VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM

TUYỂN TẬP KẾT QUẢ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ 2016

Số 19

ISSN 0866 – 7292

Ban biên tập:

GS.TS. TĂNG ĐỨC THẮNG
GS.TSKH. NGUYỄN ÂN NIÊN
GS.TSKH. NGUYỄN VĂN THƠ
GS.TS. LÊ SÂM
GS.TS. LÊ MẠNH HÙNG
GS.TS. TRẦN THỊ THANH
PGS.TS. ĐỖ TIẾN LANH
PGS.TS. TÔ VĂN THANH
PGS.TS. LƯƠNG VĂN THANH
PGS.TS. HOÀNG VĂN HUÂN
PGS.TS. ĐINH CÔNG SẢN
TS. TRẦN BÁ HOẰNG
TS. TÔ QUANG TOẢN
TS. NGUYỄN NGHĨA HÙNG

Tp. Hồ Chí Minh năm 2017

MỤC LỤC

Lời nói đầu vii

PHẦN I. THỦY NÔNG - MÔI TRƯỜNG 1

1. Mô hình dòng chảy nước dưới đất đảo Côn Sơn – Côn Đảo 3
ThS. Nguyễn Thị Minh Trang, TS. Lê Đình Hồng, PGS. TS. Võ Khắc Trí

2. Dự báo dòng chảy nước dưới đất ở đảo Côn Sơn theo kịch bản biến đổi khí hậu 15
ThS. Nguyễn Thị Minh Trang, TS. Lê Đình Hồng, PGS. TS. Võ Khắc Trí

3. Mô phỏng thí nghiệm lan truyền Amoni NH_4 trong các cột đất Côn Sơn 26
ThS. Nguyễn Thị Minh Trang, TS. Lê Đình Hồng, PGS. TS. Võ Khắc Trí

4. Nghiên cứu, đánh giá chất lượng nước vùng cửa sông ven biển từ Vũng Tàu tới Trà Vinh phục vụ yêu cầu phát triển thủy sản 39
TS. Lương Văn Thanh, ThS. Lương Văn Khanh

5. Một số kết quả nghiên cứu về thủy sinh vật vùng cửa sông ven biển từ Vũng Tàu đến Trà Vinh phục vụ yêu cầu phát triển thủy sản 49
TS. Lương Văn Thanh, ThS. Lương Văn Khanh

6. Nghiên cứu chế độ tưới thích hợp cho cây nho lấy lá bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt tại vùng khan hiếm nước 58
ThS. Trần Thái Hùng, PGS. TS. Võ Khắc Trí, GS. TS. Lê Sâm

7. Một số vấn đề về sản xuất lúa vụ Thu Đông ở Đồng bằng sông Cửu Long 73
ThS. Nguyễn Văn Hoạt, TS. Hoàng Quốc Tuấn, GS. TS. Tăng Đức Thắng

8. Một số vấn đề về dòng chảy lũ ở Đồng bằng sông Cửu Long nhìn từ trận lũ lớn năm 2011 81
GS. TS. Tăng Đức Thắng, PGS. TS. Nguyễn Thanh Hải, KS. Vũ Quang

9. Áp dụng chỉ số mờ cho đánh giá chất lượng nước mặt 92
Bùi Việt Hưng

10. Tính toán nhu cầu nước và đánh giá khả năng nguồn nước phục vụ nối mạng chuyển nước lưu vực tỉnh Ninh Thuận 102
ThS. NCS. Nguyễn Đình Vượng, KS. Nguyễn Xuân Hòa

11. Đặc điểm lâm sinh học của rừng tràm tái sinh ở vườn quốc gia U Minh Thượng từ sau khi xảy ra cháy rừng 116
ThS. Phạm Văn Tùng

12. Quản lý nước ở vườn quốc gia U Minh Thượng từ sau khi xảy ra cháy rừng tháng 3/2002 đến nay và những tác động đến hệ sinh thái rừng 128
ThS. Phạm Văn Tùng, PGS. TS. Lương Văn Thanh

13. Ứng dụng mô hình "ngân hàng đất" trong công tác nạo vét kênh rạch phục vụ sản xuất kết hợp xây dựng nông thôn mới trên địa bàn tỉnh Bến Tre 141
PGS. TS. Trịnh Công Vấn, ThS. Trần Minh Tuán, ThS. Nguyễn Lê Huấn

14. Tính toán cân bằng nước phục vụ giải pháp nối mạng chuyển nước liên thông hệ thống công trình thủy lợi tỉnh Ninh Thuận 149
ThS. Nguyễn Đình Vượng, ThS. Huỳnh Ngọc Tuyên

15. Ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước để tính toán lan truyền ô nhiễm trong kênh dẫn vùng triều xét với các trường hợp khoảng cách kênh nhánh so với biển 159
ThS. NCS. Nguyễn Đình Vượng

16. Nghiên cứu vận động khối nước ô nhiễm trong kênh vùng triều ứng với trường hợp thay đổi lưu lượng nguồn và vị trí đặt kênh 171
ThS. NCS. Nguyễn Đình Vượng

17. Đánh giá thực trạng tài nguyên nước mặt tỉnh Cà Mau và đề xuất các giải pháp bảo vệ nguồn nước 182
Trần Ký, Hoàng Trung Thống

18. Nghiên cứu thực nghiệm xây dựng đường đặc trưng ẩm của đất (PF) phục vụ xác định chế độ tưới hợp lý cho cây trồng cạn tại vùng khô hạn Nam Trung bộ 192
ThS. Trần Thái Hùng, PGS. TS. Võ Khắc Trí, GS. TS. Lê Sâm

19. Diễn biến ngập lũ Đồng bằng sông Cửu Long theo một số kịch bản bao đê 205
GS. TS. Tăng Đức Thắng, Vũ Quang Trung, Phạm Văn Giáp

20. Research on infiltration spread in soil of drip irrgation technique for grape leaves at the water scarce region of Vietnam 217
Tran Thai Hung, Vo Khac Tri, Le Sam

PHẦN II. CHỈNH TRỊ SÔNG - BẢO VỆ BỜ SÔNG, BỜ BIỂN – PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI – XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH 231

1. Tổng quan về mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát, khả năng ứng dụng và đào tạo 233
TS. Hồ Trọng Tiến, NCS. Lê Ngọc Anh

2. Tác động của bãi triều đến chế độ dòng chảy hạ lưu sông Đồng Nai 244
ThS. NCS. Phạm Thế Vinh, GS. TS. Tăng Đức Thắng, GS. TSKH. Nguyễn Ân Niên

3. Nghiên cứu ứng dụng giải pháp bảo vệ bờ sông bằng công nghệ mềm – một giải pháp phục vụ xây dựng nông thôn mới trên địa bàn tỉnh Bến Tre 255
PGS. TS. Trịnh Công Vấn, ThS. Trần Minh Tuấn, ThS. Nguyễn Lê Huấn

4. Nghiên cứu cơ sở khoa học hỗ trợ điều hành xả lũ hợp lý đảm bảo an toàn tuyệt đối hồ Dầu Tiếng, phòng và giảm lũ cho hạ du sông Sài Gòn 266
ThS. NCS. Nguyễn Văn Lanh, PGS. TS. Lê Văn Dực

5. Nghiên cứu cơ sở khoa học hỗ trợ điều hành tích nước hợp lý và đảm bảo an toàn tuyệt đối công trình thủy lợi Dầu Tiếng 275
ThS. NCS. Nguyễn Văn Lanh, PGS. TS. Lê Văn Dực

PHẦN III. ĐỊA CHẤT NỀN MÓNG - VẬT LIỆU XÂY DỰNG - CÔNG NGHỆ MỚI, VẬT LIỆU MỚI TRONG XÂY DỰNG THỦY LỢI 285

1. Nghiên cứu giải pháp tường cọc xi măng đất chống sạt lở bờ sông ở tỉnh Long An..... 287
TS. Đỗ Thanh Hải, KS. Đoàn Nhật Phi

2. Nghiên cứu phương pháp định mái dốc bằng đất trộn xi măng kết hợp sợi xơ dừa 298
TS. Đỗ Thanh Hải, KS. Phạm Thành Long

3. Sự thay đổi đặc trưng cơ lý đất xung quanh cọc sau khi ép.....310
PGS. TS. Bùi Trường Sơn, ThS. NCS. Phạm Cao Huyên, KS. Phạm Lê Anh Tuấn

4. Đánh giá quy luật phân bố ma sát của cọc theo độ sâu..... 319
PGS. TS. Bùi Trường Sơn

5. Phân tích đánh giá khả năng chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm nén tĩnh..... 328
PGS. TS. Bùi Trường Sơn

6. Đặc trưng cơ lý của sét mềm và đất rời từ thí nghiệm nén ngang ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh..... 339
PGS. TS. Bùi Trường Sơn

7. Các nhân tố ảnh hưởng đến chất lượng cột đất – xi măng ở duyên hải – Trà Vinh.. 347
TS. Nguyễn Thành Đạt, KS. Huỳnh Nguyễn Ngọc Tiến

8. Đánh giá sức chịu tải của nền cát hóa lỏng dưới móng bè..... 358
PGS. TS. Võ Phán, KS. Nguyễn Đức Huy

9. Nghiên cứu giải pháp cải tạo đất địa phương bằng vôi kết hợp vải địa kỹ thuật làm đất đắp nền đường khu vực tỉnh Hậu Giang..... 367
PGS. TS. Võ Phán, KS. Nguyễn Hữu Trung Tín

10. Nghiên cứu giải pháp gia cố đất bằng xi măng kết hợp vải địa kỹ thuật để đắp đường..... 374
PGS. TS. Võ Phán, KS. Nguyễn Tấn Thành

11. Thiết lập bảng tính lún nền đất yếu dưới nền đường ở khu vực thành phố Vị Thanh – tỉnh Hậu Giang..... 380
PGS. TS. Võ Phán, KS. Nguyễn Thanh Dũng

12. Nghiên cứu, ứng dụng giải pháp tường kè trên hệ cọc bê tông cốt thép để ổn định bờ kè sông Cổ Chiên của thành phố Vĩnh Long 387
PGS. TS. Võ Phán, KS. Nguyễn Văn Tuấn Anh

13. Ứng dụng bệ phản áp vào ổn định nền đường với kích thước tối ưu nhất..... 392
PGS. TS. Võ Phán, KS. Trần Đức Thưởng

14. Ứng dụng Plaxis 2D trong phan tích ứng xử cố kết của nền đất yếu được gia cố bằng trụ đất - xi măng dưới tải trọng đất đắp 398
PGS. TS. Lê Bá Vinh, KS. Trần Hữu Thiện

15. Ứng dụng công nghệ phụt vữa thành trong việc gia tăng sức chịu tải cọc khoan nhồi 406
PGS. TS. Võ Phán, KS. Hà Vĩnh Phúc

16. Đánh giá ảnh hưởng ma sát âm do thay đổi tải trọng tác dụng đến vị trí mặt phẳng trung hòa của cọc trong đất yếu 414
PGS. TS. Võ Phán, KS. Tô Lê Hương

17. Ứng dụng giếng cát kết hợp gia tải trước để xử lý nền đất yếu cho khu vực Ninh Kiều, TP. Cần Thơ 426
PGS. TS. Võ Phán, KS. Trần Ngọc Thái

18. Ứng dụng trụ đất xi măng – vôi xử lý nền đất yếu khu vực Trà Nóc TP. Cần Thơ 434
PGS. TS. Võ Phán, KS. Huỳnh Văn Lê

19. Ứng dụng trụ đất xi măng để xử lý đất yếu dưới nền đường dẫn vào cầu nhằm giảm lún lệch với mố trụ cầu..... 443
PGS. TS. Võ Phán, KS. Nguyễn Thị Tú Uyên

20. Phương pháp ước lượng độ lún ngắn hạn và lâu dài nền đất có xét đến trạng thái ban đầu 457
PGS. TS. Bùi Trường Sơn, ThS. Huỳnh Quốc Kha

21. Nghiên cứu ứng dụng giải pháp tường kè và cọc bê tông cốt thép chống sạt lở bờ kè quận Cái Răng – sông Cần Thơ..... 467
PGS. TS. Võ Phán, ThS. Trần Đức Trung

LỜI NÓI ĐẦU

Thông qua việc thực hiện các nhiệm vụ khoa học công nghệ cấp Nhà nước, cấp Bộ và cấp địa phương; các nhiệm vụ phục vụ sản xuất, các nhiệm vụ đột xuất phát sinh trong quá trình phát triển kinh tế xã hội ở các tỉnh phía Nam, tập thể cán bộ khoa học, các cộng tác viên, các giảng viên đại học và sau đại học, các học viên sau đại học ở trong và ngoài Viện, các nghiên cứu sinh… thuộc Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam đã rút ra được những vấn đề khoa học công nghệ tiêu biểu để xây dựng thành các bài báo khoa học, được biên tập thành ***Tuyển tập Kết quả Khoa học và Công nghệ*** *xuất bản đều đặn mỗi năm.*

Tuyển tập Kết quả Khoa học và Công nghệ năm 2016 *(số 19) gồm các bài viết thuộc các lĩnh vực:*

+ Thủy nông - môi trường

+ Chỉnh trị sông - bảo vệ bờ sông, bờ biển - phòng chống thiên tai - xây dựng công trình

+ Địa chất nền móng - vật liệu xây dựng - công nghệ mới, vật liệu mới trong xây dựng thủy lợi

Tuyển tập Kết quả Khoa học và Công nghệ - *Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam đã được Cục Thông tin Khoa học Công nghệ Quốc gia cấp mã số chuẩn quốc tế ISSN cho xuất bản phẩm nhiều kỳ.*

Chúng tôi hy vọng Tuyển tập sẽ là tài liệu tham khảo và trao đổi thông tin bổ ích cho các cán bộ khoa học, các nhà nghiên cứu, các nghiên cứu sinh, học viên cao học và sinh viên các trường Đại học kỹ thuật chuyên ngành, bạn đọc trong và ngoài ngành.

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam chân thành cảm ơn những ý kiến quý báu của bạn đọc đóng góp cho Tuyển tập; cảm ơn các tác giả đã gửi bài, các chuyên gia đã phản biện, thẩm định cho các bài viết để Viện hoàn thành Tuyển tập này.

Trân trọng giới thiệu Tuyển tập năm 2016 cùng bạn đọc.

VIỆN TRƯỞNG

TS. TRẦN BÁ HOẰNG

Phần I
THỦY NÔNG – MÔI TRƯỜNG

MÔ HÌNH DÒNG CHẢY NƯỚC DƯỚI ĐẤT ĐẢO CÔN SƠN - CÔN ĐẢO

GROUNDWATER MODELLING OF CON SON ISLAND - CON DAO

ThS. Nguyễn Thị Minh Trang, TS. Lê Đình Hồng,
Trường Đại học Bách Khoa – Tp.HCM
PGS. TS. Võ Khắc Trí
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

TÓM TẮT

Để mô phỏng hệ thống nước dưới đất thì phương pháp mô hình toán thường được sử dụng. Bên cạnh chức năng mô phỏng dòng chảy cho chuỗi thời gian hiện tại thì các mô hình mô phỏng nước dưới đất còn có khả năng dự đoán các thay đổi hay tác động đến các tầng chứa nước dưới đất trong tương lai. Trong bài báo này, phần mềm GMS 10. được lựa chọn sử dụng để mô phỏng dòng chảy nước dưới đất tại đảo Côn Sơn - huyện Côn Đảo. Dựa trên các số liệu quan trắc mực nước, khai thác, bổ cập và bốc hơi theo thời gian kết hợp cùng với lý thuyết về mô hình hóa dòng chảy theo Modflow thì mô hình dòng chảy nước dưới đất tại đảo Côn Sơn được thiết lập.

Từ khóa: ***Mô hình nước dưới đất, GMS, Modflow.***

ABSTRACT

To simulate groundwater system, the method using mathematical models is commonly used. Besides flow simulation functionality for existing time series, groundwater models also have the ability to predict the changes or impacts to groundwater aquifers in the future. In this paper, GMS 10. is used to simulate groundwater flow in Con Son Island - Con Dao district. Based on the groundwater level monitoring data, groundwater extraction data, recharge and evapotranspiration over time combined with theory of groundwater flow modelling MODFLOW, groundwater flow of Con Son island is established.

Keywords: ***Groundwater model, GMS, Modflow.***

1. GIỚI THIỆU

Mô hình dòng chảy nước dưới đất được sử dụng để mô phỏng sự thay đổi mực nước và lưu lượng dòng chảy trong cân bằng với điều kiện địa chất thủy văn được xác định trong mô hình và có thể mô phỏng sự thay đổi này trong tương lai dựa vào sự thay đổi áp lực trong các tầng chứa nước.

Trong bài báo này, phần mềm sử dụng để xây dựng mô hình dòng chảy nước dưới đất là Hệ thống mô hình nước dưới đất (Groundwater Modeling System - GMS) phiên bản 10., đây là môi trường đồ họa tổng hợp để mô phỏng dòng chảy nước dưới đất.

Có hai cách xây dựng mô hình dòng chảy nước dưới đất trong GMS: (1) cách tiếp cận lưới và (2) cách tiếp cận mô hình khái niệm. Bài báo này dùng cách tiếp cận mô

hình khái niệm. Các tiếp cận này liên quan đến việc sử dụng module bản đồ (Map module). Vị trí của các nguồn, điểm, thông số của các lớp như hệ số thấm, các biên mô hình, lượng bổ cập, bốc hơi và số liệu cần thiết khác cho mô hình được xác định dưới dạng các bản đồ trong module này.

Mô hình khái niệm là cách thể hiện sơ đồ hóa hệ thống dòng chảy nước dưới đất dưới dạng các bản đồ, sơ đồ khối, mặt cắt làm cơ sở để xây dựng mô hình số. Thực chất của mô hình khái niệm là mô tả và tổ chức số liệu thực địa một cách thích hợp để mô phỏng chính xác nhất hệ thống nước dưới đất. Số liệu trong mô hình khái niệm được tổ chức thành các lớp có thuộc tính như sau:

- Lớp nguồn/điểm (Sources/Sinks coverages) thể hiện: Biên của các tầng chứa nước, hình dạng và tương tác của sông, hồ, giếng khoan và lưu lượng khai thác, diện tích của vùng lập mô hình.

- Lớp theo diện tích (Areal coverages) thể hiện: lượng bổ cập và lượng bốc hơi; hệ số thấm (nằm ngang và thẳng đứng), hệ số nhả nước trọng lực, hệ số nhả nước đàn hồi của các tầng chứa nước.

- Lớp các lỗ khoan quan trắc (Observation coverages) thể hiện: các lỗ khoan quan trắc và cao trình tuyệt đối mực nước của chúng.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA MÔ HÌNH DÒNG CHẢY NƯỚC DƯỚI ĐẤT (MODFLOW)

Mô hình dòng chảy nước dưới đất được thiết lập từ những hiểu biết mang tính khái niệm của các vấn đề vật lý. Sau đó mô hình sẽ chuyển các vấn đề thuộc về vật lý sang dạng toán học. Theo C.W. Fetter (1992), sự thay đổi độ cao mực nước của nước dưới đất được biểu diễn bằng phương trình vi phân như sau:

$$\frac{\partial}{\partial x}(K_{xx}\frac{\partial h}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(K_{yy}\frac{\partial h}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(K_{zz}\frac{\partial h}{\partial z})-W=S_s\frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

Trong đó:

- K_{xx}, K_{yy}, K_{zz}: hệ số thấm theo phương x, y, z (m/ngày);
- h: cốt cao mực nước ở vị trí x, y, z (m) tại thời điểm t;
- $\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z}$: gradient thủy lực theo 3 phương x, y, z;
- W = W(x,y,z,t): modul dòng ngầm (lượng bổ cập hay thoát) của nước dưới đất tại vị trí (x,y,z) và thời điểm t;
- S_s: hệ số nhả nước;
- $S_s = S_s(x,y,z)$, $K_{xx} = K_{xx}(x,y,z)$, $K_{yy} = K_{yy}(x,y,z)$, $K_{zz} = K_{zz}(x,y,z)$ là các hàm phụ thuộc vào vị trí không gian x, y, z.

Sự vận động của nước dưới đất trong tầng chứa nước rất đa dạng vì cấu tạo của tầng chứa nước có thể là đồng nhất hay không đồng nhất, đẳng hướng hay dị hướng, phân lớp hay không phân lớp, đáy cách nước nằm ngang hay nghiêng, chiều dày tầng chứa nước ổn định hay thay đổi, nước tầng chứa nước có áp hay không áp, có biên hay

không có biên, vận động ổn định hay không ổn định… Vì vậy, phương trình vi phân vận động của nước dưới đất trước đây mới chỉ giải quyết được một vài khía cạnh nêu trên. Tuy nhiên, phương trình (1) là mô tả động thái mực nước trong điều kiện môi trường không đồng nhất và dị hướng, có thể giải quyết được vấn đề sự vận động của nước dưới đất hợp lý nhất. Phương trình này cùng với các điều kiện biên, điều kiện ban đầu của tầng chứa nước tạo thành một mô hình toán học về dòng chảy nước dưới đất.

Để giải phương trình trên, người ta phải tìm hàm số h (x, y, z, t), thỏa mãn (1) và thỏa mãn các điều kiện biên. Sự biến động của giá trị h theo thời gian sẽ xác định bản chất của dòng chảy, từ đó có thể tính được trữ lượng động của tầng nước cũng như tính toán các hướng của dòng chảy.

Việc tìm ra hàm giải tích h (x, y, z, t) cho phương trình (1) thường là rất khó. Trên thực tế, ngoại trừ một số rất ít trường hợp, phương trình (1) là phương trình không thể giải được bằng phương pháp giải tích. Do đó người ta buộc phải giải bằng phương pháp gần đúng. Một trong các phương pháp giải gần đúng ở đây được áp dụng cho bài toán này là phương pháp sai phân hữu hạn.

3. MÔ HÌNH DÒNG CHẢY NƯỚC DƯỚI ĐẤT (MHDCNDĐ) ĐẢO CÔN SƠN

3.1. Sơ đồ hóa vùng nghiên cứu

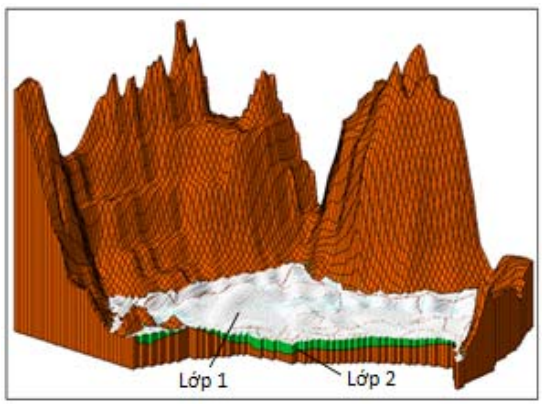
Căn cứ điều kiện tự nhiên và đặc điểm cấu trúc địa chất thủy văn (ĐCTV) của đảo Côn Sơn, hệ thống nước dưới đất (NDĐ) của đảo được sơ đồ hóa như sau:

- Vùng lập MHDCNDĐ được giới hạn bởi bờ biển phía nam và đường phân thủy của các núi đá ở các phía còn lại (xem Hình 1).

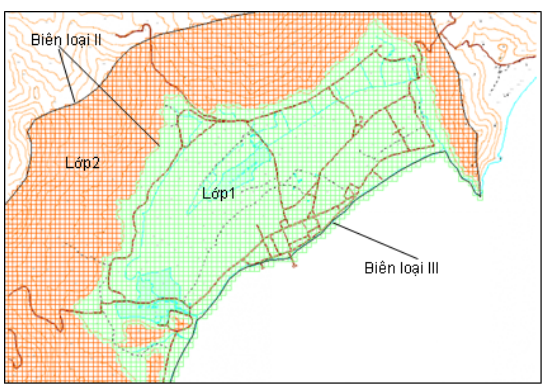
- Các lớp tính toán: MHDCNDĐ được xây dựng thành 2 lớp: Lớp trên mô phỏng các trầm tích bở rời Kainozoi và lớp dưới mô phỏng đá Mezozoi.

- Đặc điểm thủy lực và điều kiện biên (xem Hình 2):

+ Lớp 1: Chiếm diện tích khoảng 6 km^2 ở trung tâm vùng tính toán, được xem như là lớp không áp hoặc có áp yếu cục bộ không đồng nhất về tính thấm. Phần rìa phân bố tiếp xúc với các đá Mezozoi bề dày vát mỏng và được xem là biên không dòng chảy (biên loại II - Q = 0) (xem Hình 3). Phần phía nam tiếp xúc với biển, chủ yếu là thoát nước



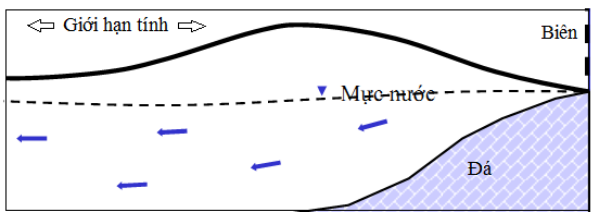
Hình 1. Sơ đồ hóa vùng nghiên cứu



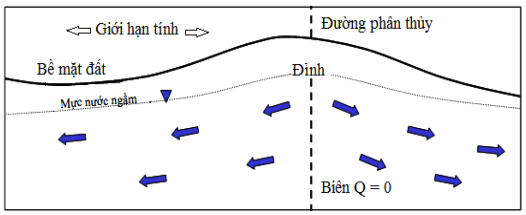
Hình 2. Điều kiện biên vùng nghiên cứu

và lượng nước thoát ra phụ thuộc chênh lệch áp lực của tầng chứa nước và mực nước biển do đó sẽ được xem là biên tổng hợp (biên loại III - lưu lượng phụ thuộc mực nước).

+ Lớp 2: Chiếm toàn bộ diện tích vùng tính toán, được xem như là lớp không hoặc bán áp không đồng nhất về tính thấm. Phần rìa của MHDCNDĐ dọc theo đường phân thủy được xem như là biên không dòng chảy (biên loại II - Q = 0) (xem Hình 4). Phần phía nam tiếp xúc với biển, chủ yếu là thoát nước và lượng nước thoát ra phụ thuộc chênh lệch áp lực của tầng chứa nước và mực nước biển do đó sẽ được xem là biên tổng hợp (biên loại III).



Hình 3. Điều kiện biên loại II của lớp 1

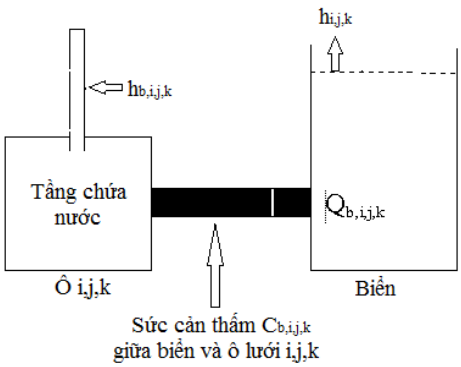


Hình 4. Điều kiện biên loại II của lớp 2

Ghi chú:

- Biên loại II là điều kiện biên dòng chảy được xác định trước (còn gọi là điều kiện biên Neumann). Đó là các ô mà lưu lượng dòng chảy qua biên được xác định trước trong suốt bước thời gian tính toán. Trường hợp không có dòng chảy như trong bài toán này thì lưu lượng được xác định bằng không.

- Biên loại III là điều kiện biên lưu lượng trên biên phụ thuộc vào mực nước (còn gọi là điều kiện biên Cauchy hoặc biên hỗn hợp). Đối với bài toán này, điều kiện biên được xem là biên tổng hợp bởi do dòng chảy qua biên phụ thuộc vào sự chênh lệch áp lực của tầng chứa nước và mực nước biển. Biên tổng hợp cho phép dòng thấm từ tầng chứa ra biển và ngược lại (xem Hình 5).



Hình 5. Điều kiện biên tổng hợp của lớp 1 và lớp 2

Lưu lượng dòng thấm qua biên được tính theo công thức:

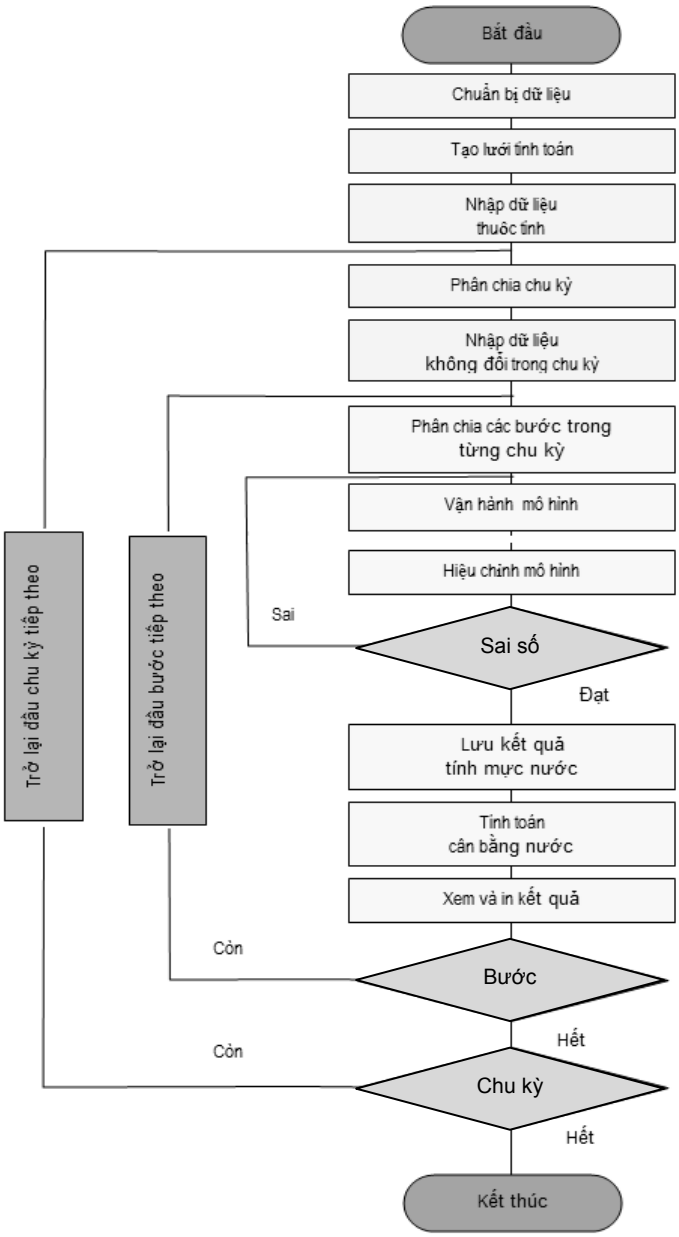
$$Q_b = C_b(h_b - h)$$

Trong đó:

- C_b: hệ số sức cản thấm của biên tổng hợp;
- h_b: mực nước hay mực áp lực của ô lưới (i, j, k), m;
- h: mực nước biển tại ô lưới (i, j, k), m.

3.2. Quy trình thực hiện MHDCNDĐ

Quy trình thực hiện một MHDCNDĐ được trình bày ở Hình 6.

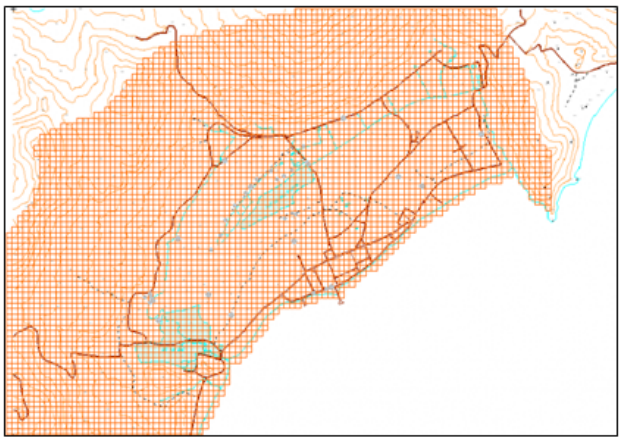


Hình 6. Quy trình các bước thực hiện MHDCNDĐ

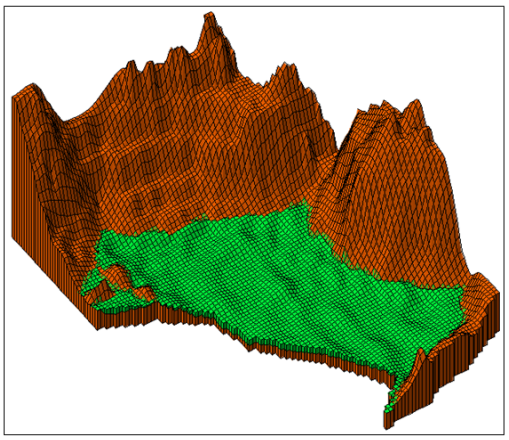
3.3. Lưới của mô hình

- Lưới tính toán hai chiều (2D Grid): vùng lập mô hình có diện tích 12,5 km^2, được phân thành 80 hàng và 102 cột, với các ô lưới có kích thước tương ứng là 50 x 50 m (xem Hình 7).

- Lưới tính toán ba chiều (3D Grid): được phân thành 80 hàng và 102 cột và số lớp là 2, được sử dụng để mô phỏng cấu trúc không gian của các tầng chứa nước (xem Hình 8).



Hình 7. Lưới tính toán 2 chiều - 2D Grid



Hình 8. Lưới tính toán 3 chiều - 3D Grid

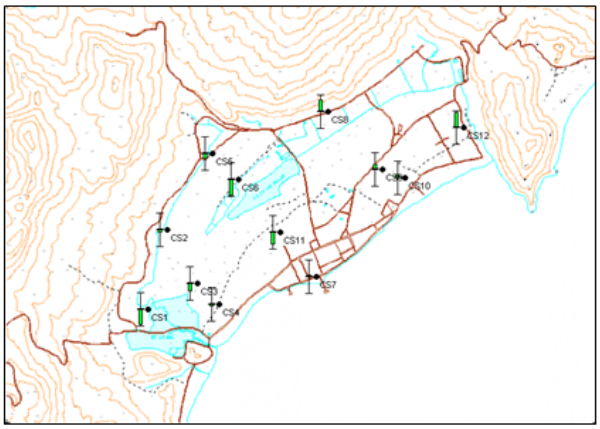
3.4. Dữ liệu đầu vào mô hình

- Chiều sâu phân bố các lớp: Sử dụng bản đồ địa hình tỉ lệ 1/10.000 đã được số hóa. Các đường bình độ được chuyển thành điểm cao trình kết hợp cùng các điểm cao trình sẽ được nhập vào MHDCNDĐ.

- Các thông số ĐCTV cần nhập vào MHDCNDĐ gồm: hệ số thấm (thẳng đứng K_h và nằm ngang K_v), hệ số nhả nước (đàn hồi S_S* và trọng lực S_s). Giá trị các thông số được chọn từ kết quả bơm thí nghiệm từ các báo cáo trước kết hợp việc phân tích độ hạt tại các lỗ khoan nghiên cứu trong vùng.

- Lượng bổ cập và bốc hơi: có giá trị ban đầu được chọn theo tài liệu lượng mưa trung bình tháng của trạm khí tượng thủy văn Côn Đảo kết hợp độ hạt đất đá tại từng khu vực, độ dốc của địa hình và thảm thực vật.

- Hệ thống lỗ khoan quan sát và mực nước ban đầu: Hệ thống lỗ khoan quan trắc tại Thung lũng Côn Sơn bao gồm 12 vị trí quan trắc mực nước trong lớp 1 (xem Hình 9). Mạng quan trắc tài nguyên nước tại huyện Côn Đảo được thực hiện ở 4 giai đoạn: 2005-2006; 2008-2009, 2011-2012 và 2014-2015. Cao trình mực nước ban đầu dùng cho tính toán MHDCNDĐ sẽ được sử dụng là trường dòng chảy tạo thành từ dữ liệu cao trình mực nước đo được vào thời điểm tháng 10/2005.

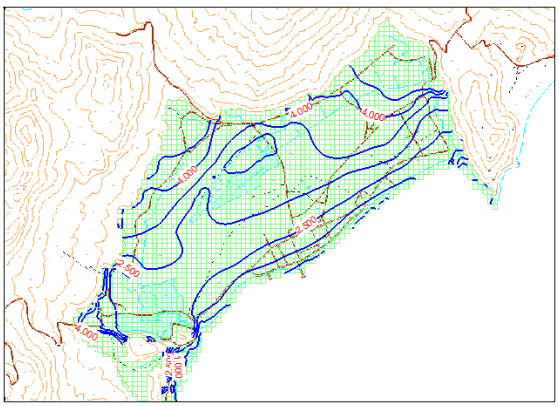


Hình 9. Bản đồ vị trí các lỗ khoan quan trắc

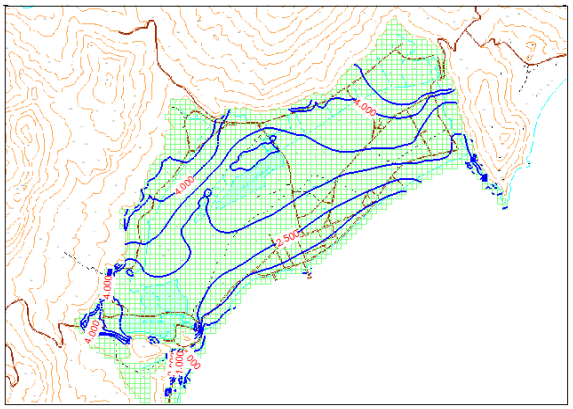
4. KẾT QUẢ

4.1. Kết quả mô hình MHDCNDĐ Đảo Côn Sơn

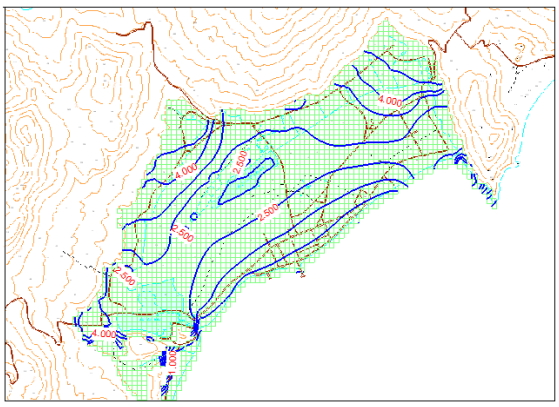
MHDCNDĐ đã được hiệu chỉnh theo 79 bước tính toán (thời gian 1 tháng/ bước) từ thời điểm 10/2005 đến hết tháng 5/2015 với sai số từng bước được trình bày ở mục 4.2 dưới đây cho thấy mức độ tin cậy của công tác mô phỏng hệ thống NDĐ ở Đảo Côn Sơn – Huyện Côn Đảo. Kết quả đã xác lập trường dòng chảy cho từng bước tính toán thể hiện trường mực nước thay đổi giữa hai mùa điển hình là mùa mưa (tháng 9) và mùa khô (tháng 4) cho các năm tương ứng với 4 giai đoạn quan trắc lấy mẫu 2005–2006; 2008–2010; 2011–2012; 2014–1015 (xem từ Hình 10 đến Hình 17).



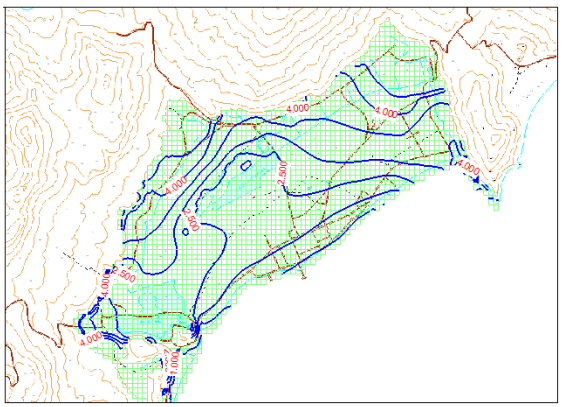
Hình 10. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 04/2006



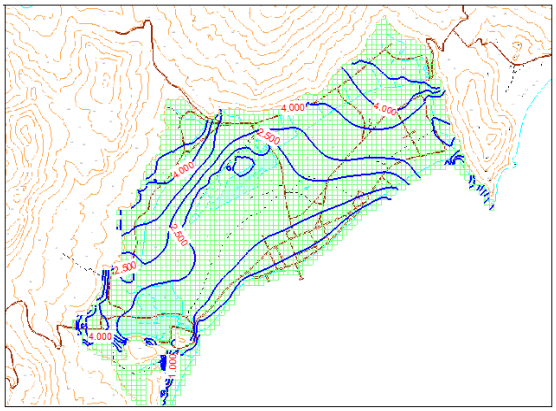
Hình 11. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 09/2006



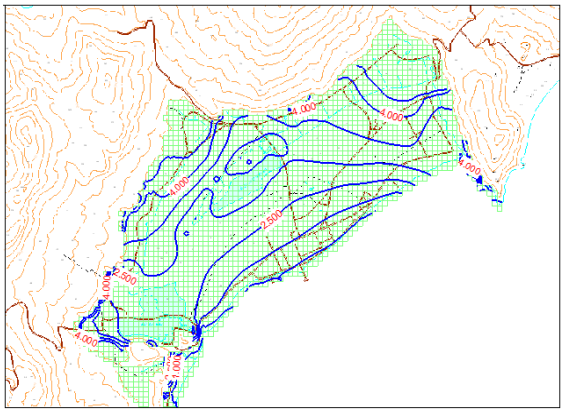
Hình 12. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 04/2008



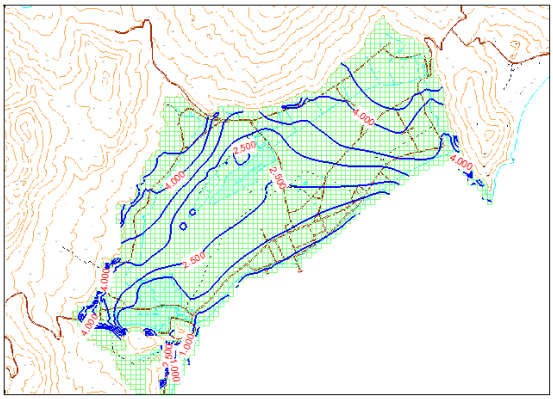
Hình 13. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 09/2008



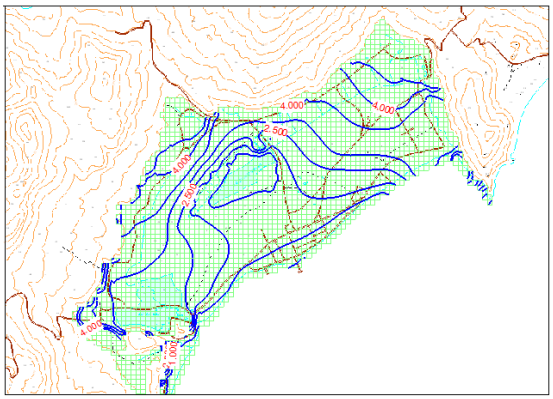
Hình 14. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 04/2011



Hình 15. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 09/2011



Hình 16. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 09/2014



Hình 17. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 04/2015

Nhận xét:

Kết quả tính toán mô phỏng và quan trắc động thái nước tại 12 trạm quan trắc của đảo Côn Sơn cho thấy động thái của tầng chứa nước Pleistocen thay đổi theo mùa: vào mùa mưa tức là từ tháng 5 do có lượng bổ cập, mực nước bắt đầu dâng cho đến hết tháng 10, nhiều trạm quan trắc đạt mực nước cực đại vào tháng 10, còn một số khác đạt mực nước cực đại sớm hơn vào tháng 9 (tại các trạm quan trắc CS1, CS7) và muộn hơn vào tháng 11 (tại các trạm quan trắc CS2, CS4, CS5). Sau khi mực nước đạt cực đại thì mùa khô bắt đầu, lượng mưa giảm dần và không mưa, nên mực nước giảm dần đều và đạt cực tiểu vào cuối tháng 4 đến cuối tháng 5 và vượt qua vào đầu tháng 6. Như vậy mùa khô có khi kéo dài hơn thường kỳ là 1 tháng (mùa khô 7 tháng). Hiện tượng này là bất thường, có lẽ do ảnh hưởng của lượng khai thác nước dưới đất và sự biến đổi bất thường của khí hậu.

4.2. Kết quả hiệu chỉnh mô hình MHDCNDĐ

Mô hình được hiệu chỉnh bằng phương pháp thử dần để giảm sự khác biệt giữa cao độ tuyệt đối mực nước dưới đất quan trắc và cao độ tuyệt đối mực nước dưới đất do

mô hình tính toán tại 12 lỗ khoan quan trắc. Trong quá trình hiệu chỉnh, hệ số thấm, hệ số nhả nước đàn hồi và cao độ tuyệt đối mực nước tại các biên mực nước xác định được điều chỉnh.

Mức độ tin cậy của mô hình sau khi hiệu chỉnh, được kiểm chứng bằng 2 cách:

Cách 1- So sánh giá trị chênh lệch giữa cao độ tuyệt đối mực nước dưới đất quan trắc và cao độ tuyệt đối mực nước dưới đất do mô hình tính toán tại 12 lỗ khoan quan trắc. Nếu giá trị chênh lệch nằm trong khoảng ± 1,0 m thì mô hình có thể chấp nhận được (xem Hình 18).

Cách 2- Giảm đến mức nhỏ nhất có thể các loại sai số: sai số trung bình; sai số trung bình tuyệt đối; sai số trung bình quân phương (xem Bảng 1).

a. Sai số trung bình:

$$ME = \sum_{i=1}^{n} (h_{ob.} - h_{sim.})_i / n$$

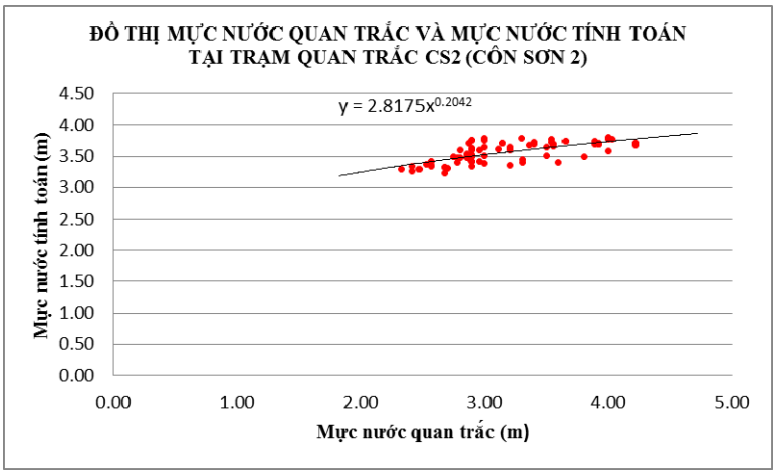
b. Sai số trung bình tuyệt đối:

$$MAE = (\sum_{i=n}^{n} |(h_{ob.} - h_{sim})_i| / n$$

c. Sai số trung bình quân phương:

$$RMSE = [\sum_{i=1}^{n} (h_{ob} - h_{sim})_i^2 / n]^{0,5}$$

Trong các công thức nêu trên $h_{ob.}$ và $h_{sim.}$ lần lượt là mực nước quan trắc và mực nước tính toán; n là số điểm chỉnh lý.



Hình 18. Đồ thị so sánh giữa giá trị cao trình mực nước quan trắc và cao trình mực nước tính toán tại trạm quan trắc CS2 điển hình trong mô hình Modflow

Bảng 1. Thống kê các loại sai số của mô hình tại từng thời điểm tính toán

Thời điểm tính toán	Các loại sai số			Thời điểm tính toán	Các loại sai số		
	Sai số trung bình	Sai số trung bình tuyệt đối	Sai số trung bình quân phương		Sai số trung bình	Sai số trung bình tuyệt đối	Sai số trung bình quân phương
11/2005	0,19	0,42	*0,52*	11/2008	-0,43	0,50	*0,61*
12/2005	-0,05	0,43	*0,50*	12/2008	-0,29	0,48	*0,57*
01/2006	0,07	0,37	*0,45*	01/2009	-0,27	0,46	*0,54*
02/2006	0,26	0,46	*0,55*	02/2009	-0,10	0,36	*0,42*
03/2006	0,33	0,45	*0,54*	03/2009	0,08	0,40	*0,49*
04/2006	0,32	0,39	*0,50*	04/2009	0,22	0,49	*0,53*
05/2006	0,28	0,41	*0,53*	05/2009	0,30	0,48	*0,54*
06/2006	0,30	0,37	*0,48*	06/2009	0,39	0,47	*0,55*
07/2006	0,08	0,31	*0,42*	07/2009	0,39	0,55	*0,64*
08/2006	0,02	0,46	*0,56*	08/2009	0,22	0,54	*0,56*
09/2006	-0,11	0,47	*0,54*	09/2009	0,00	0,53	*0,60*
10/2006	-0,02	0,45	*0,51*	10/2009	0,02	0,54	*0,61*
03/2008	-0,15	0,40	*0,48*	11/2009	-0,17	0,57	*0,63*
04/2008	0,10	0,40	*0,50*	12/2009	-0,08	0,48	*0,57*
05/2008	0,25	0,41	*0,46*	01/2010	-0,27	0,52	*0,59*
06/2008	0,26	0,40	*0,52*	02/2010	-0,13	0,48	*0,54*
07/2008	0,14	0,54	*0,73*	03/2010	0,10	0,45	*0,55*
08/2008	-0,15	0,49	*0,59*	04/2010	0,24	0,54	*0,59*
09/2008	-0,17	0,50	*0,59*	05/2010	0,34	0,52	*0,58*
10/2008	0,19	0,42	*0,52*	06/2010	0,34	0,45	*0,52*
07/2010	0,29	0,45	*0,56*	03/2012	0,05	0,31	*0,41*
08/2010	0,14	0,47	*0,51*	04/2012	0,08	0,28	*0,33*
09/2010	-0,08	0,53	*0,59*	05/2012	0,16	0,27	*0,33*
10/2010	-0,06	0,57	*0,62*	06/2012	0,23	0,35	*0,42*
11/2010	-0,21	0,55	*0,61*	07/2012	0,27	0,45	*0,56*
12/2010	-0,13	0,39	*0,48*	05/2014	0,15	0,44	*0,53*
01/2011	-0,19	0,45	*0,51*	06/2014	0,33	0,52	*0,66*
02/2011	-0,06	0,39	*0,47*	07/2014	0,22	0,43	*0,52*
03/2011	0,14	0,38	*0,48*	08/2014	0,10	0,37	*0,47*
04/2011	0,18	0,31	*0,37*	09/2014	0,04	0,42	*0,50*
05/2011	0,28	0,30	*0,42*	10/2014	-0,02	0,46	*0,53*
06/2011	0,30	0,36	*0,45*	11/2014	0,03	0,42	*0,50*
07/2011	0,40	0,48	*0,54*	12/2014	0,02	0,38	*0,44*
08/2011	0,36	0,45	*0,53*	01/2015	0,00	0,36	*0,45*
09/2011	0,29	0,44	*0,56*	02/2015	0,06	0,40	*0,47*
10/2011	0,25	0,52	*0,57*	03/2015	0,12	0,38	*0,44*
11/2011	0,14	0,44	*0,50*	04/2015	0,19	0,31	*0,39*
12/2011	0,01	0,47	*0,52*	05/2015	0,15	0,35	*0,42*
01/2012	-0,13	0,42	*0,50*	06/2015	0,23	0,37	*0,44*
02/2012	-0,09	0,39	*0,45*				

5. ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

5.1. Đánh giá động thái mực nước

Cao trình mực nước trung bình năm từ 1,49 m (CS7) đến 3,78 m (CS5), cao trình mực nước Max từ 1,95 m (CS7) đến 4,53 m (CS8), cao trình mực nước Min từ 1,02 m (CS7) đến 3,29 m (CS5).

Tại đảo Côn Sơn có hệ thống khai thác nước dưới đất gồm 20 giếng đặt ven hồ Quang Trung 1. Lượng khai thác trung bình từ 2.162 m^3/ngày đến 2.947 m^3/ngày, trong đó 5 giếng mới đưa vào khai thác từ tháng 5/2012 chiếm 1.109 m^3/ngày. Như vậy, do khai thác mà mực nước dưới đất hạ thấp và tạo thành một phễu hạ thấp xung quang hồ Quang Trung. Ngoài ra mực nước hạ thấp mạnh vào cuối mùa khô còn bởi do không có sự cung cấp của nước mưa, bốc hơi mạnh và sự thoát nước tự nhiên ra biển. Tuy nhiên ở các khu vực bị ảnh hưởng của khai thác, mực nước hạ thấp không lớn và nằm trên mực nước hạ thấp cho phép.

5.2. Đánh xu hướng thay đổi mực nước dưới đất ở giai đoạn từ 2005-2006 đến 2014-2015

Cao trình mực nước trung bình, cao trình mực nước đạt giá trị Max và Min ở các trạm quan trắc trong giai đoạn 2014-2015 là cao hơn so với giai đoạn 2011-2012. Cao trình mực nước trung bình cao hơn từ 0,03 m đến 0,41 m, giá trị mực nước Max cao hơn từ 0,00 m đến 1,00 m, riêng trạm quan trắc CS4 và CS10 mực nước Max thấp hơn 0,01 m. Mực nước Min cao hơn từ 0,02 m đến 1,00 m. Điều này cho thấy có thể lượng khai thác nước ổn định và cũng do lượng mưa năm 2014-2015 (1.447 mm) cao hơn giai đoạn 2011-2012 (1.372 mm). Như vậy với lượng khai thác ổn định xung quanh giá trị 2.500 m^3/ngày thì mực nước trung bình trong tầng chứa nước Pleistocen sẽ ổn định nếu điều kiện khí tượng không thay đổi đột biến. Tại hồ Quang Trung ở giai đoạn 2014-2015 mực nước trung bình cao hơn 0,16 m, nhưng ở hồ An Hải lại thấp hơn 0,04 m so với giai đoạn 2011-2012.

So sánh cao trình mực nước trung bình, mực nước đạt giá trị Max và Min ở các trạm quan trắc trong giai đoạn 2011-2012 với giai đoạn 2005-2006 cho thấy thấp hơn. Cao trình mực nước trung bình thấp hơn từ 0,23 m đến 1,12 m, giá trị Max thấp hơn từ 0,03 m đến 1,32 m, riêng trạm quan trắc CS8 mực nước cao hơn 0,04 m. Mực nước Min thấp hơn từ 0,27 m đến 2,23 m. Điều này cho thấy có thể lượng khai thác nước gia tăng trong nhưng năm gần đây và cũng do lượng mưa năm 2011 (1.372 mm) giảm so với lượng mưa trung bình từ 1995 - 2004 (2.099 mm). Do lượng mưa giảm nên mực nước ở Hồ Quang Trung và An Hải cũng giảm.

So sánh cao trình mực nước ở các trạm quan trắc giai đoạn 2008-2010 với giai đoạn 2011-2012, cao trình mực nước trung bình thấp hơn từ 0,17 m đến 2,13 m (riêng hai trạm quan trắc CS1 và CS4 gần vị trí hồ An Hải mực nước cao hơn từ 0,01 m đến 0,77 m) , giá trị Max thấp hơn từ 0,01 m đến 2,65 m. Mực nước Min thấp hơn từ 0,01 m đến 1,78 m.

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Với mục tiêu chính là mô phỏng sự thay đổi mực nước và lưu lượng dòng chảy

trong cân bằng với điều kiện địa chất thủy văn tại thời điểm hiện tại và dự báo sự thay đổi này trong tương lai (dựa vào sự thay đổi áp lực trong các tầng chứa nước), đồng thời tạo tiền đề cho việc mô phỏng lan truyền ô nhiễm trong vùng nghiên cứu, mô hình dòng chảy nước dưới đất tại đảo Côn Sơn - Huyện Côn Đảo được thiết lập.

Hệ thống nước dưới đất trong vùng lập mô hình được mô phỏng bằng 2 lớp, trong đó lớp 1 là lớp chứa nước chủ yếu và là tầng sản phẩm phục vụ các hoạt động khai thác nước dưới đất tại đảo Côn Sơn. Sau khi được hiệu chỉnh, các giá trị tính toán của mô hình nằm trong khoảng sai số chấp nhận được. Kết quả của mô hình có thể sử dụng được trong quy hoạch khai thác, trong đánh giá các ảnh hưởng đến mực nước dưới đất của các dự án khai thác nước, các phương án bố trí các bãi giếng khai thác hoặc trong nghiên cứu lan truyền ô nhiễm đến các tầng chứa nước dưới đất... Về cao trình mực nước, nhìn chung mô hình cho thấy xu hướng dòng chảy nước dưới đất tầng Pleistocen theo hướng đông – nam về phía biển. Riêng khu vực xung quanh hồ Quang Trung, do có hệ thống giếng khai thác với lưu lượng đạt gần 2.500 m^3/ngày nên cao trình mực nước dưới đất hạ thấp và tạo thành một phễu hạ thấp xung quang hồ.

Để tăng mức độ tin cậy của mô hình, kiến nghị thực hiện bổ sung một số công việc như sau:

- Cập nhật liên tục tài liệu về sự biến đổi cao trình mực nước dưới đất theo thời gian. Đây là tài liệu quan trọng để xác định các điều kiện biên và để hiệu chỉnh mô hình.

- Điều tra, thống kê và thường xuyên cập nhật hiện trạng khai thác nước dưới đất. Kết quả của công tác này sẽ cho phép đánh giá sự thay đổi theo thời gian của các ảnh hưởng khai thác nước dưới đất tới trữ lượng và chất lượng nước dưới đất.

- Sử dụng mô hình đã được xây dựng để đánh giá và dự báo tác động của các kế hoạch khai thác hay các tác nhân gây ô nhiễm đến các tầng chứa nước dưới đất.

Xin gởi lời cảm ơn chân thành đến Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam đã cho phép sử dụng các tài liệu liên quan đến đặc điểm tự nhiên địa chất, địa chất thủy văn, số liệu quan trắc tại vùng Côn Đảo trong nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. C. W. Fetter, "Contaminant Hydrogeology," New York: Macmillan Publishing Company, 1992.
2. Ngô Đức Chân, "Đánh giá trữ lượng nước dưới đất vùng Côn Đảo bằng phương pháp mô hình", Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2009, tr. 80 - 122.
3. Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá hiện trạng, đề xuất các giải pháp phát triển, khai thác, sử dụng và quản lý tổng hợp tài nguyên nước cho huyện Côn Đảo'', Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam, 2011.
4. Báo cáo vận hành mạng quan trắc tài nguyên nước trên địa bàn Huyện Côn Đảo, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam, 2014.

Người phản biện: GS. TS. Tăng Đức Thắng

DỰ BÁO DÒNG CHẢY NƯỚC DƯỚI ĐẤT Ở ĐẢO CÔN SƠN THEO KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

GROUNDWATER FLOW PREDICTION OF CON SON ISLAND BASED ON CLIMATE CHANGE SCENARIOS

ThS. Nguyễn Thị Minh Trang, TS. Lê Đình Hồng
Đại học Bách Khoa Tp Hồ Chí Minh
PGS. TS. Võ Khắc Trí
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

TÓM TẮT

Dự báo sự thay đổi mực nước dưới đất trong tương lai là một bài toán thường gặp trong quản lý và quy hoạch khai thác nước dưới đất. Trong bài báo này, phần mềm GMS 10. được lựa chọn sử dụng để mô phỏng dòng chảy nước dưới đất tại đảo Côn Sơn - huyện Côn Đảo. Dựa trên các số liệu quan trắc mực nước, khai thác, bổ cập và bốc hơi theo thời gian kết hợp cùng với lý thuyết về mô hình hóa dòng chảy theo Modflow thì mô hình dòng chảy nước dưới đất tại đảo Côn Sơn được xây dựng. Từ đó sẽ xác định được các vấn đề cần quan tâm là: Mực nước, mực nước hạ thấp mà cụ thể là sự thay đổi mực nước dưới đất trong thời gian tính toán và tương lai theo kịch bản biến đổi khí hậu.

Từ khóa: ***Mô hình nước dưới đất, GMS, kịch bản biến đổi khí hậu.***

ABSTRACT

Predicting groundwater flow change in the future is a common task for managing and planning their exploitation. In this paper, GMS 10. is used to simulate groundwater flow in Con Son Island - Con Dao district. Based on the groundwater level monitoring data, groundwater extraction data, recharge and evapotranspiration over time combined with theory of groundwater flow modelling MODFLOW, groundwater flow of Con Son island is built. Since that would identify the issues need to pay attention are: the elevation, drawdown of groundwater, in particular the changes in groundwater level during the calculation time and in future time based on climate change scenarios.

Keywords: ***Groundwater model, GMS, climate change scenarios.***

1. GIỚI THIỆU

Dự báo sự thay đổi mực nước dưới đất trong tương lai bằng phương pháp mô hình là bài toán thường gặp trong quản lý và quy hoạch khai thác nước dưới đất. Một trong những phương pháp phổ biến được sử dụng để mô phỏng và dự báo sự thay đổi mực nước dưới đất hiện tại và tương lai là phương pháp mô hình.

Mô hình dòng chảy nước dưới đất được sử dụng để mô phỏng sự thay đổi mực nước và lưu lượng dòng chảy trong cân bằng với điều kiện địa chất thủy văn được xác

định trong mô hình và có thể mô phỏng sự thay đổi này trong tương lai dựa vào sự thay đổi áp lực trong các tầng chứa nước.

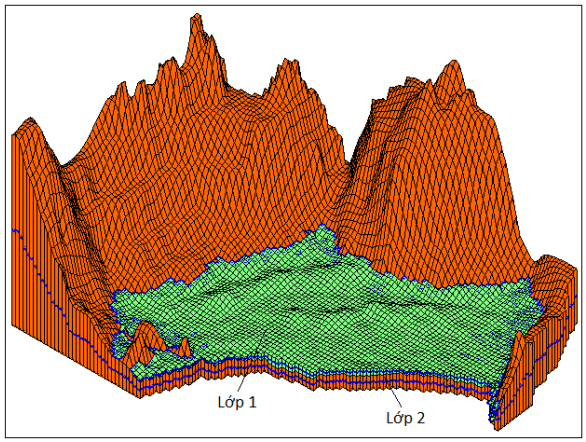
Trong bài báo này, phần mềm sử dụng để xây dựng mô hình dòng chảy nước dưới đất trong suốt thời gian tính toán và dự báo cho tương lai là Hệ thống mô hình nước dưới đất (Groundwater Modeling System - GMS) phiên bản 10., đây là môi trường đồ họa tổng hợp để mô phỏng dòng chảy nước dưới đất. Có hai cách xây dựng mô hình dòng chảy nước dưới đất trong GMS: (1) cách tiếp cận lưới và (2) cách tiếp cận mô hình khái niệm. Bài báo này dùng cách tiếp cận mô hình khái niệm. Các tiếp cận này liên quan đến việc sử dụng module bản đồ (Map module). Vị trí của các nguồn, điểm, thông số của các lớp như hệ số thấm, các biên mô hình, lượng bổ cập, bốc hơi và số liệu cần thiết khác cho mô hình được xác định dưới dạng các bản đồ trong module này.

2. MÔ HÌNH DÒNG CHẢY NƯỚC DƯỚI ĐẤT ĐẢO CÔN SƠN

2.1. Sơ đồ hóa vùng nghiên cứu

Căn cứ điều kiện tự nhiên và đặc điểm cấu trúc địa chất thủy văn (ĐCTV) của đảo Côn Sơn, hệ thống nước dưới đất (NDĐ) của đảo được sơ đồ hóa như sau:

- Vùng lập mô hình dòng chảy nước dưới đất (MHDCNDĐ) được giới hạn bởi bờ biển phía nam và đường phân thủy của các núi đá ở các phía còn lại (xem Hình 1).

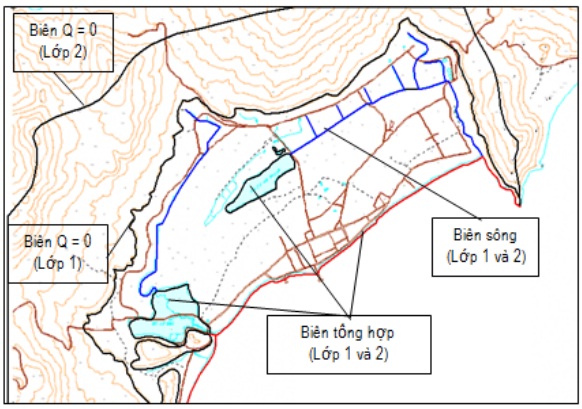


Hình 1. Sơ đồ hóa vùng nghiên cứu

- Các lớp tính toán: MHDCNDĐ được xây dựng thành 2 lớp để mô phỏng các tầng chứa nước như sau:

- Đặc điểm thủy lực và điều kiện biên (xem Hình 2):

+ Lớp 1: Chiếm diện tích khoảng 6 km^2 ở trung tâm vùng tính toán, được xem như là lớp không áp hoặc có áp yếu cục bộ không đồng nhất về tính thấm. Phần rìa phân bố tiếp xúc với các đá Mezozoi bề dày vát mỏng và được xem là biên không dòng chảy (biên loại II - Q = 0). Phần phía nam tiếp xúc với biển, chủ yếu là thoát nước và lượng nước thoát ra phụ thuộc chênh lệch áp lực của tầng chứa nước và mực nước biển do đó sẽ được xem là biên tổng hợp (biên loại III - lưu lượng phụ thuộc mực nước).



Hình 2. Điều kiện biên vùng nghiên cứu

+ Lớp 2: Chiếm toàn bộ diện tích vùng tính toán, được xem như là lớp không hoặc bán áp không đồng nhất về tính thấm. Phần rìa của MHDCNDĐ dọc theo đường phân thủy được xem như là biên không dòng chảy (biên loại II - Q = 0). Phần phía nam tiếp xúc với biển, chủ yếu là thoát nước và lượng nước thoát ra phụ thuộc chênh lệch áp lực của tầng chứa nước và mực nước biển do đó sẽ được xem là biên tổng hợp (biên loại III).

2.2. Lưới của mô hình

- Lưới tính toán hai chiều (2D Grid): vùng lập mô hình có diện tích 12,5 km^2, được phân thành 80 hàng và 102 cột, với các ô lưới có kích thước tương ứng là 50 x 50 m.

- Lưới tính toán ba chiều (3D Grid): được phân thành 80 hàng và 102 cột và số lớp là 2, được sử dụng để mô phỏng cấu trúc không gian của các tầng chứa nước.

2.3. Dữ liệu đầu vào mô hình

- Chiều sâu phân bố các lớp: Sử dụng bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000 đã được số hóa. Các đường bình độ được chuyển thành điểm cao trình kết hợp cùng các điểm cao trình sẽ được nhập vào MHDCNDĐ.

- Các thông số ĐCTV cần nhập vào MHDCNDĐ gồm: hệ số thấm (thẳng đứng K_h và nằm ngang K_v), hệ số nhả nước (đàn hồi S_s* và trọng lực S_s). Giá trị các thông số được chọn từ kết quả bơm thí nghiệm từ các báo cáo trước kết hợp việc phân tích độ hạt tại các lỗ khoan nghiên cứu trong vùng.

- Lượng bổ cập và bốc hơi: có giá trị ban đầu được chọn theo tài liệu lượng mưa trung bình tháng của trạm khí tượng thủy văn Côn Đảo đến năm 2015 kết hợp độ hạt đất đá tại từng khu vực, độ dốc của địa hình và thảm thực vật.

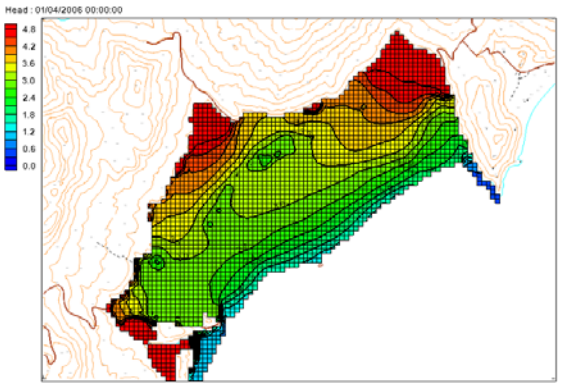
- Hệ thống lỗ khoan quan sát và mực nước ban đầu: Hệ thống lỗ khoan quan trắc tại Thung lũng Côn Sơn bao gồm 12 vị trí quan trắc mực nước trong lớp 1 và hai trạm quan trắc trên hồ Quang Trung và hồ An Hạ. Mạng quan trắc tài nguyên nước tại huyện Côn Đảo được thực hiện ở 4 giai đoạn: 2005-2006; 2008-2009, 2011-2012 và 2014-2015. Mực nước ban đầu dùng cho tính toán MHDCNDĐ sẽ được sử dụng là trường dòng chảy tạo thành từ dữ liệu mực nước đo được vào thời điểm tháng 10/2005.

- Lượng khai thác: mỗi ngày từ 2.175 m^3 đến 2.947 m^3, trung bình một ngày khai thác 2.448 m^3.

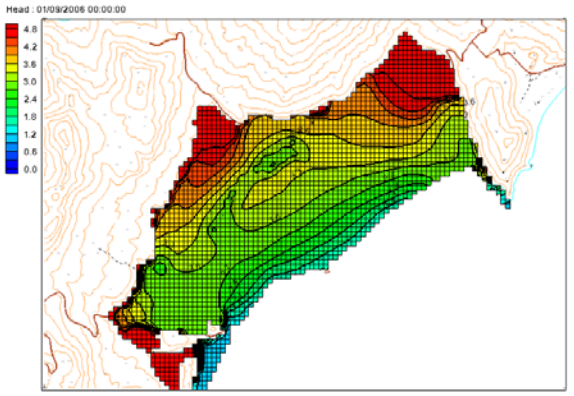
3. KẾT QUẢ MÔ HÌNH

3.1. Kết quả mô phỏng MHDCNDĐ đến năm 2015

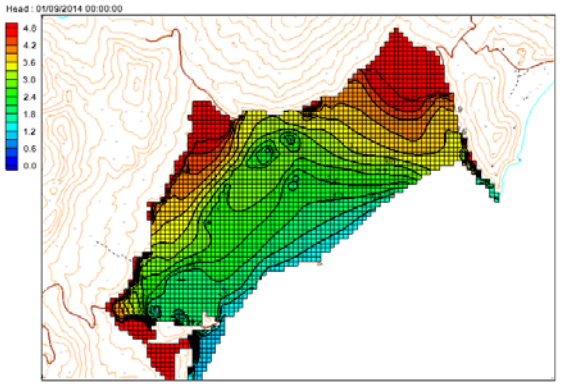
MHDCNDĐ được hiệu chỉnh theo 79 bước tính toán (thời gian 1 tháng/ bước) từ thời điểm 10/2005 đến hết tháng 5/2015 đã xác lập trường dòng chảy cho từng bước tính toán thể hiện trường mực nước thay đổi giữa hai mùa điển hình là mùa mưa (tháng 9) và mùa khô (tháng 4) cho các năm tương ứng với 4 giai đoạn quan trắc lấy mẫu 2005 –2006; 2008–2010; 2011–2012; 2014–1015 (xem từ Hình 3 đến Hình 6).



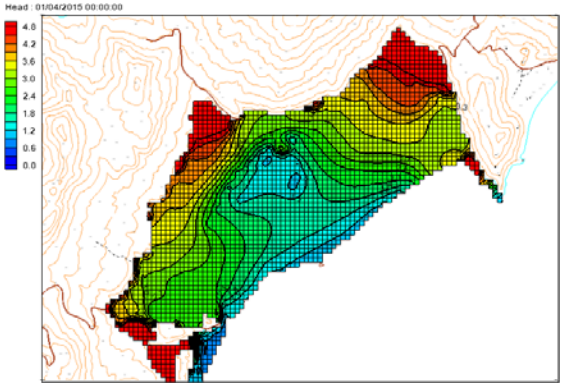
Hình 3. Cao trình mực nước tầng Pleistocen vào tháng 04/2006



Hình 4. Cao trình mực nước tầng Pleistocen vào tháng 09/2006



Hình 5. Cao trình mực nước tầng Pleistocen vào tháng 09/2014



Hình 6. Cao trình mực nước tầng Pleistocen vào tháng 04/2015

3.2. Đánh giá kết quả

3.2.1. Mực nước

Kết quả tính toán mô phỏng và quan trắc động thái nước tại 12 trạm quan trắc của đảo Côn Sơn cho thấy động thái của tầng chứa nước Pleistocen thay đổi theo mùa: vào mùa mưa tức là từ tháng 5 do có lượng bổ cập, mực nước bắt đầu dâng cho đến hết tháng 10, nhiều trạm quan trắc đạt mực nước cực đại vào tháng 10, còn một số khác đạt mực nước cực đại sớm hơn vào tháng 9 (tại các trạm quan trắc CS1, CS7) và muộn hơn vào tháng 11 (tại các trạm quan trắc CS2, CS4, CS5). Sau khi mực nước đạt cực đại thì mùa khô bắt đầu, lượng mưa giảm dần và không mưa, nên mực nước giảm dần đều và đạt cực tiểu vào cuối tháng 4 đến cuối tháng 5 và vượt qua vào đầu tháng 6. Như vậy mùa khô có khi kéo dài hơn thường kỳ là 1 tháng (mùa khô 7 tháng). Hiện tượng này là bất thường, có lẽ do ảnh hưởng của lượng khai thác nước dưới đất và sự biến đổi bất thường của khí hậu.

Tại đảo Côn Sơn có hệ thống khai thác nước dưới đất gồm 20 giếng đặt ven hồ Quang Trung 1 với lưu lượng khai thác trung bình từ 2.162 m^3/ngày đến 2.947 m^3/ngày, trong đó 5 giếng mới đưa vào khai thác từ tháng 5/2012 chiếm 1.109 m^3/ngày. Như vậy,

do khai thác mà mực nước dưới đất hạ thấp và tạo thành một phễu hạ thấp xung quang hồ Quang Trung. Ngoài ra mực nước hạ thấp mạnh vào cuối mùa khô còn do không có sự cung cấp của nước mưa, bốc hơi mạnh và sự thoát nước tự nhiên ra biển. Tuy nhiên ở các khu vực bị ảnh hưởng của khai thác, mực nước hạ thấp không lớn và nằm trên mực nước hạ thấp cho phép.

3.2.2. Cân bằng nước

Cân bằng nước dưới đất (CBNDĐ) của vùng nghiên cứu hoặc một lưu vực sông thường được đánh giá dựa theo phương trình cân bằng:

$$\Sigma \text{ dòng chảy vào} - \Sigma \text{ dòng chảy ra} = \Delta S$$

Trong đó: ΔS: lượng thay đổi trữ lượng tĩnh, trong bài toán ổn định $\Delta S = 0$).

Đánh giá CBNDĐ là xác định các nguồn chảy vào và các nguồn chảy ra khỏi vùng nghiên cứu hoặc để xác định thành phần nào đó tham gia CBNDĐ nhưng rất khó xác định được bằng thực nghiệm. Các thành phần tham gia CBNDĐ được đánh giá dựa theo số liệu tính toán của tháng 09/2014 và tháng 04/2012. Các thành phần tham gia CBNDĐ của đảo Côn Sơn được thống kê trong Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số đặc trưng của các thành phần hình thành trữ lượng NDĐ

TT	Nguồn hình thành trữ lượng	Lượng nước (m^3/ngày)					
		Mùa khô 2015			Mùa mưa 2014		
		Vào	Ra	Tổng	Vào	Ra	Tổng
1	Lượng thay đổi trữ lượng tĩnh	541	369	172	283	1.636	-1.353
2	Suối, hồ	2.068	1.530	538	877	1.912	-1.035
3	Trữ lượng qua biên	25.858	25.160	698	23.988	22.595	1.393
	Phía bắc (đất liền)	25.082	18.618	6.464	23.268	16.720	6.548
	Phía nam (từ biển)	776	6.542	-5.766	720	5.875	-5.155
4	Thấm xuyên	12.929	11.751	1.178	18.231	17.866	365
5	Bổ cập	160	0	160	3.440	0	3.440
6	Khai thác	0	2.747	-2.747	0	2.810	-2.810
Tổng		41.556	41.556	0	46.819	46.819	0

Nếu xem tổng lượng chảy vào hoặc tổng lượng chảy ra là trữ lượng động tự nhiên của hệ thống NDĐ đảo Côn Sơn vào mùa khô. Như vậy, trữ lượng động của đảo là 6.322 m^3/ngày (mùa khô), bao gồm các thành phần sau:

- Lượng thay đổi trữ lượng tĩnh: 541 m^3/ngày (chiếm tỷ lệ 1,30%).

- Cung cấp từ các suối trong vùng nghiên cứu: 2.068 m^3/ngày (chiếm tỷ lệ 4,98%).

- Tổng lượng thấm qua biên (bao gồm thấm ngang từ các vùng xung quang (phía đất liền) vào vùng lập mô hình, thấm ngang từ phía bờ biển vào) là 25.858 m^3/ngày (chiếm tỷ lệ 62,22%).

- Lượng thấm xuyên giữa lớp 1 và lớp 2: 12.929 m^3/ngày (chiếm tỷ l ệ 31,11%).

- Lượng bổ cập từ mưa 160 m^3/ngày (chiếm tỷ l ệ 0,39%).

Bảng 1 cũng cho thấy rằng, tổng lượng khai thác tại đảo Côn Sơn vào năm 2014-2015 dao động từ 2.745–2.784 m^3/ngày chiếm 43,42% trữ lượng động trong mùa khô và 30,22% trữ lượng động trong mùa mưa.

Đối tầng chứa nước Pleistocen của đảo Côn Sơn, với sự gia tăng thành phần bổ cập là 3.440 m^3/ngày vào mùa mưa đã làm cho CBNDĐ thay đổi và tăng giá trị từ 41.556 m^3/ngày (mùa khô) lên 46.819 m^3/ngày (mùa mưa). Sự hiện diện của lượng mưa không những làm thay đổi giá trị cân bằng tổng mà còn làm một số thành phần thay đổi như lượng cung cấp từ suối, lượng chảy vào phần đất liền, lượng chảy ra phía biển và lượng thấm xuyên.

4. KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

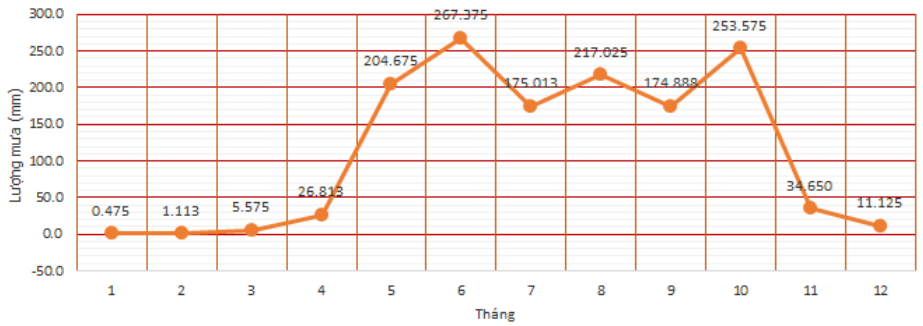
Để đánh giá mức độ và tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy nước dưới đất (NDĐ) tại đảo Côn Sơn thì việc lồng ghép các kịch bản BĐKH (lượng mưa thay đổi và nước biển dâng) vào trong mô hình mô phỏng dòng chảy NDĐ là điều cần thiết, từ đó tạo cơ sở để đề ra các giải pháp cụ thể ứng phó với biến đổi khí hậu cho vùng Côn Đảo.

Theo kịch bản BĐKH của Bộ Tài nguyên và Môi trường thì 02 yếu tố quan trọng nhất gây ảnh hưởng biến động tài nguyên nước dưới đất tại Côn Đảo nói riêng và nhiều nơi khác nói chung là: lượng mưa và nước biển dâng.

4.1. Thay đổi lượng mưa

Mưa là một nguồn hình thành trữ lượng quan trọng nhất trong vùng và đóng vai trò quan trọng đối với động thái các tầng chứa nước trong vùng.

Theo tài liệu quan trắc nhiều năm ở Côn Đảo do Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam thực hiện cho thấy mực nước tại các tầng chứa nước thường dao động theo mùa và cùng pha với lượng mưa. Lượng mưa trung bình tháng nhiều năm (từ năm 2005 đến năm 2015) được thể hiện trên Hình 7 và kịch bản BĐKH về lượng mưa tính toán cho vùng nghiên cứu được trình bày trong Bảng 2.



Hình 7. Lượng mưa trung bình tháng nhiều năm tại trạm Côn Đảo (mm) [4]

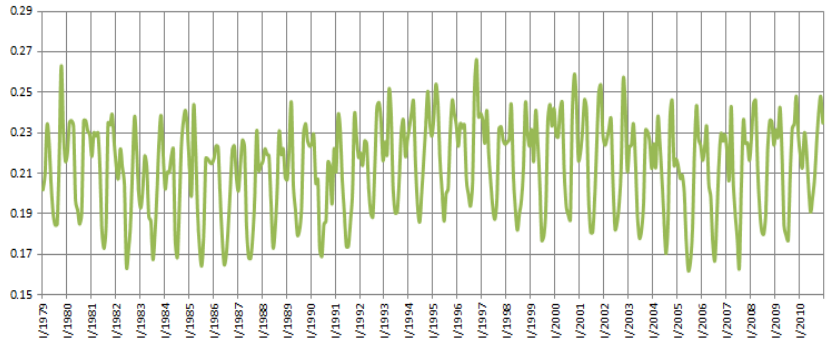
Bảng 2. Kịch bản biến đổi khí hậu về lượng mưa vùng nghiên cứu

Mưa	Kịch bản	% thay đổi				
		2020	2030	2050	2070	2100
V-X	B2	1,3	1,8	3,0	4,7	6,5
	A2	1,3	1,9	3,9	7,3	9,7
XI- IV	B2	-1,8	-2,6	-4,6	-6,9	-9,1
	A2	-1,9	-2,8	-5,8	-9,3	-13,1

Ghi chú: B2 - Kịch bản trung bình phát thải trung bình
A2 - Kịch bản trung bình phát thải cao

4.2. Mực nước biển dâng: đây là yếu tố sẽ gây xâm nhập mặn cho vùng ven biển.

Giá trị độ cao mực nước biển trung bình nhiều năm gần đây và các kịch bản mực nước biển dâng của Bộ Tài nguyên và Môi trường được thể hiện trong Hình 8 và Bảng 3 tương ứng như sau.



Hình 8. Mực nước biển trung bình hàng tháng theo nhiều năm gần đây [4]

Bảng 3. Các kịch bản mực nước biển dâng [5]

Kịch bản mực nước biển dâng (cm)	Năm								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
B1	9	13	19	26	34	42	50	59	66
B2	9	14	20	27	35	44	54	64	75
A1FI	9	14	21	30	41	53	68	83	99

Ghi chú: B1 - Kịch bản trung bình phát thải thấp
B2 - Kịch bản trung bình phát thải trung bình
A1FI - Kịch bản trung bình phát thải cao

Với mục tiêu đơn giản hóa bài toán mô phỏng dòng chảy nước dưới đất (MHDCNDĐ) theo kịch bản BĐKH và xét điều kiện phù hợp với diện tích tương đối nhỏ của vùng nghiên cứu - khoảng 6 km^2, bài báo sử dụng MHDCNDĐ từ năm 2005 đến năm 2015 và kịch bản phát thải cao để mô phỏng và dự báo dòng chảy NDĐ của đảo Côn Sơn đến năm 2100.

5. DỰ BÁO XU HƯỚNG DÒNG CHẢY NƯỚC DƯỚI ĐẤT ĐẾN 2100 THEO KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

5.1. Mục tiêu và điều kiện mô hình

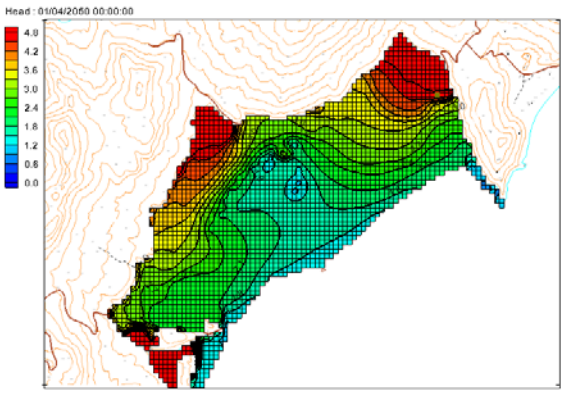
- Bài toán dự báo xu hướng dòng chảy nước dưới đất đến năm 2100 được xây dựng trên cơ sở của MHDCNDĐ đến năm 2015.

- Bài toán thực hiện trong hai tháng điển hình của mùa khô - tháng 04 và mùa mưa - tháng 09.

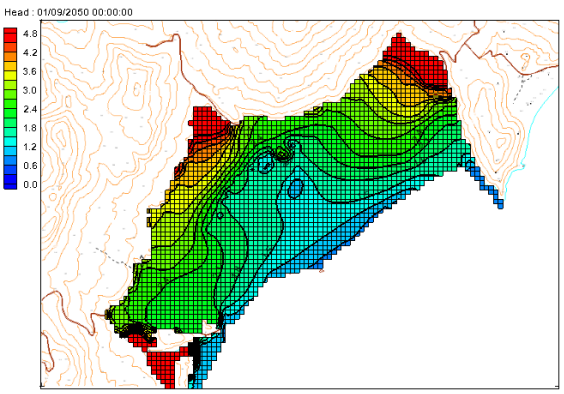
- Lượng bổ cập - bốc hơi và mực nước tại biên tổng hợp (biên biển) được điều chỉnh theo phần trăm thay đổi lượng mưa và mực nước biển dâng của kịch bản BĐKH phát thải cao.

- Lưu lượng khai thác, các thông số ĐCTV như hệ số thấm, hệ số nhả nước không thay đổi trong suốt thời gian tính toán.

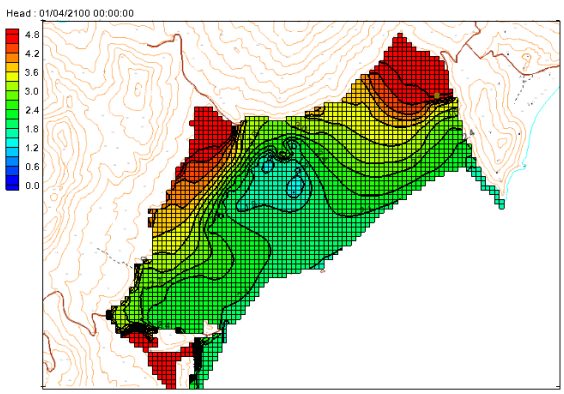
5.2. Kết quả mô hình



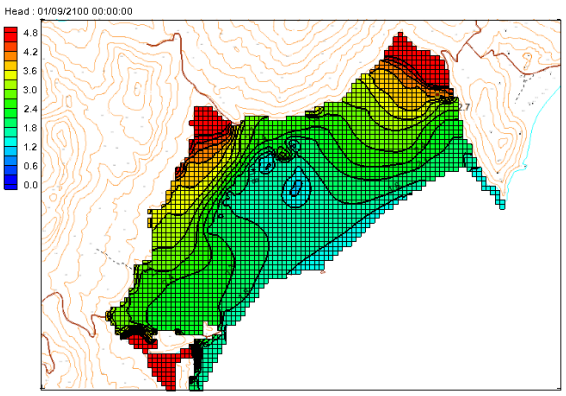
Hình 9. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 04/2050



Hình 10. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 09/2050



Hình 11. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 04/2100



Hình 12. Cao trình mực nước tầng Pleistocen tháng 09/2100

MHDCNDĐ theo kịch bản BĐKH được hiệu chỉnh theo 185 bước tính toán từ thời điểm 10/2005 đến hết tháng 10/2100 đã xác lập trường dòng chảy cho từng bước tính toán thể hiện trường mực nước thay đổi giữa hai mùa điển hình là mùa mưa (tháng 9) và mùa khô (tháng 4) cho các năm tương ứng (xem từ Hình 9 đến Hình 12).

5.3. Đánh giá kết quả

5.3.1. Mực nước

- **Mùa khô**

Kết quả tính toán của mô hình hình đã xác lập được mực nước tại tầng chứa nước Pleistocen tại các thời điểm tính toán theo số liệu biến đổi lượng mưa và mực nước biển dâng theo kịch bản phát thải cao. Kết quả cho thấy một số đặc điểm diễn biến mực nước mùa khô theo kịch bản như sau:

- Theo các bước tính toán đến năm 2100 mực nước tại tầng chứa nước có xu hướng hướng dâng cao ở vùng ven biển trung bình từ 0,25 đến 1,24 m và càng vào sâu bên trong đất liền biên độ thay đổi mực nước càng giảm thậm chí nhiều nơi không thay đổi.

- Chênh lệch mực nước đến năm 2050 không lớn nhưng đều những năm sau (đến 2100) biên độ dâng cao mực nước các tại các tầng chứa nước xấp xỉ 1,0 m.

Điều này cho thấy, tác động BĐKH có tác động NDĐ ở vùng ven biển và giảm dần về phía đất liền.

- **Mùa mưa**

Kết quả cho thấy một số đặc điểm diễn biến mực nước mùa mưa theo kịch bản như sau:

- Theo các bước tính toán đến 2100 mực nước tại tầng chứa nước Pleistocen có xu hướng hướng dâng cao ở vùng ven biển khoảng 0,47-1,45m và càng vào sâu bên trong đất liền biên độ thay đổi mực nước càng giảm thậm chí nhiều nơi không thay đổi.

- Chênh lệch mực nước đến năm 2050 không lớn nhưng đều những năm sau (đến 2100) biên độ dâng cao mực nước ở vùng ven biển tại các tầng chứa nước trên 1,0 m.

Điều này cho thấy, tác động BĐKH có tác động NDĐ ở vùng ven biển và giảm dần về phía đất liền. Tại các bước tính toán, diễn biến mực nước trong mùa mưa thể hiện rõ hơn nhiều so với mùa khô.

5.3.2. Cân bằng nước

Kết quả bài toán dự báo theo kịch bản biến đổi khí hậu cho thấy nguồn hình thành trữ lượng của đảo Côn Sơn đã được xác định tại các bước tính toán có những đặc điểm sau:

- Nguồn hình thành trữ lượng NDĐ trên đảo thay đổi trong mùa khô từ 77 m^3/ngày đến 541 m^3/ngày (trung bình là 247 m^3/ngày) và trong mùa mưa 0 m^3/ngày đến 283 m^3/ngày.

- Các thành phần chủ yếu theo thứ tự là lượng nước thấm qua biên và lượng cung cấp từ các suối. Riêng trong mùa mưa xuất hiện thêm lượng bổ cập từ mưa. Số liệu cụ thể từng thành phần thể hiện chi tiết trong Bảng 4.

Bảng 4. Các thông số đặc trưng của các thành phần hình thành trữ lượng NDĐ đến 2100 theo KB BĐKH

TT	Nguồn hình thành trữ lượng	Mùa khô (m^3/ngày)			Mùa mưa (m^3/ngày)		
		Min	Max	TB	Min	Max	TB
1	Lượng thay đổi trữ lượng tĩnh	77	541	247	0	283	34
2	Suối, hồ	2.068	2.484	2.378	877	943	903
3	Phía bắc (đất liền)	24.581	25.082	24.831	22.803	23.268	23.036
4	Phía nam (từ biển)	776	1.140	931	720	1.209	900
5	Thấm xuyên	12.670	12.929	12.800	17.830	18.231	18.005
6	Bổ cập	160	666	638	3.440	3.887	3.683
Tổng		40.331	42.843	41.825	45.669	47.822	46.560

Ghi chú: Max, Min, TB tương ứng với nguồn hình thành trữ lượng lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình (m^3/ngày) vào mùa khô và mùa mưa đến năm 2100.

- Lượng bổ cập từ mưa đóng vai trò quan trọng trong mùa mưa và chi phối các thành phần khác như thành phần thấm qua biên, lượng nước chảy vào từ biển (nước mặn) và lượng cung cấp từ suối.

- Mực nước biển dâng cao có tác động không lớn và chỉ làm gia tăng một lượng nhỏ chảy từ biển vào đảo (1.140 m^3/ngày - mùa khô năm 2100).

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

6.1. Kết luận

Mô phỏng sự thay đổi mực nước và lưu lượng dòng chảy trong cân bằng với điều kiện địa chất thủy văn tại thời điểm hiện tại và dự báo sự thay đổi này trong tương lai bằng phương pháp mô hình là bài toán thường gặp trong quy hoạch khai thác, trong đánh giá các ảnh hưởng đến mực nước dưới đất của các dự án khai thác nước, các phương án bố trí các bãi giếng khai thác hoặc trong nghiên cứu lan truyền ô nhiễm đến các tầng chứa nước dưới đất...

Trong bài báo này, hệ thống nước dưới đất tại đảo Côn Sơn, huyện Côn Đảo được mô phỏng bằng 2 lớp, trong đó lớp 1 là lớp chứa nước chủ yếu và là tầng sản phẩm phục vụ các hoạt động khai thác nước dưới đất tại đảo Côn Sơn. Kết quả mô phỏng sự thay đổi mực nước và lưu lượng dòng chảy tại thời điểm hiện tại (từ năm 2005 đến năm 2015) cũng như mô phỏng dự báo đến năm 2100 theo kịch bản BĐKH, NBD cho thấy mực nước tại tầng chứa nước Pleistocen ở vùng ven biển có xu hướng dâng cao với biên độ trên 1,0 m, chênh lệch mực nước không lớn nhưng đều. So với yếu tố nước biển dâng tác động không lớn đến hệ cân bằng nước dưới đất thì lượng bổ cập từ

mưa (đặc biệt vào mùa mưa) có ảnh hưởng đáng kể đến các thành phần như lượng cung cấp từ suối hồ, lượng thấm qua biên và lượng thấm xuyên.

6.2. Kiến nghị

Để tăng mức độ tin cậy của mô hình, kiến nghị thực hiện bổ sung một số công việc như sau:

- Cập nhật liên tục tài liệu về sự biến đổi cao trình mực nước dưới đất theo thời gian. Đây là tài liệu quan trọng để xác định các điều kiện biên và để hiệu chỉnh mô hình.

- Điều tra, thống kê và thường xuyên cập nhật hiện trạng khai thác nước dưới đất. Kết quả của công tác này sẽ cho phép đánh giá sự thay đổi theo thời gian của các ảnh hưởng khai thác nước dưới đất tới trữ lượng và chất lượng nước dưới đất.

- Sử dụng mô hình đã được xây dựng để đánh giá và dự báo tác động của các kế hoạch khai thác hay các tác nhân gây ô nhiễm đến các tầng chứa nước dưới đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. C. W. Fetter, "Contaminant Hydrogeology," New York: Macmillan Publishing Company, 1992.
2. Ngô Đức Chân, "Đánh giá trữ lượng nước dưới đất vùng Côn Đảo bằng phương pháp mô hình", Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2009, tr. 80 - 122.
3. Đề tài: "Nghiên cứu đánh giá hiện trạng, đề xuất các giải pháp phát triển, khai thác, sử dụng và quản lý tổng hợp tài nguyên nước cho huyện Côn Đảo'', Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam, 2011.
4. Báo cáo vận hành mạng quan trắc tài nguyên nước trên địa bàn Huyện Côn Đảo, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam, 2014.
5. Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, Bộ Tài nguyên và Môi trường, NXB Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, 2012.

Người phản biện: GS. TS. Tăng Đức Thắng

MÔ PHỎNG THÍ NGHIỆM LAN TRUYỀN AMONI NH_4 TRONG CÁC CỘT ĐẤT CÔN SƠN

MODELLING AMMONIUM TRANSPORT EXPERIMENTS IN CON SON SOIL COLUMNS

ThS. Nguyễn Thị Minh Trang; TS. Lê Đình Hồng
Đại học Bách Khoa Tp Hồ Chí Minh
PGS. TS. Võ Khắc Trí
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

TÓM TẮT

Lan truyền ô nhiễm chất hòa tan trong các tầng chứa nước dưới đất là một trong những vấn đề ô nhiễm thiết thực hiện nay không chỉ tại Việt Nam mà còn tại nhiều quốc gia trên thế giới. Trong bài báo này, với mục tiêu chính là nghiên cứu xác định các thông số lan truyền amoni (NH_4^+) trong đất và tầng chứa nước dưới đất tại thung lũng Côn Sơn - huyện Côn Đảo, các thí nghiệm lan truyền với chất chỉ thị trơ natri clorua và dung dịch amoni clorua đã được tiến hành trên các ống cột đất Côn Sơn. Các thông số lan truyền được ước tính bằng sự hỗ trợ của phần mềm Hydrus 1D dựa trên thuật toán ước tính ngược thông số Levenberg-Marquardt. Kết quả các thí nghiệm cho thấy, các hệ số phân tán, hệ số phân vùng và hệ số chuyển đổi chất đặc trưng cho quá trình lan truyền amoni trong dung dịch đất Côn Sơn đều tương thích với đặc tính cơ lý của đất cũng như thành phần hạt trong tầng chứa nước dưới đất của thung lũng Côn Sơn.

Từ khóa: ***Lan truyền chất, ô nhiễm amoni, Hydrus 1D.***

ABSTRACT

Soluble contaminant transport into groundwater aquifers is one of the current practical problems occuring not only in Vietnam but also in many countries around the world. In this paper, according to the main objective of determining the ammonium (NH_4^+) transport parameters in soil and groundwater aquifer of Con Son Island - District Con Dao, experiments with conservative tracer - sodium chlorides and ammonium chlorides solution had been carried out on the Con Son soil columns. The transport parameters are estimated under supportting of software Hydrus 1D using the inverse parameter estimation method. Results of the experiments showed that dispersion coefficient, distribution coefficient and mass transfer coefficient characterized the ammonium transport process in the Con Son soil and aquifers are compatible with mechanical and physical properties of Con Son soil matrix and porous media.

Keywords: ***Contaminant transport, ammonium pollution, Hydrus 1D.***

1. GIỚI THIỆU

Nitơ vô cơ ở dạng amoniac (NH_3) và ion amoni (NH_4^+) được xem là một trong

những chất gây ô nhiễm nguồn nước dưới đất (NDĐ) phổ biến nhất, được phát sinh từ các hoạt động xả thải, sử dụng phân bón và từ đất bị ô nhiễm chất hữu cơ [1]. Với bản chất là một ion tương đối linh động nên khi xâm nhập vào trong nguồn NDĐ, NH_4^+ có khả năng lan truyền nhanh trong nước và làm ô nhiễm NDĐ trên phạm vi sâu và rộng, nhất là khi có sự hỗ trợ của mưa và các điều kiện địa chất thủy văn thuận lợi như tầng chứa nước là đất cát, mạch nông... Tác động của NH_4^+ lên nguồn NDĐ nói riêng hay nguồn nước nói chung đều gây nên những hậu quả đáng kể về mặt môi trường và sinh thái. Điển hình là nguồn NDĐ khi được khai thác và đưa vào sử dụng như nguồn nước sinh hoạt thì sự có mặt của NH_4^+ có thể làm giảm hiệu quả khử trùng, dẫn đến sự hình thành nitrit (NO_2^-) và gây ra các vấn đề về mùi vị [2]. Bản thân ammonia không gây độc trực tiếp cho người và động vật nhưng khi vào trong cơ thể sống, sự chuyển hóa NH_4^+ thành NO_2^- khả năng gây bệnh đối với con người, cụ thể là hội chứng Methaemoglobinaemia hay còn gọi hội chứng trẻ xanh ở trẻ sơ sinh và có thể gây ung thư bao tử ở người trưởng thành (Kross, 1993). Từ những lý do trên mà NH_4^+ được nhìn nhận là một trong những chỉ tiêu quan trọng dùng để đánh giá mức độ ô nhiễm của nguồn NDĐ, đặc biệt là sự ô nhiễm của tầng chứa NDĐ bên dưới các bãi chôn lấp.

Với hình thức là bãi chôn lấp đặc biệt, nghĩa trang hoàn toàn có khả năng gây ô nhiễm nguồn NDĐ khi phát thải các hợp chất hữu cơ và vô cơ khác nhau [3]. Thông thường mất khoảng từ 10 đến 12 năm để một cơ thể chết phân hủy hoàn toàn. Ước tính trên một nửa các chất ô nhiễm từ thân xác người sẽ bắt đầu rò rỉ vào trong đất trong năm đầu tiên và gần một nửa các chất ô nhiễm còn lại tiếp tục thấm xuống đất trong những năm tiếp theo [3]. Khi các chất ô nhiễm thấm qua tầng đất bề mặt, sẽ tiếp tục len lỏi và dần thấm sâu vào các tầng chứa NDĐ bên dưới trong những điều kiện thuận lợi. Bên cạnh đó, việc chôn sâu quan tài (hay xác người) một cách có ý thức thì con người đã vô tình "góp phần" đưa các chất ô nhiễm đến gần các tầng chứa NDĐ hơn và tạo ra mối lo ngại đối với chất lượng NDĐ nằm ngay dưới nghĩa trang [4].

Với mục đích nghiên cứu xác định các thông số lan truyền ô nhiễm NH_4^+ phát thải từ nghĩa trang Côn Đảo đến tầng chứa NDĐ tại thung lũng Côn Sơn, huyện Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, các thí nghiệm trên bốn cột đất được khoan lấy mẫu từ thung lũng Côn Sơn đã được thực hiện tại phòng thí nghiệm Trung tâm Môi trường và Sinh thái (thuộc Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam). Các thí nghiệm được tiến hành lần lượt với hai dung dịch: (1) natri clorua - nồng độ 5,8 g/l và (2) amoni clorua NH_4Cl - với các nồng độ ... mg/l. Bên cạnh đó, nhờ sự hỗ trợ của phần mềm HYDRUS 1D [5][6], các kết quả đo đạc được từ các thí nghiệm trên ống cột được ước tính ngược thành các thông số lan truyền chất cần thiết dựa trên thuật toán Levenberg-Marquardt.

2. MÔ TẢ THÍ NGHIỆM

2.1. Mục tiêu thí nghiệm

- Xác định hệ số phân tán trong dung dịch đất Côn Sơn thông qua việc xác định sự lan truyền của chất natri clorua, trong đó ion Cl^- - ion linh động, có tính trơ (không bị hấp phụ) và là nhân tố chính để xác định hệ số phân tán trong đất.

- Xác định hệ số hấp phụ amoni, hệ số phân vùng và hệ số chuyển đổi chất theo sự lan truyền của ion NH_4^+ - một thành phần trong dung dịch amoni clorua NH_4Cl.

2.2. Cơ sở lý thuyết của mô hình thí nghiệm

Theo C.W. Fetter (1992), sự lan truyền dọc 1D của chất chỉ thị trơ trong dung dịch đất với độ ẩm đất theo thể tích không thay đổi được biểu diễn bằng phương trình truyền tải-phân tán như sau:

$$R\frac{\partial C(z,t)}{\partial t} = \frac{-v}{\theta} \times \frac{\partial C(z,t)}{\partial z} + D \times \frac{\partial^2 C(z,t)}{\partial z^2} \quad (1)$$

Trong đó: R: nhân tố trì hoãn; $C(z,t)$: nồng độ chất hòa tan ở dạng dung dịch (mg/l); z: chiều sâu ống cột (cm); t: thời gian (s); v: vận tốc dòng chảy Darcy (cm/s); θ: độ ẩm theo thể tích của đất (cm^3/cm^3) và D: hệ số phân tán (cm^2/s). Hệ số phân tán D được xác định theo công thức sau:

$$D = \frac{v}{\theta}\lambda$$

Với λ: độ phân tán (cm).

Để mô phỏng tốt hơn sự lan truyền của chất ô nhiễm hòa tan trong dung dịch đất, bên cạnh mô hình lan truyền cân bằng, cần thiết kiểm chứng sự hòa khớp giữa các giá trị nồng độ chất hòa tan thực đo với các mô hình lan truyền không cân bằng vật lý và/hoặc hóa học [9]. Mô hình không cân bằng vật lý giả định rằng sự hấp phụ luôn luôn diễn ra ở trạng thái cân bằng, nhưng pha nước được phân chia thành hai vùng: vùng linh động và vùng bất động. Sự chuyển đổi khối lượng thành pha nước bất động xảy ra chủ yếu nhờ sự phân tán [5][10].

Khác biệt với mô hình không cân bằng vật lý, mô hình không cân bằng hóa học (MH KCBHH) không giả định sự hấp phụ diễn ra ở trạng thái cân bằng mà ngược lại - là quá trình động. Bởi để quá trình hấp phụ tiến đến trạng thái cân bằng giữa nồng độ trong pha lỏng và pha rắn thì cần trải qua một quãng thời gian nhất định. Sự lan truyền không cân bằng này thường diễn ra khi sự tương tác giữa chất hòa tan và chất bị hấp phụ xảy ra tương đối chậm so với thời gian ổn định (là khoảng thời gian mà một đơn vị khối lượng vẫn được giữ nguyên trong một đơn vị thể tích). Bên cạnh đó, pha rắn được xem là được hình thành từ các phần tử có năng lực hấp phụ khác nhau. Chính vì vậy mà MH KCB HH giả định rằng có hai dạng vùng hấp phụ cùng đồng tồn tại: dạng vùng I - giả định rằng quá trình hấp phụ diễn ra trong sự cân bằng tức thời với nồng độ ở pha lỏng; trong khi dạng vùng II - có sự hấp phụ động, phụ thuộc vào thời gian [11][12].

Nếu giả định rằng sự phân rã chất hòa tan diễn ra không đáng kể thì phương trình lan truyền đối với mô hình không cân bằng hóa học cho hai vùng như được mô tả như sau:

$$R\frac{\partial C(z,t)}{\partial t} = \frac{-v}{\theta}\frac{\partial C(z,t)}{\partial z} + D\frac{\partial^2 C(z,t)}{\partial z^2} - \frac{\rho}{\theta}\alpha[(1-F)K_d C] \quad (2)$$

Trong đó: F: thông số vùng hấp phụ; K_d: hệ số phân vùng, (l/kg hay cm^3/g); α: hệ số chuyển đổi chất, (1/h).

Trong nghiên cứu này, phần mềm Hydrus 1D được sử dụng để giải các phương trình lan truyền chất, cụ thể là phương trình (2) đối với sự dịch chuyển amoni trong các ống cột đất Côn Sơn. Hydrus 1D là phần mềm phần tử hữu hạn, được phát triển trên nền mô hình Hydrus [5]. Hydrus 1D có thể thực hiện: các mô hình lan truyền cân bằng; không cân bằng vật lý/hóa học và các mô hình lan truyền không cân bằng cả vật lý và hóa học [6].

2.3. Mô tả mẫu đất

2.3.1. Vị trí lấy mẫu

Các mẫu đất được lấy tại vị trí cách nghĩa trang Côn Đảo 1,8 km, gần Hồ Quang Trung 2 (xem Hình 1). Các mẫu đất được lấy theo phương pháp khoan khô nhằm bảo quản thành phần hạt và giữ nguyên hiện trạng cấu trúc các lớp địa tầng (xem Hình 2). Công việc khoan lấy mẫu được thực hiện với sự cộng tác của Liên hiệp Khoa học Địa kỹ thuật và Môi trường TP.HCM.



Hình 1. Hình ảnh thực tế các mẫu đất khoan tại thung lũng Côn Sơn

2.3.2. Đặc tính cơ lý của mẫu đất

Các mẫu đất tại thung lũng Côn Sơn đã được Phòng nghiên cứu nền móng và địa kỹ thuật thuộc Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam phân tích với các đặc tính cơ lý như sau:

- Độ ẩm tự nhiên của đất: 1,84%

- Độ bão hòa của đất: 6,07%

- Tỷ trọng của đất: 2,664

- Độ rỗng: 44,67%

- Thành phần hạt trong các mẫu đất bao gồm: cát hạt trung 1÷0,5 mm: 11,7% và 0,5÷0,25 mm: 43,5%; cát hạt nhỏ 0,25÷0,1 mm: 44,3% và 0,1÷0,05 mm: 0,5%.

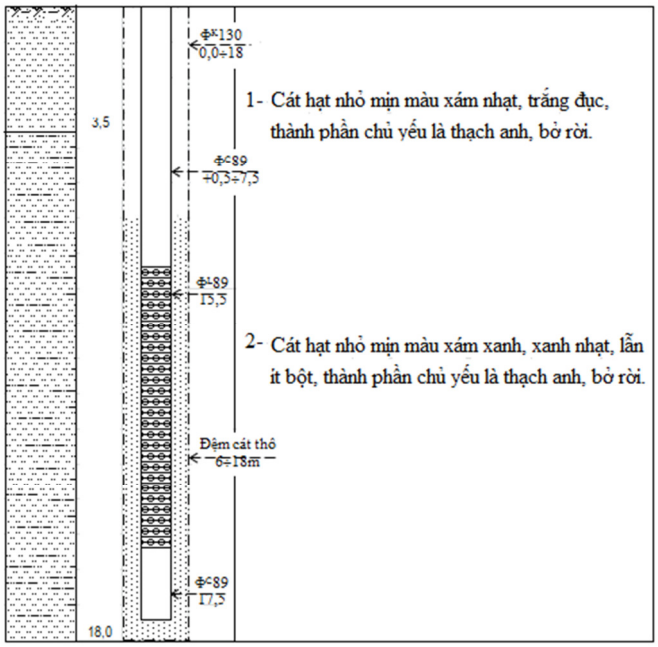
- Tổng hàm lượng chất hữu cơ (TOC) trong đất: 0,36%

- Hàm lượng amoni ($N\text{-}NH_4^+$) ban đầu trong đất: 0,15 mg/100 g.

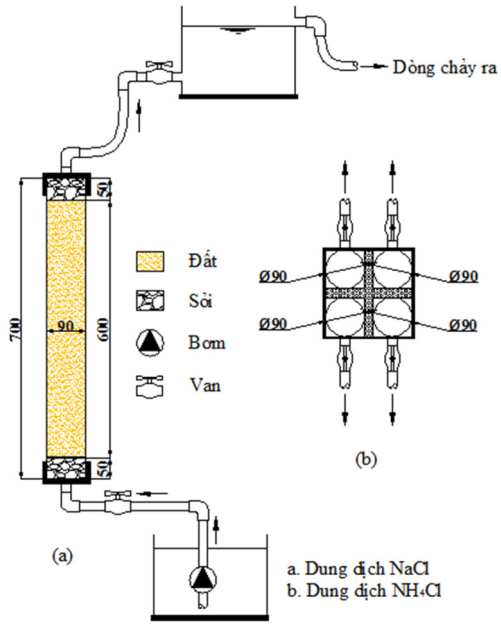
2.4. Thiết lập mô hình thí nghiệm

Các thí nghiệm được thực hiện trên 04 ống cột nhựa có đường kính 9 cm và

chiều cao 70 cm theo tỷ lệ thu nhỏ 1/30 so với chiều cao phẫu diện đất thực tế tại Trạm quan trắc CS9 (xem Hình 2) - là trạm quan trắc NDĐ quốc gia nằm ngay phía cổng nghĩa trang Côn Đảo.



Hình 2. Phẫu diện đất tại trạm quan trắc nước dưới đất CS9



Hình 3. Sơ đồ 01 ống cột thí nghiệm (a) và mặt bằng 04 ống cột (b)



Hình 4. Hình ảnh mô hình thực tế

Các lớp đất trong các ống cột được đầm đồng nhất đến khi đạt dung trọng đất tương ứng bằng 1,5 g/cm^3, khối lượng đất sử dụng cho mỗi ống cột vào khoảng 7,3 kg. Tại các đầu biên của ống cột, 5 cm đá sỏi được đệm vào nhằm đảm bảo khả năng thoát nước cũng như giữ đất cát trong ống không bị cuốn trôi khi tiến hành bơm các dung dịch thí nghiệm. Mỗi ống cột được vận hành thí nghiệm từ đầu biên thấp hơn (tại điểm đầu vào) bằng cách sử dụng máy bơm nước AP3500 Lifetech.

Sơ đồ và hình ảnh thực tế mô hình các cột đất thí nghiệm được trình bày ở Hình 3 và Hình 4.

2.4. Trình tự thí nghiệm

Các thí nghiệm được thực hiện tại phòng thí nghiệm Môi trường và Sinh thái thuộc Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, bao gồm các bước như sau:

- Bước 1: nước thủy cục được bơm đẩy với tốc độ thấp vào mỗi ống cột trong 24 giờ để tạo môi trường vật liệu hoàn toàn bão hòa.

- Bước 2: natri clorua NaCl với nồng độ 5,8 g/l được bơm vào các ống cột, nhằm xác định hệ số phân tán của dung dịch đất Côn Sơn. Các phân tích thí nghiệm hệ số phân tán với ion trơ là Cl^- được dừng lại khi nồng độ Cl^- đo được tại điểm đầu ra của các ống cột cân bằng với nồng độ Cl^- tại điểm đầu vào. Nồng độ Cl^- được xác định bằng hai phương pháp: (1) sử dụng điện cực chuyên dụng Multi 3420 và (2) sử dụng dung dịch chuẩn độ bạc nitrat $AgNO_3$ 0,0141N.

- Bước 3: nước thủy cục được bơm lại vào các ống cột nhằm loại bỏ hoàn toàn độ mặn còn tồn đọng trong dung dịch đất.

- Bước 4: bơm lần lượt amoni clorua NH_4Cl với nồng độ từ 4,84, 9,65, 19,56, 36,54; 79,82 đến 102,88 mg/l và với lưu lượng không đổi là 20 ml/phút vào các ống cột thí nghiệm. Mỗi ống cột thí nghiệm được bơm liên lục dung dịch amoni clorua đến khi đạt bão hòa ($C/C_0 = 1$). Nồng độ NH_4^+ được xác định bằng thiết bị đo quang phổ UV-VIS Spectrophotometer (Shimadzu UV-1800).

- Bước 5: định lượng sự ảnh hưởng của lưu lượng dòng chảy đối với nồng độ NH_4^+ không đổi 100±2 mg/l và lưu lượng dòng chảy được sử dụng lần lượt là 10, 20 và 30 ml/phút.

Trong suốt quá trình thí nghiệm, pH và nhiệt độ dung dịch được duy trì ổn định với giá trị pH = 7,8÷8,2 và t = 30^0C ± 2^0C.

2.6. Các điều kiện thí nghiệm

2.6.1. Điều kiện 1: Thay đổi nồng độ amoni

Sáu ống cột đất riêng lẻ với nồng độ tương ứng là 4,84, 9,65, 19,56, 36,54, 79,82 và 102,88 mg/l được sử dụng nhằm đánh giá mức độ ảnh hưởng của nồng độ amoni đầu vào lên năng lực hấp phụ của đất Côn Sơn. Các giá trị nồng độ này được lựa chọn dựa trên tiêu chí nghiên cứu khoảng phát thải NH_4^+ từ thấp dần đến cao của các bãi chôn lấp chất thải rắn. Lưu lượng dòng chảy bằng 20 ml/phút (tương đương với vận tốc dòng

chảy Darcy bằng 4.53 m/ngày và thời gian tiếp xúc là 10 giờ) được duy trì ổn định trong suốt quá trình thí nghiệm ở bốn ống cột.

Đường đẳng nhiệt hấp phụ amoni trên đất Côn Sơn được xác định sau đó bằng cách thay thế lần lượt ba mô hình hấp thụ: Langmuir, Freundlich và tuyến tính vào các đường cong mô phỏng mối quan hệ giữa khối lượng amoni bị hấp phụ và nồng độ amoni đầu vào. Quá trình hấp phụ được mô phỏng tốt nhất bằng đường đẳng nhiệt hấp phụ khi hệ số tương quan R^2 đạt giá trị cao nhất [7].

2.6.2. Điều kiện 2: Thay đổi lưu lượng dòng chảy

Ba ống cột riêng biệt được sử dụng để đánh giá sự tác động của các lưu lượng dòng chảy khác nhau lên năng lực hấp phụ amoni của đất Côn Sơn. Các lưu lượng dòng chảy được sử dụng lần lượt là 10, 20 và 30 ml/phút, tương ứng với vận tốc dòng chảy Darcy là 2,26; 4,53 và 6,80 m/ngày. Nồng độ NH_4^+ đầu vào các ống cột được duy trì ổn định với giá trị là 100 ± 2 mg/l.

2.7. Các giả định trong thí nghiệm

(1) Giả định độ ẩm của các cột đất không thay đổi trong tất cả các thí nghiệm.

(2) Giả định nồng độ các chất hòa tan và lưu lượng dòng chảy tại đầu biên dưới của các ống cột được xem như bằng với các giá trị nồng độ và lưu lượng được đề xuất sử dụng.

(3) Trong suốt quá trình lan truyền NH_4^+, độ phân tán λ được giả định không đổi và được xác định thông qua đường cong đột phá (Breakthrough curve - BTC) của Cl^-.

(4) Giả định không có sự tồn tại ion amoni trong nguồn nước thủy cục sử dụng.

2.8. Tính toán khối lượng amoni bị hấp phụ

Theo [14], khối lượng của chất hòa tan bị hấp phụ trong dung dịch đất được xác định dựa trên sự thay đổi tương ứng tỷ lệ nồng độ của chất đó tại thời điểm i và nồng độ ban đầu theo thể tích dung dịch thu được tại đầu ra của các ống cột. Do đó, khối lượng amoni bị hấp phụ (Ms) có thể được ước tính xấp xỉ theo công thức như sau:

$$M_s = C_0 \int_0^{V_{tot}} \frac{C}{C_0} dv = \frac{C_0}{2} \sum_{i=0}^{i=n} (C_i + C_{i+1})(V_{i+1} - V_i) \qquad (3)$$

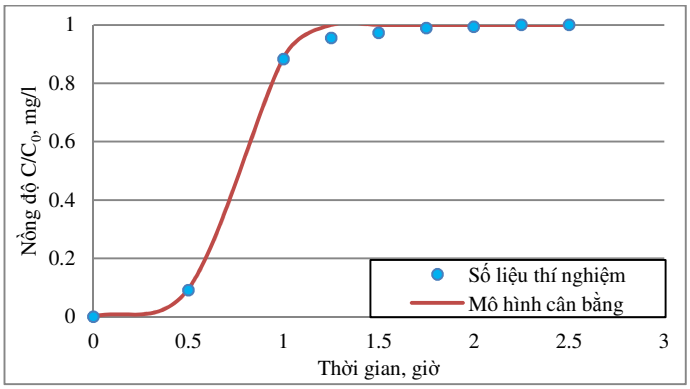
Trong đó: C_0: nồng độ amoni ban đầu; V_{tot}: tổng thể tích thu được tại điểm đầu ra của ống cột khi nồng độ amoni đầu ra tiến đến bằng nồng độ amoni đầu vào ($C/C_0 = 1$); C_i, C_{i+1}: nồng độ amoni NH_4^+ tại thời điểm i và i+1.

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Xác định hệ số phân tán

Sau thời gian tiếp xúc 150 phút, nồng độ Cl^- tại điểm đầu ra 04 ống cột đạt đến giá trị cân bằng với nồng độ Cl^- ban đầu và thể hiện bằng đường cong đột phá Cl^- như Hình 5 dưới đây.

Nhìn nhận từ Hình 5 cho thấy, đường cong thể hiện các tỷ lệ nồng độ C/C_0 của Cl^- gần như đối xứng đến giá trị khoảng 0,87. Trên khoảng giá trị C/C_0 = 0,87, đường cong đột phá thể hiện sự tồn tại của hệ số dòng chảy không lý lưởng. Nguyên nhân xuất hiện hệ số này là do sự sắp đặt hai lớp sỏi đỡ tại hai đầu biên của các ống cột. Tuy nhiên, sự xáo động dòng chảy này chỉ gây nên một tác động nhỏ lên việc tính toán hệ số phân tán. Các thông số như v - vận tốc dòng chảy Darcy và λ - độ phân tán của mô hình chuyển tải - phân tán được ước tính tối ưu bằng phương pháp ước tính ngược thông số của Hydrus 1D [5].



Hình 5. Đường cong đột phá Cl^- theo số liệu thí nghiệm và số liệu tính toán từ phần mềm Hydrus 1D

Với vận tốc dòng chảy v được cố định bằng 4,53 m/ngày, độ phân tán của các cột đất Côn Sơn được ước tính bằng 0,2 cm và hệ số phân tán bằng 8,40 (cm^2/h) với hệ số tương quan giữa các giá trị nồng độ C/C_0 xác định từ thí nghiệm và từ mô hình cân bằng Hydrus 1D (dưới giá trị 0,87 - xem Hình 5) đạt giá trị R^2 = 0,97. Kết quả λ và D nhỏ chỉ ra rằng đất Côn Sơn có thành phần hạt tương đối đồng nhất về độ rỗng.

3.2. Xác định các hệ số lan truyền amoni

Việc mô phỏng lan truyền amoni trong các ống cột đất Côn Sơn được thực hiện dựa trên các giả định ở trên. Kết quả khối lượng amoni bị hấp phụ trong đất (C_s) tương ứng với các nồng độ NH_4^+ khác nhau (C_0) được thể hiện ở Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. Khối lượng NH_4^+ bị hấp phụ trong sáu ống cột đất

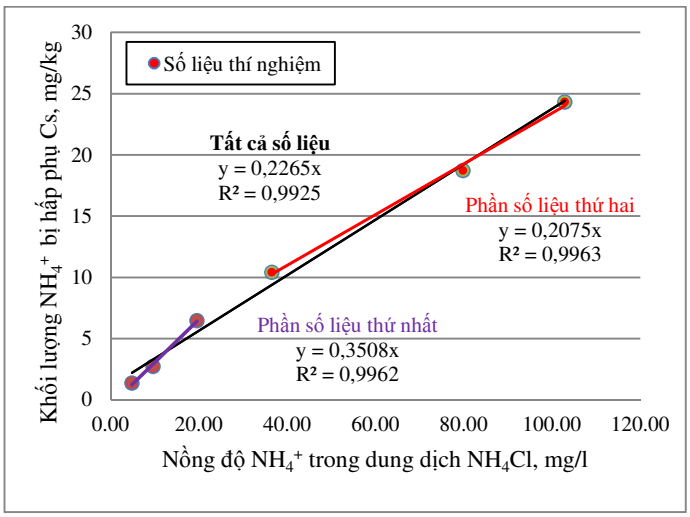
C_0, mg/l	4,84	9,65	19,56	36,54	79,82	102,88
C_s, mg/kg	1,37	2,75	6,47	10,41	18,74	24,32

Kết quả trình bày ở Bảng 1 cho thấy, khối lượng NH_4^+ bị hấp phụ tăng dần từ 1,37 đến 24,32 mg/kg tương ứng với nồng độ NH_4^+ trong dung dịch amoni clorua NH_4Cl từ 4,84 đến 102,88 mg/l. Điều này có nghĩa sự hấp phụ amoni trong đất Côn Sơn tuân theo đường đẳng nhiệt hấp phụ tuyến tính đơn giản với hệ số tương quan R^2 = 0,9925.

$$C_s = K_d \times C_0$$

Với K_d: hệ số phân vùng, (1/kg)

Tuy nhiên, khi xét đến tỷ lệ Cs/C_0 hay hệ số phân vùng K_d có thể nhận ra rằng, tuy nồng độ NH_4^+ trong dung dịch tăng thì khối lượng NH_4^+ bị hấp phụ tăng theo, nhưng K_d lại có xu hướng tăng giảm theo dạng parabol. Do vậy, để thể thể hiện sự phân vùng hấp phụ amoni sát với số liệu thí nghiệm, hai hệ số phân vùng được hình thành dựa trên hai phần số liệu bằng nhau, với K_{d1} = 0,35 (1/kg) - R^2 = 0,9962 và K_{d2} = 0,21 (1/kg) - R^2 = 0,9963 (xem Hình 7).



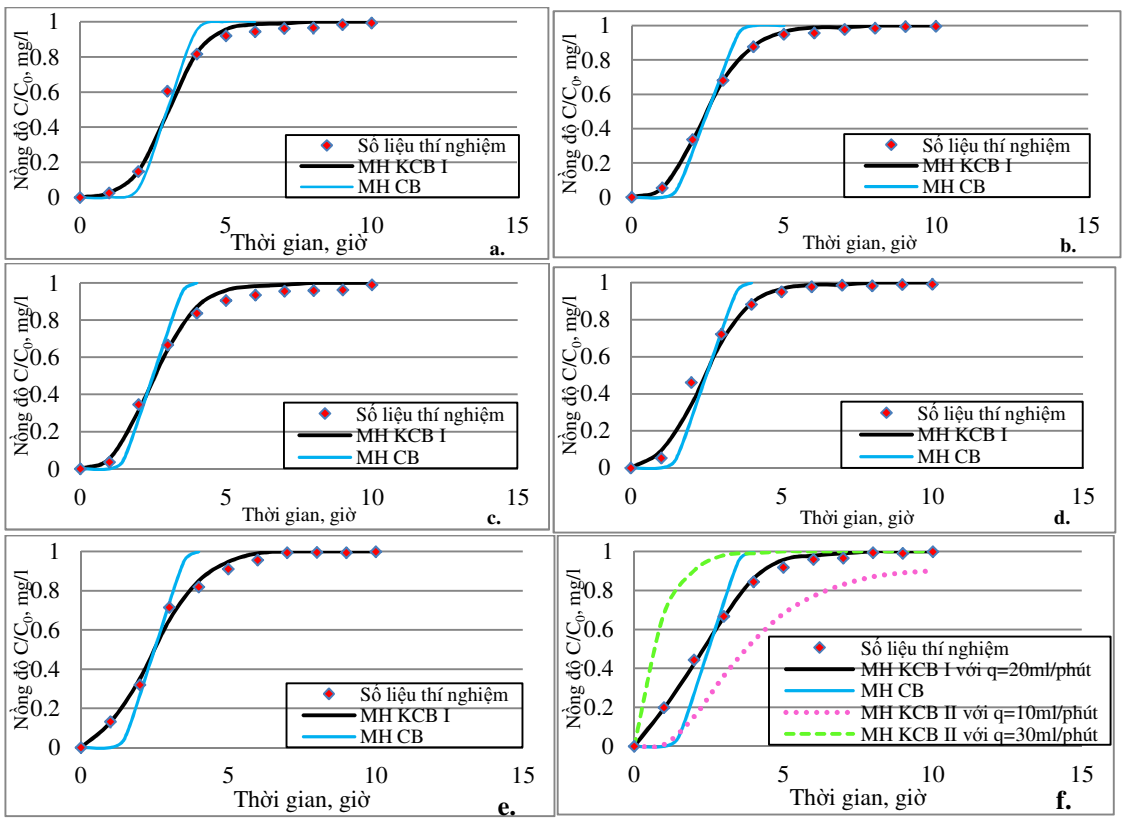
Hình 6. Đường đẳng nhiệt hấp phụ NH_4^+ trong đất Côn Sơn

Các giá trị K_d nhận được từ các kết quả thí nghiệm tương đối thấp đã xác nhận sự tồn tại của tổng hàm lượng hữu cơ (TOC) cũng như các thành phần sét trong đất Côn Sơn là rất thấp. Bởi do giá trị K_d gia tăng tỷ lệ thuận với thành phần đất sét [15]. Kết quả ước tính các thông số lan truyền theo từng mô hình của Hydrus 1D cũng như các đường cong đột phá tương ứng với các nồng độ được thể hiện ở các Hình 8 (từ a đến f) và Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2. Các thông số lan truyền amoni ước tính theo MH CB và MH KCB I với các nồng độ NH_4^+ khác nhau

$C_{0,NH4+}$ (mg/l)	MH CB			MH KCB I			
	λ (cm)	K_d (1/kg)	R^2 (%)	λ (cm)	K_d (1/kg)	α (1/h)	R^2 (%)
4,84	0,2	0,35	93,81	0,2	0,35	1,00 (0,35)	99,17
9,65	0,2	0,35	89,28	0,2	0,27	2,82 (0,17)	99,44
19,56	0,2	0,35	91,53	0,2	0,35	5,20 (0,68)	98,27
36,54	0,2	0,21	93,89	0,2	0,21	5,43 (0,70)	98,90
79,82	0,2	0,21	82,61	0,2	0,21	6,77 (0,70)	99,17
102,88	0,2	0,21	76,61	0,2	0,21	7,19 (0,70)	98,85

Các đường cong mô phỏng lan truyền NH_4^+ bằng mô hình cân bằng (MH CB) được xác định sau nhiều lần mô phỏng thử nghiệm trên Hydrus 1D. Các đường cong NH_4^+ theo MH CB có độ dốc gần tương tự như đường cong của Cl^- nhưng lại rất khác so với các đường cong NH_4^+ theo mô hình không cân bằng (MH KCB). Do vậy mà các MH CB không thể mô phỏng tốt quá trình hấp phụ amoni trong đất Côn Sơn bởi do MH CB dự đoán sự lan truyền amoni nhanh hơn kết quả thí nghiệm. Trong khi đó thì MH KCB với hai dạng vùng cho thấy sự tương thích rõ rệt giữa số liệu thí nghiệm và kết quả mô hình. Để mô phỏng tốt MH KCB, hai thông số được ước tính bổ sung, đó là: hệ số chuyển đổi chất (α) và thông số vùng hấp phụ (*F*) đạt cân bằng với nồng độ pha lỏng. Kết quả thử nghiệm ước tính trên phần mềm Hydrus 1D cho thấy, giá trị *F* nhận được rất nhỏ (ước tính $F \approx 0{,}01$). Chính vì vậy, đối với MH KCB dạng vùng I (hay gọi tắt là MH KCB I) với $F = 0$ được đề xuất sử dụng nhằm mô phỏng quá trình lan truyền NH_4^+ tương ứng với các nồng độ khác nhau và MH KCB dạng vùng II (MH KCB II) tương ứng với các lưu lượng dòng chảy khác nhau.



Hình 7. Các đường cong đột phá NH_4^+ theo số liệu thí nghiệm và mô hình Hydrus 1D tại $t = 30 \pm 2^0C$ và q=20 ml/phút, tương ứng với: a. C_0 = 4,84 mg/l; b. C_0 = 9,65 mg/l; c. C_0 = 19,56 mg/l; d. C_0 = 36,54 mg/l; e. C_0 = 79,82 mg/l; f. C_0 = 102,88 mg/l

Qua kết quả ở Hình 8 có thể nhận thấy, các đường cong NH_4^+ theo MH KCB I gần như sát với các số liệu thí nghiệm. Điều này chỉ ra rằng, sự hấp phụ amoni là quá trình động hóa học. Trong hai thông số bổ sung của MH KCB là hệ số chuyển đổi chất

(α) và thông số vùng hấp phụ (*F*) thì hệ số chuyển đổi chất là thông số đặc trưng cho quá trình động học hấp phụ. Giá trị α càng cao càng nhanh dẫn đến trạng thái cân bằng giữa amoni ở pha lỏng và pha rắn và ngược lại [6]. Từ kết quả ở Bảng 2 có thể nhận thấy rõ ràng MH KCB I dự đoán các đường cong rất tốt mà không nhất thiết phải trùng khớp với các hệ số phân vùng K_d.

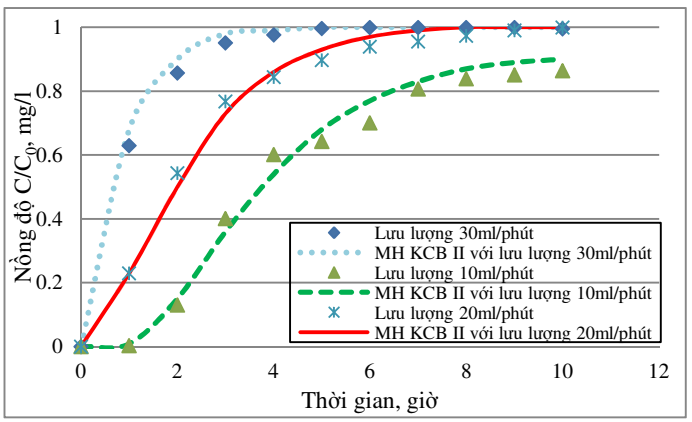
Giá trị của hệ số chuyển đổi chất α của MH KCB I thay đổi từ 1.00÷7.19 (1/h) đối với nồng độ NH_4^+ trong dung dịch tương ứng từ 4.84÷102.88 mg/l đã chỉ ra rằng sự chuyển đổi NH_4^+ từ dạng dung dịch sang đất sẽ diễn ra giới hạn khi nồng độ dung dịch NH_4^+ có nồng độ thấp.

Bảng 3. Khối lượng NH_4^+ bị hấp phụ khi lưu lượng dòng chảy và thời gian tiếp xúc thay đổi

q ≠ const			
q, ml/phút	10	20	30
Cs, mg/kg	29,12	19,55	14,94
t tăng dần và q = 10ml/phút			
t, phút	60	120	180
Cs, mg/kg	0,11	3,80	11,70

Bảng 4. Các thông số lan truyền amoni ước tính theo MH KCB II với các lưu lượng dòng chảy khác nhau

Lưu lượng dòng chảy, ml/phút	**MH KCB II**				
	***λ* (cm)**	***K_d* (1/kg)**	***α* (1/h)**	***F* (-)**	**R^2 (%)**
10	0,2	0,29	1,02 (0,01)	0,09	97,51
20	0,2	0,19	2,34 (1,04	0,01	99,27
30	0,2	0,15	2,89 (1,86)	0,00	98,23



Hình 8. Các đường cong đột phá của NH_4^+ tương ứng với sự thay đổi lưu lượng dòng chảy (nhiệt độ t = 30 ± 2^0C, nồng độ NH_4^+ ban đầu = 100 ± 2 mg/l)

Đối với MH KCB dạng II (lưu lượng dòng chảy thay đổi và nồng độ NH_4^+ duy trì ổn định bằng 100 ± 2 mg/l), các đường cong NH_4^+ được thể hiện ở Hình 8 cho thấy sự gia tăng sự hấp phụ NH_4^+ vào dung dịch đất Côn Sơn đã xảy ra (cụ thể là giá trị F gia tăng, α suy giảm) khi lưu lượng dòng chảy giảm và thời gian tiếp xúc tăng (xem Bảng 3 và 4). Bên cạnh đó, việc mô phỏng tiếp tục MH KCB II ứng với lưu lượng dòng chảy 20 ml/phút đã hỗ trợ việc ước tính lại giá trị K_d sát với số liệu thí nghiệm hơn và được minh chứng qua R^2 gia tăng (từ 98,85% - MH KCB I lên 99,27% - MH KCB II). Các giá trị K_d này tỷ lệ thuận với thời gian tiếp xúc và tỷ lệ nghịch với sự gia tăng lưu lượng dòng chảy.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Dựa trên số liệu thí nghiệm và số liệu ước tính từ phần mềm Hydrus 1D đã xác định được các hệ số lan truyền như sau:

- Hệ số phân tán D = 8,40 cm^2/h.

- Đối với các thí nghiệm giữ nguyên lưu lượng dòng chảy và thay đổi nồng độ NH_4^+ thì:

+ Hệ số phân vùng K_d được phân thánh hai hệ số phân vùng K_{d1} và K_{d2} dựa trên hai phần số liệu nồng độ: (a) các nồng độ (4,84; 9,65; 19,56 mg/l) với K_{d1} = 0,35 (1/kg) và (b) các nồng độ (36,54; 79,82; 102,88 mg/l) với K_{d2} = 0,21 (1/kg).

+ Hệ số chuyển đổi chất α thay đổi từ 1.00 đến 7,19 (l/h) đối với nồng độ NH_4^+ trong dung dịch tương ứng từ 4,84 đến 102,88 mg/l.

- Đối với các thí nghiệm giữ nguyên nồng độ NH_4^+ và thay đổi lưu lượng dòng chảy thì hệ số phân vùng K_d bằng 0,29, 0,19, 0,15 (l/kg) và hệ số chuyển đổi chất α bằng 1,02; 2,34; 2,89 (1/h) tương ứng với lưu lượng dòng chảy thay đổi từ 10, 20 đến 30 ml/phút.

Nhìn nhận trên các kết quả thí nghiệm và mô phỏng các dạng mô hình khác nhau của phần mềm Hydrus trong điều kiện các cột đất Côn Sơn chứa phần lớn là cát hạt mịn và thành phần sét cũng như hữu cơ rất ít, có thể kết luận rằng sự suy giảm nồng độ amoni trong NDĐ thông qua năng lực hấp thụ của đất rất thấp. Do đó, nếu khả năng lan truyền ô nhiễm amoni trong tầng chứa nước của thung lũng Côn Sơn xảy ra thì việc áp dụng các biện pháp nitrát hóa và khử nitrat để loại bỏ amoni và làm sạch NDĐ là hoàn toàn khả thi. Các kết quả thí nghiệm và mô phỏng từ mô hình lan truyền amoni trong các cột đất Côn Sơn đã góp phần bổ sung thêm cơ sở khoa học cho việc định hướng và phát triển các nghiên cứu chuyên sâu hơn về các vấn đề lan truyền ô nhiễm tại nghĩa trang Côn Đảo nói riêng hay các bãi chôn lấp nói chung và cũng như đề xuất các hướng nghiên cứu về lan truyền ô nhiễm phân bón/ thuốc trừ sâu tại các khu vực phát triển nông nghiệp hoặc tại các sân golf cao cấp tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Enviroment Agency, “Evaluation of the extent and character of groundwater pollution from point sources in England and Wales,” Enviroment Agency, Bristol, 1996.

2. World Health Organization, "Guidlines for Drinking Water Quality," Vol. 1 - Recommendation 2nd. WHO, Geneva, 1993.
3. F.W.J. Van Haaren, "Cemeteries as Sources of Groundwater Contaminant Ion," in Water 35 (16), American Institute of Chemical Engineering, 1951, pp. 167 – 172.
4. C.P. Young and et al., "Pollution Potential of Cemeteries – Draft Guidance," in R & D Techinical Report P223, Environment Agency for England and Wales. ISBN 1857050215, 1999, 61pp.
5. J. Simunek, K. Huang, M. Th. Van Genuchten, "The HYDRUS Code for Simulating the One-dimensional Movement of Water, Heat andMultiple Solutes in Variably Saturated Media," Res. Rep. No. 144. U.S. Salinity Lab., USDA, Riverside, CA, 1998.
6. J. Simunek, M. Th. Van Genuchten, "Modelling Nonequilibrium Fow and Transport Processes Using Hydrus," Vadoze Zone Journal 7, 2008, pp. 782–797.
7. P. Grathwohl, "Diffusion in Natural Porous Media: Contaminant Transport, Sorption/Desorption and Dissolution Kinetics," Topics in Environmental Fluid Mechanics, Kluwer Academic Publishers, 1998, 207 pp.
8. C.W. Fetter, "Contaminant Hydrogeology," New York: Macmillan Publishing Company, 1992.
9. D.R. Nielsen, M.Th. Van Genuchten, J.W. Biggar, "Water Fow and Solute Transport Processes in The Unsaturated Zone," Water Resour. Res. 22, 1986, pp. 89–108.
10. M.Th. Van Genuchten, R.J. Wagenet, "Two-Site/Two-Region Models for Pesticide Transport and Degradation: Theoretical Development and Analytical Solutions," Soil Sci. Soc. Am. J. 53, 1989, pp. 1303–1310.
11. H.M. Selim, J.M. Davidson, R.S. Mansell, "Evaluation of a Two-site Adsorption–desorption Model for Describing Solute Transport in Soils," In: Proc. Summer Computer Simulation Conf., Washington, D.C, 1976.
12. D.A. Cameron, A. Klute, "Convective–Dispersive Solute Transportwith a Combined Equilibrium and Kinetic Adsorption Model," Water Resour. Res. 13, 1977, pp.183–188.
13. T. Pernyeszi et al., "Organoclays for Soil Remediation: Adsorption of 2,4 Dichlorophenol on Organoclay/Aquifer Material Mixtures Studied Under Static and Flow Conditions," Appl. Clay Sci. 32, 2006, pp. 179–189.
14. S. Jellali, N. Jedidi and H. Kallali, "Laboratory Ammonium Sorption Quantification in Groundwater during Soil Aquifer Treatment," Research Gate, Conference Paper, January 2005.
15. S.R. Buss et al., "A Review of Ammonium Attenuation in Soil and Groundwater," Q. J. Eng. Geol. Hydroge 37, 2004, pp. 347–359.

Người phản biện: PGS. TS. Lương Văn Thanh

NGHIÊN CỨU, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC VÙNG CỬA SÔNG VEN BIỂN TỪ VŨNG TÀU TỚI TRÀ VINH PHỤC VỤ YÊU CẦU PHÁT TRIỂN THỦY SẢN

(STUDY ON WATER QUALITY FOR ESTUARIES AND SHALLOW SEAWATER FROM VUNG TAU TO TRA VINH FOR AQUACULTURAL DEVELOPMENT)

PGS. TS. Lương Văn Thanh, ThS. Lương Văn Khanh
Viện Kỹ thuật Biển

TÓM TẮT

Dựa trên kết quả phân tích và tính toán của đề tài nghiên cứu giải pháp thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản, giảm thiểu ô nhiễm môi trường vùng nuôi ven biển từ Vũng Tàu đến Trà Vinh, các tác giả đã đánh giá hiện trạng chất lượng nước vùng cửa sông và ven bờ biển nhằm xác định được các tác nhân cũng như nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường nước. Bài báo đã đề xuất được các giải pháp khả thi nhằm giảm thiểu các nguồn gây ô nhiễm nước vùng nghiên cứu góp phần từng bước cải thiện chất lượng nước của phục vụ phát triển nông nghiệp, nuôi thủy sản và cấp nước sinh hoạt cho khu vực nghiên cứu mà đặc biệt quan trọng cho vùng vịnh Gành Rái, nơi có nhiều ảnh hưởng quan trọng cho phát triển kinh tế - xã hội cho thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu và là cửa ngõ ra biển của miền Đông Nam bộ nói riêng và của miền Nam nói chung.

ABSTRACT

Based on the estimated and calculated results of the ministrial project: study on water resources for aquacultural development and water pollution improvement in estuaries and shallow seawater from Vung Tau to Tra Vinh, the authors issue the status quo of water quality in estuaries and shallow seawater in order to find out the causes and agents for water pollution. The paper has proposed the realizable resolutions in order to reduce the pollution sources and improve the water quality for improvements of agricultural, aquacultural development and domestic water supply in study area to pay attention to develop the socio-economic for Ho Chi Minh city and Ba Ria-Vung Tau province.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm trở lại đây tình hình nuôi trồng thủy hải sản ở những khu vực ven biển đang trở thành vấn đề nóng do tình hình dịch bệnh gia tăng, nguồn nước cấp khó khăn vì hạn hán và nguồn nước trong vùng bị ô nhiễm do chất thải cũng như do việc phát triển ồ ạt diện tích nuôi tôm không theo quy hoạch nên cần được sự quan tâm của các cấp, các ngành và các nhà khoa học. Ngành nuôi trồng thủy sản đã và đang mang lại lợi ích to lớn trong phát triển kinh tế xã hội, tăng xuất khẩu và ổn định cuộc

sống cho người dân, cải thiện thu nhập cho người dân. Đây là một lợi thế và thế mạnh cho những tỉnh ven biển, nhất là những tỉnh vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nói chung và những khu vực duyên hải từ Vũng Tàu đến Trà Vinh nói riêng.

Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu, khảo sát đề tài "*nghiên cứu giải pháp thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản, giảm thiểu ô nhiễm môi trường vùng nuôi ven biển từ Vũng Tàu đến Trà Vinh*" do Viện Kỹ thuật Biển thực hiện, chúng tôi đã đánh giá được hiện trạng chất lượng nước trong các cửa sông và vùng nước ven bờ từ Vũng Tàu đến Trà Vinh từ đó đề ra các giải pháp thủy lợi phục vụ cho các hệ thống nuôi tôm nhằm giảm thiểu các tác động tiêu cực từng bước cải thiện chất lượng nước, môi trường nước của khu vực nghiên cứu đáp ứng yêu cầu nuôi tôm bền vững góp phần phát triển kinh tế - xã hội vùng dân cư đông đúc ven biển từ Vũng Tàu đến Trà Vinh.

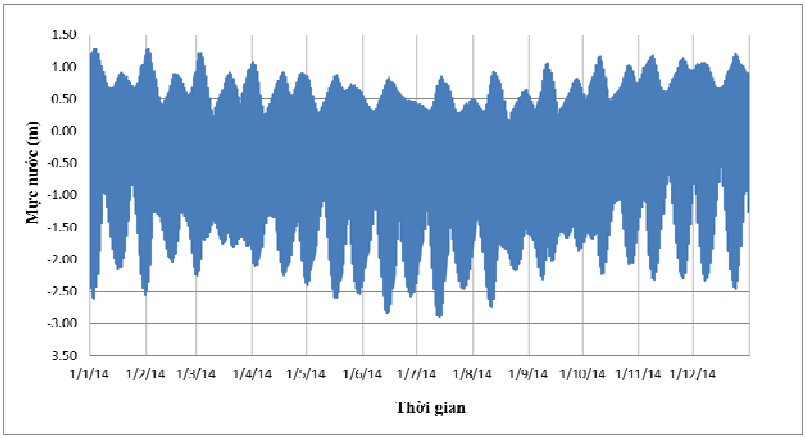
2. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

2.1. Chế độ mực nước và dòng chảy

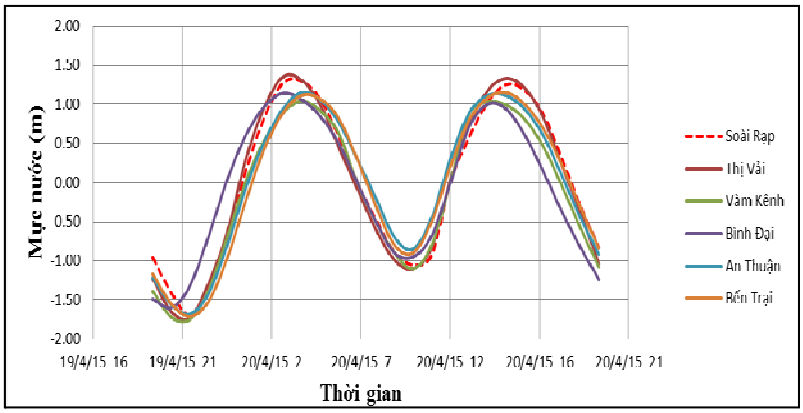
Vùng ven biển từ Vũng Tàu tới Trà Vinh là một trong những vùng có chế độ triều khá độc đáo ở nước ta. Khác với bờ biển Đại Tây Dương đều đặn cứ 1 ngày đêm có 2 lần lên xuống. Còn ở miền Nam nước ta lại thuộc về chế độ bán nhật triều không đều cùng với một biên độ khá lớn, biên độ triều lớn nhất có thể đạt tới 4,0 m. Số liệu mực nước giờ từ 2001 đến 2014 tại Vũng Tàu cho thấy: Mực nước đỉnh triều từ 0,9m đến 1,3 m, trung bình 1,0 m; mực nước chân triều từ -2,2 m đến -3,1 m. Các tháng V, VI, VII và VIII là các tháng nước kém, chân triều xuống thấp, đồng thời mực nước đỉnh triều phổ biến nhỏ hơn 1 m. Đường quá trình mực nước trong cả năm 2014 tại trạm Vũng Tàu được trình bày trong Hình 1 và đường quá trình mực nước trong 1 ngày tại các cửa sông trong vùng nghiên cứu (VNC) được trình bày trong hình 2.

Mực nước lớn nhất xảy ra vào tháng 10 và thấp nhất xảy ra vào tháng 5 và tháng 6. Trong một tháng có hai lần triều cường và hai lần triều kém. Lần triều cường đầu tiên xảy ra vào mồng 2, mồng 3 và mồng 4 âm lịch. Lần triều cường thứ hai xảy ra vào các ngày 14, 15, 16 và 17 âm lịch. Còn triều kém lần thứ nhất xảy ra vào các ngày mồng 9 và mồng 10 âm lịch. Lần triều kém thứ hai là ngày 23-24 âm lịch. Mặt khác, chế độ thủy động lực vùng bờ biển từ Bà Rịa – Vũng Tàu đến Trà Vinh còn phụ thuộc vào đặc điểm thủy văn hạ lưu sông Mê Kông và hải văn Biển Đông với sự tương phản sâu sắc giữa mùa mưa-lũ trong thời kỳ gió mùa Tây Nam (GMTN) và mùa khô-kiệt trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc (GMĐB). Chế độ mực nước và chế độ dòng chảy trên vùng bờ biển VNC cũng có sự biến đổi theo chế độ gió mùa.

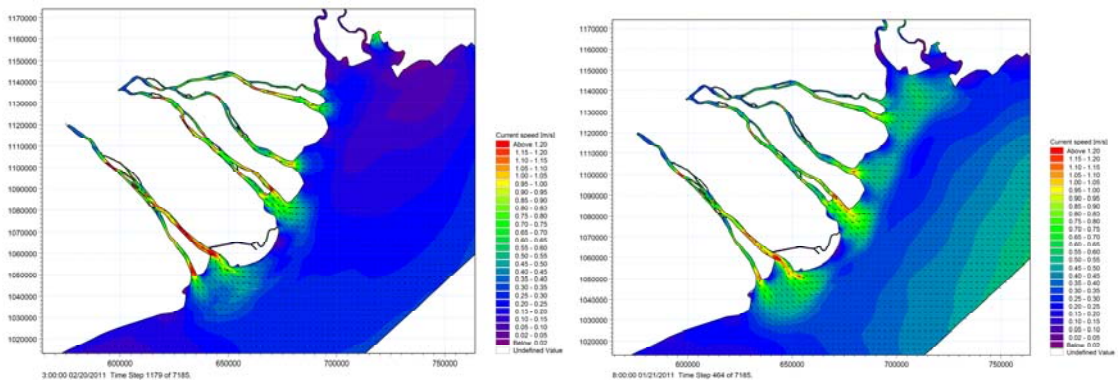
Dòng chảy ven bờ trong mùa GMĐB có hướng Đông Bắc – Tây Nam, trong mùa GMTN thì dòng chảy ven bờ có hướng Tây Nam – Đông Bắc. Giá trị tốc độ dòng chảy ven bờ trong mùa GMĐB cũng lớn hơn trong mùa GMTN từ 0,05 tới 0,2 m/s. Kết quả mô phỏng dòng chảy tại VNC cho thấy: khi triều dâng, dòng chảy có hướng từ Đông – Đông Bắc sang hướng Tây Nam và khi triều rút dòng chảy có hướng gần như ngược lại là Tây Nam – Đông Bắc. Tốc độ dòng chảy vùng cửa sông khi triều dâng nhỏ hơn tốc độ dòng chảy khi triều rút, nhỏ hơn khoảng 0,1 m/s tới 0,20 m/s. Tốc độ dòng chảy vùng ven bờ VNC cũng có sự chênh lệch giữa hai mùa GMĐB và GMTN nhưng sự chênh lệch không đáng kể.



Hình 1. Đường quá trình mực nước trong cả năm 2014 tại trạm Vũng Tàu

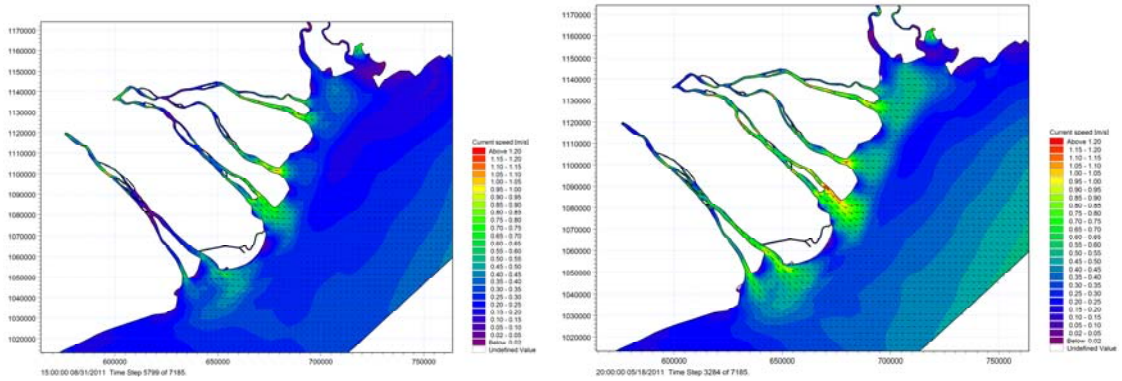


Hình 2. Đường quá trình mực nước trong 1 ngày (19/4/2015) tại các cửa sông VNC



(a) Trường hợp đỉnh triều (b) Trường hợp chân triều

Hình 3. Trường dòng chảy ven bờ trong mùa GMĐB tại VNC



(a) Trường hợp đỉnh triều (b) Trường hợp chân triều

Hình 4. Trường dòng chảy ven bờ trong mùa GMTN tại VNC

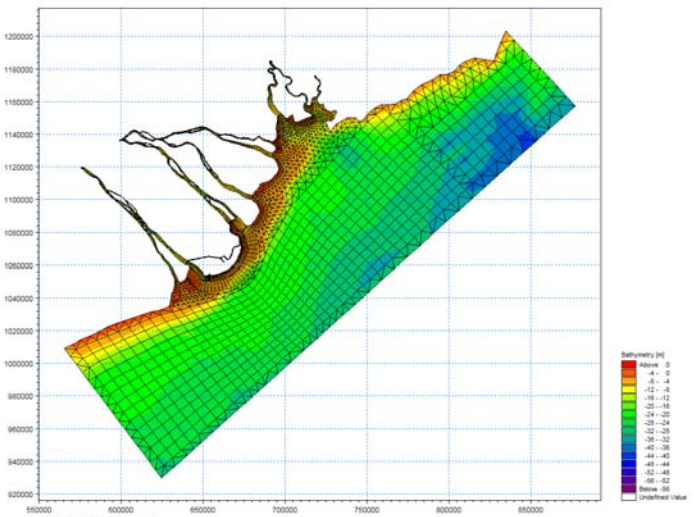
2.2. Diễn biến của một số thông số chính về chất lượng nước

Để giải quyết vấn đề chất lượng nước có liên quan đến những phản ứng sinh hóa, mô hình MIKE 11 sử dụng đồng thời hai mô đun là mô đun tải - khuếch tán (AD) và mô đun sinh thái (Ecolab) trong tính toán. Mô-đun MIKE 21 HD và mô đun MIKE21 Ecolad là gói công cụ trong bộ phần mềm MIKE được xây dựng bởi Viện Thủy Lực Đan Mạch. MIKE21 HD là mô-đun tính toán dòng chảy 2 chiều trong một lớp chất lỏng đồng nhất theo phương thẳng đứng.

Các phương trình động lượng và liên tục tích phân trên toàn bộ cột nước h = η+d trong các phương trình nước nông được viết lại như sau:

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial h\bar{u}}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}}{\partial x}=hS$$

Mô-đun sinh thái (MIKE21 ECOLAB): Động lực học của bình lưu các biến trạng thái trong mô-đun ECOLAB có thể được mô tả bằng các phương trình truyền tải của vật chất không bảo toàn.

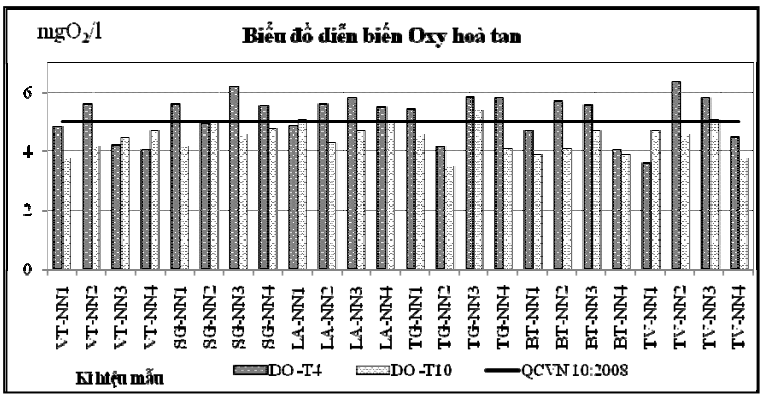


Hình 5. Lưới tính và địa hình đáy vùng ven biển từ Vũng Tàu tới Trà Vinh

Lưới tính và CSDL DEM trên lưới tính được tạo ra bằng công cụ Mesh Generator (Hình 5). CSDL địa hình đáy và bờ lòng dẫn là bộ số liệu đã tích lũy từ rất nhiều nguồn đảm bảo độ tin cậy, CSDL địa hình tại các cửa sông là số liệu điều tra năm 2009 của Tổng cục Thủy lợi.

2.2.1. Hàm lượng Oxy hòa tan trong nước

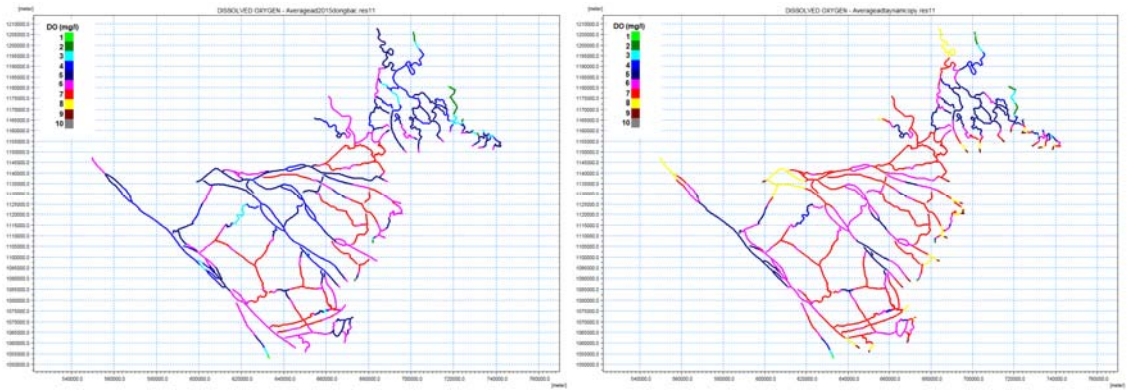
Hàm lượng oxy hòa tan trong nước là một trong các yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới tỷ lệ sống và sinh trưởng của thủy sinh vật. Kết quả đo hàm lượng oxy hòa tan trong nước trên hệ thống sông rạch chính từ Vũng Tàu tới Trà Vinh vào thời kỳ mùa khô (tháng 4) và mùa mưa (tháng 10) được thể hiện trong Hình 6.



Hình 6. Biểu đồ diễn biến DO tại các điểm lấy mẫu nước nền VNC

Hàm lượng oxy hòa tan đo được tại các vị trí khảo sát dao động từ 3,5-6,35 mg/L, hầu hết các giá trị DO đo được đều thấp hơn giá trị ngưỡng cho phép theo tiêu chuẩn QCVN 10:2008 phục vụ nuôi trồng thủy sản là 5,0 mg/L. Tuy nhiên, giá trị DO thấp hơn tiêu chuẩn không nhiều chỉ thấp hơn khoảng 0,5 mg/L chưa ảnh hưởng nhiều đến nuôi thủy sản.

Kết quả tính toán mô phỏng diễn biến hàm lượng DO trong nước của hệ thống sông, rạch chính vùng nghiên cứu vào thời kỳ mùa khô và mùa mưa được thể hiện trong Hình 7.



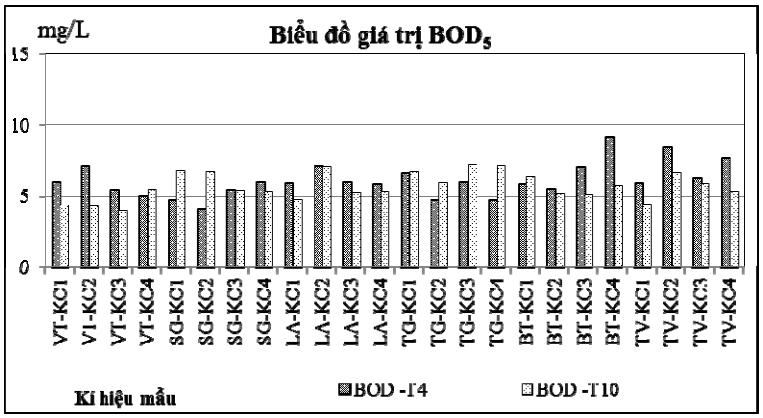
(a) Mùa khô năm 2015 (b) Mùa mưa năm 2014

Hình 7. Sự biến đổi DO dọc theo sông, rạch chính VNC

Kết quả mô cho thấy rằng nguồn nước trên hệ thống sông rạch khu vực Bà Rịa Vũng Tàu và đặc biệt vùng ảnh hưởng của vịnh Gành Rái có hàm lượng DO thấp hơn các khu vực khác trong VNC. Điều này cho thấy ảnh hưởng của các loại chất thải từ các khu công nghiệp, thành phố khu vực thượng lưu đổ về khu vực này gây ảnh hưởng tới môi trường nước. Do vậy về quy hoạch phát triển nuôi thủy sản trong vùng này cần phải được nghiên cứu kỹ và lựa chọn mô hình phù hợp để phát triển bền vững nghề nuôi.

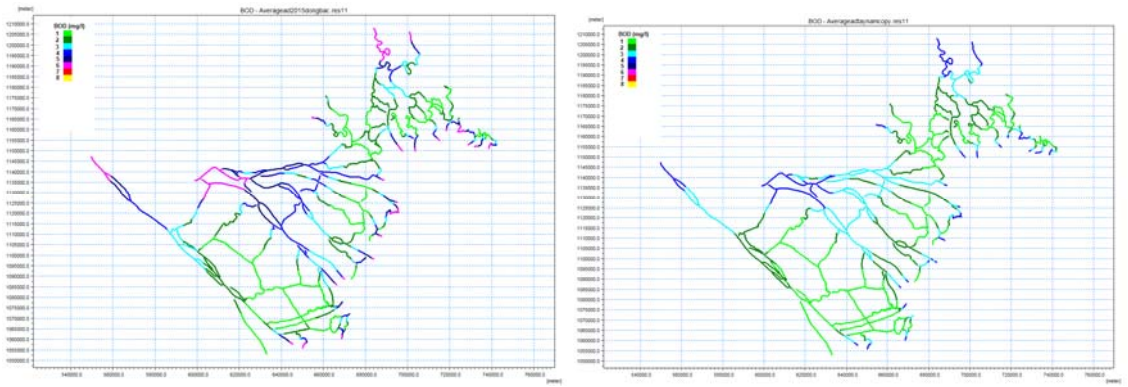
2.2.2. Biến đổi của nhu cầu oxy sinh hóa (BOD) trong nước

Kết quả đo giá trị BOD_5 tại các vị trí lấy mẫu nước trên các kênh, rạch chính dao động trong khoảng 3,92 - 9,04 (Hình 8). Giá trị BOD_5 tiêu chuẩn phục vụ nuôi thủy sản là BOD_5<10 mg/L, do vậy nguồn nước hiện tại trên các kênh, rạch chính trong VNC chưa bị ô nhiễm chất hữu cơ và đáp ứng yêu cầu đối với nuôi thủy sản nước mặn và nước lợ.



Hình 8. Biểu đồ giá trị BOD_5 tại các điểm lấy mẫu trên kênh cấp VNC

Kết quả tính toán về sự biến đổi BOD_5 theo không gian dọc theo các kênh dẫn thuộc các tỉnh ven biển từ Vũng Tàu tới Trà Vinh được mô phỏng tính toán cho 2 mùa (mùa khô và mùa mưa) và trình bày trong Hình 9.



(b) Mùa khô năm 2015 (b) Mùa mưa năm 2014

Hình 9. Sự biến đổi BOD_5 dọc theo sông, rạch thuộc các tỉnh ven biển từ Vũng Tàu tới Trà Vinh

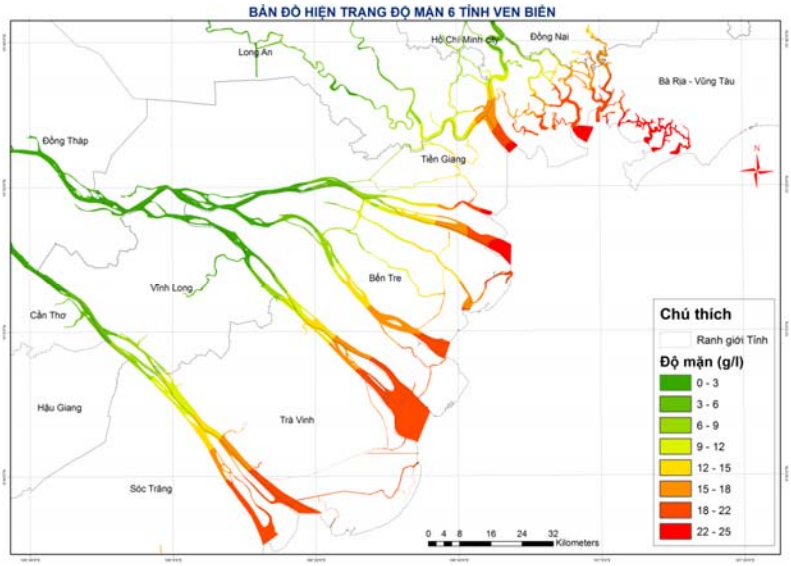
BOD_5 khu vực ven biển từ Bà Rịa Vũng Tàu tới Tiền Giang dao động trong khoảng từ 5 mg/l tới 7 mg/l. BOD_5 khu vực ven biển từ Bến Tre tới Trà Vinh biến đổi trong khoảng từ 6 mg/l tới 9 mg/l. BOD_5 khu vực ven biển từ Bến Tre tới Trà Vinh cao hơn khu vực ven biển Vũng Tàu, Hồ Chí Minh, Long An, Tiền Giang vì các tỉnh Bến Tre, Trà Vinh có diện tích nuôi thủy sản rất lớn nên chất thải hữu cơ tăng dẫn tới BOD_5 tăng.

Giá trị BOD_5 trung bình tại các sông, kênh VNC trong mùa khô (mùa GMĐB) và mùa mưa (mùa GMTN). Vào mùa khô, giá trị BOD_5 trên toàn VNC cao hơn so với mùa mưa, tức chất lượng nước tại VNC vào mùa khô có xu hướng xấu đi. Hàm lượng BOD tại các sông – kênh ở gần cửa sông cũng thấp hơn khi so sánh với giá trị trong các sông – kênh khu vực nội đồng.

2.2.3. Diễn biến về độ mặn trong nước

Từ kết quả mô phỏng lan truyền mặn trong thời gian mùa khô bằng mô hình MIKE11 (Hình 10) cho thấy độ mặn có thể ảnh hưởng vào sâu trong sông, cách cửa sông tầm 30-40 km độ mặn đạt khoảng 10‰.

Độ mặn vùng ven biển các tỉnh từ Vũng Tàu tới Trà Vinh dao động trong khoảng từ 15‰ đến 25‰. Riêng tỉnh Long An độ mặn trong nước ở hệ thống sông, rạch nhỏ hơn dao động trong khoảng từ 5‰ đến 10‰ do chịu ảnh hưởng nguồn nước từ sông Vàm Cỏ và nguồn nước từ các kênh trong nội đồng chảy ra.



Hình 10: Sự lan truyền mặn trên các sông chính thuộc các tỉnh ven biển VNC

Kết quả mô phỏng độ mặn cho thấy phân bố độ mặn ở khu vực nghiên cứu có sự khác biệt đáng kể giữa thời điểm triều lên và triều xuống, giữa mùa gió Đông Bắc và mùa gió Tây Nam.

Trong mùa gió Đông Bắc, khi triều lên thì mặn lan truyền sâu hơn vào nội đồng; độ mặn tại các cửa sông: Cửa Tiểu, cửa Đại, cửa Hàm Luông, cửa Cổ Chiên, cửa Cung

Hầu, cửa Định An, cửa Trần Đề có giá trị dao động từ 24-26‰, trong khi đó khi triều xuống thì độ mặn tại các cửa sông này dao động trong khoảng từ 16-20‰. Tại khu vực cửa sông Soài Rạp và vịnh Gành Rái, độ mặn lúc triều xuống có giá trị từ 24-28‰, khi triều lên thì độ mặn đạt vượt giá trị 28‰.

Trong mùa gió Tây Nam, độ mặn và khoảng cách lan truyền mặn tại thời điểm triều lên cao hơn so với lúc triều xuống. Độ mặn có giá trị dao động từ 12-14‰ lúc triều xuống và từ 16-20‰ lúc triều lên tại các cửa Tiểu, cửa Đại, cửa Hàm Luông, cửa Cổ Chiên, cửa Cung Hầu, cửa Định An, cửa Trần Đề. Tại cửa sông Soài Rạp và vịnh Gành Rái, giá trị độ mặn tương ứng lúc triều lên và triều xuống lần lượt là: 20-24‰ và 18-20‰.

3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ kết quả phân tích đánh giá cho thấy rằng hiện nay nguồn nước VNC đã bắt đầu bị ô nhiễm cục bộ trên các vùng chịu nhiều tác động của các nguồn thải ảnh hưởng tới phát triển kinh tế - xã hội cho các địa phương trong vùng. Các tác giả đã phân tích đánh giá các nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường nước, từ đó đề xuất được các giải pháp khả thi về công trình và phi công trình nhằm giảm thiểu các tác nhân gây ô nhiễm chuyển tải vào nguồn nước để từng bước cải tạo chất lượng nước phục vụ cho nuôi thủy sản bền vững và bảo vệ môi trường.

- Chế độ thủy động lực vùng bờ biển từ Bà Rịa – Vũng Tàu đến Trà Vinh còn phụ thuộc vào đặc điểm thủy văn hạ lưu sông Mê Kông và hải văn Biển Đông với sự tương phản sâu sắc giữa mùa mưa-lũ trong thời kỳ gió mùa Tây Nam (GMTN) và mùa khô-kiệt trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc (GMĐB).
- Dòng chảy ven bờ trong mùa GMĐB có hướng Đông Bắc – Tây Nam, trong mùa GMTN thì dòng chảy ven bờ có hướng Tây Nam – Đông Bắc. Giá trị tốc độ dòng chảy ven bờ trong mùa GMĐB cũng lớn hơn trong mùa GMTN từ 0,05 tới 0,2 m/s. Trong mùa GMĐB chất ô nhiễm ở cửa sông Soài Rạp có xu hướng đi về phía Nam, có thể làm ảnh hưởng tới chất lượng nước sông Cửa Tiểu và Cửa Đại, do vậy việc lan truyền nguồn ô nhiễm từ nguồn (nếu có) sẽ lan tỏa nhanh cho các vùng ven bờ, điều này cần được xem xét trong quy hoạch nuôi thủy sản VNC.
- Rất nhiều nơi trong VNC có hàm lượng DO thấp hơn tiêu chuẩn cho phép (Hình 6), đặc biệt vùng ảnh hưởng của vịnh Giành Rái do ảnh hưởng các loại chất thải từ các khu công nghiệp, thành phố khu vực thượng lưu đổ về khu vực này gây ảnh hưởng tới môi trường nước VNC.
- Nguồn nước hiện tại trên các kênh, rạch chính trong VNC chưa bị ô nhiễm chất hữu cơ vẫn đáp ứng yêu cầu đối với nuôi thủy sản nước mặn và nước lợ, tuy nhiên cần phải giám sát các nguồn thải vào trong khu vực.
- Trong những năm gần đây độ mặn có xu hướng xâm nhập sâu vào vùng nội đồng, gia tăng độ mặn trong các kênh cấp vào thời kỳ mùa khô, do vậy khi quy hoạch nuôi thủy sản cho các vùng duyên hải cần phải thiết kế hệ thống dự trữ và cấp nước ngọt trong quá trình nuôi.

- Cần nạo vét, khơi thông dòng chảy đối với các sông, rạch làm trục chính cấp nước mặn nuôi thủy sản và thiết kế hệ thống kênh thoát tách rời nhằm đảm bảo chất lượng nước cho nuôi thủy sản.
- Xác định rõ các nguồn thải gây ô nhiễm môi trường nước VNC tiến tới giải quyết dứt điểm các tác nhân gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng cho nguồn nước như: (i) nước thải khu công nghiệp, (ii) nước thải của các khu dân cư tập trung, (iii) nước thải, chất thải các nhà máy chế biến thủy hải sản và (iv) chất thải nông nghiệp bao gồm chăn nuôi, sản xuất nông nghiệp nhằm từng bước cải thiện môi trường nước khi kinh tế ngày càng phát triển.
- Cần quản lý tình trạng khai thác khoáng sản trái phép còn xảy ra ở nhiều địa phương nhất là khai thác cát trên các sông, khai thác đất san lấp, khai thác nước ngầm.
- Quy hoạch các khu giết mổ gia súc, gia cầm tập trung triển khai chậm và phát sinh nhiều vấn đề bất cập trong quá trình thực hiện, tình trạng ô nhiễm do các lò mổ phân tán sẽ còn kéo dài.
- Cần giáo dục nhằm tăng cường ý thức chấp hành pháp luật về bảo vệ môi trường của một số doanh nghiệp, cơ sở sản xuất, kinh doanh,… còn yếu, một số cơ sở vận hành hệ thống xử lý thải không liên tục, còn mang tính đối phó. Bổ sung chế tài và lực lượng để xử phạt đối với các hành vi vi phạm pháp luật về bảo vệ môi trường ở mức độ nhỏ lẽ: cơ sở sản xuất ở quy mô hộ gia đình gây ô nhiễm trong khu dân cư, hành vi xả rác thải, nước thải không đúng nơi quy định.
- Tăng cường quan trắc, dự báo diễn biến chất lượng môi trường, xác định kịp thời các vấn đề môi trường cấp bách của tỉnh. Phân loại các cơ sở gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, xử lý nghiêm các cơ sở vi phạm tiêu chuẩn môi trường.
- Tăng cường đào tạo, tập huấn nâng cao trình độ chuyên môn, nghiệp vụ, quản lý về môi trường cho cán bộ công chức làm công tác bảo vệ môi trường. Tăng cường công tác thanh tra, kiểm tra, giám sát các quy định pháp luật và áp dụng các chế tài cần thiết để xử lý nghiêm các trường hợp vi phạm pháp luật về bảo vệ môi trường.
- Sớm xây dựng khung chương trình hành động đối với công tác bảo vệ môi trường cho từng giai đoạn pháp triển, trong đó có sự lồng ghép các chương trình hành động quốc gia, phải phù hợp với định hướng quy hoạch, phát triển chung tỉnh. Bên cạnh đó thì các định hướng, quy hoạch về mặt môi trường sẽ làm cơ sở cho các định hướng pháp triển kinh tế, xã hội cho VNC.

Ngoài ra để đảm bảo được yêu cầu cải thiện được chất lượng nước trong VNC và bảo vệ môi trường chúng tôi kiến nghị cần được thực hiện những nhiệm vụ sau trong những năm gần đây:

- Rà soát, đánh giá lại toàn bộ các nguồn thải vào hệ thống sông, rạch VNC có khả năng gây ô nhiễm môi trường. Tiến hành đánh giá rủi ro môi trường của việc

phát triển các khu công nghiệp, các nhà máy, các khu dân cư tập trung từ đó xây dựng các giải pháp thích ứng và giảm thiểu.

- Đánh giá hiện trạng môi trường và tính toán khả năng chịu tải của các sông, suối chính trên toàn vùng nghiên cứu.
- Xây dựng hệ thống quan trắc môi trường nước tự động tại các khu vực xung yếu của VNC, đặc biệt ưu tiên cho khu vực chịu ảnh hưởng của vịnh Gành Rái.
- Rà soát, đánh giá và đề xuất các mô hình nuôi thủy sản hiệu quả thân thiện môi trường trong từng tiểu vùng từ đó nhân rộng mô hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2009). Báo cáo Quy hoạch phát triển nuôi trồng thủy sản vùng ĐBSCL đến 2015 và định hướng đến năm 2020.
2. Đài khí tượng thủy văn khu vực Nam Trung bộ, 2011. Báo cáo lập bản đồ ngập lụt khu vực sông Dinh Ninh Hòa và sông Cái Nha Trang.
3. Lương Văn Thanh và cs., 2015. Nghiên cứu giải pháp thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản, giảm thiểu ô nhiễm môi trường vùng nuôi ven biển từ Vũng Tàu đến Trà Vinh. Báo cáo tổng kết KHCN đề tài khoa học cấp Bộ.
4. Lương Văn Thanh và cs., 2010. Ứng dụng các biện pháp công trình và phi công trình để cải tạo các vùng đất bị bỏ hóa ở Duyên hải Nam Trung bộ do đào ao NTTS không đúng kỹ thuật thành vùng canh tác nông nghiệp và NTTS bền vững. Báo cáo tổng kết KHCN đề tài khoa học cấp Bộ.
5. Nguyễn Thế Biên và cs., 2011. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu những tác động của hệ thống thuỷ lợi Bắc Bến Tre đối với môi trường lưu vực và đề xuất các biện pháp giảm thiểu tác động tiêu cực diễn biến môi trường trong các vùng nhạy cảm của tỉnh Bến Tre". Viện Kỹ thuật Biển.
6. Lê Mạnh Hùng, 2011. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu chế độ dòng chảy, phân bố bùn cát ven biển từ cửa sông Soài Rạp đến cửa Tiểu, đề xuất giải pháp chống sạt lở đê biển Gò Công, tỉnh Tiền Giang". Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
7. Lâm Minh Triết và cs., 2003. Nghiên cứu cơ sở khoa học đề xuất các giải pháp nhằm đảm bảo an toàn môi trường vùng nuôi tôm ven biển. Viện Môi trường và Tài nguyên.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Ân Niên

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ THỦY SINH VẬT VÙNG CỬA SÔNG VEN BIỂN TỪ VŨNG TÀU ĐẾN TRÀ VINH PHỤC VỤ YÊU CẦU PHÁT TRIỂN THỦY SẢN

STUDIES ON HYDRO-BIOLOGY IN ESTUARIES AND SHALLOW SEAWATER AREAS FROM VUNG TAU TO TRA VINH FOR AQUACULTURE DEVELOPMENT

PGS. TS. Lương Văn Thanh, ThS. Lương Văn Khanh,
CN. Huỳnh Vũ Ngọc Quý, CN. Trần Vĩnh Hoàng, CN. Huỳnh Đức Khanh
Viện Kỹ thuật Biển

TÓM TẮT

Vùng cửa sông và ven biển từ Vũng Tàu tới Trà Vinh hiện nay vẫn được biết đến như một vùng rừng đa dạng sinh thái của Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Tuy nhiên, trong những năm gần đây do các hoạt động khai thác mạnh mẽ tiềm năng rừng và thủy sản của con người cũng như quá trình xây dựng các hệ thống cơ sở hạ tầng phục vụ phát triển công nghiệp, nông nghiệp, phát triển nông thôn mới trong vùng đã tác động rất mạnh mẽ đến môi trường thủy sinh vật. Do vậy, việc nghiên cứu tổng hợp về sinh vật nước trong vùng làm cơ sở dữ liệu cho các công tác qui hoạch phát triển kinh tế tổng hợp và nuôi trồng thủy sản là rất cần thiết. Qua kết quả đo đạc thực tế mùa mưa tháng 11 năm 2014 và mùa khô tháng 5 năm 2015, tác giả muốn phân tích đánh giá hiện trạng về thành phần loài và mật độ của thủy sinh vật tại các vùng cửa sông, ven biển và đề xuất một số kiến nghị phục vụ cho công tác nghiên cứu, qui hoạch sử dụng tiềm năng của vùng đất này cho phát triển sản xuất và nuôi trồng thủy sản một cách có hiệu quả.

ABSTRACT

The estuaries and shallow easwater areas from Vung Tau to Tra Vinh, now, has been known as the ecological diversity region in the Mekong delta. However, in recent years, there have large exploited the forest and hydro-production potential as well as large built the infrastructure for industrial, agricultural development to strongly impact to the hydro-biological environment. Then, the intergrated studies on hydro-biology in this region to be used as the basic data for economic and hydro-production development is very necessary. The author has used the measured data in November 2014 and May 2015 to evaluate the quantity and quality of hydro-biology in this region and propose some his opinions for making plans for effectively using of the potential of this region.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng ven biển Đông từ Vũng Tàu tới Trà Vinh vùng ĐBSCL có nhiều tiềm năng về rừng ngập mặn, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản với vị trí địa lý thuận lợi,

người dân có trình độ dân trí khá cao nên rất có khả năng phát triển kinh tế - xã hội nhằm từng bước cải thiện bộ mặt nông thôn mới trong vùng duyên hải này. Vùng này có nhiều hệ thống kênh rạch hoàn toàn thuận lợi cho nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản, đồng thời đây là vùng giao lưu và chuyển tiếp giữa hai khu hệ sinh vật nước mặn và nước ngọt, mang đầy đủ các yếu tố sinh thái mặn, lợ, ngọt khiến cho khu hệ sinh vật trở nên đa dạng và phức tạp.

Vùng nghiên cứu được đánh giá là có nhiều điều kiện thuận lợi về vị trí địa lý, nguồn nước, con người và nguồn vốn cho việc đầu tư phát triển nông nghiệp và thủy sản, tuy nhiên trong những thập niên gần đây tình hình phát triển thủy sản nuôi tôm nước mặn trong vùng phát triển không khả quan và còn nhiều vấn đề cần phải xử lý. Khu vực ven biển từ Vũng Tàu tới Bến Tre có nguồn nước ngọt bổ cập từ sông Sài Gòn – Đồng Nai thuận lợi cho sự phát triển nuôi thủy sản. Tuy nhiên, đây lại là vùng khó khăn nhất trong vùng nghiên cứu về phát triển nuôi thủy sản do chất lượng nguồn nước không đảm bảo do các nguồn thải từ phía thượng nguồn gây ảnh hưởng bất lợi cho những diện tích ven biển và cửa sông trong quy hoạch phát triển vùng nuôi cũng như các giải pháp kỹ thuật xử lý nước cấp và nước thải từ các khu nuôi. Để hiểu được diễn thế của quá trình này cần phải có những nghiên cứu cơ bản làm cơ sở cho việc điều tiết sự cân bằng sinh thái theo chiều hướng có lợi. Sinh vật thủy sinh luôn gắn bó mật thiết với môi trường nước, những thay đổi về số lượng cũng như thành phần loài sinh vật sẽ phản ảnh một cách trung thực sự biến đổi của môi trường nước, vì vậy chúng được dùng làm chỉ thị sinh học để đánh giá tác động môi trường của các công trình giao thông, thủy lợi, nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, lâm nghiệp và hoạt động khai thác dầu khí.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Công tác thực địa

Mẫu thủy sinh vật được thu và phân tích theo phương pháp Standard Methods (1995). Phương pháp bảo quản và xử lý mẫu theo TCVN 6663-3:2008 và tuân thủ theo hệ thống quản lý chất lượng ISO 9001:2008.

Khu vực khảo sát thủy sinh vật được thực hiện tại 24 trạm thu mẫu tại các tỉnh/thành ven biển: Bà Rịa – Vũng Tàu, Tp. Hồ Chí Minh, Long An, Tiền Giang, Bến Tre và Trà Vinh. Thời gian thu mẫu được tiến hành vào tháng 11/2014 và tháng 5/2015.

2.2. Trong phòng thí nghiệm

Trong phòng thí nghiệm, sử dụng các trang thiết bị dùng cho phân tích gồm: kính hiển vi, kính lúp soi nổi, ống đong, pipet, buồng đếm Sedgewick Rafter, lamme, lammelle, thước đo chuyên dụng,… Các mẫu vật được xác định tên loài và đếm số lượng tế bào (hay cá thể) của từng loài có trong mẫu và quy ra số lượng trong 1 lít, 1 m^3, 1 m^2.

2.3. Các chỉ số sinh học được sử dụng

Chỉ số đa dạng H' (Shannon & Wiener, 1994) được tính theo công thức:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

Trong đó: $n_{i:}$ Tổng số lượng của các loài chỉ thị thứ i;

N: Tổng số lượng cá thể trong một mẫu nghiên cứu.

Sử dụng thang điểm phân loại chất lượng nước do Henna & Rya Sunoko đề nghị năm 1995, để đánh giá chất lượng môi trường nước tại các điểm thu mẫu khác nhau.

H'	Chất lượng nước
<1	Rất ô nhiễm
1 - 2	Ô nhiễm
> 2 - 3	Ô nhiễm nhẹ
> 3 – 4,5	Sạch
> 4,5	Rất sạch

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khu hệ thực vật phiêu sinh

** Cấu trúc thành phần loài*

Tại 24 điểm thu mẫu thuộc vùng cửa sông ven biển từ Vũng Tàu đến Trà Vinh vào đợt khảo sát tháng 5 năm 2015 đã ghi nhận được 168 loài thuộc 5 ngành tảo, trong đó: ngành tảo Silic có số loài cao nhất chiếm trên 45% tổng số loài, thấp nhất là các ngành tảo Giáp. Các ngành còn lại có số loài tương đối cao, dao động từ 15–36 loài.

So với đợt quan trắc tháng 11 năm 2014, thành phần loài Thực vật phiêu sinh tăng lên ở hầu hết các ngành tảo từ 3–23 loài, tập trung chủ yếu vào các ngành tảo Lam, tảo Silic và tảo Lục (13–23 loài). Ngành tảo Giáp có số loài không thay đổi giữa các đợt khảo sát (Bảng 1).

Bảng 1. Cấu trúc thành phần loài thực vật phiêu sinh

Stt	Nhóm ngành	Số loài		Biến động
		T11/2014	T5/2015	
1	Cyanophyta (tảo Lam)	21	36	15
2	Bacillariophyta (tảo Silic)	54	77	23
3	Chlorophyta (tảo Lục)	21	34	13
4	Euglenophyta (tảo Mắt)	12	15	3
5	Dinophyta (tảo Giáp)	6	6	0
Tổng		**114**	**168**	**54**

Có số loài ghi nhận được có sự biến động lớn giữa các điểm, từ 11 – 37 loài. Tập trung cao ở các điểm thu mẫu thuộc khu vực cửa sông ven biển thành phố Hồ Chí Minh, khu vực Vũng Tàu có số loài tảo thấp và kém đa dạng hơn. So với đợt quan trắc tháng 11/2014, số loài tại các điểm thu mẫu biến động phức tạp; phần lớn các điểm thu mẫu

có số loài tăng lên, trong khi một số điểm khác lại giảm xuống, bên cạnh đó là một số điểm có số loài không thay đổi giữa hai đợt khảo sát.

** Mật độ phân bố*

Mật độ tế bào Thực vật phiêu sinh trong đợt quan trắc tháng 5/2015 biến động giữa các điểm khá lớn (115 – 186.852 tế bào/lít). Các điểm thu mẫu thuộc khu vực thành phố Hồ Chí Minh, tỉnh Bến Tre và Tiền Giang dao động mạnh, từ 10^2 – 10^5 tế bào/lít; tại Trà Vinh khá ổn định, từ 2.407 – 5.952 tế bào/lít. So với đợt quan trắc tháng 11/2014, mật độ tế bào thực vật phiêu sinh có xu hướng giảm xuống đáng kể ở hầu hết các điểm thu mẫu, tập trung chủ yếu ở các tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, Tp. Hồ Chí Minh, Long An và Bến Tre với số lượng lớn (>10^3 tế bào/lít).

** Chỉ số đa dạng H'*

Qua kết quả tính toán cho thấy, chỉ số đa dạng H' của thực vật phiêu sinh đạt giá trị từ 0,07 – 3,41; phần lớn các điểm thu mẫu có H' nằm trong khoảng từ 1 – 3. So với đợt quan trắc tháng 11/2014, chỉ số đa dạng H' của thực vật phiêu sinh có xu hướng tăng lên ở khu vực Bà Rịa – Vũng Tàu, Long An, Bến Tre, nhưng có xu hướng giảm xuống ở Tiền Giang. Điều này thể hiện chất lượng môi trường nước tại khu vực khảo sát luôn bị xáo động.

3.2. Khu hệ động vật phiêu sinh

** Cấu trúc thành phần loài*

Kết quả phân tích đã ghi nhận được 62 loài động vật phiêu sinh thuộc 3 ngành; trong đó, ngành Chân khớp (Arthopoda) có thành phần loài đa dạng nhất, với 27 loài, kế tiếp là ngành Trùng bánh xe (Rotifera) có 21 loài. Ngành động vật nguyên sinh (Protozoa) có số loài thấp hơn (9 loài). Trong đợt khảo sát này ghi nhận được 5 dạng ấu trùng con non (Larva).

So với đợt quan trắc tháng 11 năm 2014, động vật phiêu sinh có số loài tăng lên nhưng không đáng kể, chỉ 4 loài. Số loài tăng lên ở tất cả các ngành từ 1 – 4 loài, nhưng lại giảm xuống ở nhóm Larva (2 loài) và trong đợt khảo sát tháng 5/2015 không ghi nhận được dại diện nào thuộc nhóm Giun tròn (Bảng 2).

Bảng 2. Cấu trúc thành phần loài động vật phiêu sinh

Stt	Nhóm ngành	Số loài		Biến động
		T11/2014	T5/2015	
1	Protoazoa (Động vật nguyên sinh)	8	9	1
2	Nematoda (Giun tròn)	1	0	-1
3	Rotatoria (Trùng bánh xe)	17	21	4
4	Arthopoda (Chân khớp)	25	27	2
5	Larva (Ấu trùng, con non)	7	5	-2
Tổng		**58**	**62**	**4**

Số loài ghi nhận được giữa các điểm thu mẫu khá ổn định, dao động từ 10 - 19 loài/điểm. So với đợt quan trắc tháng 11/2014, số loài tại các điểm thu mẫu biến động phức tạp, tăng giảm không rõ ràng với biên độ dao động thấp (1 – 6 loài/điểm); trong đó, 3/24 điểm thu mẫu có số loài không thay đổi giảm các đợt khảo sát.

** Mật độ phân bố*

Mật độ cá thể ghi nhận được trong đợt quan trắc này khá ổn định giữa các điểm thu mẫu và các khu vực khảo sát, nhiều điểm thu mẫu đạt trên 10^4 cá thể/m^3; khu vực thành phố Hồ Chí Minh có mật độ cao hơn các khu vực khác. So với đợt quan trắc tháng 11/2014, mật độ cá thể động vật phiêu sinh có xu hướng giảm xuống ở hầu hết các khu vực khảo sát, giảm mạnh nhất tại các điểm thu mẫu thuộc thành phố Hồ Chí Minh. Một số điểm tăng lên ở Long An và Tiền Giang.

** Chỉ số đa dạng H'*

Chỉ số đa dạng H' trong đợt quan trắc này ghi nhận được từ 1,02 – 3,34; biến thiên giữa các điểm thu mẫu là không lớn, mức độ đồng đều của khu hệ động vật phiêu sinh trải dài trên 24 điểm thu mẫu cho biết tính chất môi trường nước mặt nơi đây khá tương đồng. So sánh với đợt quan trắc vào tháng 11/2014 cho thấy: chỉ số đa dạng H' có xu hướng tăng lên ở khu vực Bà Rịa – Vũng Tàu, Tp. Hồ Chí Minh, Bến Tre, nhưng lại giảm xuống ở Long An và Tiền Giang.

3.3. Khu hệ động vật đáy

** Cấu trúc thành phần loài*

Kết quả quan trắc khu hệ động vật đáy vùng cửa sông ven biển từ Vũng Tàu đến Trà Vinh vào tháng 5 năm 2015 ghi nhận được 25 loài, thuộc 4 lớp, 3 ngành. Trong đó: Ngành thân mềm (Mollusca) có 2 lớp, 9 loài, ngành giun đốt (Annelida) có 1 lớp, 7 loài và ngành chân khớp (Arthropoda) có 1 lớp, 7 loài. Dạng ấu trùng con non (Larva) ghi nhận được 2 loài.

Bảng 3. Cấu trúc thành phần loài Động vật đáy

Stt	Nhóm ngành	Số loài		Biến động
		T11/2014	T5/2015	
I	**Mollusca (Thân mềm)**			
1	Gastropoda (Chân bụng)	9	5	-4
2	Bivalvia (Hai mảnh vỏ)	5	4	-1
II	**Annelida (Giun đốt)**			
3	Polychaeta (Giun nhiều tơ)	14	7	-7
III	**Arthropoda (Chân khớp)**			
4	Crustacea (Giáp xác)	7	7	0
IV	**Larva (Ấu trùng, con non)**	3	2	-1
Tổng		**38**	**25**	**-13**

So với đợt quan trắc tháng 11 năm 2014, số loài động vật đáy có xu hướng giảm xuống đáng kể, tổng số loài giảm 13 loài. Trong đó, lớp Giun nhiều tơ giảm nhiều nhất (7 loài), kế tiếp là lớp Thân mềm chân bụng giảm 4 loài; lớp Thân mềm hai mảnh vỏ và Larva đều giảm 1 loài. Lớp Giáp xác có số loài không thay đổi.

Số lượng loài động vật đáy tại từng điểm thu mẫu trong đợt quan trắc tháng 5/2015 ghi nhận được thấp, có giá trị dao động từ 1 - 6 loài/điểm; riêng điểm TG-N4 (Tiền Giang) không ghi nhận được loài nào trong đợt khảo sát này. So với đợt quan trắc tháng 11/2014, số loài tại các điểm thu mẫu biến động phức tạp, với biên độ thấp và có xu hướng giảm xuống.

** Mật độ phân bố*

Mật độ cá thể động vật đáy tại các điểm thu mẫu vào đợt quan trắc tháng 5/2015 tương đối ổn định (20 – 2.140 cá thể/m^2); các điểm HCM-N4 và TG-N1 có mật độ cá thể cao là sự phát triển bộc phát quá mức của loài *Thiara scabra*. So với đợt khảo sát tháng 11/2014, mật độ cá thể thu thập được trong đợt khảo sát tháng 5/2015 biến động phức tạp và không theo quy luật nào. Tuy nhiên, biên độ biến động cá thể tại có điểm thu mẫu giữa các đợt khảo sát là không đáng kể.

** Chỉ số đa dạng H'*

Qua tính toán, chỉ số đa dạng H' của động vật đáy ghi nhận ở mức trung bình, hết các điểm đều có H'<2. Các điểm LA-N4, TG-N4, TV-N2 có số loài ghi nhận được rất thấp (<2 loài) nên không đủ điều kiện để tính chỉ số H'. So với đợt khảo sát tháng 11/2014, chỉ số đa dạng H' giảm xuống ở nhiều điểm thu mẫu (15/24 điểm). Một số điểm thu mẫu có H' không thay đổi, nhưng vẫn ở mức thấp; trong khi các điểm khác có H' tăng lên không đáng kể.

3.4. Chất lượng môi trường nước sinh học

Theo thang điểm đánh giá chất lượng nước Henna & Sunoko (1995) khi dựa vào chỉ số đa dạng Shannon – Wiener (H') của thủy sinh vật cho thấy, chất lượng môi trường nước sinh học tầng mặt, tầng đáy đang trong tình trạng từ *rất ô nhiễm* đến *sạch*. Sự biến động về chất lượng môi trường sinh học theo không gian và thời gian được thể hiện ở bảng dưới đây:

Bảng 4. Chất lượng môi trường nước sinh học tại các điểm thu mẫu

Đtm	Thực vật phiêu sinh			Động vật phiêu sinh			Động vật đáy		
	T11/ 2014	*T5/ 2015*	*Biến động*	*T11/ 2014*	*T5/ 2015*	*Biến động*	*T11/ 2014*	*T5/ 2015*	*Biến động*
BRVT-N1	ONN	RON	KĐ	RON	ONN	CT	ONN	ON	KĐ
BRVT-N2	RON	ON	CT	ONN	ONN	KTĐ	ONN	RON	KĐ
BRVT-N3	ON	SA	CT	ON	SA	CT	ONN	ON	KĐ
BRVT-N4	ON	ONN	CT	ON	ON	KTĐ	ONN	ONN	KTĐ
HCM-N1	ON	SA	CT	ON	ONN	CT	ONN	ON	KĐ
HCM-N2	RON	ONN	CT	ONN	ONN	KTĐ	ON	ON	KTĐ

HCM-N3	ON	ON	KTĐ	ONN	ONN	KTĐ	ONN	ON	KĐ
HCM-N4	ON	ON	KTĐ	ONN	ONN	KTĐ	ON	RON	KĐ
LA-N1	ON	ONN	CT	ONN	ONN	KTĐ	ONN	ONN	KTĐ
LA-N2	ON	ONN	CT	SA	ONN	KĐ	ONN	ONN	KTĐ
LA-N3	ON	SA	CT	SA	ON	KĐ	ONN	ON	KĐ
LA-N4	RON	SA	CT	ONN	ONN	KTĐ	ON	-	-
TG-N1	ONN	ON	KĐ	ONN	ON	KĐ	ONN	RON	KĐ
TG-N2	ONN	RON	KĐ	SA	ONN	KĐ	ON	RON	KĐ
TG-N3	SA	RON	KĐ	ONN	ON	KĐ	ON	ONN	CT
TG-N4	ON	ON	KTĐ	ONN	ONN	KTĐ	ONN	-	-
BT-N1	RON	SA	CT	ONN	ONN	KTĐ	ON	ON	KTĐ
BT-N2	RON	ONN	CT	ONN	SA	CT	ON	ON	KTĐ
BT-N3	ON	ONN	CT	ONN	SA	CT	ON	ON	KTĐ
BT-N4	RON	ON	CT	SA	ONN	KĐ	ONN	ON	KĐ
TV-N1	ON	ONN	CT	ONN	ONN	KTĐ	-	ON	-
TV-N2	RON	SA	CT	ONN	ONN	KTĐ	ON	-	-
TV-N3	SA	ONN	KĐ	ONN	ONN	KTĐ	RON	RON	KTĐ
TV-N4	ONN	ONN	KTĐ	ONN	ONN	KTĐ	ON	RON	KĐ

Ghi chú: *RON: Rất ô nhiễm* *ON: Ô nhiễm* *ONN: Ô nhiễm nhẹ* *SA: Sạch*
CT: Cải thiện *KĐ: Kém đi* *KTĐ: Không thay đổi*

** Chất lượng môi trường nước tầng mặt*

Chất lượng nước sinh học tầng mặt vùng cửa sông ven biển từ Vũng Tàu đến Trà Vinh trong đợt quan trắc tháng 5/2015 nhìn chung ở tình trạng trung bình đến tốt, với phần lớn các điểm thu mẫu (13/24 điểm) đều ở mức "*Ô nhiễm nhẹ*" và "*Sạch*". Chỉ có ba điểm đang trong tình trạng kém (*Rất ô nhiễm*). Chất lượng nước sinh học tầng mặt trong đợt quan trắc này không có hiện tượng bị nhiễm bẩn cục bộ, các giá trị sinh học của thực vật phiêu sinh và động vật phiêu sinh đã cho thấy điều đó rất rõ ràng.

Chất lượng môi trường nước sinh học tầng mặt liên quan đến các giá trị đa dạng của động vật phiêu sinh rất nhiều, sự phát triển khá cân bằng trong khu hệ đã cho thấy môi trường sống của chúng rất tốt.

So với đợt quan trắc tháng 11/2014, chất lượng nước sinh học tầng mặt có chiều hướng được cải thiện (Bà Rịa – Vũng Tàu, Long An, Bến Tre). Có đến 3/15 điểm chất lượng nước giảm xuống tình trạng "*Ô nhiễm*" và "*Rất ô nhiễm* " ở khu vực Tiền Giang; các điểm khảo sát còn lại có chất lượng nước không thay đổi, duy trì ở mức độ "*Ô nhiễm nhẹ*".

** Chất lượng môi trường nước tầng đáy*

Chất lượng môi trường nước tầng đáy tại các điểm thu mẫu vào đợt quan trắc tháng 5/2015 đang trong tình trạng từ "*Rất ô nhiễm*" tới "*Ô nhiễm nhẹ*". Trong đó: có

4/24 điểm đạt mức "*Ô nhiễm nhẹ*"; 11/24 điểm ở mức độ "*Ô nhiễm*" và 6/24 điểm ở mức "*Rất ô nhiễm*".

So với đợt khảo sát tháng 11/2014, chất lượng môi trường nước tại nhiều điểm thu mẫu biến động phức tạp và có xu hướng giảm xuống. Trong đó, có 11/24 điểm có chất lượng nước giảm từ "*Ô nhiễm nhẹ*" xuống "*Ô nhiễm*" và "*Rất ô nhiễm*"; các điểm thu mẫu còn lại có chất lượng nước không thay đổi, ở mức trung bình ("*Ô nhiễm*" và "*Ô nhiễm nhẹ"*).

Như vậy, thông qua chỉ số đa dạng H' của thủy sinh vật cho thấy, chất lượng môi trường nước tại khu vực khảo sát có sự khác biệt rõ rệt giữa hai tầng nước. Tầng mặt có chất lượng nước khá tốt (ô nhiễm nhẹ) và được cải thiện đáng kể theo thời gian; ngược lại, tầng đáy cho chất lượng nước kém hơn (ô nhiễm) và có xu hướng kém đi, điều này giải thích vì sao số lượng loài động vật đáy nơi đây ghi nhận được thấp, điều này phù hợp với kết quả phân tích.

4. KẾT LUẬN

Qua 2 chuyến khảo sát đại diện cho 2 mùa mưa và mùa khô chỉ có tính chất tương đối chính xác, vì không khảo sát vào mùa chuyển tiếp. Số trạm khảo sát tuy không nhiều nhưng cũng đã đại diện cho những vùng có tính chất sinh thái khác nhau. Bước đầu có thể đưa ra một số nhận định như sau:

✓ Thành phần loài thủy sinh vật khá đa dạng, đã ghi nhận được tổng số 255 loài, trong đó: Thực vật phiêu sinh ghi nhận có thành phần loài đa dạng nhất với 168 loài, tiếp theo là động vật phiêu sinh 62 loài và cuối cùng là động vật đáy có 25 loài. Thành phần loài động-thực vật phiêu sinh ghi nhận được có sự pha trộn của các loài nước ngọt, nước lợ và nước mặn. Trong khi thành phần loài động vật đáy lại đặc trưng cho khu hệ nước ngọt, lợ. Điều này cho thấy nguồn nước tầng mặt ở khu vực khảo sát có sự ảnh hưởng của khối nước mặn từ biển vào, trong khi ở nền đáy lại ít chịu ảnh hưởng hơn.

