



MTU
Ministry of Construction
Mien Tay Construction University



HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

International Conference on sustainable construction development
in the context of climate change in the Mekong Delta (SCD2021)



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

1
2
0
2
D
C
S



HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

International Conference on sustainable construction development
in the context of climate change in the Mekong Delta (SCD2021)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2021



MỤC LỤC

STT	Tên bài	Trang
1	Phát triển xây dựng bền vững – cơ hội và thách thức trong điều kiện chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long Sustainable construction development – opportunities and challenges in the condition of active responsibilities to climate change area <i>TS . Trương Thị Hồng Nga</i>	3
2	Kinh nghiệm tổ chức nhà ở của châu Âu tại các vùng ngập nước tương đồng điều kiện đồng bằng sông Cửu Long European experience of housing organization in flood-prone areas similar to conditions of the mekong delta <i>Nguyen Tan Huy</i>	21
3	Kiến trúc trường học vùng đồng bằng sông Cửu Long ứng phó với biến đổi khí hậu theo hướng thích ứng, linh hoạt, đa chức năng <i>Doãn Minh Khôi, Doãn Thanh Bình, Nguyễn Mạnh Cường</i>	29
4	Tiếp cận cảnh quan văn hóa trong quy hoạch xây dựng đô thị thích ứng lũ lụt: nghiên cứu trường hợp sông Côn, sông Hà Thanh - thành phố Quy Nhơn - tỉnh Bình Định Cultural landscape along Con river and Ha Thanh river, Quy Nhon city, Binh Dinh – province: opportunities and challenges of urban development in flood adaptation <i>Phạm Việt Quang, Phạm Anh Dũng, Hoàng Anh, Cù Thị Ánh Tuyết</i>	37
5	Phân tích sự làm việc của vỏ hầm hai lớp The double - layer tunnel is operation is examined <i>Nguyễn Ngọc Huệ, Lê Minh Quang, Nguyễn Quang Quý</i>	51
6	Nghiên cứu phương pháp tính toán dao động riêng của hệ kết cấu dây cứng theo phương pháp nguyên lý cực trị gauss A research on calculation methods of natural vibrations of rigid cable structure system based on the gaussian extreme principle method <i>Phạm Hồng Hạnh, Phạm Văn Trung</i>	59
7	Phương pháp phase field với phân rã trực giao ten-xơ biến dạng mô phỏng hư hỏng kết cấu chứa vật liệu đẳng hướng Modeling of damage in structures containing isotropic material by phase field method with strain orthogonal decompositions <i>Vũ Bá Thành, Ngô Văn Thức</i>	67
8	Một số giải pháp trong khai thác nước ngầm bằng bãi giếng nhằm giảm thiểu hạ thấp mặt đất Some solutions in groundwater exploitation by good yards for reduction lowering the ground <i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong</i>	75
9	A case study on the determination of the excavated trench depth in unsaturated soil constructed by trench method without supporting structures <i>Nguyen Xuan Man, Nguyen Duyen Phong</i>	83

10	Xác định các tham số neo đất phù hợp giữ ổn định bờ sông tránh sạt lở Determination of the appropriate parameters of soil bolts for river bank reinforcement to reduce landslide <i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong, Ngô Văn Thúc</i>	89
11	Nghiên cứu xác định phạm vi vùng ảnh hưởng khi thi công khoan kích ngầm trong điều kiện đất yếu tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long Estimating the influence zone induced by pipejacking in the Mekong Delta soft soil conditions <i>Vũ Minh Ngạn, Lại Thanh Nhân, Hoàng Đình Phúc, Phạm Đức Thọ</i>	97
12	Nghiên cứu xây dựng mô hình số đánh giá hiệu quả xử lý nền đất yếu bằng cọc hỗn hợp vật liệu cát biển - xi măng - tro bay 3D numerical modeling to estimate the effectiveness of sea sand - cement - fly ash columns improved soft soil <i>Pham Van Hung, Ta Duc Thinh, Nguyen Thanh Duong, Bui Anh Thang</i>	105
13	So sánh phương án cọc trong xử lý nền công trình thủy lợi Comparison of pile foundation alternatives in hydraulic structure <i>Dương Nghĩa Nhân, Trần Văn Tỷ, Lâm Tấn Phát, Võ Văn Đẩu</i>	113
14	Tiềm năng sử dụng tro trấu trong cải tạo, xử lý đất yếu ở đồng bằng sông Cửu Long Potential use of rice husk ash in soft soil improvement in Mekong Delta <i>Nguyễn Thành Dương</i>	123
15	Công trình ngầm thành phố và các giải pháp địa kỹ thuật Urban underground structures and geotechnical measures <i>Nguyen Ngoc Long Giang, Nguyen Quang Phich, Nguyen Van Manh, Phạm Văn Kiên, Dao Hong Hai</i>	133
16	Phát triển đô thị thông minh bền vững trong bối cảnh cuộc cách mạng Công nghệ 4.0 và khởi nghiệp sáng tạo tại một số đô thị miền Nam Việt Nam Sustainable Smart City Development in The Context of the 4.0 Technology Revolution and Innovative Start Up in Some Cities in the South of Vietnam <i>Pham Kien, Tran Van Thien, Tran Nguyen Nha Chi, Nguyen Quang Phich</i>	141
17	Mô phỏng số về lan truyền vết nứt trong dầm bê tông Numerical simulation of crack growth in the concrete beams <i>Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Ngọc Long Giang</i>	153
18	Nghiên cứu và phát triển bê tông tính năng siêu cao trong xây dựng Research and development of Ultra-High performance concrete in construction <i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong, Phạm Mạnh Hào</i>	159
19	Phân tích tính chất phá hủy của dầm bê tông nứt mối sử dụng nano-silica khi chịu uốn: Thực nghiệm và mô phỏng On the analysis fracture properties of notched concrete beams incorporating nano-silica in bending test: Experimentation and simulation <i>Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn, Hoàng Đình Phúc, Ngô Văn Thúc</i>	167
20	Khả năng sử dụng cốt liệu lớn tái chế từ bê tông phế thải để thay thế cốt liệu tự nhiên trong xây dựng công trình The ability to use coarse recycled aggregates concrete for replacement of natural aggregates in building construction <i>Dang Quang Huy, Bui Anh Thang, Pham Duc Tho</i>	173
21	Đánh giá mô hình khí hậu toàn cầu và viễn thám để ứng phó với biến đổi khí hậu tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long Evaluation of global climate models and remote sensing technology in response to climate change in the vietnamese mekong delta	181

22	Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến ngập lụt thành phố Cần Thơ - các giải pháp kiểm soát và thích ứng Impact of climate change on Can Tho city - The high-risk flood area division and flooding control and adaptation <i>Trần Thanh Thảo, Lê Thị Bạch Tuyết, Giang Văn Tuyền, Trần Quang Nhật</i>	191
23	Ứng dụng mô hình SWMM để xuất giải pháp giảm ngập cho quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ Applying SWMM model to propose solutions for flood mitigation at Binh Thuy district, Can Tho city <i>Nguyễn Ngọc Toàn, Nguyễn Đình Giang Nam, Nguyễn Võ Châu Ngân</i>	199
24	Nghiên cứu nguyên nhân gây sạt lở bờ sông Nhu Gia tại địa bàn huyện Mỹ Tú, tỉnh Sóc Trăng Study on causes for erosion of Nhu Gia River in My Tu district, Soc Trang Province <i>Nguyễn Thái An, Phạm Quốc Thanh, Trần Văn Tỷ, Lê Hải Trí, Huỳnh Thị Cẩm Hồng, Đinh Văn Duy</i>	209
25	Đánh giá tính tổn thương xâm nhập mặn nguồn tài nguyên nước dưới đất tỉnh Trà Vinh <i>Đào Hồng Hải, Daniela Cid Escobar, Sergio Gil Villalba, Tibor STigte, Nguyễn Việt Kỳ</i>	217
26	Some issues in the planning, artificial recharge, exploiting and protecting groundwater resources in Tra Vinh province <i>Nguyen Viet Ky, Dao Hong Hai</i>	225
27	Photocatalytic performance of TiO ₂ nanoparticle doped by transition metal ion <i>Jittinat Sirichokthanasarp, Patcharaporn Phuinthiang, Dang Trung Tri Trinh, Duangdao Channei, Kantapat Chansaenpak, Auppatham Nakaruk, Wilawan Khanitchaidecha</i>	233
28	Đánh giá tổn thương do tác động biến đổi khí hậu – trường hợp nghiên cứu tại tỉnh Trà Vinh Assessment the vulnerability on climate change impact– case study in tra vinh province <i>Nguyễn Quốc Hậu, Trịnh Công Luận, Nguyễn Thị Hồng Điệp</i>	243
29	Đánh giá hiệu quả hệ thống giao thông - thủy lợi đáp ứng tiêu chí nông thôn mới của huyện Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang Evaluation of the effectiveness of the transportation - irrigation system adapt to the new rural area criteria at Long My district, Hau Giang province <i>Ngô Quốc Phục, Trương Yến Linh, Ngô Thị Ngọc, Nguyễn Võ Châu Ngân</i>	251
30	Research on urban infrastructure solutions Adapting to climate change conditions in HCMC and the Mekong Delta <i>Ngo Trung Duong, Vo Anh Tuan</i>	261



Ministry of Construction
Mien Tay Construction University

BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY

Số 20B Phó Cơ Điều, Phường 3, Thành phố Vĩnh Long, Tỉnh Vĩnh Long
(0270) 3823657 - 3825903 - 3839768; Website: www.mtu.edu.vn

THÔNGIỆP CỦA HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY

Trong những năm qua, dưới tác động của biến đổi khí hậu, tần suất và cường độ của thiên tai ngày càng gia tăng, gây ra nhiều ảnh hưởng đến đời sống con người, sự phát triển kinh tế - xã hội cũng như tuổi thọ của các công trình xây dựng. Được sự chỉ đạo của Bộ Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây phối hợp với Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP.HCM, Hội Bê tông Việt Nam, Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Kết cấu và Công nghệ Xây dựng Việt Nam tổ chức Hội thảo khoa học quốc tế phổ biến kết quả nghiên cứu KH & CN để áp dụng trong thực tiễn với chủ đề **“Phát triển xây dựng bền vững trong điều kiện biến đổi khí hậu khu vực đồng bằng sông Cửu Long”**.

Trong quá trình chuẩn bị, Ban Tổ chức Hội thảo đã nhận được nhiều bài viết của các nhà khoa học gửi đến đăng ký tham dự. Qua đó, Ban Khoa học đã tổ chức lấy ý kiến phản biện và lựa chọn 77 bài viết đủ tiêu chuẩn để đăng trên các ấn phẩm của Hội thảo. Đây là cơ hội để các nhà khoa học trong và ngoài nước cùng tổng kết các công trình đã nghiên cứu để thảo luận, mở ra các hướng nghiên cứu mới đáp ứng mục tiêu chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu trong tình hình mới.

Thay mặt Ban tổ chức Hội thảo, chúng tôi gửi lời cảm ơn đến lãnh đạo Bộ Xây dựng đã quan tâm, cảm ơn các đơn vị đồng tổ chức, các đồng nghiệp, nhà khoa học đã làm việc rất nhiệt tình để Hội thảo được tổ chức theo kế hoạch. Ban tổ chức hy vọng các đại biểu, các nhà khoa học tiếp tục tham gia và đóng góp ý kiến để góp phần tạo nên sự thành công của Hội thảo.

Kính chúc quý vị mạnh khỏe, hạnh phúc, chúc Hội thảo thành công tốt đẹp.

Trân trọng!

TS. Nguyễn Văn Xuân

Hiệu trưởng Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG HÀ NỘI – TRUNG TÂM HÀNG ĐẦU VỀ ĐÀO TẠO, NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ VÀ CUNG CẤP NGUỒN NHÂN LỰC CHẤT LƯỢNG CAO CHO ĐẤT NƯỚC TRONG LĨNH VỰC XÂY DỰNG



Trải qua 55 năm hình thành và phát triển, với kinh nghiệm 65 năm đào tạo, với đội ngũ hơn 650 giảng viên, trong đó hơn 1/3 đạt trình độ tiến sĩ trở lên, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã trở thành trường đại học hàng đầu trong lĩnh vực xây dựng, một trung tâm nghiên cứu và triển khai ứng dụng các tiến bộ khoa học công nghệ, có vị thế vững chắc ở Việt Nam và có quan hệ đối tác chiến lược với nhiều trường đại học, cơ sở nghiên cứu, các tổ chức trong nước và quốc tế. Nhà trường có 16 viện và 02 trung tâm KH&CN. Các đơn vị này đóng vai trò rất lớn trong hoạt động nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ giữa nhà trường và xã hội. Bên cạnh đó, đây cũng là các đơn vị sản xuất có năng lực chuyên môn và uy tín cao, thực hiện nhiều dự án trọng điểm trong ngành, góp phần nâng cao uy tín và vị thế của nhà trường, đóng góp vào sự phát triển của đất nước.

Ngày 14 tháng 10 năm 2017, Nhà trường đã vinh dự trở thành 1 trong 4 cơ sở giáo dục đại học đạt chuẩn kiểm định quốc tế đầu tiên ở Việt Nam do Hội đồng cấp cao đánh giá nghiên cứu và giáo dục đại học (HCERES) chứng nhận. Trong bảng xếp hạng thế giới Webometrics lần thứ hai của năm 2020 của tổ chức Cybermetrics Lab, Trường Đại học Xây dựng đứng thứ 5.013 trong tổng số hơn 30.000 trường đại học trên thế giới, xếp thứ 25 trong tổng số 176 trường ở Việt Nam. Năm 2018 Trường ĐHXDHN đã chính thức gia nhập hiệp hội CDIO thế giới (hiệp hội các trường đại học theo phương pháp tiếp cận CDIO gồm hơn 140 trường kỹ thuật hàng đầu thế giới) để phát triển các chương trình đào tạo mới theo chuẩn quốc tế. Ngày 04/11/2020, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội được đánh giá 4 sao trên mức tối đa 5 sao của Hệ thống Đối sánh Chất lượng Giáo dục đại học UPM về tổng thể các mặt hoạt động của nhà trường theo chuẩn đại học định hướng nghiên cứu.

Nhận thức rõ sứ mệnh của mình là “đáp ứng tốt nhất yêu cầu ngày càng cao của xã hội về đào tạo, nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ tiên tiến, góp phần đắc lực vào sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, giữ gìn an ninh quốc phòng và phát triển toàn diện hệ thống giáo dục Đại học Việt Nam” tập thể cán bộ viên chức của trường Đại học Xây dựng Hà Nội luôn nỗ lực hết mình với mục tiêu xây dựng trường thành một trường đại học nghiên cứu hàng đầu của Việt Nam trong lĩnh vực xây dựng, một môi trường đại học hiện đại, sáng tạo và phát triển.

THÔNGIỆP CỦA HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA – ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



Trường Đại học Bách Khoa - ĐHQG TP. HCM, trường đại học kỹ thuật có truyền thống lâu đời nhất ở các tỉnh phía Nam, đồng thời là trường đại học trẻ trung năng động trong tư duy và hành động. Hơn 60 năm hình thành và phát triển kể từ cột mốc thành lập Trung tâm Quốc gia Kỹ thuật Phú Thọ vào năm 1957, trải qua nhiều bước chuyển mình của lịch sử cùng TP. Hồ Chí Minh và đất nước, các thế hệ giảng viên, cán bộ viên chức và sinh viên trường đại học Bách Khoa vẫn đồng lòng chung sức giữ vững thương hiệu của trường đại học kỹ thuật hàng đầu về đào tạo và nghiên cứu khoa học của khu vực phía Nam cũng như của cả nước, thành viên nòng cốt của Đại học Quốc gia TP.HCM, góp phần xứng đáng vào sự nghiệp xây dựng và bảo vệ tổ quốc.

Đại học Bách Khoa - ĐHQG TP. HCM là cơ sở đào tạo, nghiên cứu và chuyển giao công nghệ đáng tin cậy về lĩnh vực kỹ thuật, công nghệ đa ngành tại các tỉnh phía Nam và cả nước.

Học sinh, sinh viên có đam mê và năng khiếu về kỹ thuật đều có thể lựa chọn con đường phù hợp cho mình từ các ngành đào tạo đại học, sau đại học đa lĩnh vực và phong phú của trường, bao gồm cả các chương trình chính quy, kỹ sư tài năng, kỹ sư chất lượng cao và chương trình tiên tiến. Nhà trường tự hào là một trong bốn trường đại học tại Việt Nam được công nhận đạt chất lượng kiểm định cơ sở giáo dục theo tiêu chuẩn HCERES, châu Âu và là trường đại học đầu tiên tại Việt Nam được công nhận đạt chất lượng kiểm định cơ sở giáo dục theo tiêu chuẩn AUN-QA. Đồng thời, trường là đơn vị có nhiều chương trình đào tạo nhất (26 chương trình) được công nhận đạt chuẩn bởi các tổ chức kiểm định chất lượng có uy tín trên thế giới (ABET, CTI, AUN-QA).

Các doanh nghiệp, tổ chức trong và ngoài nước có nhu cầu tìm đối tác tin cậy trong hoạt động hợp tác, đào tạo, huấn luyện và khoa học công nghệ xin mời đến trường Đại học Bách Khoa chúng tôi. Với đội ngũ 11 GS, 130 PGS và gần 400 tiến sĩ cùng tập thể các nghiên cứu viên, kỹ sư lành nghề, trường Đại học Bách Khoa - ĐHQG TP. HCM đã thực hiện hiệu quả nhiều đề tài nghiên cứu khoa học trọng điểm cấp nhà nước, cấp tỉnh và nhiều dự án phối hợp với các doanh nghiệp và các đối tác quốc tế. Cán bộ nhà trường không chỉ đạt thành tích học thuật với hơn 200 công bố quốc tế trên các tạp chí uy tín mỗi năm mà còn hoàn thành nhiều dự án chuyển giao công nghệ với các địa phương và các doanh nghiệp. Nhà trường cũng là đối tác có uy tín không chỉ trong khu vực châu Á mà cả châu Âu, châu Mỹ, là một thành viên tích cực của các dự án quốc tế nổi bật như AUN/SEED-Net, ERAMUS, JICA, BUILD-IT,...

Không chỉ có đội ngũ các nhà khoa học hùng hậu, cơ sở vật chất phục vụ đào tạo và nghiên cứu của nhà trường ngày một hoàn thiện với 2 Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia, 6 phòng thí nghiệm trọng điểm Đại học Quốc gia Hồ Chí Minh, 9 trung tâm nghiên cứu chuyển giao công nghệ. Nhà trường cũng lần đầu tiên có Công ty Cổ phần Khoa học Công nghệ Bách khoa TP. HCM, là công ty được chuyển đổi từ tổ chức khoa học công nghệ của nhà trường, nhằm đẩy mạnh hơn nữa các hoạt động chuyển giao công nghệ, dịch vụ khoa học công nghệ và các hoạt động sản xuất kinh doanh khác.

Trường Đại học Bách Khoa - ĐHQG TP. HCM cũng là đơn vị đi đầu trong hệ thống các trường đại học Việt Nam trong việc hình thành hệ sinh thái khởi nghiệp nhằm tạo môi trường sáng tạo, hỗ trợ các hoạt động Khởi nghiệp – Đổi mới sáng tạo không những trong cộng đồng sinh viên và cán bộ của nhà trường mà cho cả sinh viên và thanh niên của TP. Hồ Chí Minh.

Quý vị có thể tìm thấy thông tin hữu ích về đào tạo, nghiên cứu, phát triển công nghệ, hợp tác trong nước và quốc tế của nhà trường từ trang thông tin của chúng tôi, hay tham khảo thông tin từ mạng lưới các cựu sinh viên của nhà trường.

Chúng tôi mong muốn được đồng hành cùng quý vị trong việc kiến tạo tương lai cho mỗi cá nhân và cho cộng đồng.

Trân trọng,

PGS.TS Mai Thanh Phong, Hiệu trưởng



HỘI BÊ TÔNG VIỆT NAM

Vietnam Concrete Association – VCA

Địa chỉ: P. B202 nhà B – Viện Vật liệu xây dựng

Ngõ 235 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

Email: hoibetong.vn@gmail.com

Website: www.vca.vn

Hội bê tông Việt Nam (tên giao dịch quốc tế: Vietnam Concrete Association, tên viết tắt: VCA) là tổ chức xã hội nghề nghiệp tự nguyện của các Tổ chức và Công dân Việt Nam hoạt động trong lĩnh vực bê tông (bao gồm: vật liệu, thiết kế, sản xuất bê tông, sản phẩm và cấu kiện bê tông; thi công; kiểm tra và kiểm soát chất lượng; Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ; chuyển giao công nghệ; Đào tạo và Tập huấn nâng cao trình độ kỹ thuật; Tổ chức hội thảo trong nước và quốc tế; Thông tin và truyền thông; Biên soạn và soát xét tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật).

Hội được thành lập năm 1996 với tên ban đầu là Chi hội công nghiệp bê tông Việt Nam; đến năm 2014, theo Quyết định số 195/QĐ-BNV ngày 10 tháng 3 năm 2014 của Bộ trưởng Bộ Nội vụ, Hội đổi tên thành Hội Bê tông Việt Nam. Hiện tại, Hội có hơn 115 hội viên tập thể và trên 60 hội viên cá nhân hoạt động theo Điều lệ tổ chức hội và theo pháp luật Việt Nam trên khắp các vùng miền của cả nước.

Hội Bê tông Việt Nam là thành viên chính thức của Liên đoàn Bê tông châu Á (ACF), thành viên liên kết của Hội Bê tông Hoa kỳ (ACI) và nhiều tổ chức quốc tế khác.

Hội có đầy đủ đội ngũ chuyên gia giàu kiến thức và kinh nghiệm trong tư vấn, phản biện, giám định xã hội, nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ, truyền bá kinh nghiệm ứng dụng các tiến bộ kỹ thuật trong xử lý các vấn đề có liên quan đến bê tông và kết cấu bê tông nói riêng và vật liệu xây dựng nói chung..

Hàng năm, Hội đều tổ chức các hội nghị, hội thảo trong nước và quốc tế; tổ chức các lớp tập huấn nâng cao nghiệp vụ chuyên môn, giao lưu nghề nghiệp. Trong hai năm gần đây, do dịch bệnh Covid-19 không thuận cho việc tổ chức hội thảo trực tiếp, Hội đã tích cực tổ chức hội thảo trực tuyến nhằm làm tốt công tác truyền thông giới thiệu các tiến bộ kỹ thuật, các giải xử lý những nảy sinh trong thực tế. Nội dung hội thảo khá phong phú, hấp dẫn và thiết thực nên số người tham gia ngày càng đông, đã có buổi hội thảo trực tuyến có trên 700 người tham dự.

Dựa trên những thành quả qua 25 năm hoạt động, Hội Bê tông Việt Nam tiếp tục phát huy và phát triển, tiếp tục mở rộng thành viên, mở rộng lĩnh vực hoạt động, v.v... với phương châm góp ngày càng nhiều cho sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa nước nhà, góp phần thực hiện mục tiêu đưa Việt Nam trở thành nước phát triển, thu nhập cao vào năm 2045.



Một hoạt động thường niên của Hội



HỘI ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆT NAM

(Vietnam Association of Engineering Geology and Environment - VAEGE)

Địa chỉ: số 91 Phùng Hưng, Hoàn Kiếm, Hà Nội

Email: vaege2005@gmail.com

Website: vaege.com.vn

Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam (Vietnam Association of Engineering Geology and Environment - VAEGE) được thành lập ngày 20/01/2005 theo Quyết định số 18/2005/QĐ-BNV của Bộ Nội vụ. Hội là tổ chức xã hội nghề nghiệp tự nguyện của những người hoạt động trong lĩnh vực Địa chất công trình và Môi trường. Hội hoạt động theo Điều lệ Hội và pháp luật Việt Nam trên phạm vi cả nước với gần 500 hội viên, trong đó có 03 GS, 16 PGS, 48 TS, hơn 100 ThS. Trong quá trình xây dựng và phát triển, các hội viên của Hội đã chủ trì hàng trăm dự án, đề tài nghiên cứu khoa học các cấp; công bố hàng nghìn bài báo trên các tạp chí khoa học uy tín trong và ngoài nước; xuất bản hàng chục giáo trình, sách tham khảo; tham gia đào tạo hàng nghìn kỹ sư, hàng trăm thạc sĩ và hàng chục tiến sĩ. Hàng năm, Hội đều tổ chức các seminar, hội thảo khoa học trong nước và quốc tế. Từ năm 2012 đến nay, Hội đã chủ trì tổ chức 04 hội thảo khoa học quốc tế (HueGeo 2012, HanoiGeo 2015, VietGeo 2016, VietGeo 2018) và 01 hội thảo khoa học toàn quốc (VietGeo 2019) thu hút sự tham gia của hàng trăm đại biểu trong và ngoài nước.

Phát huy sứ mệnh của mình, trong thời gian tới, Hội sẽ tiếp tục tập hợp, đoàn kết những người hoạt động trong lĩnh vực địa chất công trình, địa kỹ thuật và môi trường, giúp đỡ nhau phát huy tài năng và trí tuệ, nâng cao trình độ chuyên môn, đạo đức nghề nghiệp, góp phần xây dựng đất nước Việt Nam giàu mạnh.



Ban Chấp hành Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam, nhiệm kỳ 2020 - 2025

PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG – CƠ HỘI VÀ THÁCH THỨC TRONG ĐIỀU KIỆN CHỦ ĐỘNG ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

SUSTAINABLE CONSTRUCTION DEVELOPMENT – OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN THE CONDITION OF ACTIVE RESPONSIBILITIES TO CLIMATE CHANGE AREA

TS. Trương Thị Hồng Nga

ABSTRACT:

Sustainable construction development – opportunities and challenges are theoretical issues with comprehensive and profound significance, interrelated and decisive for sustainable development of the country. In the past years, sustainable construction development in the active climate change conditions in the Mekong Delta has been interested by the Party, State and central ministries, especially the Ministry of Construction - the agency of the Ministry of Construction. The Government has concretized guidelines and policies, created a legal framework, and gradually built a system of specific mechanisms and policies, contributing to the successful implementation of socio - economic development goals in the spirit of Dai Nam. the 11th and 12th congresses of the Party. However, in the context of increasingly complex and severe developments of climate change, sustainable construction development needs to accurately assess, summarize and identify opportunities and challenges, and at the same time need to have basic solutions to contribute to the implementation of the Resolution of the 13th Party Congress proposed.

KEYWORDS: *Sustainable construction development - Opportunities and challenges, climate change in the Mekong Delta, Opportunities and challenges.*

TÓM TẮT:

Phát triển xây dựng bền vững – cơ hội và thách thức là vấn đề mang tính lý luận toàn diện và sâu sắc, là chủ trương chính sách lớn của Đảng và Nhà nước có vị trí vai trò then chốt trong việc hoạch định chiến lược phát triển kinh tế - xã hội, có quan hệ tác động qua lại, quyết định cho sự phát triển bền vững của đất nước. Những năm qua, phát triển xây dựng bền vững trong điều kiện chủ động biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long đã được Đảng, Nhà nước và các Bộ ngành Trung ương quan tâm, đặc biệt là Bộ Xây dựng – cơ quan của Chính phủ đã cụ thể hóa các chủ trương chính sách, tạo khung pháp lý, từng bước xây dựng hệ thống cơ chế chính sách đặc thù, góp phần thực hiện thắng lợi các mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội theo tinh thần Đại hội lần thứ XI, XII của Đảng. Tuy nhiên, trong bối cảnh diễn biến ngày càng phức tạp, gay gắt của biến đổi khí hậu, phát triển xây dựng bền vững cần đánh giá, đúc kết và nhận diện chính xác những cơ hội và thách thức, đồng thời cần có những giải pháp cơ bản để góp phần thực hiện thắng lợi Nghị quyết Đại hội lần thứ XIII của Đảng đề ra.

TỪ KHÓA: *Phát triển xây dựng bền vững - Cơ hội và thách thức, biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long, Cơ hội và thách thức.*

TS. Trương Thị Hồng Nga

Khoa Lý luận chính trị - Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

Email: truongthihongnga@mtu.edu.vn

Tel: 0901080766

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo quan điểm của Đảng, phát triển xây dựng bền vững là quá trình thực hiện từ thấp đến cao, là lĩnh vực ngành sản xuất gắn liền với sự phát triển của trí tuệ, khoa học và công nghệ. Là chủ trương chính sách trong chiến lược phát triển kinh tế, xã hội và bảo vệ môi trường của quốc gia và vùng miền.

Ở Việt Nam, mục tiêu của sự phát triển xây dựng bền vững là đạt được các yếu tố của quá trình nghiên cứu, ứng dụng công nghệ mới vào trong quá trình phát triển đô thị, giao thông, vật liệu xây dựng, thoát nước,... nhằm đáp ứng hệ thống kết cấu hạ tầng đồng bộ, quy mô lớn, đồng thời khắc phục cơ bản những điểm nghẽn cho sự phát triển xã hội nói chung, nhất là việc thực hiện mạng lưới kết cấu hạ tầng có tính chất quy mô lớn, hệ thống đô thị hiện đại được phân bố tại các tiểu vùng trong nước.

Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp lần thứ tư tác động nhanh, sâu rộng và tình hình đất nước 35 năm đổi mới, yêu cầu phát triển xây dựng góp phần to lớn trong việc thực hiện cơ cấu lại các ngành kinh tế đi vào thực chất, tiếp tục chuyển dịch tích cực đúng hướng, đóng góp to lớn trong việc tập trung xây dựng kết cấu hạ tầng đồng bộ với một số công trình hiện đại, nhất là hệ thống giao thông và hạ tầng đô thị lớn. Tuy nhiên trong điều kiện đặc thù đối với từng vùng miền, nhất là vùng đồng bằng sông Cửu Long được xem là vùng chịu nhiều tác động nặng nề của biến đổi khí hậu diễn biến ngày càng phức tạp, gay gắt với nhiều hệ lụy về ô nhiễm môi trường, mất cân bằng sinh thái, sụt lún đất, suy giảm mực nước ngầm,... đã làm ảnh hưởng không nhỏ đến sự phát triển bền vững của toàn vùng. Đồng thời, trong bối cảnh hội nhập quốc tế sâu rộng, vùng đồng bằng sông Cửu Long còn là vùng có vị trí quốc phòng, an ninh chiến lược phòng thủ vững chắc ở các địa bàn chiến lược, biên giới, biển, đảo, sẵn sàng ứng phó hiệu quả với các thách thức an ninh truyền thống và phi truyền thống, có vị trí thuận tiện trong giao thương với các nước ASEAN và Tiểu vùng sông Mê Kông. Phát triển xây dựng bền

vững chắc chắn sẽ tận dụng được cơ hội, đồng thời phải đối mặt với những thách thức không nhỏ, đặc biệt là những thách thức trong việc định hướng chiến lược tổng thể toàn vùng đồng bằng sông Cửu Long theo tinh thần Nghị quyết Đại hội XIII của Đảng.

2. NHỮNG CƠ HỘI VÀ THÁCH THỨC TRONG ĐIỀU KIỆN CHỦ ĐỘNG ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

2.1. Đặc điểm tình hình vùng đồng bằng sông Cửu Long

Đồng bằng sông Cửu Long bao gồm 13 tỉnh thành (gồm Long An, Tiền Giang, Vĩnh Long, Bến Tre, Đồng Tháp, Trà Vinh, Cần Thơ, Hậu Giang, Bạc Liêu, Sóc Trăng, An Giang, Kiên Giang và Cà Mau), là vùng đất có nhiều tiềm năng phát triển chủ yếu về nông nghiệp, sản xuất lương thực – thực phẩm và đánh bắt nuôi trồng thủy hải sản, có diện tích tự nhiên chiếm 12% diện tích và 19% dân số cả nước [14]. Là nơi có khí hậu nằm trong khu vực có lượng gió lớn, ảnh hưởng tác động bởi các hướng gió chính là Tây Nam và Đông Bắc nên chịu ảnh hưởng rất nhiều của những cơn bão từ biển Đông. Với hệ thống sông ngòi, kênh rạch chằng chịt, luôn chịu ảnh hưởng bởi thiên tai, lũ lụt, hạn hán,... đã ít nhiều tàn phá đất đai thổ nhưỡng, địa chất trầm tích vốn có của một vùng đất có bề dày giá trị bản sắc văn hóa dân tộc và đặc trưng vùng sông nước Cửu Long giàu tiềm năng và phát triển. Tuy nhiên, với lợi thế tập trung sản xuất nông nghiệp hàng hóa, hiện đại, quy mô lớn khi bước vào thời kỳ phát triển nền kinh tế hàng hóa nhiều thành phần, vùng đồng bằng sông Cửu Long còn chịu nhiều tác động bởi sự biến đổi khí hậu diễn ra gay gắt, phức tạp, khó lường và có những tác động mạnh hơn so với trước đây. Xu hướng nhiệt độ trung bình ngày càng tăng, nước biển ngày càng dâng cao và hiện tượng thời tiết cực đoan xuất hiện nhiều hơn với cường độ mạnh hơn.

Theo các chuyên gia nghiên cứu, trong 10 năm trở lại đây, khi sự nóng lên của toàn cầu và sự tăng lên không ngừng của lượng khí nhà kính nhân tạo đã tác động rất lớn đến nguồn lực tài nguyên thiên

nhiên, cấu trúc xã hội, hạ tầng kỹ thuật, đặc biệt khi sự gia tăng của nhiệt độ trái đất đến một giai đoạn nhất định nó không còn là một yếu tố theo quy luật tự nhiên mà chuyển sang một giai đoạn phức tạp, khó lường và có tác động trực tiếp toàn diện đến đời sống của con người, đến những biến đổi trên các lĩnh vực quan trọng như môi trường, năng lượng, giao thông vận tải, công nghiệp, thương mại và du lịch. Trong đó, vùng đồng bằng sông Cửu Long bị thiệt hại ước khoảng 45% diện tích đất nông nghiệp [17] do biến đổi khí hậu gây ra và ảnh hưởng tiêu cực đến phát triển kinh tế - xã hội trên nhiều lĩnh vực với quy mô và mức độ tác động được dự báo đến năm 2050 khi mực nước biển dâng lên 33 – 45 cm và có thể tiếp tục dâng thêm sẽ có khoảng 14 triệu dân ở vùng đồng bằng sông Cửu Long bị ảnh hưởng trực tiếp, đe dọa đời sống con người và có 40.000km² diện tích toàn vùng bị ngập lụt và 1.700 km² vùng ven biển bị chìm. [18]

Do vị trí địa lý hội tụ đặc trưng của sông ngòi, rừng, biển và đặc biệt là biển vùng ven bờ và cửa sông, khi nước biển dâng do sự biến đổi của khí hậu đã tác động lên đường bờ, bãi triều với cường độ mạnh gây ra hiện tượng bờ biển bị xâm thực và xâm nhập mặn sẽ vào nguồn nước ngọt dẫn đến sự thay đổi về dòng chảy, làm xói bờ sông, cù lao, cồn bãi, bồi lắng phù sa tác động tiêu cực đến phát triển kinh tế - xã hội của vùng. Mặt khác, từ hoạt động phát triển kinh tế với cường độ cao ở nội vùng bộc lộ ngày càng gay gắt, gây nhiều hệ lụy về ô nhiễm môi trường, mất cân bằng sinh thái, sụt lún đất, suy giảm mực nước ngầm. Nhiều diện tích rừng tự nhiên, nhất là rừng ngập mặn, rừng tràm, rừng phòng hộ bị chặt phá, chuyển đổi sang mục đích sử dụng khác hoặc bị suy thoái nặng nề. Việc khai thác bùn cát quá mức, xây dựng nhà cửa và hạ tầng sát bờ sông, kênh, rạch làm gia tăng nguy cơ sạt lở, ngập lụt,... Đây là một trong những nguyên nhân ảnh hưởng nhất định đến tốc độ tăng trưởng kinh tế đạt khá chậm so với các vùng đồng bằng khác trong cả nước, mặc dù đồng bằng sông Cửu Long là vùng được đánh giá là trung tâm sản xuất nông nghiệp lớn nhất của Việt Nam đóng góp 50% sản lượng lúa, 65% sản lượng nuôi trồng thủy sản và 95% lượng gạo xuất khẩu.

Về tốc độ đô thị hóa mặc dù được đầu tư, chú trọng nhiều công trình tương đối hiện đại, quy mô nhưng vẫn được xem là một trong sáu vùng có tốc độ phát triển chưa cao. Nguyên nhân chính là do vùng có cấu tạo hệ thống sông ngòi, kênh rạch dày đặc, có khí hậu nhiệt đới hai mùa rõ rệt là mùa mưa và mùa nắng, đất đai thổ nhưỡng khá đặc trưng với địa hình lồi lõm xen kẽ, độ ẩm trong đất cao rất dễ gây ra khô hạn thậm chí gay gắt. Là vùng đồng bằng bằng có nhiều tầng đất sét sâu, có khả năng chống lún nhưng do sự thay đổi môi trường tự nhiên, cấu tạo tầng đất ít nhiều bị suy giảm địa chất của đất vốn có, dẫn đến hiện tượng tầng tiếp chứa đất có tạp chất hữu cơ làm ảnh hưởng không nhỏ đến sản xuất nông nghiệp.

2.2. Những cơ hội và thách thức trong phát triển xây dựng trước biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long

2.2.1. Cơ hội

Thứ nhất, phát triển xây dựng được đặt vị trí trung tâm chính sách phát triển kinh tế - xã hội bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long, là cơ sở, tiền đề chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, góp phần bảo đảm quốc phòng, an ninh và an sinh xã hội.

Xuất phát tình hình thực tiễn của đất nước trong bối cảnh hội nhập quốc tế, Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội 2011 – 2020 của Đảng lần thứ XI đã xác định mục tiêu trọng tâm là: Phát triển bền vững là yêu cầu xuyên suốt, hết sức cấp thiết. Trong đó nhiệm vụ trọng tâm của phát triển bền vững là phải luôn coi trọng bảo vệ và cải thiện môi trường, chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu. Muốn phát triển bền vững thì cần phải thực hiện tốt quy hoạch, kế hoạch và chính sách phát triển kinh tế - xã hội, bảo đảm ổn định kinh tế vĩ mô trên cơ sở kết cấu hạ tầng tương đối đồng bộ, với một số công trình hiện đại, tỷ lệ đô thị hóa đạt trên 45%. [15]

Để thực hiện mục tiêu Nghị quyết của Đại hội, ngày 14/8/2012 Bộ Chính trị ban hành Kết luận số 28-KL/TW về phương hướng, nhiệm vụ, giải pháp phát triển kinh tế - xã hội và bảo đảm an ninh, quốc phòng vùng đồng bằng sông

Cửu Long đến năm 2020. Kết luận chỉ rõ: Vùng đồng bằng sông Cửu Long được định hướng trở thành vùng trọng điểm sản xuất nông nghiệp hàng hóa theo hướng hiện đại, phát triển công nghiệp chế biến và công nghiệp phục vụ cho nông nghiệp với tốc độ tăng trưởng cao, bền vững với mục tiêu tập trung xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng kinh tế - xã hội gắn với các thiết chế an sinh xã hội, bảo vệ môi trường.

Thực hiện mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội, xác định vùng đồng bằng sông Cửu Long là vùng trọng điểm sản xuất lương thực, thủy hải sản, hoa quả của cả nước, góp phần quan trọng vào an ninh lương thực quốc gia, đóng góp lớn vào xuất khẩu nông, thủy sản, là địa bàn có vị trí chiến lược quan trọng về quốc phòng, an ninh và đối ngoại của cả nước. Ngày 19/7/2012, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 939/QĐ-TTg phê duyệt kế hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2020. Với quan điểm phát triển dựa trên cơ sở quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2020 phải phù hợp với Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của cả nước. Định hướng phát triển đồng bộ hệ thống các đô thị, khu dân cư và hệ thống kết cấu hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội theo hướng thân thiện với môi trường sinh thái gắn với đồng ruộng, miệt vườn, sông nước và biển đảo. Sử dụng tiết kiệm tài nguyên, bảo vệ môi trường sinh thái trên cơ sở chủ động phòng tránh và ứng phó với biến đổi khí hậu.

Nhằm đạt được thành tựu vững chắc trong các lĩnh vực kinh tế - xã hội, giữ vững ổn định chính trị và bảo đảm quốc phòng, an ninh. Thủ tướng Chính phủ ban hành tiếp Quyết định số 939/QĐ-TTg ngày 19/7/2012 phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2020. Trong đó, nhiệm vụ cấp bách của phát triển bền vững là gắn phát triển kinh tế - xã hội với bảo vệ môi trường sinh thái trong điều kiện chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Cần thiết đẩy nhanh tốc độ phát triển đồng bộ hệ thống kết cấu hạ tầng kinh tế và hạ tầng xã hội làm động lực để phát triển kinh tế - xã hội của vùng. Lấy phát triển giao thông đường bộ,

thủy nội địa, hàng không làm nhiệm vụ cấp bách phục vụ phát triển kinh tế - xã hội của các địa phương trong vùng. Đồng thời xây dựng các công trình thủy lợi quy mô lớn phục vụ sản xuất, kiểm soát mặn và bảo vệ môi trường.

Nhận thức toàn diện quan điểm của Đảng về phát triển kinh tế - xã hội bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long, trên cơ sở đảm bảo an ninh môi trường và biến đổi khí hậu, Hội nghị lần thứ bảy Ban Chấp hành Trung ương Đảng (khóa XI) đã ban hành Nghị quyết số 24/NQ-TW ngày 3/6/2013 về chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường. Đây là Nghị quyết quan trọng được Đảng nhận định biến đổi khí hậu là vấn đề toàn cầu, là thách thức nghiêm trọng đối với toàn nhân loại trong thế kỷ XXI. Ứng phó với biến đổi khí hậu phải được đặt trong mối quan hệ toàn cầu, không chỉ là thách thức mà còn tạo cơ hội thúc đẩy chuyển đổi mô hình tăng trưởng theo hướng phát triển bền vững. Theo đó, Nghị quyết xác định nhiệm vụ trọng tâm, giải pháp cơ bản ứng phó với biến đổi khí hậu là tăng cường triển khai tốt các Chương trình mục tiêu quốc gia về biến đổi khí hậu, xem đây là một trong những đột phá và giải pháp để thực hiện Nghị quyết của Đảng. Đồng thời, chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu còn là trách nhiệm của các cơ quan Nhà nước dưới sự lãnh đạo của Đảng và có sự tham gia giám sát của toàn xã hội. Nhiệm vụ của các cơ quan nhà nước là từng bước xây dựng và hoàn thiện pháp luật nhằm thực hiện tốt việc quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu phải được đặt trong phạm vi hoạch định đường lối, chính sách phát triển chung của kinh tế - xã hội của địa phương, nhằm bảo đảm và củng cố quốc phòng an ninh, thực hiện tốt công tác an sinh xã hội trong nhân dân. Là một trong những nhiệm vụ chính trị quan trọng hàng đầu của hệ thống chính trị các cấp có ý nghĩa đặc biệt quan trọng, có tầm ảnh hưởng lớn quyết định sự phát triển bền vững chung của cả khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

Nhận rõ tầm quan trọng nhiệm vụ phát triển kinh tế - xã hội, với phương châm xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng đồng bộ, gắn liền với

xây dựng các công trình hiện đại, tập trung vào hệ thống giao thông và hạ tầng đô thị lớn. Ngày 21/11/2013, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 2270/QĐ-TTg về kế hoạch triển khai thực hiện Kết luận số 28-KL/TW, ngày 14/8/2012 của Bộ Chính trị về phương hướng, nhiệm vụ giải pháp phát triển kinh tế - xã hội và đảm bảo an ninh, quốc phòng vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2020, với mục tiêu phấn đấu tăng trưởng kinh tế - xã hội đạt 7,7% đến 8,6%/năm giai đoạn 2011 – 2020, trong đó phải thực hiện tốt tỷ trọng trong lĩnh vực công nghiệp, xây dựng là 30,4%.

Để tạo nền tảng trong phát triển kinh tế - xã hội của cả nước, đảm bảo chủ trương, đường lối của Đảng và Nhà nước tập trung ứng phó với biến đổi khí hậu ở đồng bằng sông Cửu Long. Ngày 6/4/2016, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 593/QĐ-TTg về việc ban hành Quy chế thí điểm liên kết phát triển kinh tế - xã hội vùng Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 2016 – 2020. Theo đó Quyết định đề cập khá rõ những vấn đề về công tác quản với nội dung chủ đạo là chủ động liên kết vùng để ứng phó với biến đổi khí hậu trên các lĩnh vực về đầu tư xây dựng, về hệ thống thủy lợi phục vụ tưới tiêu, phòng chống lũ và kiểm soát xâm nhập mặn, đồng thời tăng cường công tác quản lý của Nhà nước về quản lý, khai thác sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước, nhằm xây dựng bảo vệ hệ thống đê bao, cống, đập, vành đai rừng ngập mặn và các dự án bảo vệ môi trường để ứng phó với biến đổi khí hậu trong mọi hoàn cảnh.

Trước yêu cầu mang tính cấp thiết về biến đổi khí hậu ở vùng đồng bằng sông Cửu Long diễn ra gay gắt, phức tạp, ảnh hưởng nhất định đến nhiệm vụ phát triển kinh tế - xã hội của cả nước. Ngày 17/11/2017 Chính phủ ban hành Nghị quyết số 120/NQ-CP về phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu. Đây là Nghị quyết có tính chất liên ngành nằm trong chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của đất nước với mục tiêu tầm nhìn đến năm 2100 đồng bằng sông Cửu Long theo xu hướng phát triển bền vững, an toàn, thịnh vượng, trên cơ sở phát triển phù hợp nông nghiệp hàng hóa chất lượng

cao, kết hợp với dịch vụ, du lịch sinh thái, công nghiệp, trong đó trọng tâm là công nghiệp chế biến để nâng cao giá trị và sức cạnh tranh của sản phẩm nông nghiệp trong vùng. Đến năm 2050, đồng bằng sông Cửu Long phải trở thành vùng có trình độ phát triển khá so với cả nước, thu nhập bình quân đầu người đạt cao hơn trung bình cả nước, sinh kế của người dân được bảo đảm và các hệ sinh thái tự nhiên quan trọng được bảo tồn và phát triển. Để cụ thể hóa cơ chế pháp lý phát triển toàn diện ở vùng đồng bằng sông Cửu Long, ngày 15/1/2018, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định 68/QĐ-TTg phê duyệt điều chỉnh quy hoạch xây dựng vùng đồng bằng Sông Cửu Long đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050 và Quyết định 417/QĐ-TTg, ngày 13/4/2019 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Chương trình hành động tổng thể thực hiện Nghị quyết số 120/NQ-CP ngày 17/11/2017 của Chính phủ về phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu. Với quan điểm định hướng chiến lược phát triển đồng bằng sông Cửu Long lấy con người làm trung tâm, phục vụ người dân, giảm khoảng cách giàu nghèo, chủ động linh hoạt trong bối cảnh biến đổi khí hậu diễn ra nhanh, ngày càng cực đoan là xu thế tất yếu, phải sống chung và thích nghi, phải biến thách thức thành cơ hội. Tập trung thực hiện tốt các nhóm nhiệm vụ và giải pháp, trong đó có 03 nhóm chính được quan tâm hàng đầu cho việc xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng đồng bộ, hiện đại cả về kinh tế và xã hội, về môi trường và quốc phòng, an ninh, ưu tiên phát triển một số công trình trọng điểm quốc gia về giao thông, thích ứng với biến đổi khí hậu. Theo đánh giá đến đầu năm 2021, hạ tầng giao thông quốc gia vùng đồng bằng sông Cửu Long có nhiều công trình lớn được hoàn thành như cao tốc Lộ Tẻ - Rạch Sỏi, cầu Rạch Miễu 2, cầu Vàm Cống, cầu Cao Lãnh,... một số đô thị mới, đô thị mở rộng ở các tỉnh thành đang từng bước được đầu tư theo hướng hiện đại hóa trên cơ sở phát triển mạnh về công nghệ sản xuất về vật liệu xây dựng được gắn nhãn xanh, thân thiện môi trường. [16]

Xác định tầm quan trọng về thích ứng biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long nhằm

thực hiện quan điểm của Đảng và Nhà nước về kiến tạo phát triển bền vững, thịnh vượng, trên cơ sở tôn trọng quy luật tự nhiên, phù hợp với điều kiện thực tế, tránh can thiệp thô bạo vào tự nhiên, tạo môi trường thân thiện và phát triển bền vững với phương châm chủ động sống chung với lũ, ngập, nước lợ, nước mặn vì lợi ích chung của đất nước. Ngày 23/8/2019, Ban Chấp hành Trung ương (khóa XII) ban hành Kết luận số 56-KL/TW về tiếp tục thực hiện Nghị quyết Trung ương lần thứ bảy khóa XI về chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường. Theo Kết luận, bên cạnh những thành tựu và hạn chế về ứng phó với biến đổi khí hậu trong thời gian qua sau 5 năm thực hiện Nghị quyết số 24/NQ-TW đã đạt được nhiều kết quả tích cực, hệ thống pháp luật, cơ chế, chính sách từng bước được hoàn thiện, các giải pháp chống ngập, chống sạt lở ven sông, ven biển và nâng cấp hệ thống đê biển, các công trình nhằm chủ động cả về phòng, chống thiên tai với ứng phó với biến đổi khí hậu được nâng lên một bước.

Cụ thể hóa Nghị quyết của Đảng và nâng cao nhận thức và ý thức trách nhiệm về chủ động phòng, chống thiên tai, ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường ngày càng quyết liệt hơn nữa. Ngày 05/9/2019, Thủ tướng Chính phủ ban hành Chỉ thị số 23/CT-TTg về đẩy mạnh thực hiện Nghị quyết số 120/NQ-CP của Chính phủ về phát triển bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu. Theo nhận định và đánh giá mức độ biến đổi khí hậu ngày càng cực đoan, khó lường, tác động nhanh và mạnh hơn so với các dự báo trước đây, tình trạng sụt lún đất, xâm thực biển, xói lở bờ sông, bờ biển và tình trạng thiếu nước, xâm nhập mặn ngày càng nghiêm trọng, nguy cơ tác động tiêu cực đến toàn vùng. Chỉ thị đã tập trung triển khai thực hiện đồng bộ các lĩnh vực trọng tâm trọng điểm với mục tiêu khắc phục tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu, đáp ứng đòi hỏi phát triển bền vững kinh tế - xã hội của toàn vùng. Đồng thời điều phối, liên kết hợp tác nội vùng và liên vùng, thực hiện các chương trình, dự án hạ tầng trọng điểm cho vùng đồng bằng sông

Cửu Long, nhất là đề xuất các giải pháp phát triển đô thị, nông thôn vùng đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu.

Như vậy, trên cơ sở biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long, Đảng và Nhà nước có sự quan tâm đặc biệt, mở ra cho vùng đồng bằng sông Cửu Long với nhiều chủ trương chính sách cụ thể để chủ động hơn nữa trước biến đổi khí hậu, tạo điều kiện phát triển toàn diện trên tất cả các ngành, lĩnh vực trọng yếu, thúc đẩy tăng trưởng xanh và bền vững trong những năm tiếp theo.

Thứ hai, tạo bước đột phá nâng cao chất lượng kết cấu hạ tầng đồng bộ, hiện đại, ưu tiên một số công trình trọng điểm quốc gia về giao thông, đô thị thích ứng với biến đổi khí hậu, bảo đảm được cuộc sống ổn định, khá giả vùng đồng bằng sông Cửu Long.

Đất nước bước vào bối cảnh khoa học, công nghệ phát triển nhanh cùng với toàn cầu hóa và hội nhập quốc tế ngày càng sâu rộng đã tác động mạnh mẽ đến nền kinh tế quốc gia, đó vừa là thách thức vừa là cơ hội tiếp tục đổi mới và sáng tạo nhằm từng bước bảo đảm phát triển nhanh, bền vững. Với phương châm, phát triển kinh tế gắn kết chặt chẽ với phát triển văn hóa, xã hội, bảo vệ môi trường, chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu là mục tiêu là nhiệm vụ chiến lược hàng đầu trong mọi hoạch định chính sách phát triển kinh tế - xã hội quốc gia.

Thực hiện Nghị quyết, Kết luận của Ban Chấp hành Trung ương Đảng khóa XI và XII, với mục tiêu cơ bản giai đoạn 2011 – 2020 là: "Đẩy mạnh thực hiện đột phá chiến lược về xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng đồng bộ với một số công trình hiện đại, quan trọng, thiết yếu. Bảo đảm kết nối thông suốt giữa các trung tâm kinh tế lớn, các đầu mối giao thông của ngõ, các tuyến có nhu cầu vận tải lớn. Ưu tiên đầu tư các dự án hạ tầng đáp ứng yêu cầu ứng phó với biến đổi khí hậu, nước biển dâng. Từng bước hình thành hệ thống đô thị có kết cấu hạ tầng đồng bộ, hiện đại, xanh, thân thiện với môi trường, nhất là các đô thị lớn". [3]

Cụ thể hóa Nghị quyết của Đảng và Nhà nước về đẩy nhanh tốc độ phát triển hệ thống cơ sở hạ tầng trong lĩnh vực ngành xây dựng, các bộ

ban ngành Trung ương đã tập trung triển khai, tổ chức thực hiện nhằm phát huy cao nhất tiềm năng, lợi thế của các địa phương trong vùng, nhất là Nghị định của Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ về quy hoạch xây dựng, về lập, thẩm định, phê duyệt và quản lý quy hoạch đô thị, về tổ chức thực hiện các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch, chương trình và các dự án phát triển được quy định chi tiết của Luật Bảo vệ môi trường,... nhằm phục vụ sản xuất nông nghiệp, thủy sản và kinh tế biển, đồng thời đẩy mạnh tái cơ cấu kinh tế, chuyển đổi mô hình tăng trưởng theo hướng phát triển theo chiều sâu, bền vững ở các tỉnh thành đồng bằng và ven biển.

Nhận thức rõ tầm quan trọng của ngành Xây dựng trong việc cơ cấu lại các ngành kinh tế đi vào thực chất, ngày 27/1/2011, Bộ Xây dựng ban hành Thông tư số 01/2011/TT-BXD hướng dẫn đánh giá môi trường chiến lược trong đồ án quy hoạch xây dựng, quy hoạch đô thị. Theo đó xác định các mục tiêu về vấn đề môi trường chính liên quan đến quy hoạch xây dựng, đến định hướng của đồ án quy hoạch xây dựng và vấn đề môi trường còn là cơ sở khoa học để đánh giá thực trạng, xu hướng và tác động môi trường có thể xảy ra nhằm củng cố cho việc phân tích, đánh giá các phương án quy hoạch xây dựng. Đồng thời, việc xác định các mục tiêu môi trường phải dựa trên các quy định của luật pháp về bảo vệ môi trường, các chiến lược, chương trình, kế hoạch hành động về môi trường, các quy chuẩn và tiêu chuẩn môi trường và các cơ sở khoa học khác. Có thể khẳng định đây là chủ trương, chính sách thể hiện sự quan tâm sâu sát của Bộ Xây dựng trong việc thực hiện đầy đủ các chức năng quản lý nhà nước về: Quy hoạch xây dựng – kiến trúc, hoạt động đầu tư xây dựng, phát triển đô thị, hạ tầng kỹ thuật,... theo quy định của pháp luật. Là chính sách đúng đắn, dài hạn, bám sát tình hình thực tiễn, mở ra cơ hội thuận lợi để từng bước thực hiện các đột phá chiến lược tập trung xây dựng kết cấu hạ tầng đồng bộ với một số công trình hiện đại, nhất là hệ thống giao thông và hạ tầng đô thị lớn vùng đồng bằng sông Cửu Long.

Cùng với sự tập trung đầu tư hình thành hệ thống kết cấu hạ tầng kinh tế - xã hội tương đối

đồng bộ với một số công trình hiện đại, có trọng điểm, kết nối giữa các trung tâm kinh tế lớn và giữa các trục mối giao thông đáp ứng yêu cầu phát triển nông nghiệp và chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu. Đồng thời, trên cơ sở thực hiện và đánh giá môi trường trong bối cảnh diễn biến phức tạp của biến đổi khí hậu trong lĩnh vực ngành xây dựng, các vấn đề môi trường như địa chất, thủy văn, hệ sinh thái, các tai biến địa chất (trượt, sạt lở đất, động đất), úng ngập, lũ lụt và chất lượng đất, chất lượng nước,... Ngày 23/4/2014, Bộ Xây dựng đặc biệt quan tâm ban hành Quyết định số 395/QĐ-BXD phê duyệt nhiệm vụ quy hoạch cấp nước vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Theo chủ trương quy hoạch cấp nước bao gồm toàn bộ ranh giới hành chính của vùng đồng bằng sông Cửu Long với tổng diện tích tự nhiên khoảng 40.604,7 km², bao gồm thành phố Cần Thơ và 12 tỉnh (Long An, Tiền Giang, Bến Tre, Đồng Tháp, Vĩnh Long, Trà Vinh, Hậu Giang, An Giang, Sóc Trăng, Kiên Giang, Bạc Liêu và Cà Mau), nhằm thực hiện mục tiêu cơ bản về phát triển cấp nước phù hợp với phát triển kinh tế xã hội và ứng phó biến đổi khí hậu, nước biển dâng, cải thiện điều kiện cơ sở hạ tầng kỹ thuật, thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội toàn vùng.

Cùng với chiến lược xây dựng quy hoạch vùng, phát triển đô thị là một trong những nhiệm vụ quan trọng từng bước hình thành hệ thống đô thị có kết cấu hạ tầng đồng bộ hiện đại, thân thiện với môi trường, đồng thời phát triển đô thị là động lực phát triển kinh tế cấp quốc gia và cấp vùng. Ngày 25/8/2014, Bộ Xây dựng ban hành Thông tư số 12/2014/TT-BXD ngày 25/08/2014 của Bộ Xây dựng hướng dẫn lập, thẩm định và phê duyệt Chương trình phát triển đô thị. Tính từ đầu nhiệm kỳ Đại hội Đảng lần thứ XI, Bộ Xây dựng đã ban hành nhiều Quyết định công nhận thị trấn, thị xã của các tỉnh Vĩnh Long, Kiên Giang, Hậu Giang, Bạc Liêu, Đồng Tháp, Long An, Trà Vinh,... đạt tiêu chí đô thị loại III, IV theo Quyết định số 1659/QĐ-TTg, ngày 7-11-2012 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt chương trình phát triển đô thị quốc gia giai đoạn 2012 – 2020. Với quan điểm phát triển đô thị quốc gia đảm bảo phù hợp với

chiến lược phát triển kinh tế - xã hội giai đoạn 2011 - 2020 hướng tới nền kinh tế xanh, tạo động lực phát triển kinh tế - xã hội, chuyển dịch cơ cấu kinh tế địa phương, vùng và cả nước, đồng thời đảm bảo đáp ứng yêu cầu sử dụng hiệu quả quỹ đất xây dựng, đầu tư xây dựng đồng bộ cơ sở hạ tầng kỹ thuật - xã hội, kiểm soát chất lượng môi trường và thích ứng với quá trình biến đổi khí hậu toàn cầu.

Xác định mục tiêu phát triển hạ tầng giao thông quốc gia, thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội và nâng cao điều kiện sống của nhân dân trong vùng đồng bằng sông Cửu Long. Nhiều công trình, dự án quan trọng đã được triển khai với quy mô lớn và hình thành theo trục dọc, trục ngang theo hệ thống đường vành đai liên kết với 3 công trình kết nối dọc đồng bằng sông Cửu Long với thành phố Hồ Chí Minh (gồm cao tốc thành phố Hồ Chí Minh – Cần Thơ – Cà Mau, Quốc lộ 60 và Quốc lộ N2) và 4 công trình kết nối ngang đồng bằng sông Cửu Long (gồm Quốc lộ 62, 30, 91 và 80 – kết nối các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long với Campuchia). Đây được xem là một trong các kết quả đạt được nhằm thực hiện tốt các khâu đột phá thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Cửu Long trước diễn biến của biến đổi khí hậu. Đồng thời, chú trọng đầu tư có trọng tâm, trọng điểm các công trình quan trọng bức thiết mang tính đột phá, đóng vai trò động lực phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo an ninh quốc phòng đáp ứng yêu cầu là khu vực đi đầu của cả vùng với thành phố Cần Thơ, là cửa ngõ chiến lược về đường biển và hàng không, thu hút đầu tư nước ngoài và hội nhập quốc tế, củng cố an ninh quốc phòng và phát triển bền vững.

Với đặc điểm là vùng đặc trưng có hệ thống sông ngòi dày đặc, điều kiện khí hậu, thổ nhưỡng phù hợp phát triển nông nghiệp được đặc biệt quan tâm. Ngày 27/9/2016, Bộ Xây dựng ban hành Quyết định số 1012/QĐ-BXD về việc ban hành Kế hoạch hành động của Bộ Xây dựng thực hiện Chỉ thị số 25/CT-TTg ngày 31/8/2016 của Thủ tướng Chính phủ về một số nhiệm vụ, giải pháp cấp bách về bảo vệ môi trường. Mục tiêu của Kế hoạch hành động là tăng cường và nâng

cao hiệu quả công tác bảo vệ môi trường trong các lĩnh vực quản lý nhà nước của Bộ Xây dựng được tập trung chủ yếu ở các khâu như lập, thẩm định, phê duyệt, tổ chức thực hiện các quy hoạch xây dựng, trong đó nội dung được Bộ quan tâm hàng đầu là công tác đánh giá tác động môi trường đối với các cơ sở sản xuất, các dự án thuộc ngành Xây dựng, nhằm bảo đảm và hài hòa giữa các mục tiêu tăng trưởng kinh tế, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

Để có tầm nhìn mới, định hướng chiến lược, các giải pháp toàn diện, căn cơ, đồng bộ, huy động tối đa các nguồn lực và sự tham gia của các thành phần kinh tế để phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long theo Nghị quyết số 120/NQ-CP của Chính phủ về phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu. Bộ Xây dựng đã xây dựng, ban hành Kế hoạch hành động của Bộ Xây dựng nhằm triển khai thực hiện Nghị quyết số 120/NQ-CP với 9 nhóm nhiệm vụ, giải pháp cụ thể, trong đó tập trung triển khai các nhiệm vụ chủ yếu về quy hoạch xây dựng vùng, quy hoạch hạ tầng và đẩy mạnh chương trình phát triển đô thị vùng đồng bằng sông Cửu Long đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững và chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu. Đồng thời, căn cứ tình hình thực tế điều chỉnh Quy hoạch xây dựng vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050 và các quy hoạch chuyên ngành về hạ tầng kỹ thuật như: Quy hoạch cấp nước, Quy hoạch thoát nước và Các định hướng, chiến lược, chương trình phát triển đô thị... Có thể nói, kết quả này là rất quan trọng, tạo lập các cơ sở pháp lý để quản lý phát triển vùng và triển khai các dự án đầu tư một cách hệ thống, hiệu quả hơn. Về công tác đầu tư, phát triển đô thị và hạ tầng đã nâng cấp đô thị tại 6 tỉnh thành đồng bằng sông Cửu Long do Ngân hàng Thế giới (WB) tài trợ giai đoạn 2012-2019 với tổng vốn tài trợ gần 300 triệu USD đã thực hiện được khoảng 93%. Tỷ lệ dân cư đô thị được cấp nước sạch trung bình toàn vùng đạt khoảng 89,6%, cao hơn so với trung bình của cả nước (khoảng 86%). Tỷ lệ đô thị hóa tăng khoảng 40% [16], chất lượng phục vụ của kỹ thuật đô thị được cải thiện rõ rệt, đảm bảo tốt hơn điều kiện sống cho người dân.

Như vậy, trên cơ sở thực hiện các Nghị quyết của Trung ương đã mở ra cơ hội cho vùng đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn mới với nhiều chủ trương chính sách cụ thể nhằm chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu và thúc đẩy tăng trưởng xanh bền vững, tiếp tục phấn đấu đến năm 2050 đồng bằng sông Cửu Long trở thành vùng có trình độ phát triển khá so với cả nước và thu nhập bình quân đầu người đạt cao hơn trung bình cả nước.

Thứ ba, ứng dụng thành tựu khoa học và công nghệ, nhất là ứng dụng các loại vật liệu xây dựng mới, thông minh, tiết kiệm, thân thiện môi trường trong điều kiện biến đổi khí hậu nhằm thúc đẩy tăng trưởng xanh và phát triển bền vững.