✓ Số lượng loài thủy sinh vật tại từng điểm thu mẫu ở mức trung bình, nhóm loài động-thực vật phiêu sinh ghi nhận được cao hơn so với động vậy đáy.

✓ Mật độ của nhóm thực vật phiêu sinh và động vật phiêu sinh ghi nhận ở mức cao, đây là nguồn thức ăn tự nhiên dồi dào cho nuôi trồng thủy sản. Mật độ động vật đáy thấp hơn nhiều, tại một số điểm có một số loài đạt mật độ quá cao, chiếm ưu thế tuyệt đối trong thủy vực, gây nên hiện tượng phát triển mất cân đối trong khu hệ, tác động đến sự đa dạng của thủy vực rất nhiều.

✓ Chỉ số đa dạng H' của thực vật phiêu sinh, động vật phiêu sinh ghi nhận ở mức cao, nhiều điểm có H'>2; nhóm động vật đáy có H' thấp hơn và không điểm nào có H'>3. So với đợt quan trắc tháng 11/2014, chỉ số H' có xu hướng tăng lên ở nhóm phiêu sinh vật, nhưng lại giảm xuống ở nhóm sinh vật đáy.

✓ Chất lượng môi trường nước sinh học có sự khác biệt rõ rệt giữa hai tầng nước. Chất lượng nước tầng mặt trong khu vực khá tốt và ổn định, phù hợp cho nhiều loài tại đó cùng phát triển, thể hiện mức độ đa dạng sinh học của phiêu sinh vật tương đối cao hơn so với động vật đáy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Trương Ngọc An, 1993. Phân loại tải Silic phù du biển Việt Nam. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
2. Nguyễn Chính, 1996. Một số động vật nhuyễn thể có giá trị kinh tế ở biển Việt Nam. Hà Nội: Khoa học và kỹ thuật, 132tr, VV479.
3. Nguyễn Chính, 2005. Động vật thuỷ sản thân mềm thường gặp ở Việt Nam. Hà Nội: Khoa học và kỹ thuật, 112tr.
4. Nguyễn Văn Khôi, 2001. Động vật chí Việt Nam. Tập 9. Phân lớp Chân chèo - Copepoda biển. Nxb Khoa hoc và Kỹ thuật, Hà Nội, 385 trang.
5. Nguyễn Văn Khôi, 2005. Định loại Động vật phù du thường gặp trong ao nuôi tôm cá nước lợ ven biển Việt Nam. Trung tâm Quốc gia Quan trắc và cảnh báo môi trường biển, 145 trang.
6. Trung Tâm Nghiên Cứu và Phát Triển An Toàn và Môi Trường Dầu khí, thuộc Viện Dầu Khí – Tập Đoàn Dầu Khí Việt Nam, 2010. Atlas Giáp xác Việt Nam.

Tiếng nước ngoài

7. W. T. Edmondson (1998). Freshwater Biology second edition. Professor of Zoology. University of Washing, Seattle.
8. Kristian Fauchald (1977). The Polychaeta worms Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural hidtory museum of Los Angeles County.
9. J. Larsen and N.L. Nguyen (editors), 2004. Potentially toxic microalgae of Vietnamese water. Opera botanica 140, 216p.
10. Nguyen Xuan Quynh, Mai Dinh Yen, Clive Pinder & Steve Tilling, (2000). Biological surveillance of freshwater, using macroinvertebrates. Hanoi.
11. A. Shirota, 1966. The Plankton of South Vietnam. Fresh Water and Marine Plankton. Overseas Technical Cooperation Agency Japan.
12. Segers H., 1995. Zoogeography of littoral Rotifera, with special reference to the Lecanidae. Universiteit Gent.
13. F.J. Springsteen & F.M. Leobrera, 1986. Shells of the Philipines, Published by: CARFEL SEASHELL MUSEUM.
14. Tiểu Cửu Bảo Thanh Trị (Kokubo S.), 1960. Tảo Khuê phù du. Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật Thượng Hải.
15. R. Tucker Abbott & S. Peter Dance (1990). Compenidium of Seashelis, A Full-Color Guide to More than 4.200 of the World's Marine Shells. American Malacologists, INC. Melbourne, Florida.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Ân Niên

NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ TƯỚI THÍCH HỢP CHO CÂY NHO LẤY LÁ BẰNG KỸ THUẬT TƯỚI NHỎ GIỌT TẠI VÙNG KHAN HIẾM NƯỚC

RESEARCH ON SUITABLE IRRIGATION SCHEDULE FOR GRAPE LEAVES WITH THE DRIP IRRIGATION TECHNIQUE AT THE SCARCE REGION

ThS. Trần Thái Hùng, PGS. TS. Võ Khắc Trí, GS. TS. Lê Sâm

TÓM TẮT

Thực nghiệm nghiên cứu chế độ tưới với 3 chu kỳ tưới: 2 ngày, 3 ngày và 4 ngày cho cây nho lấy lá bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt (có lắp đặt thêm hệ thống tưới phun sương cải tạo vi khí hậu) tại vùng khan hiếm nước, tỉnh Bình Thuận. Áp dụng phương pháp Penman tính toán lượng nước tưới thực nghiệm theo 3 mức: nhiều nước, trung bình và ít nước. Kết quả thực nghiệm đã giúp phần đánh giá hiệu quả của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước so với phương pháp tưới cổ truyền trong việc sử dụng nước, sự phát triển và tăng năng suất cây trồng, đặc biệt là để thiết lập chế độ tưới nhỏ giọt thích hợp (hệ số cây trồng Kc) cho cây nho lấy lá với chu kỳ tưới 2 ngày và mức nước tưới thấp theo các giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây. Kết quả nghiên cứu này góp phần ứng dụng vào thực tiễn nhằm phát triển sản xuất nông nghiệp tại vùng khô hạn một cách hiệu quả.

Từ khóa: ***Cây nho lấy lá, chế độ tưới, hiệu quả sử dụng nước, lượng nước tưới, Năng suất, Tưới nhỏ giọt.***

ABSTRACT

The experimental research on drip irrigation schedule with two-day, three-day and four-day irrigation frequencies for Grape Leaves at the scarce region, Binh Thuan province. The Penman method was applied for calculating experimental water requirement of three levels as high, medium and low amount. The experimental results were used for assessing the effect of water saving irrigation in comparison with the traditional one for water utilization issue, crop development and productivity, especially, to determine suitable drip irrigation schedule (Crop Coefficient Kc) for Grape Leaves with two-day irrigation frequency and low amount by growing stages. This research result has been applying in practice to develop effectively agricultural prodution at the scarce region.

Keywords: ***Drip irrigation, grape Leaves, irrigation amount, irrigation schedule, Productivity, Water use efficiency.***

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu chế độ tưới cho cây trồng cạn xác định: nhu cầu nước cho cây trong quá trình sinh trưởng thay đổi tùy thuộc vào thời gian sinh trưởng, điều kiện khí hậu, thổ nhưỡng, mực nước ngầm, trình độ sản xuất, năng xuất sản phẩm… Đối với cây trồng cạn, hiện có các phương pháp nghiên cứu chế độ tưới chính dựa theo: giai đoạn

sinh trưởng, các chỉ tiêu sinh lý, hình thái bên ngoài của cây, độ ẩm của đất. Các nhà khoa học trên thế giới và trong nước Supler (1838), Sumakhe (1864), Mitterlic (1923), Kachinski (1923, 1947, 1954, 1967); Lebedep (1936), Rode (1952; 1956; 1960; 1966), Winter (1980), Ziska và Hall (1983), Korte (1983), Eck (1987), Speck (1989) Bastug. R (1987), Karaata (1991), Musick (1999), Kirda (1999), Hà Học Ngô (1977), Lê Sâm (1988, 1989), Lê Thị Nguvên (1994), Nguyễn Tuấn Anh (1994), Nguyễn Tất Cảnh (1994), Trần Kông Tấu, Nguyễn Thị Dần (1996), Nguyễn Văn Dung (1998, 1999), Lê Xuân Đính (1998)... đã nghiên cứu và chỉ ra rằng, để áp dụng chế độ tưới cho cây trồng rất cần thiết phải chú ý đến tính chất nước của đất, bởi nó sẽ cho biết khả năng thấm, giữ lại và tích lũy lâu dài trữ lượng nước trong đất để cung cấp cho cây trồng hấp phụ một cách hiệu quả, đây là một trong những đặc tính cần thiết tạo nên độ phì nhiêu cho đất [1], [2].

Trên thế giới, cây nho lấy lá được trồng nhiều ở khu vực từ 3^0-50^0 Bắc và Nam của Xích đạo như: California – Mỹ, Thổ Nhĩ Kỳ, Hy Lạp, Nam Australia, Brazil, Trung Quốc, Thái Lan..., tại Việt Nam, do đặc điểm sinh lý của cây phù hợp với điều kiện tự nhiên, đặc biệt là khu vực phía Nam (Ninh Thuận, Bình Thuận, Đồng Nai, Lâm Đồng…), nên cây đã phát triển rất tốt và sản phẩm được thu hoạch ổn định để phục vụ chế biến và xuất khẩu. Tuy nhiên, vấn đề tưới nước cho cây mới chỉ dừng ở phương pháp tưới cổ truyền theo cảm tính (tưới dải hoặc tưới rãnh), nên rất lãng phí nước và không hiệu quả, đặc biệt là đối với những vùng khó khăn và bức xúc về điều kiện nguồn nước. Theo chuyên gia về trồng nho M.Sc. Wolfgang W.Schaefer (CHLB Đức), người đã đưa cây nho lá từ Brazil tới Việt Nam năm 2006 khẳng định, hiện nay trên thế giới chưa có bất cứ nghiên cứu nào về chế độ tưới hợp lý cho cây nho lấy lá, đặc biệt là tại những vùng nhiệt đới khan hiếm nước. Việc nghiên cứu chế độ tưới mới chỉ được thực hiện dành cho cây nho lấy quả, sau đó dùng kết quả nghiên cứu này để ứng dụng tưới cho cây nho lấy lá. Do sản phẩm của 2 loại cây nho (lấy quả và lấy lá) khác nhau, đòi hỏi yêu cầu chăm sóc, chế độ nước và chế độ dinh dưỡng trong từng giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây cũng rất khác nhau. Đây là cây trồng mới ở nước ta, nên hiện nay việc nghiên cứu chế độ tưới hợp lý cho cây nho lấy lá vẫn chưa được thực hiện. Trong điều kiện nguồn nước ở nhiều nơi trên thế giới và tại Việt Nam thường xuyên cạn kiệt, đặc biệt là khu vực Nam Trung bộ (Ninh Thuận, Bình Thuận), việc ứng dụng kỹ thuật tưới tiết kiệm nước cho cây trồng cạn sẽ rất quan trọng, giúp giảm lượng nước tổn thất tới mức thấp nhất và nâng cao năng suất cây trồng một cách đáng kể [3], [4]. Vì vậy, nghiên cứu chế độ tưới thích hợp cho cây nho lấy lá bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt vùng khan hiếm nước là rất cần thiết, để xác định chu kỳ tưới và lượng nước tưới hợp lý theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây, nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nước và chất lượng sản phẩm cây trồng, từ đó khuyến cáo người dân ứng dụng và nhân rộng mô hình tưới tiết kiệm nước trong sản xuất nông nghiệp.

2. MỤC TIÊU, CÁCH TIẾP CẬN VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

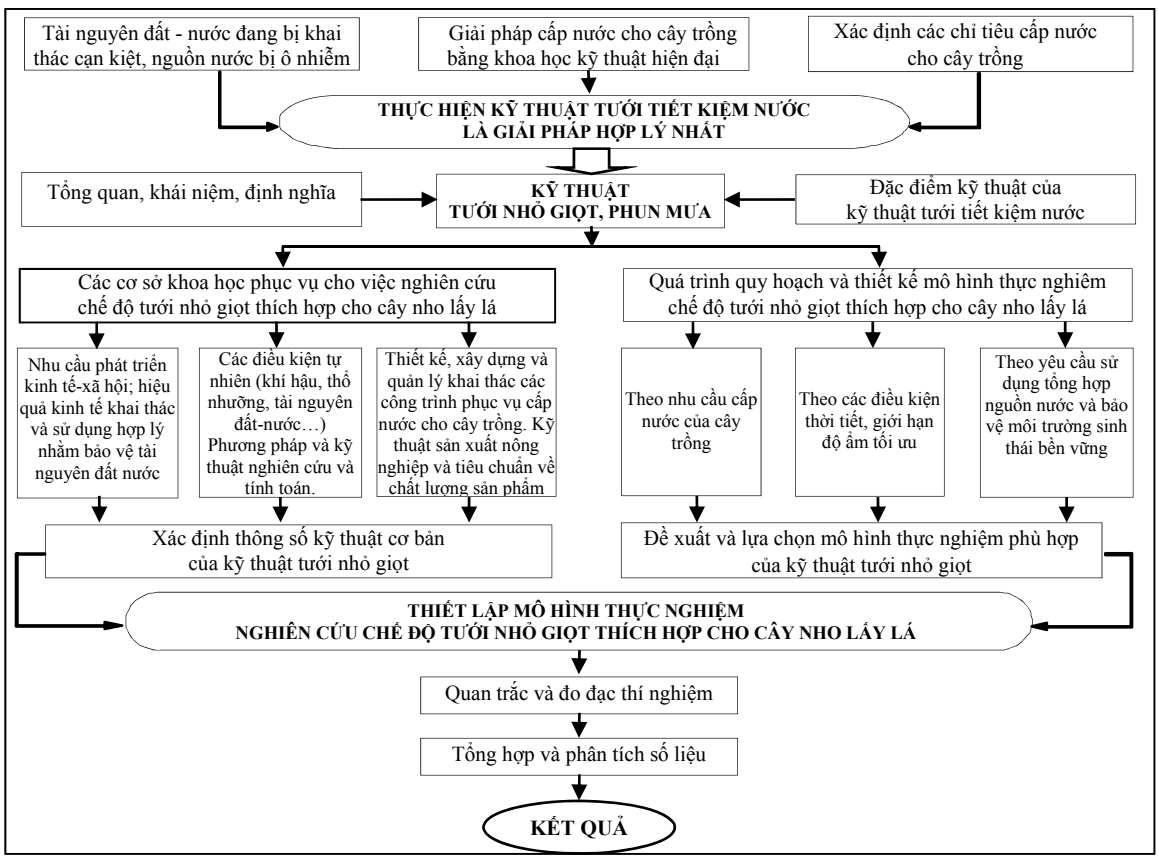
2.1. Mục tiêu nghiên cứu

(1) Đánh giá ảnh hưởng tích cực và hiệu quả sử dụng nước của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước đối với sự phát triển, năng suất và chất lượng của cây nho lấy lá.

(2) Xác định chế độ tưới thích hợp cho cây nho lấy lá trong kỹ thuật tưới nhỏ giọt, bao gồm: chu kỳ tưới và lượng nước tưới theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây.

2.2. Cách tiếp cận, phương pháp và nội dung nghiên cứu

Tiếp cận thực tiễn một cách hệ thống và toàn diện, kế thừa có chọn lọc các kết quả khoa học kỹ thuật hiện đại; các phương pháp và mô hình quản lý, phát triển và sử dụng hiệu quả tài nguyên nước để phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường bền vững. Ứng dụng máy móc, thiết bị và vật liệu mới để thiết lập mô hình, tính toán nhu cầu nước thực nghiệm tưới; quan trắc, tổng hợp và phân tích dữ liệu từ thực tiễn sản xuất; xác định chế độ tưới thích hợp cho cây trồng và mô hình tưới hợp lý làm cơ sở nhân rộng phạm vi ứng dụng [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10].



Hình 1. Sơ đồ logic cách tiếp cận phương pháp và kỹ thuật nghiên cứu

2.3. Mô tả hiện trường thực nghiệm

Mô hình thực nghiệm được thực hiện tại trang trại trồng nho lấy lá xã Thuận Quý, huyện Hàm Thuận Nam, tỉnh Bình Thuận với đặc điểm khí hậu nhiệt đới gió mùa, nắng nóng quanh năm. Đo đạc các yếu tố khí tượng nắng, mưa (theo ngày), nhiệt độ, gió, bốc thoát hơi nước mặt thoáng... theo giờ (6h, 9h, 12h, 15h, 18h và 21h), các số liệu đặc trưng chính như sau: số giờ nắng trong ngày khá cao, lớn nhất là 11,4 giờ/ngày;

nhiệt độ cao diễn ra từ 9h sáng đến 15h chiều, trung bình từ 29-32^{0}C; tốc độ gió trung bình từ 8-12 m/s, tập trung từ 11h đến 18h; bốc thoát hơi nước mặt thoáng khá lớn (lớn nhất 8,5 mm/ngày) chủ yếu vào ban ngày từ 6h đến 18h, tập trung lớn nhất từ 9h sáng đến 15h chiều, chiếm 65-75% lượng bốc thoát hơi ngày. Bốc hơi nước buổi tối và ban đêm thấp, từ 21h đến 6h sáng chỉ chiếm 8-12% lượng bốc thoát hơi ngày. Số ngày mưa cũng khá hạn chế, trong đợt T1: 151,9 mm/15 ngày mưa, T2: 332,2 mm/30 ngày mưa tập trung vào tháng 9 và đầu tháng 10/2012, T3: 14,9 mm/11 ngày mưa. Kết quả quan trắc các yếu tố khí tượng cho thấy việc tưới nước vào buổi sáng là hợp lý nhất, để cây hấp thụ đủ nước phục vụ quang hợp, bốc thoát hơi nước và trao đổi chất, giúp cây sinh trưởng và phát triển tốt.

Bảng 1. Các chỉ tiêu hóatính của đất tại khu thí nghiệm (từ 0 – 60 cm)

Ký hiệu	Lớp đất (cm)	pH_{H2O} (1:5)	pH_{KCl} (1:5)	TSMT	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe_{TS}	K_20 dt	N dt	P_2O_5 dt	$Al^{3+} + H^+$	N_{TS}	P_2O_5 ts	K_20 ts	Mùn	Loại đất
				mg/100g									*meq/ 100g*	*%*				
1	0-20	4,88	4,15	61,0	8,6	23,6	13,2	4,3	14,2	12,1	0,94	29,6	5,7	0,06	0,05	0,32	1,04	Đất cát mịn nâu xám
2	20-40	4,15	3,75	17,5	2,1	4,5	3,2	2,9	8,9	7,5	0,86	7,5	6,9	0,03	0,02	0,18	0,63	Đất cát mịn vàng xám
3	40-60	4,02	3,58	16,2	2,0	4,3	3,0	2,6	8,2	6,1	0,78	6,4	7,0	0,02	0,01	0,12	0,47	Đất cát mịn vàng xám

Kết quả phân tích mẫu đất cho thấy độ pH chỉ ra rằng đất rất chua, các yếu tố nông hóa khác như: Lân và kali tổng số, đạm tổng số và dễ tiêu, và độ mùn là rất thấp. Đất các tầng chủ yếu là loại đất cát mịn nâu xám và vàng xám nên khả năng giữ nước kém.

2.4. Thiết lập mô hình, tính toán nhu cầu nước cho cây trồng và quan trắc thực nghiệm

a) Thiết lập thực nghiệm

Thực nghiệm tưới tiết kiệm nước, bắt đầu từ tháng 01 năm 2012 đến tháng 5 năm 2013, gồm 3 đợt canh tác: đợt T1 từ tháng 01-4/2012, đợt T2 từ tháng 9-12/2012 và đợt T3 từ tháng 01-4/2013 (không quan trắc trong những tháng mùa mưa). Mô hình được thiết kế và lắp đặt gồm:

(1) 09 lô thực nghiệm cho 03 chu kỳ tưới (2, 3 và 4 ngày) với 03 mức tưới khác nhau (nhiều nước, trung bình, ít nước) bằng hệ thống tưới nhỏ giọt;

(2) 09 lô thực nghiệm cho 03 chu kỳ tưới (2, 3 và 4 ngày) và 03 mức tưới (tương tự như mục (1)) nhưng có thêm hệ thống tưới phun sương cải tạo vi khí hậu;

(3) 03 lô so sánh đối chứng cho 03 chu kỳ tưới (2, 3 và 4 ngày) và lượng nước tưới xác định theo phương pháp tưới cổ truyền.

Tổng cộng có 21 lô thực nghiệm và đối chứng.

Bảng 2. Thiết kế thực nghiệm của chế độ tưới nhỏ giọt cho cây nho lấy lá

Chu kỳ tưới / Mức nước tưới	A (2 ngày - có phun mưa)	A' (2 ngày - không phun mưa)	B (3 ngày - có phun mưa)	B' (3 ngày - không phun mưa)	C (4 ngày - có phun mưa)	C' (4 ngày - không phun mưa)
1 (Nhiều nước: m1 = 1,2)	Lô 1 - A1	Lô 4 - A'1	Lô 8 - B1	Lô 11 - B'1	Lô 15 - C1	Lô 18 -C'1
2 (Trung bình: m^2 = 1,0)	Lô 2 - A2	Lô 5 - A'2	Lô 9 - B2	Lô 12 - B'2	Lô 16 - C2	Lô 19 -C'2
3 (Ít nước: m^3 = 0,8)	Lô 3 - A3	Lô 6 - A'3	Lô 10-B3	Lô 13 - B'3	Lô 17 - C3	Lô 20 -C'3
Tưới cổ truyền (đối chứng)	Lô 7 - Act		Lô 14 - Bct		Lô 21 - Cct	

b) Tính toán nhu cầu nước cho cây trồng [4], [5]

Nhu cầu nước tưới cho cây trồng được tính toán theo phương pháp Penman từ kết quả đo đạc bốc thoát hơi nước hàng ngày.

Bốc thoát hơi nước tham chiếu (*Reference evapotranspiration ETo)*:

$$ETo = Kpan * Epan \quad (mm) \quad (1)$$

Bốc thoát hơi nước mặt ruộng ETc (hay nhu cầu nước của cây trồng Wcrop):

$$ETc = Kc * ETo \text{ hay } Wcrop = Kc * ETo \quad (mm) \quad (2)$$

Mức tưới chuẩn trong thời đoạn tính toán:

$$Ist = (ETc - Pi) / Kef \quad (mm) \quad (3)$$

Mức nước để khống chế tưới cho từng lô thực nghiệm:

$$\mathrm{Im}(i) = m(i) * Ist = m(i) * (ETc - Pi) / Kef \quad (mm) \quad (4)$$

Tổng lượng nước tưới cho từng lô thực nghiệm:

$$Wblock = \mathrm{Im}(i) * Fblock = m(i) * Ist * 10^{-3} * (1{,}1 * bi * Lb) \quad (m^3) \quad (5)$$

Trong đó:

Kpan: Hệ số bốc hơi chậu đựng nước;

Kc: Hệ số nhu cầu nước theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây;

Kef: Hệ số sử dụng hiệu quả hệ thống tưới tiết kiệm nước;

Fblock: Diện tích hình chiếu của tán lá cây trên mặt đất vào lúc 12h;

Epan: Tổng lượng hơi nước bốc thoát hàng ngày trong thời đoạn tính toán tại thiết bị đo đạc (mm);

Pi: Lượng mưa trong thời đoạn tính toán;

m(i): Hệ số thiết lập mức nước tưới: m1 (nhiều nước)=1,2; m^2(trung bình)=1,0; m^3(ít nước)=0,8

10^{-3}: Hệ số quy đổi đơn vị từ mm sang m;

bi: Bề rộng bóng cây (m);

Lb: Chiều dài bóng cây của lô thực nghiệm (m).

c) Thực nghiệm tưới và quan trắc quá trình sinh trưởng, phát triển cây trồng

Tính toán nhu cầu nước và điều khiển hệ thống tưới cho từng công thức thực nghiệm.

Quan trắc các chỉ tiêu cây trồng: Đo đạc bề ngang của các lá (5 ngày/lần) và tính trung bình trong 1 nhánh (nhánh chính - NC 17 lá, nhánh phụ 1 - NP1 và nhánh phụ 2 - NP2 là 9 lá); đo chu vi thân chính tại các vị trí giữa lá số 1 và 2, lá số 5 và 6, lá số 9 và 10 của cây (20 ngày/lần), chiều dài các gióng thân cây, trọng lượng lá cây, sinh khối thân và lá cây, phân bố bộ rễ tiềm năng…

Thực nghiệm tại khu vực đã có sẵn cây nho lá. Sau khi cắt gốc chừa lại 2-3 mắt, sau khoảng 10-12 ngày ngọn nho mới bắt đầu phát triển và chồi nách các lá bắt đầu xuất hiện; chọn 4-6 chồi nách khỏe mạnh cột theo hình rẻ quạt vào các dây thép chạy dọc luống nho tạo hệ thống tán thẳng đứng và để giữ lại làm cành lấy lá sau này (NC). Các cành rẻ quạt chính leo lên đến đỉnh sẽ rủ ngược xuống đất; khi ngọn lá chấm đất và đã thu hoạch những lá cuối cùng ở đỉnh ngọn thì tiến hành bấm các cành rẻ quạt chính ở trên đỉnh dây thép trên cùng. Các cành sẽ nảy nhiều chồi mới, chọn lại 2-3 chồi khỏe cho phát triển rủ xuống để thu hoạch lá (NP1). Sau khi cành chấm đất và các lá ở ngọn cành đã được thu xong, bấm lại cành rẻ quạt trên đỉnh dây thép cao nhất và chỉ giữ lại 1-2 chồi khỏe trên 1 cành chính cũ để cho rủ xuống và thu lá đợt cuối (NP2). Quy định kích thước lá lúc thu hoạch có bề ngang chỗ rộng nhất từ 13 cm trở lên, lá tươi non, mềm, xanh mượt và không có vết thủng nào trên lá.

Bón cùng một lượng hữu cơ (phân bò) và phân NPK (20-20-15) cho tất cả các lô thực nghiệm và đối chứng từ khi cắt gốc chừa lại 2-3 mắt cho đến thu hoạch xong lá là 8 lần/4 tháng, mỗi lần cách nhau 15 ngày. Lượng phân cho 1 lần bón như sau: 15 g NPK (20-20-15)/gốc tương đương 50 kg/ha/1 lần, sau mỗi lần bón phân tưới đủ nước cho phân hòa tan.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Lượng nước tưới cho cây trồng trong mùa vụ

Từ kết quả thực nghiệm *(bảng 3 và hình 5)*, dễ dàng nhận thấy tổng lượng nước tưới của kỹ thuật tưới nhỏ giọt trong từng lô (từ lô A1 đến lô C'3) đều thấp hơn tổng lượng nước tưới của phương pháp tưới cổ truyền (lô Act, Bct, Cct). Cụ thể như sau:

a) So sánh theo chu kỳ tưới

**** Chu kỳ tưới 2 ngày:***

- *Mức tưới nhiều nước:* Lượng nước tưới so sánh với lô Act (100%) của lô A1 trong đợt T1: 66,54% (tiết kiệm 219,3 m^3), T2: 64,98% (tiết kiệm 205,865 m^3), T3: 71,0% (tiết kiệm 198,844 m^3); lô A'1 trong đợt T1: 61,96% (tiết kiệm 249,3 m^3), T2: 60,73% (tiết kiệm 230,865 m^3), T3: 66,63% (tiết kiệm 228,844 m^3);

- *Mức tưới trung bình:* Lượng nước tưới so sánh với lô Act (100%) của lô A2 trong đợt T1: 56,6% (tiết kiệm 284,405 m^3), T2: 54,86% (tiết kiệm 265,368 m^3), T3: 60,21% (tiết kiệm 272,841 m^3); lô A'2 trong đợt T1: 52,03% (tiết kiệm 314,405 m^3), T2: 50,61% (tiết kiệm 290,368 m^3), T3: 55,83% (tiết kiệm 302,841 m^3).

- *Mức tưới ít nước:* Lượng nước tưới so sánh với lô Act (100%) của lô A3 trong đợt T1: 46,67% (tiết kiệm 349,511 m^3), T2: 44,74% (tiết kiệm 324,872 m^3), T3: 49,42%

(tiết kiệm 346,839 m^3); lô A'3 trong đợt T1: 42,09% (tiết kiệm 379,511 m^3), T2: 40,49% (tiết kiệm 349,872 m^3), T3: 45,04% (tiết kiệm 376,839 m^3).

**** Chu kỳ tưới 3 ngày:***

- *Mức tưới nhiều nước:* Lượng nước tưới so sánh với lô Bct (100%) của lô B1 trong đợt T1: 63,37% (tiết kiệm 267,145 m^3), T2: 60,74% (tiết kiệm 233,907 m^3), T3: 65,15% (tiết kiệm 266,632 m^3); lô B'1 trong đợt T1: 59,25% (tiết kiệm 297,145 m^3), T2: 56,54% (tiết kiệm 258,907 m^3), T3: 61,23% (tiết kiệm 296,632 m^3).

- *Mức tưới trung bình:* Lượng nước tưới so sánh với lô Bct (100%) của lô B2 trong đợt T1: 53,73% (tiết kiệm 337,453 m^3), T2: 51,32% (tiết kiệm 290,052 m^3), T3: 55,12% (tiết kiệm 343,435 m^3); lô B'2 trong đợt T1: 49,61% (tiết kiệm 367,453 m^3), T2: 47,12% (tiết kiệm 315,052 m^3), T3: 51,20% (tiết kiệm 373,435 m^3).

- *Mức tưới ít nước:* Lượng nước tưới so sánh với lô Bct (100%) của lô B3 trong đợt T1: 44,09% (tiết kiệm 407,761 m^3), T2: 41,89% (tiết kiệm 346,197 m^3), T3: 45,08% (tiết kiệm 420,239 m^3); lô B'3 trong đợt T1: 39,97% (tiết kiệm 437,761 m^3), T2: 37,70% (tiết kiệm 371,197 m^3), T3: 41,16% (tiết kiệm 450,239 m^3).

**** Chu kỳ tưới 4 ngày:***

- *Mức tưới nhiều nước:* Lượng nước tưới so sánh với lô Cct (100%) của lô C1 trong đợt T1: 52,50% (tiết kiệm 365,603 m^3), T2: 54,29% (tiết kiệm 315,271 m^3), T3: 55,61% (tiết kiệm 376,828 m^3); lô C'1 trong đợt T1: 48,60% (tiết kiệm 395,603 m^3), T2: 56,66% (tiết kiệm 340,271 m^3), T3: 52,07 (tiết kiệm 406,828 m^3).

- *Mức tưới trung bình:* Lượng nước tưới so sánh với lô Cct (100%) của lô C2 trong đợt T1: 44,57% (tiết kiệm 426,664 m^3), T2: 45,84% (tiết kiệm 373,508 m^3), T3: 47,03% (tiết kiệm 449,647 m^3); lô C'2 trong đợt T1: 40,67% (tiết kiệm 456,664 m^3), T2: 42,22% (tiết kiệm 398,508 m^3), T3: 43,50% (tiết kiệm 479,647 m^3).

- *Mức tưới ít nước:* Lượng nước tưới so sánh với lô Cct (100%) của lô C3 trong đợt T1: 36,63% (tiết kiệm 487,724 m^3), T2: 37,40% (tiết kiệm 431,475 m^3), T3: 38,54% (tiết kiệm 521,715 m^3); lô C'3 trong đợt T1: 32,73% (tiết kiệm 517,724 m^3), T2: 33,78% (tiết kiệm 456,745 m^3), T3: 35,01% (tiết kiệm 551,715 m^3).

3.2. Hiệu quả của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước đối với sự phát triển và năng suất cây trồng

a) Sự phát triển của lá nho

Trong 3 đợt thực nghiệm, đợt T3 có điều kiện thời tiết nắng nóng gay gắt nhất nên lá cây phát triển chậm hơn 2 đợt T1 và T2, đợt T2 có số ngày mưa và thời tiết mát hơn nên lá cây phát triển mạnh và đạt năng suất cao hơn. Loại trừ 2 lá sát gốc cây khó phát triển to để đạt yêu cầu thu hoạch, các lá còn lại trên NC phát triển mạnh và đều hơn nhánh phụ, giai đoạn đầu lá phát triển nhanh hơn giai đoạn gần thu hoạch. Các lá gần ngọn có tốc độ phát triển chậm hơn các lá gần gốc và giữa thân. Trong cùng 1 chu kỳ tưới, lá cây của các lô được bổ sung hệ thống tưới phun sương (cải tạo vi khí hậu) phát triển nhanh và trông đẹp hơn các lô chỉ đơn thuần tưới nhỏ giọt.

**** Chu kỳ tưới 2 ngày:*** lá cây phát triển khá đều nhau ở cả 3 mức tưới, thời gian phát triển đến khi thu hoạch từ 25-30ngày. Kích thước lá các lô A1, A2 và A3 từ 18,8-20,1 cm (NC) và từ 17,8-19,2cm (NP1 và NP2); A'1, A'2, A'3 từ 16,7-18,3 cm (NC) và từ 15,8-17,4 cm (NP1 và NP2).

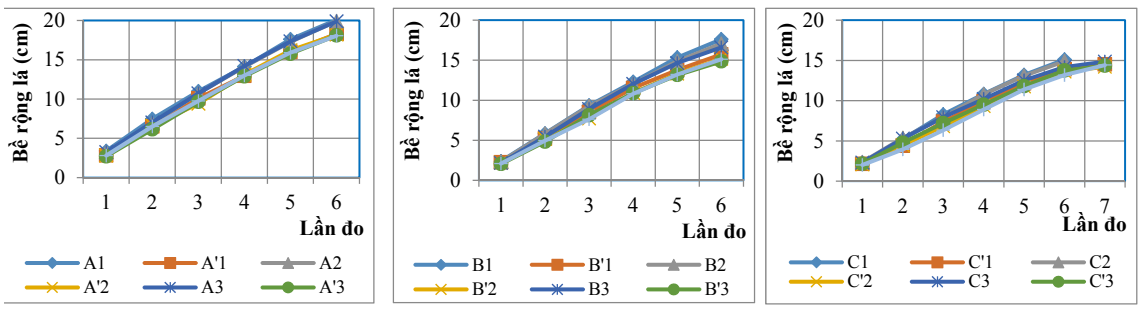
**** Chu kỳ tưới 3 ngày:*** tốc độ phát triển lá cây giảm dần từ lô có mức tưới nhiều xuống mức tưới ít, thời gian phát triển đến khi thu hoạch khoảng 30 ngày với những lô có tưới phun sương và từ 30-35 ngày với những lô không được tưới phun sương. Kích thước lá khi thu hoạch các lô B1, B2 và B3 từ 14,7-17,6cm (NC) và từ 14,1-16,7cm (NP1 và NP2); B'1, B'2, B'3 từ 14-15,7 cm (NC) và từ 13,9-14,9 cm (NP1 và NP2).

**** Chu kỳ tưới 4 ngày:*** tốc độ phát triển lá cây cũng giảm dần từ lô có mức tưới nhiều xuống mức tưới ít, thời gian phát triển đến khi thu hoạch từ 35-40 ngày với những lô có tưới phun sương và từ 40-45 ngày với những lô không được tưới phun sương. Kích thước lá khi thu hoạch các lô C1, C2 và C3 từ 14,2-15,1 cm (NC) và từ 13,9-14,8 cm (NP1 và NP2); C'1, C'2, C'3 từ 14-14,8 cm (NC) và từ 13,7-14,4 cm (NP1 và NP2).

So sánh cùng mức nước tưới thì lá cây các lô có chu kỳ tưới ngắn ngày phát triển nhanh và có thời gian thu hoạch sớm hơn các lô có chu kỳ tưới dài ngày hơn. Lá cây các lô đối chứng chỉ phát triển tương đương các lô có mức tưới trung bình và ít nước (không có hệ thống tưới phun sương). Điều quan trọng đối với vùng khô hạn có điều kiện khí hậu khắc nghiệt, lượng bốc hơi nước bề mặt lớn, thổ nhưỡng chủ yếu là đất cát mịn có khả năng trữ ẩm kém thì chu kỳ tưới dài ngày (4 ngày hoặc dài hơn) là không thích hợp, bởi trong ngày cuối của chu kỳ tưới cây thường thiếu nước, lá và ngọn cây có biểu hiện bị héo vào khoảng từ 10g30-15g30 trong ngày.

Thứ tự sắp xếp về sự phát triển của cây nho lấy lá giữa các lô như sau:

Lô A1, A2, A3 > Lô A'1, A'2, A'3 và Act > Lô B1, B2, B3 > Lô B'1, B'2, B'3 và Bct > Lô C1, C2, C3 > Lô C'1, C'2, C'3 và Cct



Hình 2. Diễn biến quá trình phát triển của lá nho trên nhánh chính trong toàn mùa vụ

b) Sự phát triển thân và bộ rễ cây

Cùng chu kỳ tưới tốc độ phát triển chu vi thân NC của cây giai đoạn đầu khá đều nhau, giai đoạn sau giảm xuống do thân cây tạo gỗ cứng. Chu vi thân cây của chu kỳ tưới 2 ngày lớn hơn các chu kỳ tưới 3 và 4 ngày, tuy nhiên mức độ chênh lệch không nhiều.

Sự phát triển chiều dài các giống thân cây không phụ thuộc vào mức nước tưới hay chu kỳ tưới đối với cây, các gióng sát gốc ngắn hơn các giống giữa thân và trên ngọn, chiều dài trung bình từ 8,5-12,5 cm, đôi khi có những giống dài 18,5-20 cm.

Bộ rễ tiềm năng của cây thuộc các lô thực nghiệm tưới tiết kiệm nước có xu thế phát triển hướng lên tầng canh tác (độ sâu từ 12-15 cm) và tập trung về vùng đất thường xuyên duy trì độ ẩm khi cây trồng được tưới [11], [12] để hấp thụ nước và chất dinh dưỡng. Diễn biến phát triển bộ rễ cây tại tất cả các lô theo chiều sâu từ 34-35 cm và chiều ngang từ 79,9-82,4 cm (trước khi thực nghiệm) chỉ còn 14,6-15,4 cm chiều sâu và 46-46,9 cm chiều ngang (chu kỳ tưới 2 ngày), 16,9-17,5cm chiều sâu và 43,2-43,8 cm chiều ngang (chu kỳ tưới 3 ngày), 19,2-20,2 cm chiều sâu và 40,3-41,9 cm chiều ngang (chu kỳ tưới 4 ngày). Rễ cây tại lô đối chứng Act phát triển hướng lên tầng canh tác nhưng bề ngang vẫn phát triển rộng theo vùng nước tưới, lô Bct và Cct vẫn có chiều sâu và chiều ngang tương đương với kết quả khảo sát trước khi thực nghiệm.

c) Năng suất cây trồng

Trong cùng một chu kỳ tưới, trọng lượng lá cây các lô có hệ thống tưới phun sương lớn hơn các lô còn lại. So sánh cùng mức tưới, trọng lượng lá cây các lô có chu kỳ tưới 2 ngày (trung bình 6,5-7,0 g/lá, đặc biệt có nhiều lá đạt 7,5-7,8 g/lá) lớn hơn các lô có chu kỳ tưới 3 và 4 ngày (trung bình 4,6-5,0 g/lá). Các lô đối chứng có trọng lượng lá tương đương các lô có mức tưới trung bình và ít nước (không có hệ thống tưới phun sương).

**** Cùng chu kỳ tưới:*** Trong chu kỳ 2 ngày, năng suất trong đợt thực nghiệm các lô được tưới phun sương tương đối đều nhau. Tại T1 và T3, năng suất lô A1 (mức tưới cao) cao nhất, tiếp theo lần lượt là các lô A2, A3, A'1, A'2, Act, A'3; tại T2, năng suất lô A2 (mức tưới trung bình) cao nhất, tiếp theo lần lượt là các lô A1, A3, A'1, A'2, Act, A'3.

Chu kỳ 3 ngày: năng suất trong đợt thực nghiệm các lô được tưới phun sương cũng tương đối đều nhau. Tại T1 và T2, năng suất lô B1 (mức tưới cao) cao nhất, tiếp theo lần lượt là các lô B2, B3, B'1, B'2, Bct, B'3; tại T3, năng suất lô B2 (mức tưới trung bình) cao nhất, tiếp theo lần lượt là các lô B1, B3, B'2, B'1, B'3, Bct.

Chu kỳ 4 ngày: năng suất trong đợt thực nghiệm các lô được tưới phun sương vẫn lớn hơn các lô còn lại, tuy nhiên năng suất đã giảm sự đồng đều so với chu kỳ 2 và 3 ngày. Tại T1 và T2, năng suất lô C1 (mức tưới cao) cao nhất, tiếp theo lần lượt là các lô C2, C3, Cct, C'1, C'2, C'3; tại T3, năng suất lô C1 (mức tưới cao) cao nhất, tiếp theo lần lượt là các lô C2, C3, C'2, C'1, Cct, C'3.

**** Cùng mức nước tưới:*** Lượng nước tưới của các lô trong từng mức tưới khá đều nhau nhưng năng suất của từng lô lại rất khác nhau. Năng suất của các lô có hệ thống tưới phun sương cải tạo khí hậu luôn cao hơn các lô tưới nhỏ giọt đơn thuần. Chu kỳ tưới 2 ngày là lớn nhất (lô A1, A2, A3, A'1, A'2 và A'3), tiếp theo là chu kỳ tưới 3 ngày (lô B1, B2, B3, B'1, B'2 và B'3) và thấp nhất là chu kỳ tưới 4 ngày (lô C1, C2, C3, C'1, C'2 và C'3). Các lô đối chứng tưới theo phương pháp cổ truyền mặc dù có lượng nước tưới lớn nhất nhưng năng suất chỉ tương đương các lô cùng chu kỳ có mức tưới trung bình và ít (không có hệ thống tưới phun sương).

Tương quan tuyến tính giữa năng suất và lượng nước tưới của các lô thực nghiệm chu kỳ tưới 2 và 3 ngày và các lô đối chứng có hệ số tương quan R^2 rất cao (từ 0.9135 - 0,9996), chu kỳ tưới 4 ngày có R^2 thấp hơn (từ 0,6637 - 0,8269) *(bảng 3, bảng 4 và hình 5)*.

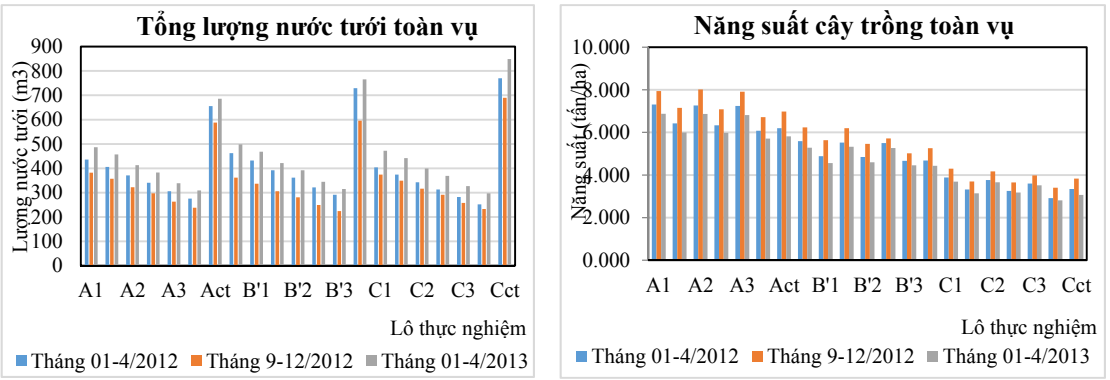
Thứ tự sắp xếp năng suất giữa các lô như sau: ***A1, A2, A3, A'1, A'2, A'3, Act > B1, B2, B3, B'1, B'2, B'3, Bct > C1, C2, C3, C'1, C'2, C'3, Cct.***



Hình 3. Vườn ươm giống và ruộng trồng nho lấy lá vào thời điểm thu hoạch



Hình 4. Đo kích thước và trọng lượng lá vào thời điểm thu hoạch



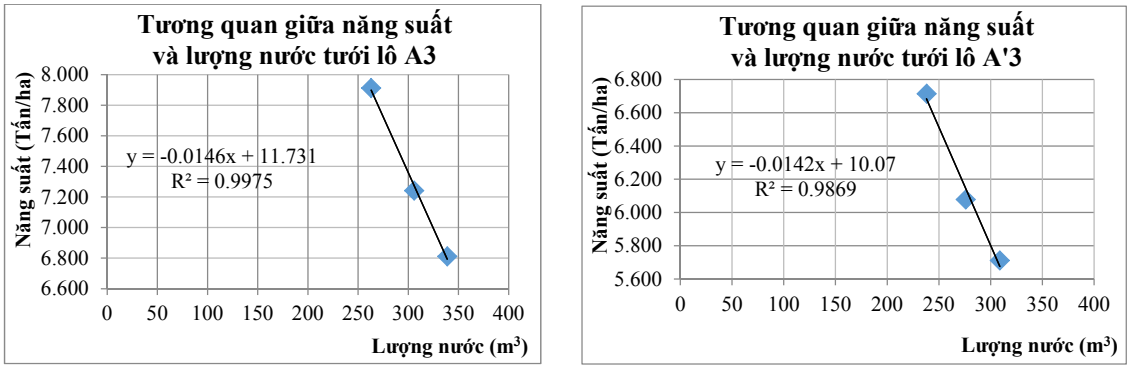
Hình 5. Tổng lượng nước tưới và năng suất cây trồng trong toàn mùa vụ

Bảng 3. Tổng lượng nước tưới, năng suất và hiệu quả sử dụng nước trong toàn mùa vụ

TT	Chu kỳ tưới	Mức tưới	Block	Lượng nước tưới Wi (t1) (1-4/2012)	Lượng nước tưới Wi (t2) (9-12/2012)	Lượng nước tưới Wi (t3) (1-4/2013)	Năng suất Yi (t1) (1-4/2012)	Năng suất Yi (t2) (9-12/2012)	Năng suất Yi (t3) (1-4/2013)	Hiệu quả sử dụng nước (WUE)(t1) (1-4/2012)	Hiệu quả sử dụng nước (WUE)(t2) (9-12/2012)	Hiệu quả sử dụng nước (WUE) (t3) (1-4/2013)
				(m^3)	(m^3)	(m^3)	(tấn/ha)	(tấn/ha)	(tấn/ha)	(tấn/ha.m^3.10^{-3})	(tấn/ha.m^3.10^{-3})	(tấn/ha.m^3.10^{-3})
1	2 ngày	m = 1,2	A1	436.055	382.023	486.836	7.308	7.939	6.876	16.758	20.781	14.124
			A'1	406.055	357.023	456.836	6.423	7.148	5.997	15.817	20.021	13.127
		m = 1,0	A2	370.950	322.519	412.838	7.263	8.017	6.868	19.578	24.857	16.636
			A'2	340.950	297.519	382.838	6.330	7.081	5.979	18.566	23.800	15.618
		m = 0,8	A3	305.844	263.015	338.841	7.242	7.912	6.811	23.677	30.082	20.101
			A'3	275.844	238.015	308.841	6.079	6.715	5.712	22.036	28.212	18.495
		Truyền thống	Act	655.355	587.887	685.680	6.196	6.976	5.816	9.454	11.866	8.482
2	3 ngày	m = 1,2	B1	462.129	361.870	498.531	5.589	6.237	5.281	12.094	17.235	10.593
			B'1	432.129	336.870	468.531	4.886	5.633	4.562	11.306	16.722	9.737
		m = 1,0	B2	391.821	305.725	421.728	5.520	6.195	5.324	14.087	20.263	12.624
			B'2	361.821	280.725	391.728	4.848	5.461	4.595	13.399	19.453	11.730
		m = 0,8	B3	321.514	249.580	344.925	5.496	5.718	5.263	17.093	22.910	15.258
			B'3	291.514	224.580	314.925	4.667	5.017	4.457	16.010	22.339	14.153
		Truyền thống	Bct	729.275	595.777	765.163	4.678	5.261	4.435	6.415	8.830	5.796
3	4 ngày	m = 1,2	C1	404.074	374.423	472.051	3.883	4.296	3.689	9.608	11.474	7.815
			C'1	374.074	349.423	442.051	3.318	3.694	3.141	8.869	10.572	7.106
		m = 1,0	C2	343.013	316.185	399.233	3.763	4.167	3.658	10.969	13.179	9.163
			C'2	313.013	291.185	369.233	3.253	3.651	3.174	10.391	12.538	8.596
		m = 0,8	C3	281.953	257.948	327.165	3.598	3.983	3.512	12.759	15.441	10.735
			C'3	251.953	232.948	297.165	2.916	3.406	2.813	11.574	14.621	9.466
		Truyền thống	Cct	769.677	689.693	848.880	3.345	3.828	3.064	4.345	5.550	3.609

Bảng 4. Quan hệ tương quan giữa năng suất cây trồng và lượng nước tưới

Lô	Chu kỳ tưới 2 ngày	Lô	Chu kỳ tưới 3 ngày	Lô	Chu kỳ tưới 4 ngày
A1	y = -0,0102x + 11,793 R^2 = 0,9919	B1	y = -0,0069x + 8,7362 R^2 = 0,9963	C1	y = -0,0056x + 6,304 R^2 = 0,8269
A'1	y = -0,0115x + 11,204 R^2 = 0.9748	B'1	y = -0,0081x + 8,3584 R^2 = 0,9992	C'1	y = -0,0053x + 5,4241 R^2 = 0,7952
A2	y = -0,0128x + 12,101 R^2 = 0,9813	B2	y = -0,0076x + 8,5088 R^2 = 0,9988	C2	y = -0,0055x + 5,7939 R^2 = 0,7448
A'2	y = -0,0129x + 10,87 R^2 = 0,962	B'2	y = -0,0078x + 7,6401 R^2 = 0,9994	C'2	y = -0,0052x + 5,0382 R^2 = 0,6637
A3	y = -0,0146x + 11,731 R^2 = 0,9975	B3	y = -0,0044x + 6,8285 R^2 = 0,9135	C3	y = -0,0062x + 5,4805 R^2 = 0,7466
A'3	y = -0,0142x + 10,07 R^2 = 0,9869	B'3	y = -0,006x + 6,3714 R^2 = 0,9837	C'3	y = -0,008x + 5,1232 R^2 = 0,6889
Act	y = -0,0118x + 13,924 R^2 = 0,9996	Bct	y = -0,0047x + 8,0922 R^2 = 0,9923	Cct	y = -0,0048x + 7,1065 R^2 = 0,9778



Hình 6. Biểu đồ quan hệ tương quan giữa năng suất cây trồng và lượng nước tưới

3.3. Hiệu quả sử dụng nước (Water Use Efficiency - WUE)

Tính toán hiệu quả sử dụng nước rất quan trọng và hữu ích, giúp so sánh giữa các phương pháp tưới và việc tiết kiệm nước của toàn hệ thống tưới để góp phần xác định chế độ tưới thích hợp nhất cho cây trồng. Hiệu quả sử dụng nước được tính toán cho tất cả các lô như sau:

$$WUE = Yi/Ii \quad (tấn/ha.mm) \quad (6)$$

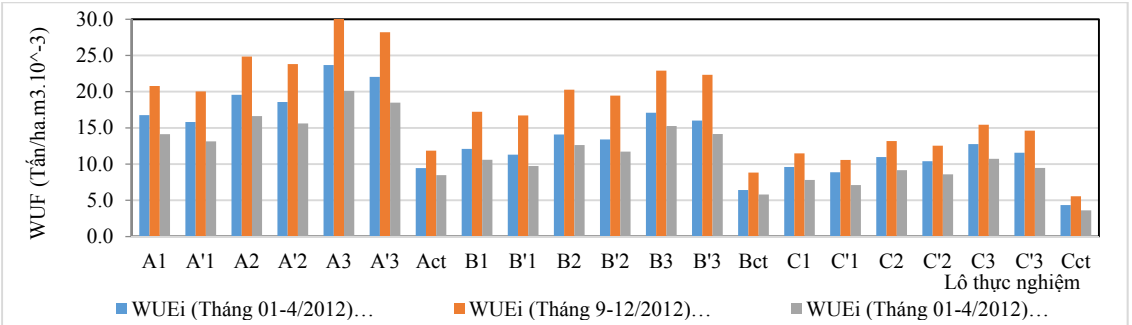
Trong đó: *WUE: Hiệu quả sử dụng nước (tấn/ha.mm)*

Yi: Năng suất của Lô thứ i (tấn/ha)

Ii: Lượng nước tưới cho Lô thứ i (mm)

Các lô có lắp đặt hệ thống tưới phun sương (cải tạo vi khí hậu) có hiệu quả sử dụng nước cao hơn các lô tưới nhỏ giọt đơn thuần và lô tưới bằng phương pháp cổ truyền. Các lô thuộc chu kỳ tưới 2 ngày có hiệu quả sử dụng nước cao hơn chu kỳ tưới 3 và 4 ngày. Trong các chu kỳ tưới, các lô có mức nước tưới thấp đạt hiệu quả sử dụng nước cao nhất, tiếp đến là mức tưới trung bình và mức tưới cao. Các lô đối chứng có hiệu quả thấp hơn rất nhiều so với các lô áp dụng kỹ thuật tưới tiết kiệm nước, đây chính là ưu điểm của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước so với phương pháp tưới cổ truyền. Như vậy, với mức nước tưới trung bình và ít của chu kỳ tưới ngắn ngày thì hiệu quả của sự tiết kiệm nước và tăng năng suất cây trồng là rất rõ ràng *(bảng 3 và hình 5)*.

Thứ tự sắp xếp về hiệu quả sử dụng nước như sau: ***A3 > A'3 > A2 > A'2 > B3 > B'3 > A1 > A'1 > B2 > B'2 > B1 > B'1 > C3 > C'3 > C2 > C'2 > Act > C1 > C'1 > Bct > Cct***



Hình 7. Hiệu quả sử dụng nước tưới toàn mùa vụ

3.4 Chế độ tưới cho cây nho lấy lá bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt

Qua những phân tích về sự phát triển và năng suất của cây trồng, kết hợp với phân tích hiệu quả sử dụng nước của chế độ tưới tiết kiệm nước, đã chỉ ra rằng, cây nho lấy lá trong lô A3 và A'3 (mức nước tưới ít với chu kỳ tưới 2 ngày) phát triển tốt và đạt hiệu quả cao nhất. Vì thế, kết quả thiết kế và phân tích thực nghiệm tưới của lô A3 và A'3 được lựa chọn để thiết lập chế độ tưới cho cây nho lấy lá bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt. Cụ thể như sau:

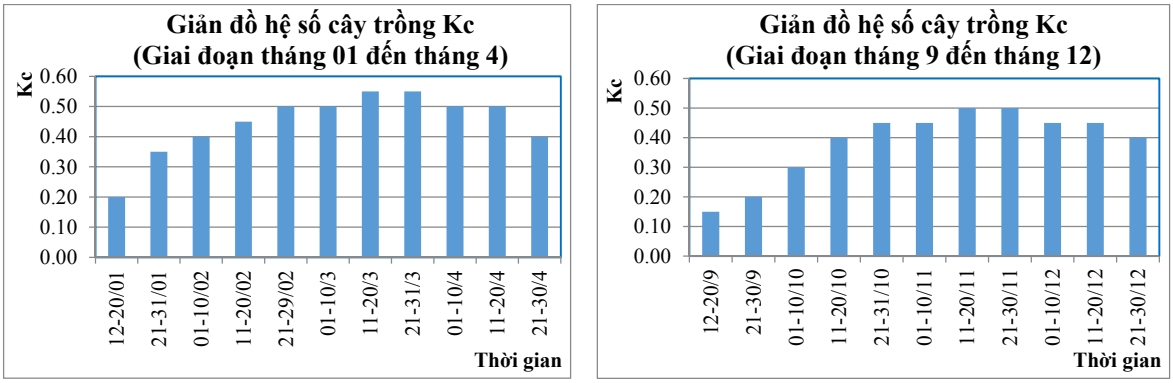
(1) Tổng thời gian sinh trưởng của nho lấy lá khoảng 4 tháng.

(2) Chu kỳ tưới là 2 ngày; Mức nước tưới nhỏ giọt cho cây trồng là mức ít nước (m=0,8).

(3) Lượng nước tưới nhỏ giọt (Im) được tính toán từ kết quả bốc thoát hơi hàng ngày (ETo) và hệ số nhu cầu nước tưới (Kc) theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây.

Bảng 5. Hệ số nhu cầu nước Kc theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây nho lấy lá

Giai đoạn sinh trưởng	Cây mầm phát triển	Cây phát triển hướng lên đỉnh giàn		Cây phát triển hướng xuống	Cắt đỉnh giàn lần 1	Cây phát triển hướng xuống	Cây phát triển hướng xuống	Cắt đỉnh giàn lần 2	Cây phát triển hướng xuống	Cây phát triển hướng xuống	Cây phát triển hướng xuống
Thời gian	12-20/01	21-31/01	01-10/02	11-20/02	21-29/02	01-10/3	11-20/3	21-31/3	01-10/4	11-20/4	21-30/4
Kc	0,2	0,35	0,4	0,45	0,5	0,5	0,55	0,55	0,5	0,5	0,4
Thời gian	12-20/9	21-30/9	01-10/10	11-20/10	21-31/10	01-10/11	11-20/11	21-30/11	01-10/12	11-20/12	21-30/12
Kc	0,15	0,2	0,3	0,4	0,45	0,45	0,5	0,5	0,45	0,45	0,4



Hình 8. Giản đồ hệ số nhu cầu nước tưới cho cây nho lấy lá bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Quá trình phát triển và thời gian thu hoạch sản phẩm lá nho ở các lô tưới bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt có bổ sung hệ thống tưới phun sương (cải tạo vi khí hậu) nhanh và tập trung hơn so với các lô tưới nhỏ giọt đơn thuần và các lô đối chứng. So sánh cùng mức nước tưới thì cây trồng các lô có chu kỳ tưới ngắn ngày phát triển nhanh và có thời gian thu hoạch sớm, năng suất cao hơn các lô có chu kỳ tưới dài ngày hơn. Năng suất cây trồng các lô đối chứng chỉ tương đương các lô có mức tưới trung bình và ít nước (không có hệ thống tưới phun sương).

Tổng lượng nước tưới của kỹ thuật tưới nhỏ giọt trong từng lô (từ lô A1 đến lô C'3) đều thấp hơn các lô đối chứng. Các lô có lắp đặt hệ thống tưới phun sương có hiệu quả sử dụng nước cao hơn các lô tưới nhỏ giọt đơn thuần và lô đối chứng. Các lô thuộc chu kỳ tưới 2 ngày có hiệu quả sử dụng nước cao hơn chu kỳ tưới 3 và 4 ngày. Trong cùng chu kỳ tưới, các lô có mức tưới thấp đạt hiệu quả sử dụng nước cao nhất, tiếp đến là mức tưới trung bình và mức tưới cao. Các lô đối chứng có hiệu quả thấp hơn khá nhiều so với các lô áp dụng kỹ thuật tưới tiết kiệm nước. Đây thật sự là ưu điểm của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước so với phương pháp tưới cổ truyền.

Kỹ thuật tưới nhỏ giọt vừa tiết kiệm rất nhiều nước vừa đảm bảo sự phân bố độ ẩm đều nhau trong tầng đất canh tác (trong vùng hoạt động của bộ rễ tiềm năng), tạo môi trường tốt về không khí, nhiệt độ, độ ẩm giúp cây trồng tăng khả năng trao đổi chất và quang hợp, không làm xói mòn hoặc đóng váng trên bề mặt đất cũng như nén chặt hoặc phá vỡ cấu tượng đất.

Điều quan trọng đối với vùng khô hạn là lượng bốc thoát hơi nước bề mặt khá lớn, đặc điểm thổ nhưỡng chủ yếu là đất cát mịn hoặc cát pha sét với khả năng trữ ẩm kém, thì chu kỳ tưới dài ngày (4 ngày hoặc dài hơn) là không thích hợp và rất lãng phí nước, bởi trong những ngày cuối của chu kỳ tưới, cây thường thiếu nước, lá và ngọn cây có biểu hiện bị héo vào khoảng từ 10g30-16g00 trong ngày. Kết quả quan trắc các yếu tố khí tượng cho thấy việc tưới nước vào buổi sáng là hợp lý nhất, để cây hấp thụ đủ nước phục vụ quang hợp, bốc thoát hơi nước và trao đổi chất, giúp cây trồng sinh trưởng và phát triển tốt.

Chế độ tưới cho cây nho lấy lá bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt được thiết lập dựa trên cơ sở kết quả phân tích thực nghiệm, chọn mức nước tưới thấp và chu kỳ tưới 2ngày. Kết quả này rất thích hợp cho cây trồng phát triển và đạt năng suất cao, đồng thời tiết kiệm nước tưới tại vùng khô hạn. Kết quả này sẽ được ứng dụng để phát triển sản xuất nông nghiệp một cách hiệu quả.

Nghiên cứu chuyên sâu cần thực hiện với dự báo ngắn ngày về các điều kiện tự nhiên như nắng, mưa, gió, nhiệt độ, độ ẩm không khí… để tính toán lượng nước tưới và tìm ra tác động của các yếu tố khí hậu thực tế đến sự phát triển của cây nho lấy lá.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hà Học Ngô. *Chế độ tưới nước cho cây trồng*. Nhà xuất bản Nông nghiệp. 1977.
2. Trần Kông Tấu, Nguyễn Thị Dần. *Độ ẩm với cây trồng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp. 1996.
3. FAO. *Local Economic Irrigation Report*. 1995.
4. Dan Goldberg, Baruch Gornat, Daniel Rimon. *Drip Irrigation Principles, design and agricultural practices*. Isreael, 1976.
5. Ed Hellman. *Irrigation Scheduling of Grapevines with Evapotranspiration Data. Texas A&M Agrilife Extension, 2015.*
6. Richard H.Cuerca. *Irrigation System Design An Engineering Approach*. New Jersey 07632. 1989.

7. Lê Sâm. *Kỹ thuật tưới tiết kiệm nước*. Nhà xuất bản Nông nghiệp. 2002.

8. Tran Thai Hung, Xing Wengang, Hoang Cam Chau. *Research on suitable drip irrigation schedule for tomato*, Center for Science and Technology Development, Ministry of Education, China. ISSN 1673-7180. 2008.

9. Trần Thái Hùng, Nguyễn Văn Lân, Lê Sâm. *Nghiên cứu đánh giá tiềm năng và đề xuất giải pháp khai thác sử dụng hợp lý và bền vững tài nguyên nước phục vụ phát triển nông thôn mới vùng Duyên hải miền Trung. Tạp chí KH&CN Thủy lợi*, số 21, pp.32 - 40. 2014.

10. Trần Thái Hùng, Võ Khắc Trí, Lê Sâm. *Nghiên cứu đề xuất giải pháp khoa học và công nghệ về hạ tầng cơ sở thủy lợi phục vụ phát triển cây nho lấy lá xuất khẩu tại tỉnh Bình Thuận.* Tạp chí Nông nghiệp và PTNT (chuyên đề Bảo vệ môi trường trong ngành Nông nghiệp & PTNT), pp.11-19. 2014.

11. Trần Thái Hùng, Võ Khắc Trí, Lê Sâm. *Nghiên cứu diễn biến lan truyền thấm trong đất của kỹ thuật tưới nhỏ giọt cho cây nho lấy lá trên vùng khan hiếm nước*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, số 11. pp.8-12. 2015.

12. Tran Thai Hung, Vo Khac Tri, Le Sam. *Research on Infiltration Spread in Soil of Drip Irrigation Technique for Grape Leaves at the Water Scarce Region of Vietnam.* International Journal of Agricultural Science and Technology (ISSN: 2327-7645), DEStech Publications, Inc. USA. 2016.

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Quang Trung

MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ SẢN XUẤT LÚA VỤ THU ĐÔNG Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

SOME PROBLEMS ON AUTUMN-WINTER CROP IN THE MEKONG DELTA

ThS. Nguyễn Văn Hoạt, TS. Hoàng Quốc Tuấn, GS. TS. Tăng Đức Thắng
PGS. TS. Nguyễn Thanh Hải, ThS. Phạm Văn Giáp, KS. Vũ Quang Trung

TÓM TẮT

Sản xuất nông nghiệp nói chung và sản xuất lúa (đặc biệt là vụ Thu Đông) ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đang có những biến động lớn, do sự biến động về nguồn nước, kinh nghiệm sản xuất và khả năng thị trường. Vẫn còn rất nhiều quan điểm về cơ cấu mùa vụ và hiệu quả sản xuất, đặc biệt là lúa, trên các vùng khác nhau, vấn đề chuyển đổi các loại cây/con thay lúa vẫn đang là vấn đề nóng. Nhằm bổ sung thêm các căn cứ khoa học cho việc xây dựng mùa vụ hợp lý trên đồng bằng, bài báo này sẽ cung cấp một số kết quả nghiên cứu liên quan đến sản xuất lúa, trong đó lúa Thu Đông vùng lũ và sự thay đổi nguồn nước về đồng bằng là những quan tâm chính. Một số vấn đề sâu hơn về nguồn nước trong tương lai sẽ được đề cập trong thời gian tới.

ABSTRACT

Rice is most popular in the Mekong delta in term of agriculture, and Autumn-Winter rice crop is more and more planted. There are some problems (disadvantages) that affects seriously on this agricultural production, in which change of water source is considered as the most important thing. This paper presents some issues about mentioned.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vụ Thu Đông ở ĐBSCL được sản xuất trong mùa mưa lũ, đang được phát triển mạnh mẽ trong những năm vừa qua. Đây là vụ lúa còn nhiều điểm gây tranh cãi trong nhiều năm qua, với hai luồng ý kiến ủng hộ và phản đối với những lập luận khác nhau.

Luồng ý kiến ủng hộ sản xuất lúa vụ Thu Đông vùng ngập lũ cho rằng việc sản xuất trong mùa mưa lũ thuận lợi cả về sản xuất và tiêu thụ, chỉ hạn chế là hạ tầng đê bao cần đảm bảo chống lũ [1, 2, 4]. Hơn nữa, các vùng được bao đê thuận lợi cho phát triển hạ tầng và an sinh, chủ động hơn cho việc chuyển đổi mô hình sản xuất. Luồng ý kiến phản đối cho rằng vụ Thu Đông phát triển sẽ dẫn đến bao đê trên vùng ngập vừa và sâu do đó sẽ có tác động xấu đến chế độ lũ trên đồng bằng, gây ngập kéo dài, xói lở sông kênh, suy thoái và ô nhiễm đất đai. Mặt khác, thu hoạch từ vụ lúa Thu Đông không lớn,... [1,2,4]. Thực tế là, vụ Thu Đông vẫn đang rất phát triển và vẫn đang là mong đợi ở nhiều vùng còn chưa được bao đê sản xuất. Đây là vấn đề rất phức tạp, cần phải được nghiên cứu và trả lời thỏa đáng.

Nhằm có thêm một số thông tin liên quan đến vấn đề trên, bài báo này sẽ làm rõ một số vấn đề về sản xuất vụ Thu Đông trong thời gian qua ở Đồng bằng. Những nghiên cứu tiếp theo sẽ cung cấp thêm các cơ sở khoa học của vụ Thu Đông.

2. HIỆN TRẠNG SẢN XUẤT VỤ LÚA THU ĐÔNG VÙNG NGẬP LŨ

2.1. Vụ lúa Thu Đông ở ĐBSCL

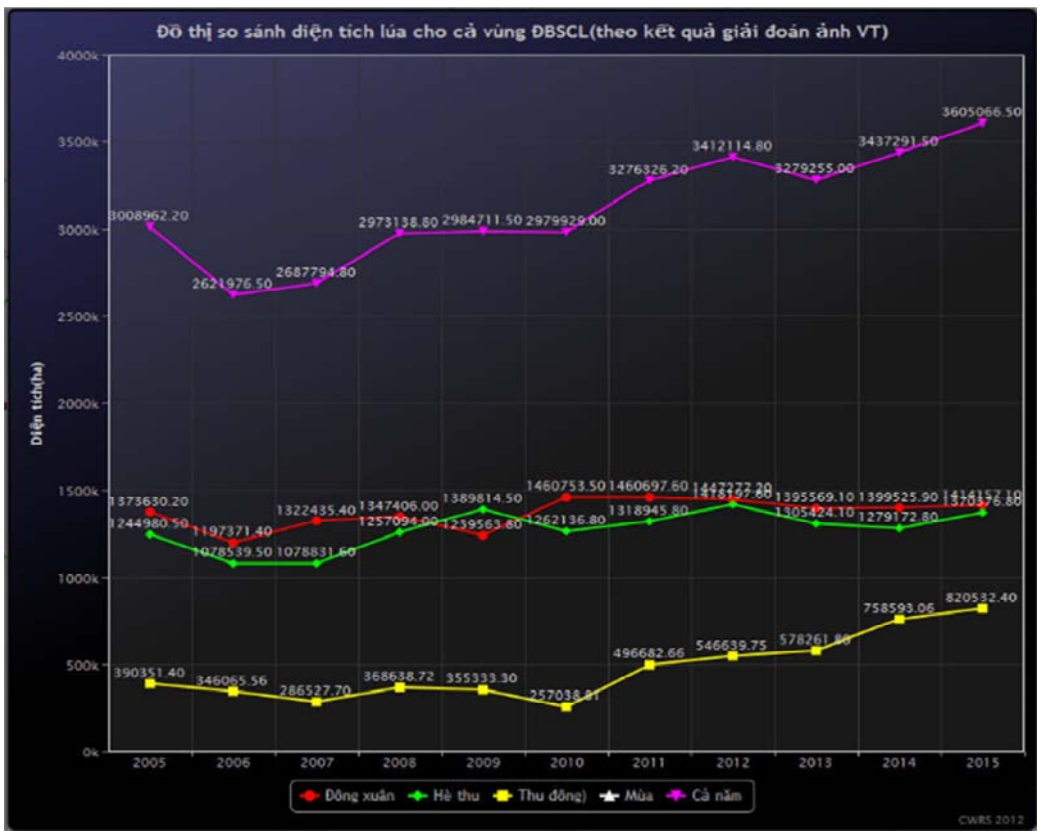
Ở ĐBSCL lúa vụ Thu Đông là vụ lúa thứ hai hoặc thứ ba trong hệ thống canh tác 2 vụ lúa (Hè Thu – Thu Đông) và 3 vụ lúa (Đông Xuân – Hè Thu – Thu Đông).

Giống lúa gieo cấy vụ Thu Đông có thời gian ngắn (≤ 125 ngày), không cảm quang.

Thời vụ tốt nhất gieo cấy vụ lúa Thu đông tập trung từ ngày 15 tháng 7 đến ngày 30 tháng 8 và kết thúc thu hoạch trước 30 tháng 12.

2.2. Phân bố và diện tích vụ lúa Thu Đông

Hình 1 giới thiệu quá trình phát triển các vụ lúa, trong đó có vụ Thu Đông ở ĐBSCL (theo phương pháp giải đoán ảnh vệ tinh, Nguyễn Đăng Vỹ, [1]).



Hình 1. Sự thay đổi diện tích sản xuất các vụ Đông Xuân, Hè Thu, Thu Đông, Mùa vùng ĐBSCL theo phương pháp giải đoán ảnh vệ tinh.

Nguồn:[1], Nguyễn Đăng Vỹ, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Bằng phương pháp khảo cứu thực tế và dựa vào các tài liệu thống kê các cấp ở các địa phương (tỉnh, huyện), nghiên cứu đã tổng hợp và phân tích quá trình sản xuất lúa ở Đồng bằng sông Cửu Long, chi tiết được giới thiệu trong Bảng 1, và Hình 2, trong đó lúa vụ Thu Đông đã được quan tâm đặc biệt.

Bảng 1. Diễn biến diện tích – năng suất – sản lượng các vụ lúa vùng ĐBSCL

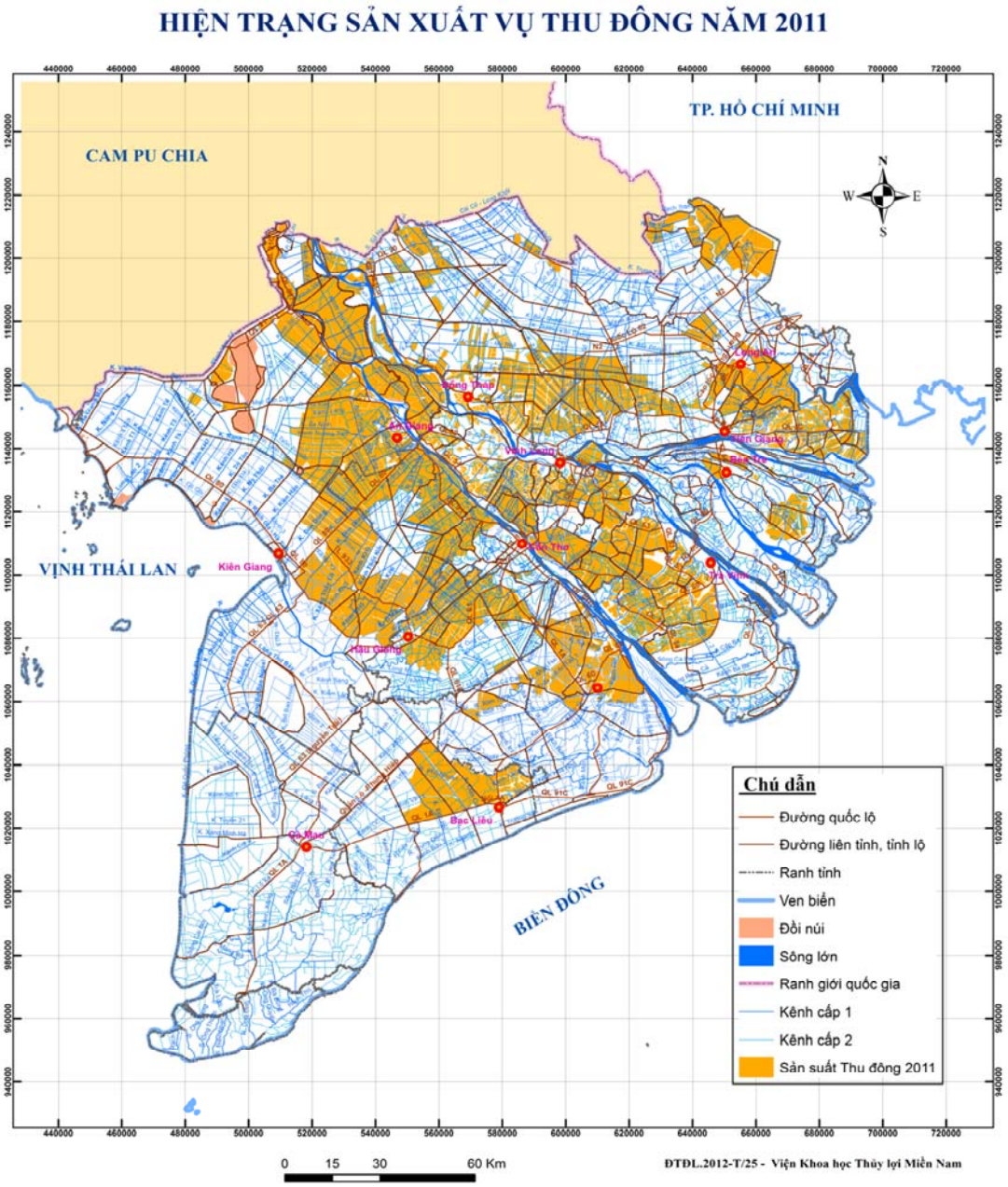
ĐVT: DT: 1.000 ha, NS: tấn/ha, SL: 1.000 tấn

TT	Hạng mục	Năm 2000	Năm 2005	Năm 2010	Năm 2012	Năm 2013	So sánh (tăng + giảm -)			
							2013/2010	2010/2000	2005/2000	2010/2005
	Lúa cả năm									
	Diện tích	3.947,50	3.826,10	3.948,70	4.184,00	4.337,90	389,20	1,20	-121,40	122,60
	Năng suất	4,28	5,04	5,47	5,81	5,76	0,29	1,19	0,76	0,43
	Sản lượng	16.913,60	19.298,40	21.601,30	24.320,80	24.993,00	3.391,70	4.687,70	2.384,80	2.302,90
1	***Lúa Đông xuân***									
	Diện tích	1.520,60	1.478,70	1.564,60	1.580,20	1.599,50	34,90	44,00	-41,90	85,90
	Năng suất	5,29	6,14	6,57	6,86	6,79	0,22	1,28	0,85	0,43
	Sản lượng	8.039,80	9.077,40	10.275,80	10.834,20	10.861,30	585,50	2.236,00	1.037,60	1.198,40
2	***Lúa Hè Thu***									
	Diện tích	1.676,60	1.547,80	1.651,20	1.685,20	1.706,50	55,30	-25,40	-128,80	103,40
	Năng suất	3,82	4,55	4,86	5,35	5,28	0,42	1,04	0,73	0,31
	Sản lượng	6.411,00	7.047,00	8.023,70	9.017,40	9.016,20	992,50	1.612,70	636,00	976,70
3	***Lúa Mùa***									
	Diện tích	316,90	191,70	223,60	391,30	405,50	181,90	-93,30	-125,20	31,90
	Năng suất	2,79	3,58	3,91	4,62	4,63	0,72	1,12	0,79	0,33
	Sản lượng	885,10	686,80	875,00	1.809,60	1.877,20	1.002,20	-10,10	-198,30	188,20
4	***Lúa Thu Đông***									
	Diện tích	433,40	607,90	509,30	527,30	626,40	117,10	75,90	174,50	-98,60
	Năng suất	3,64	4,09	4,76	5,04	5,17	0,40	1,12	0,45	0,67
	Sản lượng	1.577,70	2.487,20	2.426,80	2.659,60	3.238,30	811,50	849,10	909,50	-60,40

Nguồn: [1], Niên giám Thống kê các tỉnh, thành phố vùng ĐBSCL 2000, 2005, 2010 và 2012, 2013 theo Thống kê nông lâm nghiệp – thủy sản của Cục Trồng trọt.

Ghi chú:

- *Theo thống kê nông lâm nghiệp – thủy sản năm 2012 tổng DT lúa Thu Đông 527,3 ha (trồng ở 7 tỉnh) NS 5,04 tấn/ha, tổng SL 2.659.600,0 tấn.*
- *Theo thống kê của các tỉnh (TP) vùng ĐBSCL năm 2012 tổng DT lúa Thu Đông là 844.900 ha, NS 5,09 tấn/ha, SL 4.301.400,0 tấn.*
- *Các địa phương chưa thống nhất khi thống kê giữa lúa Mùa và lúa Thu đông nên số liệu có sai khác.*



Hình 2. Bản đồ sản xuất vụ Thu Đông và Mùa vùng ĐBSCL
(Nguồn: Đề tài cấp Nhà nước ĐTĐL.2012-T/25, 2015)

Từ các số liệu trên, có thể nhận định rằng phạm vi sản xuất vụ Thu Đông đang không ngừng tăng lên và đang dần đến ổn định (tương ứng với đáp ứng của hạ tầng), trong khi đó vụ Hè Thu có xu hướng giảm nhẹ. Xu thế này còn thay đổi trong thời gian tới, khi mà nguồn nước cho sản xuất trên Đồng bằng đang có nhiều biến động.

2.3. Hiệu quả kinh tế lúa Thu Đông

Từ số liệu khảo cứu thực tế mang tính đại diện cho một số vùng có sản xuất vụ

Thu Đông ở ĐBSCL, kết quả phân tích hiệu ích kinh tế của sản xuất của các vụ trong năm được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Hiệu quả tài chính - kinh tế của 3 vụ lúa phân theo các vùng ngập nông - ngập sâu, ngọt hóa và theo hệ thống canh tác lúa vùng ĐBSCL (bình quân 1 ha)

TT	Hạng mục	Đơn vị tính	Chia theo vụ lúa			Hệ thống canh tác lúa có vụ Thu đông	
			Vụ Đông xuân	Vụ Hè thu	Vụ Thu đông	2 vụ lúa HT - TĐ	3 vụ lúa ĐX-HT-TĐ
I	**VÙNG NGẬP NÔNG**						
1	Mức năng suất lúa	tấn/ha	6,50	5,40	**5,00**	10,40	16,90
2	Tổng chi phí sản xuất	triệu đồng	22,79	22,69	**19,90**	42,59	65,37
	Trong đó: Lao động	triệu đồng	5,70	4,40	**5,50**	9,90	15,60
3	Tổng giá trị sản lượng	triệu đồng	35,75	29,43	**27,50**	56,93	92,68
4	Giá thành 1 kg lúa	đồng/kg	3.506	4.201	**3.960**	4.015	3.862
5	Tổng số lãi	triệu đồng	12,96	6,75	**7,60**	14,35	27,31
6	Tổng thu nhập	triệu đồng	18,66	11,15	**13,10**	24,25	42,91
7	Hạch toán						
	+ Tổng lãi/Tổng thu	%	36,25	22,92	**27,64**	25,20	29,46
	+ Tổng lãi/Tổng chi	%	56,87	29,73	**38,19**	33,69	41,77
II	**VÙNG NGẬP SÂU**						
1	Mức năng suất lúa	tấn/ha	6,85	5,25	**5,40**	10,65	17,50
2	Tổng chi phí sản xuất	triệu đồng	22,74	20,69	**19,49**	40,18	62,92
	Trong đó: Lao động	triệu đồng	6,50	4,40	**5,50**	9,90	16,40
3	Tổng giá trị sản lượng	triệu đồng	37,68	28,61	**29,70**	58,31	95,99
4	Giá thành 1 kg lúa	đồng/kg	3.320	3.940	**3.620**	3.768	3.593
5	Tổng số lãi	triệu đồng	14,93	7,93	**10,21**	18,14	33,07
6	Tổng thu nhập	triệu đồng	21,43	12,33	**15,71**	28,04	49,47
7	Hạch toán						
	+ Tổng lãi/Tổng thu	%	39,64	27,71	**34,38**	31,10	34,45
	+ Tổng lãi/Tổng chi	%	65,66	38,33	**52,39**	45,15	52,56
III	**VÙNG NGỌT HÓA**						
1	Mức năng suất lúa	tấn/ha	5,90	5,50	**5,00**	10,50	16,40
2	Tổng chi phí sản xuất	triệu đồng	21,24	21,23	**19,34**	40,57	61,81
	Trong đó: Lao động	triệu đồng	5,60	4,45	**4,95**	9,40	15,00
3	Tổng giá trị sản lượng	triệu đồng	32,45	29,98	**28,60**	58,58	91,03
4	Giá thành 1 kg lúa	đồng/kg	3.600	3.860	**3.720**	3.792	3.724
5	Tổng số lãi	triệu đồng	11,21	8,75	**9,26**	18,00	29,21
6	Tổng thu nhập	triệu đồng	16,81	13,20	**14,21**	27,40	44,21
7	Hạch toán						
	+ Tổng lãi/Tổng thu	%	34,55	29,17	**32,36**	30,73	32,09
	+ Tổng lãi/Tổng chi	%	52,78	41,19	**47,85**	44,37	47,26

Nguồn: Điều tra nông hộ trồng lúa năm 2012

Số liệu phân tích trên cho thấy việc sản xuất nông nghiệp nếu chỉ tập trung vào lúa thì lợi nhuận sẽ không cao, việc tìm kiếm các cơ cấu, mô hình khác là cần thiết. Mặt khác, lợi ích vụ Thu Đông đang cao hơn vụ Hè Thu, kém một ít so với vụ Đông Xuân.

3. MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ SẢN XUẤT VỤ LÚA THU ĐÔNG VÙNG NGẬP LŨ

3.1. Xu thế về nguồn nước trên Đồng bằng

Hiện nay, nguồn nước về ĐBSCL đã có sự thay đổi đáng kể. Về tổng lượng dòng chảy năm, không có sự thay đổi nhiều dù có sự gia tăng sử dụng nước từ các nước thượng nguồn. Sự thay đổi chính là do hệ thống hồ chứa (thủy điện Trung Quốc và các hồ dòng nhánh) điều tiết nước mùa mưa sang mùa khô, theo đó mùa lũ lượng nước về sẽ giảm và mùa khô lượng nước về sẽ tăng. Điều này đã dẫn đến các tình huống và khả năng sau:

- Với những năm lũ lớn, các hồ thượng lưu có khả năng giảm một phần lũ về Đồng bằng, nhất là việc cắt lũ (tích nước) được thực hiện chính vào thời kỳ lũ cao. Tuy vậy, với những năm lũ tương đối lớn trở xuống, việc cắt lũ đã làm cho lũ về bị giảm nhỏ, thậm chí rất đáng kể. Đây là hạn chế của các hồ thượng lưu.
- Do đặc tính kinh tế của việc sử dụng hồ phát điện, phần lớn các hồ thường tích nước vào cuối mùa mưa (trước mùa khô) và đầu mùa mưa (cuối mùa khô) để gia tăng cột nước và do đó gia tăng điện năng. Điều này đã gây tác động lớn đến các vùng ven biển làm gia tăng khả năng xâm nhập mặn sớm (trước từ cuối tháng 1, nay từ cuối tháng 12) và kéo dài (trước là cuối tháng 5, nay có thể kéo cuối tháng 5, thậm chí sang tháng 6). Điều này đã được ghi nhận khá rõ từ năm 2012 trở lại đây. Cũng cần chú ý rằng, do xâm nhập mặn sớm nên vụ Thu Đông và Đông Xuân ở các vùng này chịu ảnh hưởng, nhất là vụ Đông Xuân.
- Mặc dù lưu lượng về mùa khô sẽ được các hồ chứa bổ sung và do đó xâm nhập mặn vào thời kỳ cao điểm (tháng 3, 4) được giảm nhẹ. Tuy vậy, nếu việc vận hành không đúng quy trình, cắt giảm lượng nước từng giai đoạn mùa khô cũng sẽ gây hậu quả rất nghiêm trọng. Như vậy, nếu xét về tác dụng điều tiết các hồ để giảm mặn cho Đồng bằng, thì việc này chỉ thực hiện được khi quy trình vận hành phải hợp lý và điều chỉnh mềm dẻo.

Trong mấy năm qua, một số trường hợp vận hành chưa hợp lý của các hồ cũng đã được ghi nhận. Vấn đề này cần phải được giải quyết trong tương lai.

3.2. Xu thế về cơ cấu mùa vụ

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu đang ngày một diễn ra mạnh hơn, tính biến động của các yếu tố khí hậu, khí tượng – thủy văn trên lưu vực Mê Kông càng trở nên dị thường hơn. Cùng với việc vận hành các hồ chứa thượng nguồn khó ở trong tầm kiểm soát, do vậy nguồn nước về Đồng bằng sẽ biến động lớn (như đã phân tích ở 2.1), xem Tô Quang Toản, 2015, [7]. Tác động lớn nhất của biến động đó sẽ rất nghiêm trọng với các vùng ven biển, nơi mà xâm nhập mặn thay đổi rất nhạy với dòng chảy từ thượng lưu.

Trên thực tế, hiện nay vụ Thu Đông và đặc biệt là vụ Đông Xuân (vụ chủ lực) chịu ảnh hưởng lớn của mặn (năm 2013, 2015), kéo theo các vụ khác trong chuỗi cơ cấu

mùa vụ bị ảnh hưởng. Trong một số vùng có thể điều chỉnh được lịch thời vụ, nhưng một số vùng không điều chỉnh được và phải bỏ vụ (bỏ Hè Thu, thậm chí có thể phải bỏ Đông Xuân vùng cách bờ biển trong vòng 20-30 km).

Do việc thay đổi và suy giảm sản xuất nông nghiệp ở các vùng ven biển, cán cân sản xuất nông nghiệp muốn được duy trì như hiện nay thì việc sản xuất mạnh mẽ hơn ở vùng thượng đồng bằng (nơi chịu tác động của lũ hàng năm nhưng lại dồi dào về nước quanh năm) là một định hướng có cơ sở khoa học và tính khả thi cao; trong đó việc sản xuất trong mùa mưa lũ để tận dụng nguồn nước ngọt phong phú là một sự lựa chọn. Với điều kiện thị trường khó khăn hiện nay, việc sản xuất vụ Thu Đông dường như chưa có giải pháp thay thế, và vẫn đang liên tục phát triển. Việc thực hiện chuyển đổi này đã diễn ra từ lâu và nhiều kinh nghiệm đã được đúc kết, dù vậy các bất cập vẫn còn nhiều đối với loại hình sản xuất này.

3.3. Một số bất cập cần giải quyết

Như đã đề cập ở trên, sản xuất vụ Thu Đông cùng thời gian với mùa mưa lũ trên Đồng bằng, do đó cần phải giải quyết các vấn đề liên quan đến chống lũ và tiêu úng (do mưa nội vùng). Thực tế sản xuất trên Đồng bằng bộc lộ một số vấn đề sau:

- Về chống lũ, hiện trạng cho thấy đê bao, bờ bao một số vùng chưa đảm bảo. Các vùng ngập sâu như An Giang, Đồng Tháp vẫn còn một số ô bao triệt để nhưng đê chưa đảm bảo, còn thấp và yếu. Một số vùng ngập nông (Hậu Giang, Kiên Giang) nơi khá thuận lợi cho vụ Thu Đông, cũng chưa có được hệ thống đê bao bờ bao chắc chắn.
- Thiếu công trình chống ngập úng. Ngoài một số vùng gần biển, ven các cửa sông Mê Kông là có thể tiêu úng (do mưa) chủ động dựa vào chân triều, còn lại phải dùng trạm bơm. Hiện nay trạm bơm điện tuy đã phát triển nhưng vẫn còn thiếu rất nhiều, bơm dầu vẫn còn phổ biến. Việc thay thế dần bằng bơm điện đã có chủ trương của nhà nước, nhưng việc triển khai vẫn còn chậm.
- Đối với một số vùng ngập nông, đê bao thấp cho phép tràn (như hạ Long An, hạ Đồng Tháp, một phần Kiên Giang, Hậu Giang, Cần Thơ,...), vụ Thu Đông được canh tác theo hình thức né lũ, theo đó việc canh tác phải đảm bảo thu hoạch trước khi lũ về. Đây là hình thức hợp lý, dựa vào kinh nghiệm, nhưng đôi khi gặp rủi ro khi lũ về sớm. Vấn đề dự báo, cảnh báo lũ là rất quan trọng đối với loại hình sản xuất này, nhưng cho đến nay việc cảnh báo dài đến 3 tháng (tương ứng thời điểm xuống giống) vẫn còn chưa đạt được độ tin cậy cần thiết.

Những vấn đề vừa nêu hiện vẫn đang được hoàn thiện dần ở các địa phương và các chủ trương đầu tư hệ thống cơ sở hạ tầng phục vụ sản xuất đang dần được xã hội hóa. Biện pháp phi công trình như dự báo, cảnh báo (mặn, lũ, hạn,...) đóng vai trò rất quan trọng cũng đang được nhà nước quan tâm.

4. KẾT LUẬN

Hiện nay sản xuất trên ĐBSCL đang phát triển mạnh mẽ, đặc biệt là vụ Thu Đông.

Xu thế hiện nay về nguồn nước trên Đồng bằng đang thay đổi khó lường, bất lợi lớn đối với các vùng ven biển (đến 40-60 km), trong đó xâm nhập mặn sớm, sâu vào thời kỳ vụ Thu Đông, Đông Xuân. Việc thay đổi mô hình sản xuất phù hợp trong bối cảnh mới là cần thiết và đang được các cấp chính quyền và nhân dân quan tâm. Xu thế tăng cường sản xuất quanh năm, kể cả trong mùa mưa lũ để tranh thủ nguồn nước tưới ở vùng thượng Đồng bằng là một giải pháp có cơ sở khoa học và khả thi, trong đó phát triển vụ lúa Thu Đông vẫn đang là sự lựa chọn trong khi chưa có giải pháp khác thay thế.

Hạ tầng cho sản xuất nông nghiệp trên Đồng bằng, nhất là vùng lũ và ven biển còn thấp xa so với yêu cầu chủ động sản xuất, trong đó đê bao bờ bao, công trình nội đồng (bơm, cống) còn chưa đủ để kiểm soát chủ động. Công tác dự báo nguồn nước và các giải pháp sản xuất tiên tiến cũng đang tồn tại nhiều bất cập. Đó là một trong những vấn đề lớn cần tiếp tục hoàn thiện trong thời kỳ tới phục vụ cho sản xuất nông nghiệp ở Đồng bằng chủ động và hiệu quả hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đề tài cấp Nhà nước ĐTĐL.2012-T/25, 2015: Báo cáo khảo sát điều tra thực tế về hiện trạng thủy lợi và sản xuất vụ Thu Đông các tỉnh ĐBSCL.
2. Đề tài ĐTĐL.2012-T/25, 2015: Báo cáo khảo sát, điều tra, thu thập số liệu khí tượng thủy văn châu thổ Mê Kông.
3. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2011, "Một số kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Nhà nước: "Nghiên cứu các giải pháp thủy lợi nhằm khai thác bền vững vùng Bán Đảo Cà Mau", 2008-2010.
4. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2005, "Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ xây dựng đê bao, bờ bao vùng lũ Đồng bằng sông Cửu Long"- Đề tài cấp Nhà nước, do Trần Như Hối làm chủ nhiệm.
5. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2016, "Nghiên cứu đánh giá tác động của thủy điện dòng chính Mê Kông đến Đồng bằng sông Cửu Long và đề xuất giải pháp thích ứng"- Đề tài cấp Nhà nước, do Tô Quang Toản làm chủ nhiệm.
6. Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam, 2015, Báo cáo tóm tắt "Quy hoạch lũ Đồng bằng sông Cửu Long"
7. MRC (2005), "Overview of the Hydrology of the Mekong Basin".

Người phản biện: TS. Tô Quang Toản

MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ DÒNG CHẢY LŨ Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG NHÌN TỪ TRẬN LŨ LỚN NĂM 2011

SOME PROBLEMS ON FLOOD REGIME IN THE MEKONG DELTA THROUGH THE 2011 FLOOD

GS. TS. Tăng Đức Thắng, PGS. TS. Nguyễn Thanh Hải,
KS. Vũ Quang Trung, ThS. Phạm Văn Giáp và ThS. Nguyễn Văn Hoạt

TÓM TẮT

Lũ 2011 là trận lũ lớn hiếm hoi kể từ năm 2003 đến nay, xảy ra trong điều kiện hạ tầng trên châu thổ (cả Campuchia và Việt Nam) đã có nhiều thay đổi. Trận lũ này cũng đã để lại nhiều câu hỏi còn chưa có lời giải đáp về tính hợp lý của phát triển hạ tầng và sản xuất hiện nay, nhất là vùng ngập lũ. Trong khi đó, việc tổng kết một cách khoa học cũng chưa được thực hiện đủ sâu sắc, làm cho việc đánh giá tương tác lũ-hạ tầng còn nặng về cảm tính, hoặc định lượng ở mức sơ bộ, thiếu phát hiện mới. Bài báo này nhằm cung cấp một số tính toán đánh giá về trận lũ này, giúp cho các nghiên cứu sau này về Đồng bằng được thuận lợi hơn.

Từ khóa: ***Lũ 2011, đê bao, bờ bao, đường giao thông, lưu lượng, mực nước, tính hợp lý.***

Abstract

The 2011 flood is big in the Mekong delta, which occured in situation of great change in infrastruture (roads, dykes,...) in whole delta. Many questions about rationality of infastructure in the delta are still not given. Also, flood analysis on hydrodynamic characteristic has been not done in detail. This paper will present some results related with issues above mentioned.

Keywords: ***2011 flood, roads, dykes, discharge, water level, rationality.***

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) với diện tích khoảng 4 triệu ha, đóng vị trí đặc biệt quan trọng trong sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản ở nước ta. Hàng năm, phần nửa phía trên của Đồng bằng có lũ từ tháng 7 đến tháng 11, phần còn lại thường chịu xâm nhập mặn từ tháng 1 đến tháng 5.

Lũ trên Đồng bằng liên quan đến một số yếu tố cơ bản như dòng chảy lũ thượng lưu, thủy triều ven biển và chính quá trình phát triển hạ tầng trên Đồng bằng. Thêm vào đó, sự lún sụt Đồng bằng cũng được cho là đang diễn ra đáng kể và có tác động lớn đến ngập, nhất là các vùng ven biển (Cà Mau, Bạc Liêu).

Sau các trận lũ lớn liên tiếp 2000, 2001 và 2002, lũ nhỏ và vừa kéo dài liên tục từ đó đến nay ngoại trừ có một trận lũ lớn 2011. Trong khi trận lũ 2000 đã được quan tâm

nghiên cứu cẩn thận trên nhiều phương diện nhất là diễn biến ngập trên Đồng bằng và phân bố dòng chảy lũ trên các tuyến vào-ra, thì lũ 2011 còn chưa được khảo cứu nhiều, trong khi mối quan tâm về trận lũ này cũng rất lớn, nhất là trong điều kiện hạ tầng và sản xuất (đê bao, bờ bao, đường giao thông,...) đang phát triển rất mạnh trên Đồng bằng [1, 2, 4, 5, 6]. Thêm vào đó, trong thời gian gần đây, trên lưu vực sông Mê Kông đang phát triển rất mạnh, nhất là thủy điện và các loại hạ tầng khác (như tuyến giao thông ven các sông lớn, ngang qua các vùng ngập lũ), đã tác động nhiều đến dòng chảy lũ về hạ lưu [1, 2, 7].

Nhằm cung cấp thêm các thông tin kỹ thuật phục vụ cho các kế hoạch phát triển hiện tại và trong tương lai, vấn đề lũ trên Đồng bằng cần được quan tâm nghiên cứu toàn diện bao gồm đặc điểm lũ, các yếu tố tác động đến lũ (phát triển thượng lưu, phát triển hạ tầng trên Đồng bằng, biến đổi khí hậu-nước biển dâng) và quản lý lũ. Với định hướng trên, bài báo sẽ tập trung đánh giá đặc tính thủy động lực lũ 2011 và những vấn đề liên quan đến bức tranh dòng chảy lũ trên Đồng bằng. Chi tiết sẽ được trình bày dưới đây. Các nghiên cứu khác như tác động của các kịch bản hạ tầng trên Đồng bằng đến chế độ lũ, vấn đề quản lý lũ sẽ được trình bày trong những bài báo tiếp theo.

2. CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP, CÔNG CỤ VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU

2.1. Cách tiếp cận, phương pháp và công cụ nghiên cứu

- **Không gian nghiên cứu**

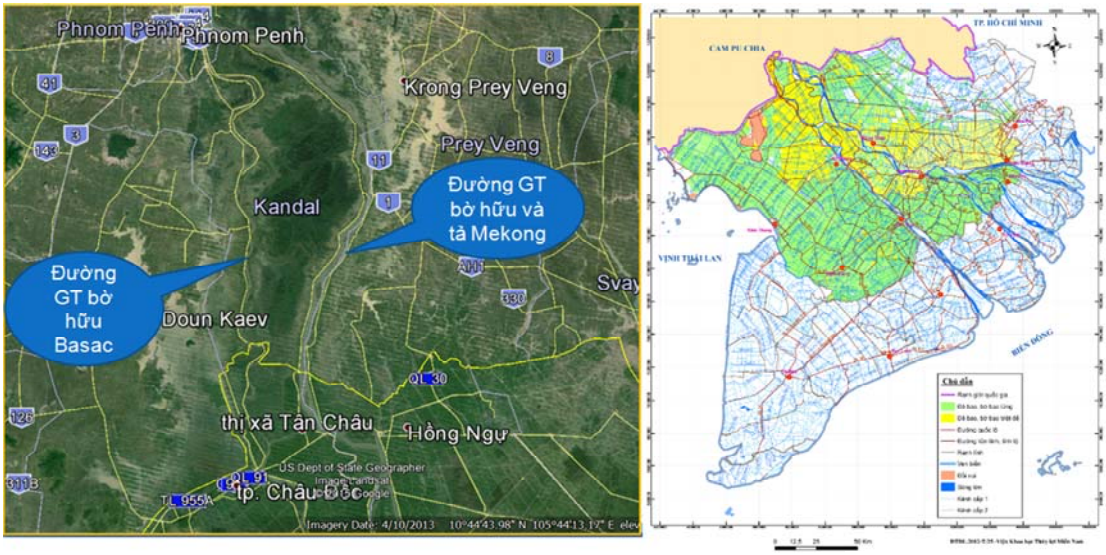
Vùng ngập lũ ĐBSCL có phạm vi rộng đến hơn 2 triệu ha, là một phần của châu thổ Mê Kông (phía trên tại Kratie, Campuchia, phía dưới là biển Đông), có kết nối với hạ lưu lưu vực sông Đồng Nai qua mạng sông kênh dày đặc, làm thành một vùng lớn liên quan đến nhau. Do vậy, không gian nghiên cứu lũ ĐBSCL không chỉ ĐBSCL mà là toàn châu thổ Mê Kông.

- **Yếu tố thủy văn, khí tượng tác động đến lũ**

Yếu tố gây ngập lũ chủ yếu dòng chảy lũ sông Mê Kông và mưa trên châu thổ, trong đó dòng chảy sông Mê Kông đóng vai trò chủ đạo. Thủy triều biển Đông, biển Tây ảnh hưởng quan trọng đến tiêu thoát lũ về phía biển, đóng vai trò là yếu tố ảnh hưởng. Mức độ ảnh hưởng của triều đến các vùng trên Đồng bằng được làm rõ trong những phần sau. Như vậy trong nghiên cứu cần phải xem xét các yếu tố này.

- **Hạ tầng trên châu thổ Mê Kông và ĐBSCL**

Hạ tầng châu thổ Mê Kông phía Campuchia có ảnh hưởng đáng kể đến diễn biến lũ chủ yếu là các tuyến giao thông đường bộ cắt qua các cánh đồng ngập lũ và tuyến đường giao thông ven sông Mê Kông và ĐBSCL.



(a) (b)

Hình 1. (a) Giao thông đường bộ vùng ngập lũ hạ Campuchia và (b) Đê bao, bờ bao và đường giao thông ĐBSCL (nguồn: Đề tài cấp Nhà nước ĐTĐL.2012-T/25, 2015)

Đối với ĐBSCL nước ta, cả đường giao thông và hệ thống đê bao, bờ bao đều có tác động quan trọng đến chế độ lũ trên Đồng bằng, xem Hình 1 (b).

- **Phương pháp nghiên cứu**

Xin nhắc lại, nghiên cứu này chủ yếu là đánh giá các đặc tính thủy lực của trận lũ lớn 2011, do đó phương pháp chính được sử dụng trong nghiên cứu này là khảo cứu thực tế (với bộ số liệu về địa hình, tài liệu đo đạc về mực nước (Z) và lưu lượng (Q) trên các vùng, các tuyến khác nhau cả sông chính và nội đồng) kết hợp với mô hình toán toán lũ để làm rõ hơn những đặc điểm, tính chất mà chỉ riêng số liệu đo đạc không miêu tả hết được. Đây cũng là phương pháp thông dụng hiện nay khi nghiên cứu các bài toán lũ.

Trong nghiên cứu này, mô hình toán lũ là chủ đạo nhằm đưa ra các thông tin chi tiết về chế độ thủy động lực trên Đồng bằng như dòng chảy (Q, Z) trong sông kênh, qua các tuyến tràn; còn bộ số liệu đo đạc thực tế thì ngoài việc dùng để đánh giá đặc tính lũ sẽ còn dùng để cân chỉnh và kiểm định mô hình toán lũ.

- **Công cụ nghiên cứu**

Một số công cụ chính được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm: (1) mô hình toán lũ (thủy động lực) một chiều **MIKE11** và mô hình thủy văn mưa-dòng chảy **MIKE-NAM**; (2) các phần mềm **GIS** trợ giúp diễn tả thông tin không gian (**ARCGIS**,...).

Ngoài ra, một số tính toán hỗ trợ cho mô hình đã sử dụng bộ công cụ **DSF** của Ủy hội Mê Kông quốc tế (để tính nhu cầu nước trên đồng bằng,...).

2.2. Số liệu

Việc xây dựng mô hình đã sử dụng một bộ số liệu lớn, bao gồm các số liệu về địa hình, mạng sông kênh và các số liệu về khí tượng thủy văn, tình hình sản xuất trên Đồng bằng. Một số loại số liệu chủ yếu bao gồm:

- Số liệu địa hình: Từ Ủy hội Mê Kông Quốc tế (MRC), từ các dự án trong nước và quốc tế, bao gồm các bản đồ cao độ số (DEM) của MRC và của Việt Nam; bản đồ hiện trạng thủy lợi và giao thông (cống, đê bao, bờ bao, đập, đường giao thông) của các bộ ngành và các tỉnh (cập nhật đến thời điểm nghiên cứu); số liệu điều tra cửa sông ven biển (chương trình 47),...
- Số liệu hiện trạng sản xuất có liên quan đến nước trên Đồng bằng, như hiện trạng sản xuất trong năm, chú ý đến sản xuất vụ Thu Đông, số liệu quy trình vận hành các hệ thống thủy lợi…
- Số liệu khí tượng thủy văn: từ MRC, từ các cơ quan trong nước, bao gồm số liệu mưa, dòng chảy, bốc hơi, phù sa,...

Hầu hết các số liệu trên đã được chuẩn hóa theo các tiêu chuẩn quốc tế (chuẩn tài liệu của MRC) và tiêu chuẩn Việt Nam. Tuy vậy, cũng còn một số loại số liệu, nhất là số liệu về hiện trạng đê bao, bờ bao vẫn còn nhiều điểm chưa cập nhật được (do không có số liệu).

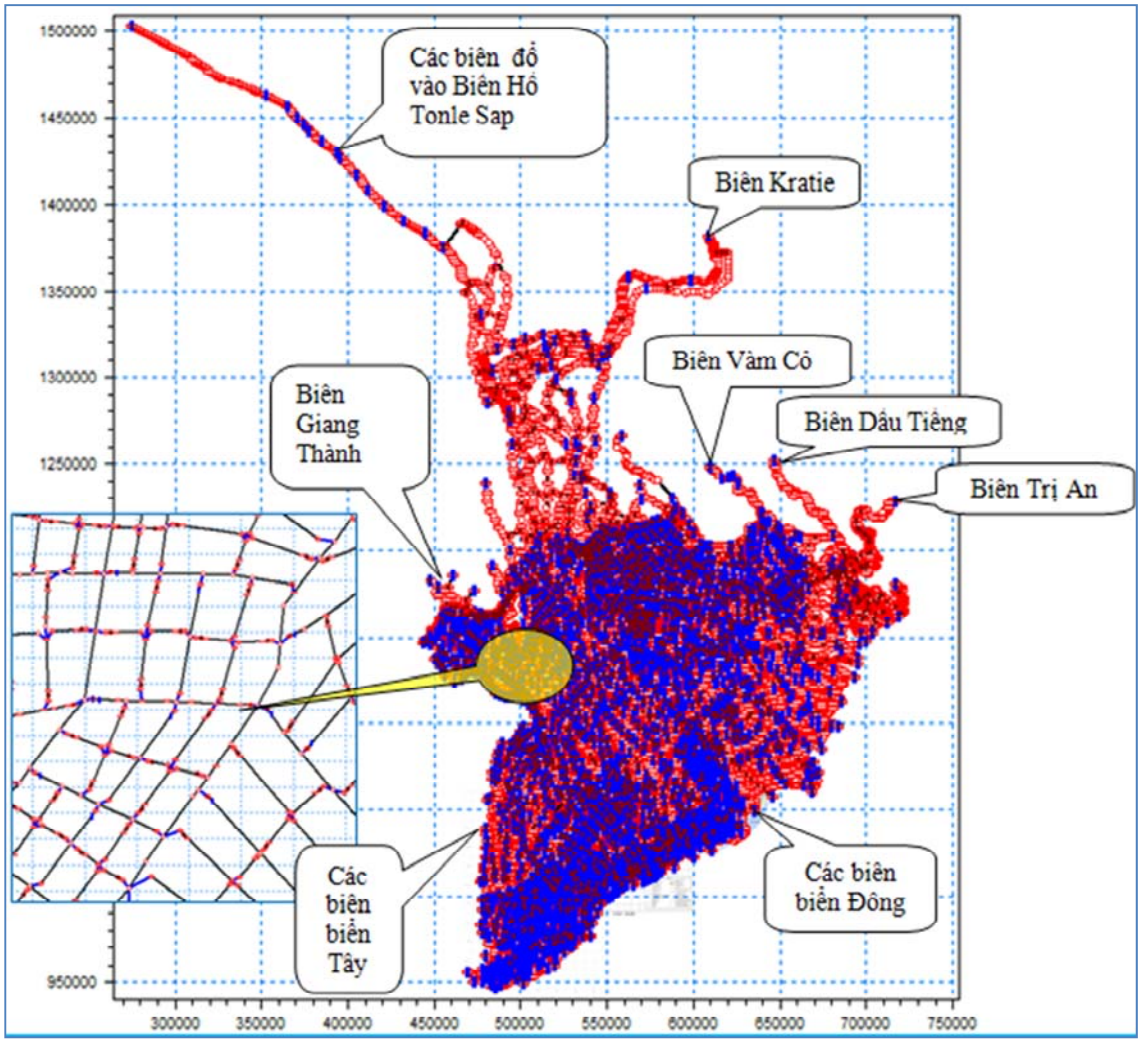
2.3. Xây dựng mô hình toán lũ 2011

Phạm vi mô hình: từ Kratie (Campuchia) ra đến biển, thêm cả những lưu vực lân cận với châu thổ Mê Kông như Đồng Nai và Giang Thành (Tây-Bắc Tứ giác Long Xuyên (TGLX)), Hình 2.

Cấu trúc mô hình: Mô hình toán lũ châu thổ Mê Kông được xây dựng với công cụ là phần mềm MIKE11, với các thành phần cơ bản gồm mạng sông kênh, công trình cống đập, đường giao thông và các cánh đồng ngập lũ. Trong mô hình có hai phần là (1) đồng bằng Campuchia và (2) Đồng bằng sông Cửu Long của Việt Nam. Phần đồng bằng ngập lũ Campuchia (từ Kratie đến Tân Châu và Châu Đốc) được tham khảo từ nghiên cứu của DHI (Viện Thủy lợi Đan Mạch, [2]. Hệ thống hạ tầng như đê bao bờ bao, cống đập, đường giao thông có tương tác với dòng chảy lũ cũng được xem xét trong mô hình.

Mô hình được thiết lập theo bài toán thủy lực một chiều mở rộng ($1D^{++}$), trong đó hệ kênh mương và công trình được thiết lập theo mô phỏng thông thường; còn các ô bao trên các cánh đồng ngập lũ được mô phỏng là các ô tràn nhiều cửa tràn (phù hợp với điều kiện tràn thực tế). Quá trình chảy từ kênh/sông vào ô chứa và ngược lại được mô phỏng là chảy qua công trình tràn mặt hay các cống; các cống điều tiết trong ô bao được mô phỏng là cống điều tiết vận hành theo thời gian.

Điều kiện biên: Biên trên của mô hình là lưu lượng tại Kratie, lưu lượng của các nhập lưu vào Biển Hồ (Campuchia), lưu lượng đầu sông Vàm Cỏ, Sài Gòn (tại Dầu Tiếng), Đồng Nai (tại Trị An). Biên dưới của mô hình là mực nước tại các cửa ra ven biển (biển Đông và biển Tây). Biên nội tại trong phạm vi mô hình là lưu lượng do mưa, lấy nước cho sản xuất và bốc hơi.

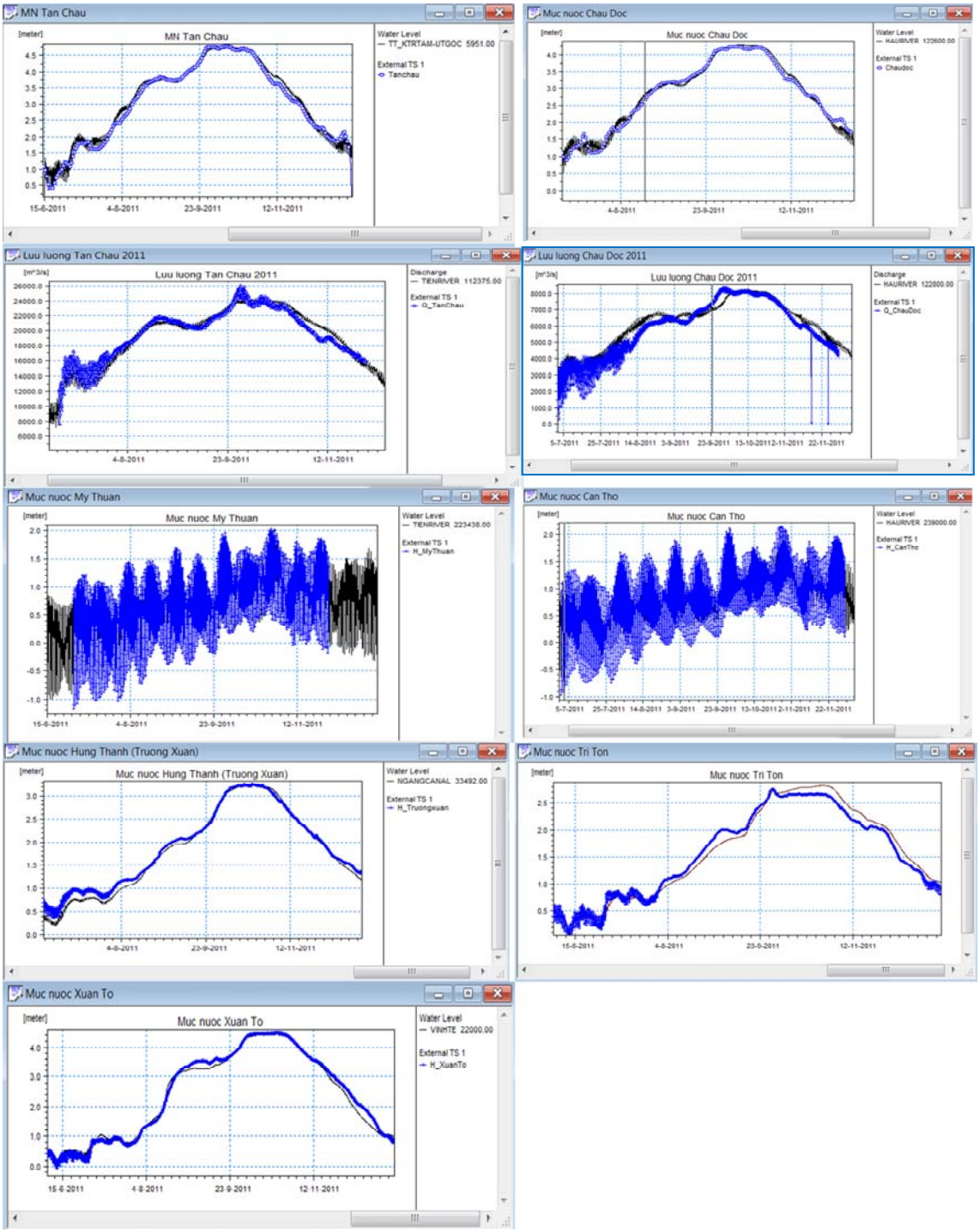


Hình 2. Sơ đồ mô hình thủy lực lũ ĐBSCL

2.4. Cân chỉnh mô hình

Mô hình được cân chỉnh cho chính trận lũ 2011. Một vài kết quả cân chỉnh xem Hình 3.

Từ kết quả cân chỉnh có thể thấy rằng mô hình có sự phù hợp tốt với số liệu thực đo, có khả năng mô tả chế độ thủy lực dòng chảy lũ trên đồng bằng.



Hình 3. Mực nước, lưu lượng tính toán và thực đo tại một số trạm chính trên sông Cửu Long (Tân Châu, Châu Đốc, Cần Thơ, Mỹ Thuận) và các trạm nội đồng (Hưng Thạnh, Tri Tôn, Xuân Tô)

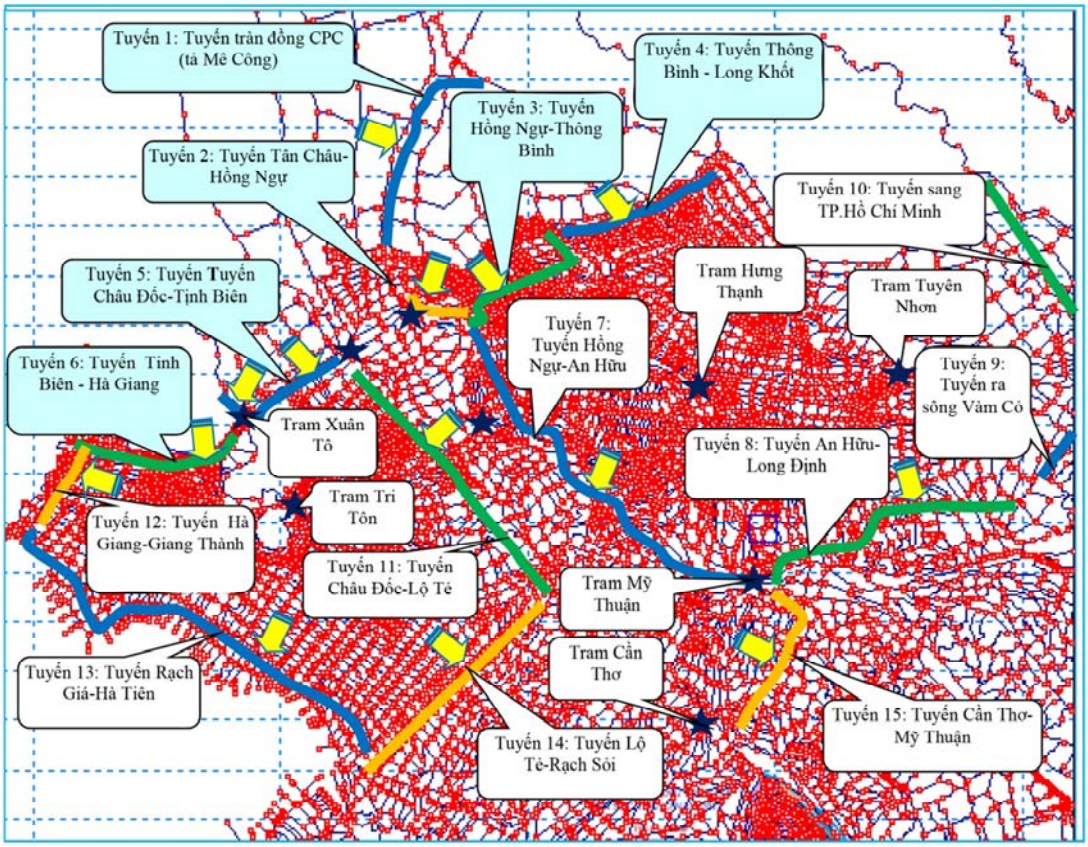
3. MỘT SỐ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

3.1. Trường hợp tính toán

Với mục tiêu của nghiên cứu này là khảo cứu các đặc trưng của lũ 2011 trên Đồng bằng, do đó trường hợp tính toán ở đây là trận lũ 2011. Theo đó tất cả các điều kiện được tính với hiện trạng 2011 (các biên lưu lượng, mực nước, mưa, đê bao, bờ bao, đường giao thông,...).

3.2. Kết quả tính toán

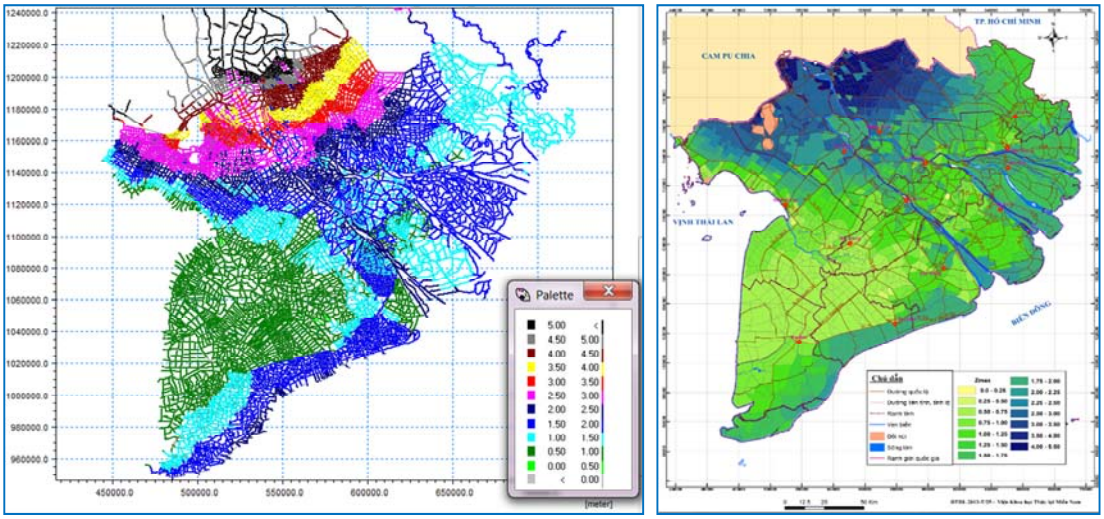
Để thuận tiện cho việc phân tích, Hình 4 giới thiệu các tuyến lũ vào, lũ ra trên châu thổ sông Cửu Long. Các tuyến ở phần Việt Nam hàng năm thường tiến hành đo đạc một số đặc trưng lũ (đo Q, Z, có trạm đo cả Q và Z), trong khi đó ở Campuchia không có số liệu.



Hình 4. Ký hiệu và vị trí một số tuyến lũ vào, lũ ra và trạm đo trên ĐBSCL và phía Campuchia

- **Mực nước lũ lớn nhất và độ ngập lớn nhất**

Kết quả tính toán mực nước lũ lớn nhất và độ sâu ngập lớn nhất trên Đồng bằng được trình bày trên Hình 5.



(a) (b)

Hình 5. Bản đồ ngập lũ ĐBSCL: (a) Mực nước lớn nhất mạng sông kênh; (b) Mực nước lớn nhất các cánh đồng

Kết quả tính toán về dòng chảy lũ qua các tuyến được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp kết quả phân tích dòng chảy lũ lớn nhất (m^3/s) qua dòng chính và tràn qua biên giới vào ĐBSCL các năm lũ lớn 2000 và 2011

Loại số liệu	Năm	Qb/giới vào_TGLX	Q /giới vào_ĐTM	Tổng Qb/giới	Q_dòng chính	(Tổng Qb/giới) /(Qdòng chính)
		(1)	(2)	(3)	(4)	
Thực đo	2011	2.863	9.128	11.991	32.790	0,37 (37%)
Thực đo (23/9/2000)	2000	3.900	17.200	21.100	30.150	0,70 (70%)

Ghi chú: (1) = Q tuyến 5 + Q tuyến 6; (2) = Q tuyến 2 + Q tuyến 3 + Q tuyến 4; (3) = (1) +(2); (4) = QTC + QCĐ

3.3. Thảo luận

Từ kết quả tính toán và điều tra (Bảng 1) có thể rút ra một số nhận xét chính về đặc điểm thủy lực trận lũ 2011 như dưới đây.

- **Lũ vào Việt Nam: dòng chính và tràn biên giới**

- Dòng lũ vào Việt Nam chủ yếu vẫn theo dòng chính là sông Tiền và sông Hậu. Tuy vậy, vào thời điểm lũ lớn, tương quan giữa dòng lũ (lưu lượng) xâm nhập qua biên giới so với dòng chính đã chiếm đáng kể, ở năm 2011 chiếm đến 37%, còn năm 2000 thì chiếm đến 70%. Nếu coi triều biển ít ảnh hưởng đến chế độ dòng chảy vùng thượng Đồng bằng thì có thể thấy rằng bức tranh phân bố lũ đã có nhiều thay đổi từ trận lũ 2000 đến

nay, và dòng chảy tràn qua bờ tả sông Mê Kông vào Đồng Tháp Mười (ĐTM) đã giảm so với trước đây (một phần do phát triển đường giao thông bộ ven sông, xem Hình 1).

- Phân bố dòng chảy lũ về ĐBSCL cơ bản vẫn giữ cân bằng theo các trục chảy chính Sông Tiền-Sông Hậu, Biên giới ĐTM-Biên giới TGLX. Việc duy trì này giúp cho việc thoát lũ đạt hiệu quả cao, tránh gây nguy hiểm cho sông kênh hay ngập lũ quá lớn cho một vùng nào đó. Hơn nữa, hạ tầng trên Đồng bằng hiện nay đang được phát triển theo cán cân lũ dòng chính-tràn biên giới như hiện nay, do đó việc duy trì cơ cấu lũ như vậy là cần thiết.

- Trong tương lai, việc phát triển hạ tầng ở phía Campuchia làm cho tuyến lũ tràn biên giới vào ĐBSCL có thể có những thay đổi lớn, làm cho lũ tràn qua bờ tả Mê Kông vào ĐTM (tuyến 1, Hình 4) có thể giảm nhỏ (hiện nay, đối với lũ 2011 lưu lượng tràn lớn nhất tuyến này khoảng 10.600 m^3/s (kết quả từ mô hình toán)).

- **Lũ nội đồng**

- Đã có sự thay đổi chênh lệch mực nước đỉnh lũ 2011 giữa Tân Châu và Châu Đốc, theo đó, chênh lệch này ở lũ 2011 (65 cm) lớn hơn so với năm 2000 (16 cm). Có một số nguyên nhân dẫn đến hiện tượng này, trong đó đáng kể chính là phát triển hạ tầng dọc theo sông Mê Kông, sông Tiền và trên các cánh đồng ngập lũ. Chẳng hạn, việc bao đê ở dự án Bắc Vàm Nao, hoàn thiện thêm việc bao đê vùng Bảy Xã (An Phú) đã cản trở dòng chảy từ sông Tiền sang sông Hậu làm cho chênh lệch mực nước tăng lên.

- Vùng nội đồng giữa TGLX và ĐTM chịu tác động đáng kể của việc phát triển đê bao, bờ bao. Việc lên đê làm cho dòng tràn trên các cánh đồng (ô lũ hở) giảm, làm gia tăng dòng chảy trong kênh, dẫn đến cả mực nước và lưu lượng trong các kênh (vùng giữa và gần các sông chính) đều tăng.

- Đối với vùng rìa ngập lũ như Hậu Giang, hạ Cần Thơ, Long An,... thì hiện tượng ngập là do cả dòng lũ từ sông chính và mưa nội vùng. Cũng cần chú ý một số vùng tuy ngập nông nhưng dòng chảy trong kênh vẫn rất lớn như các vùng cửa thoát từ ĐTM ra sông Tiền hay các cửa thoát lũ ra biển Tây (từ Rạch Giá đến Hà Tiên).

- **Đặc điểm các tuyến lũ vào ra vùng Đồng Tháp Mười**

- Tuyến lũ vào Tân Châu - Hồng Ngự: đây là tuyến có năng lực thoát lũ tự nhiên lớn, nhưng hiện nay do đường giao thông từ Hồng Ngự lên cửa khẩu Tân Châu đã làm cao, do đó thoát lũ qua tuyến này cũng bị hạn chế so với trước đây.

- Tuyến lũ vào Hồng Ngự-Thông Bình: đây là tuyến lũ xâm nhập chính vào ĐTM, nhất là trên đoạn Hồng Ngự-Tân Hồng. Liên quan đến tuyến này, một điều lưu ý là dòng chảy lũ 2011 trên kênh Hồng Ngự lúc chính lũ đạt đến trên 600 m^3/s, đổ ngược ra sông Tiền, lớn hơn so với năm 2000 chỉ khoảng 400 m^3/s. Sự gia tăng này một phần do tuyến Tân Châu - Hồng Ngự gây cản lũ, làm cho lũ chuyển sang phía Đông Rạch Hồng Ngự và sau đó đổ ra sông Tiền qua kênh Hồng Ngự (thuộc tuyến 7).

- Tuyến lũ vào Thông Bình - Long Khốt: năng lực tràn thấp, do tuyến biên giới được nâng cấp khá cao.

- Tuyến lũ ra Hồng Ngự - An Hữu: Đây là tuyến thoát lớn của ĐTM. Trên tuyến này dòng chảy biến đổi phức tạp. Khi lũ lớn, từ Hồng Ngự đến huyện Cao Lãnh dòng chảy từ đồng ra sông (nguồn lũ tràn biên giới đổ ra), khi lũ rút thì dòng chảy lại đổi hướng, chảy từ sông Tiền vào ĐTM; đến gần An Hữu thì dòng chảy vào - ra hai chiều rõ rệt ngay trong cả lúc lũ khá cao.

- Tuyến An Hữu - Long Định: Hầu hết các cửa thoát này lũ vào ra hai chiều kể cả vào thời kỳ lũ cao, trong đó thời kỳ lũ ra dài hơn, lưu lượng lớn hơn. Đây là đặc điểm cần đặc biệt lưu ý, nhất là đối với công tác khảo sát lưu lượng trên tuyến này chỉ đo theo chế độ hạn chế 1 lần/ngày và việc đánh giá khả năng thoát lũ qua tuyến này cũng phức tạp, không thể đơn thuần dựa vào số liệu thực đo rời rạc và không liên tục.

- Tuyến sông Vàm Cỏ: sông Vàm Cỏ có khả năng thoát lũ hạn chế, thường chỉ đến khoảng 2.000 – 3.000 m^3/s (trong lũ 2011, Q trung bình ngày lớn nhất chỉ đạt khoảng 2.300 – 2.600 m^3/s).

- **Các tuyến lũ vào ra vùng Tứ Giác Long Xuyên**

- Tuyến lũ vào qua tràn Trà Sư, Tha La: lưu lượng qua tuyến này được khống chế, năng lực tràn lớn nhất trong các trận lũ ở mức 600-650 m^3/s. Trong lũ 2011 có lúc Qmax đạt đến khoảng 650 m^3/s và có một số thời điểm đóng đập giữa mùa lũ để hạn chế ngập cho vùng TGLX.

- Tuyến Xuân Tô - Giang Thành: đây là tuyến chính thoát lũ biên giới Campuchia bao gồm lưu vực Mê Kông và một phần lưu vực Giang Thành (khi lũ lớn sông Giang Thành không đủ năng lực tải). Đáng chú ý là lưu lượng chỉ tập trung chủ yếu qua một số cửa tràn như T6 (khoảng 500 m^3/s), T5 (khoảng 580 m^3/s), T4, T3. Mặc dù ở tuyến này không còn các đoạn tràn qua đường, nhưng lượng lũ qua các cửa tràn vẫn lớn là do các cửa tràn đã bị xói và ngay sau cửa tràn là vùng đê bao lửng cho phép lũ tràn qua, do đó độ dốc thủy lực qua cầu lớn.

- Tuyến Châu Đốc đến Rạch Sỏi: Trên tuyến này, trong thời kỳ lũ cao các cửa phía trên dòng chảy lũ chỉ một chiều từ sông Hậu vào TGLX, còn các cửa phía dưới (kể từ Thành phố Long Xuyên xuống Rạch Sỏi) lũ cả vào và ra theo hai chiều, thời gian vào lớn hơn ra.

- Tuyến Rạch Giá-Hà Tiên: hiển nhiên đây là tuyến thoát lũ chính, quan trọng của TGLX, với các cửa thoát chính nằm ở huyện Hòn Đất.

4. KẾT LUẬN

Lũ 2011 đến muộn cùng kỳ với triều cường cuối năm ở biển Đông, do đó việc tiêu thoát cuối lũ chậm, ngập úng kéo dài.

Cho đến nay, hạ tầng vùng lũ đã phát triển nhiều so với trước đây (từ 2002 về trước), cơ cấu về lũ trên Đồng bằng đã có những thay đổi đáng kể, nhất là cán cân lũ vào ĐBSCL theo dòng chính và tràn biên giới. Xu thế này có thể sẽ thay đổi mạnh trong tương lai khi hạ tầng vùng biên giới, ven sông thay đổi rất nhanh.

Hiện nay, xu thế lũ nhỏ dần đang gia tăng, kỳ vọng phát triển hạ tầng trên Đồng bằng phù hợp với xu thế này và đáp ứng được biến động nguồn nước trong tương lai là một đòi hỏi thực tế nhưng vẫn còn là thách thức chưa được giải quyết. Trong đó, vấn đề tác động của việc bao đê vùng ngập lũ đến thay đổi chế độ lũ là vấn đề cần quan tâm hàng đầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đề tài cấp Nhà nước ĐTĐL.2012-T/25, 2015: Báo cáo khảo sát điều tra thực tế về hiện trạng thủy lợi và sản xuất vụ Thu Đông các tỉnh ĐBSCL.
2. Đề tài ĐTĐL.2012-T/25, 2015: Báo cáo khảo sát, điều tra, thu thập số liệu khí tượng thủy văn châu thổ Mê Kông.
3. Dự án Đan Mạch, 2006: Tăng cường năng lực cho các Viện ngành nước của Việt Nam (2001-2006).
4. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2011, Một số kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Nhà nước: "Nghiên cứu các giải pháp thủy lợi nhằm khai thác bền vững vùng Bán Đảo Cà Mau", 2008-2010.
5. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2005, "Nghiên cứu cơ sở khoa học quản lý hệ thống thủy lợi ven biển có cống ngăn mặn"- Đề tài cấp Bộ.
6. Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam, 2015, Báo cáo tóm tắt "Quy hoạch lũ Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn đến 2020, định hướng đến 2030".
7. MIKE11 (2011) – Users' Guide
8. MRC (2005), "Overview of the Hydrology of the Mekong Basin".

Người phản biện: TS. Tô Quang Toản

ÁP DỤNG CHỈ SỐ MỜ CHO ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT

APPLICATION OF FUZZY COMPREHENSIVE EVALUATION FOR WATER QUALITY ASSESSMENT

Bùi Việt Hưng
Đại học Khoa học Tự Nhiên Tp. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Chỉ số mờ (Fuzzy Comprehensive Evaluation – FCE) dựa trên cơ sở lý thuyết mờ của giáo sư L.A. Zadeh, Mỹ (1965), được áp dụng cho việc đánh giá chất lượng nguồn nước do nó đánh giá được tính không chắc chắn của các chỉ số chất lượng đo đạc và cho kết luận khá khách quan về chất lượng nguồn nước của khu vực. Điều này rất hữu ích cho các nhà quản lý môi trường. Với việc sử dụng bộ số liệu quan trắc chất lượng nguồn nước mặt trên địa bàn huyện An Phú, tỉnh An Giang làm ví dụ cho việc áp dụng chỉ số mờ trong đánh giá mức độ ô nhiễm, điều này sẽ phần nào làm sáng tỏ tính logic và tính phù hợp của chỉ số. Đồng thời qua việc áp dụng chỉ số mờ trong đánh giá chất lượng nguồn nước sẽ giúp các nhà quản lý thêm thông tin đánh giá môi trường đáng tin cậy hơn.

Từ khóa: ***Chỉ số mờ, lý thuyết mờ, đánh giá chất lượng nước, chỉ số WQI, nước mặt, An Phú, quản lý tài nguyên nước.***

ABSTRACT

Fuzzy Comprehensive Evaluation – FCE index is based on the Fuzzy Comprehensive Theority of Professor Zadeh L.A., USA (1965), which has been used to assess the water quality by the assessed uncertain characteristics of the water quality factors as well as the obtained objective study. It is very userfully for the environmental managers. By the using data collection on surface water quality at An Phu district, An Giang province is an example on the application of FCE to assess the pollution level, which make initially clear, logistic and reasonable of the index. Besides, by the application of FCE on the water quality assessment, it shall support and help to the local environmental managers having more accurating information of the environment quality in their region.

Keywords: ***Fuzzy comprehensive evaluation index, Fuzzy theory, water quality assessment, WQI, surface water, An Phu, water resource management.***

1. TỔNG QUAN

Hiện nay, công tác đánh giá chất lượng nguồn nước của các tỉnh thành trên cả nước chủ yếu theo chỉ số WQI và so sánh giá trị các thông số chất lượng nguồn nước theo QCVN 08:2008. Chỉ số chất lượng nguồn nước (WQI) được hướng dẫn tính toán theo Quyết định số 879/QĐ-TCMT của Bộ Tài nguyên Môi trường (TN&MT). Các thông số tham gia tính WQI bao gồm BOD_5, COD, $N\text{-}NH_4$, $P\text{-}PO_4$, TSS, độ đục, Tổng Coliform, DO. Phương pháp tính chỉ số WQI theo công thức [1]:

$$WQI = \frac{WQI_{pH}}{100}\left[\frac{1}{5}\sum_{a=1}^{5} WQI_a \times \frac{1}{2}\sum_{b=1}^{2} WQI_b \times WQI_c\right]^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

Trong đó:

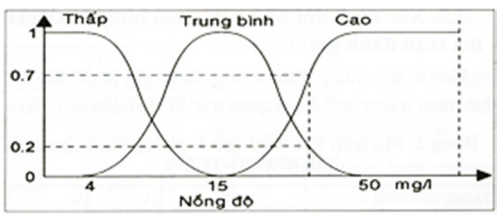
WQI_a: Giá trị WQI đã tính toán đối với 5 thông số: DO, BOD_5, COD, $N\text{-}NH_4^+$, $P\text{-}PO_4^{3-}$

WQI_b: Giá trị WQI đã tính toán đối với 2 thông số: TSS, độ đục.

WQI_c: Giá trị WQI đã tính toán đối với thông số Tổng Coliform.

Theo tác giả Chế Đình Lý (2013), việc đánh giá chất lượng nguồn nước theo WQI cũng như sử dụng bộ QCVN 08:2008 vẫn còn đơn giản và chỉ mang tính thời điểm (theo thời điểm đo đạc và vị trí quan trắc). Cách phân tích và đánh giá chất lượng nguồn nước như vậy được thực hiện thông qua việc rời rạc hóa các thông số chất lượng. Điều này có thể đưa đến việc kết quả đánh giá không phù hợp hoặc không chính xác khi một số/nhóm thông số chất lượng gần/có xu hướng rời xa giới hạn hay mức độ quan trọng của chúng là ngang nhau trong đánh giá chất lượng (tính không nhất quán và chủ quan trong sử dụng số liệu). Cũng theo tác giả Chế Đình Lý (2013), cách tính chỉ số WQI dựa trên phương pháp luận không hợp lý và không chắc chắn khi kết luận bậc chất lượng vì chỉ dùng một chỉ số định lượng cố định làm điểm phân chia. Do vậy, cách đánh giá WQI không đưa ra được kết luận chung về chất lượng nguồn nước của khu vực trong thời đoạn thời gian như tháng, quý hay năm và nhiều năm. Chỉ số mờ FCE là một trong số các giải pháp thay thế do có thể khắc phục được những hạn chế của chỉ số WQI.

Chỉ số mờ FCE được xây dựng trên cơ sở lý thuyết mờ áp dụng cho các vấn đề môi trường thực. Lý thuyết mờ là lý thuyết đa giá trị hay có thể xem như một ngôn ngữ cho phép "dịch" thông tin trạng thái trong tự nhiên vào công thức hóa toán học. Lý thuyết mờ có thể "xử lý" với các dữ liệu cao biến, đa ngôn ngữ, không rõ ràng và không chắc chắn của số liệu đo đạc hoặc kiến thức thu thập ngẫu nhiên và do đó, lý thuyết mờ có khả năng đưa ra luồng thông tin lôgic, đáng tin cậy và minh bạch.



Hình 1. Giá trị mờ dựa trên các giá trị hàm thành viên [6]

Với bộ số liệu đo đạc sử dụng trong hệ thống môi trường ứng dụng, các vấn đề đột biến giá trị (quá lớn, quá nhỏ) hay rời rạc không biểu hiện rõ một xu thế hay quá trình khá hay gặp phải. Lý thuyết mờ cung cấp một khuôn khổ để mô hình hóa tính không chắc chắn, cách tư duy, quá trình lý luận và nhận thức nhằm giải quyết các vấn đề trên [7]. Các thông số đo đạc sẽ được làm "mờ" đi khi được xét trong tập hợp các giá trị tỷ trọng dao động của chúng khi so với khoảng dao động của các bậc đánh giá ô nhiễm thông qua các hàm thành viên.

Các hàm thành viên được xác định như sau [6, 8]:

- Nhóm thông số tích cực (giá trị các thông số càng cao chất lượng càng tốt)

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 1 & C_i \le S_{i1} \\ \frac{S_{i2} - C_i}{S_{i2} - S_{i1}} & S_{i1} < C_i < S_{i2} \\ 0 & C_i > S_{i2} \end{cases} \quad (2)$$

- Nhóm thông số tiêu cực (giá trị các thông số càng cao chất lượng càng xấu)

$$\mu_{ij} = \begin{cases} \frac{C_i - S_{i(j-1)}}{S_{ij} - S_{i(j-1)}} & S_{i(j-1)} < C_i \le S_{ij} \\ \frac{S_{i(j+1)} - C_i}{S_{i(j+1)} - S_{ij}} & S_{ij} < C_i < S_{i(j+1)} \\ 0 & C_i \le S_{i(j-1)} \; hoặc \; C_i \ge S_{ij} \end{cases} \quad (3)$$

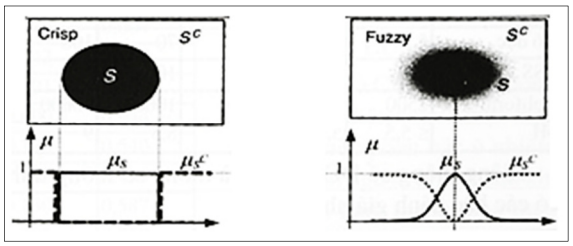
Trong đó:

μ_{ij}: Là mức độ thành viên của thông số đánh giá thuộc về bậc I, II, III, IV, V và giả thiết hàm thành viên là hàm tuyến tính.

C_i: Nồng độ của thông số đánh giá *i* trong thời điểm quan trắc.

S_i: Nồng độ tiêu chuẩn quy định của thông số đánh giá tương ứng với hệ thống phân bậc đánh giá.

Như vậy, lý thuyết mờ cho phép xác định các giá trị trung gian giữa các giá trị truyền thống có tính rạch ròi dứt khoát (giới hạn) như: đúng/sai, có/không, cao/thấp, chất lượng tốt/xấu... Sự khác biệt giữa lý thuyết mờ (fuzzy) với lý thuyết "dứt khoát" (crisp) có thể xem hình dưới [8].

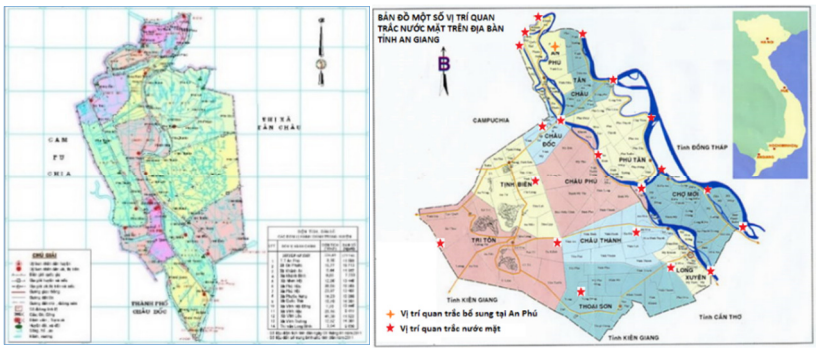


Hình 2. Lôgic toán học có tính "dứt khoát" và logic mờ dựa trên hàm phụ thuộc [6]

Dựa trên thuật toán trong lý thuyết mờ, áp dụng chỉ số mờ FCE cho đánh giá chất lượng nguồn nước mặt huyện An Phúc tỉnh An Giang năm 2016 có so sánh với chỉ số WQI. Các bước và kết quả tính toán được tóm tắt trong các phần tiếp theo dưới đây.

An Phú là một huyện thuộc tỉnh An Giang, có địa thế được bao bọc bởi Sông Hậu, sông Bình Di và sông Châu Đốc chạy song song tạo nên cù lao An Phú ở giữa, hai bên là các xã bờ Tây sông Châu Đốc và bờ Đông sông Hậu. Do nằm ở vị trí đầu nguồn, nên hàng năm huyện An Phú luôn phải đương đầu với lũ lụt ngập sâu và kéo dài. Từ khi hình thành các vùng chuyên canh màu của huyện, đời sống người nông dân đã có sự cải thiện đáng kể. Chính vì thế việc chuyển đổi sang trồng màu diễn ra một cách mạnh mẽ,

nhanh chóng, dẫn đến xuất hiện nhiều khó khăn về nguồn nước để phục vụ tưới cho các vùng sản xuất nói chung và vùng chuyên canh cây màu nói riêng trên địa bàn huyện. Nguồn nước tưới chủ yếu trên các vùng trồng màu hiện nay của huyện An Phú là nước ngầm và nước mặt trong các hồ nước nhỏ. Tuy nhiên chất lượng nước tưới hiện nay đang có dấu hiệu ô nhiễm làm ảnh hưởng đến năng suất, chất lượng của sản phẩm và sức khỏe của người dân.



Hình 3. Bản đồ hành chính huyện An Phú và vị trí quan trắc

Hiện tại Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh An Giang thường xuyên công bố chất lượng nước mặt trên địa bàn tỉnh An Giang tại các vị trí dọc sông Tiền; Dọc sông Hậu và nội đồng. Các vị trí này được thể hiện trong bản đồ trên. Số liệu sử dụng tính toán là số liệu quan trắc chất lượng nguồn nước mặt năm 2016 tại huyện An Phú do Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam thực hiện.

Bảng 1. Số liệu quan trắc chất lượng nước mặt (cho tháng 1, 2, … 12)

Thời gian	ĐỢT	^{0}C	pH	DO	TSS	COD	BOD_5	N-NO_3^-	P-PO_4^{3-}	Coliform	N-NH_4^+
				mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	MPN/100ml	mg/l
T1	1	23,4	7,82	4,41	64	22	14	0,042	0,113	9.300	0,0
	2	23,2	6,29	3,82	38	10	6	0,052	0,087	2.400	0,0
	3	23,7	6,39	4,04	47	9	6	0,017	0,049	4.600	0,0
	4	21,3	6,61	5,98	36	9	6	0,039	0,081	4.600	0,0
….	….	….	….	….	….	….	….	….	….	….	….
T3	1	23,9	4,69	3,79	48	12	8	0,000	0,143	2.400	0,118
	2	23,8	4,39	5,06	63	12	8	0,012	0,382	15.000	0,0
	3	24,1	5,21	4,89	21	14	9	0,022	0,07	2.100	0,0
	4	23,9	6,82	6,12	17	8	5	0,050	0,12	46.000	0,0
….	….	….	….	….	….	….	….	….	….	….	….
T12	1	21,6	7,06	5,08	35	16	11	0,000	0,065	2.400	0,0
	2	20,6	7,27	4,82	27	7	4	0,042	0,07	1.500	0,0
	3	20,3	6,66	5,44	25	16	10	0,047	0,108	2.400	0,0
	4	20,8	6,52	5,73	37	13	9	0,021	0,098	4.300	0,0

(Nguồn: Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2016)

2. PHƯƠNG PHÁP LUẬN

Để thực hiện việc đánh giá hiện trạng chất lượng nguồn nước mặt khu vực huyện An Phú, phương pháp chỉ số mờ FCE được tính toán theo các bước sau:

- Bước 1. Xác định tập hợp các yếu tố đánh giá U: Trong nghiên cứu, 7 yếu tố chất lượng nước tham gia vào mô hình đánh giá pH, DO, COD, BOD_5, TSS, $N\text{-}NH_3$, Tổng Coliform. Tập hợp các yếu tố đánh giá U có thể viết như sau [5, 6]:

$$U_{mn} = \{pH, DO, COD, BOD_5, TSS, N\text{-}NH_3, Coliform\}; \quad (4)$$

Với: m là số mẫu; n là thông số.

- Bước 2. Xây dựng hệ thống phân bậc cho các yếu tố đánh giá: Hệ thống phân bậc đánh giá chất lượng nước trong nghiên cứu này chia làm 5 bậc, dựa trên các hướng dẫn của Quyết định 879/QĐ-TCMT. Do vậy, tập hợp thể hiện hệ thống phân bậc cho các yếu tố tham gia mô hình đánh giá là V_{kn} = {I, II, III, IV, V}; k = 5 bậc và n = 7 thông số. Năm bậc chất lượng nước (hay ô nhiễm) theo ngôn ngữ tự nhiên là: I - Chưa ô nhiễm, II - Ô nhiễm nhẹ, III - Ô nhiễm trung bình, IV - Ô nhiễm nặng, V - Ô nhiễm nghiêm trọng. Các giá trị phân chia 5 bậc ô nhiễm cho các thông số tham gia đánh giá được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Phân lớp chất lượng nước mặt

THÔNG SỐ	BẬC				
	I	II	III	IV	V
pH	6,5 – 7,5	6 – 6,5/7,5 – 8	5 – 6/8 – 9	4,5 – 5/9–9,5	< 4,5 / > 9,5
$\%DO_{bão\ hòa}$	88 - 112	75 – 88/112 - 125	50 – 75/125 - 150	20 – 50/150 - 200	≤ 20 / ≥ 200
BOD_5	≤ 4	6	15	25	≥ 50
$N\text{-}NH_3$	≤ 0,1	0,2	0,5	1	≥ 5
TSS	≤ 20	30	50	100	> 100
COD	≤ 10	15	30	50	> 80
Coliform	≤ 2.500	5.000	7.500	10.000	> 10.000

(Nguồn: Chế Đình Lý, 2013)

- Bước 3. Tính toán các hàm thành viên: Để có thể kết luận toàn diện dựa trên đa yếu tố, cần thiết lập các biểu thức cho hàm thành viên cho mỗi thông số tham gia đánh giá tương ứng với các bậc khác nhau. Các biểu thức này là xác suất hay mức độ thành viên mà một đối tượng đánh giá thuộc về bậc V_j trong tập hợp bậc đánh giá V đối với thông số u_i trong tập hợp các thông số U. [8]

- Bước 4. Xây dựng ma trận đánh giá mờ [2]: Từ *m* thông số đánh giá cho một mẫu quan trắc và hệ thống *k* bậc chất lượng và lập thành ma trận mờ *R* (*R* là *m x k*) cho từng mẫu cần đánh giá.

- Bước 5. Xác định trọng số của các thông số thành phần [3, 4]: Trọng số được xác định theo phương pháp Entropy. Phương pháp này được ứng dụng để đo lường kích thước của thông tin, càng nhiều thông tin chứa đựng trong một chỉ thị đặc trưng thì ảnh hưởng của chỉ thị đó trong việc ra quyết định càng trở nên quan trọng. Do đó, Entropy cũng được áp dụng để gán trọng số cho các chỉ thị môi trường.

Các bước tính trọng số Entropy [6]:

- Bước 1. Chuẩn hóa dữ liệu gốc, giả sử ta có m điểm quan trắc và n thông số đánh giá, ma trận dữ liệu gốc X.

- Bước 2. Xác định Entropy theo công thức dưới đây:

$$H_i = \frac{1}{lnn}\sum_{j=1}^{n} f_{ij}\ln(ij) \quad (5)$$

Trong đó

$$f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} r_{ij}} \ , 0 \le H_i \le 1. \quad (6)$$

Tuy nhiên, khi $f_{ij} = 0$, thì $ln(f_{ij})$ không có ý nghĩa. Vì vậy, f_{ij} có thể được điều chỉnh như sau:

$$fij = (1+ rij)/\sum_{j=1}^{n}(1 + r_{ij}) \quad (7)$$

- Bước 3. Trọng số Entropy được xác định như sau:

$$w_i = (1- H_i)/(m - \sum_{i=1}^{m} H_i),\ 0 \le w_i \le 1,\ \sum_{i=1}^{m} w_i = 1. \quad (8)$$

Kết quả của tính toán Entropy là tìm ra trọng số của các thông số pH, DO, COD, BOD_5, TSS, $N\text{-}NH_3$, Coliform để tính toán bậc ô nhiễm của nguồn nước.

Với cách tính toán chất lượng nguồn nước mặt theo chỉ số mờ, chỉ số cuối cùng giúp đưa ra kết luận cụ thể chất lượng khu vực (An Phú) hiện trạng đạt mức nào, qua đó hỗ trợ nhà quản lý và nghiên cứu đưa ra các giải pháp cụ thể (phi công trình/công trình) cải thiệt/hạn chế ô nhiễm nếu gặp phải.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả tính toán chất lượng nguồn nước mặt theo chỉ số mờ FCE của huyện An Phú trong năm 2016:

Theo từng bước tính toán ở trên, kết quả đánh giá mức độ chất lượng nguồn nước trên địa bàn huyện An Phú năm 2016 bằng chỉ số mờ (FCE) cuối cùng được tổng hợp trong bảng kết quả đánh giá như bảng dưới đây.

Bảng 3. Bảng tổng hợp hàm thành viên U

T GIAN	ĐỢT	pH	$\%DO_{bão\ hòa}$	COD	BOD_5	TSS	$N\text{-}NH_3$	Coliform
T1	1	1,000	0,313	0,00	0,00	0,00	0,286	0,00
	2	0,000	0,000	0,92	1,00	0,93	0,000	1,00
	3	0,065	0,134	1,00	1,00	0,61	1,000	0,68
	4	0,209	1,000	1,00	1,00	1,00	0,371	0,68
T2	1	1,000	0,000	0,00	0,00	0,67	0,000	1,00
	2	0,791	0,409	0,00	0,00	0,00	0,257	0,00
	3	0,388	1,000	1,00	1,00	1,00	0,657	1,00
	4	0,000	0,053	1,00	1,00	0,13	1.000	0,68
....	....	....	....	....	....	....	....	....
T12	1	0,720	0,389	0,00	0,00	0,17	1.000	0,68

T GIAN	ĐỢT	pH	%$DO_{bão\ hòa}$	COD	BOD_5	TSS	$N\text{-}NH_3$	Coliform
	2	1,000	0,000	1,00	1,00	0,83	0,106	1,00
	3	0,187	0,629	0,00	0,14	1,00	0,000	0,68
	4	0,000	1.000	0,33	0,29	0,00	0,553	0,00

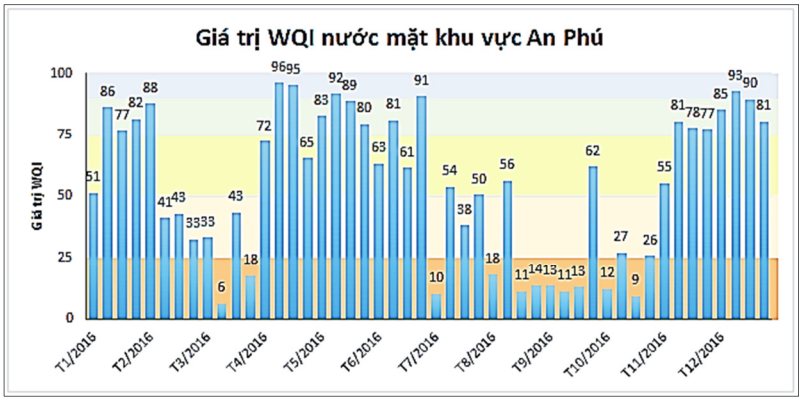
Bảng 4. Bảng xác định bậc chất lượng nguồn nước mặt huyện An Phú

Thời gian	Thông số	Giá trị					BẬC					
		Tính toán	Trung bình	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Độ lệch	I	II	III	IV	V	Bậc
T1	pH	6,64	6,8	7,8	6,3	0,6	1					III
	%$DO_{bhòa}$	54,31	53,4	68,0	45,1	8,8			3			
	COD	11,09	12,5	22,0	9,0	5,5	1					
	BOD_5	7,13	8,0	14,0	6,0	3,5		2				
	TSS	43,63	46,3	64,0	36,0	11,1			3			
	$N\text{-}NH_3$	0,04	0,0	0,1	0,0	0,0	1					
	Coliform	4.707	5.225	9.300	2.400	2.518		2				
T2	pH	5,27	5,4	6,0	4,6	0,5			3			III
	%$DO_{bhòa}$	66,82	65,7	75,6	60,0	6,2			3			
	COD	8,38	8,5	9,0	8,0	0,5	1					
	BOD_5	5,38	5,5	6,0	5,0	0,5		2				
	TSS	33,05	34,3	41,0	26,0	6,1		2				
	$N\text{-}NH_3$	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0		2				
	Coliform	4.153	4.675	9.300	2.400	2.817		2				
…	…	…			…							
T11	pH	6,63	6,6	6,9	6,3	0,3	1					III
	%$DO_{bhòa}$	55,88	55,9	57,3	53,5	1,5			3			
	COD	14,28	14,5	19,0	12,0	2,9		2				
	BOD_5	9,38	9,5	12,0	8,0	1,7		2				
	TSS	47,62	47,3	54,0	39,0	6,4			3			
	$N\text{-}NH_3$	0	0,0	0,0	0,0	0,0	1					
	Coliform	5.085	5.075	9.300	2.400	2.560		2				
T12	pH	6,91	6,9	7,3	6,5	0,3	1					III
	%$DO_{bhòa}$	58,89	59,4	64,6	54,1	3,8			3			
	COD	12,66	13,0	16,0	7,0	3,7		2				
	BOD_5	8,23	8,5	11,0	4,0	2,7		2				
	TSS	30,64	31,0	37,0	25,0	5,1		2				
	$N\text{-}NH_3$	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	1					
	Coliform	2.533	2.650	4.300	1.500	1.021	1					
2016	pH	4,64	6,3	7,8	4,4	0,8				4		IV
	%$DO_{bhòa}$	47,17	64,1	110,5	31,7	13,1				4		
	COD	9,71	13,1	32,0	7,0	5,2	1					
	BOD_5	6,33	8,6	21,0	4,0	3,4		2				
	TSS	36,95	49,7	128	17,0	29,7		2				
	$N\text{-}NH_3$	0,04	0,0	0,2	0,0	0,0	1					
	Coliform	8.734	11.719	75.000	1.500	15.259			3			

Đánh giá chất lượng nguồn nước mặt cho từng tháng và năm 2016 có hai cách xác định bậc chất lượng cuối cùng là (i) theo mức đánh giá bậc cao nhất của thông số đo trong tháng và (ii) theo mức tần xuất xuất hiện nhiều nhất trong các đợt đo của tháng hay cả năm [5]. Tuy nhiên, cách xác định bậc cuối cùng (i) theo mức đánh giá bậc cao nhất phản ánh được mức độ quan trọng của thông số chất lượng quan trọng nhất. Do vậy, trong tính toán chỉ số mờ FCE cho huyện An Phú sẽ áp dụng cách xác định (i) này.

Kết quả tính toán chất lượng nguồn nước mặt theo chỉ số WQI của huyện An Phú trong năm 2016:

Chỉ số WQI về chất lượng nguồn nước mặt của huyện An Phú được xác định (hình dưới) cho thấy nguồn nước bị ô nhiễm nặng (0 – 25) và không đáp ứng tưới trong nông nghiệp trong các tháng 2 – 3 và tháng 7 – 10 (6 tháng/năm). Thời gian này thường rơi vào đầu mùa vụ cây trồng, điều này làm gia tăng áp lực nên nguồn nước.



Hình 4. Chỉ số WQI các đợt đo trong các tháng của năm 2016 trên địa bàn huyện An Phú

Để đưa ra kết luận cuối cùng về chất lượng nguồn nước mặt trên địa bàn huyện An Phú ra sao, chỉ số WQI các tháng không thể cho ta đánh giá cho cả năm. Nếu trung bình cộng WQI của các tháng lại ta có WQI_{2016} = 55, theo đó, chất lượng nguồn nước mặt trên địa bàn huyện An Phú trong năm 2016 bị *ô nhiễm nhẹ nhưng có thể sử dụng cho mục đích tưới tiêu*. Kết quả trên được trung bình hóa giá trị chất lượng nguồn nước WQI các đợt để tính cho tháng và năm 2016 của huyện An Phú như bảng dưới.

Bảng 5. Bảng đánh giá chất lượng nguồn nước mặt huyện An Phú theo WQI

Thời gian	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Cả năm
Đợt 1	51	88	33	72	83	63	10	18	13	12	55	85	
Đợt 2	86	41	6	96	92	81	54	56	11	27	81	93	
Đợt 3	77	43	43	95	89	61	38	11	13	9	78	90	**55**
Đợt 4	82	33	18	65	80	91	50	14	62	26	77	81	
TB	**74**	**51**	**25**	**82**	**86**	**74**	**38**	**25**	**25**	**19**	**73**	**87**	

Phân tích so sách kết quả đánh giá chất lượng nguồn nước mặt tại huyện An Phú theo chỉ số FCE và WQI:

Chỉ số mờ FCE cho đánh giá chất lượng nguồn nước cả năm 2016 trên địa bàn huyện An Phú là (IV) ô nhiễm nặng. Phương pháp này xác định bậc theo tháng gần tương tự với giá trị WQI trung bình tháng (xem bảng dưới).

Bảng 6. Bảng so sánh CLN theo chỉ số đánh giá WQI và FCE

THÁNG	Giá trị WQI	Bậc WQI (quy đổi)	FCE	THÁNG	Giá trị WQI	Bậc WQI (quy đổi)	FCE
T 1	74	III	III	T 7	38	IV	V
T 2	51	III	III	T 8	25	V	V
T 3	25	V	V	T 9	25	V	V
T 4	82	II	III	T 10	19	V	V
T 5	86	II	III	T 11	73	III	III
T 6	74	III	II	T 12	87	II	III
T 7	38	IV	V	**Năm 2016**	**55**	**III**	**IV**

Tính toán theo chỉ số mờ FCE cho thấy mức độ ô nhiễm nước mặt khu vực huyện trầm trọng hơn so với chỉ số WQI theo từng tháng và cả năm. Từ mức độ ô nhiễm theo chỉ số mờ FCE cho thấy tình trạng chung nguồn nước mặt khu vực huyện An Phú không đạt loại B1 hay hạn chế sử dụng cho tưới cây trồng, nước cho sinh hoạt. Điều này phản ánh đúng hiện trạng sử dụng nguồn nước cho sản xuất và sinh hoạt của người dân huyện An Phú là nước ngầm (cho tưới rau màu) và nguồn nước sông Hậu (cho sinh hoạt) trong khoảng 6 – 9 tháng trong năm.

Tính toán theo chỉ số mờ FCE, việc xác định bậc ô nhiễm của chất lượng nguồn nước được dựa trên giá trị của tất cả các thông số đo đạc (bảng 4), nhưng khi đi đến kết luận bậc cuối cùng của vị trí/thời đoạn xem xét chỉ căn cứ vào bậc cao nhất (do bậc cao nhất thường rơi vào các thông số đo đạc có trọng số cao hay mức độ ảnh hưởng lớn tới chất lượng nguồn nước). Trong trường hợp xét cả năm, FCE không tính trung bình cộng tất cả các thời đoạn mà tổ hợp tất cả các giá trị thông số của các đợt đo từ đó xác định trọng số (khác với các thời đoạn trong năm) (xem bảng 4). Như vậy, tính logic cũng như tổng hợp thể hiện rõ trong phương pháp tính toán của chỉ số mờ.

4. KẾT LUẬN

Qua ví dụ tính toán chất lượng nguồn nước mặt trên địa bàn huyện An Phú, tỉnh An Giang trong năm 2016 theo chỉ số đánh giá WQI và phương pháp chỉ số mờ FCE, cho thấy chất lượng nguồn nước đang bị ô nhiễm và biến động chất lượng khá lớn trong năm. Đánh giá chất lượng nguồn nước theo chỉ số mờ FCE có cơ sở lý luận logic, rõ ràng và chính xác hơn so với chỉ số WQI. Kết quả đánh giá chất lượng nguồn nước mặt theo chỉ số mờ FCE trên địa bàn huyện An Phú, bước đầu cho thấy sự phù hợp với hiện trạng sử dụng nước năm 2016 của địa phương.

Đối với địa phương (huyện An Phú), với hiện trạng nguồn nước như vậy, việc sử dụng trong tưới cây trồng, đặc biệt tưới cho cây màu (rau, quả), là không phù hợp, nhất

là trong các tháng cuối mùa khô và từ tháng 7 – 10. Việc sử dụng nguồn nước này cho sinh hoạt là hoàn toàn không phù hợp. Muốn sử dụng cần phải xử lý. Trong khi nguồn nước sông Hậu chảy qua địa bàn có chất lượng tương đối tốt.

Tuy nhiên, để khẳng định cũng như áp dụng rộng rãi chỉ số này (FCE) cần phải tiến hành nghiên cứu khoa học cụ thể và áp dụng cho nhiều khu vực khác nhau nhằm hoàn thiện phương pháp tính toán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tổng cục Môi trường (2011). Quyết định số 879/QĐ-TCMT về việc ban hành số tay hướng dẫn tính toán chỉ số WQI, Bộ Tài nguyên Môi trường.
2. Alex. w. Dawotola, P.H.A.J.M.V.G., J.K Vrijling, (2009). Risk assessment oýpetroleum pipelines using a combined analytical hierarchy process - ỷault tree analysis (AHP-FTA).
3. Ji-hong Zhou, C.4.H., Jun-guang Zhao, Ping Li, (2009). Water quality assessment of Zhanghe River based on fuzzy eval-uation method 2009; http://xplorebcpaz.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5406823.
4. Jun-Jian Qiao, X.-W.z., Yan-Rui ZHang, (2008). The application offuzzy comprehensive evaluatìon on the water quality of Changiiang River 2008; http://xplorebcpaz.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber-4620637.
5. Panchal, J. (2011). Fuzzy classification -an overview.
6. Chế Đình Lý, (2013). "Ứng dụng phương pháp đánh giá toàn diện "mờ" trong mô hình đánh giá chất lượng nước sông Sài Gòn chạy qua tỉnh Bình Dương". Tạp chí Môi trường số 6/2013, Viện Môi trường Tài nguyên – Đại học Quốc gia TP.HCM.
7. Raman Bai. V, Reinier Bouwmeester và Mohan. S. (2009). Fuzzy Logic Water Quality Index and Importance of Water Quality Parameters. Air, Soil and Water Research 2009:2 51–59
8. Shiguo Xu, Tianxiang Wang and Suduan Hu, (2015). Dynamic Assessment of Water Quality Based on a Variable Fuzzy Pattern Recognition Model. Int. J. Environ. Res. Public Health 2015, 12, 2230-2248; doi:10.3390/ijerph120202230.

Người phản biện: PGS. TS. Lương Văn Thanh

TÍNH TOÁN NHU CẦU NƯỚC VÀ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG NGUỒN NƯỚC PHỤC VỤ NỐI MẠNG CHUYỂN NƯỚC LƯU VỰC TỈNH NINH THUẬN

WATER DEMAND CALCULATED AND WATER USED AVAILABILITY FOR WATER TRANSFER OF IRRIGATION SYSTEMS IN NINH THUAN PROVINCE

ThS. Nguyễn Đình Vượng, KS. Nguyễn Xuân Hòa

TÓM TẮT

Ninh Thuận có lưu vực sông Cái Phan Rang là chủ yếu với hệ thống các nhánh sông, suối lớn nhỏ nằm ở phía bờ tả Sông Cái như Sông Sắt, sông Cho Mo, Suối Ngang,… cùng Sông Ông, Sông Than và Sông Lu nằm phía bờ hữu Sông Cái. Ngoài ra còn có một số sông, suối độc lập chảy thẳng ra biển như Sông Trâu, suối Nước Ngọt, suối Bà Râu, suối Kiền Kiền, suối Vĩnh Hy, suối Quán Thẻ,… Theo tính toán thì lượng nước mặt trên các hệ thống sông nội tỉnh không nhiều và rất hạn chế, bị lệ thuộc chủ yếu vào nguồn nước bổ sung từ các tỉnh khác (lượng nước bổ sung từ ngoại tỉnh khoảng 500 triệu m^3/năm). Trong khi đó, các ngành kinh tế của tỉnh đang trên đà phát triển và mở rộng, một số khu công nghiệp đã và đang được đầu tư xây dựng nên nhu cầu sử dụng nước ngày càng tăng, do đó cần thiết phải xem xét tính toán nhu cầu nước và đánh giá tiềm năng nguồn nước có thể khai thác phục vụ nối mạng chuyển nước giữa các lưu vực, các tuyến công trình thủy lợi nhằm phát triển kinh tế, xã hội của địa phương.

Từ khóa: Nhu cầu nước, khả năng nguồn nước, nối mạng chuyển nước, hạn hán, Ninh Thuận.

ABSTRACT

With the mainly river systems is Cái Phan Rang river and many large and small rivers, streams covers in Ninh Thuan province. Arcoding to the calculations to surface water, the volume of potential water in the province is very limited and depends heavily about additional water resources from neighboring provinces (additional water enters from the neighboring provinces were about 500 mil m^3/year). While, the province's economy is on track to development and expansion, the industrial park has been invested to build so demand for water is increasing. It is necessary to calculate the water demand and potential water resources of Ninh Thuan province in future in oder to propose proper solutions for water transfering in connecting network of irrigation systems to service of economic development as well as local society.

Key words: Water demand, potention of water, water transfer in irrigation systems, drought, Ninh Thuan.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ninh Thuận là tỉnh được bổ sung nguồn nước mặt hệ thống Thủy điện Đa Nhim từ năm 1964,[1]. Thời gian qua tỉnh đã được đầu tư xây dựng nhiều dự án thủy lợi lớn như hệ thống thủy lợi Tân Mỹ - hồ Sông Cái, dự án thủy lợi Phước Bình,… Đến nay, toàn tỉnh đã xây dựng được 23 hồ thủy lợi, trong đó có 20 hồ chứa đã đưa vào khai thác, với tổng dung tích chứa trên 190 triệu m^3. Ngoài các công trình lớn như hồ Sông Sắt dung tích chứa 67 triệu m^3, hồ Sông Trâu gần 32 triệu m^3, hồ Tân Giang dung tích trên 13 triệu m^3 đã đưa vào sử dụng, mới đây đã hoàn thành và đưa vào hoạt động thêm 4 hồ gồm: Sông Biêu, Lanh Ra, Phước Trung, Bà Râu với tổng dung tích chứa trên 40 triệu m^3. Bên cạnh đó, Ninh Thuận còn có 65 hệ thống đập dâng lớn, nhỏ (trong đó có 3 hệ thống đập dâng lớn gồm Nha Trinh, Lâm Cấm và Sông Pha) với tổng dung tích theo thiết kế tưới cho 18.500 ha đất nông nghiệp [4].

Mặc dù đã được đầu tư nhiều hệ thống công trình thủy lợi phục vụ cấp nước cho phát triển kinh tế xã hội nhưng do biến động thời tiết - khí hậu, vào mùa khô nắng nóng kéo dài, lượng mưa ít, lượng dòng chảy từ thượng nguồn đổ về sông Cái Phan Rang thấp. Theo kết quả điều tra khảo sát thực tế, nguồn nước trong các hệ thống hồ chứa và đập dâng trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận tính đến ngày 14/07/2016 là 35,31 triệu m^3, chỉ đạt 18,37% so với dung tích thiết kế của toàn hệ thống (192,24 triệu m^3),[3]. Trong khi đó, nhu cầu sử dụng nước các ngành kinh tế ngày càng tăng nên khả năng điều tiết nội vùng hẹp. Do đó, trên địa bàn tỉnh đã có nhiều vùng bị hạn hán, thiếu nước gây thiệt hại lớn cho sản xuất, đe dọa môi trường sinh thái và đời sống người dân. Chính vì vậy, cần thiết phải kiểm tra, tính toán nhu cầu nước và đánh giá tiềm năng nguồn nước có thể đáp ứng trong tương lai phục vụ khả năng nối mạng chuyển nước lưu vực nhằm chủ động nguồn nước cho phát triển kinh tế, xã hội của địa phương, thích ứng với biến đổi khí hậu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các phương pháp nghiên cứu chủ yếu sẽ được sử dụng trong đề tài này như sau:

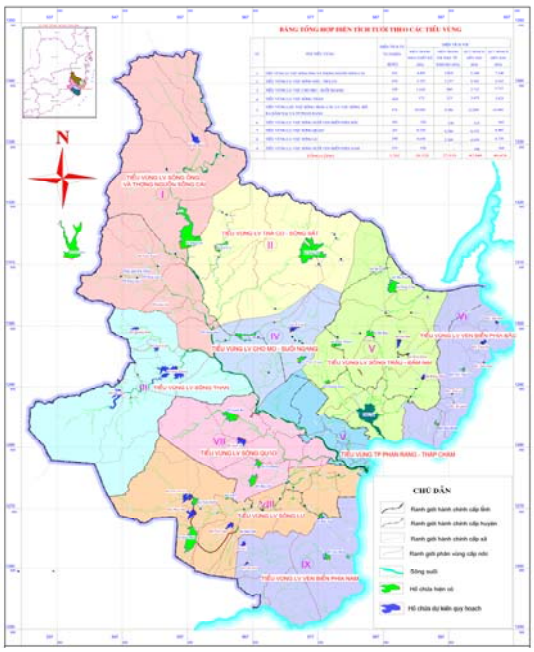
- Kế thừa các kết quả nghiên cứu về nguồn nước, quy hoạch thủy lợi,… của các đề tài, dự án đã và đang thực hiện trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận;
- Điều tra, thu thập tổng hợp tài liệu về địa hình, nguồn nước, số liệu thủy văn, dòng chảy,… phục vụ tính toán nhu cầu nước và đánh giá tiềm năng nguồn nước;
- Sử dụng phương pháp mô hình toán, ứng dụng phần mềm MIKE NAM mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy mặt trên lưu vực để tính toán tiềm năng nguồn nước tỉnh Ninh Thuận;
- Ứng dụng hệ thông tin địa lý (GIS), phần mềm chuyên ngành để số hóa các dữ liệu bản đồ và kết quả tính toán về nguồn nước.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

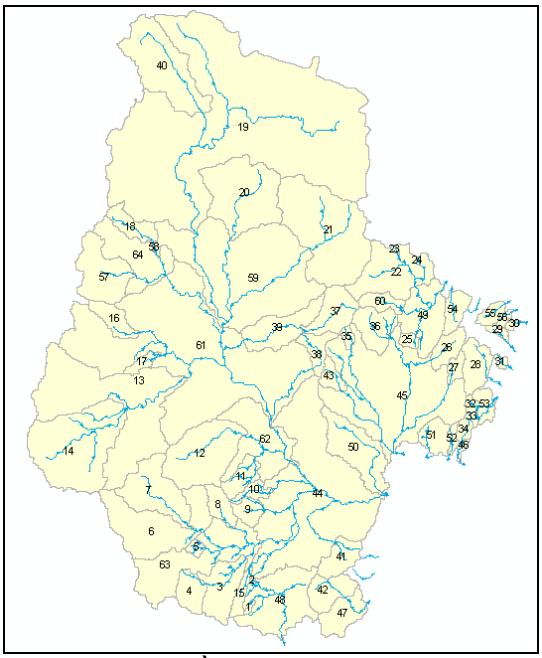
3.1. Phân vùng đánh giá tiềm năng nguồn nước

Các vùng/tiểu vùng, lưu vực/tiểu lưu vực tính toán tiềm năng nguồn nước được phân chia căn cứ vào vị trí các công trình khai thác hay sử dụng nước và các hộ dùng nước đi cùng với các công trình thủy lợi trên các vùng/lưu vực. Căn cứ vào điều kiện tự

nhiên, đặc điểm địa hình, nguồn nước, địa giới hành chính, toàn tỉnh Ninh Thuận được chia làm 3 vùng đánh giá tiềm năng nguồn nước với 10 tiểu vùng [4], [6], xem Hình 1.



Hình 1. Bản đồ phân vùng tiềm năng nguồn nước theo lưu vực



Hình 2. Bản đồ phân định các lưu vực và tiểu lưu vực sông Ninh Thuận

- **Vùng miền núi:** Gồm địa giới hành chính của huyện Ninh Sơn và huyện Bác Ái, được chia ra các tiểu vùng: *(i) Tiểu vùng lưu vực Sông Sắt – Trà Co; (ii) Tiểu vùng lưu vực Sông Ông và thượng nguồn Sông Cái; (iii) Tiểu vùng lưu vực Cho Mo – Suối Ngang; (iv) Tiểu vùng lưu vực Sông Than.*
- **Vùng phía phía bắc Sông Cái:** Gồm địa giới hành chính của huyện Thuận Bắc, huyện Ninh Hải và Thành phố Phan Rang – Tháp Chàm, được chia ra các tiểu vùng: *(i) Tiểu vùng Sông Trâu; (ii) Tiểu vùng các lưu vực sông đổ ra Đầm Nại và Tp. Phan Rang - Tháp Chàm; (iii) Tiểu vùng lưu vực sông suối ven biển phía Bắc.*
- **Vùng phía phía nam Sông Cái:** Gồm địa giới hành chính của huyện Ninh Phước và huyện Thuận Nam, được chia ra các tiểu vùng: *(i) Tiểu vùng lưu vực Sông Quao; (ii) Tiểu vùng lưu vực Sông Lu; (iii) Tiểu vùng lưu vực sông suối ven biển phía Nam.*

Trên cơ sở các vùng/lưu vực sông, tiểu vùng tiến hành phân bổ các tiểu lưu vực sông phục vụ việc tính toán khả năng nguồn nước đến các hồ chứa theo tần suất 85%. Các lưu vực sông tỉnh Ninh Thuận được phân chia thành 64 tiểu lưu vực bằng công cụ "Phân định lưu vực" trên nền dữ liệu cao độ số (DEM 90 × 90 m). Việc phân định tiểu lưu vực dựa trên DEM giúp xác định chính xác tiểu lưu vực và diện tích của từng tiểu lưu vực, xem Hình 2. Kết quả phân vùng đánh giá tiềm năng nguồn nước, phân chia các tiểu lưu vực tính toán và/theo các tuyến công trình được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Phân vùng/lưu vực và diện tích khả năng khai thác theo các tuyến công trình

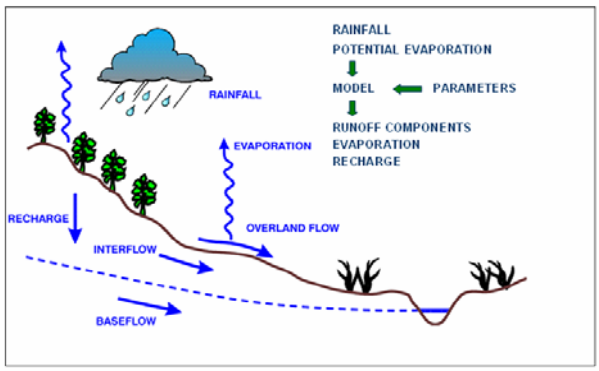
TT	Vùng/lưu vực	Diện tích tự nhiên (km^2)		Khả năng khai thác			
		Trong tỉnh	Ngoài tỉnh	Tuyến công trình	Diện tích lưu vực F_{LV} (Km^2)	F_{LV} chưa tính F_{LV} hồ thượng lưu (Km^2)	Địa phương
I	**VÙNG MIỀN NÚI**						
I.1	***Tiểu vùng lưu vực Sông Ông và thượng nguồn Sông Cái***	***651***	***348***				
1				Ngoài tỉnh (LV hồ Sông Cái)	336		Khánh Hòa
2				Hồ Đa Mây	88,6		Bác Ái
3				Hồ Sông Cái		325,4	Bác Ái
4				Hồ Tầm Ngân	21,1		Ninh Sơn
5				Ngoài tỉnh (LV Đập 19-5)	12		Lâm Đồng
6				Đập 19-5		26	Ninh Sơn
7				Đập Sông Pha		30,9	Ninh Sơn
I.2	***Tiểu vùng lưu vực Sông Sắt - Trà Co***	***418***					
1				Hồ Trà Co	94		Bác Ái
2				Hồ Sông Sắt	137		Bác Ái
3				Đập Tân Mỹ		219	Ninh Sơn
I.3	***Tiểu vùng lưu vực Sông Than***	***424***	***159,7***				
1				Hồ Suối Cát	8,5		Ninh Sơn
2				Ngoài tỉnh (LV hồ Quảng Sơn)	6,5		Lâm Đồng
3				Hồ Quảng Sơn		4	Ninh Sơn
4				Hồ Ma Nới	123,3		Ninh Sơn
5				Ngoài tỉnh (LV hồ Sông Than)	81,6		Lâm Đồng
6				Hồ Sông Than		125,1	Ninh Sơn
7				Ngoài tỉnh (LV Đập Nha Trinh)	71,6		Lâm Đồng
I.4	***Tiểu vùng lưu vực Cho Mo – Suối Ngang***	***188***					
1				Hồ Ô Căm	32,7		Bác Ái
2				Hồ Cho Mo		44,3	Ninh Sơn
3				Hồ Phước Trung	16,6		Bác Ái
II	**VÙNG PHÍA BẮC SÔNG CÁI**						
II.1	***Tiểu vùng Sông Trâu, các lưu vực Sông đổ ra Đầm Nại và TP Phan Rang Tháp Chàm***	***574***					
1				Hồ Ba Chi	3,2		Thuận Bắc
2				Hồ Ma Trai	3,8		Thuận Bắc

3				Hồ Sông Trâu		59	Thuận Bắc
4				Đập Ba Hồ	13,6		Thuận Bắc
6				Hồ Ba Râu	29		Thuận Bắc
7				Hồ Lợi Hải	3,4		Thuận Bắc
8				Hồ Phước Nhơn	11,3		Bác Ái
9				Hồ Thành Sơn	30		Ninh Hải
10				Hồ Kiền Kiền	18		Thuận Bắc
11				Hồ Đông Nha	14,6		Thuận Bắc
II.2	***Tiểu vùng lưu vực sông suối Ven Biển phía Bắc***	***201***					
1				Hồ Nước Ngọt	30		Ninh Hải
2				Hồ Bãi Hời	5,15		Ninh Hải
3				Hồ Vĩnh Hy	19,6		Ninh Hải
4				Hồ Suối Sâu	4,27		Ninh Hải
5				Hồ Thái An	3,53		Ninh Hải
6				Hồ Rẻ Quạt	3,13		Ninh Hải
7				Hồ Ông Kinh	6,5		Ninh Hải
III	**VÙNG PHÍA NAM SÔNG CÁI**						
III.1	***Tiểu vùng lưu vực Sông Quao***	***261***					
1				Hồ Lanh Ra	88		Ninh Phước
2				Hồ Tà Ranh	12,3		Ninh Phước
3				Hồ Bàu Zôn	17,3		Ninh Phước
4				Hồ Suối So	16,8		Ninh Phước
5				Đập Nha Trinh		238,8	Ninh Phước
6				Đập Lâm Cấm		50	Ninh Phước
III.2	***Tiểu vùng lưu vực Sông Lu***	***390***	***47***				
1				Hồ Tân Giang 2	143		Thuận Nam
2				Hồ Tân Giang		6	Thuận Nam
3				Ngoài tỉnh(LV Hồ Sông Biêu)	5,5		Ninh Thuận
4				Hồ Sông Biêu		63,2	Thuận Nam
5				Hồ CK7	17,5		Thuận Nam
6				Hồ Phước Hà	4,75		Thuận Nam
7				Hồ Bầu Ngứ	16,3		Thuận Nam
8				Hồ Trà Van	16,5		Thuận Nam
9				Hồ Suối Lớn	8		Thuận Nam
10				Ngoài tỉnh(LV Đập Kía)	41,5		Ninh Thuận
11				Đập Kía		50	Thuận Nam
III.3	***Tiểu vùng lưu vực sông suối Ven biển phía Nam***	***255***					
1				Hồ số 7	4		Thuận Nam
2				Hồ Đá Đen	6,5		Thuận Nam
3				Hồ Núi Một	30		Thuận Nam
Tổng cộng		**3362**	**554,7**		**1.656,5**	**1.241,7**	

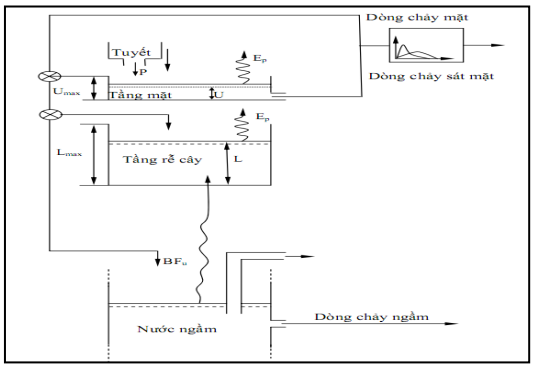
3.2. Ứng dụng mô hình MIKE NAM đánh giá tiềm năng nguồn nước trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận

3.2.1. Giới thiệu mô hình dùng để tính toán

Mô hình thủy văn NAM được dùng trong nghiên cứu này để mô phỏng quá trình lượng mưa - dòng chảy mặt xảy ra trong phạm vi lưu vực sông. NAM là từ viết tắt của tiếng Đan Mạch "NedborAfstromnings - Model", có nghĩa là mô hình giáng thủy dòng chảy. Mô hình này đầu tiên do Khoa Tài nguyên nước và Thủy lợi của trường Đại học Đan Mạch xây dựng (Nielsen và Hansen, 1973) và tiếp tục được Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) nâng cấp, mở rộng ứng dụng cho rất nhiều dự án kỹ thuật thủy văn ở các vùng khí hậu khác nhau trên thế giới. NAM hình thành nên một phần mô-đun lượng mưa - dòng chảy (RR - Rainfall Runoff) của bộ mô hình MIKE11.



Hình 3. Cấu trúc mô hình thủy văn tự nhiên



Hình 4. Sơ đồ cấu trúc của mô hình NAM

Trên cơ sở đầu vào khí tượng, NAM tạo ra được dòng chảy cũng như thông tin về các thành phần của tầng đất trong chu trình thủy văn, như sự biến đổi theo thời gian của lượng bốc thoát hơi nước, độ ẩm của đất, quá trình thấm vào nước ngầm, mực nước ngầm,... Kết quả dòng chảy lưu vực được tách ra thành dòng chảy mặt, dòng chảy sát mặt và dòng ngầm. Dữ liệu đầu vào của mô hình là mưa, bốc hơi tiềm năng và nhiệt độ (chỉ áp dụng cho vùng có tuyết). Kết quả đầu ra của mô hình là dòng chảy trên lưu vực, mực nước ngầm và các thông tin khác trong chu trình thủy văn, chẳng hạn như sự thay đổi tạm thời của độ ẩm đất và khả năng bổ sung nước ngầm. Dòng chảy lưu vực cũng được phân một cách gần đúng thành dòng chảy mặt, dòng chảy sát mặt và dòng chảy ngầm.

3.2.2. Hiệu chỉnh và xác định bộ thông số mô hình

Hiện tại trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận chỉ có một trạm thủy văn Tân Mỹ quan trắc lưu lượng thường xuyên. Chính vì vậy trong nghiên cứu này chúng tôi đề nghị sử dụng trạm Tân Mỹ để chuẩn hóa bộ thông số mô hình thuộc lưu vực miền núi.

Vùng ven biển hiện chưa có trạm quan trắc lưu lượng. Vì lượng mưa, bốc hơi tại khu vực trạm thủy văn Sông Lũy tương tự lượng mưa, bốc hơi khu vực ven biển tỉnh

Ninh Thuận nên ta có thể sử dụng trạm thủy văn Sông Lũy để chuẩn hóa bộ thông số mô hình cho lưu vực ven biển.

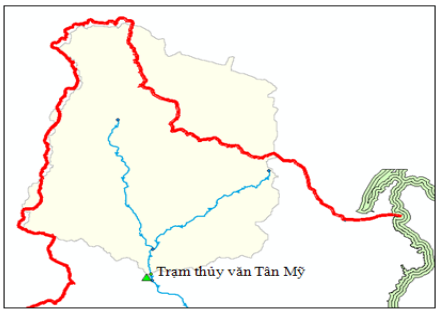
a. Hiệu chỉnh và xác định bộ thông số mô hình trạm Tân Mỹ

Sử dụng tài liệu lưu lượng ngày thực đo tại trạm thủy văn Tân Mỹ (đã trừ đi lưu lượng xả theo ngày của thủy điện Đa Nhim), tiến hành hiệu chỉnh mô hình cho tiểu lưu vực trạm thủy văn Tân Mỹ. Hiệu chỉnh cho đến khi đường quá trình lưu lượng mô phỏng và thực đo tại trạm thủy văn Tân Mỹ khớp nhau.

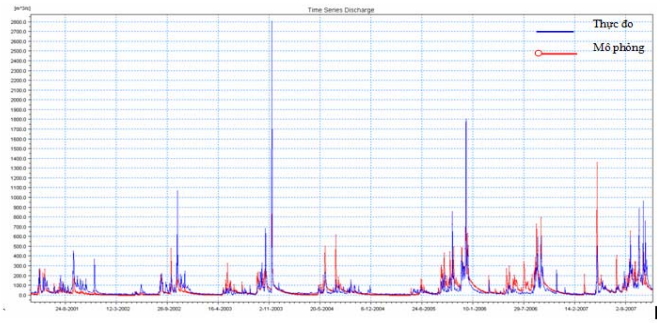
Kết quả mô phỏng cho thấy đường quá trình tính toán và thực đo khá phù hợp. Sai số tổng lượng giữa dòng chảy năm tính toán và thực đo không vượt quá 3%; Hệ số tương quan giữa tính toán và thực đo mùa khô đạt từ 0,84 - 0,87, xem Bảng 2 và Hình 6.

Bảng 2. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh mô hình NAM lưu vực miền núi (trạm Tân Mỹ)

Tiêu chuẩn đánh giá	Giá trị
Sai số tổng lượng -BIAS%	3%
Hệ số hiệu quả các tháng mùa kiệt -R^2	0,847



Hình 5. Vị trí trạm thủy văn Tân Mỹ dùng để mô phỏng lượng nước tiềm năng các lưu vực miền núi



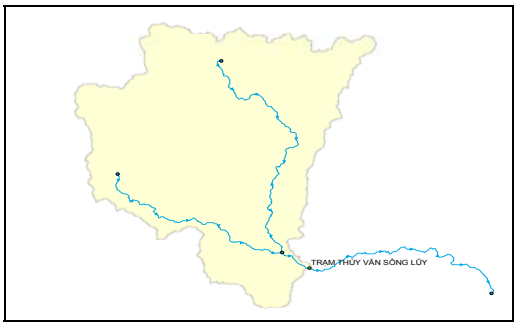
Hình 6. Kết quả lưu lượng thực đo và mô phỏng tại trạm Tân Mỹ

b. Hiệu chỉnh và xác định bộ thông số mô hình trạm Sông Lũy

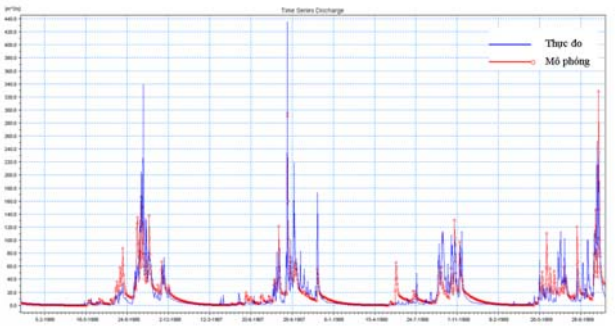
Sử dụng tài liệu lưu lượng ngày thực đo tại trạm thủy văn Sông Lũy để hiệu chỉnh mô hình cho các lưu vực ven biển. Hiệu chỉnh cho đến khi đường quá trình lưu lượng mô phỏng và thực đo tại trạm thủy văn Sông Lũy tương đồng. Kết quả cho thấy đường quá trình tính toán và thực đo tương đối phù hợp. Sai số tổng lượng giữa dòng chảy năm tính toán và thực đo không vượt quá 5%, hệ số tương quan giữa tính toán và thực đo mùa kiệt đạt từ 0,82 - 0,88 [2], xem Bảng 3 và Hình 8.

Bảng 3. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh mô hình NAM lưu vực ven biển (trạm Sông Lũy)

Tiêu chuẩn đánh giá	Giá trị
Sai số tổng lượng, BIAS	5%
Hệ số hiệu quả các tháng mùa kiệt - R^2	0,87



Hình 7. Vị trí trạm thủy văn Sông Lũy dùng để mô phỏng lượng nước tiềm năng các lưu vực vùng ven biển



Hình 8. Quá trình lưu lượng ngày thực đo và mô phỏng tại trạm thủy văn Sông Lũy

Từ kết quả trên cho thấy các thông số mô hình đã được cân chỉnh đảm bảo tin cậy, do đó có thể sử dụng bộ thông số trên để tính toán mô phỏng cho các lưu vực nghiên cứu.

Trong điều kiện số liệu trạm quan trắc hiện có, đề nghị sử dụng bộ thông số mô hình Tân Mỹ thuộc lưu vực miền núi để khôi phục dòng chảy các tiểu lưu vực Sông Ông, thượng nguồn Sông Cái, lưu vực sông Trà Co, Sông Sắt, Sông Than, Cho Mo, Suối Ngang. Bộ thông số mô hình trạm Sông Lũy thuộc lưu vực ven biển để khôi phục dòng chảy cho các tuyến công trình thuộc lưu vực ven biển phía Nam như Sông Lu, Sông Quao, Tp. Phan Rang - Tháp Chàm, Sông Trâu, Đầm Nại và lưu vực ven biển phía Bắc.

3.2.3. Kết quả xác định lượng nước đến các lưu vực và tiểu lưu vực sông tỉnh Ninh Thuận

Kết quả tính toán xác định nguồn nước đến tiềm năng trên các vùng/lưu vực và tiểu lưu vực sông tỉnh Ninh Thuận cũng như khả năng khai thác nguồn nước tại các tuyến công trình theo không gian và thời gian được trình bày ở Bảng 4.

Kết quả tính toán cho thấy: Tổng lượng nước tiềm năng tính toán ứng với tần suất P=85% là 1,885 tỷ m^3, bao gồm:

- Lượng nước tiềm năng thuộc vùng miền Núi là 1,58 tỷ (bao gồm lượng nước xả của thủy điện Đa Nhim), chiếm 84% tổng lượng nước toàn tỉnh. Trong đó lượng nước xả của thủy điện Đa Nhim là 0,46 tỷ m^3, chiếm 30% lượng nước vùng miền Núi. Lượng nước của tiểu vùng lưu vực Sông Ông và thượng nguồn Sông Cái là 0,68 tỷ m^3, chiếm 43% lượng nước vùng miền núi.
- Lượng nước tiềm năng thuộc vùng Bắc Sông Cái là 0,11 tỷ m^3, chiếm 6% tổng lượng nước toàn tỉnh. Trong đó lượng nước tiềm năng của tiểu vùng Sông Trâu, các lưu vực sông đổ ra Đầm Nại và TP. Phan Rang Tháp Chàm là 0,08 tỷ m^3, chiếm 74 % lượng nước vùng Bắc Sông Cái.
- Lượng nước tiềm năng thuộc vùng Nam Sông Cái là 0,19 tỷ m^3, chiếm 10% tổng lượng nước toàn tỉnh. Trong đó lượng nước tiềm năng của Tiểu vùng Sông Lu là 0,08 tỷ m^3, chiếm 43% lượng nước vùng Nam Sông Cái.

Bảng 4. Nguồn nước tiềm năng và khả năng khai thác nguồn nước tại các vùng/lưu vực và tiểu lưu vực ứng với tần suất 85% (Đơn vị: m^3/s)

TT	Lưu vực/Tuyến công trình	Nguồn nước tiềm năng			Khả năng khai thác			Tháng											
		Diện tích tự nhiên (km^2)		W85% (10^6m^3)	Diện tích lưu vực F_{LV} (Km^2)	F_{LV} chưa tính F_{LV} hồ thượng lưu (Km^2)	$W_{85\%}$ (10^6m^3)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Trong tỉnh	ngoài tỉnh																
I	**VÙNG MIỀN NÚI**																		
I.1	***Tiểu vùng lưu vực Sông Ông và thượng nguồn Sông Cái***	**651**	**348**	**681,7**				**20,65**	**8,822**	**12,38**	**8,497**	**42,38**	**42,83**	**25,23**	**31,14**	**31,02**	**19,71**	**9,89**	**6,863**
1	Ngoài tỉnh (LV hồ Sông Cái)				336		233,577	6,975	2,979	4,272	2,904	14,75	14,81	8,681	10,8	10,46	6,614	3,318	2,321
2	Hồ Đa Mây				88,6		61,59	1,844	0,784	1,124	0,763	3,89	3,901	2,29	2,851	2,756	1,749	0,869	0,615
3	Hồ Sông Cái					325,4	226,197	6,763	2,883	4,134	2,809	14,28	14,34	8,406	10,46	10,13	6,402	3,212	2,247
4	Hồ Tầm Ngân				21,1		14,651	0,435	0,191	0,265	0,18	0,922	0,933	0,541	0,678	0,657	0,413	0,212	0,148
5	Ngoài tỉnh (LV Đập 19-5)				12		8,328	0,254	0,106	0,148	0,106	0,53	0,53	0,307	0,382	0,371	0,233	0,117	0,085
6	Đập 19-5					26	18,054	0,541	0,233	0,329	0,223	1,145	1,145	0,668	0,837	0,806	0,509	0,254	0,18
7	Đập Sông Pha					30,9	21,479	0,647	0,276	0,392	0,265	1,357	1,357	0,795	0,996	0,965	0,604	0,307	0,212
8	Lượng nước xả của thủy điện Đa Nhim			465,3			465,287	16,23	12,47	12,62	7,28	5,41	7,58	17,45	19,22	20,89	20,07	17,72	20,11
I.2	***Tiểu vùng lưu vực Sông Sắt - Trà Co***	***418***		***182,7***				***7,882***	***3,369***	***2,63***	***2,482***	***6,016***	***8,366***	***5,953***	***5,182***	***12,28***	***8,496***	***4,33***	***2,527***
1	Hồ Trà Co				94		65,379	1,95	0,837	1,198	0,816	4,123	4,145	2,427	3,021	2,926	1,855	0,933	0,647
2	Hồ Sông Sắt				137		95,239	2,841	1,219	1,738	1,187	6,01	6,042	3,54	4,41	4,261	2,692	1,357	0,943
3	Đập Tân Mỹ					219	152,261	4,547	1,94	2,788	1,897	9,614	9,646	5,66	7,038	6,816	4,314	2,162	1,516
I.3	***Tiểu vùng lưu vực Sông Than***	***424***	***159,7***	***186,7***				***9,297***	***3,973***	***2,429***	***2,776***	***2,325***	***6,849***	***5,55***	***3,025***	***14,93***	***11,05***	***5,793***	***3,064***
1	Hồ Suối Cát				8,5		2,788	0,155	0,062	0,031	0,041	0,01	0,082	0,082	0,031	0,247	0,175	0,093	0,052
2	Ngoài tỉnh (LV hồ Quảng Sơn)				6,5		2,113	0,113	0,052	0,021	0,031	0,01	0,062	0,062	0,021	0,185	0,134	0,072	0,041

3	Hồ Quảng Sơn					4	1,325	0,072	0,031	0,01	0,021	0,01	0,041	0,041	0,021	0,113	0,082	0,041	0,021
4	Hồ Ma Nới				123,3		40,25	2,225	0,948	0,443	0,587	0,216	1,195	1,143	0,484	3,533	2,534	1,308	0,7
5	Ngoài tỉnh (LV hồ Sông Than)				81,6		26,632	1,473	0,628	0,288	0,391	0,144	0,793	0,752	0,319	2,338	1,679	0,865	0,464
6	Hồ Sông Than					125,1	40,789	2,256	0,958	0,443	0,597	0,216	1,215	1,154	0,494	3,584	2,575	1,318	0,711
7	Ngoài tỉnh (LV Đập Nha Trinh)				71,6		23,337	1,288	0,546	0,258	0,34	0,124	0,7	0,659	0,278	2,05	1,473	0,762	0,402
I.4	***Tiểu vùng lưu vực Cho Mo – Suối Ngang***	***188***		***61,34***				***3,389***	***1,442***	***0,67***	***0,896***	***0,33***	***1,823***	***1,741***	***0,742***	***5,387***	***3,873***	***1,988***	***1,061***
1	Hồ Ô Căm				32,7		10,664	0,587	0,247	0,113	0,155	0,062	0,319	0,299	0,134	0,937	0,67	0,35	0,185
2	Hồ Cho Mo					44,3	14,457	0,793	0,34	0,155	0,216	0,082	0,433	0,412	0,175	1,267	0,917	0,464	0,247
3	Hồ Phước Trung				16,6		2,46	0,01	0	0	0	0,01	0,021	0,042	0,042	0,094	0,187	0,395	0,135
II	**VÙNG PHÍA BẮC SÔNG CÁI**																		
II.1	***Tiểu vùng Sông Trâu, các lưu vực Sông đổ ra Đầm Nại và TP Phan Rang Tháp Chàm***	***574***		***86,7***				***0,302***	***0,125***	***0,052***	***0,031***	***0,52***	***0,863***	***1,362***	***1,602***	***3,338***	***6,49***	***13,66***	***4,649***
1	Hồ Ba Chi				3,2		1,03	0,062	0,021	0,01	0,01	0,01	0,031	0,031	0,01	0,093	0,062	0,031	0,021
2	Hồ Ma Trai				3,8		0,072	0,031	0,01	0,021	0,01	0,041	0,031	0,01	0,113	0,082	0,041	0,021	0,04
3	Hồ Sông Trâu					59	16,961	0,844	0,361	0,165	0,216	0,092	0,474	0,453	0,216	1,391	1,094	0,786	0,362
4	Đập Ba Hồ				13,6		2,073	0,01	0	0	0	0,01	0,021	0,031	0,042	0,083	0,156	0,322	0,114
6	Hồ Ba Râu				29		4,397	0,01	0,01	0	0	0,031	0,042	0,073	0,083	0,166	0,333	0,686	0,239
7	Hồ Lợi Hải				3,4		0,544	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,021	0,042	0,083	0,031
8	Hồ Phước Nhơn				11,3		1,719	0,01	0	0	0	0,01	0,021	0,031	0,031	0,062	0,125	0,27	0,094
9	Hồ Thành Sơn				30		4,565	0,021	0,01	0	0	0,031	0,042	0,073	0,083	0,177	0,343	0,718	0,239
10	Hồ Kiền Kiền				18		2,733	0,01	0	0	0	0,021	0,031	0,042	0,052	0,104	0,208	0,426	0,146
11	Hồ Đông Nha				14,6		2,155	0,01	0	0	0	0,01	0,021	0,031	0,042	0,083	0,166	0,343	0,114
II.2	***Tiểu vùng lưu vực sông suối Ven Biển phía Bắc***	***201***		***30,37***				***0,104***	***0,042***	***0,021***	***0,01***	***0,187***	***0,302***	***0,478***	***0,562***	***1,165***	***2,278***	***4,784***	***1,622***
1	Hồ Nước Ngọt				30		4,565	0,021	0,01	0	0	0,031	0,042	0,073	0,083	0,177	0,343	0,718	0,239
2	Hồ Bãi Hời				5,15		0,762	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,031	0,062	0,125	0,042
3	Hồ Vĩnh Hy				19,6		2,922	0,01	0	0	0	0,021	0,031	0,042	0,052	0,114	0,218	0,468	0,156

4	Hồ Suối Sâu				4,27		0,625	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,021	0,052	0,104	0,031
5	Hồ Thái An				3,53		0,544	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,021	0,042	0,083	0,031
6	Hồ Rẻ Quạt				3,13		0,436	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,021	0,031	0,073	0,021
7	Hồ Ông Kinh				6,5		0,983	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,021	0,042	0,073	0,156	0,052
III	**VÙNG PHÍA NAM SÔNG CÁI**																		
III.1	***Tiểu vùng lưu vực Sông Quao***	***261***		***59,72***				***2,022***	***0,842***	***1,288***	***1,157***	***0,45***	***3,352***	***1,873***	***0,758***	***3,774***	***3,871***	***2,333***	***1,003***
1	Hồ Lanh Ra				88		23,179	0,998	0,422	0,389	0,4	0,153	1,035	0,698	0,287	1,717	1,489	0,842	0,39
2	Hồ Tà Ranh				12,3		2,357	0,041	0,02	0,071	0,051	0,02	0,173	0,082	0,031	0,112	0,153	0,102	0,041
3	Hồ Bàu Zôn				17,3		3,243	0,061	0,02	0,092	0,071	0,031	0,245	0,112	0,041	0,153	0,214	0,143	0,051
4	Hồ Suối So				16,8		3,164	0,061	0,02	0,092	0,071	0,031	0,235	0,102	0,041	0,143	0,214	0,143	0,051
5	Đập Nha Trinh					238,8	77,902	4,295	1,833	0,855	1,143	0,422	2,318	2,215	0,937	6,839	4,913	2,524	1,349
6	Đập Lâm Cấm					50	14,538	0,711	0,308	0,205	0,226	0,082	0,534	0,432	0,175	1,183	0,926	0,493	0,257
III.2	***Tiểu vùng lưu vực Sông Lu***	***390***	***47***	***82,48***				***1,571***	***0,612***	***2,397***	***1,856***	***0,734***	***6,151***	***2,764***	***1,071***	***3,825***	***5,437***	***3,611***	***1,357***
1	Hồ Tân Giang 2				143		27,103	0,52	0,204	0,785	0,612	0,245	2,02	0,908	0,347	1,255	1,785	1,183	0,449
2	Hồ Tân Giang					6	1,125	0,02	0,01	0,031	0,031	0,01	0,082	0,041	0,01	0,051	0,071	0,051	0,02
3	Ngoài tỉnh(LV Hồ Sông Biêu)				5,5		1,043	0,02	0,01	0,031	0,02	0,01	0,082	0,031	0,01	0,051	0,071	0,041	0,02
4	Hồ Sông Biêu					63,2	11,873	0,224	0,092	0,347	0,265	0,102	0,887	0,398	0,153	0,551	0,785	0,52	0,194
5	Hồ CK7				17,5		3,243	0,061	0,02	0,092	0,071	0,031	0,245	0,112	0,041	0,153	0,214	0,143	0,051
6	Hồ Phước Hà				4,75		0,936	0,02	0,01	0,031	0,02	0,01	0,071	0,031	0,01	0,041	0,061	0,041	0,01
7	Hồ Bầu Ngứ				16,3		3,112	0,061	0,02	0,092	0,071	0,031	0,235	0,102	0,041	0,143	0,204	0,133	0,051
8	Hồ Trà Van				16,5		3,112	0,061	0,02	0,092	0,071	0,031	0,235	0,102	0,041	0,143	0,204	0,133	0,051
9	Hồ Suối Lớn				8		1,498	0,031	0,01	0,041	0,031	0,01	0,112	0,051	0,02	0,071	0,102	0,071	0,02
10	Ngoài tỉnh(LV Đập Kía)				41,5		7,876	0,153	0,061	0,224	0,173	0,071	0,581	0,265	0,102	0,367	0,52	0,347	0,133
11	Đập Kía					50	9,461	0,184	0,071	0,275	0,214	0,082	0,704	0,316	0,122	0,439	0,622	0,418	0,153
III.3	***Tiểu vùng lưu vực sông suối Ven biển phía Nam***	***255***		***48,22***				***0,918***	***0,357***	***1,408***	***1,081***	***0,428***	***3,601***	***1,612***	***0,622***	***2,234***	***3,182***	***2,111***	***0,796***
1	Hồ số 7				4		0,746	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,061	0,02	0,01	0,031	0,051	0,031	0,01
2	Hồ Đá Đen				6,5		1,259	0,02	0,01	0,041	0,031	0,01	0,092	0,041	0,02	0,061	0,082	0,051	0,02
3	Hồ Núi Một				30		5,708	0,112	0,041	0,163	0,133	0,051	0,428	0,194	0,071	0,265	0,377	0,245	0,092
Tổng cộng		3362	554,7	**1885**	1656,5	1241,7	***1776,4***												

Tổng lượng có khả năng khai thác tại các vùng/lưu vực và tiểu lưu vực ứng với tần suất P=85% là 1,776 tỷ m^3, bao gồm:

- Lượng nước có khả năng khai thác tại các vùng/lưu vực và tiểu lưu vực vùng miền Núi là 1,52 tỷ (bao gồm lượng nước xả của thủy điện Đa Nhim), chiếm 86% tổng lượng nước toàn tỉnh. Trong đó lượng nước xả của thủy điện Đa Nhim là 0,46 tỷ m^3, chiếm 30% lượng nước vùng miền Núi. Lượng nước của tiểu lưu vực Sông Ông và thượng nguồn Sông Cái là 0,58 tỷ m^3, chiếm 38% lượng nước vùng miền núi.
- Lượng nước có khả năng khai thác tại các tiểu lưu vực vùng Bắc Sông Cái là 0,05 tỷ m^3, chiếm 3% tổng lượng nước toàn tỉnh.
- Lượng nước có khả năng khai thác tại các tiểu lưu vực phía Nam Sông Cái là 0,2 tỷ m^3, chiếm 11% tổng lượng nước toàn tỉnh.

3.3. Tính toán nhu cầu dùng nước cho các ngành kinh tế tỉnh Ninh Thuận

Kết quả tính toán nhu cầu dùng nước cho các ngành kinh tế trên cơ sở quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Ninh thuận đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt, [5],[6], được thể hiện ở Bảng 4 và Bảng 5.

Bảng 4. Tổng hợp nhu cầu và tỷ lệ sử dụng nước các ngành kinh tế

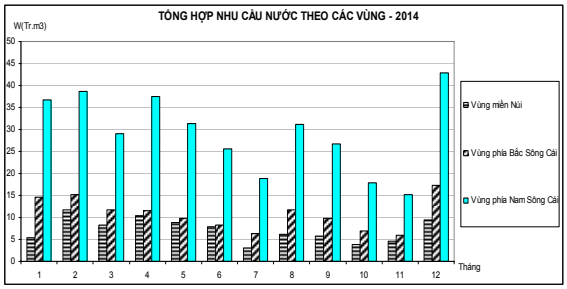
TT	Đối tượng dùng nước	Đơn vị	Năm 2014		Năm 2020		So với hiện trạng
			Nhu cầu	Tỷ lệ (%)	Nhu cầu	Tỷ lệ (%)	
1	Nông nghiệp thủy sản	10^6 m^3	476,135	84,002	886,936	85,774	+410,801
2	Công nghiệp	10^6 m^3	70,223	12,389	103,492	10,009	+33,269
3	Sinh hoạt	10^6 m^3	12,585	2,22	23,592	2,282	+11,007
4	Dịch vụ du lịch	10^6 m^3	0,929213	0,164	3,6	0,348	+2,671
5	Y tế	10^6 m^3	0,275	0,049	0,252	0,024	-0,023
6	Xây dựng giao thông	10^6 m^3	1,94	0,342	5,36	0,518	+3,42
7	Chăn nuôi	10^6 m^3	4,729	0,834	10,806	1,045	+6,077
	Tổng cộng	**10^6 m^3**	**566,816**	**100**	**1034,038**	**100**	**+467,222**

Bảng 5. Tổng hợp nhu cầu sử dụng nước các ngành kinh tế theo phân vùng

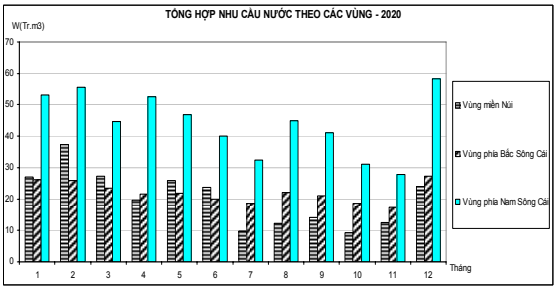
TT	LV Sông hồ	Đơn vị	Năm 2014		Năm 2020		So với hiệ trạng
			Nhu cầu	Tỷ lệ %	Nhu cầu	Tỷ lệ %	
1	Vùng miền Núi	10^6 m^3	85,542	15,1	242,57	23,5	157,028
2	Vùng phía Bắc Sông Cái	10^6 m^3	129,33	22,8	263,24	25,5	133,91
3	Vùng phía Nam Sông Cái	10^6 m^3	351,95	62,1	528,24	51,1	176,29
	Tổng cộng	**10^6 m^3**	**566,82**	**100**	**1034**	**100**	**467,18**

Từ kết quả tính toán nhu cầu nước ở trên cho thấy, nhu cầu nước hiện trạng (năm 2014) là 0,56 tỷ m^3. Đến năm 2020 nhu cầu sử dụng nước là 1,03 tỷ m^3, lượng nước tăng thêm 467 triệu m^3, trong đó nhu cầu nước cho nông nghiệp, thủy sản vẫn là đối tượng sử dụng nước nhiều nhất chiếm khoảng 86%, nhu cầu sử dụng nước cho công

nghiệp chiếm 10%, nhu cầu sử dụng nước sinh hoạt chiếm 2,2%, nhu cầu sử dụng nước cho các ngành kinh tế khác như: Dịch vụ, y tế, xây dựng, chăn nuôi chiếm khoảng 1,9%. Như vậy, việc bố trí mùa vụ, cơ cấu cây trồng và kế hoạch phát triển ngành nông nghiệp là nhân tố chính quyết định đến lượng nước thừa, thiếu và việc đầu tư phát triển thủy lợi của tỉnh Ninh Thuận trong giai đoạn tới.



Hình 9. Tổng hợp nhu cầu dùng nước theo các vùng/lưu vực sông - năm 2014



Hình 10. Tổng hợp nhu cầu dùng nước theo các vùng/lưu vực sông - năm 2020

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở tính toán nhu cầu nước và khả năng nguồn nước có thể khai thác tại các vùng/lưu vực và các tiểu lưu vực trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận cho thấy: Vùng miền Núi, tổng nhu cầu sử dụng nước là 242,57 triệu m^3, chiếm 23,5% tổng nhu cầu toàn tỉnh; Vùng phía Bắc Sông Cái, tổng nhu cầu sử dụng nước là 263,24 triệu m^3, chiếm 25,5% tổng nhu cầu toàn tỉnh; Vùng phía Nam Sông Cái, tổng nhu cầu sử dụng nước là 528,24 triệu m^3, chiếm 51,1 % tổng nhu cầu toàn tỉnh, đây là vùng có nhu cầu sử dụng nước nhiều nhất.

Vùng phía Bắc và phía Nam Sông Cái bên cạnh việc cấp nước cho các ngành kinh tế còn phải đảm bảo cấp nước cho các khu công nghiệp và sinh hoạt của Tp. Phan Rang - Tháp Chàm, đây là nơi có mật độ dân cư và các khu dịch vụ - du lịch tập trung cao. Để đáp ứng đủ nhu cầu nước cho các ngành kinh tế phát triển đến năm 2020, tầm nhìn 2030. Ngành nông nghiệp cần đảm bảo cung cấp lượng nước tăng thêm so với hiện trạng khoảng 467 triệu m^3 (chưa tính lượng nước tăng do các vấn đề tổn thất và dòng chảy môi trường).

Kết quả tính toán nhu cầu nước và đánh giá tiềm năng nguồn nước có thể khai thác đã nêu ở trên là cơ sở khoa học quan trọng cho việc đề xuất các giải pháp nối mạng chuyển nước liên thông giữa các vùng/lưu vực và các tuyến công trình thủy lợi góp phần chủ động với hạn hán thường xuyên xảy ra trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Đặng Thanh Bình, Phan Thị Hoàn (2015), *Thủy điện Đa Nhim, nơi bổ sung nguồn nước cho dòng chảy môi trường tại Ninh Thuận*, Hội nghị Môi trường toàn quốc lần thứ 4 - Hội thảo chuyên đề "Nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ trong dự báo, phòng ngừa và kiểm soát ô nhiễm môi trường".

2. Nguyễn Đình Vượng và cộng sự (2011), *Đề tài cấp Tỉnh: Nghiên cứu tương quan cân bằng nước và đề xuất giải pháp cấp nước phục vụ sản xuất và sinh hoạt cho vùng đất cát ven biển Ninh Thuận,* Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, TP. Hồ Chí Minh.
3. Công ty TNHH - MTV - KTCT thủy lợi Ninh Thuận (2016), *Mực nước và dung tích hồ chứa cập nhật hàng ngày.*
4. Công ty Tư vấn và Chuyển giao công nghệ - Trường Đại học Thủy lợi, Chi nhánh miền Trung (2014), *Rà soát, điều chỉnh quy hoạch thủy lợi tỉnh Ninh thuận đến 2020, tầm nhìn 2030 thích ứng biến đổi khí hậu*.
5. Sở Tài nguyên và Môi trường Ninh Thuận (2013), *Quy hoạch sử dụng đất đến năm 2020 và kế hoạch sử dụng đất 5 năm kỳ đầu (2011 - 2015) tỉnh Ninh Thuận*.
6. UBND tỉnh Ninh Thuận (2011), *Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Ninh Thuận đến năm 2020*.

Người phản biện: GS.TS. Lê Sâm

ĐẶC ĐIỂM LÂM SINH HỌC CỦA RỪNG TRÀM TÁI SINH Ở VƯỜN QUỐC GIA U MINH THƯỢNG TỪ SAU KHI XẢY RA CHÁY RỪNG THÁNG 3/2002 ĐẾN NAY

THE BIO-FORESTRY CHARACTERISTICS OF MELALEUCA FOREST REGENERATION AT U MINH THUONG NATIONAL PARK AFTER FIRES SINCE MARCH 2002 UNTIL NOW

ThS. Phạm Văn Tùng
Viện Kỹ thuật Biển

TÓM TẮT

Để thuận tiện cho việc xác định khả năng tái sinh của rừng tràm, tác giả chia ra làm 3 mức độ ảnh hưởng của ngập nước để điều tra đo đạc lâm sinh rừng tràm là 0÷30 cm; 30÷60 cm; và >60 cm. Chọn mật độ ô mẫu là 15 ô, tương ứng với 3 mức ngập nước (5 ô mẫu cho một mức độ ngập), diện tích 500 m^2, kích thước 20x25 m. Kết quả là ở mức ngập nông 0÷<30 cm có sinh trưởng đường kính và chiều cao tốt nhất, giảm dần ở các mức ngập cao hơn qua 4 lần điều tra; mật độ cây tràm tái sinh sau cháy rừng có quan hệ chặt chẽ với mức độ ngập nước và đường kính của cây; mức ngập càng cao thì tỷ lệ cây xấu càng nhiều; độ ngập nông rừng tràm cho trữ lượng cao nhất và giảm dần ở các mức ngập cao hơn, trữ lượng rừng tăng dần theo thời gian năm tái sinh; sinh khối của rừng tràm tái sinh ở độ ngập nông cao nhất và giảm dần ở các mức ngập cao hơn.

Từ khóa: Rừng tràm tái sinh, Cây tràm tái sinh, Chỉ tiêu lâm sinh, Quản lý nước, Vườn Quốc gia U Minh Thượng.

ABSTRACT

To facilitate determining the affection ability of melaleuca forest, the author had divided into 3 levels of flood effects, in order to investigate and measure the sylvicultural characteristics of melaleuca forest, which are from 0 to 30 cm; from 30 to 60 cm; and over 60 cm. Select the sample's density is 15 plots, which are resembled to 3 submerged level (5 plots for a level), the area is 500 m^2, with the dimensions of 20x25 m. The results showed that at shallow flooded level from 0 to under 30 cm, growth of diameter and height are the best, descending at the deeper flood levels according to the results of 4 surveys; the density of melaleuca tree regeneration after fires has an intimate relationship with the inundated level and the tree diameter; the higher the inundated level the more the numbers of bad trees; melaleuca forests produced the highest masses at shallow flooded level and decreased at higher levels of flooding, the forest masses increased after the years of regeneration; the melaleuca forest regeneration biomass is highest at the shallow flooded level and descending at higher submerged levels.

Keywords: U Minh Thuong National Park, melaleuca forest regeneration, melaleuca tree regeneration, water management, sylvicultural criteria.

1. MỞ ĐẦU

Tháng 3/2002 đã xảy ra cháy trong vùng lõi của Vườn quốc gia U Minh Thượng với tổng diện tích bị cháy là 3.212 ha. Tại khu vực bị cháy, cây tràm *(Melaleuca cajuputi)* là cây gỗ chính có tuổi từ 15 đến trên 40 năm bị cháy và thiệt hại nặng nề, hầu hết các loài thực vật đã bị thiêu rụi [4].

Từ sau cháy rừng đến nay, do quản lý chế độ nước chưa hợp lý, duy trì mực nước ở mức cao trong thời gian dài để phòng chống cháy rừng đã làm thay đổi dần sinh cảnh, hệ sinh thái dưới tán rừng thay đổi ảnh hưởng không nhỏ tới sinh trưởng của cây tràm. Sự tái sinh và phát triển của cây tràm, đặc biệt là cây tràm non ở khu vực bị cháy phụ thuộc nhiều vào một số yếu tố môi trường như độ sâu và thời gian ngập nước, độ dày lớp than bùn... Trong đó, độ sâu và thời gian ngập nước được xác định là một trong các yếu tố đóng vai trò quan trọng nhất.

Nghiên cứu về đặc điểm lâm sinh học của rừng tràm tái sinh nhằm tìm ra được chế độ ngập nước phù hợp cho cây tràm tái sinh phát triển tốt, từng bước phục hồi sinh thái rừng tràm sau cháy rừng

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 . Xác định mức ngập nước

Để thuận tiện cho việc xác định khả năng tái sinh của rừng tràm, với khoảng chênh lệch giữa mực nước cao nhất và cao độ địa hình thấp nhất trong giai đoạn từ sau cháy rừng tháng 3/2002 đến nay của khu vực rừng tràm tái sinh lần lượt là 70 cm (giai đoạn 2003 đến 2009) và 81 cm (giai đoạn 2010 đến 2014), lựa chọn chia ra làm 3 mức độ ảnh hưởng của ngập nước để khảo sát là 0÷<30 cm; 30÷60 cm; và >60 cm.

Bảng 1. Cao độ địa hình ứng với mức ngập nước điều tra đo đạc lâm sinh

STT	Mực nước cao nhất (cm)	Mức độ ngập nước (cm)	Khoảng cao độ địa hình - giai đoạn 2003-2009	Khoảng cao độ địa hình - giai đoạn 2010-2015	
			Toàn VQG	***Khu A&B***	***Khu C***
1	140 và 151	0÷<30	110÷<140 cm	Không khảo sát	121÷<151 cm
2	140 và 151	30÷60	80÷110 cm		90÷121 cm
3	140 và 151	>60	<80 cm		<90 cm

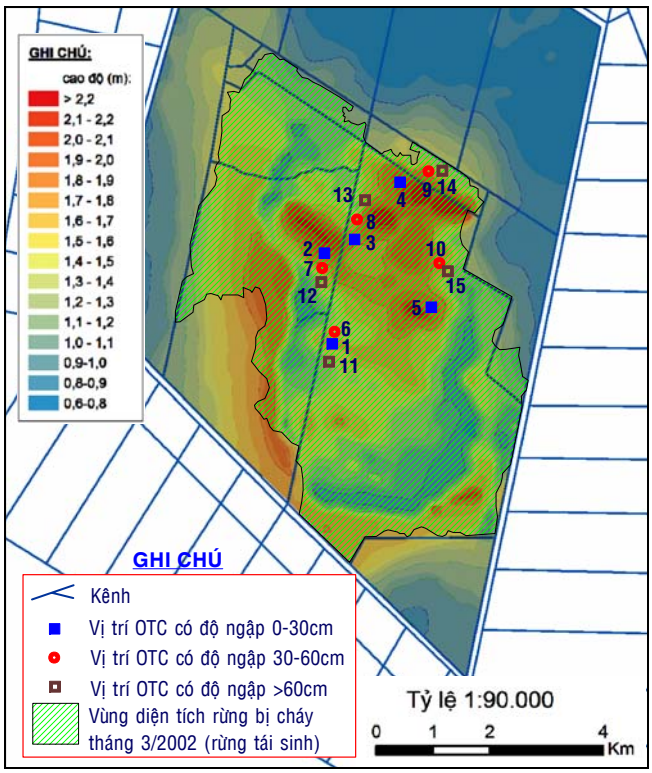
2.2. Xác định các chỉ tiêu lâm sinh

Theo Giang Văn Thắng [3] [4], khoa học điều tra rừng đã được rất nhiều các nhà khoa học trên thế giới và trong nước nghiên cứu và bàn luận từ nhiều năm nay. Với nhiệm vụ tập trung vào thực hiện nghiên cứu *"nắm bắt được tình hình sinh trưởng, quy luật sinh trưởng và tăng trưởng cũng như khả năng sản xuất của rừng"*. Các chỉ tiêu cần phải thực hiện như sau:

- Xác định ô mẫu (ô tiêu chuẩn - OTC); mật độ rừng; cây tiêu chuẩn; trữ lượng rừng; sinh khối rừng.
- Điều tra đo cây cá thể trong ô mẫu: xác định chiều cao cây bình quân; xác định đường kính tán bình quân ($D_{tán}$); xác định đường kính thân cây bình quân tại 1,3 m ($D_{1,3}$).

a) Xác định ô tiêu chuẩn

Lựa chọn phương pháp điều tra rừng bằng ô điều tra tạm thời (đo đếm 1 lần). Qua khảo sát thực tế nhận thấy cây tràm tái sinh trên vùng bị cháy từ năm 2002 của VQG U Minh Thượng là loại cây nhỏ so với các khu rừng nhiệt đới khác (như ở Tây Nguyên và Đông Nam bộ), mật độ cây tràm tái sinh rất dày và khá đồng đều trên một đơn vị diện tích. Vì vậy, căn cứ vào điều kiện địa hình, địa thế cũng như diện tích của khu vực rừng tràm tái sinh, lựa chọn ô điều tra dạng hình chữ nhật với diện tích 500 m^2, kích thước 20x25m. Lựa chọn mật độ ô mẫu trong thực hiện điều tra rừng ở VQG U Minh Thượng là 15 ô mẫu, tương ứng với 3 mức ngập nước khác nhau sẽ có 5 ô mẫu cho một mức độ ngập nước. Khảo sát thực tế bố trí vị trí các ô mẫu rải đều trên toàn diện tích vùng rừng tái sinh, đại diện điển hình cho các khu vực, thể hiện trên Hình 1.



Hình 1. Vị trí các ô tiêu chuẩn khảo sát đo đạc lâm sinh rừng

b) Điều tra đo cây cá thể

Trong thực hiện điều tra rừng ở VQG U Minh Thượng phục vụ nghiên cứu lựa chọn điều tra một số các chỉ số cho cây cá thể. Các chỉ số điều tra đo tất cả các cây trong một ô mẫu: đường kính thân cây tại 1,3 m ($D_{1,3}$); chiều cao cây (H); đường kính tán ($D_{tán}$). Các chỉ số điều tra đo cây tiêu chuẩn – cây giải tích trong ô mẫu: đường kính thân cây tại vị trí cách mặt đất 1,3 m ($D_{1,3}$); chiều cao cây (H); đường kính tán ($D_{tán}$). Sinh khối tươi: vỏ, gỗ không vỏ, cành nhánh, lá, phần rễ dưới đất.

c) Xác định chiều cao cây bình quân

Chiều cao bình quân ô mẫu được xác định từ việc đo tất cả các chiều cao cây trong ô tiêu chuẩn rồi tính bằng công thức (1). Chiều cao bình quân của rừng tương ứng với mỗi mức ngập nước được xác định bằng việc tính toán chiều cao bình quân của các ô tiêu chuẩn trong mức ngập nước đó:

$$\overline{H} = \frac{\sum_{1}^{i} h_i . n_i}{N} \quad (1)$$

d) Xác định đường kính tán bình quân ($D_{tán}$)

Đường kính tán được biểu thị bằng hình chiếu cắt ngang của tán. Do hình chiếu của tán cây rừng ít khi là hình tròn, nên đo đường kính tán cây theo chiều dài nhất (max) và ngắn nhất (min), sau đó tính bằng trị số bình quân. Đường kính tán bình quân trong rừng được xác định từ việc đo tất cả đường kính tán các cây trong rừng (qua từng ô mẫu), rồi tính bình quân.

e) Xác định đường kính thân cây bình quân tại 1,3 m ($D_{1,3}$)

Đây là đường kính bình quân được tính từ những cây trội hay cây ưu thế trong tầng tán rừng – là cây tràm trong rừng tràm ở VQG U Minh Thượng. Phương pháp tính này được thừa nhận rộng rãi trên thế giới, do bởi nhiều kết quả nghiên cứu đã khẳng định giữa đường kính $D_{1,3}$ và chiều cao H có mối tương quan thuận rất chặt chẽ với nhau; mặt khác đường kính $D_{1,3}$ dễ xác định với độ chính xác cao hơn so với việc đo chiều cao, vì vậy nó thường được lựa chọn làm chỉ tiêu để phân chia kích thước của cây rừng. Đường kính bình quân được xác định từ việc đo tất cả các đường kính cây trong rừng (qua từng ô mẫu), rồi tính bình quân.

f) Xác định mật độ rừng

Mật độ rừng là một chỉ tiêu điều tra quan trọng, nó liên quan trực tiếp tới nhiều chỉ tiêu điều tra khác như số lượng cây (cây/ha), trữ lượng (m^3/ha) của rừng và là chỉ tiêu cơ bản để xác định hầu hết các chỉ tiêu điều tra bình quân khác. Mật độ rừng tương ứng với mỗi mức ngập nước được xác định bằng việc đo đếm số lượng các cây trong ô tiêu chuẩn, và tính bình quân số lượng cây trong các ô tiêu chuẩn đo đạc trong mức ngập đó theo công thức (2).

$$N(cây/ha) = \frac{\sum_{1}^{i} N_i . n_i}{N} \quad (2)$$

g) Xác định trữ lượng rừng (M)

Trữ lượng rừng là chỉ tiêu biểu thị về khả năng sản xuất gỗ của một loại hình rừng trên một điều kiện lập địa cụ thể và được tác động bằng các biện pháp kỹ thuật nhất định. Nếu coi thể tích bình quân của các cây trong rừng là $\overline{V}$, mật độ rừng được xác định theo số lượng cây là N thì trữ lượng rừng sẽ là:

$$M\ (m^3/ha) = N.\ \overline{V} \quad (3)$$

$\overline{V}$ được xác định từ chỉ số bình quân của các cây trên đơn vị diện tích, được gọi là cây bình quân thể tích. Thông qua đường kính ngang ngực cây bình quân $\overline{D}_{1,3}$, chiều cao cây bình quân $\overline{H}$ và hệ số hình số thân cây ngang ngực $f_{1,3}$ (theo Quyết định số 40/2009/BNN&PTNT của Bộ trưởng Bộ NN&PTNT, trong đó quy định hệ số hình số thân cây ngang ngực $f_{1,3}$=0,45 cho cây rừng tự nhiên), được xác định qua công thức:

$$\overline{V}(m^3) = \frac{\Pi}{4}.\overline{D}^2_{1,3}.\overline{H}.f_{1,3} \quad (4)$$

h) Xác định cây tiêu chuẩn

Cây tiêu chuẩn của ô mẫu được chọn là cây có các chỉ số gần nhất với các chỉ số trung bình của cây trong ô mẫu đó về: đường kính $D_{1,3}$, chiều cao vút ngọn (H_{vn}), chiều cao đến cành ($H_{đc}$), đường kính tán ($D_{tán}$),… Trong đợt điều tra lần 1 lựa chọn số lượng 10 cây tiêu chuẩn đại diện cho 3 mức ngập nước ở VQG U Minh Thượng. Với mức ngập nước 0÷<30 cm chọn 4 cây; mức ngập nước 30÷60 cm chọn 3 cây; và mức ngập nước >60 cm chọn 3 cây.

2.3. Nghiên cứu sinh khối rừng tràm

Lựa chọn phương pháp cân đo trực tiếp sinh khối trên cây tiêu chuẩn từ ô mẫu. Đây là phương pháp phổ biến và được xác định là phương pháp chính xác nhất [3].

a) Thu thập số liệu

Có 15 ô mẫu đã được bố trí tương ứng với 3 mức ngập nước khác nhau. Trong mỗi ô mẫu, sau khi thống kê chính xác mật độ, đo đạc $D_{1,3}$ (cm), H_{vn} (m), $D_{tán}$ (m) của từng cá thể cây tràm, xác định các giá trị trung bình $\overline{D}_{1,3}$ (cm), $\overline{H}_{vn}$ (m), $\overline{D}_{tán}$ (m) của từng ô. Sau đó, lựa chọn 10 cây tiêu chuẩn phân bố đều theo các cấp thông số trung bình đặc trưng của từng ô mẫu để đo đạc sinh khối (tươi và khô).

- Phương pháp xác định sinh khối tươi ở ngoài rừng như sau:

  + Sau khi chọn được cây tiêu chuẩn, cây tràm được chặt hạ sát gốc; vị trí gốc chặt cách mặt đất 5 - 10 cm.

  + Trên mỗi cây tiêu chuẩn đã chặt hạ, sau khi đã đo $D_{1,3}$ cả vỏ, tiến hành phân chia sinh khối thành từng bộ phận riêng: thân, cành và lá.

  + Cân đo từng bộ phận sinh khối: thân tươi - ký hiệu SKTt (kg); cành tươi - ký hiệu SKCt (kg); lá tươi - ký hiệu SKLt (kg) với độ chính xác đến 0,05 kg. Sau đó cộng dồn những bộ phận sinh khối tươi để xác định tổng sinh khối tươi của các phần trên mặt đất của cây tràm, ký hiệu là TSKt (kg).

  + Sau khi xác định sinh khối tươi, thu mẫu từng bộ phận sinh khối với mỗi loại 1 kg để dùng vào việc xác định sinh khối khô bằng máy sấy; trong đó ký hiệu tổng sinh khối khô là TSKk (kg); sinh khối thân khô là SKTk (kg); sinh khối cành khô là SKCk (kg); sinh khối lá khô là SKLk (kg).

- Phương pháp xác định sinh khối khô:

  + Các mẫu sinh khối tươi của cây tràm được sấy ở nhiệt độ ban đầu 70^{o}C và tăng dần lên đến 105^{o}C.

  + Cân đo sinh khối khô của cây Tràm với độ chính xác đến 0,05kg. Kết quả lần đo cuối cùng được ghi nhận sau khi sinh khối khô có giá trị không thay đổi. Tùy theo thành phần cụ thể, thời gian sấy khô biến động từ 12 – 36 giờ. Kế đến tính hệ số tỷ lệ giữa sinh khối khô (p (kg)) với sinh khối tươi (P (kg)) theo công thức k = p/P. Cuối cùng tính sinh khối khô cho từng bộ phận của cây bằng cách nhân sinh khối tươi (P) của các bộ phận tương ứng với hệ số k, nghĩa là p = P*k.

b) Tính toán số liệu trong phòng

Bước 1: Toàn bộ số liệu về sinh khối (tươi và khô) của những cây tiêu chuẩn đại diện cho từng cấp độ ngập nước khác nhau được tập hợp lại thành biểu theo từng bộ phận (thân, cành, lá) và toàn bộ phần trên mặt đất của cây tràm.

Bước 2: Trên mỗi mức độ ngập nước, từ số liệu về sinh khối tươi và $D_{1,3}$ cả vỏ của cây tràm, các mối quan hệ sau đây đã được xác lập: (1) giữa Tổng sinh khối và các thành phần sinh khối trên mặt đất (thân, cành, lá, vỏ) với đường kính ngang ngực ($D_{1,3}$); (2) giữa Tổng sinh khối tươi (TSKt) với Tổng sinh khối khô (TSKk). Những mối quan hệ chặt chẽ giữa các bộ phận sinh khối với $D_{1,3}$ được sử dụng để dự đoán sinh khối (thân, cành, lá và tổng số) dựa theo chỉ tiêu $D_{1,3}$ cả vỏ. Việc xác định mối quan hệ giữa các bộ phận sinh khối với $D_{1,3}$ được thực hiện theo các bước sau đây:

- Xây dựng ma trận tương quan giữa các chỉ tiêu sinh khối với $D_{1,3}$. Những chỉ tiêu sinh khối có mối quan hệ chặt chẽ với $D_{1,3}$ được sử dụng để xây dựng mô hình dự đoán sinh khối và lập biểu sinh khối cho rừng tràm ở từng mức độ ngập nước.

- Tìm kiếm các mô hình thống kê để dự đoán sinh khối từ $D_{1,3}$. Nguyên tắc chung trong việc chọn lựa mô hình dự đoán là: (1) mô hình mô tả tốt nhất quan hệ giữa biến phụ thuộc (sinh khối các bộ phận) với biến độc lập ($D_{1,3}$); (2) mô hình dễ tính toán hoặc đã có sẵn (mặc định) trong các phần mềm thống kê chuyên dùng; (3) hệ số tương quan cao nhất và tổng bình phương sai số là nhỏ nhất.

Theo nguyên tắc đã trình bày, mối quan hệ giữa những bộ phận sinh khối với $D_{1,3}$ được xây dựng dựa theo 8 hàm hồi quy đơn mặc định trong phần mềm thống kê Statgraphics Centurion XVII: hàm số mũ; hàm số nghịch đảo của y; hàm số nghịch đảo của x; hàm số 2 lần nghịch đảo của x; hàm số logarit của x; hàm số lũy thừa; hàm số căn bậc 2 của x; hàm số căn bậc 2 của y.

Bước 3: Xây dựng biểu sinh khối của rừng tràm theo nguyên lý chung:

- Xây dựng biểu sinh khối của cây tràm tùy thuộc vào sự thay đổi $D_{1,3}$. Biểu sinh khối (tươi và khô) của cây tràm bao gồm tổng sinh khối (TSK) khô và tươi, sinh

khối vỏ (SKV), sinh khối gỗ không vỏ (SKGkv), sinh khối cành (SKC) và sinh khối lá (SKL). Chúng được xây dựng từ các mối quan hệ chặt chẽ giữa TSK - $D_{1,3}$; giữa SKV - $D_{1,3}$; giữa SKGkv - $D_{1,3}$; giữa SKC - $D_{1,3}$; giữa SKC - $D_{1,3}$; giữa SKL - $D_{1,3}$.

- Sinh khối của rừng tràm tái sinh tương ứng với mỗi mức độ ngập nước được xác định cơ bản là đồng tuổi, phân bố số cây theo cấp đường kính (phân bố N – D) tuân theo luật chuẩn, nếu đã biết mật độ (N (cây/ha)) và đường kính bình quân lâm phần (DBHbq (cm)), thì sinh khối toàn bộ quần thụ cây tràm trên 1 ha bằng sinh khối của cây bình quân nhân với mật độ.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1 . Kết quả điều tra hiện trường rừng tràm tái sinh

Thực hiện điều tra rừng tràm tái sinh sau cháy rừng làm 4 đợt. Điều tra tại 15 ô tiêu chuẩn vào những thời điểm khác nhau:

- Đợt 1: vào tháng 4/2009, khi rừng tràm tái sinh được 7 năm [5]
- Đợt 2: vào tháng 4/2012, khi rừng tràm tái sinh được 10 năm
- Đợt 3: vào tháng 4/2014, khi rừng tràm tái sinh được 12 năm
- Đợt 4: vào tháng 4/2016, khi rừng tràm tái sinh được 14 năm

Kết quả điều tra một số các chỉ tiêu sinh trưởng trong các ô mẫu và được tính toán đại diện cho rừng tràm tái sinh ở các mức ngập qua các lần điều tra, thể hiện trong Bảng 1.





Hình 2. Khảo sát đo đạc lâm sinh rừng tràm tái sinh

Bảng 2. Tổng hợp kết quả điều tra lâm sinh rừng tràm

STT	Mức nước ngập "max"	Độ dày than bùn (cm)	$D_{1,3}$ (cm)	$D_{tán}$ (m)	H_{vn} (m)	$H_{đc}$ (m)	N (cây/ha)	Tỷ lệ cây tốt (%)
I.	Kết quả điều tra đợt 1, tháng 4/2009 khi rừng tràm tái sinh được 7 năm							
1.1	0÷<30 cm	85	5,2	0,8	5,3	3,5	14.282	71%
1.2	30÷60 cm	70	4,3	0,6	4,7	2,7	11.200	57%
1.3	>60 cm	60	3,8	0,5	4,3	2,5	8.700	51%
	Trung bình	*72*	*4,4*	*0,6*	*4,8*	*2,9*	*11.394*	*59%*

II.	Kết quả điều tra đợt 2, tháng 4/2012 khi rừng tràm tái sinh được 10 năm							
2.1	0÷<30 cm	90	7,1	1,3	8,0	6,2	9.862	68%
2.2	30÷60 cm	71	5,3	0,9	6,1	4,5	9.575	60%
2.3	>60 cm	62	4,6	0,7	5,1	3,6	9.125	45%
	Trung bình	*74*	*5,7*	*1,0*	*6,4*	*4,8*	*9.521*	*58%*
III.	Kết quả điều tra đợt 3, tháng 4/2014 khi rừng tràm tái sinh được 12 năm							
3.1	0÷<30 cm	82	8,7	1,5	9,6	7,1	7.322	68%
3.2	30÷60 cm	66	6,2	1,2	7,5	5,3	9.134	62%
3.3	>60 cm	55	4,9	0,8	5,2	4,1	9.648	42%
	Trung bình	*68*	*6,6*	*1,2*	*7,4*	*5,5*	*8.701*	*57%*
IV.	Kết quả điều tra đợt 4, tháng 4/2016 khi rừng tràm tái sinh được 14 năm							
4.1	0÷<30 cm	86	9,8	1,8	10,9	7,8	5.737	67%
4.2	30÷60 cm	63	6,9	1,4	8,2	6,4	8.730	64%
4.3	>60 cm	68	5,4	1,0	5,9	4,3	9.990	34%
	Trung bình	*72*	*7,4*	*1,4*	*8,3*	*6,2*	*8.152*	*55%*

Kết quả giải tích 10 cây tiêu chuẩn đại diện cho các mức độ ngập nước trong các ô mẫu vào đợt điều tra tháng 4/2009 cho kết quả về các chỉ tiêu sinh khối tương ứng với mỗi cấp độ đường kính $D_{1,3}$ khác nhau, được tổng hợp nêu trong Bảng 2.

Bảng 3. Các chỉ tiêu sinh khối 10 cây tiêu chuẩn rừng tràm tái sinh 7 năm

Stt	**$D_{1.3}$ (cm)**	**TSKk (kg/cây)**	**TSKt (kg/cây)**	**SKV (kg/cây)**	**SKGkv (kg/cây)**	**SKC (kg/cây)**	**SKL (kg/cây)**
1	2,60	1,21	1,48	0,47	0,77	0,15	0,09
2	3,10	1,28	1,57	0,50	0,86	0,13	0,08
3	3,50	1,71	2,12	0,68	1,11	0,21	0,12
4	3,70	1,94	2,72	0,78	1,68	0,17	0,09
5	4,20	1,91	2,52	0,75	1,44	0,22	0,11
6	4,50	2,16	2,92	0,87	1,63	0,26	0,16
7	4,80	2,05	3,15	0,94	1,91	0,19	0,11
8	5,00	2,22	3,08	0,96	1,68	0,27	0,17
9	5,10	2,26	3,13	0,95	1,71	0,28	0,19
10	5,40	2,66	3,49	1,02	2,00	0,33	0,14





Hình 3. Giải tích xác định sinh khối ngoài thực địa

Xây dựng mối quan hệ giữa những bộ phận sinh khối với $D_{1,3}$ được xây dựng dựa theo 8 hàm hồi quy (xem Bảng 3).

Bảng 4. Tương quan giữa $D_{1,3}$ và sinh khối các bộ phận qua các hàm hồi quy

STT	Hàm hồi quy	Yếu tố thống kê	Tương quan giữa $D_{1,3}$ và các bộ phận sinh khối				
			TSKk	SKV	SKGkv	SKC	SKL
1	Hàm số mũ: y = Exp(a+b.x)	a	-0,425	-1,441	-1,016	-2,712	-3,158
		b	0,253	0,281	0,325	0,278	0,250
		R	0,898	0,959	0,910	0,872	0,791
		R^2	0,947	0,920	0,827	0,761	0,063
		p	0,001	0,001	0,003	0,010	0,006
2	Hàm số nghịch đảo của y: y = 1/(a + b.x)	a	1,161	3,058	1,873	10,655	17,501
		b	-1,469	-0,408	-0,269	-1,374	-2,130
		R	-0,929	-0,936	-0,897	-0,861	-0,808
		R^2	0,864	0,876	0,804	0,742	0,653
		p	0,001	0,001	0,004	0,013	0,047
3	Hàm số nghịch đảo của x: y = a + b/x	a	3,574	1,521	3,011	0,423	0,232
		b	-6,502	-2,903	-6,095	-0,806	-0,423
		R	-0,941	-0,967	-0,920	-0,817	-0,726
		R^2	0,885	0,934	0,846	0,667	0,527
		p	0,001	0,001	0,002	0,039	0,017
4	Hàm số 2 lần nghịch đảo của x: y = 1/ (a + b/x)	a	-0,007	-0,185	-0,282	0,004	1,089
		b	2,197	6,107	4,096	19,469	29,799
		R	0,959	0,967	0,942	0,842	0,779
		R^2	0,919	0,935	0,888	0,708	0,607
		p	0,001	0,001	0,001	0,023	0,078
5	Hàm số logarit của x: y = a + b.Lnx	a	-0,545	-0,315	-0,827	-0,095	-0,039
		b	1,765	0,786	1,638	0,224	0,117
		R	0,951	0,976	0,921	0,847	0,750
		R^2	0,905	0,952	0,849	0,717	0,562
		p	0,001	0,001	0,002	0,020	0,012
6	Hàm số lũy thừa: $y = a.x^b$	a	0,465	0,162	0,230	0,048	0,031
		b	0,996	1,106	1,291	1,065	0,959
		R	0,957	0,970	0,928	0,860	0,780
		R^2	0,916	0,942	0,861	0,739	0,608
		p	0,001	0,001	0,001	0,014	0,077
7	Hàm số căn bậc 2 của x: y = a + b.sqrt(x)	a	-1,726	-0,840	-1,905	-0,250	-0,120
		b	1,801	0,802	1,663	0,232	0,121
		R	0,953	0,976	0,918	0,858	0,758
		R^2	0,909	0,953	0,842	0,737	0,575
		p	0,001	0,001	0,002	0,015	0,011
8	Hàm số căn bậc 2 của y: $y = (a + b.x)^2$	a	0,677	0,387	0,438	0,199	0,169
		b	0,169	0,118	0,183	0,064	0,044
		R	0,952	0,968	0,912	0,872	0,779
		R^2	0,906	0,937	0,832	0,761	0,607
		p	0,001	0,001	0,002	0,010	0,079

Lựa chọn hàm có mối quan hệ tốt nhất (R^2 lớn nhất) là dạng hàm số lũy thừa. Xác định được tương quan giữa đường kính $D_{1,3}$ và sinh khối các bộ phận của cây:

- Tương quan giữa $D_{1,3}$ (X) và tổng sinh khối khô (Y):

$$Y = 0,465.X^{0,996} \text{ với } R^2 = 0,957 \quad (5)$$

- Tương quan giữa $D_{1,3}$ (X) và sinh khối vỏ (Y):

$$Y = 0,162.X^{1,106} \text{ với } R^2 = 0,942 \quad (6)$$

- Tương quan giữa $D_{1,3}$ (X) và sinh khối gỗ không có vỏ (Y):

$$Y = 0,230.X^{1,291} \text{ với } R^2 = 0,861 \quad (7)$$

- Tương quan giữa $D_{1,3}$ (X) và sinh khối cành (Y):

$$Y = 0,048.X^{1,065} \text{ với } R^2 = 0,739 \quad (8)$$

- Tương quan giữa $D_{1,3}$ (X) và sinh khối lá của cây (Y):

$$Y = 0,031.X^{0,959} \text{ với } R^2 = 0,608 \quad (9)$$

3.2. Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh

Áp dụng công thức (3) và (4) tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh qua các lần điều tra, được nêu trong Bảng 4.

Bảng 5. Trữ lượng rừng tràm tái sinh ở các mức độ ngập khác nhau

Stt	Mức nước ngập (cm)	N (cây/ha)	$D_{1,3}$ (cm)	V (m^3)	M (m^3/ha)	TB năm (m^3/ha/năm)
I.	Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh được 7 năm					
1.1	0÷<30 cm	14.282	5,2	0,0051	72,30	10,33
1.2	30÷60 cm	11.200	4,3	0,0031	34,38	4,91
1.3	>60 cm	8.700	3,8	0,0022	19,08	2,73
	Trung bình	*11.394*	*4,4*	*0,0034*	*41,92*	*5,99*
II.	Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh được 10 năm					
2.1	0÷<30 cm	9.862	7,1	0,0142	140,49	14,05
2.2	30÷60 cm	9.575	5,3	0,0061	57,96	5,80
2.3	>60 cm	9.125	4,6	0,0038	34,79	3,48
	Trung bình	*9.521*	*5,7*	0,0080	77,74	7,77
III.	Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh được 12 năm					
3.1	0÷<30 cm	7.322	8,7	0,0257	187,94	15,66
3.2	30÷60 cm	9.134	6,2	0,0102	93,02	7,75
3.3	>60 cm	9.648	4,9	0,0044	42,55	3,55
	Trung bình	*8.701*	*6,6*	0,0134	107,84	8,99
IV.	Kết quả tính toán trữ lượng rừng tràm tái sinh được 14 năm					
4.1	0÷<30 cm	5.737	9,8	0,0370	212,15	15,15
4.2	30÷60 cm	8.730	6,9	0,0138	120,39	8,60
4.3	>60 cm	9.990	5,4	0,0061	60,71	4,34
	Trung bình	*8.152*	*7,4*	0,0189	131,09	9,36

3.3. Kết quả tính toán sinh khối rừng tràm tái sinh

Tính toán sinh khối tương ứng với các mức ngập khác nhau qua các công thức tương quan từ (5) đến (9), kết quả tính toán được nêu trong Bảng 5.

Bảng 6. Sinh khối rừng tràm tái sinh ở các mức độ ngập khác nhau

STT	Mức nước ngập (cm)	$D_{1,3}$ (cm)	N (cây/ha)	SKV (kg/ha)	SKGkv (kg/ha)	SKC (kg/ha)	SKL (kg/ha)	TSKt (kg/ha)	TB năm (T/ha/năm)
I.	Kết quả tính toán sinh khối rừng tràm tái sinh được 7 năm								
1.1	0÷<30 cm	5,2	14.282	14.329	27.598	3.968	2.152	48.046	6,86
1.2	30÷60 cm	4,3	11.200	9.106	16.934	2.542	1.406	29.988	4,28
1.3	>60 cm	3,8	8.700	6.170	11.214	1.731	970	20.085	2,87
	Tr. Bình	*4,4*	*11.394*	*9.503*	*17.746*	*2.650*	*1.463*	*32.706*	*4,67*
II.	Kết quả tính toán sinh khối rừng tràm tái sinh được 10 năm								
2.1	0÷<30 cm	7,1	9.862	13.963	28.488	3.818	2.003	48.272	6,90
2.2	30÷60 cm	5,3	9.575	9.811	18.963	2.715	1.469	32.958	4,71
2.3	>60 cm	4,6	9.125	7.994	15.052	2.225	1.222	26.493	3,78
	Tr. Bình	*5,7*	*9.521*	*10.504*	*20.556*	*2.899*	*1.558*	*35.907*	*5,13*
III.	Kết quả tính toán sinh khối rừng tràm tái sinh được 12 năm								
3.1	0÷<30 cm	8,7	7.322	12.979	27.496	3.519	1.807	45.802	6,54
3.2	30÷60 cm	6,2	9.134	11.132	22.150	3.061	1.629	37.971	5,42
3.3	>60 cm	4,9	9.648	9.064	17.267	2.516	1.373	30.220	4,32
	Tr. Bình	*6,6*	*8.701*	*11.364*	*22.874*	*3.116*	*1.648*	*37.998*	*5,43*
IV.	Kết quả tính toán sinh khối rừng tràm tái sinh được 14 năm								
4.1	0÷<30 cm	9,8	5.737	11.601	25.124	3.130	1.587	41.442	5,92
4.2	30÷60 cm	6,9	8.730	11.976	24.305	3.278	1.725	41.284	5,90
4.3	>60 cm	5,4	9.990	10.450	20.268	2.889	1.561	35.168	5,02
	Tr. Bình	*7,4*	*8.152*	*12.023*	*24.698*	*3.282*	*1.715*	*39.298*	*5,61*

3.4. Nhận xét

- Ở mức ngập nông từ 0÷<30 cm có sinh trưởng đường kính và chiều cao tốt nhất, giảm dần ở các mức ngập cao hơn qua cả 4 lần điều tra.

- Mật độ cây tràm tái sinh ở rừng tràm tái sinh sau cháy rừng có diễn biến phức tạp. Chúng có quan hệ chặt chẽ với mức độ ngập nước và đường kính của cây. Qua 4 lần điều tra rừng ghi nhận được:

  + Ở mức ngập nông và ngập trung bình, mật độ cây tái sinh cao nhất khi rừng tràm tái sinh được 7 năm và giảm dần qua các năm tiếp theo đến khi rừng tràm tái sinh được 14 năm. Khi đó đường kính cây tăng từ 5,2 cm lên 9,8 cm và từ 4,3 cm lên 6,9 cm.

+ Ở mức ngập sâu, mật độ cây tái sinh tăng dần theo thời gian từ 8.700 cây/ha khi rừng tràm tái sinh được 7 năm lên 9.990 cây/ha khi được 14 năm. Khi đó đường kính tăng từ 3,8 cm lên 4,9 cm.

+ Mật độ cây tái sinh cao nhất khi rừng tràm tái sinh được 7 năm là 14.282 cây/ha tương ứng với mức ngập nông từ 0÷30 cm.

- Mức ngập nước càng cao thì tỷ lệ cây xấu và đổ ngả càng nhiều.

- Về trữ lượng rừng tràm tái sinh: Ở độ ngập nông rừng tràm cho trữ lượng cao nhất và giảm dần ở các mức ngập cao hơn. Trữ lượng rừng tăng dần theo thời gian năm tái sinh. Trữ lượng trung bình thấp nhất là 41,92 m^3/ha khi rừng tràm tái sinh được 7 năm và tăng lên là 131,09 m^3/ha khi rừng tràm tái sinh được 14 năm.

- Về sinh khối rừng tràm tái sinh: Ở độ ngập nông rừng tràm có sinh khối cao nhất và giảm dần ở các mức ngập cao hơn. Sự khác biệt về sinh khối giữa các mức ngập thể hiện rõ khi rừng tràm tái sinh được 7 năm nhưng giảm dần ở các năm tiếp theo và khác biệt nhỏ khi rừng tràm tái sinh được 14 năm.

Từ đánh giá trên chứng tỏ ảnh hưởng mạnh của mực nước ngập tới sinh trưởng của rừng tràm, mức ngập thấp thì cây tràm tái sinh phát triển mạnh nhất. Các chỉ tiêu về sinh trưởng, trữ lượng và sinh khối của rừng tràm tái sinh qua các mức ngập thể hiện rõ điều này.

4. KẾT LUẬN

Mức độ ngập nước ảnh hưởng mạnh đến sự tái sinh của rừng tràm tái sinh từ sau khi xảy ra cháy rừng tháng 3/2002. Ở mức ngập nông từ 0÷<30 cm, rừng tràm có sinh trưởng đường kính và chiều cao tốt nhất và giảm dần ở các mức ngập cao hơn, trữ lượng và sinh khối cũng cao nhất và giảm dần ở các mức ngập cao hơn. Ở mức ngập nông và ngập trung bình, mật độ cây tái sinh cao nhất khi rừng tràm tái sinh được 7 năm và giảm dần qua các năm tiếp theo. Mức ngập nước càng cao thì tỷ lệ cây xấu và đổ ngả càng nhiều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tổ chức CARE Quốc tế tại Việt Nam (2002), *Dự án phát triển cộng đồng và bảo tồn thiên nhiên Vườn quốc gia U Minh Thượng*.
2. Lê Minh Lộc (2005), *Nghiên cứu phương pháp đánh giá nhanh sinh khối và ảnh hưởng của độ sâu ngập lên sinh khối rừng tràm trên đất than bùn và đất phèn khu vực U Minh Hạ, Cà Mau*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Cần Thơ, Tp. Cần Thơ.
3. Giang Văn Thắng (2003), *Phương pháp điều tra rừng nhiệt đới,* Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.
4. Giang Văn Thắng (2015), *Điều tra rừng nâng cao,* Bài giảng dành cho cao học, Trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam.
5. Lương Văn Thanh, Phạm Văn Tùng (2011), *Biên hội, đánh giá tổng quan sinh thái VQG U Minh Thượng và đề xuất giải pháp bảo tồn*, Đề tài Khoa học công nghệ, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Kiên Giang.

Người phản biện: TS. Giang Văn Thắng

QUẢN LÝ NƯỚC Ở VƯỜN QUỐC GIA U MINH THƯỢNG TỪ SAU KHI XẢY RA CHÁY RỪNG THÁNG 3/2002 ĐẾN NAY VÀ NHỮNG TÁC ĐỘNG ĐẾN HỆ SINH THÁI RỪNG

WATER MANAGEMENT AT U MINH THUONG NATIONAL PARK AFTER FIRES SINCE MARCH 2002 UNTIL NOW AND THE AFFECTS TO FOREST ECOSYSTEMS

ThS. Phạm Văn Tùng, PGS. TS. Lương Văn Thanh
Viện Kỹ thuật Biển

TÓM TẮT

Cháy rừng được coi là một mắt xích trong quá trình sinh trưởng và phát triển của hệ sinh thái rừng. Tuy nhiên, cháy rừng cần được kiểm soát để không xảy ra thiệt hại lớn về tài nguyên và ảnh hưởng đến môi trường sinh thái. Phục hồi rừng sau cháy rừng là nhiệm vụ quan trọng cần được quan tâm và triển khai sớm để rừng nhanh trở lại như trước kia. Sau trận cháy rừng ở VQG U Minh Thượng tháng 3/2002, do e ngại cháy rừng có thể tiếp tục xảy ra nên việc quản lý chế độ nước trong rừng ở mức cao hơn so với trước kia làm ảnh hưởng lớn đến môi trường sinh thái, làm chậm quá trình phục hồi tái sinh rừng, thể hiện qua diện tích rừng tràm bị suy giảm từ năm 2006-2009 là 498,36 ha và đồng cỏ ngập nước theo mùa giảm 1.417,04 ha. Từ năm 2010-2014 ở VQG U Minh Thượng đã phân làm 3 khu để quản lý nước, phần nào giảm được mức độ ngập nước ở khu A và khu B nhưng ở khu C thì chưa được cải thiện, thời điểm này rừng tràm đã tăng lên 430,38 ha và đồng cỏ ngập nước theo mùa tăng 1.397,66 ha.

Từ khóa: ***Sự tái sinh, quản lý nước, hệ sinh thái, Vườn Quốc gia U Minh Thượng.***

ABSTRACT

Forest fires are considered as a link in the growth and development procese of forest ecosystems. However, forest fires should be controlled so that it has not only instigated critical damage in natural resources but also affected the ecological environment. Reforestation after fires is an important task to be considered and should be implemented quickly with the intention of returning forest as earlier time. After fire at U Minh Thuong National Park in March/2002, the water regime in the forest had been managed at a higher level than before due to fearing of fire might occur in the future, that made great influence on the ecological environment, decelerate the recovery process of forest regeneration, expressed through the decline in area of melaleuca forest from the year 2006-2009 is 498.36 hectares and seasonally inundated grassland is 1417.04 hectares. Since 2010-2014, U Minh Thuong National Park had been divided into 3 zones for water management, which had partially reduced the submerged level in zone A and zone B but no improvement in zone C. At this moment, the melaleuca forest area has increased 430.38 ha and seasonally inundated grassland has increased 1397.66 ha.

Keywords: ***Regeneration, Water Management, Ecosystem, U Minh Thuong National Park.***

1. MỞ ĐẦU

Các khu bảo tồn thiên nhiên như các vườn Quốc gia (VQG), rừng ngập nước ven biển thường là những vùng nhạy cảm về các biến động môi trường nên thường được các Quốc gia trên thế giới rất quan tâm, xây dựng chiến lược quản lý, sử dụng và bảo vệ nghiêm ngặt. Việt Nam cũng rất quan tâm tới việc bảo vệ các khu rừng nguyên sinh, bảo vệ nguồn gen đa dạng và quý hiếm, qua đó nhiều khu VQG và các khu dự trữ sinh quyển đã được thiết lập trên cả nước, điển hình như các VQG U Minh Thượng, U Minh Hạ, Tràm Chim,… ở Đồng bằng sông Cửu Long.

Tháng 3 năm 2002 đã xảy ra cháy trong vùng lõi của VQG U Minh Thượng với tổng diện tích bị cháy là 3.212 ha. Vùng lõi là nơi tập trung của nhiều loài thực vật và động vật, trong đó có một số loài đặc hữu. Tại khu vực bị cháy, cây tràm *(Melaleuca cajuputi)* là cây gỗ chính có tuổi từ 15 đến trên 40 năm bị cháy và thiệt hại nặng nề, hầu hết các loài thực vật đã bị thiêu rụi [4].

Từ sau cháy rừng đến nay, do quản lý chế độ nước chưa hợp lý, duy trì mực nước ở mức cao trong thời gian dài để phòng chống cháy rừng đã làm thay đổi dần sinh cảnh, hệ sinh thái dưới tán rừng thay đổi ảnh hưởng không nhỏ tới sinh trưởng của cây tràm.

Do đó, nhiệm vụ quản lý nước là rất quan trọng trong việc phát triển hệ sinh thái rừng tràm ở VQG sau cháy rừng. Quản lý nước là thực hiện chuỗi hành động kiểm soát nước ở mức hợp lý nhằm tạo điều kiện thích hợp cho sự phát triển của các loài động, thực vật. Quản lý nước không những giúp cho cây tràm và các loài cây khác trong hệ sinh thái sinh trưởng và phát triển bình thường mà phải đáp ứng được tiêu chí phòng cháy, chữa cháy rừng và duy trì phù hợp các sinh cảnh.

Nghiên cứu quá trình quản lý nước ở VQG U Minh Thượng từ sau khi xảy ra cháy rừng đến nay để tìm ra những bất cập, từ đó đưa ra các giải pháp quản lý nước phù hợp hơn để VQG có được chế độ nước hợp lý cho bảo tồn đa dạng sinh học, sinh thái và phòng chống được cháy rừng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

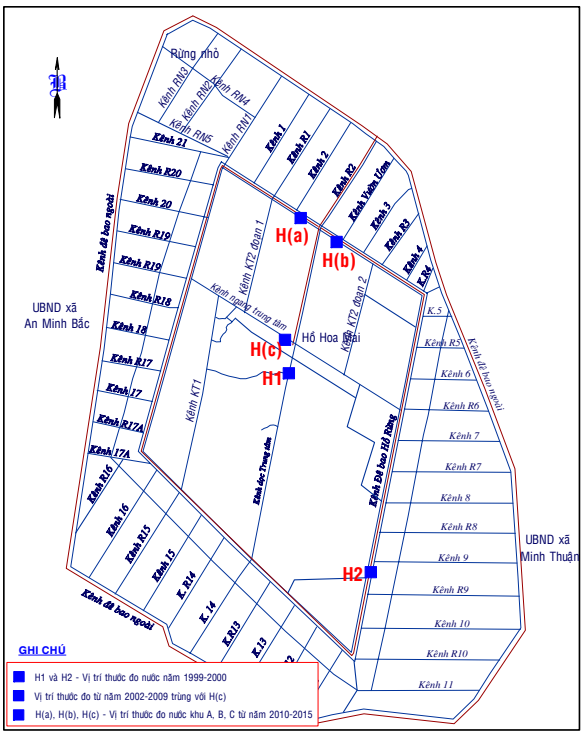
Tài liệu mực nước được thu thập từ Ban quản lý VQG U Minh Thượng được chia làm 3 thời kỳ khác nhau: Trước khi xảy ra cháy rừng tháng 3/2002; Sau khi xảy ra cháy rừng đến hết năm 2009; Từ năm 2010 đến năm 2016. Kết quả thu thập là mực nước trung bình tháng $\overline{h}_{th}$ (cm) theo thời gian. Số liệu được tính chuyển qua mức so sánh là cao độ quốc gia tại trạm Hòn Dấu.

Mực nước mặt theo tháng được thống kê qua 3 thời kỳ và tính toán xác định các thông số đặc trưng thời đoạn: mực nước trung bình năm thời đoạn $\overline{H}_{nam}$ (cm), mực nước trung bình tháng thời đoạn cao nhất $\overline{H}_{max}$ (cm), mực nước trung bình tháng thời đoạn thấp nhất $\overline{H}_{min}$ (cm), mực nước trung bình từng tháng trong năm trong thời đoạn $\overline{H}_{th}$ (cm).

So sánh các giá trị mực nước đặc trưng với cao độ địa hình cao nhất Z_{max} (cm), cao độ địa hình thấp nhất Z_{min} (cm), cao độ địa hình trung bình Z_{tb} (cm), và diện tích tương ứng với các mức cao độ để tìm ra các thông số:

- Diện tích không ngập nước quanh năm trong thời đoạn $S_{kh.ngap}$ (ha), tương ứng với sinh cảnh không ngập là phần diện tích có cao độ > $\overline{H}_{max}$.
- Diện tích ngập nước quanh năm trong thời đoạn nghiên cứu S_{ngap} (ha), tương ứng với sinh cảnh ngập nước quanh năm là phần diện tích có cao độ < $\overline{H}_{min}$.
- Diện tích ngập nước theo mùa trong thời đoạn nghiên cứu $S_{ng.mua}$ (ha), tương ứng với sinh cảnh ngập nước theo mùa là phần diện tích có cao độ trong khoảng từ $\overline{H}_{max} \div \overline{H}_{min}$.
- Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình – thời gian không ngập trung bình trong năm $T_{kh.ngap}$ (tháng), tương ứng với $\overline{H}_{tb}$ (cm)< Z_{tb}(cm).

Từ các số liệu đặc trưng của từng thời đoạn quản lý nước ($\overline{H}_{td}$, $\overline{H}_{max}$, $\overline{H}_{min}$, $S_{kh.ngap}$, S_{ngap}, $S_{ng.mua}$, $T_{kh.ngap}$, T_{ngap}) so sánh chúng với nhau và gắn với đặc điểm sinh trưởng, hệ sinh thái của rừng tràm qua các thời kỳ khác nhau để đưa ra đánh giá những điểm bất cập trong quản lý nước từ sau khi xảy ra cháy rừng tháng 3/2002 đến nay.



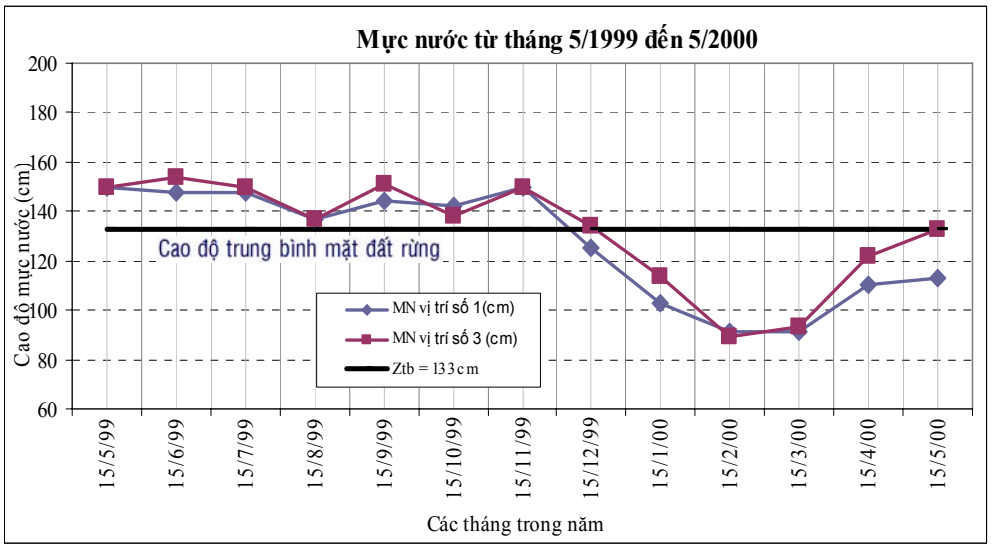
Hình 1. Vị trí thước đo mực nước trong VQG U Minh Thượng

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả nghiên cứu thực trạng quản lý nước

a) Quản lý nước trước năm 2002

Chọn số đọc mực nước đại diện tại điểm H1 trên kênh trung tâm và điểm H2 trên kênh bờ bao, ta có diễn biến mực nước theo thời gian (xem Hình 2).

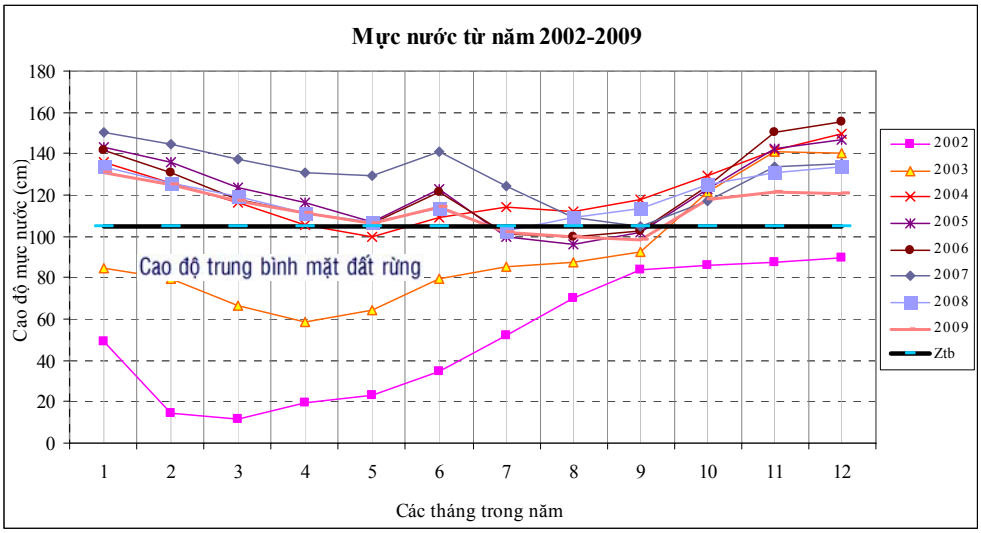


Hình 2. Biểu đồ mực nước ở VQG từ tháng 5/1999 – 5/2000

- Số đọc thước nước của 2 điểm khác nhau (ở trung tâm và trên kênh bao) trong VQG cùng thời điểm gần bằng nhau.
- Mực nước cao nhất là $\overline{H}_{max}$=154 cm (tháng 6/1999) tương ứng với 1.820 ha (≈22% diện tích) không bị ngập quanh năm.
- Mực nước thấp nhất $\overline{H}_{min}$=87 cm (tháng 2/2000) tương ứng với 2.375ha (≈30% diện tích) VQG bị ngập nước quanh năm.
- Như vậy sẽ có 3.808ha (≈48% diện tích) VQG bị ngập nước theo mùa.
- Mực nước trung bình năm $\overline{H}_{nam}$ = 132 cm gần ngang bằng với cao độ trung bình mặt đất rừng vùng lõi VQG thời điểm này là Z_{tb} = 133 cm.
- Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình là 6 tháng (khoảng từ đầu tháng 12 đến tháng 5).

b) Quản lý nước từ năm 2002-2009

Cao độ trung bình vùng lõi VQG sau cháy rừng giảm xuống là +1,05 m. Kết quả đo đạc mực nước theo cao độ quốc gia được thể hiện trên biểu đồ Hình 3.



Hình 3. Biểu đồ mực nước ở vùng lõi VQG giai đoạn từ năm 2002 – 2009

➢ *Phân tích, đánh giá về quản lý nước ở VQG năm 2002:* Tháng 3/2002 xảy ra cháy rừng, số liệu bất thường nên không đưa vào phân tích chung.

➢ *Phân tích, đánh giá về quản lý nước giai đoạn từ năm 2003÷2009:*

- Mực nước cao nhất là $\overline{H}_{max}$=140 cm (tháng 12) tương ứng với 1.648 ha (≈21% diện tích) không bị ngập quanh năm.
- Mực nước thấp nhất $\overline{H}_{min}$=103 cm (tháng 5) tương ứng với 3.979ha (≈50% diện tích) VQG bị ngập nước quanh năm.
- Như vậy sẽ có 2.376 ha (≈29% diện tích) VQG bị ngập nước theo mùa.
- Mực nước trung bình năm $\overline{H}_{nam}$ = 117 cm cao hơn cao độ trung bình mặt đất rừng vùng lõi VQG thời điểm này là Z_{tb} = 105 cm là 12 cm. Đây là mức bị ngập trung bình khá cao.
- Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình là 4 tháng (tháng 5, 7, 8, 9), nhưng mức độ thấp hơn rất nhỏ, chỉ là 1-2 cm nên có thể coi mực nước thấp nhất ngang cao độ trung bình, tương ứng không có tháng nào rõ rệt mực nước dưới cao độ trung bình.

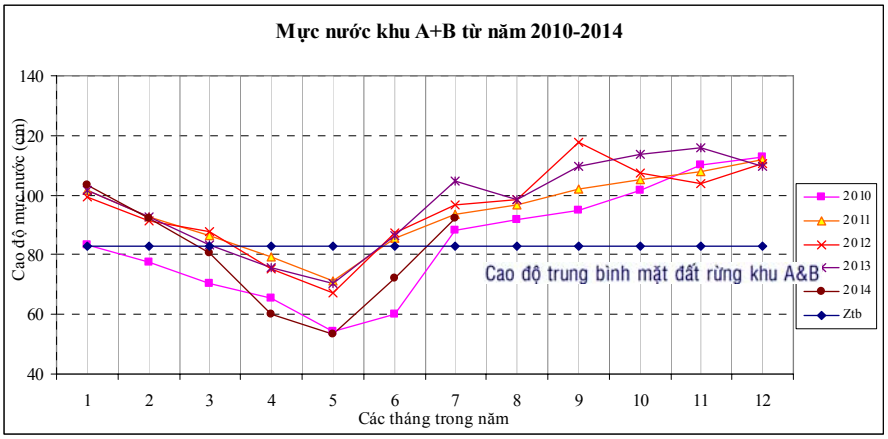
c) Quản lý nước từ năm 2010-2014

Từ năm 2010 VQG chia thành 3 khu A, B và C với cao độ khu A và B gần như nhau nên giữ nước làm 2 bậc: bậc 1 là khu C (cao hơn) và bậc 2 là khu A+B (thấp hơn). Chọn đại diện khu A để phân tích.




Hình 4. Khảo sát mực nước trên kênh và ống đo nước ngầm trong VQG

- *Quản lý nước khu A và B*



Hình 5. Mực nước ở VQG khu A&B giai đoạn từ 2010 – 2014

Tổng diện tích khu A và B là 2.723 ha, có cao độ địa hình trung bình là +0,83 m, thấp nhất là +0,68m và cao nhất là +1,37 m. Qua phân tích cho thấy:

- Mực nước cao nhất là $\overline{H}_{max}$=111 cm (tháng 12) tương ứng với 188 ha (≈7% diện tích) không bị ngập quanh năm.
- Mực nước thấp nhất $\overline{H}_{min}$=63 cm (tháng 5) tương ứng với 0 ha (0% diện tích) VQG bị ngập nước quanh năm.
- Như vậy sẽ có 2.535 ha (≈93% diện tích) VQG bị ngập nước theo mùa.
- Mực nước trung bình năm $\overline{H}_{nam}$ = 92 cm cao hơn cao độ trung bình mặt đất rừng của khu A&B là Z_{tb} = 83 cm là 9 cm. Tương ứng với 2.156 ha (≈79% diện tích) bị ngập. Đây là mức bị ngập trung bình rất cao.
- Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình là 3,5 tháng (từ giữa tháng 3 đến tháng 6).

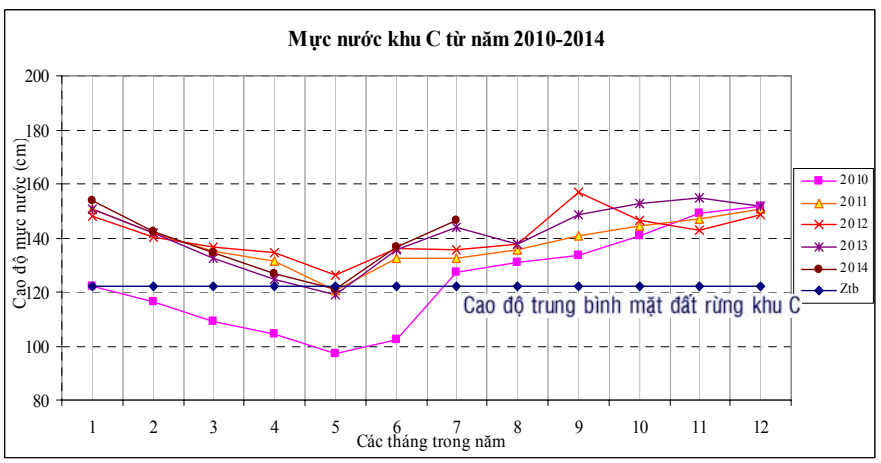
Phân khu quản lý nước bước đầu đã phát huy hiệu quả. Nhìn lại suốt thời gian dài từ năm 2003÷2009 mặc dù khu A và B không bị cháy trước đó nhưng bị ngập sâu hoàn toàn trong nước, thì từ năm 2010 đến nay đã được phục hồi tái sinh trở lại. Tuy nhiên, mức phục hồi vẫn chưa cao vì mực nước trung bình còn rất cao và thời gian ngập còn dài.

➢ *Quản lý nước khu C*

Tổng diện tích khu C là 5.280 ha, có cao độ địa hình trung bình cao nhất vùng lõi VQG là +1,22 m. Cao độ không đều và mức độ chênh lệch lớn. Kết quả phân tích số liệu thực đo quản lý nước cho thấy:

- Mực nước cao nhất là $\overline{H}_{max}$=151 cm (tháng 12) tương ứng với 880 ha (≈17% diện tích) không ngập quanh năm.
- Mực nước thấp nhất $\overline{H}_{min}$=117 cm (tháng 5) tương ứng với 2.337 ha (≈44% diện tích) VQG bị ngập nước quanh năm.
- Như vậy sẽ có 2.063 ha (≈39% diện tích) VQG bị ngập nước theo mùa.
- Mực nước trung bình năm $\overline{H}_{nam}$ = 137 cm cao hơn cao độ trung bình mặt đất rừng của khu C là Z_{tb} = 122 cm là 15cm. Đây là mức bị ngập trung bình rất cao.
- Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình theo biển đồ Hình 6 là 1 tháng (tháng 5).

Đối với khu C, phân khu để quản lý nước từ năm 2010 đến nay có một số biến chuyển tích cực nhưng không nhiều, chưa rõ rệt. Diện tích bị ngập quanh năm vẫn lớn, thời gian ngập nước trung bình vẫn kéo dài.



Hình 6. Mực nước ở VQG khu C giai đoạn từ 2010 – 2014

3.2. Kết quả biên hội về hệ sinh thái rừng tràm ở VQG U Minh Thượng

Kết quả biên hội các tài liệu về VQG U Minh Thượng đến năm 2014, tổng hợp về hệ sinh thái từ trước đến sau cháy rừng và đưa ra các so sánh:

a) Môi trường sinh thái ở VQG trước cháy rừng năm 2002

Hệ thực vật với nhiều dạng sinh cảnh khác nhau như rừng tràm trên than bùn, rừng hỗn giao; đồng cỏ năng và đồng cỏ sậy; trảng trống ngập nước quanh năm của các loài súng ma, bèo và bồn bồn. Hệ động vật với nhiều loài thú quý hiếm được ghi nhận trong sách đỏ thế giới như có 13 loài chim, 6 loài thú được nêu trong Sách đỏ Việt Nam 2000. (thể hiện trong Bảng 1 và Hình 7 Bản đồ vùng lõi VQG trước khi cháy rừng).

Một số loài thú trong VQG U Minh Thượng có giá trị bảo tồn rất quan trọng ở mức quốc gia và quốc tế như Rái cá lông mũi (*Lutra sumatrana*), Mèo cá (*Prionailurus viverrinus*), Cầy giông đốm lớn (*Viverra megaspila*) và Sóc lửa (*Callosciurus finlaysoni*). Những loài thú này tạo cho VQG một nguồn gen độc đáo và có giá trị cao trong bảo tồn.

Bảng 1. Môi trường sinh thái VQG UMT trước khi cháy rừng

Nhóm đối tượng	Thành phần	Dữ liệu chính
Hệ thực vật	Quần xã thực vật	- *Rừng (*Rừng tràm trên than bùn, Rừng tràm trên đất sét, Rừng hỗn giao) - *Đồng cỏ* (Đồng cỏ chiếm ưu thế bởi sậy, Đồng cỏ chiếm ưu thế bởi năng). - *Trảng trống* (Loài Súng ma, Loài Bèo, Loài Bồn bồn). - *Các rạch và kênh* (Các rạch tự nhiên, Kênh đào).
	Loài, họ	- *Thực vật tự nhiên:* 243 loài, thuộc 84 họ. - *Cây trồng:* 220 loài, thuộc 69 họ.
Hệ động vật	Chim	- Tổng số: 172 loài thuộc 42 họ (Trảng Năng: 83 loài; Trảng Trống: 79 loài; Trảng Sậy: 71 loài; Rừng Tràm: 56 loài). - Loài có tầm quan trọng trong bảo tồn: có 13 loài.
	Côn trùng	- Tổng số: 172 loài thuộc 53 Họ 11 Bộ (Rừng Tràm thành thục: 50 loài, rừng Tràm non: 57 loài, Tràm trồng: 53 loài, Trảng Sậy: 45 loài, diện tích đất canh tác: 112 loài. - Ghi nhận đầu tiên cho Việt Nam: 26 loài. - Loài bị đe dọa: Bọ ngựa và Cà cuống.
	Bướm	- Tổng số: 48 loài (Rừng tràm: 26 loài, trảng cỏ: 11 loài, các vùng trống: 7 loài, sinh cảnh khác: 20 loài). - Ghi nhận mới cho Việt Nam: *Hypolycaena thecloides.*
	Cá	- Tổng số: 37 loài (cá không kinh tế: 15 loài, loài cá kinh tế: 22 loài)
	Lưỡng cư & Bò sát	- Lưỡng cư: 7 loài thuộc 3 họ. - Bò sát: 34 loài thuộc 10 họ. - Cá sấu: không còn trong ít nhất 30 năm qua.
	Dơi	- Tổng số: 119 cá thể, thuộc 8 loài
	Thú	- Tổng số: 24 loài thuộc 10 họ và 7 bộ. - Giá trị bảo tồn: 6 loài được nêu trong Sách đỏ Việt Nam 2000, 5 loài trong Sách đỏ IUCN 2000. - Danh sách các loài thú bị đe dọa: Tê tê (*Manis javanica*), Rái cá vuốt bé (*Aonyx cinerea*), Rái cá lông mũi (*Lutra sumatrana*), Cầy giông (*Viverra zibetha*), Cầy giông đốm lớn (*Viverra megaspila*), Cầy hương (*Viverricula indica),* Mèo rừng (*Prionailurus bengalensis*), Mèo cá (*Prionailurus viverinus)*…

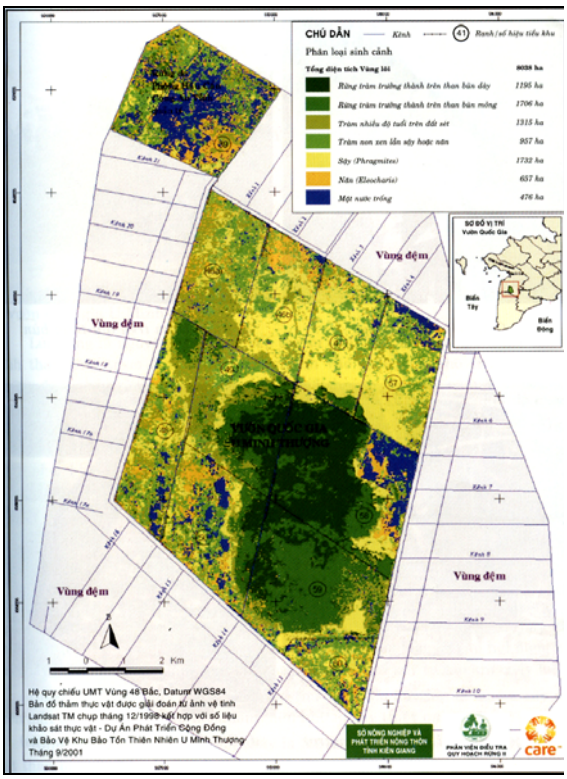
(Nguồn: Tổng hợp từ tài liệu của tổ chức CARE và VQG U Minh Thượng)

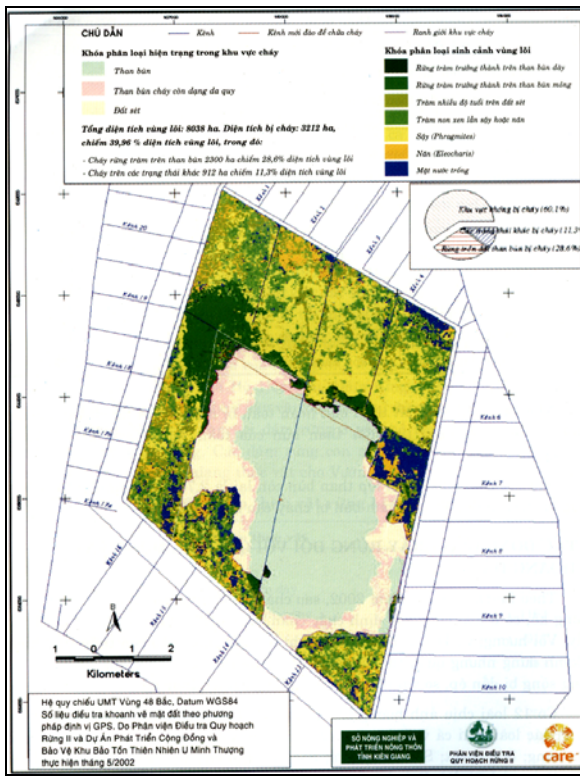
b) Môi trường sinh thái ở VQG sau cháy rừng năm 2002-2009

Bảng 2. Môi trường sinh thái VQG UMT sau khi cháy rừng đến năm 2009

<table>
<tr><th>Nhóm đối tượng</th><th colspan="2">Thành phần</th><th>Tài nguyên</th><th colspan="2">Diễn biến tái sinh, phát triển</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Hệ thực vật</td><td rowspan="2">Tổng diện tích 8.038 ha</td><td rowspan="2">-Tràm trên than bùn bị cháy: 2.001 ha.
-Tràm trên than bùn không bị cháy: 467 ha.
-Tràm trên đất sét: 1.659 ha.
-Trảng cỏ (năng, sậy): 2.389 ha.
-Mặt nước trống: 476 ha.</td><td rowspan="2">Tài nguyên thực vật: có 250 loài.
- Poaceae (họ cỏ): 42 loài;
- Cyperceae (họ cói): 28 loài;
- Asteraceae (họ cúc): 12 loài;
- Fabbaceae (họ đậu): 11 loài;
- Rubiaceae (họ thiên thảo): 7 loài</td><td>12/2002</td><td>Năm 2009</td></tr>
<tr><td>- Diện tích tái sinh: 2.141,3 ha;
- Chiều cao cây tái sinh: gần 1m;
- Mật độ cây tái sinh: hơn 100.000 cây /ha</td><td>- Diện tích tái sinh: 2.489,3 ha;
- Chiều cao cây tái sinh trung bình: 5 m;
- Đường kính cây tái sinh ở các mức ngập nước:
0-50 cm: 5,2 cm
50-100 cm: 4,3 cm
>100 cm: 3,8 cm
- Mật độ cây tái sinh ở các mức ngập nước: (cây/ha)
0-50 cm: 14.282
50-100 cm: 11.200
>100 cm: 8.700</td></tr>
<tr><td>Hệ động vật</td><td colspan="2">- Dơi: 8 loài;
- Chim: 188 loài;
- Bò sát: 34 loài;
- Côn trùng: 208 loài;
- Lưỡng cư: 7 loài;
- Thú: 46 loài;
Cá: 37 loài.</td><td colspan="3">- Heo rừng đã trở lại 2 năm sau khi rừng bị cháy.
- 9 loài gần bị đe dọa hoặc đang bị đe dọa trên toàn cầu: Điêng điểng (Cổ rắn - Anhinga melanogaster), Bồ nông chân xám (Pelecanus philippensis), Cò lạo Ấn Độ (Mycteria leucocephala), Già đẫy Java (Leptoptilos javanicus), Quắm đầu đen (Threskiornis melanocephalus), Quắm đen (Plegadis falcinellus), Đại bàng đen (Aquila clanga), Diều cá đầu xám (Ichthyophaga ichthyaetus) và Rồng rộc vàng (Ploceus hypoxanthus).
- Có tập hợp loài chim nước quý: Xít (Porphyrio porphyrio), Cốc (Phalacrocorax niger), Diệc lửa (Ardea purpurea), Quắm đen (Plegadis falcinellus).
- Các loài thú quý hiếm có tên trong danh mục Sách đỏ Việt Nam – Phần động vật và sách đỏ thế giới (IUCN) ở VQG gồm: Tê tê (Manis javanica), Rái cá vuốt bé (Aonyx cinerea), Rái cá lông mũi (Lutra sumatrana), Cầy giông (Viverra zibetha), Cầy giông đốm lớn (Viverra megaspila), Cầy hương (Viverricula indica), Mèo rừng (Prionailurus bengalensis), Mèo cá (Prionailurus viverinus) Dơi chó tai ngắn (Cynopterus branchyotis), Dơi ngựa lớn (Pteropus vampirus)…
- Lưỡng cư bò sát có 8 loài có tên trong danh mục các loài quý hiếm của Sách đỏ Việt Nam như: Trăn mốc (Python molurus); Rắn cạp nong (Bulgarus fasciatus); Rắn hổ mang (Naja naja); Rắn ráo trâu (Ptyas mucosus); Tắc kè (Gekko gecko); Rùa răng, Càng đước (Hieremys annandalei); Rùa ba gờ (Malayemys subtrijuga); Rùa hộp lưng đen (Cuora amboinensis).</td></tr>
</table>

(Nguồn: Lương Văn Thanh, Phạm Văn Tùng (2010))





(Nguồn: Ban Quản lý VQG UMT, tổ chức CARE tháng tháng 9/2001 và tháng5/2002)

Hình 7. Bản đồ vùng lõi VQG U Minh Thượng trước cháy rừng, tháng 12/1998

Hình 8. Bản đồ vùng lõi VQG U Minh Thượng sau cháy rừng, tháng 5/2002

Kết quả điều tra và tổng hợp của nhóm nghiên cứu về môi trường sinh thái sau cháy rừng đến năm 2009 thể hiện trong Bảng 2; Hình 8 *"Bản đồ vùng lõi VQG U Minh Thượng sau cháy rừng, tháng 5/2002"*.



Hình 9. Hình ảnh rừng tràm VQG U Minh Thượng năm 2009

c) Nghiên cứu về biến đổi thảm thực vật [3]

Kết quả biên hội nghiên cứu [3], thông qua giải đoán ảnh vệ tinh SPOT5 (tháng 4 năm 2014) đưa ra 4 nhóm kiểu (14 kiểu) thảm thực vật khác nhau là:

+ Rừng tràm (diện tích là 4.868 ha, chiếm 60,95%), có 4 kiểu thảm thực vật;
+ Đồng cỏ ngập nước theo mùa (diện tích là 1.838,73 ha, chiếm 23,02%) có 4 kiểu thảm thực vật;
+ Đầm lầy thực vật thủy sinh (diện tích là 1.184,10 ha, chiếm 14,82%) có 4 kiểu thảm thực vật;
+ Và kênh rạch (diện tích là 96,21 ha, chiếm 1,2%) có 2 kiểu thảm thực vật.

Sự thay đổi thảm thực vật ở VQG U Minh Thượng từ năm 2006 – 2014

Stt	Năm 2006		Năm 2009		Năm 2014	
	Kiểu thảm thực vật	**Diện tích (ha)**	**Kiểu thảm thực vật**	**Diện tích (ha)**	**Kiểu thảm thực vật**	**Diện tích (ha)**
I	Rừng tràm	4.936,24	Rừng tràm	4.437,88	Rừng tràm	4.868,26
1	Rừng tràm trên than bùn	2.647,43	Rừng tràm trên than bùn	2.468,45	Rừng tràm trên than bùn	2.598,70
2	Rừng tràm trên đất sét	2.153,06	Rừng tràm trên đất sét	1.659,06	Rừng tràm trên đất sét	1.659,06
3	Rừng hỗn giao	135,75	Rừng hỗn giao	118,37	Rừng hỗn giao	116,50
4			Tràm trồng	192	Tràm trồng	494,00
II	Đồng cỏ ngập nước theo mùa	1.828,11	Đồng cỏ ngập nước theo mùa	441,07	Đồng cỏ ngập nước theo mùa	1.838,73
5	Đồng cỏ chiếm ưu thế bởi năng (*Eleocharis dulcis*)	376,94	Đồng cỏ chiếm ưu thế bởi năng (*Eleocharis dulcis*)	182,6	Đồng cỏ chiếm ưu thế bởi năng (*Eleocharis dulcis*)	553,23
6					Đồng cỏ chiếm ưu thế bởi U du (*Cyperus digitatus*), Cỏ ống (*Panicum repens*), Lác (*Cyperus ramosii*)	350,22

(Nguồn: Trần Văn Thắng (2016))

Kết quả so sánh biến thiên diện tích các kiểu thảm thực vật giữa các năm 2006 - 2009 - 2014 bên cạnh số liệu đo đạc về chế độ nước và đưa ra kết luận:

+ Chế độ mực nước ảnh hưởng mạnh đến sự thay đổi thảm thực vật, mực nước ngập sâu và trong thời gian dài từ năm 2006 đến 2009 đã làm cho thực vật rừng tràm giảm 498,36 ha, đồng cỏ ngập nước theo mùa giảm 1.417,04 ha, đầm lầy thực vật thủy sinh tăng 1.885,4 ha.

+ Thay đổi phương án quản lý nước năm 2010 đã làm cho thảm thực vật ở VQG U Minh Thượng phục hồi, hình thành 14 kiểu quần xã thực vật đan xen tạo nên nhiều kiểu thảm thực vật đặc trưng của hệ sinh thái rừng tràm ngập nước theo mùa.

+ Diện tích mặt nước giảm do bị xâm lấn bởi các loài thực vật thủy sinh và thay thế bởi đồng cỏ ngập nước theo mùa.

Kiến nghị VQG U Minh Thượng quy hoạch quản lý nước thành 5 phân khu với các chế độ mực nước khác nhau theo tính toán cân bằng nước đảm bảo mục tiêu phòng cháy chữa cháy rừng và duy trì các giá trị đa dạng sinh học của rừng tràm trên đất than bùn.

3.3. Thảo luận

a) Về quản lý nước

Quản lý chế độ nước trong VQG U Minh Thượng từ sau khi xảy ra cháy rừng tháng 3/2002 đến nay có nhiều thay đổi so với trước khi xảy ra cháy rừng:

- Mực nước trung bình ở mức cao hơn nhiều so với cao độ trung bình, thể hiện qua các thông số so sánh giữa $\overline{H}_{nam}$ và Z_{tb} mặt đất rừng vùng lõi VQG từng thời kỳ:
  + Trước khi xảy ra cháy rừng có $\overline{H}_{nam}$ gần ngang bằng với Z_{tb};
  + Giai đoạn từ năm 2003-2009 có $\overline{H}_{nam}$ cao hơn so với Z_{tb} là 12 cm;
  + Giai đoạn từ năm 2010-2015, ở Khu C có $\overline{H}_{nam}$ cao hơn so với Z_{tb} là 15 cm.
- Tỷ lệ các diện tích ngập nước đại diện cho các sinh cảnh trong môi trường sinh thái có sự biến đổi lớn, thể hiện rõ nhất qua diện tích bị ngập nước quanh năm:
  + Trước khi xảy ra cháy rừng có ≈30% diện tích ngập nước quanh năm, ≈22% diện tích không ngập nước và ≈48% diện tích ngập nước theo mùa;
  + Giai đoạn từ năm 2003-2009 có ≈50% diện tích ngập nước quanh năm, ≈21% diện tích không ngập nước và ≈29% diện tích ngập nước theo mùa;
  + Giai đoạn từ năm 2010-2015, ở Khu C có ≈39% diện tích ngập nước quanh năm, ≈17% diện tích không ngập nước và ≈44% diện tích ngập nước theo mùa.
- Thời gian mực nước dưới cao độ trung bình là 6 tháng giai đoạn trước khi xảy ra cháy rừng thì sau khi xảy ra cháy rừng hầu như không có thời gian mực nước dưới cao độ trung bình.

b) Về hệ sinh thái rừng tràm

Kết quả biên hội các nghiên cứu đưa ra nhận xét: Ở một khía cạnh, cháy rừng đã làm gia tăng sự sinh trưởng và đa dạng sinh học của các loài động, thực vật. Hệ thực vật tăng từ 243 loài lên 250 loài; hệ động vật, chim tăng từ 172 loài lên 188 loài, thú tăng từ

24 loài lên 46 loài. Nhưng không thể phủ nhận rằng đợt cháy rừng tháng 3/2002 vừa qua có hậu quả rất nghiêm trọng, diện tích than bùn bị mất đi rất lớn mà phải hàng trăm năm mới có được, thảm thực vật khu vực bị cháy, đặc biệt là rừng tràm từ 15 đến 45 năm tuổi bị mất đi và phải có thời gian dài mới tái sinh trở lại,…

4. KẾT LUẬN

Chế độ nước trong VQG U Minh Thượng từ sau khi xảy ra cháy rừng có nhiều biến đổi lớn so với trước kia với xu thế tăng cao hơn nhiều (so với mặt đất rừng tự nhiên). Thời gian ngập nước cũng kéo dài hơn làm tỷ lệ diện tích đất rừng bị ngập nước quanh năm lớn hơn ảnh hưởng đến hệ sinh thái rừng tràm. Giải pháp giữ nước ở mức cao để chống cháy rừng đã làm cho hệ sinh thái rừng tràm thay đổi nhiều. Hoàn cảnh rừng ngập nước nhiễm phèn chuyển dần và có biểu hiện đặc điểm của hệ sinh thái hồ và đầm lầy.

Chế độ nước ảnh hưởng mạnh đến sự thay đổi thảm thực vật, mực nước ngập sâu và thời gian dài đã làm cho thảm thực vật rừng tràm giảm đi từ năm 2006 - 2009 là 498,36 ha và đồng cỏ ngập nước theo mùa giảm 1.417,04 ha. Từ năm 2010-2014 đã phân làm 3 khu để quản lý nước, phần nào giảm được mức độ ngập nước ở khu A và khu B nhưng ở khu C thì chưa được cải thiện, thời điểm này rừng tràm đã tăng lên 430,38 ha và đồng cỏ ngập nước theo mùa tăng 1.397,66 ha.

Sau cháy rừng, nhận thấy gia tăng sinh trưởng và đa dạng sinh học của các loài động, thực vật nhưng diện tích than bùn bị mất đi rất lớn, thảm thực vật khu vực bị cháy mất đi và phải có thời gian dài mới tái sinh trở lại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tổ chức CARE Quốc tế tại Việt nam (2002), Dự án phát triển cộng đồng và bảo tồn thiên nhiên Vườn quốc gia U Minh Thượng.
2. Lương Văn Thanh, Phạm Văn Tùng (2011), Biên hội, đánh giá tổng quan sinh thái VQG U Minh Thượng và đề xuất giải pháp bảo tồn, Đề tài Khoa học công nghệ, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Kiên Giang.
3. Trần Văn Thắng (2016), Ảnh hưởng của chế độ ngập nước đến thảm thực vật ở VQG U Minh Thượng, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, tháng 3/2016.
4. Phạm Trọng Thịnh (2002), Nghiên cứu diễn biến tái sinh tự nhiên rừng tràm và đề xuất các phương thức phục hồi rừng sau trận cháy rừng tháng 3 năm 2002 tại VQG U Minh Thượng tỉnh Kiên Giang, Phân Viện Điều Tra Quy hoạch Rừng Nam bộ, Tp. Hồ Chí Minh.

Người phản biện: TS. Giang Văn Thắng

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH "NGÂN HÀNG ĐẤT" TRONG CÔNG TÁC NẠO VÉT KÊNH RẠCH PHỤC VỤ SẢN XUẤT KẾT HỢP XÂY DỰNG NÔNG THÔN MỚI TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH BẾN TRE

APPLYING "LAND BANKS" MODEL IN THE WORK OF CANNALS DREDGING TO SERVE PRODUCTION AND RENOVATING RURAL AREA BUILT IN BEN TRE PROVINCE

PGS. TS. Trịnh Công Vấn
Viện Đổi mới công nghệ Thủy lợi MeKong
ThS. Trần Minh Tuấn[2], ThS. Nguyễn Lê Huấn
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

TÓM TẮT

Hệ thống sông, kênh rạch dày đặc ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nói chung và tỉnh Bến Tre nói riêng có vai trò đặc biệt quan trọng trong việc vận chuyển nước (thoát lũ, cung cấp nước tưới, cung cấp nước mặn), trữ nước, vận tải thủy nội địa và duy trì môi trường sinh thái. Tuy nhiên hệ thống này bị bồi lắng nhanh (do phù sa) đặc biệt kênh rạch khu vực ven biển và giáp nước, nên hàng năm phải nạo vét một khối lượng lớn bùn, cát mới sử dụng được. Vấn đề bức xúc nhất hiện nay chính là tìm vị trí đổ khối lượng lớn bùn cát nạo vét kênh rạch hàng năm cho ĐBSCL nói chung và tỉnh Bến Tre nói riêng.

Nhằm thực hiện tốt mục tiêu xây dựng nông thôn mới (nghị quyết số 26-NQ/TW của Ban Chấp hàng Trung ương). Trong khuôn khổ đề tài Nghiên cứu khoa học cấp tỉnh Bến Tre, bài báo này đề xuất một cách tiếp cận mới trong công tác quản lý và vận hành nạo vét, xử lý bùn cát góp phần đưa công tác nạo vét kênh rạch trên địa bàn tỉnh Bến Tre có cơ hội phát triển theo hướng bền vững, phục vụ sản xuất và phát triển bền vững Nông thôn mới trên vùng nghiên cứu.

***Từ khóa:* Bồi lắng, nạo vét kênh rạch, Ngân hàng đất, Nông thôn mới.**

ABSTRACT

The river system, dense canals in Mekong Dealta commonly and Ben Tre province particularly have an important role in fluid transportation (such as drainage, irrigated water supply, salty water supply), water retention, domestic waterway and maintaining the ecological environment. However, this system is fastly got sedimentary (due to alluvial), especially with the canals in coastal area and water conterminous region which we had to dredge an immense quantity of sediment annually in order to use them. The most pressing issue at the moment is how to find places that can contain the amount of annual dredged cannals's sediment for Mekong Delta and Bentre province.

Within the framework of the provincial science researching project for Ben Tre, this newspaper will propose a new approach in managing and operating dredging,

sediment processing. These solutions will contribute to the work of canals dredging in Ben Tre which has an opportunity to reach sustainable development as well as serving production and development of renovating local rural area.

Keywords: ***Sediment, canals dredging , land banks ,renovating rural area.***

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Là một tỉnh thuộc Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) và tiếp giáp với biển Đông, Bến Tre được hình thành và bồi đắp bởi phù sa sông Mê Kông qua nhiều thế kỷ; Diện tích tự nhiên 2.360,2 km^2, chiều dài bờ biển 65 km. Tỉnh Bến Tre có 4 nhánh sông lớn đi qua là sông Tiền, Ba Lai, Hàm Luông, Cổ Chiên, đây cũng chính là ranh giới chia Bến Tre thành ba cù lao riêng biệt: Cù lao An Hóa, cù lao Bảo và cù lao Minh.

Cũng như các tỉnh của ĐBSCL, Bến Tre đang đứng trước những vận hội và thử thách lớn: Các kế hoạch phát triển kinh tế, xã hội đã và đang được thực hiện một cách hợp lý và hiệu quả, nhu cầu về con người, về tài nguyên, về máy móc, thiết bị ngày một tăng cao cả về khối lượng cũng như chất lượng. Trong số đó tài nguyên nước được xác định là một loại tài nguyên đặc biệt có vai trò quan trọng trong việc bảo đảm sự phát triển hiệu quả và bền vững. Thời gian đã cho thấy nhu cầu sử dụng nước của các đối tượng dùng nước không ngừng tăng cao kể cả chất và lượng. Có thể khẳng định việc sử dụng và bảo vệ nguồn nước là một trong những nhiệm vụ quan trọng cho sự phát triển của Bến Tre nói riêng và toàn ĐBSCL nói chung.

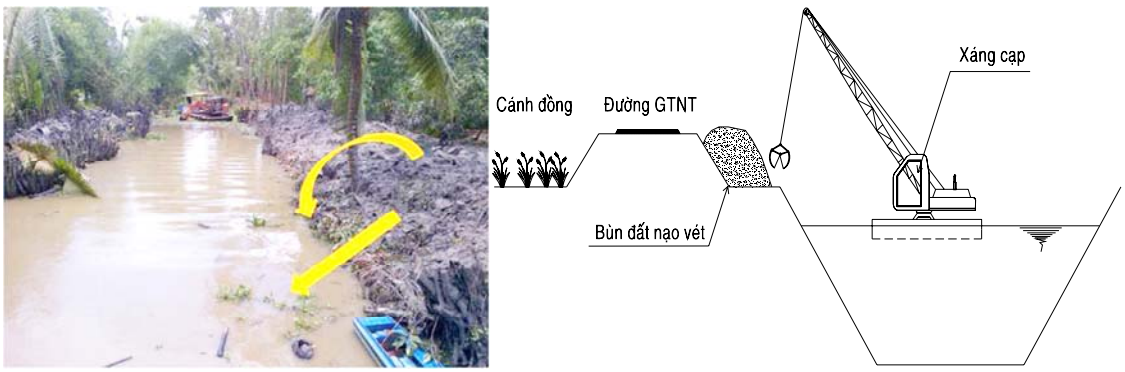
Để đáp ứng nhu cầu nước ngày càng tăng, hệ thống thủy lợi, đặc biệt là hệ thống thủy lợi nội đồng đóng vai trò cực kỳ quan trọng; tuy nhiên có thể thấy bức tranh tồn tại chung của hệ thống thủy lợi Bến Tre là thiếu về số lượng và chưa đồng bộ, như thiếu hệ thống kiểm soát, phân phối nước nội đồng, các hệ thống đê biển, đê sông cùng với các công trình dưới đê, các công trình phân ranh vùng mặn - ngọt… Và quan trọng hơn cả là hệ thống kênh rạch bị bồi lắng, xuống cấp, đặc biệt là hệ thống kênh rạch nội đồng, dẫn đến tình trạng không chủ động kiểm soát chất và lượng nước cho các nhu cầu dùng nước, gây ngập úng và hạn cục bộ tại một số khu vực trong tỉnh, môi trường nước tại một số nơi bị ô nhiễm cao…



Hình 1. Kênh rạch bị bồi lắng

Trong những năm gần đây, bằng nhiều nguồn vốn khác nhau như: Từ nguồn thu thủy lợi phí, nguồn vốn Trung ương đầu tư cho hệ thống thủy lợi hoặc nguồn vốn từ ngân sách của các huyện đã được dùng để thực hiện công tác nạo vét kênh rạch, đây là một nỗ lực và là hướng đầu tư đúng; tuy nhiên, thực tế cho thấy dù đã giải quyết vấn đề kinh phí nạo vét nhưng số lượng kênh rạch được thi công trên địa bàn tỉnh Bến Tre là rất khiêm tốn.

Nguyên nhân chủ yếu nằm ở chỗ: theo quy định của tỉnh Bến Tre thì các nguồn vốn đầu tư cho nhiệm vụ này chỉ được dùng chi trả cho công tác nạo vét, không được dùng cho việc chi phí giải phóng mặt bằng để đổ bùn đất nạo vét kênh rạch. Thông thường bùn đất nạo vét được đổ lên bờ của chính con kênh được nạo vét, nhưng do quá trình xây dựng nông thôn mới hiện nay, các đường đê bao, bờ kênh rạch đã được kết hợp làm đường giao thông nông thôn, giao thông nội đồng và bề mặt các con đường này đều được cứng hóa, nên bùn đất nạo vét cho những lần sau không thể đổ lên mặt đường giao thông được nữa; để giải quyết tạm thời, bùn đất nạo vét đành phải đổ trên khoảng lưu không giữa đường giao thông và mép kênh, nên sau một mùa mưa thì bùn đất nạo vét lại chảy xuống lòng kênh, đây là một sự lãng phí lớn công sức và tiền bạc.



Hình 2. Bùn đất nạo vét được đổ ven bờ kênh

Một cách làm khác mà các địa phương trên địa bàn tỉnh Bến Tre thường áp dụng, đó là vận động tất cả người nông dân trong phạm vi gần hai bên kênh cho đổ bùn đất nạo vét vào đất vườn của mình, đây cũng là cách làm hợp lý và hiệu quả vào các lần nạo vét đầu, do bùn đất nạo vét có khối lượng rất lớn, cần nhiều diện tích đất để chứa trong khi nhu cầu của người dân sử dụng bùn cát cho việc san lấp hai bên kênh là có hạn; kết quả là nơi đổ bùn cát nạo vét kênh vẫn là một khó khăn lớn ảnh hưởng không nhỏ đến kế hoạch phát triển sản xuất, cuộc sống của người dân.

Như vậy có thể thấy, ngoài kinh phí thực hiện công tác nạo vét kênh rạch thì mặt bằng để đổ bùn đất nạo vét hiện đang là vấn đề ảnh hưởng nhiều nhất đến công tác nạo vét kênh rạch trên địa bàn tỉnh Bến Tre.

Bên cạnh đó, trong điều kiện biến đổi khí hậu ngày càng phức tạp, gây ra nhiều ảnh hưởng cực đoan đến cuộc sống của con người, một trong những hệ quả của nó là nước biển dâng làm cho nhiều vùng đất sản xuất cũng như khu dân cư thường xuyên bị

ngập úng, để sản xuất được hoặc sinh sống được, người dân cần thiết phải nâng cao cốt nền. Như vậy, nhu cầu đất cho các vùng này là rất lớn, trong khi đó, chúng ta lại đang lãng phí một nguồn tài nguyên rất lớn đó là bùn đất – là sản phẩm trong quá trình nạo vét kênh rạch.



Hình 3. Đất được nạo vét ở kênh rạch đổ trong vườn của người dân

Để giải quyết vấn đề trên, nhóm nghiên cứu đề xuất ứng dụng một giải pháp mới nhằm thay đổi hình thức quản lý truyền thống trong vấn đề nạo vét kênh rạch, đó là việc biến bùn đất nạo vét thành một sản phẩm hàng hóa để phục vụ nhu cầu của người dân, các tổ chức, doanh nghiệp…, nhờ vậy làm giảm chi phí nạo vét cũng như giải quyết được vấn đề chỗ đổ bùn đất nạo vét kênh rạch, góp phần sử dụng quản lý tài nguyên nước một cách bền vững nhằm phát triển kinh tế - xã hội và xây dựng nông thôn mới trên địa bàn tỉnh Bến Tre.

2. MÔ HÌNH "NGÂN HÀNG ĐẤT"

Nạo vét kênh rạch hiện nay chỉ bao gồm các công đoạn: Nạo vét - Vận chuyển – Đổ đất. Việc xử lý và tái sử dụng đất nạo vét chưa được quan tâm thực hiện, do vậy gây nên sự lãng phí lớn nguồn tài nguyên, đồng thời không giải quyết được vấn đề bãi đổ đất cho những lần nạo vét tiếp theo, mặc dù chủ đầu tư dự án đã chi trả cho giải phóng mặt bằng bãi đổ đất nhưng không quản lý sau khi thực hiện xong công tác nạo vét.

Sau khi đất được đào, vận chuyển thì bước cuối cùng là đưa vật liệu nạo vét tới đổ tại bãi thải. Sự lựa chọn phương thức thải đất phụ thuộc nhiều yếu tố như sự chấp nhận được về mặt môi trường, khả thi về kỹ thuật và kinh tế. Bãi thải cho thiết bị nạo vét thủy lực (tàu hút bùn) được bao quanh bởi bờ bao hay thiết bị ngăn không cho nước và bùn chảy tràn lan. Quy mô bãi thải không chỉ đủ để chứa đất, bùn mà còn đủ để bùn lỏng lắng đọng. Thường bãi thải được bao quanh bởi bờ bao và có kênh thoát nước nội bộ. Bãi thải phải được thiết kế đủ thời gian lắng đọng tức là các hạt rất nhỏ sẽ lắng đọng để nước thoát đi không còn nhiều hàm lượng vật liệu nạo vét. Tại bể lắng cuối cùng, nước sẽ được tháo đi hoặc bơm trở lại kênh. Phụ thuộc thời tiết và mức độ khô nước, vật liệu sau nạo vét sẽ đủ khô để vận chuyển đi cho mục đích tái sử dụng. Có nhiều khả năng sử dụng lại vật liệu nạo vét, phụ thuộc tính chất cơ lý và hóa học của chúng. Mặc

dù có nhiều khả năng sử dụng vật liệu nạo vét, nhưng hiện nay đối với ĐBSCL cũng như Bến Tre thì dạng tái sử dụng vật liệu nạo vét để san lấp nền và đắp bờ là phổ biến.



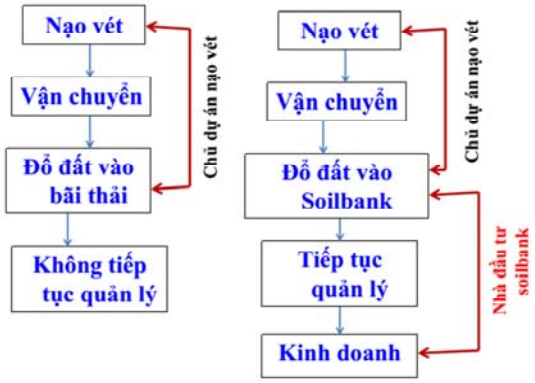
Hình 4. Quá trình nạo vét truyền thống và đổi mới với công đoạn quản lý tái sử dụng vật liệu nạo vét

Sự khác nhau giữa việc nạo vét áp dụng mô hình "ngân hàng đất" với quá trình nạo vét truyền thống thể hiện tại sơ đồ dưới đây: Mô hình truyền thống chỉ bao gồm nạo vét + vận chuyển + thải đất ra "bãi thải" và không tiếp tục quản lý khai thác vật liệu thải; với mô hình áp dụng "ngân hàng đất", đất thải tiếp tục được quản lý để tái sử dụng bởi nhà đầu tư cho "ngân hàng đất".

Bảng 1. Sự khác nhau giữa khái niệm "Bãi thải đất" và "Ngân hàng đất".

Bãi thải đất	**Ngân hàng đất**
Là nơi chứa đất nạo vét, xem như chất thải	Là nơi chứa đất nạo vét, xem như là nguồn tài nguyên còn khai thác tiếp.
Có tính sử dụng tạm thời; phục vụ cho nạo vét một kênh cụ thể	Sử dụng lâu dài; phục vụ nạo vét một số kênh trong phạm vi nhất định.
Chỉ phục vụ cho hợp đồng nạo vét ngắn hạn	❖ Phục vụ kế hoạch nạo vét dài hạn ❖ Sử dụng vật liệu nạo vét sau xử lý (đê, đường, khu dân cư…).

Các trường hợp sau đây có thể không có nhu cầu áp dụng ngân hàng đất: (i) Vật liệu nạo vét có thể sử dụng ngay cho việc nâng cấp bờ kênh hay san lấp các khu vực lân cận; (ii) Có thể đổ đất bất cứ nơi nào không cần chi phí thu hồi đất, đồng thời cũng không có bất cứ nhu cầu sử dụng nào đối với vật liệu nạo vét.



Hình 5. So sánh mô hình nạo vét mới với mô hình nạo vét hiện nay

Bảng 2. Những lợi ích sơ bộ giữa "bãi thải đất" và "ngân hàng đất".

Bãi thải đất	Ngân hàng đất
Giải phóng mặt bằng nhiều lần cho các chu kỳ nạo vét kênh.	Giải phóng mặt bằng 1 lần nhưng sử dụng nhiều lần trong dài hạn.
Chi phí xây dựng hạ tầng bãi thải đất thấp nhưng trong dài hạn chi phí này trở nên đáng kể.	Chi phí hạ tầng "ngân hàng đất" cao nhưng do xây dựng 1 lần sử dụng nhiều lần nên xét trong dài hạn thì rẻ hơn.
Khó chủ động kiểm soát môi trường chất thải	Thuận tiện, chủ động kiểm soát môi trường khi vật liệu nạo vét chứa ô nhiễm.

Như vậy có thể thấy, nếu áp dụng mô hình "ngân hàng đất" vấn đề giải phóng mặt bằng làm 'bãi thải' sẽ dần được giải quyết, nhờ đó công tác nạo vét kênh rạch ở tỉnh Bến Tre có cơ hội phát triển theo hướng bền vững.

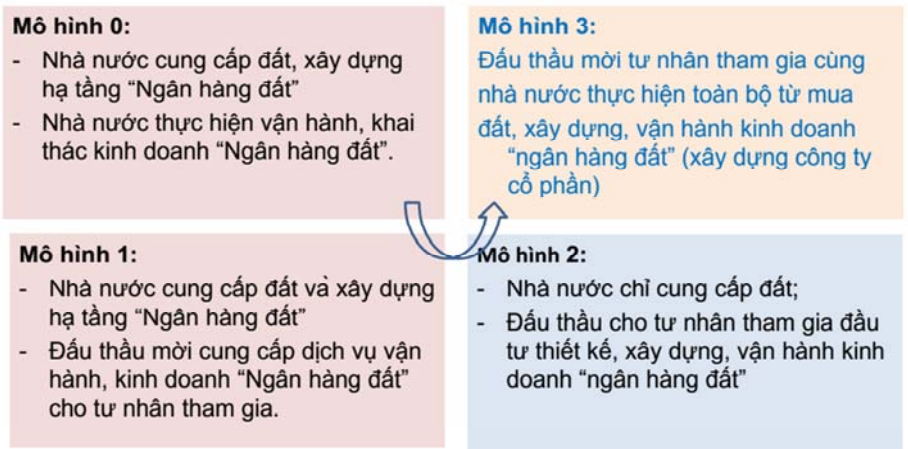
3. QUY HOẠCH VÀ XÂY DỰNG VẬN HÀNH "NGÂN HÀNG ĐẤT"

"Ngân hàng đất" cần được quy hoạch sao cho có thể phục vụ công tác nạo vét dài hạn cho một số kênh rạch trong một phạm vi nhất định. Vì vậy việc lựa chọn địa điểm và quy mô của một "ngân hàng đất" cần căn cứ vào quy hoạch nạo vét chung hệ thống chứ không chỉ căn cứ vào thiết kế đầu tư nạo vét một kênh cụ thể. Đây là điểm khác biệt giữa cách tiếp cận mới so với cách quản lý nạo vét truyền thống, đòi hỏi công tác quy hoạch nạo vét kênh rạch phải được xây dựng cho trung hạn và dài hạn.

Phạm vi phụ trách mỗi "ngân hàng đất" được xác định trên cơ sở giải bài toán quy hoạch tối ưu trong đó xét đến năng lực của các phương tiện nạo vét, vận chuyển vật liệu nạo vét và các chi phí. Sơ bộ, chúng ta có thể xác định phạm vi phục vụ của một "ngân hàng đất" trong vòng bán kính 5-10 km. Khoảng cách này nếu sử dụng phương tiện nạo vét thủy lực (tàu hút bùn) cần bổ sung các trạm bơm chuyền. Vận chuyển bùn nạo vét bằng xà lan với cự ly ngắn hơn 5 km có thể dẫn tới chi phí vận chuyển đơn vị cao nhưng nếu vận chuyển quãng đường dài hơn thì có thể bị cản trở bởi các cầu, cống qua sông. Phạm vi phụ trách mỗi "ngân hàng đất" còn phụ thuộc quy mô của nó chỉ có thể sử dụng bao nhiêu ha đất để làm "ngân hàng đất": nếu diện tích sẵn sàng cho "ngân

hàng đất" chỉ giới hạn thì phạm vi các kênh rạch có thể được nạo vét và đổ đất về đó cũng sẽ bị giới hạn.

Vị trí lựa chọn để xây dựng "ngân hàng đất' cần thỏa mãn một số yêu cầu cơ bản bao gồm: (1) Thuận tiện cho việc vận chuyển và đổ đất vào; (2) Thuận tiện cho việc vận chuyển vật liệu sau xử lý đi; và (3) Phù hợp với phạm vi mà nó muốn phục vụ. Bên cạnh đó, những yếu tố liên quan đến hiện trạng sử dụng đất (tận dụng đất xấu), bảo vệ môi trường,… cũng sẽ được quan tâm đến trong quy hoạch các "ngân hàng đất".



Hình 6. Mô hình quản lý "ngân hàng đất"

Xây dựng hạ tầng cho "ngân hàng đất" bao gồm đường vận chuyển, đê bao tạo các ô chứa bùn, thiết bị tiêu lọc nước, bến tiếp nhận vật liệu đến và chuyển vật liệu đi, kênh thoát nước (sau lắng lọc) ra sông, nhà quản lý vận hành,… Hạ tầng cơ sở của các "ngân hàng đất' có thể khác nhau tùy thuộc điều kiện cụ thể, tuy nhiên tất cả đều phải đảm bảo tiếp nhận vật liệu nạo vét thuận lợi, xử lý đất nạo vét đến đủ điều kiện xuất ra thị trường và thuận lợi cho việc vận chuyển vật liệu sau xử lý đi ra thị trường, tạo cho "ngân hàng đất" tính "thanh khoản" tốt tức là có khả năng bán được đất đã xử lý và tiếp tục nhận vật liệu nạo vét đổ vào.

Để xây dựng, quản lý vận hành và kinh doanh "ngân hàng đất", chúng tôi xin giới thiệu một số mô hình để tham khảo:

- Mô hình 0: Nhà nước đầu tư toàn bộ chi phí cho thu hồi đất, xây dựng hạ tầng và sau đó trực tiếp quản lý vận hành và khai thác.
- Mô hình 1: Nhà nước cung cấp đất và đầu tư xây dựng hạ tầng "ngân hàng đất" sau đó mời tư nhân tham gia đấu thầu quản lý vận hành và khai thác kinh doanh.
- Mô hình 2 đầu tư tư nhân tăng lên và nhà nước chỉ chuẩn bị và giao đất.

Mô hình 3, nhà nước và tư nhân cùng tham gia xây dựng công ty cổ phần sau đó công ty này thực hiện toàn bộ quá trình đầu tư tư mua đất, xây dựng hạ tầng và quản lý, khai thác, kinh doanh. Trong tương lai, tư nhân có thể đầu tư toàn bộ dự án ngân hàng đất trong khuôn khổ quy định của nhà nước. Mỗi mô hình đòi hỏi các cơ chế chính sách

phù hợp liên quan đến vấn đề giao sử dụng đất, quản lý giá (phí đổ đất),… Các chính sách này một mặt quản lý tốt về mặt nhà nước nhưng nhất thiết phải tạo ra động lực thu hút sự tham gia của các nhà đầu tư tư nhân đóng góp vào chương trình nạo vét kênh rạch ở tỉnh Bến Tre.

4. THẢO LUẬN

Công tác nạo vét kênh rạch ở ĐBSCL cũng như tỉnh Bến Tre là rất quan trọng nhằm duy trì sự phát triển sản xuất, dân sinh và góp phần xây dựng nông thôn mới một cách bền vững. Trong bối cảnh ngày càng khó khăn do chịu nhiều thách thức từ quản lý sử dụng nguồn nước từ thượng lưu, nước biển dâng, lún sụt đất, xâm nhập mặn,… việc nạo vét kênh rạch trên địa bàn tỉnh Bến Tre càng trở nên cần thiết và luôn là sự đầu tư mang lại hiệu quả và bền vững cao. Ngoài việc đầu tư nâng cấp công nghệ, nâng cấp hạ tầng kỹ thuật phục vụ công tác nạo vét thì việc thay đổi cách quản lý thực hiện nạo vét là một trong các điểm mấu chốt nhằm phát triển công tác nạo vét một cách bền vững. Ngân hàng đất là giải pháp nhằm tận dụng tối đa nguồn tài nguyên thiên nhiên, từ đó hạn chế nhiều rủi ro đến môi trường, quá trình sản xuất cũng như đời sống của người dân trên địa bàn tỉnh Bến Tre và góp phần tạo điều kiện xây dựng nông thôn mới một cách bền vững.

Vì đây là một hình thức quản lý mới, chưa được sử dụng trên địa bàn tỉnh Bến Tre nói riêng và ĐBSCL nói chung trước đây, nên muốn áp dụng đại trà trên địa bàn của tỉnh thì cần phải xây dựng mô hình thử nghiệm nhằm phục vụ cho công tác nghiên cứu đánh giá khả năng ứng dụng, đồng thời là địa điểm để tham quan, học tập ứng dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hiện trạng công trình thủy lợi trên địa bàn tỉnh Bến Tre, năm 2015, Công ty TNHH một thành viên quản lý và khai thác tỉnh Bến Tre.
2. Dự án thử nghiệm mô hình "ngân hàng đất" trong công tác nạo vét kênh rạch, tài trợ bởi Ban quản lý trung ương các dự án thủy lợi (CPO) Bộ NN&PTNT, Ngân hàng thế giới (WB6) và sự hỗ trợ của sứ quán Hà Lan tại Việt Nam.
3. Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp tỉnh "Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ hoàn thiện hệ thống thủy lợi nội đồng phục vụ cho xây dựng NTM trên địa bàn tỉnh Bến Tre", năm 2016, Trung tâm Nghiên cứu Thủy nông và Cấp nước – Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.

Người phản biện: GS. TS. Lê Sâm

TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NƯỚC PHỤC VỤ GIẢI PHÁP NỐI MẠNG CHUYỂN NƯỚC LIÊN THÔNG HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI TỈNH NINH THUẬN

WATER BALANCE CALCULATIONS TO PROPOSED SOLUTIONS FOR WATER TRANSFER OF IRRIGATION SYSTEMS IN NINH THUAN PROVINCE

ThS. Nguyễn Đình Vượng
ThS. Huỳnh Ngọc Tuyên

TÓM TẮT

Ninh Thuận là địa phương có nguồn nước mặt vào loại khan hiếm nhất của cả nước, lượng mưa phân bố không đồng đều theo thời gian và không gian (giữa vùng núi và vùng ven biển). Có những vùng thuận lợi để xây dựng hồ chứa, tuy vậy một số vùng lại không có điều kiện để xây hồ, có những vùng thừa nước tưới nhưng cũng có khu vực lại rất khan hiếm nước đặc biệt vào mùa khô. Chính vì vậy việc tính toán cân bằng nước nhằm đề xuất được các biện pháp điều hòa lượng nước giữa các vùng thông qua giải pháp nối mạng chuyển nước liên thông giữa hệ thống các công trình thủy lợi trên địa bàn tỉnh là vấn đề rất cấp thiết trong điều kiện hiện nay và thời gian tới, thích ứng với biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Cân bằng nước, nối mạng hệ thống thủy lợi, chuyển nước, Ninh Thuận.

ABSTRACT

The biggest obstacle in Ninh Thuan province is the most scarcity of surface water in the country, rainfall is distributed unevenly between mountain areas and coastal areas. Some places have favorable conditions to build reservoirs, but many other places do not have the conditions to build reservoirs, some areas have water excess for irrigation, but other areas, surface water was very scarcity especially in the dry season. Therefore, regulating of water balance between areas on the basis of calculated and proposed solutions for water transfer of irrigation systems in Ninh Thuan province is essential in the present conditions and the future, climate change adaptation.

Keywords: Water balance, irrigation systems network connection, water transfer, Ninh Thuan.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ninh Thuận là tỉnh có điều kiện khí hậu nhiệt đới, nắng nhiều, thích hợp với các loại cây trồng cạn, đặc biệt là cây ăn trái phát triển tập trung có giá trị kinh tế như cây nho, táo, mãng cầu, bông vải,... Với tiềm năng đất đai đa dạng, phong phú, nền nông nghiệp của tỉnh hiện đang đóng vai trò rất quan trọng trong phát triển kinh tế địa

phương,[6],[7]. Tuy vậy, Ninh Thuận cũng là tỉnh gặp nhiều bất lợi về nguồn nước, tình trạng khô hạn trong những năm gần đây ngày càng khắc nghiệt hơn, xem [1],[2].

Là địa phương đã được đầu tư nhiều hệ thống công trình thủy lợi cấp nước phục vụ cho phát triển kinh tế xã hội nhưng do biến động thời tiết, mùa khô thường xuất hiện nắng nóng kéo dài, lượng mưa ít, dòng chảy từ thượng nguồn đổ về sông Cái Phan Rang thấp. Các hồ chứa ở Ninh Thuận hiện nay vào mùa khô thường không đủ nước phục vụ sản xuất, trong khi mùa mưa có thể phải xả lũ. Bên cạnh đó, nhiều hồ chứa nhỏ trong vùng vẫn không có nước để tích dù đang trong mùa mưa, điển hình như các hồ Ông Kinh, Phước Trung, Thành Sơn, Phước Nhơn,... đây là các hồ có diện tích tưới lớn nhưng nguồn nước không đủ, ngược lại một số hồ như Sông Sắt, Trà Co, Tân Giang,... có nguồn nước dồi dào nhưng vẫn phải xả thường xuyên. Việc tính toán cân bằng nước các vùng/lưu vực trong tỉnh làm cơ sở đề xuất các giải pháp nối mạng nhằm chuyển lượng nước phải xả từ các hồ, lưu vực dư thừa sang các hồ, lưu vực đang cần nước, góp phần giải quyết tình trạng khan hiếm nước hiện nay trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận là vấn đề rất quan trọng và cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

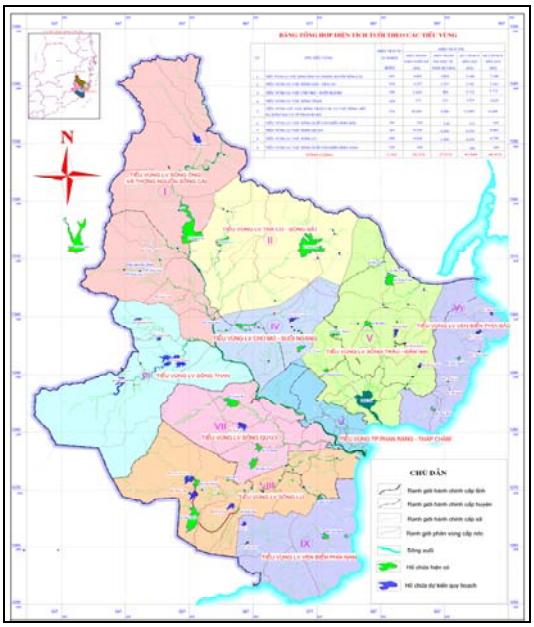
Các phương pháp chính sẽ được sử dụng trong nghiên cứu này như sau:

- Phương pháp kế thừa: Kế thừa các tài liệu, số liệu về nguồn nước, đặc điểm tự nhiên, kinh tế - xã hội,… từ kết quả nghiên cứu của các đề tài, dự án đã thực hiện trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận;
- Phương pháp điều tra, thu thập tổng hợp tài liệu: Trong quá trình nghiên cứu đã tiến hành điều tra, thu thập các tài liệu về địa hình, nguồn nước, khí tượng thủy văn, dòng chảy,… phục vụ công tác tính toán cân bằng nước;
- Phương pháp mô hình toán: Áp dụng phần mềm MIKE BASIN của Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) để tính toán cân bằng nước lưu vực phục vụ đề xuất các giải pháp nối mạng chuyển nước liên thông hệ thống công trình thủy lợi tỉnh Ninh Thuận;
- Ứng dụng hệ thông tin địa lý (GIS) và các phần mềm chuyên ngành: Hệ thống hoá và số hóa bản đồ, các dữ liệu và kết quả tính toán nguồn nước.

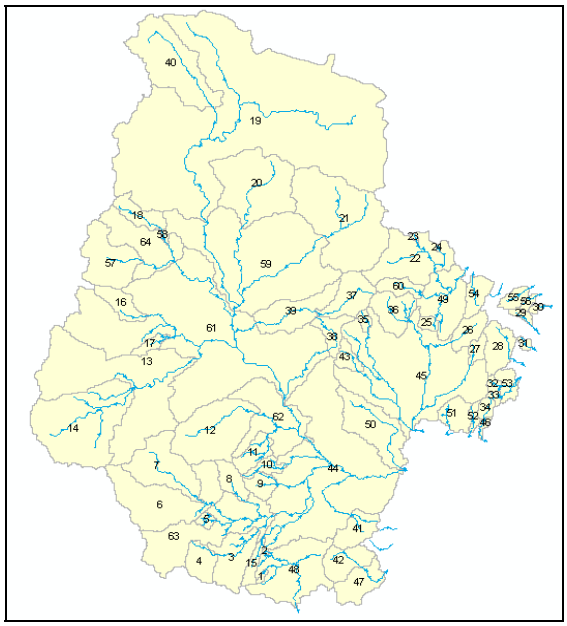
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân vùng tính toán cân bằng nước

Phân vùng nghiên cứu tính toán cân bằng nước được căn cứ vào đặc điểm tự nhiên, điều kiện địa hình, nguồn nước và địa giới hành chính [3], toàn tỉnh Ninh Thuận được chia thành 3 vùng tính toán nguồn nước chính và 10 tiểu vùng, xem Hình 1.



Hình 1. Bản đồ phân vùng tính cân bằng nước theo lưu vực



Hình 2. Bản đồ phân định các lưu vực sông và tiểu lưu vực sông Ninh Thuận

- Vùng miền núi: Gồm địa giới hành chính của huyện Ninh Sơn và huyện Bác Ái, được chia ra các tiểu vùng: *(i) Tiểu vùng lưu vực Sông Sắt – Trà Co; (ii) Tiểu vùng lưu vực Sông Ông và thượng nguồn Sông Cái; (iii) Tiểu vùng lưu vực Cho Mo – Suối Ngang; (iv) Tiểu vùng lưu vực Sông Than.*
- Vùng phía Bắc Sông Cái: Gồm địa giới hành chính của huyện Thuận Bắc, huyện Ninh Hải và Tp. Phan Rang – Tháp Chàm, được chia ra các tiểu vùng: *(i) Tiểu vùng Sông Trâu; (ii) Các lưu vực sông đổ ra Đầm Nại và Tp. Phan Rang Tháp Chàm; (iii) Tiểu vùng lưu vực sông suối ven biển phía Bắc Sông Cái.*
- Vùng phía Nam Sông Cái: Gồm địa giới hành chính của huyện Ninh Phước và huyện Thuận Nam, được chia ra các tiểu vùng: *(i) Tiểu vùng lưu vực Sông Quao; (ii) Tiểu vùng lưu vực Sông Lu; (iii) Tiểu vùng lưu vực sông suối ven biển phía Nam.*

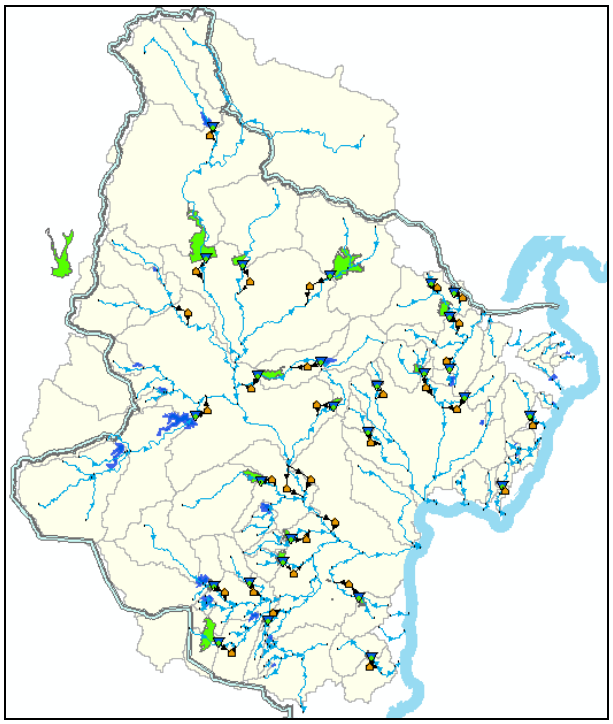
Trên cơ sở 3 vùng và các tiểu vùng chính, tiến hành phân chia các tiểu lưu vực sông phục vụ việc tính toán cân bằng nước theo tần suất 85%. Các lưu vực sông tỉnh Ninh Thuận được phân thành 64 tiểu lưu vực (xem Hình 2) bằng công cụ "Phân định lưu vực" trên cơ sở dữ liệu cao độ số (DEM 90 × 90 m),[4],[5].

3.2. Ứng dụng mô hình MIKE BASIN tính toán cân bằng nước phục vụ đề xuất các giải pháp/phương án nối mạng chuyển nước liên thông các hệ thống công trình thủy lợi tỉnh Ninh Thuận

3.2.1. Sơ đồ tính cân bằng nước

Sử dụng mô hình MIKE BASIN thiết lập tính toán cho toàn vùng nghiên cứu là tỉnh Ninh Thuận có diện tích 3.916,7 km^2. Từ bản đồ cao độ số DEM phân chia lưu vực

và tiểu lưu vực sông, sơ đồ hóa mạng lưới sông, các công trình thủy lợi (hiện trạng), nhu cầu dùng nước, cấp nước cho các ngành kinh tế tại thời điểm hiện trạng và xét đến năm 2020.



Hình 3. Sơ đồ tính toán cân bằng nước – áp dụng mô hình Mike Basin

3.2.2. Các trường hợp tính toán

Để có cơ sở khoa học đề xuất các giải pháp nối mạng chuyển nước liên thông hệ thống công trình thủy lợi trên địa bàn tỉnh. Nghiên cứu này tính toán cân bằng nước nhằm xem xét khả năng đáp ứng của hệ thống công trình thủy lợi hiện trạng và quy hoạch, cụ thể như sau:

+ TH1: Công trình thủy lợi hiện trạng, tính toán cân bằng nước cho nhu cầu sử dụng nước hiện trạng (2014).

+ TH2: Công trình thủy lợi hiện trạng kết hợp đã xây xong đập dâng Tân Mỹ và hồ Sông Cái, tính toán cân bằng nước cho nhu cầu sử dụng nước đến 2020.

+ TH3: Công trình thủy lợi quy hoạch đến 2020 - tầm nhìn 2030, tính toán cân bằng nước cho nhu cầu sử dụng nước đến 2020.

3.2.3. Điều kiện tính toán

+ Cấp nước cho công nghiệp, dân sinh tần suất P = 85%, hệ số sử dụng nước η= 0,8;

+ Cấp nước cho nông nghiệp với tần suất P = 85%, hệ số lợi dụng kênh mương η = 0,65;

+ Dòng chảy môi trường: Sau khi cấp nước cho các ngành và các khu vực dùng nước, lượng nước còn lại chảy trên các sông phải đảm bảo duy trì dòng chảy môi trường, được tính bằng trung bình các tháng kiệt nhất ứng với tần suất P=90%;

+ Mức độ ưu tiên cấp nước trong tính toán: Sinh hoạt, dịch vụ - du lịch, công nghiệp và sau đó đến nông nghiệp.

3.2.4. Kết quả tính toán cân bằng nước phục vụ giải pháp nối mạng chuyển nước liên thông hệ thống công trình hồ chứa thủy lợi

a. Công trình hiện trạng, tính cân bằng nước cho nhu cầu nước hiện trạng (TH1)

Kết quả cân bằng nước hiện trạng cho thấy hầu hết toàn tỉnh đều thiếu nước, tổng lượng nước thiếu của toàn tỉnh là 147,2 triệu m^3, trong đó:

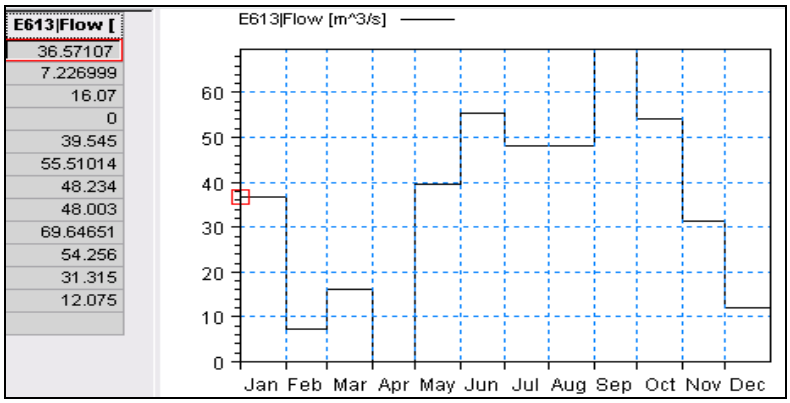
- Vùng miền núi lượng nước thiếu là 8,4 triệu m^3, chiếm khoảng 5,7% tổng lượng nước thiếu của tỉnh. Lượng nước thiếu này chủ yếu tại hồ Phước Trung.
- Vùng Bắc Sông Cái lượng nước thiếu là 59,9 triệu m^3, chiếm 40,7% tổng lượng nước thiếu của tỉnh. Lượng nước thiếu chủ yếu thuộc hồ Sông Trâu là 33,7 triệu m^3 (chiếm 56,2%/tổng lượng thiếu của vùng), hồ Bà Râu thiếu 12,9 triệu m^3 (chiếm 21,6% tổng lượng thiếu của vùng).
- Vùng Nam Sông Cái lượng nước thiếu là 78,8 triệu m^3, chiếm khoảng 53,5% tổng lượng nước thiếu của tỉnh. Lượng nước thiếu chủ yếu thuộc hồ Tân Giang là 52,9 triệu m^3 (chiếm 67,1% tổng lượng nước thiếu của vùng). Lượng nước thiếu của hồ Sông Biêu là 10,7 triệu m^3 (chiếm 13,6%/tổng lượng nước thiếu của vùng).
- Các hồ thiếu nước nhiều nhất: Sông Trâu (33,7 triệu m^3), Bà Râu (12,9 triệu m^3), Tân Giang (52,9 triệu m^3) và Sông Biêu (10,7 triệu m^3). Hồ dư nhiều nước nhất: Trà Co (2,8 triệu m^3), xem Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Thống kê các hồ thiếu nhiều nước nhất và giải pháp bổ sung nguồn nước (TH1)

Hồ chứa	Huyện	Lượng nước thiếu (triệu m^3)	Thời gian thiếu	Nguồn nước từ lưu vực hoặc hồ khác có khả năng cấp nước bổ sung
Tân Giang	Thuận Nam	52,9	Tháng 12 đến tháng 9	Kênh Nam Nha Trinh có khả năng cấp nước bổ sung khoảng 300 ha bằng trạm bơm.
Sông Biêu	Thuận Nam	10,7	Tháng 3 đến tháng 8	Có thể nối mạng chuyển nước vào mùa lũ từ hồ Tân Giang sang Sông Biêu để tăng lượng nước trữ vào mùa mưa cho hồ này trong những năm nhiều nước.
Sông Trâu	Thuận Bắc	33,7	Tháng 12 đến tháng 9	Có thể chuyển nước mùa lũ từ hồ Sông Sắt sang Sông Trâu khi điều kiện địa hình cho phép.
Hồ Bà Râu	Thuận Bắc	12,9	Tháng 12 đến tháng 1	Không có
Tổng		**110,2**		

Bảng 2. Lượng nước dư của hồ chứa (TH1)

Hồ chứa	Mực nước chết (m)	Mực nước thấp nhất của năm (m)	Tháng có mực nước thấp nhất	Lượng nước dư ứng với mực nước thấp nhất (triệu m^3)
Hồ Trà Co	150	154	1	2,8
Tổng				**2,8**



Hình 4. Biểu đồ lượng nước dư sau đập Lâm Cấm theo thời gian

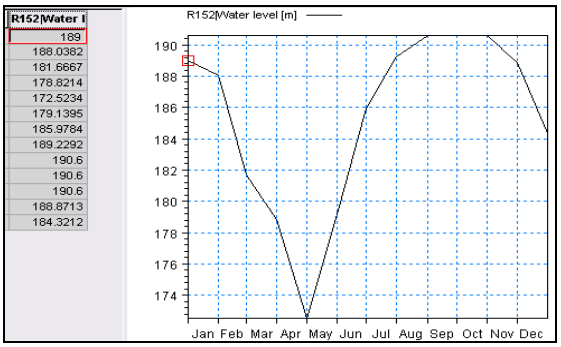
Từ Hình 4 cho thấy: sau khi cung cấp nước cho tất cả các ngành kinh tế, lượng nước dư thừa sau đập Lâm Cấm khá lớn, trung bình 34 m^3/s, chiếm khoảng 1,1 tỷ m^3. Như vậy với khối lượng nước dư này có thể đảm bảo mở rộng thêm diện tích nông nghiệp, cung cấp nước chủ động cho các khu công nghiệp, phát triển du lịch, dịch vụ và có lượng nước dự phòng nếu trong năm thời tiết cực đoan xảy ra. Tuy nhiên lượng nước này phân bố không đều theo các tháng, đặc biệt là vào tháng 4 lượng nước thừa này gần như bằng 0, chính vì vậy cần có kế hoạch điều tiết nước hợp lý từ hồ dư nước ở thượng lưu như hồ Trà Co, Sông Sắt để cấp bổ sung xuống hạ lưu.

b. Công trình hiện trạng kết hợp đã xây xong đập Tân Mỹ và hồ Sông Cái, tính cân bằng nước cho nhu cầu nước đến 2020 (TH2)

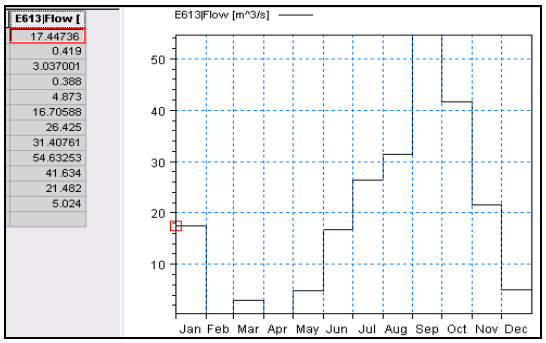
Kết quả tính toán cân bằng nước đến năm 2020 trường hợp công trình thủy lợi hiện trạng kết hợp đã xây dựng xong đập dâng Tân Mỹ và hồ Sông Cái, khi đó tổng lượng nước thiếu của toàn tỉnh là 143 triệu m^3, bao gồm:

- Vùng miền núi tổng lượng nước thiếu là 0,5 triệu m^3, chiếm 0,3% tổng lượng nước thiếu của tỉnh. Lượng nước thiếu chủ yếu thuộc về hồ Phước Trung 0,5 triệu m^3.
- Vùng Bắc Sông Cái tổng lượng nước thiếu là 44 triệu m^3, chiếm 31% tổng lượng nước thiếu của tỉnh. Lượng thiếu chủ yếu ở hồ Sông Trâu: 31,6 triệu m^3, chiếm 71,5 % tổng lượng thiếu của vùng, lượng nước thiếu của hồ Bà Râu là 12,1 triệu m^3, chiếm 27,5% tổng lượng thiếu của vùng Bắc Sông Cái.
- Vùng Nam Sông Cái tổng lượng nước thiếu là 98 triệu m^3, chiếm 69% tổng lượng nước thiếu của tỉnh. Lượng nước thiếu chủ yếu thuộc hồ Tân Giang là 53

triệu m^3, chiếm 54% tổng lượng thiếu của vùng. Lượng nước thiếu của hồ Sông Biêu là 22 triệu m^3, chiếm 22% tổng lượng thiếu của vùng.



Hình 5. Mực nước hồ Sông Cái



Hình 6. Lượng nước dư sau đập Lâm Cấm

Từ Hình 5 cho thấy sau khi cấp nước cho các ngành kinh tế, mực nước hồ Sông Cái thấp nhất là 172,5 m cao hơn 11,5m so với mực nước chết (161 m). Nghĩa là lượng nước dư của hồ khoảng 72 triệu m^3, với khối lượng nước dư này, có thể đảm bảo mở rộng thêm diện tích nông nghiệp, tiếp nước xuống hạ lưu và đặc biệt là cho đập Nha Trinh - Lâm Cấm.

Hình 6 cho thấy sau khi cung cấp nước cho tất cả các ngành kinh tế, lượng nước dư sau đập Lâm Cấm khá lớn, trung bình 18,6 m^3/s, chiếm khoảng 0,59 tỷ m^3. Như vậy với khối lượng nước dư này có thể đảm bảo mở rộng thêm diện tích nông nghiệp, cung cấp nước chủ động cho các khu công nghiệp, phát triển du lịch, trồng rừng và có lượng nước dự phòng nếu trong năm xảy ra thời tiết cực đoan. Tuy nhiên lượng nước này phân bố không đều theo các tháng, đặt biệt là từ tháng 2 đến tháng 5 lượng nước này gần như bằng 0. Do đó cần phải điều tiết hợp lý lượng nước dư từ các hồ ở thượng lưu như hồ Sông Cái, hồ Trà Co, hồ Sông Sắt, Cho Mo để cấp bổ sung cho đập Nha Trinh - Lâm Cấm.

Bảng 3. Thống kê các hồ thiếu nhiều nước nhất và giải pháp bổ sung nguồn nước (TH2)

Hồ chứa	Huyện	Lượng nước thiếu (triệu m^3)	Thời gian thiếu	Nguồn nước từ lưu vực hoặc hồ khác có khả năng cấp nước bổ sung
Tân Giang	Thuận Nam	52,958	Tháng 12 đến tháng 9	Kênh Nam Nha Trinh có khả năng cấp nước bổ sung khoảng 300 ha bằng Trạm bơm.
Sông Biêu	Thuận Nam	21,919	Tháng 2 đến tháng 9	Có thể nối mạng chuyển nước vào mùa lũ trong những năm trung bình, nhiều nước từ hồ Tân Giang sang Hồ Sông Biêu để tăng lượng nước trữ vào mùa mưa cho hồ Sông Biêu.
Núi Một	Thuận Nam	21,569	Tháng 1 đến tháng 12	Không có.
Sông Trâu	Thuận Bắc	31,603	Tháng 1 đến tháng 9	Có thể chuyển nước từ hồ Sông Sắt xuống Sông Trâu nếu điều kiện địa hình cho phép.
Hồ Bà Râu	Thuận Bắc	12,155	Tháng 12 đến tháng 11	Không có

Bảng 4. Lượng nước dư ở các hồ (TH2)

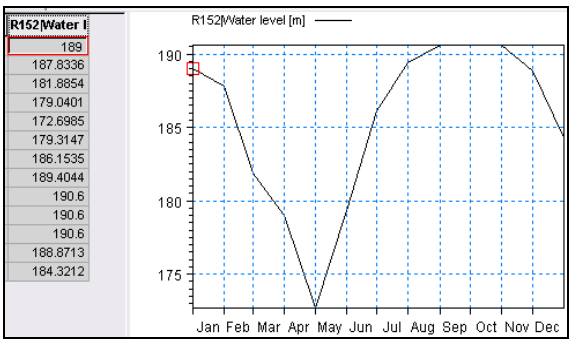
Hồ chứa	Mực nước chết (m)	Mực nước thấp nhất của năm (m)	Tháng có mực nước thấp nhất	Lượng nước dư ứng với mực nước thấp nhất (triệu m^3)
Hồ Sông Cái	161	172,5	5	65
Hồ Trà Co	150	159	2	8,16
Hồ Sông Sắt	159	171,6	5	42,2
Hồ Cho Mo	108,2	115,9	6	4,4
Tổng				**119,76**

Sau khi cấp nước cho tất cả các ngành kinh tế, lượng nước dư các hồ sẽ được cấp bổ sung xuống hạ lưu và cho đập Nha Trinh, Lâm Cấm trong thời gian 4 tháng (từ tháng 2 đến tháng 5): 119,76 triệu m^3 ↔ 12,2 m^3/s. Với 12,2 m^3/s, tỉnh có thể mở rộng thêm 11.962 ha diện tích nông nghiệp.

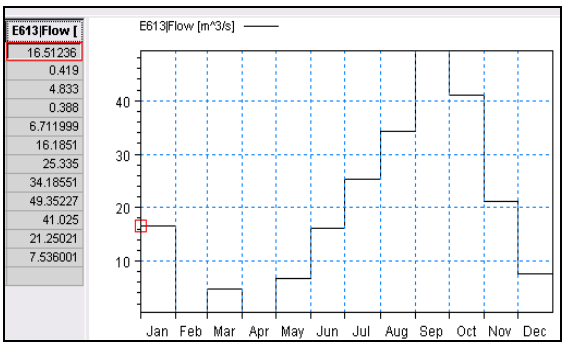
c. Công trình quy hoạch 2020, tính cân bằng nước cho nhu cầu nước 2020 (TH3)

Kết quả tính toán cân bằng nước xét với trường hợp công trình thủy lợi quy hoạch đến 2020 - tầm nhìn 2030 và nhu cầu nước đến năm 2020, tương tự như (TH2), tổng nước thiếu của toàn tỉnh là 142 triệu m^3, bao gồm:

- Vùng miền núi tổng lượng nước thiếu là 0,5 triệu m^3, chiếm 0,3% tổng lượng nước thiếu của tỉnh. Lượng nước thiếu vẫn chủ yếu thuộc hồ Phước Trung.
- Vùng Bắc Sông Cái tổng lượng nước thiếu là 43 triệu m^3, chiếm 30% tổng lượng nước thiếu của tỉnh. Lượng nước thiếu chủ yếu của hồ Sông Trâu là 27,5 triệu m^3, chiếm 63,9% tổng lượng thiếu của vùng. Lượng nước thiếu của lưu vực hồ Bà Râu là 12,2 triệu m^3, chiếm 28,2% tổng lượng thiếu của vùng.
- Vùng Nam Sông Cái tổng lượng nước thiếu là 98 triệu m^3, chiếm 69% tổng lượng nước thiếu của tỉnh. Lượng nước thiếu chủ yếu thuộc hồ Tân Giang là 53 triệu m^3, chiếm 54% tổng lượng thiếu của vùng. Lượng nước thiếu tại hồ Sông Biêu là 22 triệu m^3, chiếm 22% tổng lượng thiếu của cả vùng.
-



Hình 7. Diễn biến mực nước hồ Sông Cái



Hình 8. Lượng nước dư sau đập Lâm Cấm

- Từ Hình 7 ở trên cho ta thấy rằng sau khi cấp nước cho các ngành kinh tế, mực nước hồ Sông Cái thấp nhất ở cao trình 172,7 m cao hơn 11,7 m so với mực nước chết (161 m). Nghĩa là lượng nước dư của hồ khoảng 72 triệu m^3, với lượng nước dư này có thể đảm bảo mở rộng thêm diện tích nông nghiệp, tiếp nước xuống hạ lưu đặc biệt cho đập Nha Trinh, Lâm Cấm.
- Hình 8 cho thấy rằng sau khi cung cấp nước cho tất cả các ngành kinh tế, lượng nước dư sau đập Lâm Cấm còn khá lớn, trung bình 18,6 m^3/s, cỡ khoảng 0,59 tỷ m^3. Như vậy với khối lượng nước dư này có thể đảm bảo mở rộng thêm diện tích nông nghiệp, cung cấp nước chủ động cho các khu công nghiệp, phát triển du lịch, dịch vụ, trồng rừng và đảm bảo lượng nước dự phòng nếu trong năm có thời tiết cực đoan xảy ra. Tuy nhiên lượng nước phân bố không đều theo các tháng, đặt biệt là từ tháng 2 đến tháng 5 lượng nước này gần bằng 0, như vậy cũng cần có kế hoạch điều tiết nước hợp lý từ các hồ dư nước ở thượng lưu như các hồ Sông Cái, Trà Co, Sông Sắt, Cho Mo và Sông Than để cấp bổ sung cho đập Nha Trinh - Lâm Cấm.

Bảng 5. Thống kê các hồ thiếu nhiều nước nhất và giải pháp bổ sung nguồn nước (TH3)

Hồ chứa	Huyện	Lượng nước thiếu (triệu m^3)	Thời gian thiếu	Nguồn nước từ lưu vực hoặc hồ khác có khả năng cấp nước bổ sung
Tân Giang	Thuận Nam	52,958	Tháng 12 đến tháng 9	Kênh Nam Nha Trinh có khả năng cấp nước bổ sung khoảng 300 ha bằng Trạm bơm.
Sông Biêu	Thuận Nam	21,919	Tháng 2 đến tháng 9	Có thể nối mạng chuyển nước vào mùa lũ trong những năm trung bình và nhiều nước từ hồ Tân Giang sang Sông Biêu để tăng lượng nước trữ vào mùa mưa cho hồ này.
Núi Một	Thuận Nam	21,569	Tháng 12 đến tháng 1	Không có.
Sông Trâu	Thuận Bắc	27,517	Tháng 12 đến tháng 4	Có thể chuyển nước từ hồ Sông Sắt xuống Sông Trâu nếu điều kiện địa hình cho phép.
Hồ Bà Râu	Thuận Bắc	12,155	Tháng 12 đến tháng 2	Không có.

Bảng 6. Lượng nước dư của các hồ (TH3)

Hồ chứa	Mực nước chết (m)	Mực nước thấp nhất của năm (m)	Tháng có mực nước thấp nhất	Lượng nước dư ứng với mực nước thấp nhất (triệu m^3)
Hồ Sông Than	110	115,1	6	7
Hồ Sông Cái	161	172,7	5	72
Hồ Trà Co	150	159	2	8,16
Hồ Sông Sắt	159	171,7	5	42,81
Hồ Cho Mo	108,2	117,5	4	6,4
Hồ Đa Mây	-	-	1	7,16
Tổng				**143,52**

Sau khi cấp nước cho tất cả các ngành kinh tế tỉnh Ninh Thuận, lượng nước dư các hồ sẽ được cấp bổ sung xuống hạ lưu, đặc biệt là cho đập Nha Trinh - Lâm Cấm trong thời gian 4 tháng (từ tháng 2 – tháng 5): 143,52 triệu m^3 ↔ 15,2 m^3/s. Với 15,2 m^3/s sẽ có thể mở rộng được thêm 14.903 ha đất nông nghiệp.

4. KẾT LUẬN

Ninh Thuận là tỉnh có nhiều tiềm năng phát triển công nghiệp, dịch vụ, du lịch và nông nghiệp chất lượng cao. Với lượng mưa phân bố không đều theo không gian và thời gian, vấn đề cấp nước phục vụ sản xuất và đời sống người dân trong mùa khô đang trở nên hết sức cấp thiết. Bên cạnh những khu vực thiếu nước, hiện trong tỉnh có 2 nguồn nước với tiềm năng khá lớn (hồ Sông Cái và thủy điện Đa Nhim). Kết quả tính toán đánh giá khả năng nguồn nước của tỉnh Ninh Thuận cho thấy: Lượng nước dư tại đập Nha Trinh, Lâm Cấm còn khá nhiều tại thời điểm hiện trạng và đến 2020, do đó cần nghiên cứu sử dụng triệt để lượng nước này. Xây dựng kế hoạch điều tiết nước hợp lý từ các hồ thượng lưu - dư nhiều nước - xuống hạ lưu phục vụ lấy nước tại đập Nha Trinh, Lâm Cấm vào các tháng mùa khô. Đồng thời tiến hành đánh giá hiệu quả kinh tế khi xây dựng các hồ chứa đã được quy hoạch tại 2 huyện Thuận Nam và Thuận Bắc, điển hình như hồ Tân Giang 2 và hồ Trà Van để có thể xem xét khả năng xây dựng các hồ này. Ngoài ra cần chuyển đổi cơ cấu cây trồng, mùa vụ, áp dụng các phương pháp tưới nước tiết kiệm trong sản xuất nông nghiệp, cân đối phát triển công nghiệp với lượng nước hiện có của vùng nhằm giảm lượng nước thiếu hụt tại 2 huyện Thuận Nam và Thuận Bắc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Thanh Bình, Quý Minh Trung (2015), Tình hình hạn hán thiếu nước tại Ninh Thuận, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số tháng 4-2015.
2. Lê Sâm và cộng sự (2009), Đề tài cấp Tỉnh: Nghiên cứu đánh giá tình hình hạn hán, thiếu nước trong mùa khô, xây dựng phương án cảnh báo và bản đồ phân vùng hạn hán tỉnh Ninh Thuận, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, TP. Hồ Chí Minh.
3. Ngô Đình Tuấn (1994), Đề tài cấp Nhà nước KC 12-03: Cân bằng nước hệ thống các lưu vực sông vùng ven biển miền Trung, Trường Đại học Thủy lợi Hà Nội.
4. Nguyễn Đình Vượng và cộng sự (2011), Đề tài cấp Tỉnh: Nghiên cứu tương quan cân bằng nước và đề xuất giải pháp cấp nước phục vụ sản xuất và sinh hoạt cho vùng đất cát ven biển Ninh Thuận, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, TP. Hồ Chí Minh.
5. Công ty Tư vấn và Chuyển giao công nghệ - Trường Đại học Thủy lợi, Chi nhánh miền trung (2014), Rà soát, điều chỉnh quy hoạch thủy lợi tỉnh Ninh thuận đến 2020, tầm nhìn 2030 thích ứng biến đổi khí hậu.
6. Sở Tài nguyên và Môi trường Ninh Thuận (2013), Quy hoạch sử dụng đất đến năm 2020 và kế hoạch sử dụng đất 5 năm kỳ đầu (2011 - 2015) tỉnh Ninh Thuận.
7. UBND tỉnh Ninh Thuận (2011), Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Ninh Thuận đến năm 2020

Người phản biện: GS. TS. Lê Sâm

ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT THÀNH PHẦN NGUỒN NƯỚC ĐỂ TÍNH TOÁN LAN TRUYỀN Ô NHIỄM TRONG KÊNH DẪN VÙNG TRIỀU XÉT VỚI CÁC TRƯỜNG HỢP KHOẢNG CÁCH KÊNH NHÁNH SO VỚI BIỂN

APPLICATION OF WATER SOURCES COMPONENT THEORY TO COMPUTE THE TRANSPORT OF POLLUTION WATER COMPONENT IN CANALS NETWORK OF TIDAL ZONE: CASE OF CONSIDERING THE DISTANCE FROM THE BRACNCH CHANNEL TO THE SEA

ThS. NCS. Nguyễn Đình Vượng

TÓM TẮT

Bài viết này trình bày việc ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước kết hợp với mô hình toán thủy lực chất lượng nước là phần mềm MIKE11 để mô phỏng thành phần nước ô nhiễm lan truyền trong kênh dẫn vùng triều, ví dụ tính toán được xem xét với các trường hợp vị trí/khoảng cách kênh nhánh (Xk) so với biển. Kết quả tính toán cho thấy quá trình triết giảm thành phần nước ô nhiễm phụ thuộc vào khoảng cách gần hay xa của kênh nhánh so với biển và có xét đến vai trò của biên độ triều biển Đông và triều biển Tây. Ứng dụng lý thuyết này cho thấy các kênh gần biển (Xk nhỏ) triết giảm TPN ô nhiễm nhanh hơn hẳn so với trường hợp các kênh xa biển (Xk lớn).

Từ khóa: Lý thuyết thành phần nguồn nước, lan truyền ô nhiễm, khoảng cách kênh so với biển - Xk, triều biển Đông, triều biển Tây.

ABSTRACT

This paper presents result of water sources component theory application combining with the computing tool as MIKE11 to modeling the transport of pollution water component (PWC) in canals in tide region. The computation example was considered cases of position/ distance of branch canals (Xk) comparing with the Sea. The result showed that the reduction process of PWC belongs to the difference distance of the branch canals comparing with the Sea and having considered the role of tide amplitude for the East Sea and West Sea. The canal is more near the sea (Xk small) the reduction process of PWC is quicker comparing with the branch canal remote the sea.

Key words: Modelling transport of pollution water component, tide amplitude for the East Sea and West Sea, distance of canal comparing with Sea (Xk).

1. MỞ ĐẦU

Lý thuyết lan truyền các nguồn nước (còn gọi là Lý thuyết thành phần nguồn nước) đã được trình bày trong nhiều tài liệu, chẳng hạn [1],[2],[3]. Hiện nay lý thuyết này đang được ứng dụng để nghiên cứu rất hiệu quả trong thực tế nhiều vấn đề liên

quan đến nguồn nước và môi trường. Việc áp dụng tính toán và phân tích nguồn nước đã cho thấy đây là công cụ rất mạnh, giải quyết được nhiều vấn đề mà ở các phương pháp truyền thống chưa đề cập.

Khi nghiên cứu đặc tính thủy động lực và môi trường kênh dẫn vùng triều, các thành phần nguồn nước (mặn, ngọt, ô nhiễm,…) được xem xét trong hệ thống phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau nhưng chủ yếu tập trung chính vào các yếu tố về điều kiện biên thủy lực và vị trí, quy mô kích thước kênh dẫn,… Bài này xin giới hạn cụ thể ở việc ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước để tính toán lan truyền ô nhiễm trong kênh vùng triều xét với các trường hợp vị trí, khoảng cách kênh nhánh so với biển (Xk khác nhau) và biên mực nước Z(t) là triều biến đổi đều có dạng biên độ triều biển Đông và triều biển Tây.

2. PHƯƠNG TRÌNH LAN TRUYỀN THÀNH PHẦN NƯỚC Ô NHIỄM

Hệ phương trình cơ bản lan truyền thành phần nước (TPN) ô nhiễm bao gồm các phương trình thủy lực (phương trình liên tục và phương trình chuyển động của toàn dòng) và phương trình bảo tồn TPN ô nhiễm, xem [2],[4]:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \qquad (1)$$

$$\frac{1}{g}\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\alpha v}{g}\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial x} + kv|v| = 0 \qquad (2)$$

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + v\frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{1}{\omega}\frac{\partial}{\partial x} D_i \omega \frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{q}{\omega}(p_{iq} - p_i) = 0 \qquad (3)$$

$i = 1, n$ (n – số TPN ô nhiễm)

với các điều kiện hạn chế:

$$\sum_{i=1}^{n} p_i = 1 \qquad (4)$$

$$0 \le p_i \le 1 \qquad (5)$$

trong đó

p_i: Thành phần nguồn nước i; v: Lưu tốc trung bình mặt cắt;

ω: Diện tích mặt cắt; D: Hệ số khuếch tán rối;

$q_i = q.p_{iq}$ là tỷ lệ dòng gia nhập bên của dòng thành phần i.

Điều kiện biên, điều kiện ban đầu:

- Điều kiện biên gồm biên thủy lực và biên tỷ lệ nguồn nước.
- Điều kiện ban đầu cũng bao gồm các điều kiện ban đầu về thủy lực và nguồn nước.

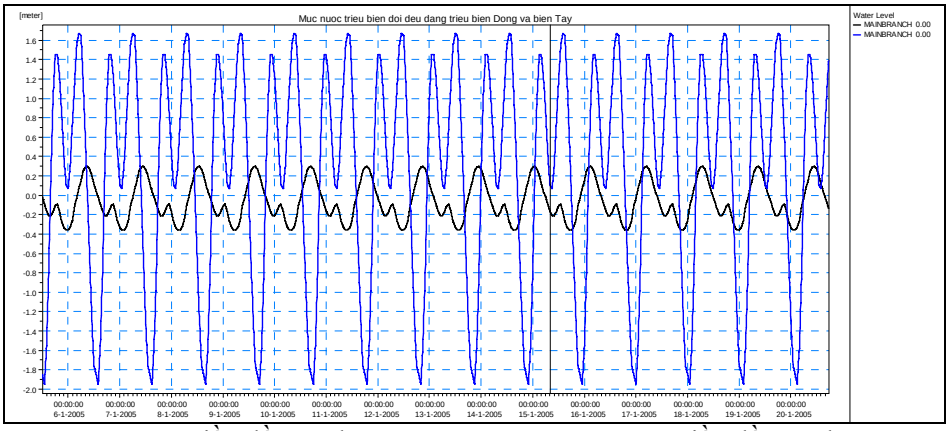
Cách giải, các công cụ tính toán:

- Giải như phương trình truyền chất thông thường.
- Sử dụng các phần mềm tính toán truyền chất để giải (MIKE, SAL, KOD,…).

3. TRƯỜNG HỢP TÍNH TOÁN

Xét một sơ đồ tính đơn giản nhất của hệ kênh thường gặp trong thực tế (kênh chính và kênh nhánh – kênh đơn 1 đầu đóng). Xem Hình 2a.

Giả thiết quy mô kích thước hệ kênh là hằng số, các thông số thủy lực biên trên Q là hằng số, biên dưới mực nước Z(t) là triều đều có dạng biên độ triều biển Đông và triều biển Tây,[4], xem Hình 1, Bảng 1 và 2. Lựa chọn Xk = **3,5; 7; 10,5 km** (trong đó $L_{kênhchính}$ = 35 km) là các khoảng cách vị trí kênh nhánh so với biển để xem xét diễn biến tỷ lệ TPN ô nhiễm lan truyền trên hệ kênh. Tại thời điểm bắt đầu tính toán, tỷ lệ thể tích khối nước chứa TPN ô nhiễm so với thể tích nước trong hệ thống khoảng 2,4%. Xem Hình 2b,c,d.



: MN triều đều có dạng triều biển Tây

: MN triều đều có dạng triều biển Đông

Hình 1. Biểu đồ mực nước triều biến đổi đều có dạng biên độ triều biển Đông và biển Tây

Bảng 1. Thông số về quy mô kích thước kênh và vị trí kênh nhánh so với biển

Công trình	L (km)	B (m)	Z đáy (m)	Khoảng cách kênh nhánh so với biển Xk (km)	Ghi chú
Kênh chính cấp 1 (MainBranch)	35	35	-3,5		Kênh mặt cắt chữ nhật
Kênh nhánh cấp 2 (1 đầu đóng - kênh cụt)	10	5	-1,5	**3,5; 7; 10,5**	Kênh mặt cắt chữ nhật

Bảng 2. Điều kiện biên về thủy lực

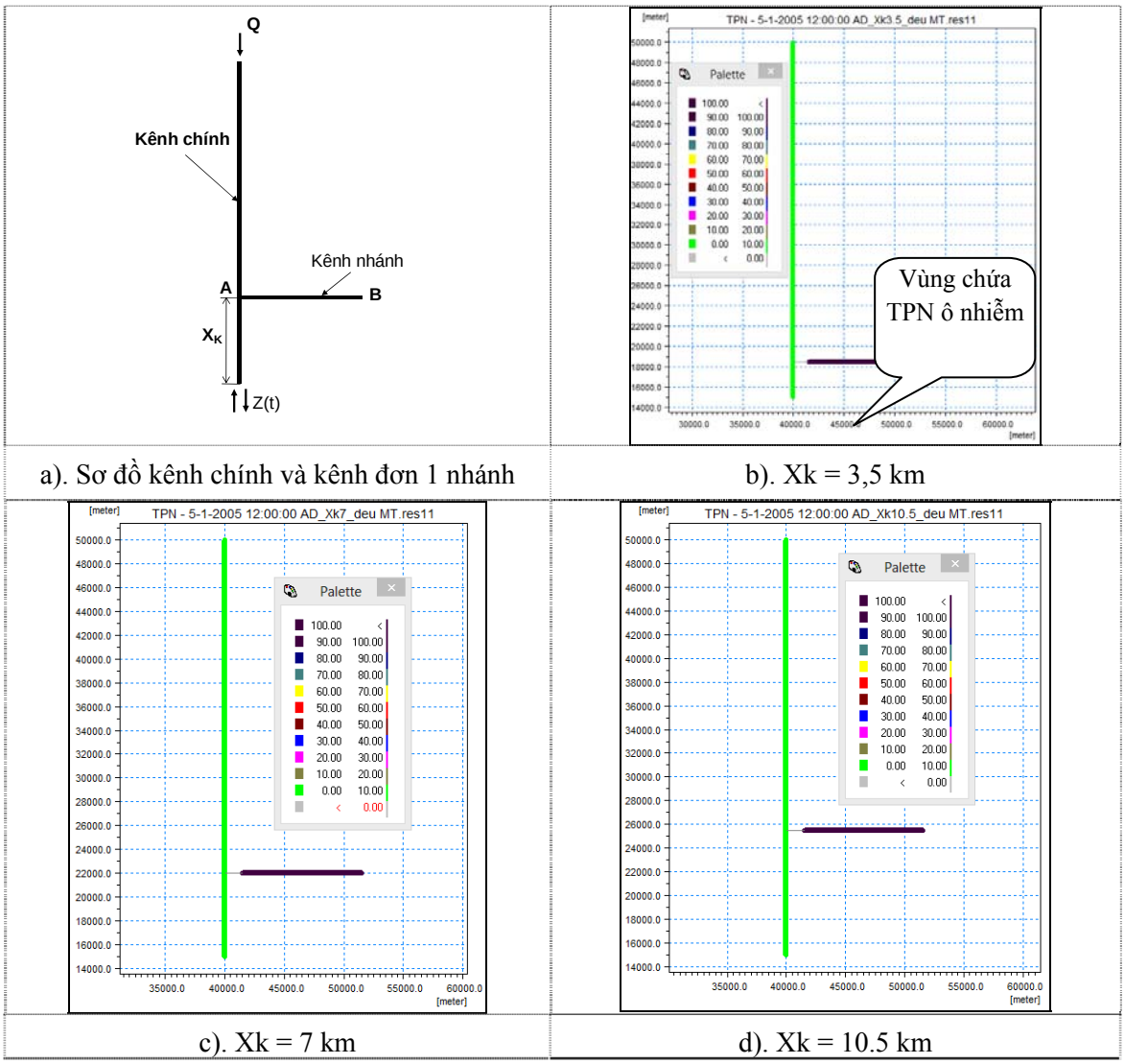
Biên	Giá trị	Ghi chú
Q (=const)	5 m^3/s	
Mực nước (triều biển)	Triều đều biên độ dạng triều biển Đông và triều biển Tây	

- Vùng chứa TPN ô nhiễm được giả thiết như Hình 2b, coi tất cả khối nước nằm trên kênh nhánh là 1 TPN ô nhiễm vì vậy trong lý thuyết TPN xét ở trường hợp bài toán này tương ứng với điều kiện ban đầu là 100% (chỉ có TPN ô nhiễm).
- Xác định điều kiện biên, điều kiện đầu cho biến TPN ô nhiễm như sau:

▪ Điều kiện biên (TPN ô nhiễm tại biên): Pb = 0.

▪ Điều kiện đầu: Pd = 1 (vùng chứa TPN ô nhiễm – kênh nhánh); Pd = 0 (vùng không chứa TPN ô nhiễm – kênh chính).

- Thời gian mô phỏng tính toán lan truyền TPN ô nhiễm bắt đầu từ 12 giờ ngày 5/1/2005.



a). Sơ đồ kênh chính và kênh đơn 1 nhánh

b). Xk = 3,5 km

c). Xk = 7 km

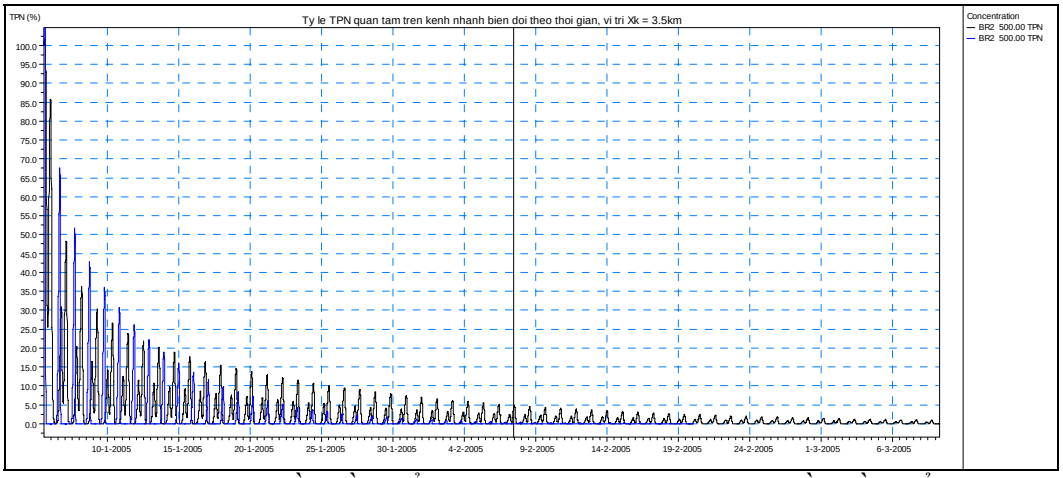
d). Xk = 10.5 km

Hình 2. Sơ đồ đơn giản một hệ kênh dẫn vùng triều ứng với các vị trí kênh nhánh so với biển chứa TPN ô nhiễm ban đầu trước khi lan truyền (màu đen)

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ NHẬN XÉT

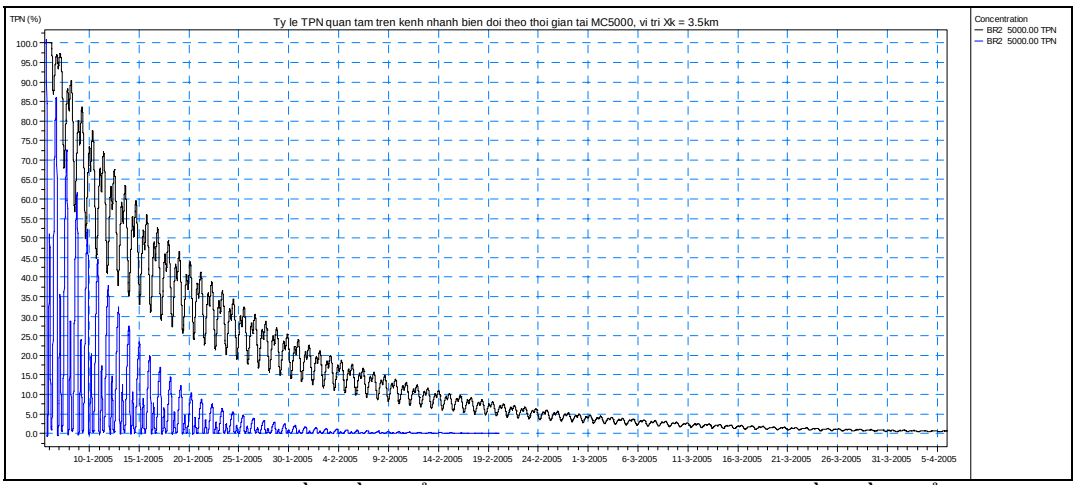
Bài này ứng dụng lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước kết hợp với phần mềm MIKE11,[5] để tính toán mô phỏng lan truyền TPN ô nhiễm trong kênh dẫn vùng triều. Kết quả mô phỏng lan truyền TPN ô nhiễm trên kênh nhánh tại một số mặt cắt điển hình ứng với triều đều có dạng biên độ triều biển Đông và triều biển Tây được trình bày từ các Hình 3 đến 11.

a. Sự thay đổi tỷ lệ TPN ô nhiễm trên kênh nhánh xét với vị trí khoảng cách kênh nhánh so với biển Xk = 3,5 km ứng với triều đều có dạng triều biển Đông và biển Tây.



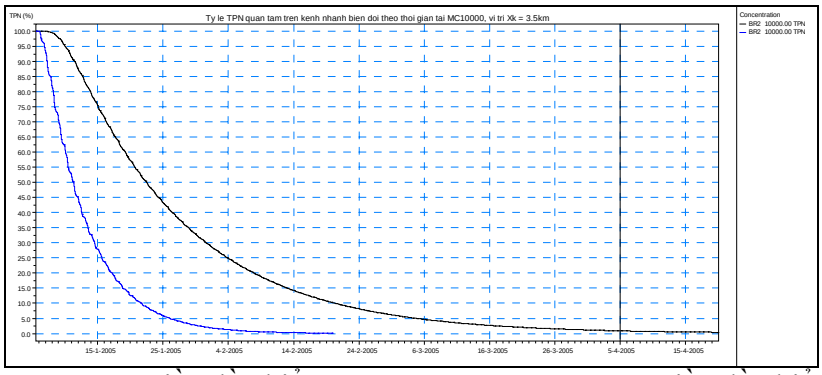
: TPN - triều đều biển Tây : TPN - triều đều biển Đông

Hình 3. Thay đổi TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian tại MC500, vị trí Xk = 3,5 km



: TPN - triều đều biển Tây : TPN - triều đều biển Đông

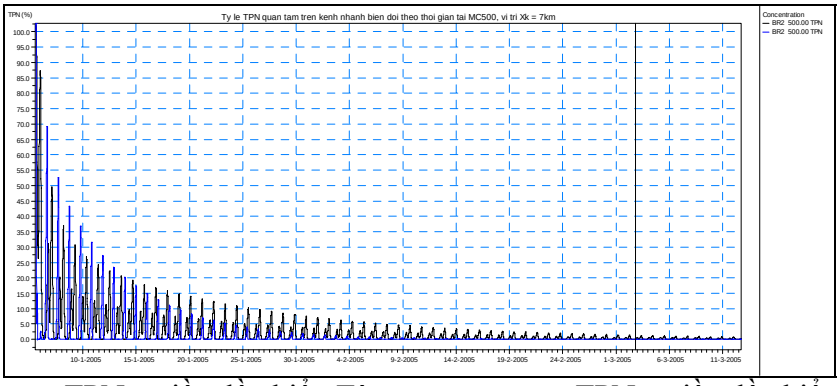
Hình 4. Thay đổi TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC5000 điểm giữa kênh nhánh, vị trí Xk = 3,5 km



: TPN - triều đều biển Tây : TPN - triều đều biển Đông

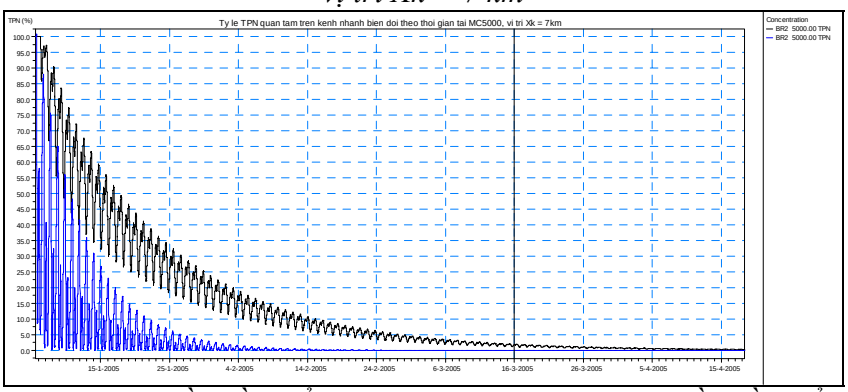
Hình 5. Thay đổi TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC10000 cuối kênh nhánh, vị trí Xk = 3,5 km

b. Sự thay đổi tỷ lệ TPN ô nhiễm trên kênh nhánh xét với vị trí khoảng cách kênh so với biển Xk = 7 km, ứng với triều đều có dạng triều biển Đông và biển Tây.



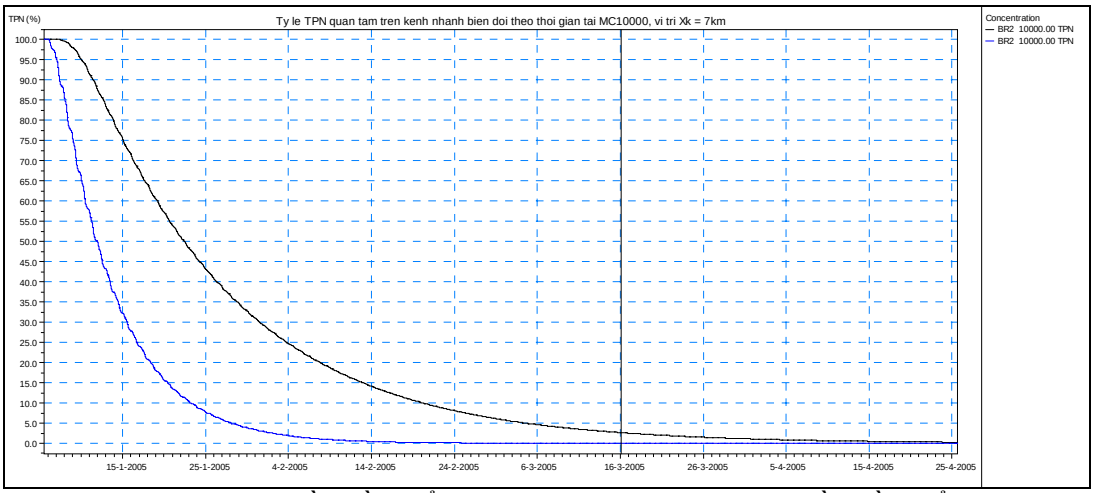
: TPN - triều đều biển Tây : TPN - triều đều biển Đông

Hình 6. Thay đổi TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian tại MC500, vị trí Xk = 7 km



: TPN - triều đều biển Tây : TPN - triều đều biển Đông

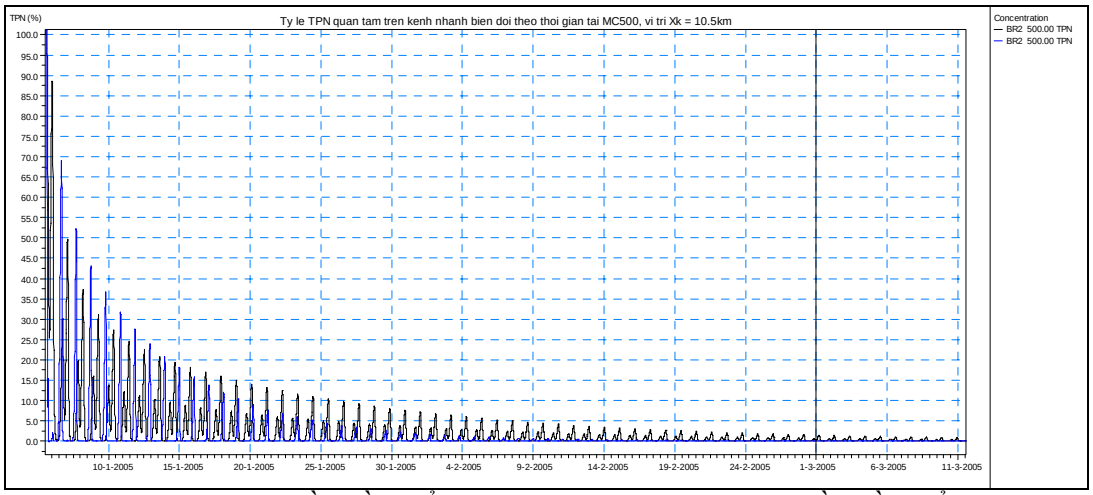
Hình 7. Thay đổi TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC5000 giữa kênh nhánh, vị trí Xk = 7 km



: TPN - triều đều biển Tây : TPN - triều đều biển Đông

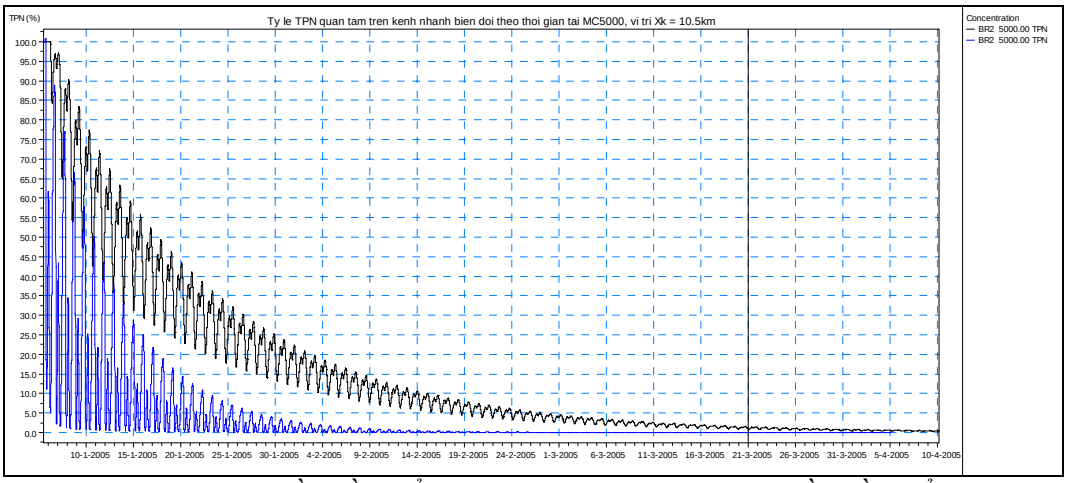
Hình 8. Thay đổi tỷ lệ TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC10000 cuối kênh nhánh, xét với vị trí Xk = 7 km

c. Sự thay đổi tỷ lệ TPN ô nhiễm trên kênh nhánh ứng với vị trí khoảng cách kênh so với biển Xk = 10,5 km, xét triều đều có dạng triều biển Đông và biển Tây



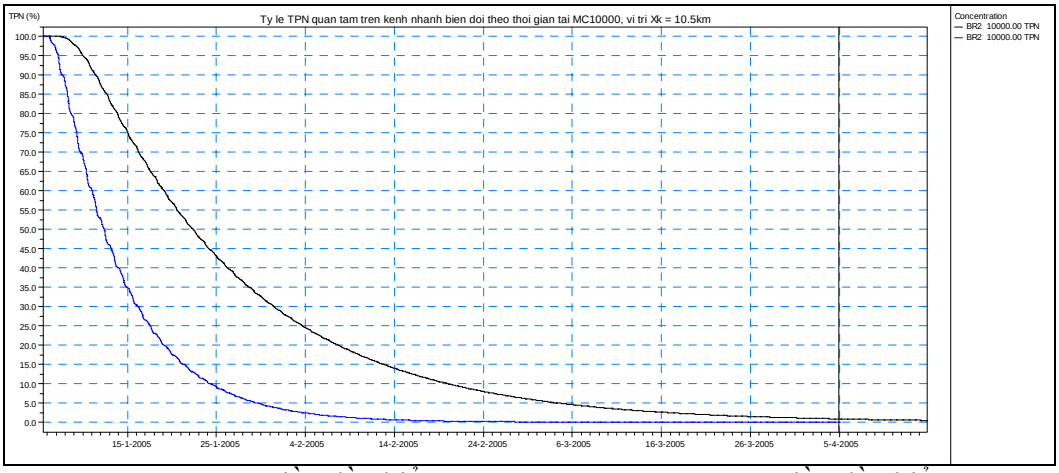
: TPN - triều đều biển Tây : TPN - triều đều biển Đông

Hình 9. Thay đổi TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian tại MC500, Xk = 10,5 km



: TPN - triều đều biển Tây : TPN - triều đều biển Đông

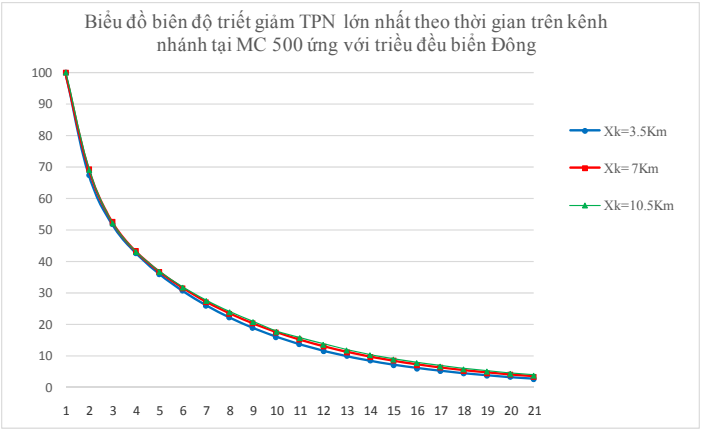
Hình 10. Tỷ lệ triết giảm TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC5000 giữa kênh nhánh, vị trí Xk = 10,5 km



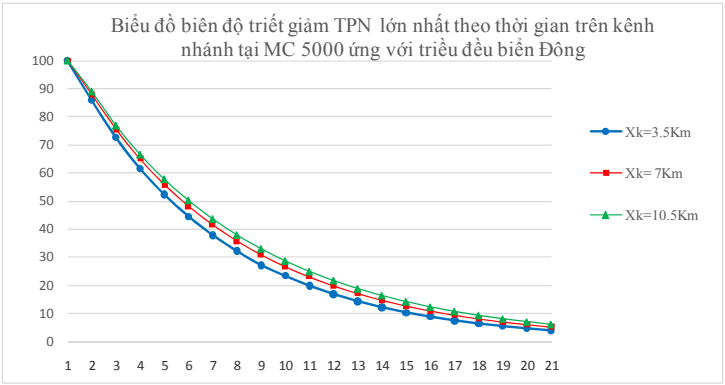
: TPN - triều đều biển Tây : TPN - triều đều biển Đông

Hình 11. Tỷ lệ triết giảm TPN ô nhiễm theo thời gian tại MC10000 cuối kênh nhánh, vị trí Xk = 10,5 km

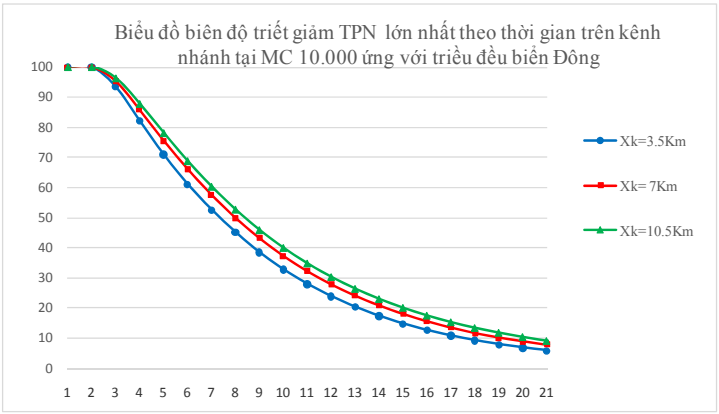
d. So sánh quá trình triết giảm biên độ TPN ô nhiễm lớn nhất dọc theo kênh nhánh xét đồng thời Xk = 3,5 km; 7 km; 10,5 km, ứng với triều đều dạng biển Đông



Hình 12. Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian trên kênh nhánh tại MC500 ứng với triều đều dạng triều biển Đông, với Xk thay đổi

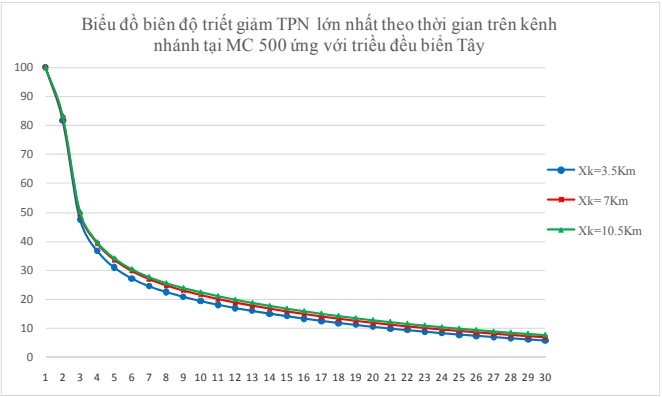


Hình 13. Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian tại MC5000 giữa kênh nhánh ứng với triều đều dạng triều biển Đông, với Xk thay đổi

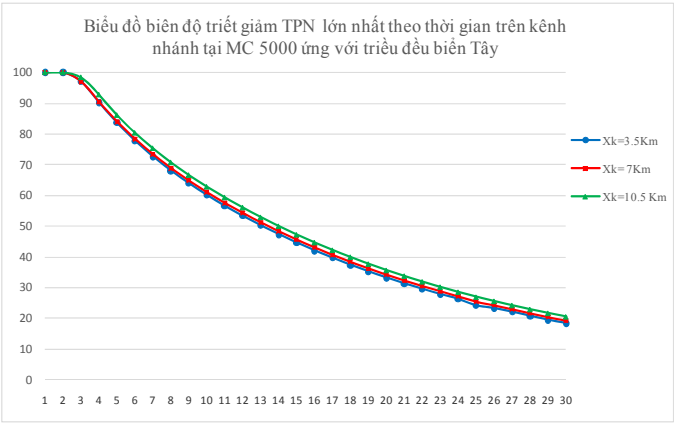


Hình 14. Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian tại MC10000 cuối kênh nhánh ứng với triều đều dạng triều biển Đông, Xk thay đổi

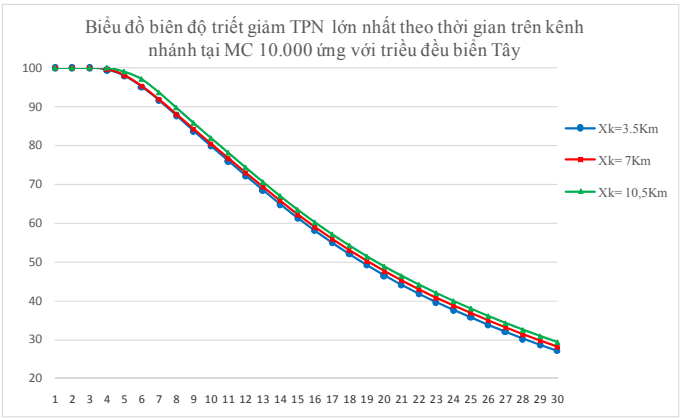
e. So sánh sự thay đổi, triết giảm biên độ TPN ô nhiễm lớn nhất dọc theo kênh nhánh xét đồng thời Xk = 3,5 km; 7 km; 10,5 km, ứng với triều đều biển Tây



Hình 15. Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian tại MC500 gần phía đầu kênh nhánh ứng với triều đều dạng triều biển Tây, Xk thay đổi



Hình 16. Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian tại MC5000 giữa kênh nhánh ứng với triều đều dạng triều biển Tây, Xk thay đổi



Hình 17. Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian tại MC10000 cuối kênh nhánh ứng với triều đều dạng triều biển Đông, Xk thay đổi

Một số nhận xét:

- Khoảng cách Xk lớn (kênh nhánh đặt xa biển), quá trình thay đổi/triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh diễn ra rất chậm. Kênh nhánh ở vị trí cách xa so với biển có mức độ triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh diễn ra chậm hơn so với kênh gần phía biển.
- Xét với triều đều dạng triều biển Đông, ứng với các vị trí Xk khác nhau:
  - Tại những vị trí đầu kênh nhánh giáp phía kênh chính (MC500) của các trường hợp kênh gần và xa biển thì mức độ triết giảm tỷ lệ TPN ô nhiễm là tương đương nhau, xem Hình 12.
  - Tại các vị trí giữa và cuối kênh nhánh: Các kênh gần biển (Xk nhỏ) triết giảm TPN ô nhiễm nhanh hơn hẳn so với trường hợp các kênh xa biển (Xk lớn). Tốc độ triết giảm TPN ở các vị trí kênh nhánh này khác nhau rõ rệt, cho thấy ảnh hưởng khá rõ của triều biển Đông đến từng khoảng cách kênh nhánh so với biển. Xem Hình 13, 14.
- Xét với triều đều dạng triều biển Tây, ứng với các vị trí Xk khác nhau:
  - Tại các vị trí đầu kênh nhánh gần với kênh chính (MC500), quá trình triết giảm TPN ô nhiễm diễn ra tương đương nhau, tuy nhiên kênh gần phía biển (Xk=3,5 km) vẫn có xu hướng triết giảm TPN nhanh hơn, xem Hình 15.
  - Tại các vị trí giữa và cuối kênh: Triết giảm TPN ô nhiễm diễn ra chậm như nhau ở các vị trí khoảng cách kênh gần hay xa biển, tốc độ triết giảm TPN không khác biệt nhau nhiều. Xem Hình 16, 17.
- Vai trò của triều biển Đông và biển Tây có tác động rất lớn đến quá trình triết giảm tỷ lệ TPN trong các trường hợp kênh nhánh gần và xa biển. Triều đều dạng triều biển Tây biên độ thấp có mức độ triết giảm tỷ lệ TPN ô nhiễm chậm hơn rất nhiều so với triều biển Đông, quá trình triết giảm TPN ô nhiễm mất nhiều thời gian hơn.
- Ngoài phía đầu kênh nhánh (giáp kênh chính) triết giảm TPN ô nhiễm nhanh hơn, càng vào phía trong kênh triết giảm càng chậm, đặc biệt đối với các đầu kênh cụt.

5. KẾT LUẬN

Vị trí các kênh gần biển có quá trình trao đổi nước nhanh hơn các kênh phía trong nội đồng. Đây là điều kiện thuận lợi để bố trí kênh cấp thoát vùng nuôi trồng thủy sản, kênh dẫn các vùng nuôi trồng thủy sản nếu đặt ở quá sâu trong nội đồng, xa vùng cửa sông, ven biển sẽ rất khó khăn trong việc thau rửa ô nhiễm.

Kênh gần vùng ven biển Đông có quá trình trao đổi nước nhanh hơn hẳn vùng ven biển Tây, khả năng tự làm sạch nhanh, thau rửa ô nhiễm tốt hơn. Nên có chiến lược phát triển nuôi trồng thủy sản nước mặn lợ nhằm khai thác bền vững các dải đất ven biển Đông đầy tiềm năng này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Ân Niên (1997), "Về một bài toán định xuất xứ của khối nước (ứng dụng cho Đồng bằng sông Cửu long", Tuyển tập kết quả NCKH, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, NXB Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh.
2. Tăng Đức Thắng (2002), "Nghiên cứu hệ thống thủy lợi chịu nhiều nguồn nước tác động – Ví dụ ứng dụng cho Đồng bằng Sông Cửu Long và Đông Nam Bộ", Luận án Tiến sĩ kỹ thuật - Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
3. Tăng Đức Thắng, Nguyễn Ân Niên (2004), "Tính toán thành phần nguồn nước, những phát triển mới và mở rộng ứng dụng", Tuyển tập kết quả KH&CN Viện Khoa học Thuỷ lợi miền Nam năm 2008, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
4. Nguyễn Đình Vượng (2014), "Nghiên cứu quá trình lan truyền nguồn nước trong kênh dẫn vùng triều (trường hợp xét với điều kiện chiều dài kênh thay đổi)", Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, số 23, 10/2014
5. MIKE11 (2011) – Users' Guide (Hướng dẫn sử dụng).