Thực hiện nhất quán chủ trương khoa học và công nghệ là quốc sách hàng đầu, là động lực then chốt để phát triển lực lượng sản xuất hiện đại, đổi mới mô hình tăng trưởng, nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả và sức cạnh tranh của nền kinh tế và cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ tư. Nhiệm vụ của khoa học và công nghệ đóng vai trò không thể thiếu trong mọi hoạch định chính sách của Đảng và Nhà nước, là cơ hội để đẩy nhanh quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa, phát triển kinh tế tri thức, vì sự phát triển nhanh, bền vững của đất nước, trong đó lĩnh vực ngành Xây dựng là một trong bốn ngành trọng yếu để đẩy mạnh cơ cấu lại nền kinh tế đi vào thực chất. Nghị quyết của Đảng chỉ rõ: Phát triển mạnh công nghiệp xây dựng, nhất là vật liệu xây dựng chất lượng cao. Từng bước nâng cao trình độ thiết kế, quy hoạch, chất lượng xây dựng, hiện đại hóa công nghiệp xây dựng đạt trình độ tiên tiến trong khu vực, đáp ứng yêu cầu xây dựng trong nước. [15]

Cụ thể hóa Nghị quyết của Đảng và Nhà nước, các cơ quan Bộ Ngành Trung ương đề ra nhiều cơ chế chính sách nhằm phát triển và nâng cao hiệu quả của khoa học, công nghệ ứng dụng cho những ngành, lĩnh vực then chốt, mũi nhọn, phục vụ thiết thực mục tiêu, nhiệm vụ phát triển kinh tế - xã hội. Ưu tiên phát triển công nghệ cao trong việc bảo vệ môi trường trước biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

Nâng cao nhận thức và ý thức trách nhiệm của toàn xã hội, với phương châm khẩn trương hoàn

thiện hệ thống pháp luật về bảo vệ môi trường, đưa nội dung bảo vệ môi trường vào chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển ngành và các chương trình, dự án đầu tư của Bộ Xây dựng nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu, thúc đẩy phát triển kinh tế xanh và bền vững. Ngày 29/5/2013, Bộ Xây dựng ban hành Quyết định số 527/QĐ-BXD “Chiến lược phát triển khoa học và công nghệ ngành Xây dựng đến năm 2020, tầm nhìn 2030” với 08 mục tiêu cụ thể, 08 chương trình, đề án trọng điểm và tầm nhìn, lộ trình thực hiện với mục tiêu là phát triển công nghệ xây dựng theo hướng công nghiệp hóa và làm chủ công nghệ sản xuất các vật liệu xây dựng chủ lực, nghiên cứu và ứng dụng các công nghệ sản xuất sạch và tiết kiệm tài nguyên, nghiên cứu và áp dụng công nghệ chế tạo vật liệu xây dựng mới có tính năng cao, vật liệu thân thiện với môi trường, công nghệ tái chế và tái sử dụng vật liệu xây dựng phù hợp với nhu cầu đặc thù của Việt Nam.

Để tăng cường khả năng ứng phó của ngành Xây dựng trước thiên tai, biến đổi khí hậu và mục tiêu sử dụng năng lượng hiệu quả giảm nhẹ biến đổi khí hậu, phát triển lĩnh vực xây dựng theo hướng tăng trưởng xanh và bền vững. Ngày 04/3/2014, Bộ Xây dựng ban hành Quyết định số 209/QĐ-BXD kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu của ngành Xây dựng, giai đoạn 2014 - 2020. Trong đó, tập trung đẩy mạnh ứng dụng khoa học và công nghệ để ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng ở các vùng ven biển, vùng đồng bằng, đồng thời nghiên cứu sản xuất vật liệu xanh, xây dựng công trình xanh, đô thị xanh, đô thị sinh thái, phù hợp với điều kiện tự nhiên, điều kiện kinh tế - xã hội nhằm giảm nhẹ tác động của bão, lũ lụt ở khu vực ven biển trong cả nước. Hướng dẫn xây dựng nhà và công trình trong vùng bão, lũ lụt nằm ở các vùng khô hạn, các vùng bị xâm nhập mặn do biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Theo báo cáo, từ năm 2011 – 2015, ngành Xây dựng phát triển mạnh cơ chế chính sách đặc thù cả về khả năng thiết kế, thi công và trọng tâm là sản xuất vật liệu xây dựng phát triển với tốc độ nhanh theo hướng hiện đại, đáp ứng nhu cầu về khối lượng, chất lượng, chủng loại cho tiêu dùng trong nước và xuất khẩu. Trong

đó, phát triển những công nghệ tiên tiến như vật liệu không nung, sử dụng nhiên liệu tái chế, năng lượng tái tạo, năng lượng sạch,... để chủ động thích ứng và thực hiện có hiệu quả các công trình, dự án hạ tầng xây dựng ứng phó với biến đổi và nước biển dâng. Tuy nhiên, 5 năm trở lại đây, vùng đồng bằng sông Cửu Long chịu nhiều tác động của biến đổi khí hậu lên môi trường sinh thái, ảnh hưởng nặng nề đến phát triển kinh tế - xã hội, gây thiệt hại đời sống của nhân dân.

Trong đó tình trạng khô hạn, xâm nhập mặn với cường độ cao đã bộc lộ ngày càng gay gắt, gây nhiều hệ lụy dẫn đến ô nhiễm môi trường, mất cân bằng sinh thái, sụt lún đất, suy giảm mực nước ngầm xảy ra ở nhiều nơi trên các tuyến sông, kênh rạch với diễn biến ngày càng phức tạp, đe dọa an ninh lương thực và tác động nhiều tiêu cực nhất định đến chiến lược quốc phòng an ninh của toàn vùng. Theo báo cáo của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2015, nếu mực nước biển dâng 65 cm thì diện tích bị ngập toàn vùng là 5.133 km², chiếm 12,8% diện tích đồng bằng sông Cửu Long bị ngập và tương ứng 75 cm là 7.580 km² và chiếm 19%, 100 cm là 15.116 km² và chiếm 37,8% diện tích toàn vùng. Đây là dự báo tất yếu sẽ diễn ra với tính chất và quy mô ngày càng phức tạp, gay gắt, tác động rất lớn đến nền kinh tế toàn vùng, trong đó ảnh hưởng trực tiếp vẫn là hệ thống cấu trúc hạ tầng giao thông, đô thị.

Xác định ứng dụng thành tựu khoa học và công nghệ để phát triển các loại vật liệu xây dựng mới, thông minh, tiết kiệm, thân thiện môi trường trong điều kiện biến đổi khí hậu. Ngày 8/12/2017, Bộ Xây dựng ban hành Thông tư số 13/2017/TT-BXD quy định sử dụng vật liệu xây không nung trong các công trình xây dựng. Theo đó, vật liệu xây không nung được sử dụng trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp để làm tường, vách ngăn và khối xây, đồng thời tăng cường công tác nghiên cứu phát triển, ứng dụng khoa học và công nghệ để đầu tư sản xuất vật liệu xây dựng tiết kiệm tài nguyên khoáng sản, tiết kiệm năng lượng, thân thiện với môi trường với nhiều chính sách ưu đãi và hỗ trợ đầu tư của Nhà nước.

Vận dụng chủ trương chính sách về ứng dụng thành tựu khoa học và công nghệ vào thực tiễn, nhiều cơ sở giáo dục đại học trực thuộc Bộ Xây dựng đã nghiên cứu thành công nhiều đề tài khoa học mang lại ý nghĩa và giá trị cao. Từ năm 2012 – 2020, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây tham gia nghiên cứu trên 12 đề tài cấp Bộ, cấp tỉnh. Đây là những đề tài chuyên ngành mang tính lý luận và thực tiễn, đóng góp cho Nhà nước những luận cứ khoa học sát với tình hình thực tế vùng đồng bằng sông Cửu Long nói chung và tỉnh Vĩnh Long, đặc biệt là các đề tài “Đánh giá tương quan sức chịu tải của cọc ép bê tông cốt thép theo lý thuyết và bằng thực nghiệm và đề xuất phương án tính toán”, “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ chế tạo Panel tường, sàn bằng vữa xi măng và xốp phế liệu cho các tỉnh thành khu vực đồng bằng sông Cửu Long” hay “Ứng dụng cọc Bê tông cốt thép tiết diện nhỏ trong xây dựng các công trình nhà ở dân dụng từ một đến ba tầng trên địa bàn thành phố Vĩnh Long”,... Như vậy, ứng dụng khoa học và công nghệ vào sản xuất trong lĩnh vực ngành Xây dựng đã mang lại hiệu quả kinh tế rất lớn cho toàn vùng, góp phần tăng tổng sản phẩm trong nước (GDP) giai đoạn 2016 – 2020 đạt khá cao, ở mức bình quân 6,8%/năm. Trong đó khu vực công nghiệp và xây dựng ước đạt 7,45% [16]. Ngành Xây dựng không chỉ phát triển mạnh cả về quy hoạch, khả năng thiết kế thiết và thi công xây lắp, một số lĩnh vực trên thị trường vật liệu xây dựng đã xuất hiện đa dạng chủng loại sản phẩm như gạch bê tông, gạch được sản xuất từ chất thải xây dựng, chất thải công nghiệp, gạch silicat và các loại vật liệu nhẹ như tấm tường thạch cao, tấm 3D, tấm panel bê tông, tấm panel nhẹ,... được gắn nhãn xanh, thân thiện môi trường, không gây ô nhiễm, phù hợp với đặc điểm, điều kiện khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long.

Trước tác động của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, sự tiến bộ của khoa học, công nghệ từng bước có thể làm thay đổi bản chất và tăng tốc cho sự phát triển toàn diện nền kinh tế, nhưng cũng không tránh khỏi những vấn đề về thiên tai của biến đổi khí hậu, sự cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên và suy thoái về môi trường. Ngày 14/9/2020, Thủ tướng Bộ Xây dựng

Lê Quang Hùng ký Quyết định số 1215/QĐ-BXD ban hành phương án ứng phó thiên tai theo các cấp độ rủi ro thiên tai của Bộ Xây dựng. Đây là Quyết định của Thủ trưởng thể hiện sự lãnh đạo, chỉ đạo đúng đắn, toàn diện, sâu sát tình hình thực tiễn của ngành Xây dựng trên cơ sở thực hiện các văn bản Luật, văn bản dưới luật, Chiến lược Quốc gia về phòng chống và giảm nhẹ thiên tai đến năm 2020 và đặc biệt thực hiện quyết liệt Nghị quyết số 120/NQ-CP của Chính phủ về phát triển bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long trên cơ sở mục tiêu chung và cụ thể mang tính toàn diện thuộc phạm vi quản lý của ngành Xây dựng. Tuy nhiên để quán triệt đầy đủ, mang lại hiệu quả phòng chống thiên tai, đòi hỏi cần đẩy mạnh hoạt động nghiên cứu khoa học của các trường đại học, viện nghiên cứu, nhà khoa học và hợp tác quốc tế trong việc ứng dụng tiến bộ khoa học – kỹ thuật, công nghệ vào thực tiễn, góp phần thực hiện thành công sức đột phá chiến lược về xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng, đồng bộ để làm chuyển động toàn bộ tình hình kinh tế - xã hội theo tinh thần Nghị quyết Đại hội XIII của Đảng đề ra.

2.2.2. Thách thức

Phát triển xây dựng mở ra nhiều cơ hội nhưng cũng đặt ra cho chúng ta nhiều thách thức:

Thứ nhất, biến đổi khí hậu diễn ra ngày càng nhanh hơn dự báo với cường độ và tác động tàn phá ngày càng lớn [19]. Biến đổi khí hậu không còn là vấn đề của một quốc gia dân tộc, mà là vấn đề mang tính toàn cầu, là thách thức an ninh phi truyền thống được đánh giá là mối hiểm họa của các nước đang phát triển. Theo GS.TSKH Lê Huy Bá, biến đổi khí hậu có nguy cơ tác động nhiều hơn vào các nước đang phát triển, nguyên nhân chính là do các chất thải từ khu vực tiêu thụ năng lượng, từ sản xuất nông nghiệp và nạn chặt phá rừng... đã tác động vào sự nóng lên của trái đất, trở thành mối đe dọa ngày càng tăng của khí hậu như xuất hiện bất thường bão nhiệt đới, lũ quét, lũ ống, ngập lụt,.. Theo dự báo, khi mực nước biển tăng từ 70 – 100 cm [17] sẽ dẫn đến ngập lụt với quy mô rộng và diễn biến thường xuyên không theo chu kỳ ở các vùng đồng bằng,

ven biển, đặc biệt là vùng đồng bằng sông Cửu Long có kết cấu địa chất, địa hình phức tạp chịu ảnh hưởng đến sự phát triển toàn diện kinh tế - xã hội trong vùng, trong đó yếu tố kinh tế được mô phỏng trên bình diện thiết chế hệ thống cơ sở hạ tầng hoàn chỉnh như giao thông, đô thị, cấp nước,... Đồng thời, trước tác động của biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long ngày càng rõ nét, hiện tượng thời tiết cực đoan như hạn hán, triều cường, xâm nhập mặn thường xuyên xảy ra không những ảnh hưởng trực tiếp đến sản xuất nông nghiệp mà còn làm thay đổi các cấu trúc các yếu tố địa tầng gây ra hiện tượng sạt lở bờ sông và hệ thống sông Mê Kông phía thượng nguồn. Mặt khác, kết cấu trầm tích của đất ven bờ chưa qua quá trình nén chặt tự nhiên, dẫn đến đất bị bão hòa, độ gắn kết thấp làm lưu lượng và tốc độ dòng chảy lớn gây ra xói mòn đáy sông và ven bờ. Theo nghiên cứu của Bộ Tài nguyên và Môi trường và các chuyên gia nghiên cứu trong và ngoài nước đã dự báo trong vòng 100 năm nữa, vùng đất ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long sẽ thấp hơn mực nước biển một mét và các tỉnh ven biển dự kiến mỗi năm sụt lún khoảng 1 - 1,5 cm, đây trở thành vấn đề thách thức lớn nhất cho toàn vùng. Tuy nhiên, đứng trước những diễn biến phức tạp khó lường của biến đổi khí hậu, phát triển xây dựng đặt ra những thách thức quan trọng như xây dựng mạng lưới hệ thống đô thị phải luôn tính đến các vấn đề về nguy cơ ngập lụt, xói mòn, sạt lở và những nguy cơ về ô nhiễm nguồn nước, thiếu hụt nguồn nước. Đối với hệ thống giao thông đường bộ, đường thủy kết nối trong vùng, liên vùng cần phải đặt ra những vấn đề về quy hoạch để bảo đảm sự kết hợp hài hòa, thống nhất và không xung đột với hệ thống thủy lợi, đê điều. Bên cạnh đó, việc quy hoạch xây dựng hệ thống hạ tầng trọng yếu đang đối mặt nhiều thách thức về nguồn lực, nguồn vốn về các giá trị, định giá, hạch toán trước sự biến động của nền kinh tế cũng như việc khai thác, sử dụng tiết kiệm có hiệu quả năng lượng tái tạo, vật liệu mới, tái chế phục vụ cho sự phát triển bền vững toàn vùng.

Thứ hai, tăng tốc công nghiệp hóa, đô thị hóa xu hướng phát triển tất yếu từ cuộc Cách mạng

Công nghiệp lần thứ tư. Công nghiệp hóa, đô thị hóa đã trở thành xu thế bao trùm trên của nhiều quốc gia trên thế giới, là mô hình kinh tế số, kinh tế tuần hoàn, tăng trưởng xanh được nhiều quốc gia lựa chọn. Tuy nhiên, trước tác động của Cách mạng Công nghiệp lần thứ tư đã trở thành thúc, là mối quan tâm hàng đầu để các quốc gia cam kết thực hiện mục tiêu phát triển bền vững, xuyên suốt trong quá trình phát triển đất nước, trên cơ sở kết hợp chặt chẽ, hợp lý và hài hòa giữa phát triển kinh tế với phát triển xã hội và bảo vệ tài nguyên, môi trường, chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, trong đó có Việt Nam.

Vấn đề công nghiệp hóa, đô thị hóa được Đảng và Nhà nước định hướng và xác định rõ qua các kỳ đại hội Đảng, đặc biệt được ghi rõ trong văn kiện Đại hội Đảng lần thứ XIII. Là một trong những định hướng quan trọng để thực hiện mục tiêu Chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững của Liên hiệp quốc, có ảnh hưởng rất lớn đến phương thức tăng trưởng, hợp tác kinh tế, thương mại, đầu tư trên thế giới, tạo đột phá cho nền kinh tế từng bước chuyển dịch sang năng lượng tái tạo, năng lượng xanh sẽ là xu thế rõ nét trong tương lai. Là thách thức hàng đầu trong Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội giai đoạn 2021 – 2030 của Đảng (2021) đã chỉ rõ và nhấn mạnh: Cách mạng công nghiệp lần thứ tư cùng với việc phát triển của kinh tế số, sẽ đặt ra nhiều thách thức mới về đời sống và an toàn xã hội không thể xem thường. Cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, nhất là công nghệ số phát triển mạnh mẽ, tạo đột phá trên nhiều lĩnh vực, tạo ra cả thời cơ và thách thức đối với mọi quốc gia, dân tộc. Nhận định mới này rất quan trọng trong việc định hướng tận dụng thời cơ do những thành tựu của cuộc cách mạng này đem lại, đồng thời vượt qua những khó khăn, thách thức để phát triển đất nước theo hướng tăng tốc, đi tắt, đón đầu.

Cùng với cả nước, tốc độ phát triển công nghiệp hóa và đô thị hóa vùng đồng bằng sông Cửu Long đã trở thành tiêu chí hàng đầu thực hiện mục tiêu phát triển bền vững, an toàn, thịnh vượng, trên cơ sở phát triển phù hợp nông nghiệp hàng hóa chất lượng cao, kết hợp với hệ thống cơ sở hạ tầng được quy hoạch, phát triển

đồng bộ, hiện đại theo hướng chủ động, thông minh và thích ứng biến đổi khí hậu. Theo số liệu báo cáo tại hội thảo: “Định hướng phát triển hệ thống đô thị, nông thôn tại vùng Đồng bằng sông Cửu Long”, hiện vùng đồng bằng sông Cửu Long có 174 đô thị gồm 01 đô thị trực thuộc Trung ương, 02 đô thị loại I thuộc tỉnh, 12 đô thị loại II, 09 đô thị loại III, 23 đô thị loại IV và 127 đô thị loại V. Tỷ lệ đô thị hóa toàn vùng đạt 31,16%, tăng 4,6% so với năm 2015. Khu vực đô thị có sự tăng trưởng cả về số lượng và chất lượng, bộ mặt đô thị ngày càng khang trang, hiện đại và có bản sắc văn hóa, kiến trúc theo đặc trưng của vùng. Các tỉnh thành có tỷ lệ đô thị hóa cao nhất và có xu hướng tiếp tục gia tăng chủ yếu nằm trong vùng Nam sông Hậu là thành phố Cần Thơ (67%), các tỉnh An Giang, Hậu Giang, Kiên Giang, Bạc Liêu, Sóc Trăng có tỷ lệ đô thị hóa tương đương hoặc gần với tỷ lệ chung của cả nước (tỷ lệ đô thị hóa của An Giang khoảng 30%, Kiên Giang 27%, Bạc Liêu 26%, Sóc Trăng 32%, Cà Mau 23%). Các tỉnh có tỷ lệ đô thị hóa thấp thuộc khu vực Bắc sông Hậu, thấp nhất là Bến Tre (10%), Đồng Tháp, Long An (18%), Vĩnh Long (17%), Trà Vinh 17%, Tiền Giang 15%” [27]. Tuy nhiên trong điều kiện biến đổi khí hậu, công nghiệp hóa và đô thị hóa đồng bằng sông Cửu Long còn được xem là thách thức để thực hiện yếu tố cộng hưởng cho sự phát triển bền vững toàn vùng. Theo nhiều chuyên gia nghiên cứu trong lĩnh vực xây dựng đã nghiên cứu và đưa ra kết quả việc hình thành chuỗi công nghiệp hóa, đô thị hóa các tỉnh thành vùng đồng bằng sông Cửu Long mặc dù được tăng tốc, cải thiện nhưng tốc độ phát triển vẫn còn chậm so với các vùng, miền trong cả nước. Nguyên nhân chính là do mức độ đô thị hóa còn bị ảnh hưởng bởi quá trình phân loại hành chính, phân loại đô thị nơi đây chưa đồng đều về mặt địa chính trị, cộng với nhu cầu phát triển đô thị ngày càng diễn ra nhanh nhưng chưa hội đủ các yếu tố cộng hưởng từ các chính sách hạ tầng giao thông đường bộ, đường thủy, đường hàng không và cả các vấn đề về y tế, giáo dục đào tạo,... vẫn ở quy mô nhỏ và chậm, đặc biệt là áp lực trước tốc độ phát triển nhanh về hạ tầng, đô thị của thành phố Hồ Chí Minh. Đồng thời, quá trình công nghiệp hóa,

đô thị hóa tạo sức ép lớn về nhu cầu xử lý ô nhiễm môi trường, sự biến đổi khí hậu diễn biến ngày càng nhanh, khốc liệt và khó lường, ảnh hưởng lớn đến sản xuất, cuộc sống người dân, đến áp lực hệ thống an sinh xã hội và tác động đến tốc độ tăng trưởng kinh tế. Có thể nói, đây là một trong những thách thức và dự báo diễn biến khó lường, ngày càng tác động nặng nề đến sản xuất và đời sống, đặc biệt là việc thực hiện quan điểm chiến lược phát triển nhanh và bền vững toàn vùng theo quan điểm của Đại hội lần thứ XIII của Đảng.

Thứ ba, lĩnh vực xây dựng đứng trước nhiều khó khăn, thách thức mới do tác động của đại dịch Covid-19 và khủng hoảng kinh tế toàn cầu gây ra. [16]

Trước bối cảnh đất nước gặp nhiều khó khăn thách thức, đặc biệt là diễn biến phức tạp, nhanh của đại dịch Covid-19, của tình hình chính trị, kinh tế thế giới diễn ra. Lĩnh vực ngành Xây dựng đang đặt ra nhiều thách thức để thực hiện các khâu đột phá theo tinh thần Đại hội lần thứ XIII của Đảng, đó là tiếp tục hoàn thiện hệ thống kết cấu hạ tầng kinh tế, xã hội đồng bộ, hiện đại, trọng tâm là ưu tiên phát triển hạ tầng trọng yếu về giao thông, năng lượng, công nghệ thông tin, đô thị lớn, hạ tầng ứng phó với biến đổi khí hậu. Phát triển mạnh hạ tầng số, xây dựng và phát triển đồng bộ hạ tầng dữ liệu quốc gia, vùng, địa phương kết nối đồng bộ, thống nhất, tạo nền tảng phát triển kinh tế số, xã hội số [16]. Trong đó, vấn đề được đặt lên hàng đầu vẫn là việc hoạch định chủ trương, chính sách và cụ thể hóa chủ trương chính sách sao cho phù hợp với đặc điểm tình hình, phù hợp với xu hướng phát triển của thời đại, khi tình hình kinh tế, văn hóa, xã hội,.. trong nước nói chung đang đứng trước những khó khăn, khó phục hồi nhanh. Mặt khác, trước yếu tố tác động của đại dịch Covid-19 đã ảnh hưởng không nhỏ đến hoạt động sản xuất ngành Xây dựng, đến tổ chức thi công các công trình xây dựng về đảm bảo an toàn, các vấn đề về cung ứng nguồn nguyên vật liệu giao thương hàng hóa trong và ngoài nước,.. đặc biệt là các hạng mục, công trình dự án khó đẩy nhanh tiến độ và kể cả giải ngân kế hoạch vốn đầu tư.

Vùng đồng bằng sông Cửu Long là vùng có đặc trưng không đồng đều về vị trí địa lý, kết cấu dân

cư và cả hạ tầng xã hội, lại là vùng chịu ảnh hưởng rất lớn bởi thiên tai, lũ lụt, hạn hán,.. do tình hình biến của khí hậu và nước biển dâng. Đa phần hệ thống giao thông thủy lợi và cơ sở hạ tầng toàn vùng nhìn chung chưa hoàn chỉnh. Nhiều công trình, dự án đã và đang đầu tư, triển khai nhưng vẫn chưa tương xứng với tiềm năng. Năng lực cạnh tranh của các doanh nghiệp xây dựng và của một số sản phẩm chủ yếu còn hạn chế, nhất là sản phẩm đòi hỏi công nghệ cao. Doanh nghiệp xây dựng quy mô nhỏ còn chiếm tỷ trọng lớn. Sự liên kết phát triển vùng chưa đa dạng. Công tác quy hoạch, quản lý quy hoạch ở một số địa phương còn bất cập, thiếu tầm nhìn dài hạn. Việc kết nối giao thông của các tỉnh trong vùng với các tỉnh thành như thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh thành trong nước vẫn còn khó khăn, toàn vùng chỉ có 40 km đường cao tốc, còn tồn tại nhiều bất cập như đường hẹp, đường độc đạo, chất lượng công trình giao thông kém,.. Hơn nữa, chỉ số năng lực cạnh tranh cấp tỉnh (PCI) của các tỉnh thành trong vùng chưa cân đối, chưa gắn kết hài hòa phát triển kinh tế, xã hội với bảo vệ môi trường. Chưa xây dựng được cảng trung chuyển quốc tế và tập đoàn kinh tế biển mạnh tầm cỡ khu vực, mặc dù nơi đây có vị trí chiến lược an ninh, quốc phòng với hệ thống đường biển, đường bộ, đường biên giới sát với các nước trong khu vực ASEAN... Có thể nói, đây là bài toán để ngành xây dựng đặt ra những nhiệm vụ, giải pháp và dự báo trong bối cảnh của đại dịch Covid-19 và khủng hoảng kinh tế toàn cầu.

2.2.3. Những giải pháp cơ bản góp phần thực hiện Nghị quyết Đại hội lần thứ XIII của Đảng về phát triển xây dựng bền vững trong điều kiện chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long

Một là, Quốc Hội và các cơ quan Chính phủ nghiên cứu xây dựng, ban hành Luật Biến đổi khí hậu và xem xét sửa đổi, bổ sung Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả năm 2010... nhằm bảo đảm sự thống nhất, đồng bộ hệ thống pháp luật về ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường. Cần thiết xem xét, bổ sung các hệ thống văn bản dưới luật để tạo môi trường pháp lý đầy đủ, khả thi, thuận lợi cho

việc thực hiện các nhiệm vụ liên quan về lĩnh vực xây dựng trước biến đổi của khí hậu. Cụ thể hóa Kết luận số 56-KL/TW về tiếp tục thực hiện Nghị quyết Trung ương lần thứ bảy khóa XI về chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường. Rà soát, bổ sung Chiến lược về ứng phó với biến đổi khí hậu, Chiến lược quốc gia về phòng, chống thiên tai, Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2030,... trong bối cảnh khủng hoảng nền kinh tế toàn cầu do ảnh hưởng của đại dịch Covid-19. Tăng cường các hoạt động hợp tác quốc tế trong việc sản xuất các loại vật liệu xây dựng mới, thông minh, tiết kiệm năng lượng có hiệu quả kinh tế cao và thân thiện môi trường nhằm thực hiện mục tiêu giảm phát thải chất ô nhiễm, khí nhà kính, hủy hoại cảnh quan, sinh thái, gây ô nhiễm môi trường, các vấn đề về gia tăng rủi ro thiên tai, nhất là các tỉnh ở vùng đầu nguồn nước, vùng ven biển trọng yếu, đồng thời tranh thủ các nguồn lực của cộng đồng quốc tế trong việc ứng phó với biến đổi khí hậu.

Hai là, xác định và đẩy mạnh thực hiện đột phá chiến lược về xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng đồng bộ với một số công trình hiện đại. Tập trung ưu tiên đầu tư và sớm đưa vào sử dụng các công trình, cụm công trình, dự án hạ tầng trọng điểm về giao thông đường bộ, đường sắt, đường biển, đường hàng không kết nối các vùng, khu vực, các trung tâm trong nước và quốc tế [16], đặc biệt là khẩn trương xúc tiến đầu tư tập trung phát triển mạng lưới đường bộ cao tốc, đầu tư, nâng cấp các cảng hàng không, đặc biệt là cảng hàng không trọng điểm trong điều kiện biến đổi khí hậu diễn ra phức tạp và nhanh hơn dự báo. Xây dựng lộ trình thực hiện việc nâng cấp và hiện đại hoá kết cấu hạ tầng nông nghiệp, nông thôn thích ứng với biến đổi khí hậu. Tập trung đầu tư hoàn thiện và nâng cấp hệ thống đê biển, các công trình chống sạt lở ven sông, ven biển để chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu. Các tỉnh trọng yếu đẩy mạnh xây dựng kết cấu hạ tầng liên xã, cấp huyện, vùng, bảo đảm tính kết nối giao thông, kết nối hạ tầng thương mại nông nghiệp nông thôn với hai trung tâm kinh tế là thành phố Cần Thơ và thành phố Hồ Chí Minh.

Ba là, nâng cao năng lực thiết kế, thi công xây lắp, quản lý xây dựng theo hướng tiên tiến, hiện đại, từng bước mở rộng sự tham gia của các doanh nghiệp xây dựng Việt Nam ở nước ngoài. Phát triển các loại vật liệu xây dựng mới, thông minh, tiết kiệm năng lượng, thân thiện môi trường, trong đó ưu tiên phát triển những công nghệ tiên tiến, hiện đại, mức độ tự động hoá cao sử dụng tối đa công nghệ số, công nghệ nano, vật liệu không nung, sử dụng nhiên liệu tái chế, các loại chất thải để sản xuất các sản phẩm chất lượng cao. Phát triển năng lượng tái tạo, năng lượng sạch. Chủ động thích ứng, thực hiện hiệu quả các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu, nước biển dâng, giải quyết vấn đề xâm nhập mặn, sạt lở bờ sông, bờ biển. Xây dựng chiến lược tổng thể bảo vệ và sử dụng bền vững nguồn nước sông Mê Kông. Tập trung xây dựng phát triển thành phố Phú Quốc thành trung tâm dịch vụ, du lịch sinh thái biển mạnh mang tầm quốc tế, kết nối với các trung tâm kinh tế lớn trong khu vực và thế giới. Phát triển hạ tầng năng lượng, nhất là năng lượng tái tạo, bảo đảm cung cấp đủ, ổn định năng lượng cho nền kinh tế và sinh hoạt xã hội. Thực hiện mục tiêu phát triển bền vững, bảo vệ môi trường, đảm bảo an ninh năng lượng nhưng đồng thời chú trọng phát triển năng lượng sạch, thân thiện với môi trường và điều kiện tự nhiên của đất nước.

Bốn là, tiếp tục thực hiện triển khai đồng bộ, cụ thể hóa và quyết liệt hơn nữa Nghị quyết số 120/NQ-CP về phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu, Quyết định số 68/QĐ-TTg phê duyệt điều chỉnh quy hoạch xây dựng vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050, Quyết định số 417/QĐ-TTg, về việc ban hành Chương trình hành động tổng thể thực hiện Nghị quyết số 120/NQ-CP ngày 17/11/2017 của Chính phủ về phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu, và Chỉ thị số 23/CT-TTg về đẩy mạnh thực hiện Nghị quyết số 120/NQ-CP của Chính phủ về phát triển bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu. Xác định biến đổi khí hậu là xu hướng tất yếu, phải sống chung và thích nghi, lấy tài nguyên nước là cốt lõi, là cơ sở cho việc

hoạch định chiến lược, chính sách, quy hoạch phát triển vùng... Mọi hoạt động đầu tư phải được điều phối thống nhất, bảo đảm tính liên vùng, liên ngành, có trọng tâm, trọng điểm. Đồng thời, nâng cao năng lực nghiên cứu ứng dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật trong quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường. Khuyến khích sử dụng năng lượng tái tạo, năng lượng mới, khuyến khích các doanh nghiệp chung tay bảo vệ môi trường, tiết kiệm tài nguyên và năng lượng. Nâng cao chất lượng các công trình xây dựng để chủ động ứng phó và giảm thiểu thiệt hại do thiên tai và tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng.

Năm là, thúc đẩy đổi mới sáng tạo, chuyển giao, ứng dụng và phát triển mạnh mẽ khoa học và công nghệ của các trường đại học thích ứng với cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ tư nhằm phục vụ tốt công nghiệp hóa, hiện đại hóa, nâng cao sức cạnh tranh của nền kinh tế, bảo đảm quốc phòng, an ninh, phòng chống thiên tai, bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu và sự phát triển bền vững đất nước [19]. Các trường đại học cần có chiến lược phát triển khoa học và công nghệ phù hợp với xu thế chung của thế giới và điều kiện đất nước, đáp ứng yêu cầu sự nghiệp đổi mới, phát triển kinh tế - xã hội, đồng thời ưu tiên chuyển giao, ứng dụng các tiến bộ khoa học và công nghệ vào các lĩnh vực trọng yếu, chủ yếu là ứng dụng công nghệ số, trí tuệ nhân tạo, năng lượng sạch, công nghệ môi trường, phấn đấu đến năm 2030, năm 2045 là nước phát triển, có công nghiệp hiện đại, thu nhập cao theo tinh thần Đại hội lần thứ XIII của Đảng.

Sáu là, hường ứng mạnh mẽ Lời kêu gọi toàn dân đoàn kết phòng, chống đại dịch Covid-19 của Tổng Bí thư Nguyễn Phú Trọng, Phong trào thi đua đặc biệt “Cả nước đoàn kết, chung sức, đồng lòng thi đua phòng, chống và chiến thắng đại dịch Covid-19” do Thủ tướng Chính phủ phát động và Lễ phát động với chủ đề “Ngành Xây dựng đoàn kết, chung sức, đồng lòng thi đua phòng chống và chiến thắng đại dịch Covid-19” do Bộ trưởng Bộ Xây dựng phát động vào ngày 10/9/2021 tại Hà Nội. Đây là giải pháp trước mắt để từng bước khắc phục, đẩy lùi đại dịch Covid-19 đang ảnh hưởng nghiêm trọng, toàn diện tới mọi mặt đời

sống kinh tế - xã hội nói chung và tác động trực tiếp đến việc hoàn thành các mục tiêu, nhiệm vụ phát triển của ngành Xây dựng. Nhiệm vụ đặt ra cho ngành Xây dựng là cụ thể hóa 09 nhóm nhiệm vụ trọng tâm được nêu trong Kế hoạch triển khai phong trào thi đua đặc biệt “Ngành Xây dựng đoàn kết, chung sức, đồng lòng thi đua phòng chống và chiến thắng đại dịch Covid-19” theo Quyết định số 988/QĐ-BXD ngày 31/8/2021 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng ban hành. Có thể khẳng định, đây là chủ trương đúng đắn, kịp thời của ngành Xây dựng sát với tình hình thực tiễn, từng bước khắc phục những khó khăn thách thức, đặc biệt là những khó khăn liên quan đến các hoạt động đầu tư xây dựng trên địa bàn các tỉnh, thành phố trọng điểm của cả nước.

3. KẾT LUẬN

Trên cơ sở chủ trương chính sách của Đảng, Nhà nước và Bộ ngành Trung ương về phát triển xây dựng bền vững trong điều kiện chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long, bước đầu mang lại những cơ hội quý báu, tạo tiền đề thúc đẩy kinh tế - xã hội phát triển, đời sống nhân dân không ngừng cải thiện, khẳng định được vị thế là trung tâm sản xuất, xuất khẩu lúa gạo, thủy hải sản và cây ăn quả hàng đầu của cả nước. Tuy nhiên, trước thách thức chung của toàn cầu đặc biệt là tác động của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư và đại dịch Covid-19 đã đề cập, phát triển xây dựng bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long còn đặt ra nhiều thách thức to lớn, đan xen nhiều vấn đề chiến lược mới cần phải giải quyết từ tình hình an ninh chính trị của quốc tế, khu vực dự báo diễn biến phức tạp, khó lường đến các vấn đề mang tính toàn cầu như thiên tai, dịch bệnh và cả những thành tựu ngoạn mục của tiến bộ khoa học công nghệ sẽ là những vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu, bổ sung, tổng kết trong các giai đoạn tiếp theo, phấn đấu đến giữa thế kỷ XXI, nước ta trở thành nước phát triển, theo định hướng xã hội chủ nghĩa./.

4. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Ban Chấp hành Trung ương: Kết luận số 28-KL/TW về phương hướng, nhiệm vụ, giải pháp phát

triển kinh tế - xã hội và bảo đảm an ninh, quốc phòng vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2020, H.2012.

[2] Ban Chấp hành Trung ương: Nghị quyết số 24/NQ-TW, Hội nghị lần thứ bảy Ban Chấp hành Trung ương Đảng khóa XI về chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường, H. 2013.

[3] Ban Tuyên giáo Trung ương: Tài liệu học tập các văn kiện Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XII của Đảng, Nxb Chính trị quốc gia, H. 2016.

[4] Ban Chấp hành Trung ương: Kết luận số 56-KL/TW về tiếp tục thực hiện Nghị quyết Trung ương 7 khóa XI về chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường, H.2019.

[5] Ban Chấp hành Trung ương: Kết luận số 56-KL/TW về tiếp tục thực hiện Nghị quyết Trung ương 7 khóa XI về chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường, H.2019.

[6] Bộ Xây dựng: Thông tư số 01/2011/TT-BXD hướng dẫn đánh giá môi trường chiến lược trong đồ án quy hoạch xây dựng, quy hoạch đô thị. H. 2011.

[7] Bộ Xây dựng: Quyết định số 527/QĐ-BXD “Chiến lược phát triển khoa học và công nghệ ngành Xây dựng đến năm 2020, tầm nhìn 2030”, H. 2013.

[8] Bộ Xây dựng: Quyết định số 395/QĐ-BXD Phê duyệt nhiệm vụ quy hoạch cấp nước vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050, H. 2014.

[9] Bộ Xây dựng: Thông tư số 12/2014/TT-BXD ngày 25/08/2014 của Bộ Xây dựng hướng dẫn lập, thẩm định và phê duyệt Chương trình phát triển đô thị, H. 2014.

[10] Bộ Xây dựng: Quyết định số 209/QĐ-BXD Kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu của ngành Xây dựng, giai đoạn 2014 – 2020, H.2014.

[11] Bộ Xây dựng: Quyết định số 1012/QĐ-BXD về việc ban hành Kế hoạch hành động của Bộ Xây dựng thực hiện Chỉ thị số 25/CT-TTg ngày 31/8/2016 của Thủ tướng Chính phủ về một số nhiệm vụ, giải pháp cấp bách về bảo vệ môi trường, H. 2016.

[12] Bộ Xây dựng: Thông tư số 13/2017/TT-BXD Quy định sử dụng vật liệu xây không nung trong các công trình xây dựng, H. 2017.

[13] Bộ Xây dựng: Quyết định số 1215/QĐ-BXD ban hành phương án Ứng phó thiên tai theo các cấp độ rủi ro thiên tai của, H.2020.

[14] Chính phủ: Nghị quyết số 120/NQ-CP về Phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu, H. 2017.

[15] Đảng Cộng sản Việt Nam: Văn kiện Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XI, Nxb Chính trị quốc gia, H. 2011.

[16] Đảng Cộng sản Việt Nam: Văn kiện Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XIII, Nxb Chính trị quốc gia sự thật, H. 2021.

[17] GS.TSKH Lê Huy Bá (chủ biên), TS Lương Văn Việt – PGS.TS Nguyễn Thị Nga: Biến đổi khí hậu, thích ứng để chung sống, Nxb Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, H.2016.

[18] GS.TSKH Lê Huy Bá (chủ biên), TS Lương Văn Việt – PGS.TS Nguyễn Xuân Hoàn: Khô hạn, xâm nhập mặn ở đồng bằng sông Cửu Long cơ sở lý luận và thực tiễn, Nxb Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, H.2017.

[19] Hội đồng Lý luận Trung ương: Những điểm mới trong các văn kiện Đại hội XIII của Đảng, Nxb Chính trị quốc gia sự thật, H. 2021.

[20] Thủ tướng Chính phủ: Quyết định số 939/QĐ-TTg phê duyệt kế hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2020, H. 2012.

[21] Thủ tướng Chính phủ: Quyết định số 2270/QĐ-TTg về kế hoạch triển khai thực hiện Kết luận số 28-KL/TW, ngày 14/8/2012 của Bộ Chính trị về phương hướng, nhiệm vụ giải pháp phát triển kinh tế - xã hội và đảm bảo an ninh, quốc phòng vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2020, H. 2013.

[22] Thủ tướng Chính phủ: Quyết định số 593/QĐ-TTg về việc ban hành Quy chế thí điểm liên kết phát triển kinh tế - xã hội vùng Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 2016 – 2020, H.2016.

[23] Thủ tướng Chính phủ: Quyết định 68/QĐ-TTg Phê duyệt điều chỉnh quy hoạch xây dựng vùng Đồng bằng Sông Cửu Long đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050, H. 2018.

[24] Thủ tướng Chính phủ: Quyết định 417/QĐ-TTg về việc ban hành Chương trình hành động tổng thể thực hiện Nghị quyết số 120/NQ-CP ngày 17/ 11/2017 của Chính phủ về phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu, H.2019.

[25] Thủ tướng Chính phủ: Chỉ thị số 23/CT-TTg về đẩy mạnh thực hiện Nghị quyết số 120/NQ-CP của

Chính phủ về phát triển bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu, H. 2019.

[26] <https://baoxaydung.com.vn/xay-dung-chuoi-do-thi-hoa-de-tao-buoc-dot-pha-tang-truong-kinh-te-cho-vung-dong-bang-song-cuu-long-293466.html>.



KINH NGHIỆM TỔ CHỨC NHÀ Ở CỦA CHÂU ÂU TẠI CÁC VÙNG NGẬP NƯỚC TƯƠNG ĐỒNG ĐIỀU KIỆN ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

EUROPEAN EXPERIENCE OF HOUSING ORGANIZATION IN FLOOD- PRONE AREAS SIMILAR TO CONDITIONS OF THE MEKONG DELTA

Nguyen Tan Huy

ABSTRACT:

In preparing the settlement in the deltas of large rivers, a soil-filling up method was used to protect it from flooding, and artificial islets were formed. However, in recent decades, many existing settlements can now be flooded caused by rising water due to global warming. The catastrophic floods in Europe also revealed the inadequacy of existing technical measures to protect buildings from high water. Based on international experience in the field of research on varied solutions for residential environments on the water area of European countries, the author builds theses that should be considered when studying the problem of development of alternative housing in conditions of Mekong Delta, belonging to the southwestern region of Vietnam.

KEYWORDS: *coastal and flood-prone area, alternative housing, residence on water, Mekong Delta, southwestern region of Vietnam.*

TÓM TẮT:

Phương pháp bồi đắp thường được sử dụng để tạo thành các đảo nhân tạo khi chuẩn bị các khu định cư và tránh lũ lụt tại vùng châu thổ các sông lớn. Những thập kỷ gần đây, các khu định cư này có thể bị ngập lụt do hiện tượng nóng lên toàn cầu. Lũ lụt thảm khốc ở châu Âu cũng cho thấy sự bất cập của các biện pháp kỹ thuật hiện có để bảo vệ công trình khỏi nước dâng cao. Bài báo xem xét các giải pháp khác nhau khi hình thành môi trường sống trong vùng mặt nước các nước châu Âu. Cơ sở kinh nghiệm tổ chức nhà ở của châu Âu và thế giới cần được quan tâm khi nghiên cứu vấn đề phát triển nhà ở thay thế tại các vùng mặt nước ở đồng bằng sông Cửu Long.

TỪ KHÓA: *vùng ven bờ và vùng ngập nước; nhà ở thay thế; cư trú trên mặt nước; Đồng bằng sông Cửu Long; Tây Nam Bộ Việt Nam.*

Nguyen Tan Huy

Department of Architecture, University of Architecture Ho Chi Minh City. 196, Pasteur Street, Vo Thi Sau Ward, District 3, Ho Chi Minh City.

Department of Architectural Design, Faculty of Architecture, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. 4, Vtoraya Krasnoarmeiskaya ulitsa, Saint Petersburg, Russia, 190005, (post-graduate student).

Email: huy.nguyentan@uah.edu.vn

Tel: 093.571.4760

1. ĐẶT VẤN ĐỀ - INTRODUCTION

Các vùng ngập nước từ lâu đã trở thành môi trường sinh sống quen thuộc của con người, và ngày nay chúng ta có thể thấy được các khu định cư trên mặt nước đang hiện diện ở tất cả các châu lục. Kinh nghiệm của các nước châu Âu trong việc phát triển các khu định cư bên bờ sông luôn được quan tâm, bởi do nơi đây thường sử dụng những công nghệ xây dựng hiện đại và năng lực kinh tế dồi dào.

Các đại diện tiêu biểu cho những khu định cư trên mặt nước như vậy có thể kể đến là Venice ở Ý, thị trấn Vilkovo ở Ukraine, thị trấn Giethoorn ở Hà Lan, và Saint-Petersburg ở Nga... Sự khai phá các khu vực đầm lầy và vùng đất ngập nước ở đồng bằng sông Rhine, Po, Neva, Volga, Danube, v.v... gắn liền với việc thực hiện một khối lượng lớn các công tác chuẩn bị kỹ thuật. Các hệ thống kênh mương dẫn nước, thoát nước, hệ thống đê điều bảo vệ lũ đã được xây dựng và định hình. Ngoài ra, để đảm bảo giao thông liên lạc được xuyên suốt và thuận tiện thì các đê bao, đập chắn nước, âu thuyền, cửa cống, cầu cống ... cũng được xây dựng. Trong quá trình chuẩn bị mặt bằng cho các khu định cư và để bảo vệ chúng khỏi ngập lụt, giải pháp phổ biến thường sử dụng là phương pháp bồi đắp đất. Với một khối lượng lớn đất đắp, các khu định cư ở vùng châu thổ sông lớn giống như được hình thành trên các đảo nhân tạo.

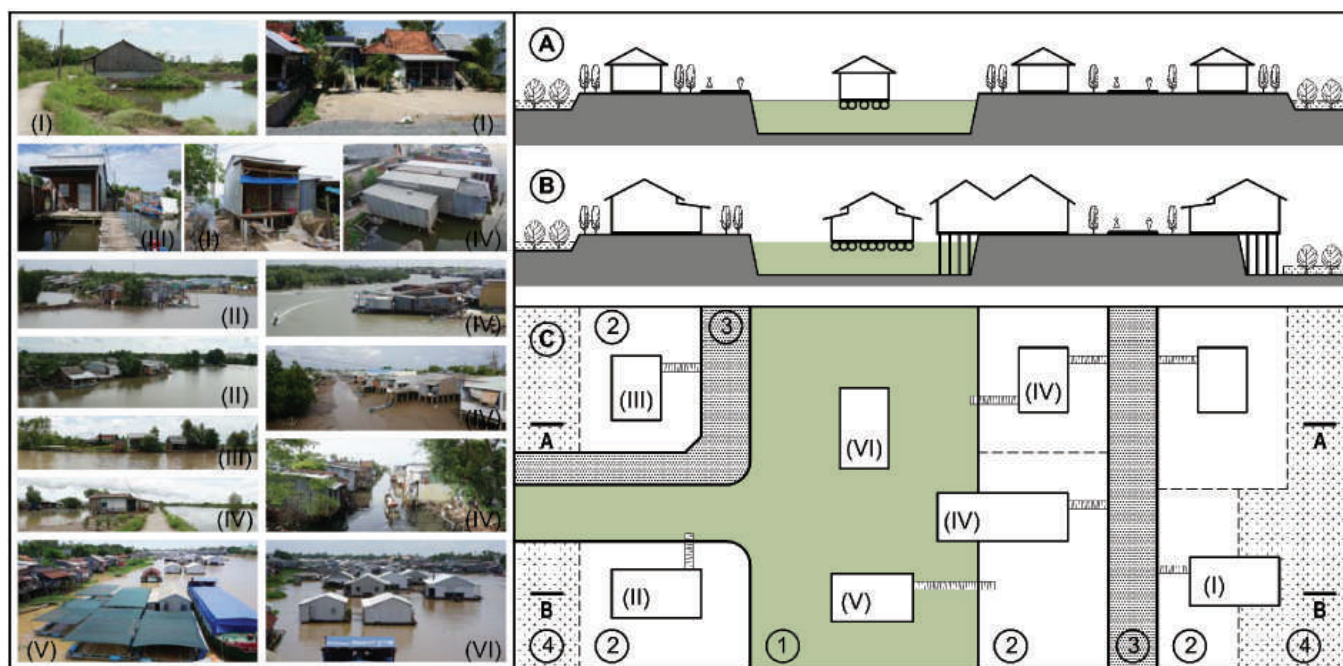
Trong điều kiện tương tự, đồng bằng sông Cửu Long được biết đến là những vùng đầm lầy rộng lớn với hệ thống sông ngòi chằng chịt. Địa hình tự nhiên bằng phẳng có cao độ trung bình khoảng 0,7–1,2m so với mực nước biển, đặc biệt ở một số vùng trũng thấp giá trị này ở mức –0,5m, thậm chí –1,0m (VNCOLD, 2012). Qua hàng trăm năm cải tạo và khai khẩn, mạng lưới sông rạch tự nhiên ở đây được bổ sung thêm hệ thống kênh mương nhân tạo, nâng tổng mật độ kênh lên 3,1 km/km² với đặc điểm luồng lạch đa dạng. Các sông lớn có chiều rộng từ 300 – 4000m, độ sâu từ 8 – 30m trở lên. Nhiều kênh mương vừa và nhỏ, rộng vài chục mét, sâu 3 – 5m. Ngoài ra vận tốc dòng chảy

trên vùng đồng bằng này không đáng kể, khoảng 15.000 m³/s. Với những số liệu này có thể xem giao thông đường thủy là một trong những điều kiện quan trọng để thúc đẩy phát triển kinh tế khu vực và cũng là yếu tố tham gia vào quá trình đô thị hóa của vùng đồng bằng này.

Khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa với lượng mưa tương đối nhiều. Thời tiết ổn định, ít xảy ra thiên tai, với hai mùa trong năm: mùa mưa và mùa khô. Trong mùa mưa, mực nước sông Cửu Long tùy vùng có thể dâng lên 0,5 – 4 m. Kết hợp giữa nước lũ và triều cường vào mùa mưa làm cho phạm vi ngập lũ chiếm hơn 50% diện tích toàn vùng (Trần Như Hối, 2009). Lũ lụt nơi đây không khắc nghiệt, trái lại đối với cư dân mùa mưa cũng là mùa nước nổi, là thời điểm thiên nhiên ban tặng nhiều ưu đãi về sản vật và phù sa... Điều này cũng là lý giải cho đặc điểm khai khẩn và định hình hệ thống thủy lợi nơi đây: cư dân hầu như không xây đập bảo vệ nơi cư trú khỏi nước dâng cao. Cũng đôi khi xuất hiện những bờ đê bao cùng được hình thành trong quá trình đắp nền khi đào kênh và chúng thường tồn tại dưới dạng một bờ kè đất đơn giản. Các kênh mương được xây dựng không chỉ giúp việc di chuyển thuận tiện hơn trên nền địa chất đặc trưng mà mục đích chính của chúng là gắn với nông nghiệp. Hệ thống kênh mương dẫn nước lũ cùng với phù sa dồi dào và các dưỡng chất xâm nhập sâu hơn vào nội địa, khử mặn đất phèn và làm cho đồng ruộng màu mỡ hơn.

Quá trình phát triển kinh tế – xã hội của vùng Tây Nam Bộ với đặc điểm cư trú gắn liền với sản xuất dẫn đến việc cư dân cần sống gần sông nước, thậm chí phát triển trải dài ở các thềm sông đến sát mép nước và cả trên mặt nước. Hình thành nên các thể loại nhà ở truyền thống đặc trưng của vùng, phù hợp với đặc điểm sinh sống và sản xuất của cư dân như các loại nhà nổi, nhà sàn vùng lũ, nhà ven kênh với các ưu thế giao thông tiếp cận khác nhau... (Nguyễn Tân Huy, 2017) (Hình 1).

Thống kê năm 2007 cho thấy có khoảng 4 triệu người ở vùng đồng bằng này sinh sống trong một hành lang rộng 15 km dọc hai bên dòng chính sông Mekong. Trong đó, số người sống gần mép nước



Hình 1: Đặc điểm cư trú tại các vùng ngập nước thuộc đồng bằng sông Cửu Long hiện nay (hình ảnh khảo sát bởi tác giả):

I – Nhà nền đất, nhà sàn ven đường; II – Nhà nền đất, nhà sàn ven sông hoặc kênh;

III – Nhà nền đất, nhà sàn ven đường và kênh (cùng phía); IV – Nhà nền đất, nhà sàn ven đường và kênh (khác phía); V – Nhà nổi ven sông hoặc kênh (có cầu kết nối với bờ); VI – Nhà nổi di động xa bờ (nhà ở và lòng bè, nhà thuyền...); A – Mặt cắt A-A, B – Mặt cắt B-B, C – Đặc điểm vị trí các công trình nhà ở truyền thống trong mối quan hệ với đặc điểm hạ tầng khu vực Tây Nam Bộ;

1 – Sông hoặc kênh, 2 – Lô đất ở, 3 – Đường, 4 – Vườn hoặc ruộng (Nguyễn Tân Huy, 2017)

trong phạm vi 5 km tính từ luồng chính chiếm khoảng 2,04 triệu người (MRC, 2010).

Trong những thập niên gần đây vấn đề nghiêm trọng diễn ra đối với các khu định cư hiện hữu ven bờ là có thể bị ngập bởi nước biển dâng với mức độ ngày càng tăng. Ngoài ra, biến đổi khí hậu và khai thác tài nguyên nước bất hợp lý đã và đang ảnh hưởng tiêu cực mạnh mẽ đến môi trường sống truyền thống của cư dân vùng ven bờ trên khắp thế giới. Khảo sát cho thấy cũng không ngoại lệ đối với cư dân vùng sông nước đồng bằng sông Cửu Long (MONRE, 2016). Cần lưu ý rằng lũ lụt thảm khốc ở châu Âu cho thấy sự bất cập của các biện pháp kỹ thuật hiện có để bảo vệ các công trình khỏi nước dâng cao (Tass.ru, 2021). Với những vấn đề thực tế cấp thiết này, các giải pháp hình thành môi trường sống trên mặt nước hiện có ở các nước châu Âu, nên được xem xét khi nghiên cứu phát triển các thể loại nhà ở phù hợp cho đồng bằng sông Cửu Long.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU - MATERIALS AND METHODS

Bài báo xem xét và phân tích các giải pháp khác nhau khi hình thành môi trường sống trong vùng mặt nước tại các nước châu Âu. Kết quả nghiên cứu thực tiễn tổ chức nhà ở của châu Âu và thế giới trong điều kiện tương đồng với đồng bằng sông Cửu Long có thể dùng làm cơ sở định hướng cho việc phát triển thể loại nhà ở thay thế tại các vùng mặt nước của vùng này.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN - RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Kinh nghiệm của Hà Lan

Một phần đáng kể của quốc gia này nằm ở đồng bằng châu thổ sông Rhine. Nhiều năm qua cư dân ở đây đã định hình nên các nơi cư trú với các ngôi nhà được xây dựng trên mặt nước hoặc sát mép nước. Hà Lan hiện đang được xem

là quốc gia tiên phong trong lĩnh vực khai phá và cải tạo các vùng đất ngập nước để phục vụ cho nhu cầu xây dựng nhà ở. Hiện nay, tại đây người ta nhận thấy rằng để phát triển đất nước cần phải tích cực khai thác hơn nữa nguồn tài nguyên phong phú của vùng sông nước, nghiên cứu và đưa vào sử dụng các loại hình nhà ở mới để có thể sinh sống trên mặt nước.

Để thực hiện các dự án cụ thể, chính phủ đã hình thành khung pháp lý cần thiết nhằm giúp cho loại hình nhà ở trên mặt nước này bắt đầu được xem như là bất động sản chính thức. Điều này đã thu hút sự chú ý của người tiêu dùng đối với thể loại nhà ở mới này, mở rộng vai trò sử dụng của chúng làm nơi thường trú (Mikhailova E. A., 2016). Nguồn vốn đổ vào tăng lên, một loạt các kiểu nhà tương tự bắt đầu được phát triển, và sự lựa chọn các giải pháp thiết kế kiến trúc và quy hoạch nhà ở trên nước cũng đa dạng hơn. Nhà ở trên nước cũng cần được định nghĩa và phân loại. Với tiêu chí cơ động làm nền tảng đã hình thành các thể loại nhà trên mặt nước như sau:

- Nhà sàn (nhà sàn cố định trên nền tảng cọc chịu lực);
- Nhà nổi (nhà lương cư – di động theo phương đứng);
- Nhà nổi di động (cần hỗ trợ lai dắt đến nơi neo đậu).

Ngoài ra, còn phân loại theo vị trí lắp đặt của ngôi nhà so với mặt nước:

- Nhà trên mặt nước (nằm thường trực trong vùng mặt nước);
- Nhà ở mép nước ven bờ;
- Nhà trên cạn ngập lũ (ngăn hạn nằm trên mặt nước trong thời gian lũ lụt).

Bài báo khảo sát các thể loại nhà ở mới đã được xây dựng tại các khu định cư trên mặt nước, bao gồm các khu dân cư Gouden Kust Maasbommel trên sông Meuse (Maas), khu dân cư IJburg trên hồ IJmeer, khu định cư Waterwijk Nesselande ở Rotterdam (Anne Loes Nillesen, 2011), khu dân cư “Drijf in Lelystad” (Archdaily.com, 2012). Đồng thời cũng xem xét các dự án được thực hiện bởi các công ty thiết kế kiến trúc Attika Architects,

+ 31Architects, Waterstudio.NL, Palmbout Urban Landscapes (Archdaily.com, Palmbout.nl, Plus31architects.com, Waterstudio.NL, 2021). Dựa trên kết quả phân tích có thể rút ra các kết luận chính như sau:

a. Khắp mọi nơi, mật độ khai thác mặt nước đều bị giới hạn khi phát triển và xây dựng nhà ở. Biện pháp này giải thích cho việc phải đảm bảo tầm quan sát tự do tiếp xúc mặt nước, đảm bảo khả năng tiếp cận thủy vực của cư dân, sự hài hòa giữa các tòa nhà với môi trường cảnh quan và khả năng cô lập các không gian nội khu của khu ở. Các giải pháp cụ thể đã được sử dụng:

- Khi bố trí nhà trực tiếp trên mặt nước hoặc trên các đảo nhân tạo, các khoảng không gian trống giữa các công trình này luôn được tuân thủ với chiều rộng ít nhất là 1 m. Khi xây dựng công trình dọc theo đường bờ, mép nước cũng phải chứa lại một dải nước trống trải có bề rộng tương tự.

- Các kích thước của nhà nổi (chiều dài thân nhà và chiều cao phần chìm dưới mớn nước) được tính toán sao cho không cản trở tầm quan sát mặt nước từ bờ hoặc đập, bờ kè (tầm nhìn phía trên các mái nhà), cũng như để giảm thiểu các tác động tiêu cực đến môi trường nước và kiến trúc cảnh quan. Luôn đảm bảo khoảng cách lớn hơn 1 m từ đáy nhà nổi đến bề mặt đáy thủy vực.

b. Các yếu tố quyết định đối với loại nhà lương cư và nhà nổi di động chính là khả năng di chuyển xung quanh vùng mặt nước – điều kiện của luồng lạch, lối đi qua kênh, âu thuyền, cửa cống (thường rộng khoảng 9 – 20m), ... tính không thông thuyền dưới cầu, cống. Khi đó, bắt buộc áp dụng các hình dạng mặt bằng dài hẹp và có thiết kế đảm bảo độ sâu mớn nước tối thiểu. Để hình thành các đơn nguyên nhà ở có khối tích lớn, cần phải ghép khối từ nhiều thân nhà nổi.

c. Sử dụng các vật liệu xây dựng nhẹ và công nghệ mới nhằm làm giảm trọng lượng và kích thước của căn nhà. Nhà có thể được xây lắp hoàn chỉnh tại nhà xưởng và lai dắt đến các địa điểm neo đậu, hoặc cũng có thể xây dựng một phần tại công trường. Đối với nhà lương cư, tại vị trí

lắp đặt chỉ cần gia công tại chỗ khối đế phao nổi bằng bê tông, phần thân nhà có thể hoàn toàn được sản xuất tại công xưởng.

d. Khối hạ tầng kỹ thuật phần bờ (bến tàu, cầu phao...) của cụm nhà ở trên nước cũng phải được xây dựng chắc chắn, để đảm bảo khả năng kết nối an toàn cho các công trình trên mặt nước và bờ. Dọc theo các tuyến kết nối này, thường kết hợp lắp đặt các hệ thống đường ống cấp thoát nước và kỹ thuật với đồng hồ đo riêng đảm bảo cung cấp dịch vụ tiện ích cho từng căn nhà riêng lẻ. Ngoài ra, hệ thống còn được trang bị thêm các cơ cấu kỹ thuật đặc biệt để đảm bảo khả năng hoạt động linh động khi mực nước thay đổi.

3.2. Kinh nghiệm khai khẩn đồng bằng sông Neva, Volga và Danube

Ở Nga, và ở các quốc gia cùng quản lý đồng bằng sông Danube – Ukraine và Romania, các biện pháp bảo vệ môi trường có thể được áp dụng đối với các vùng đồng bằng ngập lũ. Bản chất của sự phát triển của các khu vực này gắn liền với các yếu tố môi trường. Một phần khu vực ngập nước chỉ được phép sử dụng cho mục đích giải trí, nhưng cũng có những phạm vi được phép xây dựng các công trình trên cồn đất nhân tạo (Mikhailova E. A., 2016). Việc sử dụng các ngôi nhà trên mặt nước thường bị hạn chế do đặc thù của khí hậu địa phương. Chúng được xem là nhà ở tạm thời hoặc nơi sinh hoạt giải trí, được ấn định về mặt pháp lý: ở Nga, nhà trên mặt nước không được coi là bất động sản, chỉ được xem là một loại phương tiện thủy và chịu quy định về kích thước.

Trước xu hướng khai thác không gian mặt nước chung của thế giới, ở Nga sự chú ý đến những ngôi nhà nổi di động ngày càng gia tăng. Công ty Plavdoma đã lắp dựng một loạt các mẫu nhà nổi di động như Neva-10, Neva-15, Laguna-7825. Công ty kiến trúc xây dựng BIO-architects đã khai thác các biến thể của nhà module “DublDom” với diện tích từ 16 – 40 m² cùng các mẫu khác với diện tích lớn hơn (Archdaily.com, 2016, Plavdoma.com, Dubldom.com, 2021). Có thể đặt hàng và linh hoạt lắp đặt thêm các khối module (block module) bổ sung cần thiết khác.

Tất cả các giải pháp đều mang tính tiện dụng, đa năng và được thiết kế để thích ứng với các điều kiện môi trường khác nhau. Nhà có thể ở dạng nhà sàn trên nền đất yếu, hoặc trên mặt nước trên đế phao nổi. Không giống như ở Hà Lan, các thể loại nhà trên nước ở Nga tập trung vào các hệ thống kỹ thuật tự chủ: các tấm pin mặt trời được lắp đặt để cung cấp điện, các thiết bị lọc tích hợp để sử dụng trực tiếp nước ở hồ và sử dụng hệ thống bio-toilet. Điều này đáp ứng một lối sống lâu đời của cư dân Nga, các căn nhà được thiết kế để sử dụng như một khu vực giải trí xa bờ.

Việc lựa chọn vật liệu xây dựng được cân nhắc và tính toán sao cho giảm tối đa trọng lượng của ngôi nhà trong khi vẫn đạt được độ vững chắc trong môi trường rất khắc nghiệt. Ví dụ, khung kết cấu chịu lực được làm bằng thanh gỗ ghép với các lỗ đục trên thân, vỏ bao che bên ngoài được làm bằng các tấm nhôm, lớp foam từ polyurethane đóng vai trò cách nhiệt. Ưu điểm chính của thể loại nhà này là có thể sản xuất hoàn chỉnh tại nhà xưởng.