Người phản biện: GS. TS. Tăng Đức Thắng

NGHIÊN CỨU VẬN ĐỘNG KHỐI NƯỚC Ô NHIỄM TRONG KÊNH VÙNG TRIỀU ỨNG VỚI TRƯỜNG HỢP THAY ĐỔI LƯU LƯỢNG NGUỒN VÀ VỊ TRÍ ĐẶT KÊNH

STUDYING ON THE MOVEMENT OF POLLUTION WATER CUBIC IN CANAL NETWORK OF TIDE AREA: CASE OF CHANGE IN THE UPSTREAM DISCHARE AND THE ESTABLISHED CANAL LOCATION

ThS. NCS. Nguyễn Đình Vượng

TÓM TẮT

Bài này trình bày kết quả tính toán mô phỏng quá trình vận động khối nước ô nhiễm trong kênh vùng triều thông qua việc ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước và sử dụng mô hình toán MIKE11, xét với điều kiện thay đổi lưu lượng nguồn và vị trí khoảng cách kênh chứa thành phần nước ô nhiễm so với biển. Kết quả tính toán cho thấy rằng lưu lượng nguồn đóng vai trò quan trọng trong quá trình triết giảm thành phần nước ô nhiễm ở các kênh cách xa biển, kênh gần biển triết giảm thành phần nước ô nhiễm ít phụ thuộc vào lưu lượng mà ảnh hưởng chủ yếu vào triều.

Từ khóa: Lý thuyết thành phần nguồn nước, TPN ô nhiễm, lưu lượng nguồn, vị trí đặt kênh Xk, vùng triều.

ABSTRACT

This paper presents some results of modeling the movement of polluted water mass in canal network in tide area based on applying of water component theory and using the mathematical models as MIKE11, case of change for the discharge in upstream and the location of the polluted water canal from the Sea, The result showed that the upstream discharge is the vital role in the reduction process of PWC in canal far from the sea, otherwise the canal near the sea less belong to upstream discharge, but affect mainly by tide regime.

Key words: Modelling transport of pollution water sources component, water sources component, and location of canal comparing sea (Xk), upstream discharge, coastal areas.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các kênh rạch vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long là hệ thống thủy vực có nhiều nguồn nước tác động, chịu ảnh hưởng trực tiếp của triều biển Z(t) và lưu lượng nước từ thượng nguồn mà điển hình là nguồn ngọt sông Mê Kông. Các công cụ đã và đang được sử dụng (phổ biến ở trên thế giới cũng như trong nước) để nghiên cứu các hệ thống có nhiều nguồn nước tác động chủ yếu vẫn là các mô hình toán một chiều về thủy lực và chất lượng nước, bài toán thủy lực đã có độ tin cậy khá cao, tuy vậy nó còn rất hạn chế trong việc đánh giá vai trò, ảnh hưởng và đặc tính của các nguồn trong hệ thống.

Từ cuối thập niên 90 của thế kỷ trước và đầu những năm 2000, GS.TSKH. Nguyễn Ân Niên và GS.TS. Tăng Đức Thắng đã đề xuất ý tưởng mới,[1],[2],[3] và sau này phát triển thành "Lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước" nhằm bổ sung phương pháp luận và công cụ tính toán, đánh giá hệ thống có nhiều nguồn nước tác động. Hiện lý thuyết này đang được phát triển tiếp và ứng dụng trong các đề tài nghiên cứu khoa học,[4],[5].

Trong phạm vi nghiên cứu này, việc ứng dụng lý thuyết các thành phần nguồn nước để xem xét quá trình vận động/lan truyền thành phần nước (TPN) ô nhiễm trong kênh dẫn dưới sự thay đổi của lưu lượng nguồn ứng với vị trí đặt kênh là vấn đề quan trọng trong việc xem xét quá trình trao đổi nước của các hệ thống ven biển ảnh hưởng triều.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nhóm tác giả đã ứng dụng lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước kết hợp với mô hình toán phần mềm thủy lực MIKE 11 để tính toán mô phỏng lan truyền TPN ô nhiễm trong hệ kênh dẫn vùng triều.

Hệ phương trình cơ bản lan truyền TPN ô nhiễm bao gồm các phương trình thủy lực (phương trình liên tục và phương trình chuyển động của toàn dòng) và phương trình bảo tồn TPN ô nhiễm, [1],[2]:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \tag{1}$$

$$\frac{1}{g}\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\alpha v}{g}\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial x} + kv|v| = 0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + v\frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{1}{\omega}\frac{\partial}{\partial x} D_i \omega \frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{q}{\omega}(p_{iq} - p_i) = 0 \tag{3}$$

$i = 1, n$ (n – số thành phần nước ô nhiễm)

với các điều kiện hạn chế:

$$\sum_{i=1}^{n} p_i = 1 \tag{4}$$

$$0 \le p_i \le 1 \tag{5}$$

trong đó

p_i: Thành phần nguồn nước i; v: Lưu tốc trung bình mặt cắt;

ω: Diện tích mặt cắt; D: Hệ số khuếch tán rối;

$q_i = q.p_{iq}$ là tỷ lệ dòng gia nhập bên của dòng thành phần i.

3. TRƯỜNG HỢP TÍNH TOÁN

Với mục đích minh họa động thái của nguồn nước ô nhiễm, dưới đây xét một sơ đồ tính đơn giản nhất của hệ kênh thường gặp trong thực tế (kênh chính và kênh nhánh – kênh đơn 1 đầu đóng), xem Hình 2. Giả thiết các thông số quy mô kích thước hệ kênh

là hằng số, thông số thủy lực biên mực nước Z(t) là triều đều có dạng biên độ triều biển Đông. Tại thời điểm bắt đầu tính toán, tỷ lệ thể tích khối nước chứa TPN ô nhiễm so với thể tích nước trong hệ thống khoảng 2,4%.

Xem xét diễn biến tỷ lệ TPN ô nhiễm trên kênh nhánh khi thay đổi biên lưu lượng nguồn Q = 0; 10; 20 m^3/s và ứng với khoảng cách vị trí kênh nhánh so với biển Xk = 3,5; 14; 24,5 km. Xem Bảng 1 và 2.

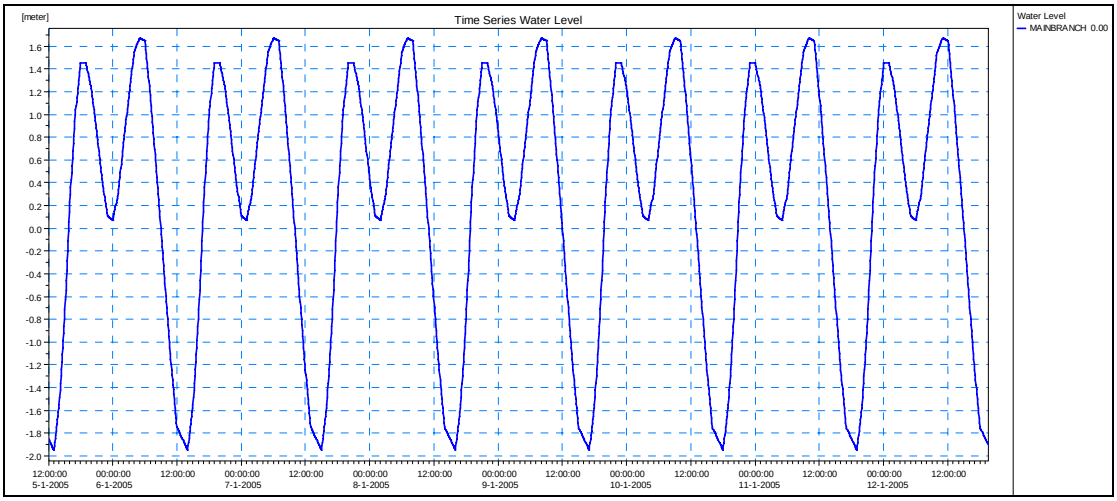
Trong nghiên cứu này coi nước ô nhiễm nằm trong kênh nhánh, xem Hình 2. Thời gian mô phỏng tính toán lan truyền TPN ô nhiễm bắt đầu từ 12 giờ ngày 5/1/2005.

Bảng 1. Thông số về quy mô kích thước kênh

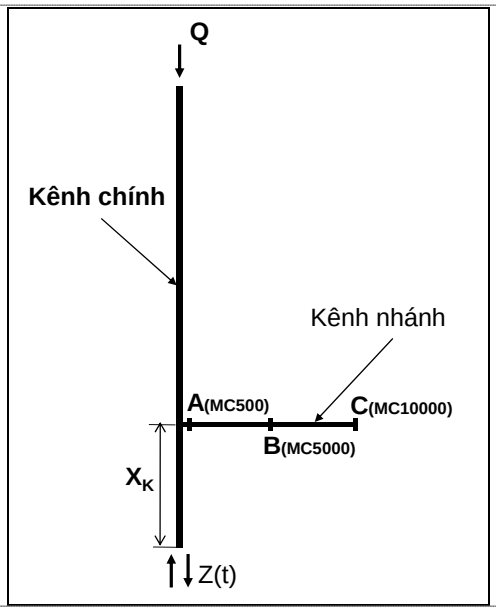
Công trình	L (km)	B (m)	Z đáy (m)	Khoảng cách kênh nhánh so với biển Xk (km)	Ghi chú
Kênh chính cấp 1 (MainBranch)	35	35	-3.5		Kênh mặt cắt chữ nhật
Kênh nhánh cấp 2 (1 đầu đóng - kênh cụt)	10	5	-1.5	**3,5; 14; 24,5**	Kênh mặt cắt chữ nhật

Bảng 2. Điều kiện biên về thủy lực

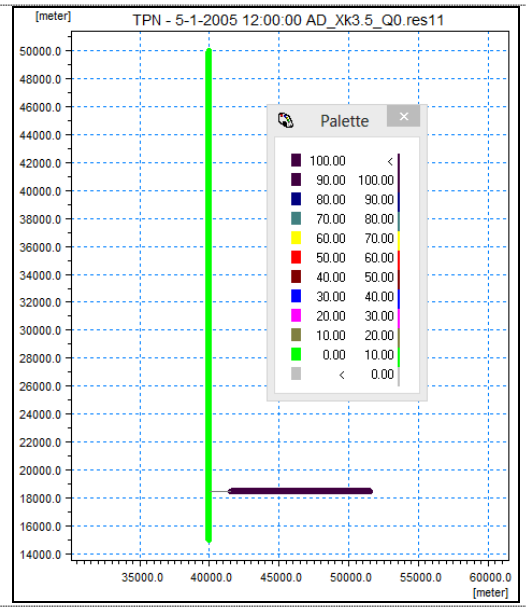
Biên	Giá trị	Ghi chú
Q (=const)	**0; 10; 20 m^3/s**	
Mực nước (triều biển)	Triều đều biên độ có dạng triều biển Đông	



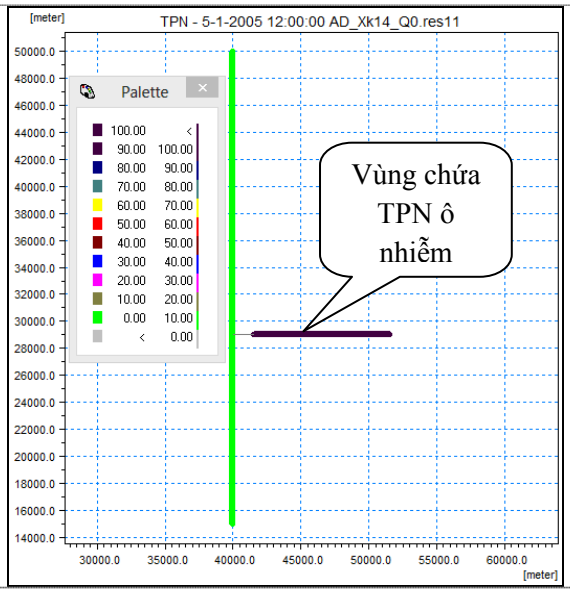
Hình 1. Biểu đồ mực nước triều biến đổi đều dạng biên độ triều biển Đông



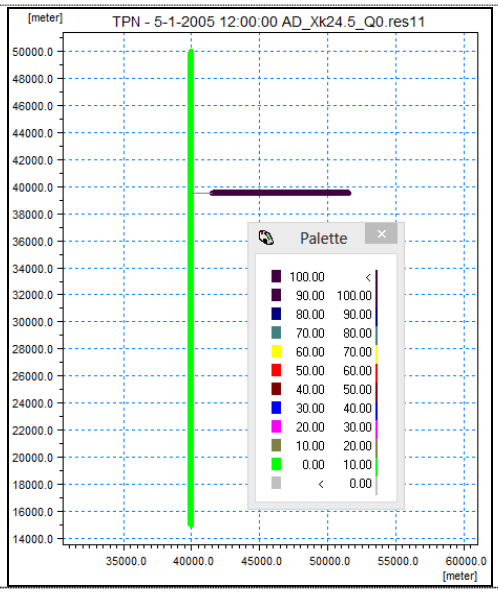
a). Sơ đồ kênh chính và kênh đơn 1 nhánh



b). Xk = 3,5 km



c). Xk = 14km

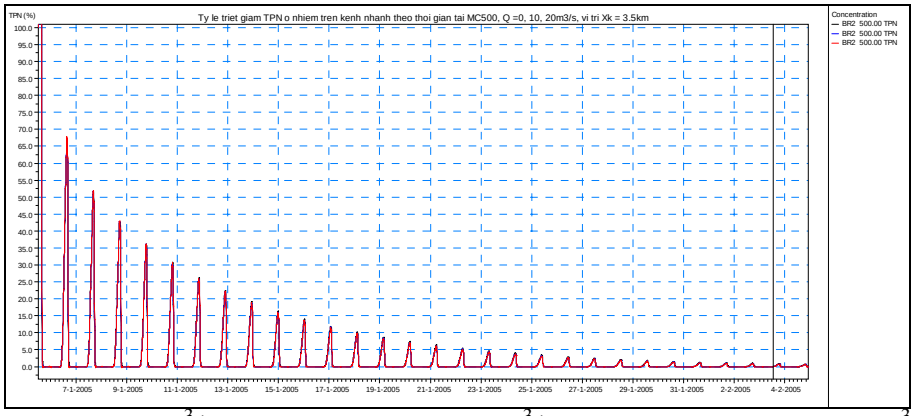


d). Xk = 24,5 km

Hình 2. Sơ đồ hệ kênh dẫn vùng triều ứng với vị trí khoảng cách kênh nhánh so với biển, TPN ô nhiễm ban đầu trên kênh nhánh trước khi lan truyền (màu đen)

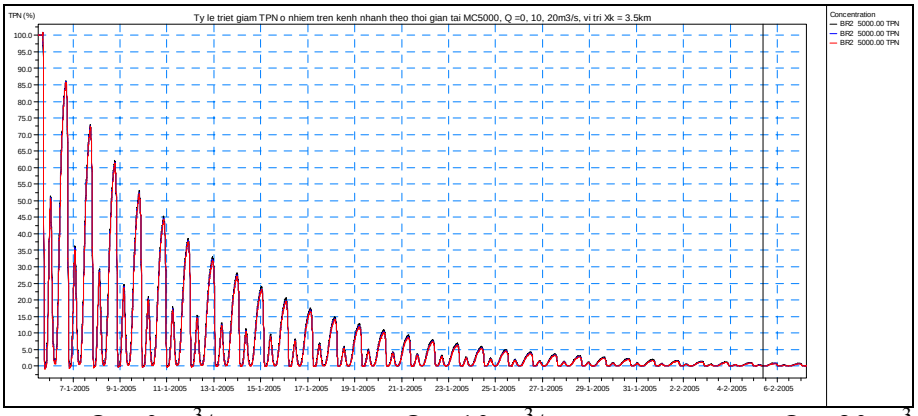
4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ NHẬN XÉT

a. Diễn biến TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian xét với trường hợp lưu lượng nguồn thay đổi và vị trí kênh nhánh cách biển Xk = 3,5 km



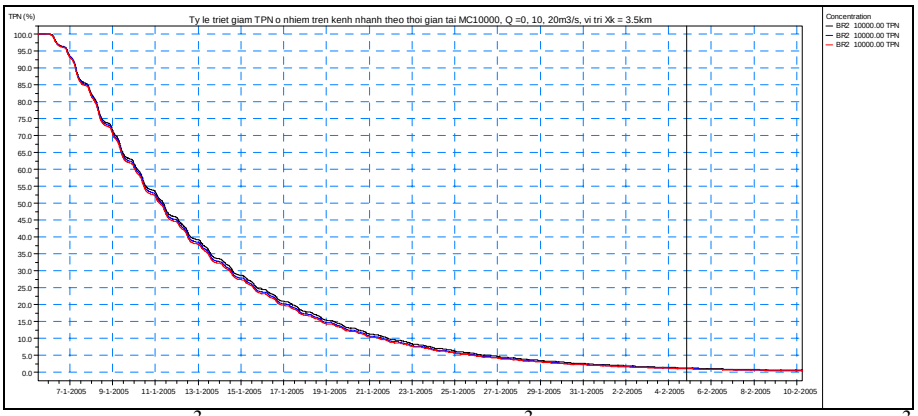
: Q = 0 m^3/s : Q = 10 m^3/s : Q = 20 m^3/s

Hình 3. Triết giảm tỷ lệ TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm A (mặt cắt MC500 trên kênh nhánh), trường hợp Xk = 3,5 km



: Q = 0 m^3/s : Q = 10 m^3/s : Q = 20 m^3/s

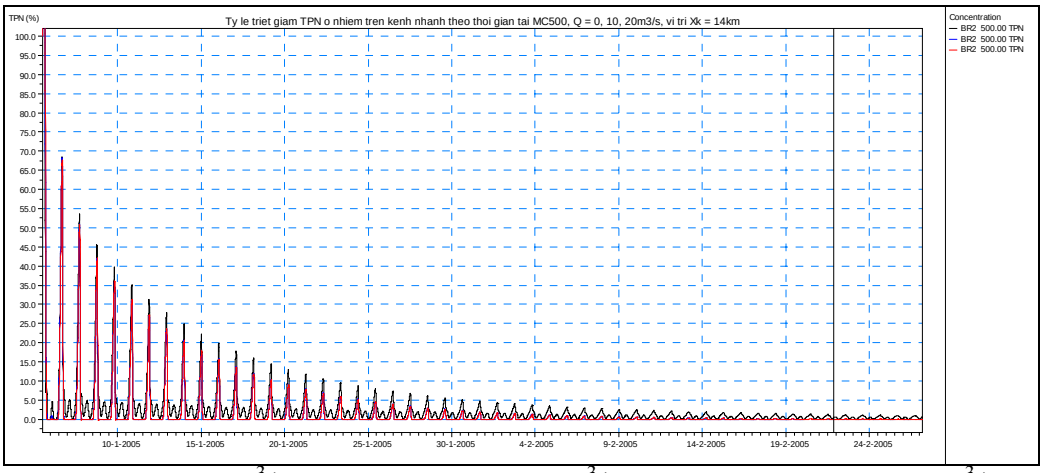
Hình 4. Tỷ lệ triết giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm B (mặt cắt MC5000 giữa kênh nhánh), trường hợp Xk = 3,5 km



: Q = 0 m^3/s : Q = 10 m^3/s : Q = 20 m^3/s

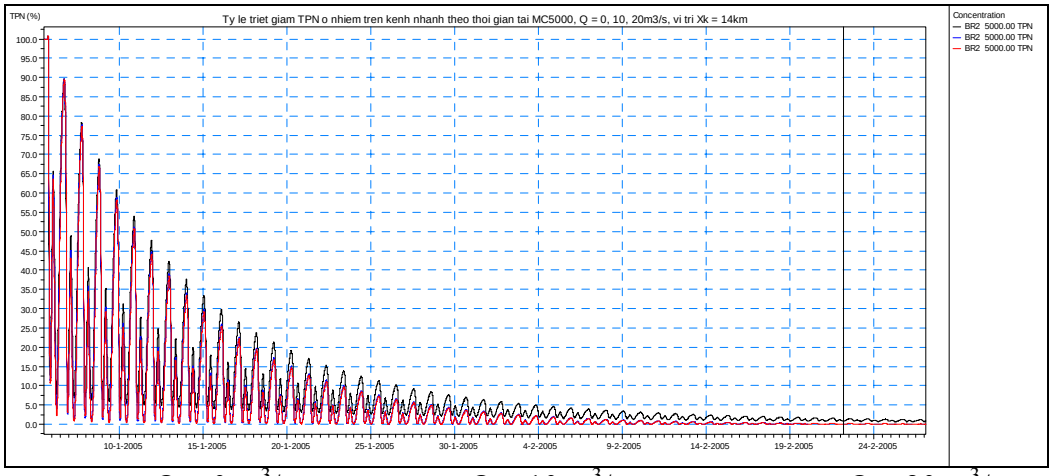
Hình 5. Tỷ lệ triết giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm C (mặt cắt MC10000 cuối kênh nhánh), trường hợp Xk = 3,5 km

b. Diễn biến TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian xét với trường hợp lưu lượng nguồn thay đổi và vị trí kênh nhánh cách biển Xk = 14 km



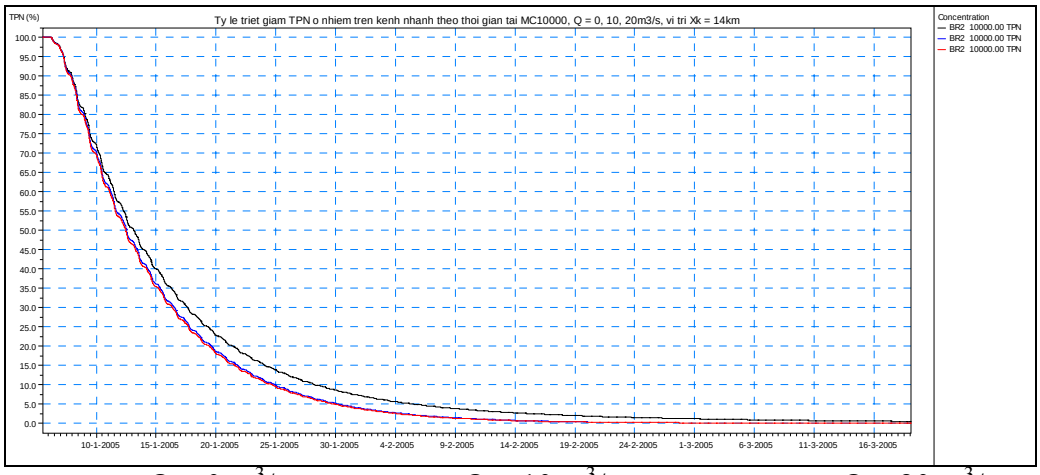
: Q = 0 m^3/s : Q = 10 m^3/s : Q = 20 m^3/s

Hình 6. Tỷ lệ triết giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm A (mặt cắt MC500 trên kênh nhánh), trường hợp Xk = 14km



: Q = 0 m^3/s : Q = 10 m^3/s : Q = 20 m^3/s

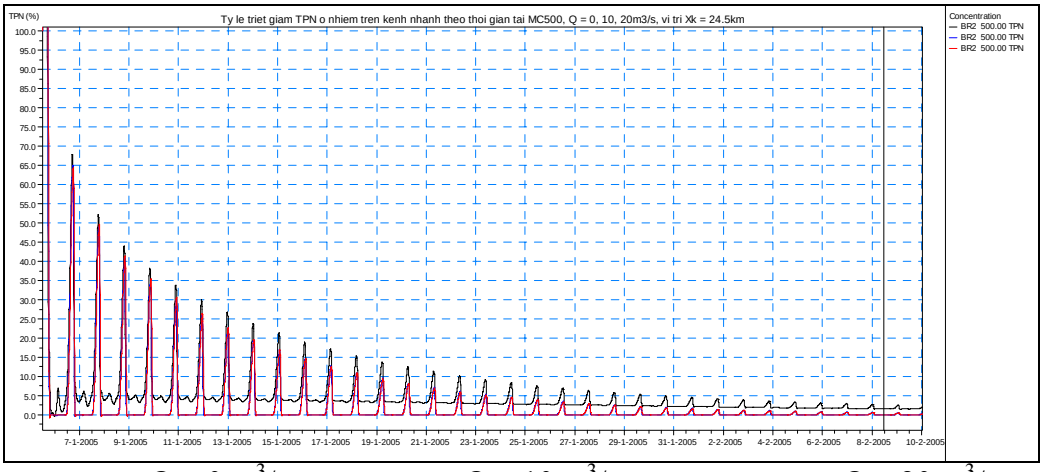
Hình 7. Tỷ lệ triết giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm B (mặt cắt MC5000 giữa kênh nhánh), trường hợp Xk = 14 km



: Q = 0 m^3/s : Q = 10 m^3/s : Q = 20 m^3/s

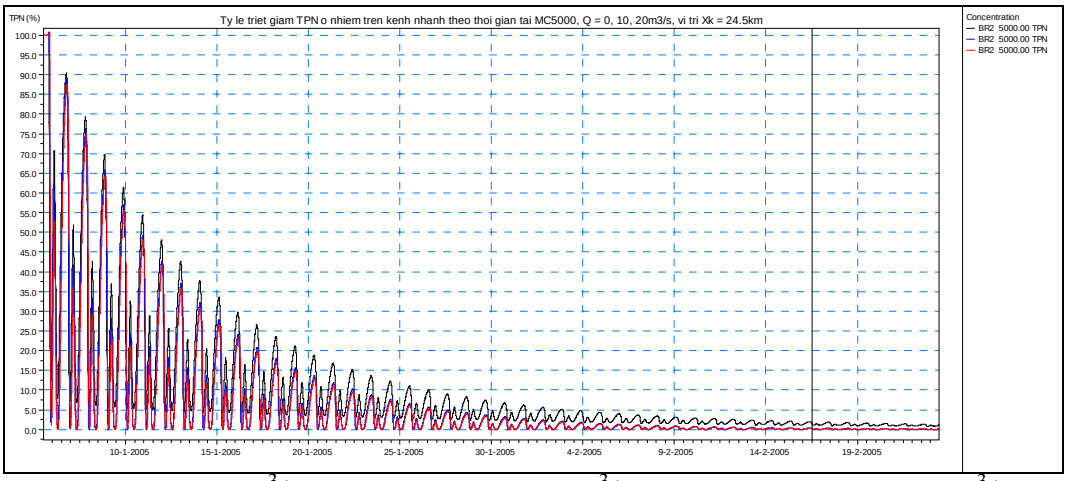
Hình 8. Tỷ lệ triết giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm C (mặt cắt MC10000 cuối kênh nhánh), trường hợp Xk = 14 km

c. Diễn biến TPN ô nhiễm trên kênh nhánh theo thời gian xét với trường hợp lưu lượng nguồn thay đổi và vị trí kênh nhánh cách biển Xk = 24,5 km



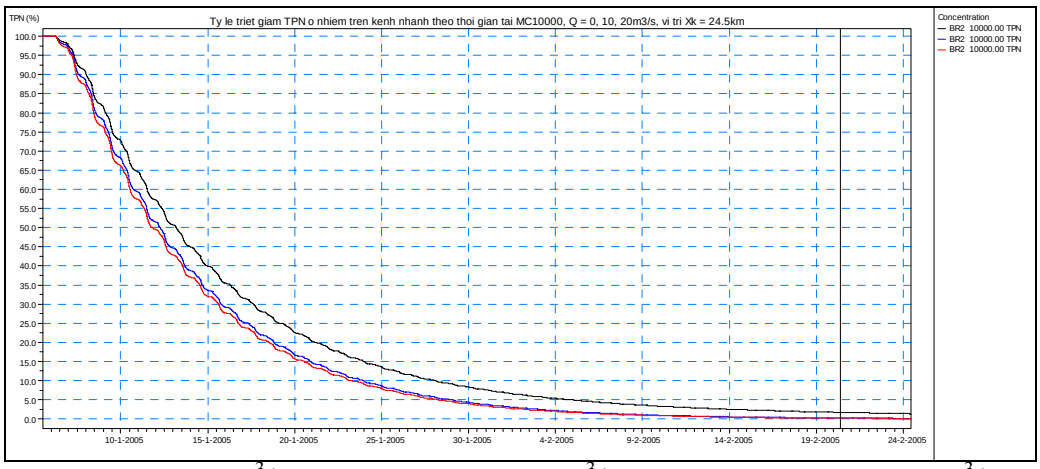
: Q = 0 m^3/s : Q = 10 m^3/s : Q = 20 m^3/s

Hình 9. Tỷ lệ triết giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm A (mặt cắt MC500 trên kênh nhánh), trường hợp Xk = 24,5 km



: Q = 0 m^3/s : Q = 10 m^3/s : Q = 20 m^3/s

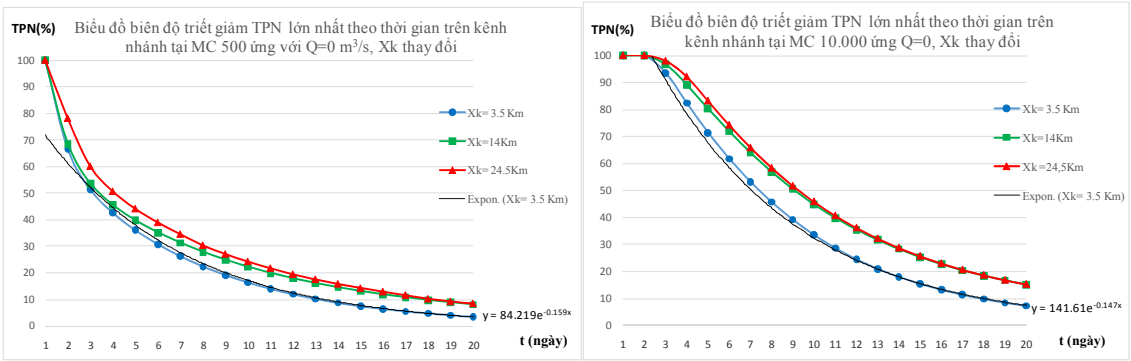
Hình 10. Tỷ lệ triết giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm B (mặt cắt MC5000 giữa kênh nhánh), trường hợp Xk = 24,5 km



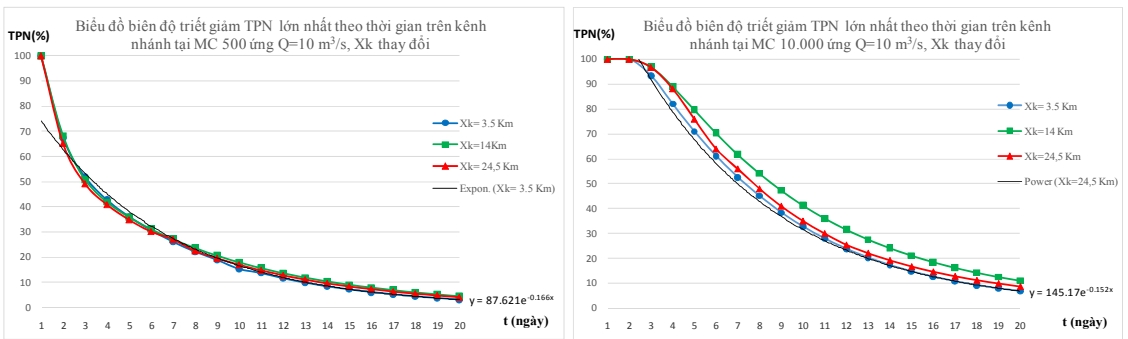
: Q = 0 m^3/s : Q = 10 m^3/s : Q = 20 m^3/s

Hình 11. Tỷ lệ triết giảm TPN ô nhiễm biến đổi theo thời gian tại điểm C (mặt cắt MC10000 cuối kênh nhánh), trường hợp Xk = 24,5 km

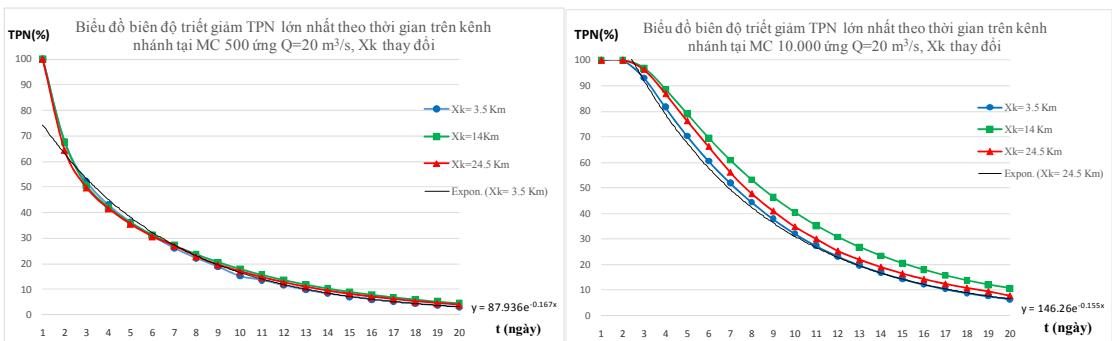
d. So sánh diễn biến triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh nhánh khi lưu lượng thay đổi ứng với các vị trí khoảng cách kênh nhánh so với biển (Xk = 3,5 km, Xk = 14 km và Xk = 24,5 km).



Hình 12. Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian trên kênh nhánh tại điểm A (MC 500) và điểm C (MC 10000) ứng với Q = 0 m^3/s, Xk thay đổi



Hình 13. Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian trên kênh nhánh tại điểm A (MC 500) và điểm C (MC 10000) ứng với Q = 10 m^3/s, Xk thay đổi



Hình 14. Biểu đồ biên độ triết giảm TPN lớn nhất theo thời gian trên kênh nhánh tại điểm A (MC 500) và điểm C (MC 10000) ứng với Q = 20 m^3/s, Xk thay đổi

Một số nhận xét:

- Tại vị trí kênh nhánh đặt gần biển (Xk = 3,5 km), quá trình triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh nhánh xảy ra tương đương nhau ứng với các trường hợp lưu lượng nguồn thay đổi (Q = 0 và Q ≠ 0), tức là lưu lượng không ảnh hưởng nhiều đến triết giảm TPN ô nhiễm đối với các kênh gần biển, xem Hình 3, 4, 5.

- Tại các kênh nhánh xa biển, có khoảng cách Xk lớn (Xk = 14; 24,5 km), lưu lượng đóng vai trò quan trọng trong quá trình triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh. Chẳng hạn Q = 10; 20 m^3/s có mức độ triết giảm TPN ô nhiễm diễn ra nhanh hơn so với Q = 0 m^3/s, xem Hình 9,10,11.
- Xét với trường hợp Q = 0 m^3/s ứng với các vị trí khoảng cách kênh nhánh so với biển thay đổi (Xk = 3,5; 14; 24,5 km), kết quả tính toán mô phỏng cho thấy:
  - Khả năng triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh nhánh diễn ra chậm, càng về phía cuối kênh nhánh tốc độ triết giảm TPN ô nhiễm càng chậm.
  - Mức độ triết giảm TPN ô nhiễm tại các vị trí phía đầu kênh nhánh (giáp với kênh chính) có xu thế chênh lệch ít ở các kênh xa biển, xem Hình 12;
  - Tại các vị trí phía trong kênh nhánh (mặt cắt giữa và cuối kênh) triết giảm TPN ô nhiễm ở kênh gần biển (Xk=3,5km) nhanh hơn hẳn so với các kênh xa biển;
  - Quá trình triết giảm TPN ô nhiễm tại các vị trí kênh xa biển (Xk = 14; 24,5 km) có xu thế chậm như nhau, xem Hình 12.
- Trường hợp Q ≠ 0 (Q = 10; 20 m^3/s) ứng với Xk thay đổi, kết quả tính toán cho thấy:
  - Triết giảm TPN ô nhiễm tại các vị trí phía đầu kênh nhánh (giáp với kênh chính) đều có xu thế tương đương nhau tại các vị trí đặt kênh Xk, xem Hình 13,14;
  - Tại các vị trí giữa kênh nhánh, mức độ triết giảm TPN ô nhiễm trong trường hợp khoảng cách kênh nhánh xa biển nhất Xk= 24,5 km mạnh hơn so với Xk = 14 km, xem Hình 13 và Hình 14.
  - Tại các vị trí cuối kênh nhánh, quá trình triết giảm TPN ô nhiễm ứng với Xk= 24,5 km mạnh hơn nhiều so với Xk = 14 km và có xu thế tiệm cận gần hơn với mức độ triết giảm TPN của kênh gần biển Xk = 3,5 km, xem Hình 13 và 14.
- Lưu lượng Q càng lớn, khả năng triết giảm TPN ô nhiễm trên kênh nhánh diễn ra càng nhanh đối với các kênh nhánh đặt xa biển.

5. KẾT LUẬN

Quá trình triết giảm tỷ lệ TPN ô nhiễm theo thời gian tại các mặt cắt điển hình dọc kênh nhánh (đầu, giữa và cuối kênh) phụ thuộc rõ vào lưu lượng nguồn thay đổi đồng thời tương ứng với điều kiện khoảng cách kênh gần hay xa biển.

Lưu lượng nguồn có ảnh hưởng không đáng kể đến diễn biến triết giảm TPN ô nhiễm đối với các kênh nằm gần biển nhưng lại có tác động khá mạnh đối với kênh xa biển, do vậy khi bố trí thiết kế hệ thống kênh thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản cần lưu ý nếu kênh đặt xa biển nhất thiết phải xem xét có nguồn về để dễ dàng thau rửa hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Ân Niên (1997), *"Về một bài toán định xuất xứ của khối nước (ứng dụng cho Đồng bằng sông Cửu long",* Tuyển tập kết quả NCKH, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, NXB Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh.
2. Tăng Đức Thắng (2002), "*Nghiên cứu hệ thống thủy lợi chịu nhiều nguồn nước tác động – Ví dụ ứng dụng cho Đồng bằng sông Cửu Long và Đông Nam Bộ*", Luận án Tiến sĩ kỹ thuật - Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
3. Tăng Đức Thắng, Nguyễn Ân Niên (2004), *"Tính toán thành phần nguồn nước, những phát triển mới và mở rộng ứng dụng"*, Tuyển tập kết quả KH&CN Viện Khoa học Thuỷ lợi miền Nam năm 2008, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
4. Tăng Đức Thắng (Chủ nhiệm, 2003-2005), Đề tài trọng điểm Bộ NN&PTNT: *Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ đánh gía và quản lý nguồn nước hệ thống thủy lợi có cống ngăn mặn và đề xuất giải pháp khắc phục ô nhiễm ở Đồng bằng sông Cửu Long*, Viện Khoa học Thủy Lợi miền Nam, TP. Hồ Chí Minh.
5. Tăng Đức Thắng (Chủ nhiệm, 2009-2012), Đề tài Độc lập cấp Nhà nước: *Nghiên cứu giải pháp thủy lợi phục vụ phát triển bền vững vùng Bán đảo Cà Mau*, Viện Khoa học Thủy Lợi miền Nam, TP. Hồ Chí Minh.

Người phản biện: GS. TS. Tăng Đức Thắng

ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG TÀI NGUYÊN NƯỚC MẶT TỈNH CÀ MAU VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ NGUỒN NƯỚC

SURFACE WATER SOURCE ASSESSEMENT IN CA MAU PROVINCE AND SOLUTIONS PROPOSAL FOR WATER SOURCE IMPROVEMENT

Trần Ký, Hoàng Trung Thống
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM

TÓM TẮT

Tỉnh Cà Mau là một tỉnh ven biển nằm trong chiếm một vị trí hết sức quan trọng trong nền kinh tế của Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), nói riêng và cả nước, nói chung. Trong vài thập niên qua, với đường lối đổi mới của Đảng, cùng với cả nước Cà Mau đã có những bước phát triển đáng kể. Đặc biệt là trong lĩnh vực phát triển sản xuất nông nghiệp, thủy sản mà sản phẩm chính là lương thực và nguồn lợi thủy sản. Bên cạnh sự phát triển một cách nhanh chóng về sản xuất nông nghiệp, hệ thống hạ tầng cơ sở trong vùng cũng có những phát triển đáng kể.

Tuy nhiên, để phát triển đúng với tiềm năng vốn có, tỉnh Cà Mau còn phải đương đầu với biết bao khó khăn, thử thách. Nằm ở vị trí cuối nguồn của sông Mekong, đang phải đối diện với các thách thức với sự khai thác quá mức từ thượng nguồn, tình trạng thiếu nước trong mùa khô, ngập triều, ngập úng trong mùa mưa; tình trạng phèn, mặn hóa. Đặc biệt, sự tự ý chuyển đổi sản xuất (nông nghiệp sang nuôi trồng thủy sản) của người dân đang ngày càng gia tăng, các mâu thuẫn giữa các đối tượng dùng nước: nông nghiệp, thủy sản, rừng… đang diễn ra hết sức gay gắt, gây những ảnh hưởng không nhỏ tới quá trình phát triển của tỉnh. Vì vậy việc đánh giá thực trạng nước mặt cho tỉnh Cà Mau trong điều kiện BĐKH-NBD và đề xuất một số giải pháp khai thác và bảo vệ môi trường nước mặt cho tỉnh Cà Mau trong điều kiện BĐKH-NBD, là rất cần thiết.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỉnh Cà Mau có đặc thù là vùng đệm giữa môi trường nước ngọt, lợ và môi trường nước mặn, là một vùng đa dạng về sinh thái, giàu tiềm năng phát triển, đóng một vai trò đặc biệt quan trọng, đặc biệt là trong lĩnh vực sản xuất lương thực, xuất khẩu thủy sản, xong chưa được đầu tư một cách đúng mức, do vậy chưa phát huy được các tiềm năng mà thiên nhiên đã ban tặng. Bên cạnh sự phát triển một cách nhanh chóng về sản xuất nông nghiệp, hệ thống hạ tầng cơ sở trong vùng cũng có những phát triển đáng kể. Các trung tâm dân cư, các hệ thống đường giao thông liên tỉnh, liên huyện, liên xã… đã, đang được hình thành, hoàn thiện góp phần làm thay đổi bộ mặt nông thôn của vùng. Những kết quả trên cho thấy, nông nghiệp của tỉnh có những bước phát triển khả quan nhưng chưa thể nói quá trình phát triển nông nghiệp Cà Mau là bền vững. Bởi trên thực tế, do còn nhiều tồn tại và không ít khó khăn thách thức như:

Hệ thống thủy lợi, thủy nông nội đồng phục vụ cho sản xuất nông nghiệp chưa hoàn chỉnh. Trình độ đầu tư thâm canh của nông dân Cà Mau ở mức trung bình. Thất thoát sau thu hoạch còn rất lớn; tình hình biến đổi khí hậu toàn cầu và nước biển dâng dẫn

đến các hiểm họa thiên tai (bão, lũ lụt, hạn hán, sạt lở đất,…), liên tiếp xảy ra với tần suất cao và sức tàn phá mạnh hơn, gây thiệt hại to lớn cả về người và của cải vật chất.

Tình hình cung cấp nước sinh hoạt và nước cho các cụm công nghiệp trong tỉnh Cà Mau gặp nhiều khó khăn, nhất là trong điều kiện tự nhiên hiện tại. Nguồn nước mặt toàn tỉnh hầu như bị mặn quanh năm chỉ trừ vùng Bắc Cà Mau bị nhiễm mặn trong các tháng mùa khô, vào các tháng mùa mưa thì ngọt nhưng cũng bị nhiễm phèn không sử dụng được cho sinh hoạt. Do đó nước phục vụ cho sinh hoạt và các khu công nghiệp chủ yếu là khai thác nước ngầm, từ đó dẫn đến tình hình khai thác nước ngầm của tỉnh Cà Mau ngày càng tăng về số và lượng làm cho suy thoái nguồn nước ngầm, gây sụt lún đất cho tỉnh.

Sự xuất hiện và đi vào hoạt động sản xuất trên quy mô lớn của công nghiệp Điện – Đạm (Khánh An) và sự ra đời ba khu công nghiệp khác: Hòa Trung, Sông Đốc, Năm Căn đặt ra nhiều vấn đề liên quan đến nguồn nước và môi trường.

Biến đổi khí hậu, nước biển dâng và các hoạt động khai thác, phát triển của các nước thượng nguồn, khiến cho Cà Mau phải đương đầu với tình trạng thiếu nước trong mùa khô, ngập triều, ngập úng trong mùa mưa; tình trạng phèn, mặn hóa ngày càng gia tăng.

2. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN

Vị trí địa lý: Cà Mau là tỉnh cực Nam của tổ quốc, có diện tích là 5.294,88 km^2*;* giới hạn bởi: Phía Bắc giáp tỉnh Kiên Giang; phía Đông Bắc giáp tỉnh Bạc Liêu; phía Nam, Đông Nam giáp biển Đông

Khí hậu và thời tiết: mang đặc trưng khí hậu của vùng Đồng bằng sông Cửu Long, là khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, có nền nhiệt cao (nhiệt độ trung bình năm 26,6^{0}C đến 26,7^{0}C). Mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 11). Lượng mưa trung bình năm là 2.360 mm. Lượng mưa trong mùa mưa chiếm khoảng 90% lượng mưa cả năm, tháng có lượng mưa cao nhất là từ tháng 8 đến tháng 10. Mùa khô (từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau). Số giờ nắng trung bình 2.300 đến 2.600 giờ/năm.

Địa hình: Địa hình trong vùng nói chung bằng phẳng, thấp, cao độ trung bình từ 0,5 - 1,0 m, những khu vực có cao độ mặt đất thấp (< 0,3 m), như: vùng U Minh, Trần Văn Thời, Thanh Tùng, Quách Phẩm, Nam Tân Tiến thuộc huyện Đầm Dơi. Phần lớn diện tích thuộc dạng đất ngập nước ven biển, nền đất yếu.

3. THỰC TRẠNG TÀI NGUYÊN NƯỚC

Vùng Bắc Cà Mau (bao gồm Quản Lộ - Phụng Hiệp): Nguồn nước tưới của vùng chủ yếu từ sông Hậu đổ về theo kênh xáng Quản Lộ - Phụng Hiệp, Chắc Băng với chất lượng nước tốt (nếu có cống Cái Lớn, Cái Bé, Xẻo Rô và hệ thống cống trên đê biển Kiên Giang vận hành tốt), cộng với lượng nước mưa được trữ lại đảm bảo phục vụ tưới quanh năm. Phần lớn diện tích còn lại thường bị ngập úng trong mùa mưa, độ sâu ngập từ 0,3 – 0,5 m, khu vực đất cao ven biển Tây và sông Ông Đốc ngập từ 0,2 – 0,3 m, thời gian ngập phổ biến từ 2-3 tháng.

Vùng Nam Cà Mau: Đây là vùng đất có cao trình tương đối cao so với các vùng khác trong vùng, là vùng khó khăn trong việc tìm nước ngọt trong mùa khô, diễn biến dòng chảy trong khu vực còn mang tính tự nhiên, nước chuyển từ biển Đông sang biển Tây, triều cường thường hay gây tràn bờ gây xâm nhập mặn làm thiệt hại rất lớn đến sản xuất, ảnh hưởng đến sinh hoạt, sản xuất của người dân có xu hướng ngày càng tăng.

Nguồn nước mưa: Nước mưa có chất lượng nước tốt, sử dụng cho sinh hoạt và tưới cho cây trồng. Lượng mưa năm đạt 2.360 mm.

Đặc điểm thủy văn: Chịu tác động của chế độ thủy triều biển Đông (bán nhật triều) và biển Tây (nhật triều không đều). Biên độ triều biển Đông từ 3-3,5 m (ngày triều cường), biên độ triều biển Tây từ 0,5-1 m (ngày triều cường). Sâu vào trong nội địa biên độ triều giảm khá nhanh, triều lên ngắn đi, thời gian triều xuống dài ra so với vùng cửa sông; hệ thống sông ngòi chằng chịt và mang nhiều phù xa gây bồi lắng; mặn quanh năm ở các huyện Năm Căn, Ngọc Hiển và Nam huyện Đầm Dơi, Cái Nước, Phú Tân.

Các tác nhân gây ô nhiễm nguồn nước ở Cà Mau gồm có: Nguồn nước xả thải từ sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản; nguồn nước thải công nghiệp và khu chế biến thủy sản; nguồn nước xả thải sinh hoạt từ các thành phố thị xã; nguồn nước chua phèn; nguồn nước mang mầm bệnh thủy sản.

4. THỰC TRẠNG HỆ THỐNG THỦY LỢI

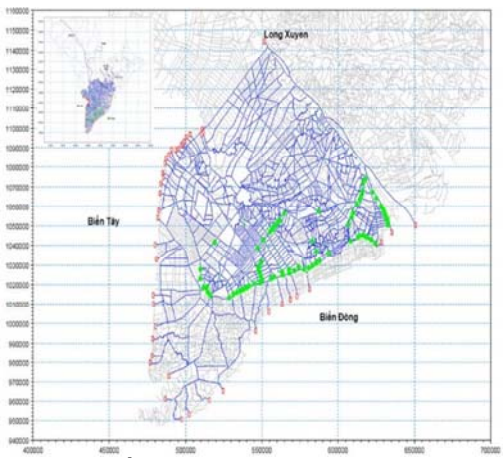
Hệ thống thủy lợi của tỉnh chưa được xây dựng đồng bộ, việc đầu tư còn dàn trải. Chưa có tiểu vùng nào được đầu tư hoàn chỉnh, dẫn đến chưa phát huy được công năng hiệu quả của các công trình đã xây dựng. Tác động của triều cường tràn bờ vẫn xảy ra hàng năm chưa có giải pháp khắc phục, gây thiệt hại rất lớn do hệ thống đê biển và các tuyến đê sông chưa được đầu tư xây dựng hoặc chưa hoàn thiện, các tuyến bờ bao nội đồng có quy mô thấp.

5. ĐÁNH GIÁ TÀI NGUYÊN NƯỚC MẶT TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH

- **Đánh giá hiện trạng:**

Giới thiệu mô hình: Mô hình thủy lực Mike11 được lược chọn để tính toán mô phỏng. Trong nghiên cứu này một số môđun chính được ứng dụng vào tính toán như: Mô đun mưa dòng chảy (RR), Mô đun thủy lực (HD), Mô đun chất tải khuếch tán (AD).

Sơ đồ mô hình: Mô hình toán thủy lực toàn vùng BĐCM được sử dụng để mô phỏng tài nguyên nước tỉnh Cà Mau.



Hình 1. Sơ đồ thủy lực vùng Bán Đảo Cà Mau

Bảng 1. Thông tin về mô hình vùng Bán Đảo Cà Mau

Stt	Thông số	Số lượng
1	Số điểm tính	12.350
2	Sông, kênh	823
3	Chiều dài mô phỏng	9.474
4	Mặt cắt	2.369
5	Biên	44
6	Công trình	153
	Tiểu lưu vực mưa	51

Biên mực nước: Gồm các trạm Long Xuyên, Mỹ Thanh, Gành Hào, Ông Đốc và Rạch Giá.

Biên mưa: Gồm 7 trạm vùng BĐCM là Long Xuyên, Cần Thơ, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Vị Thanh và Rạch Giá.

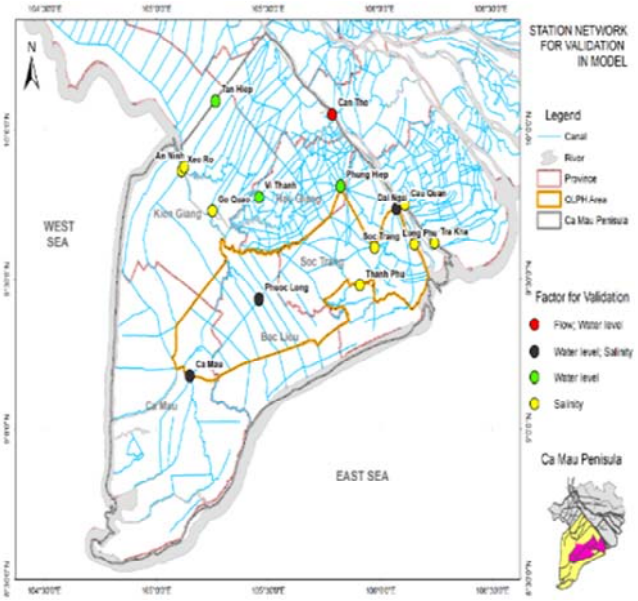
Nhu cầu nước mặn, ngọt: Số liệu sản xuất được cập nhật cho năm 2012 theo các tiểu vùng thủy lợi.

Mô hình mưa xây dựng dựa trên ô thủy lợi: Gồm 51 tiểu lưu vực.

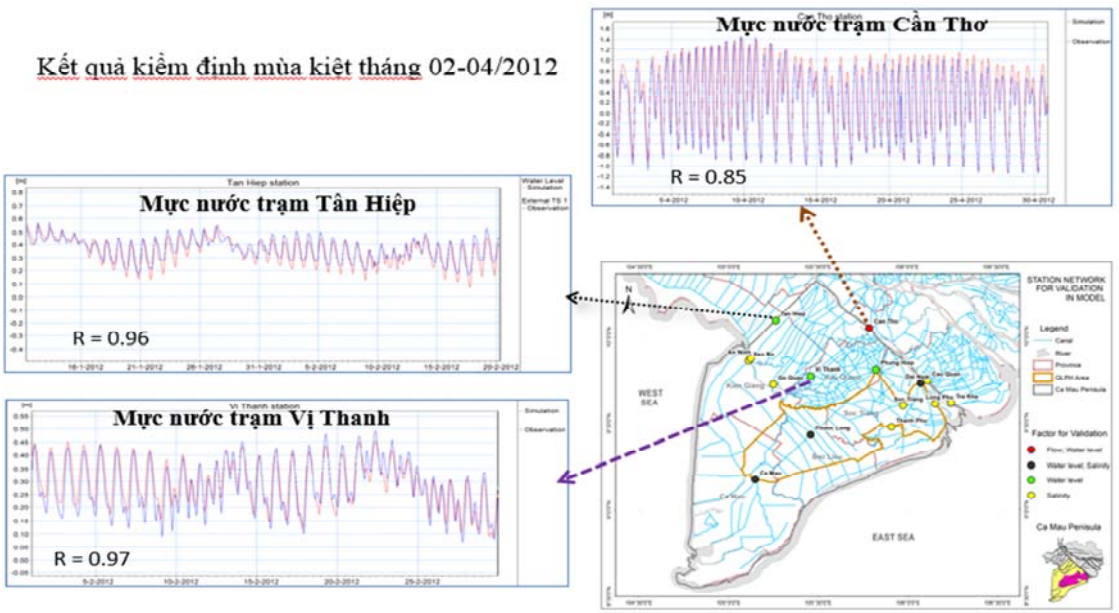
*Số liệu địa hình:*Tài liệu địa hình các mặt cắt sông kênh được sử dụng chung trong hệ thống cơ sở dữ liệu với mô hình toán toàn ĐBSCL.

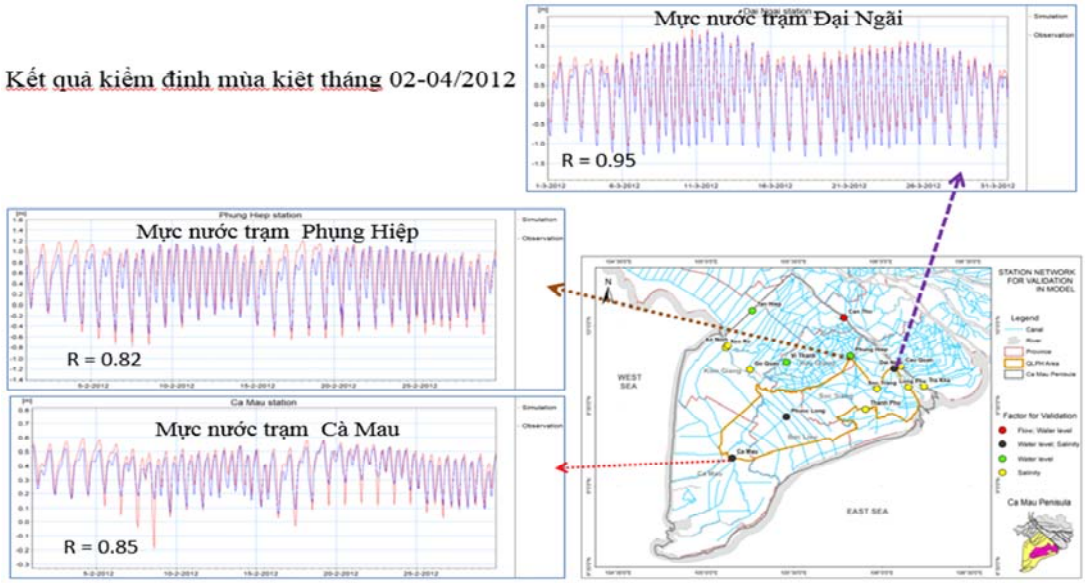
- **Hoàn nguyên và kiểm định mô hình**

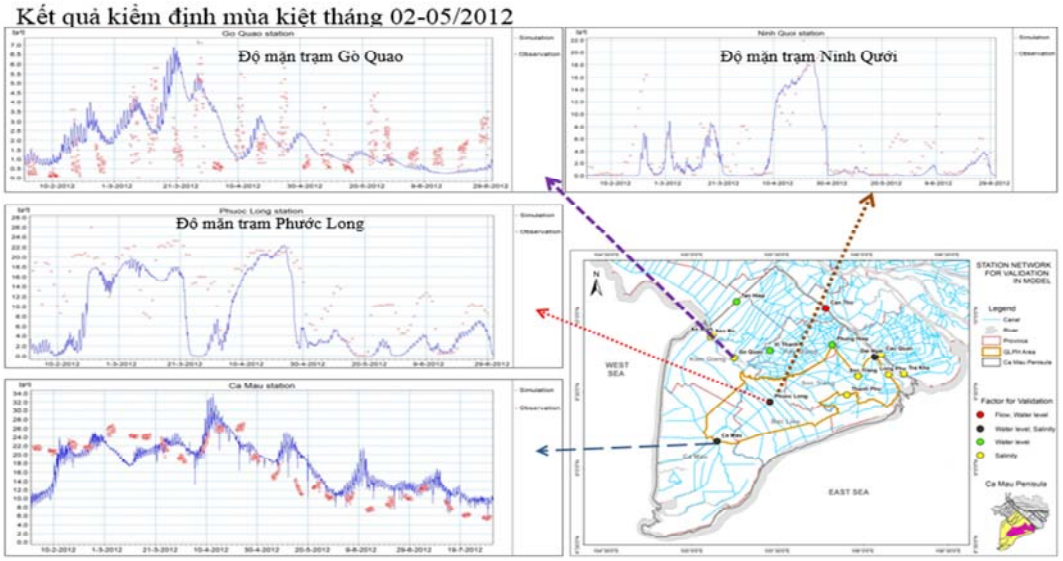
Mô phỏng năm 2008: Mô hình được tính toán từ 1/1 – 31/12/2008, các kết quả mô phỏng được trích xuất và so sánh trong mùa kiệt và mùa lũ.



Hình 2. Vị trí trạm và các đặc trưng dùng cho hiệu chỉnh và kiểm định







Đánh giá kết quả kiểm định mô hình: So sánh chuỗi số liệu mực nước thực đo và tính toán tại các trạm kiểm định trong cả mùa kiệt và mùa lũ với hệ số tương quan tốt với R>0,85. Các trạm kiểm định mặn cho thấy phù hợp về xu thế, cũng như giá trị giữa thực đo và tính toán

*Kết luận:*Mô hình phản ảnh phù hợp chế độ thủy văn, thủy lực của vùng nghiên cứu, có thể dùng mô hình dùng mô phỏng dự báo môi trường nước.

6. DỰ BÁO TÀI NGUYÊN NƯỚC CHO TỈNH CÀ MAU TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH-NBD

- **Mô tả các kịch bản dự báo tài nguyên nước**

Kịch bản dự báo tài nguyên nước tỉnh Cà Mau được xây dựng dựa vào dự báo

nguồn nước thượng lưu sông Mê Công do phát triển thượng nguồn và biến đổi khí hậu, dự báo nước biển dâng và sự điều tiết nguồn nước vùng BĐCM bằng công trình thủy lợi. Các kịch bản dự báo như sau:

Hiện trạng (HT): Hệ thống công trình thủy lợi hiện trạng năm 2015, nguồn nước mặn và ngọt ở tỉnh Cà Mau chưa chủ động điều tiết. Điều kiện biên năm 2012.

Dự báo đến năm 2020 (BĐKH2020): Hệ thống công trình thủy lợi theo dự thảo quy hoạch thủy lợi của tỉnh với phương án chọn là lên đê bao toàn tỉnh theo 18 tiểu vùng. Biến đổi khí hậu và khai thác sử dụng nước thượng lưu sông Mê Kông làm suy giảm 5% lượng dòng chảy xuống châu thổ hạ du. Mực nước biển dâng nội suy theo kịch bản BĐKH là 12 cm.

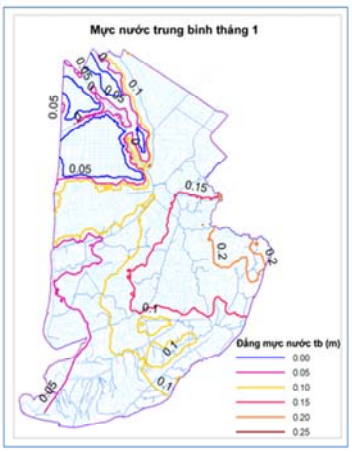
Dự báo đến năm 2030 (BĐKH2030): Hệ thống công trình thủy lợi như BĐKH2020 thượng lưu sông Mê Kông suy giảm 10% lượng dòng chảy xuống châu thổ hạ du. Mực nước biển dâng theo kịch bản BĐKH là 17 cm.

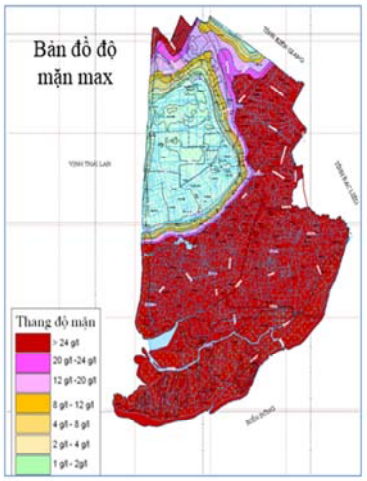
Dự báo đến năm 2050 (BĐKH2050): Hệ thống công trình thủy lợi như BĐKH2020 và thượng lưu sông Mê Kông suy giảm 15% lượng dòng chảy xuống châu thổ hạ du. Mực nước biển dâng theo kịch bản BĐKH là 30 cm. Ngoài ra xét thêm trường hợp có công trình thủy lợi kiểm soát mặn và tiếp nước ngọt vùng BĐCM được xây dựng như các cống Cái Lớn-Cái Bé, hệ thống cống dọc sông Hậu, các cống nam kênh Chắc Băng, hoàn chỉnh hệ thống đê và cống ven biển Tây (theo quyết định 1397/QĐ-TTg năm 2012).

a) Đánh giá diễn biến tài nguyên nước hiện trạng

Độ mặn TB mùa khô 10-18 g/l ở nam CM
Độ mặn TB mùa mưa 03-06 g/l ở nam CM
Độ mặn max trên 24 g/l toàn tỉnh

Mực nước TB mùa khô -0.15 đến +0.30m bắc CM





Nhìn chung độ mặn trên các trục cấp chính cho các tiểu vùng thuộc vùng Nam Cà Mau từ tháng 2÷5 là lý tưởng cho nhất việc lấy mặn nuôi tôm (10÷18 g/l). Vào các tháng 1, 6, 7, 8 độ mặn trung bình nước kênh rạch các tiểu vùng II, III, VII chỉ đạt 3÷6 g/l sẽ làm khả năng sinh trưởng của con tôm thấp. Độ mặn lớn nhất đạt mức trên 24‰ trên phạm vi hầu như toàn tỉnh, trừ vùng rừng U Minh và một phần nhỏ phía bắc Cà Mau giáp với tỉnh Kiên Giang. Khu vực sản xuất ngọt có mực nước trung bình -0,15 đến +0,30 m, vào các tháng 2÷8 là giai đoạn kiệt nhất trong năm.

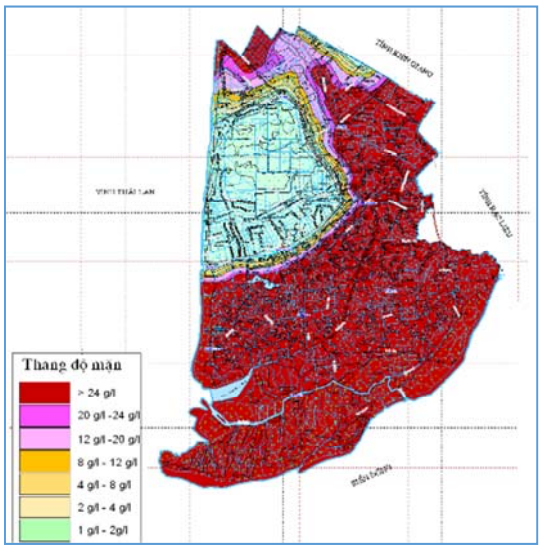
b) Dự báo tài nguyên nước và môi trường đến năm 2020

Trên sông Hậu: Nhìn chung phân bố lưu lượng các dòng chính ở các PA2020 ít thay đổi do các tác động công trình điều tiết nước hầu như không có và – nước biển dâng được xem xét như nhau tại tất cả các biên. Lưu lượng về sông Cửu Long giảm do sự sụt giảm lưu lượng thượng nguồn.

Với tác động biến đổi khí hậu – nước biển dâng độ mặn max gia tăng đáng kể từ 0,0 – 2,44 g/l so với hiện trạng, độ mặn max tăng từ 1,52 g/l lên 2,50 g/l tại cửa kênh Nàng Mau, ranh mặn 4g/l lên cao hơn từ 1 – 3 km.

Mực nước bình quân các tháng mùa kiệt dọc sông Hậu gia tăng khoảng 10 – 12 cm do ảnh hưởng của nước biển dâng (bình quân 12 cm), mực nước max tăng từ 10 – 16 cm tùy vị trí.

Xâm nhập mặn dọc sông Cái Lớn – Cái Bé khi xảy ra biến đổi khí hậu – nước biển dâng mặn max tăng từ 0 – 3,0 g/l. Toàn tỉnh Cà Mau nhìn chung độ mặn ít thay đổi, ranh giới vùng độ mặn max tăng dần về phía Bắc Cà Mau vùng giáp tỉnh Kiên Giang.

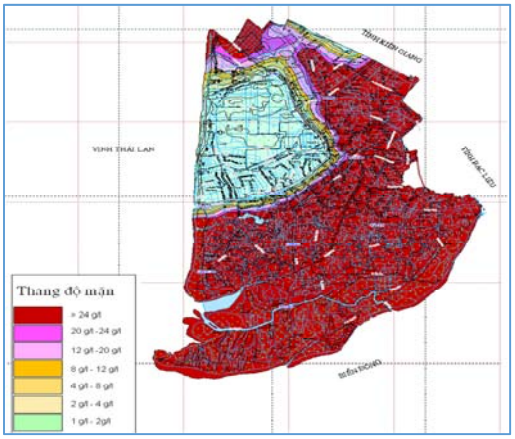


Hình 3. Bản đồ dự báo độ mặn max đến năm 2020 do BĐKH-NBD

Đối với những vùng xa nguồn nước ngọt như vùng cuối của Quản Lộ – Phụng Hiệp, vùng U Minh Hạ và U Minh Thượng thì mức độ gia tăng mực nước bình quân ở các phương án khi có biến đổi khí hậu là ít hơn (tăng từ 5 – 10 cm).

c) Dự báo tài nguyên nước và môi trường đến năm 2030

Đến năm 2030, với lưu lượng thượng nguồn giảm 10%, nước biển dâng bình quân 17 cm thì xâm nhập mặn sẽ vào sâu hơn từ 3 – 5 km (ranh mặn 4g/l) tùy từng khu vực. Tuy nhiên, cũng như trường hợp I việc kiểm soát mặn bằng công trình cống dọc sông là có thể thực hiện được. Xâm nhập mặn khu vực BĐCM và dọc sông Cái Lớn – Cái Bé khi xảy ra biến đổi khí hậu – nước biển dâng mặn max tăng từ 0 – 3,0 g/l, tuy nhiên mặn max sẽ không xâm nhập vào sâu so với hiện trạng có thể do nước từ sông Hậu dồn về nhiều hơn khi xảy ra nước biển.



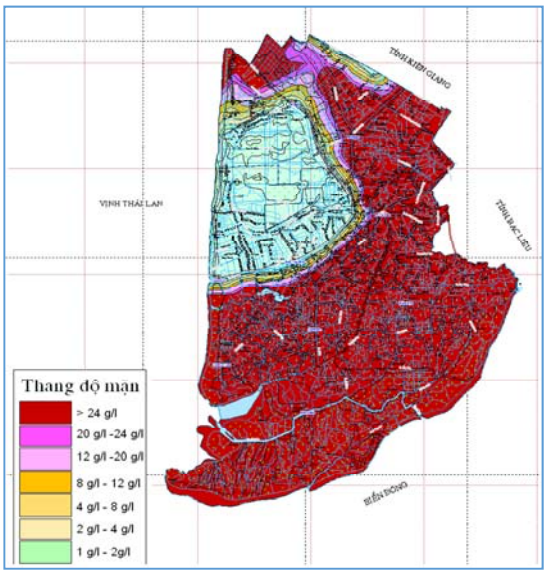
Hình 4. Bản đồ dự báo độ mặn max đến năm 2030 do BĐKH-NBD

Vùng BĐCM gia tăng mực nước max và bình quân là đáng kể (trên 10 cm), điều này sẽ thuận lợi hơn cho việc cấp nước ngọt cho sản xuất và dân sinh ở những khu vực thuận lợi nguồn nước. Đối với những vùng ngọt hóa ven biển như Quản Lộ - Phụng Hiệp,… thì khả năng thời gian không lấy được nước (hoặc hạn chế lấy nước) từ dòng chính sẽ gia tăng hơn.

d) Dự báo tài nguyên nước và môi trường đến năm 2050

Do BĐKH-NBD độ mặn max gia tăng đáng kể từ 0,0 – 6,60 g/l so với hiện tại, mặn max tăng từ 0,16 g/l lên 1,10 g/l tại Cần Thơ, ranh mặn 4g/l lên cao hơn từ 5 – 10 km. Khi có các công trình kiểm soát mặn dọc sông Hậu có xu thế tăng từ 0 – 2,85 g/l so với hiện tại và khi có cống Hàm Luông mặn max dọc sông Hậu gia tăng hơn trường hợp không có cống do dòng triều có thể từ sông Hậu bị đẩy qua sông Tiền.

Xâm nhập mặn dọc sông Cái Lớn – Cái Bé khi xảy ra biến đổi khí hậu – nước biển dâng mặn max tăng từ 0 – 4,59 g/l trên toàn tỉnh. Tuy nhiên, do thế nước từ sông Hậu về nhiều hơn nên mặn 4 g/l lại không xâm nhập vào sâu như hiện nay. Phương án có công trình vùng BĐCM và cửa sông thì mặn đã được kiểm soát triệt để.



Hình 5. Bản đồ dự báo độ mặn max đến năm 2050 do BĐKH-NBD

Xu thế diễn biến mực nước trên sông Hậu khi xảy ra biến đổi khí hậu – nước biển dâng mực nước bình quân tháng II có xu thế tăng từ 24 – 30 cm. Phương án có cống trên sông Hàm Luông và Cổ Chiên, mực nước bình quân đoạn từ Châu Đốc đến Long Xuyên có xu thế giảm (từ 1 – 8 cm).

Đối với những vùng xa nguồn nước ngọt như vùng cuối của Quản Lộ - Phụng Hiệp, vùng U Minh Hạ và U Minh Thượng thì mức độ gia tăng mực nước bình quân từ 13 – 29 cm khá thuận lợi cho cấp nước.

7. ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP

- **Giải pháp công trình:** Hoàn chỉnh hệ thống công trình kiểm soát mặn, lợ, ngọt nhằm đáp ứng khả năng phục vụ của hệ thống công trình thủy lợi, trong khai thác, sử dụng tài nguyên nước cho phù hợp với thực tế.

Về cấp trữ và cấp nước cho sinh hoạt: Trữ nước mưa từ các hộ dân bằng cách xây các bể chứa nhỏ, ao trữ nhỏ dưới 2.000 m^3 có thể dùng trong 2 - 3 tháng cho 3 hoặc 4 hộ , tận dụng lu vại cho các hộ. Bổ sung các công trình kiểm soát nguồn nước đầu các sông kênh, cải tạo các diện tích mặt nước làm hồ chứa nước.

Về cấp nước nước ngọt cho sản xuất: Tăng cường trữ ngọt bằng cách lợi dụng các đoạn sông kênh ít có phương tiện đi lại hoặc kênh cụt, đắp đập tạm 2 đầu, nạo vét gia cố dùng để chứa nước mưa cuối mùa mưa hay nước mặt. Đối với Bắc Cà Mau tiếp tục hoàn thiện ô bao để có thể giữ nước ngọt trên hiện trạng kênh mương phục vụ cho sinh hoạt và sản xuất.

Về cấp nước nước mặn cho nuôi trồng thủy sản: Cấp thoát riêng biệt theo mặt bằng là xây dựng kênh cấp riêng và kênh thoát riêng đến từng ao của khu nuôi. Mô hình này thường áp dụng trong các khu nuôi công nghiệp của doanh nghiệp.

• **Giải pháp phi công trình:** Theo dõi chặt chẽ diễn biến hạn-mặn trên toàn đồng bằng và ngay tại địa phương để có biện pháp phòng chống hiệu quả.

Ở vùng ven biển, đan xen lúa-tôm cần có kế hoạch đóng mở cống hợp lý, kiểm soát ranh mặn, có biện pháp kịp thời trong khống chế và ngăn chặn nước ô nhiễm do nuôi trồng thủy sản.

Tăng khả năng trữ, cấp nước ngọt cho vùng mặn, dự báo nguồn nước, xây dựng mô hình tiết kiệm nguồn nước.

Đối với hệ thống thủy lợi liên tỉnh, các tỉnh cần thống nhất phối hợp vận hành hệ thống để tránh xảy ra tình trạng tranh chấp trong việc sử dụng nguồn nước.

Chuyển dịch cơ cấu cây trồng, nghiên cứu chọn lựa cho ra các loại giống thích nghi hạn, mặn, bố trí thời vụ hợp lý để giảm lượng nước tưới mùa kiệt và thực thi tiết kiệm nước.

Tuyên truyền, giáo dục pháp luật về bảo vệ môi trường, tài nguyên nước; xây dựng chiến lược liên vùng, liên ngành trong khai thác, bảo vệ tài nguyên nước.

8. KẾT LUẬN

Tài nguyên nước của tỉnh Cà Mau ngày càng chịu nhiều sức ép từ phát triển kinh tế, từ khai thác ở thượng nguồn, gia tăng dân số, đô thị hóa, phát triển công nghiệp và nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản có chiều hướng ngày càng gia tăng.

Việc khai thác quá mức nước từ thượng lưu và tác động của biến đổi khí hậu-nước biển gây bất lợi đến chế độ thủy lực ở hạ lưu. Đặc biệt các hồ chứa ở thượng lưu tích nước vào đầu tháng 2, tháng 3, khi ở hạ lưu là thời điểm cần nước, nó có tác động tiêu cực đến lịch canh tác ở hạ lưu gây tiêu cực cho đến chế độ dòng chảy, trong mùa mưa thì có sự lệch pha dòng chảy làm ảnh hưởng gây ngập úng, nước biển dâng là tác nhân cho mặn xâm nhập theo không gian và thời gian, đối với tỉnh Cà Mau.

Theo Dự báo tài nguyên nước và môi trường đến năm 2020; 2030, 2050 do tác động của BĐKH-NBD mức độ gia tăng mực nước bình quân từ 5÷10 cm; 13÷17 cm, 13÷29 cm kết hợp với hoạt động khai thác nước từ thượng nguồn, diện tích bị nhiễm mặn có thể lên đến gần 20% tác động rất lớn đến sản xuất nông nghiệp cũng như sinh hoạt của người dân khu vực.

Hiện trạng cơ sở hạ tầng Tài nguyên nước, còn chưa đáp ứng sự phát triển kinh tế xã hội hiện nay. Việc khai thác tài nguyên thời gian qua còn nhiều bất cập, lãng phí,

chưa chú ý đến yếu tố bảo vệ để sử dụng lâu dài. Cần chủ động ứng phó với tình trạng thiếu nước ngọt hiện nay, có kế hoạch phòng chống cạn kiệt, suy thoái nguồn nước (hạn, mặn). Vận hành đóng các cửa cống để trữ ngọt; tận dụng các hệ thống công trình có khả năng lấy ngọt khi có điều kiện; đắp các đập tạm để ngăn mặn trữ ngọt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viện KHTLMN (2015), Quy hoạch thủy lợi tỉnh Cà Mau đến năm 2020.
2. Viện QHTLMN (2009), Quy hoạch tài nguyên nước Bán đảo Cà Mau.
3. Viện QHTLMN (2015), Quy hoạch tổng thể thủy lợi ĐBSCL trong điều kiện BĐKH &NBD-Báo cáo chuyên đề khí tượng thủy văn.
4. UBND tỉnh Cà Mau (2016), Điều chỉnh QHTT phát triển KTXH tỉnh Cà Mau đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030.
5. Sở TNMT Cà Mau (2016), Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Cà Mau giai đoạn 2011-2015.
6. Cty TNHH MTV Nước & MT Bình Minh, Dự án xây dựng kế hoạch cải tạo, xử lý một số đoạn kênh trong nội ô TP Cà Mau bị ô nhiễm kéo dài.
7. Niên giám thông kê tỉnh Cà Mau năm 2015.
8. Niên giám thông kê của các huyện trên địa bàn tỉnh Cà Mau năm 2014.

Người phản biện: PGS. TS. Lương Văn Thanh

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM XÂY DỰNG ĐƯỜNG ĐẶC TRƯNG ẨM CỦA ĐẤT (PF) PHỤC VỤ XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ TƯỚI HỢP LÝ CHO CÂY TRỒNG CẠN TẠI VÙNG KHÔ HẠN NAM TRUNG BỘ

THE EXPERIMENTAL STUDY ON ESTABLISHMENT OF THE SOIL WATER RETENTION CURVES (pF) IN ORDER TO DETERMINE SUITABLE IRRIGATION SCHEDULE FOR DRY CROPS AT THE DROUGHTY REGION OF THE SOUTH CENTRAL VIETNAM

ThS. Trần Thái Hùng, PGS. TS . Võ Khắc Trí, GS. TS. Lê Sâm

TÓM TẮT

Nghiên cứu thực nghiệm xây dựng đường đặc trưng ẩm của đất (pF) tại vùng khô hạn Nam Trung Bộ cho kết quả tương quan khá chặt chẽ (R^2 từ 0,96÷0,99). Kết quả tính toán khả năng trữ nước của đất cho thấy, tỷ lệ giữa lượng trữ nước tích lũy hữu dụng so với lượng trữ nước tích lũy ở điểm thủy dung trong đất tương đối cao, từ 56,91% (tầng đất 0÷10 cm) đến 64,64% (tầng đất 0÷60 cm); lượng nước dễ hữu dụng của một số cây trồng cạn, trong đó ba loại cây với bộ rễ hoạt động 0÷40 cm thì cây nho có lượng nước dễ hữu dụng thấp nhất, lần lượt kế đến là thanh long và mía, cây táo với bộ rễ hoạt động 0÷60 cm có lượng nước dễ hữu dụng ở mức trung bình, riêng hành, tỏi và các loại rau với bộ rễ hoạt động 0÷20 hoặc 30 cm có lượng nước dễ hữu dụng khá thấp. Các kết quả thực nghiệm và tính toán này rất quan trọng, để ứng dụng xác định động thái ẩm của đất phục vụ thiết lập chế độ tưới hợp lý cho các loại cây trồng cạn phổ biến tại vùng khô hạn Nam Trung Bộ.

***Từ khóa:** Cây trồng cạn, đường đặc trưng ẩm (pF), lượng nước hữu dụng, lượng nước dễ hữu dụng, vùng khô hạn.*

ABSTRACT

The correlation result of the experimental research on establisment of the soil water retention curves (pF) at the droughty region of the South Central Vietnam has been closely (R^2 from 0,96÷0,99). The calculated results of soil water capacity show that the rate of total available soil water compared with field capacity is fairly high, from 56,91% (layer 0÷10cm) to 64,64% (layer 0÷60cm); Readily available soil water (RAW) of some dry crops are as follows: with active roots from 0÷40cm, RAW of vine is the smallest, the next are in turn dragon and sugar-cane, RAW of jujubetree with active roots from 0÷60cm is medium, RAW of onion, garlic and vegetables with active roots from 0÷20 or 30cm are fairly small. These calculated and experimental results are very important in order to apply in determining soil moisture process for establishment of suitable irrigation schedule for popular dry crops at the droughty region of the South Central Vietnam.

***Keywords:** Available soil water, Droughty region, Dry crops, Readily available soil water, Soil water retention curves (pF).*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đường đặc trưng ẩm (pF - Retention curve) là một đặc tính cơ bản và quan trọng của tính chất đất – nước, sử dụng đường đặc trưng ẩm đã tăng độ chính xác trong việc chuẩn đoán nhu cầu nước, vừa tiết kiệm nước tưới, vừa nâng cao năng suất cây trồng, vì trong quá trình canh tác sẽ xác định được mức tưới ứng với độ ẩm đất hợp lý, đồng thời có thể xác định được lượng nước tổn thất do truyền ẩm xuống tầng đất sâu trong trường hợp độ ẩm đất vượt quá độ ẩm tối đa đồng ruộng. Vì vậy, các nghiên cứu có liên quan đến tính chất của nước trong đất đều ứng dụng nó [1], [2], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [12], [13], [16].

Trong điều kiện đất ở trạng thái chưa bão hòa, tại cùng một giá trị độ ẩm, các loại đất khác nhau thì áp lực ẩm của chúng cũng khác nhau. Do đó, đường đặc trưng ẩm của mỗi loại đất được xây dựng để biểu thị mối liên quan giữa độ ẩm và áp lực ẩm của loại đất đó. Cho đến nay, có 3 phương pháp để xây dựng đường đặc trưng ẩm: phương pháp lý thuyết [9], [12], [16], phương pháp thực nghiệm [1], [2], [5], [6], [7] và phương pháp bán thực nghiệm [8], [10], [13].

Vùng khô hạn thuộc hai tỉnh Bình Thuận và Ninh Thuận có diện tích đất canh tác khá lớn với đặc trưng thổ nhưỡng tương đối giống nhau (đất cát mịn) (Ninh Thuận khoảng 10.807 ha, Bình Thuận khoảng 117.487 ha) [3]. Hiện nay, người dân đang canh tác nho, táo, thanh long, mía, rau (măng tây, cà tím, cà chua, hành, tỏi, ớt, đậu phộng)... tại các vùng đất này, việc tưới nước cho các loại cây trồng chủ yếu bằng phương pháp tưới truyền thống rất lãng phí nước. Ngay cả trong trường hợp khu vực canh tác được lắp đặt hệ thống tưới tiết kiệm nước (tưới nhỏ giọt, tưới phun mưa) thì cũng vẫn xảy ra tình trạng lãng phí nước tưới [15] do người dân chưa có thông tin về chế độ tưới (chu kỳ, lượng nước và thời gian tưới) đối với từng loại cây trồng, đặc biệt là lượng nước dễ hữu dụng trong đất để cây trồng có thể sử dụng được. Vì vậy, việc nghiên cứu thực nghiệm xác định đường đặc trưng ẩm (pF) và lượng nước dễ hữu dụng của đất là rất cần thiết, giúp phục vụ nghiên cứu chế độ tưới tiết kiệm nước hợp lý cho cây trồng cạn và nâng cao hiệu quả sử dụng nước, đặc biệt là đối với vùng khô hạn.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT, MỤC TIÊU, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết

a) Đường đặc trưng ẩm của đất (pF)

Theo tác giả Brook & Corey (1966) [9], áp lực hút ẩm thực tế, ψ, như sau:

$$S_e = \left(\frac{\psi}{\psi_a}\right)^{-\lambda} \quad (1)$$

Trong đó: ψ_a: Áp lực khe rỗng; λ: Chỉ số phân bố kích thước lỗ rỗng

Độ bão hòa nước hữu ích, S_e, được xác định như sau:

$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \quad (2)$$

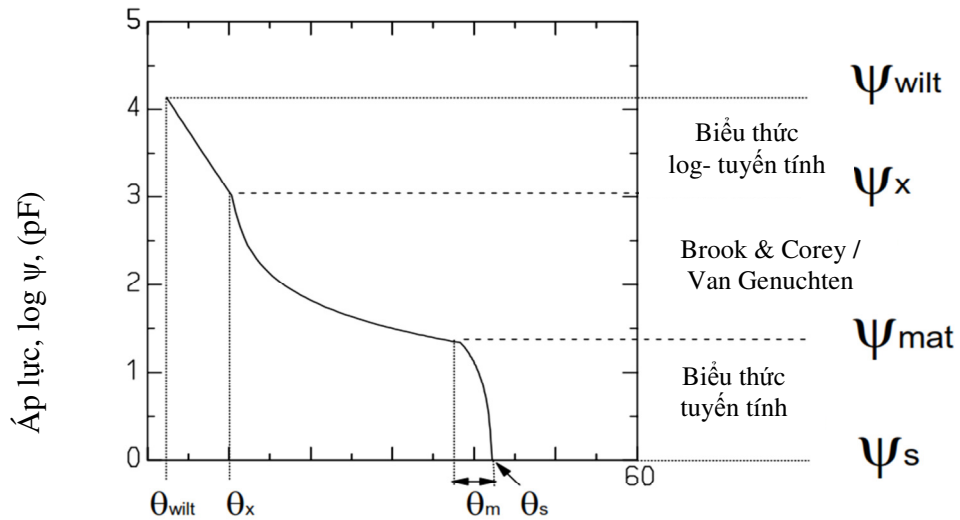
Trong đó: θ_s: Độ rỗng; θ_r: Độ ẩm dư; θ: Độ ẩm thực tế

Theo tác giả Van Genuchten (1980) [16], hàm số đặc trưng hút ẩm như sau:

$$S_e = \frac{1}{(1+(\alpha\psi)^{gn})^{gm}} \quad (3)$$

Trong đó: α, g_n và g_m: Các hệ số thực nghiệm.

Phương trình (1) và (3) được làm phù hợp chỉ với các dữ liệu tương ứng những áp lực ở phía dưới giá trị điểm ngưỡng ψ_x (minh họa trong hình 1).



Hình 1. Biểu thị 3 biểu thức khác nhau của đường đặc trưng ẩm dùng trong các phạm vi khác nhau của đất cát. Giá trị pF tương đương với logarit của áp lực hút nước ψ, biểu thị bằng cm

Quan hệ giữa độ ẩm và áp lực phía trên điểm ngưỡng này được giả định là logarit.

$$\frac{\log\left(\frac{\psi}{\psi_x}\right)}{\log\left(\frac{\psi_{wilt}}{\psi_x}\right)} = \frac{\theta_x - \theta}{\theta_x - \theta_{wilt}} \qquad \psi_x < \psi < \psi_{wilt} \quad (4)$$

Trong đó: θ_x: Độ ẩm tại điểm áp lực ngưỡng vào ψ_x;

θ_{wilt}: Độ ẩm tại điểm cây héo, giá trị áp lực 15.848 cm cột nước, ψ_{wilt}.

Ở đoạn gần tới bão hòa, từ θ_s tới θ_m, một biểu thức tuyến tính được dùng mô tả sự tương quan giữa độ ẩm (θ) và áp lực nước (ψ).

$$\psi = \psi_{mat} - \frac{(\theta - \theta_s + \theta_m)}{\theta_m}\psi_{mat} \qquad \psi_s < \psi < \psi_{mat} \quad (5)$$

Trong đó: ψ_{mat}: Áp lực tương ứng độ ẩm θ_s - θ_m;

b) Trữ lượng nước hữu dụng của đất và lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng

Theo FAO [11], khả năng trữ nước hữu dụng trong đất được tính toán giữa hàm lượng nước trữ ở điều kiện thủy dung ngoài đồng (Field capacity) và tại điểm héo (Wilting point). Như vậy, trữ lượng nước hữu dụng AW (Available Soil Water) trong tầng đất ở độ sâu dz như sau:

$$AW = 1000\left(\theta_{fc} - \theta_{wp}\right) * dz = 1000\theta_{asw} * dz \quad \text{(mm)} \qquad (6)$$

Trong đó: AW: Trữ lượng nước hữu dụng trong đất ở độ sâu dz (mm).

θ_{asw}: Hàm lượng nước (ẩm độ) hữu dụng (m^3/m^3 hay cm^3/cm^3).

θ_{fc}: Hàm lượng nước (ẩm độ) tại điểm thủy dung (m^3/m^3 hay cm^3/cm^3).

θ_{wp}: Hàm lượng nước (ẩm độ) tại điểm héo (m^3/m^3 hay cm^3/cm^3).

dz: Độ dày của tầng đất nghiên cứu (m).

Tổng trữ lượng nước hữu dụng của các tầng đất được tính toán như sau:

$$TAW = \sum_1^n AW_{(i)} = 1000 \sum_1^n \theta_{asw(i)} * dz_i \quad \text{(mm)} \qquad (7)$$

Trong đó: i = 1 → n: số gia của độ sâu tầng đất.

TAW (Total Available Soil Water): Tổng trữ lượng nước hữu dụng của đất ở độ sâu dz (mm).

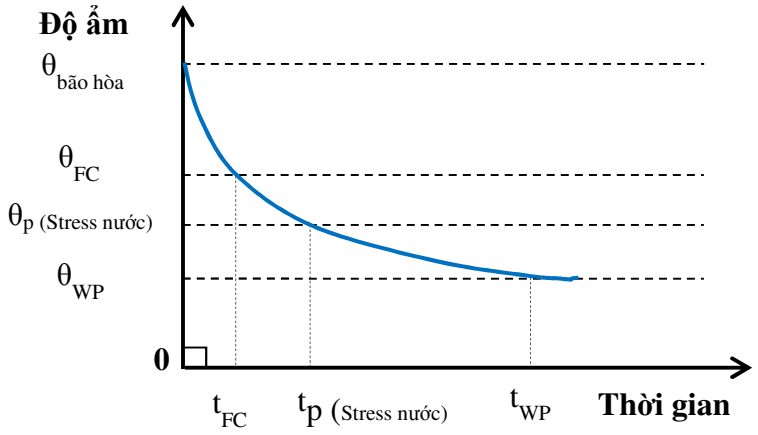
Về mặt lý thuyết, rễ cây có thể hút nước từ khi đất được tưới tới khi độ ẩm đất giảm xuống điểm héo của cây, tuy nhiên khi hàm lượng nước trong đất giảm, các lực hút nước của đất tăng lên sẽ làm cho rễ cây khó hút được nước trong đất. Tới 1 điểm ngưỡng, mặc dù chịu một lực hút của các rễ cây nhưng nước trong đất vẫn khó vận chuyển đủ nhanh về phía gốc cây (khu vực bộ rễ hoạt động) để đáp ứng nhu cầu nước phục vụ quang hợp của cây. Có thể gọi điểm ngưỡng này là điểm strees nước của cây (hay điểm thấp nhất của giới hạn độ ẩm tối ưu cho cây trồng), khi độ ẩm đất giảm xuống dưới giá trị điểm này (θ_{Stress}) sẽ gây tác động lớn tới sự tăng trưởng và phát triển cây trồng, làm giảm năng suất và chất lượng sản phẩm.

Áp dụng hệ số p phản ánh hiện tượng bốc thoát hơi nước thực tế (ETa) không nhỏ hơn bốc thoát hơi nước cực đại (ETm) để tính lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng RAW (Readily Available Soil Water). Hệ số p càng cao thì lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng càng lớn (gọi độ ẩm tại điểm p tương ứng là θ_p hay θ_{Stress}). Giá trị p tùy thuộc vào loại cây trồng, các giai đoạn phát triển khác nhau của cây trồng, độ lớn của sự bốc thoát hơi nước tối đa và sa cấu đất.

$$RAW = p * TAW \quad \text{(mm)} \qquad (8)$$

Trong đó: RAW: Lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng ở độ sâu dz (mm).

p: Hệ số bình quân của tổng lượng nước hữu dụng trong đất giúp cây có thể hút dễ dàng.



Hình 2. Biểu đồ diễn biến độ ẩm của đất

Ghi chú:

- t_{FC}: Thời gian để giá trị độ ẩm đất giảm từ điểm bão hòa xuống điểm thủy dung;

- t_{WP}: Thời gian để giá trị độ ẩm đất giảm từ điểm bão hòa xuống điểm héo;

2.2. Mục tiêu nghiên cứu

Xây dựng đường đặc trưng ẩm (pF) và xác định độ ẩm dễ hữu dụng của đất giúp phục vụ nghiên cứu chế độ tưới tiết kiệm nước hợp lý cho cây trồng cạn và nâng cao hiệu quả sử dụng nước, đặc biệt là đối với vùng khan hiếm nước (vùng khô hạn).

2.3. Nội dung nghiên cứu

Mô tả phẫu diện đất;

Lấy mẫu đất hiện trường và thí nghiệm các chỉ tiêu cơ, lý và hóa tính của đất trong phòng;

Thí nghiệm nén ép mẫu trong thiết bị đo áp lực hút nước của đất;

Xây dựng đường đặc trưng ẩm (pF), xác định trữ lượng nước hữu dụng tích lũy của đất và lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng.

2.4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Tiếp cận lý thuyết và thực tiễn một cách toàn diện, kế thừa chọn lọc các nghiên cứu liên quan;

Thí nghiệm trên đồng ruộng và trong phòng, phân tích các chỉ tiêu cơ lý đất theo TCVN và chất lượng đất theo phương pháp phân tích đất của Lê Văn Khoa [4];

Phương pháp tương quan để xác định mối quan hệ giữa độ ẩm đất và áp lực ẩm, bằng cách lấy mẫu đất hiện trường sử dụng bình hút chân không với các áp lực hút khác nhau để xác định các điểm của đường cong đặc trưng ẩm thực nghiệm;

Tổng hợp, xử lý và phân tích kết quả thực nghiệm. Thiết lập đường đặc trưng ẩm của đất phục vụ xây dựng chế độ tưới thích hợp cho cây trồng làm cơ sở nhân rộng phạm vi ứng dụng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mô tả phẫu diện đất và kiểm tra các đặc tính lý - hóa của đất

a) Mô tả phẫu diện đất

Đào phẫu diện và mô tả các tầng đất tại 2 khu vực: trồng cây và không trồng cây với độ sâu phẫu diện từ 0-60 cm.

Bảng 1. Mô tả phẫu diện đất từ 0 ÷ 60cm.

TT	Tên tầng	Khu vực không trồng cây		Khu vực trồng cây	
		Độ sâu (cm)	Đặc điểm tầng đất	Độ sâu (cm)	Đặc điểm tầng đất
1	Tầng 1	0 ÷ 1,5	Đất cát mịn có màu xám nâu, trong đất có lẫn một ít mùn cỏ, tơi xốp.	0 ÷ 2,0	Đất cát mịn có màu xám nâu, trong đất có lẫn một ít mùn cỏ và cây nho, phân bò khô đã tơi rã, đất tơi xốp.
2	Tầng 2	1,5 ÷ 20	Đất cát mịn có màu xám nâu, trong đất có rễ cỏ cây, tơi xốp giảm so với tầng đất mặt.	2 ÷ 20	Đất cát mịn có màu xám nâu, trong đất có rễ cỏ và cây nho lá, tơi xốp giảm so với tầng đất mặt.
3	Tầng 3	20 ÷ 40	Đất cát mịn có màu xám vàng, trong đất không lẫn rễ cỏ cây, đất chặt hơn so với tầng đất 0÷20 cm.	20 ÷ 40	Đất cát mịn có màu xám vàng, trong đất có rễ cây nho lá ăn sâu, đất chặt hơn so với tầng đất 0÷20 cm.
4	Tầng 4	40 ÷ 60	Đất cát mịn có màu xám vàng, trong đất không lẫn rễ cỏ cây, đất chặt hơn so với tầng đất 0÷40 cm.	40 ÷ 60	Đất cát mịn có màu xám vàng, trong đất không lẫn rễ cây, đất chặt hơn so với tầng đất 0÷40 cm.



Hình 3. Phẫu diện đất khu vực không trồng cây và trồng cây

b) Các đặc tính lý - hóa của đất

Theo chú dẫn bản đồ đất tỉnh Bình Thuận [3], đất khu vực thực nghiệm là loại đất cát biển đã sử dụng, có tính chua (Dystri Haplic Arenosols÷ARh.d theo phân loại của FAO/UNESCO). Các chỉ tiêu vật lý đất được phân tích trong phòng thí nghiệm bao gồm: dung trọng sử dụng ống lấy mẫu hình trụ (ring), sa cấu đất được phân tích theo phương pháp ống hút Robinson và được phân cấp theo USDA/Soil Taxonomy [14]. Kết quả phân tích các chỉ tiêu cơ lý của đất cho thấy sa cấu đất là cát mịn, tơi xốp, giúp rễ cây hút nước và ôxy dễ dàng. Các chỉ tiêu hóa tính của đất như sau: tầng đất mặt (0÷10 cm) bị chua nặng, 2 tầng có độ sâu 20÷40 cm và 40÷60 cm thuộc nhóm đất rất chua; hàm lượng chất hữu cơ (hàm lượng mùn) tầng 0÷10 cm ở cấp độ nghèo, 2 tầng còn lại ở cấp độ rất nghèo; các yếu tố đạm tổng số và dễ tiêu, lân và kali tổng số trong cả 3 tầng đất thuộc cấp độ rất nghèo, lượng lân và kali dễ tiêu ở mức trung bình, trong tầng đất mặt (0÷20 cm) cao hơn 2 tầng đất phía dưới [4]. Hàm lượng các chất N, P, K trong tầng đất 0÷20 cm cao hơn 2 tầng phía dưới được xác định do phân bón cho cây trồng còn tồn dư. Song song với chế độ tưới để duy trì độ ẩm thường xuyên, cần bón bổ sung vôi, phân hữu cơ và thúc bằng phân N-P-K hợp lý nhằm cải tạo đất và cung cấp chất dinh dưỡng cho cây, đảm bảo ổn định và tăng năng suất cây trồng.

Bảng 2. Kết quả phân tích lý tính của mẫu đất

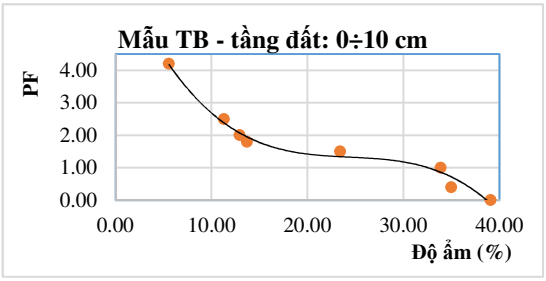
Lớp đất (cm)	Phân tích thành phần hạt								Đặc tính vật lý					
	Cát (%)					Bụi (%)		Sét (%)	Dung trọng		Tỷ trọng	Độ bão hòa	Độ rỗng	Chỉ số rỗng
	Trung bình		Mịn			Thô	Mịn		Ướt	Khô				
	2,0 ÷ 0,85	0,85 ÷ 0,425	0,425 ÷ 0,25	0,25 ÷0,106	0,106 ÷ 0,075	0,075 ÷ 0,01	0,01 ÷0,005	< 0,005	gw (g/cm^3)	gd (g/cm^3)	D	S (%)	n (%)	e_o
0÷20		4,30	47,60	41,50	1,70	0,40	0,50	4,00	1,60	1,56	2,65	8,86	40,99	0,69
20÷40		3,50	47,40	36,10	6,40	0,50	0,50	5,60	1,56	1,51	2,63	13,30	42,70	0,75
40÷60		3,80	48,20	35,20	6,10	0,46	0,50	5,74	1,68	1,62	2,64	15,70	38,66	0,63

Bảng 3. Kết quả phân tích hóa tính của mẫu đất

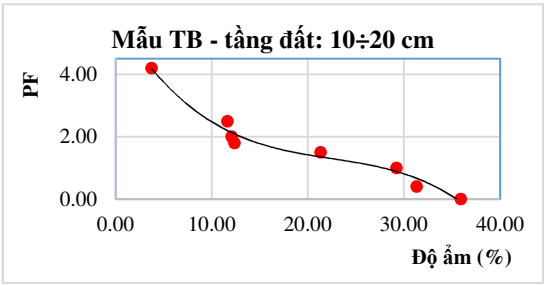
Lớp đất (cm)	pH_{H2O} (1:5)	pH_{KCl} (1:5)	TSMT	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe_{TS}	K_20 dt	N dt	P_2O_5 dt	$Al^{3+}+H^+$	N_{TS}	P_2O_5 ts	K_20 ts	Mùn
			mg/100g									*meq/100g*	%			
0÷20	4,88	4,15	61,0	8,6	23,6	13,2	4,3	14,2	12,1	0,94	29,6	5,7	0,06	0,05	0,32	1,04
20÷40	4,15	3,75	17,5	2,1	4,5	3,2	2,9	8,9	7,5	0,86	7,5	6,9	0,03	0,02	0,18	0,63
40÷60	4,02	3,58	16,2	2,0	4,3	3,0	2,6	8,2	6,1	0,78	6,4	7,0	0,02	0,01	0,12	0,47

3.2. Đường cong đặc trưng ẩm (đường đặc tính nước của đất - pF)

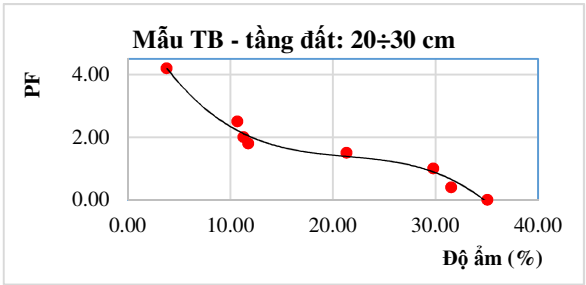
Ứng dụng mô hình của Van Genuchten (1980) [16] thiết lập đường đặc trưng ẩm (đường cong pF) của phẫu diện đất canh tác để ứng dụng trong việc xác định động thái ẩm đất theo không gian và thời gian. Kết quả đường cong được biểu diễn theo tỷ lệ logarit giữa thủy lực h (kPa) và hàm lượng nước thể tích (cm^3/cm^3), sự tương quan là khá chặt chẽ (hệ số tương quan R^2 từ 0,96÷0,99). Đường đặc trưng ẩm (pF) của 6 tầng đất được xác định là điển hình cho loại đất có sa cấu cát mịn với hình dáng của các đường cong khá đồng nhất và có độ dốc ngang.



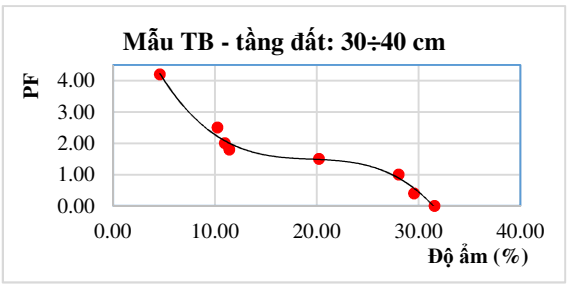
$H = -0{,}0004w^3 + 0{,}0284w^2 - 0{,}7069w + 7{,}3072$
$R^2 = 0{,}9835$



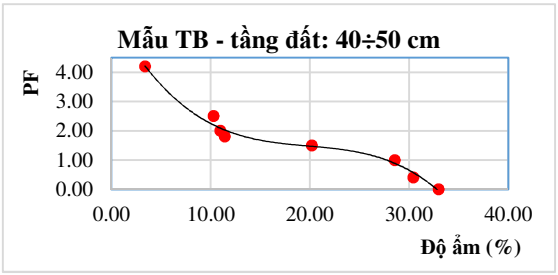
$H = -0{,}0003w^3 + 0{,}0206w^2 - 0{,}5106w + 5{,}8261$
$R^2 = 0{,}9747$



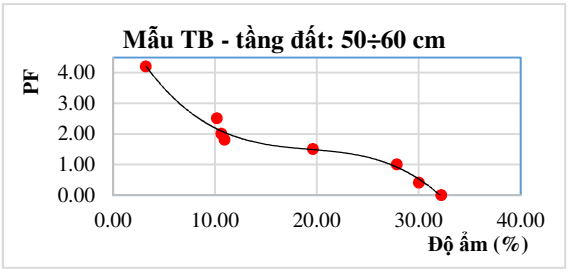
$H = -0{,}0004w^3 + 0{,}0271w^2 - 0{,}6098w + 6{,}1498$
$R^2 = 0{,}9794$



$H = -0{,}0008w^3 + 0{,}045w^2 - 0{,}8891w + 7{,}4391$
$R^2 = 0{,}9861$



$H = -0{,}0005w^3 + 0{,}0301w^2 - 0{,}6266w + 6{,}0099$
$R^2 = 0{,}9838$



$H = -0{,}0005w^3 + 0{,}0316w^2 - 0{,}6382w + 5{,}962$
$R^2 = 0{,}9828$

Hình 4. Biểu đồ đường đặc trưng ẩm theo các tầng đất

3.3. Hàm lượng nước trong đất ở điểm bão hòa, điểm thủy dung và điểm héo

Khả năng trữ nước của đất chịu ảnh hưởng bởi trạng thái tự nhiên của khối đất, sa cấu, cấu trúc và chất hữu cơ trong đất. Tầng đất mặt (0÷10 cm) có hàm lượng nước thể tích cao nhất ở giá trị pF0 đến giá trị pF2, hàm lượng nước của các tầng đất bên dưới tầng mặt giảm dần, thấp nhất là tầng đất ở độ sâu từ 50÷60 cm, điều này được lý giải rằng do hàm lượng chất hữu cơ ở tầng mặt cao hơn các tầng đất bên dưới và đất càng nằm dưới sâu càng bị nén chặt.

Tầng đất 0÷10 cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 37,8÷40,8%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,7÷15,2%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 4,29÷6,26%TT;

Tầng đất 10÷20 cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 33,2÷38,6%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,8÷13,3%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 3,48÷4,28%TT;

Tầng đất 20÷30 cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 33,4÷36,3%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,7÷15,2%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 4,29÷6,26%TT;

Tầng đất 30÷40 cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 30,6÷33,6%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,3÷11,8%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 3,14÷5,38%TT;

Tầng đất 40÷50 cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 30,9÷34,9%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,7÷11,4%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 3,26÷3,56%TT;

Tầng đất 50÷60 cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 30,3÷33,5%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,4÷10,9%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 3,19÷3,29%TT;

Bảng 4. Kết quả đo (trung bình các mẫu đất) đường cong lực giữ nước trong đất (pF)

STT	Lực	Ẩm độ thể tích (%) tại							
	h (pF)	0,0	0,4	1,0	1,5	1,8	2,0	2,5	4,2
	h (cm)	0,0	2,5	10,0	31,6	63,1	100,0	316,2	15848,9
	h (bar)	0,0	0,002	0,010	0,031	0,062	0,098	0,310	15,543
	Độ sâu (cm)	Đo trên hộp cát (Sand Box)						Đo trên pF Box	
1	0÷10	39,10	35,00	33,90	23,40	13,70	12,93	11,30	5,57
2	10÷20	35,93	31,33	29,23	21,33	12,40	12,10	11,67	3,76
3	20÷30	35,10	31,57	29,80	21,33	11,77	11,30	10,70	3,82
4	30÷40	31,60	29,57	28,07	20,23	11,43	11,00	10,27	4,61
5	40÷50	33,00	30,43	28,57	20,20	11,43	10,97	10,30	3,39
6	50÷60	32,23	30,03	27,87	19,63	10,97	10,63	10,20	3,23



Hình 5. Thí nghiệm xác định áp lực hút nước của đất

3.4. Khả năng trữ nước hữu dụng của đất và lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng

a) Lượng trữ nước hữu dụng của đất

Kết quả tính toán cho thấy khả năng trữ nước hữu dụng của đất cao nhất ở tầng đất 10÷20 cm là 8,34 mm và thấp nhất ở tầng đất 30÷40 cm là 6,39 mm, tầng đất mặt 0÷10 cm là 7,36 mm, các tầng đất 20÷30 cm và 40÷60 cm ở mức trung bình. Như vậy, tỷ lệ lượng nước cây trồng không sử dụng được của các tầng đất từ 30÷45% lượng trữ nước ở điểm thủy dung.

Đối với tầng đất 0÷20 cm (cho những cây trồng có bộ rễ hoạt động ngắn), tổng lượng nước tích lũy ở điểm thủy dung là 25,03 mm, tổng lượng nước hữu dụng 15,70 mm (chiếm 62,73% lượng trữ nước ở điểm thủy dung). Đối với tầng đất 0÷40 cm, tổng lượng nước tích lũy ở điểm thủy dung là 47,33 mm, tổng lượng nước hữu dụng 29,58 mm (chiếm 62,49% lượng trữ nước ở điểm thủy dung). Trong cả tầng đất thực nghiệm 0÷60 cm, tổng lượng nước tích lũy ở điểm thủy dung là 68,93 mm, tổng lượng nước hữu dụng là 44,56 mm (chiếm 64,64% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung).

Bảng 5. Trữ lượng nước hữu dụng của đất

Tầng đất	Độ sâu (cm)	dz (mm)	θ_{fc} (cm^3/cm^3)	W_{fc} (mm nước)	TW_{fc} (mm nước)	θ_{wp} (cm^3/cm^3)	W_{wp} (mm nước)	TW_{wp} (mm nước)	θ_{asw} (cm^3/cm^3)	AW (mm nước)	TAW (mm nước)	$\theta_{70\%FC}$ (cm^3/cm^3)	$W_{70\%FC}$ (mm nước)
(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*	*(5)*	*(6)*	*(7)*	*(8)*	*(9)*	*(10)*	*(11)*	*(12)*	*(13)*	*(14)*
1	0 ÷ 10	100	0,1293	12,93	12,93	0,0557	5,6	5,57	0,0736	7,36	7,36	0,0905	9,05
2	10 ÷ 20	100	0,1210	12,10	25,03	0,0376	3,8	9,33	0,0834	8,34	15,70	0,0847	8,47
3	20 ÷ 30	100	0,1130	11,30	36,33	0,0382	3,8	13,15	0,0748	7,48	23,19	0,0791	7,91
4	30 ÷ 40	100	0,1100	11,00	47,33	0,0461	4,6	17,76	0,0639	6,39	29,58	0,0770	7,70
5	40 ÷ 50	100	0,1097	10,97	58,30	0,0339	3,4	21,14	0,0758	7,58	37,16	0,0768	7,68
6	50 ÷ 60	100	0,1063	10,63	68,93	0,0323	3,2	24,37	0,0740	7,40	44,56	0,0744	7,44

Ghi chú:

- *W_{fc}: Lượng nước trong đất ở điểm thủy dung;*
- *TW_{fc}: Tổng lượng nước tích lũy trong đất ở điểm thủy dung;*
- *W_{wp}: Lượng nước trong đất ở điểm héo;*
- *TW_{wp}: Tổng lượng nước tích lũy trong đất ở điểm héo;*
- *$\theta_{70\%FC}$: Ẩm độ của đất ở điểm 70 % FC.*
- *$W_{70\%FC}$: Lượng nước trong đất ở điểm 70 % FC.*

b) Lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng cạn

Vùng khan hiếm nước (vùng khô hạn) hai tỉnh Bình Thuận và Ninh Thuận với đặc điểm khí tượng bốc thoát hơi nước ETc khá lớn, thổ nhưỡng có sa cấu chủ yếu là đất cát. Các loại cây trồng cạn chủ yếu gồm: nho, thanh long, táo, rau màu (măng tây, cà tím, cà chua, hành, tỏi, ớt, đậu phộng, sắn, ngô)... Lựa chọn hệ số p tương ứng với một số cây trồng cạn có giá trị kinh tế cao hoặc được trồng phổ biến trong vùng [11] để tính toán lượng nước dễ hữu dụng cho cây, hệ số p của các cây: Nho: 0,35; thanh long: 0,6 (là cây thuộc họ xương rồng chịu hạn tốt); táo: 0,5 (giống chiết cành có bộ rễ hoạt động trong tầng đất từ 0÷60 cm); mía: 0,65; các loại rau: 0,4; hành, tỏi: 0,3.

Bảng 6. Lượng nước dễ hữu dụng của đất cho một số cây trồng cạn chính vùng khô hạn

Loại cây trồng	Độ sâu (cm)	θasw (cm^3/cm^3)	AW (mm nước)	Hệ số P	θ_{RAW} (cm^3/cm^3)	RAW (mm nước)	TRAW (mm nước)	So sánh TRAW/ TWfc (%)	θp (cm^3/cm^3)	Wp (mm nước)	TWp (mm nước)	So sánh $\theta p/\theta_{fc}$ (%)
(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*	*(5)*	*(6)*	*(7)*	*(8)*	*(9)*	*(10)*	*(11)*	*(12)*	*(13)*
Cây nho	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,35	0,0258	2,58	2,58	19,92	0,1036	10,36	10,36	80,08
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,35	0,0292	2,92	5,50	21,96	0,0918	9,18	19,54	75,87
	20 ÷ 30	0,0748	7,48	0,35	0,0262	2,62	8,12	22,34	0,0868	8,68	28,22	76,82
	30 ÷ 40	0,0639	6,39	0,35	0,0224	2,24	10,35	21,87	0,0876	8,76	36,98	79,67
Cây Thanh Long	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,60	0,0442	4,42	4,42	34,14	0,0852	8,52	8,52	65,86
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,60	0,0501	5,01	9,42	37,64	0,0709	7,09	15,61	58,63
	20 ÷ 30	0,0748	7,48	0,60	0,0449	4,49	13,91	38,29	0,0681	6,81	22,42	60,27
	30 ÷ 40	0,0639	6,39	0,60	0,0383	3,83	17,75	37,49	0,0717	7,17	29,59	65,15
Táo (giống chiết cành)	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,50	0,0368	3,68	3,68	28,45	0,0925	9,25	9,25	71,55
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,50	0,0417	4,17	7,85	31,36	0,0793	7,93	17,18	65,52
	20 ÷ 30	0,0748	7,48	0,50	0,0374	3,74	11,59	31,91	0,0756	7,56	24,74	66,89
	30 ÷ 40	0,0639	6,39	0,50	0,0320	3,20	14,79	31,24	0,0781	7,81	32,55	70,95
	40 ÷ 50	0,0758	7,58	0,50	0,0379	3,79	18,58	31,87	0,0718	7,18	39,72	65,44
	50 ÷ 60	0,0740	7,40	0,50	0,0370	3,70	22,28	32,32	0,0693	6,93	46,65	65,19
Mía	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,65	0,0478	4,78	4,78	36,99	0,0815	8,15	8,15	63,01
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,65	0,0542	5,42	10,21	40,77	0,0668	6,68	14,83	55,18
	20 ÷ 30	0,0748	7,48	0,65	0,0486	4,86	15,07	41,48	0,0644	6,44	21,26	56,95
	30 ÷ 40	0,0639	6,39	0,65	0,0415	4,15	19,22	40,62	0,0685	6,85	28,11	62,24
Rau (măng tây, cà tím, cà chua...)	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,40	0,0294	2,94	2,94	22,76	0,0999	9,99	9,99	77,24
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,40	0,0334	3,34	6,28	25,09	0,0876	8,76	18,75	72,42
	20 ÷ 30	0,0748	7,48	0,40	0,0299	2,99	9,27	25,53	0,0831	8,31	27,06	73,51
Hành, tỏi	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,30	0,0221	2,21	2,21	17,07	0,1073	10,73	10,73	82,93
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,30	0,0250	2,50	4,71	18,82	0,0960	9,60	20,32	79,31

Ghi chú:

- θ_{RAW}: Ẩm độ dễ hữu dụng cho cây trồng;
- θp: Ẩm độ của đất ở điểm Stress nước;
- RAW: Lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng;
- TRAW: Tổng lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng;
- Wp: Lượng nước trong đất ở điểm Stress nước.
- TWp: Tổng lượng nước tích lũy ở điểm Stress nước.

Kết quả tính toán cho thấy: Đối với **cây nho**, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷40 cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 10,35 mm (chiếm 35,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 21,87% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước 0,0876 cm^3/cm^3 hay 8,76%TT; cây **thanh long**, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷40 cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 17,75 mm (chiếm 60,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 37,49% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước 0,0717 cm^3/cm^3 hay 7,17%TT; **cây táo**, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷60 cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 22,28 mm (chiếm 50,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 32,32% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước 0,0693 cm^3/cm^3 hay 6,93%TT; **cây mía**, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷40 cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 19,22 mm (chiếm 65,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 40,62% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước 0,0685 cm^3/cm^3 hay 6,85%TT; **cây rau (các loại)**, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷30 cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 9,27 mm (chiếm 40,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 25,53% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước 0,0831

cm^3/cm^3 hay 8,31%TT; **cây hành tỏi**, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷20 cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 4,71mm (chiếm 30,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 18,82% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước từ 0,096 cm^3/cm^3 hay 9,6%TT.

4. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích các chỉ tiêu cơ lý của đất cho thấy sa cấu đất là cát mịn, tơi xốp, giúp rễ cây hút nước và ôxy dễ dàng. Đất thuộc nhóm đất rất chua và nghèo chất dinh dưỡng. Cần duy trì độ ẩm thường xuyên, bón bổ sung vôi, phân hữu cơ và thúc bằng phân N-P-K hợp lý nhằm cải tạo đất và cung cấp chất dinh dưỡng cho cây, đảm bảo ổn định và tăng năng suất cây trồng.

Kết quả nghiên cứu thiết lập đường đặc trưng ẩm (đường cong pF) của phẫu diện đất canh tác vùng khan hiếm nước (vùng khô hạn) tỉnh Bình Thuận có sự tương quan khá chặt chẽ (hệ số tương quan R^2 từ 0,96÷0,99), hình dáng của các đường cong khá đồng nhất điển hình cho loại đất có sa cấu cát mịn, khả năng trữ nước của đất thấp, tuy nhiên lượng trữ nước hữu dụng trong đất so với lượng trữ nước ở điểm thủy dung cao, từ 56,91% (tầng đất 0÷10 cm) đến 64,64% (tầng đất 50÷60 cm).

Kết quả tính toán lượng nước dễ hữu dụng chỉ ra rằng, trong ba loại cây (cây nho, thanh long và mía) có bộ rễ hoạt động 0÷40 cm thì cây nho có lượng nước dễ hữu dụng thấp nhất, kế đến lần lượt là thanh long và mía. Cây táo, bộ rễ hoạt động 0÷60 cm, có lượng nước dễ hữu dụng ở mức trung bình, riêng hành tỏi và các loại rau có bộ rễ hoạt động không sâu (từ 0÷30 cm), lượng nước dễ hữu dụng khá thấp, nên rất dễ xảy ra tình trạng cây trồng bị thiếu nước nếu không được tưới thường xuyên.

Như vậy, đối với mỗi loại cây trồng tại vùng đất này, khi độ ẩm đất giảm tới điểm ngưỡng P (điểm stress nước của cây trồng), cần tưới ngay nước cho cây để đảm bảo cây phát triển tốt và cho năng suất cao. Trong điều kiện nguồn nước khô hạn, có thể để độ ẩm đất giảm xuống mức 65÷70% độ ẩm thủy dung, nhưng không nên kéo dài thời gian mà cần tưới nước ngay để tránh cho cây bị suy kiệt và khó hồi phục về trạng thái ban đầu.

Các kết quả thực nghiệm và tính toán này rất quan trọng, giúp xây dựng luận cứ xác định chế độ tưới hợp lý cho cây trồng, nâng cao hiệu quả sử dụng nước và giúp cây trồng phát triển tốt đảm bảo hiệu quả và chất lượng sản phẩm theo yêu cầu sản xuất.

Để ứng dụng phương pháp nghiên cứu và kết quả tính toán này cho các loại cây lâu năm (công nghiệp và ăn quả) như: điều, cà phê, ca cao, xoài, mít, nhãn, na (mãng cầu)..., kiến nghị cần xây dựng bổ sung thêm đường đặc trưng ẩm của tầng đất, từ độ sâu 60 cm xuống tới độ sâu bằng 85-90% bộ rễ hoạt động của cây, để tính toán lượng nước hữu dụng và lượng nước dễ hữu dụng, phục vụ xác định chế độ tưới thích hợp cho cây trồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Tất Cảnh. (1999). Nghiên cứu mô hình mô phỏng động thái ẩm đất và chuẩn đoán nhu cầu tưới cho ngô và đậu tương trên đất bạc màu Đông Anh và phù sa sông Hồng Gia

Lâm. Luận án tiến sỹ Nông nghiệp.

2. Nguyễn Văn Dung. (1999). Nghiên cứu lượng nước cần và nhu cầu nước tưới cho cây trồng thuộc hệ thống tưới La Khê – Hà Tây vùng đồng bằng sông Hồng. Luận án tiến sỹ Nông nghiệp.
3. Phạm Quang Khánh và cs. (2003). Báo cáo chú dẫn bản đồ đất tỉnh Bình Thuận. Chương trình "Điều tra bổ sung, chỉnh lý, xây dựng bản đồ đất phục vụ công tác quy hoạch Nông - Lâm nghiệp và thủy lợi cấp tỉnh Vùng Đông Nam bộ. Dự án cấp tỉnh.
4. Lê Văn Khoa, Nguyễn Xuân Cự, Lê Đức, Trần Khắc Hiệp, Cái Văn Tranh (1996). Phương pháp phân tích đất, nước, phân bón và cây trồng. Nhà xuất bản Giáo Dục.
5. Trần Viết Ổn. (2002). Đường đặc trưng ẩm của một số loại đất chính của Việt Nam và ứng dụng của nó. Luận án tiến sỹ kỹ thuật.
6. Trần Kông Tấu. (1971). Những lực hút nước của đất, sự chuyển vận của độ ẩm đất và mức độ hữu hiệu của chúng đối với cây trồng. Luận án PTS Sinh vật học, Chuyên ngành Thổ nhưỡng.
7. Võ Khắc Trí (2002). Nghiên cứu sự chuyển vận của nước và chất hòa tan trong đất phèn Đồng Tháp Mười. Luận án tiến sỹ kỹ thuật.
8. Arya L.M. and Paris J.F. (1981). A Physic Empirical Model to Predict the Soil Moisture Characteristics from Particle Size Distribution and Bulk Density Data. Journal of Soil Sci. Soc. Am., Vol 45, p1023-1030.
9. Brooks, R.H.; Corey, A.T. (1966). Properties of porous media affecting fluid flow. J. Irrig. Drainage Div. 72(IR2), 61–88.
10. De Jong R., Campbell C.A., and Nicolaichuk W. (1983). Water retention equations and their relationship to soil organic matter and particle size distribution por distubed samples. Canadian Journal of Soil Sci., Vol 63, p291-302.
11. FAO/UNESCO/ISRIC. (1991). Revised Legend.
12. Haverkamp R. and Parlange J.Y. (1986). Prediction the water-retetion curve from particle-size distribution: sandy soil without organic matter. The Journal on Soil and Soil Plant Problems, Vol 142 (6).
13. Rawls W.J., and Brakensiek D.L. (1998). Estimating soil water characteristics from soil properties. Journal of Irrigation and Drainage Div., ASCE, Vol 108 (IR2), p166-171.
14. Soil survey staff. (1998). Keys to soil taxonomy. Eight edition. United State Department of Agriculture and Natural Resources Conservation service. USA.
15. Thai Hung Tran , Khac Tri Vo , Sam Le. (2016). Research on Infiltration Spread in Soil of Drip Irrigation Technique for Grape Leaves at the Water Scarce Region of Vietnam. International Journal of Agricultural Science and Technology (IJAST). DEStech Publications, Inc. USA. Vol 4, No. 2 – August 2016, pp. 45-54.
16. Van Genuchten, M.T. (1980). A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44, 892–898.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Ân Niên

DIỄN BIẾN NGẬP LŨ ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG THEO MỘT SỐ KỊCH BẢN BAO ĐÊ

Tăng Đức Thắng, Vũ Quang Trung, Phạm Văn Giáp, Nguyễn Thanh Hải và Nguyễn Văn Hoạt

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, đê bao bờ bao đã được phát triển mạnh mẽ trên Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nhằm chủ động hơn cho sản xuất. Việc phát triển đê bao bờ bao triệt để trong thời gian qua không ít trường hợp đã nằm ngoài quy hoạch, và có thể để lại những tác động tiêu cực và chiều hướng này vẫn có thể tiếp tục diễn ra trong tương lai. Bài báo này sẽ khảo cứu chế độ ngập trên Đồng bằng ứng với các phương án (PA) bao đê khác nhau, từ đó rút ra các kết luận phục vụ cho xây dựng định hướng bao đê thích hợp cho tương lai. Một số kết luận quang trọng đáng chú ý là việc bao đê vùng ngập sâu gần Vĩnh Tế, Sở Thượng, Cái Cỏ, Long Khốt cần cân nhắc kỹ do tác động gây gia tăng mực nước đáng kể cho các vùng này và các vùng lân cận.

Từ khóa: ***Lũ 2011, đê bao, tỷ lệ bao đê, lưu lượng, mực nước, tính hợp lý.***

ABSTRACT

Ring dikes have been beeeing developed in the Mekong delta, which create more advantages for agricultural production in flood season. However dikes also make disadvantages to outside region, for example increasing flood water level. The change of flood regime resulting from dikes is complicated, depending on ratio and location of dykes in the delta. This paper will present some results on flood regime change according to ratio of diked area, and some discussion will be given.

Keywords: ***2011 flood, dykes, ratio of diked area, discharge, flood water level, rationality.***

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, việc sản xuất lúa Thu Đông đang liên tục phát triển và đang dần trở thành một vụ chính ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL).

Việc bao đê trên vùng ngập lũ đồng bằng có tác động làm thay đổi chế độ thủy lực mùa lũ trên đồng bằng, thường là rất phức tạp [1], [2], [4], [5], [6], [7], [8]. Cho đến nay đã có một số nghiên cứu về vấn đề này, tuy vậy các kịch bản bao đê vẫn còn khá hẹp và thường chưa theo kịp thực tế, việc phát triển đê bao đã vượt ra ngoài những kịch bản này. Do vậy, việc nghiên cứu tác động của việc bao đê với những tỷ lệ bao (so với diện tích vùng ngập lũ) khác nhau để lường trước các tác động và định hướng trước những giải pháp phát triển vùng bao đê và biện pháp ứng xử khi xảy ra sự cố các vùng bao là rất cần thiết. Đây cũng là vấn đề chính cần giải quyết trong bài báo này.

Đê bao bờ bao vùng lũ ĐBSCL là một vấn đề lớn, phức tạp. Bài báo này là một phần trong vấn đề đó, được thiết kế đi liền và có liên quan chặt chẽ với hai vấn đề đã được trình bày trong [4], [5]. Do vậy, trong bài này, một số nội dung quan trọng chỉ nhắc lại và xin đọc giả tham khảo trong [4], [5].

2. CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP, CÔNG CỤ VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU

2.1. Cách tiếp cận, phương pháp và công cụ nghiên cứu

Không gian nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, không gian nghiên cứu là lưu vực Mê Kông, vùng trực tiếp là Châu thổ Mê Kông (từ Kratie ra biển, có kết nối với lưu vực Đồng Nai) và chi tiết hóa cho vùng ĐBSCL (cũng vẫn có kết nối với lưu vực Đồng Nai), chi tiết không gian nghiên cứu xem [5] và Hình 1.

Yếu tố thủy văn, khí tượng

Các yếu tố khí tượng thủy văn trong nghiên cứu này bao gồm dòng chảy lũ ở đầu châu thổ, điều kiện khí tượng thủy văn (mưa, bốc hơi,...) trong vùng châu thổ và mực nước triều ven biển.

Nghiên cứu cũng khảo sát cho trận lũ lớn 2011 và các điều kiện cũng trong năm thủy văn đó. Chi tiết xin tham khảo [5]. Các kịch bản khí tượng thủy văn khác liên quan đến phát triển thượng lưu và biến đổi khí hậu-nước biển dâng (BĐKH-NBD) sẽ được xem xét trong nghiên cứu tiếp theo.

Hạ tầng trên vùng nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, các loại hạ tầng có tác động chính đến lũ sẽ được xem xét, như đường giao thông vùng ngập lũ, các tuyến đê ven sông,... Tác động của các loại hạ tầng này đã được nêu chi tiết ở [5].

Trong nghiên cứu này, với mục tiêu đánh giá được ảnh hưởng của của đê bao vùng lũ đến chế độ thủy lực trên ĐBSCL, nên việc xem xét các kịch bản bao đê sẽ được tập trung xem xét.

Phương pháp nghiên cứu và công cụ nghiên cứu

Có hai phương pháp nghiên cứu chính đã được sử dụng trong nghiên cứu này: (1) Khảo cứu thực tế; và (2) Mô phỏng dựa vào mô hình toán (phương pháp mô hình toán).

Phương pháp khảo cứu thực tế chủ yếu là thu thập số liệu về hiện trạng đê bao và vận hành các công trình thực tế và các xu hướng bao đê để chủ động sản xuất ở ĐBSCL. Phương pháp mô hình toán sử dụng ở đây là các mô hình thủy văn - dòng chảy (MIKE-NAM) và mô hình thủy động lực dòng chảy 1 chiều MIKE11. Ngoài ra các phần mềm GIS trợ giúp diễn tả thông tin không gian (ARCGIS,...) cũng được sử dụng.

2.2. Số liệu

Nghiên cứu này sử dụng các số liệu về địa hình, khí tượng thủy hải văn liên quan đến bài toán lũ. các nguồn số liệu chính gồm: Ủy hội Mê Kông Quốc tế (MRC), các cơ quan trong nước, các địa phương, đặc biệt là số liệu khảo cứu của Đề tài cấp nhà nước

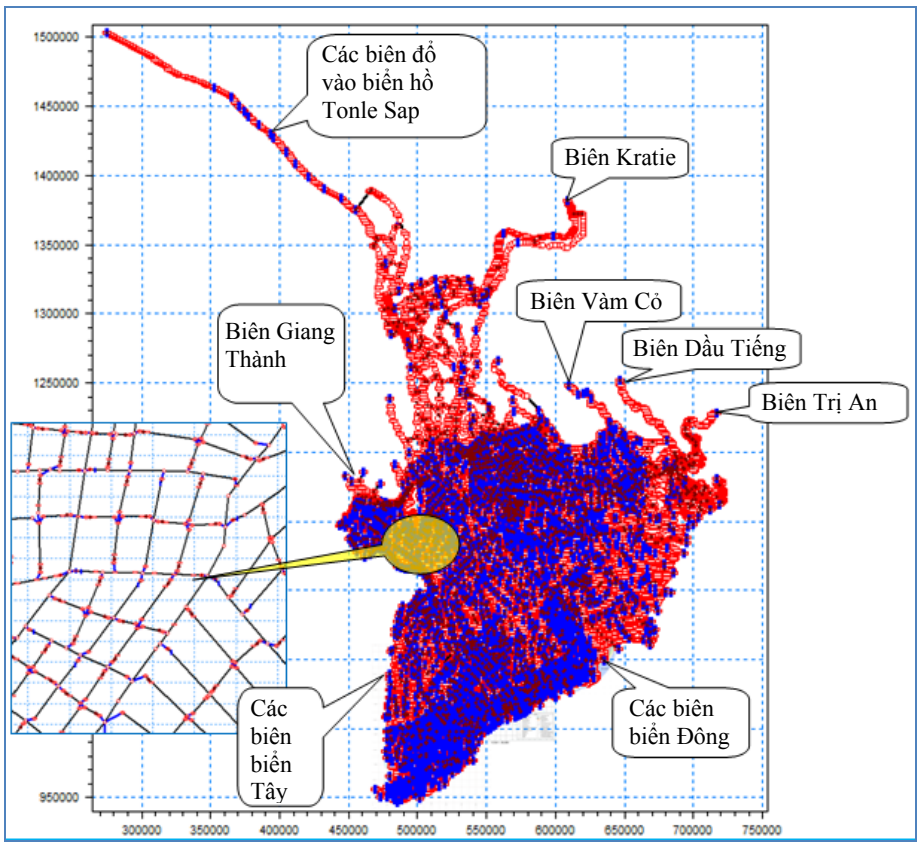
ĐTĐL.T12-T/25. Bộ số liệu vừa có tính pháp lý và cập nhật, có độ tin cậy tốt đủ đáp ứng cho việc xây dựng mô hình toán, xây dựng các kịch bản phát triển hạ tầng.

Hầu hết các số liệu trên đã được chuẩn hóa theo các tiêu chuẩn Quốc tế (chuẩn tài liệu của MRC) và tiêu chuẩn Việt Nam. Tuy vậy, cũng còn một số loại số liệu, nhất là số liệu về hiện trạng đê bao, bờ bao vẫn còn nhiều điểm chưa cập nhật được (do không có số liệu).

2.3. Xây dựng mô hình toán lũ

Mô hình thủy động lực châu thổ Mê Kông đã được xây dựng dựa trên phần mềm MIKE11, theo bài toán một chiều mở rộng $1D^{++}$ (các ô chứa được mô phỏng là các kênh lũ với các cửa thoát phù hợp địa hình và tuyến bao đê thực tế, miêu tả động lực gần giống với bài toán 2 chiều ngang). Biên trên của mô hình tại Kratie (Campuchia) và biên giới là biển, có kết nối những lưu vực lân cận như Đồng Nai và Giang Thành (Tây-Bắc Tứ giác Long Xuyên (TGLX)), Hình 1, và chi tiết về mô hình được trình bày trong [5].

Mô hình đã được cân chỉnh (lũ 2011) và kiểm định (2013) với độ tin cậy cao, phản ảnh tốt bản chất thủy động lực của Đồng bằng dưới tác động của các yếu tố địa hình thay đổi phức tạp. Chi tiết về mô hình được trình bày trong [5].



Hình 1. Sơ đồ mô hình thủy lực lũ Châu thổ Mê Kông
Nguồn: Tăng Đức Thắng và nnk, [5]

3. MỘT SỐ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

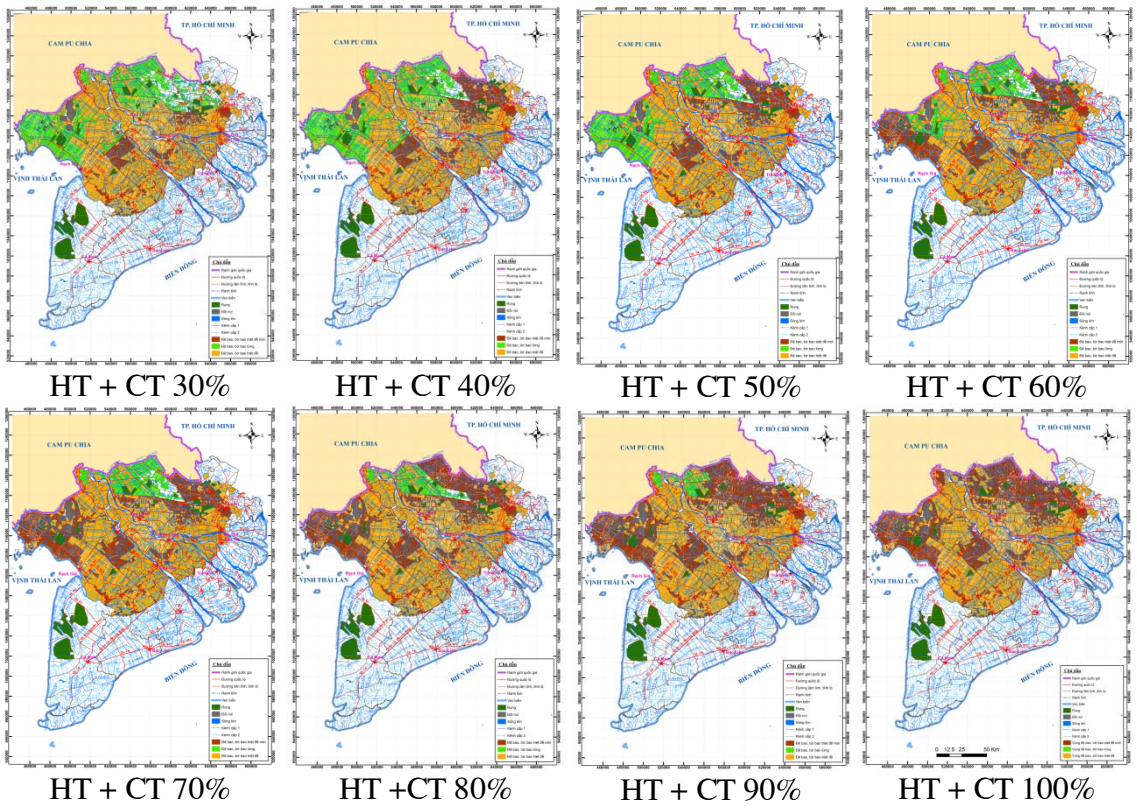
3.1. Các phương án bao đê trên ĐBSCL

Với mục tiêu của nghiên cứu này là khảo cứu tác động của một số phương án bao đê đến chế độ thủy lực trên Đồng bằng, do đó các phương án bao đê sẽ được phát triển dần từ mức hiện trạng 2015 đến mức bao toàn bộ trên Đồng bằng, theo đó 8 phương án đã được thiết lập, chi tiết xem Hình 2 và Bảng 1. Các PA sẽ được xây dựng theo hướng bao dần từ vùng ngập nông lấn dần lên vùng ngập sâu. Đây cũng chỉ mới là một số PA bao sơ bộ, với mục đích xem xét tác động gây ngập lũ của hệ thống đê, còn mức độ hợp lý của PA bao còn chưa được xem xét trong nghiên cứu này.

Bảng 1. Các kịch bản bao đê trên ĐBSCL

TT	Tên phương án	Miêu tả phương án
1	HT + CT30%	- Hiện trạng đê bao các tỉnh năm 2015; - Bao đê triệt để thêm toàn tỉnh Tiền Giang, Hậu Giang, Vĩnh Long, phía Nam kênh Cái Sắn của TP Cần Thơ và Kiên Giang.
2	HT + CT40%	- Đê bao phương án HT + CT 3 (xem Hình 2); - Bao đê triệt để thêm huyện Thạnh Hóa, phía Nam kênh Dương Văn Dương của huyện Tân Thạnh - Long An, phía Đông quốc lộ 62 của huyện Mộc Hóa.
3	HT + CT50%	- Đê bao phương án HT + CT 40% (xem Hình 2); - Bao đê triệt để thêm phía Bắc kênh Cái Sắn của tỉnh Cần Thơ, phía Nam kênh Đồng Tiến của tỉnh Đồng Tháp.
4	HT + CT60%	- Đê bao phương án HT + CT 50%, (xem Hình 2); - Bao đê triệt để thêm phần còn lại chưa bao của tỉnh Kiên Giang.
5	HT + CT70%	- Đê bao phương án HT + CT 60%; - Bao đê triệt để thêm phần còn lại chưa bao thuộc vùng Tứ giác Long Xuyên của tỉnh An Giang.
6	HT + CT80%	- Đê bao phương án HT + CT 70% (xem Hình 2); - Bao đê triệt để thêm phía Đông Bắc kênh 79 của tỉnh Long An.
7	HT + CT90%	- Đê bao phương án HT + CT 80% (xem Hình 2); - Bao đê triệt để thêm phần còn lại chưa bao triệt để của huyện Tân Hưng - Long An, huyện Tháp Mười - Đồng Tháp, phía Đông kênh Ranh Tràm huyện Tam Nông - Đồng Tháp.
8	HT + CT100%	- Bao đê triệt để hoàn toàn vùng chịu ảnh hưởng lũ, (xem Hình 2).

Ghi chú: Các tỷ lệ bao đê trong bảng (30%,...) là tính với số diện tích còn lại chưa bao so với hiện trạng 2015, và các tỷ lệ đó chỉ là ước tính.



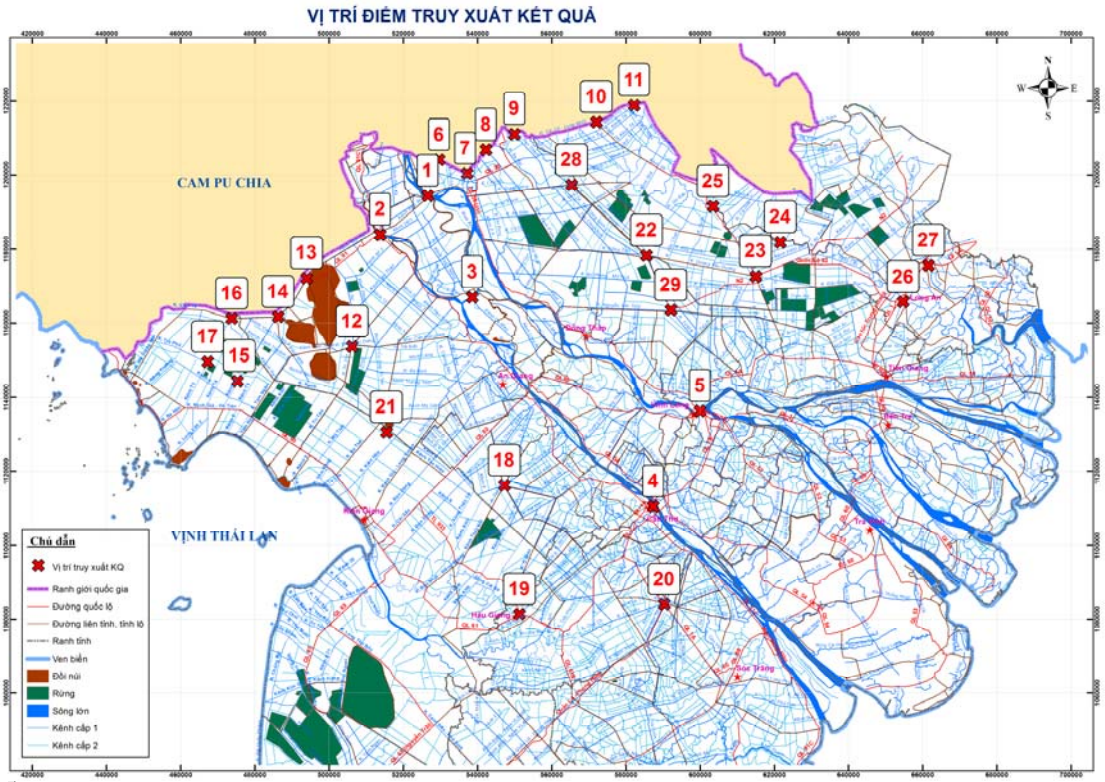
Hình 2. Các phương án bao đê triệt để trên Đồng bằng (màu Vàng: Nền đã bao 2015; màu Nâu: bao thêm theo kịch bản xem xét; màu Xanh: phần còn lại chưa bao)

3.2. Trường hợp tính toán

Để xét tác động của một số phương án bao đê đến chế độ thủy lực (với mối quan tâm chính là mức ngập) trên Đồng bằng trong mùa lũ, trong nghiên cứu này lựa chọn các trận lũ lớn. Ưu tiên để chọn trận lũ mô phỏng là (1) lũ lớn, và (2) xảy ra trong thời gian gần đây. Theo tiêu chí đó, lũ 2011 được lựa chọn. Đây là trận lũ lớn, xảy ra gần đây nhất, xảy ra muộn cùng kỳ với triều cường biển Đông do đó gây bất lợi cho tiêu thoát.

3.3. Kết quả tính toán

Để thuận tiện cho việc trình bày, Hình 3 sẽ giới thiệu các điểm truy xuất kết quả (số và tên vị trí), Hình 4 giới thiệu mực nước lũ lớn nhất tính toán cho 2 kịch bản (1) Hiện trạng 2015 (Nền) và Bao đê 100% (toàn bộ Đồng bằng). Các Hình từ 5-9 trình bày mực nước lũ lớn nhất và lưu lượng ở một số vị trí (được phân theo vùng) trên Đồng bằng.

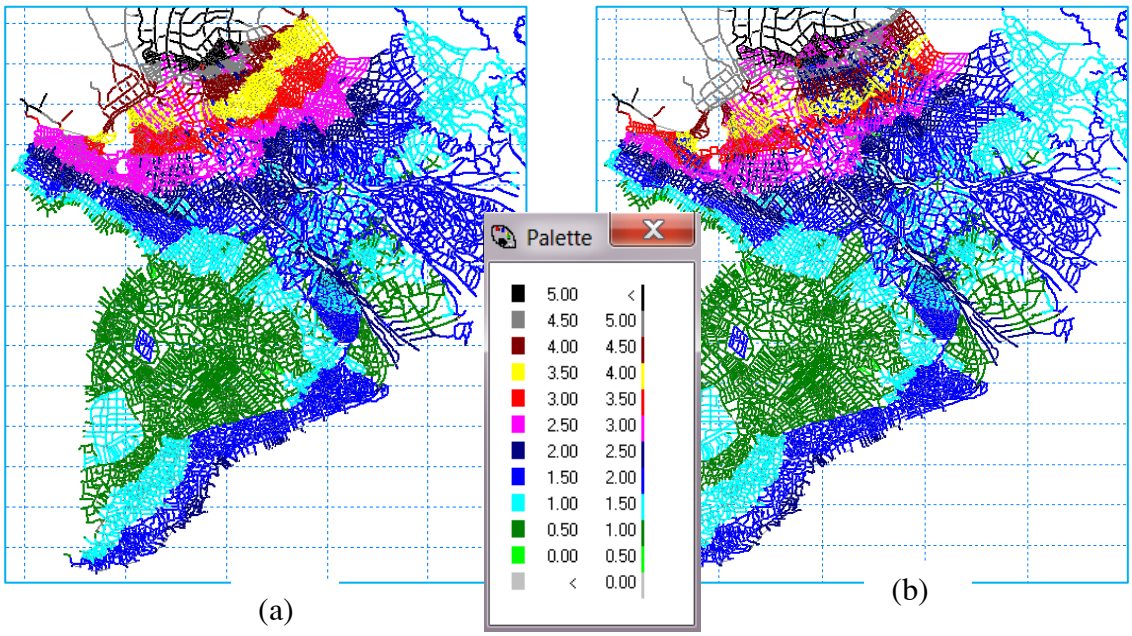


Id	Name	Id	Name	Id	Name
1	Tân Châu	11	Cuối Long Khốt	21	Thoại Sơn
2	Châu Đốc	12	Tri Tôn	22	Hưng Thạnh (Trường Xuân)
3	Vàm Nao	13	Xuân Tô	23	KIến Bình
4	Cần Thơ	14	Đầu Kênh T5 (Vĩnh Tế)	24	Tuyên Nhơn
5	Mỹ Thuận	15	Kênh T5 (Trà Phô)	25	Mộc Hóa
6	S.Sở Thượng (Tonlerrasap)	16	Đầu Kênh T3 (Vĩnh Tế)	26	Tân An
7	S.Sở Thượng (đầu K.Hồng Ngự)	17	Kênh T3 (Trà Phô)	27	Bến Lức
8	S.Sở Hạ (đầu K.Tân Công Chí)	18	TT Cờ Đỏ	28	K. Hồng Ngự (giao K. Phước Xuyên)
9	S. Sở Hạ (đầu K. Tân Thành)	19	Vị Thanh	29	K. Phước Xuyên (giao K. NVTiếp)
10	S. Long Khốt (đầu Kênh 28)	20	Phụng Hiệp		

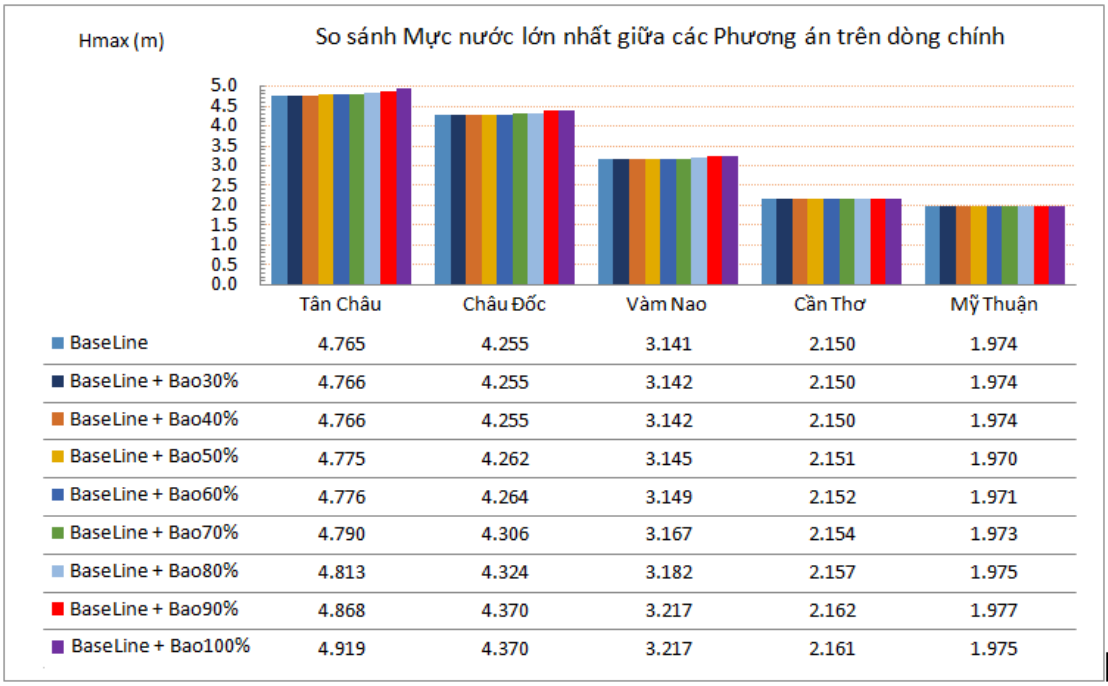
Hình 3. Ký hiệu và vị trí một số tuyến lũ vào, lũ ra và trạm đo trên ĐBSCL và phía Campuchia

Mực nước lũ lớn nhất một số phương án bao đê

Hình 4 trình bày kết quả tính toán mực nước lũ lớn nhất trên ĐBSCL cho hai phương án bao đê điển hình là Hiện trạng 2015 và Hiện trạng 2015+bao đê 100% (bao đê trên toàn bộ Đồng bằng).

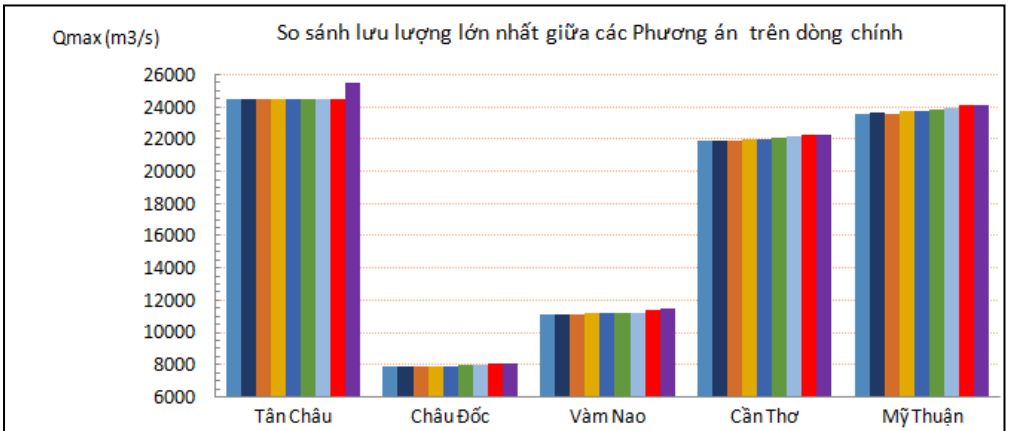


Hình 4. Bản đồ ngập lũ ĐBSCL (đơn vị trong thang chia là m): (a) Mực nước lớn PA Nền; (b) Mực nước lớn nhất A Nền+bao 100%



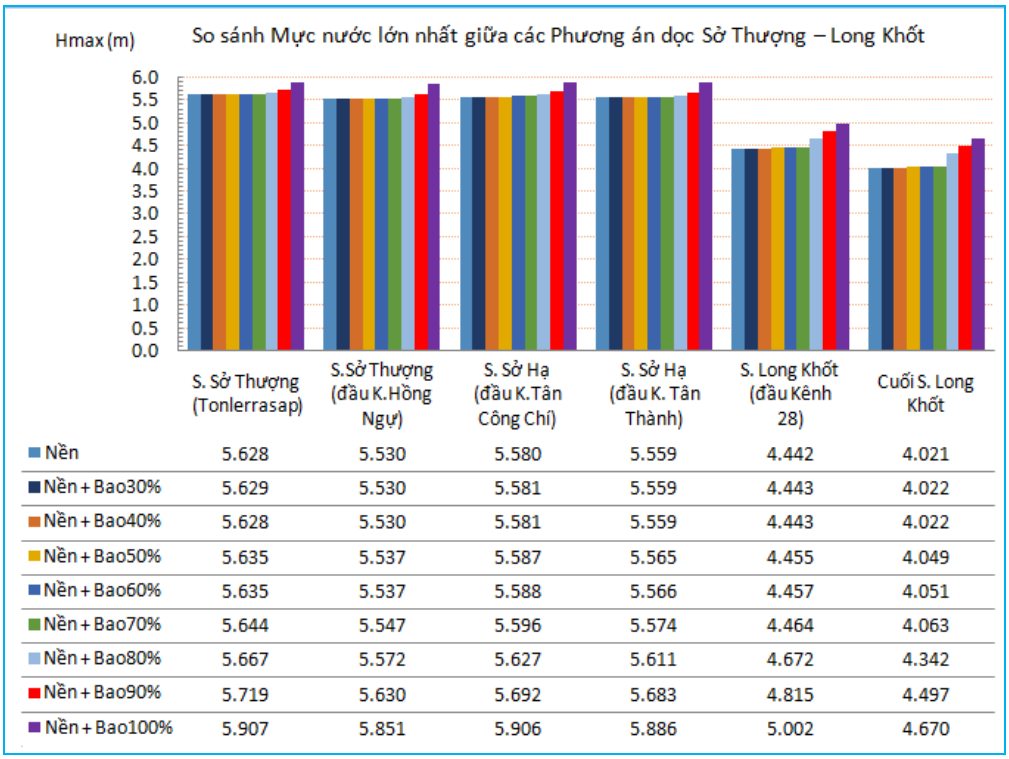
	Tân Châu	Châu Đốc	Vàm Nao	Cần Thơ	Mỹ Thuận
BaseLine	4.765	4.255	3.141	2.150	1.974
BaseLine + Bao30%	4.766	4.255	3.142	2.150	1.974
BaseLine + Bao40%	4.766	4.255	3.142	2.150	1.974
BaseLine + Bao50%	4.775	4.262	3.145	2.151	1.970
BaseLine + Bao60%	4.776	4.264	3.149	2.152	1.971
BaseLine + Bao70%	4.790	4.306	3.167	2.154	1.973
BaseLine + Bao80%	4.813	4.324	3.182	2.157	1.975
BaseLine + Bao90%	4.868	4.370	3.217	2.162	1.977
BaseLine + Bao100%	4.919	4.370	3.217	2.161	1.975

Hình 5. Mực nước giữa các phương án bao đê tại các vị trí trên dòng chính



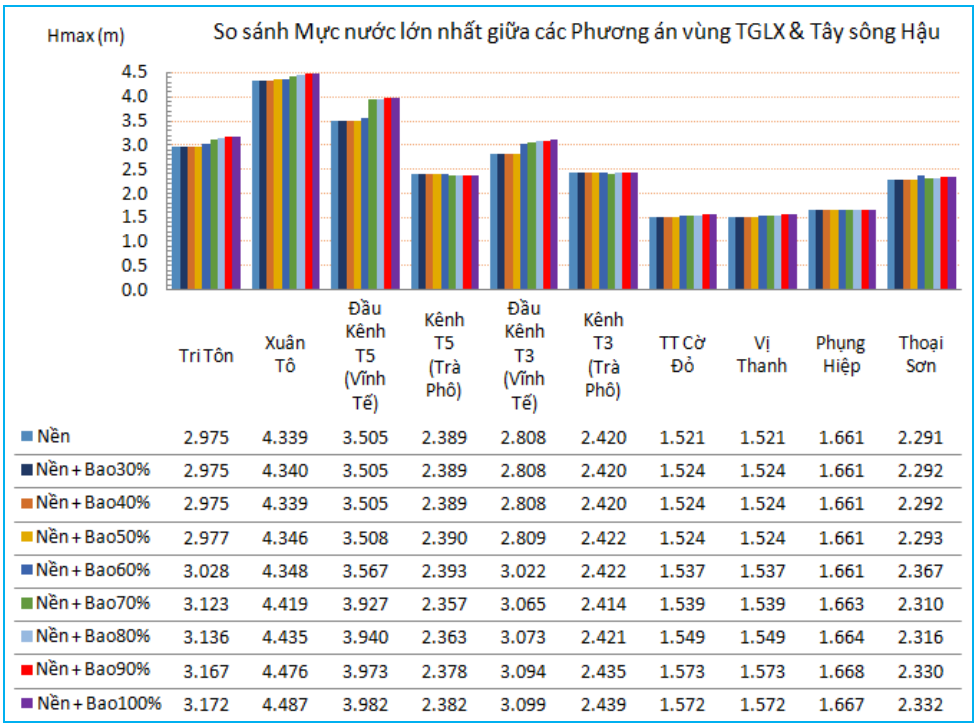
	Tân Châu	Châu Đốc	Vàm Nao	Cần Thơ	Mỹ Thuận
BaseLine	24512.28	7894.18	11180.43	21954.28	23623.87
BaseLine + Bao30%	24515.53	7894.67	11178.85	21954.77	23636.89
BaseLine + Bao40%	24512.13	7894.53	11180.63	21953.62	23624.49
BaseLine + Bao50%	24493.24	7907.97	11208.52	22008.37	23779.54
BaseLine + Bao60%	24497.32	7907.02	11204.15	22012.73	23762.78
BaseLine + Bao70%	24543.11	7967.93	11195.66	22098.96	23846.00
BaseLine + Bao80%	24522.89	7998.07	11264.96	22158.39	23936.29
BaseLine + Bao90%	24459.45	8076.24	11437.37	22314.27	24120.14
BaseLine + Bao100%	25518.07	8073.87	11480.77	22336.79	24093.40

Hình 6. Lưu lượng giữa các phương án bao đê tại các vị trí trên dòng chính



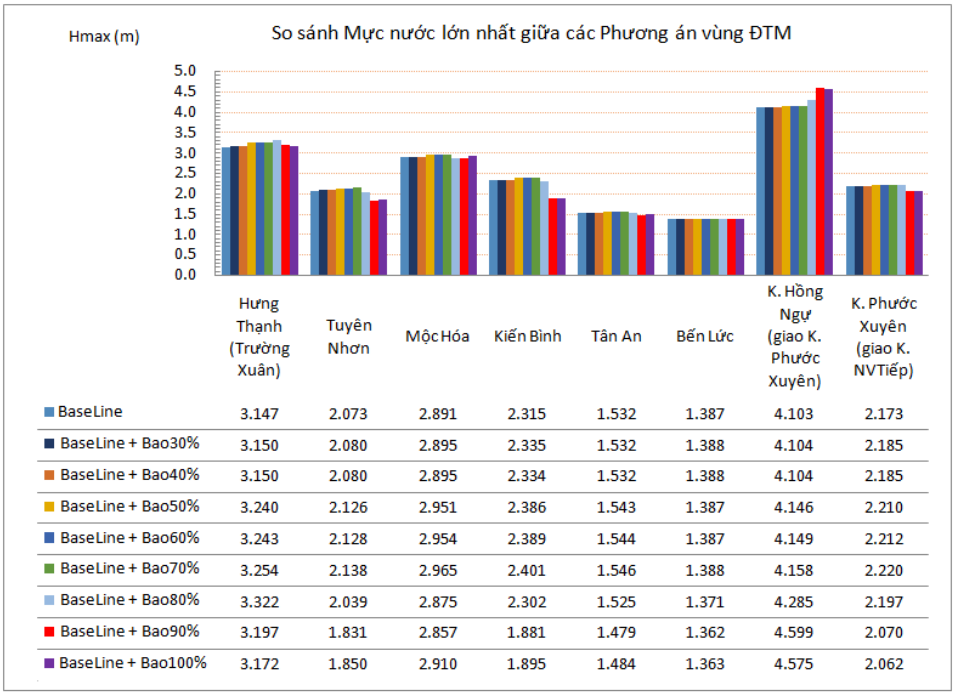
	S. Sở Thượng (Tonlerrasap)	S.Sở Thượng (đầu K.Hồng Ngự)	S. Sở Hạ (đầu K.Tân Công Chí)	S. Sở Hạ (đầu K. Tân Thành)	S. Long Khốt (đầu Kênh 28)	Cuối S. Long Khốt
Nền	5.628	5.530	5.580	5.559	4.442	4.021
Nền + Bao30%	5.629	5.530	5.581	5.559	4.443	4.022
Nền + Bao40%	5.628	5.530	5.581	5.559	4.443	4.022
Nền + Bao50%	5.635	5.537	5.587	5.565	4.455	4.049
Nền + Bao60%	5.635	5.537	5.588	5.566	4.457	4.051
Nền + Bao70%	5.644	5.547	5.596	5.574	4.464	4.063
Nền + Bao80%	5.667	5.572	5.627	5.611	4.672	4.342
Nền + Bao90%	5.719	5.630	5.692	5.683	4.815	4.497
Nền + Bao100%	5.907	5.851	5.906	5.886	5.002	4.670

Hình 7. Mực nước giữa các phương án bao đê tại các vị trí dọc Sở Thượng - Long Khốt



	Tri Tôn	Xuân Tô	Đầu Kênh T5 (Vĩnh Tế)	Kênh T5 (Trà Phô)	Đầu Kênh T3 (Vĩnh Tế)	Kênh T3 (Trà Phô)	TT Cờ Đỏ	Vị Thanh	Phụng Hiệp	Thoại Sơn
Nền	2.975	4.339	3.505	2.389	2.808	2.420	1.521	1.521	1.661	2.291
Nền + Bao30%	2.975	4.340	3.505	2.389	2.808	2.420	1.524	1.524	1.661	2.292
Nền + Bao40%	2.975	4.339	3.505	2.389	2.808	2.420	1.524	1.524	1.661	2.292
Nền + Bao50%	2.977	4.346	3.508	2.390	2.809	2.422	1.524	1.524	1.661	2.293
Nền + Bao60%	3.028	4.348	3.567	2.393	3.022	2.422	1.537	1.537	1.661	2.367
Nền + Bao70%	3.123	4.419	3.927	2.357	3.065	2.414	1.539	1.539	1.663	2.310
Nền + Bao80%	3.136	4.435	3.940	2.363	3.073	2.421	1.549	1.549	1.664	2.316
Nền + Bao90%	3.167	4.476	3.973	2.378	3.094	2.435	1.573	1.573	1.668	2.330
Nền + Bao100%	3.172	4.487	3.982	2.382	3.099	2.439	1.572	1.572	1.667	2.332

Hình 8. Mực nước giữa các phương án bao đê tại các vị trí vùng TGLX và Tây sông Hậu



	Hưng Thạnh (Trường Xuân)	Tuyên Nhơn	Mộc Hóa	Kiến Bình	Tân An	Bến Lức	K. Hồng Ngự (giao K. Phước Xuyên)	K. Phước Xuyên (giao K. NVTiếp)
BaseLine	3.147	2.073	2.891	2.315	1.532	1.387	4.103	2.173
BaseLine + Bao30%	3.150	2.080	2.895	2.335	1.532	1.388	4.104	2.185
BaseLine + Bao40%	3.150	2.080	2.895	2.334	1.532	1.388	4.104	2.185
BaseLine + Bao50%	3.240	2.126	2.951	2.386	1.543	1.387	4.146	2.210
BaseLine + Bao60%	3.243	2.128	2.954	2.389	1.544	1.387	4.149	2.212
BaseLine + Bao70%	3.254	2.138	2.965	2.401	1.546	1.388	4.158	2.220
BaseLine + Bao80%	3.322	2.039	2.875	2.302	1.525	1.371	4.285	2.197
BaseLine + Bao90%	3.197	1.831	2.857	1.881	1.479	1.362	4.599	2.070
BaseLine + Bao100%	3.172	1.850	2.910	1.895	1.484	1.363	4.575	2.062

Hình 9. Mực nước giữa các phương án bao đê tại các vị trí vùng Đồng Tháp Mười

3.4. Thảo luận

Từ kết quả tính toán được trình bày trong các hình và các bảng đã nêu, có thể rút ra một số nhận xét chính về sự thay đổi chế độ ngập trên Đồng bằng tương ứng với các kịch bản bao đê như dưới đây.

Phạm vi ảnh hưởng của bao đê

Từ kết quả tính toán có thể rút ra một số nhận xét sau đây:

- Việc bao đê không làm thay đổi đáng kể cấu trúc dòng chảy lũ trên Đồng bằng, cơ cấu dòng chảy so với kịch bản nền (dòng chính - tràn biên giới; sông Tiền - sông Hậu) so với các kịch bản thay đổi không nhiều (kể cả bao 90 và 100%);
- Tác động của việc bao đê vùng ĐTM ảnh hưởng đến TGLX và ngược lại không lớn.

Thay đổi trên dòng chính

Nhìn chung trên dòng chính việc bao đê chỉ làm thay đổi mực nước phần phía trên Long Xuyên và Cao Lãnh, đó là vùng mà chế độ thủy lực mùa lũ do lũ chi phối chính; các vùng phía dưới mực nước gần như không ảnh hưởng của việc bao đê, cụ thể là:

- Tại trạm Tân Châu (sông Tiền) và Châu Đốc trên sông Hậu: trong các phương án bao đê, trên dòng chính mực nước thay đổi không lớn, chỉ có PA bao 90% vào 100% là làm cho mực nước cao lên đáng kể so với PA nền khoảng 15-20 cm, tương ứng lưu lượng khi bao 100% tăng khoảng trên 1000 m^3/s. Tương tự như vậy, tại trạm Châu Đốc (sông Hậu) gia tăng khoảng 12-15 cm.
- Đối với các trạm khác trên sông chính Tiền và Hậu, mực nước theo các kịch bản bao đê biến đổi nhỏ, không đáng kể. Riêng ở Vàm Nao, phương án bao 90 - 100% có sự gia tăng mực nước 7-10 cm; lưu lượng gia tăng trên dưới 500 m^3/s.

Thay đổi ngập lũ nội đồng

- Đối với mỗi vùng bao đê mới (so với phương án nền), theo hướng dòng chảy, nhìn chung trong vùng bao và phía trên vùng bao đê (ngược hướng dòng chảy lũ) thì mực nước gia tăng, sau vùng bao thì mực nước giảm (tựa như nguyên tắc xây đập tràn trên lòng dẫn).
- Ảnh hưởng của việc bao đê đến dòng chảy lũ đối với vùng ngập nông không lớn (độ ngập ít thay đổi);
- Đối với vùng TGLX: Khi bao đê PA 70% (toàn bộ TGLX) và 100% (trên toàn Đồng bằng) mực nước đã gia tăng đáng kể trên vùng này, cụ thể là: (1) tại Tri Tôn đã gia tăng 15-18 cm (bao 70%) và 20-24 cm (bao 100%); tại đầu Kênh T5 (Vĩnh Tế) đã gia tăng 40-45 cm (bao 70%) và 48-52 cm (bao 100%).
- Đối với vùng Đồng Tháp Mười: Các phương án mà diện tích bao đê chưa lấn cao về phía biên giới (từ PA nền đến bao 70%) thì phần gần các kênh biên giới mực nước tăng không đáng kể, nhưng ở ngay trong các vùng bao lại tăng

thêm đáng kể; dưới các vùng bao không tăng, thậm chí có xu thế giảm. Chẳng hạn, tại Hưng Thạnh (Trung tâm ĐTM), bao đê nằm ở 70-80% thì mực nước cao nhất cao hơn PA nền 17-20 cm, nhưng bao 90-100% thì lại giảm trở lại, chỉ cao hơn pA nền 2-3 cm; tại Kiến Bình, khi bao 70% thì mực nước đạt cao nhất, hơn phương án nền 8-12 cm, nhưng khi bao 100% thì mực nước giảm thấp hơn PA nền 40-45 cm. Còn tại các đầu kênh dọc, dọc theo kênh Sở Thượng, Cái Cỏ, Long Khốt, mực nước lớn nhất đạt được khi bao 100%, cao hơn so với PA nền từ 30 - trên 50 cm, tức là tác động dâng nước lớn.

Như vậy, có thể thấy rằng, các phương án bao từ 70-100% có tác động dâng mực nước khá lớn ở vùng ngập sâu, nhất là các vùng phía trên và chỉ ở mức nhẹ vùng giữa đồng bằng, các vùng nhập nông lại có xu thế giảm nhẹ. Đây là điểm cần cân nhắc kỹ khi xem xét các giải pháp thích ứng sau này.

4. KẾT LUẬN

Với một số phương án bao đê như đưa ra cho thấy việc bao đê trên Đồng bằng không làm thay đổi trạng thái ngập và dòng chảy ở các vùng ngập sâu hoặc ngập vừa, nhưng có tác động dâng nước ở các vùng gần các kênh Vĩnh Tế, Sở Thượng, Cái Cỏ, Long Khốt với các mức bao 70, 80, 90 và 100%, với mức tăng 30 đến hơn 50 cm.

Với những tác động gây ngập lớn ở các vùng thượng Đồng bằng, khi bao đê các vùng này cần phải nghiên cứu cẩn thận; và để tránh dâng mực nước quá cao cần phải có các giải pháp giảm thiểu, trong đó các tuyến tràn để chủ động thoát lũ lớn là cần thiết. Vấn đề này sẽ được trình bày trong các bài báo tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đề tài cấp Nhà nước ĐTĐL.2012-T/25, 2015: Báo cáo khảo sát điều tra thực tế về hiện trạng thủy lợi và sản xuất vụ Thu Đông các tỉnh ĐBSCL.
2. Đề tài ĐTĐL.2012-T/25, 2015: Báo cáo khảo sát, điều tra, thu thập số liệu khí tượng thủy văn châu thổ Mê Công.
3. Dự án Đan Mạch, 2006: Tăng cường năng lực cho các Viện ngành nước của Việt Nam (2001-2006).
4. Nguyễn Văn Hoạt, Hoàng Quốc Tuấn, Tăng Đức Thắng Nguyễn Thanh Hải, Phạm Văn Giáp, Vũ Quang Trung, 2016, "Một số vấn đề về sản xuất lúa vụ Thu Đông ở Đồng bằng sông Cửu Long", Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, số 10, 2016
5. Tăng Đức Thắng, Nguyễn Thanh Hải, Vũ Quang Trung, Phạm Văn Giáp và Nguyễn Văn Hoạt, 2016, "Một số vấn đề về dòng chảy lũ ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long nhìn từ trận lũ lớn 2011", Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, số 10, 2016
6. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2011, "Một số kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Nhà nước:"Nghiên cứu các giải pháp thủy lợi nhằm khai thác bền vững vùng Bán Đảo Cà Mau", 2008-2010.
7. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2005, "Nghiên cứu cơ sở khoa học quản lý hệ thống thủy lợi ven biển có cống ngăn mặn"- Đề tài cấp Bộ.

8. Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam, 2015, Báo cáo tóm tắt "Quy hoạch lũ Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn đến 2020, định hướng đến 2030".

9. MIKE11 (2011) — Users' Guide

Người phản biện: TS. Tô Quang Toản

RESEARCH ON INFILTRATION SPREAD IN SOIL OF DRIP IRRIGATION TECHNIQUE FOR GRAPE LEAVES AT THE WATER SCARCE REGION OF VIETNAM

Tran Thai Hung Tran, Vo Khac Tri, Le Sam

ABSTRACT

The technique of drip irrigation is a solution of water saving for crops in the scarce region. Water is supplied on the soil surface directly, continuously and regularly by drippers and then it infiltrates into the cultivated soil layer to ensure that plants will grow and develop well. During the experimental process of researching on soil moisture of drip irrigation technique to determine the suitable irrigation schedule for Grape Leaves at the water scarce region, the authors carried out the experiment and observed infiltration spread. Based on calculated and observed results, the authors have proposed correlation of parameters as follows: infiltration depth, average radius of wetting front on horizontal direction, irrigation water amount versus time, velocity of horizontal (v_r) and vertical (v_z) permeability of drip irrigation technique. The correlation coefficients of parameters are high (R^2 from 0.906 to 0.9899) and conformable to research on soil moisture dynamic in order to determine the suitable irrigation schedule for Grape leaves in particular and for terrestrial plants (with short roots) in general at the water scarce region of the South Central region of Vietnam.

Keywords: ***Correlation; Drip Irrigation; Infiltration; Irrigation Schedule; Permeable Velocity***

1. INTRODUCTION

The experimental analysis results of water infiltration spread in soil (H. Darcy, 1885), (Green and Anpt, 1911), (Kostiakov, 1932), (Phillipe, 1957)… have been showed that the infiltration process was divided into two phases: unstable infiltration (absorbent) and stable one. Water spread in soil depends on soil type, structures and irrigation techniques. For different types of cultivated land, permeability and moisture reserves in soil is different, so the watering time will be varried depending on each soil type [1-3].

Irrigation methods and techniques largely influence the water infiltration process into soil. When soil is irrigated according to traditional methods, water will evenly saturate and spread from the ground to the bottom. Thus at the location situated between trees, this water will be wasted, sometimes enable weeds to grow quickly and cause negative effects on crops. Regarding the drip irrigation technique, water is provided very reasonable amount from a point on the ground through irrigation equipment, then spreads out around and bottom, with just enough water volume supplied to moisten the active roots, soil will reach optimum moisture, without causing waste water and saturation

excess. For each plant kind, the active roots have occupied the different volume. The development of these active roots is very important, when soil is provided adequate water and nutrients in a reasonable manner, the roots will absorb water, nutrients and air for plants to grow and develop well, creating high yield and quality product [4].

Previous studies have often focused on the aspect of crops irrigation schedule for each irrigation technique, not much attention to soil moisture dynamic in the space of the active roots. Some scientists have studied soil water movement for the traditional irrigation method (flooding irrigation, ditch irrigation, strip irrigation etc.), but there are few simulations of drip irrigation technique especially in moisture dynamic (water is supplied from a point spread around). Thus, it has caused the shortage or excess water irrigation when the optimal moisture area is larger or less than the active root space. That does not meet demands in agricultural production and reduce efficiency of water saving irrigation, especially for water scarce regions.

Binh Thuan and Ninh Thuan are two provinces in the South Central region of Vietnam with the harsh climate and natural conditions, where has the lowest precipitation in the country and the unequal distribution by time (annual average is about 500-800mm). Features of water resources is scarceness, causing drought and severe water shortage for socioeconomic development, especially agriculture production. There are more than half a million ethnic minorities whose livelihoods depend on agricultural activities in this area. Due to difficult production conditions so most of the population is under the poverty and needs be improved living standards [5].

This performed research is very necessary with the aim to establish correlations between the parameters as follows: infiltration depth, average radius of wetting front on horizontal direction, irrigation water amount versus time, velocity of horizontal (v_r) and vertical (v_z) permeability of drip irrigation technique for researching on soil moisture dynamic in order to determine the suitable irrigation schedule for Grape leaves in particular and for terrestrial plants (with shallow roots) in general, and then it is applied into cultivating reality to avoid water wastage and get irrigation efficiency at the water scarce region of the South Central region of Vietnam.

2. MATERIAL AND METHODS

Objective

Researched objective was infiltration spread in soil of drip irrigation technique with irrigation frequencies as 2 days, 3 days and 4 days.

The experimental model was performed at the Grape leaves farm in Thuan Quy village, Ham Thuan Nam district, Binh Thuan province.

The mechanical and physical characteristics of soil have been tested in the laboratory of the Southern Institute of Water Resources Research.

Approachability and methodology

(1) Approach reality and theory comprehensively, combine with selective inheritance from the scientific research results of infiltration in soil and water-saving

irrigation technology for production [4];

(2) Approach structural components of the water utilization models as follows: source, transport, utilizing exploitation and application of advanced science and technology about: irrigation equipment, materials, structures, crops and modern computational software in order to analyse, select and design a experimental model at the field [2, 6];

(3) Take soil samples at various depths at the field. Analyse mechanical and physical characteristics of soil in the laboratory;

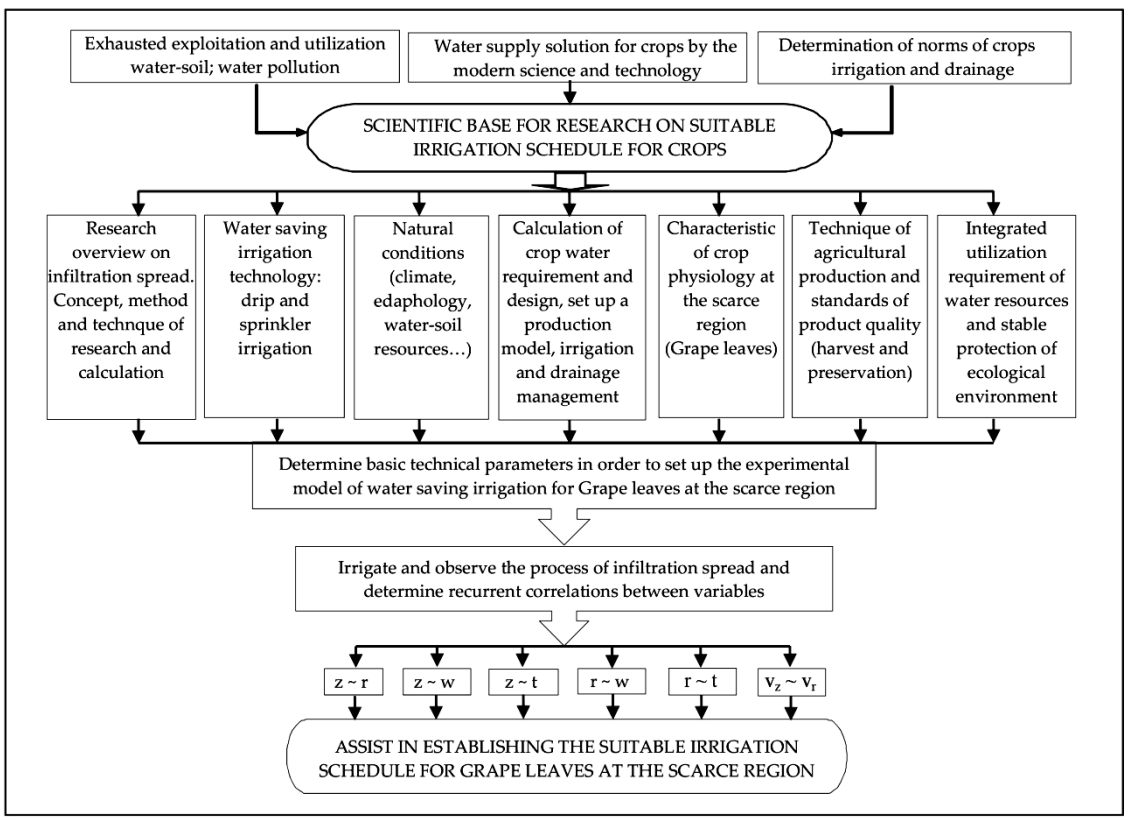


Figure 1. The sketch of research approachability and methodology

LEGENDS: Z: Infiltration depth (cm); R: Average radius of wetting front on horizontal direction (cm); W: Irrigation water amount (ml);
T: Time (minute); Vr: Velocity of horizontal permeability (cm/minute); Vz: Velocity of vertical permeability (cm/minute).

(4) Establish the experimental model, observe irrigation and infiltration spread development in soil following space (horizontal and vertical permeability) and time with irrigation frequencies as: 2 days, 3 days and 4 days. Periodically monitor infiltration spread with time step of 5 minutes/per time as: 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30,... to 200 (minutes) stop watering; then continue monitoring water spread in soil with time step as: 210, 240, 270, 300, 330 and 360 (minutes) stop observing [5, 7, 8];

(5) Establish recurrent correlations between variables: infiltration depth (z), average radius of wetting front on horizontal direction (r), irrigation water amount (w) and time (t), velocity of horizontal (v_r) and vertical (v_z) permeability according to under research objectives proposed.

(6) Collect observed data and analyze the experimental results by using Excel and SPSS16 program;

3. RESULTS AND DISCUSSION

The soil at the experimental model was fine sandy with high void ratio, so water particles have moved by their own gravity component larger than soil capillary force over themselves (refer with: Table 1).

When water permeates the soil, wet soil block looked like hemispherical. In initial time, water spread very fast in a circular motion on the ground, velocity of horizontal permeability (v_r) was almost as fast as vertical one (v_z) (permeate downward). During the next phase, velocity of horizontal permeability was smaller than vertical one. In the last phase, mostly water permeated downward and little horizontal. The infiltration spread development of each irrigation frequency in soil was as follows (refer with: Fig. 2 and Table 2):

Two-day irrigation frequency (IF2): With short irrigation one, soil moisture content was still high so water trended towards the more horizontal permeability beside the vertical one (downward). In the first 20 minutes, the infiltration velocity of two directions as vertical and horizontal were rather evenly, z_{20} = 10.55 - 10.7 cm, r_{20} = 10.05-10.25 cm, v_{z20} = 0.5 cm/min, v_{r20} = 0.46 cm/min; then the horizontal permeability trended to slow down although the vertical one was still continuing with less reduction. After 145 minutes, the horizontal velocity decreased small, v_{r145} was about 0.02 cm/min and lower than vertical one v_{z145} = 0.1 cm/min. At the stop watering time (after 200 minutes) z_{200} = 41- 41.45 cm, r_{200} = 22.35 – 23 cm, v_{z200} = 0.08 cm/min, v_{r200} = 0.01 cm/min, then water continued permeating to the depth of z_{360} = 43.8 - 45.4 cm and r_{360} = 22.9 - 23.8 cm;

Three-day irrigation frequency (IF3): Water regularly permeated around and downward due to reduced soil moisture more than that one of the IF2. In the first minute, the vertical infiltration velocity (v_{z1} = 1.48 cm/min) was faster than the horizontal one (v_{r1} = 1.35 cm/min); in the next 14 minutes, the infiltration velocity was faster than that one of the IF2 and rather evenly under two directions (vertical and horizontal); in the next 30 minutes, the infiltration velocity decreased compared with that one of the IF2, z_{45} = 20.1-20.75 cm, r_{45} = 15.5 - 15.75 cm, v_{z45} = 0.23 cm/min, v_{r45} = 0.1 cm/min; The next time, the horizontal velocity trended to slow down during vertical infiltration was still continuing with less reduction. After 125 minutes, the horizontal velocity decreased small, v_{r125} was about 0.02 cm/min and lower than vertical one v_{z125} = 0.15 cm/min. At the stop watering time (after 200 minutes), z_{200} = 42.8 - 43.35 cm, r_{200} = 20.8 - 21.2 cm, v_{z200} = 0.08 cm/min, v_{r200} = 0.01 cm/min, then water continued permeating to the depth of z_{360} = 44.8-46.9 cm and r_{360} = 21.3 -21.7 cm. Comparing with the same time step for experiment, the infiltration depth (vertical - z) in the IF3 was larger than that one of the IF2, on the contrary, the horizontal permeability (r) at the IF3 was smaller than that one in the IF2;

Table 1. Soil characteristic of the layers from 0 to 60CM

Soil layer (cm)	Grain size analysis								Physical characteristic						Description
	Medium Sand (%)		Fine Sand (%)			Coarse Silt (%)	Fine Silt (%)	Clay (%)	Wet Density γ_w (g/cm^3)	Dry Density γ_d (g/cm^3)	Specific Gravity D	Saturation S (%)	Porosity n (%)	Void Ratio e_o	
	(2.0 - 0.85)	(0.85 - 0.425)	(0.425-0.25)	(0.25-0.106)	(0.106-0.075)	(0.075 - 0.01)	(0.01 - 0.005)	(< 0.005)							
0-20	0	4.30	47.60	41.50	1.70	0.40	0.50	4.00	1.60	1.56	2.65	8.86	40.99	0.69	Greyish brown fine sand
20-40	0	3.50	47.40	36.10	6.40	0.50	0.50	5.60	1.56	1.51	2.63	13.30	42.70	0.75	Greyish yellow fine sand
40-60	0	3.80	48.20	35.20	6.10	0.46	0.50	5.74	1.68	1.62	2.64	15.70	38.66	0.63	Greyish yellow fine sand

Grain size analysis with five types:
(1) Medium Sand with two grades: 2.0 - 0.85mm, 0.85 - 0.425mm; (2) Fine Sand with three grades: 0.425 - 0.25mm, 0.25 - 0.106mm, 0.106 - 0.075mm; (3) Coarse Silt with one grade: 0.075 - 0.01mm; (4) Fine Silt with one grade: 0.01 - 0.005mm; (5) Clay with one grade: < 0.005mm.

Table 2. Observed results of the infiltration process of soil in six experimental times

Time (minute)	Two-day irrigation frequency					Three-day irrigation frequency					Four-day irrigation frequency				
	W_2 [(a)] (ml)	Z_2 [(b)] (cm)	R_2 [(c)] (cm)	v_{z2} [(d)] (cm/min)	v_{r2} [(e)] (cm/min)	W_3 [(a)] (ml)	Z_3 [(b)] (cm)	R_3 [(c)] (cm)	v_{z3} [(d)] (cm/min)	v_{r3} [(e)] (cm/min)	W_4 [(a)] (ml)	Z_4 [(b)] (cm)	R_4 [(c)] (cm)	v_{z4} [(d)] (cm/min)	v_{r4} [(e)] (cm/min)
1	17.5	1.4	1.3	1.39	1.32	17.6	1.5	1.4	1.48	1.35	17.7	1.6	1.5	1.63	1.52
3	52.5	3.5	3.3	1.03	1.00	52.7	3.7	3.5	1.08	1.07	53.0	4.0	3.8	1.17	1.14
5	87.5	5.0	4.8	0.78	0.75	87.8	5.3	5.0	0.83	0.75	88.3	5.7	5.3	0.85	0.75
10	175.0	8.2	8.0	0.64	0.63	175.5	8.7	8.1	0.68	0.61	176.5	9.3	8.3	0.72	0.59
15	262.5	10.9	10.5	0.54	0.52	263.3	11.3	10.3	0.51	0.46	264.8	12.1	10.5	0.56	0.45
20	350.0	13.2	12.4	0.46	0.37	351.0	13.4	11.9	0.42	0.32	353.0	14.4	12.0	0.46	0.29
40	700.0	19.8	15.8	0.27	0.12	702.0	19.4	15.2	0.24	0.11	706.0	21.3	15.1	0.29	0.11
60	1050.0	24.1	17.7	0.19	0.09	1053.0	23.8	16.9	0.22	0.08	1059.0	25.8	16.7	0.20	0.07
80	1400.0	27.7	19.1	0.18	0.07	1404.0	27.9	18.3	0.20	0.06	1412.0	29.5	17.7	0.17	0.04
100	1750.0	31.0	20.3	0.15	0.05	1755.0	31.5	19.1	0.17	0.04	1765.0	32.7	18.4	0.16	0.03
120	2100.0	33.6	21.1	0.12	0.03	2106.0	34.7	19.7	0.15	0.03	2118.0	35.6	18.8	0.14	0.02
140	2450.0	35.8	21.7	0.11	0.03	2457.0	37.4	20.1	0.13	0.02	2471.0	38.4	19.2	0.14	0.02
160	2800.0	37.8	22.1	0.10	0.02	2808.0	39.7	20.5	0.10	0.02	2824.0	40.7	19.5	0.10	0.02
180	3150.0	39.7	22.5	0.08	0.02	3159.0	41.7	20.8	0.10	0.01	3177.0	42.7	19.7	0.10	0.01
200	3500.0	41.3	22.9	0.08	0.01	3510.0	43.4	21.0	0.08	0.01	3530.0	44.6	19.9	0.09	0.00
300	0.0	44.3	23.2	0.01	0.00	0.0	45.8	21.3	0.01	0.00	0.0	47.3	19.9	0.01	0.00
360	0.0	44.5	23.4	0.00	0.00	0.0	46.0	21.5	0.00	0.00	0.0	47.5	20.0	0.00	0.00

(a) means fixed water amount was supplied for crop according to irrigation frequencies in six experimental times.
(b), (c), (d), (e) mean average observed variables in six experimental times.

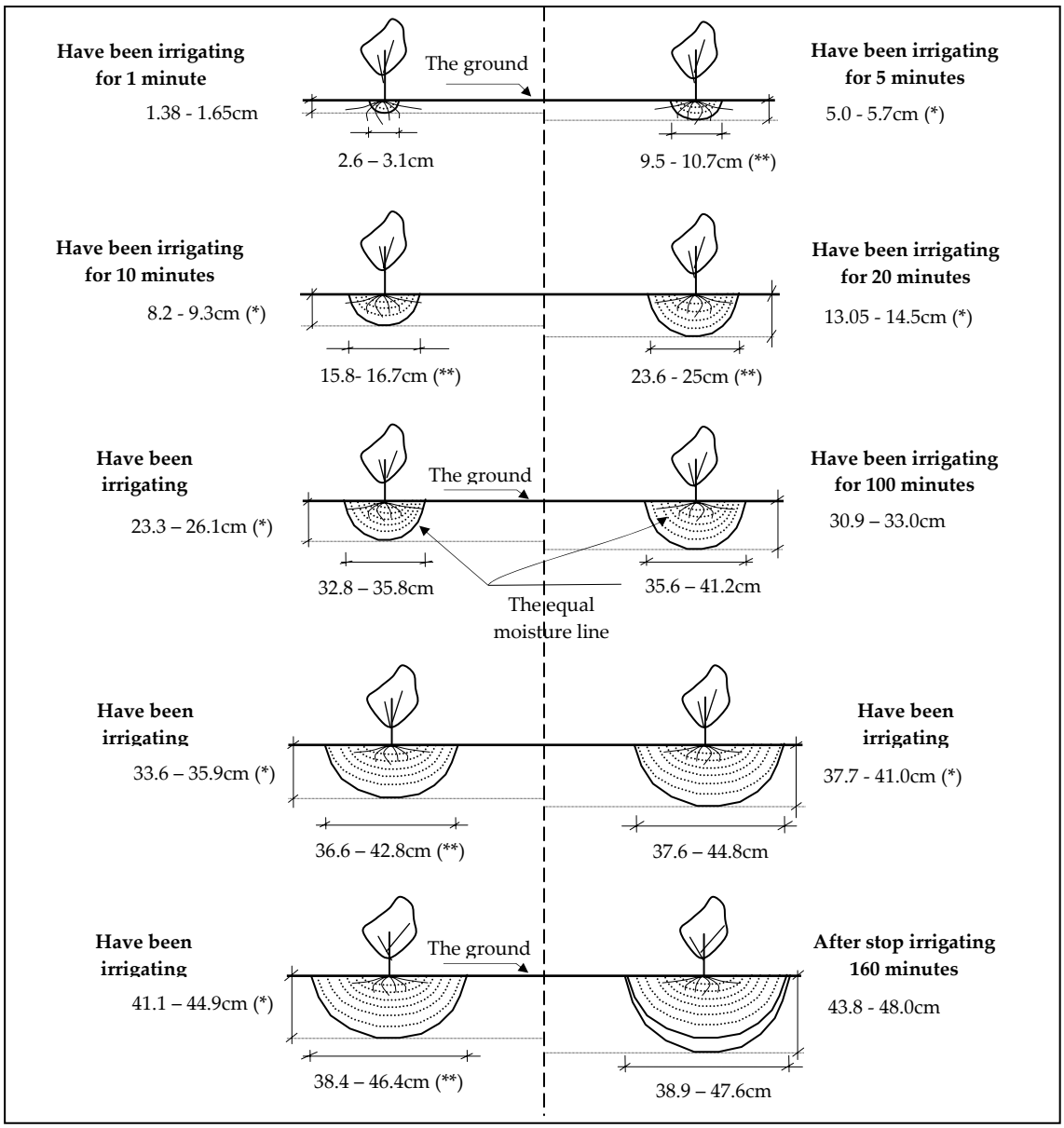


Figure 2. The sketch of the infiltration process and soil moisture dynamic

LEGENDS: (*) Minimum - Maximum infiltration depth (Z) at observed time (cm); (**) Minimum - Maximum average diameter (2R) of wetting front on horizontal direction at observed time (cm);

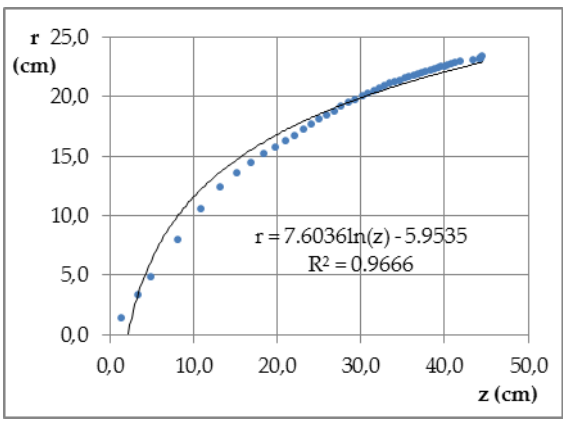
Four-day irrigation frequency (IF4): With repeated watering time was quite long so the soil of this frequency was dryer than that one in other frequencies (IF2 and IF3) due to evapotranspiration by the ground and through the leaves, soil moisture reduced much more than that one in the IF2 and IF3 so the infiltration velocity at this IF4 was the largest, water trended to the more vertical permeability (downward) beside the horizontal one. In the first minute, the vertical infiltration velocity (v_{z1} = 1.63 cm/min)

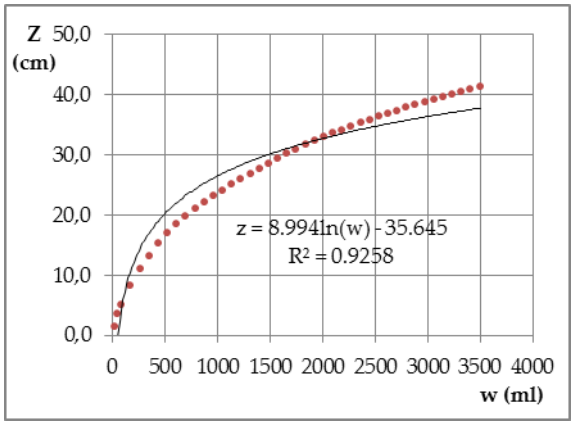
was faster than the horizontal one (v_{r1} = 1.52 cm/min); in the next 50 minutes, the infiltration velocity of two directions (vertical and horizontal) were rather evenly and faster than that one in other frequencies (IF2 and IF3); in the next time until water supply cessation, the vertical velocity decreased nearly equivalent with it in the IF3 but larger than that one in the IF2, conversely, the horizontal velocity trended to slow down equivalent with it in the IF3 but smaller than that one in the IF2; starting from the minute of 195th until watering cessation, water only trended to vertical permeability and less horizontal one. At the stop watering time (after 200 minutes), z_{200} = 44.3 - 44.9 cm, r_{200} = 19.15 - 20.25 cm, v_{z200} = 0.09 cm/min; v_{r200} = 0, water continued permeating to the depth of z_{360} = 46.8 – 48 cm and did not permeate horizontal any more. Comparing with the same time step for experiment, the infiltration depth (vertical - z) in the IF4 was larger than that one of the IF2 and IF3, on the contrary, the horizontal permeability (r) at the IF4 was smaller than that one in the IF2 and IF3.

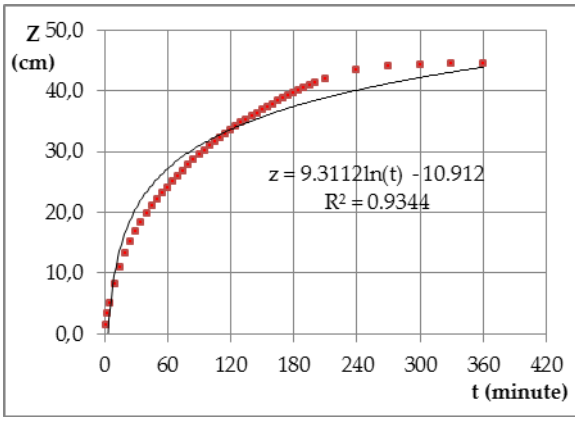


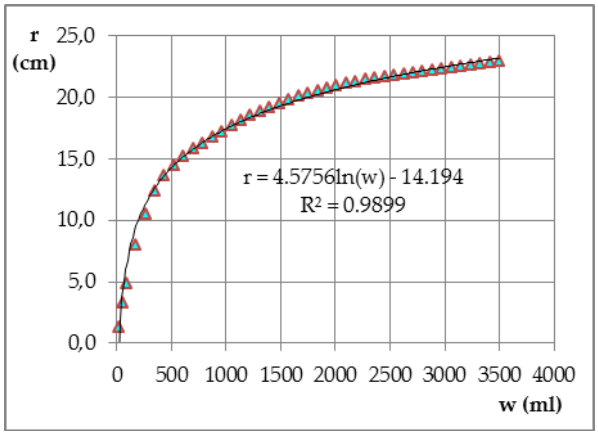
Figure 3. The infiltration process monitoring at the experimental model, Binh Thuan province

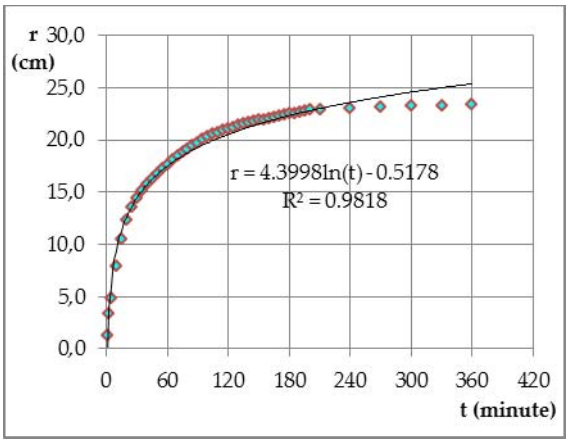
Based on the results of analyzing and monitoring of the infiltration process in soil, the correlations between variables have been established: infiltration depth (z), average radius of wetting front on horizontal direction (r), irrigation water amount (w) and time (t), velocity of horizontal (v_r) and vertical (v_z) permeability. The established functions have high correlation coefficient ($R^2 > 0.90$) (refer with: Table 3 and Fig. 4, Fig. 5 and Fig. 6).











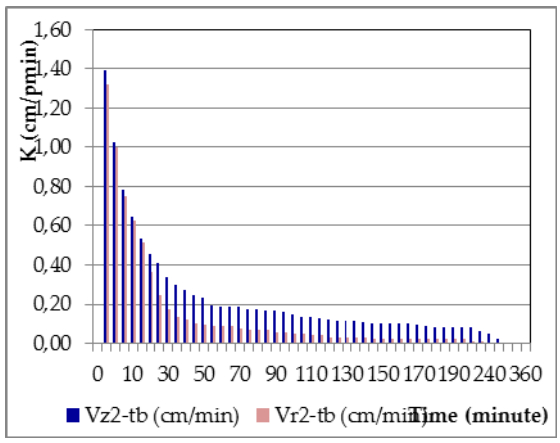


Figure 4. Correlation relationships between variables of two-day irrigation frequency

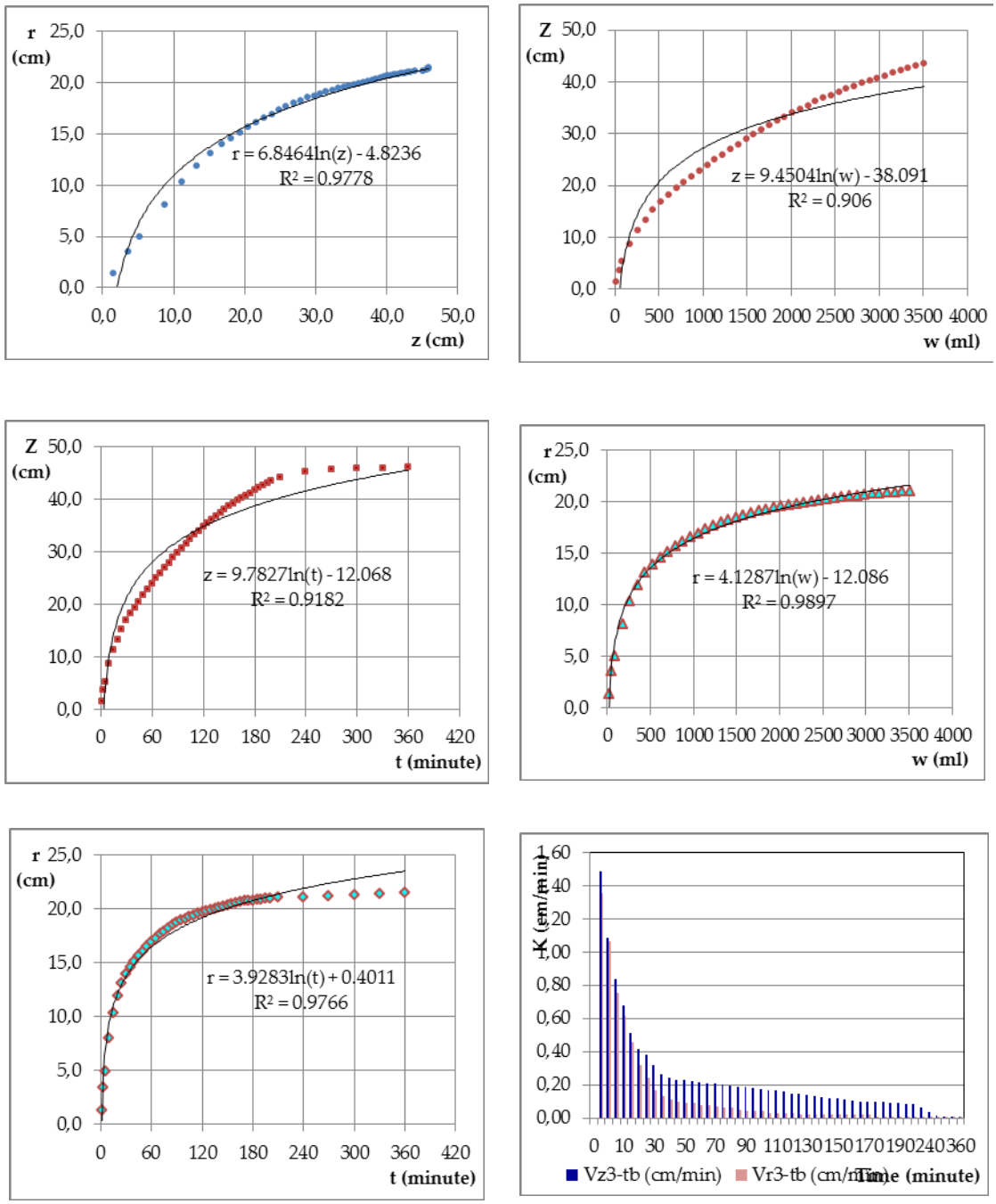


Figure 5. Correlation relationships between variables of three-day irrigation frequency

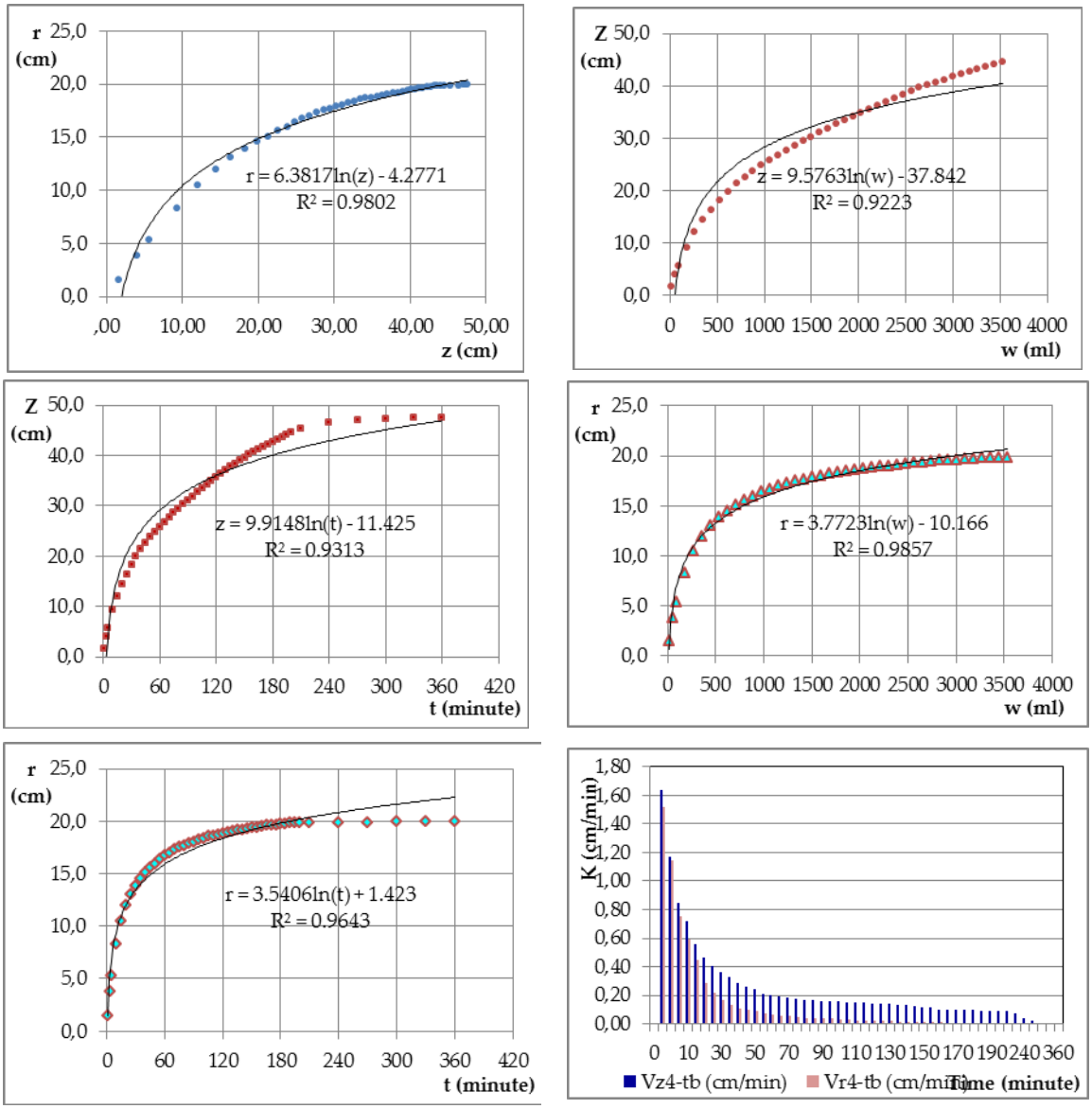


Figure 6. Correlation relationships between variables of four-day irrigation frequency

Table 3. Relationships of recurrent correlations between variables

Correlation	Two-day irrigation frequency	Three-day irrigation frequency	Four-day irrigation frequency
r - z	r = 7.6036ln(z) - 5.9535 R^2 = 0.9666	r = 6.8464ln(z) - 4.8236 R^2 = 0.9778	r = 6.3817ln(z) - 4,2771 R^2 = 0.9802
z - w	z = 8.994ln(w) - 35.645 R^2 = 0.9258	z = 9.4504ln(w) - 38.091 R^2 = 0.906	z = 9.5763ln(w) - 37.842 R^2 = 0.9223

z - t	z = 9.3112ln(t) - 10.912 R^2 = 0.9344	z = 9.7827ln(t) - 12.068 R^2 = 0.9182	z = 9.9148ln(t) - 11.425 R^2 = 0.9313
r - w	r = 4.5756ln(w) - 14.194 R^2 = 0.9899	r = 4.1287ln(w) - 12.086 R^2 = 0.9897	r = 3.7723ln(w) - 10.166 R^2 = 0.9857
r - t	r = 4.3998ln(t) - 0.5178 R^2 = 0.9818	r = 3.9283ln(t) + 0.4011 R^2 = 0.9766	r = 3.5406ln(t) + 1.423 R^2 = 0.9643

4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Experimental results of infiltration spread were suitable for characteristic of fine sand type with high void ratio at the South Central region of Vietnam. The soil layer of 0-5cm with much evaporation had fast infiltration velocity, the layer from 5cm downward had stable one. Comparing with the same time step for experiment, the infiltration depth (vertical - z) in the IF4 was larger than that one of the IF2 and IF3, on the contrary, the horizontal permeability (r) at the IF4 was smaller than that one in the IF2 and IF3. Monitoring results have been showed that when water permeated to the soil layer containing the active roots (the IF2: z = 5-15 cm; IF3: z = 6-17.5 cm; IF4: z = 8-20 cm), velocity of horizontal and vertical permeability was large, it has been explained that the roots had sucked water (reducing soil moisture) and transpiration through the leaves to feed growing plants, concurrently the roots also created small links for water to move easily from locations with low potential to high one, and causing the infiltration velocity increased.

The charts for the correlation relationship between variables showed that the established functions had rather high correlation coefficient, R^2 were from 0.906 to 0.9899 suitably for research on soil moisture dynamic to determine the suitable irrigation schedule for Grape leaves in particular and dried plants (with a shallow root system) in general at the water scarce region of the South Central region of Vietnam.

Special recommendation for practical production with the similar nature features, the farmers only irrigate (using the drip irrigation technique) in a period of 35-40 minutes, that will be enough for water to permeate all the active root layer with 20cm depth, or in about 90 minutes to infiltrate to the depth of 30 cm, then stop watering to avoid water waste by downward penetration and ensure water use efficiency.

To reduce the water loss permeability of soil, the farmers should increase clay content, humus or colloid for the soil to keep moisture and crops grow well at the water scarce region of the South Central region of Vietnam (with similar soil conditions).

Recommend further researches on infiltration spread in the condition of heterogeneous cultivated layers by depth, uneven topography, changed watertable level and impacts on crops in order to apply in practical production effectively.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was carried out in the framework of a PhD study on soil moisture

dynamic of drip irrigation technique in order to determine the suitable irrigation schedule for Grape Leaves at the water scarce region and the National project of research on scientific and technological solution proposal of irrigation infrastructure and running water for economic development and modern rural building of the South Central region of Vietnam. I would like to thank my organization, the Southen Institute of Water Resources Research and the farm owner at Binh Thuan province, Vietnam for their helps and support us in completing this experiment.

REFERENCES

1. Tau T.K. and Dan N.T. "Soil moisture for plants". Agriculture Publishing House. Vietnam, 1996.
2. NETAFIM. Irrigation System and Low Volume Irrigation Systems. Israel, 1994.
3. Richard H.Cuerca. Irrigation System Design An Engineering Approach. New Jersey 07632, 1989.
4. Sam L. "Water saving irrigation technique", 221-248. Agriculture Publishing House. Vietnam, 2002.
5. Hung T.T., Tri V.K. and Sam L. "Research on solution proposal of science and technology of irrigation basic infrastructure for development of export Grape Leaves at Binh Thuan province", 11-19. Science and Technology Journal of Agriculture and Rural Development (Special subject of Environment protection for Agriculture anh Rural Development. Agriculture Publishing House. Vietnam, 2014.
6. Hung T.T., Lan N.V. and Sam L. "Research on potential assessment and propose solutions of sustainable and suitable utilization and exploitation to water resources for rural development in the Central coastal region of Vietnam", 32-40. Journal of Water Resources Science and Technology, No 21. Vietnam, 2014.
7. Hung T.T. and Xing W.G. "Research on infiltration flow and soil moisture dynamics according to soil depth by drip irrigation technique". ISSN 1673-7180, CN 11-5484/N. Center for Science and Technology Development, Ministry of Education. China, 2008.
8. Hung T.T., Xing W.G. and Chau H.C. "Research on suitable drip irrigation schedule for tomato". ISSN 1673-7180, CN 11-5484/N. Center for Science and Technology Development, Ministry of Education. China, 2008.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Ân Niên

Phần II

CHỈNH TRỊ SÔNG - BẢO VỆ BỜ SÔNG, BỜ BIỂN - PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI – XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH

TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH THỦY ĐỘNG LỰC VÀ VẬN CHUYỂN BÙN CÁT, KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG VÀ ĐÀO TẠO

GENERAL INFORMATION OF SEDIMENT MOVEMENT AND HYDRO-MOTIVE MODELS FOR TRAINING AND APPLICATION SOFWARE

TS. Hồ Trọng Tiến, NCS. Lê Ngọc Anh
Đại học Tài Nguyên và Môi Trường TP.HCM

TÓM TẮT

Quản lý hiệu quả tài nguyên nước mặt là một trong những nhiệm vụ quan trọng và trong bối cảnh biến đổi khí hậu cùng với sự xuất hiện ngày càng nhiều của các loại hình thời tiết cực đoan thì điều đó càng trở nên cấp thiết hơn bao giờ hết. Để có thể quản lý hiệu quả tài nguyên nước mặt thì cần phải có những công cụ dự báo nhanh với độ tin cậy cao. Ngày nay, với sự phát triển của công nghệ thông tin, nhiều mô hình toán thủy động lực và vận chuyển bùn cát ra đời và trở thành công cụ hỗ trợ tích cực cho các nhà hoạch định chiến lược trong quản lý tài nguyên nước. Bài báo này sẽ tổng quan một số mô hình thủy động lực phổ biến trong nước và trên thế giới và khả năng ứng dụng của nó trong nghiên cứu và đào tạo.

Từ khóa: ***Mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát, Telemac, mô hình toán.***

1. GIỚI THIỆU

Sự phát triển nhanh chóng của mô hình toán trong thời gian qua có sự đóng góp tích cực của điều kiện về khoa học công nghệ và điều kiện kinh tế xã hội. Với điều kiện về khoa hoc công nghệ, đó là sự phát triển của ngành khoa máy tính, sự ra đời của các siêu máy tính đã tạo ra khả năng tính toán vượt trội. Với điều kiện kinh tế - xã hội, đó là do yêu cầu về sự phát triển kinh tế - xã hội làm nảy sinh các vấn đề phức tạp về quản lý tài nguyên nước mà con người phải đối mặt giải quyết. Trong điều kiện đó, đó mô hình toán thủy động lực và vận chuyển bùn cát cũng có những bước phát triển dài.

Nhìn chung, các mô hình toán thủy động lực và vận chuyển bùn cát đều ứng dụng phương pháp số để giải các phương trình vi phân chủ đạo của phương trình liên tục, phương trình động lượng cùng với phương trình vi phân liên tục của bùn cát. Một trong những ưu điểm của mô hình toán là chúng có thể ứng dụng cho các miền tính vật lý khác nhau, tiết kiệm thời gian và chi phí hơn nhiều so với mô hình vật lý vốn chỉ ứng dụng trong những trường hợp đặt biệt và phạm vi nhỏ. Hơn nữa, mô hình toán không phụ thuộc vào các điều kiện ràng buộc về các điều kiện khắc khe về thủy lực như số Reynolds, số Froude, tỷ lệ hình học như đối với mô hình vật lý.

Hòa chung sự phát triển đó, các nhà khoa học trong nước đã không ngừng học hỏi và nắm bắt những công nghệ mới của thế giới và đã xây dựng nhiều mô hình thủy động lực và đã áp dụng khá thành công tại Việt Nam.

Mục tiêu của bài báo này gồm hai mục tiêu chính: (1) tổng quan lại một số mô hình trong nước và thế giới; (2) giới thiệu mô hình trong đào tạo và nghiên cứu.

2. TỔNG QUAN MỘT SỐ MÔ HÌNH THỦY ĐỘNG LỰC VÀ VẬN CHUYỂN BÙN CÁT PHỔ BIẾN

2.1. Trong nước

Mô hình VRSAP

Theo [1], đây là mô hình thủy lực được xem là khởi đầu cho quá trình áp dụng mô hình toán để giải quyết các bài toán thủy lực kênh hở ở Việt Nam trên các mạng máy lớn (main frame) trước kia. Mô hình xuất phát chỉ có phần dòng chảy và được cố Pgs. Nguyễn Như Khuê du nhập từ Hà Lan vào năm 1978 qua quá trình học tập và công tác. Trong quá trình áp dụng, VRSAP được cải tiến, phát triển liên tục và được thêm phần tính mặn vào năm 1988 dựa trên thuật toán sai phân trung tâm tương tự thuật toán của MEKSAL. VRSAP được nhóm mô hình của VQHTLMN liên tục phát triển và bổ xung các tiện ích và chuyển sang Visual Basic để tận dụng bộ nhớ mở rộng của máy tính cũng như sự phát triển của công nghệ thông tin. Mô hình VRSAP cho đến bây giờ vẫn được đánh giá là mô hình mô phỏng khá tốt chế độ thủy lực cho khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

Mô hình SAL và VRSAP-SAL

Do GS.TSKH. Nguyễn Tất Đắc phát triển từ năm 1980 và sau đó được nâng cấp và kết hợp với mô hình VRSAP để tạo thành mô hình mang tên VRSAP-SAL hoàn thiện hơn về thuật toán và chương trình. SAL là một mô hình được xây dựng chặt chẽ về mặt toán học, dựa trên sơ đồ sai phân ẩn 4 điểm của Preissman, nhưng lấy trọng số bằng 2/3 để giảm thiểu sai số trong phép sai phân. Lan truyền chất trong SAL dựa trên thuật toán phân rã, giải phương trình tải thuần túy dùng phương pháp đường đặc trưng ẩn với cách nội suy spline bậc 3. Mô hình đã được ứng dụng rộng rãi cho hệ thống sông Đồng Nai và Đồng bằng sông Cửu Long [2].

Mô hình KOD1

Do GS.TSKH. Nguyễn Ân Niên phát triển. Đây là mô hình giải phương trình Saint – Venant bằng phương pháp sai phân hiện phục vụ cho việc tính toán dự báo lũ. Nhược điểm chính của mô hình là hạn chế bước thời gian, nhưng do không phải khử đuổi, tính lặp nên khối lượng tính toán nhỏ. Mặt khác sơ đồ hiện chỉ bảo đảm tính bảo toàn cục bộ địa phương và đôi khi gặp khó khăn trong bảo toàn toàn cục.

Mô hình HydroGIS

Do TS. Nguyễn Hữu Nhân phát triển có sử dụng bộ công cụ GIS để kết nối dữ liệu và trình bày kết quả. HydroGIS cũng giải hệ phương trình Saint-Venant 1D bằng sơ đồ sai phân Preissmann, tuy nhiên khả năng tính toán chậm và chưa được áp dụng nhiều. Gần đây, mô hình được bổ xung thêm tính toán đối với trường hợp dòng chảy xiết bằng phương pháp sóng động học.

Mô hình MK4

Do PGS.TS. Lê Song Giang, Đại học Bách Khoa TP.HCM phát triển. Đây là

phần mềm mang tính học thuật và dùng nhiều cho mục đích giảng dạy và nghiên cứu, chưa thấy áp dụng phổ biến trong thực tế và các dự án. Phần mềm cũng đang trong giai đoạn hoàn thiện và phát triển.

2.2. Mô hình ngoài nước

Hiện nay, trên thế giới đang có rất nhiều mô hình toán ứng dụng cho việc dự báo thủy động lực và vận chuyển bùn cát gồm cả mô hình một chiều (1D), mô hình hai chiều (2D), mô hình ba chiều (3D). Một số các mô hình 1D, 2D, 3D có thể nói đến sau:

Nhóm mô hình 1D

Sớm xuất hiện từ những năm 1980, và đã thành công trong nhiều ứng dụng thực tế và nghiên cứu. Hầu hết các mô hình 1D được xây dựng trong hệ tọa độ thẳng, giải phương trình Saint – Venant cho dòng chảy và quá trình vận chuyển bùn cát sử dụng phương trình của Exner bằng sơ đồ sai phân hữu hạn. Một số mô hình 1D có thể kể đến như:

Mô hình MOBED được phát triển bởi Krishnappan (1981) giải phương trình Saint – Venant viết dưới dạng bảo toàn cho dòng không ổn định và phương trình liên tục bùn cát [3]. MOBED có thể dự báo được đặc tính bùn cát của đáy sông như là một hàm số của thời gian và khoảng cách đối với dòng chảy đơn vị khác nhau.

IALLUVIAL được phát triển bởi Karim and Kennedy (1982), mô hình này chỉ ứng dụng trong trường hợp đối với dòng chảy ổn định [4].

SEDICOUP được phát triển bởi Holly và Rahuel (1990), đây là mô hình mô phỏng biến đổi đáy dựa vào phương trình Saint – Venant tính cho bùn cát hỗn hợp, thành phần bùn cát lơ lửng và bùn cát đáy được xử lý riêng biệt [5].

Mô hình 3ST1D được phát triển bởi Papanicolaou *et al.* (2004); nó có khả năng tính được nước nhảy thủy lực và mô phỏng được dòng chảy tới hạn; vì thế nó có khả năng ứng dụng trong điều kiện dòng không ổn định, biến đổi nhanh như dòng chảy trong các sông miền núi [6]. Tuy nhiên, mô hình 3ST1D chỉ tính cho vận chuyển bùn cát tổng mà không tách biệt được giữa bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng.

HEC-6 do Thomas và Prashum (1977) phát triển, sử dụng sơ đồ sai phân hữu hạn trong hệ tọa độ thẳng, giải phương trình vi phân ở dạng bảo toàn năng lượng thay cho phương trình động lượng [7]. HEC-6 không áp dụng được đối với dòng chảy không ổn định.

FLUVIAL 11 được phát triển bởi Chang (1984), sử dụng hệ tọa độ cong để giải phương trình Saint – Venant 1D đối với dòng chảy. FLUVIAL 11 có tính đến dòng chảy thứ cấp trong sông cong bằng cách biến đổi độ lớn của vận tốc theo chiều dòng chảy [8].

GSTARS được phát triển bởi Molinas và Yang (1986), mô hình được phát triển trong hệ tọa độ cong. Molinas và Yang đã bổ xung lý thuyết dòng năng lượng nhỏ nhất để xác định chiều rộng và hình dạng tối ưu để ổn định điều kiện thủy lực và bùn cát [9].

OTIS được phát triển bởi Runkel và Broshears (1991) [10], sử dụng hệ tọa độ cong. Runkel và Broshears đã biến đổi phương trình tải và khuếch tán với số hạn thêm

vào gồm dòng chảy nhập bên, số hạng phân rã bậc 1, sự thấm hút của các chất hòa tan không kết dính và sự tích trữ trong thời gian ngắn của các chất hòa tan.

Phần lớn các mô hình 1D đại diện ở trên đều có thể dự báo các thông số đơn giản trong sông như: vận tốc, mực nước, biến đổi đáy sông và vận chuyển bùn cát. Chúng có thể dự báo được tổng lượng vận chuyển bùn cát và phân phối kích thước hạt không đồng nhất. Mô hình 1D yêu cầu về dữ liệu đầu vào và khả năng xử lý của máy tính ít hơn nhiều so với mô hình 2D hay 3D nên nó tỏ ra hiệu quả cho việc dự báo nhanh mà không cần độ chính xác cao

Nhóm mô hình 2D

Mô hình 2D có xu hướng phát triển bắt đầu từ những năm 1990. Phần lớn các mô hình 2D hiện nay được xây dựng hướng đến việc xây dựng giao diện một cách trực quan và dễ dàng sử dụng. Điều đó làm cho nó trở nên thân thiện với người sử dụng và phổ biến rộng rãi. Mô hình 2D (trung bình theo chiều sâu) có thể cung cấp các thông tin biến đổi theo không gian về chiều sâu nước, các thành phần vận tốc trung bình theo hướng dòng chảy và hướng ngang, cao trình đáy sông, hồ và cửa sông... Hầu hết các mô hình 2D đều giải phương trình liên tục và phương trình Navier-Stokes trung bình theo phương đứng cùng với phương trình cân bằng khối lượng bùn cát bằng phương pháp sai phân hữu hạn, phần tử hữu hạn, hoặc thể tích hữu hạn.

SERATRA: là mô hình vận chuyển bùn cát và chất ô nhiễm được phát triển bởi Onishi và Wise (1982), giải bằng phương pháp phần tử hữu hạn cho dòng chảy không ổn định. Mô hình có khả năng dự báo được sự di chuyển của thuốc trừ sâu trên mặt đất và trong sông và có thể đánh giá được khả năng tác động đến quần thể ngập nước trong thời gian ngắn hoặc dài [11].

SUTRENCH-2D: Mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát do van Rijn và Tan phát triển (1985) [12], mô phỏng vận chuyển bùn cát và sự biến đổi đáy trong điều kiện kết hợp của dòng chảy xem như ổn định với sóng trên bùn cát đáy. Mô hình giả thuyết vận tốc dòng chảy và nồng độ bùn cát cục bộ là hằng số theo phương Y, vận chuyển bùn cát lơ lửng trong dòng chảy phân tán và hội tụ bên bằng cách đưa vào thông số chiều rộng (b) của dòng chảy. Mô hình giải phương trình tải và khuếch tán kết hợp với hệ số trễ đối với bùn cát lắng đọng.

MOBED2D: mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát được Spasojevic và Holly phát triển (1990) [13], giải bằng phương pháp sai phân hữu hạn. Mô hình có khả năng tính toán dòng chảy, vận chuyển bùn cát, biến đổi đáy trong hồ chứa, cửa sông và khu vực ven biển.

ADCIRC-2D: được phát triển bởi Luettich *et al.* (1992) [14]. Đây là mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn trong hệ tọa độ thẳng, có khả năng ứng dụng cho miền tính lớn bằng cách giải phương trình nước nông 2D đối với phương thức bên ngoài "external mode" nhưng sử dụng phương thức bên trong "internal mode" để thu được vận tốc chi tiết và ứng suất tại những khu vực được xác định. Phương thức bên trong nhận được bằng cách xác định sự phân tán động lượng và ứng suất đáy trong các số hạng vận tốc theo phương thẳng đứng.

Mike 21: do DHI (Danish Hydraulic Institute) (1993) phát triển ứng dụng cho việc mô phỏng dòng chảy, sóng, vận chuyển bùn cát, chất lượng nước và hệ sinh thái trong sông, hồ, cửa sông, vịnh, các khu vực ven biển và đại dương. Mike 21 giải hệ phương trình nước nông bằng phương pháp phần tử hữu hạn hoặc sai phân hữu hạn, sử dụng lưới tam giác hoặc lưới chữ nhật, cũng có thể kết hợp cả lưới chữ nhật (mô tả cho sông) và lưới tam giác (mô tả cho khu vực ngoài biển). Mike21 có 4 module chính: thủy động lực, sóng, vận chuyển bùn cát, chất lượng nước và sinh thái học. Module thủy động lực và sóng tính có khả năng cung cấp các thông tin về các yếu tố thủy lực dòng chảy (mực nước, vận tốc trung bình theo hai phương) và sóng (chiều cao sóng, chu kỳ, hướng sóng, ứng suất sóng…). Module vận chuyển bùn cát có khả năng mô phỏng diễn biến đường bờ và vận chuyển cát. Module chất lượng nước dùng để mô phỏng quá trình lan truyền của các chất ô nhiễm trong sông. Đây là sản phẩm thương mại được sử dụng nhiều trong các nghiên cứu tại Việt Nam. Tuy nhiên, chúng có giá thành khá đắt và thường chỉ dùng cho các tổ chức có đủ khả năng về tài chính.

UNIBEST-TC2: mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát được phát triển bởi Bosboom *et al.* (1997) [15], giải bằng phương pháp sai phân hữu hạn trong hệ tọa độ thẳng. Nó có khả năng mô phỏng quá trình thủy động lực của sóng và dòng có hướng ngang bờ bằng cách giả thuyết có sự xuất hiện của dòng chảy dọc bờ trung bình. Quá trình bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng được mô hình hóa bằng cách giả thuyết các điều kiện cân bằng cục bộ (bỏ qua độ trễ giữa dòng chảy và bùn cát).

FAST2D: là một mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát sử dụng phương pháp thể tích hữu hạn trong hệ tọa độ đường cong với lưới bám khớp với biên [16]. Module vận chuyên bùn cát sử dụng các mô hình bán kinh nghiệm đối với bùn cát lơ lửng và bùn cát đáy. Mô hình có xét một cách gián tiếp đến ảnh hưởng của dòng chảy thứ cấp trong sông cong.

FLUVIAL 12: mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn trong hệ tọa độ đường cong do Chang phát triển (1998) [17]. Nó xét đến các ảnh hưởng của chế độ thủy lực, vận chuyển bùn cát, và sự thay đổi của lòng sông đối với từng thời đoạn của dòng chảy. Đây là mô hình đáy biến đổi nhanh có khả năng mô phỏng sự biến đổi đáy sông, độ rộng, thành phần bùn cát đáy bao gồm cả trong sông cong.

DELFT-2D: mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn có khả năng mô phỏng sóng và dòng chảy. Mô hình có thể mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng bằng cách sử dụng phương pháp cả trạng thái cân bằng hoặc không cân bằng cục bộ. Mô hình cũng có thể cho thấy ảnh hưởng của chuyển động sóng lên độ lớn và hướng vận chuyển bùn cát [18].

CCHE2D: mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn do Jia và Wang phát triển (1999) [19]. Các nút khô và ướt trên biên đã được xử lý một cách tự động trong trong trường hợp mô phỏng đối với dòng chảy không ổn định với sự thay đổi của mực nước. Mô hình mô phỏng quá trình bùn cát lơ lửng bằng cách giải phương trình tải và khếch tán, quá trình bùn cát đáy sử dụng các công thức kinh nghiệm. Mô hình có xét đến dòng chảy thứ cấp trong sông cong.

Tất các mô hình nói trên đều ứng dụng cho dòng chảy không ổn định trừ mô hình SUTRENCH-2D và UNIBEST-TC2. Các mô hình đều dự báo được bùn cát tổng, chỉ có MOBED2, USTARS, FLUVIAL 12, và CCHE2D có thể tính toán cho nhiều cấp hạt và có thể tách biệt bùn cát tổng ra hai thành phần bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng. DELFT-2D và FAST2D có thể tách ra hai thành phần bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng, nhưng chúng chỉ ứng dụng được cho các hạt có kích thước đồng nhất.

Nhóm mô hình 3D

Trong nhiều nghiên cứu về thủy động lực học, mô hình 3D được lựa chọn trong trường hợp cần mô tả chi tiết hơn các quá trình vật lý tại những nơi có điều kiện thủy động lực phức tạp mà mô hình 2D không phù hợp. Ví dụ như mô phỏng dòng chảy qua trụ cầu hoặc tại nơi gần các công trình. Cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin như: kỹ thuật máy tính, tốc độ máy tính, khả năng tính toán song song, khả năng lưu trữ dữ liệu… làm cho khả năng ứng dụng mô hình 3D phổ biến hơn. Phần lớn các mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát ở dạng ba chiều đều giải phương trình liên tục và Navier – Stokes kết hợp với phương trình cân bằng khối lượng bùn cát bằng phương pháp sai phân hữu hạn, phần tử hữu hạn hoặc thể tích hữu hạn. Phương trình Navier – Stokes được giải bằng phương pháp trung bình hóa của Reynolds. Phương trình Reynolds có thể chia thành hai dạng: dạng thủy tĩnh và phi thủy tĩnh. Mô hình dạng thủy tĩnh có độ chính xác không cao khi tính toán dòng chảy ở những nơi có sự thay đổi ứng suất lớn. Ngược lại, mô hình dạng phi thủy tĩnh có độ chính xác cao hơn và có khả năng mô tả những đặc tính phức tạp của dòng chảy thứ cấp trong một miền tính phức tạp. Một số các mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát chính được sử dụng trên thế giới có thể kể đến như.

ECOMSED: mô hình thủy động lực, sóng và vận chuyển bùn cát sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn trong hệ tọa độ đường cong trực giao, được phát triển bởi Blumberg và Mellor (1987) [20]. Mô hình giả thuyết ứng suất tuân theo quy luật thủy tĩnh, có khả năng dự báo các yếu tố thủy lực dòng chảy và vận chuyển bùn cát trong một khối nước lớn như hồ và đại dương.

RMA-10: mô hình thủy động lực sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, có thể tính toán mực nước và các thành phần vận tốc theo phương nằm ngang đối với dòng chảy tầng [21]. Nó được xây dựng với giả thuyết gia tốc dòng chảy theo phương thẳng đứng rất nhỏ và có thể bỏ qua (áp suất theo quy luật thủy tĩnh). Mô hình giải phương trình chuyển tải đối với độ mặt, nhiệt độ và bùn cát lơ lửng và kết hợp với ảnh hưởng của khối lượng lên khối lượng riêng của chất lỏng. Mô hình thích hợp cho việc tính toán chế độ thủy động lực cho vùng ngập triều và vùng đầm lầy. Mô hình chỉ có thể ứng dụng đối với bùn cát đồng nhất.

GBTOXe: là một mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát, giải bằng phương pháp sai phân hữu hạn trong hệ tọa độ đường thẳng [22]. Thành phần thủy động lực của mô hình (GBHYDRO) giả thuyết dòng chảy theo quy luật thủy tĩnh và có tính đến quá tình xáo trộn và lưu thông của cột nước; thành phần vận chuyển bùn cát (GBSED) chỉ tính đối với bùn cát kết dính.

EFDC3D: là mô hình thủy động lực và chất lượng nước, sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn trong trong hệ tọa độ lưới đường cong trực giao hoặc lưới đường thẳng với phép xấp xỉ sigma trên phương đứng [23]. Mô hình giải phương trình 3D, dòng chảy theo quy luật thủy tĩnh, có xét đến sự thay đổi khối lượng riêng của chất lỏng. Mô hình có thể ứng dụng trong các khu vực cửa sông, hồ và ven biển. Nó có thể mô phỏng được chất ô nhiễm và chất lượng nước.

ROMS: Đây là mô hình sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn trong hệ tọa độ lưới cong trực giao với phép xấp xỉ sigma theo phương đứng [24]. Mô hình có thể mô phỏng dòng chảy mặt thủy tĩnh tuần hoàn trên đại dương và các thông số ảnh hưởng của sóng mặt lên ứng suất và độ nhám ở đáy.

CH3D-SED: mô hình sai phân hữu hạn trên hệ tọa độ không trực giao với đường cong khớp với biên, sử dụng phép biến đổi xấp xỉ sigma theo phương thẳng đứng [25]. Vận chuyển bùn cát sẽ được tính toán dựa trên phương trình cân bằng khối lượng bùn cát đối với bùn cát đáy và kết hợp với phương trình tải – khuếch tán đối với bùn cát lơ lửng.

SSIIM: mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát, sử dụng phương pháp thể tích hữu hạn giải phương trình Navier – Stokes và mô hình rối k – ε trên lưới phi cấu trúc [26]. Mô hình có khả năng mô phỏng vận chuyển bùn cát trên đáy sông biến đổi với dạng địa hình phức tạp. Nó có thể ứng dụng cho các dạng đáy trong sông, vận chuyển bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng của các hạt không đồng dạng. Mô hình cũng có thể ứng dụng trong mô phỏng chất lượng nước trong sông.

MIKE3: là mô hình thủy động lực sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn được phát triển bởi Danish Hydraulic Institute (1993) [27]. Nó bao gồm các thành phần tải – khuếch tán, chất lượng nước, trao đổi nhiệt độ với áp suất không khí, xử lý ngập và khô trong khu vực ảnh hưởng triều và quá trình vận chuyển bùn cát. Mike3 được ứng dụng trong việc mô phỏng dòng chảy tại cửa sông, vịnh và khu vực bờ biển cũng như đại dương.

FAST3D: là mô hình thủy động lực, sử dụng phương pháp thể tích hữu hạn với giả thuyết phi thủy tĩnh [28]. Mô hình có thể ứng dụng cho các miền tính phức tạp do bổ xung thêm thuật toán có khả năng tính toán song song. Thành phần bùn cát của mô hình

DELFT3D: Mô hình Delft3D được phát triển bởi Delft Hydraulics (www.wldelft.nl), nó có khả năng mô phỏng quá trình thủy động lực trong sông và vùng ven biển, quá trình vận chuyển bùn cát, sóng, chất lượng nước, biến đổi hình thái lòng dẫn, dòng chảy biển. Module Delft3D-Flow là hạt nhân của hệ thống mô hình Delft3D tính toán dòng chảy dựa trên phương trình nước nông đối với dòng không ổn định. Nhiều báo cáo, nghiên cứu khoa học về hình thái cửa sông, ven biển đã ứng dụng mô hình Delft3D.

TELEMAC-3D: Đây là một trong những mô hình thủy động lực hình thái sông hàng đầu trên thế giới có thể đáp ứng cho việc dự báo quá trình biến đổi hình thái cho vùng cửa sông, ven biển. TELEMAC-3D sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn hoặc thể tích hữu hạn, giải phương trình Navier – Stokes dạng phi thủy tĩnh hoặc thủy tĩnh với lưới phi cấu trúc, đặc biệt rất mạnh với khả năng tính toán song song. Module SISYPHE dùng để mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát, module TOMAWAC tính

toán sóng và module TELEMAC-3D/2D là hạt nhân của mô hình có khả năng kết nối với các module khác.

3. KẾT LUẬN VÀ THẢO LUẬN

Nhiều mô hình trong nước đã được các nhà khoa học trong nước phát triển, và đã ứng dụng được rộng rãi và thành công. Tuy nhiên, phần lớn các mô hình trong nước chỉ tập trung vào giải quyết bài toán thủy động lực và lan truyền chất mà chưa/ hoặc ít mô hình đề cập đến vận chuyển bùn cát. Các mô hình trong nước do các cá nhân phát triển nên về mặt thương mại còn hạn chế ở khả năng linh hoạt trong xây dựng sơ đồ toán cũng như tổ chức số liệu đầu vào, trình bày kết quả mặc dù tính học thuật không kém gì các mô hình thương mại khác.

Các mô hình khác nhau về các điều kiện sử dụng, yêu cầu về số liệu đầu vào cho mô hình, mức độ phức tạp, tốc độ tính toán và độ chính xác… Tuy nhiên, nói chung không có mô hình nào được xem là tốt nhất mà chỉ có mô hình phù hợp và những yếu tố ảnh hưởng nhiều đến việc lựa chọn mô hình có thể được kể đến như sau: (1) số liệu đầu vào và đầu ra của mô hình; (2) khả năng ứng dụng; (3) mục đích của người sử dụng; (4) khả năng đáp ứng về phần cứng máy tính; (5) chi phí mua phần mềm; (6) khả năng cập nhật. Gần đây, xu hướng mã nguồn mở đem đến cho người sử dụng những trãi nghiệm mới mẻ. Tuy nhiên, mã nguồn mở thường khó sử dụng hơn so với các mô hình thương mại.

Nếu xem xét đến sáu yếu tố lựa chọn mô hình ở trên thì TELEMAC có thể xem là mô hình rất thích hợp trong nghiên cứu, đặc biệt thích hợp cho các cá nhân hay tổ chức không có khả năng về kinh phí. Ưu điểm lớn của mô hình Telemac là: (1) hỗ trợ rất mạnh cho khả năng tính toán song song cho phép vận hành trên các máy chủ lớn có nhiều vi xử lý, do đó có thể rút ngắn được thời gian tính toán khi giải quyết bài toán lớn; (2) đây là mô hình mã nguồn, qua đó người sử dụng có thể dễ dàng thay đổi mã nguồn để có thể đưa vào những ý tưởng hay thay đổi một số các công thức cho phù hợp với thực tế; (3) có khả năng tính toán cho trường hợp bùn cát hỗn hợp bao gồm kết dính và không kết dính (bùn – cát); (4) hoàn toàn miễn phí; (5) được cập nhật thường xuyên; (6) được sự hỗ trợ đắc lực của nhóm tác giả phát triển mô hình và cộng đồng TELEMAC trên khắp thế giới.

Có thể nói trong giai đoạn trước đây khái niệm tính toán song song ứng dụng trong mô hình toán chưa phát triển nhiều nên một trong những khó khăn cho việc thiết lập mô hình là giới hạn số lượng phần tử do khả năng giới hạn của phần cứng máy tính, điều này cũng làm giảm chất lượng của mô hình. Đến năm 2000 kỹ thuật tính toán song song đã bắt đầu xuất hiện, Hervouet J.-M đã phát triển phương pháp tính toán song song (parallel) với độ chính xác rất cao và áp dụng vào mô hình TELEMAC để mô phỏng trường hợp vỡ đập Malpasset tại Pháp vào năm 1959 [29]. Đến năm 2012, Riadh Ata. đã bổ xung thêm sơ đồ toán giải phương trình Saint-Venant bằng phương pháp thể tích hữu hạn vào mô hình TELEMAC [30]; nghiên cứu cho thấy, phương pháp thể tích hữu hạn cho kết quả rất tốt về chiều sâu nước, bảo toàn khối lượng, số hạng rối rất nhỏ và khả năng xử lý khô/ướt. Những kết quả cũng mở ra những triển vọng mới trong việc ứng dụng mô hình thủy động lực trong mô phỏng quá trình vật lý đòi hỏi sự chính xác

cao. Sau đó nhiều nghiên cứu đã bắt đầu ứng dụng Telemac2d trong mô phỏng vỡ đập tại Việt Nam như [31], [32], [33], [34], [35]...

Như vậy, có thể thấy rằng xu hướng mã nguồn mở đang và sẽ trở thành xu hướng mới trong việc ứng dụng công cụ mô hình toán trong đánh giá, dự báo tài nguyên nước. Do tính mở nền Telemac kích thích sự sáng tạo và sự hứng thú trong nghiên cứu. Điều đó đã được chứng minh trong thời gian gần đây thông qua các chương trình hợp tác và chuyển giao của AFD với Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam. Chính vì vậy, Telemac là một trong những công cụ có khả thi trong ứng dụng công cụ mô hình toán trong đào tạo và nghiên cứu khoa học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Tất Đắc (2009), Về các mô hình thủy lực và chất lượng nước phục vụ cho công tác quy hoạch các hệ thống sông/kênh, *Tập san Khoa học và Công nghệ Quy hoạch thủy lợi*, Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam.
2. Nguyễn Tất Đắc (2005), *Mô hình toán cho dòng chảy và chất lượng nước trên hệ thống sông kênh*, NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP, Tp. Hồ Chí Minh, pp. 149-150.
3. KRISHNAPP B. G. (1985), " Comparison of MOBED and HEC-6 river flow models″, *Can. J. Civ.Eng*. **12** (3), pp. 464-471.
4. Karim M.F. and Kennedy J.F. (1982), IALLUVIAL : a commuter based flow and sediment routing for alluvial treams and its application to the Missouri River, Iowa Institute of Hydraulic Research, The University of Iowa.
5. Holly F. M. and Rahuel J. L. (1990), "New numerical/physical framework for mobile-bed modelling″, *Journal of Hydraulic Research*. **28** (4), pp. 401-416.
6. PAPANICOLAOU A. N., BDOUR A., et al. (2004), "One-dimensional hydrodynamic/sediment transport model applicable to steep mountain streams″, *Journal of Hydraulic Research*. **00** (0), pp. 1 - 19.
7. Thomas W. A. and Prashum A. I (1977), "Mathematical model of scour and deposition″, *J. Hydr. Div.* **110** (11), pp. 1613–1641.
8. Chang Howard H. (1984), "Modeling of River Channel Changes″, *Journal of Hydraulic Engineering*. **110** (2), pp. 157-172.
9. Molinas A. and Yang J. C. (1986), Computer program user's manual for GSTARS, U.S.
10. Runkel R. L. and Broshears R. E. (1991), OTIS: One-dimensional transport with inflow and storage: A solute transport model for small streams, CADSWES Technical Rep.
11. Onishi Y. and Wise S. E. (1982), SERATRA: User's manual for the instream sediment-contaminant transport model, Technical Rep.
12. van Rijn L. C. and Tan G. L. (1985), Sutrench model: Two dimensional vertical mathematical model for sedimentation in dredged channels and trenches by currents and waves, Rijskwaterstaat communications, pp. 11.
13. Spasojevic M. and Holly F. M. (1990), MOBED2: Numerical simulation of two-dimensional mobile-bed processes, Iowa Institute of Hydraulic Research.

14. Luettich R. A., Westerink J. J., et al. (1992), ADCIRC: An advanced three-dimensional circulation model for shelves, coasts, and estuaries: Report 1, theory and methodology of ADCIRC-2DDI and ADCIRC-3DL, US Army Corps of Engineers.

15. Bosboom J., Aarninkhof S. G., et al. UNIBEST TC-2.0 model: Overview of formulations, Delft Hydraulics.

16. Bùi Minh Đức (1998), Depth-average numerical modeling of flow and sediment transport in the Elbe River, *3rd Int. Conf. on Hydroscience and Eng.*, Berlin.

17. Chang H. H. (1998), Generalized computer program: Users' manual for FLUVIAL-12: Mathematical model for erodible channels, San Diego.

18. Walstra D. J., van Rijn L. C., et al. (1998), Sand transport at the lower shoreface of the Dutch coast, delft hydraulics.

19. Jia Y. and Wang S. (1999), "Numerical model for channel flow and morphological change studies", *Journal of Hydraulic Engineering*. **125** (9), pp. 924-933.

20. Blumberg A. F. and Mellor G. L. (1987), "A description of a threedimensional coastal ocean circulation model", *Coastal and Estuarine Sciences*. **4**, pp. 1-16.

21. King I. P. (1988), A finite element model for three dimensional hydrodynamic systems, U.S. Army Corps of Engineers.

22. Bierman V. J. (1992), Development and validation of an integrated exposure model for toxic chemicals in Green Bay, Lake Michigan, Environmental Research Laboratory, Duluth, Minn.

23. Hamrick J. H. (1992), A three-dimensional environmental fluid dynamics computer code: Theoretical and computational aspects, *Marine Science and Ocean Engineering*, Virginia Institute of Marine Science, Gloucester Point, Va.

24. Song Y. T. and Haidvogel D. (1994), "A semi-implicit primitive equation ocean circulation model using a generalized topographyfollowing coordinate system.", *Journal of computational physics*. **115**, pp. 228-244.

25. Spasojevic M. and Holly F. M. (1994), Three-dimensional numerical simulation of mobile-bed hydrodynamics, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss.

26. Olsen N.R.B. (1994), "SSIIM - a three-dimensional numerical model for simulation of water and sediment flow", *Transactions on Ecology and the Environment*. **8**, pp. 227-234.

27. Institute Danish Hydraulic (1993), MIKE 21 short description, Danish Hydraulic Institute, Hørsholm, Denmark.

28. Landsberg A., Chtchelkanova A., et al. (1998), Fast3D user and programmer reference manual.

29. Hervouet J-M. (2000), "A high resolution 2-D dam-break model using parallelization", *Hydrological Processes*. **14** (13).

30. Ata Riadh (2012), *XIXth TELEMAC-MASCARET User Conference*, Noémie Durand and Jean-Michel Hervouet Sébastien Bourban, HR Wallingford, Oxford, pp. 93-98.

31. 31. Lê Ngọc Anh and Nguyễn Thống (2014), "Ứng dụng mô hình Telemac-2D đánh giá ảnh hưởng của hiện tượng vỡ đập Trị An lên vùng hạ lưu Đồng Nai - Sài Gòn", *Tạp chí Tài Nguyên Nước*. **01**, pp. 21-30.

32. Nguyễn Thống and Lưu Xuân Lộc (2014), "Ứng dụng mô hình Telemac2D đánh giá ảnh hưởng của hiện tượng vỡ đập Dầu Tiếng lên vùng hạ lưu sông Sài Gòn", *Tài Nguyên Nước*. **03**, pp. 20-27.

33. Putzar Bert and Malcherek Andreas (2012), *XIXth TELEMAC-MASCARET User Conference*, St Hugh's College, Oxford, pp. 39-44.

34. Dorfmann Clemens, Moser Konrad, et al. (2014), 2D Numerical Simulations of Embankment Dam Failure Due To Overtopping, *Proceedings of the 21st TELEMAC-MASCARET User Conference*, ARTELIA Eau & Environnement, Grenoble – France, pp. 51-57.

35. Goll Annalena (2014), Direct Simulations of Bed Forms of the River Elbe, Germany, *Proceedings of the 21st TELEMAC-MASCARET User Conference*, ARTELIA Eau & Environnement, Grenoble – France, pp. 153-157.

Người phản biện: PGS. TS. Lương Văn Thanh

TÁC ĐỘNG CỦA BÃI TRIỀU ĐẾN CHẾ ĐỘ DÒNG CHẢY HẠ LƯU SÔNG ĐỒNG NAI

EFFECT OF TIDAL STORAGE ZONE TO THE FLOW REGIME IN DONGNAI DOWNSTREAM

ThS. NCS. Phạm Thế Vinh, GS. TS. Tăng Đức Thắng
GS. TSKH. Nguyễn Ân Niên

TÓM TẮT

Biến động mực nước trên sông là một vấn đề phức tạp, chịu tác động của nhiều yếu tố. Ngoài tác động của thiên nhiên như các yếu tố về khí tượng, mưa, tác động của thủy triều, địa hình lòng dẫn, thảm phủ thực vật thì các tác động của con người cũng làm thay đổi chế độ thủy văn thủy lực. Cho tới nay, các nghiên cứu về biến động mực nước do tác động thiên nhiên kể cả có xét đến biến đổi khí hậu đã được xét đến. Tuy nhiên, một số tác động của con người tới dòng chảy cho tới nay vẫn chưa được quan tâm đúng mức. Điều này sẽ làm cho mực nước sông ngày càng cao gây không ít khó khăn cho việc xây dựng, quản lý và vận hành các công trình.

Bài báo này trình bày việc phân tích các biến động về thay đổi mặt bằng xây dựng thông qua việc thống kê sử dụng đất tại các địa phương, phân tích ảnh vệ tinh để xác định biến động mặt bằng xây dựng trong hạ lưu sông Đồng Nai. Sự thay đổi dòng chảy trong sông được tính toán thông qua bài toán thủy lực. Các kết quả cho thấy sự biến động về mặt bằng đã làm cho dòng chảy của các sông thay đổi đáng kể và có xu hướng bất lợi cho việc phát triển kinh tế.

Từ khóa: ***mực nước, dòng chảy, đất xây dựng, sử dụng đất, bãi triều.***

ABSTRACT

Fluctuations in water level in the river is a complex issue, influenced by many factors. In addition to the impact of natural factors such as climate, rainfall, effects of tides, river bed topography, vegetation cover, the impact of humans are also affect on the water level. So far, the studies of water level fluctuations due to natural effects including taking into account climate change has been considered. However, a number of human impact to the flow so far has not been given adequate attention. This will make increasingly high river levels caused difficulties for the construction, management and operation of the facilities.

This paper presents an analysis of the variation of construction land through statistics of the land use of the provinces, satellite image analysis to determine the changes of construction land use in the Dong Nai downstream. The change in the river flow calculated through hydraulic model. The results showed that the variation in land use made of river flow change significantly and tends to disadvantage for economic development.

Keywords: ***Water level, flow, ground, construction land, land use, tidal storage zone.***

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu *"Một số nhận định về biến động mực nước trên các sông chính tại Việt Nam"* cho thấy, theo các tài liệu thực đo trên các triền sông của Việt Nam, mực nước đang có xu hướng gia tăng trong những năm qua. Những nghiên cứu, dự án cho tới nay chủ yếu là xây dựng các công trình trên mặt bằng đất ngập nước. Việc nhìn nhận dựa trên tổng thể mặt bằng xây dựng kết hợp hài hòa giữa các vùng ngập nước và khu vực xây dựng, bảo vệ chưa được nghiên cứu cụ thể. Các vấn đề trên cần phải được phân tích và nghiên cứu kỹ lưỡng để có thể có những định hướng ứng phó trong việc ngăn triều, phòng lũ. Việc phân tích mực nước gia tăng trong lòng dẫn do việc san lấp, xây dựng đê bao thu hẹp khu vực chứa triều và lũ cần có tính toán cụ thể.

Nội dung của bài báo nhằm đưa ra nguyên nhân, cơ chế của các bãi ngập đến đặc trưng thủy lực và các kết quả nghiên cứu bước đầu đã thực hiện trong quá trình nghiên cứu liên quan đến chủ đề nghiên cứu liên quan đến sự phát triển trên vùng đất thấp, ảnh hưởng của thủy triều và những tác động của chúng đến dòng chảy trong sông. Các kết quả nghiên cứu bao gồm nghiên cứu sự thay đổi mặt bằng sử dụng đất dựa trên tài liệu thu thập được của các tỉnh trong vùng nghiên cứu từ năm 2000 đến nay. Sự thay đổi về mực nước sông trong mùa kiệt cũng như mùa lũ dựa trên tài liệu thực đo tại các trạm thủy văn. Sự thay đổi về mặt bằng sử dụng đất dựa vào kết quả phân tích ảnh vệ tinh từ những năm 1973 đến nay. Kết quả nghiên cứu về thay đổi mặt bằng trên sẽ tác động đến mực nước trong sông ra sao sẽ được mô hình hóa bằng mô hình thủy lực. Các thay đổi mặt bằng trong tương lai sẽ dựa trên quy hoạch sử dụng đất của địa phương để đưa vào mô hình thủy lực để đánh giá việc thay đổi này sẽ tác động như thế nào đến dòng chảy trong sông.

Các kết quả thủy lực sẽ được phân tích cụ thể về sự thay đổi mực nước trong những năm tới. Tương quan giữa sử dụng đất vào mực nước trong sông cũng được tính toán để đánh giá rõ nét hơn những quan hệ mật thiết của mặt bằng sử dụng đất đến mực nước sông.

2. CÔNG CỤ SỬ DỤNG TRONG PHÂN TÍCH

Trong nghiên cứu này sử dụng hai công cụ chính để đánh giá: (i) Phần mềm phân tích ảnh vệ tinh: Để nhận biết được sự thay đổi mặt bằng cơ cấu sử dụng đất trong khu vực, việc phân tích ảnh vệ tinh được thực hiện với các ảnh vệ tinh từ năm 1973 -2015; (i) Phần mềm mô hình thủy lực: sử dụng mô hình thủy lực một chiều kết hợp với 2 chiều để tính toán sự thay đổi mực nước trong sông khi có sự thay đổi mặt bằng xây dựng.

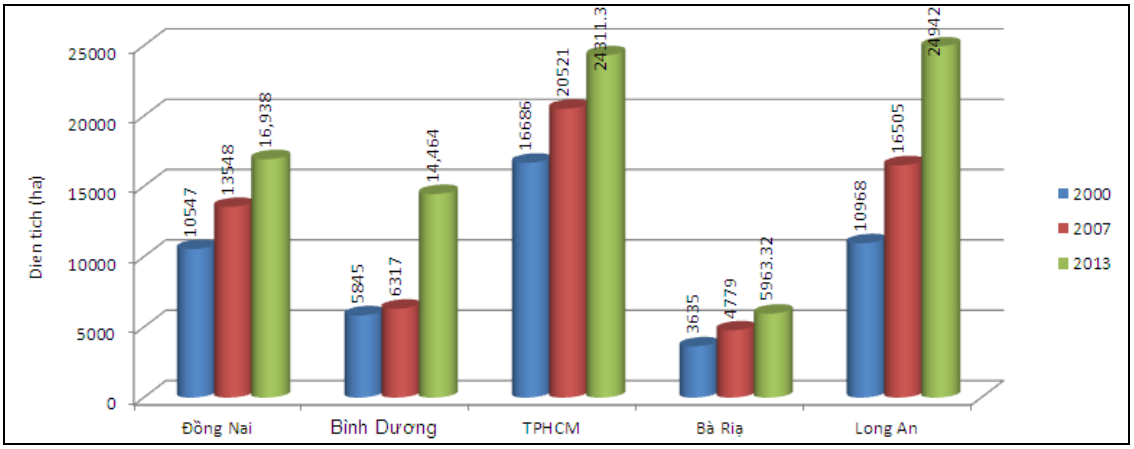
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Sự thay đổi mặt bằng trên vùng hạ lưu sông Đồng Nai

a. Kết quả nghiên cứu về thay đổi mặt bằng sử dụng đất dựa trên tài liệu thu thập của các tỉnh

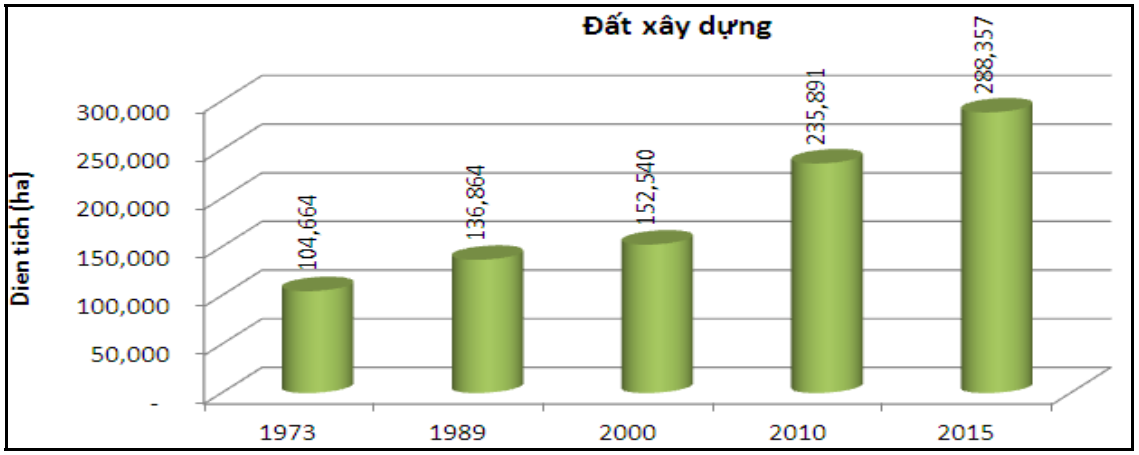
Theo số liệu sử dụng đất thu thập tại các tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, Thành Phố Hồ Chí Minh, Bà Rịa – Vũng Tàu và Long An trong vùng nghiên cứu từ năm 2000 đến năm 2013 (thời kỳ mực nước trong khu vực gia tăng đột biến) cho thấy cơ cấu sử

dụng đất cho các ngành đã thay đổi khá nhiều trong những năm gần đây. Diện tích đất ở cho thấy tổng diện tích đất ở trong các tỉnh khoảng 47.700 ha vào năm 2000, tăng lên khoảng 61.700 ha vào năm 2007 (tăng 29,3% so với năm 2000) và tăng lên 86.700 ha vào năm 2013 (tăng 81,7% so với năm 2000). Số liệu này cho thấy qua 14 năm mà diện tích đất xây dựng đã tăng lên gần gấp đôi so với trước đây. Đối với diện tích đất mặt nước thống kê cũng cho thấy, diện tích đất mặt nước trong khu vực vào khoảng 167.300 ha vào năm 2000, đến năm 2007 giảm còn 140.800 ha (giảm 18,8% so với năm 2013) và giảm còn 126.500 ha vào năm 2013 (giảm 32,2% so với năm 2013). Như vậy, diện tích mặt nước cũng giảm đáng kể so với trước đây.



Hình 1. Thay đổi diện tích sử dụng đất ở tại các tỉnh

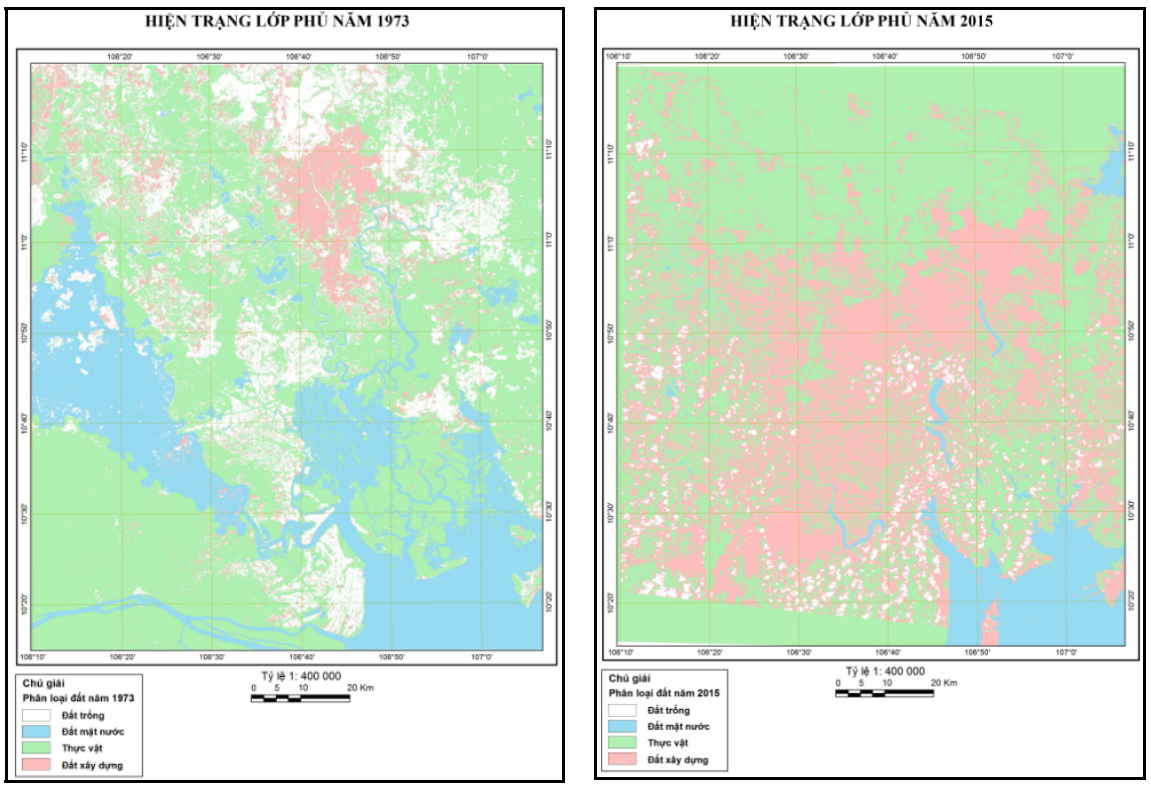
b. Kết quả nghiên cứu về thay đổi mặt bằng sử dụng đất dựa trên tài liệu phân tích ảnh vệ tinh



Hình 2. Thay đổi diện cơ cấu sử dụng đất xây dựng chính từ năm 1973 - 2015

Để làm rõ tác động của sử dụng đất đến chế độ mực nước trong sông, các kết quả phân tích ảnh vệ tinh đã được thực hiện trong nghiên cứu. Các kết quả phân tích

trong các năm 1973, 1989, 2000, 2010 và 2015. Kết quả cho thấy, diện tích đất xây dựng (bao gồm đất ở, đất giao thông, xây dựng, thủy lợi, cơ sở hạ tầng…) tăng lên khá lớn, tổng diện tích đất trong vùng hạ lưu sông Đồng Nai khoảng 164.700 ha vào năm 1973, tăng lên khoảng 136.900 ha vào năm 1989 (tăng 30,8% so với năm 1973) tăng lên 152.500 ha vào năm 2000 (tăng 45,7% so với năm 1973), tăng lên 235.900 ha vào năm 2010 (tăng 125,4% so với năm 1973) và tăng lên 288.300 ha vào năm 2015 (tăng 155,5% so với năm 1973). Số liệu này cho thấy qua 42 năm mà diện tích đất xây dựng đã tăng lên gấp ba so với trước đây. Nếu xét từ năm 2000 đến nay, tốc độ xây dựng cơ sở hạ tầng tăng nhanh chóng, trải qua 15 năm mà diện tích đất xây dựng đã tăng gần gấp đôi so với năm 2000.



Hình 3. Hiện trạng lớp phủ qua các năm phân tích từ ảnh vệ tinh

c. Nhận xét chung

Quá trình thu thập tài liệu về sử dụng đất của địa phương cũng như việc phân tích ảnh vệ tinh cho kết quả khá tương đồng. Diện tích đất ở tăng lên nhanh chóng trong 15 năm trở lại đây. Theo thu thập tài liệu thống kê của địa phương cho thấy diện tích đất ở tăng 81,7 % tính từ năm 2000 đến năm 2013. Phân tích ảnh vệ tinh cho thấy tổng diện tích đất xây dựng trong khu vực hạ lưu sông Đồng Nai cũng tăng lên khoảng 89% tính từ năm 2000 đến năm 2015. Sự thay đổi này làm cho mực nước sông sẽ biến động, ảnh hưởng đến mực nước đỉnh triều trong sông. Sản phẩm các bản đồ này sẽ là cơ sở để

thiết lập các ô chứa trong sơ đồ thủy lực nhằm đánh giá dòng chảy qua những thời kỳ khác nhau.

3.2. Thay đổi mực nước trong sông

a. Kết quả dựa trên phân tích mực nước sông

Phân tích các số liệu lớn nhất năm từ năm 1980 đến nay của các trạm thủy văn cho thấy tất cả các trạm đều có mực nước gia tăng. Độ gia tăng mực nước lớn nhất tháng vẫn ở mức rất cao (Vũng Tàu tăng 0,53 cm; Nhà Bè tăng 0,84 cm; Phú An tăng 0,96 cm; Thủ Dầu tăng 0,54 cm; Biên Hòa tăng 1,74 cm; Bến Lức tăng 1,65 cm).

Mực nước gia tăng lớn nhất là tại trạm thủy văn Biên Hòa (tăng 1,74 cm/năm) do tốc độ đô thị hóa vùng này khá cao và tại khu vực này mực nước chịu tác động của hồ Trị An, đặc biệt là sau khi hồ Trị An đi vào hoạt động từ năm 1988 và hồ Thác Mơ từ năm 1994.

Mực nước tại trạm Phú An cũng có xu hướng gia tăng mạnh (tăng 0,96 cm/năm) do tại khu vực này trong những năm gần đây đã thực hiện khá nhiều hoạt động san lấp mặt bằng làm mất các khu trũng chứa nước. Mực nước tại Thủ Dầu Một cũng có xu hướng tăng chậm do khu vực này ít có các hoạt động làm thay đổi lòng dẫn. Các dự án đê bao khu dân cư và bảo vệ đất nông nghiệp hiện nay mới được hoàn thành, do vậy trong thời gian tới khả năng mực nước khu vực này sẽ bị ảnh hưởng.

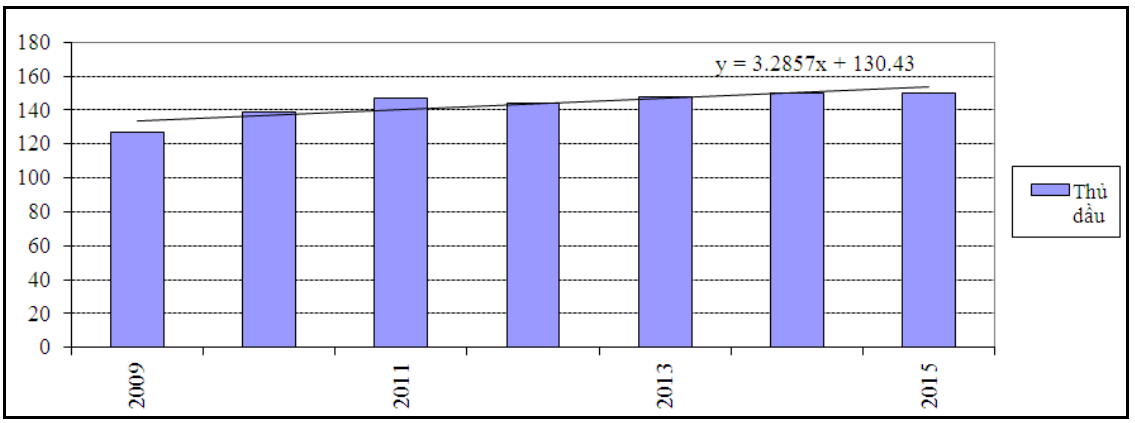
Mực nước tại Vũng Tàu có xu hướng tăng chậm nhất, mức độ gia tăng tùy thuộc vào biến đổi khí hậu. Tác động của thủy văn tại đây sẽ ảnh hưởng đến toàn bộ mực nước trong khu vực.

Bảng 1. Gia tăng mực nước các trạm thủy văn từ năm 1980-2015

Trạm	Giai đoạn			
	1980-2015	*1980-1999*	*2000-2015*	*Chênh lệch*
Mực nước lớn nhất năm (cm)				
Vũng Tàu	0,45	0,94	0,11	-0,83
Nhà Bè	1,03	0,4	1,59	1,19
Phú An	1,21	0,42	1,86	1,44
Thủ Dầu	1,02	0,15	2,26	2,11
Biên Hòa	1,56	1,64	0,12	-1,52
Bến Lức	1,52	1,41	0,52	-0,89
Mực nước lớn nhất tháng 5 (cm)				
Vũng Tàu	0,26	0,5	-0,34	-0,84
Nhà Bè	0,91	0,42	1,25	0,83
Phú An	1,02	0,35	1,41	1,06
Thủ Dầu	0,62	0,1	1,37	1,27
Biên Hòa	2,55	3,57	1,41	-2,16
Bến Lức	1,08	0,96	1,19	0,23

Những thay đổi về hình thái lòng dẫn và bãi ngập đã làm cho việc dự báo mực nước tại những khu vực bị sai lệch đáng kể. Ngay trong đợt triều cường ngày 20/10/2013, mực nước trạm Phú An được dự báo là 1,58 nhưng mực nước thực đo đã đạt 1,68 và mực nước Vũng Tàu lúc này không cao (+1,21), gió chướng trong đợt này không có nhưng đã gây ra mực nước cao lịch sử, gây ngập trên diện rộng.

Để nhận biết sự gia tăng mực nước rõ nhất, bằng số liệu thực đo, liệt số liệu đo tại Thủ Dầu Một cho thấy từ năm 2009 đến nay mực nước tại đây đã gia tăng trên 25 cm. Điều này trùng với việc đã xây dựng xong khu vực đê bao ven sông Sài Gòn và xây dựng xong hệ thống thủy lợi An Sơn – Lái Thiêu.



Hình 4. Gia tăng mực nước lớn nhất năm Thủ Dầu Một trong những năm gần đây

Có thể thấy rằng, độ gia tăng mực nước trên sông khi địa hình lòng dẫn và việc hoành triệt các bãi ngập là không thể tránh khỏi. Cần phải có những nghiên cứu thấu đáo, cảnh báo việc gia tăng mực nước để phục vụ việc nghiên cứu, thiết kế, quản lý và vận hành. Với việc xác định tương quan giữa việc làm mất các bãi ngập triều thông qua các công cụ tính toán có thể xác định được mực nước sông tại một vị trí nào đó sẽ biến động theo thời gian. Giúp cho các nhà nghiên cứu, các cơ quan tư vấn, quản lý có thể đề xuất các giải pháp thích ứng.

b. Kết quả tính toán mô hình thử nghiệm

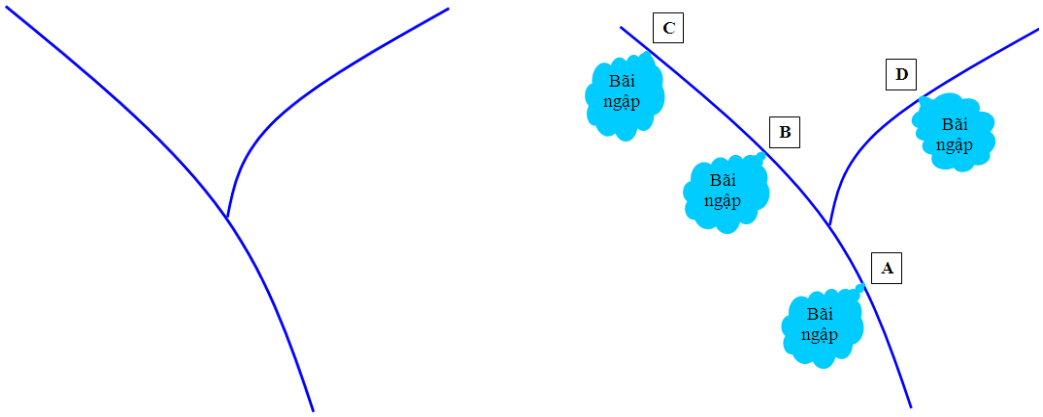
Để minh chứng cho việc tác động của các bãi ngập, các khu chứa triều đề chế độ dòng chảy, mô hình thử nghiệm đơn giản được đưa ra mô phỏng. Mô hình thử nghiệm bao gồm 2 nhánh sông với mặt cắt sông được mô tả gần giống với 2 sông Sài Gòn và Đồng Nai. Mực nước triều được lấy tại Vũng Tàu, lưu lượng thượng lưu được lấy tại mỗi biên là 500 m^3/s. Dạng địa hình mô phỏng không có ô chứa triều và có ô chứa triều với 4 bãi ngập bố trí ven sông, kết nối với bãi ngập là dạng kết nối bên (không tham gia tuyền tải lưu lượng, chỉ tham gia vào trữ nước).

Các kịch bản tính toán được xây dựng như sau:

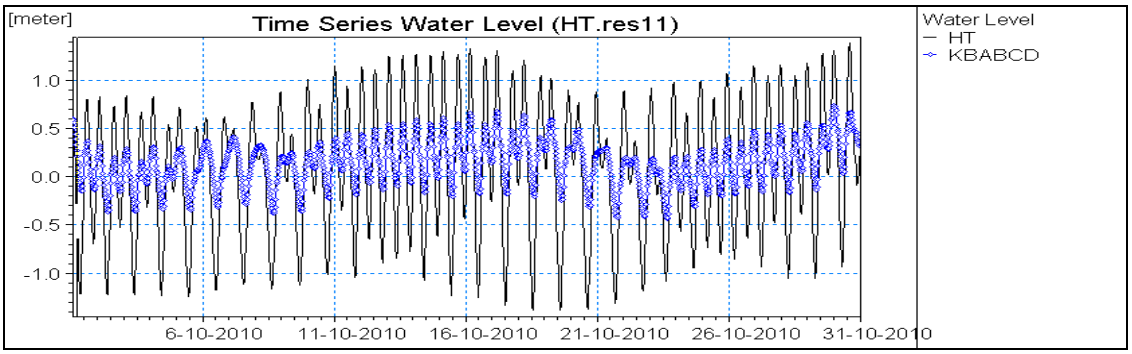
- HT: Chưa có bãi ngập
- KBABCD: Có các bãi ngập

- KBA: Có bãi ngập A
- KBB: Có bãi ngập B
- KBB50%: Có bãi ngập B nhưng giảm diện tích bãi ngập 50%
- KBB50%: Có bãi ngập B nhưng giảm diện tích bãi ngập 25%

Kết quả tính toán cho thấy, khi có các bãi ngập, mực nước đỉnh triều giảm đi so với kịch bản không có bãi, mực nước chân triều có xu hướng tăng cao. Như vậy, biên độ triều có xu hướng thu hẹp lại.



Hình 5. Thay đổi địa hình các kịch bản tính

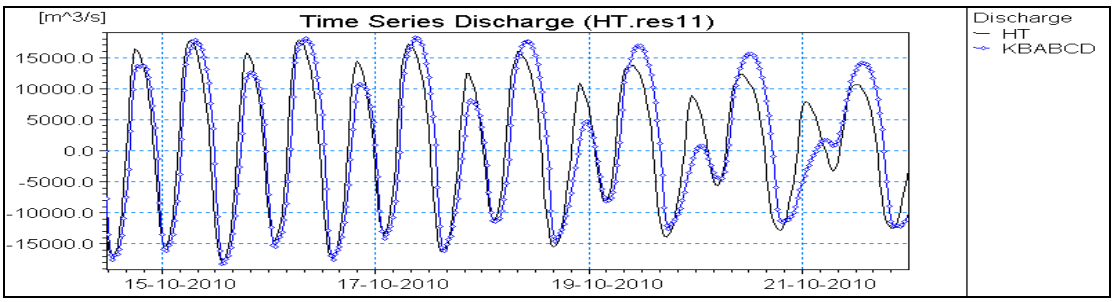


Hình 6. Thay đổi mực nước trong trường hợp có và không có tất cả các bãi ngập

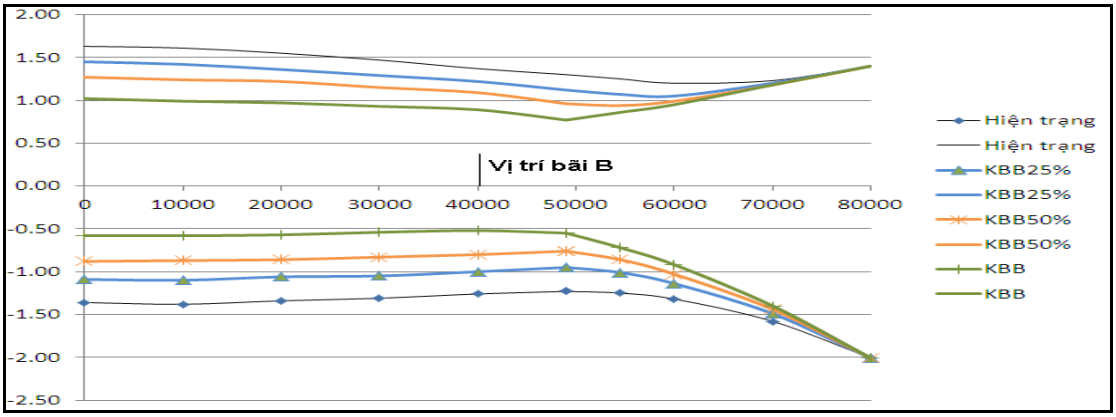
Tổng lượng dòng chảy cửa sông hầu như không thay đổi, tuy nhiên có sự lệch pha và thay đổi lưu lượng đỉnh triều tại cửa sông. Khi có các bãi ngập, lưu lượng lớn nhất có xu hướng tăng và lưu lượng đỉnh thứ hai có xu hướng giảm. Như vậy có thể thấy rằng, khi có các bãi ngập, lưu lượng lớn nhất ngày có xu hướng tăng lên.

Như vậy, có thể thấy rằng, bãi ngập tác động mạnh đến mực nước sông vùng ảnh hưởng triều. Chúng sẽ làm co hẹp biên độ triều lại tạo điều kiện cho hạ thấp mực nước đỉnh triều. Với lưu lượng trên sông và vùng cửa sông, khi có bãi ngập, phần diện tích thoáng có thể chứa nước làm giảm mực nước nhưng lại có xu thế hút thêm lưu lượng từ

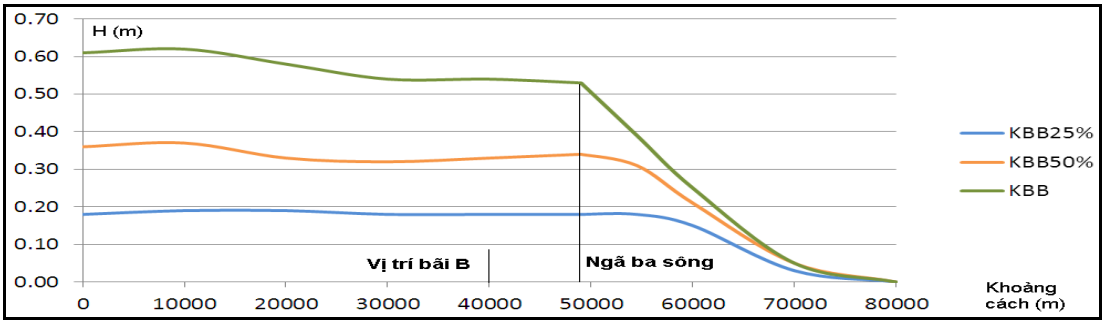
ngoài biển, điều này chứng tỏ các bãi ngập sẽ làm ảnh hưởng đến lưu lượng đỉnh triều cửa sông.



Hình 7. Thay đổi lưu lượng trong trường hợp có và không có bãi ngập



Hình 8. Thay đổi mực nước lớn nhất và nhỏ nhất khi diện tích bãi ngập B thay đổi

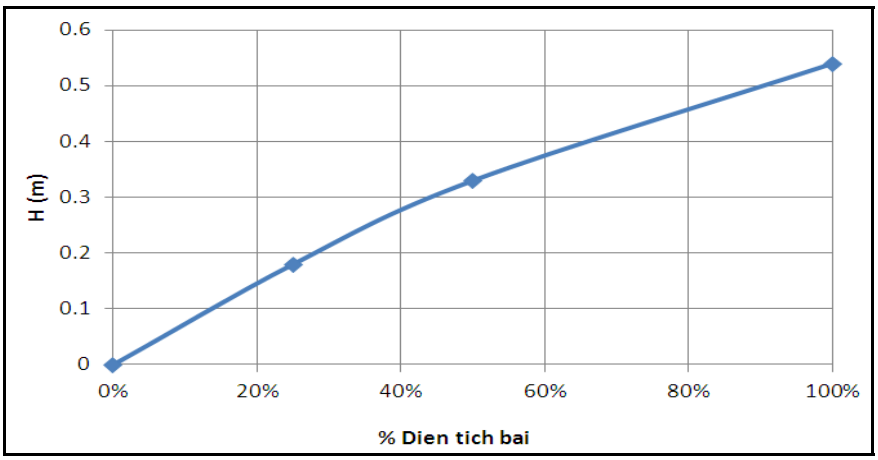


Hình 9. Mức độ giảm mực nước lớn nhất khi diện tích bãi ngập B thay đổi so với chưa có bãi

Để đánh giá vị trí và diện tích bãi ngập tác động thế nào đến mực nước trên sông. Bãi ngập B được đưa vào mô phỏng với các diện tích khác nhau. Kết quả tính toán cho thấy, ảnh hưởng của vị trí bãi ngập tới mực nước sẽ giảm dần từ phía thượng lưu ra đến biển trong trường hợp lưu lượng thượng lưu lớn. Trong trường hợp lũ thượng

lưu nhỏ, ảnh hưởng của vị trí bãi ngập sẽ tác động mạnh nhất vào mực nước tại đúng vị trí bãi và giảm dần về hạ lưu, về thượng lưu mức độ giảm nhưng không nhiều.

Dựa vào độ giảm mực nước và diện tích bãi ngập thay đổi, có thể xây dựng được đường quan hệ về mức độ giảm mực nước và diện tích của bãi ngập. Đây cũng là quan hệ để có thể đánh giá chung cho việc thay đổi mặt bằng của toàn bộ hạ lưu sông Đồng Nai tác động đến mực nước hoặc đánh giá thay đổi mặt bằng tại một vị trí nào đó đến mực nước lớn nhất trên sông.



Hình 10. Quan hệ mức độ giảm mực nước lớn nhất khi diện tích bãi ngập B thay đổi

Qua tính toán cũng cho thấy những bãi ngập càng gần biển thì mức độ tác động để hạ thấp mực nước đỉnh triều sẽ yếu hơn những bãi ngập dần lên thượng lưu sông do lưu lượng vùng cửa sông lớn. Tuy nhiên, mức độ ảnh hưởng của các bãi ngập xa biển sẽ có tác động rộng hơn cho cả hạ lưu sông.

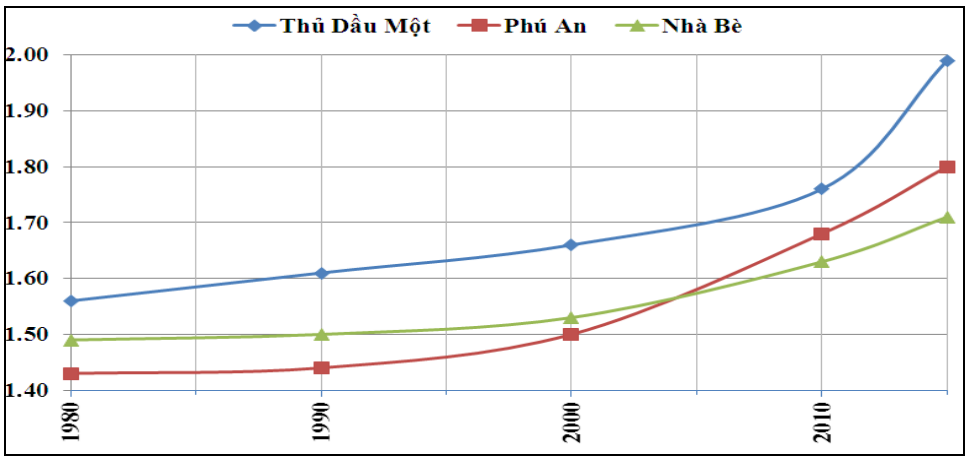
c. Kết quả dựa trên tính toán mô hình cho hạ lưu sông Đồng Nai

Để tính toán sự thay đổi mặt bằng địa hình tác động đến chế độ mực nước sông, trong bài báo này đề cập đến việc sử dụng các loại mặt bằng theo phân tích ảnh vệ tinh. Những cao trình đất thấp khi chưa xây dựng mặt bằng trong những năm trước đây do không có tài liệu nên địa hình được lấy theo tài liệu hiện nay được lấy theo cao độ của khu vực trũng thấp lân cận để xây dựng nên địa hình cho toàn khu vực.

Kết quả tính toán cho thấy, mức độ gia tăng mực nước tại các trạm thủy văn rất đáng kể. Kết quả khẳng định việc gia tăng mực nước trong hệ thống do thay đổi mặt bằng xây dựng giảm dần từ thượng lưu về hạ lưu. Tại Thủ Dầu Một, mức độ gia tăng lớn hơn cả. Tại Nhà Bè, mức độ gia tăng ít hơn do tác động của mực nước triều ngoài biển.

Nếu xét với một biên thủy văn không thay đổi theo suốt các trường hợp tính (biên lưu lượng tại Dầu Tiếng, Phước Hòa, Trị An và Cần Đăng với tần suất 10%, biên triều tại Vũng Tàu ứng với tần suất 10%, tính toán trong trường hợp không có mưa) và thay đổi mặt bằng địa hình từ năm 1980 đến năm 2015. Kết quả tính toán cho thấy, mực nước tại Phú An có thể gia tăng 1 cm trong giai đoạn 1980-1990; gia tăng 7 cm trong

giai đoạn 1980-2000; gia tăng 25 cm trong giai đoạn 1980-2010; gia tăng 37 cm trong giai đoạn 1980-2015 và với phát triển không gian đô thị đến năm 2025 mực nước có thể gia tăng thêm 22 cm so với năm 2015. Điều này chứng tỏ, mực nước biến động mạnh khi thay đổi mặt bằng sử dụng đất trong khu vực.



Hình 11. Quan hệ mức độ gia tăng mực nước lớn nhất khi cơ cấu sử dụng đất thay đổi

d. Nhận xét chung

Mô hình thử nghiệm cho thấy, tác động của các bãi ngập đến mực nước sông là rất lớn. Mực nước trong sông không những phụ thuộc vào quy mô bãi ngập mà còn phụ thuộc vào vị trí bãi ngập. Mức độ tác động của bãi ngập theo không gian và thời gian cũng đã được thể hiện trong mô hình thử nghiệm. Kết quả nghiên cứu các mực nước thực đo và mô hình thử nghiệm sẽ là tiền đề cho việc nghiên cứu chi tiết cho toàn bộ khu vực hạ lưu sông Đồng Nai.

Một số tính toán cho mô hình thực tế cũng đã được mô phỏng. Kết quả cũng chứng tỏ rằng, sự gia tăng mực nước sông vùng hạ lưu sông Đồng Nai phụ thuộc rất lớn vào mặt bằng các khu trũng.

4. KẾT LUẬN

Mặt bằng địa hình thay đổi nhanh chóng trong những năm qua thể hiện qua việc thống kê hiện trạng sử dụng đất các năm, phân tích ảnh vệ tinh cho toàn khu vực. Các kết quả nghiên cứu đã đưa ra được sự thay đổi cơ cấu sử dụng đất trong từng khu vực, làm tiền đề cho việc nghiên cứu tác động của chúng đến chế độ dòng chảy trong sông. Những con số đất xây dựng tăng thêm gấp 3 lần tính từ năm 1973 đến năm 2015 cho thấy sự biến chuyển mạnh mẽ của cơ cấu sử dụng đất trong khu vực.

Phân tích kỹ hơn đối với mực nước sông trong hạ lưu lưu vực sông Đồng Nai, mực nước các trạm thủy văn gia tăng mạnh tại những khu vực thay đổi cơ cấu sử dụng đất làm mất các chức năng điều tiết triều tại các vùng trũng. Đặc biệt, các khu vực được lên đê bao bảo vệ làm mực nước gia tăng nhanh chóng. Đây cũng là hồi chuông cảnh báo cho vấn đề thay đổi mặt bằng mà chưa chú trọng nhiều đến chế độ thủy lực trong sông.

Một câu hỏi được đặt ra là mực nước sông còn gia tăng lên bao nhiêu nữa, các nhà nghiên cứu, tư vấn đã tính toán theo đúng quy trình quy phạm, nhưng đã lường trước được những gì trong vấn đề thay đổi mực nước trong sông. Câu trả lời có lẽ chỉ là xu hướng mà chưa có con số cụ thể. Một số dự án lớn đã được triển khai xây dựng như việc thiết kế các hệ thống thoát nước, xây dựng các đường giao thông… liệu đã đủ cao trình thiết kế. Rõ ràng, cần phải có những nghiên cứu tính toán cụ thể để ứng phó với vấn đề này.

Để minh chứng cho việc tác động của mặt bằng đến chế độ mực nước, mô hình thử nghiệm đơn giản được đưa vào mô phỏng. Kết quả cho thấy, tác động rõ nét trong việc có và không có bãi ngập. Khi có bãi ngập lớn, biên độ triều sẽ hẹp lại, đỉnh triều hạ thấp và chân triều tăng lên. Bãi ngập sẽ tác động mạnh lên mực nước sông từ vị trí bãi lên thượng lưu, càng về hạ lưu, tác động này càng giảm. Mô hình thử nghiệm cũng cho thấy rõ tương quan giữa diện tích bãi ngập giảm và gia tăng mực nước đỉnh triều.

Một tính toán mô phỏng cụ thể trên mô hình với các địa hình thay đổi từ năm 1980 đến nay cũng cho thấy mức độ gia tăng mực nước lớn khi các vùng trũng thấp đã mất đi. Những con số tính toán về gia tăng mực nước thêm 37 cm trong giai đoạn từ năm 1980 đến năm 2015 và có thể gia tăng thêm 22 cm trong giai đoạn tới cho thấy mức độ nguy hiểm của mực nước trên sông gây ngập nặng trong những năm gần đây. Điều này cho thấy tầm quan trọng của "chức năng thủy văn của các vùng trũng" là rất đáng quan tâm trong việc ảnh hưởng đến mực nước đỉnh triều trong khu vực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GS.TSKH Nguyễn Ân Niên, Th.S. Phạm Thế Vinh, "Phân tích tác động của thành phần triều trong tiêu thoát nước đô thị vùng ảnh hưởng triều", Tuyển tập kết quả KH&CN Viện KHTL miền Nam, 2012.
2. GS.TSKH. Nguyễn Ân Niên, ThS. NCS. Phạm Thế Vinh, Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2015. Một số nhận định về biến động mực nước trên các sông chính tại Việt Nam.
3. Nguồn ảnh từ http://glovis.usgs.gov/.
4. Số liệu thủy văn từ Đài Khí tượng Thủy văn Khu vực Nam Bộ.
5. Quy hoạch sử dụng đất các tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, Thành Phố Hồ Chí Minh, Bà Rịa - Vũng Tàu và Long An năm 2000; 2007 và 2013.
6. Nguyễn Như Khuê và nnk, Chương trình VRSAP và mô hình toán lũ ĐBSCL, Hội thảo mô hình toán và phương pháp tính lũ ở ĐBSCL (1996).
7. DANIDA, Giáo trình đào tạo mô hình toán NAM, Viện KHTL Miền Nam, Tp. HCM (2004).
8. DANIDA, Giáo trình đào tạo mô hình toán MIKE 11, Viện KHTL Miền Nam, Tp. HCM (2004).
9. DHI, Lập mô hình bãi ngập lũ, (2004).
10. Tư vấn khảo sát tính toán thủy văn thủy lực cho Thành Phố Hồ Chí Minh, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2010.

Người phản biện: GS.TS. Lê Mạnh Hùng

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ SÔNG BẰNG CÔNG NGHỆ MỀM – MỘT GIẢI PHÁP PHỤC VỤ XÂY DỰNG NÔNG THÔN MỚI TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH BẾN TRE

RESEARCHING AND APPLYING BANK PROTECTION SOLUTION BY SOFT TECHNOLOGY –TO SERVE RENOVATING RURAL AREA BUILT IN BEN TRE PROVINCE

PGS. TS. Trịnh Công Vấn[(1)], ThS. Trần Minh Tuấn[(2)],
ThS. Nguyễn Lê Huấn[(2)]
[(1)]Viện đổi mới công nghệ Thủy lợi MeKong
[(2)] Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

TÓM TẮT

Cùng với xâm nhập mặn, lũ lụt; sạt lở bờ là một trong ba vấn đề trọng tâm cần phải tiếp tục nghiên cứu hiện nay tại ĐBSCL nói chung và tỉnh Bến Tre nói riêng. Sạt lở bờ là hiện tượng hiệu ứng của một tai biến trong tự nhiên, gây thiệt hại nặng nề đến các hoạt động phát triển dân sinh, kinh tế và môi trường của khu vực ven sông, ven kênh rạch.

Nhằm thực hiện nghị quyết số 26-NQ/TW của Ban Chấp hàng Trung ương. Trong khuôn khổ đề tài Nghiên cứu khoa học cấp tỉnh Bến Tre, bài báo này đề xuất ứng dụng một giải pháp bảo vệ bờ bằng công nghệ mềm nhằm góp phần ổn định phát triển kinh tế- xã hội tại các khu vực bị sạt lở bờ phục vụ phát triển Nông thôn mới trên địa bàn.

***Từ khóa:* Sạt lở bờ, bao cát sinh thái, thảm cát, Nông thôn mới.**

ABSTRACT

Bank erosion so as to salinity, flood is one of three main issues that need being researched at the moment in Cuu Long delta generally and Ben Tre province in detail. Erosion is the effect of natural disaster which causes serious damage to livelihood development activities, economy and environment of riverside areas.
Within the framework of the provincial science researching project for Ben Tre, this newspaper will propose a bank protection solution by soft technology, contribute to stable economic and social development at bank eroded areas, serving development of renovating local rural area.

***Keywords:* Bank erosion, ecological sandbag, sandy carpet, renovating rural area.**

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống sông, kênh rạch phân bố chằng chịt là một trong những đặc điểm nổi bật của vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nói chung, trong đó có tỉnh Bến Tre. Toàn tỉnh có khoảng 340 km chiều dài kênh chính, kênh cấp 1; và hơn 6.000 km chiều dài kênh cấp II, cấp III [1] đan xen vào nhau tạo thành một mạng lưới không chỉ thuận

lợi cho cấp, thoát nước mà còn là hệ thống giao thông thủy đặc biệt quan trọng đối với mọi hoạt động kinh tế - xã hội trong khu vực. Dọc theo các dòng sông, các con kênh rạch là nơi cư trú, sinh hoạt "trên bến, dưới thuyền" của hàng ngàn người dân. Ngày nay các vùng dân cư nông thôn theo các tuyến sông, kênh rạch đã hình thành và ngày càng phát triển.

Tuy nhiên, Bến Tre cũng như các vùng đất khác của ĐBSCL lại là vùng đất mới phát triển nhờ sự bồi đắp phù sa của sông Mê Kông. Những con sông chính vẫn trong thời kỳ biến đổi lòng dẫn. Các kênh rạch mới được đào trong vòng vài chục năm đến nay cũng không ngừng bị biến đổi hình thái do sự tương tác giữa dòng chảy với lòng dẫn vốn là đất mềm yếu. Hệ quả của sự thay đổi lòng dẫn chính là hàng trăm điểm sạt lở bờ sông, kênh rạch gây thiệt hại nặng nề về tài sản, tính mạng con người và xáo trộn cuộc sống người dân vùng ven sông; trong đó đã xác định có khoảng 8.928 hộ cần di dời khẩn cấp và 4.580 hộ di dân do nguy cơ sạt lở bờ gây ra [2].

Trong những năm qua đã có một số nghiên cứu ứng dụng về công nghệ mới, vật liệu mới phục vụ xây dựng công trình chỉnh trị sông nói chung và công trình bảo vệ bờ sông nói riêng, được đánh giá cao về ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Tuy nhiên, hầu hết các giải pháp đề xuất và đang áp dụng là kết cấu cứng hóa có quy mô lớn về kỹ thuật, giá thành đầu tư cao nên phạm vi ứng dụng thường được lựa chọn đầu tư tại những khu vực sạt lở trọng điểm, có cơ sở hạ tầng quan trọng, các khu vực sạt lở bờ khác chưa có điều kiện tài chính để ứng dụng. Với diễn biến sạt lở bờ sông, kênh rạch như hiện nay và dự báo sẽ tiếp tục gia tăng trong tương lai thì Bến Tre có nhu cầu xây dựng công trình bảo vệ bờ chống sạt lở nhiều hơn nữa. Do đó, việc nghiên cứu ứng dụng giải pháp kỹ thuật xây dựng các công trình chống sạt lở bờ có chi phí đầu tư thấp là rất cấp thiết, cũng có nghĩa là với một giới hạn của tài chính chúng ta có thể đầu tư nhiều vị trí, bảo vệ được nhiều đất đai, tài sản và con người hơn. Chính vì vậy, trong nội dung bài báo này, nhóm nghiên cứu đề xuất ứng dụng một giải pháp bảo vệ chống sạt lở bờ sông, kênh rạch bằng công nghệ mềm có chi thấp nhằm ổn định phát triển kinh tế- xã hội tại các khu vực đã và đang có nguy cơ bị ảnh hưởng sạt lở bờ, góp phần phục vụ phát triển Nông thôn mới trên địa bàn của tỉnh Bến Tre.

2. MỘT SỐ HÌNH THỨC BẢO VỆ BỜ HIỆN ĐANG ỨNG DỤNG TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG VÀ TỈNH BẾN TRE

Trong những năm qua chính quyền các cấp từ trung ương tới địa phương đã quan tâm đầu tư xây dựng một số công trình bảo vệ bờ sông nhằm hạn chế những thiệt hại do sạt lở đối với tài sản và tính mạng của nhân dân. Bên cạnh những nghiên cứu "cảnh báo" phục vụ việc di dời dân cư, các hạ tầng cơ sở quan trọng ra khỏi vùng nguy hiểm, việc nghiên cứu ứng dụng nhiều biện pháp kỹ thuật xây dựng các công trình bảo vệ bờ sông cũng đã được áp dụng rộng rãi tại khu vực.

Một số hình thức gia cố bảo vệ bờ có quy mô kỹ thuật đã và đang được áp dụng trong các dự án đầu tư bằng kinh phí của nhà nước có thể nêu ra sau đây:

(a) Gia cố mái sông tự nhiên (ổn định) bằng đá hộc thả rối;

(b) Gia cố mái sông tự nhiên bằng Thảm đá, rọ đá;

(c) Gia cố mái sông tự nhiên bằng các lăng trụ bê tông, hay tấm đan BTCT;

(d) Gia cố mái sông tự nhiên bằng thảm bê tông tự chèn (TAC);

(e) Kè đứng bảo vệ bờ bằng cừ BTCT dự ứng lực;

(f) Kè đứng bằng tường chắn đất BTCT trên nền cọc (cọc tràm hay cọc BTCT).

Trong điều kiện không có sự đầu tư của nhà nước, người dân đã áp dụng những biện pháp công trình đơn giản hơn để bảo vệ bờ sông. Công trình chủ yếu được xây dựng bằng các loại vật liệu sẵn có ở địa phương và do người dân tự làm để bảo vệ nhà, giữ đất, ruộng vườn bao gồm (i) trồng cây, cỏ chống xói, chống sóng bảo vệ bờ ; (ii) công trình sử dụng các loại phên liếp (tre, cọc tràm,...) kết hợp với cọc, cừ gỗ để bảo vệ bờ ; (iii) sử dụng các bao tải cát, xà bần (gạch vỡ), đá hộc đổ kết hợp với cọc, cừ gỗ bảo vệ bờ. Kinh phí xây dựng công trình khoảng 3 - 10 triệu đồng/1m dài, chủ đầu tư là từng hộ dân sống ven sông. Các giải pháp do người dân thực hiện đã khắc phục kịp thời tình hình sạt lở ở một số đoạn bờ sông. Tuy nhiên, các công trình đơn giản thường có thời gian sử dụng ngắn, các loại phên liếp, cọc cừ gỗ dễ bị mục nát trong môi trường mực nước, nhiệt độ thay đổi, nhất là ở các vùng có mực nước dao động do triều. Việc trồng các loại cây chắn sóng cũng chỉ áp dụng ở một số vị trí phù hợp.



Hình 1. Công trình BVB kiên cố bờ Bắc sông Bến Tre (trái), sông An Hóa (phải)



Hình 2. Gia cố bờ bằng cọc gỗ có neo (trái) và các phên cây đơn giản (phải)



Hình 3. Giải pháp bảo vệ bờ bằng bao tải đất kết hợp cọc cừ gỗ

Một số giải pháp công trình bán kiên cố đã được xây dựng để bảo vệ xói lở bờ sông dưới tác động của dòng chảy và sóng, tại các vị trí sông có độ sâu vừa phải, vận tốc dòng chảy không quá lớn. Vốn xây dựng công trình do các địa phương hay ban quản lý các khu công nghiệp, các cơ sở sản xuất hoặc do nhân dân địa phương đầu tư xây dựng để bảo vệ cơ sở vật chất, cơ sở hạ tầng thuộc khu vực mình quản lý. Hình thức công trình bảo vệ bờ thường gặp là tường chắn bằng rọ đá, đá hộc xây hay cọc bản bê tông cốt thép loại nhỏ. Hầu hết các công trình bán kiên cố với mức đầu tư khoảng 10-15 triệu đồng cho một mét dài bờ sông. Khi xây dựng các công trình bán kiên cố, người dân chỉ quan tâm bảo vệ phần trên mái bờ sông, chưa quan tâm hoặc ít quan tâm đến việc chống xói chân kè. Vì vậy, chỉ sau thời gian ngắn, phần thân kè bị hư hỏng cho chân kè bị xói sâu.



Hình 4. Hình thức bảo vệ bờ bán kiên cố và hư hỏng công trình sau một thời gian ngắn

3. ĐỀ XUẤT ỨNG DỤNG GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ CHỐNG SẠT LỞ BẰNG CÔNG NGHỆ MỀM CHO VÙNG NGHIÊN CỨU

3.1. Cơ sở khoa học và thực tiễn ứng dụng

Hiện tượng sạt lở đất ven sông rạch trên địa bàn tỉnh Bến Tre là một bài toán hết sức phức tạp, chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố tự nhiên như: Thủy văn, địa chất… và những tác động do con người tạo ra. Tuy vậy, qua khảo sát tại một số điểm sạt lở, có thể tổng kết các nguyên nhân chính như sau:

(i) Vận tốc dòng chảy lớn hơn vận tốc cho phép kháng xói của lòng dẫn, gây ra xói lòng dẫn, tạo nên những thay đổi về cấu trúc của dòng chảy. Quá trình này phát triển theo chiều hướng bất lợi là làm cho lòng kênh rạch bị nạo sâu hơn tạo nên những hố xói. Các hố xói này dịch chuyển gần sát bờ tới mức giới hạn gây mất ổn định toàn bộ khối đất bờ gây ra sạt lở.

(ii) Sóng do tàu thuyền chạy trên hệ thống kênh rạch gây ra sạt lở bờ. Theo kết quả phân tích cho thấy, hầu hết các tàu thuyền có tải trọng từ 5 tấn trở lên đều tạo ra sóng có tốc độ dòng chảy ngược lớn hơn lưu tốc khởi động bùn cát lòng dẫn.

(iii) Gia tải quá mức lên mép bờ kênh rạch, chủ yếu là do xây dựng các công trình bờ bao, đê bao hoặc do neo đậu tàu thuyền, chất hàng hóa và xây dựng công trình dân sinh. Ngoài ra mưa to, lũ xuống, triều rút cũng làm tăng tải trọng khối đất bờ.

(iv) Dòng chảy tại khúc sông cong và dòng chảy hợp lưu sông đã tạo nên lưu tốc cục bộ lớn, phân bố không đều so với lưu tốc bình quân mặt cắt. Hậu quả của hiện tượng trên là hình thành dòng chảy rối, dòng chảy xoắn di chuyển gần bờ nào thì mất ổn định bờ đó.

Qua những số liệu thu thập đo đạc thực tế bằng các thiết bị đo dòng chảy hiện đại tại một số kênh rạch ở ĐBSCL, kết quả cho thấy vận tốc dòng chảy lớn nhất thường không vượt quá 2 m/s. Đặc điểm này rất quan trọng vì nó cho thấy những giải pháp gia cố cứng như bê tông, đá xây… đang được áp dụng dường như quá "kiên cố", cho phép tìm được giải pháp nhẹ hơn đủ để chống xói với giá thành thấp.

Giải pháp bảo vệ bờ chống sạt lở bằng công nghệ mềm có tổ hợp kết cấu bao gồm: (i) bảo vệ lòng sông bằng kết cấu thảm cát được nghiên cứu và áp dụng thử nghiệm đầu tiên ở Việt Nam trong khuôn khổ đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp Bộ Nông nghiệp và PTNT "Nghiên cứu ứng dụng và làm chủ công nghệ thiết kế ở Việt Nam để bảo vệ bờ sông Đồng bằng sông Cửu Long" năm 2002; (ii) Phục hồi và bảo vệ bờ sông bằng kết cấu bao cát sinh được nhóm tóm tác giả do PGS.TS. Trịnh Công Vấn chủ trì nghiên cứu chế tạo và làm chủ công nghệ, kỹ thuật xây dựng trong năm 2013.

3.2. Đề xuất giải pháp bảo vệ bờ bằng công nghệ mềm cho vùng nghiên cứu

3.2.1. Các yêu cầu chung về giải pháp kết cấu

- Kết cấu đảm bảo ổn định trước tác động của dòng chảy hai chiều, địa chất nền mềm yếu; Có khả năng phục hồi tái tạo lại bờ sông, kênh bị xói lở và thân thiện với môi trường;
- Thời gian thi công nhanh (không phụ thuộc vào điều kiện khí tượng – thủy văn), vật liệu sử dụng tại chỗ;
- Kỹ thuật thi công đơn giản; dụng cụ phục vụ thi công thông dụng;
- Kinh phí đầu tư xây dựng thấp.

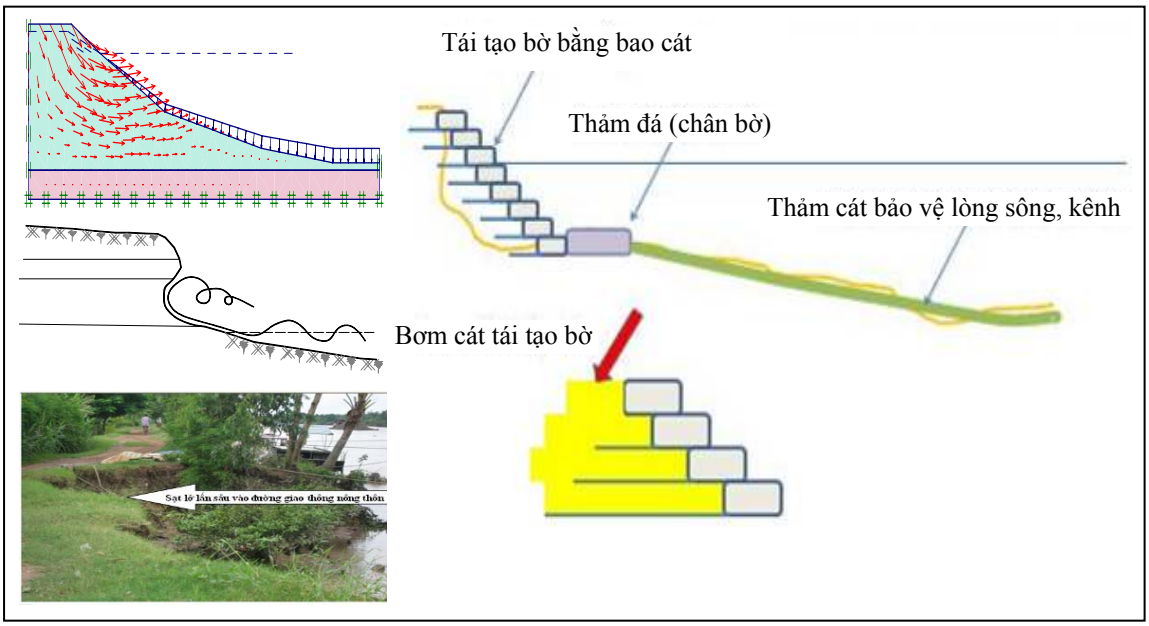
3.2.2. Phạm vi ứng dụng

Hệ thống sông, kênh rạch có vận tốc dòng chảy ≤ 2m/s.

3.2.3. Sơ đồ tổng thể giải pháp kết cấu

Căn cứ vào các hình dạng và hoàn cảnh gây sạt lở trên địa bàn tỉnh Bến Tre. Kết cấu chính của giải pháp bảo vệ bờ bằng công nghệ mềm đề xuất ứng dụng, bao gồm: (i) Bảo vệ phần lòng kênh bằng thảm cát; (ii) Phục hồi và bảo vệ mái bờ bằng các bao cát sinh thái; (iii) Thảm đá (không bắt buộc, tùy điều kiện xây dựng để quyết định) bố trí tại chân bờ nhằm tạo hành lan đi lại, tăng mỹ quan công trình (xem hình 5 và hình 6).

Trong thực tế, tùy vào vị trí, nguyên nhân sạt lở và nhu cầu cần xây dựng sẽ quyết định lựa chọn kết cấu hợp lý, sử dụng kinh phí đầu tư đúng mục tiêu và đạt hiệu quả cao trong công tác xây dựng công trình bảo vệ bờ. Đối với một số khu vực sạt lở có phạm vi xảy ra tại lòng sông, kênh, mái bờ chưa bị ảnh hưởng (không có nhu cầu phục hồi) thì giải pháp kết cấu thảm cát đề nghị được lựa chọn. Nếu khu vực sạt lở vừa có nhu cầu phục hồi, bảo vệ mái bờ vừa phòng chống sạt lờ lòng sông, kênh thì kết hợp cả 02 kết cấu là thảm cát và bao cát sinh thái.

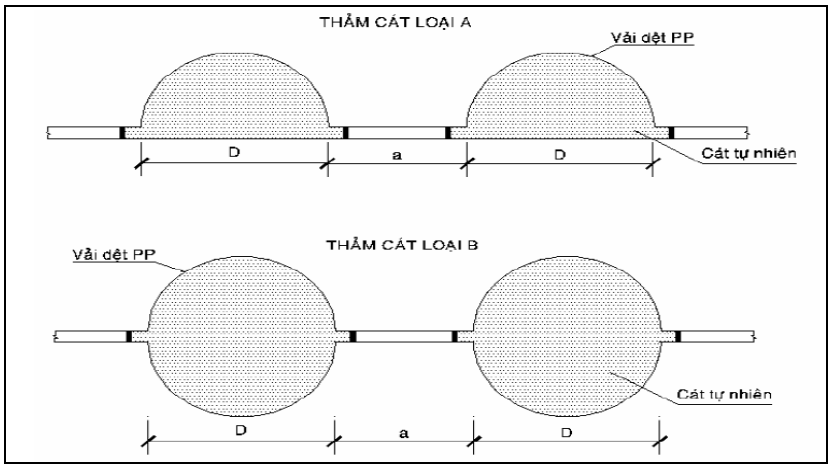


Hình 5. Sơ đồ tổng thể giải pháp bảo vệ bờ bằng công nghệ mềm vùng nghiên cứu

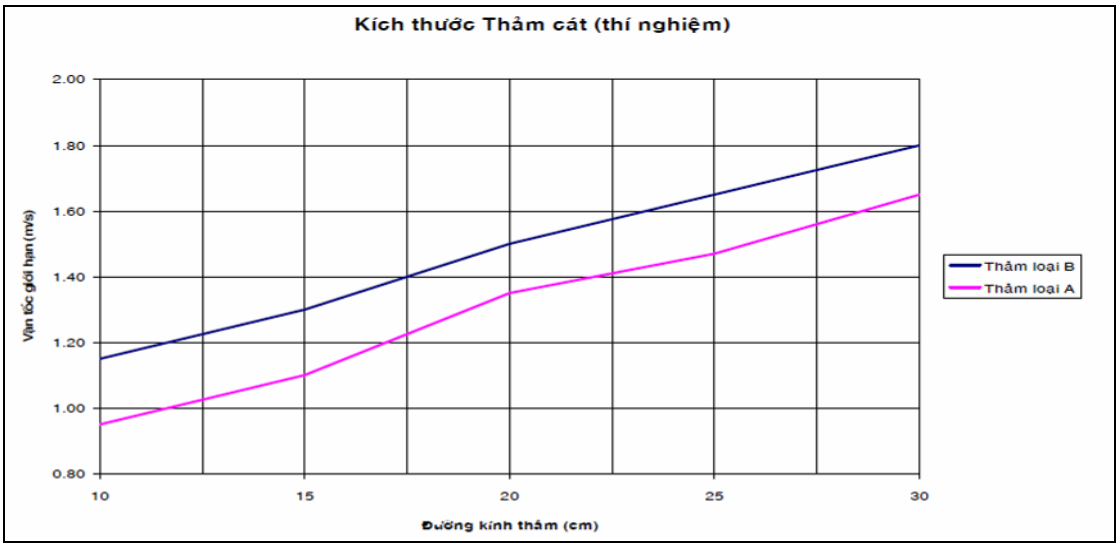
3.2.4. Giải pháp thiết kế

a) Thảm cát bảo vệ lòng sông

Thảm cát được thiết kế là 2 lớp vải địa kỹ thuật được may lại tạo thành "thảm" gồm các "ống" để bơm cát vào. Nếu kích thước các ống cát đủ chịu vận tốc dòng chảy thì toàn bộ "thảm" cát sẽ ổn định và trở thành "áo" bảo vệ mái và lòng kênh không bị bào mòn bởi dòng chảy. Do đó, căn cứ vào điều kiện thủy lực tại khu vực dự kiến xây dựng có thể xác định hình dạng, kích thước thảm cát tại hình 7 và hình 8.



Hình 6. Cấu tạo và hành dạng kết cấu thảm cát bảo vệ lòng sông, kênh



Hình 7. Biểu đồ quan hệ giữa vận tốc dòng chảy và đường kính ống cát

b) Bao cát sinh thái phục hồi và bảo vệ mái bờ

Bao cát sinh thái được chế tạo bằng vải địa kỹ thuật không dệt (woven geotextilles), được đổ cát (hoặc đất) trong túi tạo thành một đơn nguyên để lắp ghép với nhau theo hình dạng mái dốc cần phục hồi và chống xói lở bờ. Việc sử dụng bao cát sinh thái được xem là một giải pháp mềm mới thay thế cho các vật liệu cứng truyền thống bởi các ưu điểm như sau:

- Ngăn được tác dụng dứt tách hạt vật liệu để cuốn theo dòng chảy nên lớp vật liệu trên cùng có tác dụng là màn chống xói mòn.
- Kết cấu là vật liệu mềm, nếu nền bị biến dạng thì bao biến dạng theo nên các hạt đất mịn ở đáy, hai bên bờ sông không thể chảy theo dòng nước, do đó tác dụng xâm thực của dòng nước bị khống chế.

- Kết cấu lắp ghép theo từng đơn nguyên nên yêu cầu xây dựng tương đối đơn giản, sử dụng các thiết bị thi công, vật liệu và lao động phổ thông sẵn có tại địa phương; Có thể thi công trong điều kiện ngập nước, không xử lý nền móng. Điều này đặc biệt phù hợp với điều kiện tự nhiên của vùng ĐBSCL nói chung và tỉnh Bến Tre nói riêng.
- Kết cấu linh hoạt và dễ dàng điều chỉnh cũng như loại bỏ khi cần nâng cấp hay thay đổi.

Bao cát sinh thái có thể gia công nhiều kích thước khác nhau, phụ thuộc vào phương pháp thi công, quy mô và hoàn cảnh khu vực sạt lở. Trong điều kiện thi công hoàn toàn bằng thủ công, kích thước của bao cát sinh thái khuyến nghị lựa chọn cho vùng nghiên cứu là (100x40x20) cm và sau khi được đổ cát và xếp vào vị trí là 70x20x40 cm.

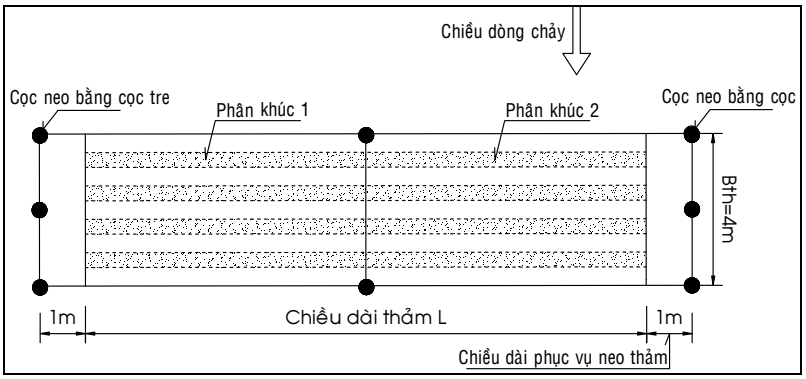
3.2.5. Quy trình thi công giải pháp bảo vệ bờ bằng công nghệ mềm

Việc thi công giải pháp bảo vệ bờ bằng công nghệ mềm có thể áp dụng tùy theo năng lực thiết bị và quy mô công trình. Với tiêu chí cho một giải pháp chi phí thấp cũng nghĩa là phải làm sao cho cách thức và phương tiện thi công đơn giản, thậm chí các hộ gia đình hoặc nhóm hộ gia đình có thể tự thi công bằng các phương tiện sẵn có của mình.

a) Thảm cát

Căn cứ vào điều kiện tự nhiên của vùng nghiên cứu, quy trình thi công thảm cát theo trình tự sau:

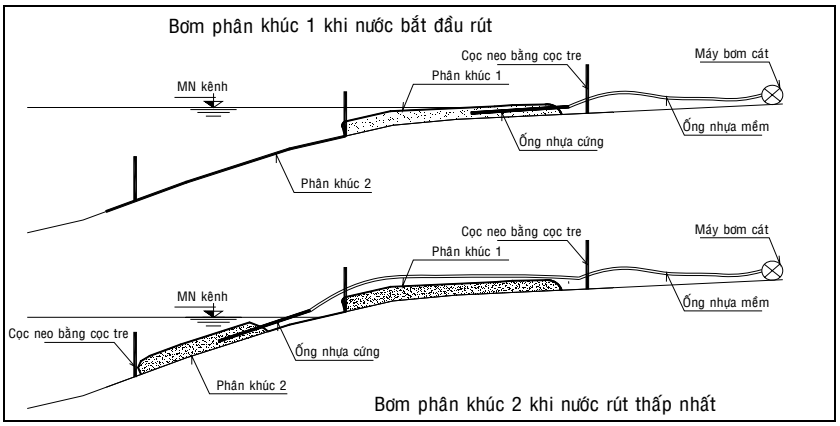
- Định vị thảm cát: Khu vực nghiên cứu chịu tác động mạnh bởi thủy triều, để đảm bảo thảm cát định vị đúng vị trí xây dựng. Đề xuất bố trí cọc định vị tại các góc của thảm cát. Khoảng cách và số lượng cọc neo phụ thuộc vào chiều dài thảm. Sơ đồ bố trí cọc neo như sơ đồ hình 8.



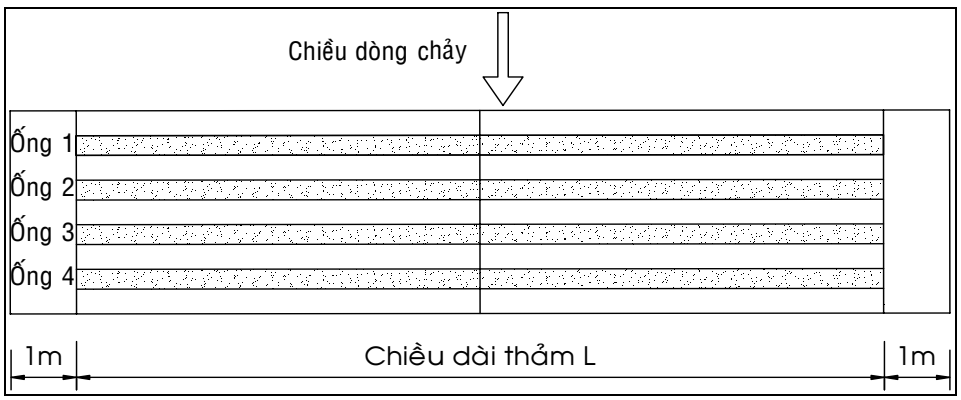
Hình 8. Sơ đồ bố trí cọc neo thảm cát

- Thi công bơm cát vào các ống có một hay nhiều phân khúc tiến hành như sau (xem 9 và hình 10): (i) Khi mực nước rút xuống dưới cao trình thảm, bắt đầu bơm cát cho phân khúc một; (ii) Sau khi kết thúc bơm cát cho phân khúc một, khi đó mực nước kênh rút xuống dưới phân khúc hai, tiến hành bơm cát cho

phân khúc 2. Thực hiện liên tục theo thứ tự bơm ống trong thảm xuôi theo chiều dòng chảy cho đến khi hoàn thành.



Hình 9. Sơ đồ trình tự bơm cát trong ống có 2 phân khúc

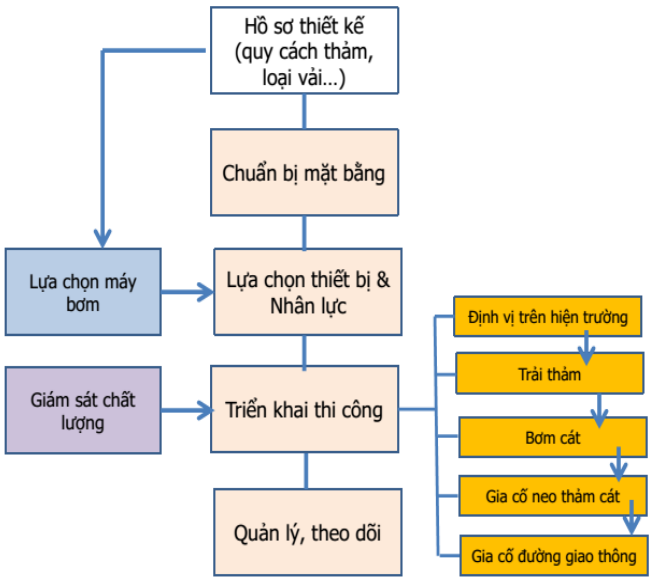


Hình 10. Sơ đồ thứ tự bơm ống cát trong 1 thảm

b) Bao cát sinh thái

Sau khi hoàn thành thi công thảm cát bảo vệ lòng sông, tiến hành thi công bao cát sinh thái phục vụ hồi và bảo vệ bờ theo trình tự sau đây:

- Bước 1: Sử dụng các cọc, dây "lên ga" mặt cắt mái dốc theo thiết kế. Trải lớp vải địa kỹ thuật dưới nền và theo phương đứng sau hàng bao làm tầng lọc ngược.
- Bước 2: Xếp bao cát tạo mái dốc theo hình thức so le giữa các tầng, khi hoàn thành 1 lớp bao thì tiến hành bơm cát vào phía sau bao bù khối lượng bị sạt lở và đầm chặt. Trình tự đươc lặp cho đến khi đạt chiều cao thiết kế mái dốc (xem hình số 12).
- Bước 3: Phủ lớp đất hoặc bùn lên mái dốc và tiến hành trồng cỏ trên mái. Cỏ trồng nên lựa chọn loại ở địa phương, nghiên cứu cho thấy cỏ Xuyến Chi và Cỏ Nước Mặn có khả năng phát triển tốt trên bao cát sinh thái (xem hình 13).



Hình 11. Sơ đồ tổng thể quy trình giải pháp bảo vệ bờ, chống xói lở bằng nghệ mềm



Hình 12. Xếp bao cát sinh thái phục hồi mái bờ bị sạt lở đã ứng dụng tại Tiền Giang



Hình 13. Trồng và cỏ phát triển trên bao cát sinh thái

4. THẢO LUẬN

Với diễn biến sạt lở bờ sông, kênh rạch trên địa bàn tỉnh như hiện nay và còn gia tăng hơn nữa trong tương lai sẽ là một trong những khó khăn và thách thức của tỉnh Bến Tre trong quá trình xây dựng phát triển xã Nông thôn mới. Nếu ứng dụng các giải pháp bảo vệ bờ truyền thống thì đòi hỏi chi phí rất cao dẫn đến không có khả năng để đáp ứng, ngược lại ứng dụng các giải pháp bảo vệ bờ đơn giản, dân gian thì tuổi thọ công trình sử dụng ngắn. Do đó, việc đề xuất ứng dụng giải pháp bảo vệ bờ, chống xói lở bằng công nghệ mềm trên địa bàn của tỉnh có ý nghĩa thực tiễn rất lớn, giúp cho công tác bảo vệ tài sản, con người và phát triển dân cư hiệu quả hơn.

Mặc dù giải pháp bảo vệ bờ, chống xói lở bằng công nghệ mềm đã chứng tỏ tính khả thi trong thực tiễn, do có những ưu việt như: Chi phí đầu tư thấp; sử dụng vật liệu tại chỗ, kết cấu mềm nên sau khi xây dựng không gây phản ứng tiêu cực xói lở sang khu vực khác; thời gian thi công nhanh, không bị chi phối bởi các điều kiện tự nhiên và hộ gia đình hoặc nhóm hộ gia đình có thể tự đầu tư để bảo vệ tài sản, đất đai của mình. Tuy nhiên, vì đây là công nghệ bảo vệ bờ mới, muốn áp dụng đại trà trên địa bàn của tỉnh thì cần phải xây dựng mô hình thử nghiệm nhằm phục vụ cho công tác nghiên cứu đánh giá khả năng ứng dụng, đồng thời là địa điểm để tham quan, học tập ứng dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hiện trạng công trình thủy lợi trên địa bàn tỉnh Bến Tre, năm 2015, Công ty TNHH một thành viên quản lý và khai thác tỉnh Bến Tre.
2. Quyết định số 1133/QĐ-UBND, ngày 20/5/2011 về việc phê duyệt Đề án Quy hoạch bố trí dân cư tỉnh Bến Tre giai đoạn 2011-2015 và định hướng đến năm 2020 (bố trí tái định cư cho dân vùng thiên tai bị sạt lở bờ sông)
3. Báo cáo Tổng kết công tác phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn năm 2015 và Sơ kết công tác phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn 6 tháng đầu năm và triển khai nhiệm vụ trọng tâm 6 tháng cuối năm 2016, Văn phòng ban chỉ huy PCTT và tìm kiếm cứu nạn tỉnh Bến Tre.
4. Báo cáo kết quả "Nghiên cứu ứng dụng và làm chủ công nghệ thiết kế thi công và chế tạo Thảm cát ở Việt Nam để bảo vệ bờ sông Đồng bằng sông Cửu Long, đề tài KHCN cấp bộ NN&PTNT", 2002, Trịnh Công Vấn.
5. Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp tỉnh "Nghiên cứu thử giải pháp kết cấu thảm cát bảo vệ bờ sông trên địa bàn tỉnh Tiền Giang", năm 2014, Trần Hoàng Bá, Trần Minh Tuấn và nnk.
6. Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp tỉnh "Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ hoàn thiện hệ thống thủy lợi nội đồng phục vụ cho xây dựng NTM trên địa bàn tỉnh Bến Tre", năm 2016, Trung tâm Nghiên cứu Thủy nông và Cấp nước – Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Ân Niên

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC HỖ TRỢ ĐIỀU HÀNH XẢ LŨ HỢP LÝ ĐẢM BẢO AN TOÀN TUYỆT ĐỐI HỒ DẦU TIẾNG, PHÒNG VÀ GIẢM LŨ CHO HẠ DU SÔNG SÀI GÒN

RESEARCH ON SCIENTIFIC BASE TO SUPPORT OPERATION FORREASONABLE WATER RELEASE TO ENSURE ABSOLUTE SAFETY OF DAU TIENG RESERVOIR, PREVENTION AND REDUCTION OF FLOODING FOR DOWNSTREAM OF SAIGON RIVER

ThS. Nguyễn Văn Lanh[(1)], PGS. TS. Lê Văn Dực[(2)]
[1]Công ty TNHH MTV khai thác thủy lợi Dầu Tiếng - Phước Hòa
[2]Trường Đại Học Bách Khoa – ĐHQG TP. HCM

TÓM TẮT

Hồ Dầu Tiếng có vai trò hết sức quan trọng trong việc cung cấp nước phục vụ: nông nghiệp, công nghiệp, sinh hoạt, dịch vụ, cải thiện môi trường và chống xâm nhập mặn cho hạ du sông Sài Gòn và Sông Vàm Cỏ Đông. Công trình cũng góp phần vào việc phòng và giảm lũ cho hạ du, trong 30 năm qua, lưu lượng xả lũ lớn nhất Q= 600 m^3/s, tương ứng với đỉnh lũ lớn nhất Q_{max}= 1.300 m^3/s vào năm 2000, đã cho thấy vai trò điều tiết lũ của công trình, góp phần vào sự ổn định và phát triển kinh tế-xã hội của TP. HCM, vùng kinh tế trọng điểm của cả nước. Tuy nhiên, lũ thiết kế chưa từng xảy ra và những phương án điều tiết lũ hiện nay còn chứa nhiều lỗ hổng, chưa xem xét thấu đáo đến vấn đề "an toàn cho công trình". Đó là lý do chúng tôi giới thiệu trong bài báo này phương án "điều tiết lũ hợp lý", là phương án điều tiết có xét cho cả hai mục tiêu: an toàn công trình, và phòng và giảm lũ cho hạ du.

***Từ khóa:* Hồ Dầu Tiếng, Vận hành hồ chứa, Phòng lũ sông Sài Gòn, Biểu đồ điều phối.**

ABSTRACT

Dau Tieng reservoir has a very important role in supplying water for the needs of agriculture, industry,* domestic use*, services, improving the environment and prevention of saltwater intrusion for downstream Saigon River and Vam Co Dong River. This hydraulic work also contributes to the prevention and flood mitigation for downstream, in 30 years, the largest flooding discharge Q = 600 m^3/s, which corresponds to the largest flooding peak Q_{max} = 1300 m^3/s to appear in 2000. This showed the role of flooding control of reservoir, and that is the basis for contributing to the stability and socio-economic development of the HCMC, a key economic regions of the country. However, the design flood has never happened,so far, and the recent plans for flood control still contains more holes, and not yet considering thoroughly the issue of "safetyof work". That isthe reason why we introduced, in this paper, the plan of "reasonable flooding control". This

operational plan has considered both goals: the safety of reservoir, and the objectives of flooding prevention and mitigation for downstream.

***Key words:* Dau Tieng Reservoir, Reservoir Operation, Flood Prevention for Sai Gon River, Coordination Chart**

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước ta có hơn 6.000 hồ chứa thủy lợi các loại. Hiệu quả từ các công trình thủy lợi mang lại cho đời sống xã hội đã cho thấy những quyết định đúng đắn của các cấp, các ngành từ Trung ương đến địa phương trong quyết định đầu tư. Trong sự thành công đó, ngoài vấn đề về nguồn kinh phí đầu tư và những đóng góp to lớn về sức lao động của nhân dân, thì sự đóng góp về mặt trí tuệ của các nhà khoa học cho công tác thiết kế, quản lý, khai thác công trình cũng đóng một vai trò hết sức quan trọng.

Thực tế, việc vận hành một hệ thống công trình Thủy lợi khai thác đa mục tiêu là rất phức tạp, Chủ hồ luôn phải cân nhắc trong mỗi quyết định của mình để làm sao có thể hài hòa và đạt được lợi ích cao nhất có thể từ tất cả các mục tiêu. Mỗi hệ thống đều có sự phức tạp riêng của nó, và đó là nguyên nhân tại sao những quy trình "cứng" và nếu không được làm kỹ, không tính toán kỹ sẽ khó đáp ứng được yêu cầu thực tiễn. Chẳng hạn, đối với công trình Thủy lợi Dầu Tiếng, chưa kể tới việc không được xả với lưu lượng lớn, ngay cả thời gian xả cũng phải xem xét cẩn thận. Để gọi là xả lũ hợp lý, Chủ hồ phải cân nhắc ngoài yếu tố chính là lượng nước thừa so với quy trình thì yếu tố "triều cường" (xuất hiện hai lần trong mỗi tháng) đã buộc Chủ hồ không được phép xả vào tất cả các ngày trong tháng. Bên cạnh đó, việc sử dụng triệt để dung tích phòng lũ để điều tiết lũ cũng chứa đựng một rủi ro khó lường, chưa kể đến tai họa khi vỡ đập do hỏng hóc công trình. Ngoài ra, một tai họa khác cũng cần phải xem xét là khi đã sử dụng hết dung tích phòng lũ cho một trận lũ, ta chưa kịp điều tiết hết lượng nước thừa của trận lũ đó, và nếu xảy ra một trận lũ khác ngay sau đó (hiện tượng lũ kép), thì nguy cơ nước tràn qua đập sẽ đe dọa đến an toàn cho công trình và ngập lụt nặng cho hạ du. Thường trong trường hợp này người ta đề xuất phương án là phá một đoạn đập nào đó để chủ động tháo nước. Thiên tai có thể xảy ra bất cứ lúc nào và tổn thất là khó tránh khỏi, nhưng chúng ta có thể làm cho tổn thất giảm tới mức thấp nhất có thể, nếu "luôn ở thế chủ động", hay nói cách khác, phải có "phương án chủ động" điều hành hợp lý việc xả lũ để đảm bảo cho hệ thống công trình luôn an toàn tuyệt đối, cũng như giảm thiểu thiệt hại tối đa có thể được cho hạ du trong mùa mưa lũ.

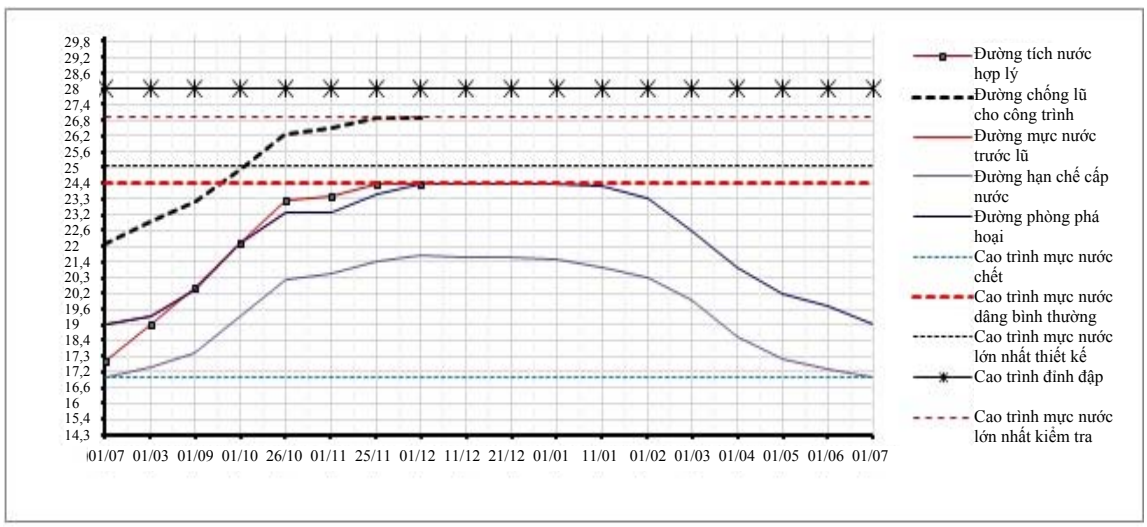
Bảng 1. Quá trình lưu lượng giờ thiết kế hồ Dầu Tiếng theo mô hình NAM ứng với các tần suất

Thời đoạn	P PMF	P=0,01%	P=0,02%	P=0,1%	P=0,5%	P=1%	P=10%	P=20%
	Q(m^3/s)							
0	36,00	35,00	34,00	26,00	21,00	16,00	7,00	2,00
0	59,00	40,80	39,30	32,20	28,30	25,00	17,70	14,70
6	106,80	73,80	71,20	58,40	51,10	46,80	32,10	26,60
12	106,60	73,60	71,00	58,20	51,00	46,70	32,00	26,50
18	106,40	73,50	70,90	58,10	51,00	46,60	31,90	26,50

24	106,20	73,40	70,80	58,00	50,90	46,50	31,90	26,40
30	117,40	81,10	78,20	64,20	56,20	51,40	35,20	29,20
36	287,60	198,60	191,60	157,10	137,70	126,00	86,30	71,50
42	727,40	502,40	484,70	397,40	348,30	318,60	218,30	181,00
48	2.023,50	1.397,60	1.348,30	1.105,50	968,90	886,20	607,20	503,40
54	3.805,00	2.628,10	2.535,30	2.078,90	1.821,90	1.666,50	1.141,80	946,60
60	5.202,00	3.592,90	3.466,20	2.842,10	2.490,90	2.278,40	1.561,00	1.294,10
66	6.112,20	4.221,50	4.072,60	3.339,40	2.926,70	2.677,00	1.834,10	1.520,60
72	6.635,00	4.582,70	4.421,00	3.625,00	3.177,00	2.906,00	1.991,00	1.650,60
78	5.702,60	3.938,70	3.799,70	3.115,60	2.730,60	2.497,60	1.711,20	1.418,70
84	4.653,60	3.214,20	3.100,80	2.542,50	2.228,30	2.038,20	1.396,40	1.157,70
90	3.908,50	2.699,50	2.604,30	2.135,40	1.871,50	1.711,80	1.172,80	972,30
96	3.406,90	2.353,10	2.270,10	1.861,30	1.631,30	1.492,20	1.022,30	847,60
102	2.817,00	1.945,60	1.877,00	1.539,00	1.348,80	1.233,80	845,30	700,80
108	2.316,60	1.600,00	1.543,60	1.265,60	1.109,20	1.014,60	695,10	576,30
114	1.944,60	1.343,10	1.295,70	1.062,40	931,10	851,70	583,50	483,80
120	1.672,60	1.155,20	1.114,50	913,80	800,90	732,60	501,90	416,10
126	1.417,80	979,30	944,70	774,60	678,90	621,00	425,50	352,70
132	1.224,50	845,70	815,90	669,00	586,30	536,30	367,40	304,60
138	1.116,10	770,90	743,70	609,80	534,40	488,80	334,90	277,70
144	1.017,20	702,50	677,70	555,70	487,00	445,50	305,20	253,00
150	918,60	634,50	612,10	501,90	439,90	402,30	275,70	228,50
156	822,80	568,30	548,30	449,50	394,00	360,40	246,90	204,70
162	734,50	507,30	489,40	401,30	351,70	321,70	220,40	182,70
168	654,80	452,30	436,30	357,80	313,50	286,80	196,50	162,90
174	584,00	403,40	389,10	319,10	279,60	255,80	175,20	145,30
180	521,90	360,40	347,70	285,10	249,90	228,60	156,60	129,80
186	467,80	323,10	311,70	255,60	224,00	204,90	140,40	116,40
192	420,60	290,50	280,20	229,80	201,40	184,20	126,20	104,60
198	379,60	262,20	253,00	207,40	181,80	166,30	113,90	94,40
204	344,00	237,60	229,20	188,00	164,70	150,70	103,20	85,60
210	313,30	216,40	208,80	171,20	150,00	137,20	94,00	78,00
216	286,60	197,90	191,00	156,60	137,20	125,50	86,00	71,30
222	263,60	182,10	175,60	144,00	126,20	115,40	79,10	65,60
228	243,50	168,20	162,30	133,00	116,60	106,70	73,10	60,60
234	226,00	156,10	150,60	123,50	108,20	99,00	67,80	56,20
240	210,70	145,50	140,40	115,10	100,90	92,30	63,20	52,40
246	195,30	134,90	130,10	106,70	93,50	85,50	58,60	48,60
252	180,00	124,30	119,90	98,30	86,20	78,80	54,00	44,80
258	164,60	113,70	109,70	90,00	78,80	72,10	49,40	41,00
264	149,30	103,10	99,50	81,60	71,56	65,40	44,80	37,10
270	134,00	92,50	89,30	73,20	64,15	58,70	40,20	33,30
$Q_{đỉnh}$	**6.635,00**	**4.582,70**	**4.421,00**	**3.625,00**	**3.177,00**	**2.906,00**	**1.991,00**	**1.650,60**
W_{tltl}	**1.397,78**	**965,42**	**931,36**	**763,67**	**669,29**	**612,19**	**419,43**	**347,73**

2. CƠ SỞ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hồ Dầu Tiếng được thiết kế với tần suất lũ thiết kế P= 0,1 % (tương ứng với mực nước lớn nhất thiết kế + 25,10 m) và tần suất lũ kiểm tra P= 0,02 % (tương ứng với mực nước lớn nhất kiểm tra + 26,92 m). Để điều tiết lũ, ta cần phải tính toán lũ đến theo các tần suất khác nhau. Trong nghiên cứu này, chúng tôi kế thừa kết quả tính toán lũ thiết kế thuộc dự án "***Tư vấn lập quy trình vận hành điều tiết hồ chứa nước Dầu Tiếng khi có bổ sung nước từ hồ Phước Hòa***"- Do Viện Thủy lợi và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi thực hiện năm 2015[2]. Kết quả tính toán lũ thiết kế được thể hiện ở bảng 1.



Hình 1. Biểu đồ vận hành hợp lý

Một số phương án và yêu cầu khi tính toán điều tiết lũ hồ Dầu Tiếng:

Phương án 1: Sử dụng dung tích phòng lũ tối đa (cột 6, bảng 2) để điều tiết lũ, là dung tích được giới hạn bởi đường mực nước trước lũ (cột 2, bảng 2) và đường mực nước lớn nhất kiểm tra (cột 4, bảng 2).

Phương án 2: Sử dụng dung tích phòng lũ hợp lý (cột 5, bảng 2) để điều tiết lũ, là dung tích được giới hạn bởi đường mực nước trước lũ (cột 2, bảng 2) và đường mực nước phòng chống lũ cho công trình (cột 3, bảng 2).

Bảng 2. Dung tích phòng lũ hợp lý, dung tích phòng lũ tối đa

Thời gian	Mực nước trước lũ (m)	Mực nước phòng chống lũ cho công trình (m)	Mực nước lớn nhất kiểm tra (m)	Dung tích phòng lũ hợp lý ($10^6 m^3$)	Dung tích phòng lũ tối đa ($10^6 m^3$)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
01/7	19	22,1	26,92	439,8	1.486,84
01/8	19,3	22,91	26,92	548,28	1.451,14
01/9	20,3	23,74	26,92	594,44	1.325,84
01/10	22,1	24,95	26,92	589,6	1.047,04
26/10	23,3	26,29	26,92	675,48	822,04

Để điều tiết lũ hợp lý cho hạ du, yêu cầu đặt ra là chỉ được xả tối đa trong 15 ngày/tháng (15 ngày còn lại trong tháng do triều cường nên không xả được).

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

3.1. Tính toán lượng nước xả thừa khi đã sử dụng dung tích phòng lũ tối đa (*Phương án 1*).

Nếu sử dụng dung tích phòng lũ tối đa để điều tiết lũ, tổng lượng trận lũ xảy ra theo tần suất lũ sẽ được giữ lại trong hồ, lượng nước còn lại phải xả bỏ (như cột 5, 6, 7- bảng 3) để không đe dọa đến an toàn công trình. Lưu lượng xả hợp lý trong 15 ngày theo các tần suất (như các cột 5, 6, 7 - bảng 4).

Bảng 3. Lượng nước phải xả thừa khi đã sử dụng hết dung tích phòng lũ tối đa

Tần suất lũ	Tổng lượng trận lũ (10^6m^3)	Lượng nước xả thừa(10^6m^3)				
		Tháng 07	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
PMF	1397,78			71,94	350,74	575,74
0,01%	965,42					143,38
0,02%	931,36					109,32
0,1%	763,67					
0,5%	669,29					
1%	612,19					
10%	419,43					
20%	347,73					

Bảng 4. Lưu lượng nước phải xả thừa khi đã sử dụng hết dung tích phòng lũ tối đa

Tần suất lũ	Tổng lượng trận lũ (10^6m^3)	Lưu lượng nước xả thừa(m^3/s)				
		Tháng 07	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
PMF	1.397,78			55,51	270,63	**444,24**
0,01%	965,42					110,63
0,02%	931,36					84,35
0,1%	763,67					
0,5%	669,29					
1%	612,19					
10%	419,43					
20%	347,73					

Sau lũ, lượng nước thừa đã được tích tạm trong dung tích phòng lũ tối đa phải xả bỏ để đưa cao trình mực nước hồ về cao trình mực nước trước lũ (như các cột 4, 5, 6, 7, 8 - bảng 5), lưu lượng nước phải xả qua tràn trong 15 ngày (như các cột 4, 5, 6, 7, 8- bảng 6).

Bảng 5. Lượng nước tích tạm trong dung tích phòng lũ tối đa phải xả bỏ sau lũ

Tần suất lũ	Tổng lượng trận lũ (10^6m^3)	Lượng nước xả bỏ sau lũ (10^6m^3)				
		Tháng 07	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11
(1)	(2)	(4)	(5)	(6)	**(7)**	**(8)**
PMF	1.397,78	1.397,78	1.397,78	1.325,84	1.047,04	822,04

0,01%	965,42	965,42	965,42	965,42	965,42	822,04
0,02%	931,36	931,36	931,36	931,36	931,36	822,04
0,1%	763,67	763,67	763,67	763,67	763,67	763,67
0,5%	669,29	669,29	669,29	669,29	669,29	669,29
1%	612,19	612,19	612,19	612,19	612,19	612,19
10%	419,43	419,43	419,43	419,43	419,43	419,43
20%	347,73	347,73	347,73	347,73	347,73	347,73

Bảng 6. Lưu lượng phải xả bỏ tương ứng với lượng nước đã tích tạm trong dung tích phòng lũ tối đa

Tần suất lũ	Tổng lượng trận lũ (10^6m^3)	Lưu lượng xả bỏ sau lũ (m^3/s)				
		Tháng 07	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11
(1)	(2)	(4)	(5)	(6)	**(7)**	**(8)**
PMF	1.397,78	**1.078,54**	1.078,54	1.023,02	807,90	634,29
0,01%	965,42	744,92	744,92	744,92	744,92	634,29
0,02%	931,36	718,65	718,65	718,65	718,65	634,29
0,1%	763,67	589,25	589,25	589,25	589,25	589,25
0,5%	669,29	516,43	516,43	516,43	516,43	516,43
1%	612,19	472,37	472,37	472,37	472,37	472,37
10%	419,43	323,64	323,64	323,64	323,64	323,64
20%	347,73	268,31	268,31	268,31	268,31	268,31

3.2. Tính toán lượng nước xả thừa khi sử dụng dung tích phòng lũ hợp lý (*Phương án 2*).

Bảng 7. Lượng nước phải xả thừa sau khi đã tích tạm một phần vào dung tích phòng lũ hợp lý

Tần suất lũ	Tổng lượng trận lũ (10^6m^3)	Lượng nước xả thừa(10^6m^3)				
		Tháng 07	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
PMF	1.397,78	957,98	849,50	803,34	808,18	722,30
0,01 %	965,42	525,62	417,14	370,98	375,82	289,94
0,02 %	931,36	491,56	383,08	336,92	341,76	255,88
0,1 %	763,67	323,87	215,39	169,23	174,07	88,19
0,5 %	669,29	229,49	121,01	74,85	79,69	
1 %	612,19	172,39	63,91	17,75	22,59	
10 %	419,43					
20 %	347,73					

Nếu sử dụng dung tích phòng lũ hợp lý để điều tiết lũ, tổng lượng trận lũ xảy ra theo tần suất lũ một phần sẽ được giữ lại trong hồ, lượng nước còn lại phải xả bỏ (như cột 3, 4, 5, 6, 7- bảng 7) để phòng chống lũ cho công trình một cách hợp lý. Lưu lượng xả hợp lý trong 15 ngày theo các tần suất lũ (như các cột 3, 4, 5, 6, 7- bảng 8).

Bảng 8. Lưu lượng nước phải xả thừa sau khi đã tích tạm một phần vào dung tích phòng lũ hợp lý

Tần suất lũ	Tổng lượng trận lũ ($10^6 m^3$)	Lưu lượng xả thừa(m^3/s)				
		Tháng 07	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
PMF	1397,78	**739,18**	655,48	619,86	623,60	557,33
0,01 %	965,42	405,57	321,87	286,25	289,99	223,72
0,02 %	931,36	379,29	295,59	259,97	263,71	197,44
0,1 %	763,67	249,90	166,20	130,58	134,32	68,05
0,5 %	669,29	177,08	93,37	57,76	61,49	
1 %	612,19	133,02	49,32	13,70	17,43	
10 %	419,43					
20 %	347,73					

Sau lũ, lượng nước thừa đã được tích tạm vào dung tích phòng lũ hợp lý phải xả bỏ để đưa cao trình mực nước hồ về cao trình mực nước trước lũ, lưu lượng nước phải xả thừa trong 15 ngày (như các cột 2, 3, 4, 5, 6- bảng 9).

Bảng 9. Lượng nước được tích tạm trong dung tích phòng lũ hợp lý phải xả bỏ sau lũ

Thời gian	Tháng 7	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Lượng nước xả bỏ($10^6 m^3$)	439,8	548,28	594,44	589,6	**675,48**
Lưu lượng nước xả bỏ(m^3/s)	339,35	423,06	458,67	454,94	521,20

3.3. Đánh giá phương án điều tiết lũ.

Với phương án 1: Sử dụng dung tích phòng lũ tối đa để điều tiết lũ.

a. Mặt tích cực

Trước khi có lũ đến và trong quá trình lũ đến theo các tần suất, lưu lượng xả xuống hạ du tương đối nhỏ ($Q_{xả\ Max}$ = 444,24 m^3/s, xem cột 7, bảng 4), mang lại an toàn nhất định cho hạ du nếu thời điểm lũ đến hồ cũng sinh mưa lớn và triều cường ở hạ du.

b. Mặt hạn chế

Khi sử dụng hết dung tích phòng lũ, nếu chưa điều tiết kịp để đưa cao trình mực nước hồ về cao trình mực nước trước lũ mà đồng thời xuất hiện đợt lũ mới do áp thấp, bão… thì nguy cơ công trình mất an toàn rất cao. Nếu xảy ra sự cố công trình sẽ là thảm họa với hạ du.

Sau lũ, để xả hết lượng nước thừa được tích lại trong hồ, nhằm đưa cao trình mực nước hồ về cao trình mực nước trước lũ, lưu lượng phải xả tương đối lớn ($Q_{xả\ Max}$ = 1078,54 m^3/s, xem cột 4, bảng 6), lưu lượng này đe dọa trầm trọng đến hệ thống đê bao ở hạ du và các hoạt động kinh tế -xã hội khác.

Với phương án 2: Sử dụng dung tích phòng lũ hợp lý để điều tiết lũ.

a. Mặt hạn chế

Trước khi có lũ đến và trong quá trình lũ đến theo các tần suất, lưu lượng xả xuống hạ du lớn hơn phương án 1 ($Q_{xả\ Max}$ = 739,18 m^3/s, xem cột 3, bảng 8), có ảnh hưởng nhất định cho hạ du nếu thời điểm lũ đến hồ cũng sinh mưa lớn và triều cường ở hạ du.

b. Mặt tích cực

Trong mọi thời điểm ta luôn dành được một dung tích dự phòng, nếu xảy ra lũ kép do áp thấp nhiệt đới hoặc các hình thế thời tiết cực đoan khác, chúng ta có thể dễ dàng xoay sở để công trình được đảm bảo an toàn tuyệt đối. Công trình đảm bảo an toàn cũng là tiêu chí để đảm bảo an toàn cho hạ du.

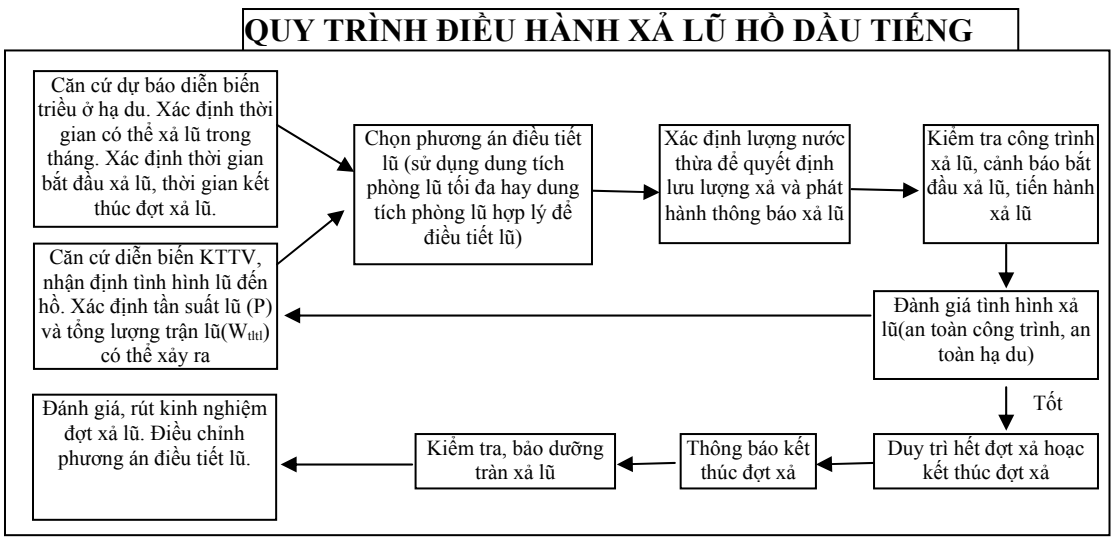
Sau lũ, lưu lượng nước xả xuống hạ du nhỏ hơn phương án 1 ($Q_{xả\ Max}$ = 675,48 m^3/s, xem cột 6, bảng 9).

Kết luận: Từ hai phương án được đề xuất ở trên, ta thấy phương án hai có nhiều ưu điểm, đặc biệt có xem xét tới vấn đề an toàn tuyệt đối cho công trình. Thực tế khi xảy ra lũ với tần suất cực lớn (P=PMF), ta phải xả xuống hạ du với lưu lượng lớn nhất $Q_{xả\ Max}$ = **739,18** m^3/s là có thể chấp nhận được.

3.4. Đề xuất quy trình xả lũ. Như được chỉ ra trong Hình 2.

4. THẢO LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Thảo luận



Hình 2. Quy trình xả lũ đề xuất

Với phương pháp điều tiết lũ truyền thống, thường tiến hành điều tiết lũ ngay khi bắt đầu xuất hiện lũ. Tuy nhiên đối với công trình hồ chứa nước Dầu Tiếng, việc điều tiết lũ còn phụ thuộc vào tình hình triều cường ở hạ du, hồ chỉ xả lũ vào những ngày triều kém để hạn chế thiệt hại cho hạ du. Do đó, với nghiên cứu này, chúng tôi đã

đề xuất 02 phương án điều tiết lũ, cả hai phương án đều tiến hành điều tiết lũ trong tổng cộng 15 ngày (có thể phân ra làm hai đợt xả lũ, mỗi đợt khoảng 07 ngày, tương ứng với một đợt triều kém trong tháng khoảng 07 ngày). Trong đó, phương án 2, sử dụng dung tích phòng lũ hợp lý để điều tiết lũ, là phương án mang lại lợi ích tốt hơn vì mức độ an toàn cho công trình hồ chứa cao hơn, đặc biệt trong trường hợp lũ kép.

Một khó khăn trong điều tiết lũ hiện nay là làm cách nào Chủ hồ có thể xác định được tần suất lũ có thể xảy ra để điều tiết lũ hiệu quả. Có lẽ đây là "chìa khóa" cuối cùng, liên quan đến vấn đề dự báo lũ, cần phải được nghiên cứu trong tổng thể bài toán điều tiết lũ.

4.2. Kiến nghị

Để công tác điều tiết lũ đạt hiệu quả, việc nắm chắc diễn biến khí tượng thủy văn trên lưu vực là nhiệm vụ rất quan trọng, thông qua đó ta có thể dự đoán khả năng xuất hiện dòng chảy lũ để có phương án điều tiết lũ hợp lý. Do đó, đối với lưu vực hồ Dầu Tiếng, cần có những đầu tư nghiên cứu và kinh phí thích đáng để đạt được thông tin dự báo trung và dài hạn của các yếu tố khí tượng thủy văn một cách tương đối chính xác, thông qua việc bổ sung xây dựng các trạm đo mưa trong lưu vực, nghiên cứu áp dụng các phần mềm, cùng với mô hình toán để dự báo dòng chảy về hồ, đặc biệt trong điều kiện tác động của biến đổi khí hậu hiện nay.

4.3. Kết luận

Với sự nỗ lực và kinh nghiệm điều hành trực tiếp công tác điều tiết lũ công trình hồ chứa nước Dầu Tiếng trong những năm qua, với thành quả đã đạt được trong 30 năm khai thác và vận hành công trình, hệ thống công trình luôn đảm bảo an toàn tuyệt đối, và thực hiện tốt công tác điều tiết lũ để phòng, giảm lũ cho hạ du sông Sài Gòn. Tuy nhiên, lũ cực hạn vẫn chưa đến, do đó việc chủ động nghiên cứu giải pháp ứng phó với các loại lũ này là rất cần thiết, đặc biệt để ứng phó với những tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Do đó, với nghiên cứu này, chúng tôi đã góp phần bổ sung cơ sở khoa học nhằm hỗ trợ Chủ hồ điều hành xả lũ một cách hợp lý, vừa đảm bảo an toàn tuyệt đối cho công trình, vừa đảm bảo nhiệm vụ phòng và giảm lũ cho hạ du.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GS. TS. Hà Văn Khối, PGS. TS. Nguyễn Văn Tường, PGS. TS. Dương Văn Tiến, KS. Lưu Văn Hưng, ThS. Nguyễn Đình Tạo, ThS. Nguyễn Thị Thu Nga (2008), Giáo trình Thủy văn công trình-Trường Đại học Thủy lợi.
2. Báo cáo tính toán Thủy văn, dự án "Tư vấn lập quy trình vận hành điều tiết hồ chứa nước Dầu Tiếng khi có bổ sung nước từ hồ Phước Hòa"- Đơn vị tư vấn; Viện Thủy lợi và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi.
3. Số liệu vận hành hồ Dầu Tiếng từ năm 1985-2015.

Người phản biện: PGS. TS. Đinh Công Sản

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC HỖ TRỢ ĐIỀU HÀNH TÍCH NƯỚC HỢP LÝ VÀ ĐẢM BẢO AN TOÀN TUYỆT ĐỐI CÔNG TRÌNH THỦY LỢI DẦU TIẾNG

RESEARCH ON SCIENTIFIC BASE TO SUPPORT OPERATION FOR REASONABLE WATER ACCUMULATION AND TO ENSURE ABSOLUTE SAFETY OF DAU TIENG RESERVOIR

ThS. NCS. Nguyễn Văn Lanh
Công ty TNHH MTV khai thác thủy lợi Dầu Tiếng - Phước Hòa
PGS. TS. Lê Văn Dực
Trường Đại Học Bách Khoa - ĐHQG-TP. HCM

TÓM TẮT

Điều hành hồ chứa là một trong những nhiệm vụ quan trọng nhất trong công tác quản lý, khai thác và vận hành công trình thủy lợi. Để giúp cho công tác điều hành hồ được hiệu quả hơn, trong thời gian qua đã có không ít công trình nghiên cứu với nhiều công cụ, phương pháp được đề xuất áp dụng, bước đầu đã mang lại hiệu quả rõ rệt. Song một thực tế về những tồn tại hiện nay trong hầu hết các hồ chứa mà chủ hồ quan tâm nhất, lo ngại nhất là: (i) Làm sao tích nước đạt hiệu quả nhất; (i) Làm sao để phòng, giảm lũ cho hạ du tốt nhất; (iii) Làm sao để hệ thống công trình luôn đảm bảo an toàn tuyệt đối. Trong bài báo này, chúng tôi tính toán phục hồi giá trị mực nước hồ khi chưa xả nước xuống sông Sài Gòn để tìm lượng nước tích lũy trong mùa mưa lũ từ 1/7 đến 30/11 hàng năm trong suốt 30 năm vận hành , trên cơ sở đó, chúng tôi xây dựng đường tích nước hồ và đường phòng, chống lũ hợp lý cho công trình. Việc bổ sung thêm đường tích nước hồ và đường phòng, chống lũ hợp lý cho công trình vào biểu đồ điều hành hồ truyền thống tạo nên cơ sở khoa học điều hành hồ mới đã giúp chủ hồ vận hành hiệu quả trong mùa mưa lũ, đảm bảo hài hòa giữa các mục tiêu: Tích nước hiệu quả, an toàn công trình, phòng và giảm lũ cho hạ du.

Từ khóa: ***Hồ Dầu Tiếng, Vận hành hồ chứa, Phòng lũ sông Sài Gòn, Biểu đồ điều phối.***

ABSTRACT

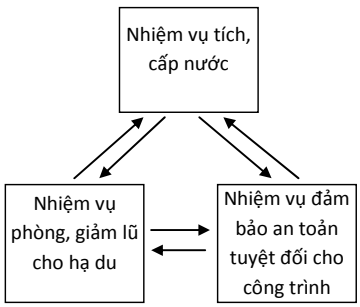
Reservoir operation is one of the most important tasks in the management, exploitation and operation of irrigational works. To help reservoir operation tasks more effective, in recent years, there have been not less research works with a variety of tools and methods being proposed for application, and initially declared effectively. However, the current existent facts, most concerned andworried about with, in most reservoirs, are: (i) How to collectthe water most effectively; (ii) How is the best way to prevent and reduce downstream flooding; (iii) How to remain the system of hydraulic works always in status of absolute safety. In this paper, we calculated and recovered the reservoir water level without releasing into Saigon

River to get the accumulating water amount during the rainy season from 1/7 to 30/11 every year, during 30 years of operation, on that basis, we built the reasonable water collection and flood prevention curve for reservoir. This addition of these two curvesinto the traditional operational chart creates a new scientificoperational foundation to helpthe reservoir owner effectively operates in flooding seasons, to remain the harmonization of multiple objectives: effectively collecting water, safety of reservoir, prevention and flood mitigation for downstream.

Key words: ***Dau Tieng Reservoir, Reservoir Operation, flooding prevention for Sai Gon River, the reservoir operation chart.***

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiệm vụ chính trong công tác khai thác vận hành hồ chứa đa mục tiêu là phải tích đủ nước để phục vụ cho các nhu cầu sử dụng nước trong hệ thống, đảm bảo an toàn tuyệt đối cho công trình, phòng và giảm lũ cho hạ du. Trong thực tế để thực hiện tốt cả ba nhiệm vụ trên khi vận hành hồ chứa là một nhiệm vụ rất khó khăn, một số nguyên nhân giải thích cho nhận định này là: (i) vì các mục tiêu thường mâu thuẫn và liên quan chặt chẽ với nhau trong quá trình vận hành. (ii) vì hầu hết các quy trình vận hành đều thiếu những quy định "mở" để giúp Chủ hồ có thể vận hành thuận lợi trong điều kiện thực tế, thường những quy định lập sẵn và yêu cầu Chủ hồ phải tuân thủ là nguyên nhân dẫn đến sự lúng túng trong công tác điều hành và mang lại hiệu quả thấp, số liệu thống kê trong 30 năm vận hành, cho thấy chỉ có 10 năm hồ Dầu Tiếng tích nước đạt cao trình thiết kế. (iii) Trong quá trình vận hành, xuất hiện nhiều tác động thay đổi khó lường của tự nhiên ảnh hưởng mạnh đến quyết định vận hành. (iv) Những cơ sở khoa học hỗ trợ điều hành hồ chứa tuy được quan tâm nghiên cứu, nhưng nhìn chung vẫn còn thiếu, nhiều tài liệu hỗ trợ điều hành vẫn còn tồn tại nhiều lỗ hổng và thậm chí có nhiều nghiên cứu mới được tiến hành, nhưng kết quả nghiên cứu chưa đáp ứng được yêu cầu thực tiễn.



Hình 1. Các nhiệm vụ vận hành

Xuất phát từ những hạn chế nêu trên và để đáp ứng cho các yêu cầu thực tiễn. Chúng tôi nghĩ rằng việc nghiên cứu bổ sung cơ sở khoa học hỗ trợ điều hành đối với nhiệm vụ tích nước và phòng chống lũ cho công trình Thủy lợi Dầu Tiếng là việc làm hết sức cần thiết.

2. CƠ SỞ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở nghiên cứu

Ý tưởng nghiên cứu xuất phát từ yêu cầu thực tiễn, từ sự thiếu hụt thường xuyên nguồn nước tích và từ những khó khăn khi điều hành xả và giảm lũ cho hạ du; từ những lỗ hổng được tìm thấy trong quy trình, quy phạm quản lý vận hành hồ, là nguyên nhân ảnh hưởng đến an toàn công trình và thiếu hụt nước cấp cho mùa khô. Trong số các phương pháp điều hành hồ chứa hiện nay, phương pháp cân bằng nước được sử dụng chính để tính toán. Tuy nhiên do nhiều nguyên nhân khác nhau, mỗi thành phần trong phương trình cân bằng nước (lưu lượng đến, lưu lượng xả-cấp, tổn thất, dung tích hồ…)

chứa nhiều nguyên nhân ảnh hưởng đến độ chính xác của nó. Ví dụ, trong phương trình cân bằng nước, độ chính xác của kết quả tính toán lưu lượng đến hồ phụ thuộc vào độ chính xác của các thành phần khác nhau như lượng nước xả qua tràn, lượng nước cấp qua cống, lượng tổn thất (thấm và bốc hơi), đường quan hệ dung tích-mực nước hồ. Thế nhưng, sai số của những yếu tố này lại phụ thuộc một cách chủ quan vào công tác đo đạc, quan trắc, vì vậy lưu lượng đến hồ chứa được tính toán từ cân bằng nước sẽ chứa nhiều sai số khó tránh khỏi. Trong số các đại lượng quan trắc hàng ngày thì đại lượng "mực nước hồ quan trắc hàng ngày" được tiến hành quan trắc đơn giản và có độ chính xác cao, vì thế, chúng ta có thể sử dụng đại lượng này để phục vụ cho việc nghiên cứu. Một cơ sở tiếp cận khác đối với vấn đề nghiên cứu là xem xét sự "*mất cân đối giữa lượng nước xả thừa và lượng nước tích được*", khái niệm lượng nước "xả thừa" trong nghiên cứu này được chúng tôi sử dụng hàm ý chỉ lượng nước mà Chủ hồ đã quyết định xả xuống sông Sài Gòn tại các thời điểm vận hành trong khoảng thời gian từ 01/7 đến 30/11 hàng năm, từ đó đề xuất các đường cong quy tắc để hỗ trợ điều hành hồ chứa. Hướng tiếp cận này tỏ ra hợp lý vì đã xem xét tới yếu tố chính xác của nguồn số liệu đầu vào, cũng như đã có xem xét về sự mất cân đối giữa lượng tích và lượng xả.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trên nền số liệu trong 30 năm khai thác, vận hành chúng tôi tính toán lại các giá trị mực nước hồ giả định trong trường hợp Chủ hồ chưa xả thừa để tìm lượng nước tích lũy trong từng thời đoạn của mùa mưa lũ (từ 1/7 đến 30/11 hàng năm, trong 30 năm vận hành), trên cơ sở đó sẽ xây dựng đường tích nước hồ và đường phòng chống lũ hợp lý cho công trình.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả tính toán phục hồi mực nước hồ trong trường hợp chưa xả thừa

Trên cơ sở lượng nước đã xả thừa xuống sông Sài Gòn trong từng thời đoạn, chúng tôi cộng vào phần dung tích hồ ứng với mực nước hồ thực tế đã quan trắc để tìm các giá trị mực nước hồ tích lũy. Mực nước này tương ứng với dung tích tích lũy (W_{tl}) thể hiện khả năng tích lũy thực tế của công trình sau khi đã trừ đi phần sử dụng, và tổn thất.

Xét phương trình cân bằng nước dưới đây:

$$W_{đầu}+W_{đến}-(W_{dùng}+W_{tổn\ thất})-W_{xả\ thừa}=W_{cuối} \quad (1)$$

Hay

$$W_{đầu}+W_{đến}-(W_{dùng}+W_{tổn\ thất})=W_{cuối}+W_{xả\ thừa} \quad (2)$$

Đặt $W_{tl} = W_{cuối} + W_{xả\ thừa}$ (3)

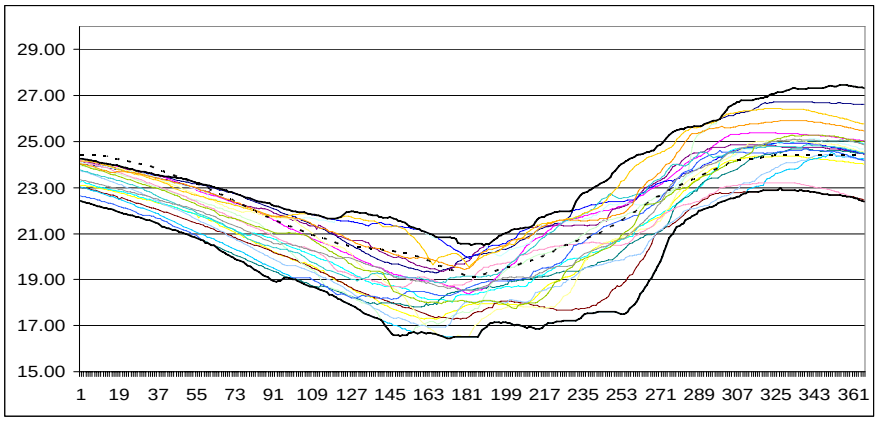
Trong đó:

$W_{cuối}$: là dung tích hồ tích lũy được sau khi đã dùng, đã tổn thất và đã xả thừa qua tràn trong thời đoạn vận hành.

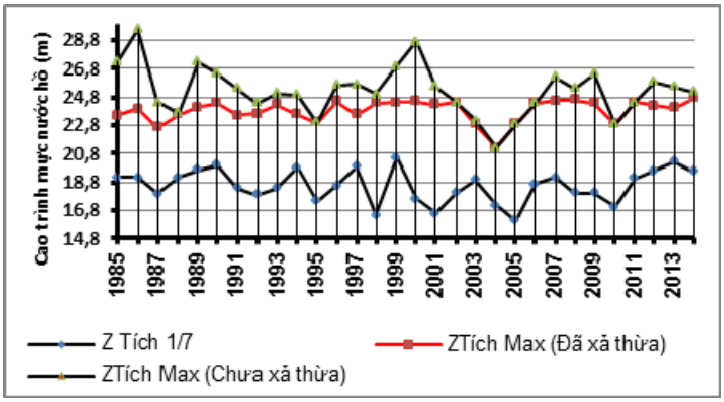
W_{tl}: là dung tích hồ tích lũy được sau khi đã dùng, đã tổn thất và chưa xả thừa qua tràn trong thời đoạn vận hành.

Nhận xét:

Từ phương trình (2), cho thấy lượng nước hồ tích được cuối thời đoạn vận hành (khi chưa xả thừa) lớn hơn lượng nước hồ tích được cuối thời đoạn vận hành (khi đã xả thừa) của phương trình (1). Xem hình 3 - Biểu đồ so sánh mực nước hồ tích được lớn nhất trước và sau khi xả thừa.



Hình 2. Diễn biến mực nước hồ khi chưa xả tràn từ năm 1990-2012



Hình 3. Biểu đồ so sánh mực nước hồ tích được lớn nhất trước và sau khi xả thừa

3.2. Tính dung tích tích lũy và dung tích tích lũy trung bình từng thời đoạn trong mùa mưa lũ

Ta chọn thời gian tính toán bắt đầu từ 01/7 năm trước đến 30/6 năm sau (trùng với năm Thủy văn), trong năm Thủy văn có 2 mùa, mùa mưa lũ (mùa tích nước) được tính từ 01/07 -30/11 hàng năm, còn mùa kiệt (mùa cấp nước) được tính từ 1/12 - 30/6, trong nghiên cứu này ta chỉ tính toán dung tích tích lũy trong mùa mưa lũ.

Các bước thực hiện như sau:

Bước 1: Tại cuối mỗi thời đoạn vận hành (với thời đoạn là 1 ngày), ta cộng dung tích cuối thời đoạn với lượng nước đã xả thừa trong thời đoạn đó, sẽ được dung tích tích lũy cuối thời đoạn (bao gồm cả dung tích chưa xả thừa), xem phương trình (3)

là giá trị $\mathbf{W_{tl}}$. Thực hiện các bước như trên cho đến hết mùa mưa lũ, ta sẽ được diễn biến mực nước hồ tích lũy (khi chưa xả thừa).

Bước 2: Trích xuất các giá trị dung tích tích lũy trong từng thời đoạn ($\Delta\mathbf{W_{tl}}$) trong các năm vận hành. Tính toán giá trị dung tích tích lũy trung bình trong từng thời đoạn ($\Delta\mathbf{W_{tltbtđ}}$), ta được kết quả như cột 3, bảng 1.

3.3. Xây dựng đường tích nước hợp lý và đường phòng chống lũ cho công trình

Bước 1: Tính toán dung tích tích nước hợp lý và dung tích phòng chống lũ công trình trong từng thời đoạn.

Với mục tiêu đến ngày 01/12 hồ cần tích đạt đến cao trình $Z_{tnhl\ 1/12} = Z_{MNDBT}$ =24,40 m (hàng 12, cột 7, bảng 1), tương ứng dung tích cần tích là $W_{tnhl\ 1/12}$=1580,80 triệu m^3 (hàng 12, cột 5, bảng 1). Do dung tích tích lũy trung bình trong thời đoạn từ ngày 25/11 đến ngày 01/12 là 5,84 triệu m^3 (hàng 12, cột 3, bảng 1). Nên dung tích hợp lý cần tích tại thời điểm ngày 25/11 (hàng 11, cột 5, bảng 1) được tính như sau:

$$\mathbf{W_{tnhl\ 25/11} = W_{tnhl\ 1/12} - \Delta W_{tltbtđ\ (25/11\text{-}1/12)} = (1580,80 - 5,84) = 1574,96}\ \text{triệu m}^3$$

Bảng 1. Xác định dung tích lũy trung bình thời đoạn, mực nước tích hợp lý và mực nước phòng lũ cho công trình

Hàng	Thời đoạn	$\Delta W_{tltbtđ}$ ($10^6 m^3$)	Ngày	W_{tnhl} ($10^6 m^3$)	W_{pclct} ($10^6 m^3$)	Z_{tnhl} (m)	Z_{pclct} (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1			01/07	534,49	1.119,53	17,66	22,1
2	01/07-15/07	62,19	15/07	596,68	1.181,72	18,26	22,45
3	15/07-01/08	82,30	01/08	678,98	1.264,02	18,99	22,91
4	01/08-15/08	75,43	15/08	754,40	1.339,44	19,63	23,27
5	15/08-01/09	97,08	01/09	851,49	1.436,53	20,38	23,74
6	01/09-15/09	95,23	15/09	946,72	1.531,76	21,05	24,18
7	15/09-01/10	179,17	01/10	1.125,88	1.710,92	22,13	24,95
8	01/10-15/10	202,12	15/10	1.328,01	1.913,05	23,22	25,83
9	15/10-26/10	106,82	26/10	1.434,82	2.019,86	23,74	26,29
10	26/10-01/11	40,35	01/11	1.475,18	2.060,22	23,93	26,46
11	01/11-25/11	99,78	25/11	**1.574,96**	**2.160,00**	24,37	26,89
12	25/11-01/12	**5,84**	**01/12**	**1.580,80**	**2.165,84**	**24,40**	**26,92**

Thực hiện các bước tính toán tương tự, ta được các giá trị dung tích tích nước hợp lý ($\mathbf{W_{tnhl}}$) tại cột 5, bảng 1. Tra bảng quan hệ (**Z~W**), ta được các giá trị mực nước tích hợp lý ($\mathbf{Z_{tnhl}}$) tại cột 7, bảng 1.

- Với mục tiêu đến 01/12, nếu sử dụng dung tích phòng lũ để giảm lũ cho hạ du, cũng không để cao trình mực nước hồ vượt quá cao trình $Z_{pclct\ 1/12}$=26,92 m (hàng 12, cột 8, bảng 1), tương ứng với dung tích hồ không được vượt quá dung tích $W_{pclct1/12}$= 2165,84 triệu m^3(hàng 12, cột 6, bảng 1). Do dung tích tích lũy trung bình trong thời đoạn từ ngày 25/11 đến ngày 01/12 là 5,84 triệu m^3 (hàng 12, cột 3, bảng 1). Nên dung tích hồ phải khống chế tại thời điểm ngày 25/11 (hàng 11, cột 6, bảng 1) được tính như sau:

$\mathbf{W_{pclct\ 25/11} = W_{pclct\ 1/12} - \Delta W_{tltbtđ\ (25/11\text{-}1/12)} = (2165{,}84 - 5{,}84) = 2160{,}00}$ triệu m^3

Thực hiện các bước tính toán tương tự, ta được các giá trị dung tích chống lũ công trình ($\mathbf{W_{pclct}}$) (cột 6, bảng 1). Tra bảng quan hệ (**Z~W**), ta được các giá trị mực nước phòng, chống lũ cho công trình ($\mathbf{Z_{pclct}}$**), (**cột 8, bảng 1).

Bước 2: Xây dựng biểu đồ vận hành hợp lý.

Trên nền số liệu đã tính toán từ các nghiên cứu trước đây về các đường: Đường phòng phá hoại và đường hạn chế cấp nước trong quy trình đơn hồ, đường mực nước trước lũ trong quy chế phối hợp và quy trình liên hồ, ta bổ sung thêm đường tích nước hợp lý và đường phòng chống lũ cho công trình. Giá trị của các đường vận hành được thể hiện trong bảng 2 và hình 4.

Bảng 2. Cao trình mực nước các đường vận hành trong biểu đồ vận hành hợp lý

Thời gian	Đường tích nước hợp lý (m)	Đường chống lũ cho công trình (m)	Đường mực nước trước lũ (m)	Đường hạn chế cấp nước (m)	Đường phòng phá hoại (m)	Cao trình mực nước chết (m)	Cao trình mực nước dâng bình thường (m)	Cao trình mực nước lớn nhất thiết kế (m)	Cao trình đỉnh đập (m)	Cao trình mực nước lớn nhất kiểm tra (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
01/07	17,66	22,1	19	17	19	17	24,4	25,1	28	26,92
01/08	18,99	22,91	19,3	17,33	19,3	17	24,4	25,1	28	26,92
01/09	20,38	23,74	20,3	17,85	20,3	17	24,4	25,1	28	26,92
01/10	22,13	24,95	22,1	19,49	22,1	17	24,4	25,1	28	26,92
26/10	23,74	26,29	23,3	20,7	23,3	17	24,4	25,1	28	26,92
01/11	23,93	26,46		21,07	23,3	17	24,4	25,1	28	26,92
25/11	24,37	26,89		21,42	24	17	24,4	25,1	28	26,92
01/12	24,4	26,92		21,67	24,4	17	24,4	25,1	28	26,92
11/12				21,62	24,4	17	24,4	25,1	28	26,92
21/12				21,55	24,4	17	24,4	25,1	28	26,92
01/01				21,5	24,4	17	24,4	25,1	28	26,92
11/01				21,21	24,26	17	24,4	25,1	28	26,92
01/02				20,81	23,8	17	24,4	25,1	28	26,92
01/03				19,97	22,62	17	24,4	25,1	28	26,92
01/04				18,59	21,21	17	24,4	25,1	28	26,92
01/05				17,70	20,21	17	24,4	25,1	28	26,92
01/06				17,30	19,69	17	24,4	25,1	28	26,92
01/07				17	19	17	24,4	25,1	28	26,92

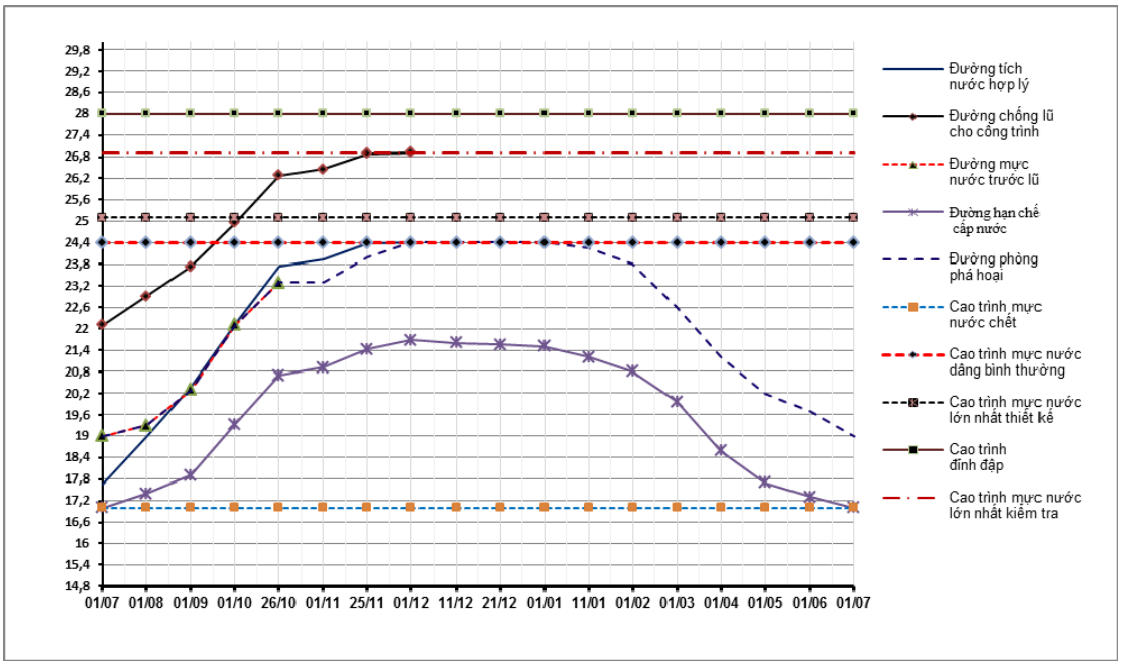
3.4. Nguyên tắc vận hành

Với phân tích trên, ta rút ra các kết luận giúp hướng dẫn cho chủ hồ trong việc điều hành hồ chứa hợp lý: tránh xả thừa nước không cần thiết, đảm bảo an toàn công trình, và tuân thủ theo các quy trình vận hành đơn hồ, và liên hồ, thực hiện như sau:

Với đường phòng phá hoại và đường hạn chế cấp nước ta vận hành theo các quy tắc được quy định trong quy trình vận hành đơn hồ đã được lập.

Với đường mực nước trước lũ, các quy tắc vận hành tuân thủ theo quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Đồng Nai (tài liệu được ban hành theo Quyết định số 471/QĐ-TTg ngày 24/3/2016 của Thủ tướng chính phủ).

Với đường tích nước hợp lý, kể từ ngày 01/07 hàng năm, nếu không rơi vào trường hợp phải cắt giảm lũ cho hạ du thì chủ hồ phải duy trì mực nước hồ lớn hơn hoặc bằng giá trị tung độ của đường này (cụ thể là giá trị quy định tại cột 2, bảng 2). Từ ngày 01/10 cho đến hết mùa mưa lũ, nếu phải xả lũ để hạ thấp mực nước hồ, chủ hồ cần nắm chắc diễn biến khí tượng thủy văn, nếu dự báo không có những hình thế thời tiết có khả năng gây mưa lũ lớn trên lưu vực thì nên duy trì mực nước hồ lớn hơn hoặc bằng cao trình thuộc đường tích nước hợp lý.



Hình 4. Biểu đồ vận hành hợp lý hồ Dầu tiếng

Với đường phòng chống lũ cho công trình, khi sử dụng dung tích phòng lũ làm nhiệm vụ phòng và giảm lũ cho hạ du, vì lý do an toàn cho công trình, không để cao trình mực nước hồ vượt quá cao trình quy định trên đường này (cụ thể là giá trị quy định tại cột 3, bảng 2). Khi giảm lũ cho hạ du, nếu cao trình mực nước hồ còn thấp hơn hoặc bằng cao trình mực nước trên đường phòng chống lũ cho công trình, thì tiến hành xả tràn với lưu lượng hợp lý, tránh ngập nặng cho hạ du. Nhưng nếu cao trình mực nước hồ vượt cao trình trên đường phòng chống lũ cho công trình, bằng mọi cách phải hạ thấp mực nước hồ, thậm chí phải tăng lưu lượng xả.

3.5. Thảo luận

Đường tích nước hợp lý đã chỉ ra rằng, vào thời điểm 01/7, nên giữ cao trình mực nước hồ ở cao trình Z = 17,66 m, cao hơn mực nước chết là 0,66 m, đây là ngưỡng cần xem xét để có phương án sử dụng nước hợp lý để đảm bảo cho việc tích nước có hiệu quả.

Đường phòng chống lũ cho công trình chỉ ra rằng, vào thời điểm 1/7, không để mực nước hồ vượt cao trình Z = 22,17 m, vì sau 01/7 nước hồ sẽ còn tiếp tục tích lũy và đề phòng xảy ra lũ thiết kế. Đặc biệt với hạ du đập Dầu Tiếng, chịu tác động bởi thủy triều Biển Đông, mỗi tháng có 2 đợt triều cường và 2 đợt triều kém, thời gian xả lũ hợp lý nhất chỉ trong 2 đợt triều kém (khoảng 15 ngày), trong khi đó khả năng chịu tải của hệ thống đê bao thành phố chỉ ở mức xả dưới 600 m^3/s. Vì vậy việc kiểm soát cao trình mực nước hồ ngay từ đầu mùa mưa lũ sẽ hợp lý hơn, tránh trường hợp nước thừa nhiều, khi lũ về lớn phải xả với lưu lượng lớn.

Trong nghiên cứu này, dung tích tích lũy phục vụ xây dựng đường tích nước hợp lý và đường phòng chống lũ cho công trình được lấy bằng giá trị trung bình nhiều năm, với thời gian quan trắc là 30 năm điều hành hồ Dầu Tiếng, chưa xét đến yếu tố giao động, do đó kết quả nghiên cứu tuy có, nhưng điểm tích cực vẫn là sự cải thiện phần lớn để phục vụ cho mục đích tích nước hiệu quả. Tuy nhiên nếu năm vận hành rơi vào nhóm năm ít nước thì chủ hồ cần phải sử dụng thêm nhiều biện pháp khác, đặc biệt là phải tích nước cao hơn giá trị được quy định trong đường tích nước nêu trên một giá trị ΔZ_{MIN}. Cũng vậy, nếu rơi vào năm nhiều nước, thì cần phải giữ mực nước hồ nằm dưới đường phòng chống lũ hợp lý một giá trị ΔZ_{MAX}. Các giá trị ΔZ_{MAX} và ΔZ_{MIN} này được tính dựa theo độ lệch pha Max và Min ở các tháng tương ứng giữa giá trị trung bình và giá trị dao động Max và Min trong chuỗi dữ liệu nhiều năm.

4. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Bằng việc tính toán lại các giá trị mực nước hồ giả định trong trường hợp chưa xả nước phòng lũ xuống sông Sài Gòn trong giai đoạn (từ 1/7 đến 30/11 hàng năm, trong suốt 30 năm điều hành, nghiên cứu đã chỉ ra rằng số năm có giá trị mực nước hồ vào cuối mùa mưa lũ đạt yêu cầu thiết kế gia tăng lên rất nhiều so với số liệu vận hành thực tế. Điều này chỉ ra rằng vận hành hồ trước đây chưa hợp lý, gây lãng phí nguồn tài nguyên nước.

Từ việc phục hồi các giá trị lượng nước hồ tích lũy được khi chưa xả xuống sông Sài Gòn trong mùa mưa lũ, nghiên cứu đã xây dựng được đường tích nước hồ và đường phòng, chống lũ hợp lý cho công trình, góp phần hoàn thiện biểu đồ điều phối truyền thống. Đặc biệt, đường phòng chống lũ cho công trình sẽ giúp tính toán xả lũ xuống hạ du sông Sài Gòn một cách hợp lý sao cho đảm bảo cuối mùa lũ nước tích đạt được cao trình thiết kế giúp tăng cường lượng nước quý hiếm cho mùa khô. Do đó, biểu đồ vận hành mới này là cơ sở khoa học quan trọng giúp Chủ hồ vận hành hồ một cách hợp lý nhằm đảm bảo sự hài hòa giữa nhiệm vụ tích nước, an toàn công trình, phòng và giảm lũ cho hạ du.

4.2. Kiến nghị

Để hoàn thiện và sử dụng hiệu quả hơn biểu đồ vận hành hợp lý, cần phải có những nghiên cứu tiếp theo để có thể tìm ra quy luật hình thành và dự báo nhóm năm thủy văn: nhiều nước, năm ít nước, và năm nước trung bình. Ngoài ra, một nhiệm vụ nghiên cứu khác cần có để phục vụ cho việc phòng và giảm lũ cho hạ du là phải nghiên cứu đề xuất được một cơ chế và quy trình xả lũ hợp lý nhằm đảm bảo an toàn, chống ngập lụt cho hạ du sông Sài Gòn trên cơ sở xem xét cả nguồn nước đến hồ và thủy triều ở Biển Đông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo công tác Đầu tư xây dựng và Quản lý an toàn các hồ chứa nước Thủy lợi (Báo cáo tại Hội nghị trực tuyến về an toàn hồ chứa nước 29/8/2013)- Bộ NN&PTNT.
2. Nguyễn Hữu Khải (2011). Nghiên cứu xây dựng công nghệ điều hành hệ thống liên hồ chứa đảm bảo ngăn lũ, chậm lũ, an toàn vận hành hồ chứa và sử dụng hợp lý tài nguyên nước về mùa kiệt lưu vực sông Ba - Mã số: KC.08.30/06-10.
3. Nguyễn Lan Châu (2006). Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo lũ phục vụ điều tiết hồ Hòa Bình trong công tác phòng chống lũ lụt. Báo cáo tổng kết đề tài cập Bộ TNMT.
4. Nguyễn Viết Thi (2008). Xây dựng công nghệ dự báo dòng chảy 5 ngày đến các hồ chứa lớn trên hệ thống sông Đà và sông Lô. Báo cáo tổng hợp đề tài cấp Bộ TN-MT.
5. TS. Hoàng Thanh Tùng- GS. TS. Hà Văn Khối-KS Nguyễn Thanh Hải: "Ứng dụng CRYSTAL BALL xác định chế độ vận hành tối ưu phát điện cho hồ chứa Thác Bà, Tuyên Quang và bậc thang hồ chứa Sơn La, Hòa Bình có tính đến yêu cầu cấp nước hạ du".
6. TS. Đinh Công Sản, ThS. Nguyễn Tuấn Long (2010). Xây dựng biểu đồ điều phối trong quy trình vận hành hồ Dầu Tiếng giai đoạn có bổ sung nước từ hồ Phước Hòa. Tuyển tập NCKH 2010- Viện KHTLMN.
7. ThS. Nguyễn Tuấn Long, TS. Đinh Công Sản (2009). Tính toán dòng chảy và điều tiết lũ ứng với 3 mô hình mưa điển hình trên lưu vực hồ Dầu Tiếng. Tuyển tập NCKH 2009- Viện KHTLMN.
8. PGS.TS. TS. Đinh Công Sản, ThS. Vũ Minh Thiện (2011). Xây dựng biểu đồ trữ và cấp nước hiệu quả cho các hộ dùng nước từ hệ thống thủy lợi Dầu Tiếng – Phước Hòa trong những năm đủ nước, thiếu nước và khan hiếm nước.
9. Trịnh Quang Hòa. Dương Văn Tiển (1996). Nghiên cứu xây dựng công nghệ nhận dạng lũ sông Hồng phục vụ điều hành hồ Hòa Bình chống lũ hạ du.
10. Số liệu vận hành hồ Dầu Tiếng từ năm1985-2015.

Người phản biện: PGS. TS. Đinh Công Sản

Phần III

ĐỊA CHẤT NỀN MÓNG - VẬT LIỆU XÂY DỰNG - CÔNG NGHỆ MỚI, VẬT LIỆU MỚI TRONG XÂY DỰNG THỦY LỢI

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP TƯỜNG CỌC XI MĂNG ĐẤT CHỐNG SẠT LỞ BỜ SÔNG Ở TỈNH LONG AN

RESEARCHING OF LANDSLIDE PREVENTION OF RIVERSIDE IN LONG AN PROVINCE BY SOIL-CEMENT WALL SOLUTION

TS. Đỗ Thanh Hải, KS. Đoàn Nhật Phi
Trường Đại học Bách Khoa –TP.HCM

TÓM TẮT

Bài báo này tiến hành thí nghiệm đất ở Long An trộn xi măng với các hàm lượng xi măng/đất tương ứng với 150 kg/m^3, 200 kg/m^3 và 250 kg/m^3 được bảo dưỡng trong điều kiện ngập nước, gần đúng như trong nền với thời gian bảo dưỡng lần lượt 7, 14, 28 ngày; từ đó đề xuất tỷ lệ hợp lý để đưa vào sử dụng gia cố mái dốc ven sông. Từ kết quả thí nghiệm, lựa chọn các thông số dựa trên kết quả của mẫu đất với tỷ lệ (X/Đ) là 200 kg/m^3 ở 28 ngày tuổi tính toán, so sánh chuyển vị ngang của nền đất yếu được gia cố bằng tường cọc xi măng đất với chuyển vị ngang của nền đất yếu được gia cố bằng cọc bê tông cốt thép dự ứng lực. Kết quả là chuyển vị ngang của bờ kè giảm 0,126 cm và 0,039 cm khi khai thác ngắn hạn và dài hạn.

ABSTRACT

This article conducted the cement-soil treated experiments with different cement contents/soil : 150 kg/m^3, 200 kg/m^3, 250 kg/m^3 which are cured in the saturated condition with curing time 7, 14, 28 days, respectively. From this, It is suggested the suitable ratio (X/Đ) to improve the slope on riverside. Based on the result of the experiment, selecting parameters of specimens of the ratio 200 kg/m^3 (X/Đ) at 28 days curing time to calculate and compare the horizontal displacement of cement-soil pile wall to the horizontal displacement of pre-stressed pile. The result showed that the horizontal displacement decreases 0.126 cm and 0.039 cm for short-term and long-term using, respectively.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tình trạng sạt lở bờ sông, kênh rạch trên địa bàn tỉnh Long An đang diễn ra mạnh mẽ gây ra những tổn thất rất lớn cho những công trình ven sông. Để giải quyết vấn đề này, người ta thường phải sử dụng các giải pháp móng cọc ép bê tông cốt thép, cọc khoan nhồi… kết hợp với tường cừ bản, kè sông, thảm đá… Tuy nhiên, chi phí cho các phương án này khá lớn và tiến độ thi công chậm.

Phương án sử dụng tường cọc xi măng-đất gia cố mái dốc ven sông hiện đang được áp dụng rộng rãi và hiệu quả vì có nhiều ưu điểm về kinh tế và tiến độ thi công. Tuy nhiên, tùy theo địa chất theo từng khu vực mà hàm lượng xi măng, sự gia tăng sức chống cắt của xi măng theo thời gian rất khác nhau. Đặc biệt đối với khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, phần lớn là đất yếu, địa chất phân bố rất phức tạp, cần nhiều kết

quả nghiên cứu cho từng khu vực nhỏ để tiết kiệm được chi phí cũng như hiệu quả khi áp dụng phương pháp gia cố này. Ngoài ra, vấn đề nghiên cứu tính toán biến dạng và ổn định cho tường cọc xi măng gia cố mái dốc ven sông chưa được đào sâu nghiên cứu và còn lẻ tẻ. Vì vậy bài báo "Nghiên cứu giải pháp tường cọc xi măng đất chống sạt lở bờ sông ở tỉnh Long An" góp phần nhỏ vào kết quả nghiên cứu trên cho tỉnh Long An nói riêng và Đồng bằng sông Cửu Long nói chung.

2. CÁC ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ CỦA ĐẤT VÀ XI MĂNG LÀM THÍ NGHIỆM

2.1. Đặc trưng cơ lý của đất tự nhiên

Mẫu đất tự nhiên được lấy đại diện cho đất yếu khu vực Long An. Đất được khảo sát là loại đất yếu ở trên bề mặt ở độ sâu nhỏ 2 – 4 m (tính từ mặt đất tự nhiên).

Bảng 1. Bảng tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của đất tự nhiên

Lớp đất	Mô tả đất	Chỳy tiêu chuẩn	Độ ẩm	Dung trọng (g/cm^3)		Tỷ trọng	Hệ số rỗng	Độ bão hòa	Giới hạn chảy, dẻo			Độ sệt	TN cắt trực tiếp		TN nén 3 trục	
		SPT	w(%)	γ_w	γ_d	γ_s	ε%	s%	w_{nh}	w_d	I_p	B	C	φ	C'	φ'
1	Bùn sét hữu cơ màu xám đen đến xám xanh trạng thái nhão	0-3	77.4	1.478	0.833	2.600	2.121	94.9	57.9	29.2	28.7	1.68	0.069	3°00	0.092	26°10
2	Đất sét màu nâu vàng xám xanh trạng thái nửa cứng	18-23	19.3	1.967	1.649	2.684	0.628	82.5	36.7	18.1	18.6	0.06	0.406	15°15		
3	Đất sét màu nâu vàng xám xanh trạng thái dẻo cứng đến nửa cứng	14-18	22.1	1.929	1.580	2.682	0.697	85.0	36.0	18.6	17.4	0.20	0.335	14°25	0.083	28°36
4	Cát thô đến mịn màu xám trắng trạng thái chặt vừa đến	27-36	18.3	1.970	1.665	2.668	0.602	81.0					0.033	32°00		
5	Đất sét màu xám nâu vàng, nâu đỏ, nửa cứng đến cứng	19-37	18.2	1.987	1.681	2.686	0.598	81.8	37.5	17.9	19.6	0.02	0.446	15°26		

2.2. Các chỉ tiêu cơ lý của loại xi măng tạo mẫu xi măng – đất

Bảng 2. Kết quả tính chất cơ lý của xi măng

TT	Tính chất cơ lý	Tiêu chuẩn thử nghiệm	Đơn vị	Kết quả thử nghiệm	Quy định
1	Khối lượng riêng	TCVN 4030 - 2003	g/cm^3	3,09	
2	Độ mịn	TCVN 4030 - 2003	%	1,7	≤ 10%
3	Độ dẻo tiêu chuẩn	TCVN 6017 - 95	%	31	
4	Thời gian ninh kết	TCVN 6017 - 95	Phút		
	Bắt đầu			120	> 45 phút
	Kết thúc			235	< 420 phút
5	Cường độ nén	TCVN 6016 - 95	N/mm^2		
	03 ngày			29,8	≥ 18 N/mm^2
	28 ngày			53,2	≥ 40 N/mm^2

Từ các kết quả nghiên cứu đã được công bố về ảnh hưởng của loại xi măng đến sự phát triển cường độ của mẫu đất trộn xi măng [1], cho thấy xi măng Nghi Sơn phát triển cường độ nhanh hơn các loại xi măng hiện có mặt trên thị trường như xi măng Holcim, Hà Tiên ở gian đoạn ban đầu (7 ngày, 14 ngày), vì vậy sử dụng xi măng Nghi Sơn để thí nghiệm trên đất ở khu vực này.

3. CÔNG TÁC CHẾ BỊ MẪU THỬ XI MĂNG – ĐẤT [2]

Các mẫu đất thí nghiệm được trộn với tỷ lệ X/Đ 150 kg/m^3, 200 kg/m^3, 250 kg/m^3. Sau đó, thiết bị trộn được dùng để phối trộn, tạo mẫu. Quy trình tạo mẫu được thực hiện một cách liên tục theo các bước sau:

- ***Bước 1***: Cân các nguyên liệu trộn theo đúng tỷ lệ mong muốn.
- ***Bước 2***: Trộn thô các nguyên liệu lại với nhau

Sau khi trộn thô hỗn hợp và cho vào cối trộn, tiến hành lắp cối trộn vào máy trộn và vận hành máy trộn để tạo hỗn hợp.

- ***Bước 3***: Tiến hành công tác đúc mẫu

Đối với thí nghiệm cắt trực tiếp: chuẩn bị khuôn mẫu có đường kính 6,3 cm, chiều cao 2 cm.

Dán nhãn cho các mẫu vừa tạo.

- ***Bước 4***: Tiến hành bảo dưỡng mẫu

Nhằm giảm hiện tượng mẫu bị nứt do co ngót và đảm bảo điều kiện bảo dưỡng gần đúng với thực tế, các mẫu thí nghiệm được dưỡng hộ trong thùng xốp có chứa đất tại hiện trường được đánh tơi ra và cho ngập nước, đậy kín nắp.



Hình 1. Quá trình tạo mẫu cắt trực tiếp



Hình 2. Bảo dưỡng mẫu



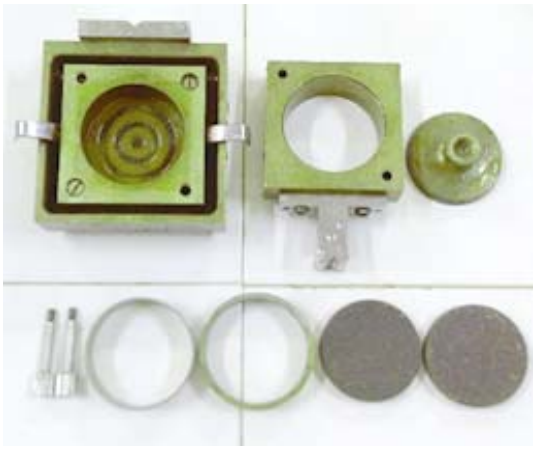
Hình 3. Mẫu cắt trực tiếp

4. THÍ NGHIỆM CẮT TRỰC TIẾP (TCVN 4199-2012)

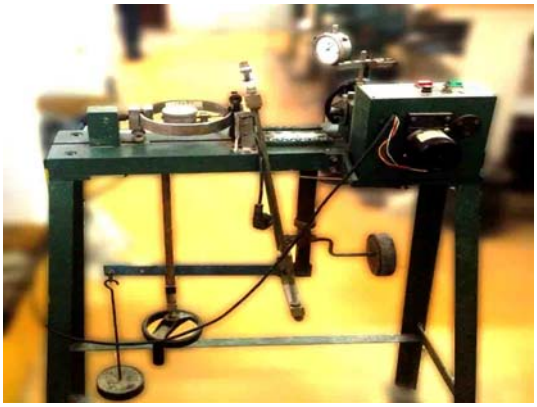
Thí nghiệm được thực hiện tại phòng thí nghiệm Cơ Học Đất – bộ môn Địa Cơ Nền Móng – ĐH Bách Khoa TPHCM.