3.3. Thực tiễn của các nước Châu Âu khác

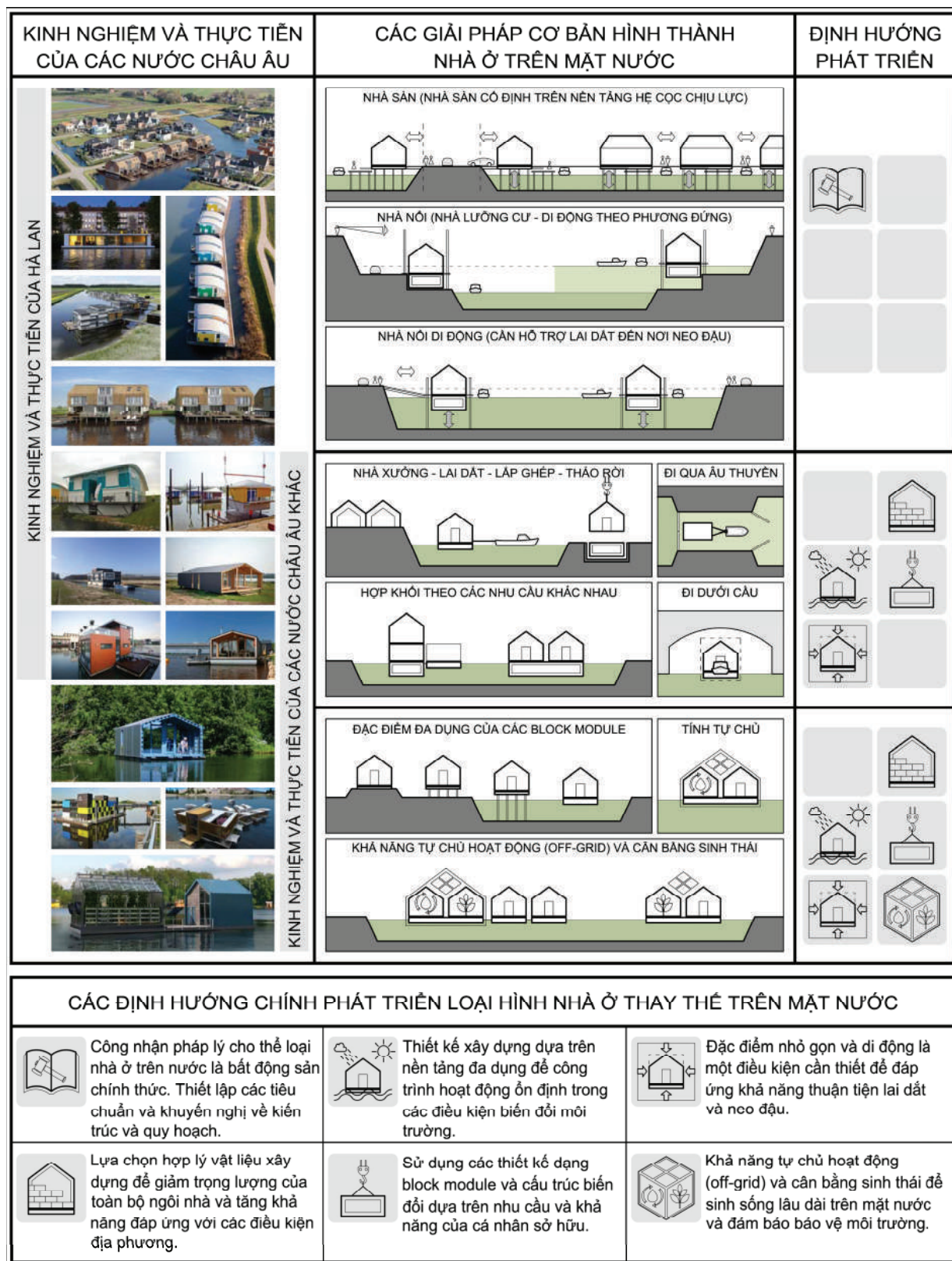
Nhà trên nước phổ biến rộng rãi ở đây được xem như một nhà ở thứ hai (second home) (Ziyatdinov Z. Z., 2014), là một thành phần của khu nghỉ dưỡng hoặc khu du lịch sinh thái trong các khu bảo tồn thiên nhiên. Việc sử dụng các ngôi nhà nổi di động để cư trú lâu dài xa bờ cũng đang được mở rộng nghiên cứu và phát triển. Một số giải pháp tiêu biểu có thể kể ra dưới đây.

Ở Đức, tại Hamburg năm 2010, tòa nhà nổi Iba Dock của IBA Hamburg GmbH đi vào hoạt động (Archdaily.com, 2010). Cấu trúc vững chắc của nó hình thành từ các module tiền chế có thể tháo rời nhiều lần và sau đó lắp ráp lại mỗi khi thay đổi vị trí neo đậu hoặc lai dắt. Các công nghệ tiết kiệm năng lượng “xanh” cũng được sử dụng: hệ thống quang điện được lắp đặt trên mái nhà, máy bơm nhiệt sử dụng năng lượng thủy nhiệt của sông Elbe để làm mát hoặc sưởi ấm các phòng ở trong tòa nhà.

Năm 2015, văn phòng kiến trúc Salt & Water ở Serbia trình bày dự án khách sạn trên mặt nước

và đã giành được Giải thưởng thiết kế du thuyền thiên niên kỷ (Millennium Yacht Design Award) (Eric Oh, 2015). Ý tưởng thiết kế này dựa trên việc sử dụng linh hoạt các block module biến thể: cấu trúc nổi trung tâm và các đơn vị ở nổi catamaran,

với số lượng block module biến thể không hạn chế. Nhóm tác giả tin rằng giải pháp này có triển vọng cho sự phát triển du lịch sinh thái ở vùng mặt nước nội địa, nơi việc bảo tồn sự hài hòa của môi trường thiên nhiên là vô cùng quan trọng.



Hình 2: Kinh nghiệm và thực tiễn của các nước châu Âu trong việc phát triển các loại hình nhà ở mới vùng ngập nước

Trong một dự án khác cũng của văn phòng kiến trúc này, một xà lan nổi di động nông nghiệp xanh (eco barge) được đề xuất (Salt & Water Design, 2016): một giải pháp thay thế được đề xuất và phát triển cho nền tảng tổ hợp nhà ở nổi di động tự cung tự cấp ở Belgrade trên sông Danube, nơi các tuabin gió và tấm pin mặt trời tạo ra năng lượng sạch và công nghệ vườn thẳng đứng cung cấp các sản phẩm hữu cơ phù hợp với không gian hạn chế. Giải pháp được xem như mở ra khả năng phát triển thể loại nhà thay thế tự hoạt động (off-grid) ở những khu vực mặt nước xa bờ.

4. KẾT LUẬN - CONCLUSIONS

Đặc trưng sông nước cùng với tiếp biến văn hóa trong quá trình khai khẩn lãnh thổ của cư dân luôn là yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất đến phát triển kinh tế và hình thành các công trình kiến trúc của vùng (Nguyen Tan Huy, 2017). Bên cạnh đó tàu thuyền hiện vẫn là phương tiện chiếm ưu thế trong hoạt động sản xuất và vận chuyển. Đây chính là những điều kiện tích cực thúc đẩy khả năng tìm kiếm và áp dụng những mô hình tổ chức nhà ở thích ứng nước dâng cao. Qua khảo sát và phân tích kinh nghiệm của châu Âu trong hệ quy chiếu tương đồng cho phép xác định một số định hướng cần quan tâm trong việc phát triển nhà ở thay thế cho vùng Tây Nam Bộ (Hình 2):

a. Cần nghiên cứu hành lang pháp lý, quy chuẩn, tiêu chuẩn xây dựng với loại hình nhà ở thích ứng mực nước dâng. Việc công nhận mô hình nhà trên mặt nước là bất động sản chính thức về mặt pháp lý sẽ giải quyết được các vấn đề tài chính và kích thích đầu tư. Đây là cơ sở quan trọng trong việc triển khai và phổ biến hóa loại hình nhà ở này.

b. Lựa chọn hợp lý vật liệu xây dựng để giảm trọng lượng của toàn bộ ngôi nhà và nhằm tăng khả năng đáp ứng với các điều kiện địa phương.

c. Thiết kế xây dựng dựa trên nền tảng đa dụng để công trình hoạt động ổn định trong các điều kiện biến đổi môi trường.

d. Sử dụng các thiết kế dạng module và cấu trúc biến đổi dựa trên nhu cầu và khả năng của cá nhân sở hữu.

e. Đặc điểm nhỏ gọn và di động là một điều kiện cần thiết để đáp ứng khả năng thuận tiện lai dắt và neo đậu.

f. Khả năng tự chủ hoạt động (off-grid) và cân bằng sinh thái để sinh sống lâu dài trên mặt nước và đảm bảo bảo vệ môi trường.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO - REFERENCES

- [1] Anne Loes Nillesen, Amphibious housing in the Netherland. Rotterdam: NAI Uitgevers, 2011. 127 p.
- [2] Archdaily.com, Iba Dock, 2010. Url: <https://www.archdaily.com/288198/iba-dock-architech> (truy cập: 14.08.2021).
- [3] Archdaily.com, Drijf in Lelystad, 2012. Url: <https://www.archdaily.com/564243/drif-in-lelystad-attika-architekten> (truy cập: 14.08.2021).
- [4] Archdaily.com, DD16 / BIO-architects, 2016. Url: https://www.archdaily.com/877265/dd16-bio-architects?ad_medium=office_landing&ad_name=article (truy cập: 14.08.2021).
- [5] Dubldom.com, 2021. Url: <http://dubldom.com/> (truy cập: 14.08.2021).
- [6] Eric Oh, Salt & Water Design Floating Hotel with Catamaran-Apartments, 2015. Url: <https://www.archdaily.com/641365/salt-and-water-design-floating-hotel-with-catamaran-apartments> (truy cập: 14.08.2021).
- [7] Mikhailova E. A., Gradostroitel'nyye osobennosti proyektirovaniya arkhitekturnykh ob'yektov na zatoplyayemykh beregovykh territoriyakh v Niderlandakh [Urban planning features of the design of architectural objects on flooded coastal areas in the Netherlands], Architecton: Proceedings of Higher Education / Architecton: Izvestia Vuzov, Issue 74, 2016, 27–34. (Tiếng Nga).
- [8] MONRE, Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. Bộ tài nguyên và Môi trường (MONRE), 2016.
- [9] MRC: State of the Basin Report 2010. Mekong River Commission, Vientiane, Lao PDR., 2010.
- [10] Nguyen Tan Huy, Tipologiya traditsionnykh zhilykh domov Yugo-zapadnoy oblasti V'yetnama [Typology of traditional residential houses in the southwestern region of Vietnam], Vestnik

Grazhdanskikh Ingenerov – Bulletin of Civil Engineers, Issue 6 (65), 2017, 38–45. (Tiếng Nga).

[11] Palmbout.nl, Architectural studio Palmbout Urban Landscapes, 2021. Url: <http://palmbout.nl/projecten/?lang=en> (truy cập: 14.08.2021).

[12] Plavdoma.com, 2021. Url: <http://www.plavdoma.com/> (truy cập: 14.08.2021).

[13] Plus31architects.com, Architectural studio +31Architects, 2021. Url: <http://www.plus31architects.com/default.asp?menu=project&query=1> (truy cập: 14.08.2021).

[14] Salt & Water Design, The floating vertical garden as a perfect solution for an urban environment, 2016. Url: <https://saltandwater.rs/the-floating-vertical-garden-as-a-perfect-solution-for-an-urban-environment/> (truy cập: 14.08.2021).

[15] Tass.ru, Klimaticheskii kaos. Chem grozit chelovechestvu potepeniye, i chto delat' dlya predotvrashcheniya katastrofy [Climatic chaos. What warming threatens humanity, and what to do to

prevent a catastrophe], 2021. Url: <http://tass.ru/spec/climate> (truy cập: 14.08.2021). (Tiếng Nga).

[16] Trần Như Hối, Một số trận lũ điển hình và phân vùng ngập lũ ở đồng bằng sông Cửu Long, 50 năm xây dựng và phát triển 1959 – 2009: Tuyển tập khoa học và công nghệ, 2009, Tập 2. Tr. 89–101.

[17] VNCOLD, Hội đập lớn và phát triển nguồn nước Việt Nam: Quy hoạch thủy lợi Đồng bằng sông Cửu Long trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng, 2012. Url: <http://www.vncold.vn/Web/Content.aspx?distid=2923> (truy cập: 14.08.2021).

[18] Waterstudio.NL, Architecturalstudio Waterstudio. NL, 2021. Url: <https://www.waterstudio.nl/projects/> (truy cập: 14.08.2021).

[19] Ziyatdinov Z. Z., Vtoroye zhilishche tipa «plavuchiy dom» [Second home of the "houseboat" type], Architecton: Proceedings of Higher Education / Architecton: Izvestia Vuzov, Issue 45, 2014, 223–233. (Tiếng Nga).

KIẾN TRÚC TRƯỜNG HỌC VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU THEO HƯỚNG THÍCH ỨNG, LINH HOẠT, ĐA CHỨC NĂNG

Doãn Minh Khôi*, Doãn Thanh Bình*, Nguyễn Mạnh Cường**

Khoa kiến trúc Quy hoạch, trường ĐHXD

Viện Quy hoạch và Kiến trúc đô thị, trường ĐHXD

TÓM TẮT:

Trường học vùng đồng bằng sông Cửu Long luôn phải đối mặt với những thách thức từ biến đổi khí hậu, trong đó đáng chú ý là tình trạng bão lũ, nước biển dâng và khả năng bị ngập lụt do dòng chảy từ thượng lưu sông Mê Kông đổ về. Những tác động đó gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới kiến trúc, hạ tầng trường học, đòi hỏi kiến trúc trường học cần phải có giải pháp thích ứng (đối với từng loại thiên tai), linh hoạt (cho cả hai mùa ngập và không ngập), và đa chức năng (cho các không gian kiến trúc trường học chủ động biến đổi chức năng). Bài báo nghiên cứu các giải pháp kiến trúc theo hướng đáp ứng ba vấn đề trên, với mục tiêu giảm thiểu tối đa tác động của thiên tai vào cơ sở vật chất trường học và tạo sự ổn định học tập của học sinh trong mùa bão lũ. Phương pháp nghiên cứu dựa trên các nghiên cứu khoa học về các trường hợp tương tự trong nước và quốc tế, phương pháp nghiên cứu so sánh, nghiên cứu biến đổi chuyển hóa và khảo sát thực tiễn tại một số thành phố điển hình thuộc vùng đồng bằng sông Cửu Long.

Từ khóa: Đồng bằng sông Cửu long, Biến đổi khí hậu, Kiến trúc Trường học, thích ứng, linh hoạt, đa chức năng.

1. GIỚI THIỆU

Vùng ĐBSCL là phần hạ lưu cuối cùng của sông Mê Kông nên nhận một khối lượng nước khổng lồ trước khi đổ ra biển, nhưng phân bố không đều. Vùng đồng bằng hiện đang chịu hai tác động dòng chảy, dòng chảy của sông Mê Kông từ thượng nguồn đổ về và dòng triều do tác động biển xâm nhập vào đất liền. Trong vài chục năm tới, nước biển sẽ dâng cao làm ngập lụt phần lớn ĐBSCL vốn đã bị ngập lụt hàng năm, Sẽ có từ 15.000 – 20.000 km² đất thấp ven biển bị ngập hoàn toàn [7]. Khu vực dải ven biển vùng ĐBSCL là một trong những khu vực bị tổn thương nhiều nhất bởi hiện tượng nước biển dâng, lũ lụt, bão và áp thấp nhiệt đới [1]. Đánh giá mức độ ngập lụt ở các khu vực đồng bằng sông Cửu Long căn cứ theo cao độ địa hình - có thể chia ra thành 3 mức: (1) Vùng ngập nặng bao gồm các tỉnh Đồng Tháp Mười, Tứ Giác Long Xuyên, U Minh thượng

- hạ, Ô Môn, Phụng Hiệp, Cần Giờ, Nhon Trạch là những vùng thấp trũng. (2) Vùng ngập cấp độ 2 bao gồm các tỉnh An Giang, Long An, Tiền Giang, Kiên Giang, Vĩnh Long, TP Cần Thơ, Hậu Giang. (3) Vùng cấp độ 3 là những nơi có địa hình cao tối đa 5m so với mực nước biển thường thấy ở rìa mạn bắc, mạn tây ven thêm phù sa cổ hoặc ven các bờ sông Tiền – sông Hậu (gọi là các đê sông) [10]. Nếu căn cứ theo tính chất của thiên tai cũng có thể chia thành 3 mức : (1) Mức ngập nặng xảy ra khi nước lũ từ thượng nguồn sông Mê Kông đổ về; (2) mức ngập trung bình với các hiệu ứng mưa bão, nước biển dâng; (3) mức độ nhẹ đối với các trận mưa kéo dài.

Trường học luôn phải thích ứng với cả 2 mùa khô - mưa. Mùa khô - nắng hạn (tháng 12 - tháng 4) và mùa mưa - ngập lụt (tháng 5 - tháng 11). Mục tiêu của nghiên cứu là xây dựng giải pháp thiết kế Trường học (Quy hoạch và Kiến trúc), thích ứng

trong cả hai mùa nhờ khả năng cấu trúc linh hoạt không gian ngoài trời và trong nhà (quy hoạch và kiến trúc) tùy theo diễn biến của thiên tai. Việc nghiên cứu không chỉ tạo không gian an toàn cho việc dạy và học mà còn tạo cho học sinh hệ thống kiến thức và hành động ứng phó với BĐKH. Thực tế cho thấy học sinh còn có nhiều hạn chế trong hiểu biết về thích ứng với BĐKH. Đó là sự hiểu biết về thiên nhiên, văn hóa bản địa cũng như tinh thần chủ động thích ứng, cùng cộng đồng chia sẻ giúp đỡ nhau trong mùa bão lũ. Việc thiết kế theo cốt cao độ sẽ là bài học sống động giữa lý thuyết và thực tế [6]. Việc sử dụng chung không gian trường học cho cả cộng đồng là một xu hướng xã hội hiện đại, nhằm cung cấp các khả năng tiếp cận xã hội địa phương của học sinh. Vì vậy, các trường học có thiết kế các không gian linh hoạt để tổ chức các sự kiện cộng đồng đều được đánh giá cao. [3]

Nghiên cứu sử dụng các phương pháp khảo sát, điều tra, thu thập số liệu, nghiên cứu lý thuyết về tính thích ứng, linh hoạt, đa chức năng của kiến trúc trường học với các nghiên cứu so sánh (compare) mức độ ngập lụt tại các khu vực khác nhau, để xác định cao độ an toàn cho khu vực học tập. Chúng được tiến hành đồng thời với nghiên cứu phân loại (typology) các thể loại không gian chức năng là cơ sở để ứng dụng linh hoạt không gian đa chức năng. Cuối cùng là nghiên cứu biến đổi cấu trúc không gian (transition) theo diễn biến của thiên tai. Kết quả nghiên cứu là đề xuất các mô hình và giải pháp thiết kế kiến trúc trường học theo hướng thích ứng (adaptive), linh hoạt (flexible)

và đa chức năng (multifunction).

2. THỰC TRẠNG TRƯỜNG HỌC VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG TRONG MÙA BÃO LŨ

Trường học tại khu vực ĐBSCL có cơ sở vật chất không đồng đều, có sự chênh lệch lớn giữa thành thị và nông thôn. Mặc dù đã xóa bỏ các trường học tranh tre nứa lá, tuy nhiên vẫn còn nhiều trường học xây dựng tạm bợ tại vùng sâu vùng xa, dễ dàng bị phá hoại hoàn toàn khi xảy ra lũ lụt. Khả năng đáp ứng nhu cầu học tập tại chỗ của các địa phương khi gặp thiên tai còn rất bị động. [11]

Các nghiên cứu số liệu kết hợp khảo sát cho thấy, mức độ ngập lụt trong mùa mưa lũ tại một số trường là khác nhau. Tại Trường tiểu học Vĩnh Trinh 3, tp Cần thơ: mức độ ngập lụt trung bình. Tại Trường tiểu học “C” An Thạnh Trung, tỉnh An Giang: mức độ ngập lụt khá lớn, nước tràn vào phòng học. Tại trường tiểu học Trưng Vương ở huyện Hồng Ngự, tỉnh Đồng Tháp, mức độ ngập sâu. Điểm chung của các trường là xây dựng một tầng, lộ ra những nhược điểm: Một là không an toàn khi mực nước dâng tràn vào tầng 1. Hai là phương án quy hoạch tổng mặt bằng buộc phải phân tán các lớp học 1 tầng, việc đầu tư bị dàn trải trên diện rộng khó sử dụng và không kinh tế. Ba là thực tế học sinh cần không gian mở có mái ngay cả trong mùa khô. Vì vậy phương án nâng tầng, tạo không gian trống ở tầng 1 khả thi vì công năng tập trung, giảm rủi ro. Kết cấu khung BTCT phù hợp với nền đất yếu và theo hướng Công nghiệp hóa.



Hình 1,2,3: (từ trái qua phải) (1) Trường tiểu học Vĩnh Trinh 3 – Cần Thơ;
(2) Trường tiểu học “C” An Thạnh Trung, tỉnh An Giang;
(3) trường tiểu học Trưng Vương ở huyện Hồng Ngự, tỉnh Đồng Tháp vào mùa lũ [12]

Bảng 1: Số liệu giáo dục tiểu học các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long
(Tính đến ngày 30/9/2010) Nguồn: Tổng cục thống kê

STT	Tên tỉnh	Trường học (trường)	Lớp học (lớp)	Giáo viên (người)	Học sinh (nghìn)
1	Long An	247	4292	5616	122
2	Tiền Giang	226	4335	5806	140
3	Bến Tre	189	3465	4697	99.5
4	Trà Vinh	215	3395	4732	81.6
5	Vĩnh Long	241	3064	4172	80.2
6	Đồng Tháp	321	5529	7045	142
7	An Giang	396	6366	7969	182
8	Kiên Giang	128	6695	8330	163
9	Cần Thơ	180	3125	4392	92
10	Hậu Giang	168	2615	3586	67
11	Sóc Trăng	297	4821	6416	122
12	Bạc Liêu	154	2911	3550	81
13	Cà Mau	263	4961	6033	123
	Tổng số	3195	55574	72344	1500.4

3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU VÀ KẾT QUẢ

Tính thích ứng, linh hoạt, đa chức năng trong kiến trúc trường học

Thích ứng là sự điều chỉnh hệ thống tự nhiên hoặc con người đối với hoàn cảnh hoặc môi trường thay đổi, nhằm mục đích giảm khả năng bị tổn thương do biến đổi khí hậu và tận dụng các cơ hội do chính nó mang lại [4]. Từ kinh nghiệm ứng phó với vùng ngập lụt ở sông Hoàng Hà, Trung Quốc đã rút ra 3 bài học chiến lược thích ứng. Đó là hoặc bố trí di dời các công trình quan trọng lên vùng đất cao, hoặc xây đê bao để bảo vệ; hoặc là đào ao trong thành phố để nước chảy về chỗ trũng [5]. Rút kinh nghiệm trường hợp vùng ĐBSCL, giải pháp di dời hay đắp đê đã từng được ứng dụng với tinh thần đối phó nhiều hơn là thích ứng. Chúng tôi đánh giá cao tính thích ứng của giải pháp tạo “nước chảy chỗ trũng” trong trường học trên. Hoàn toàn có thể nghiên cứu ứng dụng theo phương cách này, Đó là kiểu Kiến trúc trường học thích ứng với mực nước dâng và cơ chế vận hành linh hoạt.

Linh hoạt là một thuật ngữ rất được quan tâm trong thời đại ngày nay. Nó như một điều kiện

tiên quyết để mở rộng khả năng thích ứng thông qua các chiến lược và các giải pháp mang tính chủ động. Một là, tạo khả năng chuyển đổi của các bộ phận không gian tòa nhà để thích ứng với điều kiện mới. Hai là, tạo các xử lý không gian đa dạng tùy theo sự phức tạp của môi cảnh [4]. Tính linh hoạt được thể hiện trong giải pháp kiến trúc trường học cho phép các không gian học tập có thể chuyển đổi từ ngoài trời vào trong nhà, từ tầng thấp lên tầng cao một cách an toàn mà không ảnh hưởng tới quy trình học tập. Một số phòng an toàn (chắc chắn và trên cao) có thể trở thành nơi trú ngụ tạm thời của cộng đồng địa phương khi phải đối phó với ngập lụt ở mức độ lớn.

Đa chức năng là khả năng sử dụng một không gian cho nhiều chức năng đồng thời khi yêu cầu đòi hỏi [4]. Khi không có thiên tai, các phòng sử dụng đúng với chức năng chỉ định của nó. Nhưng khi có thiên tai, nó có thể đảm nhiệm nhiều chức năng bổ sung để bù cho những phòng khác bị ngập lụt không sử dụng được. Điều đó đòi hỏi Kiến trúc sư phải thiết kế các phòng đa chức năng này với cách tính toán khả năng tích hợp cao nhất.

Trường Rosyth là một thí dụ về mô hình kiến trúc trường học của Xingapor đã triển khai thành

công một số thử nghiệm là: Tăng chiều rộng lòng nhà, tạo không gian hành lang giữa rộng để tạo nên một không gian học tập ngoài lớp; Khớp nối linh hoạt các không gian trong và ngoài nhà nhờ hệ thống không gian mở; Sân thượng được dùng

làm sân thể thao; Tính hình học và đơn giản của hình khối đã cung cấp nhiều thuận lợi hướng tới KT xanh; Màu sắc được sử dụng cẩn thận để thể hiện bản sắc và tính chất của trường. [8]



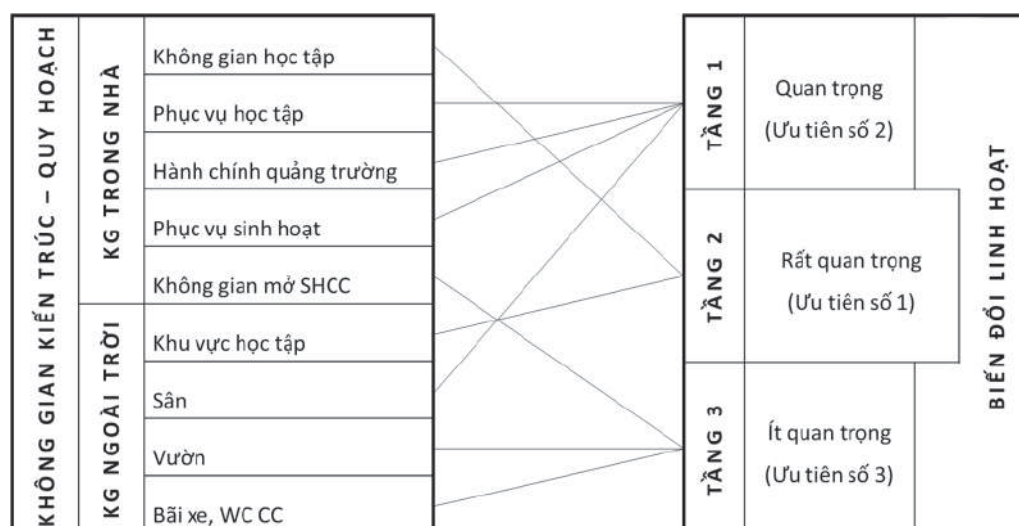
Hình 4. Trường Rosyth (Singapore)

4. PHÂN LOẠI VÀ ĐÁNH GIÁ KHÔNG GIAN KIẾN TRÚC TRƯỜNG HỌC

4.1. Mức độ ưu tiên của các bộ phận Không gian kiến trúc trường học

Theo TCVN 8793-2011, các trường Tiểu học có chiều cao 2 tầng, Trung học có chiều cao 3 tầng [11]. Thực tiễn xây dựng trường học tại các đô thị, cho phép khối lớp học 2 tầng đối với tiểu học,

3 tầng đối với Trung học. Các bộ phận chức năng cấu thành không gian kiến trúc trường học bao gồm không gian trong nhà với: không gian học tập, khối phục vụ học tập, khối phòng hành chính quản trị, khối phục vụ sinh hoạt và các không gian mở cho học sinh sinh hoạt cộng đồng. Không gian ngoài trời bao gồm: Khu vực bao quanh khối học tập, khu sân chơi bãi tập thể dục, vườn thực vật, khu vệ sinh và bãi để xe. [2]



Hình 5. Sơ đồ phân loại và đánh giá không gian Kiến trúc, Quy hoạch trường học (tác giả)

Các bộ phận không gian trong nhà chia thành 3 nhóm có mức độ ưu tiên khác nhau: (1) không gian rất quan trọng, cần ưu tiên là khối phòng học; (2) không gian quan trọng, là khối phục vụ học tập, hành chính quản trị, phục vụ sinh hoạt; (3) không gian ít quan trọng t là không gian trống ở tầng trệt. Trước những thách thức của BĐKH, sự an toàn nhất phải giành cho hoạt động dạy và học. Vì vậy không gian học tập phải là không gian quan trọng nhất. [9]

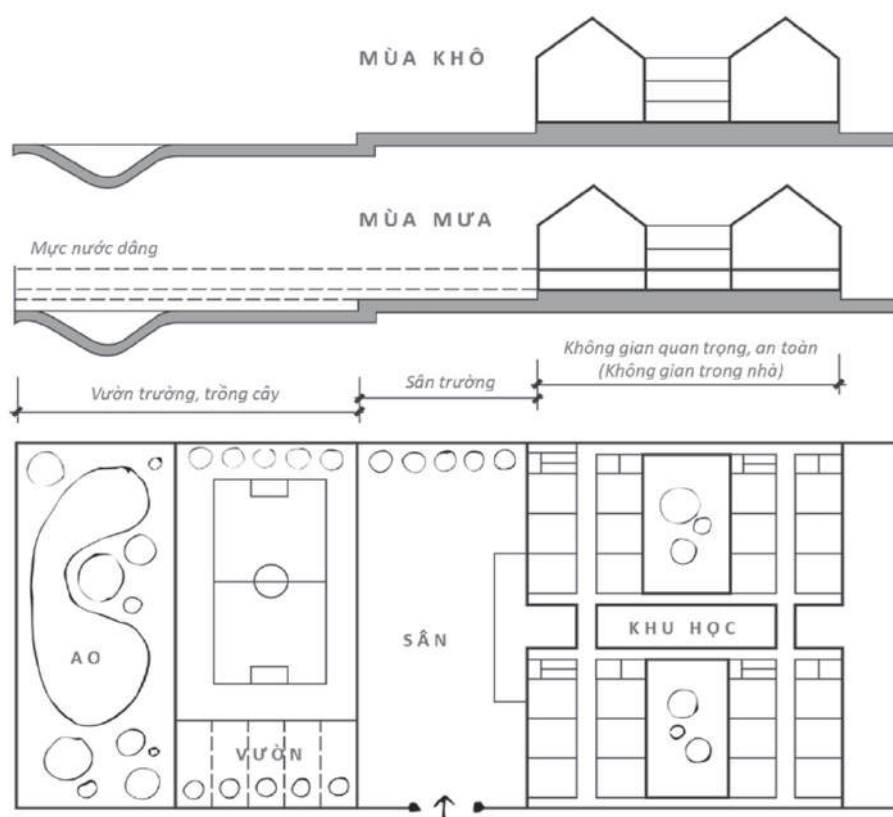
4.2. Mức độ biến đổi linh hoạt của không gian kiến trúc trường học

Nhóm không gian có khả năng biến đổi cao là những không gian lớn như Phòng ăn, hội trường, nhà thi đấu. Nhóm không gian có khả năng biến đổi trung bình là những không gian trống tầng trệt, không gian giao thông ... Nhóm không gian ít có khả năng biến đổi là những phòng nhỏ có nhiều trang thiết bị, đảm nhận các chức năng quan trọng và ổn định (khối phòng học, hành chính quản trị).

5. GIẢI PHÁP QUY HOẠCH HẠ TẦNG THÍCH ỨNG THEO CAO ĐỘ MỰC NƯỚC DÂNG

Đó là giải pháp quy hoạch chiều cao các không gian ngoài nhà, được kiến nghị như sau: Cốt cao nhất bố trí nền nhà khu học tập. Cốt trung gian bố trí sân trường, với các hoạt động tập trung, vui chơi, thể thao ngoài trời. Cốt thấp nhất bố trí vườn thực vật, khu vệ sinh và bãi để xe. Với mức nước dâng không nhiều thì khu vực ngập nước là : Vườn, sân chơi..., Khi nước dâng lên gần nửa tầng hoặc gần hết một tầng thì không gian trống tầng 1 trở thành không gian thoát hiểm, có bố trí thang ngoài trời kết nối với tầng 2.

Cách bố trí này có ưu điểm tạo sự an toàn cho không gian học tập trong trường hợp bị ngập úng, tạo độ dốc thoát nước từ độ chênh cốt, việc vệ sinh không gian ngoài nhà thuận lợi hơn, nước và bùn đất chảy về khu vực vườn, ao... cho phép tận dụng các nguồn tài nguyên thiên nhiên, chuyển hóa những yếu tố tiêu cực thành tích cực.

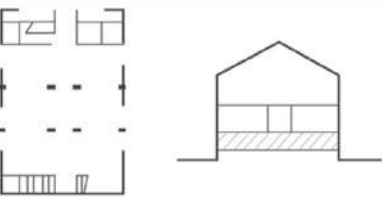
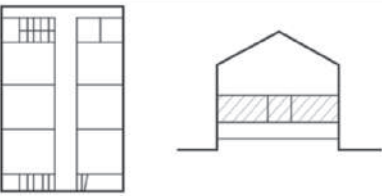
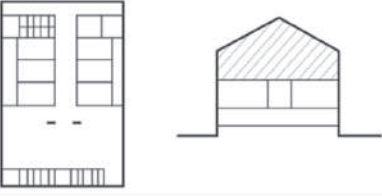


Hình 6. Sơ đồ giải pháp thiết kế quy hoạch hạ tầng Trường học, với các cốt cao độ ngoài nhà (tác giả)

6. GIẢI PHÁP KIẾN TRÚC THÍCH ỨNG THEO CƠ CHẾ LINH HOẠT - ĐA CHỨC NĂNG

Căn cứ cấp độ quan trọng của không gian trong nhà, giải pháp kiến trúc thích ứng kiến nghị như sau: không gian hạ tầng là không gian rất quan trọng được bố trí cố định ở tầng 2. Không gian tầng 1 và 3 có thể biến đổi linh hoạt trong mùa mưa. Tầng 1 là không gian ít quan trọng cho các chức năng mở của học sinh. Tầng 3 là không gian khá quan trọng, có tính linh hoạt cao, cho phép

bổ sung các chức năng của tầng 1, của tầng 2, thậm chí là không gian trú ngụ tạm thời cho cộng đồng trong mùa mưa lũ. Phương án tạo hành lang giữa là phù hợp với điều kiện thiên tai bão lũ. Nó trở thành không gian an toàn, giảm $\frac{1}{2}$ chiều dài và tăng gấp 2 chiều rộng nhà. Các hành lang giữa không chỉ là không gian giao thông kết nối các tòa nhà, mà còn là không gian linh hoạt đa chức năng. Nó cũng đồng thời là hành lang thông gió tới các phòng học.

Cấu trúc KG TH	Đặc điểm Chuyển mùa	TÍNH CHẤT KG	SỬ DỤNG	GIẢI PHÁP KIẾN TRÚC
TẦNG 1 (TẦNG TRỆT)	KHÔ	KG mở, thoát mát (ít quan trọng)	KG chơi, phục vụ học tập KG thể thao	
	MƯA	KG trống, ngập nước (không quan trọng)	KG trống Không sử dụng	
TẦNG 2	KHÔ	KG cố định (rất quan trọng)	Dạy & học	
	MƯA	KG cố định (rất quan trọng)	Dạy & học	
TẦNG 3	KHÔ	KG linh hoạt (khá quan trọng)	Hành chính Phục vụ học tập sinh hoạt	
	MƯA	KG tích hợp (khá quan trọng)	Hành chính Phục vụ học tập sinh hoạt (Chức năng bổ sung)	

Hình 7. Sơ đồ phân khu chức năng và giải pháp kiến trúc thích ứng (tác giả)

7. KẾT LUẬN

Tính thích ứng với thiên tai của kiến trúc trường học, trước hết đi từ giải pháp kiến trúc hợp lý. Nhà học cao 3 tầng với cấu trúc kiểu hành lang giữa làm tăng chiều dày, giảm chiều dài, giảm hành lang, giảm chiều cao, giảm độ rộng của hành lang bên sẽ đảm bảo công năng tập trung, kết cấu khung BTCT hợp lý trên nền đất yếu và giảm tải trọng gió theo chiều ngang. Việc bố trí cố định không gian học tập ở tầng 2 là hợp lý nhờ sự mát mẻ trong mùa khô, và an toàn trong mùa mưa. Việc tạo không gian ngoài nhà chia thành các cốt khác nhau theo nguyên tắc cân bằng đào đắp, không chỉ tạo cảnh quan sinh động trong mùa khô, mà còn tạo khả

năng thoát lũ nhanh trong mùa mưa. Mô hình này có thể ứng dụng thích ứng cho các thành phố khu vực ĐBSCL với sự điều chỉnh linh hoạt chiều cao các cấp độ không gian ngoài trời và trong nhà tùy theo chỉ số mức nước dâng khác nhau tại địa phương trong mùa mưa lũ, được quan trắc theo thời gian do diễn biến của biến đổi khí hậu.

Tính thích ứng với thiên tai của vùng ĐBSCL, thực chất chính là giải pháp ứng phó với sự dâng nổi của mặt nước ở các mức độ khác nhau tùy theo mùa dài ngày, nước biển dâng hay ngập úng. Các giải pháp quy hoạch và kiến trúc trường học có thể giải mã được hiện tượng này với cấu trúc linh hoạt các không gian học tập và sinh hoạt ở

trong và ngoài nhà. Nó còn có thể thích ứng với các thiên tai khác như gió bão và nắng nóng trong mùa khô nhờ giải pháp kiến trúc linh hoạt. Mô hình này có thể nhân rộng cho các địa phương theo thiết kế điển hình hóa và ứng dụng linh hoạt tùy từng nơi chốn, địa điểm, cho phép ứng dụng phù hợp với các giải pháp công nghệ hiện đại, thông minh kể cả sử dụng kết cấu khung lắp ghép và vật liệu tái chế.

8. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu (Triển khai thực hiện Nghị quyết số 60/2007/NQ-CP ngày 03 tháng 12 năm 2007 của Chính phủ).
- [2]. Doãn Minh Khôi, Doãn Thanh Bình. Đổi mới thiết kế trường học đáp ứng đổi mới giáo dục phổ thông. Tạp chí Kiến trúc, Hội KTSVN, 3/2020.
- [3]. Ellen Larson Vaughan. Secondary School.
- [4]. Hanieh FarokhiFiroouzi (a Department Architecture, Faculty of Art & Architecture, Islamic Azad University, Khorramabad Branch, Iran). A review on flexibility in architectural design. International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies.
- [5]. Kongjian Yu, Zhang Lei, Li Dihua, “Living With Water: Flood Adaptive Landscapes in the Yellow River Basin of China”.
- [6]. Laura Bojerding & Mathnew Kloser. Middle and high school student’s conception on climate change mitigation and adaptation strategy. 2013.
- [7]. Le Anh Tuan, Trương Quốc Cần, Lê Văn Du, Cantho University. Tổng hợp một số hoạt động ứng phó BĐKH tại đồng bằng sông Cửu Long.
- [8]. Lisa Gelfand with Eric Corey Freed. Sustainable School Architecture. Design for elementary and Secondary School. John Wiley & Sonc, Inc. 2010.
- [9]. Peter Dewitt & Sean Slade. Scholl Climate change. 2014.
- [10]. Phạm Phú Cường. Nghiên cứu định hướng phát triển kiến trúc vùng đồng bằng sông Cửu Long. Đề tài NCKH cấp Bộ. Trường ĐHKHT tp Hồ Chí Minh, 2016.
- [11]. TCVN 8793:2011 Trường Tiểu học; TCVN 8794: 2011 Trường Trung học.
- [12]. Viện Quy Hoạch và Kiến trúc đô thị UAI. Khảo sát kiến trúc trường học các tỉnh miền Tây Nam Bộ. 2019.



TIẾP CẬN CẢNH QUAN VĂN HÓA TRONG QUY HOẠCH XÂY DỰNG ĐÔ THỊ THÍCH ỨNG LŨ LỤT: NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP SÔNG CÔN, SÔNG HÀ THANH - THÀNH PHỐ QUY NHƠN - TỈNH BÌNH ĐỊNH

CULTURAL LANDSCAPE ALONG CON RIVER AND HA THANH RIVER, QUY NHON CITY, BINH DINH – PROVINCE: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF URBAN DEVELOPMENT IN FLOOD ADAPTATION

Phạm Việt Quang¹, Phạm Anh Dũng²,
Hoàng Anh³, Cù Thị Ánh Tuyết⁴

ABSTRACT:

This paper will assess the traditional cultural behaviors which have been used in history to deal with and adapted with nature disasters. By researching the cultural behaviors along Con River and Ha Thanh River, Quy Nhon City, Binh Dinh Province, this paper will discuss about the river culture behaviors of people in Binh Dinh and central region in dealing with flood and creating the adaptation strategy. From the application and methodologies of Traditional Ecological Knowledge (TEK) in using and managing nature resources, this paper will approach the local traditional ecological knowledge to assess the values of cultural behaviors in nature and society and the awareness of community organization. The acknowledgement of the value of cultural behaviors will bring about both opportunities and challenges in organizing urban landscape with specific cultural signature and enhancing flood adaptive strategy.

KEYWORDS: *Traditional Ecological Knowledge (TEK), Cultural Behavior, Cultural Landscape, water system in Urban, Flood Adaptation, Con River Basin, Ha Thanh River Basin.*

TÓM TẮT:

Bài báo này nghiên cứu những kinh nghiệm truyền thống về cách thức để tồn tại dưới sự ảnh hưởng của thiên tai đã phát triển trong lịch sử. Dựa trên nghiên cứu cảnh quan văn hóa khu vực sông Côn, sông Hà Thanh - thành phố Quy Nhơn - Bình Định, bài báo tìm hiểu về văn hóa ứng xử sông nước trong phòng chống lũ lụt và xây dựng chiến lược thích ứng của người dân khu vực miền Trung và Bình Định trước đây. Từ cách tiếp cận các ứng dụng thực tiễn của kiến thức sinh thái truyền thống (TEK) trong việc sử dụng, quản lý tài nguyên thiên nhiên, bài báo xem xét giá trị văn hóa ứng xử môi trường tự nhiên, môi trường xã hội và văn hóa nhận thức tổ chức cộng đồng thông qua kiến thức sinh thái truyền thống của địa phương. Việc nhận thức những giá trị văn hóa ứng xử trong môi trường sẽ đem đến cơ hội và thách thức trong tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan, tạo lập bản sắc văn hóa đô thị, đồng thời góp phần xây dựng chiến lược thích ứng với lũ lụt.

TỪ KHÓA: *Sinh thái truyền thống, văn hóa ứng xử, cảnh quan văn hóa, hệ thống nước đô thị, Flood adaptive City, lưu vực sông Côn, sông Hà Thanh.*

Phạm Việt Quang

Khoa kiến trúc, trường Đại học Thủ Dầu Một - 04 Trần Văn Ôn, phường Phú Hoà, thành phố Thủ Dầu Một

Email: quangpv@tdmu.edu.vn

Tel: 0904349519

Phạm Anh Dũng

Khoa hạ tầng kỹ thuật, trường Đại học Kiến trúc thành phố Hồ Chí Minh - 196 Paster, Quận 3, thành phố Hồ Chí Minh

Hoàng Anh

Khoa kiến trúc, trường Đại học Thủ Dầu Một - 04 Trần Văn Ôn, phường Phú Hoà, thành phố Thủ Dầu Một

Cù Thị Ánh Tuyết

Khoa kiến trúc, trường Đại học Thủ Dầu Một - 04 Trần Văn Ôn, phường Phú Hoà, thành phố Thủ Dầu Một

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thiên tai, lũ lụt ở các nước đang phát triển đang ngày càng gia tăng do lượng mưa rất lớn và mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu gây ra. Thành phố Quy Nhơn là một trong những nơi chịu tác động của biến đổi khí hậu. Đồng thời Quy Nhơn là một trong ba trung tâm thương mại dịch vụ của vùng, do vậy quá trình đô thị hóa ở đây đang diễn ra nhanh chóng. Các vùng đất trũng bị san lấp để xây dựng các khu đô thị, khu dân cư, khu công nghiệp và các cầu đường được xây dựng mới, nâng cấp cắt ngang dòng chảy đã làm gia tăng ngập lụt phía trên quốc lộ 1A và đường sắt. Sự kết hợp giữa mưa, triều cường, và xả lũ của các hồ chứa nước làm cho mực nước hạ lưu các sông rút rất chậm, gây lũ lớn dẫn đến tình trạng ngập lụt vùng hạ lưu các sông kéo. Mặc dù tỉnh Bình Định xây dựng phương án phòng chống lũ lụt cho vùng hạ du hồ chứa nước Bình Định (Đặng, 2018), nhưng việc quản lý lũ lụt nói chung tập trung vào mô hình kiểm soát lũ lụt, ít chú trọng đến việc giảm thiểu rủi ro lũ lụt đô thị (Liao, Le, & Nguyen, 2016). Các công trình hạ tầng kỹ thuật phòng chống lũ lụt được xây dựng nhằm kiểm soát tự nhiên, thay vì xem là một phần của tự nhiên. Cách tiếp cận trong phòng chống thiên tai của hạ tầng kỹ thuật thường hướng tới sự gia tăng các khu vực khô ráo, không ngập lụt và ổn định, nhưng giải quyết vấn đề thích ứng với tự nhiên còn hạn chế (Jalilov, Kefi, Kumar, Masago, & Mishra, 2018). Các bề mặt không thấm nước trong khu vực đô thị đang làm tăng nguy cơ lũ lụt; sự phá hủy các hệ thống nước tự nhiên, hạ mực nước ngầm và thay đổi đa dạng sinh học, làm giảm vai trò của tự nhiên trong giảm thiểu thiệt hại

hoặc ngăn chặn lũ lụt (Liao, 2012). Do vậy, để thích ứng tốt hơn với thiên tai lũ lụt và biến đổi khí hậu ở thành phố Quy Nhơn hướng đến phát triển bền vững cần có những cách tiếp cận mới về quy hoạch đô thị, quản lý sử dụng nguyên tài nguyên đất, nước, xử lý chất thải và hệ sinh thái (Chi et al., 2015).

Trong điều kiện môi trường thiên nhiên, địa lý, khí hậu khắc nghiệt, để thích ứng tốt hơn với thiên nhiên, con người cần chú trọng đến việc hợp tác và sống hoà hợp với thiên nhiên. Trong quyển "Ecological wisdom" của Bo Yang, Robert Fredrick Young đã đánh giá sự phát triển bền vững thông qua lăng kính của trí tuệ sinh thái, các thực hành thực nghiệm thể hiện thông qua các dự án xã hội, quy hoạch đô thị, thiết kế và quản lý, nhằm đưa kiến thức sinh thái vào trong khai thác và sử dụng tài nguyên của địa phương (Yang, 2019). Những thực hành thực nghiệm của trí tuệ sinh thái hay kiến thức sinh thái truyền thống (TEK) là một nguồn thông tin thể hiện các quan điểm và kiến thức khác nhau về thực tiễn sử dụng tài nguyên tại địa phương. Mỗi quan hệ sinh thái giữa các yếu tố tự nhiên được hiểu thông qua sự tương tác giữa các cộng đồng con người và hệ thống sinh thái địa phương (Bwambale, Muhumuza, & Nyeko, 2018). Những tương tác có giá trị cho cuộc sống con người, được lập đi lập lại, hình thành những giá trị truyền thống và sẽ kết thành giá trị văn hóa- văn hóa ứng xử (Thủy, 2013). Các nhà nghiên cứu từ các lĩnh vực khác nhau khai thác những kiến thức sinh thái truyền thống (TEK) (Liao et al., 2016; Shannon, 2013; Thaitakoo, McGrath, Srithanyarat, & Palopakon, 2013) và định nghĩa TEK theo nhiều cách khác nhau với các dạng tương tự của thuật ngữ như

“kiến thức địa phương”, “kiến thức bản địa”, “kiến thức của nông dân” hoặc “kiến thức môi trường truyền thống” (Hiwasaki, Luna, Syamsidik, & Shaw, 2014; Mercer, 2010).

2. CƠ SỞ LÝ LUẬN CẢNH QUAN VĂN HÓA SÔNG NƯỚC TRONG THÍCH ỨNG VỚI LŨ LỤT

2.1. Cơ sở lý luận

Hệ thống kiến thức truyền thống về văn hóa ứng xử môi trường đóng một vai trò quan trọng trong việc giảm tác động của thiên tai (Mavhura, Manyena, Collins, & Manatsa, 2013). Sự tương tác liên tục giữa văn hóa ứng xử với môi trường góp phần tạo nên cảnh quan văn hóa. Tại Điều 1 của công ước của UNESCO/ICOMOS năm 1992, cảnh quan văn hóa đại diện cho “công trình kết hợp của thiên nhiên và con người” (Brown, 2018). Cảnh quan văn hóa bao gồm các khía cạnh thể chế chính trị, tinh thần và tư tưởng, Cảnh quan văn hóa phản ánh cách thức tương tác giữa cảnh quan tự nhiên và hệ thống văn hóa xã hội. Đó là mối quan hệ giữa con người và nơi chốn mang ý nghĩa về mặt tinh thần thay vì vật chất (Taylor & Altenburg, 2006). Cảnh quan tự nhiên là một phần di sản văn hóa của loài người và di sản được coi như một loại vốn tri thức. Mặc dù không có hoạt động sản xuất kinh tế, nhưng việc bảo tồn bền vững các cảnh quan này thường dựa trên việc phát triển các hoạt động kinh tế. (Antrop, 2005). Việc bảo vệ các giá trị di sản (văn hóa và tự nhiên) của cảnh quan tập trung vào tính bền vững của các giá trị hiện có và giảm thiểu tác động thiên tai, lũ lụt. Kiến thức văn hóa truyền thống của người dân địa phương về môi trường và hệ thống nước được xem cơ sở giải quyết vấn đề liên quan đến nước (Dean, 2016; Mavhura et al., 2013). Các nhà hoạch định chính sách thiếu sự thừa nhận về giá trị văn hóa địa phương trong việc áp dụng các phương pháp quản lý, sử dụng nước bền vững và các chiến lược thích ứng của lũ lụt trong bối cảnh đô thị (Ayeni, 2014; Liao et al., 2016). Để tạo cơ sở trong việc áp dụng kiến thức văn hóa ứng xử môi trường của cảnh quan

văn hóa, bài báo này khai thác một phần của kiến thức sinh thái truyền thống như một cách tiếp cận để phát triển không gian kiến trúc cảnh quan có khả năng chống chịu với lũ lụt, đồng thời thúc đẩy bản sắc văn hóa địa phương khu vực hạ lưu sông Côn, sông Hà Thanh. Phát triển cảnh quan văn hóa thích ứng với “nước” bao gồm sự hiểu biết văn hóa ứng xử môi trường tự nhiên, văn hóa ứng xử môi trường xã hội và văn hóa nhận thức, tổ chức cộng đồng (Thủy, 2013). Những kinh nghiệm trong văn hóa ứng xử với môi trường trong thích ứng với thiên tai, lũ lụt sẽ là cơ sở cho việc thiết kế, quy hoạch xây dựng đô thị, quản lý sử dụng nguồn tài nguyên tốt hơn, hướng tới sự phát triển bền vững.

2.2. Tổng hợp kiến thức văn hóa sông nước truyền thống

Các đề tài nghiên cứu về sinh thái truyền thống và cảnh quan văn hóa là những đề tài khá phổ biến, nhưng các hướng dẫn cho việc thu thập và phân loại kiến thức văn hóa trong ứng xử môi trường nước còn hạn chế. Hạn chế trên gây những khó khăn trong việc vận dụng những kiến thức cảnh quan văn hóa trong các đồ án quy hoạch đô thị và quản lý. Để giải quyết những hạn chế trên, nghiên cứu đề xuất một khuôn khổ nhằm phân loại văn hóa ứng xử và kiến thức truyền thống trong sử dụng và quản lý “nước” nhằm tăng khả năng chống chịu lũ lụt. Bài báo nghiên cứu khía cạnh ứng dụng các yếu tố sinh thái truyền thống vào quản lý nguồn lực “nước” dựa trên các công trình nghiên cứu năm 1999 của nhà sinh thái học ứng dụng Fikret Berkes và công trình nghiên cứu năm 2007 của Nicholas Houde, một nhà địa lý bản địa. Nhóm nghiên cứu thấy rằng khung khái niệm kiến thức sinh thái truyền thống (TEK) thích ứng lũ lụt dựa trên phân tích các chủ thể chính: kiến thức, thực tiễn và hệ giá trị (Houde, 2007; Kim, Asghar, & Jordan, 2017; Leonard, Parsons, Olawsky, & Kofod, 2013; Usher, 2000). Thông qua góc nhìn của cảnh quan văn hóa bài báo đề xuất 3 nội dung của khung phân tích thể hiện mối tương quan văn hóa ứng xử trong tổ chức cảnh quan thích ứng lũ lụt, như sau:

- Văn hóa ứng xử môi trường tự nhiên;
- Văn hóa ứng xử môi trường xã hội;
- Văn hóa nhận thức, tổ chức cộng đồng.

2.3. Khung phân tích mối tương quan văn hóa sông nước trong tổ chức cảnh quan văn hóa thích ứng lũ lụt

Để giải thích các cấp độ và mối liên hệ giữa các chủ đề, thông qua phân tích kiến thức sinh thái truyền thống với yếu tố “nước” là trọng tâm, các chủ thể trong sinh thái truyền thống được chuyển thể thành chủ thể của mối tương quan văn hóa trong tổ chức cảnh quan (Bảng 1).



Mối tương quan văn hóa trong tổ chức cảnh quan văn hóa (nguồn tác giả)

Bảng 1: Phân loại sự thích ứng kiến thức sinh thái truyền thống (TEK)
(nguồn: (R. A. a. partner, 2021))

Khung phân tích	TEK themes Berkes (1999)	TEK themes Houde (2007)	Cảnh quan văn hóa	Nội dung chính
Nhận thức	Ứng dụng vào quản lý tài nguyên nước			
	1. Nhận thức	1. Quan sát thực tế	1. Văn hóa ứng xử môi trường tự nhiên	- Hình thái mặt nước - Địa hình - Thực vật - Khí hậu
Thực hành	2. Quản lý	2. Quản lý 3 Sử dụng trong quá khứ và hiện tại	2. Văn hóa ứng xử môi trường xã hội	- Cơ sở hạ tầng truyền thống - Tài nguyên nước - Lưu trữ nước

	Quản lý tài nguyên nước trong tổ chức xã hội			
		4. Đạo đức và giá trị	3. Văn hóa nhận thức, tổ chức cộng đồng	- Giá trị văn hóa sông nước - Mối quan hệ sinh thái xã hội và văn hóa xã hội
		5. Văn hóa và bản sắc		
Niềm tin	Thế giới quan	Vũ trụ học		

Định 1 và 2 biểu thị văn hóa ứng xử với yếu tố “nước” trong việc tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan. Định 3 biểu thị cho nhận thức về giá trị của “nước” trong văn hóa nhận thức, tổ chức cộng đồng. Sự tương tác các yếu tố trong khung phân tích lũ lụt của cảnh quan văn hóa được phân tích, phân loại để vận dụng vào thiết kế và quy hoạch đô thị. Điểm đáng lưu ý là vận dụng các chủ thể cảnh quan văn hóa thích ứng lũ lụt và phát triển không gian cảnh quan đô thị không phải là mô hình phòng chống thiên tai. Thông qua khung khái niệm để phân tích kiến thức sinh thái truyền thống của các tác giả Fikret Berkes, Nicholas Houde (Ellis, 2005; Gómez-Baggethun & Reyes-García, 2013), đồng thời phân tích văn hóa ứng xử trong khai thác và sử dụng nước ở Bình Định và Việt Nam, nhóm tác giả đưa ra cơ sở cho những định hướng để áp dụng vào các đồ án thiết kế và quy hoạch đô thị thành phố Quy Nhơn.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CẢNH QUAN VĂN HÓA SÔNG NƯỚC TRONG XÂY DỰNG ĐÔ THỊ

3.1. Văn hóa ứng xử môi trường tự nhiên

Vấn đề nhận thức yếu tố “nước” trong cảnh quan tự nhiên để cập đến mối quan hệ giữa con người với khí hậu, thảm thực vật, địa hình,

mặt nước và văn hóa vật thể của địa phương (Ellis, 2005). Qua tìm hiểu những tài liệu quan sát thực tế về hệ thống quản lý tài nguyên thiên nhiên, nghiên cứu đề cập đến những thực nghiệm của địa phương trong việc tạo ra giá trị văn hóa hài hoà với môi trường tự nhiên (Houde, 2007). Những kiến thức thực nghiệm được đúc kết thông qua tập hợp các quan sát được thực hiện trong một thời gian dài và được truyền khẩu qua thời gian. Kiến thức này có thể khác nhau giữa các cá nhân ở những lĩnh vực hoạt động khác nhau (Usher, 2000). Ví dụ, kiến thức của một người trong lĩnh vực nông nghiệp theo thứ tự ưu tiên “nước, phân, cần, giống” cần đảm bảo 4 yếu tố này sẽ được mùa màng bội thu (Tấn, 1967). Khác với kiến thức về nước trong lĩnh vực đánh bắt thủy hải sản dựa vào lịch thủy triều, thời tiết mà ngư dân có những phương thức đánh bắt khai thác thủy hải sản tương ứng “xin đừng tham đó¹ bỏ đặng², chơi lê, quên lựu, chơi trăng quên đèn” (Liêm, 2011).

Những hiểu biết về yếu tố “nước” trong cảnh quan văn hóa được khai thác dựa trên kiến thức thu được về mối quan hệ của con người với thiên nhiên, được thể hiện qua những kiến thức lịch sử về những ứng xử của dân bản địa với tự nhiên. Kinh nghiệm và tri thức địa phương là kết quả của sự chọn lọc, nghiệm suy khi con người tiếp xúc với môi trường xung quanh, từ đó hình thành những phương thức ứng xử thích hợp. Kinh nghiệm và tri thức bản địa được tích lũy trong hoạt động sản xuất, thường xuyên được kiểm nghiệm qua quá trình sử dụng, đồng thời luôn có sự chọn lọc trong quá trình vận động của cuộc sống để ngày càng thích nghi với môi trường (Sử, 2014). Ví dụ, từ xưa, do thiên nhiên khắc nghiệt, mùa mưa lũ sông nước bắn, mùa khô sông nước cạn và nhiễm mặn nên người dân ở Bình Định và các tỉnh duyên hải miền Trung Việt Nam phải biết tìm mạch nước tốt và đào giếng lấy nước để sống (Tấn, 1967). Tương tự như vậy, nông dân các khu vực dễ bị lũ lụt ở khu vực Tuy Phước, Phù Cát, Vĩnh Thạnh đã áp dụng nông nghiệp luân canh để duy trì sản xuất, cũng như sử dụng tốt hơn hệ thống hồ chứa, bờ đập, để điều tiết nguồn nước

trong sinh hoạt, sản xuất và phòng chống lũ (S. N. n. v. P. t. n. t. B. Định, 2020). Trong tâm thức của người dân Bình Định nói riêng hay Việt Nam nói chung đều ước mong nắm được bản chất quy luật thời tiết để nương theo đó sinh tồn và phát triển. Bởi trên thực tế, trong lao động, người nông dân luôn luôn lo lắng: trông trời, trông đất, trông mây; trông mưa, trông nắng, trông ngày, trông đêm. Do đó, nếu biết căn cứ vào đặc điểm thời tiết của mỗi mùa vụ để chọn cây trồng, vật nuôi thích hợp, thì không những tăng năng suất, hiệu quả mà còn tránh và giảm thiểu được những bất lợi do thiên tai gây ra. Đây chính là cơ sở để đưa ra Nông lịch - lịch của nhà nông dùng để tính mùa và đoán thời tiết để trồng trọt. Trong thời phong kiến nhà Nguyễn, vua Minh Mệnh thể hiện sự quan tâm của mình đến nông nghiệp, đến thời vụ nông lịch thông qua 11 bài thơ Nông ngạn vừa có tính dự báo thời tiết như một quy luật vận hành của vũ trụ vừa có tính dân gian, vừa mang tính “khoa học”, giúp cho kẻ làm quan chăm dân. Còn đối với người nông dân đương thời, hai mặt kinh nghiệm rất quan trọng là thời tiết và cách làm việc, trong đó yếu tố thời vụ có ý nghĩa lớn (Hiên, 2009).

Quy Nhơn - Bình Định có đồng bằng nhỏ hẹp, những dãy núi vòng cung với những nhánh lấn mạnh ra biển và nằm trong khu vực chịu ảnh hưởng bởi khí hậu nhiệt đới gió mùa. Trong bối cảnh đó, việc canh tác nông ngư kết hợp nuôi trồng và đánh bắt hải sản là một hình thức cộng sinh độc đáo của khu vực miền Trung (Đỗ Hậu, 2004). Đồng bằng Bình Định tuy không phì nhiêu bằng trong miền Nam, nhưng đứng hàng nhất nhì trong ở miền Trung Việt Nam. Hơn nữa, người dân Bình Định áp dụng triệt để những yếu tố cần thiết trong nghề nông “nước, cần, phân, giống” nên mùa màng rất được bội thu (Tấn, 1967).

-
1. Đó và nò là hai dụng cụ để giữ cá, nò và đó đều có Toi (bộ phận bằng tre bện theo hình phễu, nơi đáy phễu lờm chờm những thanh tre nhọn không đều);
 2. Đặng là những tấm chắn đặt theo hình zíc zac, cá theo Đặng mà lội trôi dần về phía nò, đó.

Do đó, nếu căn cứ vào đặc điểm thời tiết của mùa vụ để lựa chọn cây trồng vật nuôi thích hợp, thì không những tăng năng suất, hiệu quả, mà còn tránh những bất lợi do thời tiết gây ra. Sự kết hợp kiến thức canh tác truyền thống, kỹ thuật hiện đại sẽ là tiền đề và giải pháp phát triển nông nghiệp sinh thái hiện đại (Martin, 2010). Việc vận dụng những kiến thức khai thác yếu tố nước trong cảnh quan tự nhiên vào quy hoạch quản lý nước sẽ góp phần trong việc thiết kế cơ sở hạ tầng thích ứng với lũ lụt. Bên cạnh đó sự tham gia của cộng đồng khi tìm kiếm các giải pháp thiết kế cảnh quan văn hóa đặc trưng sẽ hạn chế mức độ đô thị hóa nhanh chóng và xử lý được các vấn đề thay đổi môi trường (Chen, 2014).

3.2. Văn hóa ứng xử môi trường xã hội

Văn hóa ứng xử môi trường xã hội được thể hiện trong quy hoạch sử dụng và quản lý nước. Các cơ sở hạ tầng quản lý sử dụng nước, công cụ và kỹ thuật xử lý vấn đề liên quan đến nước. Trên lưu vực sông Côn - Hà Thanh hiện nay có 44 hồ chứa với chức năng nhiệm vụ chống lũ tiểu mãn, hạn chế và giảm nhẹ lũ chính, cung cấp nước cho hoạt động sản xuất nông nghiệp, công nghiệp, nuôi trồng thủy sản (Đảng, 2018; S. N. n. v. P. t. n. t. B. Định, 2020). Các tín ngưỡng dân gian trong việc sử dụng, quản lý nước được thực hiện thông qua các công cụ và kỹ thuật khác nhau để đảm bảo nguồn nước phục vụ đời sống người dân và bảo tồn nguồn tài nguyên thiên nhiên này (Gautam, 2014; Yang, 2019). Nước là một trong những nhân tố quan trọng trong việc duy trì sự sống của con người và động thực vật. Không có nước thì cả con người, cây cỏ và các động vật đều không thể tồn tại. Yếu tố nước chi phối và ảnh hưởng rất lớn đến điều kiện sinh sống cũng như tâm lý, thói quen của con người. Vì vậy trong lịch sử phát triển đô thị đã chọn định cư ở những nơi gần sông để có điều kiện thông thương và phát triển kinh tế xã hội. Theo Non nước Bình Định của Quách Tấn “Vua Lê Thánh Tông lấy đất Đồ Bàn sáp nhập vào đạo Quảng Nam, làm một phủ đặt tên Hoài Nhân. Thành Đồ Bàn dùng làm phủ lỵ và gọi là thành Hoài Nhân. Năm 1776, sau khi giành



Bản đồ địa hình khu vực thành phố Quy Nhơn - Bình Định (nguồn: Dương, 2012)

thắng lợi từ Phú Yên đến Quảng Nam, Nguyễn Nhạc sửa đắp mở rộng thành Đồ Bàn để ở, gọi là “thành Hoàng Đế” (Tấn, 1967). Thành Hoàng Đế có quy mô lớn nhất trong hệ thống thành cổ Việt Nam còn đến nay (có chu vi 7.575 m). Ba mặt thành, phía xa là các dòng sông uốn lượn như hào tự nhiên che chắn. Thành được xây dựng trên thế đất hội tụ núi sông liền kề, liên kết điệp trùng, vừa có thể công vừa có thể thủ. Tường thành ngoại phía Tây lợi dụng những ngọn đồi thấp nối tiếp nhau tạo thành tường cao và hào sâu. Tường thành ngoại phía Bắc có con sông Quai Vạt uốn lượn bao quanh, vừa có chức năng bảo vệ thành, vừa có chức năng giao thông đường thủy. Con đê Đỉnh Nhĩ đắp như hình móng ngựa, từ góc Tây - Nam thành ngoại nổi vòng cung qua góc Tây - Bắc thành ngoại, từ sông La Vỹ nối qua sông Quai Vạt, bao bọc bờ thành ngoại phía Tây. Về quy mô, vật liệu và kỹ thuật xây dựng đê Đỉnh Nhĩ giống như thành ngoại thành Đồ Bàn, bề mặt đê hiện nay không

còn nguyên trạng do quá trình tụ cư và canh tác của người dân, đoạn phía góc Tây – Nam mặt đê rộng từ 10m đến 15m, tổng chiều dài đê là 2.240 m. Có ý kiến cho rằng: đê Đỉnh Nhĩ được người Chăm xây dựng kiên cố như một bờ thành nhằm mục đích để ngăn lũ, bảo vệ cánh đồng bên trong hoặc bảo vệ bờ thành ngoại phía Tây, xem ra chưa hợp lý. Bởi vì, cánh đồng bên trong không rộng và bờ thành ngoại phía Tây, nguyên là những gò đồi tự nhiên được sử dụng kiến tạo làm bờ thành, quá kiên cố vững chắc. Đường thủy lúc bấy giờ là tuyến giao thông quan trọng, sông La Vỹ và sông Quai Vạt là hệ thống đường thủy tiếp cận thành Đô Bàn - thành Hoàng Đế. Có thể, con đê Đỉnh Nhĩ là hệ thống “thành ngoại thứ hai” được người Chăm xây dựng để củng cố vững chắc mặt thành xung yếu phía Tây – hướng giao thông đường thủy (N. T. Quang, 2020).

Việc khai thác nước mưa là một phương pháp cổ xưa nhằm, tích tụ, lưu trữ và bảo tồn nguồn nước của địa phương, nước mưa tích trữ sẽ sử dụng cho mục đích sản xuất trong tương lai (Bhattacharya, 2015). Từ thực tiễn của đời sống sông nước hoặc từ việc phải ứng phó, chế ngự và chinh phục nước... người dân đã rút được nhiều kinh nghiệm để nước luôn là thành tố có ích. Sông hồ, ao giếng là những nguồn lợi thiên nhiên đơn giản nhưng lại vô cùng hữu hiệu. Ao hồ hay mặt nước, ngoài chức năng đáp ứng nhu cầu cuộc sống thường ngày, tạo sự cân bằng môi trường sinh thái còn thể hiện thể cân bằng âm dương bởi gò đồi mang yếu tố dương, mặt nước (thấp) mang yếu tố âm. Một số ao hình thành tự nhiên, còn lại phần lớn do con người đào để dự trữ nước. Vùng đồng bằng địa hình đất thấp trũng, người ta đào đất lên đắp đê, tạo gò hay vượt nền làm nhà cho cao ráo, tránh ngập úng, phần trũng còn lại tận dụng làm ao. Ao cung cấp nguồn nước cho

sinh hoạt, tưới tiêu, điều hòa nhiệt độ. Dưới nước nuôi tôm cá, tạo nguồn thực phẩm, làm kinh tế phụ (Thủy, 2013). Bên cạnh hệ thống sông, hồ, ao, giếng nước cổ có vai trò rất quan trọng trong sinh hoạt của người dân, giếng nước Champa không bao giờ cạn và luôn trong, ngọt, kể cả các giếng gần biển hay các vùng nước mặn, (giếng đá ong cổ ở bảo tàng Tây Sơn, giếng ông khói ở Gò Bồi...). Ngoài ra, một số nơi dọc ven biển miền trung giếng còn có một vai trò thiết yếu trong hoạt động thương mại và mậu dịch ở khu vực Đông Nam Á (Danh, 2016).

Một phương thức dẫn thủy nhập điền độc đáo được người dân miền Trung sử dụng đó là bờ xe nước, nguồn gốc kỹ thuật bờ xe nước đầu tiên được dựng ở sông Lai Giang - phủ Hoài Nhơn và được sử dụng nhiều ở khu vực sông Trà Quảng Ngãi (N. T. Quang, 2020) Theo Quách Tấn trong “non nước Bình Định chép” trên sông Lai Giang cứ mỗi đoạn vài trăm thước thì có một bờ cừ ngăn nước để xe đem nước vào ruộng. Mùa đông lụt lội, xe nước được cất dỡ đi, đến mùa hè các bờ xe được lắp lại, nước đầy nhảy cả sông. Ngày xưa việc trị thủy chống hạn được Vua chúa và Bà con nông dân đề cao như chống giặc. Những người có công trong công việc này thường được dân lập Dinh, Miếu thờ cúng muôn đời, nhiều người được Triều đình tôn vinh phong Thần và sắc Tù. Trước đời Nhà Nguyễn, vùng hạ lưu Sông Côn từ Bình Khê đến cửa Thị Nại khoảng hơn 30 km đã có trên 30 đập bồi lớn nhỏ. Hiện nay, vẫn còn dấu tích một số Dinh, Miếu thờ các bậc tiền hiền có công đắp đập khai thông mương máng đưa nước về đồng (Nguyễn Thị Thảo Phương, 2006). Những biện pháp chung, phổ biến hay được đề cập đến là đắp đê bao quanh ngăn mặn, chống lũ lụt, nhưng với những trận lũ lụt lớn thì thường để nước tràn vượt qua đê chia nước cho ngập cả vùng tránh vỡ đê lũ cục bộ. Chống xâm thực, xói lở và hạn chế vỡ đập, người ta thường đắp những con đê, con đập nương theo ngọn gió con nước chạy vòng theo thể đất quanh làng, mục đích là để con đê ấy không cưỡng lại lực tự nhiên khi con lũ mạnh chảy về, nên không nhất thiết phải đắp thẳng. Bao quanh làng, người ta trồng những



Thành Hoàng Đế (ảnh chụp từ vệ tinh).

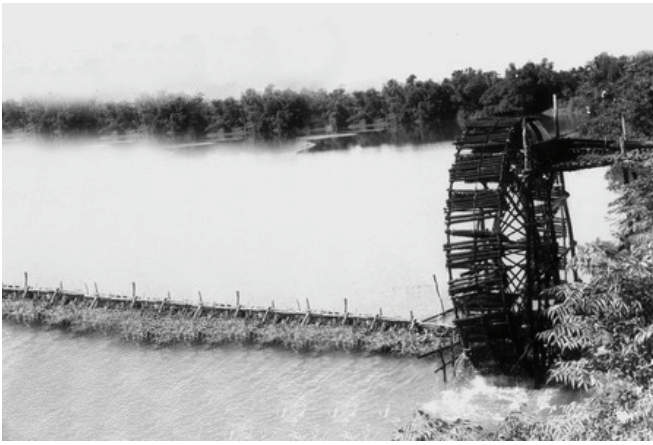
Nguồn (N. T. Quang, 2020)

rặng tre Là Ngà nhiều gai ken dày để chống gió, chống lũ, bảo vệ làng, vừa để làm vật liệu dựng lại nhà khi bị bão lũ làm đổ. Để phòng chống bão, nhà ở của dân thường làm thấp, mái dốc dài, vật liệu nhẹ. Có những vùng, trong nhà, các mộng chốt giữa các kèo, cột giao nhau không chốt cố định để có sự đàn hồi và tháo lắp được dễ dàng. Mỗi lần có bão, người xưa thường để ngọn gió đợt đầu thổi qua, khi gió ngừng thổi mới néo giằng nhà để chống ngọn gió đổi chiều thổi giật lại. Bao quanh làng được trồng nhiều cây xanh, chủ yếu là tre và một vài loại cây khác hợp với thổ nhưỡng ở từng làng để che chắn gió (Hiên, 2009). Sử dụng và quản lý nước trong kiến thức cảnh quan văn hóa sông nước góp phần thiết kế không gian cảnh quan ứng phó và tăng cường khả năng phục hồi sau lũ lụt. Ao, hồ chứa nước thu gom nước mưa từ xung quanh các khu đô thị và sử dụng nước mưa cung cấp cho hoạt động sản xuất nông nghiệp, phục hồi hệ sinh thái ngập nước. Khi đó nước mưa, từng được coi là nguồn gây ngập lụt được quản lý thành một không gian công cộng có tính thẩm mỹ môi trường cho người dân thành phố.

3.3. Văn hóa nhận thức, tổ chức cộng đồng

Giá trị của nước được thể hiện thông qua giá trị nước trong hệ sinh thái, hệ thống văn hóa đặc trưng, Khái niệm giá trị được hiểu là mang lại lợi ích vật chất hoặc ý nghĩa mang tính biểu tượng (Yang, 2019). Nước là vật thể tối cần thiết cho cuộc sống con người. Đối với dân tộc Việt Nam do tính đồng âm trong ngôn từ “nước mang một ý nghĩa tượng trưng cao quý. Khi ta nói non nước có thể hiểu là núi sông, cũng có thể hiểu về quê hương xứ sở - Tổ quốc như: non nước Bình Định” (Tấn, 1967). Giá trị nước trong đời sống văn hóa được đề xuất trong khung thích ứng thể hiện văn hóa sông nước đối với đời sông người dân. Nước được coi trọng như một phần của các hệ thống kinh tế vì nó xem như một nguồn tài nguyên và tham gia vào hoạt động sản xuất cho cuộc sống của con người, cũng như có một giá trị bắt nguồn từ mối quan hệ xã hội của nó với vị trí trong thế giới tự nhiên và văn hóa (Orlove & Caton, 2010). Khi nói đến vai trò của nước giao sư Chu Xuân Diên lưu

ý rằng “Trong mối quan hệ giữa con người với tự nhiên, người Việt phụ thuộc vào tự nhiên, nương nhờ tự nhiên hơn là chiếm lĩnh, làm chủ tự nhiên. Khuynh hướng đó trong ý thức thể hiện thành sự tôn trọng, sự sùng bái tự nhiên, trong hành động thể hiện thành những sự lựa chọn có tính chất thích nghi với tự nhiên, tận dụng sức tự nhiên hơn là chinh phục tự nhiên, dùng sức người thay thế tự nhiên. Trong sinh hoạt thể hiện thành lối sống hòa hợp, hòa mình với tự nhiên, gắn bó với môi trường tự nhiên...” (Diên, 2002). Với địa hình của tỉnh Bình Định như chiếc máng xối chúc đầu từ Tây sang Đông, 70% diện tích trong tỉnh có độ dốc trên 25° (Dương, 2012). Mùa mưa lũ kéo dài từ tháng 9 đến tháng 11 âm lịch, nước tràn xuống chảy xiết như thác đổ, cuốn đi lớp đất màu, theo dòng sông Côn và Hà Thanh đổ vào đầm Thị Nại nhuộm màu trắng đục. Những người có công trong việc ngăn đắp đập bồi, đào vét sông mương đưa nước về đồng ruộng được người sau lập miếu thờ (miếu ông Văn Phong ở xã Tây An, miếu bà Châu Thị Ngọc Mã và bà Trần thị Ngọc Lân ở phường Đập Đá...) Cũng theo gia phả Trần tộc: dưới thời Gia Long (1802 - 1820) việc trị thủy, chống hạn... được quy định trong “yển ước quan bằng” (N. T. Quang, 2020). Đồng thời ở đây thiên nhiên khắc nghiệt, mùa mưa lũ sông nước bắn, mùa khô sông nước cạn và nhiễm mặn thì người dân kỹ thuật đào giếng lấy nước để sống, đáng chú ý đến hệ thống giếng nước ngọt của người Chăm. Kỹ thuật đào giếng và tìm mạch nước tốt, những cái giếng nước ngọt hay nước sạch được xây dựng trên những miền đất khô hanh, hạn hán, vào mùa khô; còn mùa mưa nước bắn do lũ, nước chảy cuốn cuộn đầy mà không thể dùng. Chỉ còn lại những cái giếng tràn trề nước ngon (cách nói của người miền Trung) luôn là nguồn cung cấp nước không chỉ nuôi sống cộng đồng mà còn là của quý giá cho các thương thuyền qua lại trên biển Đông trước đây (Dung, 2002). Nhận thức giá trị văn hóa sông nước giúp mang lại khả năng phục hồi trong quá trình quy hoạch xây dựng đô thị, quản lý và sử dụng nước. Đồng thời tăng cường khả năng phòng chống lũ lụt, xây dựng cộng đồng thích ứng.



*Bờ xe nước trên sông Lại Giang - Bình Định năm 1968
(nguồn: Báo Bình Định (Lưu, 2009))*

3.4. Thách thức và cơ hội vận dụng giá trị cảnh quan văn hóa sông nước trong Quy hoạch xây dựng đô thị

3.4.1. Thách thức

Trong quá trình phát triển đô thị, các yếu tố tự nhiên được nhận thức, khai thác triệt để trong tổ chức không gian cảnh quan đô thị, nhưng không còn là nhân tố con người phải thích ứng, mà bằng giải pháp kỹ thuật con người có thể thay đổi tự nhiên để phù hợp với lợi ích của cộng đồng. Nhờ vào sự phát triển của khoa học kỹ thuật, con người ngày càng có vai trò quyết định trong cải tạo cảnh quan tự nhiên và làm thay đổi cơ cấu tổ chức không gian đô thị. Điều này dẫn đến việc cảnh quan tự nhiên dần mất đi giá trị trong phát triển đô thị.

Toàn cầu hóa đem đến thay đổi đời sống của người dân trong đô thị, làm thay đổi bộ mặt đô thị theo hướng văn minh và hiện đại trong một thế giới phẳng. Tuy nhiên, mặt trái của toàn cầu hóa làm mất đi những nhận diện văn hóa và sự kiện mang tính địa phương, mất đi bản sắc nơi chốn, làm gia tăng thảm họa sinh thái. Trong quy hoạch xây dựng đô thị ở Việt Nam hiện nay, mặc dù vận dụng những lý luận của phương Tây, nhưng vẫn chú trọng kế thừa văn hóa truyền thống dân tộc (Khoa, 2004). Tuy nhiên, với kiểu quy hoạch cấu trúc đô thị kiểu “đập khuôn” và “nhập ngoại” không tính đến các yếu tố bản sắc, vô tình chỉ

“hỗ trợ cho các kiểu tổ chức không gian và loại hình công trình kiến trúc mới mà không tạo được các bộ đỡ cho các yếu tố kiến trúc địa phương phát triển (Hùng, 2017).

Các hoạt động phát triển đô thị bao giờ cũng gây những ảnh hưởng tốt, xấu với mức độ khác nhau đến tài nguyên và môi trường ở một phạm vi không gian và thời gian nhất định. Những khó khăn khi gắn quy hoạch môi trường và quy hoạch đô thị thường gặp là quyền lợi được hưởng về môi trường của các cộng đồng khác nhau, thậm chí là xung đột giữa những người gây ô nhiễm và những người phải gánh chịu ô nhiễm (von Haaren, 2002).

Những thách thức trên cũng là một số vấn đề ứng xử văn hóa môi trường và xã hội, cảnh quan văn hóa trong tổ chức cảnh quan các điểm dân cư hiện nay ở thành phố Quy Nhơn - Bình Định. Mặc dù trong quy hoạch định hướng, mục tiêu đặt ra là xây dựng đô thị nhằm nâng cao chất lượng môi trường sống cho người dân trong đô thị, song dường như các tiêu chí về môi trường đô thị lại rất mờ nhạt (Khoa, 2009). Quy hoạch chỉnh thành phố Quy Nhơn đến năm 2035 đánh giá hiện trạng các số liệu về điều kiện tự nhiên theo các tiêu chí ngành Quy hoạch xây dựng mà chưa vận dụng các công trình nghiên cứu cảnh quan đô thị, văn hóa truyền thống. Trong những trường hợp đặc biệt, khi đối tượng quy hoạch có những điều kiện tự nhiên phức tạp hoặc có giá trị cao, khi có những sự cố thiên tai mới có sự tham gia của các nhà địa lý - địa chất. Trong phân khu chức năng của thành phố, vai trò cấu trúc chức năng tự nhiên được chú trọng trong các vấn đề phát triển nông nghiệp đô thị, tạo lập cảnh quan khu vực ven sông Côn, sông Hà Thanh. Tuy nhiên, yếu tố nước trong định hướng quy hoạch cảnh quan của thành phố vẫn được tiếp cận thuần túy là yếu tố tự nhiên, chưa được khai thác trong tương quan văn hóa ứng xử môi trường tự nhiên. Việc thích ứng với biến đổi khí hậu được trình bày trong đánh giá môi trường chiến lược vẫn mang tính chủ quan, định tính và tách bạch

từng yếu tố, chưa thể hiện đúng cấu trúc của các tổng thể tự nhiên mà đô thị được xây dựng (U. T. B. Định, 2014).

Trong thiết kế đô thị, việc phân vùng cảnh quan dọc sông Hà Thanh, sông Côn được định hướng, đề xuất phát triển hành lang thoát lũ hai bên sông, xây dựng các loại hình giải trí văn hóa bên sông, tạo sự cân bằng giữa không gian ở và không gian du lịch, khả năng tiếp cận, kết nối hệ thống giao thông công cộng, giao thông thủy, đường bộ, đi xe đạp còn hạn chế, cơ hội tiếp cận mặt nước, khai thác tầm nhìn bờ sông còn ít. Kết nối không gian cảnh quan chưa chú trọng kế thừa giá trị văn hóa Sa Huỳnh và văn hóa người Chăm (không gian kiến trúc lịch sử, công trình văn hóa, hoạt động giải trí văn hóa). Bảo vệ môi trường sinh thái trong việc quản lý thẩm thấu nước mưa trong khu vực, giáo dục tự nhiên, phát triển thực vật bản địa còn hạn chế (U. T. B. Định, 2014). Do vậy, trong các phương pháp tiếp cận, phương pháp tiếp cận truyền thống cho đến gần đây chỉ được coi là mang tính địa phương và không phù hợp với các đô thị hiện đại (M. a. partner, 2018). Từ những quan điểm về kế thừa truyền thống, về xây dựng nền kiến trúc hiện đại – dân tộc, với quan điểm của một số KTS nổi tiếng ở nước ngoài (Kenzo Tange, Renzo Piano, Kurokawa), đặt ra những thách thức đối với việc kế thừa giá trị của cảnh quan văn hóa, tạo lập bản sắc văn hóa trong thiết kế đô thị khúc vực hạ lưu sông Côn, sông Hà Thanh của thành phố Quy Nhơn.

3.4.2. Cơ hội

Từ những thách thức trên việc kết hợp cảnh quan văn hóa trong tổ chức cảnh quan có thể xem là nền tảng để chia sẻ kiến thức và xây dựng mối quan hệ giữa người dân địa phương, nhà khoa học và nhà quản lý được hiệu quả tốt hơn. Thông qua đó người dân có thêm kiến thức và nhận thức về môi trường xung quanh được tốt hơn (Escott, Beavis, & Reeves, 2015). Sự suy giảm nguồn tài nguyên nước trong quá trình sử dụng và quản lý nước, ngoài nguyên nhân tự nhiên của tài nguyên nước còn do tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu, hiện tượng El Nino,

và tác động của con người. Một số nguyên nhân chính trong việc khai thác, sử dụng nước tự nhiên chưa hợp lý, quá trình xây dựng và vận hành các công trình hồ chứa thủy lợi, công trình thủy điện, thủy lợi đều gây thay đổi lớn chế độ nguồn nước, mất cân đối tài nguyên nước và nhu cầu sử dụng nước. Khai thác, sử dụng chưa đi đôi với bảo vệ, phòng chống suy thoái, cạn kiệt, ô nhiễm nguồn nước (Huỳnh, 2012). Quy hoạch và xây dựng đô thị thông thường xem nước là nguồn tài nguyên trong việc khai thác, xây dựng và quản lý bởi các chuyên gia, những người điều hành không phải là người trực tiếp sử dụng nguồn tài nguyên. Trong khi các công trình hạ tầng kỹ thuật đang cố gắng kiểm soát tự nhiên, thì kiến thức văn hóa truyền thống thì hướng tới sự hài hòa cân bằng với tự nhiên. Tuy nhiên, tính không chắc chắn là đặc trưng của tất cả các hệ sinh thái và tính không thể đoán trước của các hiểm họa tự nhiên là một phần của cuộc sống. Những nghiên cứu về văn hóa ứng xử môi trường giải pháp tìm kiếm quy luật cân bằng với tự nhiên trong sử dụng nước và giúp bảo vệ tài nguyên nước mặt để tránh lũ tốt hơn thích ứng với môi trường xây dựng đô thị.

Ngoài ra, sự thích ứng trong văn hóa, toàn cầu hóa đã trở thành một thách thức đáng kể đối với việc lồng ghép, khai thác yếu tố nước trong cảnh quan văn hóa vào quá trình quy hoạch đô thị. Các kinh nghiệm ứng phó và kiến thức quản lý nước truyền thống không còn phù hợp với các hệ thống quản lý nước hiện đại (Nguyen & Ross, 2017). Bên cạnh đó khó xác định được người thực hiện và sử dụng thông tin về cảnh quan văn hóa. Tuy nhiên, việc kết hợp giá trị mặt nhận thức của cảnh quan văn hóa thích ứng lũ lụt trong quá trình lập kế hoạch hiện nay có khả năng mang lại giá trị cho người dân địa phương với tư cách là các bên liên quan và đánh giá cao sự tham gia của họ vào quá trình ra quyết định. Sự tham gia tích cực của những người có kiến thức phù hợp có thể giúp cải thiện điều kiện kinh tế - xã hội của người dân địa phương và tạo ra bản sắc với cảnh quan văn hóa phù hợp (Schwann, 2018).

4. KẾT LUẬN

Theo cách phân biệt giới tự nhiên của Phương Tây xem các yếu tố đất, nước là những thực thể riêng biệt (Jackson, 2005). Điều này mâu thuẫn với cách tiếp cận thích ứng của cảnh quan văn hóa là xuất phát từ kinh nghiệm, nhận thức và văn hóa ứng xử của người dân địa phương với môi trường tự nhiên để tạo nên sự cân bằng hài hòa giữa âm dương (Khoa, 2004). Quan điểm này nhấn mạnh triết học Phương Đông, tính tổng thể của cảnh quan văn hóa phải được xem xét dựa trên sự tác động qua lại giữa yếu tố tự nhiên và yếu tố nhân tạo. Do vậy, việc xem thể giới tự nhiên cần xét ở mức độ tổng thể hoặc mối tương quan giữa các yếu tố. Rất khó để phân chia văn hóa ứng xử của cảnh quan văn hóa trong tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan thích ứng theo hệ thống quy luật, tiêu chuẩn hiện có. Việc kế thừa không phải áp đặt máy móc mà là có biến đổi cho phù hợp với cuộc sống hiện tại, hình thành nên sự thống nhất nội dung, hình thức mới trong tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan, bổ xung thêm mà không phải thay thế. Đặc biệt là do sự phát triển kinh tế – kỹ thuật nhiều nội dung quy hoạch xây dựng thay đổi khác hẳn, không thể dùng tiêu chí của những thời kỳ trước đây. Việc kế thừa nhận thức và giải pháp quy hoạch xây dựng đối với cảnh quan văn hóa không phải áp đặt máy móc mà là có biến đổi cho phù hợp với yêu cầu cuộc sống hiện tại, hình thành nên sự thống nhất nội dung, hình thức mới trong quy hoạch xây dựng đô thị. Các bài học kinh nghiệm từ khai thác và sử dụng nước trong cảnh quan văn hóa có thể được thực hành trong thiết kế và quy hoạch đô thị như các chiến lược thích ứng với lũ lụt, cũng như các đề xuất đã được đưa ra để người dân địa phương tham gia, quan điểm về khả năng phục hồi, chẳng hạn như:

- Phát huy những giá trị cảnh quan văn hóa trong thực hành cảnh quan và thiết kế đô thị. Các chiến lược cảnh quan thích ứng của việc sống trên vùng đất cao, xây dựng hệ thống thủy lợi vòng quanh và hệ thống ao hồ chứa nước. Chiến lược này đã đóng một vai trò quan trọng trong việc duy trì khu vực đô thị vùng hạ lưu sông Côn,

sông Hà Thành trước môi trường khắc nghiệt và giúp người dân vượt qua nhiều trận lũ lụt ở miền trung. Quá trình đô thị hóa đang làm mất đi nhiều không gian mặt nước dọc theo các sông, ao, đầm, hồ. Do mất đi các ao hồ trong và xung quanh các thành phố, nước mưa trong mùa mưa một trong nguồn nước lớn có thể được sử dụng để bổ sung nước ngầm bị mất đi.

- Phòng chống hiệu quả và tiếp cận có hệ thống để kiểm soát lũ lụt: Với sự hạn chế về ngân sách và trình độ kỹ thuật, người xưa đã học cách phòng ngừa bằng cách làm bạn với nước và chống lũ lụt, chẳng hạn như xây dựng các đê bao xung quanh khu đô thị, khu vực dễ xói lở, hay trồng tre giữ làng, dọc theo hai bên sông, thay vì đắp đê, đắp đập. Cách phòng lũ lụt này giảm tối thiểu tác động vào tự nhiên, đồng thời đáp ứng nhu cầu của con người. Việc áp dụng cách tiếp cận của người trong việc xây dựng một hệ thống liên kết tích hợp kiểm soát lũ lụt với giải quyết nước mưa bão, bằng cách giảm dòng chảy của nước và giữ nước thông qua thiết kế cảnh quan văn hóa.

- Quy hoạch cảnh quan văn hóa gắn liền quy hoạch hạ tầng xanh. Quy hoạch hạ tầng xanh cũng cần đảm bảo các nguyên tắc của quy hoạch không gian xanh, đặc biệt là xây dựng hệ thống mà mọi người dân đều có quyền tiếp cận bình đẳng và phát triển không gian cảnh quan xanh càng ít làm tổn hại đến hệ sinh thái tự nhiên càng tốt. Không gian xanh có thể được quy hoạch theo cách tiếp cận sáng tạo hoặc tiếp cận đơn giản là không gian gắn với thiên nhiên. Quản lý quy hoạch cần xây dựng và kiểm soát mạng lưới các hệ sinh thái cho từng khu vực đô thị, nhằm phân tích rõ sự tương tác trong phát triển cảnh quan. Trong việc quy hoạch và cải tạo các đô thị theo hướng kết hợp giữa các yếu tố sinh thái, kinh tế và văn hóa truyền thống, cơ sở hạ tầng xanh. Cơ sở hạ tầng xanh này sẽ trở thành khuôn khổ của tăng trưởng đô thị và cung cấp thêm dịch vụ sinh thái (P. V. Quang, 2020). Các hệ thống nước nhân tạo được tạo ra ở lưu vực sông Côn, sông Hà Thanh thích ứng với lũ lụt và ngập úng với đa chức năng bao gồm: giảm lũ lụt, tưới tiêu, sản xuất, địa điểm ngắm cảnh, giải trí và sinh hoạt

văn hóa nghệ thuật. Về quản lý quy hoạch, ngoài tính định hướng, việc phân cấp hệ thống quản lý để thúc đẩy quyền tự chủ là điều kiện tiên quyết để thực hiện.

Cần chú ý đến kế thừa truyền thống tốt đẹp của địa phương trong việc phòng chống thiên tai thông qua xây dựng cộng đồng thích ứng, nâng cao nhận thức của cộng đồng đối với môi trường tự nhiên, môi trường xã hội. Trong bối cảnh suy thoái môi trường ngày nay trên toàn cầu, đặc biệt là trong bối cảnh của các nước đang phát triển, khung phân tích trên có thể hữu ích để khám phá kiến thức văn hóa, các giá trị nhận thức của người dân địa phương đối với môi trường. Hướng tiếp cận này cũng giúp các nhà quy hoạch đô thị, các nhà nghiên cứu khoa học và nhà thiết kế cảnh quan có thể cải thiện quản lý nước, xây dựng khả năng chống lũ lụt ở các khu vực đô thị và phát huy những giá trị bản sắc của các đô thị.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Antrop, M. (2005) Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*, 70(1), 21-34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.002>.
- [2] Ayeni, A. a. p. (2014) Adaptation to water stress in nigeria derived savanna area: the indigenous knowledge and socio-cultural nexus of management and humanitarian services. 15(3), 78.
- [3] Bhattacharya, S. (2015). Traditional water harvesting structures and sustainable water management in India: A socio-hydrological review. *International Letters of Natural Sciences*, 37.
- [4] Brown, S (2018). World Heritage and Cultural Landscapes: An Account of the 1992 La Petite Pierre Meeting. *Heritage & Society*, 11(1), 19-43. doi:10.1080/2159032X.2019.1631616.
- [5] Bwambale, B., Muhumuza, M., & Nyeko, M (2018). Traditional ecological knowledge and flood risk management : a preliminary case study of the Rwenzori. 10(1), 1-10. doi:doi:10.4102/jamba.v10i1.536.
- [6] Chen, C. a. p. (2014). Restoration design for Three Gorges Reservoir shorelands, combining Chinese traditional agro-ecological knowledge with landscape ecological analysis. *Ecological Engineering*, 71, 584-597.
- [7] Chi, V. K., Hang, N. T. T., HoA, D. T. B., XUAN, N. H., HA, T. T., & TRANG, N. T. T (2015). Coastal urban climate resilience planning in Quy Nhon, Vietnam: International Institute for Environment and Development.
- [8] Đăng, N. N (2018). Phương án phòng chống lũ lụt vùng hạ du hồ chứa nước Bình Định. Ban Quản lý Đầu tư và Xây dựng Thủy lợi 6 (Bộ NN và PTNT).
- [9] Danh, Đ. T (2016). Bước đầu tìm hiểu về hệ thống giếng cổ Champa. *Di sản văn hóa vật thể*, 3.
- [10] Dean, A. J., and partner (2016). Community knowledge about water: who has better knowledge and is this associated with water-related behaviors and support for water-related policies? *journal.pone*. 0159063, 11(7), e0159063.
- [11] Diên, C. X (2002). Cơ sở văn hóa Việt Nam. Nhà xuất bản ĐHQG TPHCM.
- [12] Định, S. N. n. v. P. t. n. t. B (Producer) (2020). Quy hoạch phát triển ngành Trồng trọt tỉnh Bình Định đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030.
- [13] Định, U. T. B (2014). Điều chỉnh Quy hoạch chung thành phố Quy Nhơn và vùng phụ cận đến năm 2035, tầm nhìn đến năm 2050.
- [14] Đỗ Hậu, N. Q. T. (2004). Mô hình và giải pháp Quy hoạch kiến trúc các vùng sinh thái đặc trưng ở Việt Nam.
- [15] Dung, L. T. M (2002). Về những hệ thủy ở miền Trung Việt Nam. *Tạp chí Khoa học ĐHQG Hà Nội*, 3.
- [16] Dương, S. x. d. t. B (2012). Điều chỉnh quy hoạch chung xây dựng đô thị Thủ Dầu Một đến năm 2020. Ủy ban nhân dân tỉnh Bình Dương.
- [17] Ellis, S. C (2005). Meaningful Consideration? A Review of Traditional Knowledge in Environmental Decision Making. *Arctic*, 58(1), 66-77.
- [18] Escott, H., Beavis, S., & Reeves, A (2015). Incentives and constraints to Indigenous engagement in water management. *Land Use Policy*, 49, 382-393. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.003>.
- [19] Gautam, D (2014). Water management through indigenous knowledge: A case of historic settlement of Bhaktapur City, Nepal: Anchor Academic Publishing (aap_verlag).
- [20] Gómez-Baggethun, E., & Reyes-García, V. (2013). Reinterpreting Change in Traditional

- Ecological Knowledge. *Human Ecology*, 41(4), 643-647. doi:10.1007/s10745-013-9577-9.
- [21] Hiên, T. t. H. (2009). Tai biến tự nhiên và khắc phục của nhà Nguyễn ở nửa đầu thế kỉ XIX. Đại học quốc gia Hà nội- Trường Đại học Khoa học xã hội và Nhân văn.
- [22] Hiwasaki, L., Luna, E., Syamsidik, & Shaw, R (2014). Process for integrating local and indigenous knowledge with science for hydro-meteorological disaster risk reduction and climate change adaptation in coastal and small island communities. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 10, 15-27. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2014.07.007.
- [23] Houde, N (2007). The Six Faces of Traditional Ecological Knowledge Challenges and Opportunities for Canadian Co-Management Arrangements. *Ecology and Society*, 12(2).
- [24] Hùng, N. C (Producer) - (2017, 9/8/2021). Phát huy giá trị bản sắc kiến trúc từ quy hoạch đô thị.
- [25] Huỳnh, L. B (Producer) - (2012). Những vấn đề cấp bách cần giải quyết trước thực trạng suy giảm nghiêm trọng nguồn nước ở hạ lưu các lưu vực sông.
- [26] Jackson, S (2005). Indigenous Values and Water Resource Management: A Case Study from the Northern Territory. *Australasian Journal of Environmental Management*, 12(3), 136-146. doi:10.1080/14486563.2005.9725084.
- [27] Jalilov, S.-M., Kefi, M., Kumar, P., Masago, Y., & Mishra, B. K. (2018). Sustainable Urban Water Management: Application for Integrated Assessment in Southeast Asia. *Sustainability*, 10(1), 122.
- [28] Khoa, D. Q (2004). Kế thừa một số giá trị cảnh quan đô thị truyền thống trong Quy hoạch xây dựng đô thị Việt Nam. Trường đại học Kiến trúc Hà Nội.
- [29] Khoa, D. Q (2009). Cơ sở cảnh quan học của khai thác yếu tố tự nhiên trong quy hoạch xây dựng đô thị. Trường đại học Kiến Trúc Hà Nội.
- [30] Kim, E.-J. A., Asghar, A., & Jordan, S. (2017). A Critical Review of Traditional Ecological Knowledge (TEK) in Science Education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(4), 258-270. doi:10.1080/14926156.2017.1380866.
- [31] Leonard, S., Parsons, M., Olawsky, K., & Kofod, F (2013). The role of culture and traditional knowledge in climate change adaptation: Insights from East Kimberley, Australia. *Global Environmental Change*, 23(3), 623-632. doi:https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.012.
- [32] Liao, K.-H (2012). A Theory on Urban Resilience to Floods—A Basis for Alternative Planning Practices. *Ecology and Society*, 17(4). doi:10.5751/ES-05231-170448.
- [33] Liao, K.-H., Le, T. A., & Nguyen, K. V (2016). Urban design principles for flood resilience: Learning from the ecological wisdom of living with floods in the Vietnamese Mekong Delta. *Landscape and Urban Planning*, 155, 69-78. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.01.014.
- [34] Liêm, N. P (2011). Văn hóa Làng Gò Bồi. Nhà xuất bản Lao động.
- [35] Lưu, V (Producer) - (2009, 01/08/2021). Ai về thăm sông Lại.
- [36] Martin, J. F. a. p. (2010). Traditional Ecological Knowledge (TEK): Ideas, inspiration, and designs for ecological engineering. *Ecological Engineering*, 36(7), 839-849. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.04.001.
- [37] Mavhura, E., Manyena, S. B., Collins, A. E., & Manatsa, D (2013). Indigenous knowledge, coping strategies and resilience to floods in Muzarabani, Zimbabwe. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 5, 38-48. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2013.07.001
- [38] Mercer, J. a. p (2010). Framework for integrating indigenous and scientific knowledge for disaster risk reduction. *Journal compilation © Overseas Development Institute*, 2009, 34(1), 214-239. doi:https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2009.01126.x.
- [39] Nguyen, T. H., & Ross, A. J. W. A. (2017). Barriers and Opportunities for the Involvement of Indigenous Knowledge in Water Resources Management in the Gam River Basin in North-East Vietnam. *Water Alternatives*, 10(1).
- [40] Nguyễn Thị Thảo Phương, P. T. T. H (2006). Vấn đề khai thác và sử dụng nước trong lưu vực sông Kone.
- [41] Orlove, B., & Caton, S. C (2010). Water Sustainability: Anthropological Approaches and Prospects. 39(1), 401-415. doi:10.1146/annurev.anthro.012809.105045.
- [42] partner, M. a (2018). Sociotechnical imaginaries of urban development: Social movements around

“traditional” water infrastructure in the Kathmandu Valley. *Urban Geography*, 39(5), 763-782.

[43] partner, R. A. a (2021). Traditional water knowledge: challenges and opportunities to build resilience to urban floods.

[44] Quang, N. T (2020). Hoài Nhơn - Quy Nhơn - Bình Định đất và người khảo cứu.

[45] Quang, P. V (2020). Quy hoạch cơ sở hạ tầng xanh trong quản lý cảnh quan đô thị khu vực miền Đông Nam Bộ, Trường Đại học Thủ Dầu Một, Trung Tâm Nghiên cứu Đô thị và Phát triển, Viện Quy hoạch Phát Đô thị và Nông thôn Quốc gia đồng tổ chức.

[46] Schwann, A (2018). Ecological wisdom: Reclaiming the cultural landscape of the Okanagan Valley. *Journal of Urban Management*, 7(3), 172-180. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.05.004>.

[47] Shannon, K (2013). Eco-engineering for Water: From Soft to Hard and Back. In S. T. A. Pickett, M. L. Cadenasso, & B. McGrath (Eds.), *Resilience in Ecology and Urban Design: Linking Theory and Practice for Sustainable Cities* (pp. 163-182). Dordrecht: Springer Netherlands.

[47] Sự, V. T. v. c (2014). Đúc kết kinh nghiệm và tri thức bản địa của cộng đồng người dân miền trung Việt Nam trong việc phòng, tránh một số loại hình thiên tai Tạp chí khí tượng thủy văn.

[48] Tấn, Q (1967). Non nước Bình Định.

[49] Taylor, K., & Altenburg, K. (2006). Cultural Landscapes in Asia - Pacific: Potential for Filling World Heritage Gaps. *International Journal of Heritage Studies*, 12(3), 267-282. doi:10.1080/13527250600604555.

[50] Thaitakoo, D., McGrath, B., Srithanyarat, S., & Palopakon, Y (2013). Bangkok: The Ecology and Design of an Aqua-City. In S. T. A. Pickett, M. L. Cadenasso, & B. McGrath (Eds.), *Resilience in Ecology and Urban Design: Linking Theory and Practice for Sustainable Cities* (pp. 427-442). Dordrecht: Springer Netherlands.

[51] Thủy, V. T. T (2013). Văn hóa ứng xử với thiên nhiên qua không gian ở của người Việt. (Tiền sử), Đại học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh, trường Đại học Khoa học xã hội và nhân văn.

[52] Usher, P. J (2000). Traditional Ecological Knowledge in Environmental Assessment and Management. *Arctic*, 53(2), 183-193.

[53] von Haaren, C. (2002). Landscape planning facing the challenge of the development of cultural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 60(2), 73-80. doi:[https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00060-9](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00060-9).

[54] Yang, B. Y., Robert Fredrick (2019). *Ecological wisdom*: Springer.

PHÂN TÍCH SỰ LÀM VIỆC CỦA VỎ HẦM HAI LỚP

THE DOUBLE - LAYER TUNNEL IS OPERATION IS EXAMINED

Nguyễn Ngọc Huệ, Lê Minh Quang, Nguyễn Quang Quý

ABSTRACT:

Building a calculation diagram and algorithm for calculating the assembled type double-layer tunnel shell - the entire block, survey results of the influence of the degree of assembly and the pressure coefficient on the internal forces in the layers of the double-layer tunnel; Conclusions and recommendations.

KEYWORDS: “*assembled type double-layer tunnel shell*”; “*assembly level*”; “*internal forces in the layer*”.

TÓM TẮT:

Xây dựng sơ đồ tính và thuật toán tính vỏ hầm hai lớp loại gồm lớp vỏ lắp ghép và lớp vỏ bê tông cốt thép đổ toàn khối, kết quả khảo sát ảnh hưởng của mức độ lắp ghép và hệ số áp lực hông đến nội lực trong các lớp của vỏ hầm hai lớp; Các kết luận và kiến nghị.

TỪ KHÓA: “*vỏ hầm hai lớp lắp ghép*”; “*mức độ lắp ghép*”; “*nội lực trong các lớp*”.

Nguyễn Ngọc Huệ

Lecturer, Faculty of Architecture, Thu Dau Mot University. 6 Tran Van On Street, Ward Phu Hoa, Thu Dau Mot City, Binh Duong Province.

Email: huenn@tdmu.edu.vn

Tel : 0918.233985

Lê Minh Quang

Lecturer, Faculty of Architecture, Thu Dau Mot University. 6 Tran Van On Street, Ward Phu Hoa, Thu Dau Mot City, Binh Duong Province.

Email: quanglm@tdmu.edu.vn

Tel : 0915.520415

Nguyễn Quang Quý

Lecturer, Faculty of Construction, Military Engineering College. 220B Bach Dang Street, Ward Phu Cuong, Thu Dau Mot City, Binh Duong Province.

Email: Quysqcb1@gmail.com

Tel : 0973.375779

1. ĐẶT VẤN ĐỀ - INTRODUCTION

Xây dựng các công trình ngầm trong những điều kiện địa chất và địa chất thủy văn phức tạp như trong các thành phố lớn của nước ta, áp lực đất đá tác dụng lên vỏ và chuyển dịch của đất đá sẽ là lớn. Trong và sau khi thi công đào các công trình ngầm, môi trường đất đá xung quanh công trình có thể ổn định lâu dài hay không ổn định ở các mức độ khác nhau. Nếu dưới các tác động khác nhau, môi trường đất đá vẫn ổn định theo yêu cầu về thời gian, khoảng trống có thể được sử dụng mà không cần có biện pháp bảo vệ nào cả. Ngược lại nếu môi trường đất đá mất ổn định (xuất hiện các hiện tượng tróc vỡ, sập lở cũng như biến dạng, dịch chuyển đủ lớn), cần thiết phải áp dụng các biện pháp kỹ thuật để có thể sử dụng khoảng trống bình thường theo yêu cầu. Các biện pháp kỹ thuật đó được gọi là các biện pháp bảo vệ và chống giữ công trình ngầm.

Để làm việc tốt trong môi trường đất đá khác nhau và mang tính hợp lý cao thì kết cấu vỏ hầm thường được cấu tạo bởi nhiều lớp vật liệu và các lớp vật liệu đó được liên kết với nhau. Kết cấu vỏ hầm nhiều lớp thường có các loại như sau:

- Kết cấu loại 1: gồm có neo (có thể là neo thép, cáp, neo bê tông cốt thép) và bê tông phun. Loại kết cấu này thường được sử dụng ở những nơi đất đá cứng. Nó đảm bảo có độ bền, độ tin cậy cao, kinh tế và dễ thi công.

- Kết cấu loại 2: gồm lớp vỏ lắp ghép bằng bê tông và bê tông cốt thép nguyên khối, loại này phù hợp hơn cả trong trường hợp tải trọng phân bố không đều.

- Kết cấu loại 3: gồm có 3 lớp bên trong là gang, bên ngoài là bê tông cốt thép toàn khối, lớp giữa là lớp chống thấm. Thường được sử dụng trong những điều kiện địa chất phức tạp, chịu áp lực nước và áp lực đất đá lớn.

- Kết cấu loại 4: gồm có vỏ thép bên ngoài, giữa bê tông, trong vỏ thép, trong cùng là lớp bê tông tăng cường. Thường sử dụng trong những điều kiện địa chất phức tạp và chịu áp lực lớn. Khi bố trí giữa các lớp trong và ngoài bằng các lớp dẻo như Bitum thì lớp bên ngoài và lớp bên trong có

thể trượt, nên lớp bên trong không có liên kết cứng với đất đá nhờ vậy mà khi làm khô hoặc khi đào bóc tách đất đá kết cấu vỏ vẫn giữ được khả năng chịu lực của nó.

Trường hợp công trình ngầm qua sông hay xây dựng ở vùng có nước ngầm nhiều thì vỏ hầm hợp lý hơn cả sẽ là vỏ hầm cấu thành gồm một vỏ lắp ghép kết hợp với vỏ bê tông cốt thép nguyên khối với chức năng chịu lực và chống thấm trong quá trình thi công (chống tạm) cũng như trong khai thác. Công trình ngầm có cấu tạo hai lớp phù hợp với địa hình địa chất và điều kiện địa chất thủy văn của khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

Các phương pháp tính toán hiện hành chưa có thể đánh giá hết các đặc điểm cấu tạo đó. Dưới đây sẽ xây dựng phương pháp tính vỏ hai lớp nhằm khảo sát các đặc điểm như đã nêu trên.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT: THEORETICAL BASIS

Sơ đồ tính:

Tải trọng tác dụng lên lớp kết cấu vỏ hầm gồm: tải trọng pháp tuyến p và tải trọng tiếp tuyến q .

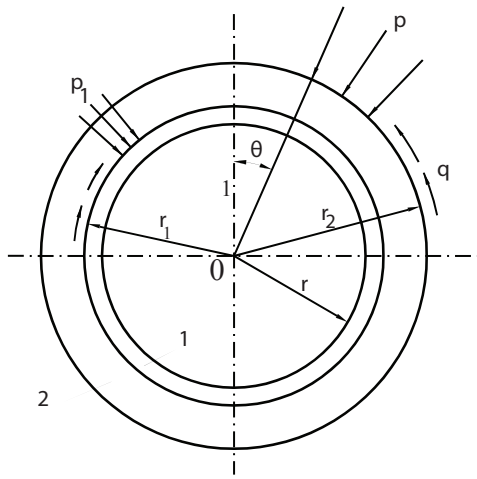
Xét kết cấu gồm 2 lớp trụ tròn liên kết với nhau. Độ bền của kết cấu vỏ hai lớp xác định trước hết bởi lớp trong, điều kiện làm việc của nó là bất lợi nhất vì mặt trong của vỏ không có thành phần ứng suất hướng tâm, vì vậy tại đây vật liệu làm việc chịu nén đơn hướng (theo thuyết bền Morh) và nó sẽ bị phá hỏng đầu tiên. Còn với vỏ ngoài vật liệu chịu nén thể tích, độ bền của nó cao hơn nhiều, ngoài ra ngay cả biến dạng phi đàn hồi của vỏ ngoài còn xa mới dẫn đến phá hỏng kết cấu vỏ hầm về tổng thể.

Tải trọng tính toán chọn dạng bất lợi nhất cho lớp vỏ ngoài của [2]:

$$\left. \begin{aligned} p &= p_0 + p_2 \cos 2\theta; \\ q &= q_2 \sin 2\theta \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Tải trọng tính toán tác dụng lên lớp vỏ hầm thứ 2:

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= p'_0 + p'_2 \cos 2\theta; \\ q_1 &= q'_2 \sin 2\theta; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$



Hình 1: Phân tích sơ đồ tính

Các giá trị p'_0 ; p'_2 tìm từ điều kiện bằng nhau của các chuyển vị của các vành trung gian tại các tiết diện theo đường kính lớp vỏ bên trong và lớp vỏ ngoài.

$$p'_0 = p_0 \frac{r}{r_1} - \frac{1}{1 + \frac{a_1}{a} m_{LG}} \quad (3)$$

$$p'_2 = \frac{\left(\frac{r}{r_1} [(2p_2 - q_2) + c(p_2 - 2q_2)] + q_2 \left[\left(1 + \frac{b_1}{b} m_{LG} \right) + 2 \left(c + c_1 \frac{b_1}{b} m_{LG} \right) \right] \right)}{2 \left(1 + \frac{b_1}{b} m_{LG} \right) + \left(c + c_1 \frac{b_1}{b} m_{LG} \right)} \quad (4)$$

Trong đó:

$$a = \frac{r_1}{E_1 F_1}; b = \frac{r_1^3}{18 E_1 F_1}; c = \frac{2 J_1}{E_1 r_1^2};$$

$$a_1 = \frac{r_2}{E_2 F_2}; b_1 = \frac{r_2^3}{E_2 F_2}; c_1 = \frac{2 J_2}{E_2 r_2^2};$$

Trong các công thức trên:

r - bán kính sử dụng của công trình hầm, m;

r_1 - bán kính của lớp vỏ thứ nhất, m;

r_2 - bán kính của lớp vỏ thứ hai, m;

M_1 - mô đun đàn hồi của lớp vỏ thứ nhất;

M_2 - mô đun đàn hồi của lớp vỏ thứ hai;

F_1 - diện tích mặt cắt của lớp vỏ thứ nhất, m²;

F_2 - diện tích mặt cắt của lớp vỏ thứ hai, m².

Trong công thức (3), (4) đưa vào hệ số m_{LG} được xác định như là tỷ số của các chuyển vị hướng tâm của lớp vỏ lắp ghép u_{LG} và lớp vỏ

nguyên khối u_{TK} và cho phép tính toán yếu tố lắp ghép của các lớp đơn.

m_{LG} - tỷ số giữa chuyển vị hướng tâm của lớp vỏ lắp ghép u_{LG} với lớp vỏ bê tông cốt thép nguyên khối u_{TK} ;

$$m_{LG} = \frac{u_{LG}}{u_{TK}}$$

Khi tính toán thiết kế và thi công chúng ta cần lưu ý tính toán các khối lắp ghép sao cho hợp lý. Đối với vỏ hầm hình tròn trên mỗi đoạn vỏ hầm rộng khoảng 100 cm, vỏ hầm có thể chia thành nhiều khối hình chữ nhật cong là những bản đặc hay bản có sườn. Kích thước bản tùy thuộc vào kích thước tiết diện và phương tiện thi công. Trong các khối lắp ghép, đều có bố trí lỗ để sau này dùng bơm cao áp bơm vữa ra sau vỏ hầm.

Từ (3) và (4) có thể tìm được giá trị giới hạn khi mất tính liên tục trên mặt tiếp xúc tức là những trường hợp thường gặp trong thực tế:

$$p'_2 = p_2 \frac{r}{r_1} \frac{1}{1 + m_{LG} \frac{b_1}{b} \cdot \frac{2 + c_1}{2 + c}} \quad (5)$$

Biểu thức (3) vẫn còn lại như cũ;

Khi khảo sát ảnh hưởng của hệ số áp lực hông chúng ta xác định áp lực thẳng đứng như trường hợp trên. Còn áp lực ngang tác dụng lên vỏ công trình ngầm: $Q_n = m_Q Q_v$.

Từ các giá trị ứng suất tiếp xúc, có thể tính toán nội lực trong vỏ nhiều lớp theo các công thức sau:

$$M_1 = \frac{1}{6} r_1 \left[(p_2 r - p'_2 r_1) 2 - (q_2 r - q'_2 r_1) \right] \cos 2\theta; \quad (6)$$

$$N_1 = r p_0 - r_1 p'_0 - \frac{1}{3} \left[(p_2 r - p'_2 r_1) - 2(q_2 r - q'_2 r_1) \right] \cos 2\theta;$$

$$M_2 = \frac{r_1 r_2}{6} (2 p'_2 - q'_2) \cos 2\theta; \quad (7)$$

$$N_2 = r_1 \left(p'_0 - \frac{p'_2 - 2 q'_2}{3} \cos 2\theta \right)$$

Mối liên hệ trên nhận được từ việc nghiên cứu làm việc của lớp vỏ như các vòng đàn hồi. Trong thực tế, các lớp riêng của lớp vỏ kết cấu có thể thực hiện từ các thành phần lắp ghép. Trong trường hợp khi kết cấu được tạo thành từ

các thành phần lắp ghép với liên kết chịu kéo trong các vị trí nối ghép hoặc không có. Mỗi nối ghép của các thành phần của lớp vỏ này không phải là cứng tuyệt đối tại vì có thể mở được các vị trí nối ghép.

3. CÁC KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

1. Khảo sát ảnh hưởng của mức độ lắp ghép m_{LG} đến nội lực trong các lớp của công trình ngầm hai lớp.

Kết quả tính toán cho công trình ngầm hai lớp với: (Thứ nguyên chiều dài là m, Lực là T).

- Tải trọng đứng: $Q_v = 4$ T; Tải trọng ngang $Q_n = 2$ T;
- Chiều dày lớp vỏ ngoài $d_1 = 0.30$ (m); Chiều dày lớp vỏ trong $d_2 = 0.30$ (m);
- Bán kính hầm tính toán $R_{TT2} = 4.15$ (m); $R_{TT1} = 4.45$ (m);
- Mô đun đàn hồi $E_1 = 265.10^4$ MPa; $E_2 = 200.10^4$ MPa.

Bảng 1. Kết quả tính toán mômen và lực dọc

Tại $\varphi = 0^\circ$

	Hệ số m_{LG}									
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
M_1	1.1912	1.3360	1.4631	1.5754	1.6755	1.7653	1.8461	1.9194	1.9861	2.0471
N_1	2.5402	2.3190	2.1269	1.9584	1.8094	1.6767	1.5578	1.4506	1.3535	1.2651
M_2	2.0708	1.9357	1.8172	1.7124	1.6191	1.5354	1.4600	1.3916	1.3294	1.2725
N_2	12.7932	13.0143	13.2065	13.3750	13.5240	13.6567	13.7756	13.8828	13.9799	14.0682

Tại $\varphi = 45^\circ$

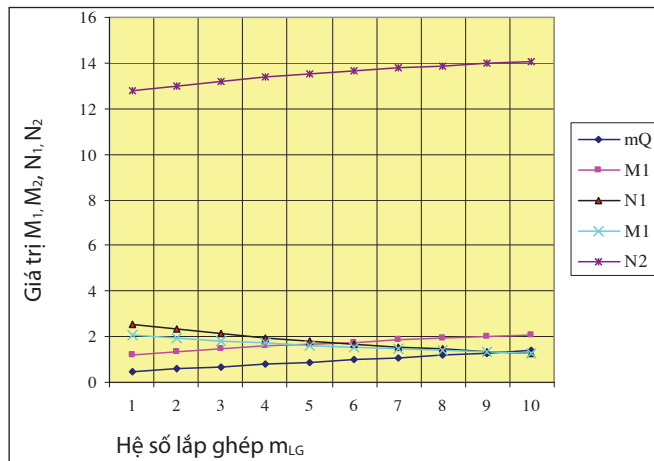
	Hệ số m_{LG}									
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
M_1	0.8427	0.9451	1.0350	1.1145	1.1853	1.2487	1.3059	1.3578	1.4050	1.4481
N_1	2.4817	2.2605	2.0684	1.8998	1.7508	1.6181	1.4992	1.3921	1.2950	1.2066
M_2	1.4648	1.3693	1.2855	1.2114	1.1453	1.0861	1.0328	0.9844	0.9404	0.9002
N_2	12.3100	12.5217	12.7055	12.8666	13.0090	13.1358	13.2494	13.3518	13.4445	13.5288

Tại $\varphi = 90^\circ$

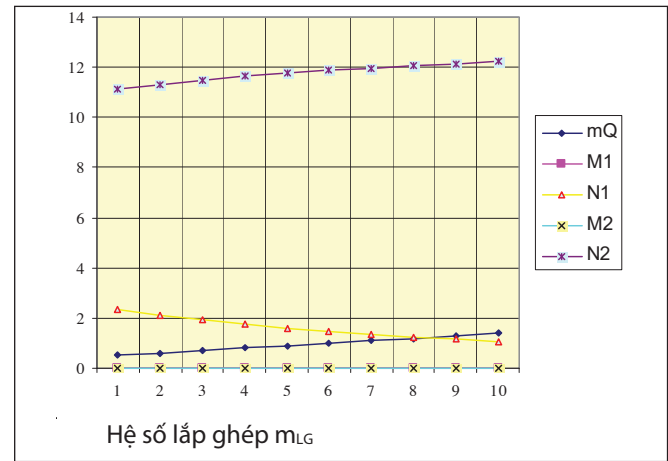
	Hệ số m_{LG}									
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
M_1	0.0009	0.0011	0.0012	0.0013	0.0013	0.0014	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016
N_1	2.3403	2.1192	1.9270	1.7585	1.6095	1.4768	1.3579	1.2507	1.1536	1.0653
M_2	0.0016	0.0015	0.0014	0.0014	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0010
N_2	11.1434	11.3321	11.4957	11.6390	11.7655	11.8781	11.9788	12.0695	12.1517	12.2263

M_1, M_2 - mô men trong lớp vỏ thứ nhất và thứ hai (T.m);

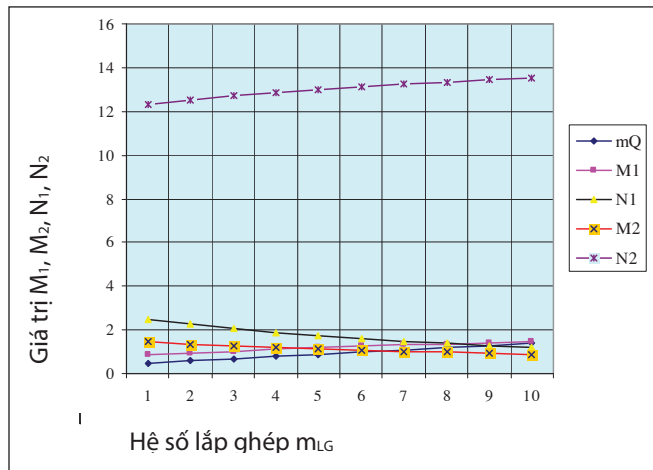
N_1, N_2 - lực dọc trong lớp vỏ thứ nhất và thứ hai, (T).



Hình 2: Ảnh hưởng của hệ số mức độ lắp ghép m_{LG} đến mômen và lực dọc trong hai lớp của vỏ tại $\theta = 0^\circ$ (Tại đỉnh)



Hình 3: Ảnh hưởng của hệ số mức độ lắp ghép m_{LG} đến mômen và lực dọc trong hai lớp của vỏ tại $\theta = 45^\circ$ và $\theta = 90^\circ$ (Tại hông) (tiếp theo)



Hình 3: Ảnh hưởng của hệ số mức độ lắp ghép m_{LG} đến mômen và lực dọc trong hai lớp của vỏ tại $\theta = 45^\circ$ và $\theta = 90^\circ$ (Tại hông)

2. Khảo sát ảnh hưởng của hệ số áp lực hông m_Q đến giá trị nội lực trong các lớp của công trình ngầm hai lớp với:

Trong trường hợp này ta xét tải trọng ngang tác dụng lên kết cấu vỏ hầm:

- Tải trọng đứng: $Q_v = 4$; Tải trọng ngang $Q_h = m_Q \cdot Q_v$;

- Chiều dày lớp vỏ ngoài $d_1 = 0.30$ (m); Chiều dày lớp vỏ trong $d_2 = 0.30$ (m).

- Bán kính hầm tính toán $R_{TT2} = 4.15$ (m); $R_{TT1} = 4.45$ (m).

- Mô đun đàn hồi: $E_1 = 2,65 \cdot 10^4$ MPa; $E_2 = 2,00 \cdot 10^4$ MPa.

Bảng 2. Kết quả tính toán mômen và lực dọc (tính cho trường hợp $m_{LG} = 0,50$)

Tại $\theta = 0^\circ$

m_Q	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
M_1	2.1442	1.9060	1.6677	1.4295	1.1912
N_1	2.4460	2.4696	2.4931	2.5166	2.5402
M_2	3.7274	3.3132	2.8991	2.4849	2.0708
N_2	10.4340	11.0238	11.6136	12.2034	12.7932

Bảng 2. (Tiếp theo)Tại $\theta = 45^\circ$

m_Q	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
M_1	1.5168	1.3482	1.1797	1.0112	0.8427
N_1	2.3407	2.3759	2.4112	2.4464	2.4817
M_2	2.6367	2.3437	2.0508	1.7578	1.4648
N_2	9.5644	10.2508	10.9372	11.6236	12.3100

Tại $\theta = 90^\circ$

m_Q	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
M_1	0.0017	0.0015	0.0013	0.0011	0.0009
N_1	2.0863	2.1498	2.2133	2.2768	2.3403
M_2	0.0030	0.0026	0.0023	0.0020	0.0016
N_2	7.4645	8.3842	9.3040	10.2237	11.1434

Bảng 3. Kết quả tính toán mômen và lực dọc (tính cho trường hợp $m_{LG} = 0,90$)Tại $\theta = 0^\circ$

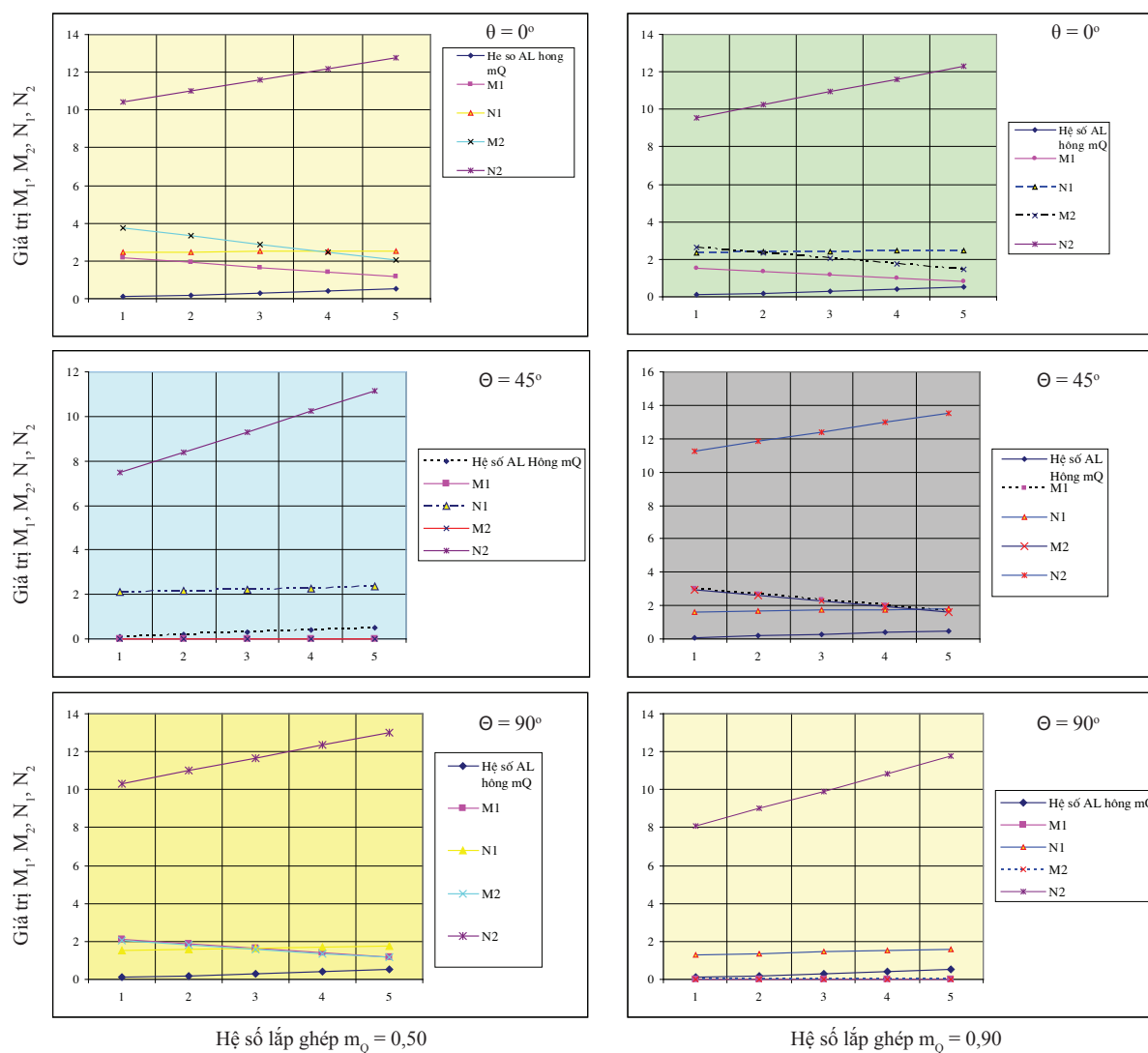
m_Q	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
M_1	3.0160	2.6809	2.3457	2.0106	1.6755
N_1	1.6281	1.6734	1.7187	1.7641	1.8094
M_2	2.9144	2.5905	2.2667	1.9429	1.6191
N_2	11.2519	11.8199	12.3879	12.9559	13.5240

Tại $\theta = 45^\circ$

m_Q	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
M_1	2.1335	1.8964	1.6594	1.4223	1.1853
N_1	1.5228	1.5798	1.6368	1.6938	1.7508
M_2	2.0616	1.8325	1.6035	1.3744	1.1453
N_2	10.3249	10.9960	11.6670	12.3380	13.0090

Tại $\theta = 90^\circ$

m_Q	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
M_1	0.0024	0.0021	0.0019	0.0016	0.0013
N_1	1.2684	1.3537	1.4390	1.5242	1.6095
M_2	0.0023	0.0021	0.0018	0.0015	0.0013
N_2	8.0866	9.0064	9.9261	10.8458	11.7655

Trường hợp hệ số áp lực hông $m_Q = 0,50$ Trường hợp hệ số áp lực hông $m_Q = 0,90$ **Hình 4:** Ảnh hưởng của hệ số áp lực hông m_Q đến mômen và lực dọc trong hai lớp của vỏ tại góc φ

4. KẾT LUẬN - CONCLUSIONS

Nghiên cứu tính toán áp lực đất đá tác dụng lên vỏ hầm nhiều lớp để xác định nội lực xuất hiện trong vỏ hầm với kết cấu vỏ hầm 2 lớp trong đó có lớp vỏ lấp ghép chúng tôi rút ra một số vấn đề:

1. Các giá trị nội lực tại các vị trí $\varphi = 0^\circ, 45^\circ$ và 90° có giá trị ổn định nằm trong khoảng có hoành độ 6 - 8 tương ứng với $m_{LG} = 0,9 - 1,0$ tức là chuyển vị của hai lớp là tương đương sẽ cho nội lực hợp lý (Bảng 1; Hình 2, 3).