4.1. Thiết bị thí nghiệm

- Máy cắt trực tiếp.
- Dao vòng để tạo mẫu thí nghiệm: đường kính 6,3 cm (A = 31.17 cm^2), chiều cao 2 cm.
- Đồng hồ đo chuyển vị ngang, đồng hồ đo ứng lực ngang: 1 vạch tương đương 0,001 mm.
- Dao, bình nước, các quả cân để tạo áp lực.



Hình 4. Các bộ phận trong hộp cắt



Hình 5. Máy cắt trực tiếp

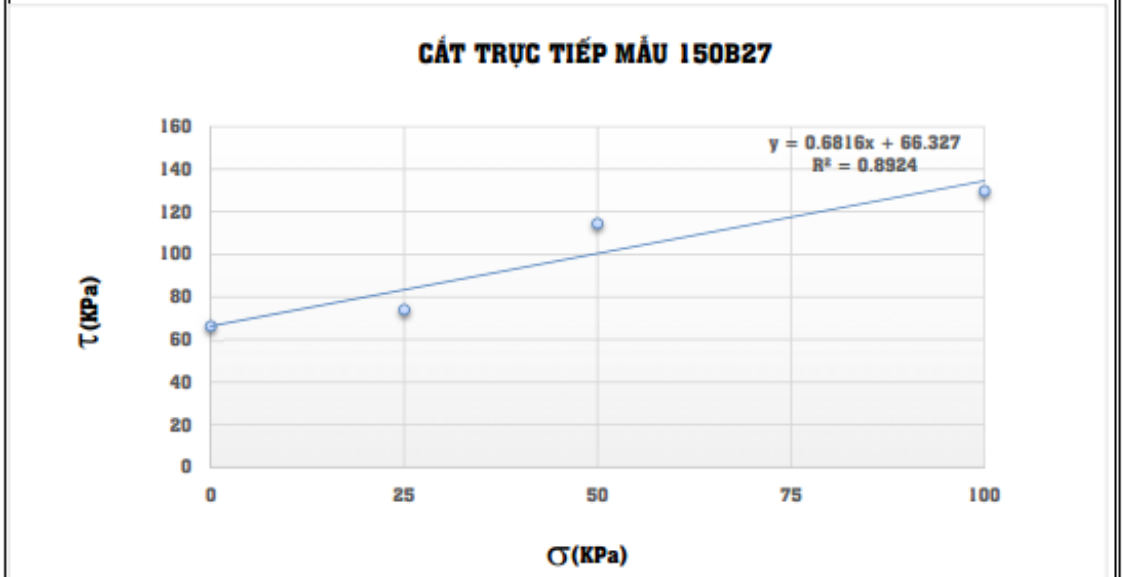
4.2. Thực hiện thí nghiệm cắt trực tiếp

- **Bước 1**: Cho mẫu vào hộp cắt, đặt hộp cắt có chứa mẫu lên máy và điều chỉnh tiếp xúc;
- **Bước 2**: Đặt tải trọng thẳng đứng phù hợp với cánh tay đòn 1:12 của máy cắt ứng lực. Cho khởi động và chạy máy với tốc độ 1 mm/min. Ghi số đọc đồng hồ sau mỗi 25 giây cho đến khi số đọc giảm hoặc không tăng thì ngừng máy. Số đọc lớn nhất được ghi nhận để tính toán. Hệ số máy 1.708 kPa/div;
- **Bước 3**: Lặp lại thí nghiệm với các cấp áp lực khác (25, 50, 100 kPa);
- **Bước 4**: Lặp lại thí nghiệm 3 lần.

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM CẮT TRỰC TIẾP

- Đề tài: "Nghiên cứu giải pháp xử lí nền cho bằng cọc xi măng đất cho công trình ven sông ở tỉnh Long An"
- Ký hiệu mẫu : 150B27 - Đường kính danh nghĩa (D_0,cm) : 6.2
- Hàm lượng xi măng (kg X/m^3 Đ): 150 - Chiều cao danh nghĩa (L_0,cm) : 2
- Vị trí : B
- Độ sâu lấy mẫu (m): 2
- Thời gian bảo dưỡng (ngày) 7
- Địa điểm : Bến lức, Long An
- Ngày lấy mẫu : 20/11/2015
- Ngày tạo mẫu : 20/12/2015
- Ngày thí nghiệm : 27/12/2015
- Tiêu chuẩn sử dụng : TCVN 4199 : 1995

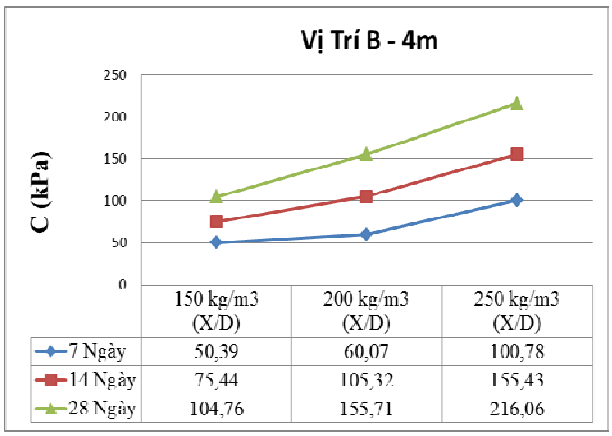
STT	Cấp áp lực σ(Kpa)	Số đọc trên đồng hồ (vạch)			Trung bình (vạch)	Hệ số quy đổi vòng lực C (Kpa)	Ứng suất tiếp t (Kpa)
		M1	M2	M3			
1	25	43	47	40	43.3	1.708	74.0
2	50	70	64	67	67.0		114.4
3	100	77	75	76	76.0		129.8
					C=	66.327 (Kpa)	
					ϕ=	34.28 °	



Hình 6. Báo cáo kết quả thí nghiệm cắt trực tiếp

5. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

5.1. Lực dính của mẫu B ở độ sâu 4m tại thời điểm 7, 14, 28 ngày

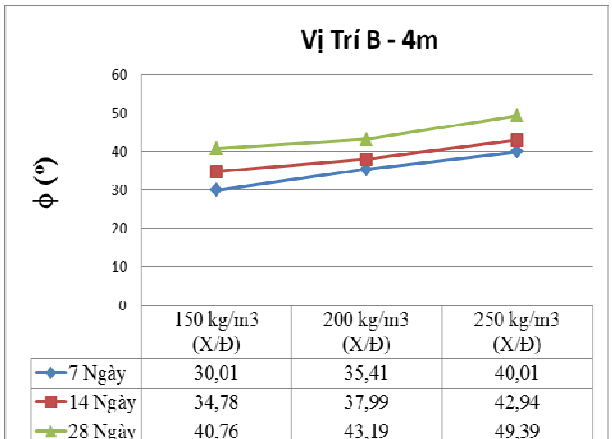


	150 kg/m3 (X/D)	200 kg/m3 (X/D)	250 kg/m3 (X/D)
7 Ngày	50,39	60,07	100,78
14 Ngày	75,44	105,32	155,43
28 Ngày	104,76	155,71	216,06

Hình 7. Biểu đồ quan hệ giữa lực dính và hàm lượng X/Đ ở độ sâu 4 m của vị trí B ở 7, 14, 28 ngày tuổi

Lực dính của mẫu hỗn hợp X/Đ ở vị trí B, độ sâu 4 m tăng theo ngày và theo hàm lượng xi măng. Tuy nhiên tốc độ phát triển cường độ của các mẫu không đồng nhất. Cụ thể với hỗn hợp X/Đ 150 kg/m^3, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 49,72% và mẫu 7 ngày - 28 ngày tăng 107,92%; với hỗn hợp X/Đ 200 kg/m^3, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 75,34% và mẫu 7 ngày - 28 ngày tăng 159.236%; với hỗn hợp X/Đ 250 kg/m^3, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 54,23% và mẫu 7 ngày - 28 ngày tăng 114,39%.

5.2. Góc ma sát trong của mẫu B ở độ sâu 4m tại thời điểm 7, 14, 28 ngày



	150 kg/m3 (X/Đ)	200 kg/m3 (X/Đ)	250 kg/m3 (X/Đ)
7 Ngày	30,01	35,41	40,01
14 Ngày	34,78	37,99	42,94
28 Ngày	40,76	43,19	49,39

Hình 8. Biểu đồ quan hệ giữa góc ma sát và hàm lượng X/Đ ở độ sâu 4 m của vị trí B ở 7, 14, 28 ngày tuổi

Góc ma sát của mẫu hỗn hợp X/Đ ở vị trí B, độ sâu 4 m tăng theo ngày và theo hàm lượng xi măng. Tuy nhiên tốc độ phát triển cường độ của các mẫu không đồng

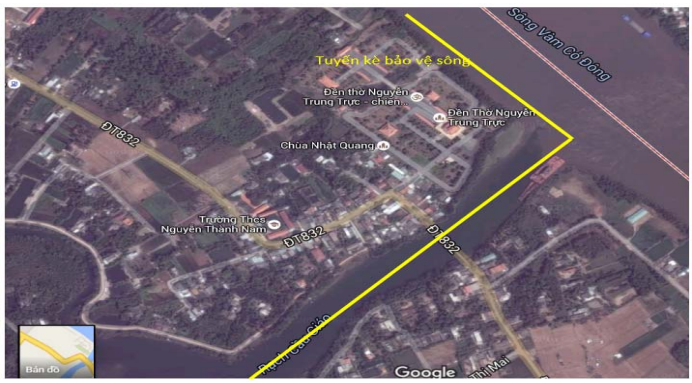
nhất. Cụ thể với hỗn hợp X/Đ 150 kg/m^3, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 15,92% và mẫu 7 ngày - 28 ngày tăng 35,85%; với hỗn hợp X/Đ 200 kg/m^3, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 7,28% và mẫu 7 ngày - 28 ngày tăng 21,96%; với hỗn hợp X/Đ 250 kg/m^3 mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 7,32% và mẫu 7 ngày - 28 ngày tăng 23,45%.

Từ kết quả thí nghiệm của mẫu đất trộn xi măng nêu trên, hàm lượng X/Đ là 200 kg/m^3, bảo dưỡng 28 ngày, độ sâu 4 m để tính toán phương án tường cọc xi măng đất gia cố bờ kè huyện Cần Đước, Long An.

6. ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN

Tên dự án: Kè bảo vệ bờ đoạn Rạch Cầu Giáo – Sông Vàm Cỏ Đông.

Địa điểm: xã Long Sơn, huyện Cần Đước, tỉnh Long An.



Hình 9. Bản đồ vị trí công trình

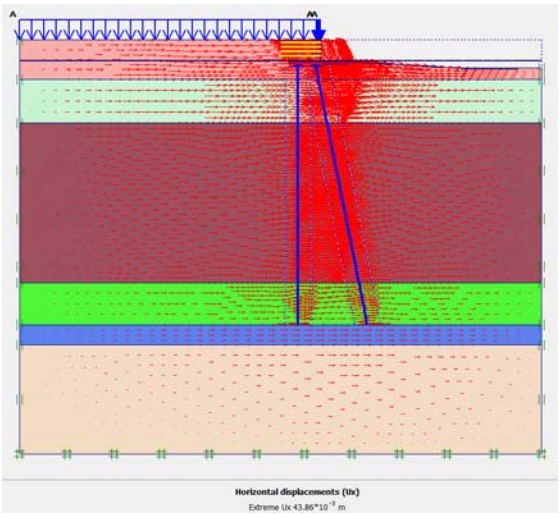
6.1. Tính toán biến dạng cho công trình theo phương án cọc DUL [9],[10],[11]

Bảng 3. Các thông số của đất dùng trong tính toán biến dạng ngang bằng FEM, phương án cọc dự ứng lực.

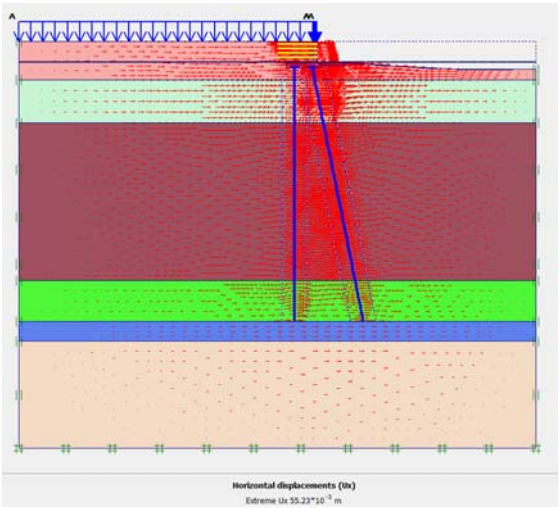
Lớp đất	Đơn vị	Đất đắp	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5	Rọ đá
Mô hình	[-]	MC	SSM	MC	MC	MC	MC	MC
Loại	[-]	drained	undrained	undrained	undrained	drained	undrained	drained
γ	kN/m^3	19,0	15,0	19,0	19,0	20,0	20,0	22
k	m/ngày	0,1	3,5x10^{-5}	1,5x10^{-5}	6x10^{-6}	6x10^{-5}	8x10^{-6}	2
C_c	[-]		0,894					
C_r	[-]		0,179					
e_o	[-]		2,067					
c_{ref}	kN/m^2	5	6	6	6	1	15	15
ϕ’	[^{o}]	30	23	25	25	30	25	35
E_{ref}	kN/m^2	75E2	-	20E3	15E3	30E3	25E3	10E3
ν’	[-]	0,25	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

Bảng 4. Các thông số tính tóan biến dạng ngang theo FEM dùng cho một hàng cọc DUL, lưới neo, phương án cọc dự ứng lực.

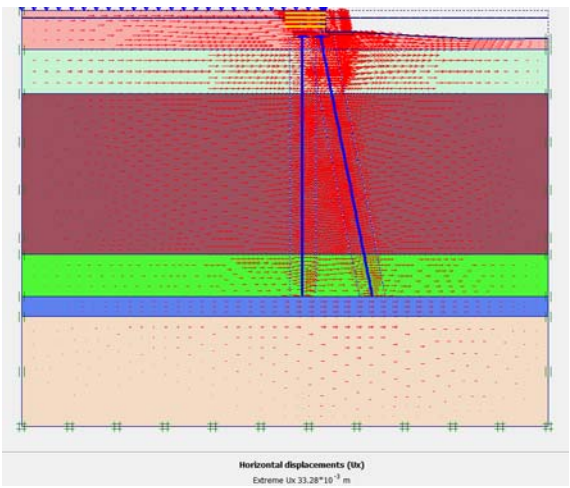
STT	Vật liệu	EA	EI	w
		[kN/m]	[kNm²/m]	[kN/m/m]
1	Cọc BTDUL D400 (K/c 2m)	6,9x106	2,00x104	4,63
2	Mũ cọc	3,5x106	4100	2,98
3	Lưới neo	400		



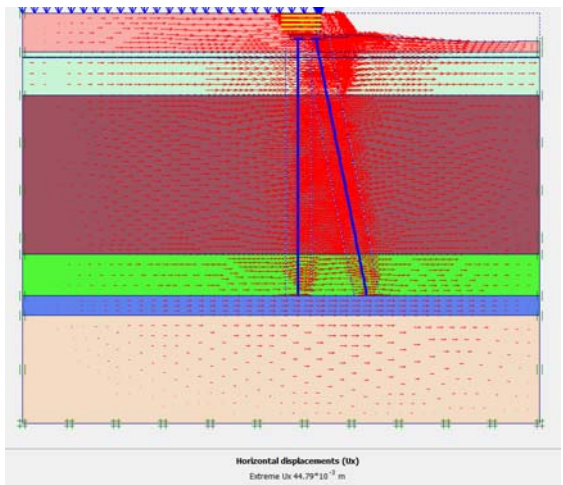
Hình 10. Chuyển vị ngang của nền khai thác trong 2 năm với mực nước trung bình +0,080 = 4,386 cm



Hình 11. Chuyển vị ngang của nền khai thác trong 50 năm với mực nước trung bình +0,080 = 5,523 cm



Hình 12. Chuyển vị ngang của nền khi mực nước dâng cao nhất +1,640 trong 6 tháng = 3,328 cm

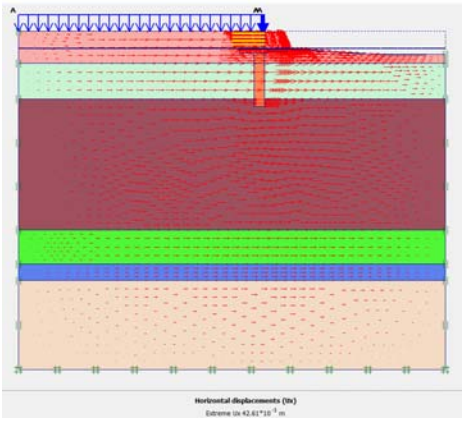


Hình 13. Chuyển vị ngang của nền khi mực nước hạ thấp nhất -2,640 trong 6 tháng = 4,479 cm

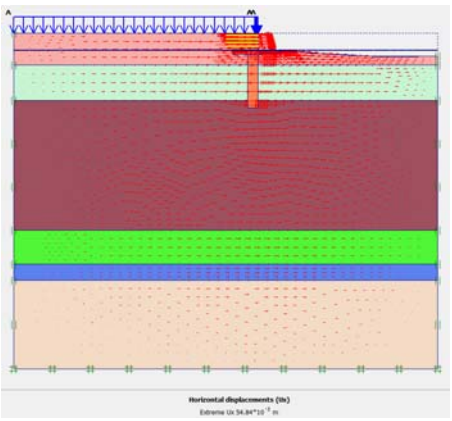
6.2. Tính toán biến dạng cho công trình theo phương án tường cọc xi măng đất [9],[10],[11].

Bảng 5. Các thông số của đất dùng trong tính tóan biến dạng ngang bằng FEM

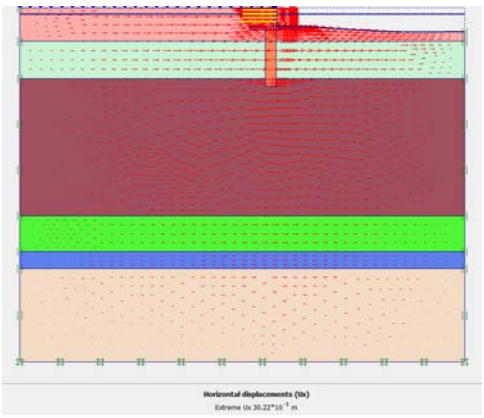
Lớp đất	Đơn vị	Đất đắp	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5	Rọ đá	XMĐ
Mô hình	[-]	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC
Loại	[-]	drained	un-drained	un-drained	un-drained	un-drained	un-drained	drained	un-drained
γ	kN/m^3	19,0	14,78	19,67	19,29	19,7	19,87	22	19
k	m/ngày	0,1	3,5x10^{-5}	1,5x10^{-5}	6x10^{-6}	6x10^{-5}	8x10^{-6}	2	1E-3
c_u	kN/m^2	5	6,9	40,6	33,5	3,3	44,6	15	155,71
ϕ_u	[^{o}]	30	3	15,25	14,42	32	15,42	35	43,19
E_{ref}	kN/m^2	75E2	-	20E3	15E3	30E3	25E3	10E3	34,11E3
ν'	[-]	0,25	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25



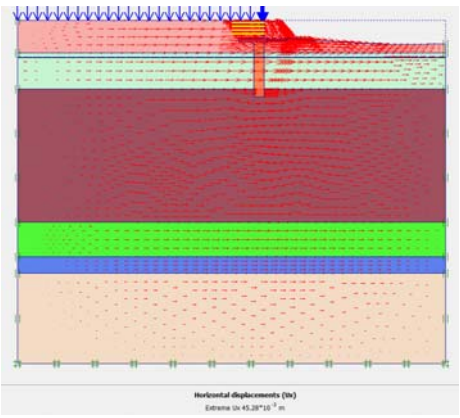
Hình 14. Chuyển vị ngang của nền khai thác trong 2 năm với mực nước trung bình +0,080 = 4,261 cm



Hình 15. Chuyển vị ngang của nền khai thác trong 50 năm với mực nước trung bình +0,080 = 5,484 cm



Hình 10. Chuyển vị ngang của nền khi mực nước dâng cao nhất +1,640 trong 6 tháng = 3,022 cm



Hình 11. Chuyển vị ngang của nền khi mực nước hạ thấp nhất -2,640 trong 6 tháng = 4,528 cm

6.3. So sánh hai phương án tường cọc dự ứng lực và tường cọc xi măng đất

Bảng 6. So sánh chuyển vị ngang của nền đất giữa phương án tường cọc dự ứng lực và tường cọc xi măng đất

	Phương án tường cọc dự ứng lực	**Phương án tường cọc xi măng đất**
Khai thác 2 năm	4.386 cm	4.261 cm
Khai thác 50 năm	5.523 cm	5.484 cm
Mực nước cao nhất +1.640	3.328 cm	3.022 cm
Mực nước thấp nhất -2.640	4.479 cm	4.528 cm

7. KẾT LUẬN

- Kết quả thí nghiệm cho thấy sức chống cắt không thoát nước của mẫu đất trộn xi măng tăng theo hàm lượng X/Đ và thời gian bảo dưỡng nhưng không đồng nhất. Lực dính của mẫu đất trộn xi măng 7 ngày – 28 ngày tăng theo thứ tự 159,236% (200 kg/m^3) >114,39% (250 kg/m^3) >107,92% (150 kg/m^3); góc ma sát trong của mẫu đất trộn xi măng 7 ngày – 28 ngày tăng theo thứ tự 21,96% (200 kg/m^3) < 23,45% (250 kg/m^3) < 35,85% (150 kg/m^3). Từ đó cho thấy, lựa chọn hàm lượng X/Đ là 200 kg/m^3, thời gian bảo dưỡng 28 ngày là hợp lí khi tiến hành trộn đất với xi măng đại trà ngoài hiện trường.

- Chuyển vị ngang của nền đất trong các trường hợp của phương án tường cọc xi măng đất đều nhỏ hơn chuyển vị ngang của nền đất bằng phương án tường cọc dự ứng lực: Δ=0,126 cm (khai thác 2 năm); Δ=0,039 cm (khai thác 50 năm); Δ=0,306 cm (mực nước cao nhất); Ngoại trừ trường hợp mực nước hạ thấp nhất, chuyển vị ngang của nền đất bằng phương án tường cọc xi măng đất lại cao hơn phương án cọc dự ứng lực: Δ=0,049 cm (mực nước thấp nhất)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đậu Văn Ngọ, Các nhân tố ảnh hưởng đến cường độ xi măng đất, Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM, 2008.
2. TCVN 4199-2012 : Tiêu chuẩn thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý.
3. Nguyễn Mạnh Thủy, Ngô Tấn Phong, Một số kết quả nghiên cứu gia cố đất yếu khu vực quận 9, TP.HCM bằng vôi, xi măng, Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM, 2007.
4. Thái Hồng Sơn, Trịnh Minh Thụ, Trịnh Công Vấn, Lựa chọn hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước-xi măng hợp lý cho gia cố đất yếu vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long, TP.HCM bằng vôi, xi măng, Đại học Thủy Lợi, 2014.
5. Bergardo D.T, Chai J.C, Alfaro M.C, Những biện pháp kỹ thuật mới cải tạo đất yếu trong xây dựng. Nhà xuất bản Giáo dục, 1996
6. Das, B. M. (1990). Principle of foundation engineering, PWS-KENT publishing company, Boston.
7. Mitchell, J. K. (1976). "The properties of Cement-stabilized soils." Proceeding of Residential Workshop on Materials and Methods For Low Cost Road, Rail, and Reclamation Works, 365-404, Leura, Australia, Unisearch Ltd.

8. Clough, G. W., Sitar, N., Bachus, R. C., and Shafii-Rad, N. (1981). " Cemented sands under static loading." Journal of The Geotechnical Engineering Division, ASCE, 107(GT6). 799-817.
9. Manual of PLAXIS 2D version 8.5
10. Võ Phán, Đỗ Thanh Hải, Phan Lưu Minh Phượng (2014). Các phương pháp khảo sát hiện trường và thí nghiệm đất trong phòng – NXB ĐHQGTP. Hồ Chí Minh.
11. Châu Ngọc Ẩn, Cơ học đất, Nhà xuất bản Đại học quốc gia Tp HCM, 2012.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP ỔN ĐỊNH MÁI DỐC BẰNG ĐẤT TRỘN XI MĂNG KẾT HỢP SỢI XƠ DỪA

STUDY ON INCREASING SLOPE STABILITY BY USING SOIL-CEMENT WITH COIR FIBER

TS. Đỗ Thanh Hải, KS. Phạm Thành Long
Trường Đại Học Bách Khoa-ĐHQG TP.HCM

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu khả năng gia tăng cường độ mái dốc khu vực tỉnh Đồng Nai bằng cọc xi măng đất trộn với sợi xơ dừa khi xét đến ảnh hưởng của yếu tố mưa kéo dài khiến mái dốc bị giảm sức chống cắt đột ngột gây sạt lở nguy hiểm cho khu dân cư bên dưới. Nghiên cứu sử dụng thí nghiệm cắt trực tiếp để xác định hàm lượng xơ dừa thích hợp, các hàm lượng xơ dừa được xét đến: 0%; 0,3%; 0,6%; 0,9%; 1,2%, xơ dừa cắt nhỏ thành từng đoạn 2 cm. Đồng thời hỗn hợp vật liệu này được ứng dụng gia cố mái dốc tại khu dân cư xã Hố Nai 3, Huyện Trảng Bom, Tỉnh Đồng Nai. Về ảnh hưởng của cọc xi măng đất trộn với sợi xơ dừa đối với ổn định mái dốc, kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng hệ số ổn định của mái dốc tăng 56,5% từ 0,9 (ứng với độ bão hòa Sr=80%) lên 1,409 khi mái dốc được gia cố bằng hệ thống cọc xi măng đất trộn xơ dừa.

ABSTRACT

This paper represents the method of increasing stability of slope in Dong Nai province by soil-cement column with coir fiber when shear strength of soil was reduced dramatically by heavy rains. The purpose of this research is to increase the un-drained shear strength of loamy sand. By using direct shear tests with different contents of coir fiber: 0%; 0.3%; 0.6%; 0.9%; 1.2% and coir fiber length is 2cm, the research figure out the optimum content of coir fiber for the composite. In addition, the author considers to apply this composite to slope at neighborhoods in Ho Nai 3 Commune, Trang Bom District, Dong Nai Province.The effect of soil-cement column with coir fiber to stability of slopeshowed that the factor of safety increased 56.5% from 0.9 (saturation degree Sr = 80%) to 1.409 when the slope was reinforced by system of soil-cement column with coir fiber.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các sự cố sụt trượt đất mái dốc nền đồi cao, đặc biệt vào mùa mưa lũ kéo dài ở miền Trung đang diễn ra ngày càng nhiều do tác động của biến đổi khí hậu, làm tốn nhiều tiền của và nguy hại đến tính mạng con người.

Độ ẩm thay đổi là yếu tố quan trọng gây biến đổi ổn định mái dốc. Các điểm trượt lở có quy mô lớn đều có liên quan đến sự thay đổi độ ẩm nước dưới đất mà trong đó chế độ mưa đóng vai trò quan trọng. Trượt đất thường xảy ra trong phạm vi các khu

vực có lượng mưa lớn và gia tăng vào mùa mưa. Quá trình xâm nhập của nước mưa vào đất sẽ dẫn đến:

- Mực nước ngầm dâng cao, đới bão hòa bị thu hẹp
- Suy giảm cường độ kháng cắt của đất
- Hệ số ổn định mái dốc giảm

Cơ chế phá hoại này có thể xảy ra theo dạng trượt nông và trượt sâu, tùy thuộc vào chiều dày của các lớp đất, thành phần độ chặt của đất cũng như các đặc tính của mưa.

Việc khắc phục hậu quả từ những lần sạt lở này thường khó khăn, tốn kém gấp nhiều lần so với các sự cố trên mặt đất. Do đó, cần có sự chuẩn bị kỹ lưỡng về mặt kỹ thuật, nhằm hạn chế khả năng xảy ra sự cố đến mức thấp nhất có thể.

Vì vậy "***Nghiên cứu phương pháp ổn định mái dốc bằng đất trộn xi măng kết hợp sợi xơ dừa***" là một vấn đề cấp thiết và đáng quan tâm hiện nay nhằm hạn chế những tai nạn có thể xảy ra gây ảnh hưởng nghiêm trọng về người và tài sản cho những khu dân cư cũng như công trình nằm ở dưới mái dốc.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu cơ sở lý thuyết về tương tác giữa sợi và nền, cơ chế hình thành cường độ khi gia cố đất với xi măng, lý thuyết về ổn định mái dốc và sức chống cắt không thoát nước.

Thí nghiệm: Bài báo nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng sợi xơ dừa đến cường độ của hỗn hợp thông qua thí nghiệm cắt trực tiếp. Thông qua thí nghiệm ta xác định được cường độ kháng cắt không thoát nước của hỗn hợp đất trộn xi măng- xơ dừa.

Bảng 1. Tỷ lệ xi măng với đất tối ưu tương ứng với các loại đất khác nhau (Mitchell and Freitag, 1959)

STT	Loại đất	Tỷ lệ xi măng với đất %
1	Đất tốt chứa sỏi, cát hạt thô, cát hạt mịn, có hoặc không có lượng nhỏ bùn hay sét	5% hoặc ít hơn
2	Đất cát xấu với lượng nhỏ bùn	9%
3	Loại đất cát còn lại	7%
4	Đất chứa bùn không dẻo hoặc dẻo vừa phải	10%
5	Đất sét dẻo	13% hoặc nhiều hơn

Theo kết quả nghiên cứu như bảng trên của Mitchell và Freitag năm 1959 ta lựa chọn tỷ lệ xi măng - đất là 3% so với trọng lượng đất khô. Việc chọn lựa hàm lượng sợi xơ dừa thí nghiệm cũng căn cứ vào những nghiên cứu và các đề tài liên quan trước đây. Ở đây ta chọn hàm lượng của sợi xơ dừa lần lượt là **0,3%**, **0,6%, 0,9%, 1,2%** để tiến hành thí nghiệm. Hàm lượng nước/ xi măng với hàm lượng xi măng nhỏ hơn 10% là 0,4. Dựa vào những nghiên cứu trước để có thể tăng cường độ sợi xơ dừa khi trộn ta có thể xử lý sợi xơ dừa trước khi tiến hành trộn. Do trong thành phần của sợi xơ dừa có tồn tại lignin và hemicellulose. Hai thành phần này có tính hút ẩm lớn, bị mềm khi có nhiệt

cao. Chính vì vậy khi dùng sợi xơ dừa để xử lý nền ta nên loại bỏ lignin. Để tách lignin ra khỏi sợi ta có thể sử dụng dung dịch kiềm NaOH 3% đã được đun sôi và ngâm sơ dừa trong dung dịch này trong khoảng 1 tiếng đồng hồ sau đó vớt ra.

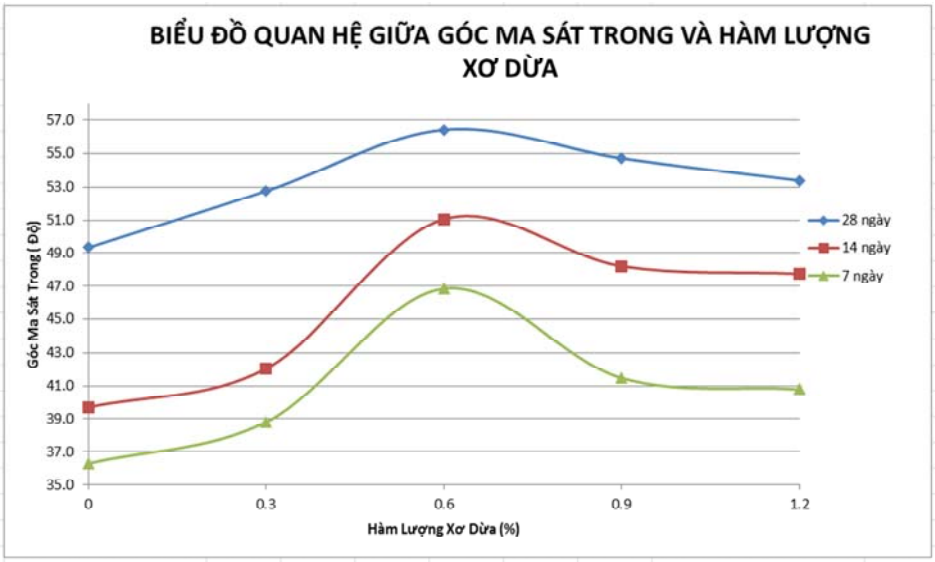
Tính toán mô phỏng: Sử dụng phần mềm GeoSlope để tính toán ổn định mái dốc ổn định cho mái dốc của Khu dân cư tại xã Hố Nai 3, Huyện Trảng Bom, Tỉnh Đồng Nai, nơi lấy mẫu thí nghiệm. Dựa vào kết quả của bài toán kiến nghị hàm lượng sợi xơ dừa tối ưu khi đưa vào đất để gia cố mái dốc.

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM CẮT TRỰC TIẾP

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng sợi đến góc ma sát trong φ của hỗn hợp đất-xi măng-xơ dừa

Bảng 2. Bảng tổng hợp góc ma sát trong φ của hỗn hợp đất-xi măng-xơ dừa ở 7,14 và 28 ngày

Xơ dừa (%)	0	0,3	0,6	0,9	1,2
φ (độ) ở 7 ngày	36,28	38,80	46,84	41,47	40,79
φ (độ) ở 14 ngày	39,70	42,05	51,06	48,20	47,74
φ (độ) ở 28 ngày	49,34	52,76	56,42	54,72	53,40



Hình 1. Biểu đồ quan hệ giữu góc ma sát trong φ và hàm lượng xơ dừa

Hình 1 cho thấy:

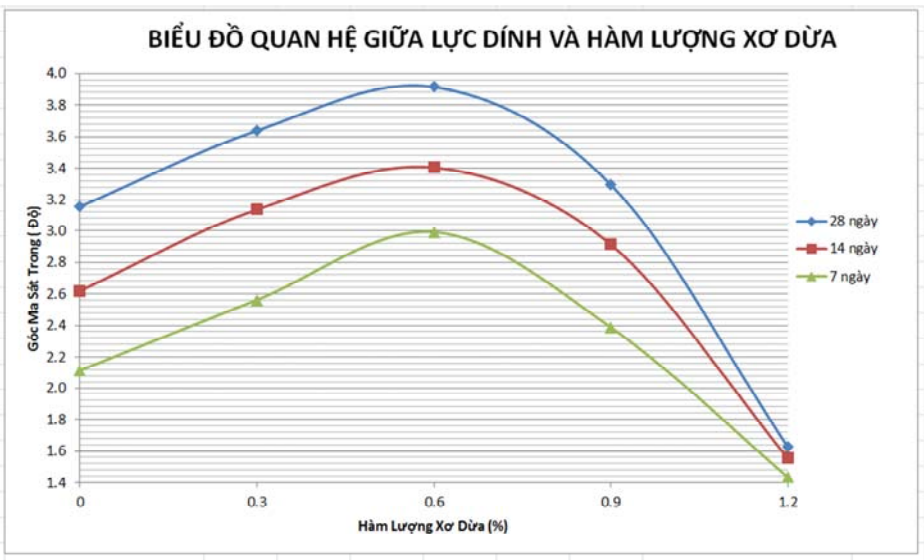
1) Hàm lượng xơ dừa ảnh hưởng đến góc ma sát trong của hỗn hợp đất trộn xi măng-sợi xơ dừa. Hàm lượng sợi tăng thì góc ma sát trong φ tăng và khi hàm lượng xơ dừa từ 0,6% đến 1,2% thì góc ma sát trong φ có xu hướng giảm.

2) Góc ma sát trong φ lớn nhất ứng với hàm lượng 0,6% xơ dừa ($56,42^0$). Góc ma sát trong φ bé nhất ứng với hàm lượng 0% xơ dừa ($49,34^0$).

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng sợi đến lực dính của hỗn hợp đất-xi măng-xơ dừa

Bảng 3. Bảng tổng hợp lực dính của hỗn hợp đất-xi măng-xơ dừa ở 7,14 và 28 ngày

Xơ dừa(%)	0	0,3	0,6	0,9	1,2
Lực dính (kG/cm2) ở 7 ngày	2,12	2,56	2,99	2,39	1,43
Lực dính (kG/cm2) ở 14 ngày	2,62	3,14	3,40	2,91	1,55
Lực dính (kG/cm2) ở 28 ngày	3,16	3,64	3,91	3,30	1,63



Hình 2. Biểu đồ quan hệ giữu lực dính và hàm lượng xơ dừa

1) Hàm lượng xơ dừa ảnh hưởng đến lực dính của hỗn hợp đất trộn xi măng- sợi xơ dừa. Hàm lượng sợi tăng thì lực dính tăng và khi hàm lượng xơ dừa từ 0,6% đến 1,2% thì lực dính có xu hướng giảm.

2) Lực dính của hỗn hợp tăng đáng kể khoảng 24% khi tăng hàm lượng xơ dừa từ 0% lên 0,6% và đặc biệt khi hàm lượng sợi xơ dừa đạt 1,2% thì lực dính giảm 48,51% khi không có sợi xơ dừa.

3) Lực dính lớn nhất ứng với hàm lượng 0,6% xơ dừa (3,91 kG/cm^2). Lực dính bé nhất ứng với hàm lượng 1,2% xơ dừa (1,63 kG/cm^2).

3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng sợi đến sức chống cắt không thoát nước của hỗn hợp đất-xi măng-xơ dừa

Bảng 4. Bảng tổng hợp sức chống cắt tại cấp áp lực 25 kPa

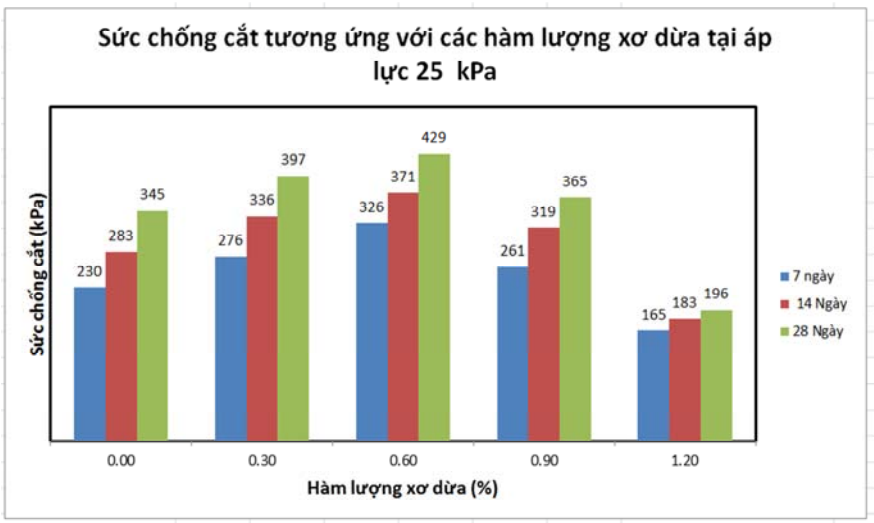
Số ngày thí nghiệm	Hàm lượng xơ dừa (%)				
	0,00	**0,30**	**0,60**	**0,90**	**1,20**
7 ngày	229,85	276,29	325,82	260,92	165,03
14 ngày	282,63	336,23	371,37	319,15	182,92
28 ngày	344,77	396,66	429,03	364,94	196,18

Bảng 5. Bảng tổng hợp sức chống cắt tại cấp áp lực 50 kPa

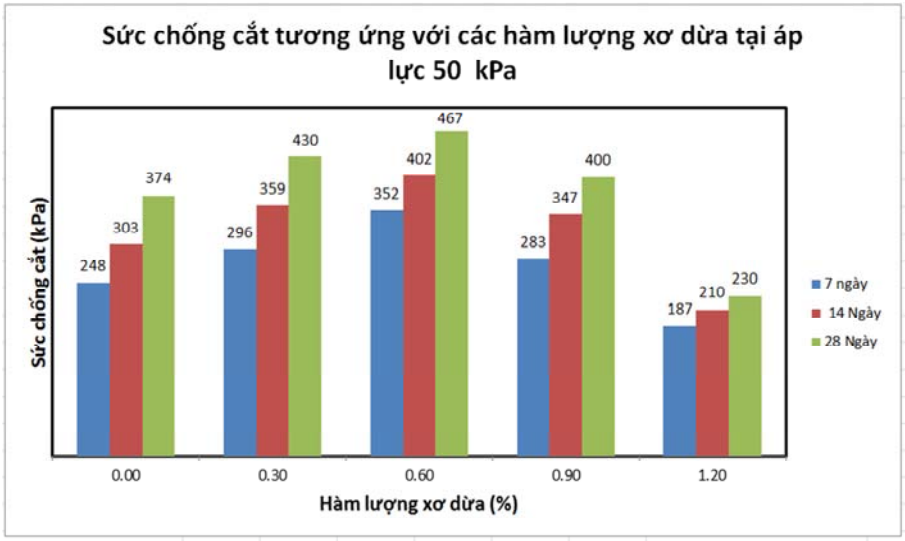
Số ngày thí nghiệm	Hàm lượng xơ dừa (%)				
	0,00	**0,30**	**0,60**	**0,90**	**1,20**
7 ngày	248,19	296,38	352,46	283,00	186,58
14 ngày	303,37	358,76	402,27	347,09	210,41
28 ngày	373,85	429,52	466,65	400,24	229,81

Bảng 6. Bảng tổng hợp sức chống cắt tại cấp áp lực 100 kPa

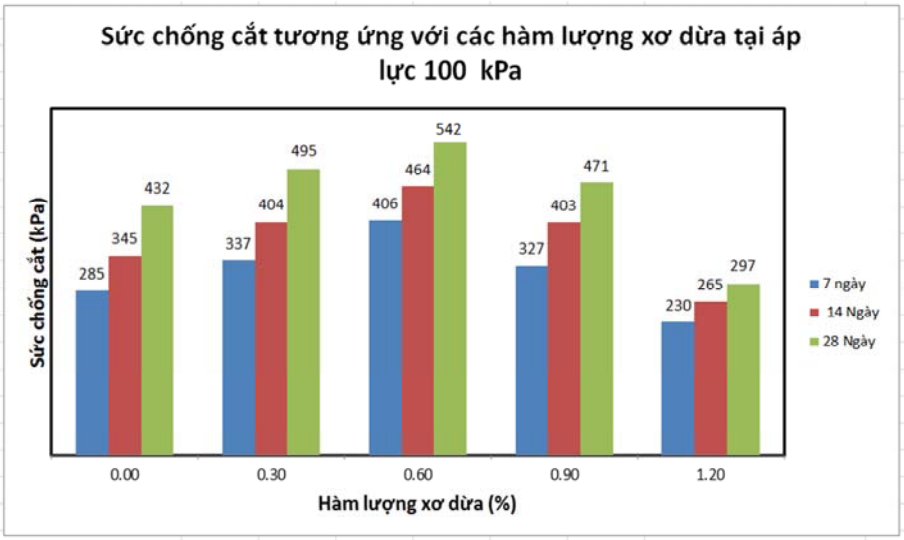
Số ngày thí nghiệm	Hàm lượng xơ dừa (%)				
	0,00	**0,30**	**0,60**	**0,90**	**1,20**
7 ngày	284,87	336,56	405,73	327,16	229,69
14 ngày	344,85	403,82	464,09	402,97	265,39
28 ngày	432,00	495,24	541,88	470,84	297,07



Hình 3. Biểu đồ quan hệ sức chống cắt theo hàm lượng xơ dừa theo thời gian 7,14,28 ngày tại cấp áp lực 25 kPa



Hình 4. Biểu đồ quan hệ sức chống cắt theo hàm lượng xơ dừa theo thời gian 7,14,28 ngày tại cấp áp lực 50 kPa



Hình 5. Biểu đồ quan hệ sức chống cắt theo hàm lượng xơ dừa theo thời gian 7,14,28 ngày tại cấp áp lực 100 kPa

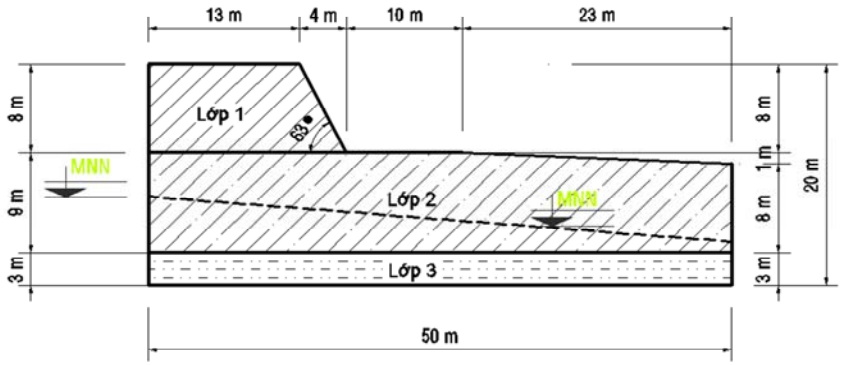
1) Xơ dừa có tác dụng làm tăng sức chống cắt của hỗn hợp xi măng đất. Tác dụng của xơ dừa rõ rệt nhất tại mức hàm lượng 0,6% (Sức chống cắt tăng 26%) nhưng khi lên đến 1,2% xơ dừa thì sức chống cắt giảm nhanh so với hỗn hợp không có xơ dừa (Sức chống cắt giảm 32%).

2) Sức chống cắt lớn nhất đạt được ở hàm lượng xơ dừa 0,6% và sức chống cắt nhỏ nhất ứng với hàm lượng xơ dừa 1,2%.

4. TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG MÔ HÌNH MÁI DỐC KHI SỬ DỤNG GIẢI PHÁP GIA CỐ MÁI DỐC BẰNG CỌC XI MĂNG ĐẤT TRỘN XƠ DỪA

Từ kết quả thí nghiệm trên ta sử dụng phần mềm GeoSlope để phân tích ổn định cho mái dốc của Khu dân cư tại xã Hố Nai 3, Huyện Trảng Bom, Tỉnh Đồng Nai.

Mặt cắt tính toán của mái dốc tự nhiên gồm 3 lớp:



Hình 6. Mặt cắt mái dốc

+ ***Lớp 1***: Sét pha, màu xám xám nâu, xám vàng, trạng thái nửa cứng. Thông số của lớp 1 được lấy ứng với độ bảo hòa Sr = 80% khi xét đến ảnh hưởng của trời mưa lớn kéo dài:

- Độ sâu (m) : 0 – 8 m
- Dung trọng (kN/m^3) : 19,918
- Góc ma sát trong (độ) : 24,9
- Lực dính (kN/m^2) : 10,46

Đây là lớp đất được chọn để khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng xơ dừa trong hỗn hợp đất trộn xi măng – xơ dừa đến ổn định của mái dốc. Các thông số trên sẽ được thay đổi và lấy theo kết quả thí nghiệm trong phần 3 khi áp dụng tính hệ số an toàn bằng phần mềm Geo Slope.

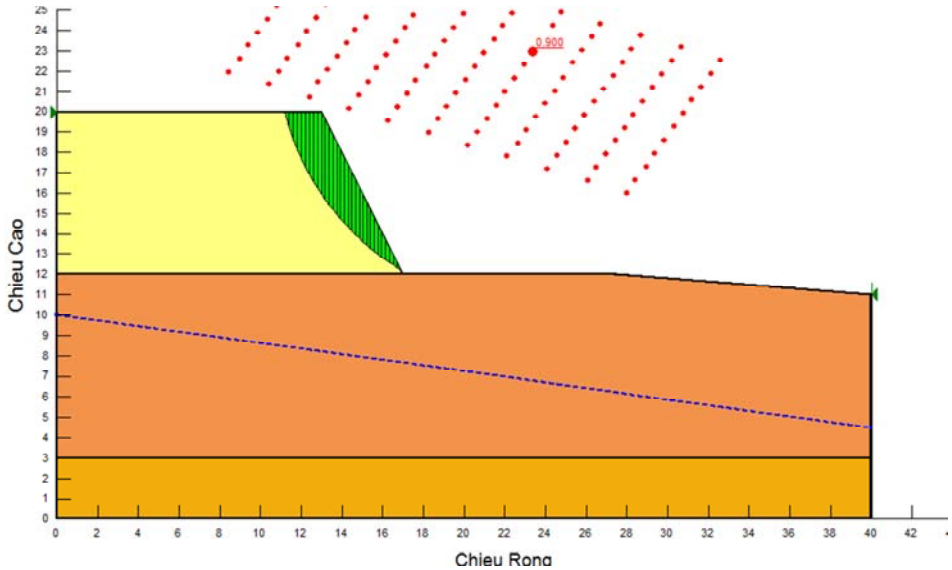
+ ***Lớp 2***: Sét pha, màu xám trắng, trạng thái dẻo cứng. Các thông số được giữ nguyên khi tính hệ số an toàn bằng phần mềm Geo Slope.

- Độ sâu (m) : 8 – 17 m
- Dung trọng (kN/m^3) : 19,6
- Góc ma sát trong (độ) : $14^0 05$
- Lực dính (kN/m^2) : 25,3

+ ***Lớp 3***: Sét, màu nâu đỏ, xám trắng, trạng thái nửa cứng. Các thông số được giữ nguyên khi tính hệ số an toàn bằng phần mềm Geo Slope.

- Độ sâu (m) : 17 - 23

- Dung trọng (kN/m^3) : 20,2
- Góc ma sát trong (độ) : $14^0 07$
- Lực dính (kN/m^2) : 33,1



Hình7. Kết quả tính ổn định mái dốc khi chưa sử dụng cọc

4.1. Khảo sát sự thay đổi hệ số ổn định mái dốc khi thay đổi khoảng cách cọc

➢ Giả thiết bài toán:

- Hàm lượng xơ dừa: chọn hàm lượng xơ dừa 0,6%. Vì Geoslope là mô hình 2D nên khi ta khai báo thông số của vật liệu cọc trên mặt cắt ngang cần quy đổi lại thông số vật liệu theo "*Phương pháp tính toán theo quan điểm nền tương đương*".

+ Hệ cọc xiên gia cố mái dốc được xem như nền đồng nhất với các số liệu cường độ φ_{td} ,c_{td}. Gọi as là tỷ lệ giữa diện tích cọc xi măng – đất thay thế trên diện tích đất nền.

$$a_s = \frac{A_p}{A_s}$$

$$c_{td} = a_s c_{coc} + (1 - a_s) c_{nen}$$

$$\tan\varphi_{td} = a_s \tan\varphi_{coc} + (1 - a_s)\tan\varphi_{nen}$$

Trong đó: A_p là diện tích đất nền thay thế bằng cọc xi măng- đất.

A_s là diện tích đất nền thay thế.

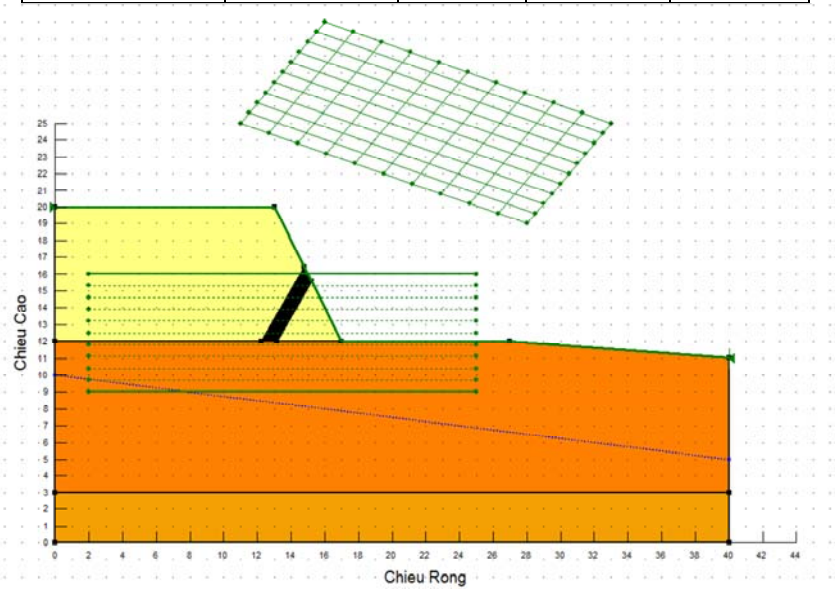
- Đường kính và khoảng cách bố trí cọc: chọn trường hợp cọc D800 khoảng cách cọc thay đổi với những giá trị sau: 1m; 1,3 m; 1,5 m.

- Mực nước ngầm: chọn mực nước ngầm không thay đổi so với trạng thái tự nhiên.

- Thông số sức chống cắt của lớp cát pha sét (lớp 1): chọn thông số ứng với trường hợp nguy hiểm nhất là đất bão hòa 80%.

Bảng 7. Bảng tính c_{td} và φ_{td} cho cọc xi măng đất – xơ dừa

Khoảng cách	c (kPa)	φ	ctđ (kPa)	φtđ
1	391,42	56,42	249,82	48,21
1.3	391,42	56,42	194,58	44,06
1.5	391,42	56,42	170,03	42,01



Hình 8. Mô hình bài toán khi có hệ cọc xi măng đất.

Bảng 8. Kết quả tính toán ổn định mái dốc theo khoảng cách cọc

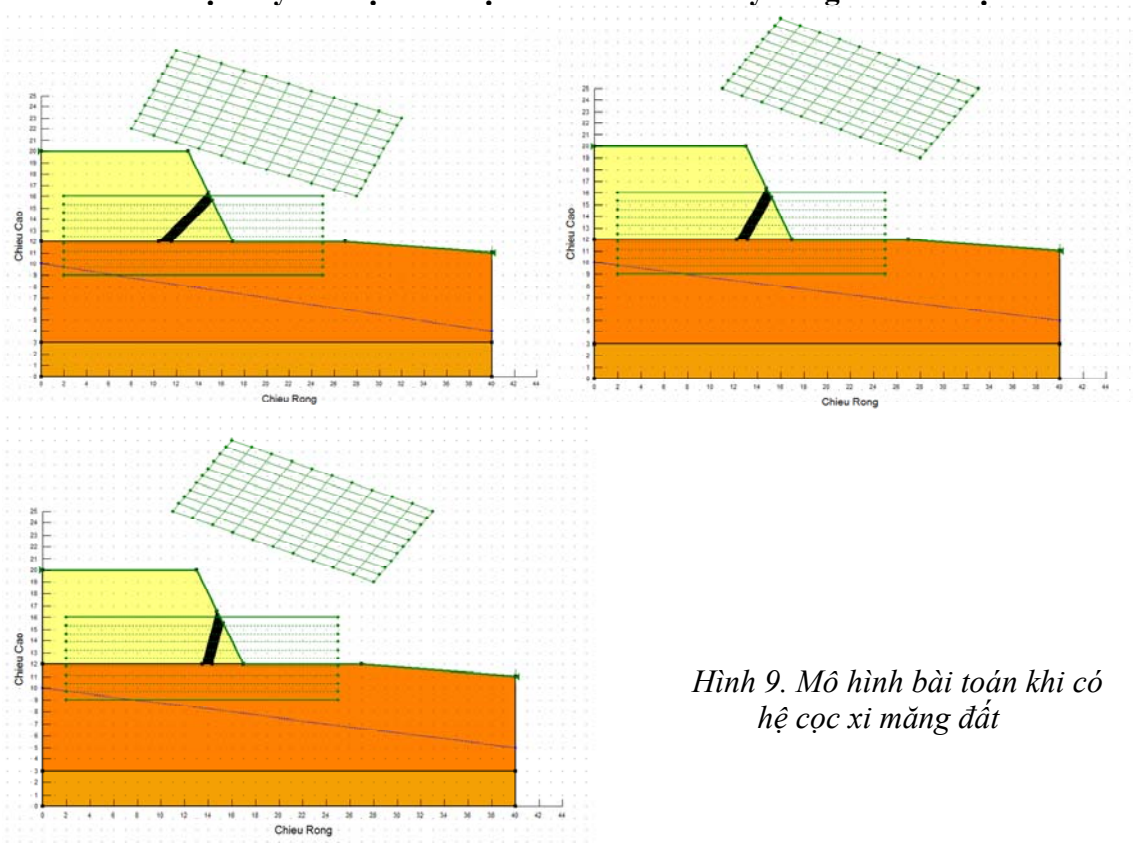
STT	Khoảng cách cọc	Hệ số ổn định	Kết Luận
1	1	1,451	Mái dốc ổn định
2	1,3	1,409	Mái dốc ổn định
3	1,5	1,352	Mái dốc không ổn định

▪ Khoảng cách cọc H = 1,3 m hệ số an toàn FS > [FS] = 1,4 nên mái dốc ở trạng thái ổn định.

▪ Khi tăng khoảng cách giữa các cọc xi măng đất trộn xơ dừa lên 1,5 m thì hệ số an toàn giảm còn 1,352 nhỏ hơn giới hạn cho phép, mái dốc mất ổn định.

▪ Khoảng cách cọc càng tăng thì hệ số ổn định trượt càng giảm.

4.2. Khảo sát sự thay đổi hệ số ổn định mái dốc khi thay đổi góc bố trí cọc



Hình 9. Mô hình bài toán khi có hệ cọc xi măng đất

Bảng 9. Bảng tính c_{td} và φ_{td} cho cọc xi măng đất – xơ dừa

Góc bố trí (độ) so với phương ngang	c (kPa)	φ	ctđ (kPa)	φtđ
45	391,42	56,42	194,58	44,06
60	391,42	56,42	194,58	44,06
75	391,42	56,42	194,58	44,06

Bảng 10: Kết quả tính toán ổn định mái dốc theo góc bố trí cọc

STT	Góc bố trí (độ) so với phương ngang	Hệ số ổn định	Kết Luận
1	45	1,39	Mái dốc không ổn định
2	60	1,409	Mái dốc ổn định
3	75	1,442	Mái dốc ổn định

▪ Khi góc bố trí so với phương ngang bằng 60^0 thì hệ số an toàn FS > [FS] = 1,4 nên mái dốc ở trạng thái ổn định.

▪ Khi giảm góc bố trí các cọc xi măng đất trộn xơ dừa xuống 45^0 thì hệ số an toàn giảm còn 1,39 nhỏ hơn giới hạn cho phép, mái dốc mất ổn định.

- Góc bố trí càng tăng thì hệ số ổn định trượt càng tăng.

5. KẾT LUẬN

5.1. Kết luận

Như vậy bằng các thí nghiệm trong phòng và thử nghiệm trên mô hình, có thể rút ra một số kết luận về mái dốc ở xã Hố Nai 3, Huyện Trảng Bom, Tỉnh Đồng Nai khi gia cường thêm cọc xi măng đất và sợi xơ dừa như sau:

1. Xơ dừa có tác dụng làm tăng sức chống cắt của hỗn hợp xi măng đất. Tác dụng của xơ dừa rõ rệt nhất tại mức hàm lượng 0,6%: c tăng 11.6 lần (từ 33,7 kN/m^2 lên 391 kN/m^2), φ tăng 2,1 lần (từ $27{,}55^0$ lên $56{,}42^0$).

2. Cường độ kháng cắt của hỗn hợp đất trộn xi măng – xơ dừa tăng lên đáng kể khi tăng hàm lượng xơ dừa từ 0% lên 0,6% và bắt đầu giảm dần khi hàm lượng xơ dừa đạt 0,9%. Ở hàm lượng xơ dừa đạt 1,2% cường độ kháng cắt của hỗn hợp đất trộn xi măng – xơ dừa giảm mạnh và yếu hơn so với 0% xơ dừa. Có sự giảm cường độ kháng cắt của hỗn hợp đất trộn xi măng – xơ dừa như vậy có thể là do hàm lượng xơ dừa trong đất quá nhiều còn hàm lượng xi măng lại quá ít (3%) nên đất và xi măng ít có độ kết dính chặt với nhau gây nên hiện tượng sức chống cắt giảm mạnh khi hàm lượng xơ dừa tăng lên 1,2%.

3. Khi trời mưa kéo dài (độ bão hòa Sr đạt 80%) với đường kính cọc d=800 mm, khoảng cách giữa các cọc là 1.3 m và cọc được bố trí với góc là 60^0 thì hệ số ổn định trượt là 1,409 (tăng lên 56,5% so với 0,9 khi chưa được gia cố). Khi tăng khoảng cách giữa các cọc > 1,3 m cũng như giảm góc bố trí cọc < 60^0 thì hệ số ổn định sẽ < [FS] =1,4 mái dốc sẽ mất ổn định.

5.2. Kiến nghị

Trong quá trình nghiên cứu, có một số vấn đề cần lưu ý khi áp dụng vào thực tế:

1. Các kết quả nghiên cứu chỉ nên được sử dụng ở vùng đất cát pha sét thuộc xã Hố Nai 3, Huyện Trảng Bom, Tỉnh Đồng Nai hoặc các vùng địa chất tương tự.
2. Kiến nghị biện pháp thi công cọc vào đất:

   Ở đây tác giả chỉ chú trọng vào bài toán là đưa ra một loại vật liệu mới có tính tái sử dụng cao như vật liệu ở đây là sợi xơ dừa để gia cố mái dốc. Vì vậy nên bài báo vẫn chưa nghiên cứu và thực nghiệm rõ ràng công nghệ trộn cũng như đưa cọc xi măng đất có trộn xơ dừa vào mái dốc. Ở bài báo này tác giả chỉ kiến nghị một biện pháp thi công để làm tài liệu tham khảo cho những bài báo nghiên cứu sau này về công nghệ trộn cũng như thi công như sau:

   + Bước 1: Lấy đất trên bề mặt của mái dốc.

   + Bước 2: Đưa lượng đất đã lấy được vào lò sấy để sấy khô, sau đó đưa lượng đất khô này vào bồn chứa trộn đều với hỗn hợp xi măng xơ dừa và nước đã được tính toán từ khối lượng đất khô.

+ Bước 3: Cho máy khoan tạo lỗ trên mái dốc với góc nghiên 60^0 (như đã kết luận ở trên) so với mặt phẳng nằm ngang. Sau đó cho hỗn hợp đã trộn ở trong bồn chứa vào lỗ khoan vừa tạo.

+ Bước 4: Áp dụng lại bước 1 đến bước 3 cho những hố khoan tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Mạnh Thủy, Ngô Tấn Phong, Một số kết quả nghiên cứu gia cố đất yếu khu vực quận 9, TP.HCM bằng vôi, xi măng, Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM, 2007.
2. Thái Hồng Sơn, Trịnh Minh Thụ, Trịnh Công Vấn, Lựa chọn hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước-ximăng hợp lý cho gia cố đất yếu vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long, TP.HCM bằng vôi, ximăng, Đại học Thủy Lợi, 2014.
3. Bergardo D.T, Chai J.C, Alfaro M.C, Những biện pháp kỹ thuật mới cải tạo đất yếu trong xây dựng. Nhà xuất bản Giáo dục, 1996
4. Das, B. M. (1990). Principle of foundation engineering, PWS-KENT publishing company, Boston.
5. Mitchell, J. K. (1976). "The properties of Cement-stabilized soils." Proceeding of Residential Workshop on Materials and Methods For Low Cost Road, Rail, and Reclamation Works, 365-404, Leura, Australia, Unisearch Ltd.
6. Clough, G. W., Sitar, N., Bachus, R. C., and Shafii-Rad, N. (1981). " Cemented sands under static loading." Journal of The Geotechnical Engineering Division, ASCE, 107(GT6). 799-817.
7. Võ Phán, Đỗ Thanh Hải, Phan Lưu Minh Phượng (2014). Các phương pháp khảo sát hiện trường và thí nghiệm đất trong phòng – NXB ĐHQGTP. Hồ Chí Minh.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

SỰ THAY ĐỔI ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ ĐẤT XUNG QUANH CỌC SAU KHI ÉP

CHANGE OF PHYSICAL MECHANICAL PROPERTIES OF SOILS SURROUDING PILE AFTER INSTALLATION

PGS. TS. Bùi Trường Sơn, ThS. NCS. Phạm Cao Huyên,
KS. Phạm Lê Anh Tuấn
Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

TÓM TẮT

Do sự chiếm chỗ của cọc, đất nền xung quanh cọc có thể bị nén ép và xuất hiện áp lực lỗ rỗng thặng dư trong vùng ảnh hưởng. Trong quá trình cố kết do tiêu tán áp lực lỗ rỗng thặng dư trong đất xung quanh, đặc trưng cơ lý đất bị thay đổi. Kết quả nghiên cứu thí nghiệm cho thấy sau hai tháng kể từ khi hạ cọc, đặc trưng cơ lý của lớp đất yếu gần bề mặt thay đổi đáng kể, tính biến dạng được cải thiện do áp lực tiền cố kết gia tăng, tính nén ép giảm. Kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng cho việc đánh giá sự thay đổi khả năng chịu tải của cọc theo thời gian.

ABSTRACT

Because of pile's occupation, soils surrouding pile may be compressed and excess pore pressure appears in active zone. During consolidation process due to dissipation of excess pore pressure in surrounding soils, the physical mechanical properties are changed. The rechearch results show that after two months since pile installation, the physical mechanical properties of soils near the surface are changed significantly, deformation property of clayey soils is improved because preconsolidation pressure is inreased, compressibility is decreases. The research results can be used for evaluating change of pile capacity by the time.

1. MỘT SỐ NGHIÊN CỨU THÍ NGHIỆM VỀ SỰ THAY ĐỔI ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ ĐẤT XUNG QUANH CỌC VÀ PHẠM VI ẢNH HƯỞNG SAU KHI ĐÓNG

Trong quá trình thi công hạ cọc bằng cách đóng hoặc ép, đất xung quanh và dưới mũi cọc bị nén ép làm xuất hiện áp lực nước lỗ rỗng thặng dư và gây phản lực lên cọc. Quá trình cố kết và tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư bắt đầu diễn ra làm cho trạng thái ứng suất – biến dạng của đất trong vùng ảnh hưởng thay đổi theo thời gian. Tương tác giữa cọc và khối đất xung quanh cọc thay đổi từ khi thi công cọc và tiếp diễn cho đến khi cọc chịu tải trọng của công trình. Các tính chất cơ lý của đất bao gồm độ bão hòa, độ ẩm, dung trọng, hệ số rỗng, độ bền, tính biến dạng đóng vai trò quan trọng và có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình hình thành và thay đổi trạng thái ứng suất – biến dạng của khối đất trong vùng ảnh hưởng tiếp xúc với cọc.

Do một phần đất xung quanh và dưới mũi cọc bị nén chặt do thể tích cọc chiếm chỗ nên đặc trưng cơ lý của đất có thể thay đổi. Để đánh giá sự thay đổi này cũng như phạm vi ảnh hưởng, việc thí nghiệm nghiên cứu cần được thực hiện.

Xét trường hợp cọc đóng hay ép vào lớp đất sét bão hòa nước trong quá trình thi công cọc. Khi hạ cọc, thể tích khối đất khá lớn bị dịch chuyển gần bằng với thể tích của cọc chiếm chỗ. Do đó, hoạt động hạ cọc có thể gây ra những thay đổi về biến dạng trong đất sét. Do sự nén ép, áp lực nước lỗ rỗng thặng dư hình thành trong vùng ảnh hưởng và bắt đầu quá trình cố kết. Vì dòng thấm thường xuyên xảy ra từ điểm có áp lực cao tới khu vực có áp lực thấp, hướng của dòng thấm từ thân cọc và theo phương bán kính hướng ra ngoài. Trong thời gian cố kết, các hạt đất chuyển dịch theo phương bán kính và hướng vào phía cọc vì nước thấm hướng ra. Như vậy, đất trong phạm vi gần mặt cọc có hệ số rỗng giảm, còn đất ở xa lại bị dãn nở ra một ít.

Vì đất bão hòa nước không có khả năng chịu nén khi gia tải nhanh như khi đóng hoặc ép cọc, do đó, cột đất phải chuyển động lên phía trên mặt để cọc có thể xuyên xuống lớp đất dưới mũi cọc. Thực tế là tất cả sức kháng trong nhiều loại đất sét đều là sức chống đầu cọc khi đóng. De Mello (1969) đã giả thiết rằng ngay sau khi đóng cọc, lượng đất bị xáo trộn đã giảm từ 100% tại mặt tiếp giáp với cọc – đất tới 0% ở khoảng cách cỡ 1,5 đến 2 lần đường kính cọc tính từ thân cọc. Orrje và Broms (1967) đã chứng minh rằng với cọc bê tông cốt thép hạ trong đất sét nhạy, chỉ sau 10 tháng thì độ bền không thoát nước hoàn toàn có thể trở lại giá trị ban đầu.

Việc nghiên cứu các hiện tượng xảy ra trong đất sét xung quanh cọc đơn và cọc dưới móng đã được thực hiện bằng thí nghiệm của A.A. Bartolomei. Ngoài ra, còn có nghiên cứu sự gia tăng khả năng chịu tải của cọc theo thời gian cũng của tác giả này. Đầu tiên, các nghiên cứu trên mô hình móng cọc ở điều kiện trong phòng với đất chế bị được thực hiện. Sau đó, thí nghiệm ở hiện trường với đất ở trạng thái tự nhiên. Nghiên cứu này cho thấy tổng ứng suất và áp lực nước lỗ rỗng xung quanh móng cọc cao hơn đáng kể, đặc biệt ở khu vực giữa các cọc so với ở cọc đơn. Càng xa cọc, ứng suất giảm dần. Ở khoảng cách 6d từ cọc đơn, áp lực nước lỗ rỗng thặng dư không xuất hiện, còn ở nhóm 9 cọc thì giá trị này đạt 30 – 35% áp lực trên bề mặt dọc theo thân cọc.

Cũng từ thí nghiệm của Bartolomei, theo mức độ tiêu tán áp lực lỗ rỗng, xảy ra sự gia tăng ứng suất hữu hiệu đến giá trị ổn định. Cùng với sự gia tăng ứng suất hữu hiệu, ma sát dọc theo thân cọc tăng theo thời gian và đặc trưng cơ lý đất cũng thay đổi theo.

Để xác định tính chất của đất trong vùng nén chặt, Bartolomei và đồng nghiệp đã tiến hành khoan hố khoan và hố đào, lấy mẫu nguyên dạng và xác định đặc trưng cơ lý của đất trong phòng thí nghiệm đồng thời tiến hành xuyên để xác định sức kháng xuyên. Việc khoan và xuyên để khảo sát đất được tiến hành trước và sau khi đóng cọc với các khoảng cách khác nhau từ tâm móng và giữa các cọc của móng hình băng. Ở đây, cọc có kích thước 30 cm x 30 cm, dài 6 m.

Việc nghiên cứu khảo sát cho thấy rằng khi đóng cọc trong sét pha dẻo mềm – dẻo cứng với độ bão hòa từ 0,75 ÷ 0,82, phạm vi biến dạng của đất theo phương ngang đạt đến 6 ÷ 7 d đối với cọc đơn và 10 ÷ 11 d đối với móng cọc hình băng. Ở mặt phẳng ngang mũi cọc của cọc đơn hình thành vùng nén chặt đất tới độ sâu 3 ÷ 3,5 d, dưới móng cọc hình băng bề dày vùng nén chặt đất đạt đến 4 ÷ 5 d.

Phụ thuộc vào sự thay đổi đặc trưng cơ lý đất xung quanh móng cọc, các tác giả phân chia một số vùng: vùng I: trong phạm vi móng, biên ngoài dọc theo bề mặt bên trong cọc của hàng cọc biên, khối lượng riêng khô cao hơn so với ban đầu 26 ÷ 27 % và bằng 1,68 T/m^3, lực dính c tăng đến 3 lần và đạt giá trị 0,072 MPa; vùng II: phân bố ở giữa các cọc của dãy biên, khối lượng riêng khô cao hơn 20 ÷ 22 % so với ban đầu và bằng 1,61 T/m^3, lực dính tăng 2 – 2,5 lần và đạt giá trị 0,048 MPa; vùng III và vùng IV phân bố ở gần móng cọc với bán kính tương ứng 2 ÷ 3 d và 5 ÷ 7 d, khối lượng riêng khô lớn hơn 10 ÷ 12 % và 6 ÷ 7 % so với ban đầu và bằng 1,47 T/m^3 và 1,42 T/m^3, lực dính gần với lúc ở trạng thái ban đầu; vùng V không có ranh giới rõ ràng và không gây ảnh hưởng đến khả năng chịu tải của móng cọc, đất từ trạng thái nén chặt chuyển sang trạng thái tự nhiên từ từ.

Cũng từ các thực nghiệm, các tác giả còn rút ra rằng: khi đóng cọc, module biến dạng tăng trong phạm vi vùng nén chặt. Dưới cọc đơn, module biến dạng trong phạm vi độ sâu 3,5 ÷ 4 d tăng từ 12 đến 46 MPa ở mặt phẳng mũi cọc.

Khi hạ cọc bằng tải trọng, hiện tượng nén chặt xảy ra trong vùng ảnh hưởng nên gia tăng module biến dạng: sự nén chặt bổ sung của đất và gia tăng module biến dạng xuất hiện ở độ sâu đến 3 m dưới mũi cọc. Dưới móng cọc hình băng, sự thay đổi module biến dạng do đóng cọc được ghi nhận ở độ sâu đến 6 ÷ 7 d (48 MPa ở mũi cọc và 13 MPa ở biên dưới của vùng nén chặt), còn sau khi thí nghiệm móng cọc, sự gia tăng module biến dạng được ghi nhận ở độ sâu đến 5 m (16 d). Từ các kết quả thí nghiệm, các tác giả này còn rút ra: vùng biến dạng của các loại đất khác nhau thì khác nhau. Khi đóng cọc trong khu vực đất có độ bão hòa từ 0,93 ÷ 1, vùng nén chặt đất không đáng kể (2,5 ÷ 3d) do vận tốc thấm nhỏ so với vận tốc hạ cọc. Trong trường hợp này, xuất hiện áp lực lỗ rỗng đáng kể và ghi nhận một ít hiện tượng giảm bền. Theo thời gian xảy ra hiện tượng nén chặt và vùng nén chặt tăng lên.

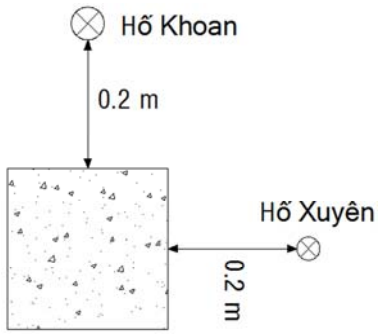
Kết quả nghiên cứu của Bartolomei bằng thí nghiệm xuyên tĩnh trước và sau khi đóng cọc và thí nghiệm móng cọc một hàng từ các cọc tiết diện 30 × 30 cm, dài 12 m với khoảng cách giữa các cọc 3 d. Kết quả nghiên cứu chứng tỏ rằng trong vùng ảnh hưởng xảy ra hiện tượng nén chặt đáng kể, đặc biệt ở khu vực dọc theo thân cọc và giữa các cọc. Từ kết quả đóng cọc và thí nghiệm móng cọc, vùng nén chặt xung quanh cọc đạt đến 2,4 m (8d), còn dưới mũi cọc vùng nén chặt vượt quá 3 m. Ngoài ra, trong tài liệu của Beng H. Fellenius còn trình bày kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh điện trong nền xung quanh cọc trước và sau khi hạ cọc. Kết quả cho thấy chỉ có sự gia tăng sức kháng mũi rõ ràng ở khu vực gần bề mặt trong lớp đất mềm và tương tự như vậy là qui luật phân bố áp lực nước lỗ rỗng đo tại vị trí sau mũi u_2.

2. NGHIÊN CỨU SỰ THAY ĐỔI ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ CỦA ĐẤT NỀN LOẠI SÉT XUNG QUANH CỌC TRƯỚC VÀ SAU KHI HẠ CỌC

Do hạn chế về điều kiện kinh phí, trong nghiên cứu này, việc thí nghiệm đánh giá đặc trưng cơ lý đất xung quanh cọc trước và sau khi hạ cọc chỉ thực hiện với trường hợp cọc đơn. Địa điểm thực hiện thí nghiệm tại Trụ sở Chi cục Phát triển Nông thôn Long An. Căn cứ hồ sơ khảo sát, cấu tạo địa chất khu vực thí nghiệm gồm các lớp đất

chính sau: trên cùng là lớp san lấp có bề dày xấp xỉ 1,5 m bao gồm sét dẻo mềm, dẻo cứng. Kế tiếp là lớp sét mềm bão hòa nước có độ sâu đến 5 m và bên dưới là lớp sét, sét pha dẻo cứng đến độ sâu hơn 14 m (xem kết quả xuyên Hình 6).

Cọc đơn có kích thước 25 cm x 25 cm, dài 9 m được hạ vào đất bằng phương pháp ép cọc thông thường. Sau khi hạ cọc 2 tháng, tiến hành khoan lấy mẫu nguyên dạng phục vụ thí nghiệm trong phòng và xuyên tĩnh điện. Chiều sâu thăm dò thực hiện đến độ sâu 15 m và cách thân cọc 0,2 m (nằm trong phạm vi 1 d). Trong quá trình xuyên, tiến hành đo tiêu tán ở các độ sâu 4,6 m (trong lớp sét mềm bão hòa nước) và 9,0 m (trong lớp sét dẻo cứng, ở vị trí ngang mũi cọc). Sơ đồ bố trí các điểm thăm dò thể hiện như ở Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ vị trí hố khoan và hố xuyên sau khi hạ cọc

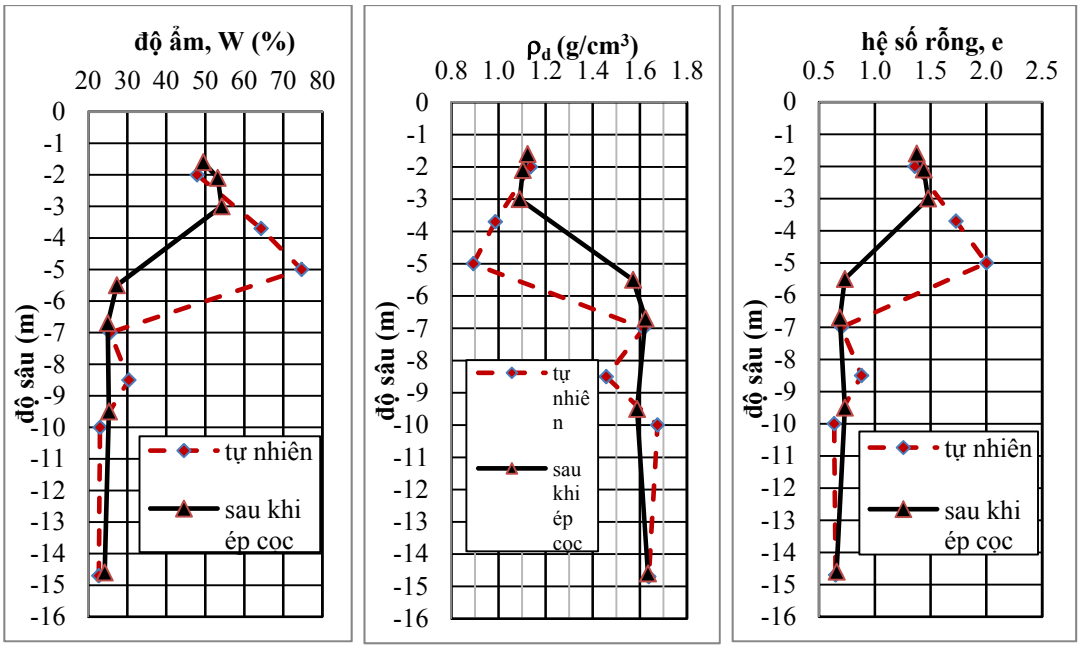
Đặc trưng cơ lý của đất xung quanh và dưới mũi cọc ở trạng thái tự nhiên và sau khi hạ cọc 2 tháng thể hiện từ Hình 2 đến Hình 5.

Từ tính chất vật lý ở Hình 2 có thể thấy rằng ở độ sâu nhỏ (từ 2 m), tính chất vật lý của sét mềm bão hòa nước không có sự thay đổi rõ ràng trước và sau khi ép cọc. Điều tương tự cũng được ghi nhận ở độ sâu hơn 10 m trong sét dẻo cứng dưới mũi cọc. Từ độ sâu 3 m đến 5 m, tính chất vật lý trong sét mềm có sự thay đổi rõ ràng trước và sau khi ép cọc: độ ẩm và hệ số rỗng giảm, khối lượng riêng đất khô tăng đáng kể. Trong khi đó, trong sét dẻo cứng dưới mũi cọc (ở độ sâu từ 9,5 – 10,0 m) lại xảy ra hiện tượng dãn nỡ nên tính chất vật lý có khuynh hướng giảm đi tuy với lượng không đáng kể.

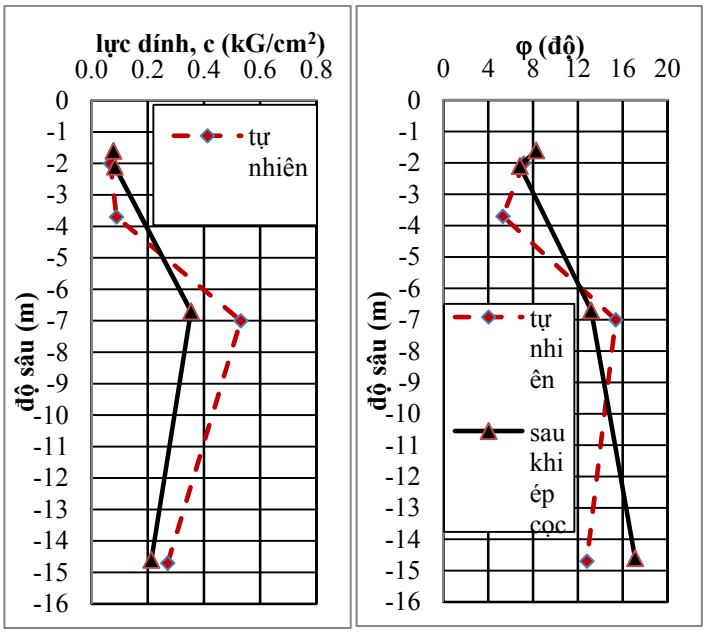
Sau 2 tháng kể từ khi hạ cọc, kết quả thí nghiệm xác định độ bền từ thí nghiệm cắt trực tiếp và nén ba trục theo sơ đồ CU cho thấy độ bền của đất không những không tăng mà còn có dấu hiệu suy giảm. Kết quả ở Hình 3 và kết quả thí nghiệm theo sơ đồ CU (trong sét mềm ở độ sâu từ 3 – 5 m: trước khi hạ cọc: c’ = 0,060 kG/cm^2, φ’ = 28^{o}33’, sau khi hạ cọc: c’ = 0,047 kG/cm^2, φ’ = 28^{o}54’; trong sét dẻo cứng từ độ sâu 8,5 – 9,0 m: trước khi hạ cọc: c’ = 0,266 kG/cm^2, φ’ = 21^{o}23’, sau khi hạ cọc: c’ = 0,114 kG/cm^2, φ’ = 22^{o}19’) thể hiện điều đó. Như vậy, trong phạm vi 2 tháng, đất nền loại sét chưa hồi phục hoàn toàn do đất bị xáo động vì quá trình hạ cọc.

Kết quả thí nghiệm ở Hình 4 và 5 cho thấy tính chống nén tăng lên rõ ràng trong cả hai loại đất. Ngoài sự giảm thiểu của cả chỉ số nén và chỉ số dỡ tải, giá trị áp lực tiền cố kết trong cả hai loại đất có sự gia tăng rõ rệt. Kết quả này cho thấy nếu cọc được kiểm tra khả năng chịu tải bằng thí nghiệm nén tĩnh thì giá trị tải trọng giới hạn thu

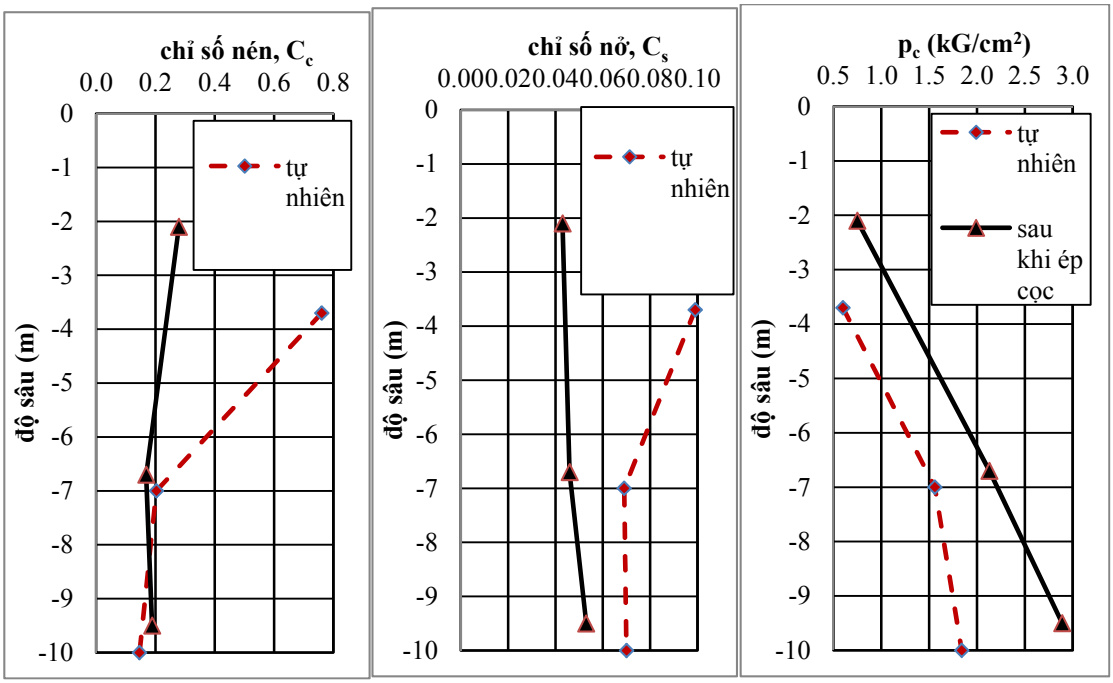
nhận được sẽ có khuynh hướng gia tăng theo thời gian. Do sau khi hạ cọc giá trị chỉ số nén giảm nên module biến dạng của đất gia tăng. Như vậy, độ lún thực tế của cọc có thể có giá trị nhỏ hơn so với kết quả dự tính sử dụng đặc trưng biến dạng từ hồ sơ khảo sát thực hiện trước khi hạ cọc.



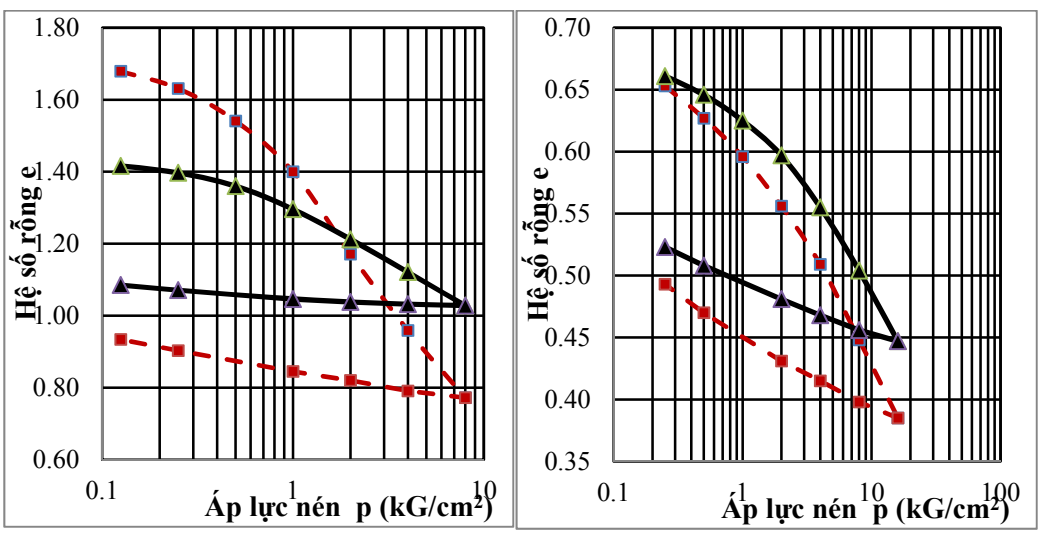
Hình 2: Tính chất vật lý của đất nền xung quanh và dưới mũi cọc trước và sau khi ép cọc.



Hình 3. Sức chống cắt từ thí nghiệm cắt trực tiếp của đất nền xung quanh và dưới mũi cọc trước và sau khi ép cọc.



Hình 4. Đặc trưng biến dạng từ thí nghiệm nén cố kết của đất nền xung quanh và dưới mũi cọc trước và sau khi ép cọc.

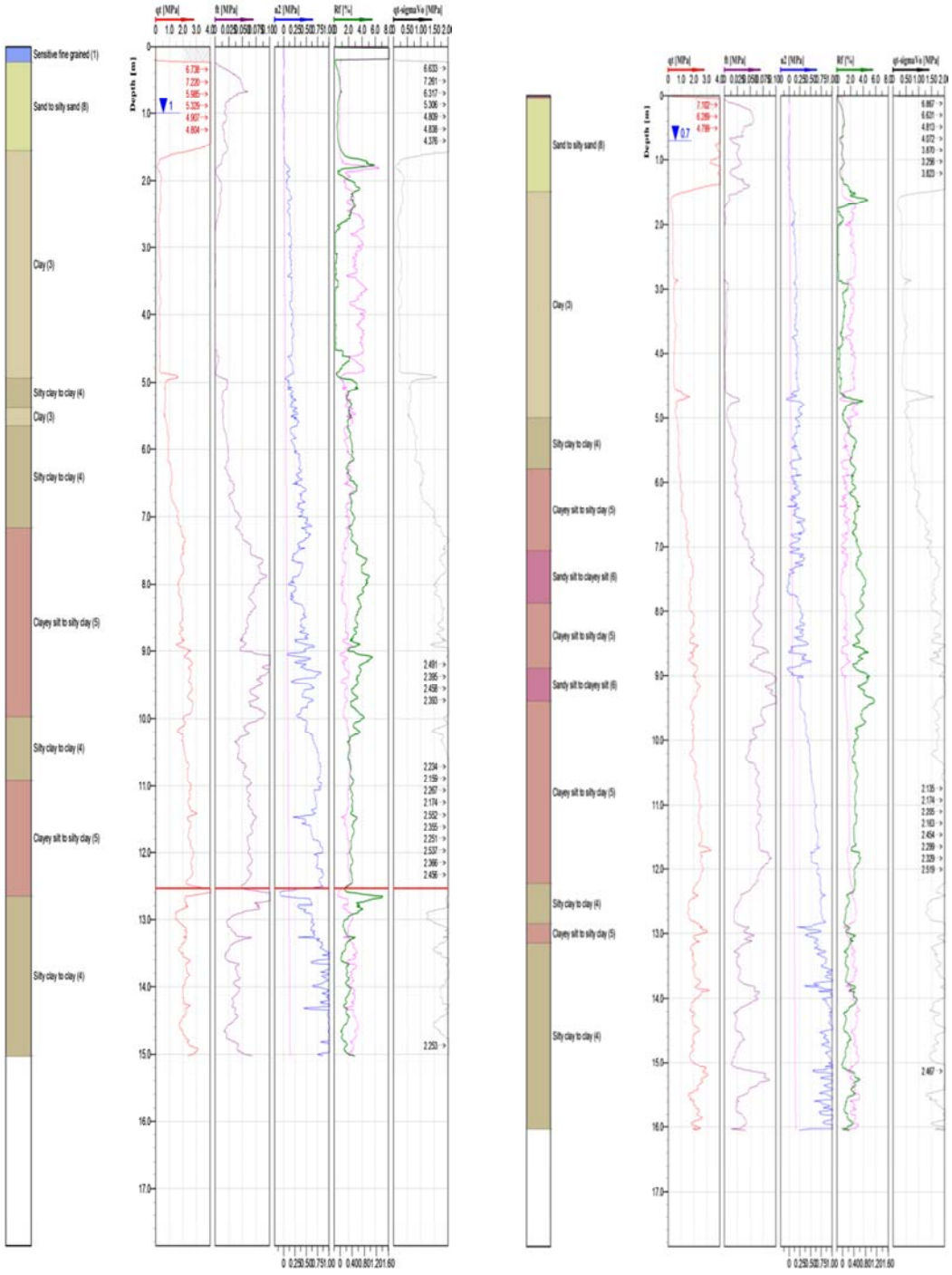


(a) (b)

Hình 5. Đường cong nén lún của (a) đất sét mềm bão hòa nước trong phạm vi từ 3 - 4 m và (b) sét dẻo cứng từ 6 – 7 m trước (đường không liên tục) và sau khi hạ cọc (đường liên tục).

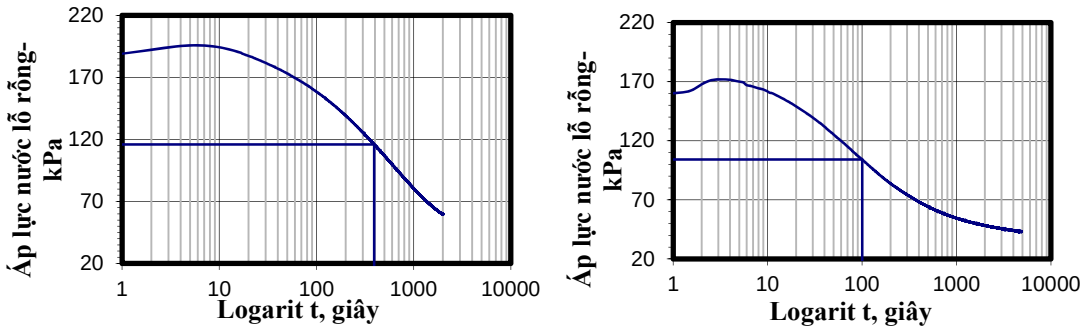
Để đánh giá chi tiết hơn sự thay đổi đặc trưng cơ lý đất nền xung quanh và dưới mũi cọc trước và sau khi hạ cọc, chúng tôi tiến hành thí nghiệm xuyên tĩnh điện. Thí

nghiệm này có ưu điểm là không không làm xáo trộn đất do lấy mẫu cũng như có thể kiểm tra đánh giá mức độ cố kết của đất nền ở thời điểm thí nghiệm thông qua việc đo tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng. Kết quả thí nghiệm thể hiện ở các biểu đồ Hình 6, 7 và 8.

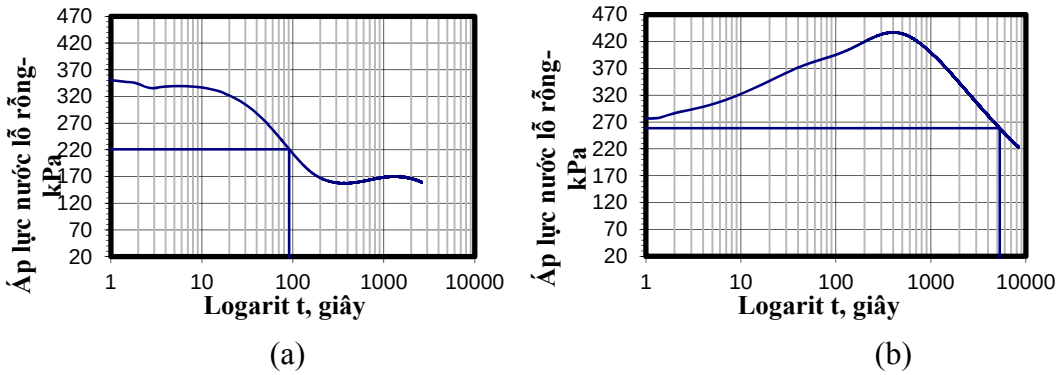


(a) (b)

Hình 6. Biểu đồ kết quả thí nghiệm xuyên CPTu (a) trước và (b) sau khi hạ cọc.



Hình 7. Tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư từ thí nghiệm CPTu ở độ sâu 4,6 m trong sét mềm (a) trước và (b) sau khi hạ cọc.



Hình 8. Tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư ở độ sâu 9 m trong sét dẻo cứng (a) trước và (b) sau khi hạ cọc.

Kết quả Hình 6 cho thấy, sức kháng mũi hiệu chỉnh q_T sau khi hạ cọc 2 tháng chủ yếu gia tăng trong phạm vi từ 2 đến 5 m trong lớp sét mềm, giá trị này ở các độ sâu khác hầu như không có sự khác biệt đáng kể so với trước khi hạ cọc. Điều này cũng gây sự thay đổi trong các đại lượng tỷ số ma sát FR và sức kháng xuyên thuần (q_T - σ_v) ở các độ sâu tương ứng.

Kết quả đo tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng trong lớp sét mềm ở độ sâu 4,6 m trước và sau khi hạ cọc (Hình 7) cho thấy giá trị áp lực nước lỗ rỗng lúc bắt đầu xuyên (u_2) cho đến khi tiêu tán không khác biệt nhau đáng kể. Sự khác biệt ghi nhận ở đây là thời gian tiêu tán, sau khi hạ cọc 2 tháng, thời gian ước lượng đạt tiêu tán 50% có giá trị 100 giây, ít hơn 4 lần so với 400 giây trong trường hợp trước khi hạ cọc. Điều này hoàn toàn phù hợp khi đất được xem hóa cứng do sự gia tăng áp lực tiền cố kết sau khi hạ cọc. Kết quả này tương ứng với kết quả thí nghiệm nén cố kết được ghi nhận trước đó. Ngoài ra, cũng có thể nhận thấy rằng đất sét mềm xung quanh cọc trong phạm vi 0,2 m đạt cố kết hoàn toàn sau 2 tháng do áp lực lỗ rỗng sau khi tiêu tán đạt giá trị xấp xỉ 40 kPa trong cả hai trường hợp trước và sau khi hạ cọc.

Điều bất thường ghi nhận được từ kết quả đo tiêu tán ở độ sâu 9 m trong lớp sét dẻo cứng (Hình 8). Ở đây, trong trường hợp sau khi hạ cọc, giá trị áp lực lỗ rỗng ban đầu khá lớn tăng lên trước khi xuất hiện hiện tượng tiêu tán. Thời gian để đạt giá trị lớn nhất của áp lực lỗ rỗng đạt đến hơn 8 phút và sau chu kỳ hơn 2 giờ đo thì áp lực lỗ rỗng vẫn còn giá trị đến 220 kPa. Như đã biết, sét dẻo cứng hầu như chỉ chứa nước liên kết, do không tồn tại nước tự do nên không gây áp lực thủy tĩnh. Trong thực tế, hầu như việc đo tiêu tán trong sét dẻo cứng – cứng không được thực hiện trong giai đoạn khảo sát do không thể kiểm soát được đại lượng này. Hiện tượng tiêu tán xảy ra có thể là do nước thoát theo các kẽ hở giữa thành vỏ xuyên và đất.

3. KẾT LUẬN

Để đánh giá sự thay đổi đặc trưng cơ lý đất trước và sau khi hạ cọc, các thí nghiệm trong phòng và hiện trường được thực hiện thông qua các điểm thăm dò bố trí kế cận cọc sau khi hạ cọc 2 tháng. Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh trong khuôn khổ đề tài mã số C1016-20-34. Kết quả nghiên cứu cho phép rút ra một số các kết luận chính như sau:

- Sau khi hạ cọc, tính chất vật lý và cơ lý của sét mềm bão hòa nước ở khu vực gần bề mặt thay đổi đáng kể: độ ẩm giảm, độ chặt tăng, tính biến dạng của đất được cải thiện, sức kháng mũi q_T cũng gia tăng đáng kể.

- Trừ tính biến dạng từ thí nghiệm nén cố kết được cải thiện, tính chất vật lý và sức kháng xuyên trong lớp sét dẻo cứng ở các độ sâu lớn không có sự thay đổi rõ ràng sau khi hạ cọc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С. Юшков. (1994). *Прогноз осадок свайных фундаментов,*Стройиздат.
2. Bengt H. Felleninus (2016). *Base of Foundation Design*. Electronic Edition.
3. H.G.Poulos, E.H.Davis. (1980). *Pile foundation analysis and design*, John Wiley & Sons.
4. Bùi Trường Sơn. *Đánh giá khả năng chịu tải của cọc theo thời gian từ kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh điện CPTu.* Tập 17, Tuyển tập kết quả khoa học công nghệ 2014, NXB Nông nghiệp. Trang 342-349.
5. Shamsher Prakash – Harid Sharma (1999). *Móng cọc trong thực tế xây dựng* (bản dịch). Nhà xuất bản Xây dựng.
6. Bùi Trường Sơn. *Phương pháp xác định áp lực nước lỗ rỗng ban đầu trong nền đất sét bão hòa nước dưới công trình đắp.* Tạp chí Phát triển KH&CN, ĐHQG TP.HCM, số 12 năm 2009. Trang 90 – 96.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

ĐÁNH GIÁ QUY LUẬT PHÂN BỐ MA SÁT CỦA CỌC THEO ĐỘ SÂU

EVALUATING DISTRIBUTION RULE OF FRICTIONAL RESISTANCE OF PILE BY DEPTH

PGS. TS. Bùi Trường Sơn
Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

TÓM TẮT

Ma sát đóng vai trò quan trọng trong tổng khả năng chịu tải của cọc. Việc đánh giá đúng đắn thành phần ma sát dẫn đến tính toán sức chịu tải của cọc chính xác. Kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng (CPTu) và thử động biến dạng lớn (PDA) cho phép xác định qui luật phân bố sức kháng ma sát theo độ sâu. Kết quả phân tích cho thấy ma sát đơn vị có dạng đường cong bậc hai, dạng tam giác hay dạng phân bố đều theo độ sâu tùy thuộc vào loại đất. Kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh điện cho phép đánh giá thành phần ma sát bên hợp lý hơn trong tính toán thiết kế móng cọc.

ABSTRACT

Skin friction plays an important role in pile bearing capacity. The proper evaluating skin friction lead to calculate pile bearing capacity accurately. The results of piezocone test (CPTu) and pile dynamic analysis (PDA) allow determining the distribution rule of frictional resistance by depth. The analysis results show that friction unit is quadratic, triangular or uniform distribution versus depth depending on soil type. The results of piezocone tests allow evaluating frictional component more reasonable in pile calculation and design.

1. CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ THÀNH PHẦN MA SÁT CỦA CỌC

Hầu hết các kết quả tính toán thiết kế và đo đạc thực tế cho thấy thành phần ma sát trong cọc dài ở khu vực có các lớp đất yếu trên bề mặt như ở Tp. Hồ Chí Minh và Đồng bằng Sông Cửu Long chiếm tỷ lệ đáng kể trong tổng khả năng chịu tải của cọc. Thành phần chịu tải do ma sát bên của cọc (Q_s) có thể xác định bằng cách tích phân lực ma sát đơn vị của đất và cọc trên toàn bộ mặt tiếp xúc của cọc và đất.

Đối với thành phần ma sát, góc ma sát trong, giá trị hệ số áp lực hông K và lực dính của đất ảnh hưởng đáng kể lên trị số ma sát tính toán. Thông thường, giá trị K được tính toán theo góc ma sát trong của đất theo công thức đề nghị của Jaky. Tuy nhiên, khi đóng hoặc ép cọc vào nền đất, thể tích cọc chiếm chỗ của đất và đất dần đạt gần đến trạng thái cân bằng bị động. Điều này có nghĩa là hệ số áp lực đất K tiến dần đến giá trị hệ số áp lực bị động K_p. Bowles đề nghị hệ số K là trung bình cộng của áp lực ở trạng thái tĩnh K_o, hệ số áp lực đất ở trạng thái cân bằng chủ động K_a và hệ số áp lực đất ở trạng thái cân bằng bị động K_p [1], [2], [3], [4].

Thực tế đo đạc cho thấy hệ số K thay đổi theo chiều sâu, theo biến dạng thể tích và độ chặt của đất xung quanh cọc. Ở đầu cọc, K gần bằng hệ số áp lực bị động K_p. Ở mũi cọc, K gần bằng hệ số áp lực ngang ở trạng thái tĩnh K_o. Trong tính toán thực tế, Das (1984) đề nghị lấy giá trị K theo kinh nghiệm với giới hạn dưới bằng K_o (hệ số áp lực ngang tĩnh) và giới hạn trên từ 1,4 - 1,8K_o. Trường Cầu đường Paris (ENPC) giới thiệu kết quả nghiên cứu của Brom về hệ số áp lực ngang K và góc ma sát trong của đất cát. Ở đây, giá trị K đều lớn hơn 1 trừ trường hợp cho cọc khoan nhồi [8].

Các kết quả phân tích theo Meyerhof (1976) khẳng định cọc có chuyển vị nhỏ như cọc chữ H và cọc không gây chuyển vị đất như cọc nhồi sẽ cho giá trị của K thấp hơn so với các cọc có chuyển vị lớn. Như vậy, có thể thấy rằng thành phần ma sát bên giữa đất và cọc phụ thuộc đáng kể vào áp lực ngang nên phụ thuộc chặt chẽ theo hệ số K. Ngoài ra, giá trị K theo các bảng tra của các tác giả khác nhau và sự biến động giá trị này trong một loại đất có thể xem là đáng kể.

Đối với thành phần lực dính, Tomlinson đề nghị thêm vào thành phần lực dính một hệ số α trong công thức xác định lực ma sát bên đơn vị giữa cọc và đất. Viện dầu hỏa Hoa Kỳ (API) và Peck cũng có đề nghị các giá trị α phụ thuộc lực đính không thoát nước của đất, ở đây các giá trị α đều nhỏ hơn 1.

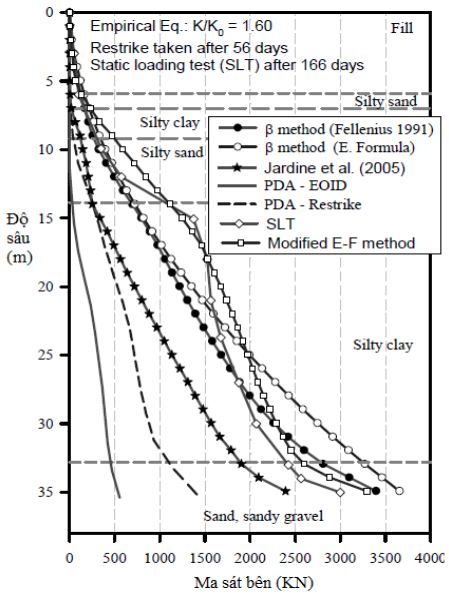
Năm 2002, Coleman đề nghị xác định hệ số α như sau: $\alpha = 56,192.c_u^{-1.0162}(kPa)$

Trong các trường hợp, theo Coleman, α nằm trong khoảng 0,35 đến 2,5.

Thành phần ma sát giữa đất và cọc có thể được xác định từ các kết quả thí nghiệm hiện trường như thí nghiệm xuyên tĩnh. Ở đây, thành phần ma sát được xác định theo giá trị ma sát hông đơn vị hay gián tiếp thông qua sức kháng mũi đơn vị. Các phương pháp tính toán thường căn cứ trên cơ sở thực nghiệm và phổ biến là các phương pháp Schmertmann, phương pháp De Ruiter và Beringen, phương pháp Bustamante và Gianeselli, phương pháp Tumay và Fakhroo, phương pháp Eslami và Fellenius, phương pháp Alsamman.

Phương pháp Eslami và Fellenius được sử dụng để tính toán sức chịu tải của cọc bằng số liệu thí nghiệm CPTu. Các tác giả đề nghị dùng giá trị sức kháng mũi có hiệu $\overline{q_E}$ thay thế cho sức kháng mũi $\overline{q_T}$ như trong các phương pháp trước.

Các phương pháp đo đạc bằng sensor cho phép đánh giá trực tiếp ma sát trên bề mặt hông trong quá trình nén cọc dưới tác dụng của tải trọng tĩnh. Ở đây, việc phân tích so sánh thành phần ma sát bên theo độ sâu căn cứ trên cơ sở kết quả tính toán theo phương pháp phân tích với thành phần ma sát bên theo độ sâu được tính theo châu Âu (DeRuiter và Beringen, 1979), Tumay và Fakhroo (1981), Jardine và đồng nghiệp (2005), là những phương pháp cho giá trị lớn nhất trong các phương pháp tính ma sát bên theo kết quả xuyên tĩnh. Ma sát bên được tính theo phương pháp β cho giá trị lớn hơn ma sát bên tính theo các phương pháp CPT. Ngoài ra, so với các phương pháp khác, ma sát bên được tính theo phương pháp β tăng đáng kể khi cọc đi sâu vào lớp cát. Đó là do giá trị β được nội suy trực tiếp từ góc ma sát hữu hiệu của cát, mà giá trị góc ma sát này thường cao trong cát nên β cũng có giá trị lớn tương ứng [5].



Hình 1. Thành phần ma sát bên theo độ sâu giữa các thí nghiệm PDA, thử tĩnh và các kết quả tính toán [5].

Hình 1 so sánh kết quả ma sát bên theo độ sâu giữa các thí nghiệm PDA, thử tĩnh và các kết quả tính toán. Ở đây, thành phần ma sát bên theo độ sâu theo kết quả thí nghiệm thử tĩnh gần bằng với thành phần ma sát bên theo độ sâu tính theo phương pháp β, so với kết quả thành phần ma sát bên theo độ sâu theo kết quả thí nghiệm PDA và phương pháp Jardine và đồng nghiệp (2005).

Kết quả nghiên cứu trong tài liệu của Feng Yu cho thấy ma sát bên dọc thân cọc không tăng tuyến tính theo công thức lý thuyết mà tăng hoặc giảm tùy vào chiều sâu và loại đất mà cọc đi qua.

A. Bartolomei trình bày các kết quả nghiên cứu sự phân bố cường độ trong cọc và lực ma sát bên của cọc trong móng hình băng trong nền sét trạng thái dẻo mềm. Ở những cấp tải trọng nén ban đầu, lực ma sát phát triển mạnh mẽ ở phần trên của cọc. Biểu đồ ma sát có dạng đường cong bậc hai. Khi gia tăng tiếp tục tải trọng và độ lún, lực ma sát ở phần dưới cọc cũng gia tăng mạnh mẽ. Khi lực ma sát trên bề mặt bên của cọc phát triển hoàn toàn, biểu đồ ứng suất tiếp có dạng không đổi theo suốt chiều dài cọc. Ở cọc đơn, lực ma sát đạt giá trị cực đại theo toàn bộ chiều dài khi độ lún tổng thể đạt 2cm, còn ở cọc trong móng hình băng khi độ lún đạt 2,5 – 4 cm. Từ biểu đồ ứng suất tiếp, ông nhận thấy lực ma sát khi cọc làm việc theo nhóm nhỏ hơn đáng kể so với cọc đơn. Điều đó được giải thích như sau: khi khoảng cách giữa các cọc 3 – 4 d, đất giữa các cọc cùng chuyển vị với cọc và lực ma sát phát triển chủ yếu ở bên ngoài còn bên trong thì bé hơn. Một nhóm thí nghiệm khác nghiên cứu sự phân bố ma sát bên của cọc đơn tiết diện 30x30cm, dài 12m. Cọc xuyên qua lớp sét pha ở phía trên có trạng thái dẻo cứng, nửa cứng, phần giữa thì dẻo mềm và phần bên dưới cũng như mặt phẳng mũi cọc có ở trạng thái dẻo cứng. Sự phân lớp địa tầng cho thấy có ảnh hưởng rõ rệt lên đặc điểm biểu đồ phân bố lực ma sát bên của cọc. Ở phần trên của cọc, biểu đồ lực ma sát

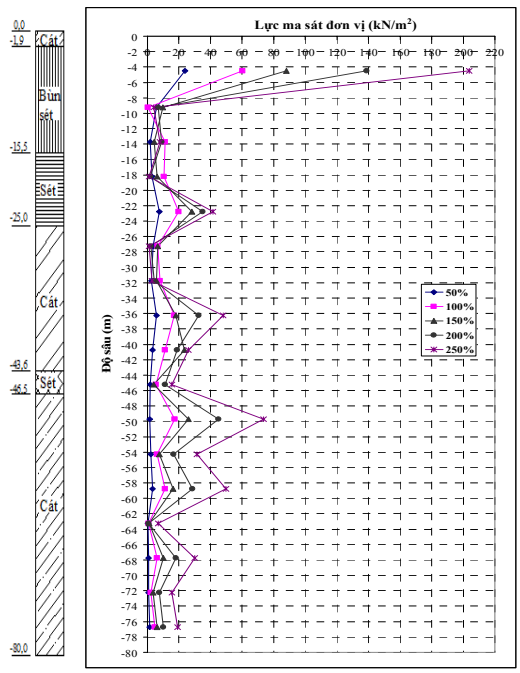
có dạng đường cong bậc hai, phần giữa quan sát thấy sự phân bố lực ma sát đồng đều, còn phần dưới xảy ra một vài sự gia tăng lực ma sát [6].

Như vậy, sự phân bố ma sát bên của cọc thay đổi theo độ sâu và phụ thuộc đáng kể vào loại đất và trạng thái của chúng. Các kết quả đo đạc thực nghiệm cho thấy trong một số trường hợp giá trị ma sát bên không tuân theo qui luật tuyến tính theo độ sâu trong cùng một loại đất. Thực tế, cọc có thể đi qua nhiều lớp, ứng suất do trọng lượng bản thân đất nền trong đất loại sét và cát khác biệt nhau đáng kể do xét đến yếu tố đẩy nổi. Điều này sẽ gây ứng suất theo phương ngang tác dụng lên cọc theo giá trị ứng suất đứng có "bước nhảy".

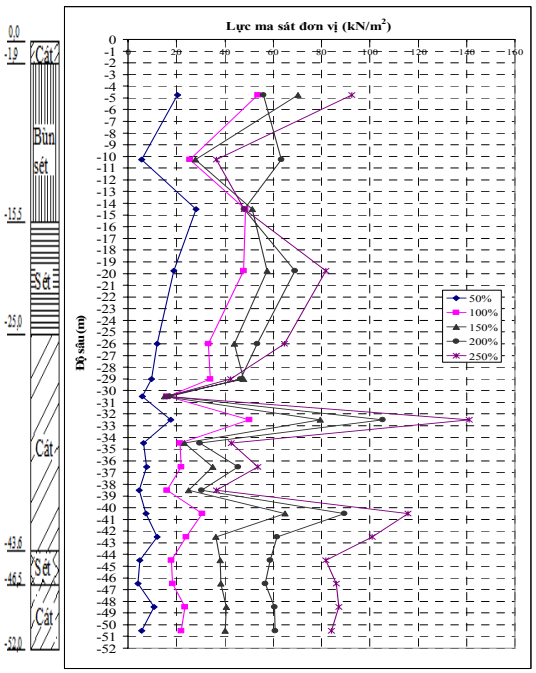
2. PHÂN TÍCH THÀNH PHẦN MA SÁT CỦA CỌC THEO KẾT QUẢ XUYÊN TĨNH VÀ ĐO ĐẠC THỰC TẾ

2.1. Ma sát dọc theo thân cọc barrette theo thí nghiệm đo strain gauge

Kết quả tính toán sự phân bố ma sát bên đơn vị của cọc theo độ sâu từ thí nghiệm đo bằng strain gauge được tính toán cho hai cọc TP3 và TBP3 của dự án Sunrise City thể hiện như ở Hình 2 và 3.



Hình 2. Biểu đồ phân bố lực ma sát đơn vị theo độ sâu của cọc TP3



Hình 3. Biểu đồ phân bố lực ma sát đơn vị theo độ sâu của cọc TBP3

Bảng 1. Các thông số của cọc TP3 và TBP3

Tên cọc	**TP3**	**TBP3**
Kích thước (mxm)	1,5 x 2,8	1,0 x 2,8
Chiều dài cọc trong đất (m)	80,0	52,0
Tải trọng thiết kế (tấn)	1.100	1.200
Tải trọng thí nghiệm lớn nhất (tấn)	2.750	3.000

Từ kết quả đo đạc ma sát bên đơn vị theo độ sâu của hai cọc barrette TP3 và TBP3, có thể thấy được là ma sát bên đơn vị của cọc đổ tại chỗ bất thường và không tuân theo quy luật, nên không thể xác định chính xác được quy luật phân bố ma sát bên đơn vị của cọc barrette. Lý do ma sát bên đơn vị của cọc đổ tại chỗ thay đổi bất thường theo độ sâu là do dung dịch bentonite dùng để giữ thành hố khoan làm ngăn cản sự tiếp xúc giữa bê tông và đất. Như vậy, thành phần ma sát bên của cọc barrette cần phải được nghiên cứu phân tích sâu hơn, đặc biệt là vai trò ảnh hưởng của chất lượng khoan, dung dịch bentonite và hàng loạt yếu tố khác.

Từ kết quả đo đạc và tính toán có thể thấy rằng ma sát bên đơn vị tỷ lệ thuận với cấp tải trọng tác dụng. Khi tăng tải thì ma sát bên đơn vị tăng tương ứng. Giá trị ma sát bên của hai cọc trong cùng một điều kiện địa chất công trình khác biệt nhau đáng kể về giá trị lẫn qui luật phân bố theo độ sâu. Đồng thời, giá trị ma sát bên hầu như khác biệt không đáng kể trong các lớp đất có đặc trưng cơ lý khác biệt nhau trong cọc thi công bằng phương pháp khoan và đổ bê tông tại chỗ. Điều này cho thấy việc kiểm soát, tính toán và dự đoán ma sát bên gặp nhiều khó khăn do ảnh hưởng của các yếu tố như độ nhám bề mặt, dung dịch bentonite, mức độ phá hoại của đất nền trong quá trình khoan và hàng loạt các yếu tố khác.

2.2. Ma sát bên của cọc ép từ kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh và thí nghiệm PDA

Có thể thấy rằng ứng suất do trọng lượng bản thân của đất nền thay đổi theo độ sâu tùy thuộc vào loại đất và sự phân bố của các tầng chứa nước. Đối với các lớp đất loại sét trạng thái từ nửa cứng, nước trong các lỗ rỗng thường tồn tại dưới dạng nước liên kết nên không gây đẩy nổi. Trong khi đó, các lớp cát được xem như là tầng chứa nước nên ứng suất do trọng lượng bản thân có xét đến sự đẩy nổi nên giá trị của nó thường có giá trị bé hơn. Giá trị ứng suất do trọng lượng bản thân khi chuyển từ các lớp không thấm sang tầng chứa nước thường có bước nhảy.

Trong nền nhiều lớp, vì phân bố ứng suất do trọng lượng bản thân của đất theo độ sâu không tăng theo qui luật tuyến tính nên có thể thấy rằng ma sát bên của cọc theo độ sâu cũng không tăng theo qui luật tuyến tính mà có thể thay đổi do sự xuất hiện các "bước nhảy" hay theo các qui luật phi tuyến như các kết quả ghi nhận từ thực nghiệm.

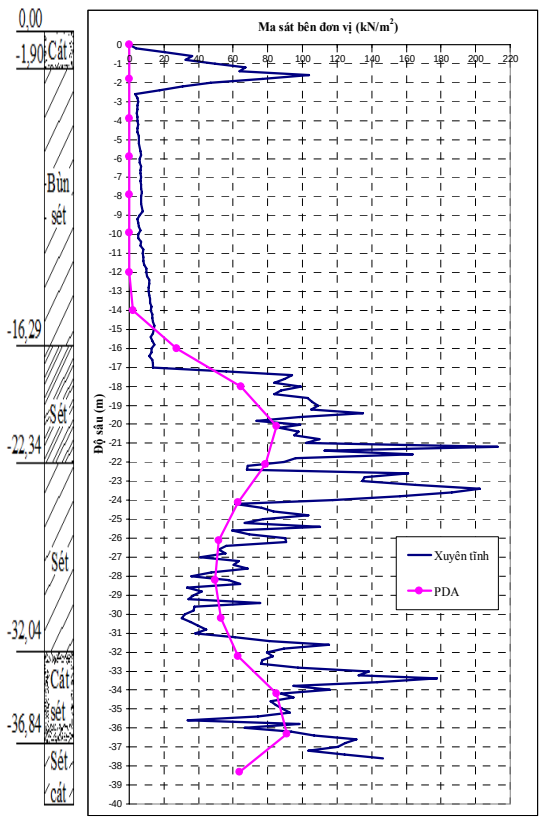
Để đánh giá sự biến động ma sát theo độ sâu, chúng tôi chọn lựa tính toán theo thí nghiệm xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng CPTu do kết quả thí nghiệm này cho phép nhận được trực tiếp từ đo đạc giá trị và quy luật phân bố ma sát bên theo các lớp đất.

Để phân tích thành phần ma sát trong sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh CPTu, chúng tôi lựa chọn phân tích số liệu của công trình Nhà Máy Điện Cà Mau. Kết quả tính toán được so sánh với kết quả thí nghiệm thử động biến dạng lớn PDA. Từ các kết quả thu được có thể vẽ biểu đồ phân bố ma sát bên đơn vị theo độ sâu giữa thí nghiệm xuyên tĩnh CPTu với thí nghiệm PDA, kết quả được thể hiện như Hình 4. Ở đây, cọc có kích thước 0,5 m × 0,5 m với chiều dài trong đất là 38,3 m. Ở đây cũng có thể nói thêm rằng kết quả thí nghiệm PDA cho phép đánh giá khá chính xác khả năng chịu tải cực hạn của cọc so với kết quả thí nghiệm nén tĩnh [7].

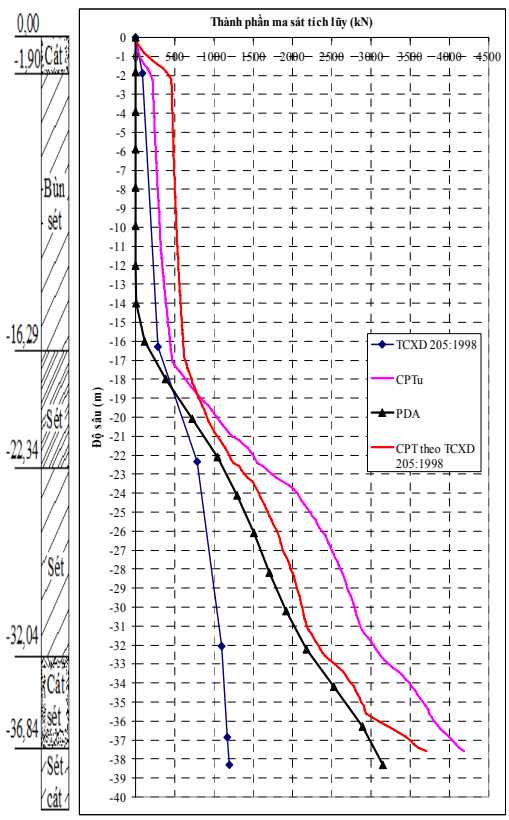
Biểu đồ phân bố ma sát bên theo độ sâu từ kết quả thí nghiệm của hai phương pháp gần như tương đồng nhau, trừ một số điểm như ở độ sâu từ 0 đến 2 m là lớp cát san lấp trong thí nghiệm xuyên tĩnh thì vẫn tính toán lớp này nên ma sát ở đây đáng kể còn trong thí nghiệm PDA lớp này được đào bỏ đi nên ma sát ở đây không được ghi nhận đo đạc.

Có thể nhận thấy rằng qui luật phân bố ma sát bên đơn vị trong các lớp không tuân theo qui luật tuyến tính trong một lớp như cách tính thông thường (trừ lớp bùn sét có giá trị ma sát không đáng kể). Trong các lớp đất loại sét, qui luật phân bố ma sát có dạng đường cong bậc hai. Thực vậy, ở các vị trí tiếp xúc với các tầng chứa nước, đất bị ngấm nước nên đặc trưng cơ lý ở đây có thể bị giảm thiểu nên ma sát bên có giá trị bé. Trong khi đó, ở phần giữa lớp do ứng suất có giá trị lớn (không chịu ảnh hưởng của áp lực nước lỗ rỗng do không chứa nước tự do) và đặc trưng cơ lý tốt hơn nên ma sát giữa đất và cọc ở đây có giá trị lớn hơn tương ứng.

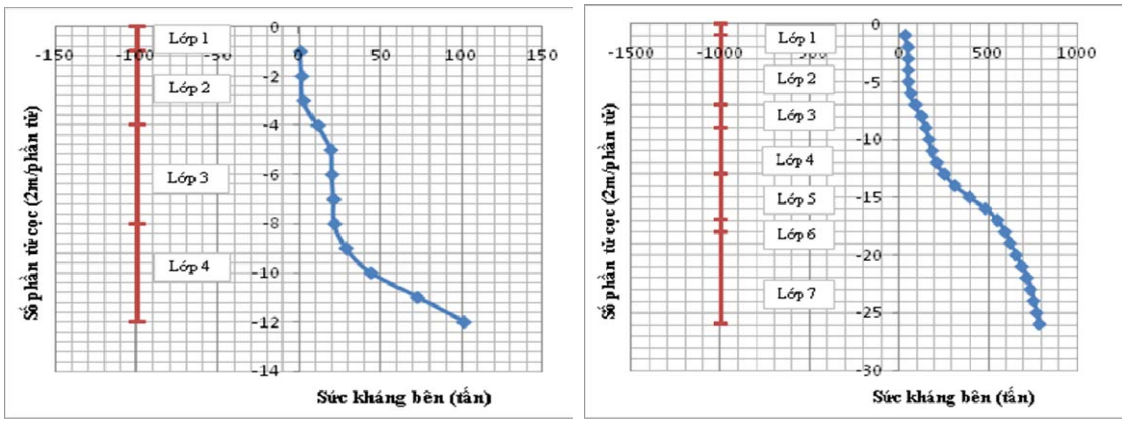
Trong lớp cát, xu hướng phân bố ma sát gần như tăng theo độ sâu. Thực vậy, khi bắt đầu từ sét chuyển sang lớp cát, đất dường như mềm hơn do thấm nước, đồng thời ứng suất hữu hiệu có xét đến đẩy nổi nên có giá trị bé hơn dẫn đến ma sát có khuynh hướng nhỏ hơn ở bề mặt trên của lớp.



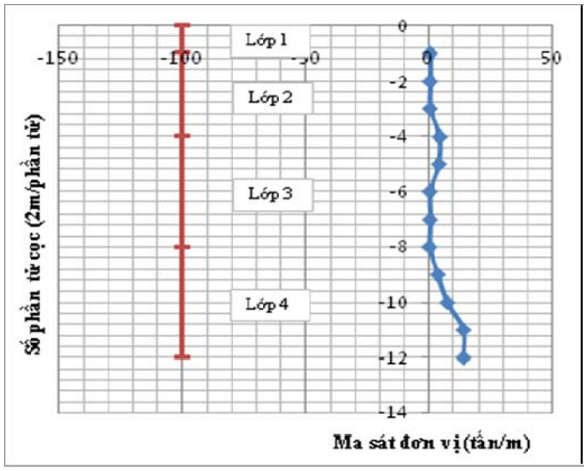
Hình 4. Sự phân bố ma sát bên đơn vị theo độ sâu tính theo kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh và thí nghiệm PDA



Hình 5. Sự phân bố của thành phần ma sát tích lũy theo độ sâu với các phương pháp tính khác nhau.

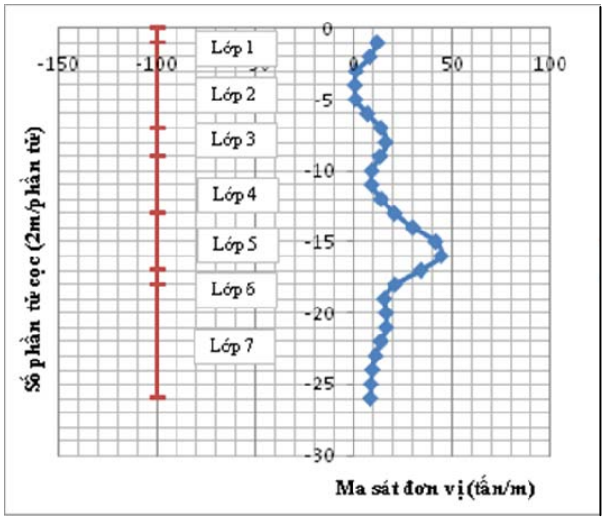


Hình 6. Phân bố sức kháng bên tích lũy của cọc ép G055 và cọc khoan nhồi TN02



Địa tầng:
Lớp 1: sét pha, cứng, dày 1 m
Lớp 2: cát pha, chặt vừa, dày 7,4 m
Lớp 3: cát nhỏ, chặt vừa, dày 8,1 m
Lớp 4: sét, cứng, dày 7 m

Hình 7. Phân bố ma sát đơn vị theo độ sâu của cọc ép G055



Địa tầng:
Lớp 1: sét, dẻo mềm, dày 1 m
Lớp 2: bùn sét, chảy, dày 13 m
Lớp 3: cát sét, nửa cứng, dày 3,3 m
Lớp 4: sét, dẻo cứng, dày 7,7 m
Lớp 5: cát nhỏ, chặt vừa, dày 7,4 m
Lớp 6: sét pha, dẻo cứng, dày 1,5 m
Lớp 7: cát trung, chặt, dày >20 m

Hình 8. Phân bố ma sát đơn vị của cọc khoan nhồi TN02

Hình 5 thể hiện quan hệ giữa thành phần ma sát bên tích lũy theo độ sâu của các phương pháp, ở đây thấy rằng tính toán theo TCXD 205:1998 (phương pháp thống kê) thì cho sức kháng ma sát bên là 1195,5kN có giá trị nhỏ nhất, tính theo phương pháp CPTu thì cho sức kháng bên là 4187,92kN có giá trị lớn nhất. Các phương pháp PDA, CPT theo TCXD 205:1998 và CPTu thì có hình dạng của thành phần ma sát tích lũy theo độ sâu gần tương đồng nhau.

Kết quả ghi nhận ma sát từ kết quả thí nghiệm PDA của khoan nhồi và cọc ép ở các khu vực khác cũng cho thấy qui luật phân bố ma sát tương tự như trường hợp phân tích (từ Hình 6 đến 8).

3. KẾT LUẬN

Từ kết quả phân tích các số liệu đo đạc ma sát trong cọc barrette (bằng strain gauge), ma sát từ thí nghiệm thử động biến dạng lớn PDA của cọc ép, cọc khoan nhồi và từ thí nghiệm xuyên tĩnh CPTu tại một số công trình, có thể rút ra các kết luận chính như sau:

- Ma sát bên đơn vị giữa đất và cọc theo độ sâu trong cọc thi công bằng phương pháp khoan và đổ bê tông tại chỗ không tuân theo qui luật, thành phần ma sát bên chiếm tỷ lệ ít hơn đáng kể so với cọc ép.

- Ma sát bên đơn vị giữa đất và cọc theo độ sâu trong cọc ép ở các lớp đất loại sét trạng thái dẻo mềm, dẻo cứng có dạng bậc hai với giá trị cực đại ở khoảng giữa lớp.

- Ma sát bên đơn vị giữa đất và cọc trong cọc ép ở các lớp đất rời có khuynh hướng tăng theo độ sâu.

- Khi chuyển từ lớp đất không thấm nước sang lớp đất thấm nước (hay ngược lại), ma sát bên có thể thay đổi theo khuynh hướng tăng hay giảm từ từ (không có bước nhảy đột biến).

- Đối với cọc ép, kết quả tính toán thành phần ma sát theo thí nghiệm xuyên tĩnh CTPu tương đồng với kết quả tính toán thành phần ma sát theo thí nghiệm PDA.

Đối với cọc khoan nhồi có đường kính cọc lớn và chiều dài đáng kể nhưng thành phần ma sát vẫn chiếm tỷ lệ không đáng kể trong tổng tải trọng tác dụng, nên để tăng khả năng chịu tải của cọc một là làm tăng thành phần chịu tải do ma sát bằng cách xử lý tốt hố khoan, tăng độ tiếp xúc giữa đất và bê tông, hai là tăng khả năng chịu tải của thành phần mũi bằng cách mở rộng đáy của cọc.

Đối với cọc ép dù có đường kính nhỏ và ngắn hơn cọc nhồi nhưng thành phần ma sát chiếm thành phần đáng kể trong tổng tải trọng tác dụng lên cọc. Để tính toán xác định thành phần ma sát được chính xác nên sử dụng các kết quả thí nghiệm hiện trường như xuyên tĩnh hay xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Công Ngữ, Nguyễn Thái (2006). *Móng cọc – phân tích và thiết kế*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

2. Shamsher Prakash – Hari D.Sharma (2008). *Móng cọc trong thực tế xây dựng* (bản dịch). Nhà xuất bản Xây dựng.

3. Joseph E. Bowles, P.E., S.E (1997). *Foundation analysis and design*. The McGraw-Hill Companies. Inc.

4. D.E.Ott and E.C.Drumm (2006). *Observed and Predicted Skin Friction Capacity of Auger Cast-in-Place Piles.* ASCE.

5. Dzung N.T, Chung S.G, Kim S.R. *Comparative Study between Design Methods and Pile Load Tests for Bearing Capacity of Driven PHC Piles in the Nakdong River Delta.* Jour of the KGS, Vol. 23, No. 3, pp. 61～75. 2007.

6. А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С. Юшков (1994). *Прогноз осадок свайных фундаментов.* Стройиздат.

7. Bùi Trường Sơn, Phạm Cao Huyên. *Khả năng chịu tải của cọc từ kết quả thử động biến dạng lớn (PDA) và nén tĩnh.* Tạp chí Xây dựng, Bộ xây dựng, tháng 6-2011 trang 78-81.

8. Kenneth Gavin and David Gallagher. *Development of Shaft Friction on Driven Piles in Sand and Clay.* Paper presented to the Geotechnical Society of the Institution of Civil Engineers of Ireland. 2005.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU TẢI CỦA CỌC THEO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM NÉN TĨNH

ANALYSING AND EVALUATING PILE CAPACITY BASED ON STATIC LOAD TESTING

PGS. TS. Bùi Trường Sơn
Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

TÓM TẮT

Căn cứ trên cơ sở dữ liệu thí nghiệm nén tĩnh cọc thực tế, tải trọng giới hạn được đánh giá theo các phương pháp khác nhau. Các phương pháp Offset Limit Mazurkiewicz, De Beer và tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen cho phép đánh giá tải trọng giới hạn của cọc hợp lý căn cứ kết quả nén cọc đến phá hoại. Ngoài ra, các phương pháp Chin – Kondner, Decourt, Mazurkiewicz và tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen có thể sử dụng trong trường hợp tải trọng thí nghiệm chưa đạt đến giá trị giới hạn.

ABSTRACT

Based on the actual static loading test data, the pile capacity is evaluated according to different methods. The analyzing methods of Offset Limit, Mazurkiewicz, De Beer and Hansen 80%-Criterion allow evaluating ultimate pile capacity reasonably based on the results of loading to fail. Besides, the methods of Chin – Kondner, Decourt, Mazurkiewicz and Hansen 80%-Criterion can be used in case the testing load in not enough to ultimate.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đối với móng cọc, thí nghiệm nén tĩnh dọc trục cọc cần được thực hiện nhằm khẳng định ứng xử của cọc khi chịu tác động của tải trọng kết cấu công trình và mức độ chính xác của kết quả tính toán thiết kế. Kết quả đạt được từ thí nghiệm nén tĩnh thường được đánh giá thông qua khả năng chịu tải của cọc hay sử dụng cho việc dự báo độ lún. Khả năng chịu tải của cọc còn được hiểu là tải trọng giới hạn - là tải trọng tác dụng lên cọc mà ở đó chuyển vị đo được ở đầu cọc liên tục hay là tải trọng giới hạn mà sự gia tăng rất ít tải trọng cũng gây tụt đầu cọc. Theo Terzaghi (1942), khả năng chịu tải của cọc là tải trọng gây chuyển vị đầu cọc đến giá trị 10% đường kính cọc. Điều này cũng đã được chấp nhận trong tiêu chuẩn bất chấp các cọc có đường kính lớn. Ngoài ra, còn có một số định nghĩa khác về khả năng chịu tải của cọc như căn cứ giá trị giới hạn chuyển vị lớn nhất của đầu cọc hay tải trọng ở phạm vi ứng xử đàn hồi.

Căn cứ kết quả khảo sát địa chất công trình, thí nghiệm trong phòng và hiện trường, khả năng chịu tải của cọc được tính toán thiết kế. Sau đó, cọc được thi công và tiến hành thí nghiệm để khẳng định khả năng chịu tải của cọc và hoàn chỉnh lại thiết kế.

Trong trường hợp này, cọc được tiến hành thí nghiệm tới khi bị phá hoại, tức là tải trọng thí nghiệm đạt đến giá trị giới hạn. Đối với cọc trong móng công trình, một số cọc được chọn lựa để thí nghiệm kiểm tra. Trong trường hợp này, cọc được thí nghiệm tới tải trọng gấp 2 lần khả năng chịu tải thiết kế. Thiết bị thí nghiệm và trình tự thí nghiệm đối với hai trường hợp này là hoàn toàn tương tự nhau chỉ khác nhau ở giá trị tải trọng cuối cùng.

Trong tiêu chuẩn thí nghiệm nén tĩnh dọc trục cọc, các vấn đề về qui trình thí nghiệm được đề cập rất chi tiết và chiếm khối lượng đáng kể so với nội dung phân tích kết quả thí nghiệm cũng như việc rút ra giá trị khả năng chịu tải. Trong thực tế ở khu vực các tỉnh phía Nam, tải trọng thí nghiệm lớn nhất thường được chọn lựa gấp hai lần giá trị tải trọng thiết kế và kết quả thường cho thấy cọc hầu như ứng xử trong phạm vi đàn hồi. Chuyển vị tinh của đầu cọc khi xét đến biến dạng dỡ tải cho thấy hầu như cọc không có chuyển vị sau khi dỡ tải, tức là biến dạng ghi nhận được chủ yếu là biến dạng đàn hồi của vật liệu cọc.

Do đó, cần thiết phân tích chi tiết hơn các dữ liệu từ kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc nhằm làm rõ giá trị tải trọng giới hạn cũng như đánh giá lại mức độ tin cậy của giá trị này từ hồ sơ thiết kế. Trong thực tế nhiều công trình, việc đánh giá tải trọng giới hạn không được thực hiện, đặc biệt là các công trình vừa và nhỏ hoặc nơi có mặt bằng không cho phép thực hiện cọc thử. Kết quả nén tĩnh cọc trong các trường hợp này thường cho giá trị biến dạng đầu cọc rất bé và hầu như không được sử dụng để phân tích đánh giá khả năng chịu tải của cọc. Trong một số trường hợp, tải trọng giới hạn được kiến nghị nhỏ hơn cả giá trị khuyến cáo trong hồ sơ thiết kế khi không có căn cứ rõ ràng.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU TẢI CỦA CỌC TỪ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM NÉN TĨNH CỌC

Khi cọc không được nén đến phá hoại, khó có thể đánh giá tải trọng giới hạn trực tiếp từ quan hệ tải trọng – độ lún, khả năng chịu tải cực hạn của cọc có thể được xác định theo một số phương pháp khác. Các phương pháp phổ biến cho phép đánh giá khả năng chịu tải của cọc từ kết quả thí nghiệm nén tĩnh là các phương pháp Offset Limit được đề nghị bởi Davisson (1972), phương pháp tiêu chuẩn 80% và 90% của Hansen (1963), phương pháp Chin - Kondner (1963), phương pháp Decourt (1999, 2008), phương pháp De Beer (1972) và phương pháp Mazurkiewicz. Ở đây, phương pháp Offset Limit của Davisson có xét đến độ cứng của vật liệu cọc và phù hợp cho việc đánh giá khả năng chịu tải từ thí nghiệm nén nhanh. Phương pháp Chin - Kondner, Decourt và Mazurkiewicz là các phương pháp ngoại suy theo các hàm số toán học giả định còn phương pháp De Beer căn cứ giao điểm xác định điểm bắt đầu biến dạng dẻo. Các phương pháp này sử dụng kết quả nén tĩnh theo quy trình gia tải chậm.

Sau đây là tóm tắt cách xác định tải trọng giới hạn theo một số phương pháp. Ở đây, các giá trị tải trọng và chuyển vị đầu cọc được sử dụng để xây dựng thành các biểu đồ quan hệ, tải trọng giới hạn được xác định từ các biểu đồ hay từ các hệ số thu nhận được từ các biểu đồ.

Phương pháp Offset Limit gồm các bước: vẽ đường quan hệ tải trọng – chuyển vị; xác định chuyển vị đàn hồi $\Delta = Q \cdot L/AE$ của cọc (trong đó: Q - tải trọng tác dụng, L

- chiều dài cọc, A - diện tích mặt cắt ngang của cọc và E - module đàn hồi của vật liệu làm cọc); dựa trên phương trình chuyển vị đàn hồi, vẽ đường thẳng qua gốc tọa độ với độ dốc Δ; vẽ đường thẳng song song với đường qua gốc tọa độ cách một đoạn bằng x, với: $x = 4 + D/120$ (D - đường kính của cọc tính bằng mm). Tải trọng giới hạn là tải trọng ứng với giao điểm của đường thẳng này với đường cong quan hệ tải trọng – chuyển vị.

Phương pháp Chin - Kondner gồm các bước: vẽ đường quan hệ giữa tỷ số (S/Q) và S (trong đó: S - chuyển vị đầu cọc, Q - tải trọng tác dụng); tải trọng giới hạn Q_u bằng tỷ số $1/C_1$. Ở đây, C_1 là độ dốc của đường thẳng trung bình từ quan hệ giữa tỷ số (S/Q) và S. Quan hệ (S/Q) - S thừa nhận đường tải trọng - chuyển vị gần đúng có dạng hyperbol.

Phương pháp De Beer gồm các bước: vẽ đường tải trọng - chuyển vị theo tỷ lệ logarit và các giá trị điểm tập trung trên 2 đường thẳng; tải trọng phá hoại tương ứng với giao điểm của 2 đường thẳng này do ứng xử được xem chuyển sang giai đoạn dẻo.

Phương pháp Decourt gồm các bước: vẽ đường quan hệ giữa tỷ số (Q/S) và Q; tải trọng giới hạn Q_u là giao điểm của đường thẳng nối dài đường quan hệ xây dựng và trục tải trọng.

Tiêu chuẩn 80% của Brinch Hansen gồm các bước: vẽ đường quan hệ $\sqrt{S}/Q$ và S; tải trọng giới hạn Q_u và chuyển vị giới hạn S_u được tính như sau:

$$Q_u = \frac{1}{2\sqrt{C_1 C_2}}$$

$$S_u = \frac{C_2}{C_1}$$

Ở đây: C_1 – độ dốc của đường thẳng trong quan hệ $\sqrt{S}/Q_v$ và S từ biểu đồ.

C_2 – giao điểm của trục tung và đường thẳng trong quan hệ $\sqrt{S}/Q_v$ và S từ biểu đồ.

Phương pháp này thừa nhận đường tải trọng - chuyển vị gần đúng là đường parabol. Phương pháp tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen được dùng cho cả thí nghiệm nhanh và thí nghiệm chậm. Tiêu chuẩn phá hoại phù hợp với phá hoại xuyên.

Tiêu chuẩn 90% của Brinch Hansen bao gồm các bước sau: vẽ đường tải trọng - chuyển vị; tìm tải trọng Q_u và S_u với việc xem S_u gấp 2 lần chuyển vị của đầu cọc mà ở đó đạt được 90% tải trọng Q_u. Phương pháp này chỉ phù hợp với kết quả thí nghiệm cọc đến phá hoại. Do đó, khi kết quả thí nghiệm cọc chưa đến phá hoại không thể sử dụng để phân tích.

Phương pháp Mazurkiewicz gồm các bước sau: vẽ đường tải trọng - chuyển vị; chọn một loạt các chuyển vị đầu cọc bằng nhau và vẽ các đường thẳng đứng cắt đường tải trọng - chuyển vị; từ các giao điểm này vẽ các đường ngang cắt trục tải trọng; từ mỗi

giao điểm với trục tải trọng, vẽ đường nghiêng 45^o cắt đường ngang tải trọng tiếp theo; các giao điểm này gần như nằm trên một đường thẳng. Giao điểm của đoạn kéo dài của đường này với trục thẳng đứng (trục tải trọng) là tải trọng giới hạn. Phương pháp này thừa nhận đường tải trọng - chuyển vị gần đúng là đường parabol. Giá trị của tải trọng phá hoại nhận được bằng phương pháp này xấp xỉ với tiêu chuẩn 80%.

Xác định sức chịu tải giới hạn theo phương pháp đồ thị theo TCVN 9393:2012: Tải trọng giới hạn được xác định dựa trên hình dạng đường cong quan hệ tải trọng - chuyển vị S = f(P), logS = f(logP), trong nhiều trường hợp cần kết hợp với các đường cong khác như S = f(logt), P = f(S/logt). Tùy thuộc vào hình dạng đường cong quan hệ tải trọng - chuyển vị, tải trọng giới hạn được xác định theo một trong hai trường hợp sau: trường hợp đường cong có điểm uốn rõ ràng: tải trọng giới hạn được xác định trực tiếp trên đường cong là tải trọng ứng với điểm đường cong bắt đầu thay đổi độ dốc đột ngột hoặc đường cong gần như song song với trục chuyển vị; trường hợp đường cong thay đổi chậm, rất khó hoặc không thể xác định chính xác điểm uốn: tải trọng giới hạn được xác định theo các phương pháp đồ thị khác nhau. Như vậy, việc xác định tải trọng giới hạn của cọc bằng phương pháp đồ thị ứng với trường hợp cọc được nén đến phá hoại hoặc phụ thuộc rất nhiều vào trình độ chuyên môn và kinh nghiệm của người sử dụng do không thể định lượng rõ ràng.

3. PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU TẢI TỪ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM NÉN TĨNH CỌC THEO CÁC PHƯƠNG PHÁP KHÁC NHAU

Để phân tích đánh giá mức độ tin cậy và phù hợp của các phương pháp xác định khả năng chịu tải của cọc từ kết quả thí nghiệm nén tĩnh, trước tiên sử dụng kết quả thí nghiệm nén cọc đến phá hoại và phân tích so sánh với các phương pháp. Kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc ký hiệu A4P3 có cạnh d = 400 mm, chiều dài L = 30 m với tải trọng thiết kế 80 Tấn ở khu vực Cà Mau (Dự án Khí Điện Đạm Cà Mau) thể hiện như ở Hình 1. Kết quả cho thấy cọc có thể được xem đạt giá trị giới hạn ở tải trọng 215 Tấn do chuyển vị đầu cọc đạt giá trị xấp xỉ 10% đường kính cọc. Ngoài ra, nếu xét dạng đường cong quan hệ tải trọng - chuyển vị, có thể chọn tải trọng giới hạn 200 Tấn do điểm uốn xuất hiện rõ ràng ở đây.

Việc đánh giá khả năng chịu tải của cọc theo các phương pháp chủ yếu căn cứ các biểu đồ xây dựng trên cơ sở kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc. Khả năng chịu tải của cọc ký hiệu A4P3 theo các phương pháp thể hiện ở các Hình 2, 3, 4 và được tổng kết ở Bảng 1 và Hình 5.

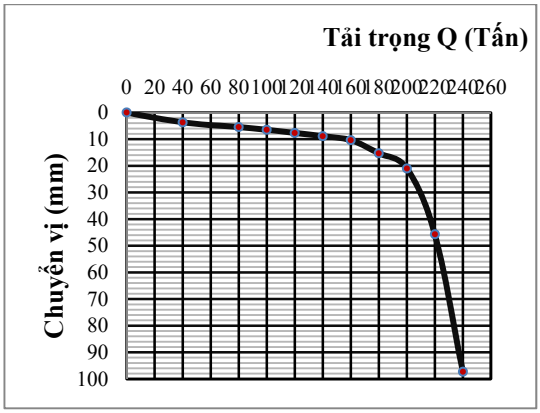
Từ kết quả tính toán và tổng hợp có thể thấy rằng khi nén cọc đến giá trị chuyển vị đủ lớn thì việc phân tích kết quả nén tĩnh theo các phương pháp hoàn toàn có thể thực hiện được. Trước tiên, có thể thấy rằng giá trị tải trọng giới hạn Q_u theo các phương pháp đề nghị lớn hơn giá trị dự tính theo hồ sơ thiết kế chỉ là 160 Tấn (hệ số an toàn trong thiết kế FS = 2). Nếu xem tải trọng giới hạn là 215 Tấn thì Q_u theo phương pháp Chin – Kondner và Decourt có giá trị lớn hơn còn kết quả theo phương pháp Offset Limit và De Beer thì nhỏ hơn. Tuy nhiên, nếu xét giá trị tải trọng tương ứng với điểm uốn của đường quan hệ là 200 Tấn thì kết quả theo phương pháp Offset Limit và De Beer có thể xem là phù hợp. Giá trị Q_u theo tiêu chuẩn 80% của Brinch Hansen và

phương pháp Mazurkiewicz xấp xỉ nhau và phù hợp với giá trị nhận được trực tiếp từ thí nghiệm.

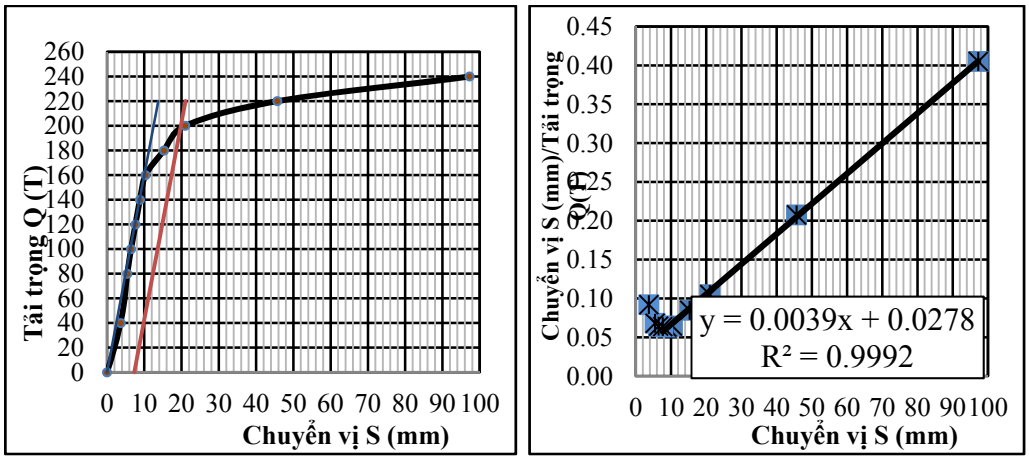
Như vậy, hai phương pháp Chin – Kondner và Decourt xem quan hệ tải trọng chuyển vị theo dạng hyperbol căn cứ tỷ số Q/S hay S/Q đều cho giá trị Q_u lớn. Điều này đồng nghĩa với việc cần thiết chọn giá trị hệ số an toàn lớn hơn khi sử dụng chúng để phân tích đánh giá.

Các phương pháp Offset Limit, De Beer, tiêu chuẩn 80% của Brinch Hansen và Mazurkiewicz cho giá trị Q_u khá tương đồng nhau và phù hợp với giá trị nhận được từ thí nghiệm nén cọc đến giới hạn.

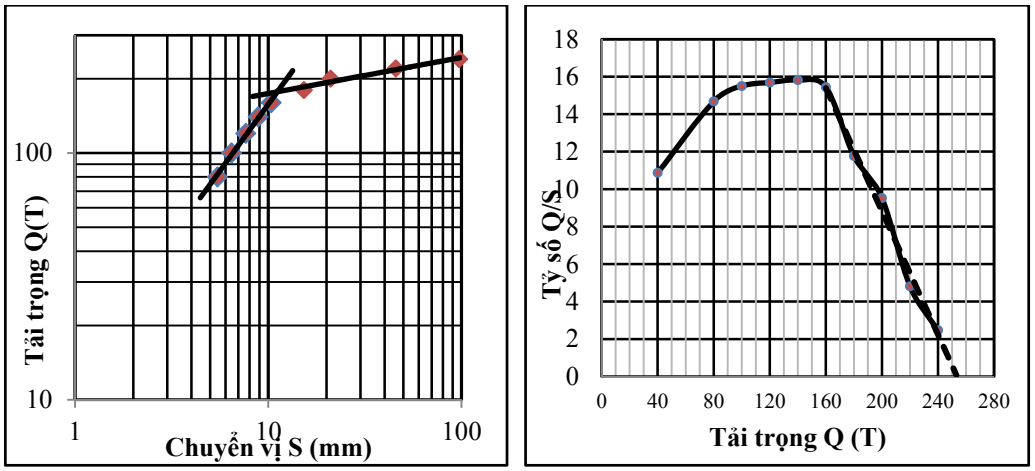
Điều đáng lưu ý ở đây là nếu giả sử thí nghiệm chưa đạt đến phá hoại, tải trọng thí nghiệm chỉ đến 200 Tấn và chuyển vị đầu cọc cho thấy cọc chưa bị tụt thì việc phân tích đánh giá giá trị tải trọng giới hạn theo các phương pháp cũng có thể thực hiện được và kết quả thu nhận được cũng tương tự. Như vậy, các phương pháp nội suy trên hoàn toàn có thể cho phép đánh giá trị tải trọng giới hạn đối với các thí nghiệm chưa gây phá hoại.



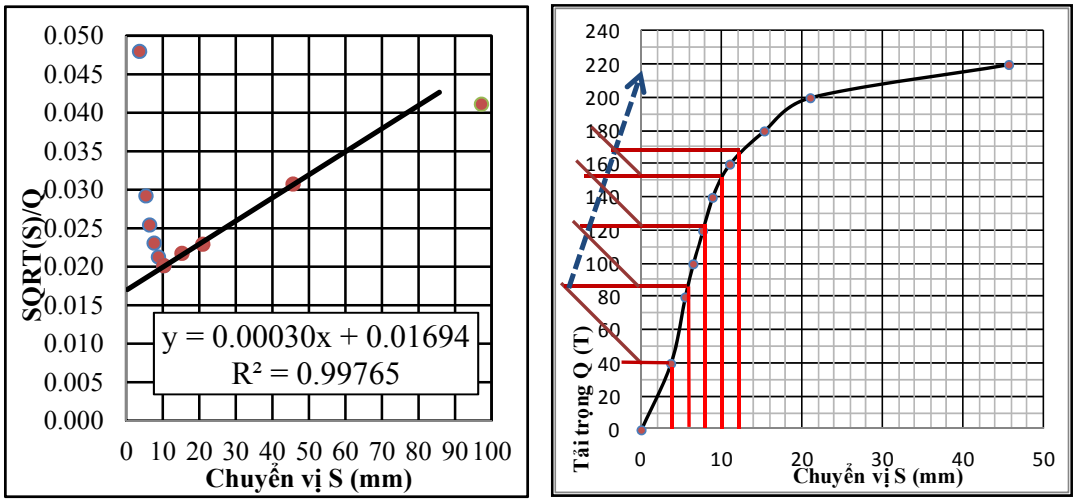
Hình 1. Quan hệ tải trọng – chuyển vị đầu cọc của cọc A4P3.



Hình 2. Biểu đồ xác định Q_u theo phương pháp Offset Limit và phương pháp Chin – Kondner của cọc A4P3.



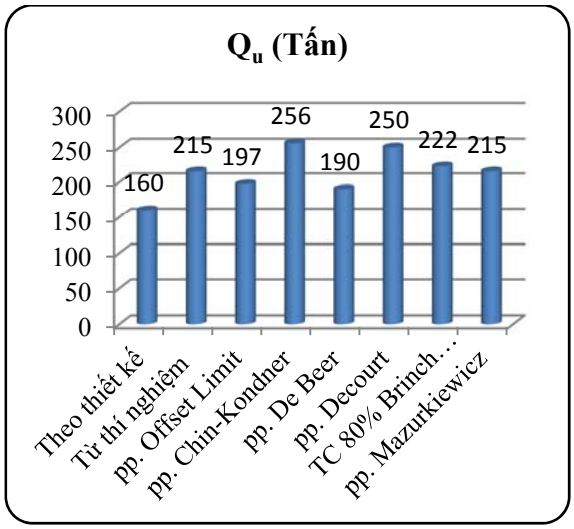
Hình 3. Biểu đồ xác định Q_u theo phương pháp De Beer và phương pháp Decourt của cọc A4P3.



Hình 4. Biểu đồ xác định Q_u theo tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen và phương pháp Mazurkiewicz của cọc A4P3.

Bảng 1. Tải trọng giới hạn theo các phương pháp khác nhau từ kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc A4P3

Stt	Phương pháp	Tải trọng giới hạn (Tấn)
1	Theo thiết kế	160
2	Trực tiếp từ thí nghiệm	215
3	Davisson Offset Limit	197
4	Phương pháp Chin-Kondner	256 (với độ dốc C_1 = 0,0039)
5	Phương pháp De Beer	190
6	Phương pháp Decourt	250
7	Phương pháp 80% Brinch Hansen	222 (với C_1 = 0,00030 và C_2 = 0,0169)
8	Phương pháp Mazurkiewicz	215



Hình 5. Tải trọng giới hạn của cọc A4P3 theo các phương pháp.

4. PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU TẢI TỪ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM NÉN TĨNH CỌC KHI TẢI TRỌNG THÍ NGHIỆM CHƯA ĐẠT ĐẾN GIỚI HẠN

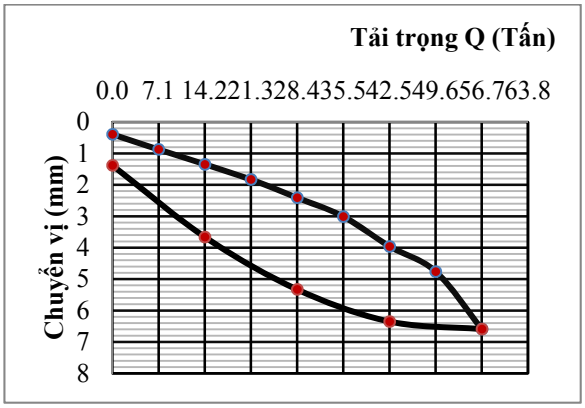
Trong thực tế, các công trình ở khu vực hầu hết là công trình vừa và nhỏ, mặt bằng thi công hạn chế cũng như các nguyên nhân khác, cọc được thí nghiệm kiểm tra sau khi thi công đại trà và tải trọng chọn lựa thí nghiệm gấp 2 lần tải trọng thiết kế. Hầu hết các trường hợp đều cho giá trị chuyển vị đầu cọc không đáng kể, cọc ứng xử trong phạm vi đàn hồi. Ở đây cũng lưu ý thêm rằng cọc thí nghiệm đến giá trị tải trọng giới hạn hoàn toàn có thể sử dụng lại được do đất nền phục hồi như cọc thi công ép hay đóng thông thường.

Nhằm đánh giá khả năng chịu tải hợp lý của cọc căn cứ dữ liệu thí nghiệm nén tĩnh khi cọc chưa đạt trạng thái giới hạn cần thiết phân tích trên cơ sở các phương pháp đề nghị với các hàm toán học nội suy. Kết quả thí nghiệm nén tĩnh đặc trưng được lấy ở khu vực Đồng Tháp với cọc bêtông cốt thép có cạnh d = 300 mm, chiều dài L = 27 m, sức chịu tải thiết kế là 28,37 tấn. Đường cong quan hệ tải trọng – chuyển vị của cọc ký hiệu 9 – K thể hiện như ở Hình 6. Các biểu đồ sử dụng đánh giá tải trọng giới hạn thể hiện ở các Hình 7, 8, 9 và được tổng hợp ở Bảng 2 và Hình 10.

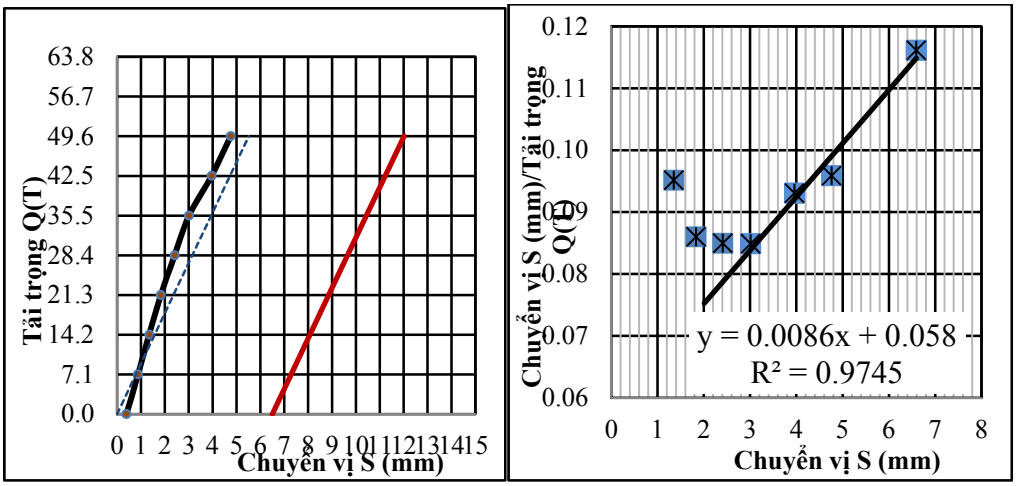
Từ kết quả phân tích có thể thấy rằng một số phương pháp chưa thể cho phép đánh giá tải trọng giới hạn do kết quả thí nghiệm chưa đạt giá trị tải trọng cần thiết như phương pháp Offset Limit và De Beer. Những phương pháp có thể sử dụng để đánh giá tải trọng giới hạn như phương pháp Decourt, Chin – Kondner, Mazurkiewicz và tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen đều cho giá trị giới hạn lớn hơn đáng kể so với kết quả dự tính từ hồ sơ thiết kế (56,7 Tấn). Tương tự như trường hợp phân tích trên, giá trị Q_u theo phương pháp Chin – Kondner, Decourt có xu hướng lớn hơn so với phương pháp Mazurkiewicz và tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen. Trong số đó, các phương pháp Chin – Kondner, Decourt và Mazurkiewicz hầu như luôn có thể sử dụng được do hàm nội suy

có thể bắt đầu từ những giá trị ban đầu. Phương pháp Offset Limit, De Beer chỉ có thể sử dụng được khi tải trọng thí nghiệm đạt đến giá trị nào đó sao cho đường cong quan hệ tải trọng - chuyển vị có độ dốc thay đổi rõ ràng.

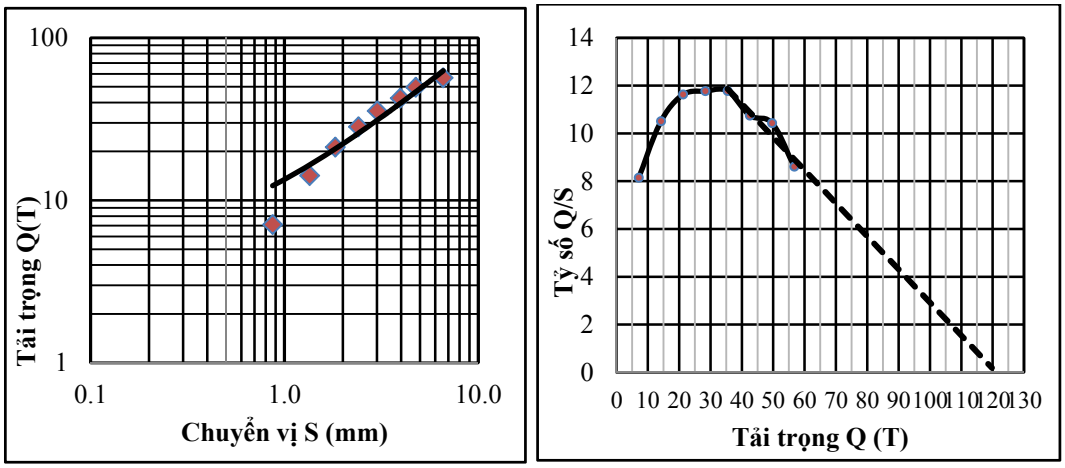
Như vậy, việc căn cứ tải trọng giới hạn từ hồ sơ thiết kế để tiến hành nén tĩnh cọc khó có thể cho phép đánh giá chính xác giá trị này. Điều này là do tải trọng giới hạn dự tính từ hồ sơ thiết kế còn thiên về an toàn và chưa hợp lý. Để đánh giá chính xác hơn giá trị khả năng chịu tải của cọc nhất thiết phải phân tích đánh giá và so sánh với kết quả theo các phương pháp biểu đồ và hàm nội suy từ dữ liệu nén tĩnh cọc. Các phương pháp cho phép đánh giá tải trọng giới hạn khi tải trọng thí nghiệm chưa đạt đến giá trị giới hạn như phương pháp Chin - Kondner, Decourt, Mazurkiewicz và tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen cho phép thực hiện điều này. Hơn nữa, giá trị tải trọng giới hạn theo các phương pháp này xấp xỉ nhau và hợp lý kể cả khi phạm vi tải trọng thí nghiệm nén tĩnh nhỏ.



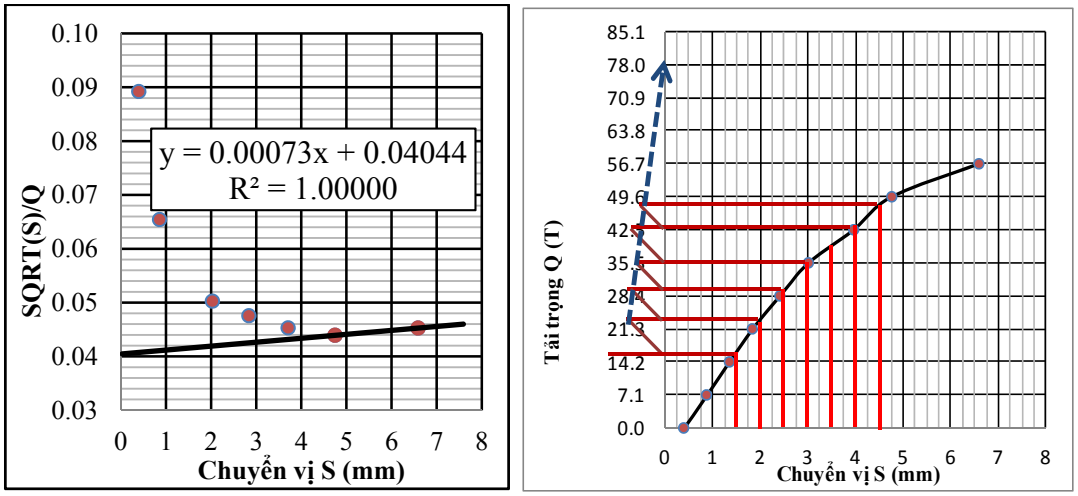
Hình 6. Quan hệ tải trọng – chuyển vị cọc 9 - K.



Hình 7. Biểu đồ xác định Q_u theo phương pháp Offset Limit và phương pháp Chin – Kondner của cọc 9 – K.



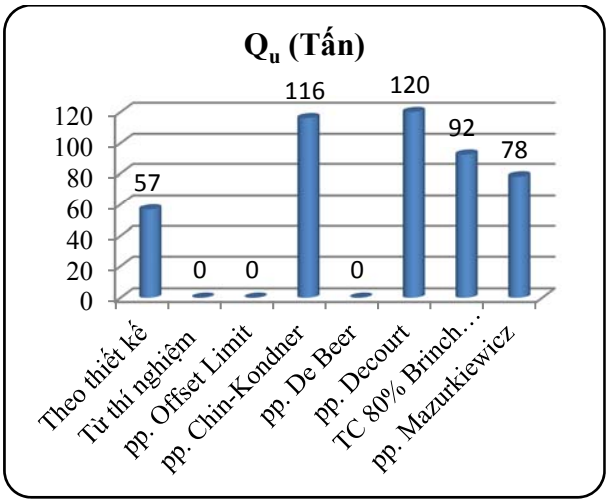
Hình 8. Biểu đồ xác định Q_u theo phương pháp De Beer và phương pháp Decourt của cọc 9 – K.



Hình 9. Biểu đồ xác định Q_u theo tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen và phương pháp Mazurkiewicz của cọc trục 9 - K.

Bảng 2. Tải trọng giới hạn theo các phương pháp khác nhau từ kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc trục 9 - K

Stt	Phương pháp	Tải trọng giới hạn (Tấn)
1	Theo thiết kế	57
2	Trực tiếp từ thí nghiệm	Không xác định
3	Davisson Offset Limit	Không xác định
4	Phương pháp Chin-Kondner	116 (với độ dốc C_1 = 0,0086)
5	Phương pháp De Beer	Không xác định
6	Phương pháp Decourt	120
7	Phương pháp 80% Brinch Hansen	92 (với C_1 = 0,00073 và C_2 = 0,0404)
8	Phương pháp Mazurkiewicz	78



Hình 10. Tải trọng giới hạn của cọc trục 9 - K theo các phương pháp.

5. KẾT LUẬN

Trên cơ sở phân tích đánh giá khả năng chịu tải của cọc từ dữ liệu thí nghiệm nén tĩnh dọc trục của cọc nén đến giới hạn và chưa đạt đến giá trị này có thể rút ra các kết luận chính như sau:

- Tải trọng giới hạn của cọc theo phương pháp Mazurkiewicz và tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen phù hợp với kết quả thí nghiệm nén tĩnh và có thể sử dụng kể cả trường hợp đường cong quan hệ tải trọng – chuyển vị chưa xuất hiện sự thay đổi độ dốc rõ ràng.

- Tải trọng giới hạn theo các phương pháp Offset Limit, De Beer, Mazurkiewicz và tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen xấp xỉ giá trị ghi nhận trực tiếp từ thi nghiệm và kết quả theo phương pháp Chin – Kondner, Decourt căn cứ hàm nội suy dạng hyperbol có xu hướng lớn hơn.

- Việc phân tích chi tiết giá trị Q_u căn cứ kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc cho thấy khả năng chịu tải cọc theo hồ sơ thiết kế bé hơn đáng kể so với thực tế.

Từ kết quả tính toán và phân tích dữ liệu nén tĩnh cọc thực tế ở một số công trình ở Khu vực Đồng bằng sông Cửu Long có một số kiến nghị như sau: trong hồ sơ nén tĩnh, các kỹ sư cần căn cứ dữ liệu thí nghiệm để phân tích chi tiết hơn giá trị tải trọng giới hạn theo các phương pháp và đưa ra giá trị tải trọng giới hạn hợp lý thay vì kết luận tải trọng theo hồ sơ thiết kế hay kiến nghị giá trị này nhỏ hơn. Trong một số trường hợp, dữ liệu không đủ cho phép đánh giá khả năng chịu tải cực hạn của cọc thì cần tăng thêm tải trọng thí nghiệm để đủ sử dụng cho phân tích. Ở đây, việc tăng tải trọng thí nghiệm thêm không có nghĩa là cần thì nghiệm đến khi phá hoại do một số phương pháp cho phép xác định Q_u kể cả khi tải trọng thí nghiệm chưa đạt tới hạn; có thể sử dụng các phương pháp Chin - Kondner, Mazurkiewicz, Decourt và tiêu chuẩn 80% Brinch Hansen để đánh giá tải trọng giới hạn do kết quả của các phương pháp này khá tương đồng nhau và sử dụng được kể cả tải trọng nén tĩnh nhỏ và chưa gây phá hoại cọc.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài **mã số C2016-20-34.**

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Shamsher Prakash - Harid.Sharma (1999). *Móng cọc trong thực tế xây dựng (bản dịch)*. Nhà xuất bản Xây dựng.
2. Bùi Trường Sơn, Phạm Cao Huyên. *Khả năng chịu tải của cọc từ kết quả thử động biến dạng lớn (PDA) và nén tĩnh.* Tạp chí Xây Dựng, tháng 6 năm 2011, trang 78-81.
3. TCVN 9393: 2012, *Cọc – phương pháp thử tĩnh hiện trường bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục*.
4. Braja Das (1993). *Principles of Foundation Engineering*, PWS-KENT Publishing Company.
5. H.G.Poulos, E.H.Davis (1980). *Pile foundation analysis and design*. John Wiley & Sons.
6. Bengt H. Felleninus (2016). *Base of Foundation Design*. Electronic Edition.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ CỦA SÉT MỀM VÀ ĐẤT RỜI TỪ THÍ NGHIỆM NÉN NGANG Ở KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

PHYSICAL MECHANICAL PROPERTIES OF SOFT CLAYEY AND COHESIONLESS SOILS FROM PRESSUREMETER TEST IN HOCHIMINH CITY

PGS. TS. Bùi Trường Sơn
Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

TÓM TẮT

Thí nghiệm nén ngang (PMT) là một trong các thí nghiệm hiện trường có thể thực hiện ở các độ sâu khác nhau. Thí nghiệm này cho phép không chỉ xác định các đặc trưng biến dạng (E_o, E_r) và độ bền (p_L) mà còn trạng thái ứng suất ban đầu, trong đó, giá trị áp lực ngang ban đầu σ_{oh}. Kết quả của thí nghiệm có thể sử dụng để tính toán móng nông, móng cọc và đặc biệt phù hợp cho các loại hình công trình ngầm. Việc tổng hợp đánh giá các đặc trưng thu nhận từ thí nghiệm này trong các loại đất phổ biến như sét mềm bão hòa nước và đất rời ở khu vực Tp. HCM và lân cận có ý nghĩa thực tiễn đối với công tác địa kỹ thuật.

ABSTRACT

Pressuremeter test is the one of in-situ tests which can be carry out at various depths. This test allows determining not only deformation (E_o, E_r) and strength (p_L) characteristics, but also initial stress state including horizontal stress σ_{oh}. The testing results can be used for calculating shallow and pile foundation and especially conforming to underground construction. The synthetically evaluating characteristics from this test on popular soils in HoChiMinh City and neighboring areas such as soft saturated and cohesionless soils have practical significance in geotechnical engineering.

1. MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TƯƠNG QUAN VỀ ĐẶC TRƯNG ĐỘ BỀN TỪ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM NÉN NGANG TRONG HỐ KHOAN

Kết quả của thí nghiệm nén ngang trong hố khoan có thể sử dụng để tính toán thiết kế đối với hầu hết các loại nền móng công trình khác nhau. Trong đó, có thể đánh giá cả độ lún lẫn khả năng chịu tải [1], [2], [3]. Đối với sét mềm bão hòa nước, đặc trưng độ bền thường được thể hiện thông qua sức chống cắt không thoát nước S_u. Ở đây, nguyên tắc của các phương pháp phổ biến bao gồm: phương pháp áp lực giới hạn; phương pháp tương quan theo kinh nghiệm; phương pháp đường cong áp lực; phương pháp Gibson-Anderson và phương pháp đường cong cắt. Ở phương pháp áp lực giới hạn, có hàng loạt các kết quả nghiên cứu và được tóm tắt như ở bảng 1.

Bảng 1. Quan hệ giữa cường độ chống cắt không thoát nước và áp lực giới hạn

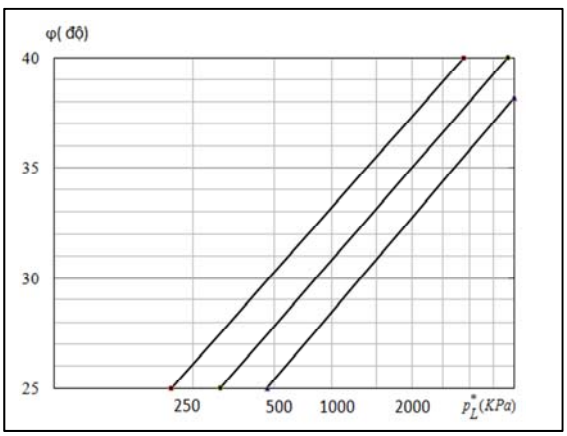
Stt	S_u	Loại đất	Tác giả
1	$(p_L-\sigma_{oh})/k$	k=2 đến 5	Ménard (1975)
2	$(p_L-\sigma_{oh})/5,5$	Sét chảy	Cassan (1972), Amar và Jézéquel (1972)
3	$(p_L-\sigma_{oh})/8$	Sét dẻo mềm – dẻo cứng	
4	$(p_L-\sigma_{oh})/15$	Sét dẻo cứng – nửa cứng	
5	$(p_L-\sigma_{oh})/6,8$	Sét dẻo cứng	Marsland và Randolph (1977)
6	$(p_L-\sigma_{oh})/5,1$	Tất cả các loại sét	Lukas và LeClerc de Bussy (1972)
7	$(p_L-\sigma_{oh})/10+25$		Martin và Jézéquel (1986)
8	$(p_L-\sigma_{oh})/10$	Sét dẻo cứng	Martin và Drahos (1986)
9	$(p_L/10)+25$	Sét chảy đến dẻo cứng	Johnson (1986)

Về tổng thể, biểu thức thể hiện tương quan có dạng: $S_u= p_L*/\beta$, với $p_L*=(p_L-\sigma_{oh})$ được gọi là áp lực giới hạn ròng.

Đối với đất rời, độ bền thể hiện chủ yếu thông qua góc ma sát trong và các tương quan từ phương pháp biểu đồ áp lực, phương pháp Hughes –Wroth –Windle và phương pháp tương quan theo kinh nghiệm được sử dụng phổ biến. Ở trạng thái cân bằng giới hạn, tương quan này có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$p_L^{'} = \sigma_{oh}^{'}(1+\sin\varphi)\left[\frac{G}{\sigma_{oh}^{'}\sin\varphi}\right]^{\frac{1}{2}(1-k_a)}$$

Ở đây: G – module trượt; k_a – hệ số áp lực chủ động.



Hình 1. Quan hệ giữa φ-p'$_L$ (Menard, Baguelin và đồng nghiệp, 1978)

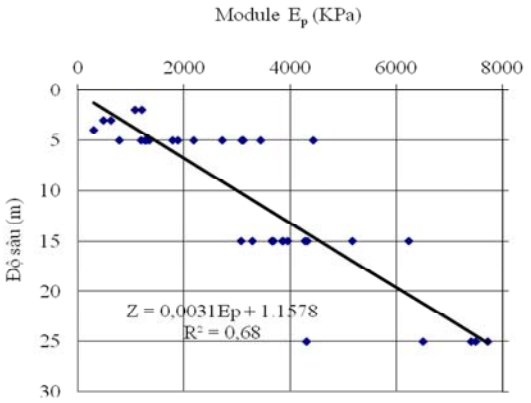
Nhiều nhất phải kể đến các tổng kết Briaud và đồng nghiệp. Căn cứ các dữ liệu thu thập, các tương quan trong thí nghiệm và với các thí nghiệm khác như với các đặc trưng E_o, E_r, p_L, S_u, φ, N, q_c và f_s được tổng hợp với các loại đất khác nhau ứng với các độ sâu phân bố. Một số biểu thức thể hiện tương quan được tổng kết như sau [4], [5], [6]:

Trong đất loại sét: p_L=7,5S_u; p_L=0,2q_c; p_L=0,071E_o; E_o=100S_u; E_o=2,5q_c; E_o=0,278E_r.

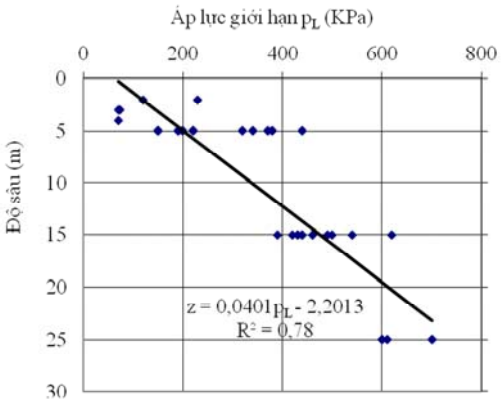
Trong đất rời: p_L(kPa)=47,9N; p_L=0,11q_c; p_L=0,125E_o; E_o=383N; E_o=1,15q_c.

2. ĐẶC ĐIỂM ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ TỪ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM NÉN NGANG TRONG SÉT MỀM VÀ ĐẤT RỜI

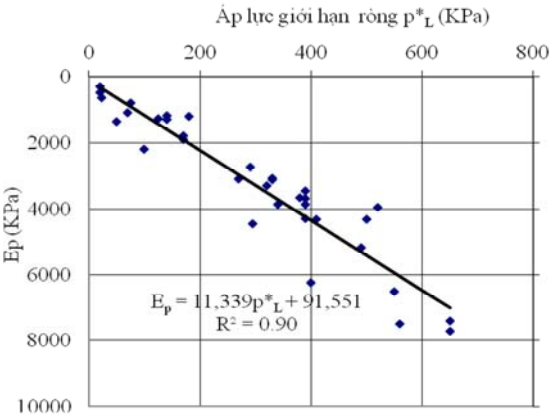
Từ kết quả của 37 thí nghiệm nén ngang trong sét mềm ở quận 2, 7, Nhà Bè và một số khu vực khác ở các độ sâu khác nhau, các quan hệ giữa các đặc trưng được tổng hợp và thể hiện thông qua các biểu đồ từ Hình 2 đến Hình 5.



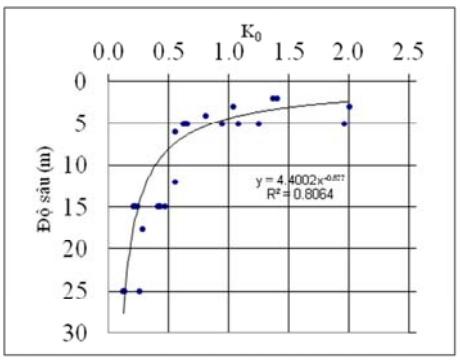
Hình 2. Quan hệ module nén ngang (E_p) theo độ sâu của sét mềm bão hòa nước



Hình 3. Quan hệ áp lực giới hạn (p_L) theo độ sâu của sét mềm bão hòa nước



Hình 4. Quan hệ áp lực giới hạn ròng và module nén ngang của sét mềm bão hòa nước



Hình 5. Quan hệ hệ số áp lực đất tĩnh (K_o) theo độ sâu của sét mềm bão hòa nước

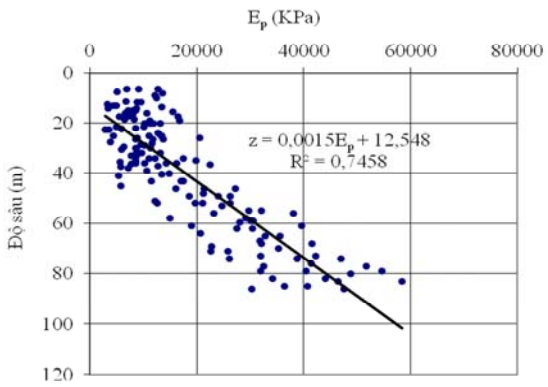
Kết quả ở Hình 2 và 3 cho thấy giá trị E_p và p_L dao động trong phạm vi rộng ở cùng một độ sâu. Tuy nhiên, khuynh hướng gia tăng các giá trị E_p và p_L theo độ sâu là rõ ràng. Đối với sét mềm bão hòa nước, các thông số về đặc trưng cơ lý sử dụng cho việc phân tích khả năng ổn định dưới công trình đắp thường được quan tâm ở khu vực

gần bề mặt, là nơi ảnh hưởng trực tiếp đối với loại hình công trình này. Ở đây, từ độ sâu từ 5m trở lại, giá trị module biến dạng từ thí nghiệm nén ngang dao động chủ yếu trong phạm vi 500 – 3.000 KN/m^2.

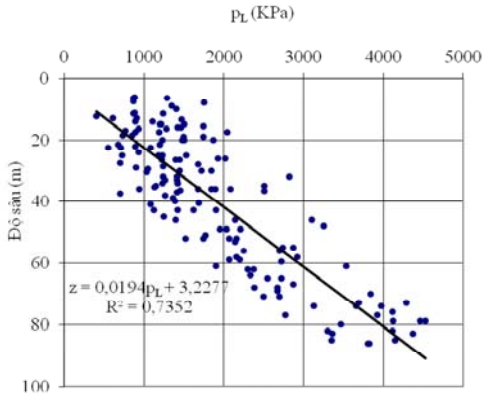
Hình 4 cho thấy quan hệ giữa E_p và p^*_L có dạng tuyến tính rõ ràng (so với quan hệ E_p và p_L). Theo quan hệ này, tỷ số E_p/p^*_L của sét mềm bão hòa dao động trong phạm vi hẹp. Tỷ số E_p/p^*_L theo độ sâu được thiết lập và kết quả cho thấy tỉ số E_p/p^*_L dao động trong phạm vi chủ yếu từ 8-12, trung bình 11,6.

Thí nghiệm nén ngang được thực hiện với việc giữ áp lực nén không đổi trong thời gian ngắn. Đối với sét mềm bão hòa nước, điều kiện thí nghiệm này khó có thể cho phép đánh giá các đặc trưng cơ lý khi đất nền đạt trạng thái ổn định thoát nước. Tuy nhiên, việc đánh giá hệ số áp lực ngang tĩnh $K_o = (\sigma'_{oh}/\sigma'_{zg})$ trong chừng mực nào đó cũng có thể cho phép rút ra các nhận định về trạng thái ứng suất ban đầu của đất nền. Ở độ sâu 5m trở lại, K_0 dao động chủ yếu từ 0,6 đến 2 và đa số có giá trị lớn hơn 1. Qui luật phân bố K_o theo độ sâu có đặc điểm phi tuyến rõ rệt. Điều này hoàn toàn phù hợp với các kết quả đánh giá đặc điểm quá cố kết thông qua OCR theo độ sâu đã được thực hiện và trình bày trước đó trong một số nghiên cứu của đất khu vực [7].

Thí nghiệm hiện trường và các thí nghiệm khác được tiến hành trong thời gian ngắn cho phép thu nhận được các đặc trưng cơ lý phù hợp đối với các loại đất có giá trị hệ số thấm lớn như đất rời do thời gian ổn định thoát nước không đáng kể. Kết quả tổng hợp 148 thí nghiệm trong đất rời ở các dự án Metro và một số công trình khác ở Tp. HCM cho phép thiết lập các quan hệ đặc trưng của đất rời ở các độ sâu khác nhau.



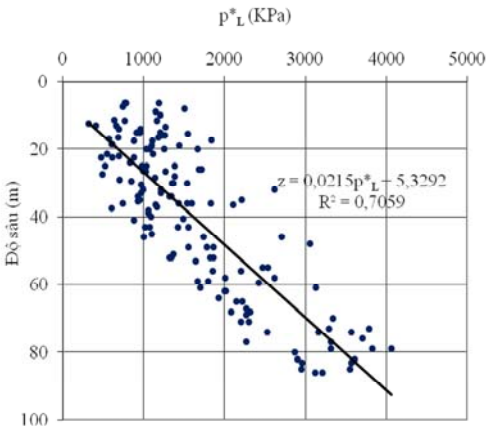
Hình 6: Quan hệ E_p theo độ sâu của đất rời



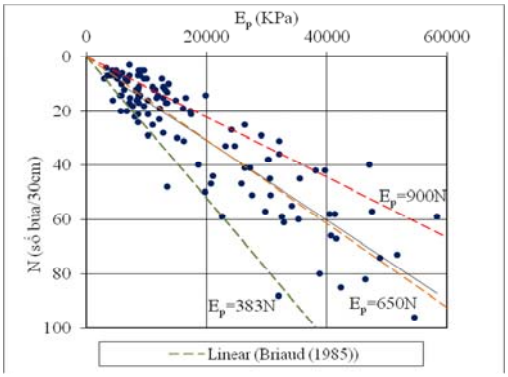
Hình 7: Quan hệ p_L theo độ sâu của đất rời

Từ các quan hệ thể hiện ở các Hình 6 đến 9, có thể thấy rằng qui luật thay đổi các đặc trưng cơ lý theo trạng thái ứng suất (theo độ sâu) của đất rời (cát mịn, cát mịn – vừa, kết cấu rời – chặt) của khu vực là khá rõ ràng. Tuy nhiên, khó tránh khỏi sự biến động giá trị lớn là do sự khác biệt về kết cấu (từ rời đến chặt), thành phần cấu tạo (kích cỡ hạt) và mực nước ngầm. Các đặc trưng E_p, p_L, p^*_L đều có xu hướng tăng theo quy luật tuyến tính theo độ sâu. Để đánh giá đặc điểm đặc trưng biến dạng và độ bền của đất rời theo độ chặt, có thể chọn lựa xây dựng tương quan E_p và p_L theo N (SPT). Kết quả

cho thấy có tương quan theo qui luật tuyến tính giữa các đặc trưng độ bền và biến dạng theo độ chặt (thể hiện thông qua N).



Hình 8. Quan hệ p^*_L theo độ sâu của đất rời



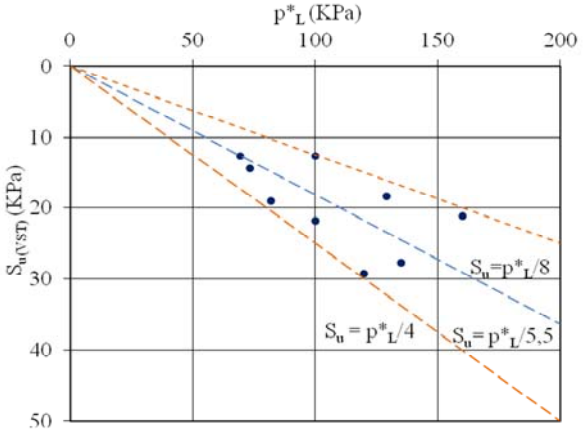
Hình 9. Quan hệ giữa E_p và N của đất

Khác với sét mềm bão hòa nước, tỷ số E_p/p^*_L của đất rời khu vực không có qui luật rõ ràng theo độ sâu phân bố. Tỷ số này dao động trong phạm vi rộng từ 5 đến 17, trung bình 10,9 và không phụ thuộc độ sâu.

3. QUAN HỆ GIỮA KẾT QUẢ NÉN NGANG VÀ THÍ NGHIỆM KHÁC

Các dữ liệu của thí nghiệm cắt cánh (VST) tại những vị trí trong khu vực thí nghiệm nén ngang chỉ có bao gồm 9 vị trí. Ở đây, giá trị S_{ucorr} hiệu chỉnh theo Bjerrum (μ = 0,76 - 0,77).

Quan hệ giữa các thông số thí nghiệm nén ngang với S_u của thí nghiệm VST được biểu diễn ở Hình 10.



Hình 10. Quan hệ p^*_L và $S_{u(VST)}$ của đất sét mềm bão hòa nước

Thông qua các kết quả phân tích quan hệ giữa thí nghiệm PMT và VST, các hệ số β và α xác định được khá phù hợp với kết quả đã nghiên cứu đã có với giá trị của β thay đổi trong khoảng giữa 5,6 đến 7,4 và giá trị trung bình là 6,5. Từ kết quả thí nghiệm:

- Hệ số $\beta = \frac{p_L^*}{S_{ucorr}} = 4,09 \div 7,87$

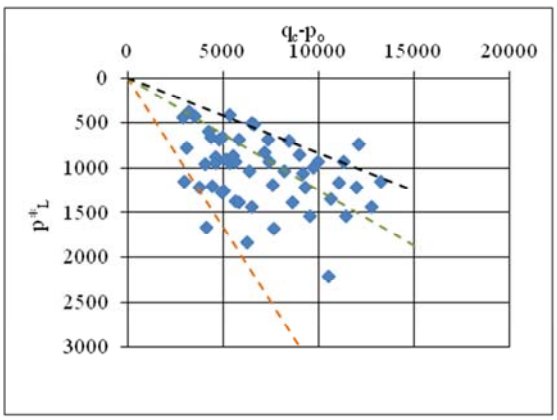
- Hệ số $\frac{S_u}{p_a} = \alpha.\left[\frac{p_L^*}{p_a}\right]^{0,75} \Rightarrow \alpha = \frac{S_u}{p_a}.\left[\frac{p_a}{p_L^*}\right]^{0,75} = 0,13 \div 0,26$

Giá trị của S_{ucorr} với tương quan với thí nghiệm PMT thực tế gần bằng với S_{u2} được xác định theo phương trình đề xuất bởi Briaud: $S_{u2} = 0,21.p_a\left(\frac{p_f - p_0}{p_a}\right)^{0,75}$. Với: p_a - áp suất khí quyển.

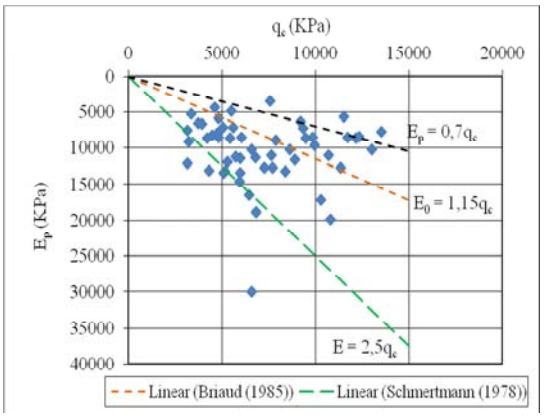
Quan hệ giữa thí nghiệm PMT và thí nghiệm xuyên tĩnh (CPT) chủ yếu thể hiện trong đất rời. Dữ liệu sử dụng bao gồm tại 53 vị trí.

Quan hệ giữa sức kháng mũi và áp lực giới hạn từ thí nghiệm nén ngang có thể biểu diễn thông qua các giá trị (q_c-p_o) và (p_L-p_o). Trong trường hợp này, để thuận tiện phân tích xét tỷ số $(q_c-p_o)/(p_L-p_o)$. Kết quả tính toán theo dữ liệu thí nghiệm trong đất rời ở khu vực Tp.HCM cho thấy hầu hết các trường hợp tỷ số này có giá trị bé hơn 1. Điều tương tự cũng được ghi nhận trong thí nghiệm bàn nén hiện trường của Terzaghi: Khi kích thước bàn nén nhỏ hơn 0,5 m^2, diện tích bàn nén càng nhỏ thì độ lún càng lớn (tỷ lệ nghịch với E) và khả năng chịu tải càng nhỏ (nhanh đạt biến dạng tới hạn). Diện tích mũi xuyên trong trường hợp này cũng nhỏ hơn nhiều so với diện tích tiếp xúc của buồng nén với đất nền trong thí nghiệm nén ngang. Quan hệ giữa các thông số thí nghiệm nén ngang (PMT) với q_c thể hiện thông qua các biểu đồ ở hình 11, 12 và 13.

Tỉ số tương quan giữa đặc trưng p_L của thí nghiệm nén ngang và sức kháng mũi đơn vị q_c của thí nghiệm xuyên tĩnh là hàm tuyến tính theo độ sâu phân bố. Kết quả tính toán cho thấy tỉ số $(q_c-p_0)/(p_L-p_0)$ dao động chủ yếu trong khoảng z đến z/5.



Hình 11. Quan hệ giữa q_c-p_0 và p_L-p_0 trong đất rời.

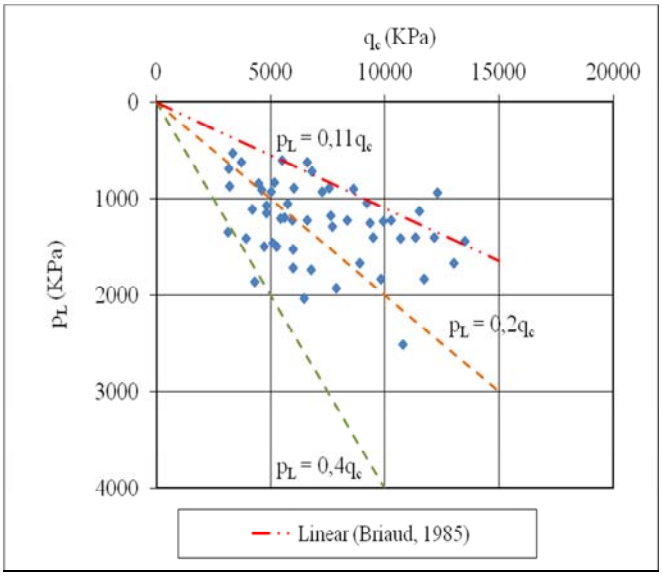


Hình 12. Quan hệ E_p và q_c trong đất rời

Quan hệ giữa (q_c-p_o) và (p_L-p_o) dao động trong khoảng hẹp với giá trị hệ số phương trình (p_c-p_o) = (3÷12)x(q_L-p_o) và khá phù hợp với phạm vi hệ số (8÷10) theo đề nghị của Briaud (Hình 11).

Tương quan các đặc trưng cơ lý của đất rời với sức kháng mũi q_c được biểu hiện qua 2 tỉ số $\frac{q_c - p_0}{p_L - p_0}$ và E_p/q_c. Tỉ số E_p/q_c dao động chủ yếu từ 0,7 đến 2,5 (Hình 12) và có xu hướng giảm dần theo độ sâu phân bố. Với các giá trị hệ số nhận được, các tỉ số này thay đổi, không là hằng số và dao động trong khoảng giới hạn rộng hơn so với các kết quả nghiên cứu của Briaud (1985). Ở hình 12, tương quan giữa E_p và q_c dao động chủ yếu trong khoảng 0,7 đến 2,5, rộng hơn so với nghiên cứu của Briaud (1985) (E_0 = 1,15q_c) và Schmertmann (1978) (E = (2,5 ÷3,0)q_c.

Điều này cũng thể hiện ở hình 13, tỉ số p_L/q_c dao động chủ yếu trong khoảng 0,11 đến 0,4 trong khi kết quả nghiên cứu của Briaud (1985) ghi nhận p_L = 0,11q_c.



Hình 13. Quan hệ p_L và q_c trong đất rời.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu tổng hợp các dữ liệu thí nghiệm nén ngang trong các loại đất phổ biến ở các độ sâu khác nhau ở khu vực Tp. HCM, các quan hệ đặc trưng biến dạng và ứng suất giới hạn từ thí nghiệm nén ngang theo độ sâu và theo các kết quả thí nghiệm hiện trường khác được thiết lập và phân tích. Các kết luận có thể rút ra:

- Quan hệ giữa E_p và p^*_L của sét mềm bão hòa nước có qui luật tuyến tính rõ ràng và tỉ số E_p/p^*_L dao động trong phạm vi hẹp từ 8 đến 12 và trung bình 11,1.

- Trong sét mềm bão hòa nước, hệ số áp lực ngang tĩnh (K_o) thay đổi phi tuyến theo độ sâu và có giá trị lớn hơn 1 ở khu vực gần bề mặt.

- Giá trị E_p và p_L của đất rời khu vực phụ thuộc đáng kể vào độ chặt và độ sâu và độ chặt của loại đất này phụ thuộc vào độ sâu phân bố.

- Quan hệ giữa sức chống cắt không thoát nước từ thí nghiệm cắt cánh hiện trường và áp lực giới hạn của đất sét mềm bão hòa nước với hệ số β thay đổi trong phạm từ 4,09 đến 7,87 và trung bình là 5,6.

- Quan hệ giữa áp lực giới hạn ròng và (q_c-p_o) trong đất rời dao động trong phạm vi hẹp và phù hợp với kết quả đã nghiên cứu của Briaud (1985).

Ngoài ra, do sự biến động về trạng thái của sét pha ở các độ sâu lớn và giới hạn của bài viết nên các quan hệ của sét pha dẻo mềm – nửa cứng và sét dẻo cứng – cứng không được đề cập trong bài viết này. Tuy nhiên, các kết quả tổng hợp trình bày trên cơ sở số liệu thí nghiệm hiện trường ở hai loại đất phổ biến có thể được xem là có độ tin cậy cao và là các dữ liệu phù hợp đối với việc tính toán các loại hình công trình chôn sâu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Celal Agan. *Investigation of bearing capacity changes of different clays by using the Menard pressuremeter tests,* International Journal of the Physical Sciens Vol.6, 2011.
2. Daehyeon Kim, Youngjin Shin, Nayyar Siddiki. *Geotechnical Design Based on CPT and PMT*, Joint Transportation Research Program FHWA/IN/JTRP-2010/7.
3. ASTM D4719-2000. *Standard test methods for Prebored Pressuremeter Testing in soils.*
4. Jean-Louis Briaud **(**1992). *The pressuremeter,* Texas A&M University, College Station A.A.Balkema/Rotterdam/Brookfield/.
5. Jean-Louis Briaud (1986). *The pressuremeter and its marine application,* Second international symposium, College Station, Texas.
6. James K.Mitchell, Frank Guzikowski and Willem C.B.Villet (1978). *The pressuremeter of soil properties in-situ,* University of California, Berkeley.
7. Lê Hoàng Việt, Bùi Trường Sơn. *Tương quan sức chống cắt không thoát nước của sét mềm theo độ sâu và độ chặt.* Tạp chỉ thủy lợi và môi trường số 39 (12-2012). Trang 120 - 125.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG CỘT ĐẤT - XI MĂNG Ở DUYÊN HẢI – TRÀ VINH

FACTORS AFFECTING THE QUALITY SOIL CEMENT COLUMN IN DUYEN HAI - TRA VINH AREA

TS. Nguyễn Thành Đạt
Đại học Giao thông vận tải Tp. HCM
KS. Huỳnh Nguyễn Ngọc Tiến

TÓM TẮT

Bài viết trình bày nội dung đánh giá khả năng ứng dụng của công nghệ trộn xi măng dưới sâu. Từ các thí nghiệm trong phòng và tại hiện trường với điều kiện địa chất khu vực Duyên Hải – Trà Vinh, chúng ta sẽ tìm ra các nhân tố ảnh hưởng đến chất lượng, độ bền của trụ xi măng đất. Đồng thời, xác định được tỷ lệ tối ưu về hàm lượng xi măng, nước sao cho mẫu đất sau khi được gia cố đáp ứng được các yêu cầu về kinh tế - kỹ thuật. Cuối cùng, tiến hành phân tích dữ liệu thí nghiệm phục vụ cho tính toán và mô phỏng dựa vào mô hình hồi quy tuyến tính của Microsoft Excel.

ABSTRACT

The article presents the content of the assessment of the application of deep cement mixing technology. From laboratory and field experiments with the geological conditions in Duyen Hai - Tra Vinh area, we will find out the factors that affect the quality and durability of the soil cement piling. At the same time, we will determine the optimal ratio about content of cement and water for soil samples after being reinforced to meet the economic - technical requirements. Finally, we will analyse experiment data to serve calculations and simulation based on linear regression models of Microsoft Excel.

Keywords: ***Factors affecting the quality soil cement column in Duyen Hai - Tra Vinh area.***

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thời kỳ hội nhập kinh tế hiện nay ở nước ta nhu cầu phát triển cơ sở hạ tầng là rất cần thiết. Khi quỹ đất xây dựng ở đô thị, trung tâm thành phố của các tỉnh thành thuộc châu thổ Đồng bằng Sông Cửu Long ngày càng khan hiếm và hạn hẹp cho việc xây dựng các khu công nghiệp, nhà máy có diện tích tương đối lớn. Ngược lại với khu vực ngoại thành, ven sông, đồng bằng – nơi có diện tích xây dựng rộng lớn đủ để phục vụ cho nhu cầu trên. Tuy nhiên với những khu vực vừa đề cập có tiền thân là đất nông nghiệp, cố kết nhẹ, nền đất thường khá yếu có khả năng chịu lực tương đối thấp. Việc đặt công trình có tải trọng tương đối lớn, trải dài trên diện tích rộng công tác thì gia cố nền đất yếu là hết sức cần thiết. Để hạn chế được những rủi ro, tiết kiệm chi phí đầu tư và thời gian thi công thì hiện nay công nghệ trộn xi măng dưới sâu là khả thi hơn

so với các phương pháp khác như: cừ tràm, bấc thấm, cọc BTCT, cừ tre... Nhưng với điều kiện địa chất vùng ven biển vùng Đồng bằng sông Cửu Long nói chung và đại diện là khu vực Trà Vinh nói riêng nơi có phù sa bồi lấp lâu năm, tầng đất yếu khá dày liệu có đáp ứng được khả năng chịu tải, kinh tế của công trình đặt lên nó sau khi gia cố nền đất bằng công nghệ trộn xi măng dưới sâu hay không? Vấn đề này sẽ được chúng tôi trình bày chi tiết trong bài nghiên cứu này.

2. MỤC TIÊU, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp thực nghiệm: Thực hiện các thí nghiệm trong phòng, hiện trường để xác định các tính chất đặc trưng và nhân tố ảnh hưởng đến độ bền, chất lượng của trụ đất xi măng. Phương pháp lý thuyết: Tổng hợp, lựa chọn số liệu thí nghiệm dựa trên mô hình hồi quy tuyến tính.

3. TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA ĐẤT NỀN VÀ VẬT LIỆU LÀM THÍ NGHIỆM

Mẫu đất nền phục vụ cho công tác thí nghiệm được lấy tại hiện trường thuộc khu vực Nhà máy Nhiệt Điện Duyên Hải – huyện Duyên Hải – tỉnh Trà Vinh có điểm chung là bùn sét trạng thái dẻo mềm màu xám nâu *[1]*. Mẫu được lấy tại hiện trường và bảo quản cẩn thận đảm bảo các chỉ tiêu tự nhiên để thí nghiệm.

Bảng 1. Chỉ tiêu cơ lý đất nền khu vực Duyên Hải – Trà Vinh

STT	Đơn vị	Giá trị trung bình
Độ ẩm	w(%)	41,60%
Dung trọng tự nhiên		1,736
Hệ số rỗng e		1,123
Lực dính C	(kPa)	7,400
Góc ma sát trong φ	độ	1,740
GH dẻo W_P	(%)	22,92%
GH nhão W_L	(%)	39,99%
Chỉ số dẻo I_P		17,071
Độ sệt I_L		1,100

Bảng 2. Chỉ tiêu cơ lý của xi măng

STT	Tên chỉ tiêu	Tiên chuẩn	Mức chỉ tiêu	Kết quả thử mẫu
1	KLR (g/cm^3)	TCVN 4030-2003	-	2,96
2	Khối lượng thể tích (g/cm^3)	TCVN 1772-87	-	1,21
3	Độ dẽo tiêu chuẩn (%)	TCVN 6017-1995	-	26
4	Thời gian bắt đầu đông kết (phút)	TCVN 6017-1995	> 45	115
5	Thời gian kết thúc đông kết (phút)	TCVN 6017-1995	< 420	320
6	Độ ổn định thể tích (mm)	TCVN 6017-1995	< 10	2,33
7	Độ nghiền mịn phần còn trên sàng 0,09mm (%)	TCVN 4030-2003	< 10	1,5
8	Cường độ chịu uốn ở tuổi 28 ngày, N/mm^2	TCVN 6017-1995	-	9,75
9	Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày, N/mm^2	TCVN 6017-1995	>= 40	42,94

Bảng 3. Chỉ tiêu cơ lý của nước sinh hoạt dùng cho chế bị mẫu

STT	Chỉ tiêu xác định	Đơn vị	Nước dùng để chế bị mẫu	
			Kết quả	TCXDVN302: 2004
1	Màu sắc	Mức độ	Không màu	Không màu
2	Váng dầu mỡ	Mức độ	Không váng	Không váng
3	Độ pH	Độ	7,4	4 ÷ 12,5
4	Tổng lượng muối hoà tan	mg/L	92	≤ 2000 mg/L
5	Hàm lượng SO_4^{2-}	mg/L	23,5	≤ 600 mg/L
6	Hàm lượng Cl-	mg/L	52,6	≤ 350 mg/L
7	Tổng lượng cặn không tan, SS	mg/L	25	≤ 200 mg/L

Bảng 4. Chỉ tiêu cơ lý của nước tại vị trí lấy mẫu dùng cho chế bị mẫu [2]

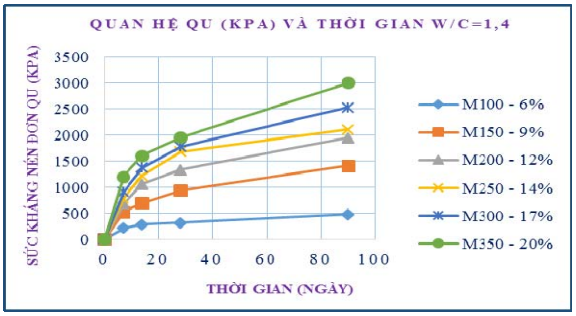
STT	Thông số	Đơn vị	Nước tại vị trí lấy mẫu		
			Hàm lượng	Đánh giá TCXD 3994:1985	Cơ sở thí nghiệm TCXD 81:1981
1	Nhiệt độ	^oC	28,125		"
2	pH		7,885		"
3	Độ trong	Cảm quan	Đục		"
4	Mùi	Cảm quan	Không		"
5	CO_2 tự do	mg/L	12,194	Không ăn mòn	"
6	CO_2 ăn mòn	mg/L	0		"
7	$Na^+ + K^+$	mg/L	9109,644		"
8	Ca^{2+}	mg/L	285,82		"
9	Mg^{2+}	mg/L	863,208	Không ăn mòn	"
10	Cl-	mg/L	15575,86		"
11	$S0_4^{2-}$	mg/L	1772,608	Ăn mòn mạnh	"
12	HCO_3^-	mg/L	318,066		"
13	CO_3^{2-}	mg/L	0,75		"
14	Tổng độ cứng	mg/L	85,25		"
15	Tổng khoáng hóa	mg/L	27927,95	Ăn mòn trung bình	"

4. THÍ NGHIỆM NÉN ĐƠN TRỤC KHÔNG HẠN CHẾ NỞ HÔNG

4.1. Kết quả thí nghiệm cho mẫu trộn sử dụng nước sinh hoạt với tỷ lệ nước/xi măng lần lượt là: 1,4; 1; 0,8

- *Thí nghiệm 1: Nước/Xi măng =1,4*

SỐ NGÀY BẢO HỘ	SỨC KHÁNG NÉN ĐƠN QU (kPa)					
	M100 (6%)	M150 (9%)	M200 (12%)	M250 (14%)	M300 (17%)	M350 (20%)
0	15	15	15	15	15	15
7	218,393	533,279	687,309	790,15	914,335	1206,737
14	293,407	702,588	1068,154	1226,782	1376,35	1609,054
28	322,213	943,925	1339,902	1687,676	1779,457	1960,446
90	489,439	1419,733	1952,909	2114,631	2526,202	3001,58



Hình 1. Biểu đồ đường sức kháng nén đơn thí nghiệm 1

(Trong đó: Hàm lượng xi măng M100 tương đương 100 kg xi măng/m^3 đất tự nhiên và tương tự cho các hàm lượng còn lại).

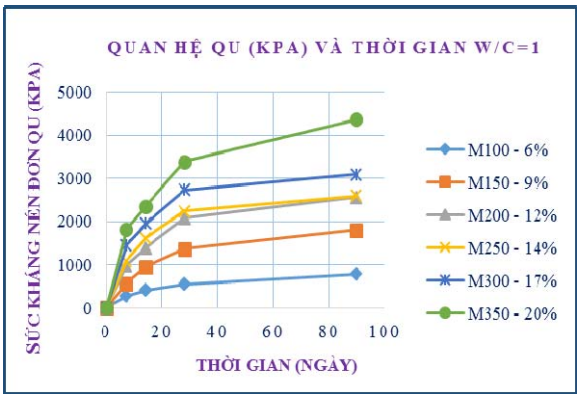
Nhận xét thí nghiệm 1:

- Dựa vào hình hình 1. Ta thấy rằng giá trị q_u (kPa) từ khi bắt đầu chế bị đến 90 ngày tuổi tăng tuyến tính theo hàm lượng xi măng. Ở thời điểm 28 và 90 ngày tuổi giá trị sức kháng nén đơn (q_u=15 kPa) của đất tự nhiên tăng khá nhanh lần lượt khoảng 89, 128 lần sau khi được gia cố.

- Nhưng khi hàm lượng xi măng trong khoảng từ 14 – 20% thì cường độ trụ đất xi măng có xu hướng tăng chậm lại và ổn định theo thời gian.

- *Thí nghiệm 2: Nước/Xi măng=1*

SỐ NGÀY BẢO HỘ	SỨC KHÁNG NÉN ĐƠN QU (kPa)					
	M100 (6%)	M150 (9%)	M200 (12%)	M250 (14%)	M300 (17%)	M350 (20%)
0	15	15	15	15	15	15
7	284,033	569,69	982,388	1097,914	1447,326	1818,479
14	421,461	957,023	1394,516	1618,214	1959,206	2360,388
28	554,148	1365,013	2076,723	2247,045	2736,482	3389,822
90	780,844	1802,784	2563,918	2602,456	3096,434	4369,142

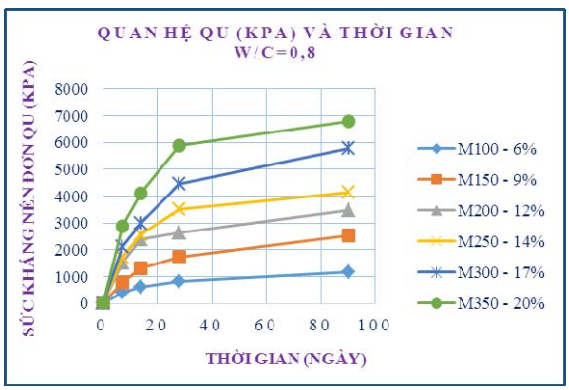


Hình 2. Biểu đồ đường sức kháng nén đơn thí nghiệm 2

Nhận xét thí nghiệm 2: Với kết quả ở hình 2 chỉ ra rằng giá trị q_u (kPa) ở thí nghiệm này tăng mạnh hơn với thí nghiệm 1 cụ thể khi ở 28, 90 ngày tuổi giá trị giá trị sức kháng nén đơn q_u (kPa) tăng lên lần lượt khoảng 137, 169 lần sau khi được gia cố. Nguyên nhân chủ yếu là do ảnh thay đổi hàm lượng nước khi trộn mẫu. So với thí nghiệm 1, ở thí nghiệm này khi hàm lượng nước giảm 40% khi trộn thì giá trị q_u (kPa) của mẫu sẽ tăng 55,24% ở thời điểm 28 ngày tuổi. Sự phát triển cường độ q_u (kPa) của mẫu đến 90 ngày tuổi chậm hơn so với thí nghiệm 1.

- *Thí nghiệm 3: Nước/Xi măng= 0,8*

SỐ NGÀY BẢO HỘ	SỨC KHÁNG NÉN ĐƠN QU (kPa)					
	M100 (6%)	M150 (9%)	M200 (12%)	M250 (14%)	M300 (17%)	M350 (20%)
0	15	15	15	15	15	15
7	394.592	777.659	1518.886	1725.4	2107.368	2885.067
14	605.706	1313.306	2381.04	2582.07	2974.303	4099.595
28	838.157	1720.054	2644.281	3493.062	4448.833	5866.286
90	1175.98	2538.817	3471.071	4132.169	5789.189	6778.704



Hình 3. Biểu đồ đường sức kháng nén đơn thí nghiệm 3

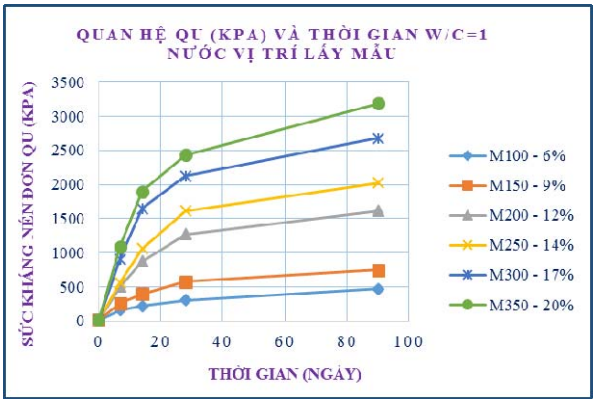
Nhận xét thí nghiệm 3: Dựa vào hình 3, nói rằng giá trị q_u (kPa) của mẫu đất xi măng ở thí nghiệm này tăng mạnh hơn so với thí nghiệm 1 và 2. Giá trị sức kháng nén đơn (q_u=15 kPa) của đất tự nhiên tăng lần lượt khoảng 211, 265 lần sau khi được gia cố

ở 28, 90 ngày tuổi sau khi được gia cố. Cũng như hai thí nghiệm ban đầu khi ta thực hiện thí nghiệm thay đổi tỷ lệ nước/xi măng khi chế bị mẫu sẽ làm thay đổi khá rõ rệt giá trị q_u (kPa) của trụ đất xi măng.

4.2. Kết quả thí nghiệm cho mẫu trộn sử dụng nước tại vị trí lấy mẫu với tỷ lệ nước/xi măng = 1

- *Thí nghiệm 4: W/C=1(nước vị trí lấy mẫu)*

SỐ NGÀY BẢO HỘ	SỨC KHÁNG NÉN ĐƠN QU (kPa)					
	M100 (6%)	M150 (9%)	M200 (12%)	M250 (14%)	M300 (17%)	M350 (20%)
0	15	15	15	15	15	15
7	159,992	259,296	505,251	562,143	903,598	1091,86
14	216,238	400,343	871,621	1059,04	1645,84	1896,05
28	304,228	574,236	1271,21	1613,32	2121,56	2432,66
90	467,193	745,258	1612,8	2026,35	2675,97	3186,61



Hình 4. Biểu đồ đường sức kháng nén đơn thí nghiệm 4

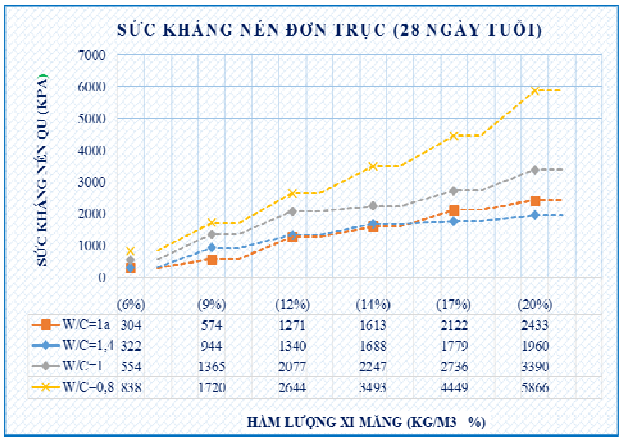
Nhận xét thí nghiệm 4:

- Ở thí nghiệm 1, 2, 3 (W/C=1,4; 1; 0,8) thì ở thì nghiệm 4 này dựa vào hình 4 ta nhận ra giá trị q_u (kPa) ở 28 và 90 ngày tuổi cho kết quả khá thấp. Điển hình ở 28 ngày tuổi giảm khoảng 36,79% so với thí nghiệm 2 (W/C=1), 57,82% so với thí nghiệm 3 (W/C=0,8) và kém 1,83% so với thí nghiệm 1 với tỷ lệ W/C=1,4. Nguyên nhân chủ yếu là do chất lượng nước khi trộn mẫu có hàm lượng gốc axit quá cao ở *[bảng 4]* tạo điều kiện cho quá trình ăn mòn clorua và tấn công sunfate sản phẩm sự hình thành ettringite (sulfoaluminatehydrate: $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$) và thạch cao (gypsum: $CaSO_4.2H_2O$) làm mềm hóa của hồ xi măng, thay đổi vi cấu trúc đến tăng độ rỗng và giảm cường độ của cọc đất xi măng.

4.3. So sánh kết quả thí nghiệm

- Nhận xét: Dựa vào hình 5, ta thấy rằng với thí nghiệm cùng một loại nước [thỏa bảng 3] và xi măng nhưng với tỷ lệ pha trộn khác nhau cho ta thấy các kết quả khá chênh lệch. Sự ảnh hưởng lớn của chất lượng nước đến độ bền và chất lượng của cọc

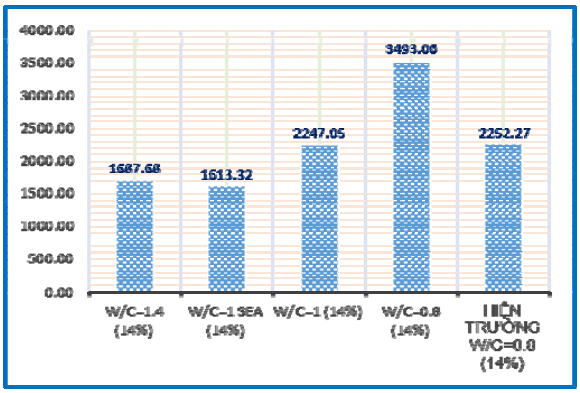
đất - xi măng, vì thế thực hiện gia cố nền đất yếu bằng công nghệ trộn khô ở khu vực này là không khả thi.



Hình 5. Biểu đồ đường sức kháng nén đơn theo thời gian của 04 thí nghiệm trong phòng

4.4. So sánh kết quả thực nghiệm

Qua kết quả của 04 thí nghiệm trong phòng thì với tỷ lệ w/c=0,8 và hàm lượng xi măng là 14% sẽ là hàm lượng tối ưu cho việc thi công đại trà. Để kiểm chứng lại xem tính khả thi của lựa chọn này, chúng ta tiến hành so sánh với kết quả hiện trường như sau (sử dụng kết quả ở 28 ngày để tính toán thiết kế):



Hình 6. Giá trị q_u (kPa) so sánh thực nghiệm

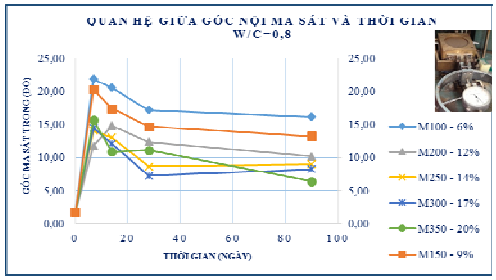
Nhận xét:

- Khi hàm lượng xi măng 14% ta xét thấy kết quả nén mẫu hiện trường cho giá trị cao hơn hẳn các thí nghiệm trong phòng khi tỷ lệ W/C=1,4 và W/C=1. Ứng với hàm lượng này thì giá trị sức kháng nén đơn q_u (kPa) hiện trường cho kết quả khá cao nhưng thấp hơn khoảng 35,5% so với thí nghiệm trong phòng nguyên nhân là do: Điều kiện chế bị mẫu trong phòng gần như là lý tưởng. Kết quả nén hiện trường còn phụ thuộc vào: Độ hiện đại và chính xác của hệ thống cơ giới, điều kiện địa chất xung quanh khu vực gia cố, kỹ thuật thi công…

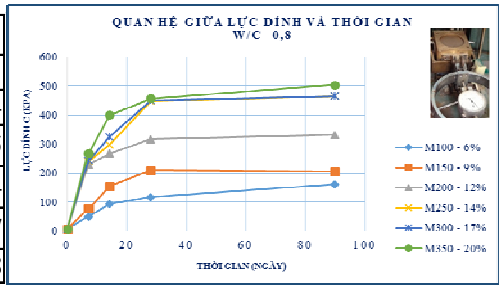
5. THÍ NGHIỆM CẮT TRỰC TIẾP

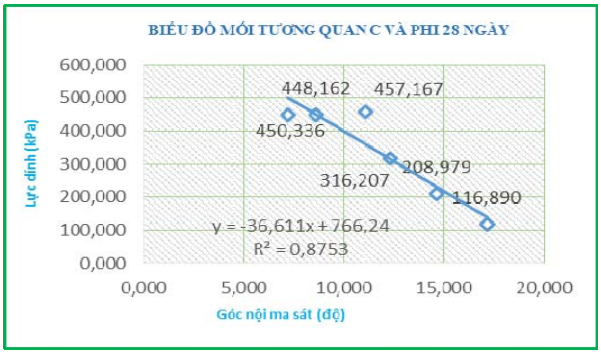
Sử dụng hàm lượng tối ưu xác định 02 đặc trưng cơ bản của sức chống cắt như sau:

NGÀY	GÓC NỘI MA SÁT (độ)					
	6%	9%	12%	14%	17%	20%
0	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74
7	21,84	20,22	11,73	14,01	14,44	15,63
14	20,53	17,34	14,76	12,98	12,05	10,86
28	17,13	14,63	12,34	8,61	7,21	11,09
90	16,08	13,18	10,12	8,96	8,22	6,40



NGÀY	LỰC DÍNH C (kPa)					
	6%	9%	12%	14%	17%	20%
0	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
7	49,06	75,145	228,31	239,41	241,51	267,05
14	93,218	154,435	267,506	297,678	325,509	399,524
28	116,89	208,979	316,207	448,162	450,336	457,167
90	161,352	205,368	331,134	464,928	464,641	503,648





Hình 7. Kết quả thí nghiệm và biểu đồ quan hệ φ (độ), C (kPa) *theo thời gian*

Nhận xét: Dựa vào hình 7 chỉ ra rằng: Ở thời điểm 28, 90 ngày tuổi thì giá trị lực dính của mẫu ở tỷ lệ 6-12% thì rời rạc tương đối nhỏ, nhưng đối với tỷ lệ 14-20% thì giá trị gần như hội tụ không chênh lệch nhiều trung bình đạt khoảng 451,89 (kPa). Điều này cũng một lần nữa khẳng định hàm lượng tối ưu đã chọn cho thi công đại trà là hợp lý, đáp ứng yêu cầu kinh tế - kỹ thuật khi đầu tư công trình. Mối tương quan φ (độ) và C (kPa) ở 28 ngày tuổi là khá chặt chẽ với hệ số $R^2 = 0,8753$ và tỷ lệ nghịch với nhau khi hàm lượng xi măng tăng.

6. PHÂN TÍCH DỮ LIỆU THÍ NGHIỆM, LỰA CHỌN KẾT QUẢ THEO MÔ HÌNH HỒI QUY TUYẾN TÍNH

Ta được phương trình hồi quy như sau:

$Y(X) = q_{ui}$ (kPa)= -(34,346 X_1) - (3550,21 X_2) + (116,92 X_3) - (526,02 X_4) + (5531,98 X_5) - (188,01 X_6) + (325201,76 X_7) + (237,94 X_8) - (181,18 X_9) - (32,86 X_{10}) + (1,14 X_{11}) + (0,6 X_{12}) + 58687,13. Với phương trình hồi quy đa biến vừa được thiết lập xét thấy rằng các chỉ tiêu khi thực hiện thí nghiệm có ảnh hưởng lớn đến giá trị sức kháng nén đơn của mẫu. Cuối cùng giá trị q_u (kPa) tìm được sau khi thông qua phương trình hồi quy tuyến tính với hàm lượng xi măng là 14% (W/C=0,8) là: 3491,90 (kPa). Với R= 0,99998.

Bảng 5. Bảng dữ liệu thí nghiệm nén đơn trục 28 ngày tuổi

STT	Hàm lượng	X_1 KL (g)	X_2 ĐK (mm)	X_3 H (mm)	X_4 Tỷ số H/D	X_5 Dung trọng (g/cm^3)	X_6 BD nén (mm)	X_7 BD dọc trục (%)	X_8 S_0 (mm^2)	X_9 S_i (mm^2)	X_{10} Độ ẩm (%)	X_{11} Góc phá hoại (độ)	X_{12} Tải trọng lớn nhất (N)
1	6% w/c =0,8	299	46	99	2.15	1.817	1.6	0.0162	1661.903	1689.269	0.3188	33	1417
2		298	46.3	99	2.14	1.788	1.5	0.0152	1683.65	1709.636	0.3255	35	1302
3		303	45.3	101	2.23	1.861	1.4	0.0139	1611.708	1634.427	0.3582	22	1494
4	9% w/c =0,8	302	45.5	98.1	2.16	1.893	1.3	0.0133	1625.971	1647.888	0.2837	30	3187
5		294	45.2	96	2.12	1.909	1.2	0.0125	1604.6	1624.911	0.2755	27	2728
6		303	45	99.2	2.2	1.921	1	0.0101	1590.431	1606.658	0.3015	20	2486
7	12% w/c =0,8	306	45.8	104	2.27	1.786	1.3	0.0125	1647.483	1668.337	0.2783	30	4246
8		307	45.8	98.8	2.16	1.886	1.5	0.0152	1647.483	1672.911	0.2782	29	5164
9		303	45	99	2.2	1.924	1.5	0.0152	1590.431	1614.979	0.2784	23	3716
10	14% w/c =0,8	306	45.9	99	2.16	1.868	1.5	0.0152	1654.685	1680.224	0.2758	29	6260
11		294	45.1	98.3	2.18	1.872	1.6	0.0163	1597.508	1623.979	0.2746	35	5556
12		302	45.2	98.6	2.18	1.909	1.6	0.0162	1604.6	1631.023	0.277	35	5435
13	17% w/c =0,8	302	46	97	2.11	1.873	1.7	0.0175	1661.903	1691.504	0.27	34	7302
14		305	45.5	98.1	2.16	1.912	1.8	0.0183	1625.971	1656.281	0.2639	32	7079
15		306	45.7	98.3	2.15	1.898	1.8	0.0183	1640.296	1670.873	0.2761	30	7946
16	20% w/c =0,8	309	45.8	98.9	2.16	1.896	2.3	0.0233	1647.483	1686.785	0.2615	30	10136
17		302	45.6	96.5	2.12	1.916	2	0.0207	1633.126	1667.646	0.2609	20	8781
18		302	45.3	99.3	2.19	1.887	2.3	0.0232	1611.708	1649.988	0.2622	30	10435

Phương trình hồi quy tuyến tính có dạng:

$\mathbf{Y(X)}= \tau_i\ (kPa) = -(85{,}94\ \mathbf{X_1}) + (0\ \mathbf{X_2}) + (0\ \mathbf{X_3}) + (0\ \mathbf{X_4}) + (5190{,}39\ \mathbf{X_5}) - (48{,}42\ \mathbf{X_6}) - (17{,}95\ \mathbf{X_7}) + (0{,}5\ \mathbf{X_8}) + (6{,}77\ \mathbf{X_9}) + 12{,}84$

Giá trị góc nội ma sát φ(độ) và lực dính C (kPa) tìm được sau khi thông qua phương trình hồi quy tuyến tính với hàm lượng xi măng là 14% (W/C=0,8) lần lượt có

giá trị như sau: φ = 8,33 (độ) và C= 444,124 (kPa). Với R = 0,999915.

Nhận xét: Khi phân tích, lựa chọn số liệu bằng mô hình hồi quy tuyến tính tìm cho ta các giá trị đặc trưng của trụ đất xi măng thấp hơn khi trung bình cộng khoảng 0,9%, đồng thời giá trị hệ số tương quan R rất cao xấp xỉ = 1 nói lên rằng mối liên quan giữa các đại lượng đến kết quả cuối cùng là rất chặt chẽ, sai sót trong quá trình thí nghiệm là thấp.

Bảng 6. Tổng hợp kết quả TN cắt trực tiếp

STT	Hàm lượng	X_1 KL (g)	X_2 ĐK (mm)	X_3 H (mm)	X_4 Tỷ số H/D	X_5 Dung trọng (g/cm^3)	X_6 Độ ẩm (%)	X_7 Cấp tải trọng (kg)	X_8 Áp lực h. chỉnh (kPa)	X_9 Chỉ số đọc đồng hồ	Ứng suất cắt
1	6% w/c =0,8	114.33	62	20	0.32	1.893	0.3188	2	73	25	163.3
2		117.88	62	20	0.32	1.952	0.3255	4	146	28	186.15
3		113.65	62	20	0.32	1.882	0.3582	8	291	41	277.24
4	9% w/c =0,8	114.11	62	20	0.32	1.89	0.2837	2	73	38	256.04
5		113.57	62	20	0.32	1.881	0.2755	4	146	51	350.77
6		112.28	62	20	0.32	1.86	0.3015	8	291	65	443.85
7	12% w/c =0,8	115.68	62	20	0.32	1.916	0.2783	2	73	51	350.77
8		113.07	62	20	0.32	1.873	0.2782	4	146	65	443.85
9		114.13	62	20	0.32	1.89	0.2784	8	291	75	510.42
10	14% w/c =0,8	113.99	62	20	0.32	1.888	0.2758	2	73	70	478.62
11		114.54	62	20	0.32	1.897	0.2746	4	146	83	562.76
12		115.36	62	20	0.32	1.911	0.277	8	291	92	625.36
13	17% w/c =0,8	114.07	62	20	0.32	1.889	0.27	2	73	72	491.21
14		112.62	62	20	0.32	1.865	0.2639	4	146	76	516.72
15		113.92	62	20	0.32	1.887	0.2761	8	291	88	597.53
16	20% w/c =0,8	112.3	62	20	0.32	1.86	0.2615	2	73	77	523.01
17		114.05	62	20	0.32	1.889	0.2609	4	146	95	646.23
18		107.97	62	20	0.32	1.788	0.2622	8	291	114	772.09

7. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

- Khi gia cố nền đất yếu khu vực ven biển Tây Nam Bộ nói chung [3] và vùng Duyên Hải – Trà Vinh nói riêng bằng công nghệ trộn xi măng dưới sâu nên chọn tỷ lệ w/c=0,6 - 0,8, hàm lượng xi măng 14 - 16% (tương đương 250 – 270 kg xi măng/m^3 đất tự nhiên) sẽ cải thiện đáng kể khả năng chịu lực của đất nền gần 200 lần ở thời điểm 28 ngày so với đất tự nhiên chưa được gia cố. Với tỷ lệ tối ưu trên, kết quả nén hiện trường cho kết quả khá cao, kiểm soát được chất lượng sản phẩm hơn nữa đảm bảo được yêu cầu kinh tế - kỹ thuật.

- Hàm lượng và chất lượng của nước khi trộn mẫu là một trong những nhân tố chủ yếu quyết định chất lượng và độ bền của trụ đất xi măng.

- Để tăng tính an toàn cho tính toán thiết kế nên sử dụng kết quả của thí nghiệm nén đơn trục không hạn chế nở hông và cắt trực tiếp ở 28 ngày tuổi.

- Sử dụng mô hình hồi quy tuyến tính trên cơ sở của ứng dụng Data Analysis thuộc phần mềm Microsoft Excel là rất hữu ích. Công cụ này góp phần giúp chúng ta kiểm chứng lại lại quá trình thí nghiệm, hạn chế sai lệch đồng thời làm tăng độ tin cậy cho sản phẩm khoa học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hồ sơ khoan địa chất của Nhà máy nhiệt điện Duyên Hải - Trà Vinh.
2. Liên đoàn quy hoạch và điều tra tài nguyên nước Miền Nam.
3. Nghiên cứu lựa chọn hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước-xi măng hợp lý cho gia cố đất yếu vùng ven biển Đồng bằng Sông Cửu Long.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

ĐÁNH GIÁ SỨC CHỊU TẢI CỦA NỀN CÁT HÓA LỎNG DƯỚI MÓNG BÈ

ASSESSMENT OF BEARING CAPACITY OF LIQUEFIED SANDY GROUND UNDER RAFT FOUNDATION

PGS. TS. Võ Phán và KS. Nguyễn Đức Huy
Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP.HCM

TÓM TẮT

Hiện tượng hóa lỏng do động đất là một trong những nguyên nhân chính gây ra các thiệt hại lớn lên kết cấu các công trình dân dụng, giao thông, thủy lợi… Ảnh hưởng của hiện tượng hóa lỏng nền khi có động đất đến sức chịu tải của nền là một vấn đề cần được quan tâm, xem xét trong quá trình thiết kế nền móng công trình. Bài báo sẽ đưa ra các phương pháp dự đoán sức chịu tải của nền cát hóa lỏng dưới móng bè và ứng dụng tính toán cho địa chất khu vực quận 1, TP. Hồ Chí Minh.

ABSTRACT

The phenomenon of liquefaction caused by earthquakes is one of the main reasons causing major damage to the structure of civil engineering, transportation, irrigation ... The impact of the phenomenon of liquefaction during an earthquake to soil-bearing capacity is a problem to be concerned, considered in the process of foundation design. This article will provide methods for estimating bearing capacity of liquefied sandy ground under raft foundation and apply for the calculation for geological area of District 1, Ho Chi Minh City.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Động đất một hiện tượng thiên nhiên gây nên những tai họa khủng khiếp đối với xã hội loài người. Đối với công trình, động đất có thể làm: mất ổn định (trượt mái), biến dạng lớn (lún, nứt), xói ngầm, hóa lỏng. Theo bản đồ phân vùng động đất thì hầu hết các vùng ở Việt Nam đều nằm trong phạm vi có động đất cấp 7, đường bờ biển có khoảng 95% chiều dài nằm trong vùng có động đất từ cấp 7 trở lên. Như vậy nguy cơ xảy ra động đất ở Việt Nam là không nhỏ.

Dưới tác dụng của tải trọng công trình, trong quá trình động đất, áp lực nước lỗ rỗng thặng dư tăng lên, nền có thể bị hóa lỏng dẫn đến sức chịu tải bị giảm xuống cục bộ làm phát sinh độ lún và lún lệch làm mất ổn định và gây hư hỏng công trình.

Trong bối cảnh tình hình nghiên cứu về hóa lỏng nền do động đất ở Việt Nam còn hạn chế thì việc nghiên cứu đánh giá sức chịu tải của nền cát hóa lỏng mang tính cấp thiết và là vấn đề có ý nghĩa trong thiết kế xây dựng công trình.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Nghiên cứu về lý thuyết: Nghiên cứu các tài liệu đã có ở trong và ngoài nước về vấn đề sức chịu tải của nền cát hóa lỏng.

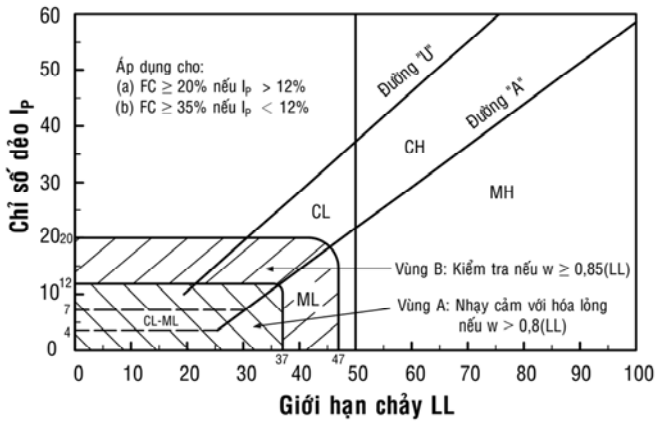
- Tính toán bằng lời giải giải tích và mô phỏng bằng phần mềm Plaxis cho một công trình thực tế ở quận 1, TPHCM.

3. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

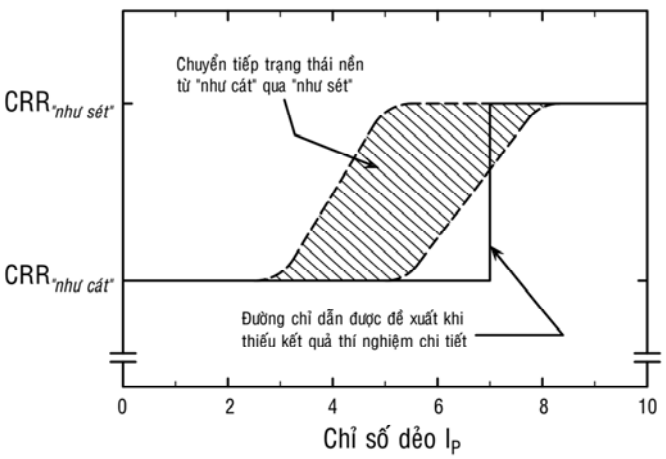
3.1. Đánh giá tính nhạy cảm với hóa lỏng của đất

Hóa lỏng đất là hiện tượng đất rời bão hòa nước chứa hạt vừa đến mịn bị mất cường độ do áp lực nước lỗ rỗng tăng đột ngột khi có tải trọng động tác dụng.

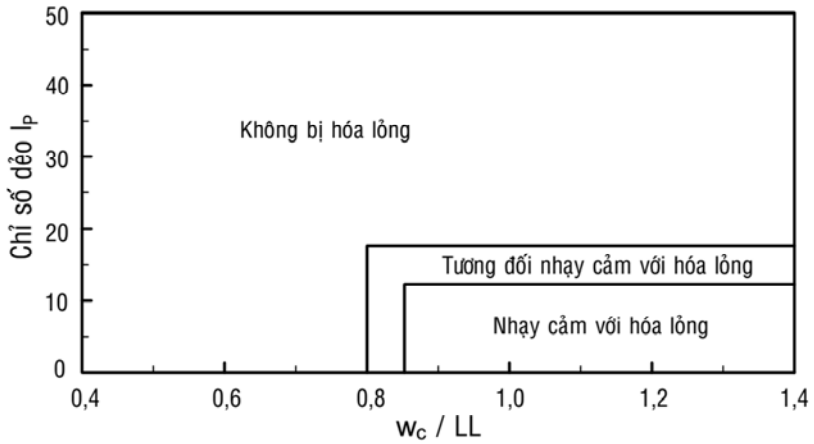
Các loại đất được phân loại là cát sạch được coi là nhạy cảm với hóa lỏng. Đất cát có chứa thành phần hạt mịn được đánh giá tính nhạy cảm với hóa lỏng dựa vào các chỉ tiêu như: chỉ số dẻo I_P, giới hạn chảy LL, độ ẩm w_c, hàm lượng hạt mịn FC theo các tiêu chuẩn sau đây từ Hình 1 đến Hình 3.



Hình 1. Tính nhạy cảm với hóa lỏng của đất theo Seed và cộng sự (2003) [1]



Hình 2. Tính nhạy cảm với hóa lỏng của đất theo Boulanger và Idriss [2]



Hình 3. Tính nhạy cảm với hóa lỏng của đất theo Bray và Sancio [2]

3.2. Đánh giá nguy cơ hóa lỏng của nền

Loại đất được đánh giá là nhạy cảm với hóa lỏng (Mục 3.1) có thể không bị hóa lỏng nếu mức độ rung lắc nền không đủ mạnh để vượt qua khả năng kháng hóa lỏng vốn có của đất. Đánh giá nguy cơ hóa lỏng của nền thông qua hệ số an toàn chống hóa lỏng là tỷ số giữa khả năng kháng hóa lỏng của nền tại một khu vực cụ thể và ứng suất cắt trong nền do tải trọng động đất tại khu vực đó. Khi hệ số an toàn chống hóa lỏng nhỏ hơn 1, nền tại khu vực đó được coi là bị hóa lỏng. [2] [3] [4]

3.3. Sức chịu tải của móng nông trong nền cát hóa lỏng

Theo TCVN 9362:2012, sức chịu tải của nền dưới đáy móng được tính theo công thức: [5]

$$R_{II} = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (Ab\gamma_{II} + Bh\gamma'_{II} + Dc_{II} - \gamma_{II} h_o) \qquad (1)$$

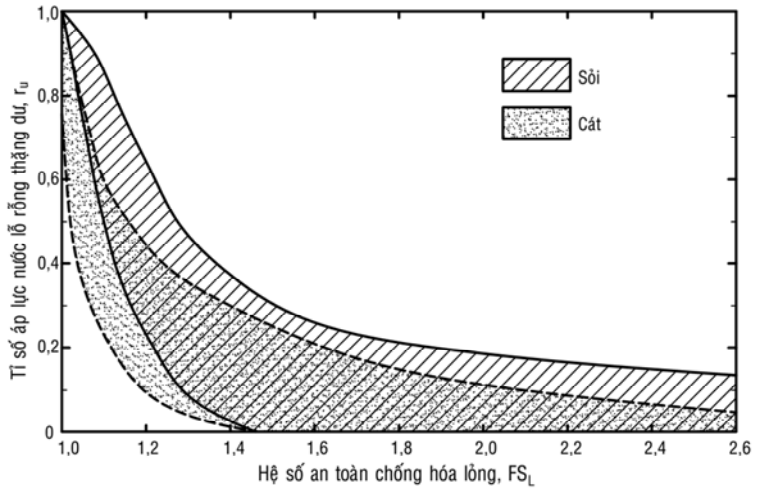
Ở đây h_o là chiều sâu đến nền tầng hầm. Khi không có tầng hầm thì lấy $h_o = 0$.

Dưới tác động của ứng suất cắt do động đất, sự gia tăng áp lực nước lỗ rỗng thặng dư sẽ làm giảm ứng suất hữu hiệu trong nền, làm trạng thái của đất trở nên rời rạc hơn và lúc này các thông số sức chống cắt sẽ thay đổi. Do đó cần xác định lại các thông số sức chống cắt trong công thức (1) cho nền cát hóa lỏng.

3.3.1. Dự đoán tỷ số áp lực nước lỗ rỗng thặng dư r_u

Bước 1: Xác định hệ số an toàn chống hóa lỏng FS_L. [2]

Bước 2: Xác định r_u theo FS_L. (Hình 4)



Hình 4. Mối quan hệ giữa r_u và FS_L theo Marcuson và Hynes (1990) [6]

3.3.2. Phương pháp xác định thông số sức chống cắt khi xét đến hiện tượng hóa lỏng

a. Theo Dickenson (2002) [6]

- Trường hợp các lớp đất khó bị hóa lỏng, hay có hệ số an toàn chống hóa lỏng cao, $FS_L \geq 1,4$: các thông số trong công thức (1) tính toán như bình thường.

- Trường hợp các lớp đất bị hóa lỏng hoàn toàn, $FS_L \leq 1$, lúc này ứng suất hữu hiệu trong lớp đất giảm về không và lớp đất mất hoàn toàn sức chịu tải.

- Trường hợp lớp đất hóa lỏng một phần, $1<FS_L<1,4$, sự gia tăng áp lực nước lỗ rỗng thặng dư sẽ ảnh hưởng đáng kể đến ứng suất hữu hiệu và sức chống cắt của đất. Lúc này các thông số của đất cần được tính toán lại theo tỷ số áp lực nước lỗ rỗng r_u. Phương pháp thông dụng để tính toán lại cường độ tĩnh của đất có xét đến sự gia tăng áp lực nước lỗ rỗng là dùng phương trình sức chống cắt Mohr-Coulomb.

Theo [7], giả định trị số lực dính đã chiết giảm $c_{red} = 0,8c$, trị số góc ma sát đã chiết giảm:

$$\varphi_{red} = \arctan\left[(I-0,8)\frac{c}{\sigma'_n} + I.\tan\varphi\right] \quad (2)$$

$$I = 1 - \frac{1}{1+\dfrac{c}{\sigma'_n.\tan\varphi}} r_u \quad (3)$$

b. Theo tiêu chuẩn Nhật Bản JRA 2002

Theo [3], các thông số sức chống cắt của đất ở trạng thái tĩnh sẽ được nhân với hệ số chiết giảm D_E để xét đến ảnh hưởng của hóa lỏng (D_E phụ thuộc vào hệ số an toàn chống hóa lỏng F_L, độ sâu z và tỷ số sức kháng cắt động R theo bảng 1).

Bảng 1. Hệ số chiết giảm D_E theo JRA2002

F_L	Độ sâu z (m)	Tỷ số sức kháng cắt động R			
		R ≤ 0,3		R > 0,3	
		Cấp thiết kế động đất 1	Cấp thiết kế động đất 2	Cấp thiết kế động đất 1	Cấp thiết kế động đất 2
$F_L \le 1/3$	$0 \le z \le 10$	1/6	0	1/3	1/6
	$10 < z \le 20$	2/3	1/3	2/3	1/3
$1/3 < F_L \le 2/3$	$0 \le z \le 10$	2/3	1/3	1	2/3
	$10 < z \le 20$	1	2/3	1	2/3
$2/3 < F_L \le 1$	$0 \le z \le 10$	1	2/3	1	1
	$10 < z \le 20$	1	1	1	1

Hệ số an toàn chống hóa lỏng F_L được đánh giá bởi tỷ số:

$$F_L = \frac{R}{L} \tag{4}$$

Tỷ số sức kháng cắt động R:

$$R = c_w R_L \tag{5}$$

Trong đó:

- c_w: hệ số hiệu chỉnh

Động đất loại I: $c_w = 1,0$

Động đất loại II:
$$c_w = \begin{cases} 1,0 & R_L \le 0,1 \\ 3,3R_L + 0,67 & 0,1 < R_L \le 0,4 \\ 2,0 & 0,4 < R_L \end{cases}$$

- R_L: tỷ số ứng suất cắt ba trục tuần hoàn

$$R_L = \begin{cases} 0,0882\sqrt{N_a/1,7} & N_a < 14 \\ 0,0882\sqrt{N_a/1,7} + 1,6\times10^{-6}(N_a - 14)^{4,5} & 14 \le N_a \end{cases}$$

$$N_a = c_1 N_1 + c_2$$

$$N_1 = 170N/(\sigma'_v + 70)$$

$$c_1 = \begin{cases} 1 & 0\% \le FC < 10\% \\ (FC + 40)/50 & 10\% \le FC < 60\% \\ FC/20 - 1 & 60\% \le FC \end{cases}$$

$$c_2 = \begin{cases} 0 & 0\% \le FC < 10\% \\ (FC - 10)/18 & 10\% \le FC \end{cases}$$

Tỷ số ứng suất cắt do động đất L:

$$L = r_d \frac{a_{\max}}{g} \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \quad (6)$$

$$r_d = 1 - 0,015z \quad (7)$$

4. ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH CỤ THỂ

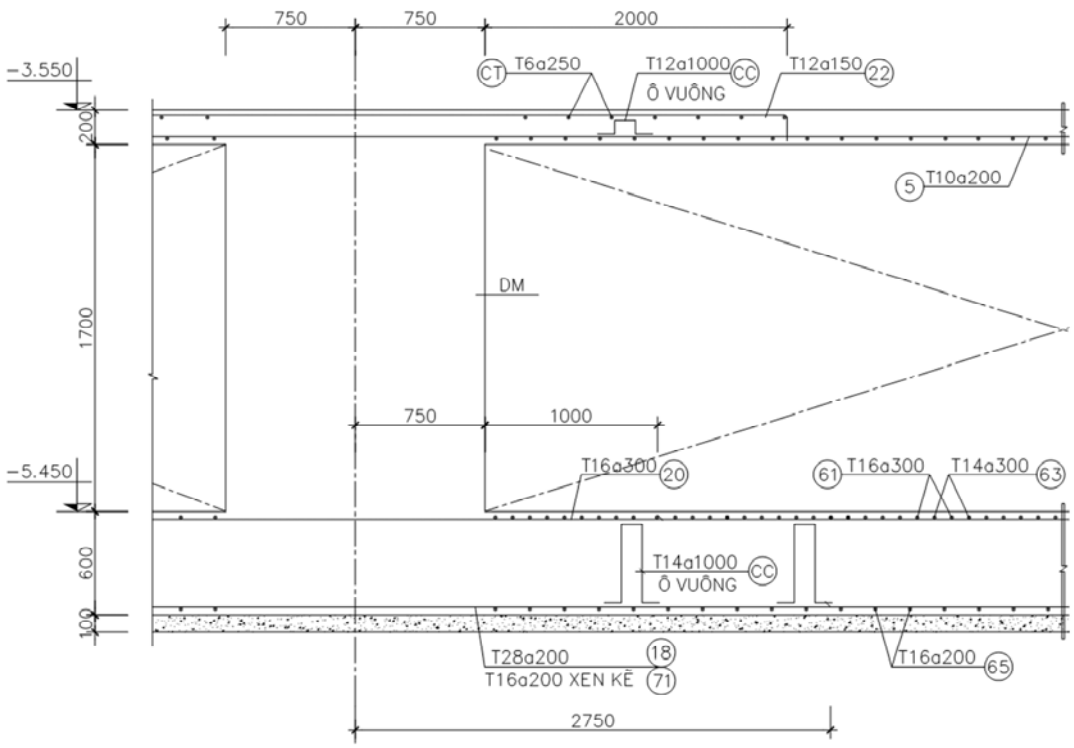
4.1. Giới thiệu công trình

Công trình chung cư Hoa Sen là nhà cao tầng gồm 1 tầng hầm, 11 tầng lầu, 1 tầng kỹ thuật và mái, cao độ sàn hầm là -3,55 m so với cao độ ±0,00.

Kết cấu công trình là kết cấu BTCT toàn khối đổ tại chỗ. Sơ đồ kết cấu là khung giằng, trong đó các vách cứng tại các vị trí thang bộ và thang máy bằng BTCT tăng khả năng chịu tải trọng ngang do gió tác động vào.

Các sàn lầu là sàn BTCT toàn khối đổ tại chỗ có cáp căng sau, chiều dày sàn là 230 mm. Bản sàn đóng vai trò một tấm cứng truyền tải trọng ngang do gió vào lõi cứng và cột trong công trình.

Toàn bộ tải trọng công trình sẽ được truyền xuống hệ móng bè hộp trên nền thiên nhiên. Kích thước móng bè B x L=27,5 m x 84,6 m. Dầm móng kích thước 1.500x2.500 mm, 1.000x2.500 mm, 1.500x1.000 mm, chiều dày bản đáy 600 mm, chiều dày bản nắp 200 mm.



Hình 5. Mặt cắt sàn tầng hầm và móng bè công trình chung cư Hoa Sen

Mục này tiến hành đánh giá sức chịu tải của nền cát trong các điều kiện: tĩnh và chịu tác động của động đất cấp VII, VIII; theo hai phương pháp giải tích và mô phỏng.

4.2. Số liệu địa chất

Công trình được khảo sát với 5 hố khoan có độ sâu đến -60 m. Bảng 2 chỉ giới thiệu số liệu địa chất của lớp đất số 1 và số 2 phục vụ cho tính toán sức chịu tải nền dưới móng bè. Cao độ đáy móng là -6,05 m so với cao độ ±0,00 đặt vào lớp đất số 2 theo số liệu địa chất là lớp cát trạng thái chặt vừa.

Mực nước ngầm tại thời điểm khảo sát nằm ở độ sâu -1 m kể từ mặt đất tự nhiên.

Bảng 2. Số liệu địa chất khu vực quận 1 từ mặt đất đến hết lớp đất số 2

Lớp đất	Độ sâu (m)	γ_{sat} (kN/m^3)	w %	LL %	I_P	φ (độ)	c (kPa)	N (SPT)	FC (%)
1 - Bùn sét	0	16,8	47,3	48,95	22,32	7,4	10,8	0	85,8
	2							2	
	4							2	
	5							2	
2 - Cát pha trạng thái chặt vừa	6	19,8	20,44	23,2	7,4	20,19	12,8	9	29,29
	8							10	
	10							10	
	12							11	
	14							12	

4.3. Kết quả tính toán

Bảng 3. Sức chịu tải của nền tương ứng với từng cấp động đất

Phương pháp tính		Điều kiện	Sức chịu tải của nền (kPa)	Giảm %
Phương pháp giải tích		Tĩnh	346,56	
	Theo Dickenson	Động đất cấp VII	346,56	0%
		Động đất cấp VIII	178,42	49%
	Theo JRA 2002	Động đất cấp VII	346,56	0%
		Động đất cấp VIII	198,87	42,62%
Phương pháp mô phỏng		Tĩnh	870	
		Động đất cấp VII	870	0%
		Động đất cấp VIII	410	52,87%

Trong bảng 3 bên trên, sức chịu tải tính theo giải tích là sức chịu tải thiết kế của nền, sức chịu tải theo phương pháp mô phỏng là sức chịu tải cực hạn của nền.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

1. Sức chịu tải của nền cát dưới móng bè cho địa chất quận 1 giảm khi nền bắt đầu bị hóa lỏng.

- Khi xảy ra động đất cấp VII: nền chưa bị hóa lỏng nên sức chịu tải là không đổi so với điều kiện tĩnh.

- Khi xảy ra động đất cấp VIII: sức chịu tải của nền tính theo Dickenson giảm 49% so với điều kiện tĩnh, tính theo JRA giảm 42,62% so với điều kiện tĩnh. Sức chịu tải của nền khi phân tích bằng phần mềm Plaxis cho kết quả giảm lớn nhất là 52,87%.

2. Công trình chung cư Hoa Sen được thiết kế 11 tầng nổi và 1 tầng hầm đặt trên móng bè. Đáy móng đặt trên lớp cát trạng thái chặt vừa. Với trường hợp tải tĩnh hoặc khi xảy ra động đất đến cấp VII, nền cát dưới móng bè đủ sức chịu tải cho công trình.

Với trường hợp khi xảy ra động đất đến cấp VIII, nền cát dưới móng bè bị hóa lỏng một phần, sức chịu tải giảm 49% theo phương pháp giải tích và giảm 52,87% theo phương pháp mô phỏng. Lúc này nếu vẫn sử dụng móng bè thì công trình chỉ có thể được thiết kế từ 5-6 tầng nổi để đảm bảo sức chịu tải của nền.

5.2. Kiến nghị

Nghiên cứu tiếp theo cần:

1. Mở rộng việc đánh giá sức chịu tải của nền cát hóa lỏng cho các khu vực địa chất khác ở Tp. Hồ Chí Minh.

2. Tính toán độ lún của nền sau hóa lỏng.

3. Bài báo giới hạn việc đánh giá sức chịu tải của nền do hóa lỏng khi động đất vừa kết thúc, cần mở rộng việc đánh giá sức chịu tải của nền do hóa lỏng khi còn động đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Seed, Raymond B., et al. “Recent advances in soil liquefaction engineering: a unified and consistent framework.” in *Proceedings of the 26th Annual ASCE Los Angeles Geotechnical Spring Seminar: Long Beach, CA*. 2003.
2. Kramer, Steven Lawrence. *Evaluation of liquefaction hazards in Washington State*. No. WA-RD 668.1. Washington State Department of Transportation, Office of Research and Library Services, 2008.
3. Japan Road Association. “Specifications for highway bridges.” Japan, 2002.
4. Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng. “TCVN 9386:2012, Thiết kế công trình chịu động đất.” Việt Nam, 2012.

5. Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng. "TCVN 9362:2012, Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình." Việt Nam, 2012.
6. Dickenson, S. E., et al. *Assessment and mitigation of liquefaction hazards to bridge approach embankments in Oregon*. No. FHWA-OR-RD-03-04, 2002.
7. Awad Ali Al-Karni. "Shear Strength Reduction Due to Excess Pore Water Pressure." in *Proceedings of the 4th International Conferences on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics: San Diego, CA*. 2001.
8. Châu Ngọc Ẩn. "Động học đất." Bài giảng Cao học, Trường Đại học Bách khoa TPHCM, 2015.
9. Châu Ngọc Ẩn. "Cơ học đất." Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TPHCM, 2010.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP CẢI TẠO ĐẤT ĐỊA PHƯƠNG BẰNG VÔI KẾT HỢP VẢI ĐỊA KỸ THUẬT LÀM ĐẤT ĐẮP NỀN ĐƯỜNG KHU VỰC TỈNH HẬU GIANG

STUDY ON THE APPROACH TO USING LOCAL EARTH REINFORCED WITH LIME AND GEOTEXTILE FOR ROAD EMBANKMENT IN HAU GIANG PROVINCE

PGS. TS. Võ Phán, KS. Nguyễn Hữu Trung Tín
Trường Đại học Bách Khoa-ĐHQG TP.HCM

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp sử dụng đất sét yếu địa phương đã được cải tạo với vôi để đắp nền đường có trải vải địa kỹ thuật. Bằng thí nghiệm cắt trực tiếp và nén một trục nở hông, nghiên cứu xác định hàm lượng vôi hợp lý nhất về mặt hiệu quả cải tạo đất, từ đó áp dụng vào nền đất đắp để làm giảm hàm lượng vải địa kỹ thuật cần sử dụng. Các hàm lượng vôi được xét đến: 0%, 6%, 8%, 10. Ứng dụng kết quả này vào công trình đường tại Thành phố Vị Thanh - tỉnh Hậu Giang.

ABSTRACT

This paper presents a solution of using local soft clay mixed with lime for road embankment reinforced with geotextile. By using Direct Shear Test and Unconfined Compression Test, with different contents of lime: 0%, 6%, 8%, 10%, the research figures out the optimum content of lime in respect of earth reinforcement efficiency, apply to road embankment to decrease the content of geotextile required. In addition, the author considers to apply this result to a road in Vi Thanh city – Hau Giang province.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, vì nhu cầu khai thác tiềm năng kinh tế và nâng cao đời sống của người dân khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, hệ thống giao thông trong khu vực này đang trên đà phát triển nhanh. Trước nhu cầu tăng cao đó, việc tận dụng đất địa phương làm đất đắp sẽ giúp tiết kiệm đáng kể chi phí và thời gian thi công. Tuy nhiên, do lịch sử hình thành địa chất ở Đồng bằng Sông Cửu Long là bồi tích nên các lớp đất bề mặt ở khu vực này thường là đất yếu, việc sử dụng lớp đất mặt để làm đất đắp nền đường cũng vì thế mà trở nên không khả thi. Vì vậy, nghiên cứu phương pháp gia cường đất ở các khu vực này trở nên một ngày càng thiết yếu. Trong các phương pháp cải tạo đất hiện nay, phương pháp cải tạo đất bằng vôi được đánh giá là hiệu quả nhất về mặt chi phí, đất sau cải tạo sẽ có cường độ cao, tuy nhiên lại có khuyết điểm là sẽ trở thành vật liệu giòn. Để cải thiện khuyết điểm đó của đất trộn vôi, nghiên cứu này xem xét giải pháp kết hợp vải địa kỹ thuật làm vật liệu chịu kéo vào đất đã cải tạo bằng vôi trong việc ổn định đất đắp nền đường.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Thí nghiệm trong phòng: Tiến hành thí nghiệm cắt trực tiếp và nén một trục nở hông của đất trộn với các hàm lượng vôi 6%, 8%, 10%.

- Tính toán và mô phỏng: Sử dụng phần mềm Geo Slope/W để tính toán chiều cao mỗi lớp đất đắp có thể đối với nền đường.

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Nguyên vật liệu chính dùng trong thí nghiệm

Đất dùng cho thí nghiệm thuộc khu vực Thành phố Vị Thanh, tỉnh Hậu Giang với các thông số cơ lý như sau:

Bảng 1. Các thông số cơ lý của đất tự nhiên

Trọng lượng riêng γ_w	Độ ẩm W	Tỷ trọng hạt Gs	Giới hạn chảy W_L	Giới hạn dẻo W_P	Lực dính c	Góc ma sát trong φ	Môđun nén E_{1-2}
kN/m^3	%		%	%	kPa	Độ	kPa
16,31	72,32	2,64	76,40	30,9	4,2	3°20'	2.100

Bảng 2. Hàm lượng thành phần hóa học của vôi dùng trong thí nghiệm (%)

CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO
69,67	12,25	7,78	3,82	0,88

3.2. Kết quả thí nghiệm cắt trực tiếp

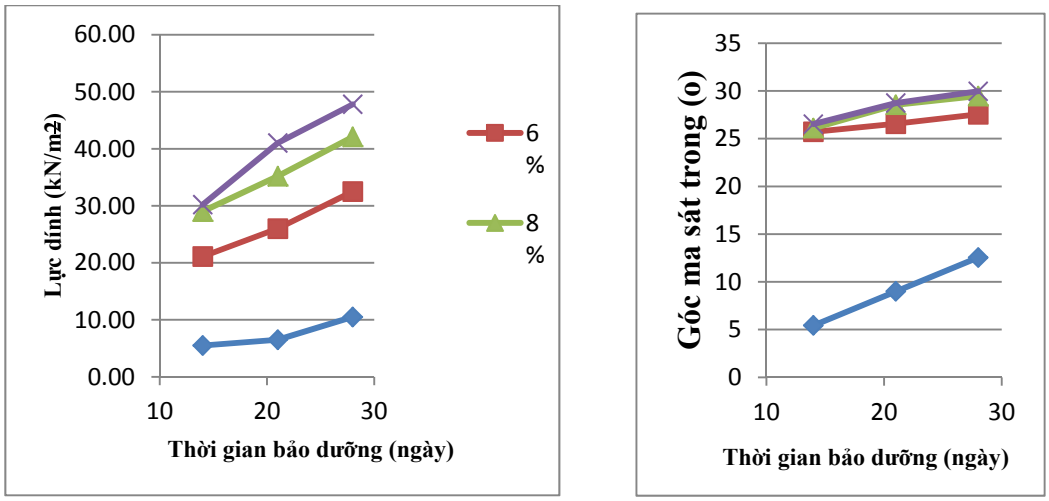
3.2.1 Góc ma sát trong φ và lực dính c của hỗn hợp đất trộn vôi

Bảng 3. Bảng tổng hợp lực dính c của hỗn hợp đất – vôi (kN/m^2)

Vôi (%) / Bảo dưỡng (ngày)	0	6	8	10
	Lực dính c (kN/m^2)			
14	5,5	21,1	29,0	30,2
21	6,5	26,0	35,2	41,0
28	10,6	32,5	42,1	47,8

Bảng 4. Bảng tổng hợp góc ma sát trong φ của hỗn hợp đất – vôi (độ)

Vôi (%) / Bảo dưỡng (ngày)	0	6	8	10
	Góc ma sát trong φ (^{o})			
14	5^{o}26'	25^{o}43'	26^{o}06'	26^{o}32'
21	8^{o}58'	26^{o}33'	28^{o}33'	28^{o}44'
28	12^{o}33'	27^{o}33'	29^{o}28'	29^{o}58'



Hình 1. Biểu đồ quan hệ giữa lực dính c và góc ma sát trong φ với thời gian bảo dưỡng ở các hàm lượng vôi khác nhau

➢ Khi tăng hàm lượng vôi từ 0% đến 8% thì lực dính tăng nhanh, nhưng khi tăng vôi từ 8% đến 10% thì tốc độ tăng của lực dính giảm dần. Góc ma sát trong chỉ tăng mạnh khi tăng hàm lượng vôi từ 0% đến 6%, còn khi tăng hàm lượng vôi từ 6% đến 10% thì tốc độ tăng góc ma sát trong chậm hơn.

➢ Theo thời gian, lực dính c phát triển khá nhanh, còn góc ma sát trong φ thì phát triển chậm hơn. Đáng chú ý là ở đất với hàm lượng vôi 8% và 10%, sự chênh lệch góc ma sát trong là không đáng kể (<2%).

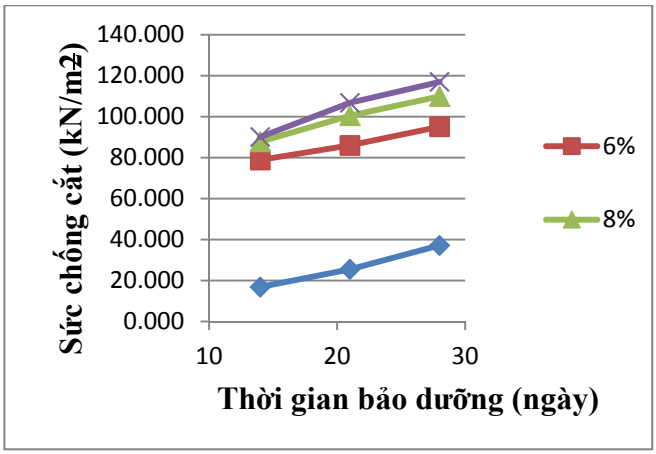
3.2.2. Sức chống cắt của hỗn hợp đất trộn vôi

➢ Việc trộn vôi vào đất có tác dụng cải thiện sức chống cắt của đất rất đáng kể. Đất cải tạo có sức chống cắt cao hơn so với đất tự nhiên từ 460% - 530% ở thời gian bảo dưỡng 14 ngày, từ 330% - 420% ở thời gian bảo dưỡng 21 ngày, từ 250% - 310% ở thời gian bảo dưỡng 28 ngày.

➢ Hàm lượng vôi càng lớn thì sức chống cắt càng lớn. Tuy nhiên, trong khi tăng hàm lượng vôi từ 6% đến 8% sẽ làm sức chống cắt tăng 15,56% thì khi tăng hàm lượng vôi từ 8% đến 10% chỉ làm tăng sức chống cắt 6,46%. Nói cách khác, khi hàm lượng vôi sử dụng vượt quá 8%, hiệu quả của việc trộn vôi giảm dần. Vì vậy, hàm lượng vôi 8% có thể được xem là hàm lượng hiệu quả nhất.

Bảng 5. Bảng tổng hợp sức chống cắt tại cấp áp lực 200 kPa

Vôi (%) / Bảo dưỡng (ngày)	0	6	8	10
	Sức chống cắt S_u (kN/m^2)			
14	16,9	78,9	87,8	90,1
21	25,5	86,0	100,5	106,8
28	37,2	95,1	109,9	117,0

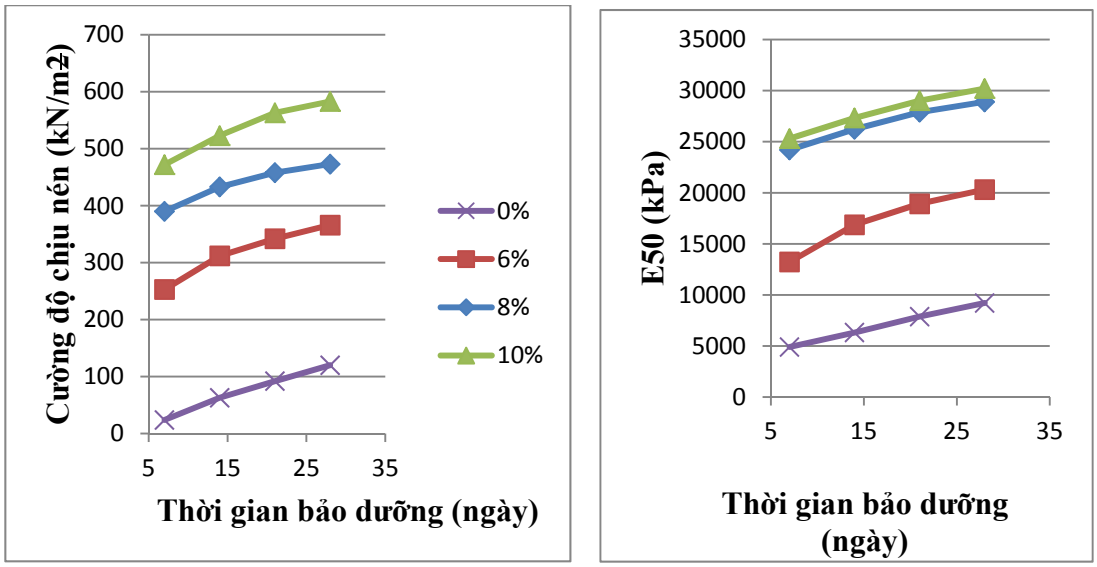


Hình 2. Biểu đồ quan hệ giữa sức chống cắt không thoát nước S_u với thời gian bảo dưỡng ở các hàm lượng vôi khác nhau

3.3. Kết quả thí nghiệm nén đơn

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm nén đơn của mẫu đất trộn vôi

Số hiệu mẫu	Hàm lượng vôi (%)	Thời gian bảo dưỡng (ngày)	Độ ẩm khi nén (%)	Biến dạng phá hoại (%)	Cường độ chịu nén q_u (kN/m^2)	E_{50} (kPa)
N-0007	0	7	68,67	2,92	24	4.900
N-0014	0	14	67,29	2,87	63	6.320
N-0021	0	21	65,72	2,84	92	7.880
N-0028	0	28	64,87	2,79	120	9.210
N-0607	6	7	42,62	2,65	253	13.230
N-0614	6	14	41,02	2,60	312	16.870
N-0621	6	21	39,22	2,54	342	18.920
N-0628	6	28	38,29	2,51	366	20.320
N-0807	8	7	41,23	2,53	390	24.200
N-0814	8	14	39,62	2,48	433	26.220
N-0821	8	21	37,56	2,45	458	27.890
N-0828	8	28	36,21	2,42	473	28.900
N-1007	10	7	39,22	2,51	472	25.310
N-1014	10	14	36,89	2,46	523	27.330
N-1021	10	21	35,24	2,42	563	29.020
N-1028	10	28	34,33	2,37	583	30.210



Hình 3. Quan hệ giữa cường độ chịu nén q_u và E_{50} với thời gian bảo dưỡng ở các hàm lượng vôi khác nhau

➢ Khi hàm lượng vôi tăng lên thì cường độ nén đơn q_u cũng tăng theo. Khi tăng hàm lượng vôi từ 6% lên 8% thì q_u tăng mạnh (tăng 137 kN/m^2, tức 54.1%). Khi tăng hàm lượng vôi từ 8% lên 10% thì q_u tăng chậm hơn (tăng 82 kN/m^2, tức 21.0%). Điều này cho thấy khi hàm lượng vôi vượt quá 8% thì hiệu quả cải tạo đất của vôi giảm dần.

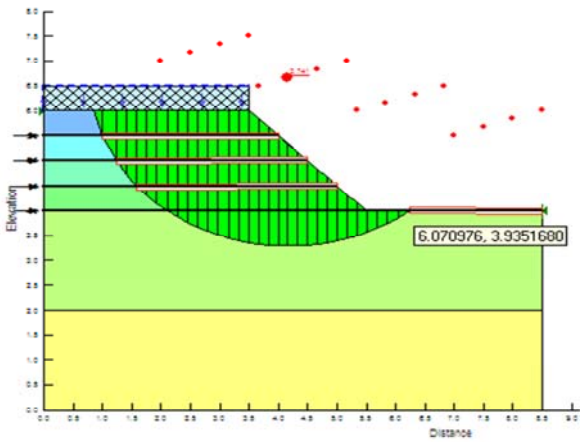
➢ Module biến dạng E_{50} của đất trộn vôi hàm lượng 8% gần bằng với hàm lượng 10%. Điều này, một lần nữa, khẳng định thêm cho nhận định 8% là hàm lượng vôi hợp lý nhất cho việc cải tạo đất.

4. ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CHO NỀN ĐẤT ĐẮP KHI XỬ LÝ BẰNG GIẢI PHÁP GIA CƯỜNG VÔI KẾT HỢP VẢI ĐỊA KỸ THUẬT

Từ các kết quả thí nghiệm tác giảtiến hành mô phỏng bài toán đắp nền đường bằng đất có gia cường trên phần Geo Slope/W để phân tích ổn định cho công trình đường nối Quốc lộ 61B với Trung tâm Hành chính Thành phố Vị Thanh, tỉnh Hậu Giang. Nền đất đắp đường cao 4 m, đắp nhiều lớp có gia cường bằng vải địa kỹ thuật.

Bảng 7. Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý các lớp đất

Ký hiệu	Đơn vị	Đất tự nhiên	Đất trộn vôi 8% (giá trị thí nghiệm)
γ_w	kN/m^3	16,3	17,5
φ	^{o}	03^{o}20'	29^{o}46'
c	kN/m^2	4,2	42,1
q_u	kN/m^2	24	473



Hình 4. Kết quả tính toán ổn định bằng phần mềm Slope/W

Bảng 8. Bảng tổng hợp hệ số an toàn với các chiều cao đắp khác nhau

Bề dày một lớp (m)	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
FS (đất tự nhiên)	1,124	1,180	1,254	1,357	1,462
FS (đất trộn vôi 8%)	1,365	1,427	1,498	1,593	1,702

➢ Để FS > [FS] = 1.4 (Bishop), nếu sử dụng đất tự nhiên có vải địa kỹ thuật thì chiều dày mỗi lớp đất đắp không được quá 0,4 m. Tức để đắp nền đường cao 4 m, ta cần 10 lớp đất đắp, sử dụng 8 lớp vải địa kỹ thuật.

➢ Trong khi đó, nếu sử dụng đất đã được cải tạo với hàm lượng vôi bột là 8% thì chiều cao mỗi lớp đất đắp có thể là 0,7 m. Tức để đắp nền đường cao 4 m, ta cần 6 lớp đất đắp, chỉ sử dụng 4 lớp vải địa kỹ thuật.

5. KẾT LUẬN

1. Qua quá trình thí nghiệm và mô phỏng đối với loại đất yếu bề mặt ở khu vực thành phố Vị Thanh, tỉnh Hậu Giang thì hàm lượng vôi thích hợp để làm tăng cường độ của đất là 8%.
2. Đất được cải tạo với hàm lượng vôi 8% gia tăng sức kháng cắt đáng kể: lực dính c tăng 401% (từ 10,5 kN/m^2 lên 42,1 kN/m^2), góc nội ma sát φ tăng 234% (từ 12,54^o lên 29,47^o).
3. Đất cải tạo vôi 8% cũng gia tăng cường độ chịu nén đơn: q_u tăng 394% (từ 120 kN/m^2 lên 473 kN/m^2).
4. Khi đắp nền đường cao 4 m có kết hợp vải địa kỹ thuật, để đạt được hệ số an toàn FS > [FS] = 1,4 (theo Bishop), mỗi lớp đất dắp chỉ dày tối đa 0,4 m đối với đất tự nhiên, hoặc mỗi lớp đất đắp dày 0,7 m đối với đất đã được cải tạo bằng vôi 8%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Phán, Phan Lưu Minh Phượng. Cơ học đất. Nhà xuất bản Xây dựng, 2011.
2. Châu Ngọc Ẩn. Cơ học đất. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
3. 22 TCN – 211 - 06, " Áo đường mềm – Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế."
4. Locat J., Bérubé M., Choquet M. "Laboratory investigations on the lime stabilization of sensitive clays: shear strength development". *Groupe de recherche en géologie de I'ingénieur, Département de géologie*, Université Laval, Sainte-Foy (Québec), 1989.
5. Kaur, P., & Singh, G. "Soil improvement with lime". *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSRJMCE)*, 2012.
6. Negi, A. S., Faizan, M., Siddharth, D. P., & Singh, R. (2013). "Soil stabilization using lime". *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology ,* vol.2, no.2, 2013.
7. Bergado, D. T., Anderson, L. R., Miura, N., and Balasubramaniam, A. S.. *Soft ground improvement*, ASCE Press, 1996.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP GIA CỐ ĐẤT BẰNG XI MĂNG KẾT HỢP VẢI ĐỊA KỸ THUẬT ĐỂ ĐẮP ĐƯỜNG

RESEARCH ON THE METHOD OF SOFT SOIL IMPROVEMENT FOR ROAD EMBANKMENT WITH CEMENT AND GEOTEXTILE

PGS. TS. Võ Phán và KS. Nguyễn Tấn Thành
Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP. HCM

TÓM TẮT

Nội dung bài báo nghiên cứu khả năng cải tạo đất yếu khu vực tỉnh Trà Vinh bằng xi măng có gia cường vải địa kỹ thuật để đắp đường. Bằng thí nghiệm cắt trực tiếp và nén một trục nở hông với các hàm lượng xi măng thích hợp. Xi măng sử dụng loại PCB40, các hàm lượng xi măng được xét đến: 6%, 8%, 10%. Ứng dụng của hỗn hợp vật liệu này vào đắp đường có gia cường vải địa kỹ thuật tại Khu kinh tế Định An - Huyện Duyên Hải - Trà Vinh.

ABSTRACT

Contents of research papers capable Ground Improvement Area Tra Vinh province have reinforced cement geotextile to line up. By direct shear test and unconfined compression with appropriate cement content. Cement used PCB40 types, the cement content be taken into account: 6%, 8%, 10%. Application of the mixed material in road embankment reinforcement geotextile Dinh An economic zone - Coastal District - Tra Vinh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay cùng với sự phát triển kinh tế của đất nước, nhu cầu phát triển về cơ sở hạ tầng rất lớn và cấp thiết. Phần lớn các công trình được xây dựng trên nền đất hình thành một cách tự nhiên trong những môi trường khác nhau. Do nền đất tự nhiên một số khu vực chưa đáp ứng được yêu cầu chịu tải, biến dạng lún và ổn định của các công trình nhưng việc thay thế đất yếu đó bằng loại đất thích hợp thì lại rất tốn kém. Vì vậy, để tiết kiệm chi phí, các giải pháp gia cường cho đất tự nhiên cần được quan tâm.

Tại các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long, các công trình giao thông đường bộ đều được đắp bằng đất địa phương, do không đủ thời gian cố kết nên rất dễ bị trượt, lở do tải trọng bản thân, mưa lũ. Do đó, gia cố xi măng kết hợp vải địa kỹ để đắp đường nhằm tăng cường độ của đất và tăng tính ổn định của nền đường; đáp ứng yêu cầu kinh tế kỹ thuật.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thực hiện các thí nghiệm trong phòng: nén đơn, cắt trực tiếp với các hàm lượng xi măng: 6%, 8%, 10%, và đất. Sử dụng xi măng Pooclăng đa dụng Holcim PCB40.

Tính toán và mô phỏng: Sử dụng phần mềm Geo Slope/W và Plaxis để tính toán ổn định nền đường.

3. THÍ NGHIỆM VÀ KẾT QUẢ

3.1. Nguyên vật liệu dùng trong thí nghiệm

3.1.1. Đất dùng trong thí nghiệm

Đất dùng cho thí nghiệm thuộc khu vực huyện Duyên Hải - tỉnh Trà Vinh với các thông số cơ lý như sau:

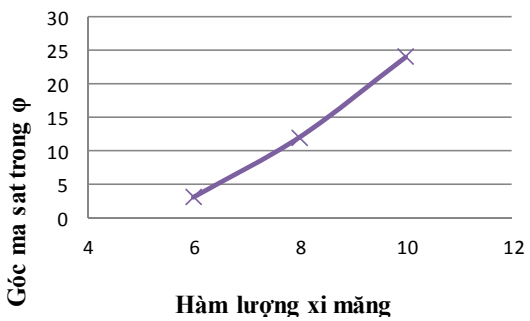
Bảng 1. Các thông số cơ lý của đất yếu xác định trong phòng thí nghiệm.

Dung trọng ướt γ_w	Độ ẩm W	Tỷ trọng Gs	Chỉ số dẻo I_P	Dung trọng khô γ_d	Lực dính c	Góc ma sát trong φ	Sức kháng q_u	Mô đun E_{50}
kN/m^3	%		%	kN/m^3	kPa	Độ	$kN//m^2$	kPa
15,2	74,15	2,64	21,4	8,7	5,5	$4^0 58'$	143	1.270

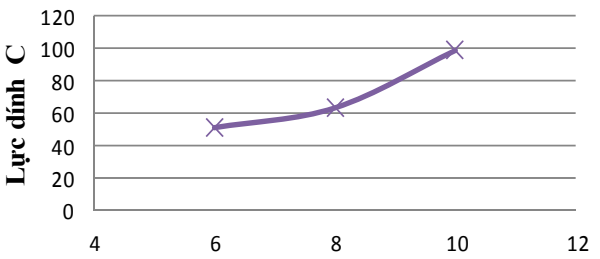
3.1.2. Kết quả thí nghiệm cắt trực tiếp

Bảng 2. Bảng tổng hợp của hỗn hợp đất – xi măng.

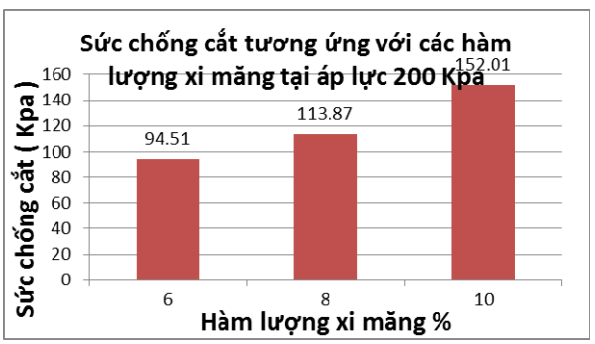
Xi măng %	Góc ma sát trong (độ)	Lực dính c (kN/m^2)	Sức chống cắt (kN/m^2)
6	$05^0 48'$	50,955	94,51
8	$12^0 04'$	63,196	113,87
10	$24^0 11'$	98,779	152,01



Hình 1. Biểu đồ quan hệ góc ma sát trong và hàm lượng xi măng



Hình 2. Biểu đồ quan hệ lực dính và hàm lượng xi măng



Hình 3. Biểu đồ quan hệ sức chống cắt theo hàm lượng xi măng tại cấp áp lực 200 Kpa.

3.2. Thí nghiệm nén đơn (ASTM D2166)

Kết quả thí nghiệm nén đơn

Bảng 3. Bảng tổng hợp của hỗn hợp đất – xi măng.

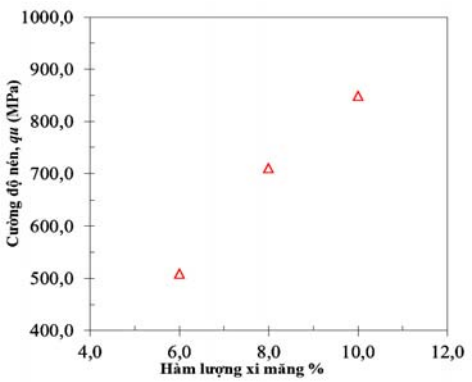
Xi măng %	Sức kháng nén đơn q_u (kN/m^2)	Module E_{50} (kPa)	Biến dạng phá hoại ε (%)	Dung trọng γ (kN/m^3)	Độ ẩm W (%)
6	509,702	7.346	0,42	15,7	21,43
8	710,337	10.237	0,41	15,9	27,35
10	849,222	12.239	0,35	16,0	22,37

4. ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG ĐẮP SAU KHI GIA CỐ XI MĂNG KẾT HỢP VẢI ĐỊA KỸ THUẬT

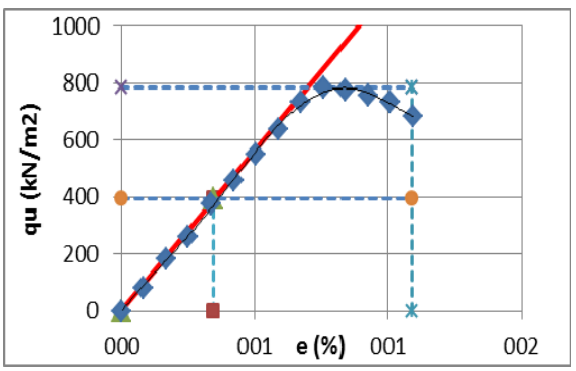
4.1. Số liệu địa chất

Bảng 4. Các thông số địa chất

Tính chất cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp đất	
			Lớp Sét dẻo mềm	Lớp Bùn sét chảy
+ Độ ẩm tự nhiên	ω	%	43,28	74,15
+ Dung trọng tự nhiên	γ_w	g/cm^3	1,74	1,52
+ Dung trọng khô	γ_d	g/cm^3	1,22	0,87
+ Góc nội ma sát	φ	độ	12^{0}42’	04^{0}58’
+ Lực dính	c	kg/cm^2	0,226	0,055



Hình 4. Biểu đồ quan hệ hàm lượng xi măng và sức kháng nén đơn q_u



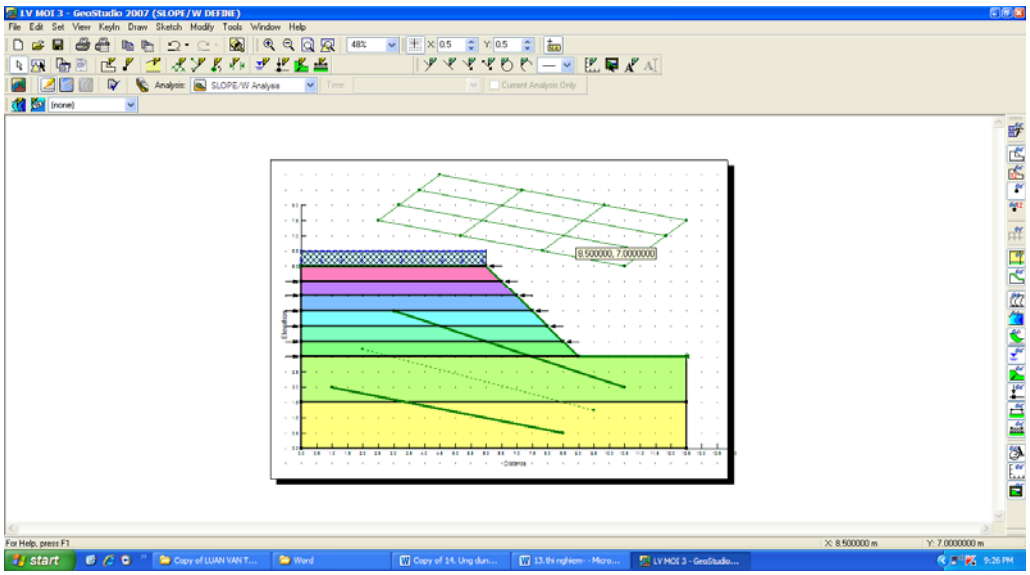
Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữa hàm lượng xi măng và module E_{50}

4.2. Tính toán ổn định cho công trình đắp bằng đất tự nhiên

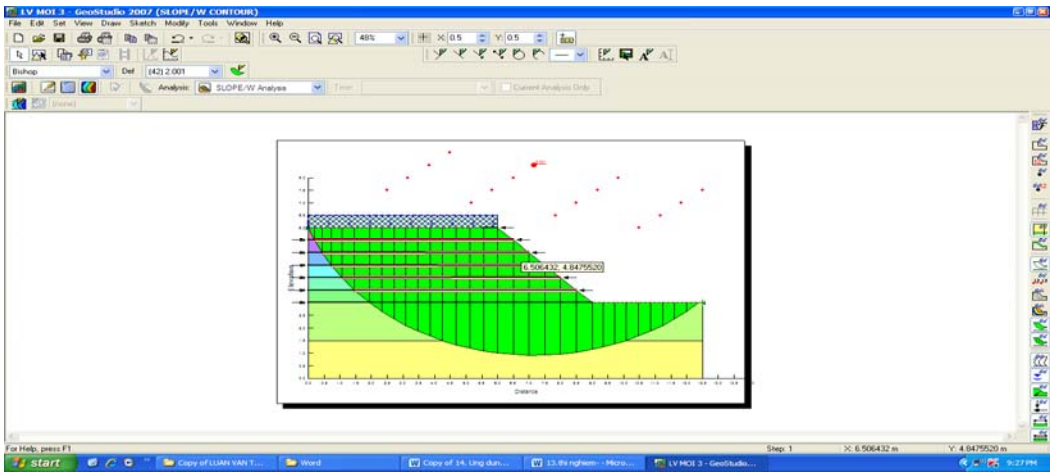
4.2.1. Phân tích bằng phần mềm SLOPE/W

Phần mềm sử dụng để tính toán là Geo Studio 2007 - Slope/W. Hệ số ổn định cho phép [FS] = 1,4.

Gia cố xi măng kết hợp vải địa kỹ thuật



Hình 6. Mô hình bài toán đắp bằng đất sau khi gia cố xi măng kết hợp vải địa kỹ thuật trong Geo Slope.



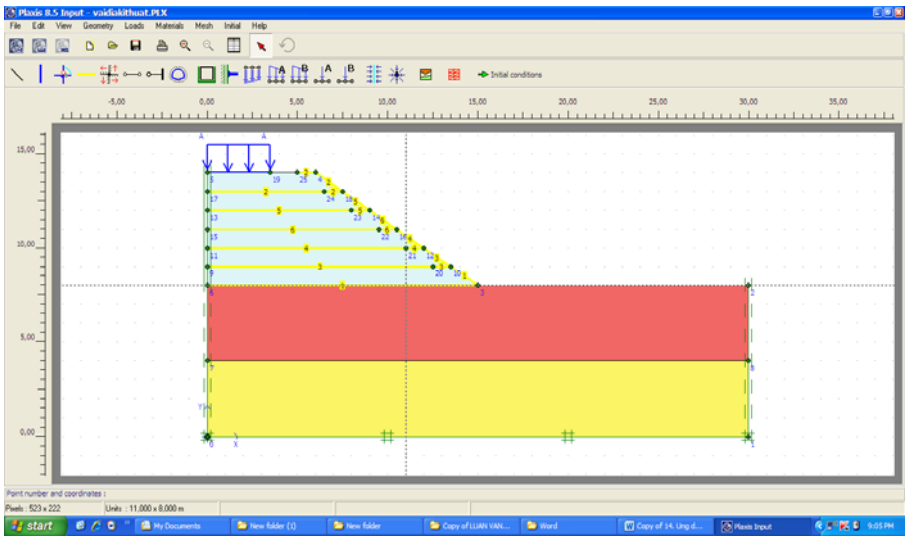
Hình 7. Mô hình bài toán đắp bằng đất sau khi gia cố xi măng kết hợp vải địa kỹ thuật trong Geo Slope

4.2.2. Phân tích bằng phần mềm Plaxis 8.5

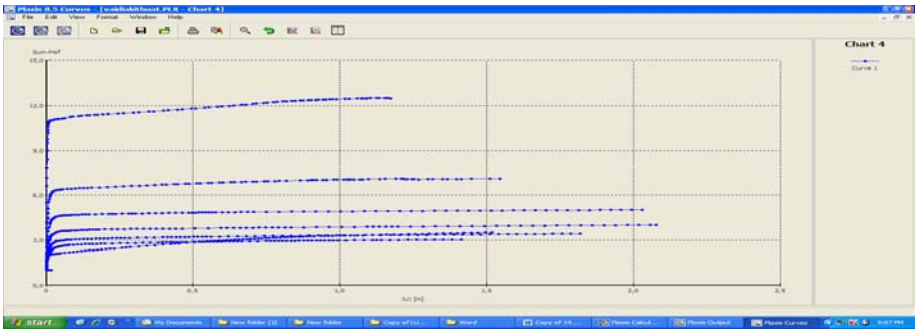
Nhằm tìm ra chiều cao đắp tối đa, chịu được tải trọng xe 19 kN/m^2 mà không bị trượt nếu sử dụng đất gia cường xi măng 10%.

Sử dụng phương pháp phân tích Plastic Analysic và Phi/c reduction. [FS] = 1,4

Gia cố xi măng kết hợp vải địa kỹ thuật



Hình 8. Mô hình Plaxis khi đắp bằng đất gia cường xi măng kết hợp vải địa kỹ thuật



Hình 9. Kết quả Plaxis khi đắp bằng đất gia cường xi măng kết hợp vải địa kỹ thuật

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Như vậy, bằng các thí nghiệm trong phòng và thử nghiệm trên mô hình, có thể rút ra một số kết luận về đất yếu khu vực huyện Duyên Hải – tỉnh Trà Vinh khi gia cường với xi măng, như sau:

1. Hàm lượng xi măng 10% khi gia cường vào đất có hiệu quả tăng sức kháng cắt cao nhất: C tăng 1.795 % (từ 5,5 kPa lên 98,779 kPa), φ tăng 526% (từ $4^0 58'$ lên $24^0 11'$).
2. Hàm lượng xi măng 10% khi gia cường vào đất có hiệu quả tăng sức kháng nén đơn q_u cao nhất: 501 % (từ 169,3 kN/m^2 lên 849,2 kN/m^2).
3. Hàm lượng xi măng 10% khi gia cường vào đất có hiệu quả tăng module E_{50} nhiều nhất: 963 % (từ 12,7 kPa lên 122,36 kPa).

4. Sau khi đắp đường tường lớp với các lớp đất trộn xi măng kết hợp vải địa kỹ thuật thì nền đường đắp ổn định.

5.2. Kiến nghị

Trong quá trình nghiên cứu, có một số vấn đề cần lưu ý khi áp dụng thi công thực tế:

1. Độ ẩm đầm chặt tốt nhất khi thi công.
2. Hệ số an toàn là 1.42 với các điều kiện thí nghiệm trong phòng là lý tưởng. Nhưng ngoài thực tế công trình còn ảnh hưởng nhiều yếu tố môi trường, điều kiện thi công,… Vì thế chỉ nên đắp tối đa là 2,5 m cho công trình áp dụng loại vật liệu này thì mới đảm bảo tính ổn định cho nền đắp đường.
3. Các kết quả trong nghiên cứu chỉ nên được sử dụng ở vùng Duyên Hải – Trà Vinh hoặc các vùng địa chất tương tự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tạp chí khoa học hàng hải Số 23 – 8/2010.
2. TCVN 9844: Yêu cầu thiết kế, thi công và nghiệm thu vải địa kỹ thuật trong xây dựng nền đắp trên đất yếu.
3. Võ Phán, Công trình trên đất yếu, 2011.
4. TCVN 9403: 2012 Gia cố nền đất yếu – Phương pháp trụ đất xi măng.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

THIẾT LẬP BẢNG TÍNH LÚN NỀN ĐẤT YẾU DƯỚI NỀN ĐƯỜNG Ở KHU VỰC THÀNH PHỐ VỊ THANH – TỈNH HẬU GIANG

SET UP TABLE CALCULATION SOFT SOIL SUBSIDENCE IN THE CITY IN THE BACKGROUND ROAD VT - HAU GIANG PROVINCE

PGS. TS. Võ Phán và KS. Nguyễn Thanh Dũng
Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP.HCM

TÓM TẮT

Thành phố Vị Thanh thuộc tỉnh Hậu Giang là vùng có nền đất yếu. Nhưng cùng với quá trình công nghiệp hóa hiện đại hóa đất nước tỉnh Hậu Giang cũng xây dựng nhiều công trình giao thông trọng điểm, huyết mạch, nhằm phát triển nền kinh tế tỉnh nhà. Từ đó lập bảng tra kết quả tính lún (có so sánh độ lún của các đơn vị thiết kế khác) và đề xuất công thức tính lún tại thành phố Vị Thanh phục vụ cho bước lập dự án đầu tư là rất thiết thực và tiết kiệm kinh phí cho các dự án. Giúp cho cơ quan chức năng có thể ước lượng được kết quả lún nền đường, kiểm tra sơ bộ kinh phí đầu tư và phương án xử lý nền đất yếu.

ABSTRACT

Vi Thanh City in Hau Giang Province is the region with soft soil. But along with the process of industrialization and modernization of the country Hau Giang province also built many key transportation projects, the lifeblood, to develop the province's economy. Since then tabulated subsidence calculation results (which compares the settlement of other design units) and the formula proposed settlement in the city of Vi Thanh cater to step up investment project is very practical and more save funds for the project. Enables authorities to estimate results roadbed subsidence, preliminary examination of investment funding and plans for dealing with soft soil.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thành phố Vị Thanh thuộc tỉnh Hậu Giang là một tỉnh nghèo, tuy nhiên cùng với quá trình công nghiệp hóa hiện đại hóa đất nước cũng được Nhà nước xây dựng nhiều công trình giao thông trọng điểm, huyết mạch, nhằm phát triển nền kinh tế tỉnh nhà, đảm bảo an ninh quốc phòng và nâng cao đời sống vật chất cũng như tinh thần của nhân dân trong tỉnh.

Hiện nay một số dự án đầu tư có quy mô nhỏ, kinh phí hạn chế, số lượng lỗ khoan trong bước lập dự án đầu tư còn thưa. Do đó, số liệu đầu vào để tính lún nền đường không đủ khái quát hết toàn tuyến, dẫn đến kết quả tính toán sai lệch lớn so với thực tế.

Nghiên cứu để lập bảng tra kết quả tính lún cũng nhằm giúp cho việc quản lý, đầu tư xây dựng, khai thác mạng lưới giao thông vận tải đường bộ đạt hiệu quả cao, đáp ứng được mục tiêu, nhiệm vụ quy hoạch đề ra.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ MÔ HÌNH ĐẤT NỀN

Tổng hợp các số liệu về tính toán lún và sử dụng phần mềm phổ biến Excel kết hợp Visual Basic để tính toán độ lún.

Sử dụng phương pháp thực nghiệm, phương pháp lý thuyết và thống kê toán học để xử lý số liệu.

So sánh kết quả tính toán độ lún giữa bảng tra và kết quả tính toán độ lún của các đơn vị thiết kế khác.

3. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN

Để có tính thiết thực, trong luận văn này lựa chọn phương pháp dự báo độ lún tổng cộng S. Đây cũng là phương pháp tính lún được lựa chọn trong qui trình 22TCN 262-2000 "Qui trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu".

Phải tính toán dự báo được độ lún tổng cộng S kể từ khi bắt đầu đắp nền cho đến khi lún hết hoàn toàn để đắp phòng lún. Khi tính toán độ lún tổng cộng nói trên thì tải trọng gây lún phải xét đến chỉ gồm tải trọng nền đắp thiết kế bao gồm cả phần đắp phản áp (nếu có), không bao gồm phần đắp gia tải trước (nếu có) và không xét đến tải trọng xe cộ.

3.1. Tính độ lún cố kết S_c

Độ lún cố kết S_c được tính theo:

$$S_c = \sum_{i=1}^{n} \frac{\Delta h_i}{1+e_{1i}} \left[C_{ri}.\log(\frac{\sigma_{pi}}{\sigma_{vi}}) + C_{ci}.\log(\frac{\sigma_{zi}+\sigma_{vi}}{\sigma_{pi}}) \right] \qquad (1)$$

Chiều sâu vùng đất yếu bị lún dưới tác dụng của tải trọng đắp hay phạm vi chịu ảnh hưởng của tải trọng đắp z_a được xác định theo điều kiện:

$$\sigma_{za} = 0{,}15.\sigma_{vza}$$

Như vậy việc phân tầng lấy tổng để tính độ lún tổng cộng chỉ thực hiện đến độ sâu z_a nói trên và đó cũng là độ sâu cần thăm dò khi tiến hành khảo sát địa kỹ thuật vùng đất yếu.

3.2. Dự tính độ lún tổng cộng S

Độ lún tổng cộng S được dự đoán theo quan hệ kinh nghiệm: S = m.Sc.

Với m =1,1 ÷ 1,4; nếu có các biện pháp hạn chế đất yếu bị đẩy trồi ngang dưới tải trọng đắp (như có đắp phản áp hoặc rải vải địa kỹ thuật...) thì sử dụng trị số m = 1,1; ngoài ra chiều cao đắp càng lớn và đất càng yếu thì sử dụng trị số m càng lớn.

3.3. Trình tự tính toán lún nền đắp trên đất yếu

Để tính độ lún tổng cộng S thì phải tính được độ lún cố kết S_c, tức là phải xác định được các thông số và trị số tính toán trong biểu thức, trong đó trị số σ_{zi} phụ thuộc vào tải trọng đắp, tải trọng này bao gồm cả phần đắp lún vào trong đất yếu S. Vì lúc đầu chưa biết S, do vậy quá trình tính lún là quá trình lặp thử dần theo trình tự sau:

- Giả thiết độ lún tổng cộng S_{gt} (thường giả thiết S_{gt} = 5-10% bề dày đất yếu hoặc chiều sâu vùng đất yếu chịu lún za; nếu là than bùn lún nhiều thì có thể giả thiết Sgt =20-30% bề dầy nói trên);

- Tính toán phân bố ứng suất σ_{zi} theo toán đồ Osterberg với chiều cao nền đắp thiết kế có dự phòng lún $H'_{tk} = H_{tk} + S_{gt}$ (H_{tk} là chiều cao nền đắp thiết kế: nếu đắp trực tiếp thì kể từ mặt đất thiên nhiên khi chưa đắp đến mép vai đường; nếu có đào bớt đất yếu thì kể từ cao độ mặt đất yếu sau khi đào);

- Với tải trọng đắp H'_{tk} tính toán độ lún cố kết Sc theo biểu thức tùy trường hợp:

- Nếu S_c tính được thoả mãn điều kiện tức là $S_c = S_{gt}/m$ thì chấp nhận kết quả và như vậy đồng thời xác định được S_c và $S = S_{gt}$;

- Nếu không thoả mãn điều kiện nói trên thì phải giả thiết lại S và lặp lại quá trình tính toán...

Chiều cao nền đắp thiết kế có dự phòng lún H'_{tk} được xác định là: $H'_{tk} = H_{tk} + S$

Như vậy, cao độ nền đắp trên đất yếu phải thiết kế cao thêm một trị số S để dự phòng lún. Bề rộng nền đắp tại cao độ ứng với chiều cao H'_{tk} phải bằng bề rộng nền đắp thiết kế.

3.4. Về độ lún cho phép của kết cấu áo đường

Trong trường hợp kết cấu áo đường trên đoạn nền đường qua vùng đất yếu có khả năng phát sinh độ lún lớn và kéo dài thì phải bảo đảm các yêu cầu thiết kế sau đây về độ lún cho phép:

Sau khi thi công xong kết cấu áo đường, độ lún cố kết cho phép còn lại trong thời hạn thiết kế 15 năm tính từ khi đưa kết cấu áo đường vào khai thác sử dụng tại tim đường được qui trình 22TCN 262-2000 "Qui trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu"

Độ lún cố kết của kết cấu áo đường ở đây cũng chính bằng độ lún cố kết của nền đường đắp trên đất yếu;

4. SO SÁNH KẾT QUẢ TÍNH BẰNG BẢNG TRA VÀ ĐƠN VỊ TƯ VẤN KHÁC TÍNH

*** Tuyến đường nối Vị Thanh – Cần Thơ**

Đoạn tuyến Km10+000 – Km47+020 nằm trong dự án Tuyến đường nối Vị Thanh – Cần Thơ do Công ty Tư vấn & Khảo Sát Thiết Kế Xây dựng BQP thực hiện bước thiết kế kỹ thuật và thi công. Dưới đây luận văn sẽ lấy mặt cắt tính toán tại lý trình Km12+400 để làm ví dụ điển hình kiểm tra bảng tính.

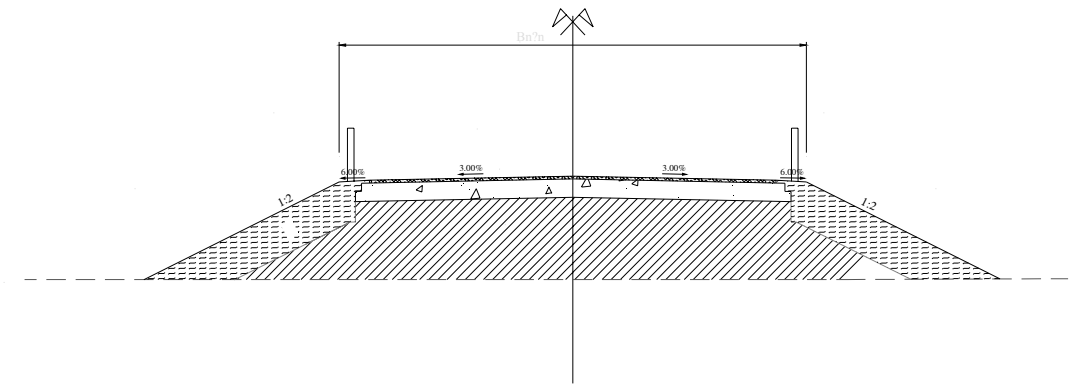
- Tên dự án: Tuyến đường nối Vị Thanh – Cần Thơ;
- Địa điểm: đi qua địa phận Vị Thanh, Châu Thành A, Vị Thủy;
- Qui mô: Mặt cắt ngang nền đường giai đoạn 1 mỗi chiều xe rộng 12 m;

- Vận tốc thiết kế: V_{tk} = 80 km/h;
- Tổng chiều dài của dự án L = 37 km;

Tổng khối lượng khoan cho dự án gần 170 lỗ khoan (gồm cả phần tuyến và phần cầu) do đơn vị Công ty Tư vấn & Khảo Sát Thiết Kế Xây dựng BQP thực hiện.

4.1. Các thông số tính toán cho chiều cao nền đắp tại lý trình Km12+400

Mặt cắt ngang điển hình nền mặt đường



- Bề rộng nền đường B1 = 12 m
- Độ dốc mái taluy 1:m = 1:2
- Dung trọng riêng của đất đắp $\gamma_đ$ = 18 KN/m^3
- Số lớp đất 1 lớp

Loại đất	Bề dày (m)	Dung trọng (KN/m^3)	C_c	C_s	P_c(KN/m^2)	e_0
Bùn sét	27	16,5	0,415	0,105	4,8	1,499

- Cao độ mực nước ngầm MNN = 0,0 m
- Ảnh hưởng đẩy nổi Xét
- Hệ số m để tính độ lún tổng cộng m = 1,2
- Độ lệch điểm tính lún so với tim X = 0,0 m
- Bề dày phân lớp h_i = 1,0 m

4.2. Kết quả tính lún nền đường theo hồ sơ xuất của đơn vị thiết kế

Bảng Tổng hợp kết quả tính lún nền đường đoạn Km12+400

Lý trình	Chiều cao đắp $H_đ$ (m)	Hệ số cố kết trung bình $C_{vtb}x10^{-3}$(cm^2/s)	Kết quả lún S (m)
Km12+400	2,52	0,419	0,948

4.3. Áp dụng bảng tra cho các trường hợp nền đắp tại lý trình Km12+400

Với các thông số cố định: bề rộng nền đường (B1), độ dốc mái taluy (1:m), dung trọng đất đắp ($\gamma_đ$), hệ số (m), ảnh hưởng mực nước ngầm, chiều dày đất yếu ($h_đ$), dung trọng đất yếu (γ), hệ số rỗng (e_0),... tại mục 4.1 như trên là thỏa mãn các thông số đầu vào của bảng tra. Bây giờ ta sẽ dựa vào các thông số biến thiên để tra bảng:

- $H_đ$ = 2,52 (chọn tương đối $H_đ$ = 2,50)
- C_{vtb} = 0,419 (chọn C_{vtb} = 0,4)

Với $H_đ$ = 2,50 và C_{vtb} = 0,4 ta sẽ tra theo bảng bên dưới:

Cc, Cs	Pc KN/m^2)	4	5	6	7	8
Cc=0.30	**Cs=0,04**	15,4 0,641	13,1 0,543	10,8 0,447	8,9 0,370	7,4 0,309
	Cs=0,05	15,8 0,656	13,5 0,561	11,3 0,469	9,5 0,394	8,0 0,334
	Cs=0,08	16,8 0,698	14,8 0,616	12,8 0,533	11,2 0,465	9,9 0,411
Cc=0.40	**Cs=0,05**	22,0 0,916	18,7 0,775	15,2 0,632	12,4 0,515	10,2 0,423
	Cs=0,07	22,8 0,947	19,6 0,814	16,3 0,679	13,6 0,567	11,5 0,477
	Cs=0,10	23,9 0,992	21,0 0,872	18,0 0,749	15,5 0,644	13,5 0,560
Cc=0.50	**Cs=0,06**	29,6 1,231	25,1 1,043	20,5 0,850	16,4 0,680	13,2 0,550
	Cs=0,08	30,4 1,263	26,1 1,084	21,7 0,900	17,7 0,735	14,6 0,607
	Cs=0,13	32,3 1,344	28,5 1,187	24,7 1,026	21,0 0,875	18,2 0,754
Cc=0.60	**Cs=0,08**	38,7 1,607	33,0 1,371	27,2 1,130	21,6 0,900	17,3 0,721
	Cs=0,10	39,5 1,641	34,0 1,415	28,5 1,184	23,1 0,960	18,9 0,784
	Cs=0,15	41,5 1,726	36,7 1,524	31,7 1,317	26,8 1,112	22,7 0,944
Cc=0.70	**Cs=0,09**	48,5 2,015	41,5 1,725	34,3 1,426	27,0 1,123	21,3 0,884
	Cs=0,12	49,8 2,068	43,2 1,794	36,3 1,511	29,4 1,223	23,7 0,986
	Cs=0,18	52,3 2,174	46,5 1,931	40,4 1,680	34,3 1,425	28,8 1,197

- C_c = 0,435 (chọn lấy C_c = 0,4)
- C_s = 0,105 (chọn lấy C_s = 0,10)
- P_c = 4,8 (chọn lấy P_c = 5)

Với C_c = 0,4, C_s = 0,10, P_c = 5 tra bảng ta có được:

- Độ lún tổng cộng S = 0,872 (m), sai khác với kết quả ở bảng trên một giá trị chênh lệch Δ = 0,948-0,872 = 0,076 m = 7,6 cm.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

*** Kết luận**

Qua kết quả nghiên cứu về lý thuyết và tính toán thì bước đầu Luận văn rút ra những kết luận sau đây:

1. Đối với đất tại một số khu vực trên địa bàn tỉnh Hậu Giang, ta có $\sigma_{zi} \geq \sigma_{pi} - \sigma_{vi}$ nên các công trình cầu đường trên địa bàn thành phố Vị Thanh ứng dụng tính lún theo công thức:

$$S_c = \sum_{i=1}^{n} \frac{\Delta h_i}{1 + e_{1i}} \left[C_{ri} . \log(\frac{\sigma_{pi}}{\sigma_{vi}}) + C_{ci} . \log(\frac{\sigma_{zi} + \sigma_{vi}}{\sigma_{pi}}) \right]$$

2. Độ lún cố kết còn lại lớn nhất trong thời hạn 15 năm kể từ khi đưa kết cấu áo đường vào khai thác S_c tương ứng với các chiều cao đắp khác nhau được thống kê trong bảng sau:

Bảng 1. Tổng hợp tính lún tương ứng với chiều cao đất đắp cho thành phố Vị Thanh

$H_đ$ (m)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
S_c (m)	0,384	0,668	0,855	0,963	1,034

3. Đối với người thiết kế, sơ bộ đưa ra được độ lún đất yếu dưới nền đường với các chiều cao đắp khác nhau để có thể: lập đề cương khảo sát, đưa ra giải pháp xử lý nền đường. Giúp cho người thiết kế nhanh chóng có kết quả tính lún phù hợp với quy mô nền đường trong bước lập dự án đầu tư.

*** Kiến nghị**

Để nghiên cứu chuyên sâu và đầy đủ hơn về vấn đề này cần tiếp tục nghiên cứu các vấn đề sau :

1. Nghiên cứu tính toán cho các trường hợp nền đắp Hđ = 3,5 m, 4,0 m, 4,5 m...

2. Nghiên cứu với các trường hợp có qui mô nền đường khác nhau ứng với các cấp thiết kế: B = 7,5 m ứng với cấp V-Đồng bằng, B = 9,0 m ứng với cấp IV-Đồng bằng…

3. Tiếp tục nghiên cứu và lập bảng tra cho các địa bàn còn lại trong tỉnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Đường ô tô* - Yêu cầu thiết kế - TCVN 4054 – 2005, NXB Giao thông vận tải 2006.
2. *Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu* - 22 TCN 262-2000, NXB Giao thông vận tải 2001.
3. TS. Châu Ngọc Ẩn, "*Cơ Học Đất*", NXB Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh (2005).
4. PGS. TS. Võ Phán, "*Cơ học đất*", NXB Xây dựng.
5. TS. Phạm Văn Long, Báo cáo chuyên đề "*Khảo sát và thiết kế xử lý nền đắp trên đất yếu*".

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ
#

NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG GIẢI PHÁP TƯỜNG KÈ TRÊN HỆ CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐỂ ỔN ĐỊNH BỜ KÈ SÔNG CỔ CHIÊN CỦA THÀNH PHỐ VĨNH LONG

THE STUDY AND APPLICATION OF SYSTEMS SOLUTIONS EMBANKMENT WALL ON REINFORCED CONCRETE PILES TO STABILIZE EMBANKMENTS CO CHIEN RIVER CITY OF VINH LONG

PGS. TS. Võ Phán, KS. Nguyễn Văn Tuấn Anh
Trường Đại học Bách Khoa - ĐHQG TP.HCM

TÓM TẮT

Các công trình kè ven sông Cổ Chiên có lớp đất yếu thường có giá trị chuyển vị ngang lớn. Ngoài ra, việc san lấp sau lưng tường trên đất yếu thường gây độ lún và gia tăng áp lực lên tường kè. Kết quả mô phỏng đánh giá chuyển vị ngang của công trình kè sông Cổ Chiên trên đất yếu cho phép rút ra các nhận định hữu ích trong tính toán thiết kế công trình kè. Vì thế chọn giải pháp tường kè trên hệ cọc bê tông cốt thép để ổn định nền đất yếu là phù hợp với khu vực ven sông Cổ Chiên.

ABSTRACT

The riverside embankment works Co Chien weak soils usually have large horizontal displacement values. In addition, filling the back wall on soft ground subsidence and often causes increased pressure on the embankment wall. Simulation results evaluate horizontal displacement of the Co Chien River embankment works on soft soil that allows to draw useful assessment of design calculations embankment works. So select system solutions embankment wall on reinforced concrete piles to stabilize the soft ground is suitable for areas along the Co Chien River.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây tình trạng sạt lở bờ sông diễn ra ngày càng nhiều và mỗi lúc càng nghiêm trọng, đặc biệt là ở khu vực sông Cổ Chiên. Sạt lở bờ sông rất đa dạng có đoạn sạt lở làm sụp đổ các nhà ở, các công trình cầu đường giao thông, cơ sở kinh tế ven sông. Nguyên nhân sạt lở ở các khu vực sạt lở cũng khác nhau. Có đoạn sạt lở do công phá của dòng chảy, do khai thác cát bừa bải, có đoạn sạt lở do diễn biến lòng sông bên lở bên bồi, dịch chuyển các đoạn cong... Có đoạn sạt lở do con người, chất tải ra mép bãi sông, xây nhà cửa sát bờ sông, xây dựng cầu giao thông đã làm co hẹp dòng chảy, dòng lũ. Nên đưa ra giải pháp tường kè trên hệ cọc bê tông cốt thép nhằm để giải quyết ổn định trên nền đất yếu ven sông.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ MÔ HÌNH ĐẤT NỀN

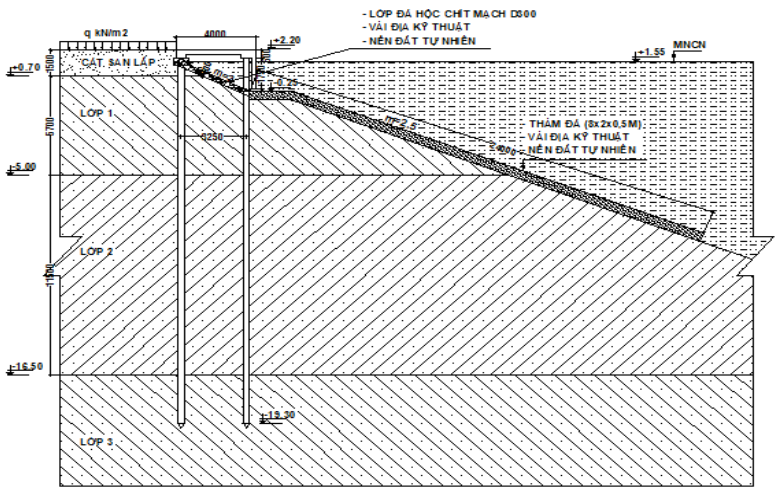
Nghiên cứu về lý thuyết: Nghiên cứu các phương pháp phân tích ổn định và tính toán lý thuyết về cọc chịu tải trọng ngang theo phương pháp giải tích.

Mô phỏng tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn: Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mền Plaxis để mô phỏng, phân tích sự sức chịu tải ngang theo mô hình Hardening-Soil.

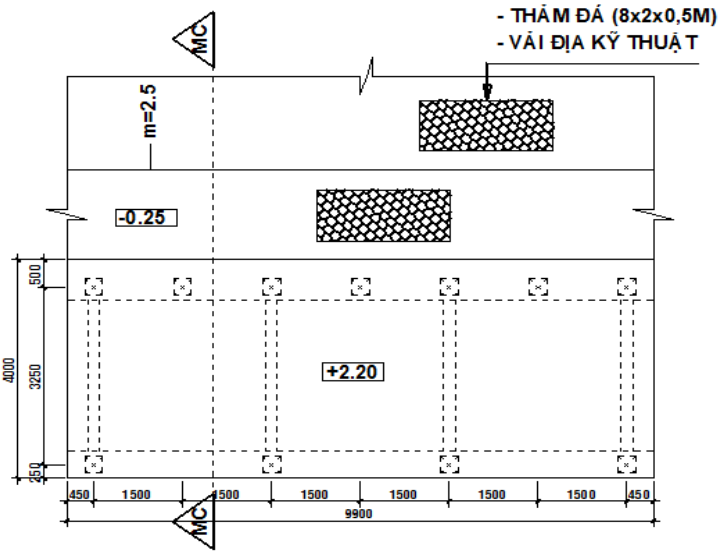
3. MÔ TẢ CÔNG TRÌNH VÀ TÍNH TOÁN

3.1. Mô tả công trình

Tổng chiều dài kè là 9 km. Kết cấu có cọc bê tông cốt thép kích thước 30 cm x 30 cm, cấp độ bền B22,5, $L_{cọc}$ = -19,30 m. Dầm mũ có kích thước 50 cm x 50 cm, cấp độ bền B20. Dầm ngang có kích thước 20 cm x 30 cm, cấp độ bền B20. Sàn dày 0,15 m, cấp độ bền B20. Tường chắn sóng BTCT để giảm sóng do tàu thuyền và do gió, tường chắn sóng có kích thước: cao 1,75 m, dày 0,2 m, cấp độ bền B20.



Hình 1. Mặt cắt công trình kè



Hình 2. Mặt bằng công trình kè

3.2. Cấu tạo địa chất

Lớp 1: Sét hữu cơ màu xám xanh, xám đen, trạng thái dẻo chảy- chảy, bề dày từ 1 m đến 8 m.

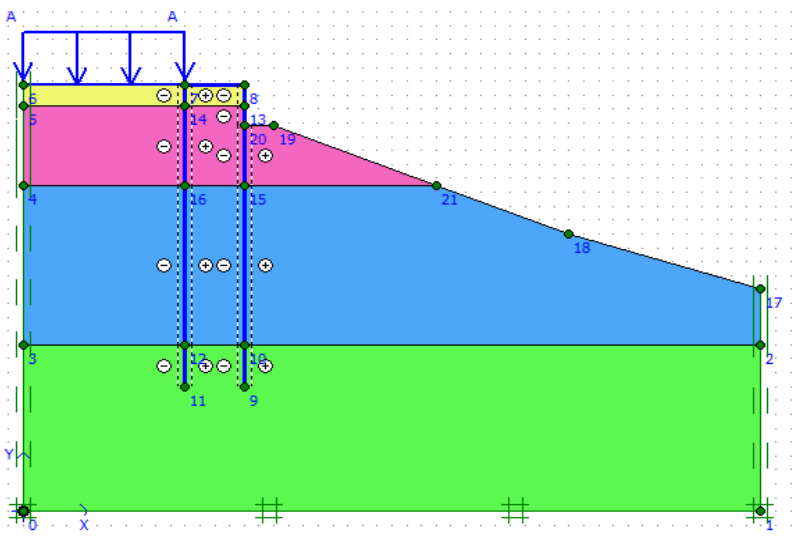
Lớp 2: Cát pha hạt mịn màu xám xanh, đen, trạng thái chặt vừa, bề dày từ 2,5 m đến 15,3 m.

Lớp 3: Sét màu nâu đỏ, vàng, xám xanh, trạng thái nửa cứng- cứng, bề dày 1,5 m đến 12 m.

Bảng 1. Chỉ tiêu cơ lý của các loại đất

Chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị	Cát	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3
Dung trọng riêng	γ	kN/m^3	19	18,1	19,8	19,5
Góc ma sát trong	φ	độ	30	7,49	27,23	11,6
Lực dính	c	kN/m^2	0,1	12	0,7	2,9
Hệ số thấm	K_v	cm/s	$5x10^{-2}$	$4,8x10^{-5}$	$4,4x10^{-3}$	$4,7x10^{-5}$
Độ ẩm tự nhiên	W	%	22,3	37,2	20,4	22,5

3.3. Mô hình mô phỏng trong plaxis 2D



Hình 3. Mô hình 2D của bài toán

4. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

4.1. Sức chịu tải ngang của cọc theo tiêu chuẩn Việt Nam 10304-2014

Chuyển vị ngang y_0 và góc xoay ψ_0, tại cao trình đầu cọc

$$y_0 = H_0 x\delta_{HH} + M_0\delta_{HM} = 1,332x1,05x10^{-3} + 3,263x7,37x10^{-4} = 3,8x10^{-3}(m)$$

$$\psi_0 = H_0 x\delta_{MH} + M_0\delta_{MM} = 1,332x7,37x10^{-4} + 3,263x8,44x10^{-4} = 3,7x10^{-3}(rad)$$

Chuyển vị ngang y_0 và góc xoay ψ_0, tại cao trình đỉnh kè

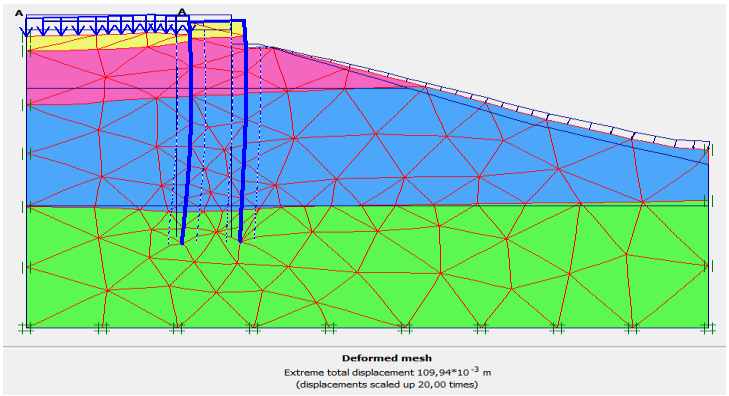
$$\Delta_n = y_0 + \psi_0 x l_0 + \frac{H_0 l_0^3}{3EI} + \frac{M l_0^3}{2EI}$$

$$= 3,8x10^{-3} + 3,7x10^{-3} x2,45 + \frac{1,332x2,45^3}{3x1957,5} + \frac{3,263x2,45^3}{2x1957,5} = 0,028(m)$$

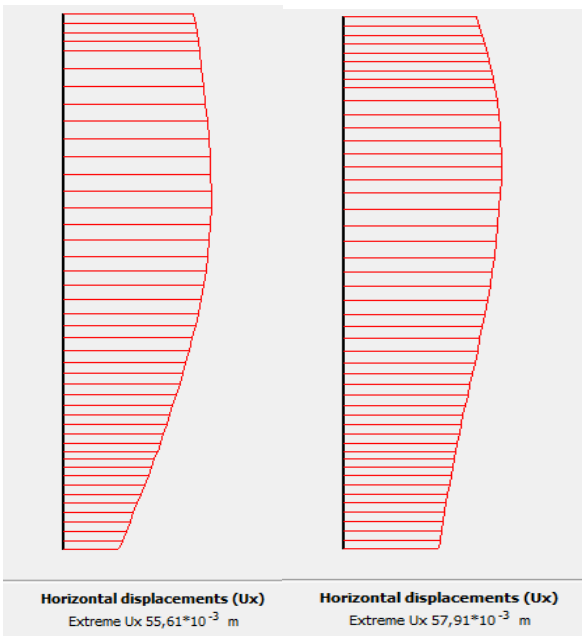
$$\psi = \psi_0 + \frac{H l_0^2}{2EI} + \frac{M l_0}{EI}$$

$$= 3,7x10^{-3} + \frac{1,332x2,45^2}{2x1957,5} + \frac{3,263x2,45}{1957,5} = 9,8x10^{-3}(rad)$$

4.2. Kết quả theo mô hình trong plaxis 2D



Hình 4. Lưới biến dạng của bài toán



Hình 5. Chuyển vị ngang của hàng cọc trong và ngoài

Chuyển vị ngang tại cao trình đỉnh kè theo Plaxis 2D hàng cọc trong 48,929x10^{-3}(m) và hàng cọc ngoài 48,934x10^{-3}(m).

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

1. Khi tính toán chuyển vị ngang của cọc theo giải tích và phần mềm Plaxis kết quả tính toán theo Plaxis chênh lệch khoảng 70% so với giải tích (theo giải tích là 28x10^{-3}m và theo phần mềm 48x10^{-3}m).

2. Chuyển vị ngang của 2 hàng cọc tại đỉnh kè trên hệ cọc gần như nhau 48,929x10^{-3}(m) và 48,934x10^{-3}(m).

3. Chuyển vị ngang theo kết quả mô phỏng lớn nhất tại độ sâu 6,1 m so với đỉnh kè.

5.2. Kiến nghị

1. Lựa chọn các giải pháp xử lý nền nhằm giảm áp lực đất theo phương ngang và đảm bảo điều kiện ổn định công trình.

2. Việc phân tích tính toán kè cần thiết tính tải trọng động và sóng va chạm vào kè.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PGS. TS. Võ Phán, Phan Lưu Minh Phượng (2010), *Cơ học đất*, Nhà xuất bản Xây Dựng.
2. PGS. TS. Châu Ngọc Ẩn (2010), *Cơ học đất*, NXB Đại học quốc gia TP.Hồ Chí Minh.
3. PGS. TS. Bùi Trường Sơn (2011), *Địa chất công trình,* NXB Đại học quốc gia Tp Hồ Chí Minh.
4. TCVN 10304:2014, *Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế*.
5. Wood D.M (1990), *Embankments on soft clays*, Ellis Horwood.
6. Đỗ Văn Đệ (2010), *Phần mềm Plaxis ứng dụng vào tính toán các công trình Thủy công*, NXB Xây dựng.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

ỨNG DỤNG BỆ PHẢN ÁP VÀO ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG VỚI KÍCH THƯỚC TỐI ƯU NHẤT

APPLICATION COUNTERWEIGHT BERM THE ROADBED STABILITY WITH OPTIMAL SIZE

PGS. TS. Võ Phán, KS. Trần Đức Thưởng
Trường Đại học Bách Khoa - ĐHQG TP.HCM

TÓM TẮT

Nước ta có nhiều vùng lãnh thổ thành tạo từ đất yếu, đặc biệt là các vùng ở Đồng bằng sông Cửu Long. Sự mất ổn định gây hư hỏng nền đường đắp vẫn xảy ra trên những vùng đất yếu này, có nhiều biện pháp để xử lý vấn đề trên, trong đó, sử dụng bệ phản áp cũng là một trong những giải pháp đó. Ưu điểm của bệ phản áp là phân bố lại ứng suất trong nền, đảm bảo ổn định, chống trượt trồi, và hạn chế mức độ chuyển vị ngang của nền đất yếu dưới công trình nền đắp cao.

ABSTRACT

Our country has many regions formed from soft soil, especially in the areas of the Mekong Delta. Instability damage persists embankment on soft soil areas, there are many ways to handle this problem, which, using counterweight berm is one such solution. The advantage of counterweight berm is redistribution of stresses in the background, ensuring a stable, non-slip extrusion, and limit the extent of the horizontal displacement of soft ground under high embankment works.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển của đất nước, mạng lưới đường giao thông được đầu tư xây dựng rất lớn. Nước ta có nhiều vùng lãnh thổ thành tạo từ đất yếu, đặc biệt là vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Vùng này dân cư đông đúc và chiếm một vị trí quan trọng. Sự mất ổn định gây hư hỏng nền đường đắp vẫn xảy ra trên những vùng đất yếu này, rõ ràng nguyên nhân chủ yếu từ nền đất yếu. Có thể nói rằng sự hiểu biết chưa đầy đủ về nền đất yếu và biện pháp gia cố là nguyên nhân thiết kế nền đường đắp bị mất ổn định hoặc gây lãng phí tốn kém. Nghiên cứu về bệ phản áp trong ổn định nền đường nói riêng hay nền đất nói chung, xác định việc tính toán để đảm bảo chất lượng và tiến độ thi công là vấn đề đầu tiên quan trọng.

Bệ phản áp là một giải pháp lâu đời được sử dụng nhiều, thực tế đã chứng minh hiệu quả tăng cường ổn định, đặc biệt làm tăng tải trọng giới hạn của nền đất yếu. Với công nghệ thi công đơn giản và tận dụng được vật liệu tại chỗ. Do đó, có thể dùng cách tính toán mới về tải trọng giới hạn của nền đất chịu tải trọng móng mềm để khảo sát ảnh hưởng của bệ phản áp, hợp lý hóa thiết kế kích thước. Từ những vấn đề nêu trên đặt ra việc nghiên cứu tính toán bệ phản áp trong nền đất yếu nói riêng, nền đất tự thiên nói chung với những giả thiết hợp lý hơn với thực tế làm việc của nền đất chịu tác dụng của

tải trọng nền đường đắp và bệ phản áp sẽ góp phần bổ sung lý thuyết nghiên cứu, góp phần tích cực vào thực tế xây dựng nền đường đắp.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

➢ Cơ sở lý thuyết: Khảo sát quan hệ giữa tải trọng giới hạn của nền đất yếu với tải trọng bệ phản áp. Nghiên cứu tải trọng bệ phản áp làm tăng tải trọng giới hạn của nền đất yếu dưới tải trọng nền đường đắp. Nghiên cứu bệ phản áp rộng vô hạn để làm tăng tải trọng giới hạn của nền đất yếu dưới nền đường đắp. Tính toán bệ phản áp trên nguyên lý làm tăng độ chôn sâu của nền đắp. Tính toán bệ phản áp theo dạng làm xoải taluy nền đường đắp.

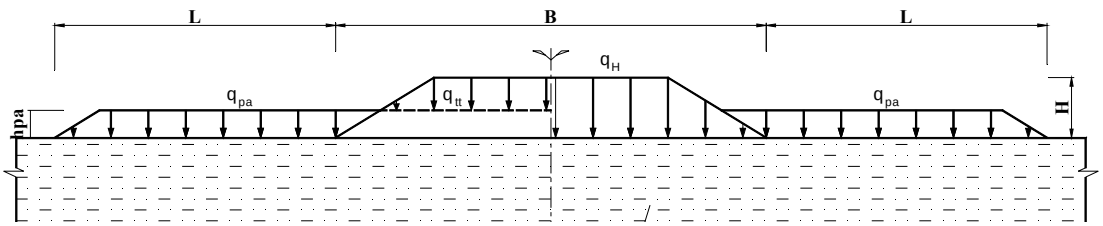
➢ Tính toán và mô phỏng: Sử dụng phần mềm Geo Slope/W Ver2007 để tính toán ổn định trượt cho công trình đắp bằng việc gia cố bệ phản áp. Dựa vào kết quả mô phỏng, kiến nghị chiều cao và chiều rộng bệ phản áp là tối ưu nhất.

3. ỨNG DỤNG BỆ PHẢN ÁP VÀO TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CỦA NỀN ĐƯỜNG

3.1. Cấu tạo bệ phản áp

3.1.1. Bệ phản áp trên nguyên lý làm tăng độ chôn sâu của nền đắp

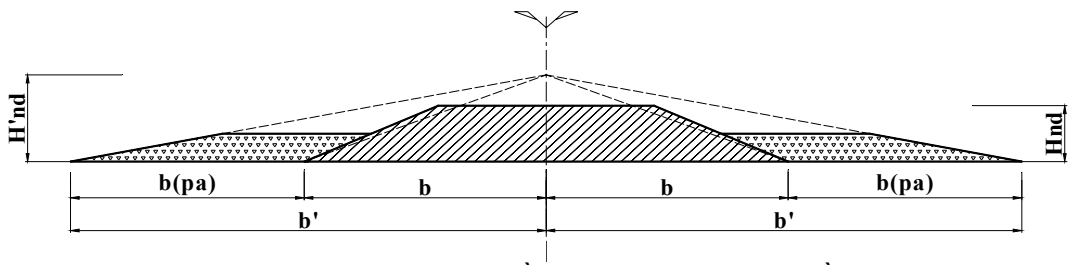
Nguyên lý của phương pháp tính toán kích thước bệ phản áp là làm phân bố lại ứng suất tác dụng lên nền đất và đã được áp dụng trong tính toán các công trình thực tế.



Hình 1. Bệ phản áp theo sơ đồ làm tăng độ chôn sâu nền đường

3.1.2. Bệ phản áp theo dạng làm xoải taluy nền đường đắp

Trường hợp này thường dùng cho nền đắp có dạng gần với tải trọng phân bố hình tam giác. Tải trọng nền đắp thường phân bố theo dạng hình thang cân, để đơn giản trong tính toán có thể đưa về dạng phân bố tam giác cân bằng một diện tích tương đương có cùng bề rộng đáy.



Hình 2. Bệ phản áp theo sơ đồ làm xoải chân taluy nền đường

3.2. Tính toán ổn định cho tuyến đường quốc lộ 61B, tỉnh Hậu Giang

Để tiến hành phân tích vai trò của bệ phản áp đối với công trình đắp, chúng tôi chọn lựa các đặc trưng cơ lý đất nền để tính toán theo bối cảnh thực tế của công trình ở khu vực, đó là quốc lộ 61B, tỉnh Hậu Giang.

Kích thước của khối đắp được tham khảo theo mặt cắt ngang đại diện đường cao tốc của khu vực. Ở đây, nền đắp có bề rộng ở mặt 2a = 24 m, chiều cao quy đổi là 3,0 m; độ dốc mái taluy 1:2 tương đương với bề rộng ở chân 2b=38 m. Vật liệu đắp bằng cát đầm chặt với các thông số như sau: dung trọng γ=19 kN/m^3, c ≈ 0, $\varphi = 35^0$. Kết quả khảo sát và thí nghiệm xác định các đặc trưng cơ lý lớp đất yếu được thể hiện ở bảng 1 (CH) xám xanh đến xám đen, lẫn ít hữu cơ, vỏ sò và cát mịn. Lớp này gặp trong tất cả các lỗ khoan. Độ sâu đáy lớp thay đổi từ 13,8 m đến 14,2 m. Cao độ đáy lớp biến đổi từ -14,2 m đến -9,3 m.

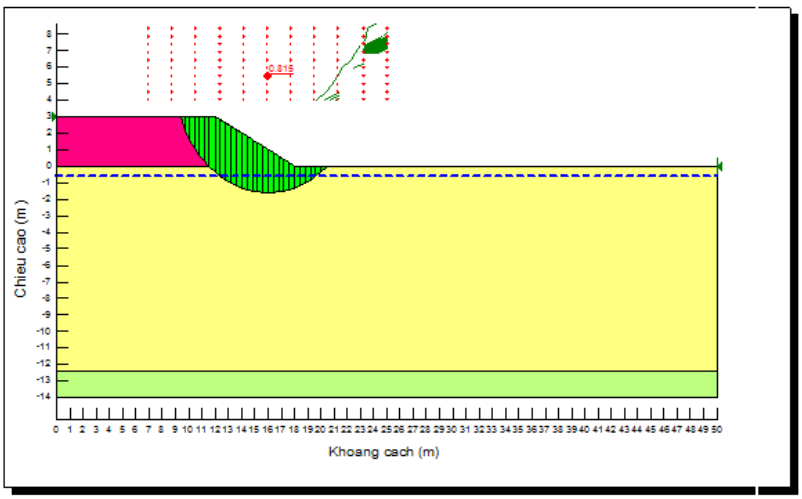
Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ lý trung bình của lớp bùn sét.

Các chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị trung bình
Hàm lượng % hạt cát	(%)	2,0
Hàm lượng % bột và sét	(%)	98,0
Độ ẩmW	(%)	82,4
Khối lượng thể tích ρ	(g/cm^3)	1,51
Tỷ trọng hạt G_s	-	2,69
Hệ số rỗng e_o	-	2,104
Giới hạn chảy LL	(%)	88,8
Giới hạn dẻo PL	(%)	32,9
Độ sệt I_L	(%)	0,86
Góc ma sát trong φ^o (cắt phẳng)	độ	$5^0$04’
Lực dính c (cắt phẳng)	kG/cm^2	0,073
Cường độ kháng cắt c_{uu} (*Nén 3 trục UU*)	kG/cm^2	0,19
Chỉ số nén C_c	-	1,020
Chỉ số nở C_s	-	0,167
Hệ số thấm K (cm/s) x 10^{-6} (từ thí nghiệm thấm hiện trường)	-	3,81

3.2.1. Xác định kích thước ban đầu của bệ phản áp

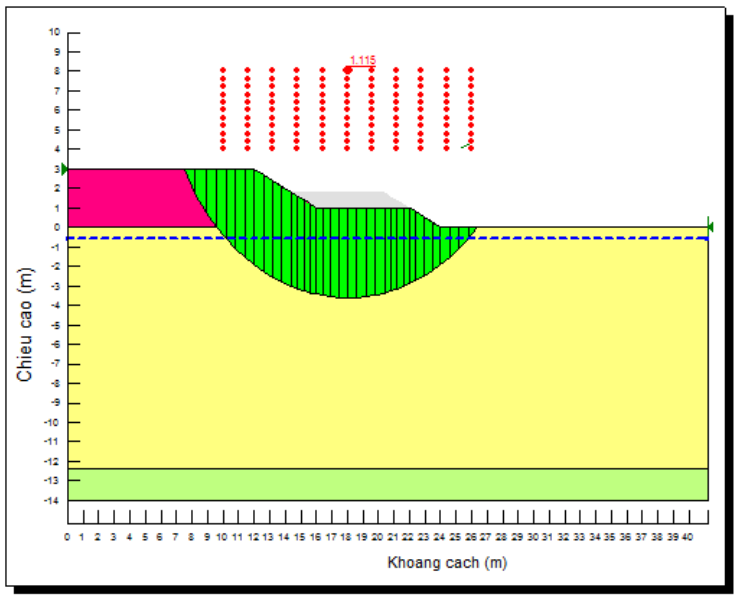
Độ ổn định của công trình đắp thường được đánh giá thông qua hệ số ổn định bằng phương pháp cung trượt lăng trụ tròn. Nhờ sự trợ giúp của phần mềm Geoslope trên cơ sở phương pháp phân mảnh cổ điển, kết quả tính toán hệ số ổn định có xét đến

sự gia tăng của sức chống cắt không thoát nước theo độ sâu từ kết quả cắt cánh hiện trường cho thấy khi không có bệ phản áp, công trình bị mất ổn định do trượt sâu với hệ số ổn định $K_{min} = 0,815 < 1,2$ (hình 3). Phạm vi cung trượt trong trường hợp này khoảng 2,0 m ngoài mép taluy.



Hình 3. Hệ số ổn định của nền đắp có H=3,0 m theo phương pháp cung trượt lăng trụ tròn khi không có bệ phản áp

Khi không có bệ phản áp, với chiều cao đắp khá lớn (H=3,0 m), nền đất yếu không đủ khả năng chịu tải. Vùng biến dạng dẻo (vùng mức độ tiếp cận trạng thái giới hạn $\omega \geq 1$) hình thành bên dưới taluy khối đắp đến độ sâu 10,0 m trong đất nền.



Hình 4. Hệ số ổn định của nền đắp có H=3,0 m theo phương pháp cung trượt lăng trụ tròn với bệ phản áp có kích thước (h_{pa}=1,0 m & b_{pa}=5,0 m).

Chiều rộng bệ phản áp (b_{pa}) theo các tài liệu đã có được xác định căn cứ vào phạm vi tồn tại mặt trượt nguy hiểm do tải trọng công trình đắp gây ra khi chưa bố trí bệ phản áp. Trong trường hợp này bề rộng bệ phản áp được chọn sơ bộ là b_{pa} = 2+3 = 5,0 m. Khi bố trí bệ phản áp với các thông số về kích thước là (h=1 m, b_{pa}= 5 m) với sức chống cắt không thoát nước được lấy bằng 8,081 kN/m^2 từ bề mặt tăng tuyến tính đến 35,8 kN/m^2 ở độ sâu 14m, hệ số ổn định của hệ sẽ có giá trị K_{min} =1,115 (hình 4).

Như vậy, khi có bố trí bệ phản áp với kích thước bệ phản áp h_{pa}=1,0 m và b_{pa}=5,0 m, khả năng chịu tải của nền đất yếu tăng lên 37% khi có sử dụng bệ phản áp.

3.2.2. Phân tích ảnh hưởng của bệ phản áp lên mức độ ổn định của công trình theo mức độ tiếp cận trạng thái giới hạn và chọn lựa kích thước bệ phản áp hợp lý

Để xác định nhanh kích thước tối ưu của bệ phản áp, điều cần thiết là phải thiết lập được mối tương quan giữa vùng biến dạng dẻo dưới nền đường đắp và hệ số ổn định tương ứng bằng phương pháp cung trượt lăng trụ tròn. Chọn phương pháp thử dần các kích thước của bệ phản áp theo mức độ tiếp cận trạng thái giới hạn của vùng nền dưới công trình đắp do phương pháp này cho kết quả trực quan và rõ ràng.

Đây là đề tài nghiên cứu thực hiện nhằm mục đích tìm kiếm kích thước bệ phản áp hợp lý nên hàng loạt tính toán được thực hiện để so sánh và phân tích. Giá trị hệ số ổn định được tổng hợp thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Các hệ số ổn định K_{min} theo các kích thước bệ phản áp thay đổi.

h_{pa} (m)	Bề rộng bệ phản áp (m)						
	5,0	**5,5**	**6,0**	**7,0**	**7,5**	**8,0**	**9,0**
0,80	1,044	1,064	1,046	1,145	1,040	1,035	1,223
1,0	1,060	1,081	1,069	1,188	1,186	1,183	1,212
1,20	1,069	1,094	1,134	1,222	1,218	1,210	1,308
1,40	1,075	1,103	1,147	1,232	1,221	1,224	1,326
1,60	1,077	1,107	1,156	1,235	1,225	1,230	1,330
1,80	1,076	1,094	1,140	1,229	1,182	1,216	1,315

Ngoài ra, kết quả tính toán cho thấy với bề rộng bệ phản áp lớn (≥7,0 m) chiều cao bệ phản áp 1,2 m thì độ chênh lệch tải trọng giữa khối đắp và bệ phản áp lớn hơn giá trị giới hạn chịu tải thì hệ số K_{min}>1,2. Tức là chiều cao bệ phản áp có thể tính toán giảm hơn nhưng vẫn đảm bảo điều kiện ổn định. Theo tính toán, kích thước bệ phản áp tối ưu nhất cho công trình với chiều cao h_{pa}=1,2 m và chiều rộng b_{pa}=7,0 m.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

1. Bệ phản áp có đóng vai trò quan trọng trong việc phân bố lại ứng suất trong nền, đảm bảo điều kiện ổn định, làm giảm độ lún, chống trượt trồi và hạn chế mức độ chuyển vị ngang của nền đất yếu dưới công trình nền đắp cao.

2. Thực tế xây dựng nền đường cho thấy bệ phản áp được sử dụng nhiều để tăng cường ổn định cho nền đường đắp, đặc biệt là tăng tải trọng giới hạn của nền đất yếu, trong khi đó phương pháp tính toán còn bỏ ngỏ. Do đó, cần sử dụng thêm về trạng thái ứng suất nền đất tự nhiên dưới tải trọng của nền đất đắp và bệ phản áp.

3. Chiều cao bệ phản áp thường được lấy bằng - 1/3 – 1/2 chiều cao nền đường và đảm bảo chiều cao này ổn định. Do đó, tổng chiều cao của nền đường đắp có dùng bệ phản áp không được lớn hơn 1,6 – 2 lần chiều cao giới hạn mà nền đất yếu chịu được. Chiều cao bệ phản áp không được lớn hơn giới hạn cho phép mà nền đất tự nhiên chịu được. Chiều rộng bệ phản áp do tính toán xác định không được bé hơn 2/3 – 3 /4 chiều dài trồi.

4.2. Kiến nghị

Từ kết quả nghiên cứu và phân tích trên có thể đưa ra những kiến nghị một số phương hướng nghiên cứu phát triển như sau:

- ❖ Trong trường hợp chiều cao đắp lớn hơn 2 lần chiều cao đắp giới hạn của nền đất yếu, có thể sử dụng bệ phản áp nhiều tầng. Nguyên tắc xác định chiều cao và bề rộng tương tự như phương pháp nêu trên.
- ❖ Bệ phản áp chỉ được sử dụng cho những nền đường có diện tích hai bên đường rộng, để không ảnh hưởng đến quá trình lưu thông xe, không ảnh hưởng đến người dân ở xung quanh công trình đó. Vật liệu sử dụng để làm bệ phản áp ở khu vực đó phải dồi dào, dễ vận chuyển và thi công cho công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tiêu chuẩn Bộ Giao thông vận tải, *Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu – Tiêu chuẩn thiết kế: 22TCN262-2000*.
2. Châu Ngọc Ẩn, *Cơ học đất*, NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2004.
3. Võ Phán (2011), "Bài giảng công trình trên nền đất yếu", Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh.
4. Võ Phán, Phan Lưu Minh Phượng (2011), "Cơ học đất", NXB Xây dựng, (2011).
5. Bùi Trường Sơn, Nguyễn Quốc Phong. *Tác dụng của bệ phản áp lên độ ổn định của nền đất yếu dưới công trình đắp theo mức độ tiếp cận trạng thái giới hạn*, Tuyển tập kết quả khoa học công nghệ 2009, NXB Nông nghiệp, trang 669-676.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

ỨNG DỤNG PLAXIS 2D TRONG PHÂN TÍCH ỨNG XỬ CỐ KẾT CỦA NỀN ĐẤT YẾU ĐƯỢC GIA CỐ BẰNG TRỤ ĐẤT-XI MĂNG DƯỚI TẢI TRỌNG ĐẤT ĐẮP

APPLICATION OF 2D PLAXIS PROGRAM TO ANALYSE CONSOLIDATION BEHAVIOR OF SOIL–CEMENT COLUMN IMPROVED SOFT GROUND UNDER EMBANKMENT LOAD

KS. Trần Hữu Thiện, PGS. TS. Lê Bá Vinh
Trường Đại học Bách Khoa Tp. HCM

TÓM TẮT

Có nhiều nghiên cứu về ứng xử của nền đất yếu được gia cố bằng trụ đất-xi măng và đây cũng là một phương pháp gia cố khá phổ biến cho đất yếu. Bài báo này tiến hành khảo sát ứng xử cố kết của nền đất yếu được gia cố bằng phương pháp đó dưới tải trọng đất đắp thông qua các trường hợp mô phỏng bằng chương trình PLAXIS. Kết quả cho thấy rằng khi tăng tiết diện cũng như chiều dài của trụ thì độ lún của nền giảm và tốc độ cố kết tăng nhanh do sự tăng lên của hệ số cố kết. Chiều dày của phần đất yếu không được gia cố càng giảm thì độ lún của nền càng giảm và tốc độ cố kết của nền càng tăng. Từ đó, có thể rút ra kết luận rằng, tiết diện trụ và chiều dài trụ là hai thông số quan trọng khi thiết kế nền đất đắp trên nền đất yếu được gia cố bằng trụ đất-xi măng trong việc điều chỉnh thời gian cố kết theo mong muốn.

ABSTRACT

There are studies on consolidation behavior of soil–cement column improved soft ground and this is the fairly popular improvement method for soft soils. This article investigate the consolidation behavior of the composite ground under embankment load using simulated cases with PLAXIS program. The results indicate that when cross-section area as well as length of the column are raised, the settlement will decrease and the consolidation rate will increase as the consolidation coefficient is upgraded. The more thickness of unimproved part is reduced, the more settlement fall and consolidation rate increase. Thus, it can be concluded that the cross-section area and length of column are two important parameters in design of embankment on the soil–cement column improved soft ground for adjusting consolidation time as expected.

1. GIỚI THIỆU

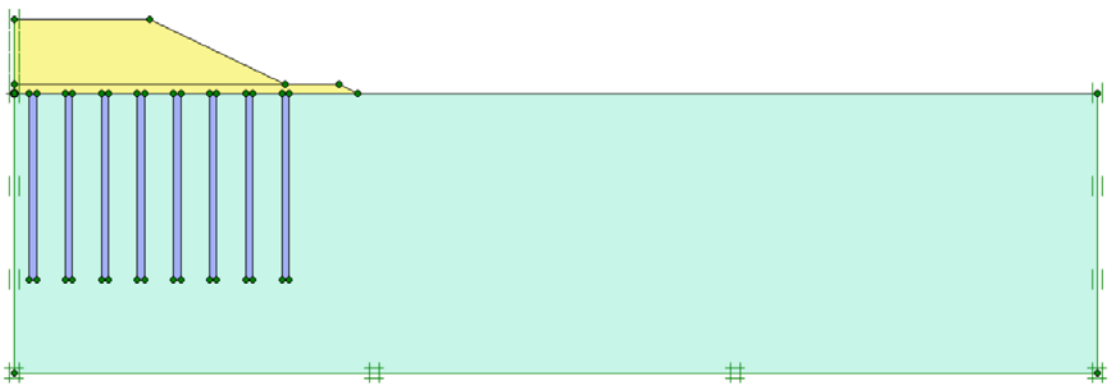
Phương pháp trộn bột hoặc hồ xi măng vào trong đất yếu để tạo ra những trụ đất-xi măng được sử dụng khá phổ biến để cải tạo nền đất yếu. Đề tài này thu hút nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu nhằm mục đích dự đoán các ứng xử của nền đất yếu được gia cố bằng trụ đất-xi măng. Có hai vấn đề lớn liên quan đến đối tượng này, đó là sức chịu tải và biến dạng của nền sau khi được gia cố. Nhiều nghiên cứu đã tiến hành

khảo sát về cường độ và độ cứng tổng thể của trụ đất-xi măng như các công bố của Kawasaki và cộng sự [1]; Kamaluddin và cộng sự [2]; Horpibulsuk và cộng sự [3]; và Miura và cộng sự [4]. Ngoài ra một số kết quả nghiên cứu về ứng xử cố kết của nền đất yếu được gia cố bằng trụ đất-xi măng cũng đã được công bố như các công bố của Chai và cộng sự [5]; Chai và cộng sự [6]; và Horpibulsuk và cộng sự [7].

Tuy nhiên, các nghiên cứu về ứng xử cố kết của nền đất được gia cố bằng trụ đất-xi măng vẫn còn giới hạn, nhất là sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư trong các bài toán thực tế. Điều này đóng vai trò rất quan trọng vì nó quyết định đến tốc độ cố kết của nền, qua đó ảnh hưởng đến thời gian kết thúc cố kết.

Do đó, bài báo này nhằm mục đích khảo sát cơ chế tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư cũng như độ lún cố kết sơ cấp ổn định của nền đất yếu được gia cố bằng trụ đất-xi măng. Để đạt được mục tiêu này, các trường hợp giả định được đặt ra và được phân tích bằng phương pháp phần tử hữu hạn, cụ thể hơn đó là bằng chương trình PLAXIS. Qua đó, đánh giá được sự ảnh hưởng của tỷ số gia cố diện tích a_s (a_s là tỷ số giữa diện tích tiết diện của một trụ đất-xi măng và diện tích vùng được gia cố bởi trụ đó) và tỷ số gia cố chiều sâu b_s (b_s là tỷ số giữa chiều dài trụ và chiều sâu lớp đất yếu được gia cố) đến độ lún ổn định và tốc độ cố kết của nền. Ngoài ra, góp phần làm rõ hơn về sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư trong nền đất yếu được gia cố đó.

2. CÁC PHÂN TÍCH SỐ BẰNG CHƯƠNG TRÌNH PLAXIS



Hình 1. Mô hình bài toán

Ứng xử của nền hỗn hợp (trước khi trụ bị phá hoại) được khảo bằng chương trình PLAXIS 2D thông qua các bài toán giả định. Từ các kết quả mô phỏng, một loạt các đối chiếu được thực hiện nhằm rút ra được vai trò của tỷ số gia cố diện tích (a_s) và tỷ số gia cố chiều sâu (b_s) đến ứng xử cố kết. Đối với phần tử lưới của bài toán, phần tử tam giác 6 nút được sử dụng cho phân tích sự tiêu tán của áp lực nước lỗ rỗng và phần tử tam giác 15 nút được dùng để phân tích ứng suất – biến dạng. Mô hình của bài toán gồm phần đất đắp (đất cát) có chiều cao 3,5 m, chiều rộng mặt trên là 15,0 m, chiều rộng đáy là 30,0 m; ngoài ra, còn có đệm cát dày 0,5 m, chiều dày lớp đất sét yếu là 15,0 m, biên dưới được giả định là thoát nước. Thời gian thi công nền đất đắp là 40 ngày. Do bài toán đối xứng nên chỉ khảo sát phần bên phải của bài toán với mô hình bài

toán biến dạng phẳng (Plane Strain Model) (xem Hình 1). Các trụ đất – xi măng được mô phỏng bằng các vùng (clusters) với các thông số đặc trưng riêng của trụ. Bề rộng b của các vùng (clusters) đó được quy đổi từ biểu thức $b = \pi d^2 / (4s)$, với *d* và *s* là các thông số như trong Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số về trụ đất - xi măng

Trường hợp	*d*	*L*	a_s	b_s	*s*
	(m)	(m)	(%)	(%)	(m)
1	0,5	4,0	0,05	0,27	2,00
2	1,0	4,0	0,20	0,27	2,00
3	1,0	10,0	0,20	0,67	2,00
4	1,0	15,0	0,20	1,00	2,00

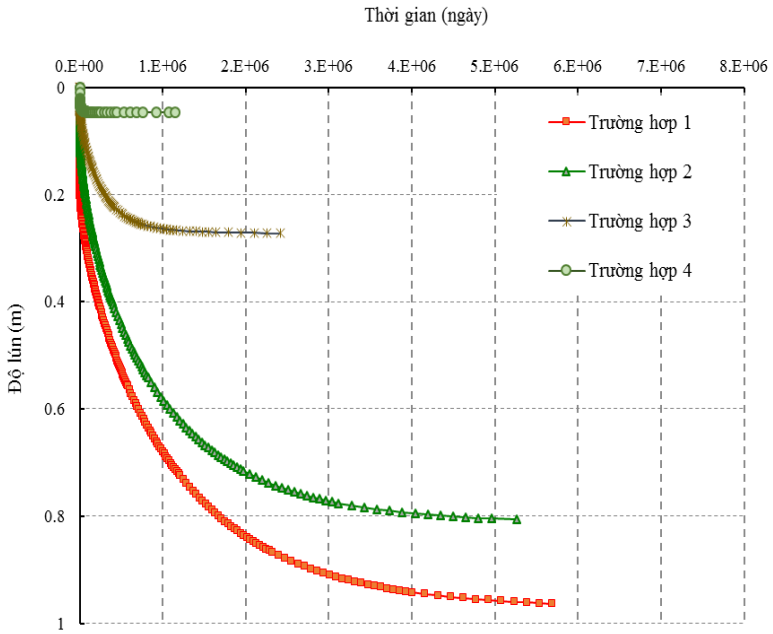
Có bốn trường hợp được khảo sát như trong Bảng 1, trong đó *d* là đường kính trụ, *L* là chiều dài trụ, *s* là khoảng cách từ tâm đến tâm giữa các trụ. Các trường hợp 1 và 2 để khảo sát về sự ảnh hưởng của tỷ số gia cố diện tích a_s, các trường hợp còn lại để kiểm tra sự tác động của tỷ số gia cố chiều sâu b_s. Các thông số vật liệu được liệt kê trong Bảng 2.

Bảng 2. Thông số vật liệu

Vật liệu	Trụ đất-xi măng	Đất cát	Đất sét yếu	Đơn vị
Mô hình	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Soft Soil	
γ_{unsat}	14,00	17,00	16,00	kN/m^3
γ_{sat}	14,00	20,00	18,00	kN/m^3
k_h	5,00E-06	3,43E-04	1,00E-07	m/min
k_v	5,00E-06	3,43E-04	1,00E-07	m/min
E'	120,000	13,000	-	kN/m^2
λ^*	-	-	0,0950	-
κ^*	-	-	0,0095	-
μ	0,30	0,30	0,30	-
c'	600,00	1,00	1,00	kN/m^2
φ'	25,00	37,00	21,00	°

2.1 . Phân tích về độ lún cố kết sơ cấp ổn định

Một cách tổng quát, xem khối đất yếu bên dưới nền đất đắp gồm hai phần: phần được gia cố và phần không được gia cố. Trụ đất-xi măng trong nền đất yếu làm tăng độ cứng tổng thể của phần được gia cố. Khi thay đổi tiết diện trụ và chiều dài trụ thì mô-đun biến dạng của khối được gia cố E_{comp} cũng thay đổi theo. Hình 2 trình bày sự so sánh về độ lún cố kết sơ cấp giữa các trường hợp. Đối chiếu chi tiết giữa các trường hợp như sau:



Hình 2. So sánh các đường lún cố kết theo thời gian của các trường hợp

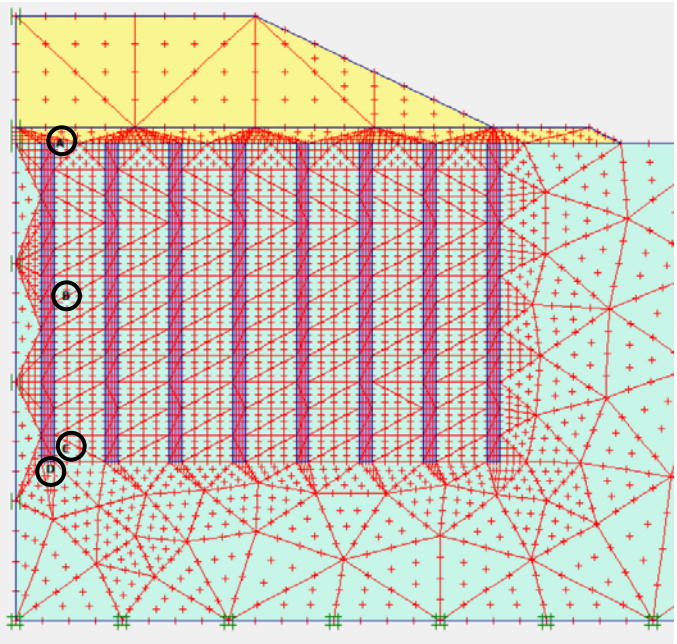
Các trường hợp 1 và 2 có cùng chiều dài trụ nhưng đường kính trụ trong trường hợp 2 lớn hơn trường hợp 1, tức là tỷ số gia cố diện tích a_s của trường hợp 2 lớn hơn trường hợp 1. Kết quả cho thấy rằng, trường hợp 2 có độ lún bé hơn với trường hợp 1. Do đó, giá trị của a_s càng tăng thì độ lún của nền càng giảm.

Đối với các trường hợp 2, 3 và 4 có đường kính trụ như nhau nhưng chiều dài trụ khác nhau. Kết quả cho thấy sự ảnh hưởng của tỷ số gia cố chiều sâu b_s cũng tương tự như là tỷ số gia cố diện tích a_s. Ngoài ra cũng cho thấy rằng, độ lún của phần không được gia cố bên dưới trụ là chủ yếu vì mô-đun biến dạng của nó nhỏ hơn rất nhiều so với phần trên. Điều đó thể hiện rất rõ trong trường hợp 4 khi được so sánh với các trường hợp còn lại. Cụ thể, nếu đất trụ xuyên qua toàn bộ lớp đất yếu thì độ lún sẽ giảm rất nhiều so với các trường hợp trụ treo.

2.2 . Phân tích về sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư

Sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư là một khía cạnh quan trọng trong vấn đề cố kết và nhất là trong công tác gia cố nền đất vì qua đó, nó quyết định đến tiến độ thi công của dự án. Để có thể nhận thấy rõ ràng hơn, lần lượt xét các điểm trong đất yếu

xung quanh cọc và gần với trục đối xứng của bài toán. Trong đó, A, B, C và D lần lượt là các điểm ở gần đầu trụ, giữa trụ, mũi trụ và bên dưới trụ (xem Hình 3), riêng trường hợp 4 thì không có điểm D trong trường hợp mô hình bài toán được đặt ra như trên với trụ xuyên qua toàn bộ chiều dày lớp đất yếu. Từ Hình 4 đến Hình 7, so sánh sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư tại các điểm khảo sát trong nền cho các trường hợp. Khi đi từ A đến D thì tốc độ tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư giảm dần, nghĩa là sự tiêu tán diễn ra nhanh nhất ở A, chậm hơn ở B, C và chậm nhất là ở D. Kết quả được rút ra cụ thể như sau:



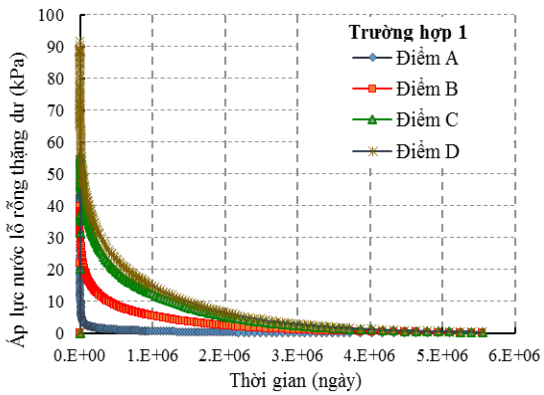
Hình 3. Vị trí các điểm khảo sát

Đối với trường hợp 1 và 2, tốc độ tiêu tán sẽ được đẩy nhanh khi tăng giá trị của tỷ số gia cố diện tích a_s.

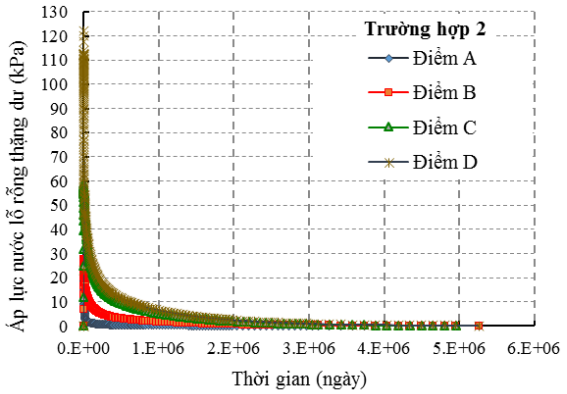
Đối với trường hợp 2, 3 và 4, tốc độ tiêu tán sẽ được đẩy nhanh khi tăng giá trị của tỷ số gia cố diện tích b_s.

Hơn nữa, cũng tương tự như khi xét về độ lún cố kết sơ cấp ổn định, tốc độ tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư trong nền, hay nói khác hơn là tốc độ cố kết, diễn biến nhanh hay chậm được quyết định chủ yếu bởi phần không được gia cố. Tốc độ cố kết phụ thuộc vào hệ số cố kết c_v. Giá trị của c_v càng lớn thì tốc độ cố kết càng tăng. Trong khi đó, c_v sẽ tăng khi mô-đun biến dạng tăng lên ($c_v = kE / \gamma_w$). Như đã nói ở trên, phần được gia cố có mô-đun biến dạng lớn hơn rất nhiều so với phần không được gia cố. Cho nên, tốc độ cố kết của nó sẽ lớn hơn nhiều so với phần không được gia cố. Điều này có thể thấy rõ từ Hình 8 đến Hình 11 ghi nhận lại trạng thái của áp lực nước lỗ rỗng thặng dư ở cuối giai đoạn cố kết. Theo đó, áp lực nước lỗ rỗng thặng dư trong phần được gia cố gần như đã tiêu tán hoàn toàn, trong khi đó ở phần không được gia cố, thì quá trình đó vẫn chưa kết thúc. Qua đó cho thấy, tốc độ cố kết trong nền được gia cố ở

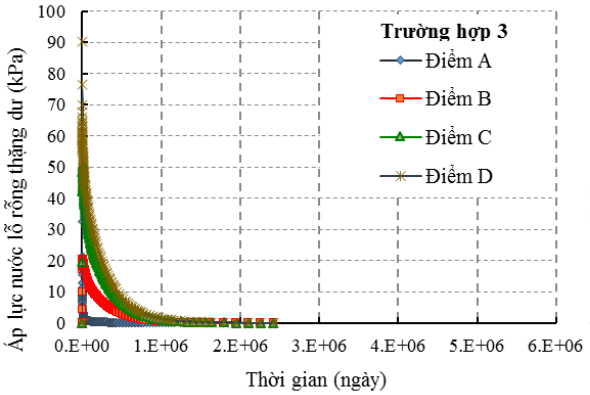
đây được đẩy mạnh là do sự gia tăng về hệ số cố kết c_v, mặc dù hệ số thấm của trụ hầu như xấp xỉ hoặc thậm chí bé hơn nhiều lần so với của đất yếu. Kết quả này cũng trùng khớp với kết quả của Chai và cộng sự [8]. Tóm lại, trong bài toán này, chiều dày của phần không được gia cố càng nhỏ thì tốc độ cố kết càng nhanh.



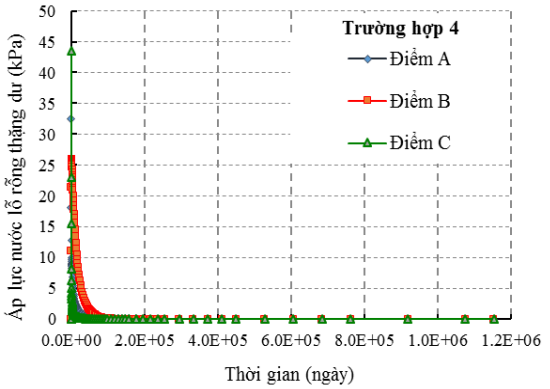
Hình 4. Sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư trong trường hợp 1



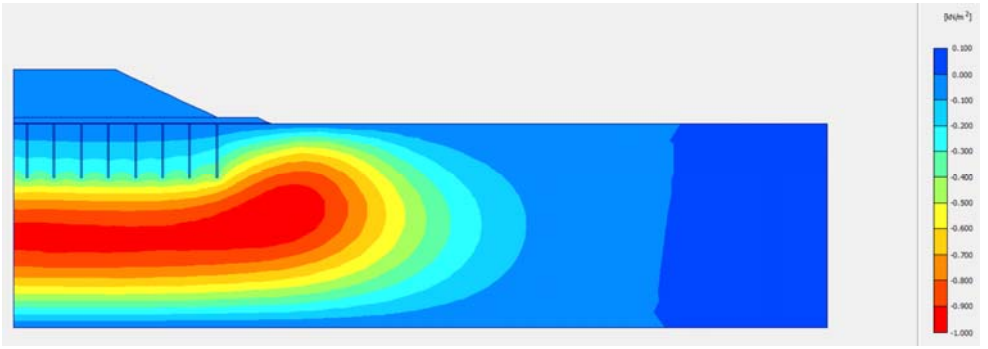
Hình 5. Sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư trong trường hợp 2



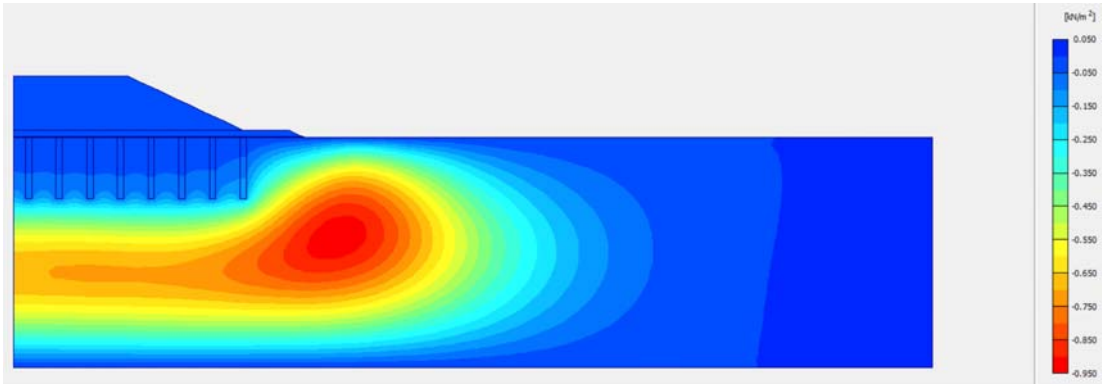
Hình 6. Sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư trong trường hợp 3



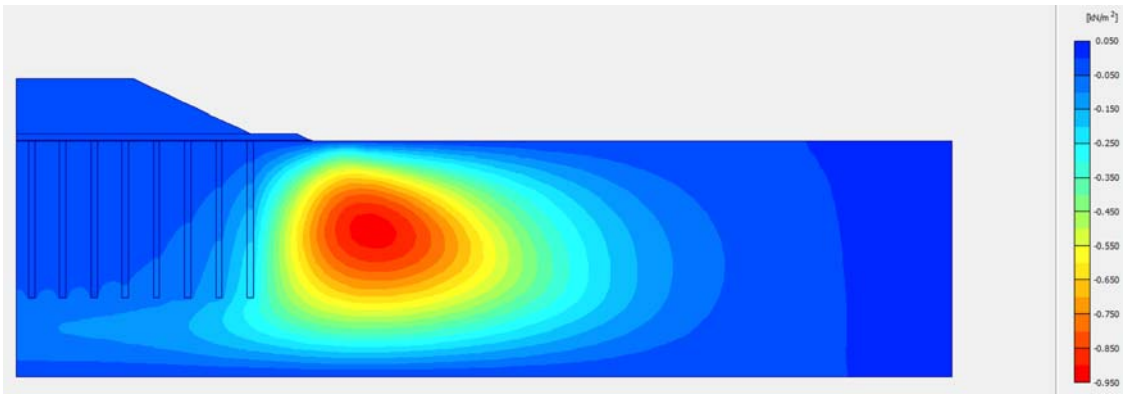
Hình 7. Sự tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư trong trường hợp 4



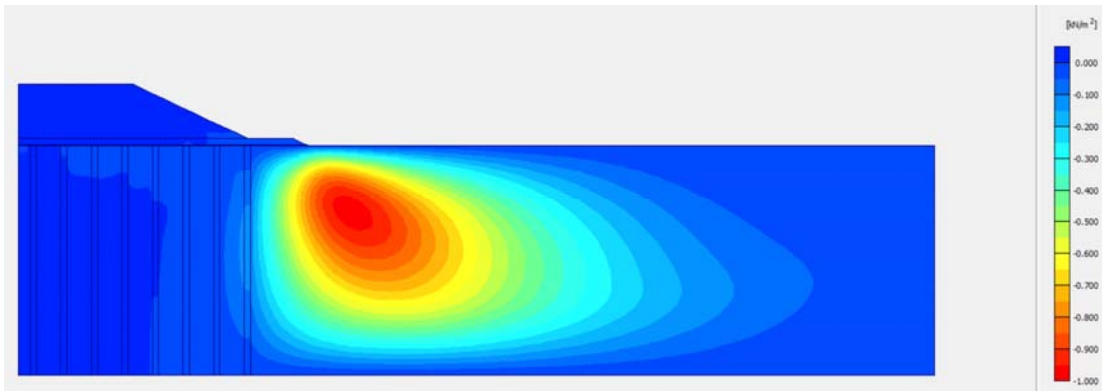
Hình 8. Trạng thái áp lực nước lỗ rỗng thặng dư ở cuối giai đoạn cố kết trong trường hợp 1



Hình 9. Trạng thái áp lực nước lỗ rỗng thặng dư ở cuối giai đoạn cố kết trong trường hợp 2



Hình 10. Trạng thái áp lực nước lỗ rỗng thặng dư ở cuối giai đoạn cố kết trong trường hợp 3



Hình 11. Trạng thái áp lực nước lỗ rỗng thặng dư ở cuối giai đoạn cố kết trong trường hợp 4

3. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày các mô phỏng về ứng xử cố kết của nền đất yếu được gia cố bằng trụ đất-xi măng. Qua các phân tích, các kết luận được rút ra như sau:

1. Về độ lún cố kết sơ cấp ổn định, trụ đất-xi măng làm tăng cường độ cứng qua đó làm giảm độ lún cố kết sơ cấp của nền. Trong đó, độ lún của phần không được gia cố là chủ yếu vì mô-đun biến dạng của phần không được gia cố nhỏ hơn rất nhiều so với phần được gia cố.
2. Về tốc độ cố kết của nền, hệ số cố kết của phần được gia cố tăng lên rất nhiều do mô-đun biến dạng của phần được gia cố được tăng cường bởi trụ đất-xi măng. Do đó, tốc độ tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư của phần được gia cố nhanh hơn nhiều so với phần không được gia cố. Dẫn đến tốc độ cố kết của cả nền đất yếu được quyết định chủ yếu bởi phần không được gia cố. Sự gia tăng của tốc độ cố kết ở đây là do sự sự gia tăng về hệ số cố kết c_v, mặc dù hệ số thấm của trụ hầu như xấp xỉ hoặc thậm chí là bé hơn nhiều lần so với hệ số thấm của đất yếu.
3. Một trong những cách có thể đạt được điều đó là điều chỉnh hai thông số: tỷ số gia cố diện tích a_s và tỷ số gia cố chiều sâu b_s. Khi tăng một trong hai thông số này sẽ làm tăng độ cứng của nền hỗn hợp và qua đó làm tăng hệ số cố kết của nền.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. T. Kawasaki, A. Niina, S. Saitoh, Y. Suzuki and Y. Honjo, "Deep mixing method using cement hardening agent", in *Proceedings of 10th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Stockholm, 1981.
2. M. Kamaluddin and A. S. Balasubramaniam, "Overconsolidated behavior of cement treated soft clay", in *Proceedings of 10th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Thailand, 1995.
3. S. Horpibulsuk, R. Rachan and A. Suddeepong, "Assessment of strength development in blended cement admixed Bangkok clay", *Construction and Building Materials,* vol. 25, no. 4, pp. 1521-1531, 2011.
4. N. Miura, S. Horpibulsuk and T. S. Nagaraj, "Engineering behavior of cement stabilized clay at high water content", *Soils and Foundations,* vol. 41, no. 5, pp. 33-45, 2011.
5. J. C. Chai, N. Miura, T. Kirekawa and T. Hino, "Settlement prediction for soft ground improved by columns", in *Proceedings of Institute of Civil Engineers*, UK, 2009.
6. J. C. Chai and S. Pongsivasathit, "A method for predicting consolidation settlements of floating column improved clayey subsoil", *Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China,* vol. 4, no. 2, p. 241–251, 2010.
7. S. Horpibulsuk, A. Chinkulkijniwat, A. Cholphatsorn, J. Suebsuk and M. D. Liu, "Consolidation behavior of soil–cement column improved ground", *Computers and Geotechnics,* vol. 43, pp. 37-50, 2012.
8. J. C. Chai, S. Shrestha, T. Hino, W. D. Ding, Y. Kamo and J. Carter, "2D and 3D analyses of an embankment on clay improved by soil–cement columns", *Computers and Geotechnics,* vol. 68, p. 28–37, 2015.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ PHỤT VỮA THÀNH TRONG VIỆC GIA TĂNG SỨC CHỊU TẢI CỌC KHOAN NHỒI

PGS. TS. Võ Phán, KS. Hà Vĩnh Phúc
Trường Đại học Bách Khoa –TP. HCM

TÓM TẮT

Việc gia tăng sức chịu tải thành bên của cọc thông qua công tác phun vữa áp lực cao vào vùng đất xung quanh cọc làm thay đổi các chỉ tiêu cơ lý một cách đáng kể. Tuy nhiên, việc nghiên cứu tính chất của đất sau khi phun vữa còn nhiều hạn chế dẫn đến việc tính toán và mô phỏng còn thiếu tính chính xác. Đề tài nghiên cứu thêm sự thay đổi tính chất cơ lý của đất sau phụt vữa, sử dụng các kết quả thí nghiệm tải cọc khoan nhồi bằng hộp Ocell có được tại khu vực Tp. Hồ Chí Minh kết hợp với phần mềm Plaxis để so sánh, đánh giá sự cải thiện sức kháng hông đơn vị của cọc có phụt vữa, đồng thời đưa ra các hệ số cải thiện thực tế cho vài loại đất.

ABSTRACT

Improving bored pile capacity by high pressure grouting injection into surrounding soil changes soil properties significantly. However, the study about soil properties after grout injection still have a lot of limitation. This report researches the changing physical properties of soil after grouting, uses the data from the Ocell load test for bored pile in Ho Chi Minh city and result from Plaxis 2D to evaluate, analyze and compare the enhancement between grouting and non-grouting bored pile to get the enhancement factor for several typical types of soil.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Do xu hướng ngày càng xuất hiện các công trình cao tầng, các công trình có tải trọng lớn dẫn đến việc thiết kế nền móng yêu cầu các cọc có sức chịu tải lớn hơn. Trong một chừng mực nào đó thì đường kính của cọc có giới hạn và đi kèm các rủi ro cao khi phát triển cọc có đường kính lớn. Các công nghệ tăng sức chịu tải đất nền của cọc theo đất nền đã được ứng dụng, trong đó công nghệ phụt vữa thành cọc trong những năm gần đây đã chứng minh sự cải thiện đáng kể sức chịu tải theo đất nền của cọc dẫn đến giảm đáng kể số lượng và đường kính cọc, đồng thời rút ngắn thời gian thi công cũng như giảm thiểu chi phí thi công nền móng một cách đáng kể. Do đó cần có các nghiên cứu cụ thể về cọc có phụt vữa thành để ứng dụng rộng rãi hơn trong thiết kế và thi công cọc khoan nhồi cũng như cọc barrette trong tương lai.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Sử dụng các công thức lý thuyết có sẵn.

Sử dụng các kết quả thực nghiệm có được để đánh giá sự thay đổi tính chất của đất sau khi phụt vữa.

Sử dụng phương pháp mô phỏng bằng phần mềm Plaxis kết hợp các kết quả thí nghiệm thử tải để đánh giá sự cải thiện sức chịu tải của đất sau khi phụt vữa.

3. TỔNG QUAN VỀ PHƯƠNG PHÁP PHỤT VỮA

Các ống phụt vữa được lắp theo chu vi của cọc từ cao độ mặt đất cho đến đáy của vùng được phụt vữa. Trong vùng phụt vữa, các van "Manchettes" được gia công trên các ống phụt vữa. Một đầu phụt vữa có gắn các van chặn bên trên và bên dưới vị trí van "Manchettes" sẽ được đưa vào ống phụt vữa, vì vậy có thể cô lập từng van "Manchettes" riêng biệt và tiến hành bơm vữa một cách có kiểm soát thông qua các van "Manchettes" ra bề mặt ngoài của cọc.

Cấp phối đề xuất như sau:

- 100 kg xi măng
- 50 lít nước
- 1 lít phụ gia Sikament

Bảng 1. Số lượng ống phụt vữa và đường kính cọc

Đường kính cọc (mm)	Số lượng ống phụt vữa	Khoảng cách lý thuyết (m)
1.000	4	0,79
1.200	4	0,94
1.350	5	0,85
1.800	6	0,94
2.000	7	0,90
2.500	8	0,98

3.1. Quy trình phun vữa áp lực cao

3.1.1. Thông các van "Manchettes"

Khi ống phun vữa được hạ và đổ bê tông cùng với cọc nhồi, cần thiết phải làm thông vùng bê tông giữa ống phụt vữa và thành cọc trước khi bê tông đạt được cường độ quá cứng. Trong thực tế, công tác thông các van "Manchettes" hiệu quả nhất khoảng 12h sau khi bê tông đạt cường độ.

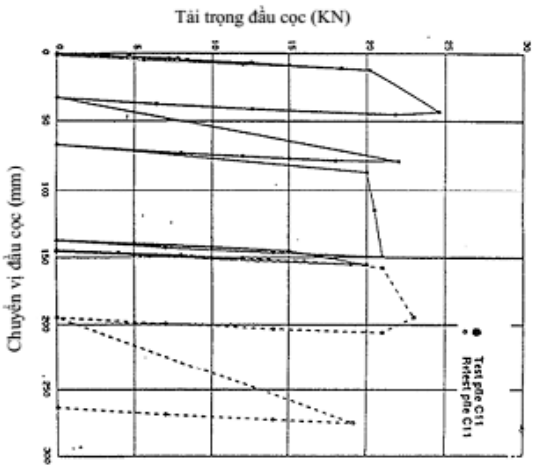
3.1.2. Công tác phụt vữa

Sau một khoảng thời gian xác định trước sau công tác thông van "Manchettes", công tác phụt vữa có thể tiến hành. Các nắp tạm sẽ được mở và kiểm tra lại chiều sâu của ống phụt vữa. Một lượng vữa yêu cầu sẽ được bơm qua van "Manchettes" và đến bề mặt tiếp xúc của cọc và đất. Các packer sẽ được xả căng và di chuyển đến vị trí phụt vữa kế tiếp.

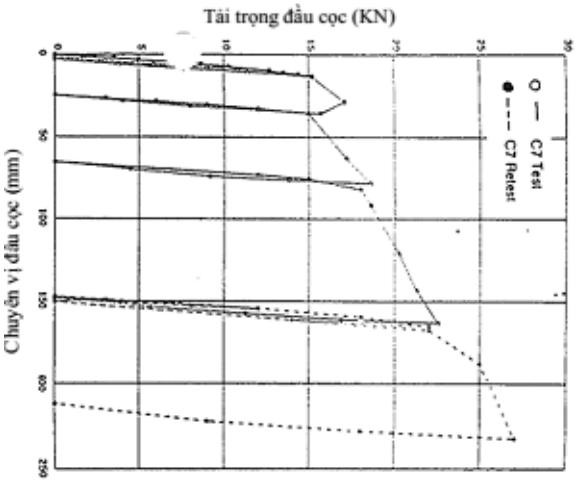
Lượng vữa yêu cầu được bơm khoảng 35 lít/m^2 của bề mặt cọc. Công tác phụt vữa sẽ được dừng khi mà lượng vữa yêu cầu đạt được hoặc đạt áp lực tối đa là 60 bars.

3.2. Hiệu quả ổn định sau phụt vữa

Các nghiên cứu thực nghiệm cho thấy sức chịu tải của cọc sau khi phụt vữa không hề suy giảm theo thời gian.



Hình 1. Quan hệ tải trọng và chuyển vị đầu cọc cho cọc có phụt vữa trong đất sét ở giai đoạn gia tải ban đầu và gia tải lại [4]



Hình 2. Quan hệ tải trọng và chuyển vị đầu cọc cho cọc có phụt vữa trong đất cát ở giai đoạn gia tải ban đầu và gia tải lại [4]

3.3. Cơ chế của việc gia tăng khả năng chịu tải của cọc có phụt vữa

Cơ chế gia tăng sức chịu tải của cọc bằng phương pháp phụt vữa đã được tổng quát theo Stocker và Troughton & Stocker như sau:

- Bê tông ở chu vi của cọc bị nứt và đẩy ra vào vùng đất xung quanh tạo thành cơ chế giằng vào đất, lấp đầy các khoảng trống ở vùng đất xung quanh.

- Việc gia tăng áp lực thành bên do việc gia tăng mật độ của đất vào vùng đất tương tác xung quanh đã bị mềm trong quá trình thi công.

- Trong đất dạng hạt, việc xi măng hóa các phân tử đất trong vùng tương tác có thể xảy ra do việc thâm nhập của vữa vào trong các lỗ rỗng của đất.

- Việc phun vữa tạo ra màng nữa cứng xung quanh thành cọc với các điểm tập trung tại khu vực gần lỗ phun vữa, tuy nhiên đường di chuyển của vữa có thể nhất một khi vữa đã ra đến bề mặt của cọc là theo đường có sức kháng thấp nhất, đó chính là theo đi thẳng lên theo bề mặt ngoài của cọc lên đến mặt đất.

- Áp suất của việc bơm vữa làm gia tăng ứng suất theo phương ngang và sức kháng cắt của đất xung quanh thành cọc. Bên cạnh đó, việc gia tăng sức kháng cắt của đất, mô đun kháng cắt cũng gia tăng theo. Dẫn đến khi có lực tác dụng, biến dạng trượt của đất sẽ nhỏ hơn. Vì vậy, trong trường hợp cọc đạt đến tải trọng giới hạn, ứng suất cắt dọc thành cọc được phun vữa sẽ rất lớn. Trong phạm vi bán kính ảnh hưởng, ứng suất cắt của cọc có phun vữa lớn hơn nhiều so với cọc thông thường đổ tại chỗ, nhưng biến dạng trượt lại nhỏ hơn do mô đun kháng cắt lớn hơn tại cùng bán kính. Do đó, hệ số ảnh hưởng nhóm cọc có thể được giảm lại.

4. CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÁC ĐỊNH SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC ĐỔ TẠI CHỖ ĐƯỢC XỬ LÝ BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHUN VỮA THÀNH CỌC

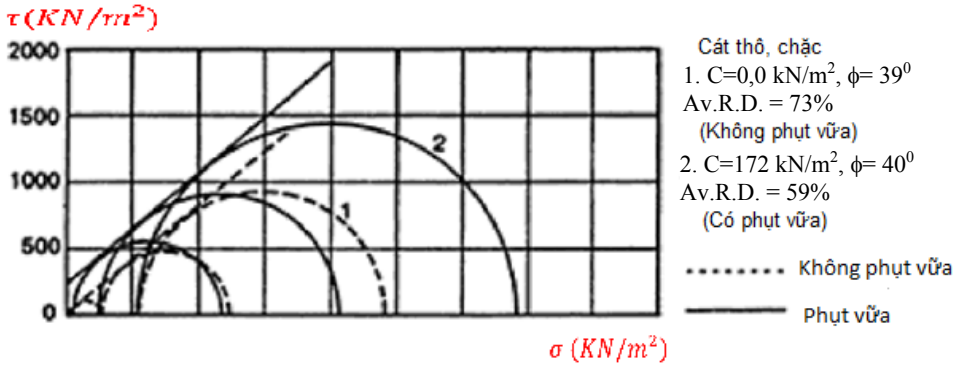
4.1. Phương pháp tính sức chịu tải theo chỉ tiêu cơ lý của đất nền

Vùng đất sau khi phun vữa có các tính chất vẫn tuân theo mô hình Mohr-Columb. Công thức tính kháng đơn vị dọc thân cọc vẫn có thể áp dụng các công thức tính sức kháng đơn vị thông thường

$$f_i = C_a + K_s.\sigma'_v.tan\varphi_a \quad (1)$$

Đối với cọc có phụt vữa, cường độ của đất được phụt vữa tùy thuộc vào tính chất của vữa được sử dụng (hàm lượng nước/ xi măng, loại xi măng…) nhưng cũng còn tùy thuộc vào các yếu tố khác. Trong đó phải kể đến như loại đất, độ chặt, thành phần cỡ hạt... Đất càng rỗng, vữa càng dễ xâm nhập, sự cải thiện càng tăng.

Các thí nghiệm cho thấy, đất sau khi phụt vữa, lực dính cải thiện đáng kể, tuy nhiên đối góc ma sát không thay đổi nhiều. Sự cải thiện góc ma sát chỉ xuất hiện đối với đất sét pha hoặc cát hạt lớn. Cần tiến hành các thí nghiệm cho từng loại đất cụ thể để xác định chính xác lực dính và góc ma sát sau phụt vữa.



Hình 3. Thí nghiệm nén 3 trục cho mẫu đất cát phụt vữa và không phụt vữa [8]

4.2. Phương pháp tính sức chịu tải theo thực nghiệm

4.2.1. Đối với đất sét

Sức kháng hông được tính như sau:

$f_i = \alpha \times C_u$ (2)

Trong đó

C_u= 5N (N: Chỉ số SPT);

Hệ số dính α=0.5, ứng với cọc thông thường;

α=1, ứng với cọc phụt vữa.

4.2.2. Đối với đất cát

$f_i = \beta\ \sigma'_v$ (*Phương pháp* β- Bruland -1973); (3)

$\beta = K_s \tan \varphi_a$

Giá trị của hệ số áp lực đất K_s dựa trên loại đất, lịch sử ứng suất của đất và phương pháp thi công cọc. Đối với những cọc bình thường, giá trị sức kháng thành vào khoảng 120 KN/m^2. Đối với những cọc có phụt vữa thành cọc, giá trị sức kháng thành vào khoảng 260 KN/m^2.

Các kết quả thực nghiệm khác cũng cho thấy sức kháng hông của cọc được phun vữa cao gấp 2 đến 3 lần so với cọc không phụt vữa. Đặc biệt ở vùng cát hạt lớn có lẫn sỏi, giá trị sức kháng hông tăng đáng kể, có thể đạt đến hơn 400 KN/m^2.

5. SO SÁNH, PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM THỬ TẢI GIỮA CỌC CÓ PHỤT VỮA THÀNH VÀ CỌC BÌNH THƯỜNG TẠI KHU VỰC TP. HỒ CHÍ MINH

Tại khu vực quận 7, Tp Hồ Chí Minh, nhà thầu Bauer đã thi công CTN-C3 (D2000-84.5m- có phụt vữa thành cọc - Chiều dài đoạn phụt vữa là 20.0 từ mũi cọc đi lên) và cọc thí nghiệm CTN-C1 (D2000-80m-không phụt vữa). Kết quả so sánh sức kháng hông trung bình đo được giữa cọc phụt vữa CTN-C3 (-77,85 m đến -64,35 m) và không phụt vữa CTN-C1 (-77,30 m đến -64,35 m) được thể hiện trong bảng dưới

Bảng 2. So sánh sức khánh hông trung bình đo được giữa CTN-C1 và CTN-C3

Vùng xét	Địa chất	CTN-C1 (Không phụt vữa)		CTN-C3 (Có phụt vữa)	
		Sức Kháng hông đơn vị	Sức kháng hông đơn vị TB	Sức kháng hông đơn vị	Sức kháng hông đơn vị TB
Hộp Ocell đến thiết bị đo dạng lớp 4	Cát chặt			257 KN/m^2	217 KN/m^2
Thiết bị đo biến dạng lớp 4 đến lớp 3		204 KN/m^2	147 KN/m^2	262 KN/m^2	
Thiết bị đo biến dạng lớp 3 đến lớp 2		84,7 KN/m^2		144 KN/m^2	
Thiết bị đo biến dạng lớp 2 đến lớp 1		138 KN/m^2			

- Giá trị sức hông được tối đa gia tăng rõ rệt ở cọc có phun vữa phụt thành, so sánh giữa 2 cọc ở cùng độ sâu, cùng loại đất ta nhận thấy giá trị này lớn hơn khoảng tăng 47% (~ 1,47 lần) và còn có thể phát triển lớn hơn vì sức kháng hông Cọc C1 đã đạt đến giá trị tối đa trong khi cọc C3 còn tiếp tục tăng lên nếu tiếp tục gia tải.

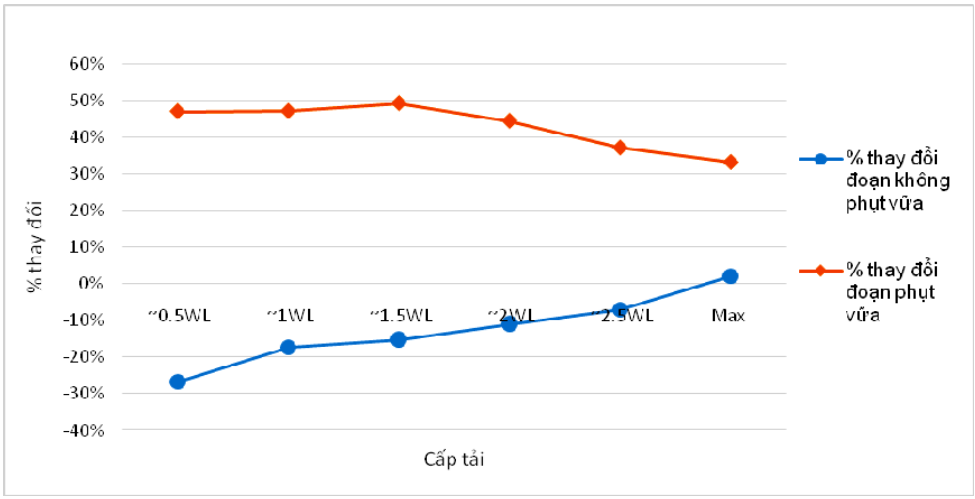
5.1. Mô phỏng bằng phần mềm Plaxis và so sánh với kết quả thí nghiệm có được

Tiến hành mô phỏng cọc C1 không phụt vữa so sánh với kết quả thí nghiệm hiện trường cho độ lún và sức chịu tải tương đương, tiếp tục mô phỏng cọc C*3 có cùng đường kính, độ sâu và không phụt vữa và so sánh với kết quả của cọc C3 có phụt vữa ta có kết quả sau:

*Bảng 3. Tổng hợp ứng suất dọc thân cọc giữa cọc có phụt vữa C3 và cọc không phụt vữa mô hình C*3*

Cấp tải	Giá trị tải (MN)	Ứng suất tiếp bên trên hộp Ocell (Đoạn không phụt vữa cọc C3 và C*3)			Ứng suất tiếp bên dưới hộp Ocell (Đoạn phụt vữa cọc C3 và không phụt vữa C*3)		
		Cọc C*3	Cọc C3	% thay đổi	Cọc C*3	Cọc C3	% thay đổi
~0,5WL	9,88	14,30	10,5	-27%	37,13	54,6	47%
~1WL	22,6	30,93	25,6	-17%	72,60	106,8	47%
~1,5WL	32,16	43,45	36,8	-15%	98,46	147,0	49%
~2WL	41,7	54,78	48,8	-11%	128,88	186,2	44%
~2,5WL	53,34	67,07	62,36	-7%	169,89	233,1	37%
Max	62,7	71,85	73,4	2%	201,22	268,1	33%

Nhận xét: Trong cùng 1 cọc có đoạn phụt vữa và đoạn còn lại không phụt vữa thì sức kháng hông đơn vị của cọc C3 ở vùng phụt vữa được huy động nhanh hơn so với đoạn không phụt vữa ở giai đoạn đầu của việc gia tải, điều này làm tăng tính an toàn cho vùng không phụt vữa (Sức kháng đơn vị nhỏ hơn cọc thông thường khi chịu cùng 1 cấp tải), khi tải tăng dần và hiệu quả của đoạn phụt vữa giảm đi thì sức kháng hông đơn vị của phần không có phụt vữa tăng dần giống cọc bình thường



Hình 4. Sự thay đổi sức kháng hông giữa đoạn có phụt vữa và không phụt vữa

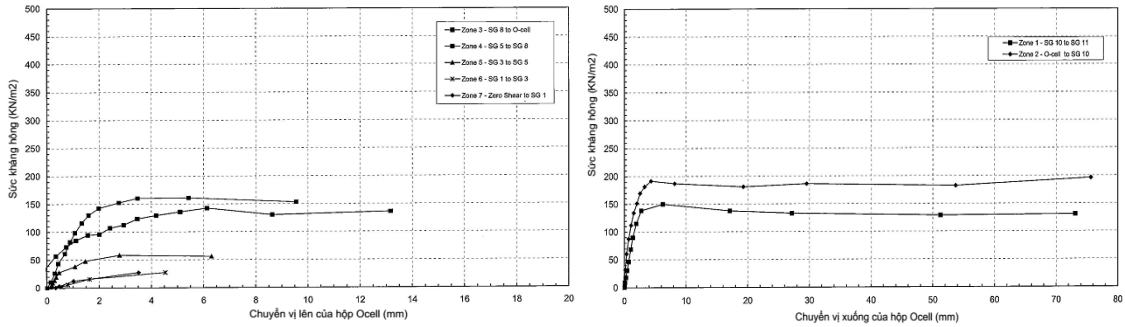
*Bảng 4. Tổng hợp độ lún của cọc C3 & C*3 trong các trường hợp*

Cấp tải	Tải trọng (KN)	Độ lún (mm)		
		Không phụt vữa (C*3)	Có phụt vữa (C3)	% thay đổi
~1WL	22.600	23,05	16,9	-27%
~2,5WL	53.340	52	39.4	-24%
Max test	62.700	64	46	-28%

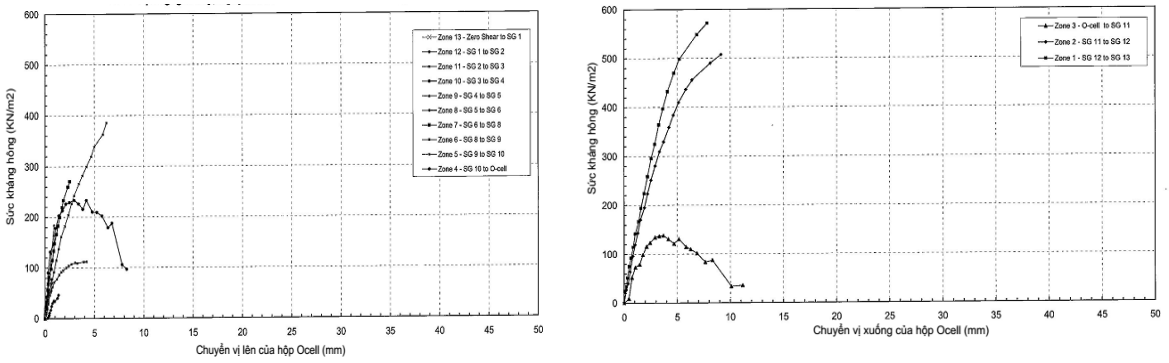
Độ lún của cọc cũng cải thiện đáng kể đối với cọc có phụt vữa.

5.2. Kết quả thí nghiệm ở công trình Springlight City

Phân tích sự huy động sức kháng hông đơn vị của cọc TP1- D2000-89m (không phụt vữa và TP2-D2200- 93m (Có phụt vữa thành).



Hình 5. Sức kháng hông đơn vị dọc thành cọc bên trên và bên dưới hộp Ocell- Ocell – cọc TP1 được nén đến tải trọng 66,8 MN



Hình 6. Sức kháng hông đơn vị dọc thành cọc bên trên và bên dưới hộp Ocell- Ocell – cọc TP2 được nén đến tải trọng 107,2 MN

Nhận thấy ở cọc TP1, sức kháng hông được huy động nhỏ hơn nhiều so với cọc phụt vữa TP2 và đã đến giá trị phá hoại.

Bảng 5. So sánh sức kháng hông đơn vị đo được ở giá trị nén lớn nhất của chu kỳ 1

Vùng xét		**Loại đất**	**Sức kháng hông TB (KN/m^2)**		**Hệ số**
TP1	**TP2**		TP1	TP2	
Thiết bị đo 1 đến 3 (-14,25 đến -32,58)	Thiết bị đo 1 đến 3 (-14,25 đến -31,72)	Cát mịn, Sét pha cát	3,59	4,99	39%
Thiết bị đo 3 đến 8 (-32,58 đến -57,77)	Thiết bị đo 3 đến 9 (-31,72 đến -61,24)	Sét & Cát hạt mịn,	104,40	122,21	17%
Thiết bị đo 8 đến 11 (-57,77 đến -83 m)	Thiết bị đo 9 đến 12 (-61,24 đến -82,87)	Cát lẫn sỏi	140,96	504,39	258%

Từ kết quả thí nghiệm, nhận thấy hầu hết các vùng đất đều cải thiện sức kháng hông một cách đáng kể ở địa chất cát pha sét hoặc sét pha cát. Sự cải thiện còn có thể tăng lên nếu tiếp tục gia tải cọc TP2. Ở phần mũi cọc ứng với địa chất cát lẫn sỏi, độ rỗng lớn dẫn đến sức cải thiện đạt đến trên 200%.

6. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

6.1. Kết luận

- Công nghệ phụt vữa thành cọc đã được chứng minh qua những thí nghiệm trên thế giới và tại Việt Nam mang lại những cải thiện đáng kể trong việc gia tăng sức chịu tải cọc, giảm chiều sâu và rủi ro trong thi công cọc, sức kháng hông được gia tăng từ 50% (1,5 lần) đối với địa chất cát pha, sét pha đến 200% (3 lần) đối với địa chất cát pha sỏi. Các nghiên cứu đánh giá khác trên thế giới cho thấy hàm lượng cát yêu cầu tối thiểu để việc phụt vữa thành phát huy tác dụng tối thiểu lớn hơn 10%.