2. Trong cùng những điều kiện, hệ số lấp ghép ít ảnh hưởng tới quy luật thay đổi của nội lực theo hệ số áp lực hông, từ Bảng 2, 3 và Hình vẽ 4 có thể thấy vỏ nhiều lớp phù hợp hơn cả trong

đất đá yếu có hệ số áp lực hông lớn ($m_Q = 0,4 - 0,5$), kết quả nghiên cứu mới dừng lại ở giá trị $m_Q = 0,5$, với các giá trị lớn hơn cần có nghiên cứu bổ sung.

3. Từ các kết quả tính toán có thể áp dụng phương pháp tính ở trên để nghiên cứu tính toán, thiết kế các vỏ hầm hai lớp trong điều kiện đất yếu ở nước ta như ở đồng bằng sông Cửu Long và sử dụng trong các công trình Quốc phòng như công trình ngầm cho Sở chỉ huy, công trình ngầm ẩn nấp cho bộ đội.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO - REFERENCES

[1] Nguyễn Ngọc Huệ, Đỗ Như Tráng. “Nghiên cứu ảnh hưởng của lớp gia cố tới sự làm việc của vỏ hầm dạng vòng tròn nhiều lớp”. Tạp chí Khoa học và

Kỹ thuật - Học viện Kỹ thuật Quân sự. Số 111, II-2005, trang 109 - 116.

[2] Lê Văn Thường, Đinh Xuân Bảng, Nguyễn Tiến Cường, Phí Văn Lịch (1981), Cơ sở thiết kế công trình ngầm, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

[3] International Center For Mechanical Sciences (1998), Application of Numerical Method To Geotechnical Problems.

[4] Баклашов И. В, Тимофеев О. В (1979), Конструкции И Расчет крепейИ Обделок, Москва, “Недра”.

[5] Бакиров Р. О, Лой Ф. В (2002), Динамический Расчет и Оптимальное Проектирование Подземные Сооружений, Москва Стройиздат.

[6] Булычев Н.С. (1980), Механика подземных сооружений, Москва, “Недра”.

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN DAO ĐỘNG RIÊNG CỦA HỆ KẾT CẤU DÂY CỨNG THEO PHƯƠNG PHÁP NGUYÊN LÝ CỰC TRỊ GAUSS

A RESEARCH ON CALCULATION METHODS OF NATURAL VIBRATIONS OF RIGID CABLE STRUCTURE SYSTEM BASED ON THE GAUSSIAN EXTREME PRINCIPLE METHOD

Phạm Hồng Hạnh, Phạm Văn Trung

ABSTRACT:

Rigid cable structure is a cable structure system that takes into account a flexural stiffness. When the rigid cable oscillates, unlike the cable, it is necessary to consider the bending moment component in the cable. The current theories of calculating oscillations for rigid cable is limited. At present, the theory of rigid cable calculation based on the beam-like method. In the report, the author presented a research on calculating the natural vibrations of rigid cable structure system based on the Gaussian Extreme Principle method of Pro.Dr. Ha Huy Cuong and combines with computational programming on the basis of Matlab. The calculation theory is clearly built, the rigorous solution algorithm program has achieved accurate results for the mathematical problem of natural vibrations of rigid cable structure system.

KEY WORDS: *Rigid cable structure; the Gaussian Extreme Principle method; natural vibrations.*

TÓM TẮT:

Kết cấu dây cứng là hệ kết cấu dây có xét đến độ cứng kháng uốn. Khi dây dao động, khác với dây mềm ta cần xem xét thành phần mô men uốn trong dây. Các lý thuyết tính toán dao động cho dây cứng còn hạn chế. Hiện nay, các lý thuyết đều tính toán theo phương pháp tương tự dầm. Trong báo cáo, tác giả trình bày nghiên cứu tính toán dao động riêng hệ kết cấu dây cứng theo Phương pháp nguyên lý cực trị Gauss của GS.TSKH Hà Huy Cương và kết hợp lập trình tính toán trên nền Matlab. Lý thuyết tính toán được xây dựng rõ ràng, chương trình thuật toán giải chặt chẽ đã đạt được kết quả chính xác cho bài toán dao động riêng của hệ kết cấu dây cứng.

TỪ KHÓA: *Kết cấu dây cứng; phương pháp nguyên lý cực trị Gauss; dao động riêng.*

Phạm Hồng Hạnh

Department of Mechanics, Faculty of Civil Engineering, Mien Tay Construction University. 20B, Pho Co Dieu Street, Ward 3, Vinh Long City, Vinh Long Province.

Email: phamhonghanh@mtu.edu.vn

Tel: 0919.578.078

Phạm Văn Trung

Department of Mechanics of Materials- Structural Analysis, Faculty of Civil Engineering, Hanoi Architectural University.

Email: trungpv@hau.edu.vn

Tel: 0912288393

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết cấu dây cứng là hệ kết cấu dây có độ cứng kháng uốn nhất định [6]. Trong thực tế, khi chịu tác dụng của tải trọng, trong dây phát sinh thành phần mô men uốn đủ lớn không được phép bỏ qua. Hệ kết cấu dây cứng chế tạo từ vật liệu thép định hình tiết diện chữ I hoặc các thanh thép tổ hợp lại với nhau [2 - 6]. Khi xét tỉ số giữa ứng suất do mô men uốn gây ra trong tiết diện lớn hơn 5% ứng suất do lực căng gây ra, khi đó dây được quan niệm là dây cứng [4]. Khi tính toán dây cứng, ngoài việc nghiên cứu tác dụng tĩnh ta cũng cần phải nghiên cứu tác dụng của tải trọng động, trong đó vấn đề nghiên cứu dao động riêng là một phần không thể bỏ qua. Các lý thuyết tính toán dao động riêng của dây cứng hiện nay chưa được đề cập nhiều. Một số lý thuyết nghiên cứu tính toán dựa trên lý thuyết tương tự dầm. Trong báo cáo này, nhóm tác giả trình bày một phương pháp tính toán dao động riêng kết cấu dây cứng chuyển vị lớn, chịu tác dụng hữu hạn bậc tự do trong sơ đồ biến dạng, theo “Phương pháp nguyên lý Cực trị Gauss” của GS. TSKH Hà Huy Cương. Các ví dụ tính toán kết hợp giữa lý thuyết đã xây dựng và lập trình trên phần mềm Matlab, đã nhận được kết quả chính xác cho bài toán tính tần số dao động riêng cơ bản, vectơ riêng và các dạng dao động riêng tương ứng của dây cứng có dạng chế tạo ban đầu là cung tròn và dây cứng dạng parabol.

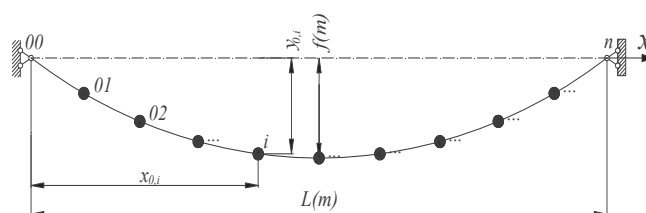
2. TÍNH TOÁN DAO ĐỘNG RIÊNG CỦA DÂY CỨNG

2.1. ĐẶT BÀI TOÁN

Xét một dây cứng dạng thanh cong võng, căng qua hai gối tựa A, B, nhịp dây là L, độ võng chế tạo của dây là f. Dây cứng chịu tác dụng của các khối lượng tập trung: Khối lượng của các kết cấu bên trên quy về tập trung tại nút phía trên có cường độ G_i .

Dây cứng được chế tạo từ thép tổ hợp có tiết diện mặt cắt ngang A_{ik} . Vật liệu làm dây có mô đun đàn hồi chịu kéo (nén) là E.

Yêu cầu: Xác định các tần số dao động riêng cơ bản, vectơ riêng và dạng dao động riêng tương ứng.



Hình 1. Sơ đồ động lực học dây cứng dạng thanh cong võng

2.2. Xây dựng bài toán tìm dao động

Việc xây dựng và giải bài toán xác định các tần số dao động riêng cơ bản, vectơ riêng và dạng dao động riêng tương ứng theo phương pháp nguyên lý cực trị Gauss được xây dựng tương tự như xây dựng và giải bài toán hệ kết cấu chịu tác dụng của tải trọng tĩnh. Khác biệt là trong quá trình lấy đạo hàm của phiếm hàm Z theo các biến, quan niệm lực quán tính độc lập với chuyển vị. Sau khi lấy đạo hàm, thay lực quán tính được tính theo đạo hàm của chuyển vị vào hệ phương trình tổng quát.

Chọn hệ trục tọa độ có gốc tọa độ O tại gối A, trục Ox theo phương ngang trùng với phương AB, trục Oy theo phương đứng.

Dây cứng chịu tác dụng của các khối lượng tập trung tại nút dây. Dưới tác dụng của một kích thích nào đó, dây sẽ dao động. Các điểm nút sẽ lệch khỏi vị trí cân bằng và làm cho các phần tử dây bị co giãn và phát sinh các thành phần nội lực. Tập hợp các lực tác dụng lên khối lượng M_i là P_i .

Giả sử khối lượng tại nút k là G_k . Khi hệ dây cứng dao động. Khối lượng G_k có phương trình dao động theo phương thẳng đứng là:

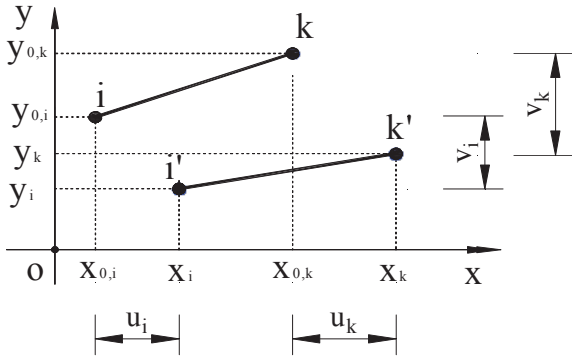
$$y_k(t) = v_k e^{i\omega t} \quad (1)$$

Lực quán tính tác dụng lên khối lượng G_k là:

$$f_{mk} = G_k \frac{\partial^2 y_{(m)}}{\partial t^2} = -G_k \omega^2 v_k e^{i\omega t} \quad (2)$$

Xét một phần tử dây cứng ik giữa hai nút i, k. Gọi tọa độ nút i, k ($i, k = 1, 2, 3, \dots, n$) của phần tử dây cứng trước khi chịu tải là $i(x_{0,i}, y_{0,i})$ và $k(x_{0,k}, y_{0,k})$.

Khi dây cứng chịu tác dụng của các nguyên nhân bên ngoài, nút i, k di chuyển đến vị trí i', k' và có tọa độ mới là $i'(x_i, y_i), k'(x_k, y_k)$ (Hình 2).



Hình 2. Sơ đồ chuyển vị đoạn dây cứng

Dựa trên sơ đồ chuyển vị của đoạn dây cứng, chuyển vị của nút thứ i theo phương ngang và theo phương đứng được xác định như sau:

$$\begin{cases} u_i = x_i - x_{0,i} \\ v_i = y_i - y_{0,i} \end{cases} \quad (3)$$

Chiều dài các đoạn dây trước biến dạng $S_{0,i}$ và sau biến dạng S_i được xác định theo sơ đồ hình học là:

$$\begin{aligned} S_{0,i} &= \sqrt{(x_{0,k} - x_{0,i})^2 + (y_{0,k} - y_{0,i})^2} \\ S_i &= \sqrt{(x_k - x_i)^2 + (y_k - y_i)^2} \end{aligned} \quad (4)$$

Nội lực tại tiết diện thứ i được xác định bằng phương pháp mặt cắt bên phải tiết diện $(i-1)$ trong sơ đồ biến dạng, ta được:

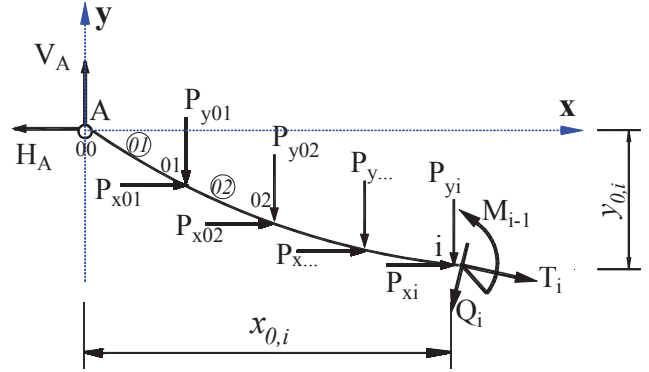
Tính nội lực T_i, Q_i và M_{i-1} .

$$\begin{cases} T_i = \left(H_A - \sum_{k=1}^{i-1} P_{xk} \right) \cdot \cos(\alpha_i) + \left(V_A - \sum_{k=1}^{i-1} P_{yk} \right) \cdot \sin(\alpha_i) \\ M_{i-1} = V_A \cdot x_i - H_A \cdot y_i - \sum_{k=1}^{i-1} P_{yk} \cdot (x_i - x_k) + \sum_{k=1}^{i-1} P_{xk} \cdot (y_i - y_k) \\ Q_i = \left(-H_A + \sum_{k=1}^{i-1} P_{xk} \right) \cdot \sin(\alpha_i) + \left(V_A - \sum_{k=1}^{i-1} P_{yk} \right) \cdot \cos(\alpha_i) \end{cases} \quad (5)$$

Trong đó: α_i - Là góc nghiêng của đoạn thứ i với phương ngang.

$$\begin{aligned} \sin(\alpha_i) &= \frac{y_k - y_i}{\sqrt{(x_k - x_i)^2 + (y_k - y_i)^2}} \\ \cos(\alpha_i) &= \frac{x_k - x_i}{\sqrt{(x_k - x_i)^2 + (y_k - y_i)^2}} \end{aligned} \quad (6)$$

H_A, V_A và H_B, V_B : là phản lực tại gối A, B có thể được xác định bằng phương trình cân bằng nếu hệ dây cứng là tĩnh định. Trong trường hợp hệ dây cứng là siêu tĩnh ta quan niệm các đại lượng này là ẩn số.



Hình 3. Sơ đồ tính toán nội lực dây cứng chịu tải

Các tải trọng tập trung được đặt tại các điểm nút chia đoạn và đoạn dây giữa hai nút được quan niệm là thẳng, nên các thành phần nội lực T_i và Q_i trong đoạn S_i là hằng số.

Thành phần mô men trong đoạn S_i biến thiên theo quy luật bậc nhất đầu $(i-1)$ là M_{i-1} và đầu i là M_i . Mô men tại tiết diện cách đầu $(i-1)$ một đoạn s được xác định như sau:

$$M_{(s)}^i = M_{i-1} + \frac{M_i - M_{i-1}}{S_i} s; \quad 0 \leq s \leq S_i \quad (7)$$

Áp dụng phương pháp Nguyên lý cực trị Gauss cho bài toán với tải trọng tập trung tại các nút theo hai phương, ta có:

$$\begin{aligned} Z &= \sum_{i=1}^n \int_0^{S_i} \frac{1}{EA_i} (T_i)^2 ds + \sum_{i=1}^n \int_0^{S_i} \frac{1}{GA_i} (Q_i)^2 ds \\ &+ \sum_{i=1}^n \int_0^{S_i} \frac{1}{EI_i} (M_i)^2 ds - 2 \sum_{m,k} f_{mk} \cdot v_k \rightarrow \text{Min} \end{aligned} \quad (8)$$

Thay M_i công thức (7) vào (8). Lưu ý T_i và Q_i trong các phần tử là hằng số, rút gọn biểu thức ta được phiếm hàm lượng cưỡng bức của bài toán theo phương pháp Nguyên lý cực trị Gauss:

$$\begin{aligned} Z &= \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{EA_i} (T_i)^2 + \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{GA_i} (Q_i)^2 + \\ &+ \sum_{i=1}^n \int_0^{S_i} \frac{1}{EI_i} \left(M_{i-1} + \frac{M_i - M_{i-1}}{S_i} s \right)^2 ds - 2 \sum_{i=1}^{n-1} f_{mk} \cdot v_k \\ &\rightarrow \text{Min} \end{aligned} \quad (9)$$

Trong đó: n - số nút, số phần tử của dây cứng.

Để kích cho hệ dao động ta cho trước một độ lệch nào đó, ví dụ tại nút k cho một độ lệch v_{k0} .

$$g = v_k - v_{k0} = 0 \quad (10)$$

Vậy bài toán dao động riêng của hệ kết cấu dây cứng là tìm cực trị của phiếm hàm Z (9) với một điều kiện ràng buộc g (10).

2.3. Giải bài toán dao động

2.3.1. Điều kiện biên và điều kiện liên kết

Gán các giá trị tại gối tựa bằng giá trị ban đầu:

$$x_k = x_{0,k}; \quad y_k = y_{0,k} \quad (11)$$

2.3.2. Phương pháp giải bài toán

Áp dụng phương pháp thừa số Lagrange, giải bài toán tìm cực trị của phiếm hàm Z (9) với điều kiện ràng buộc g (10). Hàm mở rộng F với một thừa số Lagrange λ như sau:

$$F = Z + \lambda \cdot g \rightarrow \text{Min} \quad (12)$$

Điều kiện cực trị của (12) lấy theo biến phân kiểu Gauss:

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = 0; \quad \frac{\partial F}{\partial y_i} = 0; \quad \frac{\partial F}{\partial \lambda} = 0 \quad (13)$$

Khi lấy đạo hàm theo độ lệch của các nút trong phương trình (13), ta quan niệm lực quán tính độc lập với độ lệch, không phụ thuộc vào độ lệch. Sau khi lấy đạo hàm, thay lực quán tính được tính theo đạo hàm của chuyển vị vào hệ phương trình tổng quát.

Giải hệ phương trình (13), xác định tọa độ các điểm đặt lực trong trạng thái biến dạng. Chuyển vị của các điểm đặt lực xác định theo (3).

Hệ phương trình (13) là hệ phương trình phi tuyến nên việc tìm nghiệm khá phức tạp.

Áp dụng phần mềm Matlab lập trình tính toán, áp dụng hàm `fsolve` với cú pháp:

`options=optimset('Display','iter'); % Option to display output`

$$[x,fval] = \text{fsolve}(@\text{myfun},x0,\text{options})$$

Theo yêu cầu của hàm `fsolve` trong Matlab thì đây là thuật toán lặp, chương trình tính được lặp từ một bộ nghiệm x_0 bất kỳ. Ta lấy x_0 chính là tọa độ ban đầu.

Mặt khác hàm `fsolve` cần có một hàm được đặt tên cố định là `myfun.m` đây là hàm chứa hệ các phương trình cần giải và các định nghĩa.

Sau khi xác định được tọa độ của các điểm nút trong sơ đồ biến dạng, tiến hành xác định các đại lượng nghiên cứu.

2.3.3. Thuật toán tính toán

* *Đầu vào:*

$x_{0,i}; y_{0,i}$ - giá trị tọa độ các điểm nút trong sơ đồ ban đầu đã biết;

EA_i - giá trị độ cứng mặt cắt ngang của các phần tử dây đã biết;

M_i - khối lượng tập trung tại nút i .

* *Đầu ra:*

$x_i; y_i$ - giá trị tọa độ các điểm nút trong sơ đồ biến dạng cần tìm;

ω_i - tần số dao động riêng;

$u_i; v_i$ - là giá trị véc tơ riêng của các điểm nút trong sơ đồ biến dạng cần tìm.

* *Bước 1. Chuẩn bị số liệu đầu vào bài toán:*

Tọa độ $(x_{0,i}, y_{0,i})$ của các điểm nút ở trạng thái ban đầu;

Diện tích tiết diện các phần tử A ; mô đun đàn hồi E ; mô men quán tính I của các phần tử;

Khối lượng tập trung tại các nút G_i .

* *Bước 2. Thiết lập công thức tính chiều dài phần tử:*

Công thức tính chiều dài ban đầu $S_{0,i}$, chiều dài sau biến dạng của phần tử (4) S_i theo tọa độ ban đầu.

* *Bước 3. Thiết lập công thức tính nội lực phần tử và chuyển vị các nút:*

Công thức tính nội lực của phần tử (5);

Công thức tính chuyển vị của nút $u_k; v_k$ theo tọa độ nút (3).

* *Bước 4. Lập phiếm hàm Z tính các đạo hàm riêng:*

Lập phiếm hàm Z theo công thức (9) của phương pháp nguyên lý cực trị Gauss;

Tính đạo hàm riêng theo (13) lập nên hệ phương trình $F = \text{diff}$, quan niệm lực quán tính như lực ngoài;

Gán lại lực quán tính vào hàm F.

* **Bước 5. Thiết lập hàm myfun:**

Dùng lệnh function: Định nghĩa các biến theo cú pháp của hàm myfun;

Gán các đại lượng: tọa độ ban đầu; tải trọng tác dụng; độ cứng mặt cắt phần tử

* **Bước 6. Giải hệ phương trình:**

Nhập bộ số liệu bắt đầu, chọn ngay giá trị tọa độ ban đầu là x_0 ;

Dùng lệnh fsolve - Giải phương trình $f(x) = 0$ trong khu vực gần x_0 ;

Cú pháp: `options=optimset('Display','iter');`;%
Option to display output

`x,fval] = fsolve(@myfun,x0,options)`

* **Bước 7. Định dạng số liệu đầu ra:**

Sắp xếp các đại lượng cần tìm theo yêu cầu đầu ra;

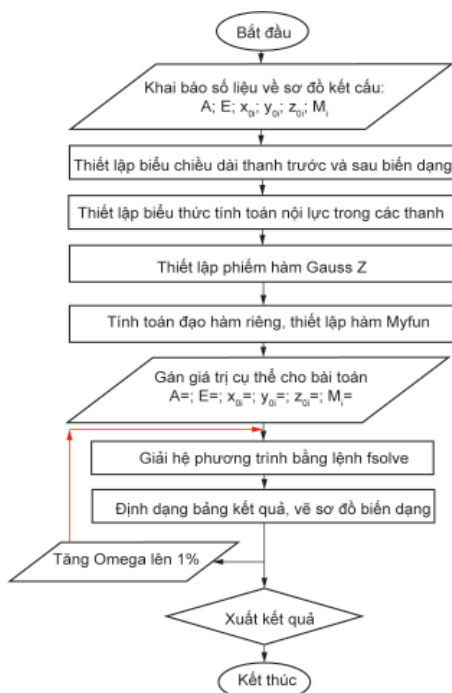
Bảng véc tơ riêng. Tần số dao động riêng ω .

* **Bước 8. Đồ họa sơ đồ ban đầu và dạng dao động riêng:**

Sắp xếp các tọa độ liên tiếp tạo thành đường nối các điểm nút trong mảng số liệu. Dùng lệnh plot vẽ sơ đồ kết cấu ban đầu và sơ đồ biến dạng.

* **Bước 9. In kết quả và sơ đồ kết cấu.**

2.3.4. Sơ đồ khối chương trình tính



Hình 4. Sơ đồ khối chương trình tính dao động riêng của dây căng

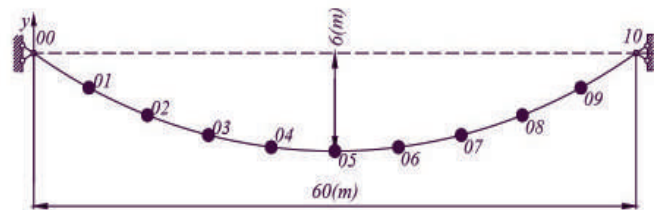
3. KHẢO SÁT VÍ DỤ TÍNH TOÁN DAO ĐỘNG RIÊNG

3.1. Dây có dạng chế tạo ban đầu là cung tròn

Xét một dây cứng dạng thanh cong vồng hai khớp sơ đồ tính như Hình 5. Dây được chế tạo dạng cung tròn bán kính R , nhịp dây $L = 60$ m, độ võng chế tạo $f = 6$ m. Độ cứng chịu kéo (nén) $EA = 6.106$ kN; độ cứng chịu uốn $EI = 1.106$ kNm².

Dây cứng chịu tác dụng của các khối lượng tập trung: Khối lượng của các kết cấu bên trên quy về tập trung tại nút phía trên có cường độ $G = 120$ kNm/s².

Yêu cầu: Xác định các tần số dao động riêng cơ bản, véc tơ riêng và dạng dao động riêng tương ứng.



Hình 5. Sơ đồ động lực học dây cứng dạng cung tròn

Bảng 1. Tọa độ ban đầu của các điểm chia dây cứng dạng cung tròn

Nút	Tọa độ theo phương ngang (m)	Tọa độ theo phương đứng (m)
00	0.0000	0.0000
01	5.7725	-2.1419
02	11.6961	-3.8219
03	17.7336	-5.0294
04	23.8476	-5.7569
05	30.0000	-6.0000
06	36.1523	-5.7569
07	42.2663	-5.0294
08	48.3039	-3.8219
09	54.2274	-2.1419
10	60.0000	0.0000

Khối lượng tập trung tại các nút k ($i = 01, 02, 03, \dots, 09$):

$$G_i = 120 \frac{\text{kNs}^2}{\text{m}}$$

Phương trình chuyển động và lực quán tính tác dụng tại khối lượng G_k .

$$y_k = v_k e^{i\omega t} \rightarrow \frac{\partial y_k}{\partial t} = \omega v_k e^{i\omega t}$$

$$\rightarrow \frac{\partial^2 y_k}{\partial t^2} = -\omega^2 v_k e^{i\omega t}$$

$$f_{km} = G_k \frac{\partial^2 y_{(m)}}{\partial t^2} = -G_k \omega^2 v_k e^{i\omega t}$$

Lực dọc tính theo độ dẫn dài của dây

$$T_k = EA \frac{\Delta S_k}{S_{0,k}}$$

$$= EA \left(\frac{\sqrt{(x_k - x_i)^2 + (y_k - y_i)^2}}{\sqrt{(x_{0,k} - x_{0,i})^2 + (y_{0,k} - y_{0,i})^2}} - 1 \right)$$

Mô men tại nút được tính theo cân bằng của phần bên trái nút k. Lưu ý rằng tại hai gối tựa của dây là khớp nên có mô men bằng không.

$$M_k = V_A \cdot x_k - H_A \cdot y_k - \sum_{k=1}^{i-1} f_{km} \cdot (x_i - x_k)$$

$$M_{00} = 0; \quad M_{10} = 0$$

Phiếm hàm lượng cưỡng bức:

$$Z = \sum_{k=1}^9 \frac{S_k}{EA_k} (T_k)^2 + \sum_{k=1}^9 \int_0^{S_{0,k}} \frac{1}{EI_k} \left(M_{k-1} + \frac{M_k - M_{k-1}}{S_k} s \right)^2 ds$$

$$- 2 \sum_{k=1}^9 f_{mk} v_k \rightarrow \text{Min}$$

Để kích cho hệ dao động, ta cho trước một độ lệch bất kỳ, ví dụ tại nút 03 cho một độ lệch $v_{3,0} = 0,5m$.

$$g = v_{03} - v_{3,0} = 0$$

Phiếm hàm mở rộng của bài toán:

$$F = Z + \lambda \cdot g \rightarrow \text{Min}$$

Điều kiện cực trị của bài toán.

$$F = \sum_{k=1}^9 \frac{S_k}{EA_k} (T_k)^2 + \sum_{k=1}^9 \int_0^{S_{0,k}} \frac{1}{EI_k} \left(M_{k-1} + \frac{M_k - M_{k-1}}{S_k} s \right)^2 ds$$

$$- 2 \sum_{k=1}^9 f_{mk} v_k + \lambda (v_{03} - v_{3,0}) \rightarrow \text{Min}$$

Khi lấy đạo hàm trên, ta quan niệm lực quán tính độc lập với độ lệch, không phụ thuộc vào

độ lệch, như vậy ta thay các lực quán tính:

$$f_{km} = -G_k \omega^2 v_k e^{i\omega t} \text{ bằng } P_k \text{ như là các hằng số.}$$

Sau khi lấy đạo hàm xong ta thay

$P_k = -G_k \omega^2 v_k e^{i\omega t}$ vào các phương trình đạo hàm riêng.

Cho $\lambda = 0$ ta được hệ phương trình bao gồm 19 phương trình chứa 19 ẩn số:

+ 1 ẩn là tần số dao động riêng ω ;

+ 9 ẩn tọa độ dao động theo phương x ($x_{01}; x_{02}; x_{03}; \dots; x_{09}$);

+ 9 ẩn tọa độ dao động theo phương y ($y_{01}; y_{02}; y_{03}; \dots; y_{09}$).

Giải hệ phương trình trên ta được tần số dao động riêng và tọa độ của các điểm nút tương ứng với các dạng dao động.

Đây là hệ phương trình siêu việt thuần nhất nên có vô số nghiệm, ta cho trước một nghiệm và tính các nghiệm còn lại.

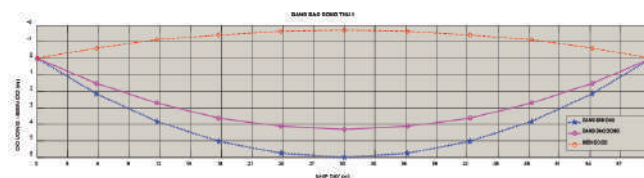
Ta được các kết quả:

* Dạng dao động thứ 1:

Tần số dao động riêng

$$\Omega_{\omega 1} = 0.050801225631783$$

Dạng dao động riêng



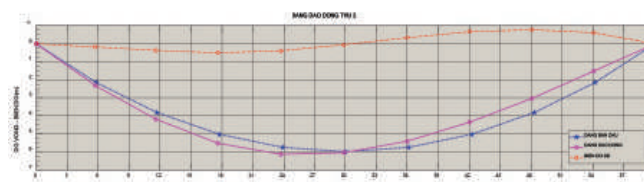
Hình 6. Dạng dao động riêng thứ nhất dây cứng dạng cung tròn

* Dạng dao động thứ 2:

Tần số dao động riêng

$$\Omega_{\omega 2} = 1.556084872136605$$

Dạng dao động riêng



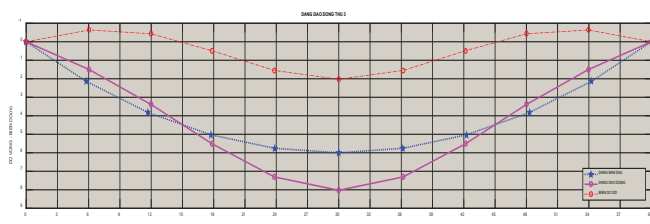
Hình 7. Dạng dao động riêng thứ hai dây cứng dạng cung tròn

* Dạng dao động thứ 3:

Tần số dao động riêng

$$\Omega_3 = 1.670969759304091$$

Dạng dao động riêng



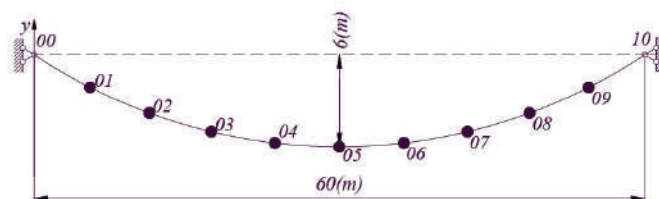
Hình 8. Dạng dao động riêng thứ ba dây cứng dạng cung tròn

3.2. Dây có dạng chế tạo ban đầu là đường bậc 2 (Parabol)

Xét một dây cứng dạng thanh cong võng hai khớp sơ đồ tính như Hình 9. Dây được chế tạo dạng parabol bán kính R, nhịp dây $L = 60$ m, độ võng chế tạo $f = 6$ m. Độ cứng chịu kéo (nén) $EA = 6.106$ kN; độ cứng chịu uốn $EI = 1.10^6$ kNm².

Dây cứng chịu tác dụng của các khối lượng tập trung: Khối lượng của các kết cấu bên trên quy về tập trung tại nút phía trên có cường độ $G = 120$ kNm/s².

Yêu cầu: Xác định các tần số dao động riêng cơ bản, véc tơ riêng và dạng dao động riêng tương ứng.



Hình 9. Sơ đồ động lực học dây cứng dạng parabol

Bảng 2. Tọa độ ban đầu của các điểm chia dây cứng dạng parabol

Nút	Tọa độ theo phương ngang (m)	Tọa độ theo phương đứng (m)
00	0.000	0.000
01	6.000	-2.160
02	12.000	-3.840
03	18.000	-5.040

04	24.000	-5.760
05	30.000	-6.000
06	36.000	-5.760
07	42.000	-5.040
08	48.000	-3.840
09	54.000	-2.160
10	60.000	0.000

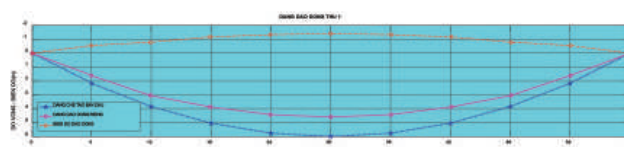
Áp dụng thuật toán đã trình bày trong phần lập trình. Ta được các kết quả:

* Dạng dao động thứ 1:

Tần số dao động riêng

$$\Omega_1 = 0.069477559467128$$

Dạng dao động riêng



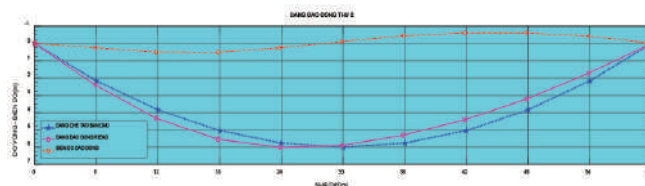
Hình 10. Dạng dao động riêng thứ nhất dây cứng dạng parabol.

* Dạng dao động thứ 2:

Tần số dao động riêng

$$\Omega_2 = 1.853873721248913$$

Dạng dao động riêng



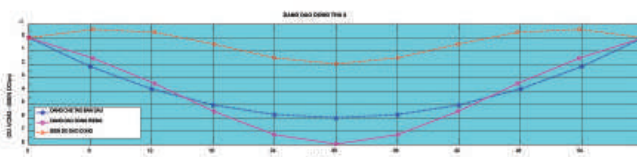
Hình 11. Dạng dao động riêng thứ hai dây cứng dạng parabol

* Dạng dao động thứ 3:

Tần số dao động riêng

$$\Omega_3 = 2.383226038272038$$

Dạng dao động riêng



Hình 12. Dạng dao động riêng thứ ba dây cứng dạng parabol

4. KẾT LUẬN

Bằng phương pháp nguyên lý cực trị Gauss, nhóm nghiên cứu đã xây dựng thành công phương pháp tính toán dao động riêng hệ kết cấu dây cứng có xét đến chuyển vị lớn theo một thuật toán thống nhất, không trùng lặp với các cách truyền thống. Phương pháp trình bày trong báo cáo đã giải quyết được triệt để bài toán dao động của hệ kết cấu dây cứng.

Nhóm nghiên cứu đã xây dựng thuật toán tính toán và lập trình tính toán thành công bài toán dao động riêng hệ kết cấu dây cứng trong phần mềm Matlab và ứng dụng phần này tính toán các ví dụ trong báo cáo.

Phần mềm tính toán cho phép xác định các tần số dao động riêng và vectơ riêng của các dạng dao động riêng tương ứng một cách chính xác và hợp lý.

Hướng nghiên cứu, phát triển: Nghiên cứu dao động cưỡng bức trong hệ kết cấu dây cứng. Nghiên

cứu khảo sát nội lực, chuyển vị và dao động của dây cứng bằng phương pháp thực nghiệm.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hà Huy Cương, Phương pháp nguyên lý cực trị Gauss, Tạp chí Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 2005, trang 112 - 118.
- [2] Phạm Văn Hội, Kết cấu thép công trình dân dụng và công nghiệp - Tập 2, NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội, 2006, trang 119 - 126.
- [3] Phạm Văn Trung, Phương pháp mới tính toán hệ kết cấu dây và mái treo, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội, Hà Nội, 2006.
- [4] Lều Thọ Trình, Cách tính hệ treo theo sơ đồ biến dạng, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2003, trang 32 - 45.
- [5] Ха Зуи Кыонг, Применение экстремального принципа Гаусса к задачам расчета жестких покрытий аэродромов и автомобильных дорог, Дисс, на соиск, учен, степени докт, техн. наук, МАДИ, М, 1984.
- [6] Н. С. Москалев, Конструкции висячих покрытий, Москва Стройиздат, 1980, 62-100.

PHƯƠNG PHÁP PHASE FIELD VỚI PHÂN RÃ TRỰC GIAO TEN-XƠ BIẾN DẠNG MÔ PHỎNG HƯ HỎNG KẾT CẤU CHỨA VẬT LIỆU ĐẲNG HƯỚNG

MODELING OF DAMAGE IN STRUCTURES CONTAINING ISOTROPIC MATERIAL BY PHASE FIELD METHOD WITH STRAIN ORTHOGONAL DECOMPOSITIONS

Vũ Bá Thành, Ngô Văn Thúc

ABSTRACT:

The phase field method is a robust simulation tool to simulate crack propagation in structures. Most of the previous studies often paid little attention or ignored the strain orthogonal decompositions conditions, leading to inaccurate assessment of material behavior. Therefore, this paper introduces the strain orthogonal decompositions which have been demonstrated to be satisfactory for isotropic material. This orthogonal condition is added to the phase field method to predict the damage of the structures containing isotropic material representing the commonly encountered loading states such as: three-point beam bending test, tension and shear test of a plate with cracks opening mode (mode I) or in-plane shear mode (mode II) of fracture mechanics.

KEYWORDS: *phase field method, strain orthogonal decompositions, crack, isotropic material.*

TÓM TẮT:

Phương pháp phase field là một công cụ mạnh để mô phỏng lan truyền vết nứt trong kết cấu. Hầu hết các nghiên cứu trước đây thường ít quan tâm hoặc bỏ qua điều kiện phân rã trực giao các thành phần ten-xơ biến dạng, dẫn tới việc đánh giá thiếu chính xác ứng xử vật liệu. Do đó, bài báo này giới thiệu sự phân rã trực giao ten-xơ biến dạng mà được chứng minh thỏa mãn cho vật liệu đẳng hướng. Điều kiện này được đưa vào phương pháp phase field để dự đoán hư hỏng của các kết cấu chứa vật liệu đẳng hướng đại diện cho các trạng thái chịu tải thường gặp như: uốn dầm ba điểm, kéo và cắt tấm với các dạng hư hỏng mở rộng vết nứt (dạng I) hoặc nứt do cắt, trượt (dạng II) của cơ học phá hủy.

TỪ KHÓA: *phương pháp phase field, phân rã trực giao ten-xơ biến dạng, vết nứt, vật liệu đẳng hướng.*

Vũ Bá Thành

Department of Bridge and Tunnel Engineering, Faculty of Civil Engineering, University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

Email: thanhvb@utc.edu.vn

Tel: 0976936750

Ngô Văn Thúc

Department of Science and International Affairs, Mien Tay Construction University, 20B, Pho Co Dieu Street, Ward 3, Vinh Long City, Vinh Long Province.

Email: ngovanthuc@mtu.edu.vn

Tel: 0939423461

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện tượng nứt là một trong những vấn đề thường gặp nhất trong kết cấu xây dựng. Do đó, việc tìm hiểu, xác định nguyên nhân và đưa ra được biện pháp khắc phục hiện tượng này là một vấn đề cấp thiết hiện nay. Chủ đề này đã được nghiên cứu rộng rãi kể từ các công trình của Griffith [5] và Irwin [6] xuất hiện, nó được coi là nền móng của cơ học phá hủy với việc đưa ra lý thuyết về cơ học phá hủy đàn hồi tuyến tính (LEFM) và hệ số cường độ ứng suất (SIF). Đã có hai cách tiếp cận để mô phỏng hình thái vết nứt của kết cấu: (i) tiếp cận mô phỏng vết nứt không liên tục với trường chuyển vị được phép không liên tục tại các nút trên bề mặt vết nứt và (ii) tiếp cận mô phỏng vết nứt liên tục với trường chuyển vị là liên tục tại mọi vị trí trong kết cấu. Các lý thuyết đại diện cho tiếp cận (i) là LEFM được trình bày trong [5, 6] và mô hình vùng dính kết (CZM) được nêu trong [1, 4, 7], nhưng cách tiếp cận này vị trí vết nứt cần phải được kiểm soát nghiêm ngặt nhất là các vết nứt giao nhau hoặc một hệ thống các vết nứt hình thành trong kết cấu. Các khó khăn của tiếp cận (i) là động lực cho các phương pháp khác phát triển, đó là cách tiếp cận (ii) mà trong đó có phương pháp phase field. Đây là một phương pháp kết hợp với phần tử hữu hạn, trong đó trường chuyển vị là liên tục kể cả vị trí vết nứt và trạng thái hư hỏng được mô tả bằng một hàm suy biến của biến phase field. Gần đây, các nghiên cứu liên quan tới phương pháp phase field để mô phỏng hư hỏng trong kết cấu chứa vật liệu giòn/ tựa giòn [2, 3, 11, 14, 15] với ten-xơ biến dạng được chia thành phần âm và phần dương đại diện cho phần nén và phần kéo của kết cấu khi chịu tác động của tải trọng. Các nghiên cứu trên có nhược điểm được [12] nhận định là phần âm và phần dương của ten-xơ biến dạng không thỏa mãn điều kiện trực giao ngay cả khi ten-xơ độ cứng đàn hồi là đẳng hướng, điều này có thể dẫn tới việc xuất hiện các điểm kỳ dị khi kết cấu bắt đầu hư hỏng. Một nghiên cứu của [9] đã đưa ra phép phân rã ten-xơ biến dạng thành phần ten-xơ biến dạng

cầu và ten-xơ biến dạng lệch. Phép phân rã này được [9, 12] chứng minh là thỏa mãn điều kiện trực giao các thành phần ten-xơ biến dạng tương ứng với vật liệu đẳng hướng. Do đó, bài báo này sử dụng phương pháp phase field kết hợp điều kiện phân rã trực giao này của [9] để mô phỏng sự phát triển vết nứt trong một vài kết cấu điển hình bằng vật liệu đẳng hướng. Các kết quả đạt được của phương pháp đề xuất được so sánh với kết quả của các phương pháp tham chiếu khác như thực nghiệm và mô phỏng để chứng minh tính đúng đắn của phương pháp đưa ra.

2. PHƯƠNG PHÁP PHASE FIELD VỚI PHÉP PHÂN RÃ TRỰC GIAO TEN-XƠ BIẾN DẠNG

2.1. Các phương trình năng lượng

Cho một miền Ω là một vật thể bị nứt, trong đó là biên ngoài của Ω . Trạng thái của vết nứt được mô tả bằng một biến phase field $d(x)$, $\forall x \in \Omega$. Trong phương pháp phase field, theo [10], năng lượng toàn phần Π trong một vật thể Ω khi chịu tác động của lực được mô tả:

$$\Pi = E(u, d) - W^{\text{ext}} = \int_{\Omega} W_u(\varepsilon, d) d\Omega + \int_{\Omega} g_c \gamma(d, \nabla d) d\Omega - \int_{\Omega} f \cdot u d\Omega - \int_{\partial\Omega_F} \bar{F} \cdot u d\Gamma \quad (1)$$

Trong đó $E(u, d) = \int_{\Omega} W_u(\varepsilon, d) d\Omega + \int_{\Omega} g_c \gamma(d, \nabla d) d\Omega$ là hàm năng lượng biến dạng trong vật thể bị nứt, $W^{\text{ext}} = \int_{\Omega} f \cdot u d\Omega - \int_{\partial\Omega_F} \bar{F} \cdot u d\Gamma$ là công của lực tác động vào vật thể, f và $\bar{F}$ là lực khối trong vật thể và ngoại lực trên biên $\partial\Omega_F$, Γ là vị trí vết nứt trong miền vật thể Ω , g_c là năng lượng kháng nứt, $\gamma(d, \nabla d) = \frac{d^2}{2l} + \frac{1}{2} \nabla d \cdot \nabla d$ là hàm mật độ vết nứt, u là biến chuyển vị, l là tham số chiều dài và $\varepsilon = (\nabla^s u)_{ij} = (u_{i,j} + u_{j,i}) / 2$ là ten-xơ biến dạng.

Áp dụng điều kiện dừng của hàm năng lượng toàn phần (1), ta nhận được phương trình biến phân $\partial\Pi$ theo hai biến d và ε được viết như sau:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial d} \delta d + \frac{\partial \Pi}{\partial \varepsilon} : \varepsilon(\delta u) &= \int_{\Omega} \frac{\partial W_u}{\partial d} \delta d \, d\Omega + \int_{\Omega} g_c \frac{\partial \gamma}{\partial d} \delta d \, d\Omega + \\ &+ \int_{\Omega} \frac{\partial W_u}{\partial \varepsilon} : \varepsilon(\delta u) \, d\Omega - \int_{\Omega} f \cdot \delta u \, d\Omega - \int_{\partial \Omega_F} \bar{F} \delta u \, d\Gamma = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Công thức (2) phải thỏa mãn với các giá trị tùy ý của δu và δd , tức là số hạng thứ nhất và thứ hai của $\partial \Pi$ được xác định lần lượt như sau:

$$\int_{\Omega} \frac{\partial W_u}{\partial d} \delta d \, d\Omega + \int_{\Omega} g_c \frac{\partial \gamma}{\partial d} \delta d \, d\Omega = 0 \quad (3)$$

$$\int_{\Omega} \frac{\partial W_u}{\partial \varepsilon} : \varepsilon(\delta u) \, d\Omega - \int_{\Omega} f \cdot \delta u \, d\Omega - \int_{\partial \Omega_F} \bar{F} \delta u \, d\Gamma = 0 \quad (4)$$

Điều kiện phân rã trực giao ten-xơ biến dạng được mô tả chi tiết trong [12] theo phương pháp phân tích lý thuyết với các trường hợp cụ thể của các dạng vật liệu. Theo [9], với vật liệu đẳng hướng để thỏa mãn điều kiện phân rã này, ten-xơ biến dạng ε này được phân rã thành hai thành phần như sau:

$$\varepsilon = \varepsilon^S + \varepsilon^D, \quad \varepsilon^S = \frac{1}{2} \text{Tr}(\varepsilon) \cdot \mathbf{1}, \quad \varepsilon^D = \varepsilon - \frac{1}{2} \text{Tr}(\varepsilon) \cdot \mathbf{1} \quad (5)$$

Trong đó, ε^S là ten-xơ biến dạng cầu, ε^D là ten-xơ biến dạng lệch và $\mathbf{1} = \{1; 1; 0\}^T$.

Hàm mật độ năng lượng đàn hồi W_u được chia thành hai phần như dưới đây:

$$W_u(u, d) = \Psi^+(\varepsilon) \{g(d) + k\} + \Psi^-(\varepsilon) \quad (6)$$

Trong đó, hàm suy biến $g(d) = (1-d)^2$ được sử dụng để mô phỏng sự thay đổi độ cứng của vật thể bị nứt, k là số thực vô cùng nhỏ để đảm bảo không xuất hiện điểm kỳ dị trong quá trình hư hỏng kết cấu.

Từ các công thức (5) và (6) kết hợp với [9, 12], hai thành phần năng lượng đàn hồi đại diện cho phần kéo và phần nén của kết cấu chịu tải được xác định:

$$\Psi^+(\varepsilon) = \frac{\kappa}{2} (\langle \text{Tr}(\varepsilon) \rangle_+)^2 + \mu \varepsilon^D : \varepsilon^D \quad (7)$$

$$\Psi^-(\varepsilon) = \frac{\kappa}{2} (\langle \text{Tr}(\varepsilon) \rangle_-)^2 \quad (8)$$

Trong đó $\langle \bullet \rangle_{\pm} = (\bullet \pm |\bullet|) / 2$, λ và μ là hệ số Lamé, mô đun $\kappa = \lambda + \mu$ trong mô hình 2D và $\langle \text{Tr} \varepsilon \rangle_{\pm} = R_{\pm}(\text{Tr} \varepsilon)$ với $R_{\pm} = \frac{1}{2} \{ \text{sign} \{ \pm \text{Tr} \varepsilon \} + 1 \}$ (xem [14]).

Theo [14], ta đặt hàm lịch sử biến dạng $\mathcal{H}$ theo thời gian τ như sau:

$$\mathcal{H} = \max_{\tau \in [0, t]} \{ \Psi^+(\mathbf{x}, \tau) \} \quad (9)$$

2.2. Bài toán phase field

Áp dụng nguyên lý tiêu hao năng lượng của [8] kết hợp với (3), (6), (7) và (9), ta có hệ phương trình trên miền Ω với biên ngoài $\partial \Omega$ và vec-tơ pháp tuyến n để xác định giá trị của biến $d(x)$, $\forall x \in \Omega$ như sau:

$$\begin{cases} \int_{\Omega} \left\{ 2(1-d) \mathcal{H} \delta d - \frac{g_c}{1} (d - l^2 \Delta d) \delta d \right\} d\Omega = 0 & \text{tại } \Omega \\ d(x) = 1 & \text{tại } \Gamma \\ \nabla d(x) \cdot n = 0 & \text{tại } \partial \Omega \end{cases} \quad (10)$$

Trong đó, $\delta_d \gamma(d, \nabla d) = \frac{\partial \gamma(d, \nabla d)}{\partial d} = \frac{d}{1} - l \Delta d$ của (3) là đạo hàm của $\gamma(d, \nabla d)$ theo biến d , Δd là toán tử Laplace của biến d .

Công thức (10¹) có thể phân tích được như sau:

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} \left\{ \left(2\mathcal{H} + \frac{g_c}{1} \right) d \delta d + g_c l \nabla d \nabla (\delta d) \right\} d\Omega &= \\ = \int_{\Omega} (2\mathcal{H} \delta d) d\Omega & \end{aligned} \quad (11)$$

2.3. Bài toán chuyển vị

Tương tự, với nguyên lý tiêu hao năng lượng của [8] với các điều kiện biên để xác định giá trị của biến $u(x)$, $\forall x \in \Omega$ như sau:

$$\begin{cases} \nabla \cdot \sigma(u, d) = f & \text{trong } \Omega \\ u(x) = \bar{u} & \text{tại } \partial \Omega_u \\ \sigma \cdot n = \bar{F} & \text{tại } \partial \Omega_F \end{cases} \quad (12)$$

Với ứng suất Cauchy $\sigma = \frac{\partial W_u}{\partial \varepsilon}$, từ công thức

(4) ta có dạng yếu của bài toán chuyển vị được viết lại như dưới đây:

$$\int_{\Omega} \sigma : \varepsilon(\delta u) d\Omega = \int_{\Omega} f \cdot \delta u d\Omega + \int_{\partial\Omega_F} \bar{F} \delta u d\Gamma \quad (13)$$

Từ (6) và (13), ứng suất σ được phân tích:

$$\begin{aligned} \sigma &= \{g(d) + k\} \frac{\partial \Psi^+(\varepsilon)}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial \Psi^-(\varepsilon)}{\partial \varepsilon} \\ &= \{g(d) + k\} \sigma^+ + \sigma^- \\ &= (\{g(d) + k\} C^+ + C^-) : \varepsilon \end{aligned} \quad (14)$$

Từ (7) và (8) và (14), ta có các thành phần ứng suất σ như dưới đây:

$$\sigma^+ = \frac{\partial \Psi^+(\varepsilon)}{\partial \varepsilon} = \kappa \langle \text{Tr}(\varepsilon) \rangle + 1 + 2\mu \varepsilon^D \quad (15)$$

$$\sigma^- = \frac{\partial \Psi^-(\varepsilon)}{\partial \varepsilon} = \kappa \langle \text{Tr}(\varepsilon) \rangle_- 1 \quad (16)$$

Từ biểu thức (14), (15), (16) và (5), ta có:

$$C^+ = \frac{\partial \sigma^+}{\partial \varepsilon} = \kappa R_+ 1^T 1 + 2\mu \left(I - \frac{1}{2} 1^T 1 \right) \quad (17)$$

$$C^- = \frac{\partial \sigma^-}{\partial \varepsilon} = \kappa R_- 1^T 1 \quad (18)$$

Thay (17), (18) và (14) vào (13), ta có phương trình dưới đây:

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} \{g(d) + k\} \left[\kappa R_+ 1^T 1 + 2\mu \left(I - \frac{1}{2} 1^T 1 \right) \right] : \varepsilon(u) : \varepsilon(\delta u) d\Omega \\ + \int_{\Omega} \kappa R_- 1^T 1 : \varepsilon(u) : \varepsilon(\delta u) d\Omega = \int_{\Omega} f \cdot \delta u d\Omega + \int_{\partial\Omega_F} \bar{F} \delta u d\Gamma \end{aligned} \quad (19)$$

Thuật toán

Cho giá trị ban đầu của chuyển vị u_0 , biến phase field d_0 hàm lịch sử biến dạng $\mathcal{H}_0$

FOR $j=1,2,\dots,n$

Bài toán chuyển vị

Tính giá trị u_j theo công thức (19)

Bài toán phase field

Tính hàm lịch sử biến dạng $\mathcal{H}_j$ từ u_j theo công thức (9)

Tính giá trị d_j theo công thức (11)

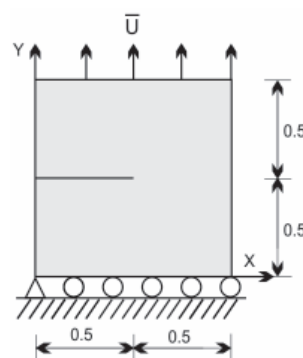
END

3. CÁC KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

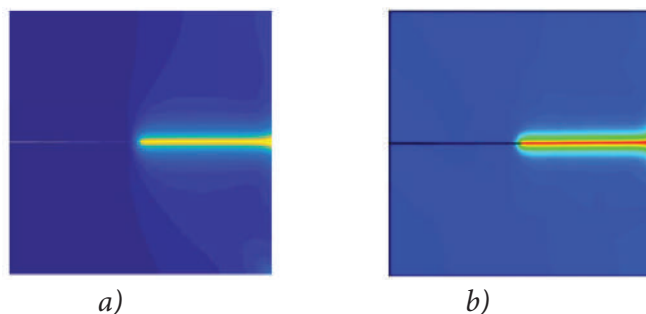
3.1. Kéo một tấm có vết nứt môi

Mô phỏng hư hỏng của một tấm chịu kéo bằng phương pháp phase field sử dụng phép phân tích trực giao được viết trên phần mềm Matlab 2014b. Tấm có kích thước 1x1 mm chứa vết nứt môi dài 0.5 mm được chia thành 22136 phần tử tam giác bằng phần mềm GMSH 4.8.4 với hai loại lưới có kích thước $h_{\min} = 0.001$ mm và $h = 0.02$ mm.

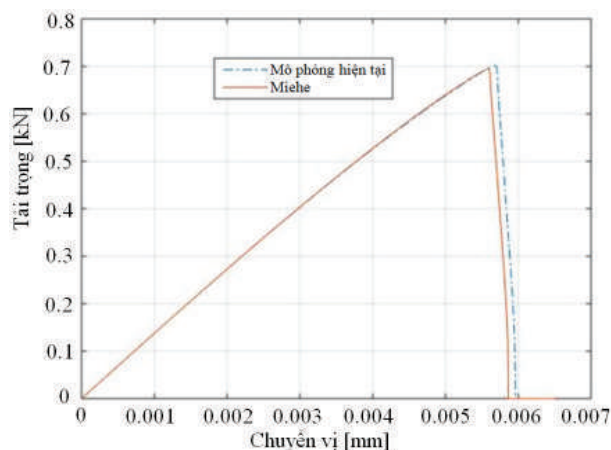
Kích thước và điều kiện biên của tấm như trong Hình 1. Tại góc dưới bên trái được cố định



Hình 1. Kích thước tấm và điều kiện biên



Hình 2. (a) Vết nứt theo mô phỏng hiện tại; (b) vết nứt trong tham chiếu [2]



Hình 3. So sánh đường cong tải trọng- chuyển vị

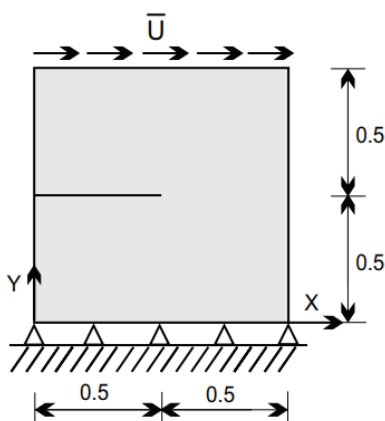
chuyển vị theo hai phương, các điểm khác của cạnh dưới chuyển dịch tự do theo phương ngang. Tại cạnh trên, tấm được gia tải đều theo phương đứng với bước chuyển vị là $\Delta u = 10^{-5}$ mm tới khi kết cấu bị nứt hoàn toàn.

Tham số vật liệu được lấy theo [2] với $\lambda = 121.15$ GPa và $\mu = 80.77$ GPa, $g_c = 0.0027$ kN/mm. Trong các ví dụ của bài báo này tham số chiều dài thỏa mãn $l \geq 2h_{\min}$ như yêu cầu trong [15]. Ví dụ này, ta lấy $l = 0.015$ mm như trong [2].

Hình 2a và Hình 2b là sự phát triển vết nứt theo hai phương pháp. Đây cũng là dạng vết nứt đại diện cho hư hỏng do mở rộng vết nứt thuần túy (dạng I). Hình 3 thể hiện so sánh hai đường cong ứng xử vật liệu theo mô phỏng hiện tại và tham chiếu [2]. Trong đó [2] sử dụng phương pháp phase field không xét tới phép phân rã trực giao ten-xơ biến dạng. Đối với hư hỏng dạng I của cơ học phá hủy trong ví dụ này, ta thấy kết quả giữa phương pháp hiện tại và [2] là tương đồng cả về đường nứt và đường cong ứng xử. Điều này có thể giải thích như sau, trong mô hình hiện tại toàn bộ phần ten-xơ biến dạng lệch chỉ gây ra vết nứt do cắt, trượt (dạng II), nó không ảnh hưởng tới vết nứt dạng I này.

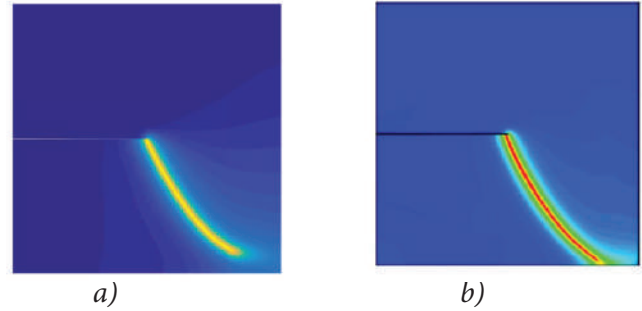
3.2. Cắt một tấm có vết nứt mỗi

Ví dụ tiếp theo thể hiện một tấm có kích thước 1×1 mm chứa vết nứt mỗi dài 0.5 mm chịu cắt như được thể hiện trên Hình 4. Với các điểm ở cạnh dưới của tấm được giữ cố định chuyển vị theo hai phương, trong khi các điểm ở cạnh trên của tấm được gia tải đều theo phương ngang ở biên trên với chuyển vị $\Delta_u = 10^{-5}$ mm.



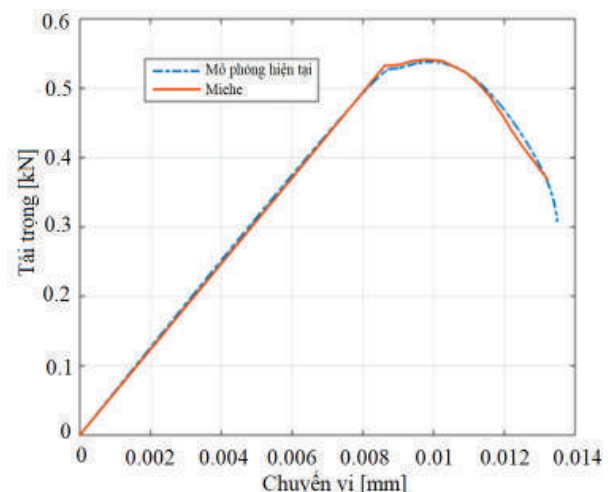
Hình 4. Kích thước tấm và điều kiện biên

Mục tiêu của ví dụ này để mô phỏng hư hỏng kết cấu đại diện cho hư hỏng dạng II. Tấm được chia thành 31236 phần tử tam giác với hai loại kích thước $h_{\min} = 0.001$ mm và $h = 0.02$ mm. Các tham số vật liệu được lấy giống như ví dụ 3.1 và [2]. Tham số chiều dài được sử dụng là $l = 0.015$ mm như tham chiếu. [2]



Hình 5. (a) Vết nứt theo mô phỏng hiện tại; (b) vết nứt trong tham chiếu [2]

Hình 5a và Hình 5b thể hiện đường nứt theo hai phương pháp, trong khi Hình 6 so sánh hai đường cong ứng xử tải trọng - chuyển vị theo phương pháp mô phỏng hiện tại và tham chiếu [2]. Từ các kết quả này, ta thấy rằng ở giai đoạn đàn hồi thì ứng xử vật liệu của hai mô hình là tương tự. Nhưng khi hình thành vết nứt có sự khác nhau giữa hai mô hình: (i) giá trị tải trọng trong đường cong ứng xử tại điểm bắt đầu nứt của mô hình hiện tại nhỏ hơn so với [2] (xem Hình 6), và (ii) đường nứt khi kết cấu gần phá hủy hoàn toàn của mô hình hiện tại lệch về góc dưới bên phải của tấm nhiều hơn so với mô hình [2] (xem Hình 5).



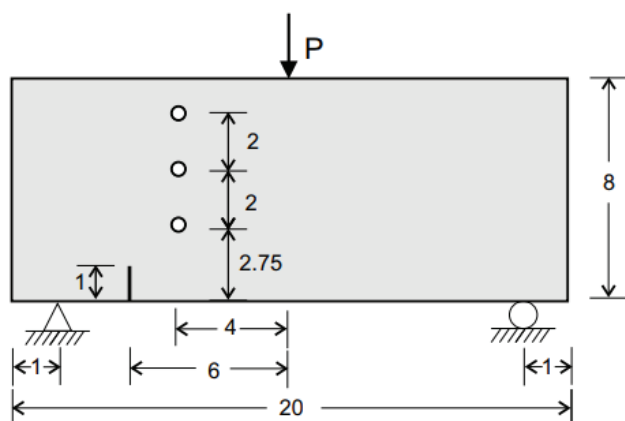
Hình 6. So sánh đường cong tải trọng- chuyển vị

Điều này có thể giải thích là trong mô hình hiện tại toàn bộ ten-xơ biến dạng lệch gây ra hư hỏng dạng II (xem công thức (7)), còn mô hình [2] thì ten-xơ biến dạng lệch này được chia cho cả hai thành phần năng lượng đàn hồi đại diện cho phần kéo và phần nén.

3.3. Uốn ba điểm một dầm không đối xứng

Một dầm chứa 3 lỗ tròn với đường kính 0.5 mm và một vết nứt mỗi dài 1 mm nằm phía bên trái của dầm. Dầm có kích thước $L \times H = 20 \times 8$ mm với khoảng cách hai gối là 18 mm. Với gối bên trái cố định chuyển vị theo hai phương, gối bên phải di động theo phương ngang, điều kiện tải trọng được thể hiện như Hình 7. Dầm được gia tải với bước chuyển vị không đổi $\Delta u = -2 \times 10^{-5}$ mm tại điểm giữa cạnh trên của dầm. Hai kích thước lưới tam giác được sử dụng là $h_{\min} = 0.005$ mm tại khu vực vết nứt dự định đi qua và $h = 0.1$ mm tại khu vực khác với 52314 phần tử. Mục tiêu của ví dụ là mô phỏng vết nứt với sự kết hợp giữa hư hỏng dạng I và hư hỏng dạng II của cơ học phá hủy.

Các tham số của vật liệu được lấy như [2] với $\lambda = 12$ GPa và $\mu = 8$ GPa, $g_c = 0.001$ kN/mm. Tham số chiều dài $l = 0.025$ mm như trong [2]. Kết quả đạt được bằng phương pháp đề xuất được so sánh với phương pháp mô phỏng [2] và phương pháp thực nghiệm của Bittencourt và cộng sự. [13]

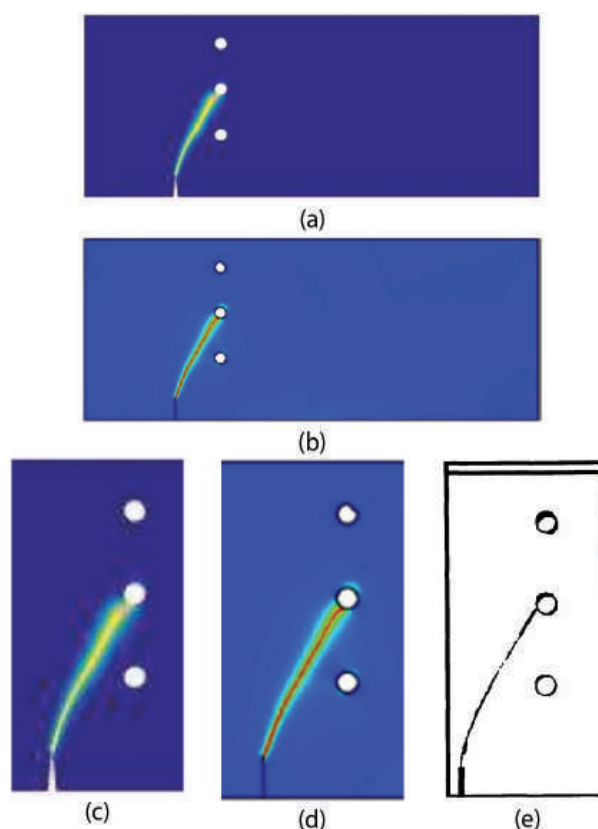


Hình 7. Kích thước và điều kiện biên của dầm

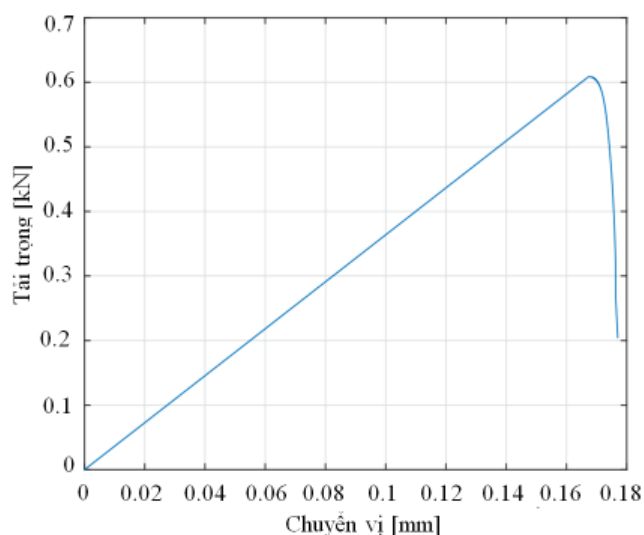
Đường nứt theo phương pháp đề xuất và tham chiếu [2] được thể hiện trong Hình 8a và Hình 8b. Hình 8c đến Hình 8e thể hiện hình dạng vết nứt

ở khu vực hư hỏng của kết cấu theo phương pháp hiện tại và tham chiếu [2] và [13] tương ứng. Ta thấy rằng cả ba mô hình, vết nứt đều hình thành tại vết nứt mỗi và lan truyền tới lỗ thứ 2 của dầm trong sự kết hợp giữa hư hỏng dạng I và dạng II bởi dầm có cấu tạo không đối xứng và vết nứt mỗi nằm lệch sang bên trái. Do trong mô hình của [2] và [13] không thu được đường cong ứng xử tải trọng- chuyển vị nên Hình 9 chỉ thể hiện được đường cong ứng xử của phương pháp đề xuất. Do đó, chúng tôi không phân tích sâu hơn về ưu nhược điểm của các mô hình này. Nhưng ta thấy rằng mô hình hiện tại không tạo ra điểm kỳ dị khi vết nứt lan truyền và được kiểm chứng bằng thực nghiệm của [13]; đường cong ứng xử bị giảm thẳng đứng khi kết cấu bắt đầu nứt, điều này hoàn toàn tự nhiên đối với dầm chịu uốn.

Từ các kết quả đạt được, ta thấy rằng phương pháp đề xuất là công cụ tin cậy để mô phỏng hư hỏng trong dầm chịu uốn ba điểm không đối xứng với đường phát triển vết nứt phức tạp.



Hình 8. (a) Đường nứt của mô phỏng hiện tại; (b) đường nứt của [2]; (c) hình dạng vết nứt của mô phỏng hiện tại; (d) hình dạng vết nứt của [2]; (e) hình dạng vết nứt của [13]



Hình 9. Đường cong tải trọng - chuyển vị

4. KẾT LUẬN

Bài báo này đã mô tả chi tiết phương pháp phase field với việc sử dụng phép phân rã trực giao ten-xơ biến dạng để mô phỏng sự phát triển của đường nứt trong các kết cấu bằng vật liệu đẳng hướng chịu các tác động điển hình của tải trọng như uốn dầm, kéo và cắt tấm đại diện cho hư hỏng dạng I và hư hỏng dạng II của cơ học phá hủy. Các kết quả đạt được theo phương pháp hiện tại được so sánh với các phương pháp tham chiếu như mô phỏng hoặc thực nghiệm đều cho thấy sự tương đồng giữa các kết quả. Ưu điểm của phương pháp hiện tại là thỏa mãn điều kiện trực giao ten-xơ biến dạng, dễ áp dụng vào mô hình số và không làm phát sinh các điểm kỳ dị trong quá trình hình thành vết nứt.

Từ các kết quả khả quan này khi mô phỏng vật liệu đẳng hướng, nghiên cứu tiếp theo sẽ phân tích dạng tổng quát của phân rã trực giao ten-xơ biến dạng cho các loại vật liệu giòn/ tựa giòn còn lại như vật liệu trục hướng hoặc dị hướng, vật liệu nhiều pha với ảnh hưởng của mặt phân giới như bê tông và áp dụng phép phân rã này vào phương pháp phase field để mô phỏng hư hỏng của chúng.

Lời cảm ơn: Tác giả Ngô Văn Thức được tài trợ bởi Nhà tài trợ thuộc Tập đoàn Vingroup và hỗ trợ bởi chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), Viện Nghiên cứu Dữ liệu lớn (VinBigdata), mã số VINIF.2020.TS.86.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Needleman, A continuum model for void nucleation by inclusion debonding, J. Appl. Mech, 54 (1987) 525–531.
- [2] C. Miehe, M. Hofacker, F. Welschinger, A phase field model for rate-independent crack propagation: robust algorithmic implementation based on operator splits, Comput. Methods Appl. Mech. Eng, 199(2010) 2765–2778.
- [3] C. Miehe, F. Welschinger, M. Hofacker, Thermodynamically consistent phase-field model of fracture: Variational principles and multi-field FE implementations, Int. J. Numer. Methods Eng, 83 (2010) 1273–1311.
- [4] D.S. Dugdale, Yielding of steel sheets containing slits, J. Mech. Phys. Solids, 8 (1960) 100–104.
- [5] G.A. Griffith, The phenomena of rupture and flow in solid, Philosophical Transaction of the Royal Society London Series A. 221 (1921) 163–198.
- [6] G.R. Irwin, Analysis of stress and strains near the end of a crack traversing a plate, J. Appl. Mech, 24(1957) 361–364.
- [7] G.I. Barenblatt, The formation of equilibrium cracks during brittle fracture. General ideas and hypotheses. Axially-symmetric cracks, J. Appl. Math. Mech, 23 (1959) 622–636.
- [8] G.A. Francfort, J.J. Marigo, Revisiting brittle fracture as an energy minimization problem, J. Mech. Phys. Solids, 46(1998), 1319–1342.
- [9] H. Amor, J.J. Marigo, C. Maurini, Regularized formulation of the variational brittle fracture with unilateral contact: Numerical experiments, J. Mech. Phys. Solids, 57 (2009) 1209–1229.
- [10] J. M. Sargado, E. Keilegavlen, I. Berre, J.M. Nordbotten, High-accuracy phase-field models for brittle fracture based on a new family of degradation functions, J. Mech. Phys. Solids, 111 (2018) 458–489.
- [11] J.Y. Wu, M. Cervera, A novel positive/negative projection in energy norm for the damage modeling of quasi-brittle solids, Int. J. Solids Struct, 139 (2018) 250–269.
- [12] Q.C. He, Q. Shao, Closed-form coordinate-free decompositions of the two-dimensional strain and stress for modeling tension–compression dissymmetry, J. Appl. Mech, 86 (2019) 031007.

- [13] T.N. Bittencourt, P.A. Wawrzynek, A.R. Ingraffea, J.L. Sousa, Quasi-automatic simulation of crack propagation for 2D LEFM problems, *Eng. Fract. Mech.*, 55 (1996) 321–334.
- [14] T.T. Nguyen, J. Yvonnet, Q.Z. Zhu, M. Bornert, C. Chateau, A phase field method to simulate crack nucleation and propagation in strongly heterogeneous materials from direct imaging of their microstructure, *Eng. Fract. Mech.*, 139 (2015) 18–39.
- [15] Vũ Bá Thành, Ngô Văn Thúc, Bùi Tiến Thành, Trần Thế Truyền, Đỗ Anh Tú, Mô phỏng sự hình thành và lan truyền vết nứt trong dầm bê tông cường độ cao có chất kết dính bổ sung nano-silica bằng phương pháp phase field, *Tạp chí khoa học Giao thông vận tải*, 72 (2021) 672–686.

MỘT SỐ GIẢI PHÁP TRONG KHAI THÁC NƯỚC NGẦM BẰNG BÃI GIẾNG NHẪM GIẢM THIỂU HẠ THẤP MẶT ĐẤT

SOME SOLUTIONS IN GROUNDWATER EXPLOITATION BY GOOD YARDS FOR REDUCTION LOWERING THE GROUND

Nguyễn Xuân Mẫn, Nguyễn Duyên Phong

ABSTRACT:

Groundwater exploitation leads to a lowering of the groundwater level in a non-pressurized aquifer or a decrease in pressure in a pressurized aquifer. If there is no effective and appropriate remedy, it will inevitably lead to the breakdown of the stratigraphic balance; As a result, the strata subsided. The subsidence process spreads to the ground causing the ground to collapse. Stratigraphic subsidence and ground subsidence cause damage to underground structures and aboveground structures (underground tunnels, roads, houses and civil works, and public buildings terrestrial industry).

This report presents two solutions to minimize ground subsidence caused by groundwater extraction in the Mekong Delta and Ho Chi Minh City:

The first solution: Build well yards to exploit groundwater near the area with replenishing water sources.

The second solution: Optimizing the exploitation water flow of the wells in the mining well yard.

KEYWORDS: *Lowering the ground, groundwater extraction, lower pressure, wells yards, exploitation water flow.*

TÓM TẮT:

Khai thác nước dưới đất dẫn đến hạ thấp mực nước ngầm trong tầng nước không áp hoặc làm giảm áp lực trong tầng nước có áp. Nếu không có giải pháp khắc phục hiệu quả và phù hợp thì tất yếu sẽ dẫn đến phá vỡ cân bằng địa tầng; hậu quả là địa tầng và mặt đất bị sụp lún. Sụp lún địa tầng và sụt lún mặt đất gây tổn hại cho các công trình xây dựng (công trình ngầm và trên mặt đất).

Hiện nay có hai giải pháp để giảm thiểu lún mặt đất do khai thác nước ngầm: Xây dựng bãi giếng khai thác nước ngầm ở gần khu vực có nguồn nước bổ cập; Tối ưu hóa lưu lượng nước khai thác của các giếng trong bãi giếng khai thác.

Báo cáo này trình bày giải pháp tối ưu hóa lưu lượng nước khai thác của các giếng trong bãi giếng khai thác nhằm giảm thiểu hạ thấp mặt đất ở khu vực TP. Hồ Chí Minh. Phương pháp nghiên cứu được sử dụng là giải bài toán quy hoạch tuyến tính để tìm lời giải tối ưu lưu lượng nước khai thác trong từng giếng trong bãi giếng khai thác.

TỪ KHÓA: *Khai thác nước ngầm, sụp lún, bãi giếng, hạ áp lực, hạ thấp mặt đất.*

Nguyễn Xuân Mẫn

Học hàm, học vị: PGS.TS.

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tel: 0903 010 864

Email: mannxdoky@gmail.com

Nguyễn Duyên Phong

Học hàm, học vị: TS.

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở - Địa chất

Tel: 0967 318 556

Email: nguyenduyenphong@humg.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để xây dựng các công trình khai thác nước ngầm với việc bổ cập nước từ các nguồn khác cần phải có các điều kiện sau: có các nguồn nước tự nhiên hoặc nhân tạo bên cạnh (sông, hồ), có cấu trúc địa chất thủy văn và quan hệ thủy lực giữa nước mặt và nước dưới đất thuận lợi. Tồn tại các kiểu bổ cập và quan hệ thủy lực giữa nước mặt và nước dưới đất như sau:

Kiểu 1: Thường xảy ra trong đới dư ẩm dọc theo các sông lớn. Trong điều kiện tự nhiên phần lớn thời gian trong năm sông, hồ được nước dưới đất cung cấp, dòng chảy ngầm hướng từ bờ ra phía sông hồ. Chỉ trong mùa lũ hoặc các thời kỳ lũ nước dưới đất mới tạm thời được nước sông hồ cung cấp. Sự cung cấp này chỉ xảy ra ở đới ven bờ, làm cho dòng chảy ngầm có phương từ phía sông hồ về đới ven bờ. Chiều rộng của đới này phụ thuộc vào: độ lớn của sông; biên độ dao động mực nước sông; tính thấm của đất đá chứa nước. Khi có công trình khai thác ven bờ với mực nước hạ thấp dưới mực nước sông hồ thì nước sông cung cấp cho công trình khai thác.

Kiểu 2: Phổ biến ở các vùng thiếu ẩm hoặc các vùng có cấu trúc đặc biệt thuận lợi để cho nước mặt quanh năm cung cấp cho nước dưới đất. Vào thời kỳ lũ giá trị cung cấp tăng lên. Khi có công trình khai thác ven bờ thì sự cung cấp càng tăng.

Kiểu 3: Đặc trưng cho trường hợp dao động mực nước sông không lớn. Do độ nghiêng thủy lực của nước dưới đất ở đới ven sông lớn nên không có sự cung cấp của sông. Trong thời kỳ lũ, quá trình thoát của nước dưới đất không những không bị dừng lại mà còn tăng lên do sự gia tăng lượng cung cấp. Các công trình khai thác ven bờ không hạ thấp được mực nước dưới đất xuống dưới mực nước mặt, do đó không nhận được sự cung cấp từ phía sông.

Kiểu 4: Là kiểu quan hệ thủy lực giữa nước mặt và nước có áp nằm sâu được ngăn cách bởi lớp thấm nước yếu. Trong đa số trường hợp mực áp lực của tầng chứa nước cao hơn mực nước mặt nên nước dưới đất sẽ cung cấp cho nước mặt bằng cách thấm xuyên từ dưới lên qua lớp thấm yếu. Nếu mực áp lực thấp hơn mực nước mặt thì sẽ xảy ra hiện tượng ngược lại. Khi có công trình khai thác ven bờ, mực nước dưới đất hạ thấp xuống dưới mực nước mặt thì nước mặt sẽ cung cấp cho công trình khai thác bằng cách thấm xuyên qua các lớp thấm yếu nên lượng bổ sung không lớn.

Như vậy việc xây dựng công trình khai thác nước thấm lọc ven bờ có hiệu quả nhất là từ các nguồn nước mặt có quan hệ thủy lực với nước dưới đất kiểu 1 và kiểu 2. Đối với kiểu quan hệ 3 phải đắp đập để nâng cao mực nước mặt. Còn đối với kiểu quan hệ 4 thì khoan thêm các lỗ khoan dẫn nước từ trên xuống. Dưới đây trình bày cơ sở lý thuyết để giải quyết bài toán đặt ra.

2. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Đại lượng thấm từ các nguồn nước mặt được xác định bằng công thức thủy động lực (Konopdianxep, E.H. Iaxepva, 1983) như sau:

$$Q = K.M.B.I, \quad (1)$$

Trong (1): Q - lưu lượng thấm từ sông hồ, m³/ngày; K - hệ số thấm của đất đá tầng chứa nước và của cả lớp bùn sét lắng đọng ở đáy sông hồ, m/ngày; M - chiều dày tầng chứa nước, m; B - chiều dài tường bờ, m; I - độ nghiêng thủy lực, được xác định bằng công thức:

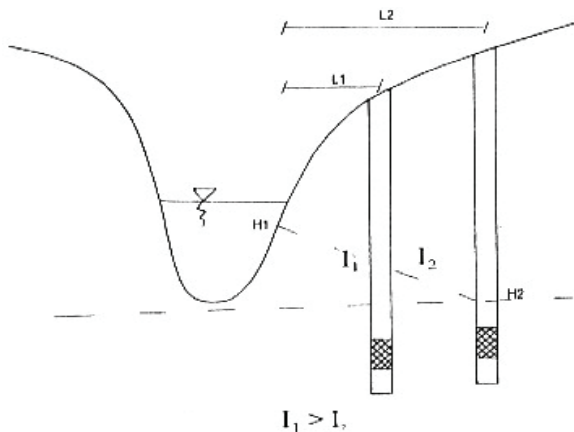
$$I = \frac{H_1 - H_2}{L} \quad (2)$$

Trong (2): H₁ - độ cao mực nước mặt, m; H₂ - độ cao mực nước dưới đất tại công trình khai thác, m; L - khoảng cách từ nguồn nước mặt đến

công trình khai thác, m.

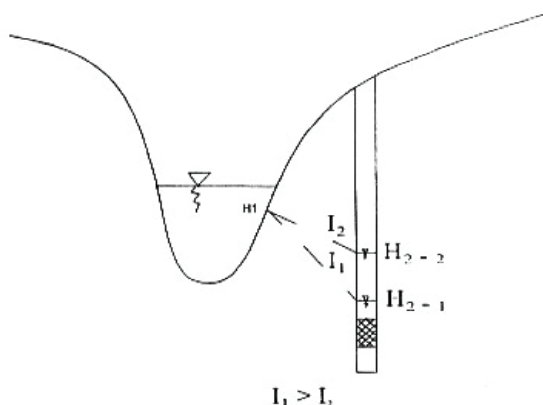
Trong một điều kiện tự nhiên cụ thể thì các đại lượng K, M, B không thay đổi, để tăng lưu lượng thấm Q người ta phải làm tăng độ nghiêng thủy lực I bằng 2 cách:

Cách 1: chuyển công trình khai thác càng gần sông hồ càng tốt, thậm chí đặt ngay ở lòng sông hồ (Hình 1).



Hình 1. Tăng độ nghiêng thủy lực của dòng thấm từ sông hồ bằng cách chuyển công trình khai thác về phía gần sông

Cách 2: hạ thấp sâu mực nước dưới đất tại công trình khai thác, tuy nhiên cũng chỉ có thể hạ thấp đến giới hạn cho phép (Hình 2).



Hình 2. Tăng độ nghiêng thủy lực của dòng thấm từ sông hồ bằng hạ thấp mực nước dưới đất ở công trình khai thác

Công thức tổng quát để tính trữ lượng khai thác nước dưới đất có dạng như sau:

$$Q_{kt} = Q_{tn} + \frac{V_{dh}}{t} + \frac{\alpha V_{tl}}{t} + Q_{ct} \quad (3)$$

Trong (3): Q_{kt} - trữ lượng khai thác tiềm năng, m^3/ng ; Q_{tn} - trữ lượng động tự nhiên, m^3/ng ; V_{dh} - trữ lượng tĩnh đàn hồi, m^3 ; V_{tl} - trữ lượng tĩnh trọng lực, m^3 ; α - hệ số xâm phạm vào trữ lượng tĩnh trọng lực cho phép (lấy bằng 30% đối với các tầng chứa nước không áp); t - thời gian khai thác, thường được hạn định là 27 năm (104 ngày); Q_{ct} - trữ lượng cuốn theo, m^3/ng .

Các đại lượng Q_{tn} , V_{dh} , V_{tl} được hình thành trong điều kiện tự nhiên, còn trữ lượng cuốn theo (Q_{ct}) chỉ hình thành trong quá trình khai thác, khi mà do sự bơm hút, mực nước dưới đất bị hạ thấp sẽ lôi cuốn dòng chảy từ các phía vào tầng chứa nước khai thác (thấm xuyên từ các khối nước mặt xuống, thấm nghiêng từ các tầng chứa nước kề cận vào...). Trong đó lượng thấm xuyên từ các khối nước mặt trong một số điều kiện chiếm tỉ trọng rất lớn. Đó là tiền đề để xây dựng các giếng thấm kích thích (induced infiltration wells) ven bờ. Theo số liệu của Sở Tài nguyên và Môi trường, TP. Hồ Chí Minh, 2005 (Tóm tắt đề án: Xây dựng mạng quan trắc lún đất do khai thác nước ngầm vùng phía Nam TP. Hồ Chí Minh) thì nước dưới đất khu vực TP. Hồ Chí Minh được bổ cập từ ba nguồn chính: nước Kinh Đông, nước mưa và nước sông Sài Gòn. Sông Sài Gòn, Kinh Đông, sông Đồng Nai, nước mưa,... là các nguồn bổ cập cho các tầng chứa nước dưới đất Pleistocen, Pliocen trên. Nước mưa cũng là nguồn bổ cập lớn cho tầng chứa nước Pleistocen và gián tiếp cho Pliocen trên. Chính vì vậy, mực nước ngầm dao động lớn theo mực nước các dòng sông, Kinh Đông và theo hai mùa: mùa khô và mùa mưa. Nước Kinh Đông cung cấp cho nước dưới đất tầng Pleistocen. Khi nước Kinh Đông dâng cao thì mực nước dưới đất ở các vị trí cách kênh 20 ÷ 100 m đều dâng cao. Khi xây dựng xong Kênh Đôi mực nước dưới đất dâng lên 2 ÷ 2,5 m so với chưa xây dựng Kênh Đôi. Nước mưa là nguồn bổ trợ nước dưới đất lớn. Khảo sát mực nước dưới đất cho thấy, khi có trận mưa kéo dài 1 ÷ 2 giờ thì mực nước dưới đất ở Củ Chi tăng lên 0,1 ÷ 0,25 m. Về mùa mưa mực nước dưới đất cao hơn mùa khô từ 1,5 ÷ 3,0 m. Nước sông Sài Gòn có quan hệ thủy lực với nước dưới đất.

Khi nước sông dâng cao thì bổ cấp cho nước dưới đất, ngược lại khi nước sông cạn thì nước dưới đất lại cung cấp cho sông.

Theo tính toán thì lượng nước bổ cấp cho nước dưới đất tầng Pleistocen từ các nguồn bổ cấp chính như sau:

+ Từ Kinh Đông là:

$$Q_{KD} = q.L.b = 0,55 \times 285000 \times 1,0 = 156750 \text{ m}^3/\text{ngày}.$$

Trong đó q là lưu lượng đơn vị, $\text{m}^3/\text{ngày}$ (Theo Sở Tài nguyên Môi trường Tp. HCM thì kinh Đông cung cấp cho nước dưới đất với giá trị khoảng $q = 0,55 \text{ m}^3/\text{ngày}$); L - chiều dài phần kênh chưa bị xi măng hóa ($L = 400 - 115 = 285 \text{ km} = 285000 \text{ m}$; b - bề rộng tính toán, lấy $b = 1,0 \text{ m}$).

+ Từ sông Sài Gòn là:

$$Q_{SSG} = K.L.W.(F_{\text{sông}} - F_{\text{Aquifer}})/M.$$

Với K - hệ số thấm của lớp đất đá đáy sông, $K = 1,0 \text{ m/ngày}$; L - chiều dài đoạn sông cung cấp nước dưới đất, $L = 22500 \text{ m}$; W - chiều rộng trung bình của sông, $W = 80 \text{ m}$; M - chiều dày lớp trầm tích đáy sông, $M = 4,0 \text{ m}$; $F_{\text{sông}}$ - mực nước trên sông, lấy trung bình theo trạm quan trắc Bình Dương là $0,15 \text{ m}$; F_{Aquifer} - mực nước ngầm bên sông lấy trung bình nhiều năm tại trạm quan trắc Q002 Bình Mỹ là $0,0 \text{ m}$.

Thay số: $Q_{SSG} = 67500 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

+ Từ nước mưa là: $Q_m = F.W, \text{m}^3/\text{ngày}$.

F - diện tích hứng mưa của khu vực TP. Hồ Chí Minh; W - cường độ cung cấp nước mưa cho tầng.

Thay số $Q_m = 309532 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

Đề xuất xây dựng bãi giếng: Quy hoạch vị trí xây dựng các nhà máy khai thác nên ưu tiên vị trí ven sông, kênh, rạch và hồ chứa vì đó là nguồn cung cấp, bổ trợ lớn cho tầng chứa nước khai thác. Giảm lưu lượng khai thác nước ngầm bằng việc khai thác, xử lý nguồn nước mặt. Trong vùng TP. Hồ Chí Minh tồn tại hai tầng chứa nước lỗ hổng trong các trầm tích Đệ Tứ bờ rời có giá trị khai thác tốt: Tầng chứa nước Pleistocen và Pliocen (trên, dưới). Hai tầng này được bổ cấp nước mặt từ kênh Đồi, sông Sài Gòn, sông

Đồng Nai, hệ thống sông, rạch khác và nước mưa theo mùa mưa.

Kết quả quan trắc động thái nước đất cũng xác định được động thái thủy văn, tức là vùng động thái nước dưới đất bị chi phối bởi chế độ thủy văn của sông Sài Gòn, Kênh Đồi và mùa mưa, mùa khô. Trên cơ sở nghiên cứu các luận cứ khoa học và đặc điểm địa chất thủy văn TP. Hồ Chí Minh, đề xuất xây dựng bãi giếng khai thác nước thấm lọc dọc theo dải ven bờ sông Sài Gòn, sông Đồng Nai, các sông khác và các kinh trong khu vực thành phố, nhất là Kinh Đông. Bãi giếng đưa ra càng gần sông thì độ nghiêng thủy lực càng lớn và nhận được lưu lượng thấm từ sông càng nhiều. Các kết quả tính toán cho thấy với diện tích như nhau nếu đặt bãi giếng sát mép nước sông thì lưu lượng khai thác sẽ tăng $2,0 \div 3,0$ lần so với bãi giếng cách xa mép nước sông (khoảng cách xa từ $350 \div 500 \text{ m}$).

Tóm lại, công trình khai thác nước đặt các giếng ven bờ là một dạng khai thác có nguồn bổ sung nhân tạo cần được áp dụng rộng rãi trong thời gian tới ở TP. Hồ Chí Minh để làm việc này thì vùng ven bờ các sông nên quy hoạch thành công viên, khu du lịch, giải trí,... và xây dựng các công trình khai thác nước dưới đất.

3. THIẾT LẬP BÀI TOÁN

Như chúng ta đã biết điều kiện địa chất thủy văn (ĐCTV) của một số loại mỏ nước dưới đất không đơn giản do sự bất đồng nhất về tính thấm, chứa nước. Sơ đồ bố trí các lỗ khoan khai thác trong các trường hợp này thường không có dạng hình học đặc trưng (đường thẳng, đường tròn, lưới, v.v...) mà có dạng phân bố bất kỳ dạng diện tích. Vấn đề đặt ra là nên khai thác từ mỗi lỗ khoan với lưu lượng bao nhiêu để trị số hạ thấp mực nước vẫn nhỏ hơn hoặc bằng trị số hạ thấp mực nước cho phép mà tổng của chúng đạt giá trị cực đại. Đây chính là nội dung của bài toán tối ưu lưu lượng khai thác các lỗ khoan.

Thiết lập bài toán tối ưu lưu lượng nước các lỗ khoan khi vị trí của chúng đã biết. Nghiên cứu các bài toán tối - ưu trong ĐCTV nói chung và đặc biệt

là bài toán tối - ưu hóa lưu lượng các lỗ khoan của công trình khai thác khi đã ấn định vị trí của chúng đã được J.K. Gavitch và F.M. Botrever đề cập. Nội dung bài toán là xác định lưu lượng các lỗ khoan khai thác nước Q_i để sao cho tổng lưu lượng khai thác Q_T trong thời gian khai thác t đạt cực đại, khi mà trị số hạ thấp mực nước S_j tại lỗ khoan j không vượt quá trị số hạ thấp mực nước cho phép $[S]_j$ lưu lượng của các lỗ khoan có thể thay đổi từ 0 đến $Q_{\max}$ (giá trị $Q_{\max}$ phụ thuộc vào hệ số dẫn nước của tầng chứa nước tại vị trí đặt lỗ khoan, cấu trúc của nó và đặc tính kỹ thuật của máy bơm). Để đơn giản hóa, giả thiết chất lượng nước đảm bảo và không phải đề cập đến giới hạn về chất lượng nước (độ khoáng hóa, thành phần hóa học, v.v...).

Với điều kiện trên bài toán được thiết lập như sau: xác định lưu lượng của các lỗ khoan khai thác Q_i ($i = 1, 2, 3, \dots, k$), khi tổng của chúng đạt cực đại:

$$F = \sum_{i=1}^k Q_i \rightarrow \text{Max} \quad (4)$$

Đồng thời tuân theo các giới hạn đã nói ở trên:

$$S_j(t) \leq [S]_j \quad (5)$$

$$0 \leq Q_i \leq Q_{\max} \quad (6)$$

Trong (4), (5) và (6): F - hàm mục tiêu; $i, j = 1, 2, \dots, k$ là số thứ tự và số lỗ khoan khai thác nước. Giá trị S_j phụ thuộc vào điều kiện ĐCTV của từng vùng, lưu lượng lỗ khoan Q_i và thời gian khai thác t . Đối với tầng chứa nước vô hạn giá trị S_j được xác định theo công thức (4) hay (5). Đối với nước có áp mối quan hệ (5) thường là mối quan hệ tuyến tính giữa trị số hạ thấp S_j và lưu lượng lỗ khoan.

$$S_j = \left(\frac{1}{2} T \right) \sum_{i=1}^k Q_i f_{ji} \quad (7)$$

$$S_j = \sum_{i=1}^k Q_i a_{ji} \quad (8)$$

Trong (7) và (8): f_{ji} - sức cản thủy lực không thứ nguyên; T - hệ số dẫn nước, $m^2/ngày$; a_{ji} - hàm ảnh hưởng của lỗ khoan thứ i đến j có tính

đến tính thấm, chứa nước, loại biên, khoảng cách từ biên đến chúng hoặc khoảng cách giữa các lỗ khoan. Về mặt thủy lực nó chính là sức cản thủy lực của nước đến lỗ khoan, xác định theo công thức:

$$a_{ji} = f_{ji}/2T. \quad (9)$$

Giá trị a_{ji} về mặt vật lý là trị số hạ thấp mực nước trong lỗ khoan thứ j do ảnh hưởng khai thác của lỗ khoan thứ i với lưu lượng bằng một đơn vị. Biết a_{ji} cho phép xác định $S_j(t)$ đối với tất cả các lỗ khoan tương tác. Giới hạn (5), (6) biểu diễn dưới dạng bất phương trình và biểu thức $S_j(t)$ được viết như hệ phương trình đại số tuyến tính.

Một số tác giả như Botrever Ph.M., (1978); I.K. Gavitch, (1988) đã đề xuất cách xác định S_i theo công thức sau đây:

$$S_i = \left(\frac{1}{2} \pi k m \right) \sum_{j=1}^n Q_j \ln \frac{1,5\sqrt{at}}{r_{ij}} \quad (10)$$

Trong (10): k - hệ số thấm; m - chiều dày lớp đất đá; r_{ij} - khoảng cách từ lỗ khoan thứ i đến lỗ khoan thứ j , khi $i = j$ thì r_{ij} bán kính ống lọc của lỗ khoan.

Từ (5), (6) và (8) chúng ta nhận được phương trình và điều kiện giới hạn:

$$F = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_k \rightarrow \text{Max} \quad (11)$$

Các ràng buộc:

$$\begin{aligned} a_{11}Q_1 + a_{12}Q_2 + \dots + a_{1k}Q_k &\leq [S]_1 \\ a_{21}Q_1 + a_{22}Q_2 + \dots + a_{2k}Q_k &\leq [S]_2 \end{aligned} \quad (12)$$

$$a_{31}Q_1 + a_{32}Q_2 + \dots + a_{3k}Q_k \leq [S]_3$$

...

$$a_{k1}Q_1 + a_{k2}Q_2 + \dots + a_{kk}Q_k \leq [S]_k \quad (13)$$

$$0 \leq Q_i \leq Q_{\max}; i = 1, 2, 3, \dots, k$$

Trong đó: a_{ji} - Các hàm ảnh hưởng, xác định như sau:

- Từ một trong k lỗ khoan, thí dụ lỗ khoan thứ nhất ($i = 1$) đặt lưu lượng duy nhất, các lỗ khoan còn lại xem như bằng không;

- Xác định giá trị S_j cho tất cả các lỗ khoan tương ứng với a_{ji} ;

- Bằng phương pháp tương tự tính cho tất cả các lỗ khoan còn lại ($i = 2, i = 3, \dots, i = k$) sẽ tìm được những giá trị còn lại của hàm ảnh hưởng a_{ji} và nhận được.

Đối với tầng chứa nước có áp, vô hạn, khi khai thác kéo dài, hàm ảnh hưởng a_{ji} có thể tính theo công thức:

$$a_{ji} = \frac{0,183}{T} \lg \left(\frac{2,25at}{r_{ji}^2} \right) \quad (14)$$

ở đây: T - hệ số dẫn nước, m^2/ng ; a - hệ số truyền áp, m^2/ng ; t - thời gian bơm khai thác, ngày-đêm; r_{ji} - khoảng cách từ lỗ khoan j đến các lỗ khoan còn lại (m), khi $j = i$ thì $r_{ji} = r_{jj}$ = đường kính ống lọc của lỗ khoan hút nước (thường bằng $0,2 \div 0,4 m$).

4. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Bài toán thiết lập được đặc trưng bởi hàm mục tiêu F và tất cả các giới hạn là tuyến tính với các thông số tối ưu Q_i và được trình bày như bài toán quy hoạch tuyến tính. Nếu hàm mục tiêu hay một trong những giới hạn là phi tuyến so với Q thì hệ phương trình (7), (8) là bài toán quy hoạch phi tuyến. Trong một số trường hợp hàm phi tuyến có thể được thay bởi hàm tuyến tính từng khoảng thì quy hoạch phi tuyến được thay thế bởi quy hoạch tuyến tính.

Giải bài toán trên bằng nhiều cách. Một trong phương pháp giải là dùng phương pháp simplex.

Để làm việc này ta viết lại bài toán ở dạng:

$$G = -F = -Q_1 - Q_2 - Q_3 - \dots - Q_k \rightarrow \text{Min} \quad (15)$$

Các ràng buộc:

$$\begin{aligned} a_{11}Q_1 + a_{12}Q_2 + \dots + a_{1k}Q_k + X_1 &= [S]_1 \\ a_{21}Q_1 + a_{22}Q_2 + \dots + a_{2k}Q_k + X_2 &= [S]_2 \\ a_{31}Q_1 + a_{32}Q_2 + \dots + a_{3k}Q_k + X_3 &= [S]_3 \\ &\dots \\ a_{k1}Q_1 + a_{k2}Q_2 + \dots + a_{kk}Q_k + X_k &= [S]_k \end{aligned} \quad (16)$$

Điều kiện:

$$0 \leq Q_i \leq Q_{\max}; i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (17)$$

Lập bảng Simplex có dạng sau đây:

Bảng 1. Bảng cơ sở

t	Q_1	Q_2	Q_3	...	Q_s	...	Q_k	$B=[S]$
X_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1s}		a_{1k}	B_1
X_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2s}		a_{2k}	B_2
X_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3s}		a_{3k}	B_3
...	...	...	...	...	...		...	...
X_m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	...	a_{ms}		a_{mk}	B_m
X_k	a_{k1}	a_{k2}	a_{k3}	...	a_{ks}		a_{kk}	B_k
G	$C_1 = -1$	$C_2 = -1$	$C_3 = -1$		C_s		$C_k = -1$	

Biến đổi bảng cơ sở theo nguyên tắc sau đây:

- Chọn cột cho phép: cột chứa giá trị tuyệt đối C_s lớn nhất. Giả thiết đó là cột s (cột tô đậm).

- Sau khi có cột cơ sở s ta đi tính các giá trị của cột này theo công thức: $a_{js} = B_i/a_{is}$; $j = 1, 2, \dots, k$.

- Chọn hàng cho phép: hàng chứa giá trị nhỏ nhất từ các a_{js} tính trên đây. Giả sử đó là hàng m (hàng tô đậm).

Biến đổi bảng cơ sở theo các bước sau:

+ tính yếu tố cho phép: a_{ms} thay bằng $a'_{ms} = 1/a_{ms}$;

+ các yếu tố của hàng cho phép: $a'_{mi} = a_{mi}/a_{ms}$;

+ các yếu tố của cột cho phép: $a'_{js} = -a_{js}/a_{ms}$;

+ các yếu tố còn lại bao gồm hàng tự do B và hàng G tính như sau:

$$a'_{ji} = a_{ji} - \frac{(a_{js} \cdot a_{mi})}{a_{ms}}$$

+ Thay đổi vị trí của biến số Q_s trong cột s cho biến X_m trong hàng m .

Biến đổi các bước tiếp theo như trong các bước trên đây cho đến khi tất cả các yếu tố của hàng G đều không âm (ứng với các X_i).

Khi đó các giá trị B_{ki} ở cột cuối ứng với các $X_i \geq 0$ chính là nghiệm của bài toán tối ưu.

Bảng Simplex cuối cùng ứng với giai đoạn biến đổi thứ k và các yếu tố của hàng G là C_k^k không âm có dạng:

Bảng 2. Bảng Simplex ở giai đoạn biến đổi thứ k

Q/X	X_1	X_2	X_3	...	X_{k-1}	X_k	$B=[S]$
Q_1	a_{11}^k	a_{12}^k	a_{13}^k	...	...	a_{1k}^k	B_1^k
Q_2	a_{21}^k	a_{22}^k	a_{23}^k	...	...	a_{2k}^k	B_2^k

Q_3	a_{31}^k	a_{32}^k	a_{33}^k	...	...	a_{3k}^k	B_3^k
...	...	...	...	...	...	...	...
Q_k	a_{k1}^k	a_{k2}^k	a_{k3}^k	...	...	a_{kk}^k	B_k^k
$G=-F$	C_1^k	C_2^k	C_3^k	...	C_{k-1}^k	C_k^k	

Nghiệm tối ưu tương ứng là:

Q_1	B_1^k
Q_2	B_2^k
...	...
Q_{kt}	B_k^k

Trong trường hợp bài toán nhiều biến thì việc giải trên đây là rất lâu và mất khá nhiều thời gian. Chính vì vậy mà người ta giải theo một số thuật toán lập trình sẵn. Sau đây ứng dụng một trong các chương trình tính đã có sẵn để tìm nghiệm tối ưu.

Bài toán trên được thiết lập theo mô hình chuẩn của bài toán quy hoạch tuyến tính như sau:

$$\begin{aligned} F &= -\sum c_i Q_i \rightarrow \min \\ \sum a_{li} Q_i &\leq B_i \\ 0 &\leq Q_i \leq Q_{\max} \\ c_i &\geq 0 \end{aligned} \quad (18)$$

Bài toán trên còn có thể giải bằng Maple 9.5.

5. MINH HỌA LỜI GIẢI QUA VÍ DỤ CỤ THỂ

5.1. Giải bằng phương pháp Simplex

Sau đây chúng ta sẽ nghiên cứu một ví dụ: để cung cấp nước cho một xí nghiệp người ta đã khoan 3 lỗ khoan khai thác có đường kính ống lọc: $r_{11} = r_{22} = r_{33} = 0,2$ m.

Tầng chứa nước áp lực, vô hạn có bề dày trung bình là 30 m, áp lực trên mái tầng chứa nước là 50 m. Từ tài liệu hút nước thí nghiệm đã xác định được hệ số dẫn nước $T = 220$ m²/ng, hệ số truyền áp $a = 2,25.106$ m²/ng.

Các lỗ khoan được bố trí theo tam giác với khoảng cách như sau: $r_{12} = r_{21} = 300$ m; $r_{13} = r_{31} = 400$ m và $r_{23} = r_{32} = 500$ m. Thời gian dự kiến khai thác là $t = 104$ ngày đêm (tương đương 27 năm). Theo tài liệu thăm dò, trị số hạ thấp mực nước cho phép tại các lỗ khoan có thể lấy bằng: $[S]_1 = [S]_2 = [S]_3 = 50$ m.

Dựa vào (14) và các số liệu đã cho để dàng xác định được giá trị hàm ảnh hưởng (a_{ji} , $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2, 3$) ứng với lưu lượng đơn vị (lấy bằng 1000 m³/ng). Bài toán tối ưu hóa được biểu diễn bởi hệ phương trình sau:

$$\begin{aligned} G &= -F = -Q_1 - Q_2 - Q_3 \rightarrow \min \\ 10,07Q_1 + 6,845Q_2 + 4,578Q_3 + X_1 &= 50 \\ 6,845Q_1 + 10,07Q_2 + 4,414Q_3 + X_2 &= 50 \\ 4,578Q_3 + 4,414Q_2 + 10,07Q_3 + X_3 &= 50 \\ 0 &\leq Q_i \leq Q_{\max} \end{aligned}$$

X_1, X_2 và X_3 - là các biến số phụ không âm đưa vào theo phương pháp Simplex để bắt phương trình dạng (12) trở thành phương trình dạng (16). Lập bảng cơ sở (Bảng 3):

Bảng 3. Bảng cơ sở tính toán minh họa số

X/Q	Q_1	Q_2	Q_3	B
X_1	10,07	6,845	4,578	50
X_2	6,845	10,07	4,414	50
X_3	4,578	4,414	10,07	50
$G = -F$	-1,0	-1,0	-1,0	0

Biến đổi theo bảng Simplex giai đoạn thứ 3 cho ta kết quả như trong Bảng 4:

Bảng 4. Kết biến đổi bảng Simplex ở giai đoạn 3

Q/X	X_1	X_2	X_3	B
Q_1	0,036	-0,118	-0,037	2,046
Q_2	-0,115	0,191	-0,031	2,204
Q_3	-0,440	-0,025	0,129	3,129
$G=-F$	0,039	0,047	0,027	-7,397

Lời giải nhận được:

Q_1	2,046
Q_2	2,204
Q_3	3,129
$F=-G$	+7,397

$$F = -G = +7379 \text{ m}^3/\text{ng.}$$

Như vậy, bằng phương pháp Simplex cho ta các giá trị lưu lượng khai thác tối ưu cho từng lỗ khoan:

$$Q_1 = 2046 \text{ m}^3/\text{ng}, \quad Q_2 = 2204 \text{ m}^3/\text{ng} \text{ và } Q_3 = 3129 \text{ m}^3/\text{ng.}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 7379 \text{ m}^3/\text{ng} = \max.$$

5.2. Giải bằng phần mềm Maple 9.5

Dưới đây trích xuất kết quả giải theo Maple 9.5:

> restart;

with(simplex);

rb1:=10.07*Q1+6.845*Q2+4.578*Q3<=50;

rb2:=6.845*Q1+10.07*Q2+4.414*Q3<=50;

rb3:=4.578*Q1+4.414*Q2+10.07*Q3<=50;

F:= -Q1- Q2- Q3;

ng:=minimize(F,t{rb1,rb2,rb3},

NONNEGATIVE);

toiuu:=subs(ng,F);

Warning, the protected names maximize and minimize have been redefined and unprotected.

[basis, convexhull, cterm, define_zero, display, dual, feasible, maximize, minimize, pivot, pivoteqn, pivotvar, ratio, setup, standardize]

rb1:=10.07Q1+6.845Q2+4.578Q3≤50

rb2:=6.845Q1+10.07Q2+4.414Q3≤50

rb3:=4.578Q1+4.414Q2+10.07Q3≤50

F:=-Q1-Q2-Q3

ng:={Q2=2.222571712,Q1=2.067418854,Q3=3.051024197}

toiuu:=-7.341014763

Giá trị nghiệm tối ưu: $Q_1 = 2.067$; $Q_2 = 2.222$; $Q_3 = 3.051$; $F_{\max} = 7341$.

So sánh kết quả giải bằng Simplex ($F_{\max} = 7379 \text{ m}^3/\text{ng}$) với lời giải bằng Maple 9.5 ($F_{\max} = 7341 \text{ m}^3/\text{ng}$) cho ta thấy sai khác bằng 5,1% là không đáng kể.

6. KẾT LUẬN

Khai thác nước ngầm tất yếu làm cho mực nước ngầm trong tầng không áp giảm hoặc áp lực trong tầng chứa nước có áp giảm.

Trong cả hai trường hợp trên dẫn đến sự hạ thấp mặt đất.

Để giảm thiểu lún sụt mặt đất cần có biện pháp khai thác nước dưới đất sao cho vẫn đáp ứng lưu lượng cần thiết mà mực nước ngầm không hạ thấp quá giới hạn cho phép.

Hai giải pháp khai thác nước ngầm nhằm giảm thiểu hạ thấp mặt đất được đề xuất:

- Bải giếng khai thác nước ngầm cần có nguồn bổ cập (gần sông, hồ hay nguồn nước tự nhiên khác).

- Tối ưu hóa lưu lượng khai thác của các giếng khai thác trong bãi giếng nhằm đảm bảo lưu lượng khai thác cực đại mà vẫn đảm bảo độ hạ thấp mực nước không vượt giá trị giới hạn.

7. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.A. Konopdianxep, E.H. Iaxepva-Popova, Lún sụt mặt đất do khai thác nước ngầm, Nhà xuất bản Lòng đất, Mátxicova (Bản tiếng Nga), 1983.
- [2] Botrever Ph.M., Lý thuyết và phương pháp thực hành tính trữ lượng khai thác nước dưới đất, Nhà xuất bản Lòng đất, Mátxicova (Bản tiếng Nga), 1978.
- [3] I.K. Gavitch, Thủy động lực, Nhà xuất bản Lòng đất, Mátxicova (Bản tiếng Nga), 1988.
- [4] Sở Tài nguyên và Môi trường, TP. Hồ Chí Minh, Tóm tắt đề án: Xây dựng mạng quan trắc lún đất do khai thác nước ngầm vùng phía Nam Thành phố Hồ Chí Minh, 2005.

A CASE STUDY ON THE DETERMINATION OF THE EXCAVATED TRENCH DEPTH IN UNSATURATED SOIL CONSTRUCTED BY TRENCH METHOD WITHOUT SUPPORTING STRUCTURES

Nguyen Xuan Man, Nguyen Duyen Phong

ABSTRACT:

The depth of an excavated trench plays a vital role in the instability as well as economic efficiency of an open trench. As design and analysis excavation construction method, selection of an appropriate excavated depth value of a trench without support structures is necessary. In practice, the excavated trench is usually located above the groundwater table or under unsaturated soil conditions. Therefore, the depth of the unsupported trench is significantly affected by unsaturated soil properties, especially suction distribution and physical properties of soil as well. To date, there have been a few theories and research works reported on the method of determining a suitable depth of a trench under unsaturated conditions. However, previous works tend to assume that the distribution of soil suction is either constant or linear with depth; as a result of this assumption, the designed results are often overestimated compared to practical results. In this paper, the effect of the nonlinear distribution of suction was taken into account to propose an equation to estimate the depth of an excavated trench without support structures. Eventually, an example of numerical computation was executed to figure out the factors that affect the depth of excavated trend considering the nonlinear suction distribution of unsaturated soils.

KEYWORDS: *Determination, Excavated trench depth, Soil mechanics, Supporting structures.*

Nguyen Xuan Man

Department of Construction Techniques, Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology. The 2nd floor, C2 Building, 18 Vien Street, Duc Thang Ward, North Tu Liem District, Hanoi, Vietnam.

Email: mannxdoky@gmail.com

Tel: 0903 010 864

Nguyen Duyen Phong

Department of Underground and Mining Construction, Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology. The 5th floor, C12 Building, 18 Vien Street, Duc Thang Ward, North Tu Liem District, Hanoi, Vietnam.

Email: nguyenduyenphong@humg.edu.vn

Tel: 0967 318 556

1. INTRODUCTION

Previous research indicated that critical depth (H) or ratio of depth and width of the open trench (L) is one of the essential considerations of design used to study and analyze the stability of unsupported trenches or excavations. The L/H ratio must be met both the stability of underground structure requirements and economic effectiveness.

The L/H ratio controls the angle of the open trench, hence the amount of excavation work required. The less the value of β (as shown in Fig 1) is, the higher stability of the open trench; however, the larger the amount of excavation work that needs to be done. Economically side speaking, once the value of β equals 90° the amount of excavation work required is lowest, hence the highest of the

effectiveness of economic. Despite this, the stability of the open trench must be taken into account. It is widely observed that under this condition $\beta = 90^\circ$, some external supporting structures (known as the temporary structure) need to be applied such as earth anchor, retaining wall, struts, sheet pile. As a result of this requirement, some shortcomings might be seen as follows (Ou, C.Y., 2006):

- Due to the existence of the temporary structures, the construction area of underground construction is reduced;
- It is costly since temporary structures are needed;
- Progress of construction work is significantly affected, even much longer as compared to that in case of without using temporary structures.

In addition, the excavated trench is usually positioned above the groundwater table or under unsaturated soil conditions. Earlier researchers regularly assume that the soil suction distribution is constant or linear with depth (Vanapalli, S.K., and Oh, W.T., 2012), as a result of this assumption, the designed results are often overestimated compared to practice. So, this paper aims to build up an equation to estimate the depth of open excavated trench considering the nonlinear distribution of soil suction, subsequently, figuring out the main factors that affect the depth of excavated trench without support structures.

2. MATRIC SUCTION IN UNSATURATED SOIL

To find out an applicable value of the depth of an open trench, a typical cross-section of the trench is made as shown (Fig. 1).

One of the most important characteristics of unsaturated soil is the negative pore water pressure. The pore water pressure due to capillarity is negative (suction), it is defined as a function of the size of the soil pores and the water content (Fig. 2), (Budhu M., 2015).

At the groundwater level, the pore water pressure is zero and decreases (becomes negative) as the capillary zone goes up. Because of the presence of the negative pore water pressure,

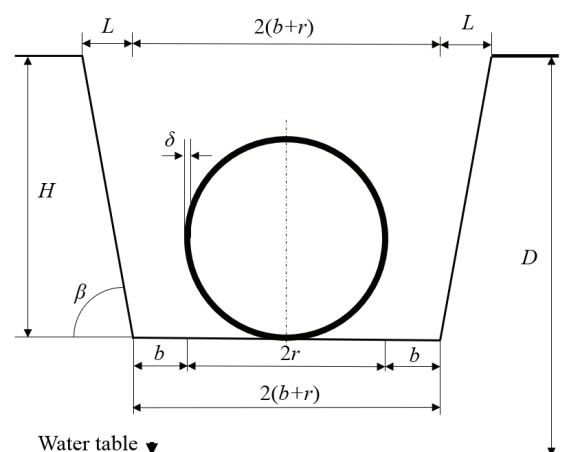


Fig. 1. A typical cross-section of an open trench

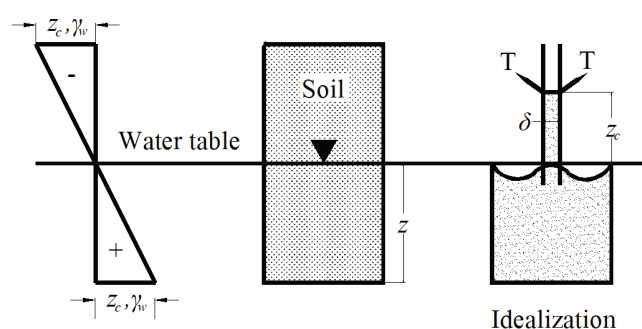


Fig. 2. Simulation of capillary in soil

the effective stress increases. To specify, for the capillary zone, z_c , the pore water pressure at the top is $-z_c \gamma_w$, hence the effective stress (Fredlund D.G., 1996; Fredlund D.G., and Rahardjo H., 1993; Fredlund D.G., et. al., 1978; Fredlund D.G., et. al., 2012; Fredlund D.G., et. al., 1996) stated that the profile of matric suction in a horizontally layered unsaturated soil generally depends on several factors: especially the soil properties as given by soil-water characteristic curve and the soil permeability, environmental factors including infiltration due to precipitation or evaporation rates and boundary drainage conditions including the location of groundwater level. The matric suction profile will come to equilibrium at a hydrostatic condition when there is zero net flux from the ground surface. If the moisture content is extracted from the ground surface such as evaporation, the matric suction profile will be drawn to the left (matric suction increases). If moisture enters the groundwater-surface such as infiltration, the

matric suction profile will be drawn to the right (matricsuctionreduces)(Bishop A.W., 1959; Bishop A.W., and Donald I.B., 1961; Bishop A.W., and Blight G.E., 1963). Under steady state, the water flux in and out of the soil reaches the balance. If the magnitude of water flux is the same as the hydraulic conductivity of the saturated soil, the magnitude of the pore-water pressure is constant (Fig. 3) (Lambe T.W. and Whitman R.V., 2008).

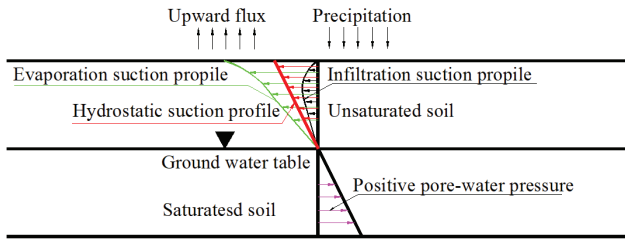


Fig. 3. Matric suction profile in horizontally layered unsaturated soil profiles under various surface flux boundary conditions

From the distribution of matric suction, it's found that the matric suction profile varies with depth and is linearly reduced from surface to the water table; however, once the boundary drainage conditions change is due to either upward flux or precipitation, the distribution of matric suction is not linearly. Therefore, in this paper the change in the distribution of matric suction is assumed as a function of the third-order polynomial and expressed as below (Puller, M., 2015; Whenham V., et. al., 2007):

$$F_{hd}(y) = a + by + cy^2 + dy^3 \quad (1)$$

Where: y is the considered depth of open trench; F_{hd} is the function of matric suction varies with depth. The equation (1) must be met the following conditions:

$$y = 0 \rightarrow F_{hd}(y) = \max = k\gamma_w gD$$

$$y = D \rightarrow F_{hd}(y) = 0$$

By considering and comparing with the practical condition, the equation (1) can be rewritten as:

$$F_{hd}(y) = \frac{A}{D}(D^2 - 2y^2 + y^3/D) \quad (2)$$

$$F_{hd}(y) = AD(1 - 2y^2/D^2 + y^3/D^3) \quad (3)$$

Where $A = k\gamma_w g$, k is the pore water pressure coefficient, which varies with the slope of hydrostatic pressure (or hydrostatic suction profile); g is specific gravity. Taking a look into equations (2), (3), the magnitude of matric suction is decreased from a value of $AD = kD\gamma_w g$ (at $y = 0$) to zero (at $y = D$). The distribution of matric suction is shown (Fig. 4).

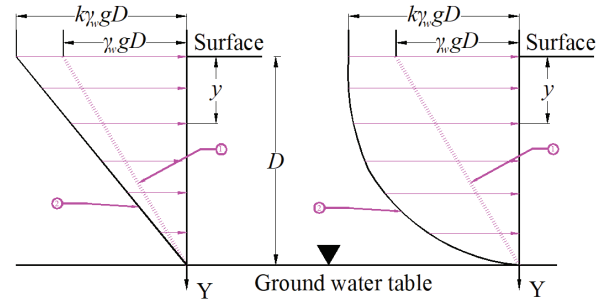


Fig. 4. The distribution of matric suction with depth. (1) represent the surface of hydrostatic suction; (2) the distribution line of matric suction

3. DETERMINATION OF DEPTH OF OPEN TRENCH WITHOUT SUPPORTING STRUCTURE

3.1. Earth pressure

The horizontal pressures act to the wall of open trench is caused by the active earth pressure, P_a , which can be determined as following (Sangchul Bang A.M., 1985; Terzaghi K., 1941; Terzaghi K., et. al., 1996; Wang Y.Z., 2000; Terzaghi K.V., 1936):

$$P_a = (\sigma_n - u_a) \cot g^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) - 2C \cot g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \quad (4)$$

$$\sigma_d = \gamma_d \cdot g \cdot y \quad (5)$$

C is the total cohesion stress which consists of two components, one is the effective cohesion, C' ; the other is suction force: $(u_a - u_w) \tan \phi_b$. In other words:

$$C = C' + (u_a - u_w) \tan \phi_b \quad (6)$$

Combination of equations (5) and (6):

$$P_a = (\sigma_n - u_a) = (\sigma_d - u_a) \cot g^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) - 2[C' + (u_a - u_w) \tan \phi_b] \cot g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) - 2(u_a - u_w) \tan \phi_b \cot g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \quad (7)$$

Substitute equation (4) into equation (7):

$$P_a = (\sigma_n - u_a) = (\sigma_d - u_a) \cot g^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) - 2[C' + (u_a - u_w) \operatorname{tg} \phi_b] \cot g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) - 2 \operatorname{tg} \phi_b \cot g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \cdot \frac{A}{D} (D^2 - 2y^2 + y^3/D) \quad (8)$$

Substitute equation (5) into equation (8):

$$P_a = (\sigma_n - u_a) = (\gamma_d \cdot g \cdot y - u_a) \cot g^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) - 2C' \cot g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) - 2 \operatorname{tg} \phi_b \cot g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \times \frac{A}{D} (D^2 - 2y^2 + y^3/D) \quad (9)$$

The total magnitude of active earth pressure acts to the retaining wall with its height of H_t , P_a , can be defined as:

$$P_A = \int_0^{H_t} P_a dy \quad (10)$$

3.2. Determine the magnitude of the depth of the open trench

The distribution of active earth pressure can be divided into two regions, one is a tensile region, the other one is the compressive region. Two of these regions are separated at a depth of y_k . In the tensile region (from the surface to a depth of y_k), the active earth pressure is negative, which causes soil mass behinds the retaining wall tends to move away from the retaining wall. The magnitude of y_k may be estimated by combination equation (10) and equations (2), (3), together with a condition of $P_a = 0$ and $u_a = 0$:

$$\sigma_d \cot g^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) - 2[C' + (u_a - u_w) \operatorname{tg} \phi_b] \cot g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) - 2 \operatorname{tg} \phi_b \cot g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) \cdot \frac{A}{D} (D^2 - 2y^2 + y^3/D) = 0 \quad (11)$$

After working out the equation (11), the value of y_k can be found.

If total active earth pressure P_A acts to the retaining wall is completely dissipated, the corresponding depth under that condition will be

the one that can be applied without supporting structure. In other words, the magnitude of the depth of the open trench, y_{kc} , can be determined by solving the following equation:

$$P_A = \int_0^{y_k} P_a dy = 0 \quad (12)$$

By substituting equation (8) into equation (12), and working out the equation (12) with y as the variable, the y_{kc} can be derived, and its value is a function of:

$$y_{kc} = f(\phi', \phi_b, u_a, \sigma_d, D, A) \quad (13)$$

Take the input data from Table.1 to calculate P_a in (12) and then transform will give us the explicit value in (13).

4. NUMERICAL CALCULATION RESULTS AND DISCUSSION

4.1. Numerical Calculation

Table 1. Soil parameters used in this paper

Description	Symbol	Unit	Value
Effective cohesion	γ	kg/m ³	18
Effective friction angle	C'	kPa	50
Effective friction angle associated with matric suction	ϕ'	Degree	22
Pore-water pressure coefficient	ϕ_b	Degree	14
Other parameters	k	-	15
Pore air pressure	u_a	kPa	0

Numerical calculation is carried out using the concept of equation (13), in which the input parameters of soil sample such as physical and mechanical properties of the studied soil are shown (Table 1). The study soil sample was collected in a construction site located in the Southeast of Vietnam.

4.2. Effect of level of the groundwater table

By changing the level of groundwater table (D), the relationship between the depth of the open trench without supporting structure and D can be found (Table 2), and (Fig. 5).