- Độ lún của cọc giảm đi trên cùng cấp tải và ngược lại sức chịu tải của cọc tăng lên nếu xét trên cùng 1 độ lún (Độ lún giảm khoảng 30% (1,3 lần), sức chịu tải cọc cũng tăng lên xấp xỉ 27% (1,37 lần) tương tứng với chiều dài phụt vữa khoảng 25% tổng chiều dài cọc trong địa chất đất cát pha sét ở công trình The Everich 2- Quận 7).

6.2. Kiến nghị

- Việc áp dụng phụt vữa thành cọc phải được tiến hành trên quy trình sát sao và chặt chẽ để có thể đảm bảo các khâu được thực hiện đúng quy trình và đảm bảo về mặt chất lượng, phát hiện các trường hợp bị nghẹt van phụt vữa hoặc kẹt packer để có biện pháp phun bù ở các vị trí lân cận nhằm đảm bảo khả năng chịu tải của cọc.

- Thiết kế cọc với sự giả định về sự tăng cường sức chịu tải hông sau khi phụt vữa phải được kiểm chứng bằng việc thi công cọc thử để đảm bảo tính chính xác cho từng loại đất và khu vực.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Châu Ngọc Ẩn: *Nền móng*, NXB Đại học quốc gia, 2011
2. Nguyễn Hữu Đẩu, Phan Hiệp: *Phương pháp Obsterberg đánh giá sức chịu tải của cọc khoan nhồi*, Nhà xuất bản xây dựng 2004.
3. TCXD 10304: 2014 *Móng cọc, tiêu chuẩn thiết kế.*
4. B.D Little Child, G.D PlumBridge, M.W Fee, Ove Arup& Partner International: *Shaft Grouted pile in Sand and clay in Bangkok.*
5. K.K.S Ho, K.S Li: *Geotechnical Engineering: Meeting Society's Needs ,Volume 1.*
6. Miller M., Potts V., Skinner H.: *Improvingthe capacity of bored piles by shaft grouting.*
7. Santhosh Kumar: *A study on the engineering behavior of grouted loose sandy soils.*
8. Reuben H. Karol:*Chemical Grouting And Soil Stabilization, Revised And Expanded.*

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG MA SÁT ÂM DO THAY ĐỔI TẢI TRỌNG TÁC DỤNG ĐẾN VỊ TRÍ MẶT PHẲNG TRUNG HÒA CỦA CỌC TRONG ĐẤT YẾU

EVALUATION THE NEGATIVE SKIN FRICTION EFFECTS DUE TO SURCHARGE LOAD ON THE NEUTRAL PLANE LOCATION OF SINGLE PILE IN SOFT SOIL

PGS. TS.Võ Phán, KS. Tô Lê Hương
Trường Đại học Bách Khoa – TP.HCM

TÓM TẮT

Trong bài báo này, tác giả đánh giá sự phân bố vị trí mặt phẳng trung hòa khi xét ảnh hưởng ma sát âm lên cọc trong đất yếu do thay đổi tải trọng tác dụng, cụ thể là thay đổi chiều cao đất đắp tôn nền từ 1,7 m đến 3,0 m. Vị trí mặt phẳng trung hòa được xác định theo ba phương pháp: Phương pháp đơn giản của W.H.Ting, Phương pháp Thống nhất của Fellenius và Phương pháp mô phỏng bằng phần mềm PLAXIS 2D v8.5. Cả ba phương pháp đều cho thấy khi tăng chiều cao đất đắp thì độ sâu mặt phẳng trung hòa càng lớn, nghĩa là có xu hướng phát triển về phía mũi cọc. Tuy vậy, giữa kết quả tính từ Plaxis và các phương pháp còn lại có sự chênh lệch khá lớn về độ sâu mặt phẳng trung hòa ứng với cùng một chiều cao tải đắp. So sánh các kết quả tính của PLAXIS ở các giai đoạn khác nhau, tác giả nhận thấy với cùng một thời gian cố kết, chiều cao đất đắp tăng cũng làm cho vị trí mặt phẳng trung hòa tăng lên nhưng mức độ tăng không đáng kể.

ABSTRACT

This paper aims to evaluate the negative skin friction effects on the neutral plane location of single pile in soft soil due to surcharge loading, which is changing the height of fill embankment from 1.7 to 3.0 meters. The location of neutral plane is calculated by three different methods: Simple method (W. H. Ting), the Unified method (B. H. Fellenius) and Numerical model analyzing with software PLAXIS 2D v8.5. All methods show the results that when increasing height of the fill embankment, the neautral plane is larger, which means neutral plane location is closer to the pile toe. However, with the same height of fill embankment, there is a large difference from results of PLAXIS and the other. From the comparison of neutral plane location in different phase in PLAXIS, it also shows that with the same time of consolidation, the depth of neutral plane increases slightly with the height of fill embankment.

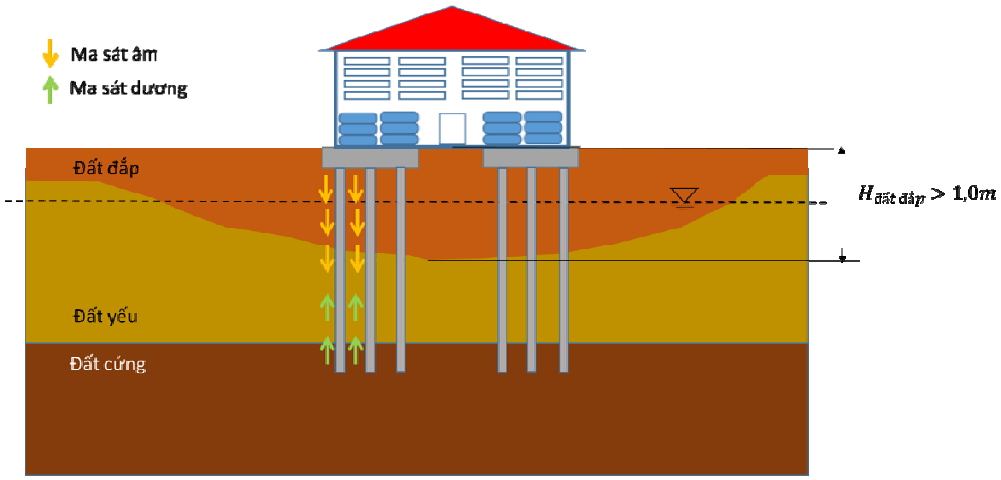
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đối với các công trình xây dựng trên đất yếu, giải pháp móng cọc luôn được ưu tiên hàng đầu vì tính hiệu quả và kinh tế. Tuy nhiên, đối với những khu vực có các tầng đất chưa kết thúc cố kết, việc đặt móng cọc vào trong địa tầng như vậy sẽ cần xét đến

hiện tượng ma sát âm. Ma sát âm là hiện tượng đất xung quanh cọc lún nhanh hơn cọc, từ đó sinh ra lực dọc kéo cọc đi xuống, làm ảnh hưởng đến sức chịu tải của cọc.

Có nhiều nguyên nhân gây ra ma sát âm, một trong những nguyên nhân đó là chiều cao đắp nền quá lớn. Trong thực tế, trường hợp này có thể gặp ở các công trình được xây trên một khu đất trũng, được cải tạo lại từ vùng đầm lầy, ao hồ. Do đặc trưng trũng của địa hình và tránh ảnh hưởng của mực nước ngầm dâng lên khi triều cường, cần thiết phải tôn nền lên cao, ít nhất là ngang bằng mặt đất tự nhiên hoặc cao hơn (xem Hình 1). Tuy nhiên, chiều cao tôn nền càng lớn thì cũng hình thành một tải đắp đủ lớn để làm đất nền bên dưới tiếp tục cố kết, và như vậy, sinh ra ma sát âm ảnh hưởng đến cọc và móng cọc của công trình. Mức độ ảnh hưởng này nhiều hay ít phụ thuộc vào phạm vi ảnh hưởng của ma sát âm, thường được đánh giá thông qua vị trí mặt phẳng trung hòa.

Do đó, trong bài báo này, tác giả sẽ tiến hành khảo sát vị trí mặt phẳng trung hòa khi cọc chịu ảnh hưởng ma sát âm do thay đổi tải tác dụng, mà cụ thể là thay đổi chiều cao đắp tôn nền.



Hình 1. Ma sát âm do chiều cao đắp tôn nền lớn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- *Phương pháp lý thuyết:* Tìm hiểu một số cách tính toán theo phương pháp giải tích để xác định vị trí mặt phẳng trung hòa trong cọc khi xảy ra hiện tượng ma sát âm.
- *Phương pháp mô phỏng:* Ứng dụng phần mềm PLAXIS 2D v.8.5 để mô phỏng ảnh hưởng hiện tượng ma sát âm do sự thay đổi tải trọng tác dụng đối với cọc trong đất yếu. Thông qua kết quả mô phỏng, xác định độ sâu mặt phẳng trung hòa trong cọc.

3. KHÁI QUÁT VỀ MA SÁT ÂM VÀ MẶT PHẲNG TRUNG HÒA

3.1. Khái quát về ma sát âm

Khi cọc được đóng trong nền đất tốt đã cố kết xong, tải trọng hướng xuống

truyền vào móng cọc sẽ hình thành trong đất những lực để cân bằng lại với tải trọng này. Các lực này chủ yếu là lực ma sát bên thân cọc, thường theo chiều hướng lên (trong trường hợp cọc treo) và có thêm sức kháng mũi cọc (nếu trường hợp cọc chống trong nền đất cứng). Ma sát bên thân cọc trong trường hợp này gọi là ma sát dương.

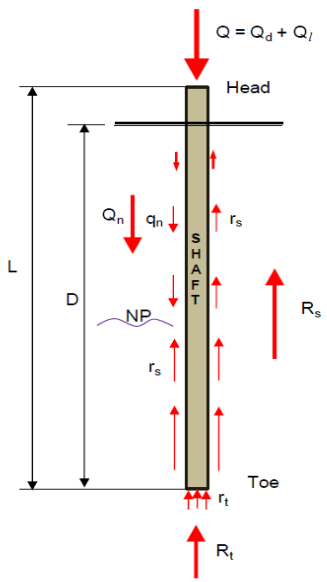
Trường hợp cọc được xây dựng trong khu vực đất yếu chưa cố kết xong, do nhiều nguyên nhân khác nhau (nâng hạ mực nước ngầm, lớp đất đắp san nền quá dày,...), các lớp đất yếu dần dần cố kết lại, dẫn đến chuyển động lún xuống của đất và hình thành lực ma sát bên thân cọc theo chiều hướng đi xuống, cùng chiều tải trọng tác dụng lên cọc. Lực ma sát như vậy gọi là lực ma sát âm.

Ma sát âm là hiện tượng lớp đất yếu xung quanh thân cọc lún nhanh hơn tốc độ lún của cọc. Vì thế, ma sát âm xảy ra không những không tạo lực ma sát có lợi để giữ cọc mà còn sinh thêm lực kéo xuống, làm ảnh hưởng khả năng chịu tải của cọc.

3.2. Vị trí mặt phẳng trung hòa

Trong quá trình sử dụng công trình, tải của kết cấu bên trên sẽ truyền xuống đầu các cọc thông qua đài cọc. Tải trọng được chia thành tĩnh tải Q_{dead} và hoạt tải Q_{live}. Ngay cả khi chuyển vị của đất nền là nhỏ, đa số trường hợp đất sẽ di chuyển xuống so với cọc và truyền lực vào cọc thông qua lực ma sát âm. Và chỉ cần một chuyển vị tương đối nhỏ là đủ để gây nên một lượng đáng kể lực ma sát âm (cũng như ma sát dương). Do đó, mọi cọc đều phát triển một cơ chế cân bằng lực, với một bên là tổng của tĩnh tải đặt lên đầu cọc - Q_d và lực kéo xuống – Q_n (sinh ra bởi lực ma sát âm ở phần trên của cọc) sẽ cân bằng với bên còn lại gồm tổng sức kháng mũi và ma sát dương ở phần dưới của cọc.

Vị trí cân bằng gọi là **mặt phẳng trung hòa,** là vị trí mà tại độ sâu đó mà ứng suất cắt dọc theo thân cọc chuyển từ ma sát âm thành ma sát dương (sức kháng ma sát thành cọc). Đây cũng là vị trí không có chuyển vị tương đối giữa cọc và đất, hay vị trí mặt phẳng trung hòa còn gọi là vị trí cân bằng chuyển vị.



Q = Tải trọng
Q_d = Tĩnh tải
Q_l = Hoạt tải
r_s = Sức kháng ma sát thành đơn vị
R_s = Tổng sức kháng ma sát thành
q_n = Lực ma sát âm đơn vị
Q_n = Lực kéo xuống
r_t = Sức kháng mũi đơn vị
R_t = Tổng sức kháng mũi
L = Chiều dài cọc
D = Chiều dài phần cọc nằm trong đất
NP = Mặt phẳng trung hòa

Hình 2. Các lực xuất hiện trong cọc khi xảy ra ma sát âm.

4. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ MẶT PHẲNG TRUNG HÒA

4.1. Phương phápđơn giản

Dựa vào tương quan giữa biểu đồ quan hệ độ lún cọc-đất và sự phân bố lực dọc trong cọc khi xảy ra hiện tượng ma sát âm (Hình 3), W.H.Ting [1] đưa ra cách tính độ sâu mặt phẳng trung hòa trong cọc dựa trên phương trình đơn giản như sau:

$$w_p = w_{st}(1 - \frac{L_n}{H_c}) \quad (1)$$

Trong đó:

W_p: Độ lún cọc.

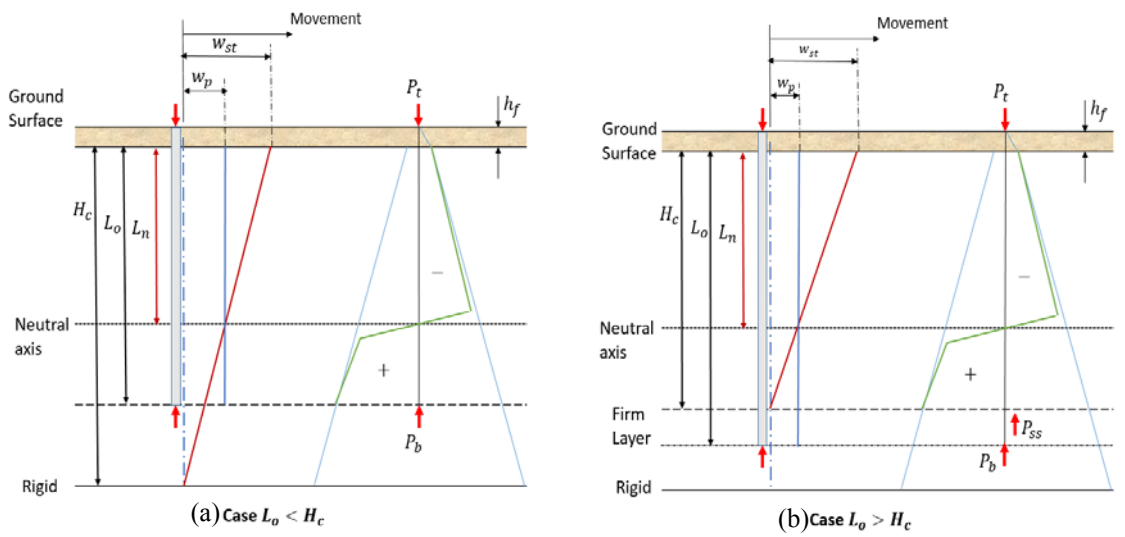
W_{st}: Độ lún của đất.

L_n: Độ sâu trục trung hòa (neutral axis) tính từ cao độ đáy lớp đất đắp.

H_c: Bề dày lớp đất có tính nén lún cao (bề dày lớp đất yếu)

Từ công thức trên, dễ dàng suy ra vị trí mặt phẳng trung hòa (hay độ sâu mặt phẳng trung hòa) được tính như sau:

$$L_n = (1 - \frac{w_p}{w_{st}})H_c \quad (2)$$



Hình 3. Hình ảnh vẽ lại các trường hợp tính toán vị trí mặt phẳng trung hòa của cọc treo (Floating pile) được nêu trong bài báo của W.H.Ting[1]:
(a) Chiều dài cọc (L_o) nhỏ hơn chiều dày lớp đất yếu (H_c);
(b) Chiều dài cọc (L_o) lớn hơn chiều dày lớp đất yếu (H_c).

Tuy nhiên, Fellenius [2] đã xem xét lại cách tính này và cho rằng giả thiết "Độ lún đất nền phân bố tuyến tính theo độ sâu" của W.H.Ting đưa ra là không hợp lý cho hầu hết trường hợp, ví dụ như với các bài toán minh họa mà W.H.Ting đưa ra, vốn có lớp đất yếu với tính nén lún cao và bề dày lớn (>50 m).

Có thể vận dụng các công thức phổ biến để tính vị trí mặt phẳng trung hòa theo công thức (2) với trình tự như sau:

1. Tiến hành chia đất nền thành các lớp phân tố có bề dày ≤ 2,0 m
2. Tính độ lún ổn định của đất nền w_{st}:

Thông thường trong thực tế, các hồ sơ khảo sát địa chất không có đầy đủ các thông số để tính toán độ lún đàn hồi (S_1) và độ lún từ biến (S_3). Do vậy, theo 22TCN-262-2000 thì độ lún S có thể được dự đoán bằng công thức kinh nghiệm sau:

$$W_{st} = S = S_1 + S_2 + S_3 = m.S^2 \quad (3)$$

Trong đó:

- S: độ lún ổn định của đất nền
- S_1: độ lún đàn hồi của đất nền.
- S_2: độ lún cố kết của đất nền, được tính theo phương pháp tổng phân tố.
- S_3: độ lún từ biến của đất nền.

3. Tính độ lún của cọc đơn [3], w_p, theo công thức:

$$w_p = S_đ = \Delta_L + S_m + S_b \quad (4)$$

Trong đó:

- Δ_L: độ lún đàn hồi của cọc. Tính theo công thức:

$$\Delta L = \frac{QL}{Q_p E_c} \quad (5)$$

- S_m: độ lún do biến dạng nén của đất nền dưới mũi cọc được tính theo lý thuyết nền đàn hồi:

$$S_m = \frac{q_{ap}\omega(1-v^2)}{E_0} \quad (6)$$

- Độ lún S_b do chuyển dịch theo phương đứng bởi lực ma sát đất và mặt bên của cọc có thể được tính theo công thức sau:

$$S_b = \frac{f_{as} D \omega_b (1-v^2)}{E_0} \quad (7)$$

Với:

- ω_b: Hệ số ảnh hưởng, Vesic đề nghị công thức tính như sau:

$$\omega_b = 2 + 0{,}35\sqrt{\frac{L}{D}} \quad (8)$$

4. Từ độ lún đất nền và độ lún cọc thế vào công thức (2) sẽ tính được vị trí trục trung hòa L_n (hay cũng chính là độ sâu vùng ảnh hưởng ma sát âm trên cọc, Z_L).

Cùng với nhiều nghiên cứu ngày nay cũng cho thấy, độ lún của lớp đất yếu diễn biến khá phức tạp và là đường cong phi tuyến, chứ không hẳn là một đường thẳng tuyến tính theo độ sâu. Do vậy, cách tính của W.H.Ting chỉ mang tính ước lượng sơ bộ ban đầu, không có nhiều giá trị ứng dụng thực tiễn.

4.2. Phương pháp thống nhất

Dựa vào các thí nghiệm và tài liệu đã được công bố của nhiều tác giả, Fellenius đã phát triển cách thức thiết kế móng cọc dựa vào biểu đồ phân bố lực và chuyển vị, gọi là Phương pháp Thống nhất (Unified Method).Cách xác định sơ bộ vị trí mặt phẳng trung hòa theo lý thuyết phân tích tương tác truyền tải trọng cũng là một bước tính trong phương pháp Thống nhất.

Vị trí mặt phẳng trung hòa được xác định theo trình tự như sau:

1. Chia nhỏ lớp đất thành từng lớp phân tố có bề dày ≤ 1 m.
2. Chọn các thông số β cho từng lớp đất theo Bảng 1. Riêng lớp đất ở mũi cọc xác định thêm thông số Nt theo Bảng 2.

Bảng 1. Giá trị hệ số β của một số loại đất

Đất	φ	β
Đất loại Sét (Clay)	25 – 30	0,15 – 0,35
Đất loại Bột (Silt)	28 – 34	0,25 – 0,50
Đất loại Cát (Sand)	32 – 40	0,30 – 0,90
Đất loại Cuội sỏi (Gravel)	35 – 45	0,35 – 0,80

Bảng 2. Giá trị hệ số N_t của một số loại đất

Đất	φ	N_t
Đất loại Sét (Clay)	25 – 30	3 – 30
Đất loại Bột (Silt)	28 – 34	20 – 40
Đất loại Cát (Sand)	32 – 40	30 – 150
Đất loại Cuội sỏi (Gravel)	35 – 45	60 – 300

3. Tính các giá trị $(Q_d + Q_n)$ và $(Q_u – R_s)$ theo các bước như sau:
   - Sức chịu tải tới hạn của cọc Q_{ult} là tổng của sức kháng mũi cực hạn và sức kháng ma sát thành cực hạn:

$$Q_{ult} = Q_u = R_s + R_t \quad (9)$$

   - Khi sức kháng ma sát thành và sức kháng ma sát mũi được huy động tối đa, lực trong cọc là Q_z được xác định bởi biểu thức:

$$Q_z = Q_u - \int A_s \beta \sigma'_z dz = Q_u - R_s \quad (10)$$

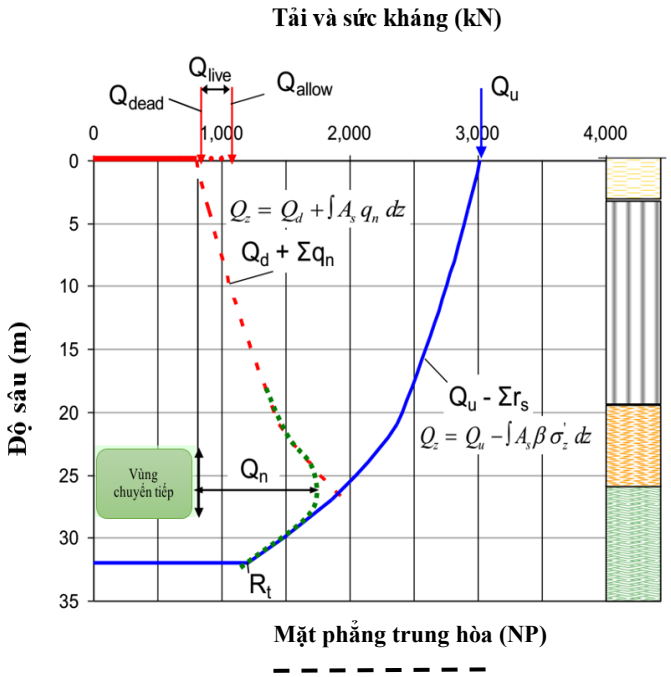
- Phân bố lực dọc trong cọc ở phía trên mặt phẳng trung hòa:

$$Q_z = Q_d + \int A_s q_n dz = Q_d - Q_n \quad (11)$$

Với:

$$Q_n = r_s = \beta \sigma'_z \quad (12)$$

4. Thể hiện giá trị đường $(Q_d + Q_n)$ theo độ sâu z. Làm tương tự với đường $(Q_u - R_s)$. Hình 4 biểu diễn dạng đường cong $(Q_d + Q_n)$ và $(Q_u - R_s)$ khi tính theo các công thức (10),(11).



Hình 4. Cách xác định vị trí mặt phẳng trung hòa theo phương pháp Thống nhất

5. Xác định vị trí giao nhau của hai đường tính được ở bước 4. Từ đó suy ra được vị trí mặt phẳng trung hòa cũng như giá trị lực dọc tác dụng lên mặt phẳng trung hòa.

4.3. Phương pháp phần tử hữu hạn (PLAXIS 2D v8.5)

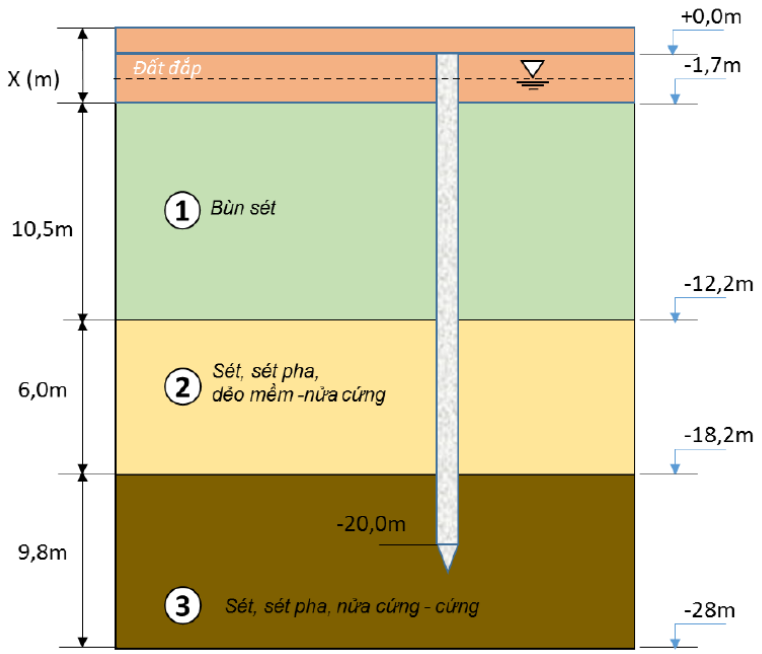
Khi giải các bài toán thực tế, nhiều phần mềm đã được phát triển trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn: PLAXIS, SAP2000, ANSYS,…

Để xác định vị trí mặt phẳng trung hòa khi sử dụng phần mềm Plaxis, cụ thể ở đây là Plaxis 2D, trước tiên cần tiến hành mô phỏng bài toán ảnh hưởng ma sát âm đối với cọc. Từ các thông số của biểu đồ lực ma sát của đất dọc thân cọc, dễ dàng xác định được vị trí mà lực ma sát thay đổi dấu từ âm sang dương. Tại vị trí lực ma sát này bằng 0 chính là vị trí cân bằng lực hay còn gọi là vị trí mặt phẳng trung hòa.

5. ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN

5.1. Thông số bài toán

- Sơ đồ bài toán



Hình 5. Sơ đồ bài toán

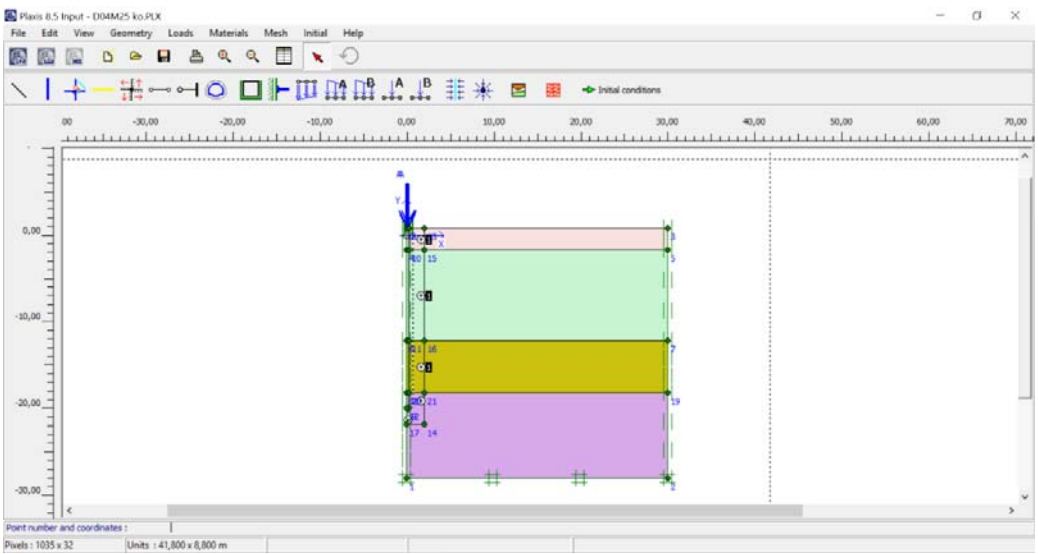
- Thông số địa chất sử dụng cho quá trình tính toán được trình bày trong bảng 3. Các thông số này cũng sử dụng khi khai báo thông số vật liệu và tính toán trong Plaxis.

Bảng 3. Các thông số địa chất

STT		1	2	3	4	5
Name		**Đất đắp**	**Bùn sét**	**Sét, sét pha nửa cứng**	**Sét, sét pha, cứng**	**Bê tông**
Model		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Hardening Soil	Linear Elastic
Type		Drained	UnDrained	UnDrained	UnDrained	Non-porous
γ_{unsat}	[kN/m^3]	18	15,1	19,4	20,6	25
γ_{sat}	[kN/m^3]	19	15,54	19,82	21,2	25
k_x	[m/day]	1,00E-03	3,02E-05	1,33E-05	3,31E-05	0,00E+00
k_y	[m/day]	1,00E-03	2,02E-05	8,98E-06	2,20E-05	0,00E+00
ν	[-]	0,3	0,35	0,35	-	0,2
E^{ref}	[kN/m^2]	1035	347,8	2577,2	-	2,70E+07
E_{50}^{ref}	[kN/m^2]	-	-	-	20480	-

STT		1	2	3	4	5
Name		Đất đắp	Bùn sét	Sét, sét pha nửa cứng	Sét, sét pha, cứng	Bê tông
E_{oed}^{ref}	[kN/m^2]	-	-	-	20480	-
E_{ur}^{ref}	[kN/m^2]	-	-	-	61440	-
c^{ref}	[kN/m^2]	10	8,3	36,2	6	-
φ	[°]	25	2,75	12,63	29,78	-
ψ	[°]	0	0	0	0	-
ν_{ur}	[-]	-	-	-	0,2	-
p_{ref}	[kN/m^2]	-	-	-	100	-
Power (m)	[-]	-	-	-	0,875	-
$K0_{nc}$	[-]	-	-	-	0,5	-
R_f	[-]	-	-	-	0,9	-
R_{inter}	[-]	0,9	0,7	0,85	0,9	1

Bài toán được khảo sát ở 4 trường hợp chiều cao đất đắp là: 1,7 m, 2,0 m, 2,5 m và 3,0 m.



Hình 6. Mô hình bài toán trong PLAXIS 2D

Khi sử dụng PLAXIS 2D v8.5 để mô phỏng bài toán ảnh hưởng ma sát âm trong cọc khi thay đổi chiều cao đất đắp, sử dụng các thông số vật liệu và đất ở Bảng 3.

Tiến hành thiết lập trình tự các phase tính toán như sau:

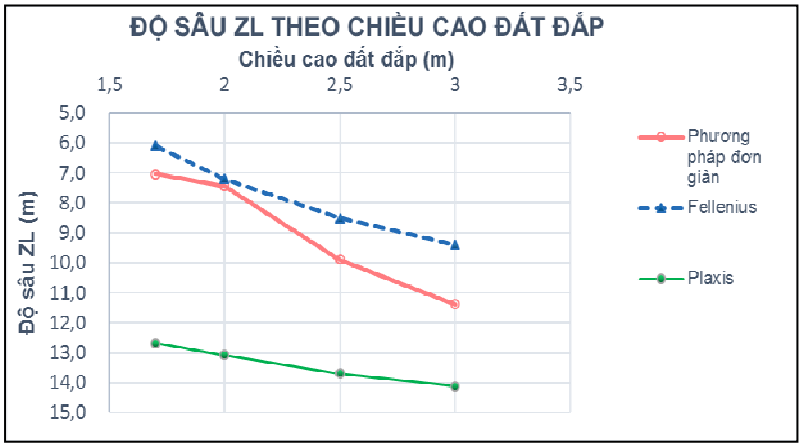
1. Chất tải đất đắp
2. Cố kết đất nền 1 năm bằng tải đắp

3. Thi công cọc
4. Chất tải đầu cọc 1.000 kN.
5. Khảo sát ảnh hưởng ma sát âm sau 1 năm sử dụng.
6. Khảo sát ảnh hưởng ma sát âm sau 5 năm sử dụng.
7. Khảo sát ảnh hưởng ma sát âm khi đất hết cố kết.

5.2. Kết quả tính toán vị trí mặt phẳng trung hòa theo các phương pháp khác nhau

Kết quả tính toán chiều sâu mặt phẳng trung hòa trong cọc khi tăng chiều cao tải đắp từ 1.7m lên 3.0m bằng các phương pháp khác nhau được thể hiện trên Hình 7. Có thể thấy:

- Các kết quả tính theo phương pháp giải tích (Phương pháp đơn giản, Phương pháp Thống nhất) nhỏ hơn kết quả tính theo phương pháp phần tử hữu hạn (PLAXIS 2D).
- Mức chênh lệch độ sâu Z_L là khá lớn khi chiều cao tải đắp còn nhỏ, giảm dần đi khi tăng chiều cao tải đắp (Bảng 4).



Hình 7. So sánh kết quả tính toán độ sâu mặt phẳng trung hòa Z_L theo các phương pháp khác nhau.

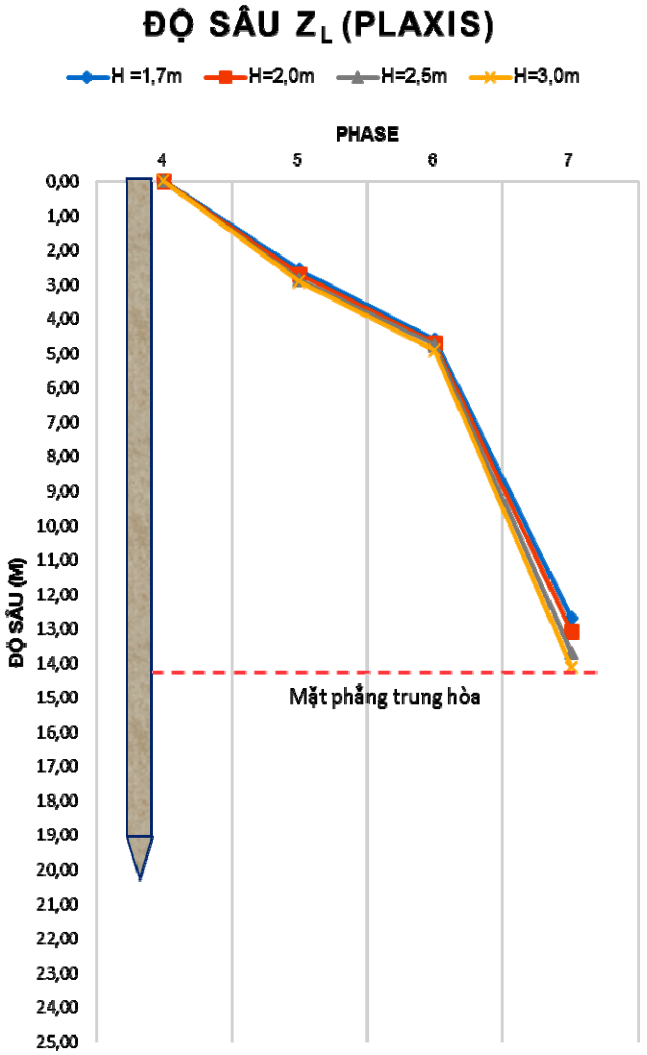
Bảng 4. So sánh chênh lệch vùng ảnh hưởng ma sát âm Z_L theo các phương pháp tính

So sánh chênh lệch vùng ảnh hưởng z_l giữa các phương pháp tính				
Chiều cao đất đắp (m)	1,7	2	2,5	3
Chênh lệch giữa Plaxis và Phương pháp đơn giản	44%	43%	28%	19%
Chênh lệch giữa Plaxis và Phương pháp Fellenius	52%	45%	38%	33%

Từ kết quả mô phỏng bằng PLAXIS 2D, có thể xác định độ sâu Z_L ở từng thời điểm khác nhau, và cho ra phân bố như Hình 8). Ở cùng một thời điểm (cùng một phase tính toán) thì khi tăng chiều cao đất đắp, độ sâu mặt phẳng trung hòa không thay đổi đáng kể.

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

6.1. Kết luận



Hình 8. Phân bố độ sâu mặt phẳng trung hòa trong cọc ở các thời điểm khác nhau

1. Việc tính toán vị trí mặt phẳng trung hòa theo các phương pháp khác nhau có sự chênh lệch đáng kể giữa kết quả tính theo phương pháp giải tích (phương pháp đơn giản, phương pháp thống nhất) và phương pháp phần tử hữu hạn (mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 2D v8.5).
2. Với mỗi chiều cao đắp tải, vị trí mặt phẳng trung hòa càng phát triển sâu xuống mũi cọc khi thời gian cố kết đất nền càng lâu.

3. Với kết quả mô phỏng theo Plaxis, ở cùng một thời điểm khảo sát, khi tăng chiều cao đất đắp thì vị trí mặt phẳng trung hòa tương ứng cũng tăng lên, nhưng mức tăng không nhiều.

6.2. Kiến nghị

1. Khảo sát độ sâu mặt phẳng trung hòa với trường hợp chiều cao đắp > 3.0m.
2. So sánh vị trí mặt phẳng trung hòa khi áp dụng ba phương pháp tính ở các địa chất khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. W.H.Ting, "Drowndrag Settlement of a Single Floating Pile," *Geotechnical Engineering,* Vols. 31, No.2, pp. 83-90.
2. Bengt H. Fellenius, "Disscusion Bengt H.Fellenius on "Drowndrag Settlement a Single Floating Pile" authored by W.H.Ting," *Geotechnical Engineering,* Vols. 32, No.1, pp. 45-46.
3. Võ Phán and Hoàng Thế Thao, Phân tích và tính toán Móng cọc, NXB ĐHQG TPHCM, 2010.
4. *Plaxis 2D v8 Tutorial Manual.*
5. B.H. Fellenius, The Red Book - Basic of Foundation Design (Electronic Edition), 2015.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

ỨNG DỤNG GIẾNG CÁT KẾT HỢP GIA TẢI TRƯỚC ĐỂ XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU CHO KHU VỰC NINH KIỀU, TP. CẦN THƠ

APPLICATION OF SAND WELLS COMBINED PRELOADING TO SOLUTIONS SOFT GROUND FOR THE AREA NINH KIỀU, CAN THO CITY

PGS. TS. Võ Phán, KS. Trần Ngọc Thái
Trường Đại học Bách Khoa – TP. HCM

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày ứng dụng giải pháp xử lý nền đất yếu bằng giếng cát kết hợp gia tải trước để tính lún cho nền đất yếu, rút ngắn thời gian thi công khi xử lý nền đất yếu có chiều dày lớn. Trong quá trình nghiên cứu tác giả đã sử dụng phương pháp giải tích, phương pháp quan trắc và phần mềm plaxis 2D v8.5 để tính toán thời gian cố kết và độ lún ổn định của nền. Ngoài ra, tác giả còn tiến hành phân tích sự ảnh hưởng của các thông số như đường kính, chiều dài, khoảng cách và sơ đồ bố trí lưới của giếng cát để đánh giá sự thay đổi về mức độ cố kết của nền đất dẫn đến thay đổi độ lún ổn định dưới đất nền.

ABSTRACT

This paper presents the solution application processing soft soil with sand wells preloading combined to calculate the soft ground, shorten construction time soft ground when handling large thickness. During the study authors have used methods of data analysis, monitoring methods and plaxis 2D v8.5 software to calculate the time of consolidation and stability of foundation settlement. In addition the author also analyzed the influence of parameters such as diameter, length, distance and grid layout of sand wells to evaluate the change in the level of ground consolidation led to replace stable exchange settlement under the ground.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đất yếu là loại đất có sức chịu tải nhỏ và tính nén lún lớn thường gặp ở nước ta, đặc biệt là ở các tỉnh Đồng bằng Sông Cửu Long. Khi xây dựng nền đắp trên đất yếu nếu không được khảo sát thiết kế cẩn thận và có biện pháp xử lý thích đáng thì nền đường xây dựng trên đó thường dễ bị mất ổn định, bị lún nhiều và lún kéo dài, ảnh hưởng xấu đến việc khai thác sử dụng mặt đường, công trình trên đường và các công trình xây dựng xung quanh.

Trong những năm vừa qua, cùng với sự phát triển công nghệ, các dự án xây dựng giao thông ở nước ta đã áp dụng nhiều phương pháp trên thế giới để xử lý nền đất yếu, chẳng hạn: giếng cát, bấc thấm, cọc đất trộn xi măng, cọc đất trộn vôi, cọc bê tông, sàn giảm tải… Tuy nhiên, để đảm bảo cả về kinh tế và kỹ thuật thì sử dụng phương pháp giếng cát kết hợp gia tải trước là phương án hợp lý và có tính khả thi, dễ thi công. Vấn đề đặt ra trong bài báo này là việc tính toán và ứng dụng các yếu tố như đường

kính, chiều dài, khoảng cách và sơ đồ bố trí lưới giếng cát sẽ ảnh hưởng như thế nào đến nền đất yếu dưới nền đường để mang lại hiệu quả cao nhất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu lý thuyết: Cơ sở lý thuyết tính toán giếng cát

Lý thuyết về tốc độ thời gian cố kết trong bài toán một chiều lần đầu tiên được đề nghị bởi Terzaghi (1925)

$$\frac{\partial u}{\partial t} = C_{vx}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + C_{vy}\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + C_{vz}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (1)$$

Nếu bài toán thấm xem xét trong điều kiện chỉ có thấm thẳng đứng, phương trình thấm một chiều có dạng:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = C_{vz}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (2)$$

Phương trình (2) là phương trình vi phân cố kết thấm một chiều theo lý thuyết cố kết của Terzaghi.

Độ cố kết được giải theo Carrilo (1942) cho độ cố kết tổng hợp $U_{v,h}$, của thấm đứng U_v và thấm ngang U_h

$$U_{v,h}=1 - (1 – U_v).(1 – U_h) \quad (3)$$

Trong đó:

* U_v : Độ cố kết trung bình do thoát nước theo phương đứng

$$U_v = f(T_v).$$

Thành phần này được xác định theo bài toán cố kết thấm một chiều.

* U_h : Độ cố kết trung bình do thoát nước theo phương ngang

$$U_h = f(T_h)$$

Đối với bài toán giếng cát, đây là thành phần cố kết hướng tâm, được xác định như sau:

$$U_h = 1 - \exp\left\{\frac{-8T_h}{F(n)}\right\}$$

Phương pháp quan trắc: Xem xét chuyển vị lún của công trình thực tế.

Mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 2D v8.5: Sử dụng phần mềm Plaxis 2D mô phỏng và tính toán mặt cắt điển hình về giải pháp kỹ thuật xử lý nền đắp công trình đường Mậu Thân, thành phố Cần Thơ.

3. ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN CHO CÔNG TRÌNH ĐƯỜNG MẬU THÂN, THÀNH PHỐ CẦN THƠ

3.1. Giới thiệu công trình

1. Tên dự án: Đường Mậu Thân, thành phố Cần Thơ.
2. Địa điểm xây dựng: Quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ.
3. Chủ đầu tư: Sở GTVT thành phố Cần Thơ.

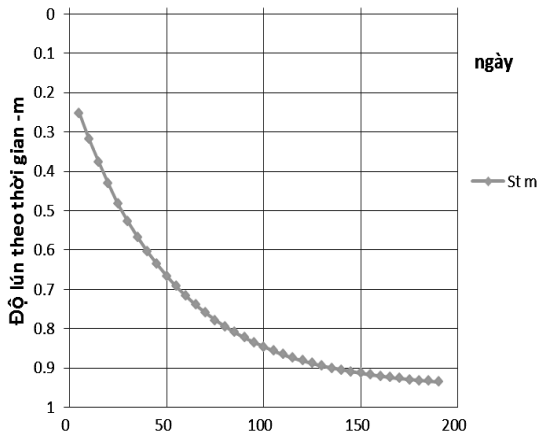
3.2. Đặc điểm địa chất

Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ lý của đất

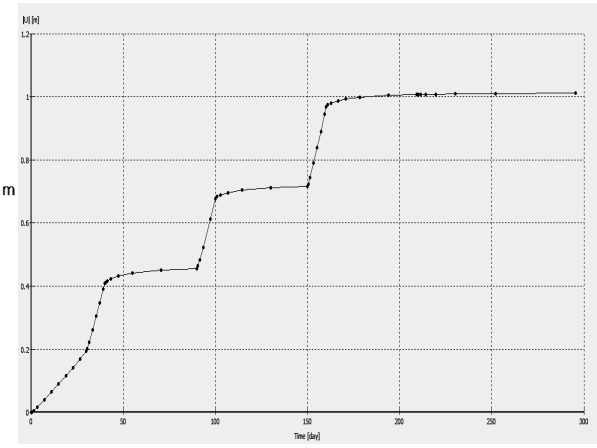
STT	TÊN	Kí hiệu	Đơn vị	Đất đắp	Giếng cát	Lớp 1:	Lớp 2:
1	Mô hình			MC	MC	MC	MC
2	Dung trọng tự nhiên	γ_{unsat}	kN/m^3	18	18	15,7	17,6
3	Dung trọng bão hòa	γ_{sat}	kN/m^3	20	20	16,2	18,4
4	Modul đàn hồi	E_{ref}	kN/m^2	7.000	7.000	1.050	2.400
6	Hệ số Poison	v		0,3	0,3	0,35	0,33
7	Lực dính	c	kN/m^3	1	1	7,54	17,45
8	Góc ma sát trong	φ	^{0}	30	30	$2^0$02’	$6^0$6’
9	Góc dãn nở	ψ	^{0}	0	0	0	0
10	Hệ số thấm ngang	K_h	m/ngày	8,64	8,64	1,59E-02	0,00458
11	Hệ số thấm đứng	k_v	m/ngày	8,64	8,64	1,59E-02	0,00458
12	Phần tử tiếp xúc	R_{inter}	1	1	1	1	1
13	Ứng xử của đất	type		Drained	Drained	Undained	Undained

4. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

4.1. Kết quả tính độ lún của nền đất yếu khi xử lý bằng giếng cát kết hợp gia tải trước theo ba phương pháp: giải tích, phần tử hữu hạn bằng phần mềm plaxis và quan trắc



Hình 1. Biểu đồ quan hệ độ lún cố kết theo thời gian theo phương pháp giải tích (độ lún ổn định là 0,94 m)



Hình 2. Biểu đồ quan hệ độ lún cố kết theo thời gian theo phương pháp mô phỏng (độ lún ổn định là 1,02 m)

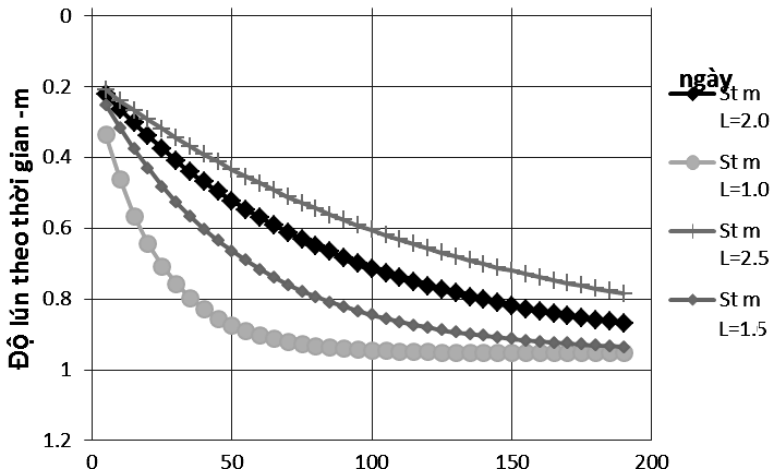
Theo kết quả quan trắc độ lún thực tế ngoài công trình đường Mậu Thân, thành phố Cần Thơ thì độ lún ổn định là 0,885 m.

*** Nhận xét:** Kết quả tính toán mô phỏng trên cho thấy Độ lún theo mô phỏng lớn hơn độ lún theo phương pháp asaoka là 15,25% và độ lún theo giải tích lớn hơn độ lún theo phương pháp asaoka là 6,21%.

4.2. Phân tích, đánh giá sự ảnh hưởng của khoảng cách giếng cát đến độ lún ổn định của nền

Bảng 2. Bảng so sánh kết quả về độ cố kết và độ lún của nền khi thay đổi khoảng cách giếng cát

Ngày	U% S=1,0 m	U% S=1,5 m	U% S=2,0 m	U% S=2,5 m	S_t S=1,0 m	S_t S=1,5 m	S_t S=2,0 m	S_t S=2,5 m
5	35,33	26,40	23,40	21,19	0,34	0,25	0,22	0,21
95	98,94	87,59	73,41	62,13	0,94	0,83	0,70	0,59
190	100,00	98,10	91,25	82,34	0,95	0,94	0,87	0,78



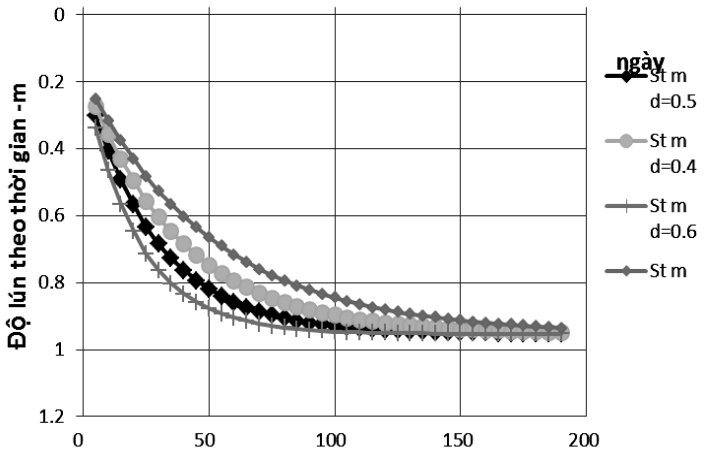
Hình 3. Biểu đồ so sánh quan hệ độ lún theo thời gian khi thay đổi khoảng cách giếng cát

*** Nhận xét:** Từ kết quả tính toán giải tích bằng việc thay đổi khoảng cách giếng cát cho thấy: khi khoảng cách giữa các giếng cát càng gần thì độ cố kết tăng dẫn đến độ lún nền tăng nhưng sự thay đổi về độ lún không nhiều. Theo kết quả giải tích: tăng khoảng cách giếng cát lên khoảng 50%, 100% và 150% thì độ lún giảm tương ứng 1,05%, 8,42% và 17,89%.

4.3. Phân tích, đánh giá sự ảnh hưởng của đường kính giếng cát đến độ lún ổn định của nền

Bảng 3. Bảng so sánh kết quả về độ cố kết và độ lún của nền khi thay đổi đường kính giếng cát

Ngày	U% d_w=0,3 m	U% d_w=0,4 m	U% d_w=0,5 m	U% d_w=0,6 m	S_t d_w=0,3 m	S_t d_w=0,4 m	S_t d_w=0,5 m	S_t d_w=0,6 m
5	26,40	28,84	31,84	35,57	0,2516	0,2748	0,3035	0,3390
95	87,59	93,43	97,08	99,03	0,8348	0,8904	0,9252	0,9437
190	98,10	99,43	99,92	100,00	0,9352	0,9476	0,9522	0,9530



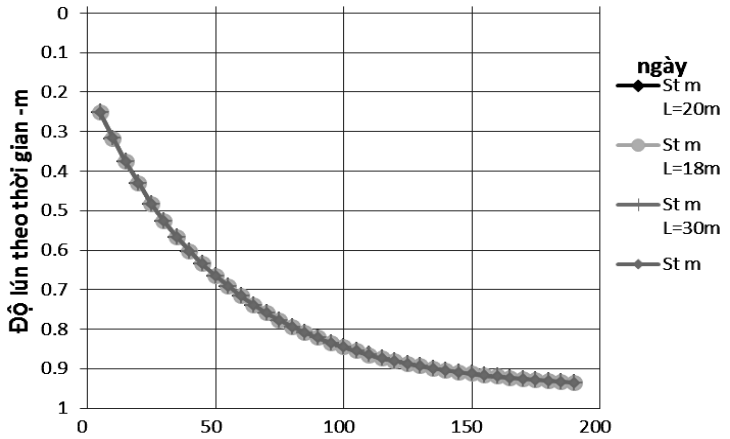
Hình 4. Biểu đồ so sánh quan hệ độ lún theo thời gian khi thay đổi đường kính giếng cát

*** Nhận xét:** Từ kết quả tính toán giải tích bằng việc thay đổi đường kính giếng cát cho thấy: Đường kính thay đổi ảnh hưởng đến mức độ cố kết cũng thay đổi. Khi đường kính tăng dẫn đến tốc độ cố kết cũng tăng làm tăng nhanh độ lún nền đường. Khi tăng đường kính giếng cát khoảng 2.0 lần thì độ cố kết và độ lún nền đường tại thời điểm 190 ngày tăng khoảng 1,9%.

4.4. Phân tích, đánh giá sự ảnh hưởng của chiều dài giếng cát đến độ lún ổn định của nền

Bảng 4. Kết quả về độ cố kết và độ lún của nền khi thay đổi chiều dài giếng cát

t (ngày)	U% L=18	U% L=20	U% L=25	U% L=30	St L=18m	St L=20m	St L=25m	St L=30m
5	26,41	26,41	26,40	26,40	0,2516	0,2516	0,2516	0,2516
95	87,60	87,60	87,59	87,58	0,8349	0,8348	0,8348	0,8347
190	98,14	98,13	98,11	98,10	0,9353	0,9353	0,9352	0,9352



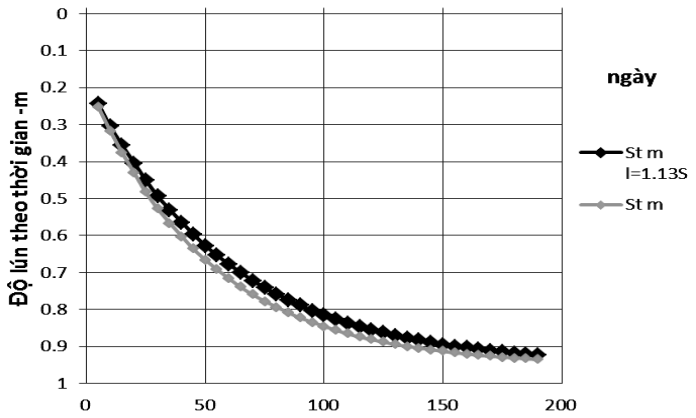
Hình 5. Biểu đồ so sánh quan hệ độ lún theo thời gian khi thay đổi chiều dài giếng cát

*** Nhận xét:** Từ kết quả tính toán giải tích bằng việc thay đổi chiều dài giếng cát cho thấy: Khi chiều dài của giếng cát tăng sẽ làm cho độ lún giảm nhưng sự thay đổi độ lún không đáng kể.

4.5. Phân tích, đánh giá sự ảnh hưởng của sơ đồ bố trí lưới của giếng cát đến độ lún ổn định của nền

Bảng 5. Kết quả về độ cố kết và độ lún của nền khi thay đổi sơ đồ bố trí giếng cát

Ngày	U% Bố trí hình tam giác đều	U% Bố trí hình vuông	S_t Bố trí hình tam giác đều	S_t Bố trí hình vuông
5	26,40	25,43	0,2516	0,2424
95	87,59	84,27	0,8348	0,8031
190	98,10	96,92	0,9352	0,9237



Hình 6. Biểu đồ so sánh quan hệ độ lún theo thời gian khi thay đổi sơ đồ bố trí giếng cát

*** Nhận xét:** Từ kết quả tính toán giải tích bằng việc thay đổi sơ đồ bố trí giếng cát cho thấy: Khi bố trí của giếng cát theo sơ đồ hình vuông sẽ làm giảm độ lún, độ cố kết hơn so với sơ đồ hình tam giác đều. Như vậy khi thay đổi sơ đồ bố trí giếng cát từ hình tam giác đều thành sơ đồ hình vuông thì độ cố kết giảm 1,18%.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Theo kết quả nghiên cứu trong bài báo này, tác giả rút ra được các kết luận sau đây:

1/ Độ lún ổn định được tính toán bằng ba phương pháp: Phương pháp giải tích, mô phỏng bằng phần mềm Plaxis, quan trắc thực tế cho thấy giữa ba phương pháp trên có kết quả độ lún gần tương tự nhau. Chênh lệch giữa hai phương pháp giải tích và phương pháp mô phỏng so với phương pháp Ssaoka là 6,21% và 15,25%. Vì vậy khi tính toán ta có thể sử dụng hai phương pháp giải tích và phương pháp mô phỏng để kiểm chứng qua lại trong quá trình tính toán thiết kế.

2/ Khoảng cách giếng cát ảnh hưởng đến mức độ cố kết nền đường khi khoảng cách giảm thì độ kết tăng và độ lún cũng tăng. tăng khoảng cách giếng cát lên khoảng 50%, 100% và 150% thì độ lún giảm tương ứng 1,05%, 8,42% và 17,89%.

3/ Chiều dài giếng cát càng tăng thì mức độ cố kết càng giảm dẫn đến độ lún của nền giảm. Nhưng chiều dài giếng cát ít ảnh hưởng đến độ lún của nền.

4/ Đường kính giếng cát ảnh hưởng đến mức độ cố kết nền đường, đường kính tăng độ cố kết cũng tăng theo. Khi tăng đường kính giếng cát khoảng 2 lần thì độ cố kết và độ lún nền đường tăng khoảng 1,9%.

5/ Bố trí giếng cát theo sơ đồ hình tam giác đều hoặc sơ đồ hình vuông cũng có ảnh hưởng đến mức độ cố kết và độ lún ổn định của nền. Bố trí giếng cát theo sơ đồ hình tam giác đều sẽ có tốc độ cố kết nhanh hơn sơ đồ bố trí hình vuông là 1,18%.

5.2. Kiến nghị

1/ Do thời gian nghiên cứu còn ít nên chưa thể khai thác và phân tích các kết quả trong bài toán giếng cát một cách chi tiết, kết quả chỉ mang tính cục bộ.

2/ Trong quá trình tính toán so sánh kết quả của việc thay đổi khoảng cách, đường kính, chiều dài và sơ đồ bố trí giếng cát học viên chỉ so sánh bằng giải tích nên học viên kiến nghị dùng thêm mô phỏng để có thể so sánh đạt hiệu quả cao hơn.

3/ Trong công tác thiết kế, nên tham khảo các số liệu quan trắc thực tế hiện trường của các công trình lân cận trong khu vực đang xây dựng để có thể lựa chọn, áp dụng phương pháp tính phù hợp. Khi tính toán thiết kế công trình đắp trên nền đất yếu cần sử dụng hai phương pháp giải tích và phương pháp mô phỏng để kiểm chứng qua lại trong quá trình tính toán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Châu Ngọc Ẩn: *Nền móng công trình*, NXB Xây Dựng, 2010.

2. Thiết kế bản vẽ thi công: *Đường Mậu Thân, sân bay Trà Nóc, gói thầu số 6: từ KM 4+200-KM 4+650*, Công ty CP Tư vấn thiết kế Cầu lớn – Hầm, 11-2008.

3. Trần Quang Hộ: *Công trình trên đất yếu,* NXB. Đại Học Quốc Gia TP.Hồ Chí Minh, 2011.

4. Võ Phán: *Kỹ thuật nền móng*, TP. Hồ Chí Minh, 2010.

5. Nguyễn Thành Long, Lê Bá Lương, Nguyễn Quang Chiêu, Vũ Đức Lực: Công trình trên đất yếu trong điều kiện Việt Nam, Trường Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh, 1986 – 1989.

6. Võ Phán, Phan Lưu Minh Phượng : *Cơ học đất*, NXB Xây Dựng Hà Nội, 2010.

7. Quy trình khảo sát, thiết kế nền đường ôtô đắp trên đất yếu 22TCN 262 – 2000, Bộ Giao Thông Vận Tải, ngày 01 tháng 06 năm 2000.

8. Võ Phán: *Các phương pháp khảo sát hiện trường và thí nghiệm đất trong phòng*, NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

9. Báo cáo khảo sát địa kỹ thuật công trình: *Đường Mậu Thân, sân bay Trà Nóc, thành phố Cần Thơ*, Trung tâm Nghiên cứu Công Nghệ và Thiết bị Công Nghiệp trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh, 10-2002.

10. Dương Học Hải – Nguyễn Xuân Trục: *Thiết kế đường ô tô – tập 2*, NXB Giáo dục.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

ỨNG DỤNG TRỤ ĐẤT XI MĂNG – VÔI XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU KHU VỰC TRÀ NÓC TP. CẦN THƠ

APPLYING THE CEMENT-LIME SOIL PILLAAR TO PROCESS GROUD BASE AT PACKAGING FACTORY IN TRA NOC AREA CAN THO CITY

PGS. TS. Võ Phán, KS. Huỳnh Văn Lê
Trường Đại học Bách Khoa - TP.HCM

TÓM TẮT

Bài báo trình bài nghiên cứu thí nghiệm của đất trộn xi măng – vôi xác định hàm lượng tối ưu và biến dạng đối với địa chất ở khu vực Trà Nóc, Tp. Cần Thơ. Đồng thời tác giả ứng dụng những thông số sau khi thí nghiệm để tính toán xử lý nền nhà máy bằng phương pháp giải tích và mô phỏng bằng phần mềm Plaxis v8.5. Sau khi nghiên cứu tác giả đưa ra kiến nghị về mật độ cọc, đường kính cọc, chiều dài cọc đạt hiệu quả tối ưu trong điều kiện địa chất khu vực Trà Nóc, Tp. Cần Thơ.

ABSTRACT

The article presents the experiment research of soil samples mixing cement and lime, determins the optimal content and geologic deformation in Tra Noc area, Can Tho city. Moreover, author applies parameters after the experiment to calculate, process the factory ground base by the analytic method and simulate by Plaxis v8.5 software. After research, author gives the petitions about pile density, pile diameter, pile length to achieve the optimal efficacy in geologic conditions of Tra Noc area, Can Tho city.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, cùng với xu hướng công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước nên góp phần thúc đẩy ngành xây dựng cũng phát triển với tốc độ cao, các công trình có giá trị đầu tư lớn xuất hiện ngày càng nhiều như: nhà cao tầng khu công nghiệp, sân bay, bến cảng, đường cao tốc, cầu Cần Thơ,.... Tuy nhiên, Đồng bằng sông Cửu Long nói chung và Cần Thơ nói riêng với vị trí địa lý sông ngòi chằng chịt, đất nền chủ yếu do phù sa bồi lắng tạo thành, địa chất phức tạp, tầng đất yếu rất dày (có nơi dày hơn 40 m). Vì vậy để tăng sức chịu tải của nền đất, cải thiện một số tính chất cơ lý của nền đất yếu như: Giảm hệ số rỗng, giảm tính nén lún, tăng độ chặt, tăng trị số module biến dạng, tăng cường độ chống cắt của đất, giảm tính thấm của đất, đảm bảo ổn định cho khối đất đắp người ta sử dụng rất nhiều giải pháp: sử dụng trụ đóng, trụ ép, trụ khoan nhồi, trụ vật liệu rời, gia tải trước, phun xịt xi măng, bất thấm, bơm hút chân không, vải địa kỹ thuật,… các phương pháp này thường có chi phí tương đối cao. Để khắc phục nhược điểm trên nhiều nước trên thế giới đã áp dụng phương pháp trộn đất với vôi, đất với xi măng, đất kết hợp với cả xi măng và vôi xử lý tại chỗ cho loại đất này.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu lý thuyết: Nghiên cứu tổng quan về sử dụng đất trộn xi măng – vôi để gia cố nền đất yếu trên thế giới và ở Việt Nam. Nghiên cứu các phương pháp thí nghiệm trong phòng để xác định các tính chất cơ lý của đất nền và đất gia cố.

Nghiên cứu thực nghiệm: Chế bị mẫu thử và thử nghiệm tìm ra kết quả tối ưu theo hàm lượng xi măng – vôi theo thời gian. Phân tích và đánh giá kết quả thử nghiệm đồng thời ứng dụng kết quả vào tính toán ổn định của nền đất được gia cố.

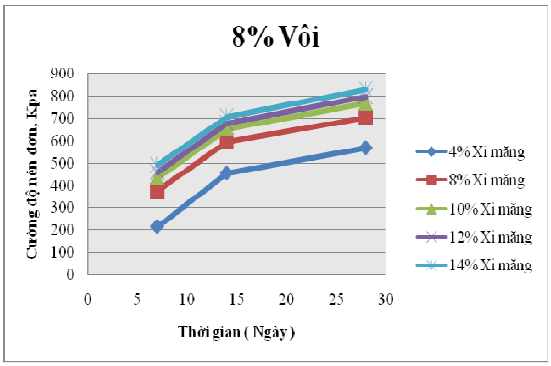
Loại xi măng được dùng trong thí nghiệm là xi măng Portland PC40.

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

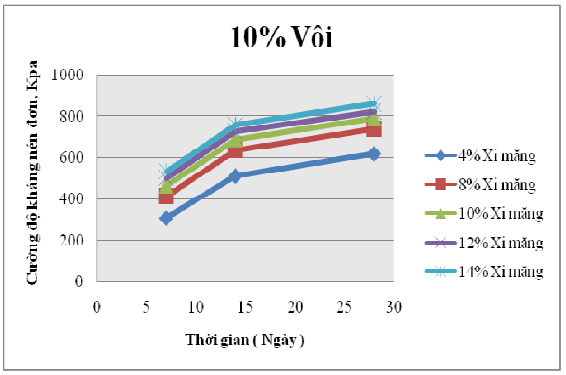
Tiến hành thí nghiệm nén 1 trục nở hông với hàm lượng xi măng – vôi so với đất tự nhiên và hàm lượng được trình bài trong bảng sau:

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm mẫu đất trộn xi măng và vôi độ tuổi 28 ngày

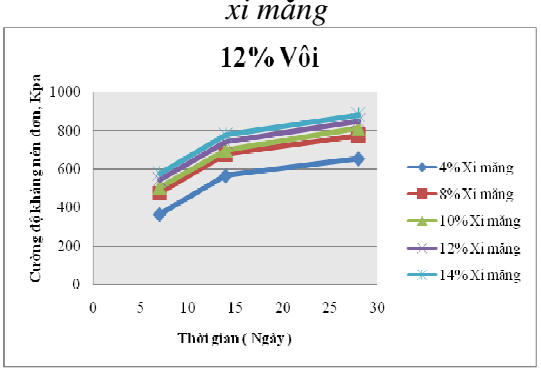
Tổ hợp mẫu	**Hàm lượng xi măng - vôi**	**Tuổi ngày**	**Dung trọng**	**Cường độ chịu nén**	**Tổng hàm lượng xi măng - vôi**
TH	%xm - % vôi		g/cm^3	Kpa	%
TH 4-8	4-8	28	1,57	570,86	12
TH 4-12	4-12	28	1,72	655,48	16
TH 4-14	4-14	28	1,69	678,46	18
TH 8-8	8-8	28	1,53	706,18	16
TH 10-8	10-8	28	1,59	770,47	18
TH 8-10	8-10	28	1,5	741,78	18
TH 8-12	8-12	28	1,65	776,79	20
TH 10-10	10-10	28	1,69	793,64	20
TH 12-8	12-8	28	1,68	799,67	20
TH 8-14	8-14	28	1,69	802,47	22
TH 10-12	10-12	28	1,69	815,39	22
TH 12-10	12-10	28	1,68	825,18	22
TH 14-8	14-8	28	1,67	831,26	22
TH 10-14	10-14	28	1,72	838,34	24
TH 12-12	12-12	28	1,69	852,26	24
TH 12-14	12-14	28	1,55	873,47	26
TH 14-14	14-14	28	1,65	902,41	28



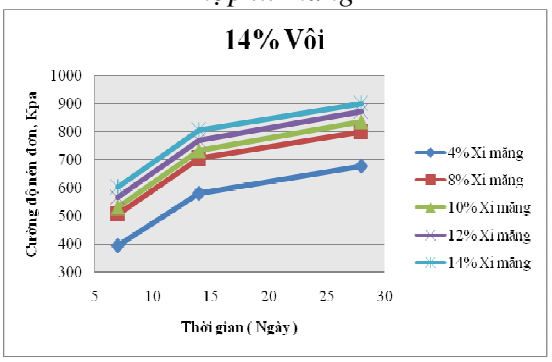
Hình 1. Quan hệ giữa cường độ nén đơn theo thời gian của đất trộn 8% vôi kết hợp xi măng



Hình 2. Quan hệ giữa cường độ nén đơn theo thời gian của đất trộn 10% vôi kết hợp xi măng

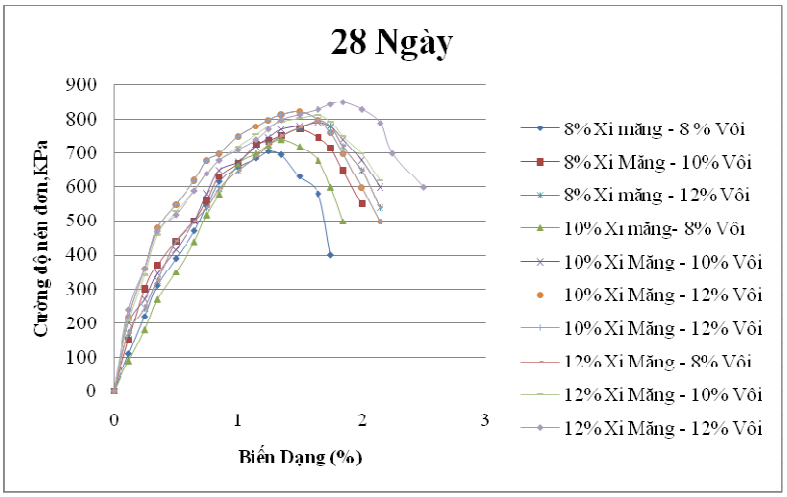


Hình 3. Quan hệ giữa cường độ nén đơn theo thời gian của đất trộn 12% vôi kết hợp xi măng



Hình 4. Quan hệ giữa cường độ nén đơn theo thời gian của đất trộn 14% vôi kết hợp xi măng

.



Hình 5. Quan hệ giữa cường độ nén đơn q_u (kPa) và biến dạng (%) tương ứng với các hàm lượng 8%, 10%, 12% xi măng, vôi

Khi trộn xi măng - vôi vào đất cường độ hỗn hợp tăng lên đáng kể so với đất tự nhiên. Cường độ hỗn hợp xi măng – vôi tăng theo thời gian bảo dưỡng mẫu, tăng nhanh ở thời điểm từ 7 ngày đến 28 ngày.

Ở cùng độ tuổi thí nghiệm, các mẫu đất xi măng hoặc vôi đều có cường độ nén đơn tăng theo sự gia tăng của hàm lượng xi măng hoặc vôi. Đối với đất trộn xi măng – vôi hàm lượng xi măng vôi sẽ tăng cao khi đạt tới hàm lượng xi măng + vôi khoảng 18% và giảm dần trở về sau. Mức độ tăng nhanh của cường độ ở 28 ngày và tốc độ tăng sẽ giảm theo thời gian.

Hàm lượng tối ưu và hiệu quả kinh tế của hỗn hợp đất xi măng – vôi khi xử lý đất yếu ở khu vực Trà Nóc, Tp. Cần Thơ là 10% xi măng + 8% vôi với cường độ chịu nén đơn 770,47 kPa ở 28 ngày (hàm lượng này đồng nghĩa với việc sử dụng 159 kg xi măng + 127 kg vôi cho 1 m^3 đất).

4. ỨNG DỤNG TRỤ ĐẤT XI MĂNG ĐỂ XỬ LÝ NỀN NHÀ MÁY BỘT MÌ ĐẠI PHONG

Lựa chọn hàm lượng 10% xi măng 8% vôi từ thí nghiệm để thiết kế tính toán.

Bảng 2. Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất

Chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp 1a	Lớp 1b	Lớp 2a
Độ ẩm tự nhiên	W	%	30,0	73,5	39,7
Giới hạn Atterberg					
Giới hạn chảy	W_t	%	35,0	52,5	36,0
Giới hạn dẻo	W_p	%	17,0	29,0	21,5
Chỉ số dẻo	I_p	%	18,0	23,5	14,5
Độ sệt	I_L		0,71	1,9	1,26
Hệ số rỗng	e	-	0,846	1,972	1,085
Độ rỗng	n	%	45,8	66,3	52,0
Dung trọng tự nhiên	γ	g/cm^3	1,84	1,53	1,753
Dung trọng khô	γ_d	g/cm^3	1,42	0,88	1,26
Tỷ trọng	ρ	-	2,61	2,62	2,62
Modun	E_o	kG/cm^2	18,2	7,2	13,3
Lực dính	C_u	kG/cm^2	0,148	0,07	0,122
Góc ma sát trong	φ_u	độ	7,27	3,05	6,16
Góc nghỉ khi khô	$\forall_d$	độ	-	-	-
Góc nghỉ khi ướt	$\forall_w$	độ	-	-	-
Độ bảo hòa	G	%	93	98	95,7

Bảng 3. Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý của đất trộn 10% xi măng 8% vôi

Stt	Đặc trưng cơ học	Giá trị
1	Cường độ nén đơn q_u (kPa)	770,47
2	Biến dạng phá hoại ε (%)	1,55
3	Mô đun đàn hồi E_{50} (kPa)	25645
4	Sức kháng cắt không thoát nước C_u (kPa)	385,69
5	Góc ma sát trong không thoát nước φ_u (độ)	52
6	Dung trọng γ (kN/m^3)	1,58
7	Mô đun biến dạng (kN/m^2)	153.872

4.1. Tính toán xử lý nền nhà máy bột mì bằng trụ đất xi măng – vôi theo phương pháp giải tích

Tính toán theo phương pháp nền tương đương. Bố trí trụ đất xi măng – vôi theo sơ đồ ô vuông với khoản cách các cọc 1 mét, 1,5 mét, 1,8 mét chọn sơ bộ đường kính cọc 0,6 m, chiều dài cọc 10 m nằm trong lớp đất yếu thứ 2.

Bảng 4. Bảng tính sức chịu tải theo khoảng cách cọc

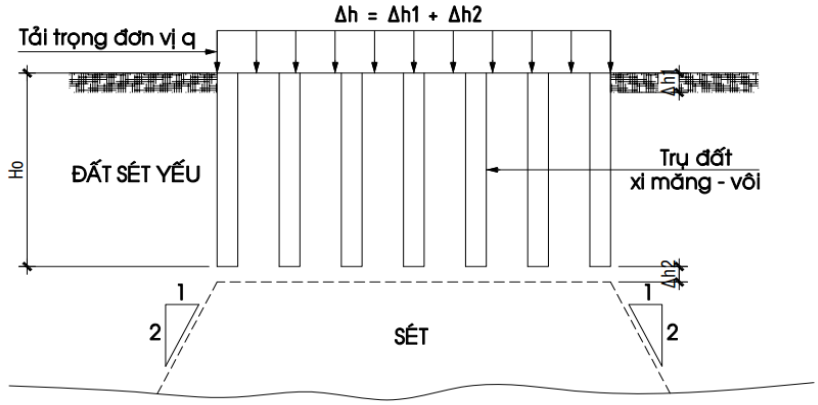
Các chỉ tiêu	S = 1 m a = 0,28	S = 1,5 m a = 0,13	S = 1,8 m a = 0,09
Dung trọng tự nhiên $\gamma_{td} = a.\gamma_c + (1-a)\gamma_{soil}$ (kN/m^2)	17,67	18,06	18,16
Góc ma sát trong $\varphi'_{td} = a.\varphi'_c + (1-a)\varphi'_{soil}$ (Độ)	16,75	9,41	7,45
Lực dính $c'_{td} = a.c'_c + (1-a)c'_{soil}$ (kN/m^2)	108,07	50,23	34,81
Mô đun biến dạng $E_{td} = a.E_c + (1-a)E_{nsoil}$ (kN/m^2)	44013	21126	15022
Hệ số tra bảng			
N_γ	3,14	1,10	0,77
N_c	12,16	7,67	7,33
N_q	4,66	2,34	1,96
Sức chịu tải của nền P_u (kN/m^2)	2375	752	514
P_{tt} (kN/m^2)	100	100	100
Kết luận	Đạt	Đạt	Đạt

P_{tt} = 100 kN/m^2 là tải trọng truyền xuống nền bao gồm tải chứa hàng.

Bảng 5. Kết quả tính toán ổn định

$\frac{m_1 m_2}{k_{tc}}$	$\gamma_{tđ}$	γ^*	$c_{tđ}$	D_f	$\varphi_{tđ}$	A	B	D
	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	m	Độ			
1	18,16	18	34,81	1	7,45	0,129	1,506	3,869
$R^{tc} = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}}.(A.b.\gamma_{Itđ} + B\,D_f.\gamma^*_{soil} + D.c_{tđ}) = 243.78kN/m^2$								
$P_{tt} \le R^{tc}$, Thỏa điều kiện ổn định								

Tính toán độ lún của nền sau khi gia cố:



Độ lún trong khối gia cố được tính toán theo biểu thức:

$$\Delta h_1 = \sum \frac{\Delta h * q}{a * E_{col} + (1-a) * E_{soil}}$$

Trong đó:

- H = 10 m
- q = 100 kN/m^2
- E_{col}= 153.872 kN/m^2
- E_{soil}= 1.330 kN/m^2

Bảng 6. Tính lún trong khối gia cố theo khoản cách cọc

Thông số tính toán	**S = 1 m**	**S = 1,5 m**	**S = 1,8 m**	**Đơn Vị**
	a = 0,28	**a = 0,13**	**a = 0,09**	
Mô đun biến dạng E_{col}	153.872	153.872	153.872	kN/m^2
Mô đun biến dạng E_{soil}	1.330	1.330	1.330	kN/m^2
H	10	10	10	m
q	100	100	100	kN/m^2
$\Delta h_1 = \sum \frac{\Delta h * q}{a * E_{col} + (1-a) * E_{soil}}$	0,022	0,047	0,06	m

Độ lún của đất nền tự nhiên dưới mũi trụ đất gia cố

- Với đất thông thường: $\sigma_{vz}^i \geq \sigma_{pz}^i$

$$\Delta h_2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{1+e_0^i} [C_c^i \lg \frac{\sigma_z^i + \sigma_{vz}^i}{\sigma_{vz}^i}]$$

Bảng 7. Tính lún của đất nền tự nhiên dưới mũi trụ đất gia cố

Lớp phân tố	γ (kN/m^3)	h_i(m)	z(m)	e_0	C_c	C_s	σ_z (kN/m^2)	σ'_v (kN/m^2)	σ_c (kN/m^2)	S_c (mm)
1	15,3	2	2,00	1,972	0,154	0,0154	81,262	100	50	0,003
2	15,3	2	4,00	1,972	0,154	0,0154	80,606	110,6	50	0,0027
3	15,3	2	6,00	1,972	0,154	0,0154	79,868	121,2	50	0,0025
4	15,3	2	8,00	1,972	0,154	0,0154	76,834	131,8	50	0,0023
5	15,3	2	10,00	1,972	0,154	0,0154	73,554	142,4	50	0,0021
6	17,5	2	12,00	1,972	0,154	0,0154	70,520	157,46	50	0,0018
7	17,5	2	14,00	1,972	0,154	0,0154	66,338	172,52	50	0,0016
8	17,5	2	16,00	1,972	0,154	0,0154	62,074	187,58	50	0,0014
9	17,5	2	18,00	1,972	0,154	0,0154	57,892	202,64	50	0,0012
10	17,5	2	20,00	1,972	0,154	0,0154	53,956	217,7	50	0,0011
11	17,5	2	22,00	1,972	0,154	0,0154	50,020	232,76	50	0,0010
										0,0197

Tổng độ lún cho phạm vi nền được xử lý và phần nền không xử lý.

Với khoảng cách cọc s=1 m độ lún tổng $S=S_1+S_2=0,022+0,0197=0,0417$ m $<[S]=8$ cm (thỏa mãn)

Với khoảng cách cọc s=1,5 m độ lún tổng

$$S=S_1+S_2=0,047+0,0197=0,0667 \text{ m}<[S]=8 \text{ cm (thỏa)}$$

Với khoảng cách cọc s=1,8 m độ lún tổng

$$S=S_1+S_2=0,06+0,0197=0,0797 \text{ m}<[S]=8 \text{ cm (thỏa)}$$

4.2. Tính toán xử lý nền nhà máy bột mì Đại Phong bằng trụ đất trộn xi măng – vôi phương pháp mô phỏng bằng phần mềm Plaxis

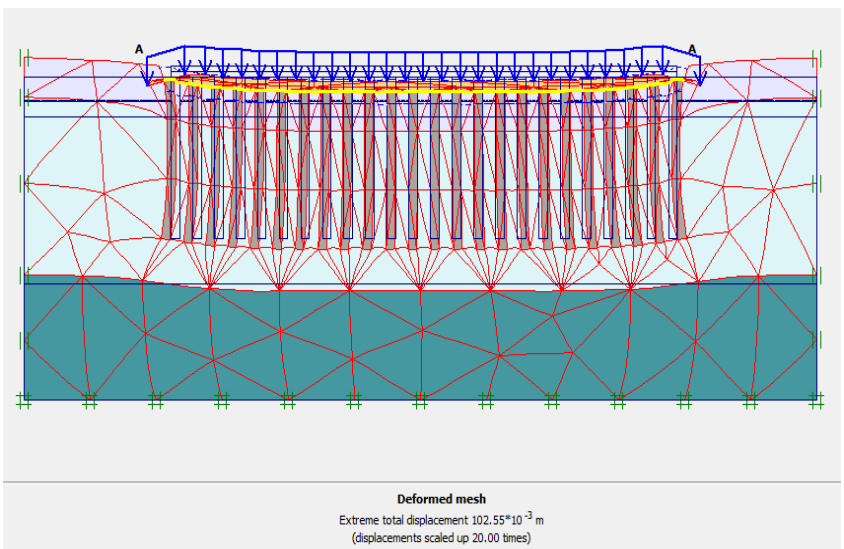
E_{50} của trụ đất xi măng – vôi được lấy theo biểu đồ quan hệ giữa áp lực nén và chuyển vị ở 28 ngày tuổi với hàm lượng 10% xi măng 8% vôi.

Bảng 8. Các thông số đầu vào của chương trình

Thông số	Lớp 1a	Lớp 1b	Lớp 2a	Trụ đất vôi xi măng	Đơn vị
Mô tả	Sét xám đen ở trạng thái dẻo mềm	Bùn sét xám nâu, trạng thái chảy	Sét pha xám nâu, trạng thái chảy		
Mô hình vật liệu	Hardenning soil model	Hardenning soil model	Hardenning soil model	Mohr Coulomb	
Loại ứng xử	Undrained	Undrained	Undrained	Non-porous	
h	2,5	10,3	16,8	10	m
γ_{unsat}	18,4	15,3	17,5	16,9	kN/m^3
γ_{sat}	18,4	15,3	17,5		kN/m^3
k_x	1.00E-04	1.00E-04	1.00E-04		m/day
k_y	1.00E-04	1.00E-05	1.00E-05		m/day
E_{50}^{ref}	1820	720	1330	51266	kN/m^2
E_{oed}^{ref}	1820	720	1330		kN/m^2
E_{ur}^{ref}	5460	2160	3990		kN/m^2
ν	0,3	0,3	0,3	0,35	
c	10	20	20	384,68	kN/m^2
φ	17	26	26	40	Độ

Mô hình tính toán Plaxis 2D với D=0,6 m, L=10 m, s=1,5 m:

Kết quả lún bằng phương pháp mô phỏng nhỏ hơn so với phương pháp giải tích 1,07 lần (S_{gt}=0,0667 m)



Hình 6:.Độ lún tổng

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Từ thông số đất nền khu vực Trà Nóc, Tp. Cần Thơ và kết quả thí nghiệm ứng với các hàm lượng xi măng – vôi ta chọn tỷ lệ xi măng – vôi là 10-8 (10% xi măng – 8% vôi) là hợp lý và hiệu quả về kinh tế.

Khi tính toán xử lý nền những công trình ở khu vực khu công nghiệp Trà Nóc với chiều dày đất yếu từ 10 đến 20 m với tải trọng không quá 100 kN/m^2 nên sử dụng trụ đất xi măng – vôi với đường kính 0,6 m, khoảng cách trụ 1,5 m, chiều dài cọc 10 m đảm bảo sự ổn định lâu dài cho công trình mang lại hiệu quả kinh tế cao.

Khi mô phỏng bằng phần mêm Plaxis 2D độ lún của nền nhỏ hơn 1,07 lần so với phương pháp giải tích.

5.2. Kiến nghị

Kiến nghị sử dụng hàm lượng đất trộn xi măng – vôi là 10% xi măng – 8% vôi cho xử lý nền đất yếu ở khu vực Trà Nóc, Tp. Cần Thơ.

Nên áp dụng trụ đất xi măng – vôi vào xử lý nền, nhà dân dụng, nhà xưởng, nhà kho…

Kiến nghị nên thực hiện đo quan trắc lún để đối chiếu kết quả tính toán nhằm hiệu chỉnh số liệu thiết kế cho hợp lý để có thông số đầu vào đáng tin cậy hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jesse Jacobson, Factors Affecting Strength Gain in Lime-Cement Columns and Development of a Laboratory Testing Procedure, Master of ScienceIn Civil Engineering 2002.
2. Kivelo, M. (1997). “Undrained shear strength of lime/cement columns.” Proceedings, 14th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, pp.1173-1180.
3. Võ Phán, Công trình trên đất yếu.
4. Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 385:2006 “Phương pháp gia cố nền đất yếu bằng trụ đất xi măng”, 2006.
5. Châu Ngọc Ẩn, Cơ học đất, Nhà xuất bản Đại học quốc gia Tp HCM.
6. Bengt B. Broms: Design of lime, lime/cement and cement columns, Proc. of the International Conf. on dry mix methods for deep soil stabilization, Stockholm, Sweden, Oct. 1999.
7. Swedish Geotechnical Society: Lime and Lime Cement Columns, SGF Report 4:95E.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

ỨNG DỤNG TRỤ ĐẤT XI MĂNG ĐỂ XỬ LÝ ĐẤT YẾU DƯỚI NỀN ĐƯỜNG DẪN VÀO CẦU NHẰM GIẢM LÚN LỆCH VỚI MỐ TRỤ CẦU

THE USE OF SOIL-CEMENT ABUTMENT PILES TO MITIGATE THE DIFFERENTIAL SETTLEMENT BETWEEN THE LEADING TRACK AND BRIDGE DECK

PGS. TS. Võ Phán, KS. Nguyễn Thị Tú Uyên
Trường Đại học Bách Khoa –TP.HCM

TÓM TẮT

Việc lựa chọn giải pháp nào để gia cố nền đường cũng như hạn chế sự lún lệch giữa hai nền đường là hết sức quan trọng trong công tác thiết kế, giải pháp trụ đất xi măng được áp dụng gia cố nền đường trên nền đất yếu ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long đã đạt được hiệu quả cao. Đề tài sử dụng phần mềm Plaxis 2D version 8.5 để mô phỏng và tính toán. Kết quả ước lượng độ lún theo phương pháp giải và theo phương pháp phần tử hữu hạn cho giá trị gần bằng nhau và độ chênh lệch lún giữa đường dẫn và mố cầu khi sử dụng hai phương pháp này là không đáng kể, có thể ứng dụng thực tế để xử lý các công trình tương tự trong khu vực thành phố Cần Thơ.

ABSTRACT

The choice of the solutions to improve road embankment as well as limited settlement deviation between two road embankments is very important in the design, The solutions of soil-cement abutment are applied to improve road embankment on soft ground in the Mekong Delta has got highly effective. This topic used Plaxis 2D version 8.5 software to simulate and calculate. The results showed that the use of soil-cement abutments piles in mitigating track degradation was markedly viable since the differential settlement between the track and bridge deck was comparatively insignificant. The present findings of the study have also made a meaningful contribution to the approach of similar issues of infrastructure constructions within the region and other areas.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lún lệch là hiện tượng khá phổ biến trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp; công trình giao thông; công trình thủy lợi; Công trình hạ tầng kỹ thuật,.. Nó làm hư hỏng công trình, gây thiệt hại về tài sản, thậm chí còn có khi ảnh hưởng đến tính mạng con người. Trong đó, hiện tượng lún lệch đường dẫn vào cầu và mố cầu khá được quan tâm. Có nhiều công trình vừa bàn giao đưa vào sử dụng thì đã xảy ra hiện tượng lún lệch. Hiện tượng trên gây ảnh hưởng đến vấn đề an toàn cho người lái xe khi đi qua vị trí tiếp giáp giữa đường dẫn vào cầu và mố cầu.

Có rất nhiều tác giả trong và ngoài nước đã nghiên cứu về vấn đề này, đã đưa ra nhiều giải pháp để khắc phục hiện tượng lún không đều giữa mố cầu và đường dẫn vào

cầu. Tuy nhiên trong thực tế hiện tượng trên vẫn chưa được giải quyết một cách triệt để. Vì vậy, với mục đích đề ra phương pháp xử lý vấn đề lún lệch giữa đường dẫn vào cầu và mố cầu. Việc "Ứng dụng trụ đất xi măng để xử lý đất yếu dưới nền đường dẫn vào cầu nhằm giảm lún lệch với mố trụ cầu" để xử lý lún lệch đường dẫn vào cầu là hết sức cấp thiết và có ý nghĩa thực tiễn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu lý thuyết: Phân tích những yếu tố ảnh hưởng đến độ lún lệch của nền đường dẫn đã được gia cố bằng trụ đất xi măng đó đưa ra được các lựa chọn thích hợp để thiết kế và ước lượng độ lún của nền đường dẫn.

Nghiên cứu thực nghiệm: Chế bị mẫu thử và thử nghiệm tìm ra kết quả tối ưu hàm lượng đất – xi măng theo độ ẩm và thời gian. Phân tích và đánh giá kết quả thử nghiệm đồng thời ứng dụng kết quả vào tính toán sức chịu tải của trụ đất xi măng và độ lún nền đường dẫn thực tế ở địa phương.

Nghiên cứu mô phỏng: Ứng dụng phần mềm Plaxis để mô phỏng tính toán công trình cụ thể.

2.1. Cơ sở lý thuyết tính toán trụ đất xi măng

Nhìn chung, các quy trình tính toán độ lún của Trung Quốc, Châu Âu, AIT, Việt Nam đều phân độ lún của nền thành 2 phần: độ lún cục bộ của khối được gia cố (Δh_1) và độ lún của đất không ổn định nằm dưới khối gia cố (Δh_2). Có 2 trường hợp xảy ra:

Trường hợp A: tải trọng tác dụng tương đối nhỏ và trụ chưa bị rão.

Trường hợp B: tải trọng tương đối cao và tải trọng dọc trục tương ứng với giới hạn rão của trụ.

* Trường hợp A

Độ lún cục bộ phần trụ đất xi măng Δh_1 được xác định theo giả thiết độ tăng ứng suất q không đổi suốt chiều cao khối và tải trọng trong khối không giảm:

$$\Delta h_1 = \sum \frac{\Delta h.q}{a.E_{col} + (1-a)E_{soil}} \qquad (1)$$

Độ lún của lớp đất yếu bên dưới đáy khối gia cố được tính toán theo phương pháp cộng lớp phân tố với công thức sau: (trường hợp tổng quát)

$$\Delta h_2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{(1+e_o^i)} \left(C_r^i \lg \frac{\sigma_p^{'}}{\sigma_{vo}^{'}} + C_c^i \lg \frac{\sigma_{vo}^{'} + \Delta\sigma_v^{'}}{\sigma_p^{'}} \right) \qquad (2)$$

Trong đó:

h_i - bề dày lớp đất tính lún thứ i.

e_{oi} - hệ số rỗng của lớp đất I ở trạng thái tự nhiên ban đầu.

C_{ri} - chỉ số nén lún hồi phục ứng với quá trình dỡ tải.

C_{ci} - chỉ số nén lún hay độ dốc của đoạn đường cong nén lún.

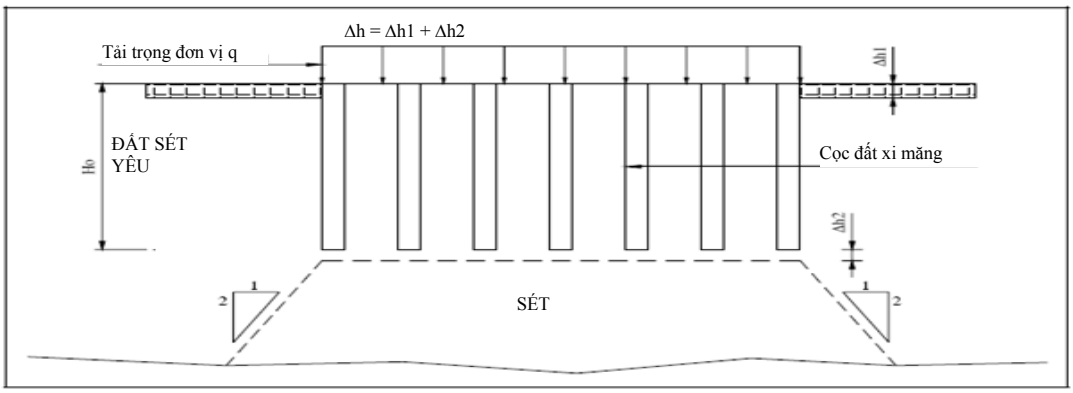
σ'_{vo} - ứng suất nén thẳng đứng do trọng lượng bản thân các lớp đất tự nhiên nằm trên lớp i.

$\Delta\sigma'_{v}$ - gia tăng ứng suất thẳng đứng.

σ'_{p} - ứng suất tiền cố kết.

Tỷ số giảm lún β là tỷ số giữa độ lún tổng cộng ở dưới đáy khối đã được gia cố với độ lún khi không có trụ đất xi măng và được tính theo quan hệ sau:

$$\beta = \frac{E_{soil}}{aE_{soil} + (1-a)E_{soil}} \quad (3)$$



Hình 1. Mô hình tính lún trường hợp A

* Trường hợp B

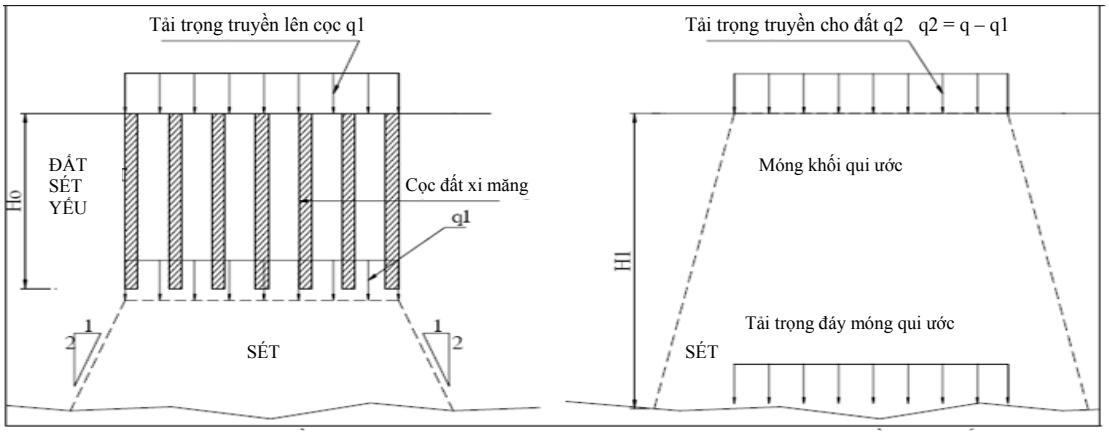
Trong trường hợp này, tải trọng tác dụng quá lớn nên tải trọng dọc trục tương ứng với giới hạn rão. Tải trọng tác dụng được chia ra làm 2 phần, phần q_1 truyền cho trụ và q_2 truyền cho đất xung quanh. Phần q_1 được quyết định bởi tải trọng rão của trụ và tính theo biểu thức:

$$q_1 = \frac{n.A_{col}.\sigma_{creep}}{B.L} \quad (4)$$

Giá trị q_1 có thể được xác định gần đúng như sau: $q_1 = \frac{A_{col}.\sigma_{creep}}{c^2}$, với c là khoảng cách trụ.

Độ lún cục bộ phần trụ tính theo biểu thức: $\Delta h_1 = \sum \frac{\Delta h.q_1}{aM_{col}}$ (5)

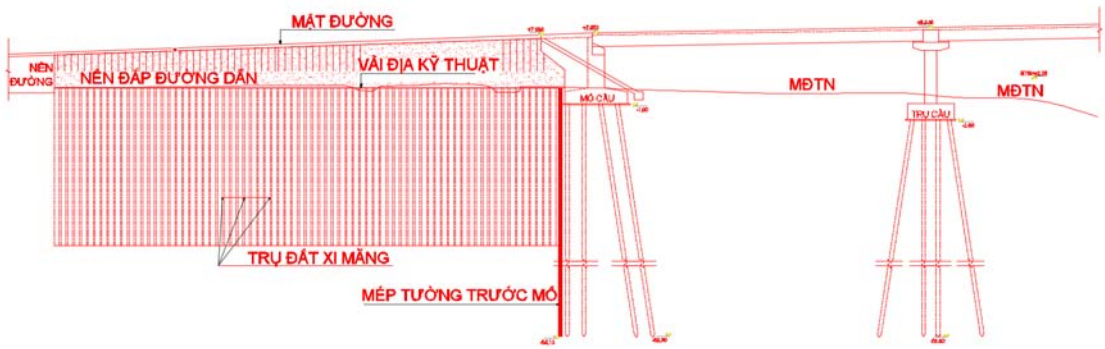
Độ lún Δh_2 dưới đáy khối gia cố được tính cho cả q_1 và q_2 , với giả thiết tải trọng q_1 truyền xuống dưới đáy khối gia cố, tải trọng q_2 tác động lên mặt.



a) Tải trọng truyền cho cọc b) Tải trọng truyền cho đất

Hình 2. Mô hình tính lún trường hợp B

2.2. Cơ sở lý thuyết xử lý đất yếu dưới nền đường dẫn vào cầu nhằm giảm lún lệch với mố trụ cầu bằng trụ đất xi măng



Hình 3. Mặt cắt dọc đường dẫn vào cầu được xử lý bằng trụ đất xi măng

2.2.1. Độ lún của mố cầu

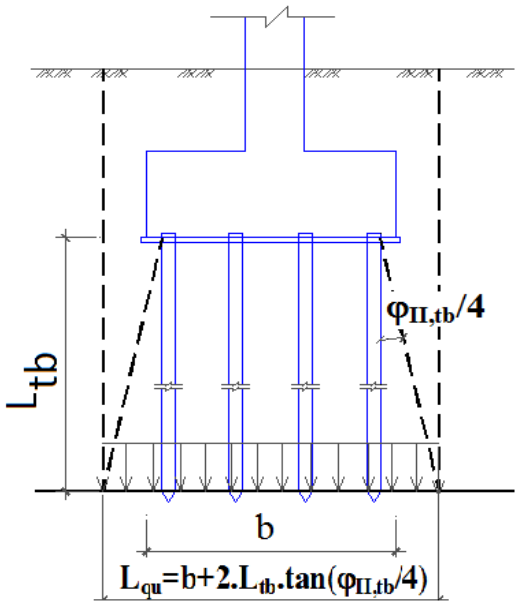
Do mố cầu xây dựng trên nền đất yếu thường xử lý bằng móng trụ để độ lún ổn định của mố cầu phải có giá trị nhỏ hơn bằng 8 cm và được tính toán cụ thể theo TCVN 10304-2014 về ước lượng độ lún của móng trụ.

a) Xác định kích thước khối móng quy ước

Với $\varphi_{II,mt} = (\sum \varphi_{IIi}.l_i)/\sum l_i$

φ_i – góc ma sát trong của lớp đất có chiều dày l_i

L_{tb} – độ sâu hạ trụ trong đất kể từ đáy đài $L_{tb} = \sum l_i$



Hình 4. Xác định móng khối quy ước cho nền nhiều lớp

b) Kiểm tra ổn định nền dưới đáy khối móng quy ước

$$P_{tb}^{tc} = \frac{\sum N^{tc}}{A_{qu}} \le R_{qu}^{II} \quad (6)$$

$$P_{max}^{tc} = P_{tb} + \frac{\sum M^{tc}}{W_{qu}} \le 1,2R_{qu}^{II} \quad (7)$$

$$P_{\min}^{tc} = P_{tb} - \frac{\sum M^{tc}}{W_{qu}} > 0(6) \quad (8)$$

P_{tb}^{tc} - áp lực trung bình tiêu chuẩn dưới đáy móng khối quy ước.

P_{max}^{tc} - áp lực lớn nhất dưới móng khối quy ước.

$P_{\min}^{tc}$ - áp lực nhỏ nhất dưới đáy móng khối quy ước.

$\sum N^{tc}$ - tổng lực dọc tại tâm đáy móng khối quy ước.

$\sum M^{tc}$ - tổng moment ở đáy móng khối quy ước lấy bằng $\sum M$ tại tâm đáy đài.

W_{qu}: moment chống uốn của tiết diện móng khối quy ước.

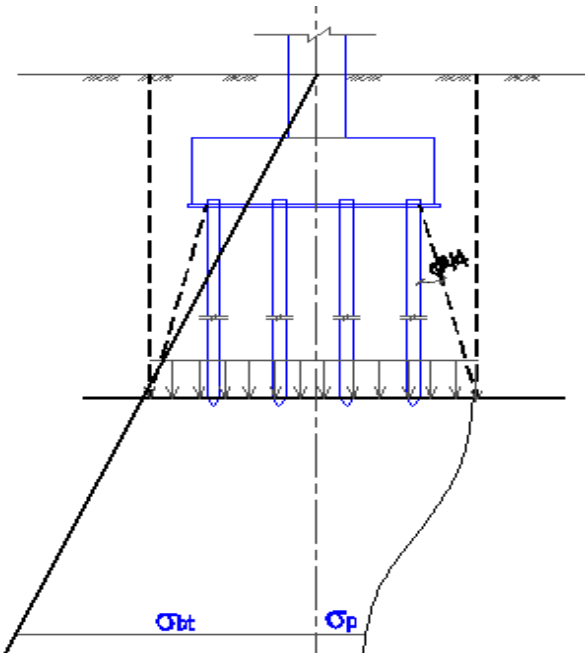
L_{qu}, B_{qu}: chiều dài và chiều rộng của móng khối quy ước.

R^{II}_{qu}: sức chịu tải của đất nền dưới đáy móng khối quy ước.

c) Kiểm tra độ lún của khối móng quy ước $S < [S]_{gh}$

* Tính lún của nhóm trụ theo móng khối quy ước, bằng phương pháp tổng phân tố.

$$S = \sum \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i \quad (9)$$



Hình 5. Phân bố ứng suất dưới đáy móng

Với ứng suất do trọng lượng bản thân : $\sigma_z = \sum \gamma_i . h_i$ (10)

Ứng suất gây lún: $\sigma_{gl}^{*} = N^{tc}/F + \gamma_{tb} . h - \gamma . h$ (11)

Ứng suất gây lún theo độ sâu: $\sigma_p = k_0 * \sigma_{gl}^{*}$ (12)

Với k_0 phụ thuộc vào l/b và z/b

Điều kiện tính lún trong phạm vi nền: $\sigma_p \leq 0.2\sigma_z$ (13)

2.2.2. Độ lún của nền đường đã được gia cố bằng trụ đất xi măng

Tính toán các thông số trụ đất xi măng

Chiều dài, đường kính cũng như mật độ cột gia cố được xác định theo điều kiện sức chịu tải và điều kiện biến dạng lún của hệ trụ. Các tiêu chuẩn về khống chế biến dạng lún của công trình trong giới hạn cho phép sao cho khi được xử lý hệ kết cấu làm việc đảm bảo các tiêu chuẩn cho phép theo quy định hiện hành đối với móng, mặt đường cứng hay mềm.

Khoảng cách giữa các trụ đất xi măng:

Bố trí hình vuông: $s = \sqrt{\frac{Q_p}{f_{fs}.\gamma.H + f_q.q}}$ (14)

Bố trí hình tam giác: $s = \sqrt{\frac{4}{\sqrt{3}} \times \frac{Q_p}{f_{fs}.\gamma.H + f_q.q}}$ (15)

Trong đó: Q_p: khả năng chịu tải mỗi cột trong nhóm cột.

f_{fs}: 1.3 hệ số riêng phần đối với trọng lượng đất.

f_q: 1.3 hệ số riêng phần đối với tải trọng ngoài.

H: chiều cao nền đắp (m); q: ngoại tải tác dụng (kN/m^2).

γ: dung trọng đất đắp (kN/m^3).

Ước lượng độ lún S của nền đường dẫn sau khi đã gia cố bằng trụ đất xi măng

Như đã trình bày độ lún tổng cộng của nền gồm 2 thành phần là độ lún cục bộ của khối được gia cố (Δh_1) và độ lún của đất không ổn định nằm dưới khối gia cố (Δh_2).

Độ chênh lệch lún là: $\Delta S = \left| S_{\text{đường dẫn}} - S_{\text{mố cầu}} \right|$

3. THÍ NGHIỆM TRONG PHÒNG XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG XI MĂNG THÍCH HỢP VÀ CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA TRỤ ĐẤT XI MĂNG

* Chuẩn bị vật tư:

- Chuẩn bị xi măng Holcim PC40;

- Nhớt để làm trơn mặt trong ống mẫu;

- Nước được lấy tại vị trí lấy mẫu để thêm vào hỗn hợp đất và xi măng trong quá trình chế bị.

Sau khi thí nghiệm và tính toán xử lý số liệu, kết quả được trình bày tóm tắt theo các bảng :

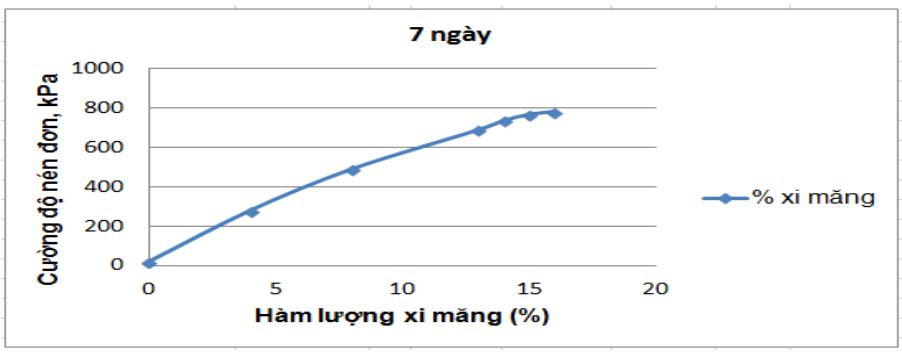
Bảng 1. Kết quả thí nghiệm mẫu đất trộn xi măng với hàm lượng %

STT	Ký hiệu mẫu	Hàm lượng xi măng	Tuổi	Độ ẩm	Dung trọng	Cường độ chịu nén	Cường độ chịu nén trung bình	Biến dạng
		%	ngày	%	g/cm^3	KN/m^2	KN/m^2	%
1	ND	Nguyên dạng		50,59	1,59	19,6		15,9
2	M1	13	7	46,2	1.613	557.969	557.810	1,42
3	M2	13	7	48,8	1.625	557.652		
4	M3	13	14	39,9	1.672	661.414	661.789	2,8
5	M4	13	14	40,1	1.642	662.165		
6	M5	13	28	38,2	1.697	796.515	796.803	1,8

7	M6	13	28	37,9	1.639	797.091		
8	M7	14	7	36,5	1.599	641.264	641.255	1,93
9	M8	14	7	74,1	1.587	641.246		
10	M9	14	14	76,4	1.621	780.865	780.616	1,59
11	M10	14	14	29,2	1.670	780.368		
12	M11	14	28	21,8	1.646	820.606	821.004	2,4
13	M12	14	28	27,4	1.690	821.402		
14	M13	15	7	28,9	1.740	750.483	750.731	1,65
15	M14	15	7	20,3	1.728	750.980		
16	M15	15	14	20,8	1.860	858.774	858.382	2,26
17	M16	15	14	20,6	1.954	857.991		
18	M17	15	28	21,4	1.635	975.743	975.392	1,79
19	M18	15	28	27,7	1.659	975.042		
20	M19	16	7	28,8	1.688	782.808	782.569	1,52
21	M20	16	7	30,4	1.765	782.331		
22	M21	16	14	30,4	1.982	911.329	951.668	1,85
23	M22	16	14	29,3	1.963	912,.07		
24	M23	16	28	28,7	1.644	927.911	928.220	1,66
25	M24	16	28	25,8	1.572	928.529		

Bảng 2. Cường độ kháng nén đơn của mẫu M1, M2, M7, M8, M13, M14, M19, M20 ứng với 7 ngày tuổi

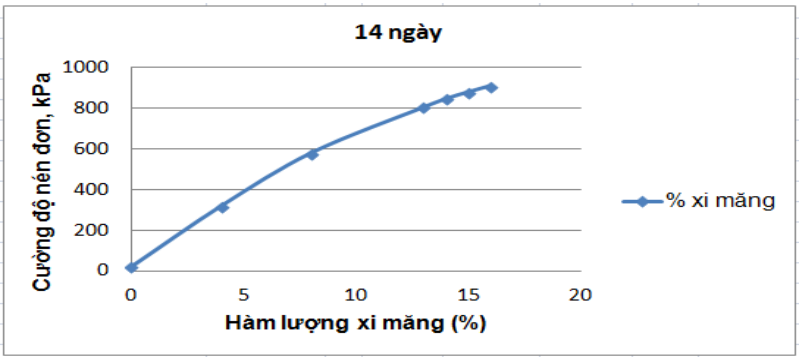
Mẫu	Nguyên dạng	13%	14%	15%	16%
Cường độ nén kN/m^2	19,6	557.810	641.255	750.731	782.569



Hình 6. Sự gia tăng cường độ kháng nén đơn tương ứng với tỷ lệ đất/xi măng ở độ tuổi 7 ngày

Bảng 3. Cường độ kháng nén đơn của mẫu M3, M4, M9, M10, M15, M16, M21, M22 ứng với 14 ngày tuổi

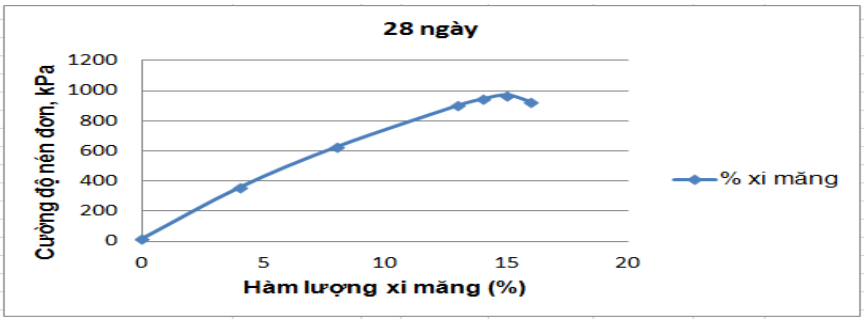
Mẫu	Nguyên dạng	13%	14%	15%	16%
Cường độ nén kN/m^2	19,6	661.789	780.616	858.382	951.668



Hình 7. Sự gia tăng cường độ kháng nén đơn tương ứng với tỷ lệ đất/xi măng ở độ tuổi 14 ngày

Bảng 4. Cường độ kháng nén đơn của mẫu M5, M6, M11, M12, M17, M18, M23, M24 ứng với 28 ngày tuổi

Mẫu	Nguyên dạng	13%	14%	15%	16%
Cường độ nén kN/m^2	19,6	796.803	821.004	975.392	928.220



Hình 8. Sự gia tăng cường độ kháng nén đơn tương ứng với tỷ lệ đất/xi măng ở độ tuổi 28 ngày

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm xác định cường độ chịu nén đơn của đất gia cố bằng xi măng ta rút ra một số kết luận sau:

- Cường độ chịu nén đơn của hỗn hợp mẫu đất trộn xi măng lớn hơn khoảng 50 lần so với đất tự nhiên ở khu vực Thành phố Cần Thơ.

- Hầu hết các mẫu đất trộn xi măng đều có cường độ nén đơn tăng theo sự gia tăng của hàm lượng xi măng và tăng theo thời gian bảo dưỡng (giới hạn ở đề tài này là 28 ngày tuổi), tuy nhiên cường độ của hỗn hợp đất gia cố xi măng cao nhất khi hàm lượng xi măng

khoảng 15% và hàm lượng xi măng đến 16% thì cường độ chịu nén giảm. Hàm lượng tối ưu và hiệu quả kinh tế của hỗn hợp đất xi măng khi xử lý đất yếu ở khu vực TP Cần Thơ là 15% xi măng với cường độ chịu nén đơn là 975.743 KN/m^2 ở 28 ngày (hàm lượng này đồng nghĩa với việc sử dụng 220 kg xi măng cho 1 m^3 đất tự nhiên).

4. ỨNG DỤNG ƯỚC LƯỢNG ĐỘ LÚN LỆCH GIỮA ĐƯỜNG DẪN VÀ MỐ CHO CẦU BÌNH THỦY 2, THÀNH PHỐ CẦN THƠ

4.1. Mô tả công trình

Tên dự án: Dự án Đường Mậu Thân- Sân bay Trà Nóc, Thành Phố Cần Thơ.

Chủ đầu tư dự án: Sở giao thông vận tải –Thành Phố Cần Thơ.

Cơ quan quản lý dự án: Ban QLDA- Đầu tư xây dựng giao thông Cần Thơ.

Tên gói thầu: Gói thầu số 5A- Cầu Bình Thủy 2.

Phạm vi gói thầu và địa điểm xây dựng: Gói thầu 5A thuộc địa phận Quận Ninh Kiều và Quận Bình Thủy, Thành phố Cần Thơ.

4.2. Đặc điểm địa chất

Bảng 5. Các thông số vật liệu của mô hình Plaxis

Thông số	**Lớp 1**	**Lớp 2**	**Lớp 3**	**Lớp 4**	**Lớp5**	**Đơn vị**
Mô tả	**Đất sét màu vàng**	**Bùn sét lẫn ít bụi, màu xám xanh, xám đen**	**Sét –bụi sét màu nâu, xám xanh**	**Sét- sét pha lẫn bụi, màu nâu,vàng nâu**	**Sét- bui sét màu nâu.**	
Mô hình vật liệu	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	
Loại ứng xử	Drained	Undrained	Undrained	Undrained	Drained	
h	1,2	13,6	15,0	10,0	11,3	m
γ_{unsat}	18	15,9	18,6	18,3	18,6	kN/m^3
γ_{sat}	18	15,9	18,6	18,3	18,6	kN/m^3
k_x	1,2 E-04	1,18E-04	6,82E-04	0,86 E-04	0,86 E-04	m/day
k_y	0,6 E-04	5,90E-05	3,41E-04	0,86 E-04	0,86 E-04	m/day
E_{ref}	20000	4000	23100	15200	15200	kN/m^2
ν	0,3	0,35	0,33	0,15	0,15	
c	10	0,8	4,4	2,2	2,5	kN/m^2
φ	26	2,38	14,7	9,42	8,26	Độ

5. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

5.1. Độ lún mố cầu

- Xác định khối móng quy ước

Chiều dài trụ tính từ đáy lớp đất yếu: L_{tb}= 52.3-(16-0,8)=37,1(m)

+ Tính góc ma sát trung bình trong đoạn φ_{tb}

$$\varphi_{tb} = (\sum \varphi_i.l_i)/L_{tb} = (6^0 1'*15 + 14^0 7'*10 + 9^0 42'*11.3)/37,1 = 9.11^0$$

Xác định B_{qu}, L_{qu} từ khối móng quy ước:

$$B_{qu} = B_1 + 2L_{tb} * \tan(\varphi_{tb}/4) = 5.5 + 2*36.3*\tan(9.11^0/4) = 8.39(m)$$

$$L_{qu} = L_m + 2*L_{tb} * \tan(\varphi_{tb}/4) = 17.6 + 2*7.1*\tan(9.11^0/4) = 18.16(m)$$

- Tính lún mố cầu theo từng lớp phân tố

Ứng suất gây lún: $\sigma_{gl}^* = N^{tc}/F + \gamma_{tb.} h - \gamma. h$

Diện tích khối móng quy ước: $F_{qu} = B_{qu} * L_{qu} = 8.39*18.16 = 152.36(m^2)$

Khối lượng đất trong móng khối quy ước.

$$q_d = F_{qu} * \sum \gamma_i.h_i = 152.36*(1.2*18 + 17.5*14.8 + 18.6*15 + 18.3*10 + 18.6*11.3)$$

$$= 152.36*952.78 = 145165(kN)$$

Khối lượng bê tông trong móng khối quy ước

$q_{bt} = (17.763*18.64*25 + 0.45*0.45*52.3*3*12*25) = 17809(kN)$

Khối lượng đất mà bê tông thay thế trong móng khối quy ước

$q_{dc} = 5.5*1.5*18.64*18 + 0.45*0.45*3*12*(17.5*14.8 + 18.6*15 + 18.3*10 + 18.6*11)$

$= 2768.04 + 6747.624 = 9515.66$ (kN)

Khối lượng tổng trên móng khối quy ước

$$Q_{qu} = q_d + q_{bt} - q_{dc} = 145165 + 17809 - 9515.66 = 153458(kN)$$

Tải trọng quy về đáy móng khối quy ước

$$N_{qu}^{tc} = N_{dai}^{tc} + Q_{qu} = 10233/1.15 + 153458 = 162356(kN)$$

Ứng suất dưới đáy móng khối quy ước $P_{tb}^{tc} = \frac{N_{qu}^{tc}}{F_{qu}} = \frac{162356}{152.36} = 1065(kN/m^2)$

Áp lực gây lún $\sigma_{gl}^* = P_{tb}^{tc} - \sum \gamma_i' h_i = 1065 - 952.78 = 112(kN/m^2)$

* Ứng suất do trọng lượng bản thân : $\sigma_z = \sum \gamma_{i.} h_i$

Tại đáy móng khối quy ước:

$\sigma_{52.3} = 1.2*18 + 17.5*14.8 + 18.6*15 + 18.3*10 + 18.6*11.3 = 952.78$ (kN/m^2)

* Ứng suất gây lún theo độ sâu: $\sigma_p = k_0 * \sigma_{gl}^*$

Với k_0 phụ thuộc vào l/b và z/b

Điều kiện tính lún trong phạm vi nền: $\sigma_p \leq 0.2\sigma_z$

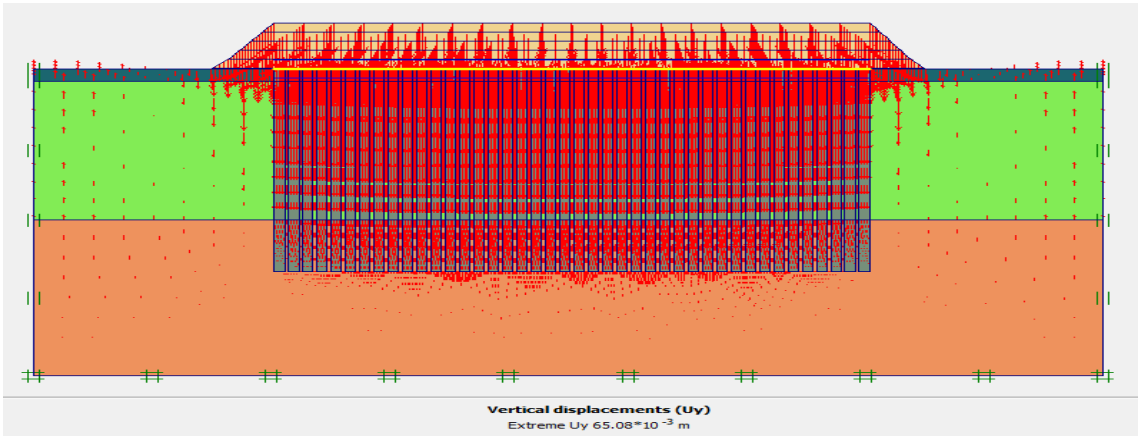
Bảng 6. Tính toán độ lún của mố cầu theo tổng phân tố

Độ sâu (m)	z (m)	|z/b|	k_0	σ_{zi} (kN/m^2)	σ_{1i} kN/m^2)	σ_{1i} (kN/m^2)	σ_{2i} (kN/m^2)	e_{1i}	e_{2i}	Độ lún (cm)
-52,3	0	0	1	43,21	952,78					
						955,28	1066,02	0,510	0,497	0,434
-52,8	-0,5	0,060	0,977	109,47	957,78					
						960,28	1068,60	0,510	0,497	0,434
-53,3	-1	0,119	0,979	107,158	962,78					
						965,28	1071,38	0,509	0,498	0,367
-53,8	-1,5	0,179	0,980	105,046	967,78					
						970,28	1069,35	0,509	0,498	0,367
-54,3	-2	0,238	0,886	93,103	972,78					
						975,28	1063,11	0,508	0,499	0,300
-54,8	-2,5	0,298	0,887	82,562	977,78					
Tổng độ lún (cm)										**1,903**

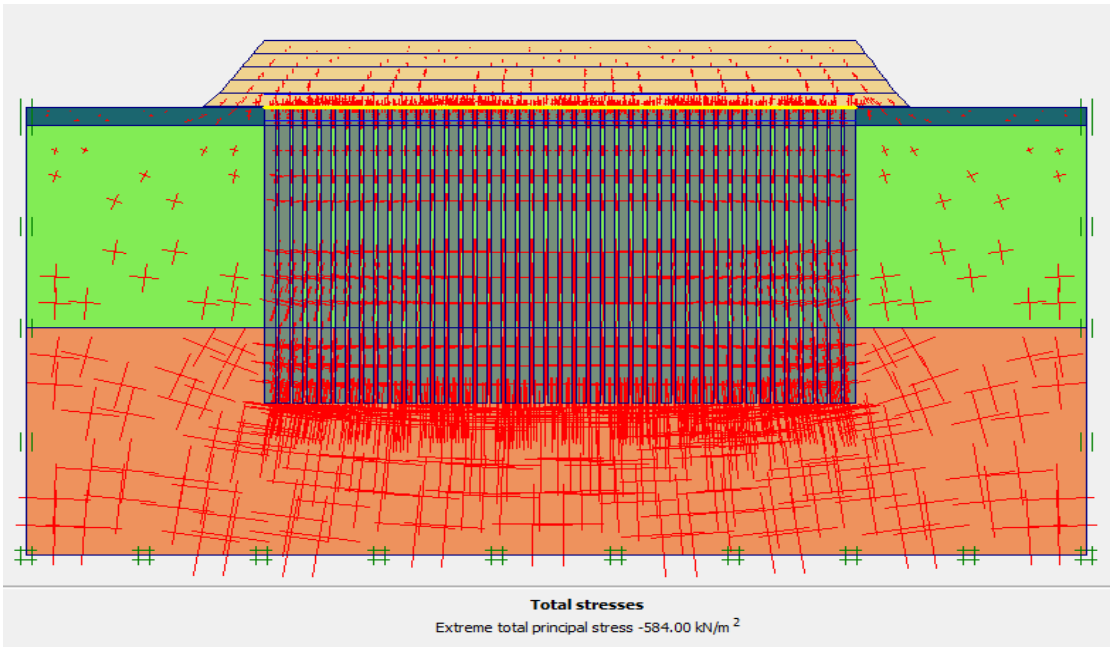
Độ lún mố cầu $\mathbf{S_{mc}}$ **=1.903 cm ≈ 2 cm.** Thỏa điều kiện ổn định so với độ lún cho phép của nền đường gần mố cầu $\leq 20cm$ (theo tiêu chuẩn thiết kế 22TCN 262-2000).

5.2. Kết quả mô phỏng tính toán

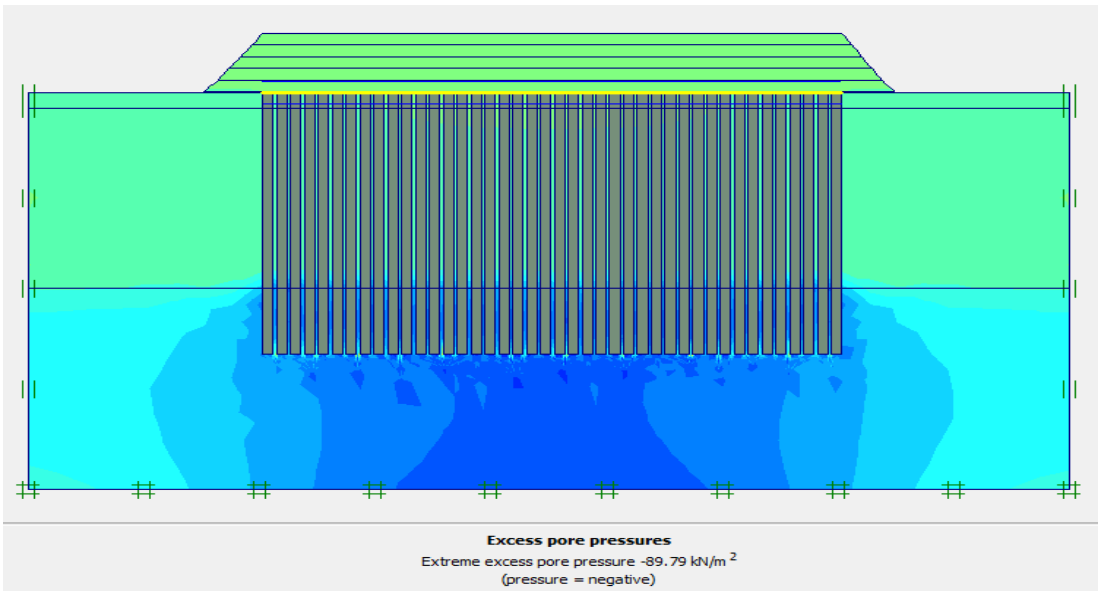
Tính toán độ lún của đoạn 1 nền đường dẫn được gia cố cọc xi măng đất d= 60x60 cm dài L=20 m, khoảng cách cọc s=0,8 m



Hình 9. Chuyển vị thẳng đứng S= 6.508 cm



Hình 10. Phân bố ứng suất trong nền móng công trình



Hình 11. Phân bố áp lực nước lỗ rỗng trong nền đất

Hệ số ổn định : $M_{sf} = 0,8312$

Độ lún của nền đường dẫn giáp mố cầu trong tính toán plaxis 2D là $S_{đường\ dẫn}$= 6.508 cm, trong khi đó độ lún của mố cầu là $S_{mố\ cầu}$=2.000 cm. Độ chênh lệch lún là:

$\Delta S = \left| S_{đường\ dẫn} - S_{mố\ cầu} \right| = 6.508\text{-}2.000 = 4.508$ cm.

Bảng 7. Tổng hợp kết quả

Trường hợp	Chuyển vị đứng lớn nhất (cm)	Ứng suất nền lớn nhất (kN/m^2)	Áp lực nước lỗ rỗng (kN/m^2)	Hệ số ổn định	Độ lún của mố cầu (cm)	Độ chênh lệch lún
1	6.508	584.00	$89.79x10^{-3}$	0.8312	2.000	4.508

6. KẾT LUẬN

1. Sử dụng giải pháp gia cố nền đường dẫn vào cầu xây dựng trên nền đất yếu bằng phương pháp trụ đất xi măng giải quyết được một số vấn đề về ổn định và biến dạng công trình trên nền đất yếu cụ thể như sau:

- Chiều dài và khoảng cách của Trụ đất xi măng được tính toán, thiết kế theo phương pháp thử dần để đạt được độ lún theo yêu cầu tính toán.

- Giảm thời gian xây dựng công trình tương đối lớn, chi phí xây dựng công trình rẻ hiệu quả kỹ thuật cao, kiểm tra được chất lượng công trình.

2. Kết quả tính toán Độ lún mố cầu $\mathbf{S_{mc} \#\approx 2}$ **cm.** Thỏa điều kiện ổn định so với độ lún cho phép của nền đường gần mố cầu ≤ 20 cm (theo tiêu chuẩn thiết kế 22TCN 262-2000).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Châu Ngọc Ẩn, Nền Móng, Nhà xuất bản Đại học quốc gia Tp HCM, 2010.
2. Châu Ngọc Ẩn, Cơ học đất, Nhà xuất bản Đại học quốc gia Tp HCM, 2010.
3. Pierre Laréal, Nguyễn Thành Long, Lê Bá Lương, Nguyễn Quang Chiêu, Vũ Đức Lục, Nền đường đắp trên đất yếu trong điều kiện Việt Nam, Chương trình hợp tác Việt – Pháp FSP No 4282901, VF.DP.4 1986-1989.
4. Trần Quang Hộ, Công trình trên đất yếu, Nhà xuất bản Đại học quốc gia Tp.HCM, 2009.
5. Trần Minh Nghi, " Nghiên cứu giải pháp xử lý nền đất yếu dưới nền đường bằng trụ đất xi măng".
6. Võ Phán, Hoàng Thế Thao, Phân tích và tính toán móng trụ, Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Tp.HCM, 2010.
7. Võ Phán, Công trình trên đất yếu, 2011.
8. Võ Phán, Ngô Phi Minh, Nghiên cứu trụ đất trộn xi măng kết hợp phụ gia để xử lý đất sét chứa vôi vùng Hố Nai – Tỉnh Đồng Nai, Địa kỹ thuật số 3-2008.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

PHƯƠNG PHÁP ƯỚC LƯỢNG ĐỘ LÚN NGẮN HẠN VÀ LÂU DÀI NỀN ĐẤT CÓ XÉT ĐẾN TRẠNG THÁI BAN ĐẦU

METHOD PREDICTING SHORT TERM AND LONG TERM SETTLEMENT OF GROUND ACCOUNTING ON INITIAL STATE

PGS. TS. Bùi Trường Sơn
Trường Đại học Bách Khoa –Tp. HCM
ThS. Huỳnh Quốc Kha
Trường Cao đẳng Cần Thơ

TÓM TẮT

Việc ước lượng độ lún thường căn cứ giá trị ứng suất gia tăng và áp lực nước lỗ rỗng thặng dư. Trong thực tế, trạng thái ứng suất trong nền phụ thuộc ứng suất do tải trọng ngoài, trọng lượng bản thân, áp lực lỗ rỗng thặng dư và cột nước thủy tĩnh. Phương pháp dự tính độ lún có xét đến trọng lượng bản thân, cột nước thủy tĩnh kết hợp với việc hiệu chỉnh biến dạng do trọng lực được thiết lập và đề nghị. Ưu điểm của phương pháp này thể hiện thông qua việc sử dụng các đặc trưng biến dạng thoát nước thay cho đặc trưng biến dạng không thoát nước để đánh giá độ lún ban đầu. Kết quả tính toán cho thấy độ lún ngắn hạn, lâu dài và theo thời gian theo tổng độ lún lớp phân tố xấp xỉ với các kết quả theo các phương pháp đã có. Kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng để dự tính độ lún nền đất yếu bão hòa nước theo thời gian và bổ sung thêm các phương pháp dự tính độ lún.

ABSTRACT

Settlement prediction usually is based on value of increased stress and excess pore water pressure. In fact, stress state in ground depends on external load, self weight, excess pore pressure and static water pressure. Method of settlement prediction accounting on self weight, static water pressure compining with correction of gravity is established and suggested. The advantage of this method is expressed through the use of typical drained instead undrained deformation characteristic for evaluating initial settlement. Calculation results show that short-term, long-term settlement and settlement at different moments according to summation of settlement of element layers are approximate to the results of existed method. The study results can be used to predict settlement of saturated soft ground at different moments and add to methods to predict settlement.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đối với các kết quả nghiên cứu, độ lún của nền đất thường được trình bày nhiều hơn trong các tài liệu cơ bản [1], [2]. Ở đây, mô hình sử dụng có dạng cột đất và ứng suất gây lún là ứng suất gia tăng theo phương đứng. Nếu sử dụng giá trị module tổng biến dạng E_o và căn cứ lý thuyết đàn hồi, cột đất được xem như nở hông một phần. Tuy nhiên, các công thức dự tính độ lún lại loại trừ hiện tượng chuyển vị ngang trong nền

khi lược bỏ hệ số xét biến dạng ngang β nên độ lún ước lượng chỉ do biến dạng thể tích. Trong các trường hợp khác, việc sử dụng đường cong nén lún (e-p) để xác định giá trị hệ số rỗng tương ứng với ứng suất nén, sử dụng hệ số nén tương đối a_o (m_v) hay các giá trị chỉ số nén C_c, nở C_s và kể cả phương pháp lớp tương đương thì việc tính toán chấp nhận sơ đồ một chiều, tức là cột đất có bề rộng vô cùng lớn hay chuyển vị ngang dọc theo biên ứng suất tác dụng không xảy ra. Kết quả tính toán theo sơ đồ bài toán một chiều có thể chấp nhận được khi diện gia tải rộng so với bề dày lớp chịu nén và phù hợp khi đánh giá độ lún ổn định tại tâm diện gia tải. Trong trường hợp này, mô hình cột đất được xem giới hạn chuyển vị theo phương ngang và ứng xử như mẫu đất trong hộp nén không nở hông.

Ngoài độ lún được tính toán từ nhiều phương pháp, chuyển vị tại các vị trí trong nền đất dưới công trình chỉ được ghi nhận bằng hàng loạt quan trắc thực tế và được sử dụng để phân tích. Các kết quả quan trắc và tính toán đều cho thấy nền đất yếu dưới công trình đắp chuyển vị ngang đáng kể và điều này gây độ lún bổ sung. Kể từ bề mặt, chuyển vị ngang tăng dần đến giá trị cực đại và giảm dần theo độ sâu. Chuyển vị ngang đạt giá trị lớn nhất tại chân mái taluy và tắt dần khi càng xa mái taluy công trình [3], [4], [5]. Hơn nữa, việc đánh giá độ lún có xét chuyển vị ngang cho thấy sự phân bố độ lún của nền đất yếu dưới công trình đắp phù hợp với kết quả quan trắc. Tuy vậy, đối với móng cứng, độ lún tại tâm móng có thể nhỏ và phù hợp với kết quả tính toán chỉ xét đến biến dạng thể tích do độ lún tại mép móng nhỏ hơn nhiều nên được phân bố lại do độ cứng của móng.

Như vậy, lún là hiện tượng chuyển vị theo phương hướng xuống trong phạm vi nền và phụ thuộc vào tải trọng công trình cũng như đặc trưng biến dạng của đất nền. Tổng độ lún bao gồm hai thành phần: biến dạng thể tích và biến dạng do chuyển vị ngang của đất trong phạm vi vùng nền.

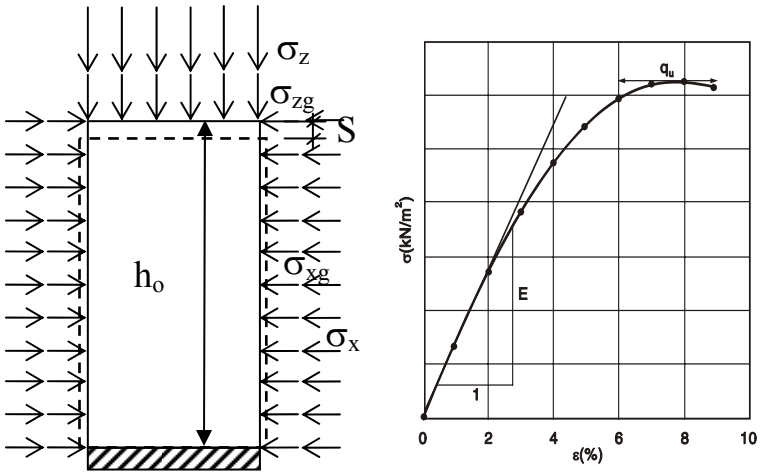
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT ĐỀ NGHỊ ĐỂ ƯỚC LƯỢNG ĐỘ LÚN NGẮN HẠN VÀ LÂU DÀI CÓ XÉT TRẠNG THÁI BAN ĐẦU

Thí nghiệm nén ba trục có thể được xem là hợp lý đối với môi trường đất do có thể mô tả được trạng thái của đất nền trong điều kiện thế nằm tự nhiên kể cả mức độ cố kết. Trong quá trình thí nghiệm, mẫu đất được áp đặt trạng thái ứng suất ban đầu theo phương đứng và phương ngang. Khi gia tăng ứng suất nén, biến dạng ngang của mẫu đất cùng phát triển theo mức độ biến dạng theo phương đứng. Kết quả thí nghiệm nén mẫu còn cho phép xác định đặc trưng biến dạng theo quan hệ ứng suất biến dạng. Từ đó, từ đặc trưng biến dạng có thể xác định được mức độ biến dạng hay giá trị độ lún tương ứng với ứng suất tác dụng.

Theo định nghĩa: $E=\frac{\sigma}{\varepsilon}$

Nên độ lún: $\Delta h=\varepsilon.h_o=S=\frac{\sigma}{E}\times h_o$ (1)

Ở đây: σ - ứng suất gia tăng; ε - biến dạng dọc trục; h_o – bề dày lớp đất chịu nén.



Hình 1. Mô hình cột đất xác định độ lún và quan hệ ứng suất biến dạng.

Từ lý thuyết đàn hồi áp dụng cho bài toán phẳng, chuyển vị theo phương đứng và phương ngang theo các thành phần ứng suất có thể biểu diễn dưới dạng [6]:

$$v=\int_z^h \frac{1}{E}\left[\left(1-\nu^2\right)\sigma_z-\nu\left(1+\nu\right)\sigma_x\right]dz \quad (2)$$

$$u=\int_0^x \frac{1}{E}\left[\left(1-\nu^2\right)\sigma_x-\nu\left(1+\nu\right)\sigma_z\right]dx \quad (3)$$

Ở đây: x, z – tọa độ điểm đang xét.

E, ν - module biến dạng và hệ số Poisson của vật liệu.

Trong bài toán biến dạng phẳng: $\sigma_y = \nu(\sigma_x+\sigma_z)$, giá trị ứng suất nén đẳng hướng xác định được khi biết các thành phần ứng suất:

$$\sigma=\frac{\sigma_x+\sigma_y+\sigma_z}{3}=\frac{1+\nu}{3}\left(\sigma_x+\sigma_z\right) \quad (4)$$

Trong trường hợp này, biểu thức xác định chuyển vị đứng (2) có thể thay thế bằng công thức sau:

$$v=S=\int_z^h\left(\frac{\sigma_z-\sigma}{2G}+\frac{\sigma}{K}\right)dz \quad (5)$$

Hoặc: $v_1 = v_s + v_v$

Ở đây: v_s – chuyển vị đứng do biến dạng hình dạng, $v_s=\int_z^h \frac{\sigma_z-\sigma}{2G}dz$

v_v – chuyển vị đứng do biến dạng thể tích, $v_v=\int_z^h \frac{\sigma}{K}dz$

Với: h – bề dày lớp chịu nén; K – module biến dạng thể tích: $K=\frac{E}{3.(1-2\nu)}$; G – module biến dạng hình dạng: $G=\frac{E}{2(1+\nu)}$.

Các biểu thức (1) và (5) đều căn cứ mô hình cột đất và kết quả độ lún dự tính theo hai công thức trên đều cho giá trị độ lún như nhau. Tuy nhiên, biểu thức (5) có thể sử dụng dễ dàng hơn để đánh giá độ lún hay chuyển vị tại điểm có tọa độ bất kỳ nên phù hợp cho việc đánh giá độ lún lệch đối với móng mềm như nền công trình đắp.

Để đánh giá độ lún ban đầu có thể sử dụng module biến dạng (E_u) xác định bằng thí nghiệm nén ba trục theo sơ đồ không thoát nước với áp lực hông tương ứng với độ sâu lấy mẫu ($\sigma'_3 = K_0.\gamma'.z$). Giá trị hệ số Poisson tổng thể ν_{tot} phụ thuộc độ bão hòa, tính nén của cốt đất, trạng thái ứng suất và dao động trong phạm vi 0,452÷0,486 tùy theo độ sâu [7]. Để xác định giá trị độ lún ổn định cần sử dụng module biến dạng E_o xác định bằng thí nghiệm theo sơ đồ thoát nước như thí nghiệm nén cố kết thông thường hoặc nén ba trục. Kết hợp với giá trị hệ số Poisson có thể xác định được các giá trị biến dạng của cốt đất G và K.

Kết quả tính toán theo biểu thức (5) cho thấy độ lún do biến dạng hình dạng chiếm tỷ lệ khá lớn trong toàn bộ độ lún. Độ lún của nền đất ở thời điểm bất kỳ có thể biểu diễn dưới dạng tổng lún ban đầu và độ lún phát triển theo thời gian, do đó:

$$S(t) = S_s(0) + S_v(0) + S'(t) \quad (6)$$

Với: $S_s(0)$ – độ lún do biến dạng hình dạng ban đầu; $S_v(0)$ – độ lún do biến dạng thể tích ban đầu; $S'(t)$ – độ lún phát triển theo thời gian.

Biểu thức (5) và (6) cũng như các biểu thức sử dụng ước lượng độ lún khác đều sử dụng thành phần ứng gia tăng. Trong thực tế, đặc điểm trạng thái ứng suất biến dạng của nền đất phụ thuộc đáng kể vào trạng thái thái ứng suất ban đầu, tức là phụ thuộc chiều cao cột đất tại điểm đang xét cũng như áp lực nước lỗ rỗng tại điểm đó. Từ biểu thức (5), việc dự báo độ lún theo tổng lớp phân tố theo thời gian trên cơ sở bài toán cố kết hai chiều có thể được thực hiện theo công thức sau:

$$S(t)=\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\sigma'_i(t)}{K_{sk}}.h_i+\frac{\sigma'_{zi}(t)-\sigma'_i(t)}{2G_{sk}}.h_i\right] \quad (7)$$

Với: K_{sk}, G_{sk} – các đặc trưng biến dạng được xác định trong điều kiện thoát nước theo E_o và ν; h_i – bề dày lớp đất phân tố.

Trong đó, các thành phần ứng suất được xác định dưới dạng:

$$\sigma'_z=\gamma.z+\sigma_z(x,z,p)-u(x,z,t)-\gamma_w\cdot h_w(z) \quad (8)$$

$$\sigma'_x=\gamma.z.K_0+\sigma_x(x,z,p)-u(x,z,t)-\gamma_w\cdot h_w(z) \quad (9)$$

Với: $\gamma.z$ và $\gamma.z.K_0$ – các thành phần ứng suất ban đầu (γ - dung trọng đất nền và z – độ sâu điểm đang xét); $\sigma_z(x,z,p)$ và $\sigma_x(x,z,p)$ – các thành phần ứng suất gia tăng do tải trọng ngoài; u(x,z,t) – áp lực nước lỗ rỗng thặng dư ở thời điểm t; $\gamma_w.h_w(z)$– áp lực do cột nước thủy tĩnh.

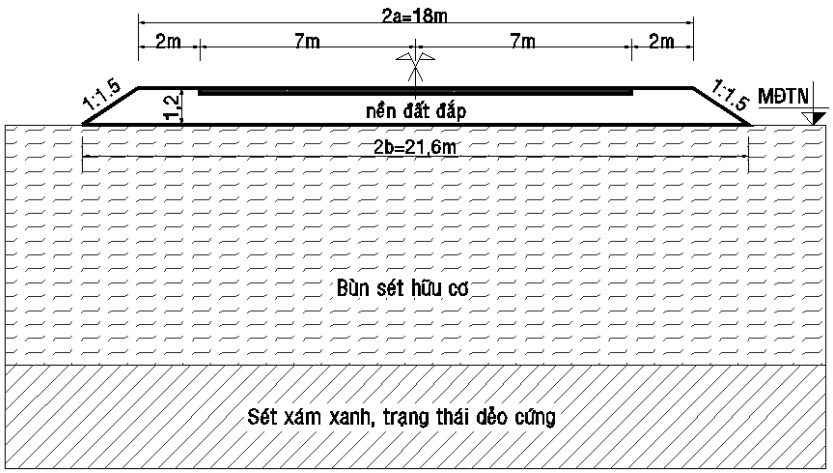
Công thức (7) cho thấy nếu xét trọng lượng bản thân thì ngay thời điểm chưa có tác dụng tải trọng ngoài, độ lún đã xuất hiện (ít nhất là do biến dạng thể tích do tác dụng của trọng lực) và điều này là không hợp lý.

Do đó, xét độ lún do trọng lượng bản thân, sử dụng công thức (7) với các thành phần ứng suất do trọng lượng bản thân có xét cột nước thủy tĩnh có thể thu nhận được độ lún: S_{corr} = A. Giá trị A xác định được được xem là độ lún hiệu chỉnh. Trong quá trình tính toán độ lún cần phải loại trừ đi giá trị A, là độ lún do trọng lượng bản thân. Nghĩa là khi có lực hút trái đất thì nền lún một đoạn A, nên trong đánh giá độ lún cần xét hiệu chỉnh giá trị này. Từ đó, giá trị độ lún ước lượng có thể viết dưới dạng :

$$S^*(t) = S(t) - A \qquad (10)$$

3. ÁP DỤNG TÍNH TOÁN VÀ PHÂN TÍCH SO SÁNH

Để phân tích đánh giá khả năng áp dụng và mức độ tin cậy của phương pháp, chúng tôi chọn lựa tính toán ước lượng độ lún ngắn hạn và lâu dài của nền đất yếu dưới công trình đường đắp của dự án mở rộng quốc lộ 1A đoạn từ Vĩnh Long đi Cần Thơ. Sơ đồ bài toán thể hiện như ở hình 2. Ở đây, lớp đất yếu là bùn sét hữu cơ có bề dày trung bình 20m, dung trọng tự nhiên γ = 16,62 kN/m^3; độ bão hòa S_r = 97,6%; hệ số thấm từ thí nghiệm nén cố kết: k = 0,631.10^{-7} cm/s; module tổng biến dạng theo trạng thái ứng suất và kết quả thí nghiệm cố kết E_o = 730 KN/m^2; hệ số Poisson ν = 0,3; module biến dạng tức thời E_u = 2770 kN/m^2 được lấy từ kết quả thí nghiệm nén ba trục theo sơ đồ CU với áp lực buồng σ_3 = 50kN/m^2. Mực nước ngầm nằm ngang mặt đất tự nhiên. Chiều cao trung bình nền đường 1,2 m với dung trọng trung bình 19 KN/m^3.



Hình 2. Sơ đồ nền đường đắp trên đất yếu dự án mở rộng quốc lộ 1A đoạn Vĩnh Long – Cần Thơ

Từ đó, module biến dạng thể tích khung cốt đất:

$$K_{sk}=\frac{E_0}{3(1-2\nu)}=\frac{730}{3(1-2.0,3)}=608kN/m^2$$

Module biến dạng cắt:

$$G_{sk}=\frac{E_0}{2(1+\nu)}=\frac{730}{2(1+0,3)}=281kN/m^2$$

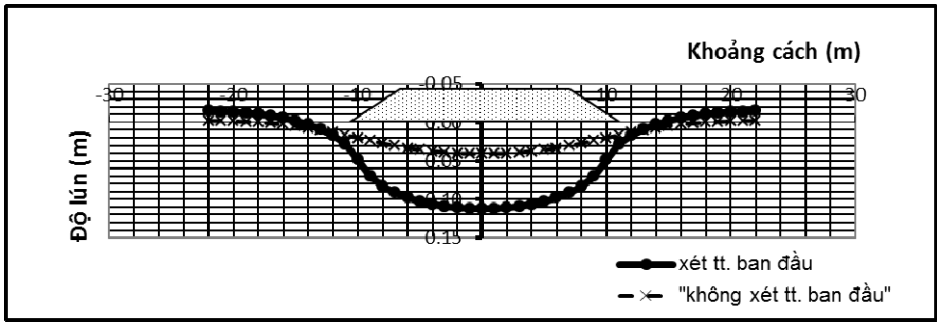
Ứng suất đẳng hướng được tính theo công thức: $\sigma'=\frac{2\sigma'_x+\sigma'_z}{3}$

Việc tính toán theo tổng lớp phân tố với bề dày mỗi lớp h_i = 1,0 m. Nếu xem trạng thái ứng suất ban đầu của sét mềm bão hòa nước gần như thủy tĩnh, độ lún do trọng lượng bản thân được xác định theo các thành phần ứng suất ban đầu và cột nước thủy tĩnh có giá trị A = 2,239 m và là giá trị được sử dụng để hiệu chỉnh.

Độ lún tức thời có thể biểu diễn dưới dạng:

$$S^*(0)=\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\sigma'_i(x,z,t=0)}{K_{sk}}.h_i+\frac{\sigma'_{zi}(x,z,t=0)-\sigma'_i(x,z,t=0)}{2G_{sk}}.h_i\right]-A$$

Hình 3 thể hiện sự phân bố độ lún ban đầu của nền đất theo hai phương pháp. Ở đây, khi không xét trạng thái ban đầu, việc tính toán sử dụng đặc trưng biến dạng xác định trong điều kiện không thoát nước có xét tính nén ép của nước lỗ rỗng và các thánh phần ứng suất gia tăng như kết quả nghiên cứu đã có [6]. Trong khi đó, nếu xét trạng thái ứng suất ban đầu, các đặc trưng cơ lý sử dụng được xác định theo sơ đồ thoát nước như thí nghiệm nén cố kết thông thường. Kết quả tính toán cho thấy sự phân bố độ lún ngắn hạn dự tính theo hai phương pháp tương tự nhau. Tuy nhiên, độ lún ngắn hạn trong phạm vi diện gia tải từ kết quả tính toán có xét trạng thái ban đầu có giá trị lớn hơn. Điều này là do kết quả tính toán cho thấy độ phình trồi của đất ngoài phạm vi diện gia tải có xu hướng lớn hơn gây độ lún một phần bổ sung. Tỷ lệ độ lún ngắn hạn và dài hạn lớn nhất tại tâm theo phương pháp này có giá trị đến 23% so với 8,7% từ phương pháp không xét trạng thái ban đầu và xét tính nén ép của nước lỗ rỗng.

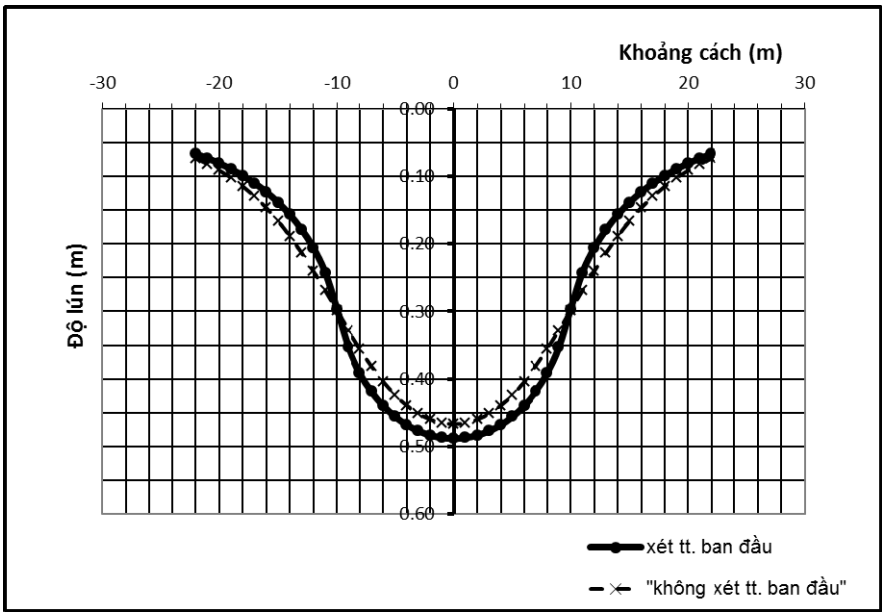


Hình 3. Sự phân bố độ lún tức thời không xét trạng thái ban đầu và có xét trạng thái ban đầu theo phương pháp đề nghị

Độ lún ổn định xác định được khi áp lực nước lỗ rỗng thặng dư tiêu tán hoàn toàn hay khi u(x,z,t) = 0:

$$S^*(\infty)=\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\sigma_i^{'}(x,z,t=\infty)}{K_{sk}}.h_i+\frac{\sigma_{zi}^{'}(x,z,t=\infty)-\sigma_i^{'}(x,z,t=\infty)}{2G_{sk}}.h_i\right]-A$$

Sự phân bố độ lún ổn định thể hiện ở hình 4 cho thấy quy luật phân bố độ lún là tương tự như nhau nhưng có một số khác biệt về giá trị tại một số vị trí. Tuy nhiên, sự khác biệt này có thể xem không đáng kể. Độ lún trong phạm vi diện gia tải theo phương pháp có xét trạng thái ban đầu có khuynh hướng lớn trong khi ngoài phạm vi này thì ngược lại so với phương pháp không xét trạng thái ban đầu.



Hình 4. Sự phân bố độ lún ổn định không xét trạng thái ban đầu và có xét trạng thái ban đầu theo phương pháp đề nghị

Để đánh giá độ lún theo ở thời điểm bất kỳ, trong trường hợp này sử dụng lý thuyết cố thấm hai chiều. Căn cứ điều kiện thoát nước: biên dưới không thấm do có mặt lớp sét cứng, biên ngang với áp lực nước lỗ rỗng không thay đổi đáng kể được chọn cách tâm diện gia tải l = 20 m, tức là cách biên diện gia tải xấp xỉ 10 m.

Áp lực nước lỗ rỗng thặng dư được xác định bằng biểu thức:

$$u_w(x,z,t)=\sum_{i=1}^{\infty}\sum_{j=1}^{\infty}\left\{A_{ij}\times\exp\left[-C_{vz}\times\pi^2\left(\zeta\frac{i^2}{4l^2}+\frac{j^2}{h^2}\right)t\right]\times\sin\left[\frac{i\pi}{2l}(x+l)\right]\times\sin\left(\frac{j\pi}{h}z\right)\right\}$$

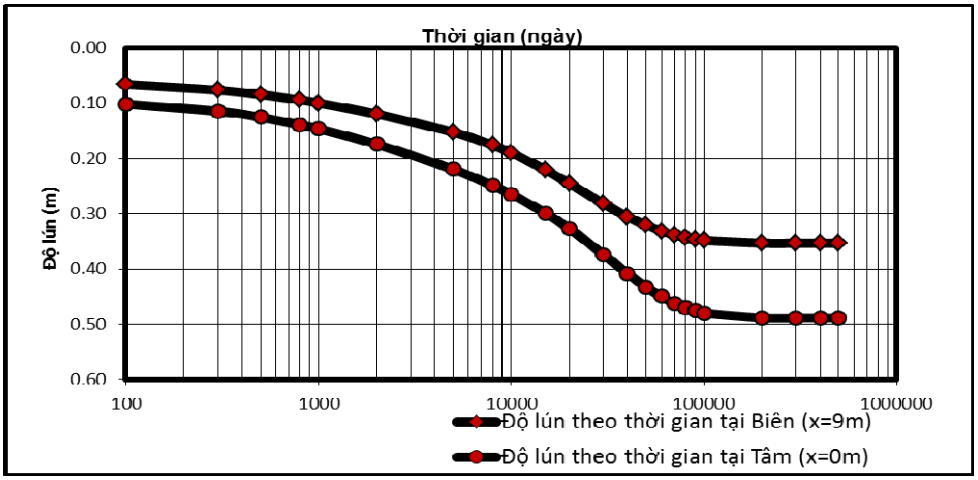
Ở đây : $$A_{ij}=\frac{2}{lh}\int_0^h\int_{-l}^{l}u_w(x,z,0)\cdot\sin\left[\frac{i\pi}{2l}(x+l)\right]\cdot\sin\left(\frac{j\pi}{h}z\right)dx\cdot dz$$

Với: l – giới hạn theo biên ngang theo điều kiện thấm; ζ - hệ số bất đẳng hướng về giá trị hệ số thấm.

Ứng với giá trị áp lực nước lỗ rỗng thặng dư xác định được, các thành phần ứng suất hữu hiệu được xác định. Từ đó, độ lún ở thời điểm bất kỳ:

$$S^*(t)=\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\sigma_i^{'}(x,z,t)}{K_{sk}}.h_i+\frac{\sigma_{zi}^{'}(x,z,t)-\sigma_i^{'}(x,z,t)}{2G_{sk}}.h_i\right]-A$$

Biểu thức trên cho phép xác định độ lún tại điểm có tọa độ bất kỳ ở thời điểm bất kỳ phụ thuộc vào trạng thái ứng suất ban đầu và sau khi gia tải ở các điểm trong nền. Độ lún tại tâm và biên diện gia tải được tính toán và thể hiện như ở hình 5.



Hình 5. Độ lún theo thời gian theo tổng lớp phân tố có xét ảnh hưởng của trọng lượng bản thân và cột nước thủy tĩnh tại tâm và tại biên.

Có thể thấy rằng phương pháp dự tính độ lún tức thời, ổn định và theo thời gian có xét ảnh hưởng của trọng lượng bản thân và cột nước thủy tĩnh là phương pháp mới, khác biệt với các phương pháp đã có. Ưu điểm của phương pháp này là chỉ xét các đặt trưng biến dạng thoát nước (không cần sử dụng các thông số biến dạng không thoát nước như phương pháp đề nghị trước đó); cho phép đánh giá trạng thái ứng suất ban đầu và chịu tác dụng tải trọng xác thực hơn; kết quả tính toán phù hợp với ứng xử thực tế, đặt biệt là tốc độ lún ở các thời điểm ban đầu so với cách tính trung bình khi xem nền là một lớp.

Công thức tính lún mới được xây dựng và đề nghị có dạng:

$$S^*(t)=\left[\frac{\sigma^{'}(x,z,t)}{K_{sk}}.h+\frac{\sigma_z^{'}(x,z,t)-\sigma^{'}(x,z,t)}{2.G_{sk}}.h\right]-\left[\frac{\sigma_g^{'}(x,z)}{K_{sk}}.h+\frac{\sigma_{zg}^{'}(x,z)-\sigma_g^{'}(x,z)}{2.G_{sk}}.h\right]$$

Trong đó:

- $\sigma^{'}(x,z,t)$ và $\sigma_z^{'}(x,z,t)$ là các thành phần ứng suất có xét ứng suất do trọng

lượng bản thân, ứng suất do tải trọng ngoài, áp lực nước lỗ rỗng thặng dư ở thời điểm t và cột nước thủy tĩnh.

- $\sigma_g^{'}(x,z)$ và $\sigma_{zg}^{'}(x,z)$ là các thành phần ứng suất hữu hiệu do trọng lượng bản thân.

Phương pháp này có ưu điểm là chỉ sử dụng các đặc trưng biến dạng thoát nước thông thường và cho phép đánh giá độ lún ở các thời điểm khác nhau kể cả thời điểm ban đầu. Độ lún ổn định từ phương pháp đề nghị có giá trị xấp xỉ như các kết quả dự tính độ lún đã có cho thấy phương pháp đề nghị có độ tin cậy cần thiết.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trên cơ sở mô hình cột đất có xét trạng thái ứng suất biến dạng ban đầu, xây dựng phương pháp, thiết lập chương trình và tính toán áp dụng cho điều kiện thực tế đánh giá độ lún ngắn hạn và lâu dài theo tổng lớp phân tố kết hợp bài toán cố kết hai chiều, có thể rút ra các kết luận chính như sau:

- Phương pháp đề nghị cho phép đánh giá độ lún ngắn hạn mà không cần sử dụng các đặc trưng biến dạng xác định trong điều kiện không thoát nước. Ở đây, độ lún ngắn hạn từ bài toán cụ thể chiếm đến 23% giá trị độ lún ổn định.

- Phương pháp đề nghị cho phép đánh giá độ lún tại điểm có tọa độ bất kỳ ở thời điểm bất kỳ nên cho phép đánh giá độ lún lệch của nền đất yếu dưới công trình đắp theo thời gian.

- Độ lún ngắn hạn, ổn định và theo thời gian theo phương pháp đề nghị có giá trị xấp xỉ kết quả tính toán theo phương pháp đã có đã được so sánh với kết quả quan trắc thực tế nên có độ tin cần thiết.

Phương pháp tính toán đề nghị có thể được sử dụng kết hợp với mô hình cố kết hai chiều để đánh giá độ lún của nền đất được xử lý bấc thấm gia tải trước khi qui đổi thành sơ đồ bài toán phẳng. Điều này cần được phân tích thêm trên cơ sở xây dựng mô hình tính toán hợp lý nhằm bổ sung cho việc phân tích các bài toán xử lý nền.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Quý An, Nguyễn Công Mẫn, Nguyễn Văn Quý. *Cơ học đất*. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp. 1977.
2. Braja M. Das. *Principle of geotechnical engineering – 7th edition*. Cengage learning, USA. 2010.
3. Rolf Larson, Hakan Mattsson. *Settlements and shear strength increase below embankments*. Swedish geotechnical institute – Report Nº 63. 2003.
4. Serge Leroueil, Jean-Pierre Magnan, Francois Tavenas. *Embankments on soft clays*. Ellis Horwood Limited, 1990.
5. Lê Hoàng Việt, Bùi Trường Sơn. *Đánh giá chuyển vị ngắn hạn và lâu dài của nền đất yếu dưới công trình đắp trên cơ sở lý thuyết đàn hồi*. Tạp chí Địa kỹ thuật, Viện Địa kỹ thuật - VGI, số 4 năm 2012, trang 14 -19.

6. Bùi Trường Sơn. *Biến dạng tức thời và lâu dài của nền đất sét bão hòa nước.* Tạp chí Phát triển KH&CN, ĐHQG TP. HCM, số 9 năm 2006, trang 17 – 24.
7. Bùi Trường Sơn. *Phương pháp xác định hệ số Poisson của đất sét mềm bão hòa nước.* Tạp chí Địa kỹ thuật, Viện Địa kỹ thuật - VGI, số 4 năm 2011, trang 3-9.
8. Z.G. Ter-Martirosyan and C.S. Bui. *Stress-strain state of weak saturated clay beds of embankments.* Soil mechanics and Foundation Engineering, Vol. 42, No 5, 2005, p.153-159.
9. Ю. В. Россихин, А. Г. Битайнис. *Осадки строящихся сооружений.* Рига: "Зинатне". 1980.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG GIẢI PHÁP TƯỜNG KÈ VÀ CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP CHỐNG SẠT LỞ BỜ KÈ QUẬN CÁI RĂNG – SÔNG CẦN THƠ

APPLY THE RETAINING WALL AND PILES TO CONTROL OF EROSION IN CAI RANG DISTRICT EMBANKMENT CAN THO RIVER

PGS. TS. Võ Phán
Trường Đại Học Bách Khoa- TP.HCM
ThS. Trần Đức Trung
Trường Đại Học Cần Thơ

TÓM TẮT

Thành phố Cần Thơ là một trong năm thành phố lớn trực thuộc Trung ương, có vị trí thuận tiện. Do đó, sự cần thiết cho việc mở rộng diện tích xây dựng, cơ sở hạ tầng và đường giao thông kết nối nhiều nơi là một trong những nhiệm vụ trọng tâm trong việc thúc đẩy kinh tế của thành phố. Bên cạnh đó, tình trạng sạt lở hàng năm ven sông xuất hiện ngày càng nhiều và gây thiệt hại tài sản của người dân và Nhà nước. Có rất nhiều giải pháp được đặt ra để chống sạt lở sông như: tường cọc bản, cọc bê tông dự ứng lực.... Tuy nhiên, hầu hết các giải pháp thường tốn kém và khó thực hiện. Vì vậy tác giả nghiên cứu, ứng dụng một giải pháp "Tường kè và cọc bê tông cốt thép" trong việc ổn định mái dốc. Bản tường bê tông cốt thép có nhiệm vụ giữ lớp đất mặt không trượt, bản tường được liên kết với cọc qua đài cọc. Đây là giải pháp có hiệu quả và dễ thực hiện trong một phạm vi rộng, tiết kiệm chi phí đầu tư.

ABSTRACT

Can Tho City is one of five cities directly under the Central Government, with a convenient location. Therefore, the necessary for the expansion of the area of construction, infrastructure and roads connecting many places is one of the key tasks in the promotion of the city's economy. In addition, the annual avalanche conditions along the river to appear more and more and damage to people and their property. There are many methods to prevent erosion as: wall piles, prestressed concrete piles.... However, most solutions are often costly and difficult to implement. So the author apply a method "retaining wall and reinforced concrete piles" in stabilizing roof. Wall of reinforced concrete with tasks keep topsoil from moving, its with piles through piles. This solution is effective and easy to implement in a wide range of investment cost.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, việc xây dựng nâng cấp cải tạo cơ sở hạ tầng là vấn đề cấp thiết phục vụ nhu cầu phát triển kinh tế xã hội của đất nước, đặc biệt đối với Thành phố Cần Thơ, là nơi có nền kinh tế đang phát triển. Khu vực này có rất nhiều

kênh rạch tự nhiên và nhân tạo, cấu tạo địa chất phức tạp bao gồm các lớp đất yếu bão hòa nước có bề dày khá lớn. Việc thiết kế và xây dựng các công trình ven kênh rạch gặp nhiều khó khăn do nền đất yếu có khả năng chịu tải thấp và độ biến dạng lớn. Giải pháp công trình bảo vệ bờ các kênh rạch thường được chọn lựa là bờ kè. Một trong những giải pháp hợp lý cho công trình xây dựng bờ kè ven sông là việc sử dụng bản bê tông cốt thép bảo vệ mái ta luy liên kết với hệ cọc nhằm hạn chế sự dịch chuyển ngang của đất nền ven sông. Vấn đề này đóng vai trò quan trọng hàng đầu trong tính toán thiết kế các công trình cơ sở hạ tầng các đô thị mới trên đất yếu của khu vực.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Tổng hợp một số kết quả tính toán lý thuyết về cọc chịu tải trọng ngang theo phương pháp giải tích.

- Sử dụng phần mềm Plaxis tính toán sức chịu tải ngang.

- So sánh kết quả tính toán lý thuyết với kết quả mô phỏng công trình bằng phần mềm Plaxis.

3. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN

Phương pháp phần tử hữu hạn

Hiện nay chỉ có một số rất hạn chế các bài toán theo mô hình này được giải bằng giải tích do tính phức tạp của nó và thường chỉ được các nhà toán học quan tâm. Trong khi đó các lời giải theo phương pháp số, đặc biệt là phương pháp phần tử hữu hạn với sự trợ giúp của máy tính, đã phát triển rất mạnh và được sử dụng ngày càng rộng rãi. Do tính chính xác, nhanh chóng nên tất cả các kỹ sư thiết kế đều quan tâm đến phương pháp này.

Phương pháp này xét đến độ cứng của tường cọc bản, xem tường có độ cứng hữu hạn. Đất và tường được mô hình hóa thành một khối, khối này được phân thành các phần tử riêng rẽ và sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để giải. Trong đó, tường được chia nhỏ thành các thanh chịu uốn, nền đất trước và sau lưng tường được phân chia thành các phần tử tam giác hoặc tứ giác phẳng, tương tác giữa đất và tường được mô hình bằng các phần tử tiếp xúc để bài toán được liên tục. Ngoài việc xác định áp lực đất tác dụng lên tường còn xác định được cả chuyển vị của tường. Việc tính toán theo hướng này cho kết quả gần với thực tế hơn.

Trong phương pháp phần tử hữu hạn, miền cần khảo sát sẽ được chia thành một số hữu hạn các miền con, gọi là các phần tử. Các phần tử này liên kết với nhau tại các điểm định trước trên biên gọi là các nút. Các hàm xấp xỉ được lựa chọn biểu diễn qua giá trị của hàm tại các điểm nút trên phần tử. Các giá trị này được gọi là bậc tự do của phần tử và chính là ẩn cần tìm của bài toán. Trình tự phân tích được thực hiện như sau:

- Bước 1: Rời rạc hóa miền khảo sát;
- Bước 2: Chọn hàm xấp xỉ thích hợp;
- Bước 3: Thiết lập ma trận độ cứng phần tử và vectơ tải phần tử;

- Bước 4: Ghép nối ma trận độ cứng được kết quả là hệ phương trình;
- Bước 5: Giải hệ phương trình đại số ;
- Bước 6: Tìm ứng suất, biến dạng và chuyển vị của tất cả các phần tử.

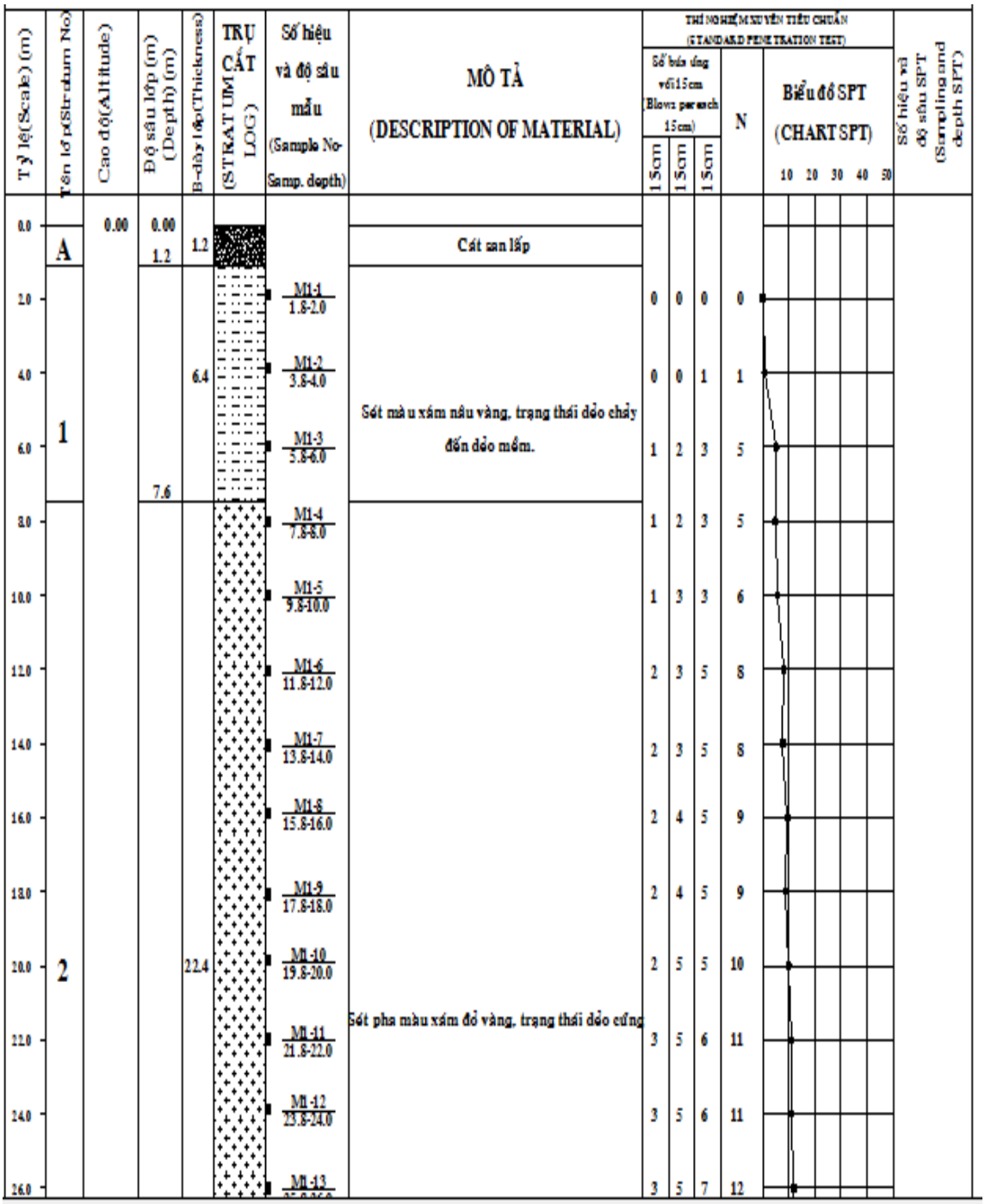
4. ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN CHO CÔNG TRÌNH BỜ KÈ QUẬN CÁI RĂNG - SÔNG CẦN THƠ

Kè bờ trái sông Cần Thơ được thiết kế với tổng chiều dài 4,781 m, bắt đầu từ vị trí mép cầu Cái Răng cũ phía hạ lưu và kết thúc tại vị trí cuối cùng của công trình kè hiện hữu, cách cầu Quang Trung 76 m về phía thượng lưu.

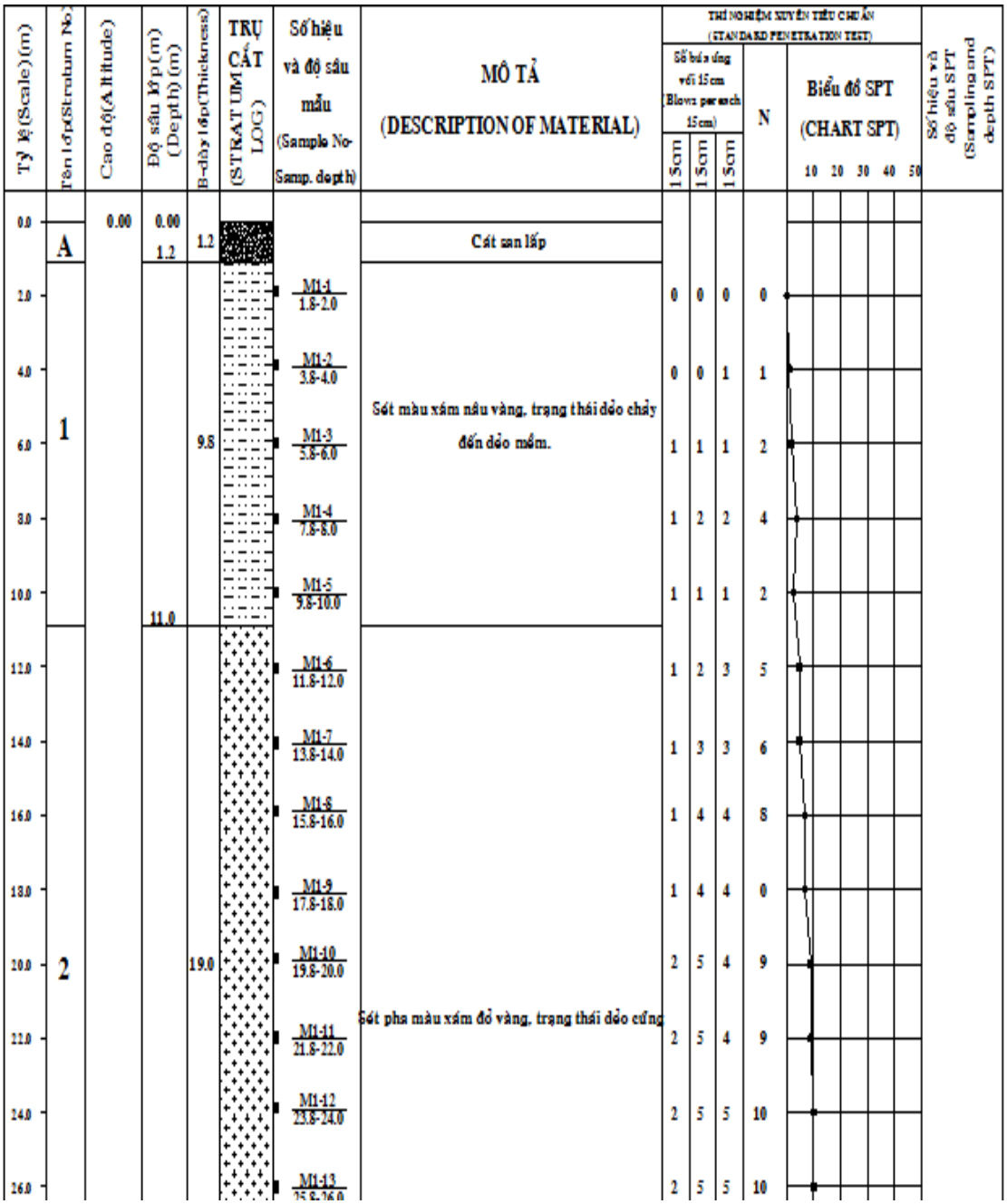


Hình 1. Vị trí kè Cần Thơ

Căn cứ hồ sơ "Khảo sát địa chất công trình phục vụ thiết kế BVTC Kè bờ trái" do CN Công ty CP Tư vấn xây dựng CT Hàng Hải lập tháng 08/2009, địa chất tại khu vực xây dựng công trình, từ trên xuống gồm các lớp đất như sau:



Hình 2. Hình trụ hố khoan (BORING LOG) HK12B



Hình 3. Hình trụ hố khoan (BORING LOG) HK KB1; HK 4B; HK6B; HK10B

Lớp đất 1:

Sét màu xám nâu, xám vàng, lẫn nhiều mùn hữu cơ, đôi chỗ lẫn rác thải sinh hoạt, trạng thái biến đổi mạnh từ dẻo mềm đến dẻo cứng, phía cuối lớp chuyển dẻo chảy. Đây là lớp đất trồng trọt và đất san lấp, phân bố ở phần trên cạn của khu khảo sát, bắt gặp ở các lỗ khoan KB1, HK2B, KB3, KB4, HK4B, KB6, HK6B, KB8, HK8B,

HK10B, HK12B. Bề dày khoan qua lớp thay đổi từ 7,6 m (HK12B) đến 11 m (KB1, HK4B, HK6B và HK10B).

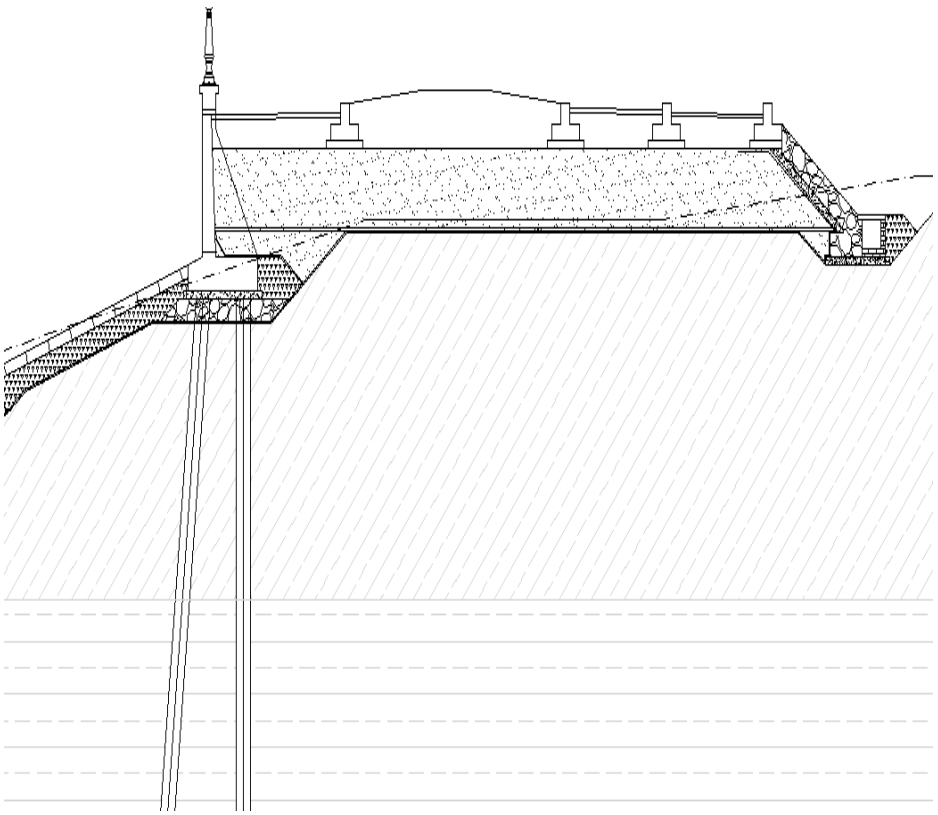
Lớp đất 2:

Sét pha màu xám vàng, xám nâu, trạng thái dẻo cứng, trong lớp có kẹp các lớp cát pha màu nâu vàng. Lớp đất này bắt gặp tại khu vực các lỗ khoan HK9N, KB3, KB4, KB8 và KN11 đến hết chiều sâu hố khoan

Bảng 1. Bảng tổng hợp một số chỉ tiêu cơ lý các lớp đất nền

Lớp đất	W (%)	γ (g/cm^3)	W_{ch} (%)	W_d (%)	I_d	B	C (Kg/cm^2)	φ (°)
1	33,9	1,82	43,1	23,8	19,3	0,52	0,204	9,41
2	34,7	1,94	34,7	20,5	20,5	0,32	0,24	14,47

4.1. Tính toán xử lý tường chắn theo phương pháp giải tích



Hình 4. Sơ đồ cấu tạo bờ kè

Bảng 2. Bảng tính ứng suất, lực cắt và momen của cọc theo độ sâu cọc

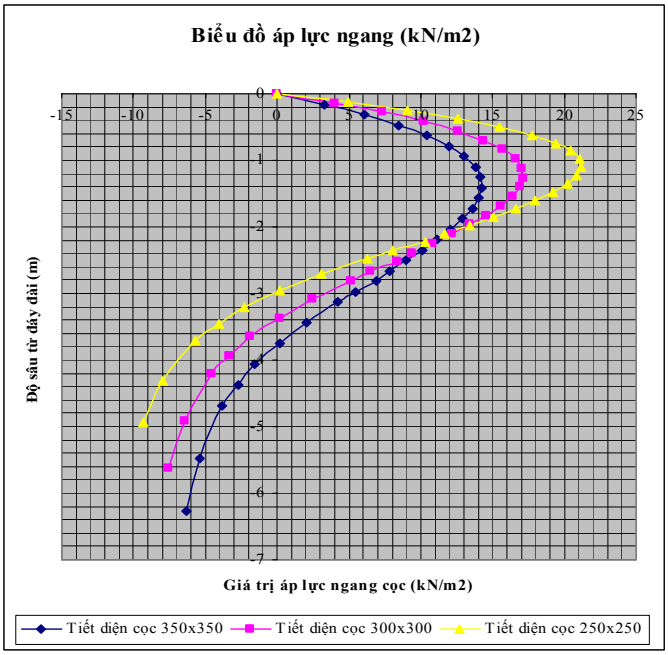
Chiều sâu Z (m)	***Chiều sâu Z_e (m)***	***Cọc tiết diện B=300***		
		σ_z **(kN/m^2)**	***Q_z(kN)***	***M_z(kN.m)***
0	0	0	23,240	0
0,14	0,1	3,967	22,956	3,266
0,28	0,2	7,3731	22,218	6,452
0,42	0,3	10,234	21,026	9,452
0,56	0,4	12,558	19,493	12,08
0,70	0,5	14,374	17,708	14,92
0,84	0,6	15,687	15,671	17,31
0,98	0,7	16,582	13,497	19,34
1,12	0,8	17,038	11,273	21,12
1,26	0,9	17,116	9,011	22,56
1,41	1	16,926	6,710	23,54
1,55	1,1	16,396	4,466	24,36
1,69	1,2	15,573	2,468	24,84
1,83	1,3	14,576	0,320	25,08
1,97	1,4	13,448	-1,495	24,89
2,11	1,5	12,209	-3,283	24,52
2,25	1,6	10,841	-4,788	23,91
2,39	1,7	9,4066	-5,004	23,31
2,53	1,8	8,3204	-7,265	22,33
2,67	1,9	6,5297	-8,280	21,29
2,81	2	5,1196	-9,041	20,08
3,09	2,2	2,4796	-10,053	17,38
3,37	2,4	-3,582	-10,409	14,45
3,65	2,6	-1,824	-10,174	11,59
3,93	2,8	-3,269	-9,489	8,833
4,22	3	-4,607	-8,373	6,252
4,92	3,5	-6,418	-4,727	1,651
5,62	4	-7,577	0,114	0,149

Vậy khi thay đổi tiết diện cọc kết quả tính toán như sau:

Bảng 3. Bảng so sánh chuyển vị của cọc khi tiết diện thay đổi

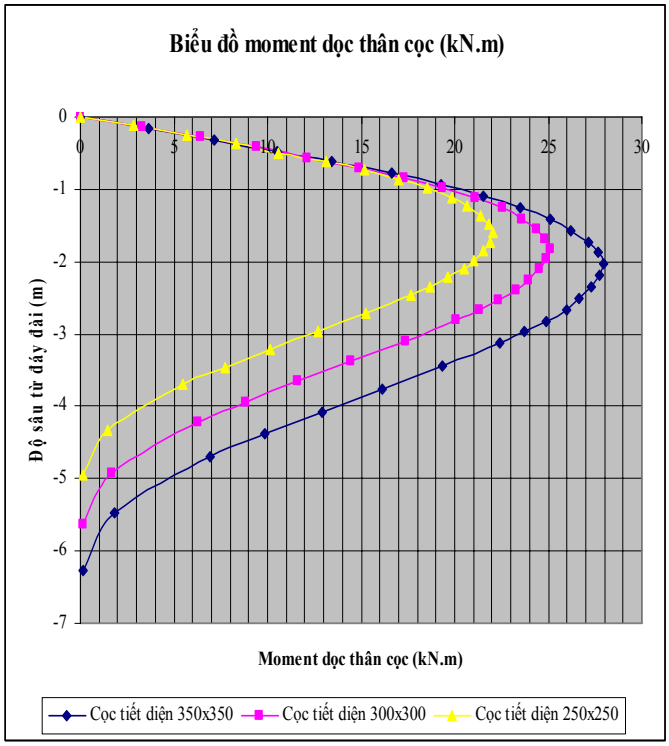
B (cm)	δ_{HH} **(m/kN)**	$\delta_{MH} = \delta_{HM}$ (m^{-1}/Kn^{-1})	δ_{MM} **(m/kN)**	y_0 **(cm)**	ψ_0 **(rad)**	Δ **(cm)**	ψ **(rad)**
25x25	5,23x10^{-4}	2,81x10^{-4}	2,46x10^{-4}	1,2150	0,006535	1,2150	0,006537
30x30	3,72 x10^{-4}	1,76x10^{-4}	1,35x10^{-4}	0,8639	0,004082	0,8639	0,004085
35x35	2,78 x10^{-4}	1,18x10^{-4}	0,81 x10^{-4}	0,6450	0,002735	0,6450	0,002732

Nhận xét 1: Dựa vào biểu đồ nhận thấy áp lực ngang cực đại của cọc ở vị trí độ sâu từ (1,10 m -1,35 m), tỷ lệ nghịch với tiết diện cọc và chiều sâu xuất hiện giá trị cực đại tỷ lệ thuận với tiết diện cọc.



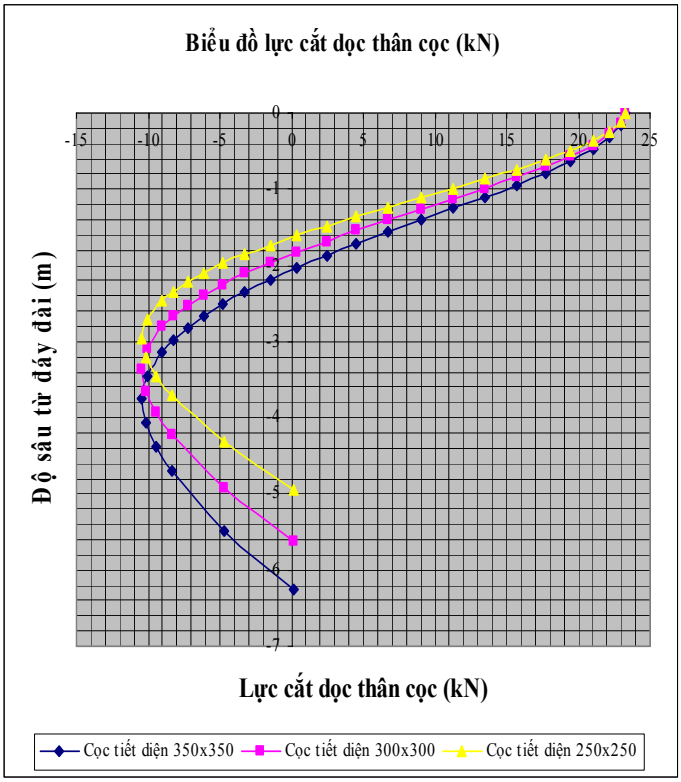
Hình 5. Biểu đồ áp lực σ_z dọc thân cọc

Nhận xét 2: Dựa vào biểu đồ ta thấy moment dọc thân cọc cực đại trong khoảng (1,55 m – 2,11 m), tỷ lệ thuận với tiết diện cọc và chiều sâu xuất hiện giá trị cực đại tỷ lệ thuận với tiết diện cọc.



Hình 6. Biểu đồ Moment M_z dọc thân cọc

Nhận xét 3: Dựa vào biểu đồ nhận thấy lực cắt dọc thân cọc cực đại tại vị trí đầu cọc, cọc có tiết diện càng lớn lực cắt phân bố trong cọc càng đều khi xuống sâu.



Hình 7. Biểu đồ Lực cắt Q_z dọc thân cọc

4.2. Tính toán xử lý tường chắn theo phương pháp mô phỏng bằng phần mềm Plaxis

Bảng 4. Số liệu về Cọc

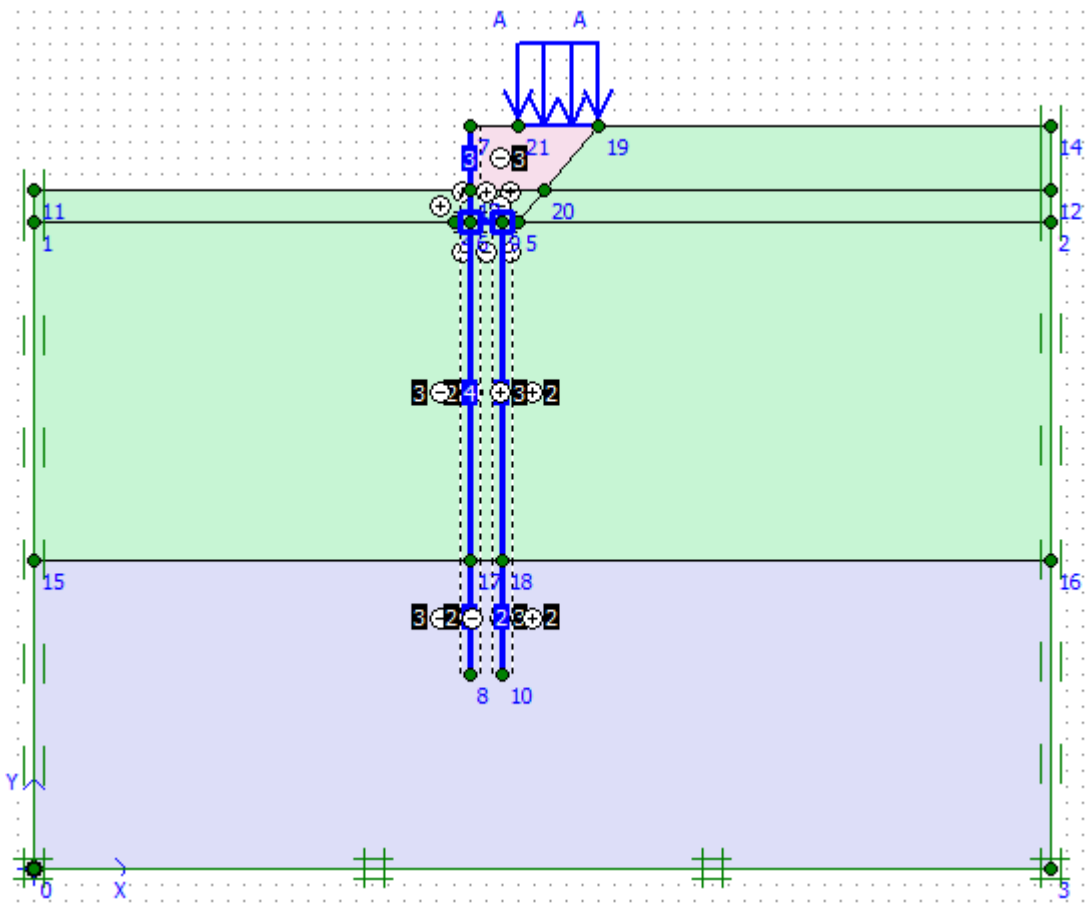
Vật liệu sử dụng	Elastic (Anchor)
Kích thước	0,3x0,3 m^2
Diện tích tiết diện	A = 0,09 m^2
Dung trọng	γ = 25 kN/m^3
Khoảng cách các cọc	$L_{spacing}$ = 3 m
Hệ số Poisson ν	0,15
Mô đun biến dạng E	2,65x10^7 kN/m^2

Bảng 5. Bản BTCT gia cố mái dốc:

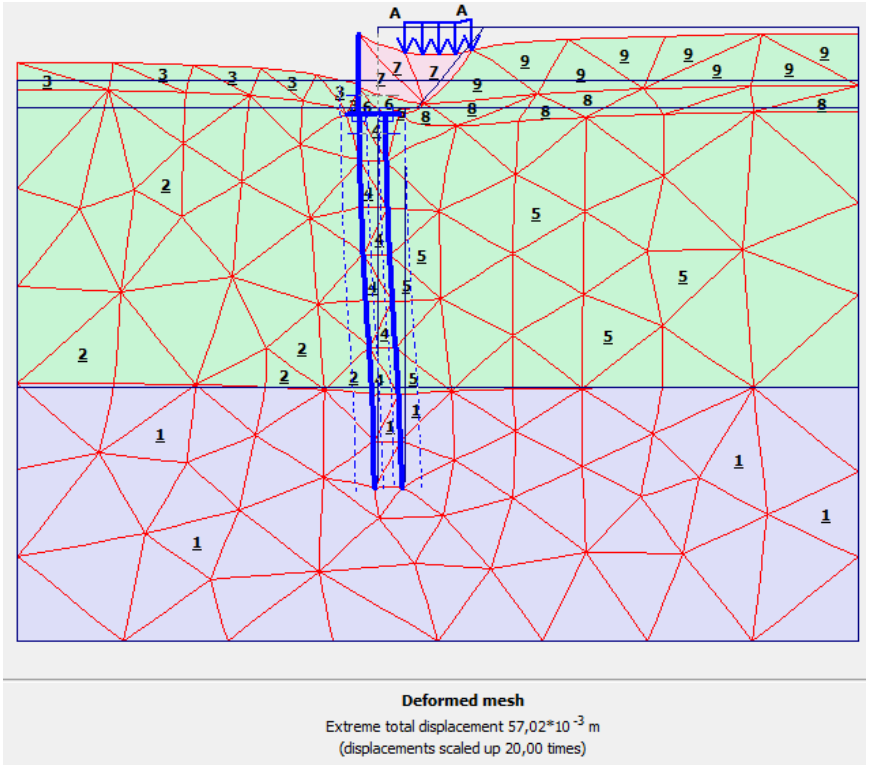
Vật liệu sử dụng	Elastic (Plate)
Kích thước	0,1x1 m^2
Diện tích tiết diện	A = 0,1 m^2
Dung trọng	γ = 25 kN/m^3
Mô ment quán tính	I = 8,33x10^{-5}
Hệ số Poisson ν	0,15
Mô đun biến dạng E	2,65x10^7 kN/m^2

Bảng 6. Dầm giằng đỉnh cọc

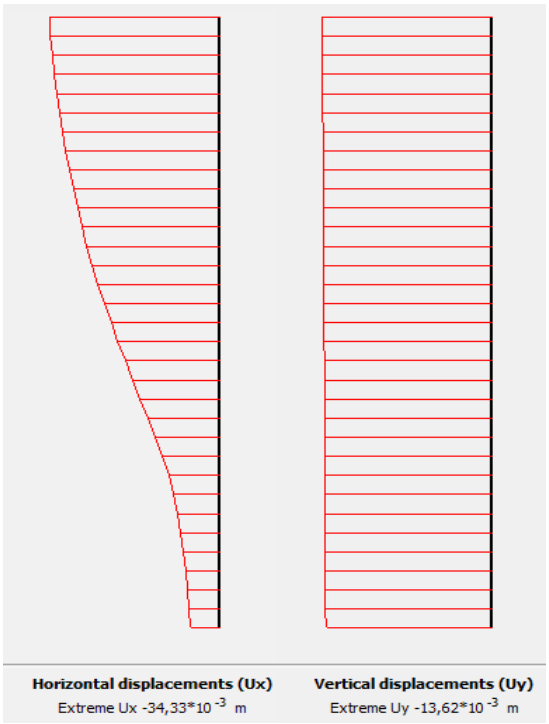
Mô hình sử dụng	Linear- Elastic
Kích thước	0,5x1 m^2
Diện tích tiết diện	A = 0,5 m^2
Dung trọng	γ = 25 kN/m^3
Hệ số Poisson ν	0,15
Mô đun biến dạng E	2,65x10^7 kN/m^2



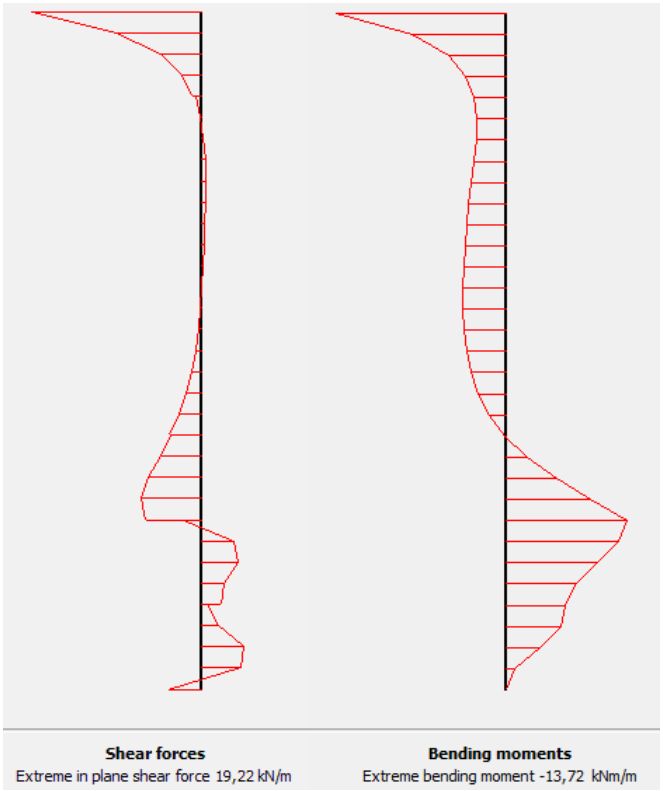
Hình 8. Mô hình đầu vào



Hình 9. Lưới biến dạng



Hình 10. Biểu đồ chuyển vị ngang và đứng của cọc



Hình 11. Biểu đồ lực cắt và moment của cọc

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua kết quả nghiên cứu đề tài "Nghiên cứu giải pháp tường kè và cọc bê tông cốt thép trong việc chống sạt lở công trình ở quận Cái Răng sông Cần Thơ" tác giả đã tổng hợp và rút ra các kết quả sau:

1. Khi tải trọng ngang tác dụng lên cọc không thay đổi trong điều kiện nền đất yếu, khi tăng tiết diện cọc từ 250x250 lên 350x350 thì chuyển vị ngang ở đầu giảm 45%.
2. Khi tải trọng ngang tác dụng lên cọc không thay đổi trong điều kiện nền đất yếu, khi tăng tiết diện cọc từ 250x250 lên 350x350 thì ở cùng chiều sâu cọc z = 1,8 m tính từ đầu cọc thì ứng suất giảm 15,8%, momen tăng 26,7%, lực cắt tăng 223%.
3. Độ lún ổn định của công trình đắp dọc bờ kè trên đất yếu có giá trị lớn. Tuy nhiên giá trị độ lún lệch không đáng kể và thay đổi không đáng kể theo thời gian.
4. Chuyển vị ngang của đầu cọc ven sông xuất hiện ngay sau khi xây dựng, đạt giá trị lớn nhất sau tám năm sáu tháng và giảm dần theo thời gian.
5. Trên nền đất bùn sét yếu khi khống chế chuyển vị ngang cọc Δ = 1 cm thì sức chịu tải ngang tối đa của cọc là Q_{max} = 22,5 kN.

6. Khi tính toán chuyển vị ngang của cọc theo giải tích và phần mềm Plaxis kết quả tính toán theo Plaxis lớn hơn ở cùng một độ sâu.

Kiến nghị:

1. Khi tính toán công trình bờ kè ven sông trên đất yếu nên xét điều kiện làm việc đồng thời của cả hệ công trình nhằm đánh giá, phân tích đúng quá trình làm việc của công trình.
2. Khi thiết kế công trình đắp trên đất yếu nên tận dụng đặc điểm cố kết của nền theo thời gian để đánh giá độ ổn định công trình hợp lý hơn và cho phép giảm giá thành công trình

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Châu Ngọc Ẩn, 2011. *Cơ Học Đất*. Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia TP.Hồ Chí Minh.
2. Võ Phán, 2011. *Các phương pháp khảo sát hiện trường và thí nghiệm đất trong phòng*. Nhà Xuất Bản Đại học Bách Khoa TP.Hồ Chí Minh.
3. R.Whitlow, 1996. *Cơ học đất.*Nhà xuất bản Giáo Dục.
4. Bengt B. Broms, Oct. 1999*, Design of lime, lime/cement and cement columns, Proc. of the International Conf. on dry mix methods for deep soil stabilization*, Stockholm, Sweden.

Người phản biện: GS. TSKH. Nguyễn Văn Thơ