Table 2. Relationship between k_{kc} and level of the groundwater table

Depth of groundwater table, D	7	8	10	13	15
k_{kc}	4.4	5.0	5.8	7.2	7.3

4.3. Effect of effective friction angle**Table 3.** Relationship between k_{kc} effective friction angle (Fig. 6)

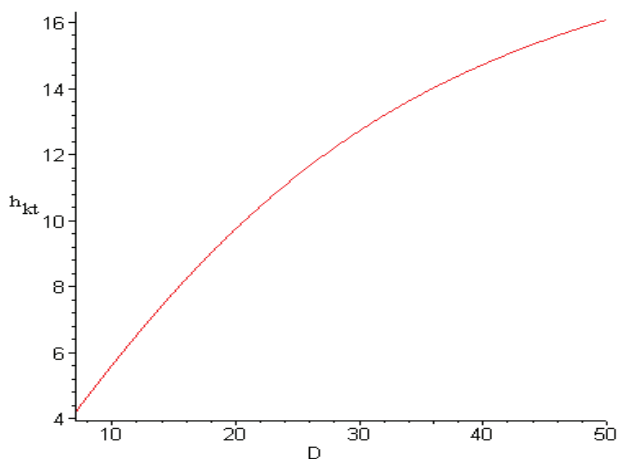
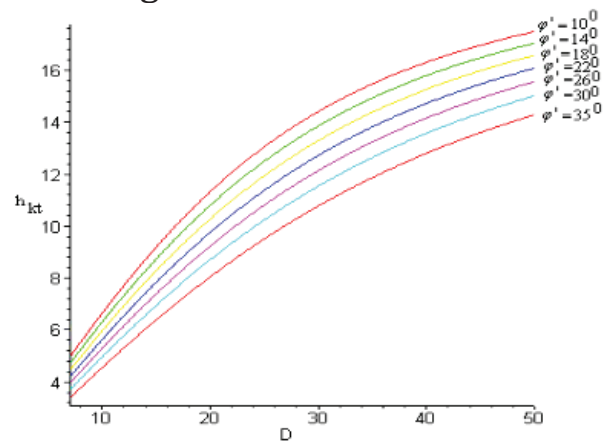
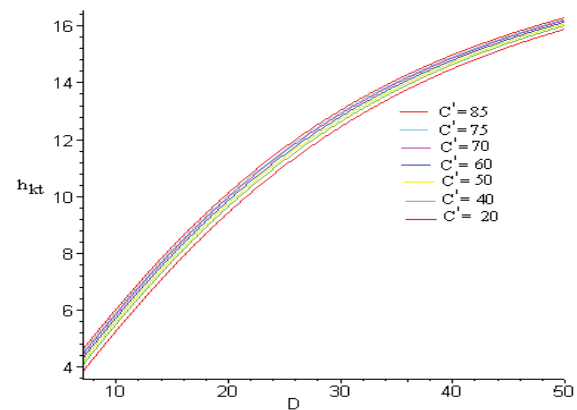
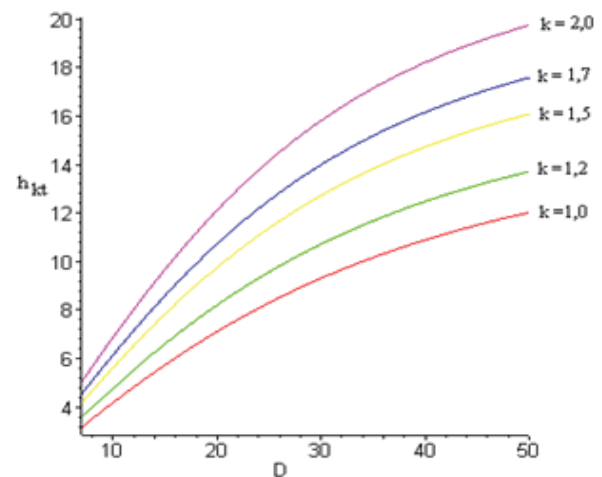
Effective friction angle, ϕ'	10	18	26	30	35
k_{kc}	4.85	4.34	3.87	3.57	3.32

4.4. Effect of effective cohesion**Table 4.** Relationship between k_{kc} and effective cohesion (Fig. 7)

Effective friction angle, C'	20	50	60	70	85
k_{kc}	3.7	4.2	4.3	4.4	4.6

4.5. Effect of pore water pressure coefficient**Table 5.** Relationship between k_{kc} and pore-water pressure coefficient (Fig. 8)

Description					
Pore-water press. coef., k	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0
k_{kc}	3.2	3.7	4.2	4.5	5.0

**Fig. 5.** Relationship between k_{kc} and level of the groundwater table**Fig. 6.** Relationship between k_{kc} and level of the groundwater table**Fig. 7.** Relationship between k_{kc} and effective cohesion**Fig. 8.** Relationship between k_{kc} and pore-water pressure coefficient**4.6. Discussions**

Numerical calculation results in section 5 show that:

- The magnitude of k_{kc} is nonlinearly increased with the level of groundwater table; however, once the level of groundwater reaches a certain value,

the value of k_{kc} is almost constant and tends to reach the critical value.

- Under the same conditions, the unsupported depth of an open trench, k_{kc} are as follows:

+ The value of k_{kc} decreases with an increase of effective friction angle;

+ The value of k_{kc} does not significantly increase as the effective cohesion increases;

+ The value of k_{kc} is notably increased as the pore-water pressure coefficient increases.

5. CONCLUSION

The paper aim at pointing out the factors that affect the unsupported depth of open trenches considering the nonlinear distribution of soil suction. Numerical calculation result indicates that unsupported depth of trench is notably affected by the unsaturated soil properties. Additionally, to achieve an optimum design of an open trench, the geotechnical designers should take soil suction into account, in which the distribution of soil suction should be considered as nonlinearly distributed.

6. REFERENCES

- [1] Bishop A.W., The principle of effective stress, *Technisk Ukeblad*, 106(39), 1959, 859-863.
- [2] Bishop A.W., and Blight G.E., Some aspects of effective stress in saturated and partly saturated soils, *Journal Geotechnique*, vol. 13, iss. 3, 1963, 177-197, <https://doi.org/10.1680/geot.1963.13.3.177>.
- [3] Bishop A.W., and Donald I.B., The Experimental Study of Partly Saturated Soil in the Triaxial Apparatus. *Proceedings of the 5th international conference on soil mechanics and foundation engineering*, Paris, 1961, 13-21.
- [4] Budhu M., *Soil Mechanics Fundamentals*, John Wiley & Sons, Ltd, United Kingdom, 2015.
- [5] Fredlund D.G., The emergence of unsaturated soil mechanics. *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 51, iss. 12, 1996, 1-39.
- [6] Fredlund D.G., and Rahardjo H., *Soil Mechanics for Unsaturated Soils*, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1993.
- [7] Fredlund D.G., Morgenstern N.R., and Widger R.A., The shear strength of unsaturated soils, *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 15, iss. 3, 1978, 313-321, <https://doi.org/10.1139/t78-029>.
- [8] Fredlund D.G., Rahardjo H., and Fredlund M.D., *Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 2012.
- [9] Fredlund D.G., Xing A., Fredlund M.D. and Barbour S.L., The relationship of the unsaturated soil shear to the soil-water characteristic curve, *Canadian Geotechnical Journal*, 33(3), 1996, 440-448. <https://doi.org/10.1139/t96-065>.
- [10] Lambe T.W. and Whitman R.V., *Soil mechanics SI version*, Wiley Indian Pvt. Ltd, 2008.
- [11] Ou, C.Y., *Deep Excavation: Theory and Practice*, Taylor & Francis Group, London, UK, 2006.
- [12] Puller, M., *Deep excavation: A practical manual*, ICE Publishing, 2015.
- [13] Sangchul Bang A.M., Active earth pressure behind retaining walls, *Journal of Geotechnical Engineering*, vol. 111, iss. 3, 1985, 407-412, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9410\(1985\)111:3\(407\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9410(1985)111:3(407)).
- [14] Terzaghi K., General wedge theory of earth pressure, *American Society of Civil Engineers Transactions*, New York, 1941.
- [15] Terzaghi K., Peck R.B., and Mesri G., *Soil mechanics in engineering practice*, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1996.
- [16] Terzaghi K.V., The shearing resistance of saturated soils and the angle between the planes of shear, *Proceedings of the 1st international conference on soil mechanics and foundation engineering*, Harvard University Press Cambridge, MA., 1936, 54-56.
- [17] Vanapalli, S.K., and Oh, W.T., Stability analysis of unsupported vertical trenches in unsaturated soils. *Conference Information GeoCongress 2012*, March 25-29, 2012, Oakland, California, United States, American Society of Civil Engineers, 2012, 2502-2511, <https://doi.org/10.1061/9780784412121.256>.
- [18] Wang Y.Z., Distribution of earth pressure on a retaining wall, *Geotechnique*, vol. 50, iss. 1, 2000, 83-88, <https://doi.org/10.1680/geot.2000.50.1.83>.
- [19] Whenham V., Vos M.D., Legrand C., Charlier R., Maertens J., and Verbrugge J.C., Influence of soil suction on trench stability, In: Schanz T. (eds) *Experimental Unsaturated Soil Mechanics*. Springer Proceedings in Physics, vol 112. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007, 495-501, https://doi.org/10.1007/3-540-69873-6_49.

XÁC ĐỊNH CÁC THAM SỐ NEO ĐẤT PHÙ HỢP GIỮ ỔN ĐỊNH BỜ SÔNG TRÁNH SẠT LỎ

DETERMINATION OF THE APPROPRIATE PARAMETERS OF SOIL BOLTS FOR RIVER BANK REINFORCEMENT TO REDUCE LANDSLIDE

Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong, Ngô Văn Thúc

ABSTRACT:

Soil bolts are widely used for the reinforcement of soils slopes and other fields of civil engineering. To design soil bolts, the parameters of soils and bolts must be considered such as the parameters of failure arch, the length, spacing, and capacity of bolts. This paper refers to analyze and select the parameters of bolt for the stability of the soil slope in the riverbank. The research results show that in the case, the directions of soil bolts located normal to boundary of the slope ensure effective reinforcements. In the detail geological conditions of this study, the length of tie-back soil bolts $L = 1,4$ m, spacing $a = 2$ m are optimal parameters for the slope of riverbank.

KEYWORDS: *River bank, landslide, failure arch, soil bolts, reinforcement.*

TÓM TẮT:

Các neo đất ngày càng được sử dụng rộng rãi trong chống giữ các bờ dốc đất cũng như các lĩnh vực khác. Để thiết kế các thông số của kết cấu neo người ta quan tâm chủ yếu đến các tham số của cung trượt lở, chiều dài, khoảng cách và khả năng mang tải của các neo. Bài báo giới thiệu việc phân tích và lựa chọn các tham số kết cấu chống neo giữ ổn định bờ dốc đất trong các bờ sông. Kết quả nghiên cứu chỉ ra trường hợp neo cắm vuông góc với bờ dốc cho kết quả tốt, trong trường hợp điều kiện địa chất nghiên cứu chiều dài neo $L = 14$ m, khoảng cách các neo $a = 2$ m được xem là tối ưu.

TỪ KHÓA: *Bờ sông, trượt lở, cung trượt lở, các neo, gia cường.*

Trần Tuấn Minh

Bộ môn Xây dựng công trình ngầm và mỏ, Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Tầng 5, C12 tầng, số 18 Phố Viên, phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam
Email: trantuanminh@humg.edu.vn
Tel: 0963 657 871

Nguyễn Duyên Phong

Bộ môn Xây dựng công trình ngầm và mỏ, Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Tầng 5, C12 tầng, số 18 Phố Viên, phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam
Email: nguyenduyenphong@humg.edu.vn
Tel: 0967 318 556

Ngô Văn Thúc

Bộ môn Xây dựng cầu đường, Khoa Xây dựng kỹ thuật hạ tầng đô thị, Đại học Xây dựng Miền Tây
20B Phó Cơ Điều, Phường 3, thành phố Vĩnh Long
Email: ngovanthuc@mtu.edu.vn
Tel: 0939423461

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng bằng sông Cửu Long là khu vực có cấu tạo chủ yếu là nền địa chất yếu, rất dễ bị tổn thương. Từ năm 2010 đến nay các hiện tượng sạt lở kênh rạch, bờ sông tại đồng bằng sông Cửu Long diễn ra ngày một gia tăng với mức độ nghiêm trọng, mặc dù đã có những giải pháp khắc phục. Tuy nhiên, mức độ và tốc độ sạt lở ngày càng diễn biến phức tạp, khó lường trước. Điều này đòi hỏi phải có các nghiên cứu và các giải pháp để ngăn chặn sạt lở và sập đổ các bờ sông tự nhiên và nhân tạo khu vực đồng bằng sông Cửu Long trong tương lai gần.

Trong quá trình thiết kế tính toán ổn định bờ dốc đất đá thì việc tính toán xác định cung trượt lở và xác định đặc tính kết cấu chống giữ là điều vô cùng cần thiết đối với lĩnh vực địa kỹ thuật. Khi biết được cung trượt lở nguy hiểm nhất ta có thể thiết kế tính toán được chính xác kết cấu chống giữ gia cố cho phù hợp. Tuy nhiên, việc tính toán và xác định cung trượt lở bằng các lời giải lý thuyết thường phải sử dụng nhiều bảng tra, quá trình tính toán phức tạp. Tại Việt Nam, việc xác định cung trượt lở và các thông số neo cũng đã được các nhà khoa học quan tâm như: Nguyễn Quang Phích (2007); Nghiêm Hữu Hạnh (2004); Nguyễn Sỹ Ngọc (2009); Võ Trọng Hùng và Phùng Mạnh Đắc (2008); Tạ Đức Thịnh và Nguyễn Huy Phương (2002). Tuy nhiên, các tác giả trên thường xác định cung trượt lở và các thông số của neo trên cơ sở bài toán cân bằng giới hạn. Trên thế giới Hoek và Bray (1981) đã công bố tài liệu kỹ thuật về ổn định bờ dốc cho các dạng bờ dốc đất và đá phân lớp và phân phiến với các cơ chế sập đổ dạng cung tròn, lật úp, khối nêm. Năm 1972, Piteau công bố nghiên cứu về ổn định bờ dốc trên cơ sở có xem xét chi tiết đến các thông số đất đá của bờ dốc. Giani (1992), Goodman và Bray (1976) đã công bố các nghiên cứu về ổn định bờ dốc có quan tâm đến việc sử dụng một số phần mềm số trong phân tích và đã thu được những kết quả khả quan. Năm 2005, Anju Udas đã công bố việc sử dụng dữ liệu GIS trong dự đoán tính mất ổn định của bờ dốc. Qua phân tích

và tìm hiểu, thấy rằng các nghiên cứu trên đều chỉ rõ sự phức tạp của việc xác định cơ chế mất ổn định của bờ dốc khi có sự thay đổi của các thông số đất đá cũng như các điều kiện kiến tạo và sự ngẫu nhiên của các tải trọng phía trên của các bờ dốc. Ngoài ra việc phân tích kết hợp sự ổn định của bờ dốc với các thông số của kết cấu chống gia cường như neo, bê tông phun, lưới thép và các tường chắn còn hạn chế. Chính vì vậy cần thiết phải có nhiều nghiên cứu việc xác định cung trượt lở và lựa chọn các thông số kết cấu chống tối ưu để đảm bảo độ ổn định lâu dài cho các bờ dốc.

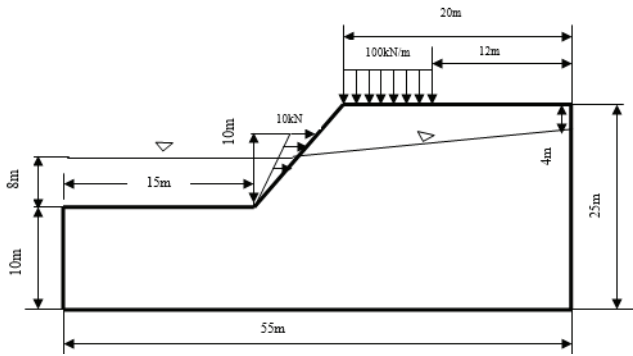
Ngày nay, cùng với sự phát triển của khoa học và kỹ thuật, các máy tính cũng như các phần mềm chuyên dụng ra đời cho phép những người thiết kế có khả năng tư duy thiết kế nhanh chóng việc giữ ổn định cho các bờ dốc và đang ngày càng đem lại hiệu quả sử dụng cao. Trong bài báo này giới thiệu việc ứng dụng phần mềm Slide 5.0 đi phân tích lựa chọn thông số chiều dài, khoảng cách, góc cắm neo tối ưu khi phân tích ổn định của bờ dốc đất tương ứng với các bờ sông trong môi trường đất đồng nhất.

2. BÀI TOÁN PHÂN TÍCH

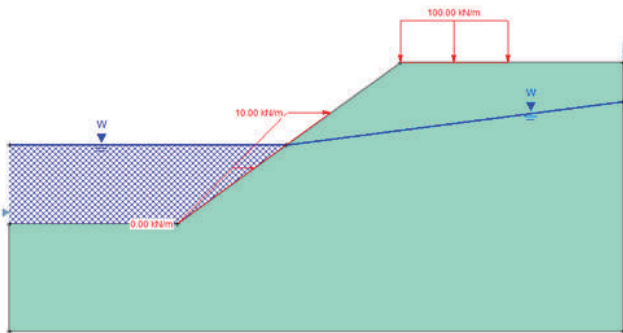
Do tính đối xứng của mô hình nên đi xét một nửa mô hình bài toán với giả thiết bờ sông với các thông số kích thước như Hình 1, các tham số đầu vào cho phân tích như sau:

Bờ sông được tạo nên từ một loại đất đắp hoặc đất tự nhiên với trọng lượng thể tích của đất tự nhiên $\gamma_{tn} = 20 \text{ kN/m}^3$; trọng lượng đất bão hòa $\gamma_{bh} = 21 \text{ kN/m}^3$; góc ma sát trong của đất $\varphi = 19,6^\circ$; lực dính kết $c = 3 \text{ kN/m}^2$; tiêu chuẩn bền sử dụng Mohr - Coulomb. Chiều sâu mực nước ngầm ở phía góc phải của mô hình tính đến bề mặt đất là 4m, chiều sâu mực ngược sông là 8 m. Giả thiết môi trường sông nước có ảnh hưởng của sóng va đập do tàu thuyền đi qua lại, áp lực này được thay thế bằng tải trọng tĩnh phân bố dạng tam giác tương ứng với thời điểm giả thiết áp lực động lớn nhất tác dụng theo phương ngang mức đáy sông giả thiết bằng không còn vị trí sóng va đập mạnh

ở phía trên mực nước sông với giả thiết 2 m (10 - 8) có giá trị 10 kN. Tải trọng bề mặt giả thiết phân bố đều từ các công trình lân cận hoặc phương tiện đi lại 100 kN/m như trong Hình 1. Bài toán bỏ qua sự xói mòn của đất, sự ăn mòn của nước sông. Bằng mô hình số trong phần mềm Slide 5.0 có thể mô tả được bài toán đặt ra như trong Hình 2.



Hình 1. Mô hình bài toán lý thuyết



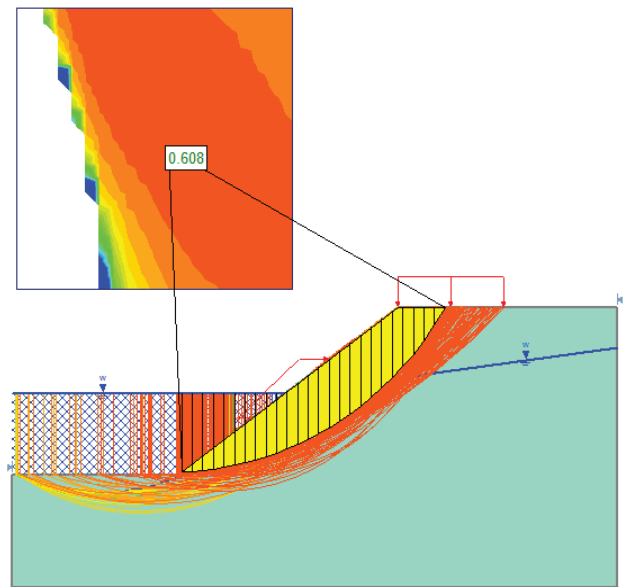
Hình 2. Mô hình phân tích bằng Slide 5.0

Sau khi phân tích bằng Slide 5.0 chúng ta có thể thu được hình dạng cung trượt lở và hệ số an toàn cho bờ dốc theo 2 lời giải hiện nay đang được sử dụng rộng rãi của Bishop và Janbu như trong Hình 3.

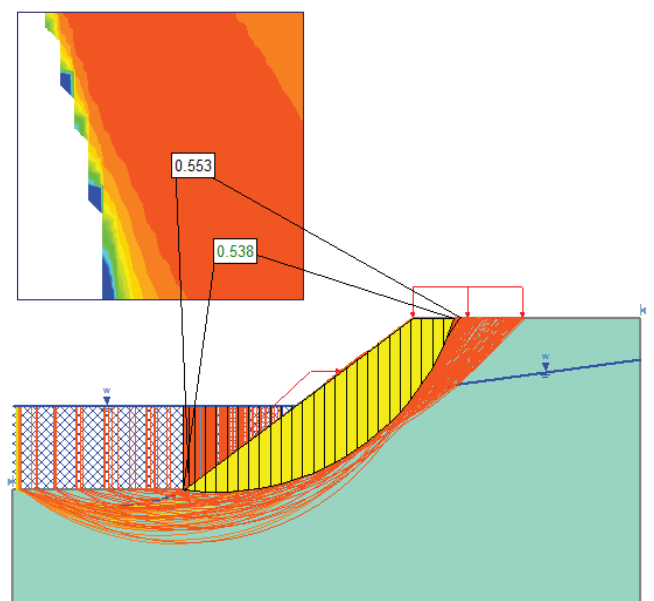
Quan sát kết quả cung trượt lở và hệ số gia cố có thể thấy rằng bờ dốc không ổn định với FS (Factor of Safety) $FS = 0,607$ theo Bishop và $FS = 0,547$ tương ứng theo lời giải của Janbu. Để thiết kế ổn định bờ dốc có rất nhiều cách. Tuy nhiên, ở đây sử dụng biện pháp truyền thống là neo giữ ổn định bờ dốc. Để thiết kế neo thì trên cơ sở kích thước cung trượt lở chúng ta có thể chọn ban đầu chiều dài neo là $L = 10\text{m}$ với các đặc tính và tham số của neo như sau: Neo dính kết ở đuôi thường dùng cho neo đất; khoảng cách neo theo chiều dọc trục 1,5 m; khả năng chịu kéo của neo

100 kN; khả năng chịu kéo của tấm đệm neo 150 kN; độ bền dính kết ở đuôi neo 50 kN; chiều dài phần đuôi dính kết 50% chiều dài của neo.

Mô hình bờ dốc có neo, kết quả gia cố bờ dốc và hệ số an toàn FS theo Bishop cho bài toán được thể hiện như trong hình 4. Trong trường hợp nghiên cứu ở các hình kết quả tiếp theo sử dụng hệ số an toàn FS theo Bishop vì đây là lời giải hay được sử dụng trong phân tích ổn định bờ dốc tại Việt Nam, lời giải theo hệ số an toàn của Janbu xin được đề cập ở các nghiên cứu khác.

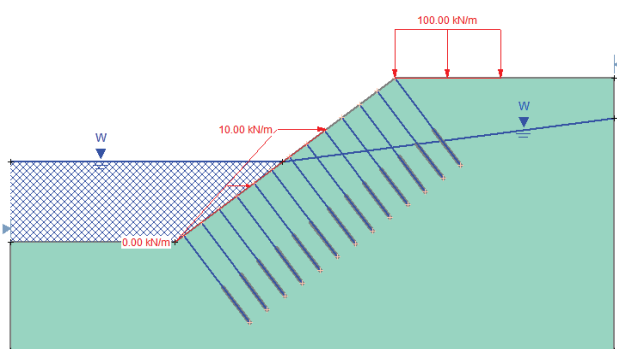


a) Hệ số an toàn và cung trượt lở theo Bishop

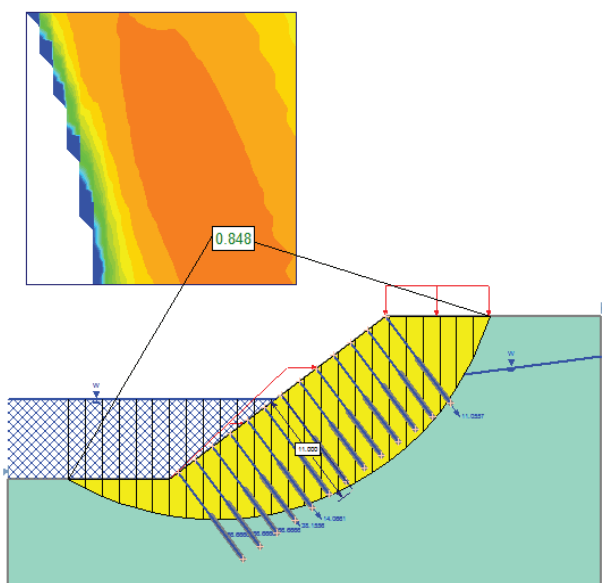


b) Hệ số an toàn và cung trượt lở theo Janbu

Hình 3. Các cung trượt lở và hệ số an toàn theo giả thiết của Bishop và Janbu



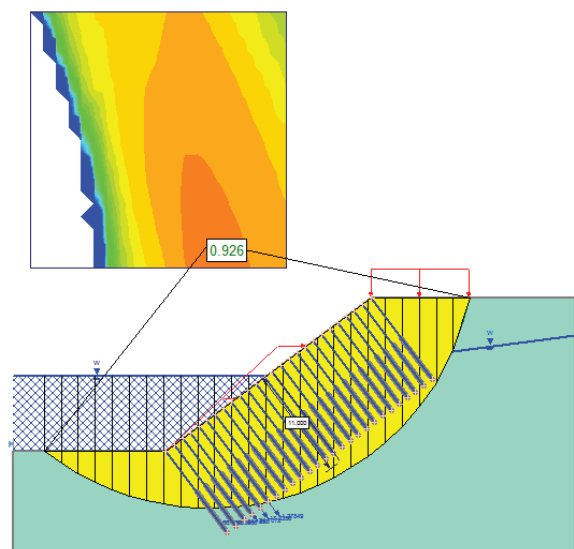
a) Mô hình neo gia cố, $L = 10\text{m}$ và $a = 2,0\text{m}$



b) Hệ số an toàn bờ sông $FS = 0,848$

Hình 4. Mô hình neo gia cường và kết quả hệ số an toàn bờ sông với neo dài 10m và khoảng cách neo 2m

Quan sát kết quả có thể thấy hệ số an toàn của bờ dốc $FS = 0,848$ chưa vượt quá 1,0 bờ dốc vẫn chưa ổn định. Bây giờ ta giữ nguyên đặc tính của neo nhưng thay đổi các tham số chiều dài của neo và mật độ neo để nhằm tìm ra mạng neo phù hợp nhất. Ở bước này ta thay đổi mạng neo với chiều dài 7,0 m và khoảng cách neo là 1,5 m. Sau khi thêm neo dài 7 m và khoảng cách neo là 1,5 m thu được hệ số bền của bờ dốc $FS = 0,779$ nhỏ hơn khi sử dụng các neo dài 10 m và khoảng cách 2 m. Thiết kế này vẫn chưa đảm bảo an toàn, cần phải thay đổi. Tương tự, ta sử dụng phương án giữ nguyên chiều dài neo 10 m, nhưng khoảng cách các neo trên bờ dốc là 1,0 m và giữ nguyên các đặc tính của neo. Kết quả của mô hình này được thể hiện như trong Hình 5.



Hệ số an toàn bờ sông $FS = 0,926$

Hình 5. Kết quả cung trượt lở và hệ số an toàn bờ dốc với neo chiều dài 10 m và khoảng cách các neo là 1 m

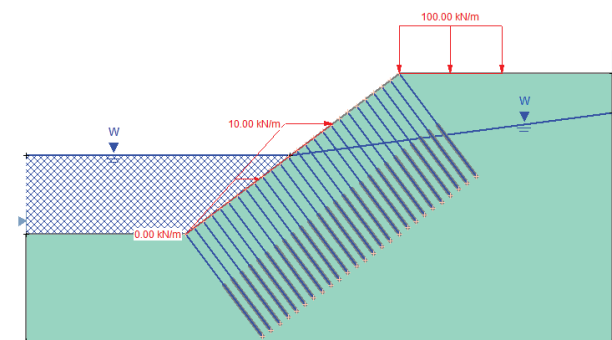
Quan sát kết quả thấy rằng thiết kế này vẫn chưa đảm bảo vì hệ số an toàn của bờ dốc trong trường hợp này bằng $0,926 < 1,0$ bờ dốc không ổn định. Do đó, cần tiếp tục thay đổi mạng neo hoặc các đặc tính của neo để hệ số an toàn $FS > 1,0$. Sử dụng phương án thay đổi các tham số kết cấu neo với chiều dài neo cố định là $L = 10\text{m}$ và khoảng cách các neo $a = 1,0\text{ m}$ theo xu hướng tăng khả năng chịu lực của neo như sau: khả năng chịu kéo của neo 120 kN; khả năng chịu kéo của tấm đệm đuôi neo 120 kN; độ bền dính kết ở đuôi neo 50 kN; chiều dài phần dính kết đuôi neo 50%. Tuy nhiên, sau phân tích hệ số an toàn bờ sông thu được $FS = 0,938$ chưa thỏa mãn yêu cầu. Tiếp tục sử dụng phương án tăng chiều dài neo lên 12 m, khoảng cách neo $a = 2,0\text{ m}$ với các đặc tính neo giữ nguyên như trên, hệ số an toàn thu được $FS = 0,951$. Tiếp theo thay đổi với $L = 12\text{ m}$, $a = 1,5\text{ m}$ thì $FS = 0,975$. Khi $L = 12\text{ m}$, $a = 1,0\text{ m}$ thì $FS = 1,022$ như trong Hình 6.

Quan sát kết quả trên Hình 6 thấy rằng trong trường hợp này thì thấy rằng hệ số an toàn là 1,022 đã lớn hơn 1,0 bờ dốc ổn định. Tuy nhiên, có thể thấy rằng một số neo không phù hợp do chiều dài của nó vẫn còn nằm bên trong vùng sập lở của cung trượt lở, hiệu quả không đảm bảo. Tiếp đến tiến hành thay đổi chiều dài neo là 13 m và khoảng cách giữa các neo là 2 m xem phương án

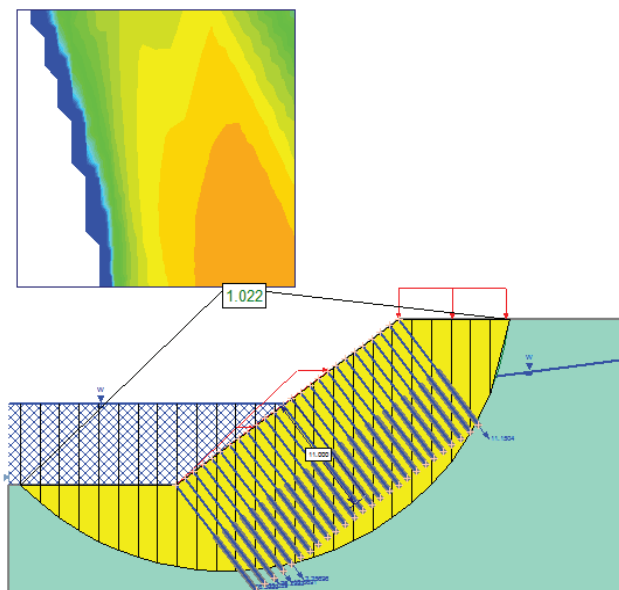
tính tối ưu có tốt hơn không. Kết quả thu được khi $L = 13\text{m}$, $a = 2\text{m}$ thì $FS = 0,998$, $L = 13\text{m}$, $a = 1,7\text{m}$, $FS = 1,036$. Tuy nhiên, cũng tương tự $L = 12\text{m}$ một số neo chưa vượt qua cung trượt lở không đảm bảo. Tiếp tục sử dụng, neo $L = 14\text{m}$, $a = 2,0\text{m}$ thu được hệ số an toàn $FS = 1,028$ như trong Hình 7.

Thông thường hệ số an toàn $FS > 1,0$ có thể được chấp nhận. Tuy nhiên, tại Việt Nam thường sử dụng hệ số an toàn $FS \geq 1,2 - 1,4$ cho nên thiết kế trên vẫn chưa đảm bảo an toàn. Bằng nhiều mô hình tiếp theo chúng ta thu được mô hình chiều dài neo tối ưu $L = 16\text{m}$ và khoảng cách neo $a = 1,3\text{m}$ như hình 8a, hệ số an toàn $FS = 1,20$ trong hình 8b.

Kết quả trong hình 8 chỉ ra rằng trường hợp này chiều dài neo vượt ra khỏi chiều rộng cung trượt lở, hệ số an toàn $FS = 1,2$ đã đảm bảo an toàn theo thiết kế. Thiết kế này sẽ được lựa chọn.

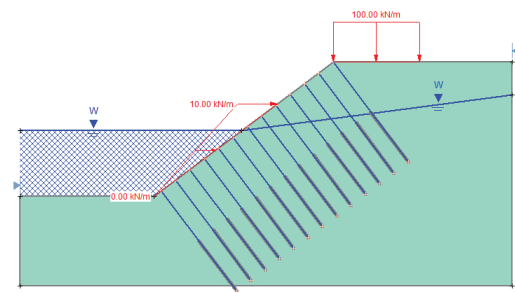


a) Mô hình neo gia cố $L = 12\text{m}$, $a = 1,0\text{m}$

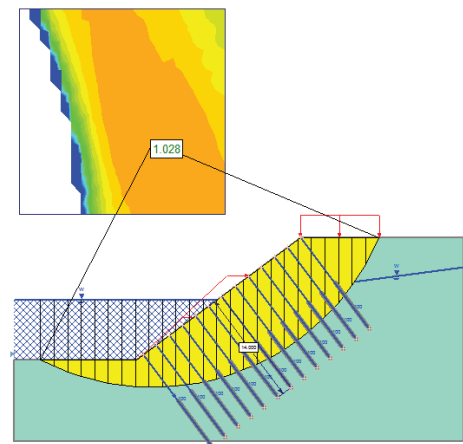


b) Hệ số an toàn bờ sông $FS = 1,029$

Hình 6. Kết quả neo cho mô hình và hệ số an toàn

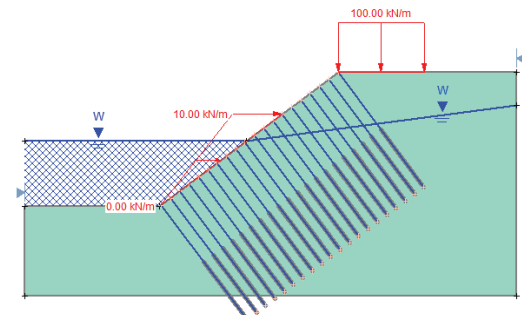


a) Mô hình neo gia cố $L = 14\text{m}$, $a = 2,0\text{m}$

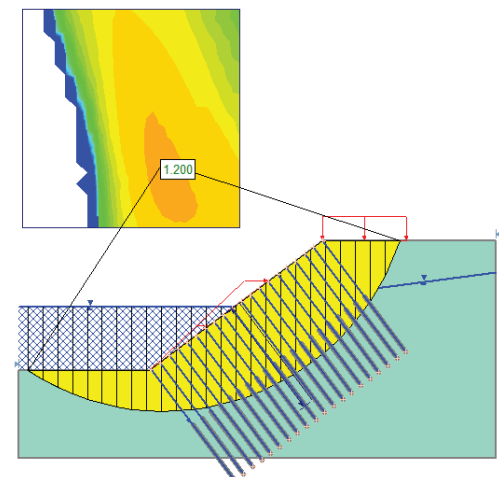


b) Hệ số an toàn bờ sông $FS = 1,028$

Hình 7. Kết quả mô phỏng với neo dài 14 m và khoảng cách 2 m



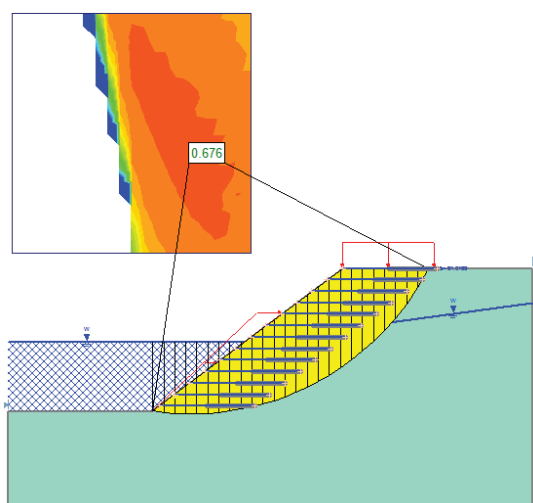
a) Mô hình neo gia cố $L = 16\text{m}$, $a = 1,3\text{m}$



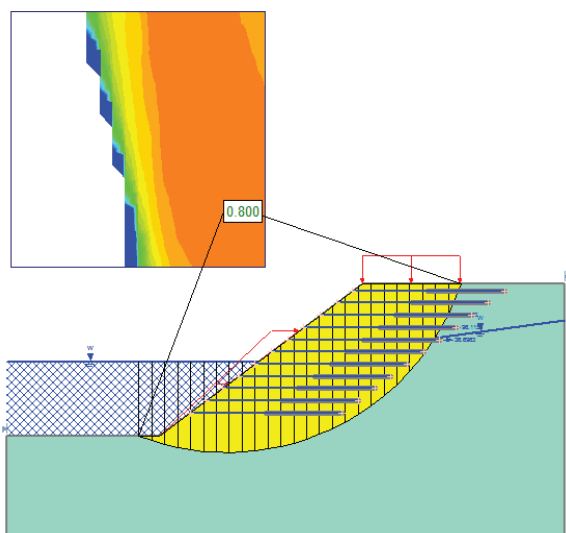
b) Hệ số an toàn bờ sông $FS = 1,2$

Hình 8. Kết quả mô phỏng tối ưu cho neo dài 16m và khoảng cách 1.3 m

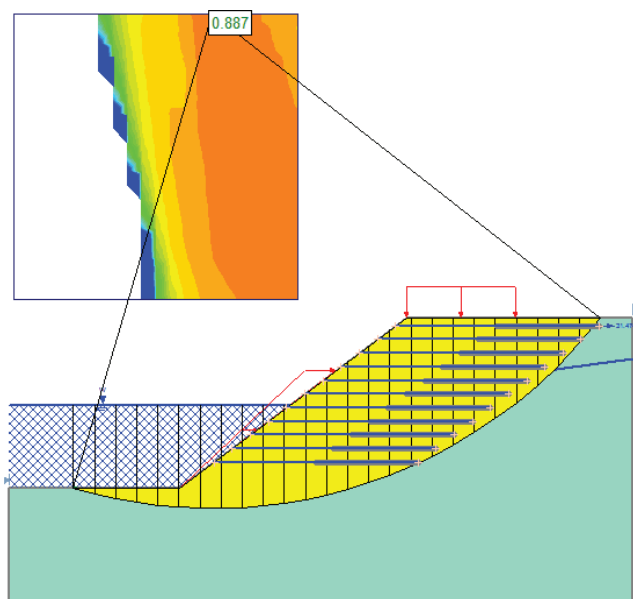
Bước tiếp theo trong nghiên cứu, tiến hành xem xét trường hợp lắp đặt góc cắm neo theo chiều ngang song song với bề mặt đất nằm ngang bên trên, để xem xét hiệu quả gia cố của neo. Trong trường hợp đầu tiên sử dụng các neo có đặc tính như trên nhưng chiều dài neo là 10m và khoảng cách neo là 2 m. Kết quả mô hình và hệ an toàn cũng như cung trượt lở thể hiện như trong Hình 9a, dễ dàng nhận thấy trường hợp này neo không có hiệu quả, hệ số an toàn của bờ dốc bằng $0,663 < 1,0$. Tương tự, khi xét cả trường hợp neo dài 15 m khoảng cách neo 2 m (Hình 9b) và neo dài 18 m khoảng cách neo 2 m (Hình 9c). Các kết quả trên Hình 8 chỉ ra rằng, trường hợp neo không vuông góc với bề mặt nghiêng của bờ dốc là không có hiệu quả, hay hiệu quả gia cố của nó kém hơn trường hợp neo vuông góc.



a) $L = 10 \text{ m}$, $a = 2,0 \text{ m}$, $FS = 0,663$



b) $L = 15,0 \text{ m}$, $a = 2,0$, $FS = 0,80$



c) $L = 18,0 \text{ m}$; $a = 2,0 \text{ m}$; $FS = 0,883$

Hình 9. Kết quả bờ dốc được gia cố bằng neo cắm ngang khoảng cách các neo 2,0 m

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bằng các phân tích ở trên có thể tập hợp được các tham số kết cấu chống neo thiết kế và lựa chọn giải pháp thiết kế tối ưu cho bờ dốc trong 02 trường hợp cắm neo vuông góc với bề mặt bờ dốc và song song với bề mặt đất như Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích cho 09 trường hợp điển hình

STT	Chiều dài neo L, m	Khoảng cách neo a, m	Hệ số an toàn FS
1	10,0	2,0	0,848
2	7,0	5,0	0,779
3	10,0	1,0	0,926
4	12,0	2,0	0,951
5	12,0	1,5	0,975
6	12,0	1,0	1,022
7	13,0	2,0	0,998
8	13,0	1,7	1,036
9	14,0	2,0	1,028
10	16,0	1,3	1,20 (Lựa chọn)

Qua các phân tích ở trên có thể thấy rằng hiệu ứng gia cố của neo phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố từ góc cắm neo, chiều dài neo, mật độ giữa các

neo cũng như đặc tính cơ học của neo. Để tính toán và phân tích thủ công bằng tay và bằng các bảng tra là rất phức tạp và khó khăn, tuy nhiên khi sử dụng phân tích bằng phần mềm cho ra kết quả nhanh chóng. Bằng nhiều lần lặp chu trình và thay đổi các tham số cơ học của neo cũng như mật độ neo chúng ta có thể thu được chiều dài neo tối ưu trong trường hợp này là 14 m và khoảng cách giữa các neo là 2,0 m.

Trong trường hợp này thì việc cắm neo theo chiều song song với bề mặt đất bên trên bờ dốc là không hiệu quả kinh tế và kỹ thuật, do đó phương án này không nên dùng. Việc đánh giá ổn định bờ dốc dựa trên tiêu chí hệ số an toàn cho bờ dốc hiện nay đang được sử dụng rộng rãi trong thiết kế nên dễ dàng được chấp nhận.

4. KẾT LUẬN

Việc sử dụng kết cấu neo để chống giữ các bờ dốc là việc làm cần thiết và có hiệu quả. Tuy nhiên, việc tìm được các tham số tối ưu của neo và mạng neo là việc làm không đơn giản đòi hỏi phải có kinh nghiệm thiết kế cũng như những hiểu biết cơ bản về địa kỹ thuật. Các kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng khi neo vuông góc với bề mặt bờ dốc có hiệu quả hơn neo so với neo đặt nằm ngang. Khi chiều dài neo tăng thì có thể tăng khoảng cách giữa các neo, và ngược lại. Khoảng cách giữa các neo, chiều dài của các neo có thể được giảm đi khi tăng các đặc tính bền cơ học của neo. Tuy nhiên, trong nghiên cứu mới chỉ dừng lại ở việc sử dụng kết cấu neo độc lập để chống giữ ổn định bờ dốc đất. Trong các nghiên cứu xa hơn có thể tiến hành các nghiên cứu như sử dụng kết hợp kết cấu chống neo với kết cấu tường kê bê tông, neo kết hợp với lưới thép, với các rọ đá

học hoặc thay đổi mực nước ngầm ở bên trong bờ dốc để quan sát được rõ ràng hơn ảnh hưởng của hiệu quả kết cấu neo tới mức độ ổn định của bờ dốc các bờ sông.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Anju Udas, Slope stability analysis using GIS on a regional scale: a case study of Narayanganhat - Munling highway section, Nepal, University Gent Vrije University it Bressel Belgium, September 2005.
- [2] Giani, G.P., 1992, Rock slope stability analysis, A. A. Balkema, 374 p.
- [3] Goodman, R.E. and Bray, J.W., 1976, Toppling of rock slopes. In Proc., Specialty Conference on Rock Engineering for Foundations and Slopes, Boulder, Colo., 5.
- [4] Hoek, E. and Bray, J.W., 1981, Rock slope engineering, 3rd ed., Institution of Mining and Metallurgy, London, 402 p.
- [5] John A. Hudson, P. Harrison,., 1997, Engineering rock mechanics, University of London, UK.
- [6] Nghiêm Hữu Hạnh., 2004, Cơ học đá, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [7] Nguyễn Quang Phích., 2007, Cơ học đá, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [8] Nguyễn Sỹ Ngọc., 2009, Cơ học đá, Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội.
- [9] Piteau, D.R., 1972, Engineering geology considerations and approach in assessing the stability of rock slopes, Bulletin of the Association of Engineering Geologists, Vol.9, No.3, pp.301-320.
- [10] Tạ Đức Thịnh (Chủ biên), Nguyễn Huy Phương., 2002, Cơ học đất, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- [11] Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc, Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội, 2008. www.roscience.com.



NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH PHẠM VI VÙNG ẢNH HƯỞNG KHI THI CÔNG KHOAN KÍCH NGẦM TRONG ĐIỀU KIỆN ĐẤT YẾU TẠI KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

ESTIMATING THE INFLUENCE ZONE INDUCED BY PIPEJACKING IN THE MEKONG DELTA SOFT SOIL CONDITIONS

Vũ Minh Ngạn, Lại Thanh Nhân,
Hoàng Đình Phúc, Phạm Đức Thọ

ABSTRACT:

Cities and provinces in the Mekong Delta area recently have been faced to many climate change problems including flooding and sea level rising, which lead to disadvantages in travelling and people livings, especially in the rainy season. Thus, the drainage system construction becomes an essential solution to solve these problems. Pipejacking is one of pipeline construction methods applied commonly in water transmission pipeline projects in the Mekong Delta area. However, pipejacking in the urban areas could induce effects on existing buildings. This paper introduces a method for estimating the influence zone when pipejacking in the soft soil conditions of the Mekong Delta area. Based on the study results, engineers can easily select the alignment when designing water transmission pipeline systems in the Mekong Delta area.

KEYWORDS: *pipejacking, MeKong Delta, influence zone.*

TÓM TẮT:

Các tỉnh và thành phố vùng đồng bằng sông Cửu Long hiện đang phải đối mặt với nhiều vấn đề về biến đổi khí hậu như lụt lội và nước biển dâng, gây ảnh hưởng rất lớn đến cuộc sống của dân cư và giao thông, đặc biệt vào mùa mưa. Do đó việc xây dựng và nâng cấp các hệ thống thoát nước là một giải pháp tất yếu để giải quyết các vấn đề biến đổi khí hậu. Phương pháp khoan kích ngầm là một phương pháp xây dựng công trình đường ống ngầm được sử dụng phổ biến tại các vùng đồng bằng châu thổ sông Cửu Long hiện nay. Tuy nhiên, khi xây dựng hệ thống đường ống ngầm bằng phương pháp khoan kích ngầm thường gây ra các ảnh hưởng đến các công trình lân cận. Bài báo này giới thiệu phương pháp xác định vùng ảnh hưởng khi thi công khoan kích ngầm trong điều kiện đất yếu tại vùng đồng bằng sông Cửu Long. Dựa trên các kết quả nghiên cứu này, các kỹ sư thiết kế có thể đưa ra các phương án tuyến phù hợp khi thiết kế hệ thống đường ống dẫn nước tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

TỪ KHÓA: *Khoan kích ngầm, đồng bằng sông Cửu Long, vùng ảnh hưởng.*

Vũ Minh Ngạn

Group of Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18 Pho Vien, Bac Tu Liem district, Hanoi.

Email: vuminhngan@humg.edu.vn

Tel: 024 37525301

Lại Thanh Nhân

Tan An Public Services, Jsc.. No. 8, 827 province road, Tan An city, Long An.

Tel: 0903318991

Hoàng Đình Phúc

Group of Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18 Pho Vien, Bac Tu Liem district, Hanoi

Email: hoangdinhphuc@humg.edu.vn

Tel: 024 37525301

Phạm Đức Thọ

Group of Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18 Pho Vien, Bac Tu Liem district, Hanoi

Email: phamductho@humg.edu.vn

Tel: 024 37525301

1. INTRODUCTION

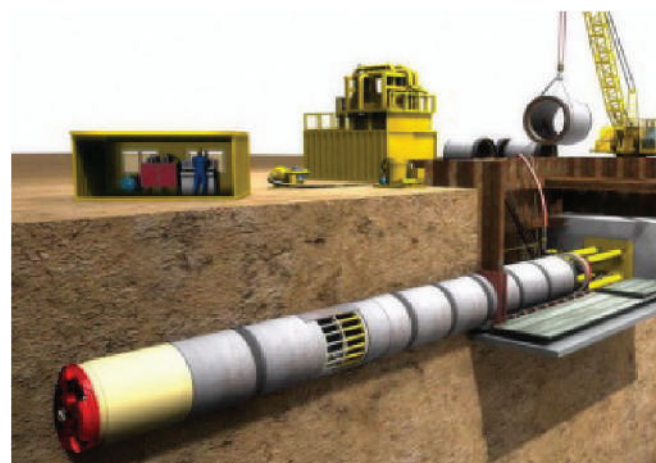
Pipejacking recently has been popular in underground pipeline construction with small diameters ranging from 500 to 5000mm such as drainage pipelines and gas pipelines in urban areas. In this technique, the designed pipes are pushed by hydraulic jacks in the starting shaft through the ground behind the micro tunnel boring machine (mTBM) (see Figure 1). This method has advantages of flexibility and less effects on the surrounding environment.

The first pipejacking project in the world is the installation of a concrete pipeline under the Northern Pacific Railroad in the USA in 1896 (Barbera et al., 1993). In Europe, this technique was first used in Vienna in the late of 19th century (Stearling, R.L., 2020). In Asia, the pipejacking was firstly applied in Japan in 1964 with a mud-shield" in soft coastal alluviums. In 1970s, Japanese developed this technique with variant of machine with support fluids at the tunnelling face. In Vietnam, this technique was applied in the 2000s with a sewerage project in Mekong Delta area. Up to now, this pipeline technology has been applied in some projects such as some water transmission pipeline projects of Water Supply Project in Hochiminh city and Yen Xa Sewerage System Project in Hanoi.

However, there are some incidents occurred in some pipejacking projects leading to damages on surface buildings, for example, in Nhieu Loc-Thi Nghe project, in Hochiminh city.

In this paper, some methods of estimating influence zones induced by pipejacking in Mekong

Delta area are presented. Based on the results, engineers can easily identify potential damaged levels and propose solutions for ensuring the safe of existing building when pipejacking.



*Figure 1. Pushing pipes in pipejacking in soft soils.
(Stearling, R.L., 2020)*

2. DAMAGE RISKS WHEN PIPEJACKING

When using mTBMs to excavate the ground, the movement of surrounding soil leads to settlements on the surface and effects on nearby existing buildings. In order to reduce the soil displacements in pipejacking technique, bentonite is used for filling the gap between the pipeline and surrounding ground.

In this paper, the impact of the pipejacking process on existing buildings is investigated with the case of using shield machine.

According to a empirical study based on site data in Peck (1969), the transverse settlement due to pipejacking at the ground surface has a shape

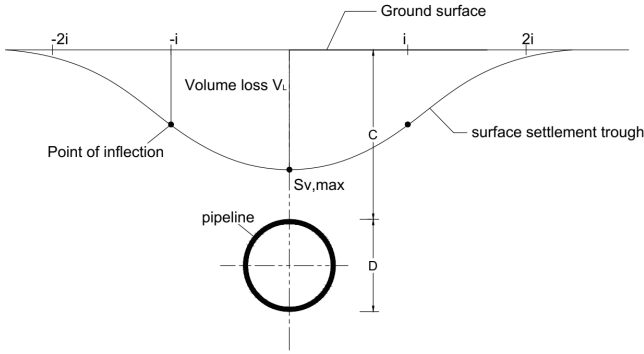


Figure 2. Transverse settlement trough due to pipejacking (Peck, 1969)

as shown in Figure 2 as a Gaussian distribution. The settlement curve can be estimated as follows:

$$S_v = S_{v,max} \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) \quad (1)$$

Where $S_{v,max}$ is the maximum settlement at the surface directly above the pipeline location and “ i ” is the trough width.

The value of $S_{v,max}$ can be estimated from:

$$V_s = \sqrt{2\pi} i S_{v,max} \approx 2.5 i S_{v,max} \quad (2)$$

Where V_s is the volume of settlement trough per unit pipeline length.

For a circular tunnel as a pipeline, V_s is calculated via the volume loss V_L as the percentage of the notional excavated volume (Mair et al., 1993):

$$V_s = V_L \frac{\pi D^2}{4} \quad (3)$$

The volume loss surrounding the pipeline includes loss volumes caused by soil deformations due to face support, passage of the tunnelling machine and the annular gap grouting (Maidl, 2012). V_s is less than the volume loss around the pipeline when pipejacking in drained condition due to dilation and in the case of tunnelling in undrained conditions, V_s equals volume loss around the pipeline (Cording and Hansmire, 1975). Normally, in pipejacking design, V_s is assumed equal to the volume loss around the pipeline.

As Equation 1, the shape of curve is determined by the width of the settlement trough “ i ” which depends on the depth of the

pipeline and soil parameters. O’Reilly and New (1982) gave the relationship between the width of the settlement trough “ i ” and the depth of the pipeline as follows:

$$\text{For cohesive soils:} \quad i = 0.43z_0 + 1.1 \quad (4)$$

$$\text{and for granular soils:} \quad i = 0.28z_0 - 0.1 \quad (5)$$

This relationship was also compared by Mair and Taylor (1999) to the relations for settlement trough width and depth of pipeline axis from many authors and recommended for practical purposes.

From Equations 2 and 3, the maximum transverse settlement can be estimated as follows:

$$S_{v,max} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{V_L D^2}{4i} \quad (6)$$

Thus, the transverse settlement curve can be identified as:

$$S_v = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{V_L D^2}{4i} \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) \quad (7)$$

Nearby buildings also affected by the horizontal settlement when pipejacking. The horizontal displacement when pipejacking can be estimated with the following equation proposed by O’Reilly and New (1982):

$$S_h = S_v \frac{x}{z_0} \quad (8)$$

The subsurface settlement induced by pipejacking process also distributes as a Gaussian curve (Mair et al., 1993) with Equation 1. However, the width of settlement trough “ i ” changes with the depth of the calculated subsurface settlement z and the depth of the pipeline z_0 via a coefficient K depending on depth as:

$$i = K(z_0 - z) \quad (9)$$

with the K value is calculated with the following equation:

$$K = \frac{0.175 + 0.325(1 - z/z_0)}{(1 - z/z_0)} \quad (10)$$

From Equations 2, 9 and 10, the maximum subsurface settlement can be estimated as:

$$4K \frac{S_{v,max}}{D} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{D V_L}{0.175 + 0.325(1 - z/z_0) z_0} \quad (11)$$

Table 1: Typical values of maximum building slope and settlement for damage risk assessment (Rankin, 1988)

Risk Category	Maximum slope of building	t	Description of risk
1	Less than 1/500	Less than 10	Negligible; superficial damage unlikely
2	1/500 - 1/200	10-50	Slight; possible superficial damage which is unlikely to have structural significance
3	1/200 - 1/50	50-75	Moderate; expected superficial damage and possible structural damage to buildings, possible damage to relatively rigid pipelines
4	Greater than 1/50	Greater than 75	High; expected structural damage to buildings. Expected damage to rigid pipelines, possible damage to other pipelines

When assessing the effect of pipejacking on nearby existing buildings, two parameters that engineers often consider are the settlement and the building slope. Table 1 shows the classification of risk damage assessment proposed by Rankin (1988). There are four categories of damage levels based on the maximum settlement and the slope of the building. In this study, the maximum settlement of 10 mm and the maximum slope of 1/500 of the building is used to evaluate the affected level of pipejacking on existing structures.

3. ESTIMATE OF INFLUENCE ZONES INDUCED BY PIPEJACKING IN MEKONG DELTA SOFT SOIL CONDITIONS

The Mekong Delta area is formed from Pleistocene and Holocene deposits. The deposits compose clayey soils in very stiff or stiff state

and the upper part was hardened with laterite. Holocene deposits include alluvial deposits distributed along Tien Giang and Hau Giang rivers, with the thickness of 10 – 20 m. These deposits comprise bluish grey, yellowish grey sand, silt, clay and medium sand. The late Holocene deposits appear in some small areas with the thickness of 1 to 7 m. In addition, alluvial-marsh disseminated in the low-lying Hau Giang river's land strip contains brownish grey, dark-grey clay silt bearing organic matters, sometimes peat. Thus, the stratigraphy of the Mekong Delta area involves the upper part of soft soil Holocene with different origins and the thickness of 20 m or up to 30 m – 40 m in some areas and the lower part was Pleistocene sediment with composition of stiff-very stiff clay (Nu, N. T., & Son, B. T., 2021). Figure 3 shows the distribution of Holocene deposits in Mekong Delta area.

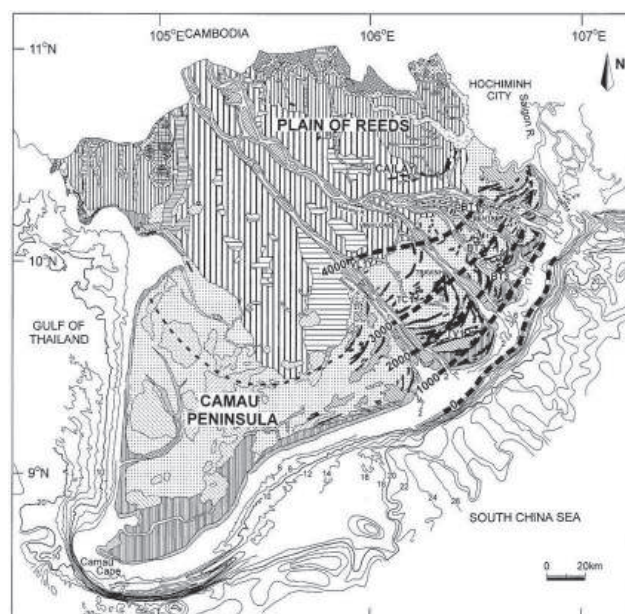


Figure 3. Geomorphology and Late Holocene evolution of the Mekong delta (Puchala, R., 2014).

Figure 4 shows a pipejacking work for pipeline D1500mm cross Nguyen Van Linh road, Binh Chanh district, Hochiminh city. In Hochiminh city, the pipeline alignment is often designed with the depth from 5 to 20m from the surface. Therefore, the tunnelling work with mTBMs is carried out in soft soil conditions.



Figure 4. Pipejacking a pipeline D1500mm cross Nguyen Van Linh road, Binh Chanh district, Hochiminh city (Baogiaothong, 2018)

Table 2. Soil parameters in a pipejacking project in Water Supply Project in Hochiminh city (Package CW1- 2400mm diameter treated water transmission pipeline from Binh Thai south crossing to junction of Dien Bien Phu street and Nguyen Binh Khiem street)

Layer		F	1	2	3
Symbol		Fill	MH-CV	CI-CL	S-SM
Bulk density	γ_w (kN/m ³)	18	15	19	18
Dry Density	γ_d (kN/m ³)	15	9	15	15
Effective cohesion	c' (kPa)	0	1	2	2
Effective friction angle	Φ' (degree)	30	27	33	22+ 0.26*x
Undrain shear strength	C_u (kPa)	-	3+ 1.2*z	13+ 5.3*z	-
Undrained deformation modulus	E_u (MPa)		2	10	
Drained deformation modulus	E' (MPa)	9	1.7	9	15

The scope of influenced zone is estimated when the surface settlement reaches the allowable settlement $u_{\max} = 10$ mm and allowable slope $\omega_{\max} = 1/500$ corresponding with the risk category 1 in Table 1.

The relation between the maximum allowable settlement $u_{\max}$ and the horizontal distance to the tunnel centre line x is given by:

$$u_{\max} = S_{v,\max} \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{V_L D^2}{4i} \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) \quad (12)$$

The distance x from the building to tunnel axis corresponding with settlement $u_{\max}$ is:

$$x = \sqrt{-2i^2 \ln\left(\frac{u_{\max}}{S_{v,\max}}\right)} = \sqrt{-2i^2 \ln\left(\frac{u_{\max} i 4\sqrt{2}}{V_L D^2 \sqrt{\pi}}\right)} \quad (13)$$

The soil parameters shown in Table 2 in this calculation are based on a Geological Survey report of a pipejacking in Water Supply Project in Hochiminh city (Package CW1- 2400mm diameter treated water transmission pipeline from Binh Thai south crossing to junction of Dien Bien Phu street and Nguyen Binh Khiem street).

When pipejacking closed to existing structures, it is necessary to determine the extent to which the building is influenced by the pipeline. In this study, the theoretical influence zone is presented as the distance from the tunnel axis to the surface building (see in Figure 5).

Besides the settlement, another necessary risk assessment for nearby buildings when pipejacking is the slope. The slope angle can be estimated as the first derivative of the settlement trough as follows:

$$\omega \approx \tan \omega = S'_v = \frac{S_{v,\max}}{i^2} x \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) \quad (14)$$

$$= \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{V_L D^2}{4i^3} x \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right)$$

Figure 5 presents a model for identifying the influence zone induced by pipejacking with nearby existing buildings on the surface. In this model, the settlement is calculated at the location of the assessing building. Equations 1, 4, 5 and 13 are applied for determining the settlement.

Equations 1 and 14 are applied for determining the slope angle of the building. According to Vu et al. (2015), the influence zones of slope angle can be neglected when pipejacking, in this study, influence zones of settlement are taken into account.

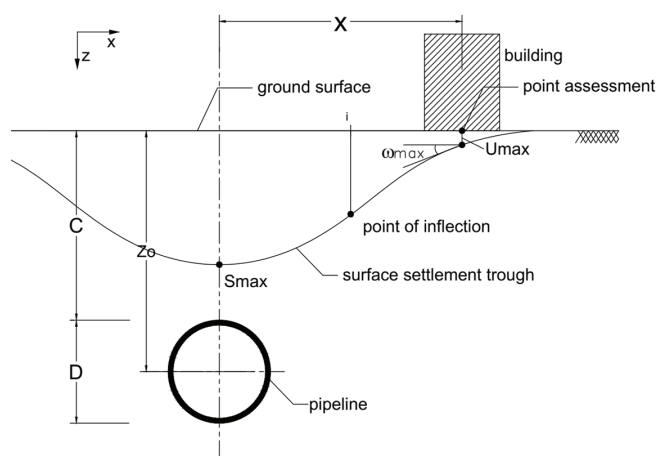


Figure 5. Surface settlement and effects on existing surface building when pipejacking

Figure 6 shows influence zones when pipejacking in cohesive soils with various of C/D ratios and x/D ratios for pipeline diameters of 2, 3, 4, 5 m. It can be seen in this figure that influence zones corresponding with $D = 2$ and 3 m are disappeared. This means that settlements induced by pipejacking with pipeline diameter $D = 2$ and 3 m in cohesive soils are always smaller than $u_{\max} = 10$ mm. Meanwhile, the influence zones corresponding with $D = 4$ and 5 m clearly

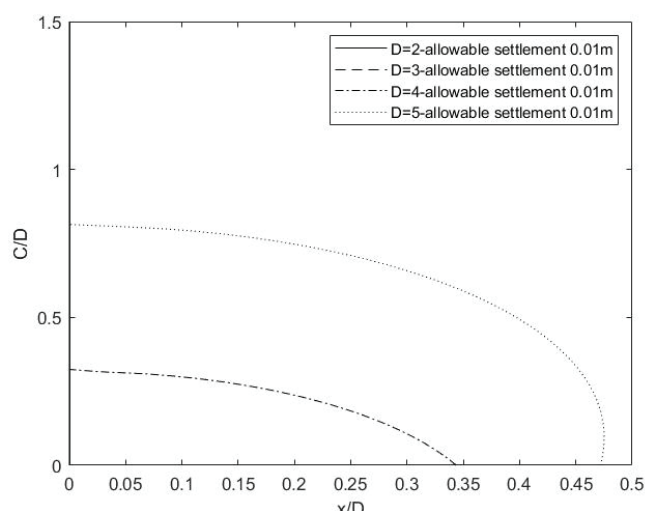


Figure 6. Influence zones when pipejacking in cohesive soils

appear in this figure. Area outside the line corresponds with settlement larger than 10 mm.

Figure 7 shows influence zones when pipejacking in granular soils with pipeline diameters $D = 2, 3, 4$ and 5 m with different C/D and x/D ratios in granular soils. In the case of $D = 2$ and 3 m, influence zones appear. The influence zones are larger when pipejacking with a larger pipeline diameter. In comparing with the case of pipejacking in cohesive soils, influence zones induced when pipejacking in granular soils are larger.

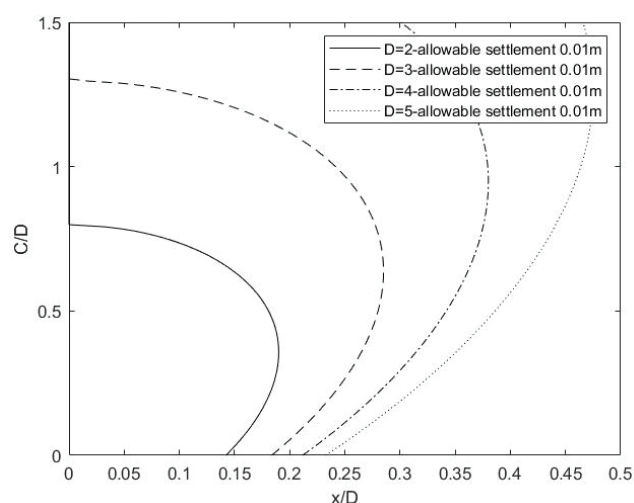


Figure 7. Influence zones when pipejacking in granular soils

Figure 8 shows a model for assessing the impact of pipejacking on nearby deep foundations or pile foundation. In this model, the settlement is calculated at the tip of the pile/foundation. Equations 1, 9, 10, and 13 are applied for determining the settlement.

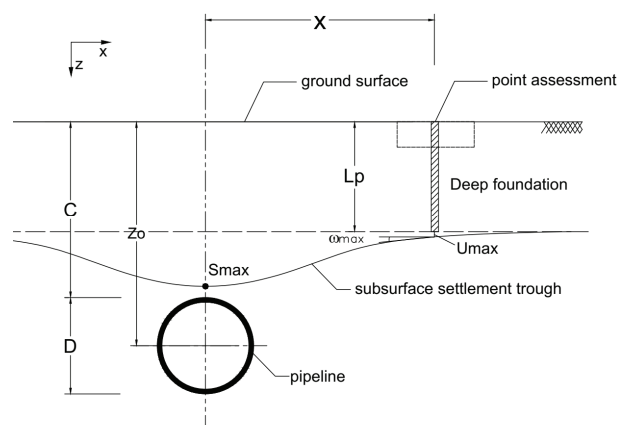


Figure 8. Subsurface settlement induced by pipejacking and effects on nearby deep foundations

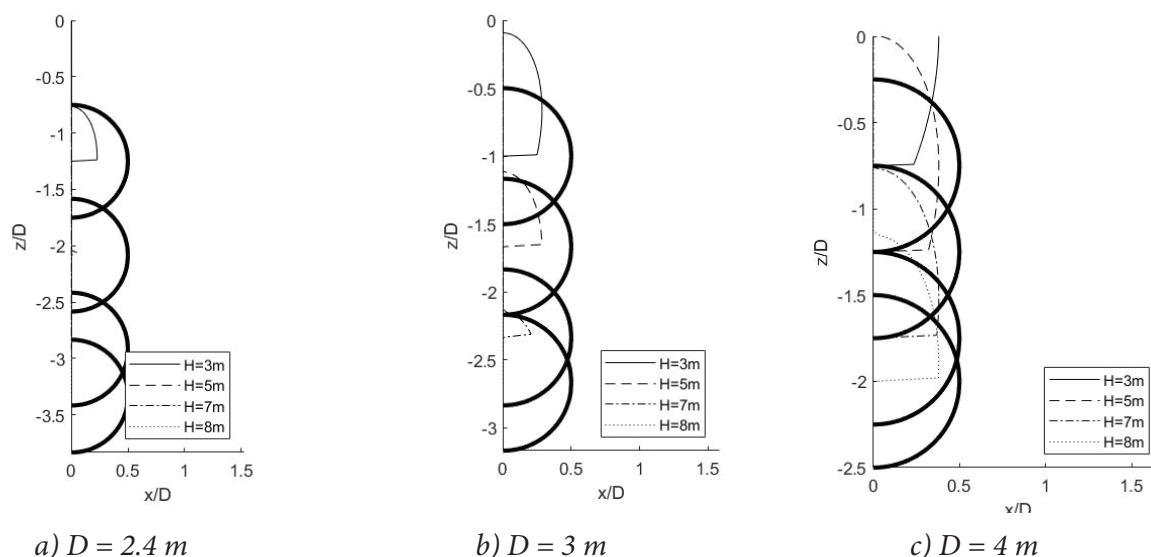


Figure 9. The scope of influence zones when pipejacking with pipeline diameters $D=2.4$ m, 3 m, 4 m at various depths

Figure 9 shows the influence zones induced by pipejacking at different depths $H = 3, 5, 7$ and 8 m with various pipeline diameters of $2.4, 3$ and 4 m. The lines in these figures show locations that soil displacements equal 10 mm. The inside zones correspond with soil displacements larger than 10 mm and the outside zones correspond with soil displacements smaller than 10 mm. Figure 9 shows that the scope of influence zones is larger when pipejacking with a larger pipeline diameter. It is also seen that impacts of pipejacking on nearby existing foundations are higher when the work is carried out near the surface.

It can be seen in Figure 9a that in the case of the pipeline diameter 2.4 m the influence zone only appears with a small scope when pipejacking at the depth of the pipeline $H = 4$ m. The scope of influence zone is larger when pipejacking at the depth $H = 3$ m in this case. It means that with the depths H larger than 4 m, effects of the pipejacking might be neglected in the case of pipeline diameter of 2.4 m.

When pipejacking with larger pipeline diameters of 3 and 4 m as can be seen in Figures 9b and 9c, influence zones are clearer. In the case of the pipeline diameter of 3 m as can be seen in Figure 9b, influence zone disappears when the

pipeline is at the depth H of 8 m. Meanwhile, when pipejacking the pipeline diameter of 4 m as can be seen in Figure 9c, the influence zone occurs at all depths H of $3, 5, 7$ and 8 m. Therefore, it can be concluded that the scope of influence zones is larger when pipejacking with a larger pipeline diameter.

4. CONCLUSIONS

Pipejacking recently has been popular in underground pipeline construction with small diameters ranging from 500 to 5000 mm such as drainage pipelines and gas pipelines in Mekong Delta areas, for example, the Water Supply Project in Hochiminh city. When pipejacking in urban areas, the construction might create impacts not only on surface buildings but also on surrounding foundations. This paper presents an investigation on estimating influence zones when pipejacking in Mekong Delta areas. The scope of influence zone induced by pipejacking on surface buildings is derived. The study results shows that the scope of influence zones is larger when pipejacking with a larger pipeline diameter. It is concluded that impacts of pipejacking on nearby existing foundations are higher when the pipejacking work is carried out with shallow depths.

5. REFERENCES

- [1] Baogiaothong. <https://www.baogiaothong.vn/tphcm-khoan-kich-ngam-280m-duong-cong-nguyen-van-linh-d251206.html>, 2018.
- [2] Barbera, L., Iseley, T., & Tanwani, R. Historical Development of Trenchless Construction Methods and Equipment in the United States. Proc. Trenchless Technology: An Advanced Technical Seminar for Trenchless Pipeline Rehabilitation, Horizontal Directional Drilling and Microtunneling, Vicksburg MS, 139–160, 1993.
- [3] Boscardin, M. D., Cording, E. J.. Building response to excavation induced settlement. Journal of Geotechnical Engineering 115 (1), 1–21, 1989.
- [4] Cording, E. J. and Hansmire, W. H. Displacements Around Soft Ground Tunnels, General Report, Session 4, 5th Pan American Congress on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Buenos Aires, Vol. 4, pp. 571-633, November, 1975.
- [5] Maidl, B. Mechanised shield tunnelling. Wilhelm Ernst & Sohn, 2012.
- [6] Mair, R. and Taylor, R. Theme lecture: Bored tunnelling in the urban environment. of XIV ICSMFE [131], pages 2353–2385, 1999.
- [7] Mair, R., Taylor, R., Bracegirdle, A.. Subsurface settlement profiles above tunnels in clays. Geotechnique 43 (2), 1993.
- [8] Mair, R., Taylor, R., Burland, J. Prediction of ground movements and assessment of risk of building damage due to bored tunnelling. In: Fourth International Symposium of International Conference of Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground. AA Balkema, pp. 713–718, 1996.
- [9] Nu, N. T., & Son, B. T. Study on Soft Ground Structure in The Mekong Delta Coastal Province, Viet Nam for Embankment Construction. Journal of Applied Science and Engineering, 24(3), 307-314, 2021.
- [10] O'Reilly, M., New, B. Settlements above tunnels in the United Kingdom-their magnitude and prediction. Tech. rep. Peck, R. B., 1969. Deep excavations and tunnelling in soft ground. In: Proc. 7th Int. Conf. on SMFE. pp. 225–290, 1982.
- [11] Peck, R. B. Deep excavations and tunnelling in soft ground. In: Proc. 7th Int. Conf. on SMFE. pp. 225–290, 1969.
- [12] Puchała, R.. Morphology and origin of modern seabed features in the central basin of the Gulf of Thailand, Doctoral dissertation, 2014.
- [13] Rankin, W.. Ground movements resulting from urban tunnelling: predictions and effects. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications 5 (1), 79–92, 1988.
- [14] Sterling, R.L., 2020. Developments and research directions in pipe jacking and microtunneling. Underground Space, 5(1), pp.1-19.
- [15] Vu, M.N., Broere, W. and Bosch, J. Effects of cover depth on ground movements induced by shallow tunnelling. Tunnelling and Underground Space Technology, 50, pp.499-506, 2015.

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH SỐ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU BẰNG CỌC HỖN HỢP VẬT LIỆU CÁT BIỂN - XI MĂNG - TRO BAY

3D NUMERICAL MODELING TO ESTIMATE THE EFFECTIVENESS OF SEA SAND - CEMENT - FLY ASH COLUMNS IMPROVED SOFT SOIL

Pham Van Hung, Ta Duc Thinh,
Nguyen Thanh Duong, Bui Anh Thang

ABSTRACT:

The sea sand-cement-fly ash columns for soft soil treatment is a new technology, it was developed on the basis of sand column technology and soil-cement deep mixing column technology. In order to be able to apply this technology in practice, besides the theoretical and experimental basis, the design flow-chart, construction, it is necessary to estimate the effectiveness of this method. The paper presents the 3D numerical modeling results to evaluate the effect of sea sand - cement - fly ash columns on soft soil treatment. The usage of sea sand-cement-fly ash columns reduces the settlement of the embankment from 117 cm (before treatment) to 16 cm (after treatment), and decreases the horizontal displacement of embankment talus base road from 49.4 cm to 4.8 cm. In addition, an increase in strength and length of the sea sand-cement-fly ash columns have the effect of reducing settlement and horizontal displacement of the embankment.

KEYWORDS: *soft soil, sea sand - cement - fly ash columns, numerical modeling, settlement.*

TÓM TẮT:

Công nghệ cọc cát biển - xi măng - tro bay xử lý nền đất yếu là công nghệ mới, được phát triển trên cơ sở công nghệ cọc cát và công nghệ cọc đất-xi măng. Để ứng dụng công nghệ này vào thực tế ngoài cơ sở lý thuyết, cơ sở thực nghiệm, quy trình thiết kế, thi công và nghiệm thu cần có kết quả đánh giá hiệu quả của công nghệ. Bài báo trình bày kết quả mô hình số đánh giá hiệu quả của cọc cát biển - xi măng - tro bay xử lý nền đất yếu. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng cọc cát biển - xi măng - tro bay có tác dụng làm giảm độ lún của nền từ 117 cm trước xử lý còn 16 cm sau xử lý, giảm chuyển vị ngang của chân taluy nền đường từ 49,4 cm xuống còn 4,8 cm. Ngoài ra, tăng cường độ và chiều dài của cọc mang liệu hiệu quả giảm độ lún và chuyển vị ngang của nền đường.

TỪ KHÓA: *đất yếu, cọc cát biển - xi măng - tro bay, mô hình số, độ lún.*

Pham Van Hung

Department of Infrastructure Engineering, Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Duc Thang Ward, North Tu Liem district, Hanoi city.

Email: phamvanhung@humg.edu.vn

Tel: 0913899098

Ta Duc Thinh

Department of Infrastructure Engineering, Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Duc Thang Ward, North Tu Liem district, Hanoi city.

Email: taducthinh@humg.edu.vn

Nguyen Thanh Duong

Engineering Geology Department, Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Duc Thang Ward, North Tu Liem district, Hanoi city.

Email: nguyenthanhduong@humg.edu.vn

Bui Anh Thang

Department of Infrastructure Engineering, Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Duc Thang Ward, North Tu Liem district, Hanoi city.

Email: buianhthang@humg.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Công nghệ cọc cát biển - xi măng - tro bay xử lý nền đất yếu là công nghệ mới, được phát triển trên cơ sở công nghệ cọc cát và công nghệ cọc đất - xi măng với việc sử dụng nguồn cát biển và tro bay tại chỗ làm vật liệu cọc. Để có thể ứng dụng công nghệ này vào thực tế xử lý nền đất yếu, ngoài việc xây dựng cơ sở lý thuyết, cơ sở thực nghiệm, quy trình tính toán, thiết kế, thi công và nghiệm thu cọc đảm bảo độ tin cậy thì việc đánh giá chất lượng, hiệu quả xử lý nền cả về kỹ thuật và kinh tế là rất quan trọng. Việc đánh giá hiệu quả xử lý bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay có thể triển khai thông qua nghiên cứu mô hình vật lý thực của cọc ở hiện trường bằng cách thi công cọc thử, so sánh chất lượng của mẫu đất nền, mẫu cọc trước khi xử lý và sau khi xử lý [1]. Tuy nhiên, do là công nghệ mới chưa được ứng dụng vào thực tiễn, chưa có điều kiện triển khai thi công cọc ở hiện trường nên việc đánh giá hiệu quả của cọc cát biển - xi măng - tro bay có thể tiến hành bằng cách phân tích mô hình số mô phỏng sự làm việc của cọc trong quá trình xử lý nền đất yếu.

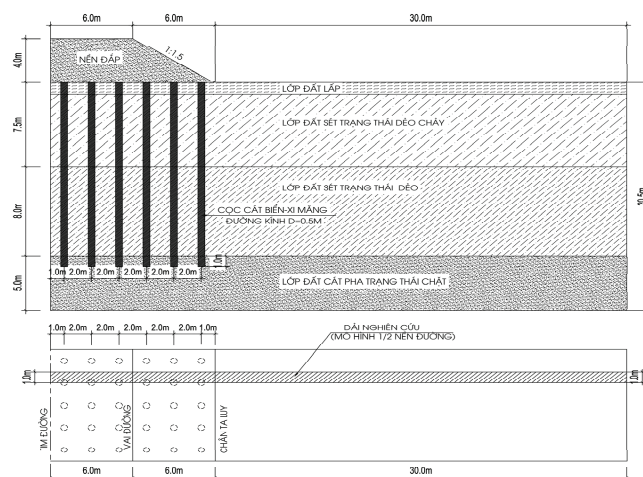
2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH SỐ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ GIA CỐ NỀN**2.1. Lựa chọn thông số kỹ thuật để xây dựng mô hình số**

Để xây dựng mô hình số đánh giá hiệu quả xử lý nền đất yếu, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn đối tượng để xây dựng mô hình là tuyến đường bộ ven biển đoạn qua tỉnh Nam Định với các thông số kỹ thuật của nền đường đắp tại vị trí thiết kế mô phỏng là: chiều rộng mặt đường 12,0 m,

chiều rộng làn đường $2 \times 3,5 = 7,0$ m, chiều rộng lề đường $2 \times 2,5 = 5,0$ m, lề gia cố $2 \times 2 = 4,0$ m, chiều cao đường đắp 6,0 m, mái ta luy đắp bên trái và bên phải bằng 1:1,5. Địa tầng theo thứ tự từ trên xuống gồm: 1) đất lấp, dày 1,0 m; 2) đất sét trạng thái dẻo chảy (lớp 2), dày 6,5 m; 3) đất sét trạng thái dẻo chảy (lớp 4a), dày 8,0 m; 4) cát pha dẻo (lớp 5), chiều dày 5,0 m được xem như lớp chịu lực. Mực nước ngầm được xem xét ở mức cao độ bằng mặt đất, cốt +0,0. Chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất được thống kê trong bảng 1. [2]

2.2. Các thông số thiết kế cọc cát biển - xi măng - tro bay

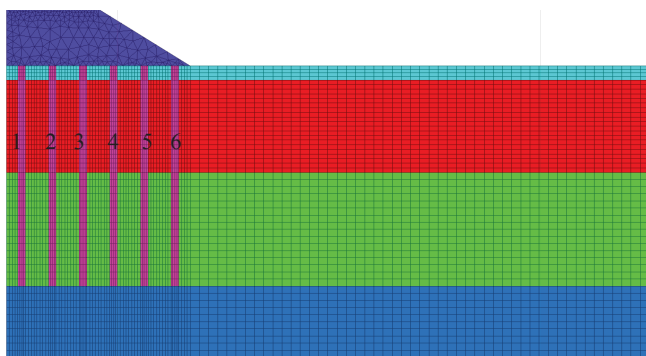
Dựa vào các thông số địa kỹ thuật tuyến đường tại vị trí thiết kế mô phỏng nêu trên, cọc cát biển - xi măng - tro bay được thiết kế giả định với các thông số: đường kính cọc $d = 0,5$ m, chiều dài cọc 16,5 m (chôn vào lớp đất cát chặt 1,0 m), các cọc được bố trí theo lưới hình vuông, khoảng cách giữa các cọc $L = 2,0$ m (Hình 1).



Hình 1. Các thông số thiết kế cọc cát biển - xi măng - tro bay

Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất nền tại vị trí thiết kế điển hình

STT	Số thứ tự lớp	Loại đất	Chiều dày, (m)	Khối lượng thể tích γ_w (g/cm ³)	Chỉ số dẻo (I_p)	Độ sệt (I_L)	Hệ số rỗng e	Hệ số nén lún a_{1-2} (cm ² /KG)	Góc ma sát trong φ (độ)	Lực dính đơn vị, c (kPa)
1	Lớp 1	Đất đắp	1,0	1,73	-	-	-	-	6o11'	6,2
2	Lớp 2	Sét dẻo chảy	6,5	1,73	20,58	0,87	1,261	9,10	6o11'	6,2
4	Lớp 4	Sét pha dẻo chảy	8,0	1,68	27,08	0,85	1,145	11,1	6o27'	6,7
5	Lớp 5	Cát pha	5,0	1,88	4,96	-	0,823	0,033	13o58'	5,4

**Hình 2.** Chia lưới mô hình mô phỏng 3D

2.3. Xây dựng mô hình số 3D

Mô hình số 3D được xây dựng bằng phần mềm FLAC3D dựa trên lời giải của phương pháp sai phân hữu hạn [3]. Do tính chất đối xứng nên mô hình được xây dựng theo dạng dải của một nửa nền đường với 6 cọc cát biển - xi măng - tro bay, cho phép xác định ảnh hưởng của nhóm cọc và hiệu ứng vòm phía trên đầu các cọc (Hình 1). Các phần tử khối đa diện được sử dụng trong phép lưới chia và được liên kết với nhau tại các nút lưới. Nền đất, cọc, lớp đệm cát và nền đường đều sử dụng các phần tử khối, cho phép quan sát ứng suất và chuyển vị của nền đất và cọc. Lưới của mô hình được thể hiện như ở Hình 2. Để quan sát độ lún, chuyển vị và ứng suất, các cọc được đánh số theo thứ tự từ 1 đến 6 tính từ bên trái sang bên phải. Trong các phân tích, nền đường đắp và các lớp đất yếu, lớp cát pha, cọc cát biển - xi măng - tro bay sẽ được mô hình hóa bằng mô hình đàn hồi tuyến tính, dẻo tuyệt đối kết hợp với tiêu chí phá hủy Mohr-Coulomb (mô hình Mohr-Coulomb). Các thông số của mô hình được sử dụng từ kết quả

nghiên cứu thực nghiệm ở trong phòng. Sự tương tác giữa cọc - đất được xem xét thông qua các mặt phẳng tiếp xúc (interfaces).

Về điều kiện biên, mô hình xem xét hết chiều dày lớp cát pha với cao độ biên dưới bằng -20,5 m, biên dưới của mô hình được xem như không có chuyển vị. Do tính đối xứng của mô hình, chuyển vị ngang tại mặt cắt tim đường theo phương y được gán bằng 0. Để giảm thiểu ảnh hưởng của các điều kiện biên ngang của mô hình, các phương x và y được lấy sang hai bên bằng 30 m, xấp xỉ bằng 3 lần một nửa chiều rộng của nền đường, tại các biên ngang này, chuyển vị theo phương ngang cũng được gán bằng 0. Mặt biên vuông góc với phương y, cũng được gán chuyển vị theo phương y bằng 0.

2.4. Mô hình ứng xử của vật liệu và các thông số của mô hình

Cọc cát biển - xi măng - tro bay được làm từ vật liệu cát biển, xi măng và tro bay, được đại diện bởi mô hình Mohr-Coulomb. Dựa vào kết quả thí nghiệm mẫu vữa cát biển-xi măng-tro bay theo thời gian, cường độ chịu nén của cọc sẽ dao động từ $q_u = 0,5$ Mpa đến 2,5 Mpa. Trong phạm vi nghiên cứu, do chưa thực hiện đủ các thí nghiệm để xác định các thông số về sức kháng cắt cũng như sức chịu tải của cọc cát biển - xi măng - tro bay nên các thông số về cọc được giả thiết giống như trong nghiên cứu của Wang và nnk, 2018 [4], được cho trong Bảng 2. Mô hình Mohr-Coulomb được kiến nghị sử dụng với các thông số: E - mô đun đàn hồi, ν - hệ số Poisson, φ' - góc ma sát trong,

c – lực dính đơn vị và γ – khối lượng thể tích. Các thông số đã được xác định từ các kết quả thí nghiệm như ở trong Bảng 1.

Để mô phỏng sự tương tác giữa phần tử kết cấu và đất, các phần tử tương tác được gán tại mặt phẳng tiếp xúc kết cấu - đất, theo tài liệu hướng dẫn phần mềm FLAC3D, độ cứng cắt và độ cứng theo phương pháp tuyến của các phần tử tương

tác được lấy bằng 108 kN/m/m, lực dính đơn vị sẽ được lấy theo kết quả thực nghiệm, góc ma sát trong của phần tử tương tác được lấy giả định bằng 2/3 giá trị góc ma sát trong của đất xung quanh cọc. Tiến hành loại bỏ một số thông số không cần thiết, toàn bộ các thông số vật liệu, phần tử tương tác của bài toán xây dựng mô hình được tóm tắt trong Bảng 3.

Bảng 2. Các thông số của cọc cát biển - xi măng - tro bay (theo Wang và nnk 2018)

q_u	E (Mpa)	ν	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	K_o	ψ (°)
0,5	670	0,24	22	161	43	0,32	13
1,0	947,6	0,24	22	273	43	0,32	13
1,5	1160,6	0,24	23	386	43	0,32	13
2,0	1340,2	0,24	23	498	43	0,32	13
2,5	1498,4	0,24	24	611	43	0,32	13

Bảng 3. Bảng thông số của các mô hình trong tính toán mô phỏng

Vật liệu	Mô hình	Các thông số của mô hình
Đất lấp	Morh-Coulomb	$E = 2,48$ Mpa, $\nu = 0,3$, $\phi = 6^\circ 11'$, $c = 6,2$ kPa, $\gamma = 17,3$ kN/m ³
Sét dẻo chảy	Morh-Coulomb	$E = 2,48$ Mpa, $\nu = 0,3$, $\phi = 6^\circ 11'$, $c = 6,2$ kPa, $\gamma = 17,3$ kN/m ³
Sét pha dẻo chảy	Morh-Coulomb	$E = 1,93$ Mpa, $\nu = 0,3$, $\phi = 6^\circ 27'$, $c = 6,7$ kPa, $\gamma = 16,8$ kN/m ³
Cát pha		$E = 6,15$ Mpa, $\nu = 0,3$, $\phi = 13^\circ 58'$, $c = 12,4$ kPa, $\gamma = 18,8$ kN/m ³
Nền đường đắp	Morh-Coulomb	$E = 30$ Mpa, $\nu = 0,2$, $\phi = 19$ kN/m ³
Phần tử tiếp xúc	Đất sét - cọc	$k_s = k_n = 1 \times 108$ kN/m/m, $\phi = 4^\circ 8'$, $c = 6,2$ kPa
	Đất cát - cọc	$k_s = k_n = 1 \times 108$ kN/m/m, $\phi = 4^\circ 18'$, $c = 6,7$ kPa

2.5. Tải trọng tác dụng

Trước khi tác dụng tải trọng, trạng thái ứng suất ban đầu của hệ thống phải được thiết lập, điều này cho phép xác định trạng thái ứng suất ban đầu của đất theo tất cả các phương x, y và z. Trạng thái ứng suất ban đầu được xác định thông qua các công thức:

$$\sigma_{zz} = \rho * g * z$$

$$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = K_0 * \rho * g * z$$

Để xem xét ảnh hưởng của tải trọng ngoài phân bố trên đỉnh nền đường đắp p đến độ lún và cơ chế truyền ứng suất của nền đắp và đất yếu, giá trị p được tăng dần: p = 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 và 50 kPa.

3. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU BẰNG CỌC CÁT BIỂN - XI MĂNG - TRO BAY

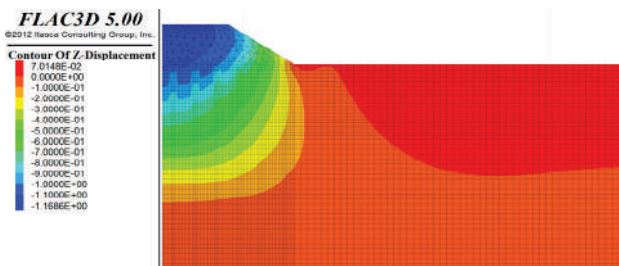
Hiệu quả trong việc giảm độ lún, giảm chuyển vị ngang của nền đường và ứng suất tác dụng xuống nền đất yếu được xem xét thông qua việc so sánh 2 trường hợp: nền đường đắp trên nền đất yếu chưa gia cố và nền đường đắp trên nền đất yếu đã gia cố bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay. Ngoài ra, nghiên cứu cũng tập trung làm rõ ảnh hưởng của các thông số cọc cát biển - xi măng - tro bay như độ cứng cọc, chiều dài cọc và tải trọng ngoài bên trên đường đắp đến độ lún, ứng suất tác dụng xuống nền đất yếu và xuống đầu cọc.

Việc phân tích được xem xét với cọc cát biển - xi măng - tro bay có các thông số như ở Hình 1 và cọc có sức kháng nén đơn trục $q_u = 1,5 \text{ Mpa}$.

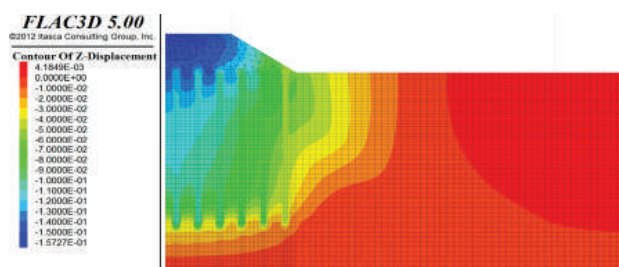
3.1. Tác dụng của cọc đến độ lún nền đất yếu

Mô hình đường đắp trên nền đất yếu chưa gia cố bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay được thể hiện trong Hình 3.a. Kết quả phân tích mô hình cho thấy, độ lún của nền đất yếu là rất lớn, bằng 117 cm, vượt quá nhiều độ lún cho phép (30 cm) theo quy định trong Tiêu chuẩn Ngành 22TCN262-2000.

Mô hình đường đắp trên nền đất yếu đã gia cố bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay được thể hiện trong hình 3.b. Kết quả phân tích mô hình cho thấy, giá trị độ lún của đường đắp đã giảm đi đáng kể, chỉ vào khoảng 16 cm. Như vậy, khi tiến hành gia cố bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay, độ lún do tải trọng đường đắp gây ra chỉ vào khoảng 1/7 độ lún của nền đất yếu chưa được gia cố.



a) Nền đất yếu chưa gia cố



b) Nền đất yếu đã gia cố bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay có $q_u = 1,5 \text{ Mpa}$

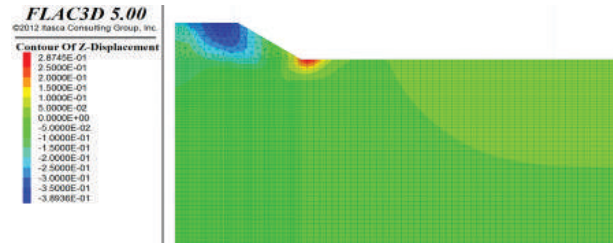
Hình 3. Độ lún của nền đất yếu khi chịu tác dụng của tải trọng đường đắp

3.2. Tác dụng của cọc đến độ lún nền đất yếu khi có thêm tải trọng ngoài

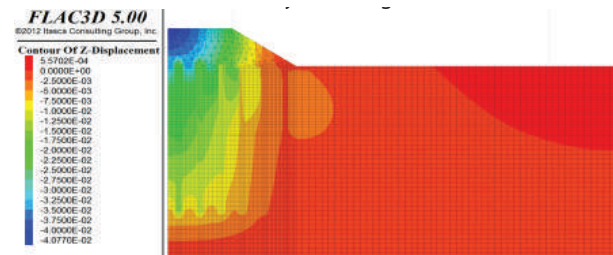
Hình 4 so sánh độ lún của nền đất yếu trước và sau khi gia cố khi chịu tác dụng của tải trọng bản thân đường đắp và tải trọng ngoài $p = 15 \text{ kPa}$.

Từ Hình 4 cho thấy, dưới tác dụng của tải

trọng đường đắp và tải trọng ngoài $p = 15 \text{ kPa}$, độ lún của nền đất yếu chưa gia cố bằng 39 cm (Hình 4.a), đã gia cố bằng 4 cm (Hình 4.b). Như vậy là, so với độ lún của nền đất yếu chưa gia cố, độ lún của nền đất yếu đã gia cố giảm đi khoảng 10 lần, chứng tỏ hiệu quả rõ rệt của cọc cát biển - xi măng - tro bay.



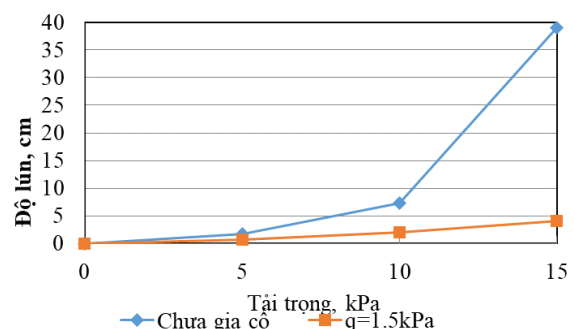
a) Nền đất yếu chưa gia cố



b) Nền đất yếu đã gia cố bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay có $q_u = 1,5 \text{ Mpa}$

Hình 4. Độ lún của nền đất yếu khi chịu tải trọng đường đắp và tải trọng ngoài $p = 15 \text{ kPa}$.

Biểu đồ Hình 5 biểu diễn mối quan hệ giữa độ lún và tải trọng ngoài trong trường hợp nền đất yếu chưa gia cố và đã gia cố. Khi nền đất yếu chưa gia cố, quan hệ giữa độ lún và tải trọng là tuyến tính chỉ quan sát được khi tải trọng ngoài nhỏ hơn 10 kPa, khi tải trọng ngoài tăng lên đến 15 kPa, quan hệ giữa độ lún và tải trọng đã chuyển sang phi tuyến, nghĩa là độ lún đã tăng lên rất nhiều khi tải trọng tăng lên hữu hạn. Trong khi đó, đường quan hệ độ lún - tải trọng với nền đất yếu đã gia cố hầu như là tuyến tính. Điều này



Hình 5. Quan hệ giữa độ lún và tải trọng ngoài khi nền đất yếu chưa và đã gia cố

cho thấy, sử dụng cọc cát biển - xi măng - tro bay gia cố nền đất yếu không chỉ giảm đáng kể độ lún mà còn mang lại hiệu quả trong việc cản trở sự phá hoại nền đất yếu, tăng sức chịu tải và nở rộng phạm vi làm việc đàn hồi của nền đất yếu.

3.3. Tác dụng của cọc đến chuyển vị ngang nền đường

Hình 6 phân tích chuyển vị ngang của nền đường khi nền đất yếu chưa và đã gia cố bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay. Kết quả cho thấy, chuyển vị ngang của vùng diện tích giáp với chân taluy đường đắp là lớn nhất. Hiện tượng nén ép vùng giữa của nền đường đắp xuống nền đất yếu gây nên lực đẩy trôi sang hai bên. Khi nền đất yếu chưa gia cố thì chuyển vị ngang của chân taluy nền đường đắp bằng 49,4 cm, khi nền đất yếu đã gia cố thì chuyển vị ngang của chân taluy nền đường chỉ bằng 4,8 cm và cũng không quan sát thấy hiện tượng đẩy trôi trên mặt đất bên cạnh taluy nền đường đắp. Vùng nén ép chỉ quan sát thấy ở phạm vi nhất định của nền đất yếu phía dưới.

3.4. Tác dụng của độ cứng cọc đến độ lún nền đất yếu

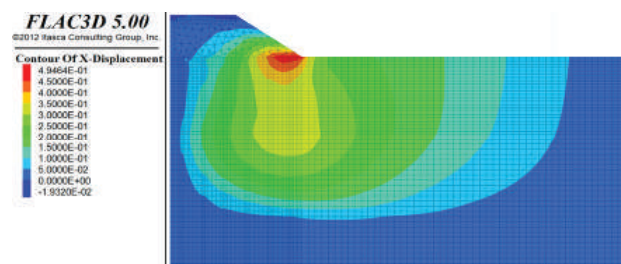
Hình 7 biểu diễn mối quan hệ giữa độ lún và tải trọng tương ứng với các giá trị cường độ cọc cát biển - xi măng - tro bay khác nhau.

Khi tải trọng tác dụng tăng lên thì độ lún của nền đường tăng lên. Tuy nhiên, có thể nhận thấy, khi tải trọng chưa đáng kể, độ lún của nền đường tương ứng với cọc có cường độ $q_u = 1,5 \text{ Mpa}$ và $2,5 \text{ Mpa}$ gần như nhau. Khi tải trọng lớn, độ lún của nền đường sẽ phụ thuộc đáng kể vào cường độ của cọc. Ngoài ra, biểu đồ cũng chỉ ra rằng, cường độ của cọc tăng lên sẽ làm giảm đáng kể độ lún của nền đường. Độ lún ứng với cường độ của cọc bằng $1,5 \text{ Mpa}$ chỉ bằng $\frac{1}{2}$ độ lún ứng với cường độ của cọc bằng $0,5 \text{ Mpa}$.

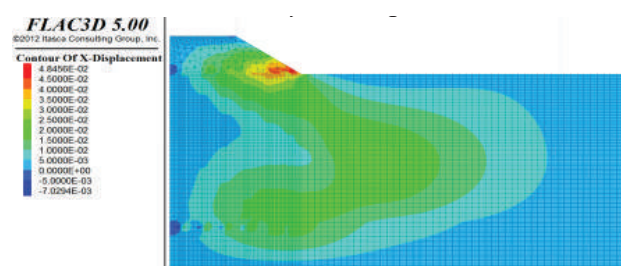
3.5. Tác dụng của độ cứng cọc đến chuyển vị ngang nền đường

Hình 8 chỉ ra rằng, khi cường độ chịu nén của cọc tăng lên làm giảm đáng kể chuyển vị ngang của chân taluy đường. Với cấp áp lực bằng

50 kPa , chuyển vị ngang quan sát được bằng 78 cm , 30 cm và 14 cm ứng với cường độ của cọc bằng $0,5 \text{ Mpa}$, $1,5 \text{ Mpa}$ và $2,5 \text{ Mpa}$.

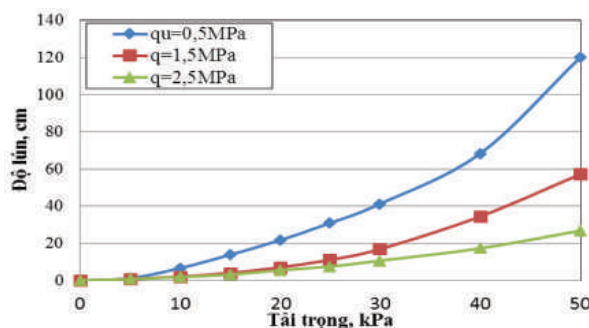


a) Nền đất yếu chưa gia cố



b) Nền đất yếu đã gia cố bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay có $q_u = 1,5 \text{ Mpa}$

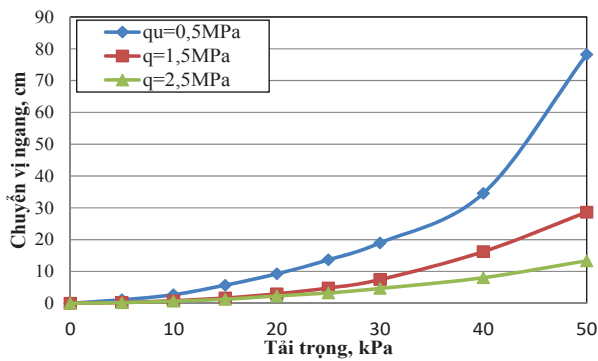
Hình 6. Chuyển vị ngang của chân taluy nền đường khi chịu tải trọng bản thân khối đắp



Hình 7. Tác dụng của cường độ cọc cát biển - xi măng - tro bay đến độ lún nền đường

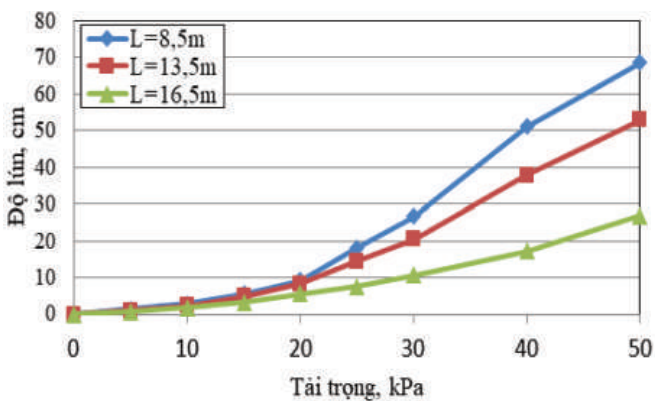
3.6. Tác dụng của chiều dài cọc đến độ lún nền đường

Để nghiên cứu tác dụng của chiều dài cọc đến độ lún nền đường và chuyển vị đầu cọc, nhóm nghiên cứu đã tiến hành thay đổi chiều dài cọc gia cố với các giá trị: 1) $L = 8,5 \text{ m}$ tương ứng với cọc xuyên qua lớp đất sét yếu, 2) $L = 13,5 \text{ m}$ tương ứng với mũi cọc đặt giữa lớp đất yếu sét pha, 3) $L = 16,5 \text{ m}$ tương ứng với mũi cọc đặt tại lớp cát pha chịu lực. Cường độ chịu nén của cọc trong 3 trường hợp này sẽ được giữ không thay đổi với giá trị bằng $2,5 \text{ Mpa}$.



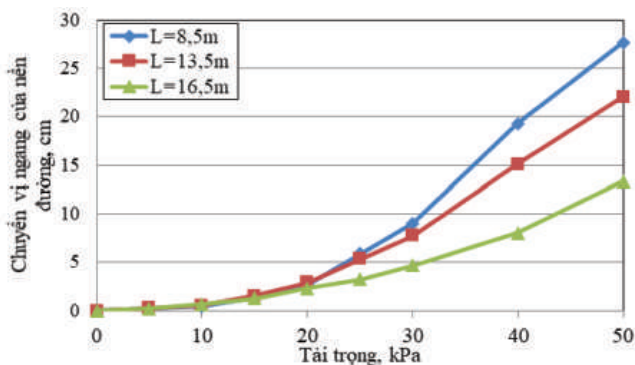
Hình 8. Tác dụng của cường độ cọc cát biển - xi măng - tro bay đến chuyển vị ngang nền đường

Hình 9 biểu diễn mối quan hệ giữa chiều dài cọc gia cố với độ lún của nền đường. Độ lún khi chiều dài cọc bằng 8,5 m lớn gấp 1,4 lần so với cọc có chiều dài bằng 13,5 m, và xấp xỉ 4 lần độ lún khi cọc tủa vào lớp đất tốt. Do đó, có thể thấy rằng, hiệu quả tốt nhất của cọc cát biển - xi măng - tro bay khi gia cố là chiều dài cọc lấy lớn hơn chiều sâu của đất yếu.



Hình 9. Tác dụng của chiều dài cọc cát biển - xi măng - tro bay đến độ lún nền đường

3.7. Tác dụng của chiều dài cọc đến chuyển vị ngang nền đường



Hình 10. Tác dụng của chiều dài cọc cát biển - xi măng - tro bay đến chuyển vị ngang nền đường

Hình 10 biểu diễn quan hệ giữa chuyển vị ngang của chân taluy đường với chiều dài của cọc, cũng tương đồng như kết quả về độ lún, khi tăng chiều dài cọc thì nền đường sẽ ổn định hơn theo phương ngang.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu mô hình số mô phỏng cọc cát biển - xi măng - tro bay có thể rút ra một số kết luận sau đây:

- Cọc cát biển - xi măng - tro bay có tác dụng rõ rệt làm giảm độ lún của nền đất yếu và chuyển vị ngang của chân taluy nền đường. Độ lún của nền giảm từ 117 cm khi chưa gia cố xuống còn 16 cm khi đã gia cố. Chuyển vị ngang của chân taluy nền đường giảm từ 49,4 cm khi chưa gia cố xuống còn 4,8 cm khi đã gia cố.

- Khi cường độ của cọc cát biển - xi măng - tro bay tăng lên, độ lún của nền đất yếu và chuyển vị ngang chân taluy giảm. Với cùng cấp tải trọng, độ lún ứng với cường độ cọc bằng 1,5 Mpa chỉ bằng 1/2 độ lún ứng với cường độ cọc bằng 0,5 Mpa, chuyển vị ngang quan sát được bằng 78 cm, 30 cm và 14 cm tương ứng với cường độ cọc bằng 0,5 Mpa, 1,5 Mpa và 2,5 Mpa.

- Chiều dài cọc cát biển - xi măng - tro bay có tác dụng làm giảm độ lún của nền gia cố và chuyển vị ngang chân taluy nền đường. Độ lún khi cọc dài 8,5 m lớn gấp 1,4 lần so với khi cọc dài 13,5 m, và xấp xỉ 4 lần khi cọc dài 16,5 m tủa vào lớp đất tốt. Chuyển vị ngang chân taluy nền đường khi cọc dài 8,5 m là 27,5 cm, khi cọc dài 13,5 m là 22 cm, khi cọc dài 16,5 m là 13 cm.

- Cần tiếp tục nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình vật lý trong phòng thí nghiệm và mô hình thực nghiệm ở hiện trường để đánh giá hiệu quả gia cố nền đất yếu bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay cả về mặt kỹ thuật và kinh tế.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO - REFERENCES

[1]. Tạ Đức Thịnh. Nghiên cứu đề xuất phương pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc cát - xi măng - vôi. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Bộ, Trường Đại học Mở - Địa chất, 2002.

- [2]. Ban Quản lý dự án giao thông Nam Định (2018), Báo cáo kết quả khảo sát địa kỹ thuật Dự án xây dựng tuyến đường bộ ven biển đoạn qua tỉnh Nam Định.
- [3] Do, N.A., Dias, D., Oreste, P., Irini, D.M., 2013. 3D modelling for mechanized tunnelling in soft ground-influence of the constitutive model. *American Journal of Applied Sciences*, 10, 863–875.
- [4]. D. Wang, D. Olowokere, and L. Zhang (2018), “Interpretation of Soil–Cement Properties and Application in Numerical Studies of Ground Settlement Due to Tunneling Under Existing Metro Line,” no. November, doi: 10.1007/s10706-014-9803-2.

SO SÁNH PHƯƠNG ÁN CỌC TRONG XỬ LÝ NỀN CÔNG TRÌNH THỦY LỢI

COMPARISON OF PILE FOUNDATION ALTERNATIVES IN HYDRAULIC STRUCTURE

Dương Nghĩa Nhân, Trần Văn Tỷ,
Lâm Tấn Phát, Võ Văn Đầu

ABSTRACT:

The characteristics of the pier dam (sluice-gate) is not only subjected to vertical loads but also very large horizontal loads, caused by the difference in the hydrostatic pressures at the upstream and downstream sides. Therefore, the bearing capacity as well as the stability of the structure depends largely on the reinforcement of the foundation. However, for the pile foundation, the ability to withstand vertical loads is much larger than horizontal loads. In this study, two options for Tra Su sluice-gate foundation (An Giang province) were proposed and compared: the foundation arranged with all vertical piles was compared to the one with the large two-opposite-inclined piles. The results show that 40 piles are needed to arrange the full vertical pile foundation option, while only 24 piles are needed for the large two-opposite-inclined pile foundation option to ensure the stability of the structure.

KEYWORDS: *Large diagonal pile foundation, pile foundation, Tra Su sluice-gate.*

TÓM TẮT:

Đặc điểm của công trình đập trụ đỡ là không những chịu tải trọng đứng mà còn phải chịu tải trọng ngang rất lớn, gây ra bởi sự chênh lệch cột nước ở hai phía thượng lưu và hạ lưu. Do đó khả năng chịu tải cũng như ổn định của công trình phụ thuộc lớn vào gia cố nền móng. Tuy nhiên, đối với móng cọc thì khả năng chịu tải trọng đứng lớn hơn nhiều so với tải trọng ngang. Trong nghiên cứu này, hai phương án móng cho công trình cống Trà Sư (tỉnh An Giang) được đề xuất và so sánh: móng bố trí toàn bộ là cọc đứng và móng cọc xiên chéo lớn. Kết quả cho thấy cần 40 cọc để bố trí cho phương án móng toàn cọc đứng, trong khi chỉ cần 24 cọc cho phương án móng cọc xiên chéo lớn mà vẫn đảm bảo tính ổn định của công trình.

TỪ KHÓA: *Móng cọc xiên chéo lớn, móng cọc, cống Trà Sư.*

Dương Nghĩa Nhân

Sinh viên, Bộ môn Kỹ thuật Thủy lợi, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ
Khu II, đường 3/2, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ
Email: nhanb1606135@student.ctu.edu.vn
Điện thoại: 0907143029

Trần Văn Tỷ

Bộ môn Kỹ thuật Thủy lợi, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ
Khu II, đường 3/2, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ
Email: tvty@ctu.edu.vn
Điện thoại: 0939501909

Lâm Tấn Phát

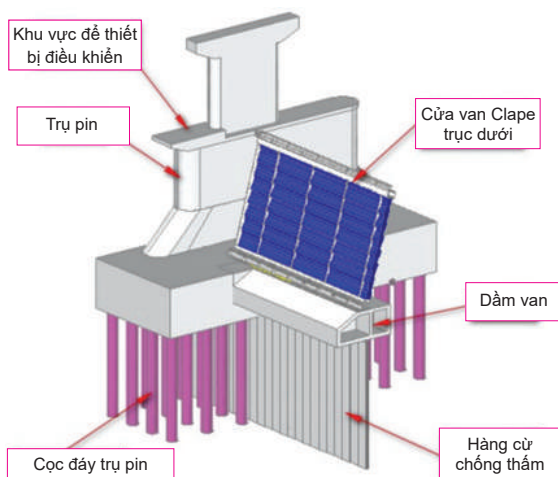
Học viên cao học, Bộ môn Kỹ thuật Thủy lợi, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ
 Khu II, đường 3/2, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ
 Email: phatm4220016@gstudent.ctu.edu.vn
 Điện thoại: 0355316303

Võ Văn Đấu

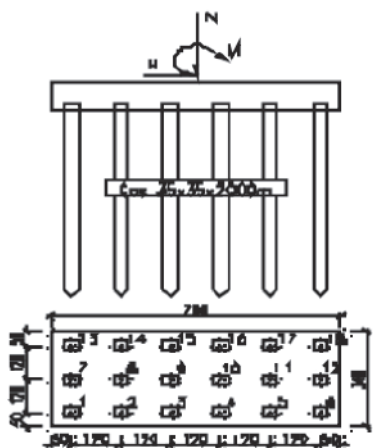
Bộ môn Kỹ thuật Công trình Giao thông, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ
 Khu II, đường 3/2, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ
 Email: vvdau@ctu.edu.vn
 Điện thoại: 0947180418

1. GIỚI THIỆU**1.1. Đập trụ đỡ**

Công nghệ đập trụ đỡ ra đời được xem là một sự đột phá về công nghệ xây dựng các công trình vùng đồng bằng ven biển và cũng chính là sáng chế của tác giả Trương Đình Dụ và các cộng sự đã được Cục sở hữu trí tuệ cấp độc quyền sáng chế. Đập trụ đỡ gồm (Hình 1):



Hình 1: Mô hình cấu tạo đập trụ đỡ



Hình 2. Móng hoàn toàn cọc đứng

- Móng cọc, có thể dùng cọc BTCT 30×30 cm, 45×45 cm, cọc ống BTCT hoặc cọc khoan nhồi. Chiều dài cọc tùy vào địa chất nền;

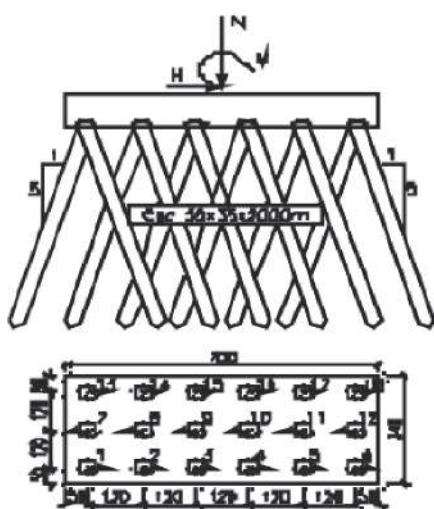
- Bệ trụ ngầm vào đầu cọc, đặt sát nền;

- Trụ pin (thân trụ): Trụ pin ngầm trên bệ trụ.

Đối với công trình thủy lợi nói chung và công trình đập trụ đỡ nói riêng thì tác động của tải trọng ngang lớn hơn so với công trình giao thông và công trình dân dụng. Tải trọng ngang phụ thuộc nhiều vào áp lực cột nước ở hai phía thượng lưu và hạ lưu công trình. Trong khi đó, các kết cấu móng thường có khả năng chịu tải trọng đứng tốt hơn nhiều so với tải trọng ngang. Đồng bằng Sông Cửu Long có nền đất yếu nên việc gia cố nền chủ yếu là sử dụng móng cọc. Do đó việc tính toán khả năng chịu lực của hệ cọc dưới móng là rất quan trọng. Để đảm bảo ổn định công trình theo phương pháp đóng cọc thẳng đứng truyền thống thì cần rất bố trí rất nhiều cọc trong khi đó cọc lại chịu tải trọng đứng không nhiều mà chủ yếu chịu tải trọng ngang do áp lực nước, dẫn đến không hiệu quả kinh tế.

Để khắc phục vấn đề này, nhóm tác giả đề xuất so sánh hai trường hợp: Móng cọc bố trí toàn cọc đứng và móng cọc xiên chéo lớn cho công trình đập trụ đỡ, cụ thể là công trình cống Trà Sư tại tỉnh An Giang. Móng cọc xiên chéo lớn là móng cọc bố trí các cọc có độ xiên lớn (1:m lớn hơn 1:4 - có nghĩa là xiên ra 1 m khi đóng sâu xuống 4 m) và chéo về hai phương chịu lực ngang là thượng lưu và hạ lưu, chiều này đan chéo với chiều kia

tạo thành hệ móng chịu ngang tối ưu hơn (Hình 2 và 3).



Hình 3. Móng cọc xiên chéo lớn

1.2. Công trình cống Trà Sư

a) Vị trí dự án

Cống Trà Sư được xây dựng trên tuyến đê ngăn lũ bờ Nam kênh Vĩnh Tế tại vị trí đầu kênh Trà Sư tiếp giáp với kênh Vĩnh Tế (tại vị trí K13+100 theo tuyến kênh Vĩnh Tế), thuộc địa phận huyện Tịnh Biên - tỉnh An Giang (Hình 4 và 5).



Hình 4. Vị trí cống Trà Sư



Hình 5. Phối cảnh cống Trà Sư

b) Mục tiêu dự án

Cùng với các công trình khác trong vùng Tứ giác Long Xuyên, mục tiêu dự án nhằm đảm bảo an toàn cho 235.770 người dân và 94.409 ha diện tích đất tự nhiên của 04 huyện, thành phố (Tri Tôn, Tịnh Biên, Châu Phú và thành phố Châu Đốc) thuộc tỉnh An Giang.

c) Nhiệm vụ dự án

Xây dựng mới công trình cống Tha La, cống Trà Sư nhằm chủ động vận hành công trình để cùng với các công trình khác trong hệ thống làm nhiệm vụ:

- Phát huy hiệu quả của toàn hệ thống kiểm soát lũ Châu Đốc - Tịnh Biên. Chủ động vận hành công trình kiểm soát lũ vùng Tứ giác Long Xuyên, góp phần điều tiết lũ từ Campuchia thoát ra hướng biển Tây và kiểm soát lũ đổ về phía Nam Quốc lộ 91; đồng thời tạo điều kiện để đưa phù sa từ sông Hậu vào cải tạo ruộng đồng và bảo vệ an toàn sản xuất;
- Kết hợp lấy nước tưới cho khoảng 17.500 ha đất tự nhiên trong mùa khô;
- Kết hợp phát triển giao thông thủy;
- Nâng cao hiệu quả khai thác tổng hợp trong vùng dự án trước tác động thời tiết bất thường, biến đổi khí hậu - nước biển dâng và sự thay đổi khai thác thượng nguồn sông Mê Kông.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các phương pháp sau được sử dụng trong nghiên cứu: (i) Thu thập tài liệu, số liệu và tổng hợp các số liệu; (ii) Xử lý số liệu và lập mô hình tính toán.

2.1. Thu thập tài liệu, số liệu

a) Địa chất công trình

Căn cứ vào kết quả khảo sát hiện trường và kết quả thí nghiệm trong phòng, địa tầng tại vị trí xây dựng công trình cống Trà Sư như sau (Bảng 2 và Hình 6):

- Lớp D: Đất đắp nền đường, sét màu nâu, xám nâu. Trạng thái dẻo cứng - nửa cứng.
- Lớp D1: Đất đắp chứa đất hữu cơ màu xám, xám nâu, xám đen. Trạng thái dẻo mềm - dẻo cứng.

- Lớp 1: Thấu kính và ổ bùn thực vật sét hữu cơ màu xám nâu đen chứa thực vật đang phân hủy. Trạng thái chảy.

- Lớp 2: Sét cát - á sét nặng ít sét trung, màu xám trắng xanh, xám vàng đôi chỗ nâu nhạt. Trạng thái nửa cứng - cứng.

- Lớp 2a: Á sét nhẹ - trung ít cát nâu vàng, nâu nhạt. Trạng thái dẻo cứng - nửa cứng: kết cấu chặt vừa.

- Lớp 2b: Á cát hạt nhỏ - vừa kẹp thấu kính cát mỏng á sét nhẹ, màu xám vàng nhạt. Kết cấu chặt vừa - chặt.

- Lớp 3: Sét - sét cát ít á sét nặng màu nâu nhạt, xám trắng xanh, xám vàng, xám trắng. Trạng thái cứng.

Bảng 1. Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý

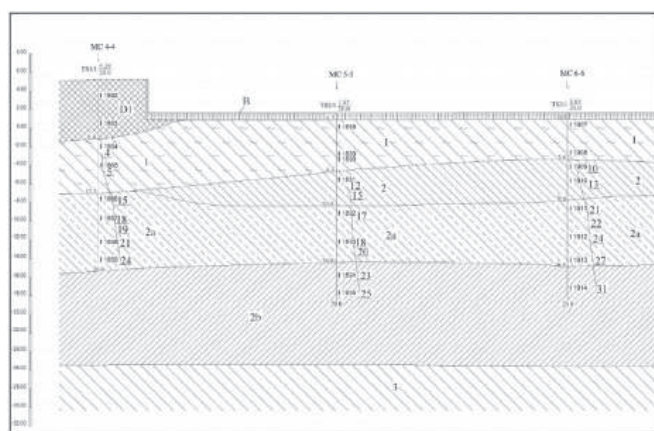
STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp D	Lớp D1	Lớp 1
1	Thành phần hạt					
	Sét		%	42	39	36
	Bụi		%	19	18	19
	Cát		%	39	43	46
	<i>Giới hạn Atterberg</i>					
2	Chảy	W_{ch}	%	48,9	48,7	56,0
3	Lăn	W_L	%	26,0	26,2	30,8
4	Chỉ số dẻo	I_p	-	22,9	22,5	25,2
5	Độ ẩm tự nhiên	W	%	33,0	38,8	88,8
6	Độ sệt	B	-	0,31	0,56	2,31
7	Dung trọng ướt	γ_w	T/m ³	1,77	1,77	1,43
8	Dung trọng khô	γ_c	T/m ³	1,33	1,28	0,76
9	Tỷ trọng	Δ	-	2,68	2,60	2,52
10	Độ rỗng	n	%	50,00	51,00	70,00
11	Hệ số rỗng	ε	-	1,012	1,035	2,327
12	Độ bão hòa	G	%	87,3	97,3	96,0
	<i>Cắt trực tiếp nhanh</i>					
13	Lực dính kết	C	kG/cm ²	0,284	0,191	0,108
14	Góc nội ma sát	φ	Độ-phút	9°41'	4°07'	4°05'
15	Hệ số thấm trong phòng	K	cm/s	$2,5 \times 10^{-5}$	$2,6 \times 10^{-5}$	$8,2 \times 10^{-5}$

Bảng 2. Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý (tiếp theo)

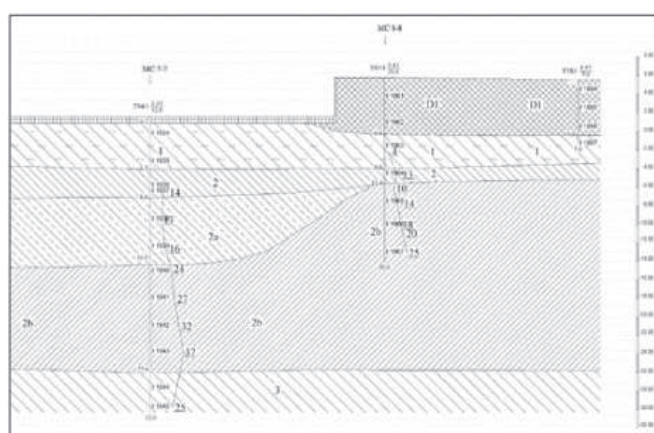
STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp 2	Lớp 2a	Lớp 2b	Lớp 3
1	Thành phần hạt						
	Sét		%	32	11	7	45
	Bụi		%	19	6	6	21
	Cát		%	49	83	87	34

Bảng 2. (tiếp theo)

Giới hạn Atterberg							
2	Chảy	Wch	%	39	28		47
3	Lăn	WL	%	21	17		25
4	Chỉ số dẻo	Ip	-	18	11		22
5	Độ ẩm tự nhiên	W	%	21,8	19,9	18,8	23,9
6	Độ sệt	B	-	0,06	0,28		-0.03
7	Dung trọng ướt	γ_w	T/m ³	2,01	2,03	2,03	2,01
8	Dung trọng khô	γ_c	T/m ³	1,65	1,69	1,71	1,62
9	Tỷ trọng	Δ	-	2,72	2,68	2,68	2,73
10	Độ rỗng	n	%	39,34	36,97	36,29	40,51
11	Hệ số rỗng	ε	-	0,649	0,587	0,570	0,681
12	Độ bão hòa	G	%	91,47	90,86	88,3	95,9
Cắt trực tiếp nhanh							
13	Lực dính kết	C	kG/cm ²	0,28	0,10	0,07	0,39
14	Góc nội ma sát	φ	Độ-phút	12°53'	25°57'	28°14'	14°39'
15	Hệ số thấm trong phòng	K	cm/s	$1,7 \times 10^{-5}$	$6,3 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-3}$	$5,8 \times 10^{-6}$



Hình 6a. Mặt cắt dọc cống Trà Sư (bờ trái)



Hình 6b. Mặt cắt dọc cống Trà Sư (bờ phải)

b) Kết cấu các cửa (khoang) cống

- Kích thước chung bề rộng các cửa cống (Hình 7):

+ Bề rộng thông nước 88m, chia làm 4 cửa, mỗi cửa 22 m: 02 cửa biên: Cao trình ngưỡng +1,5 m, cao trình đỉnh cửa van +5,0 m; 02 cửa giữa: Cao trình ngưỡng -2,0 m, cao trình đỉnh cửa van +5,0 m;

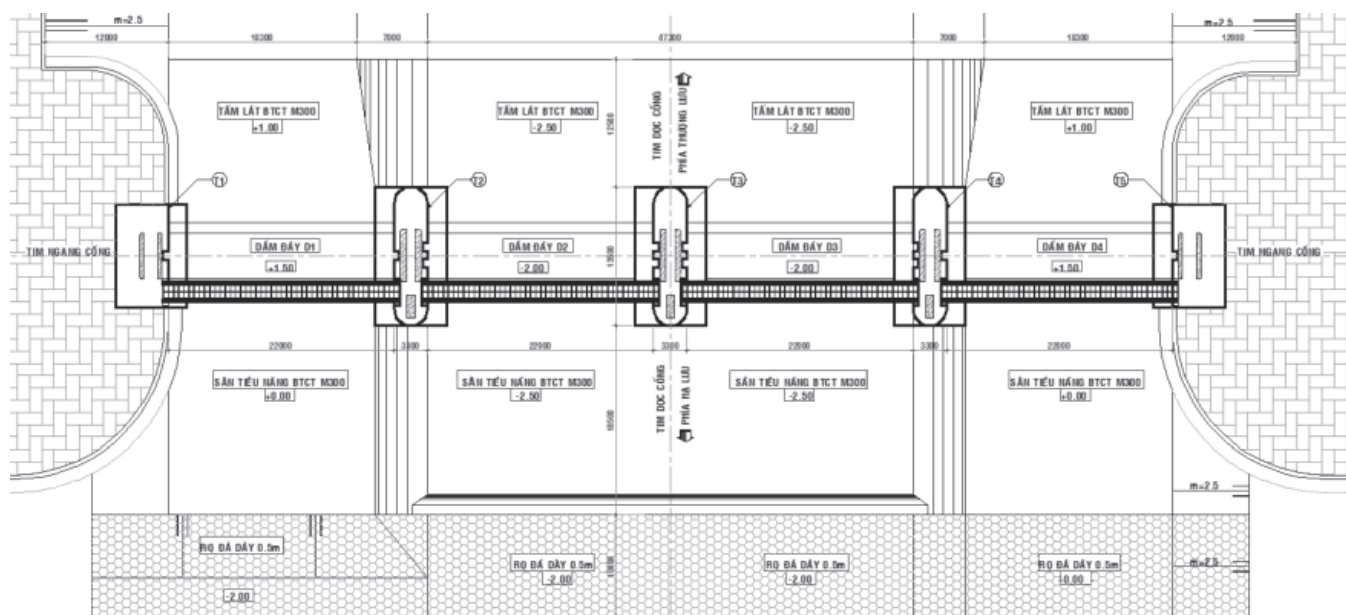
+ Cửa van: Cửa van phẳng bằng thép không gỉ, cửa van cưỡng bức nâng hạ thẳng đứng bằng xilanh thủy lực.

- Kết cấu trụ pin:

Gồm 03 trụ pin:

+ Trụ pin giữa T3: Thân trụ dài 9,8 ÷ 13,5 m; cao 8,6 ÷ 9,5 m, dày 3,3 m. Bản đáy trụ dài 13,5 m; rộng 7,0 m; dày 1,5 ÷ 2,0 m; cao trình đỉnh trụ pin +6,10 m (phía hạ lưu) và +7,00 m (phía thượng lưu).

+ Trụ pin T2 và T4: Thân trụ dài 9,8 ÷ 13,5 m; cao 8,6 ÷ 9,5m, dày 3,3 m. Bản đáy trụ dài 13,5 m; rộng 7,0 m; dày 1,5 ÷ 2,0 m (phía cửa giữa) và dày 5,0 m ÷ 5,5 m (phía cửa biên); cao trình đỉnh trụ pin +6,10 m (phía hạ lưu) và +7,00 m (phía thượng lưu).



Hình 7. Mặt bằng cống Trà Sư

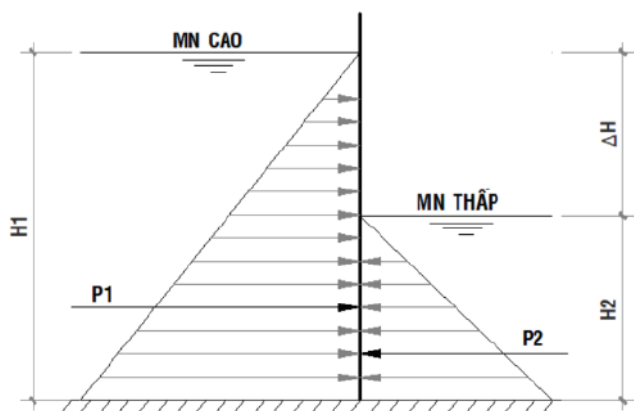
- Kết cấu tường biên:

Gồm 02 tường biên: Thân tường dài 10,0 m, cao 5,1 m, dày 1,5 m, phần đỉnh được mở rộng 2,8 m để bố trí tháp van; bản đáy tường dài 10,0 m, rộng 7,0 m, dày 1,5 ÷ 2,0 m, cao trình đỉnh tường +6,10 m.

2.2. Xử lý số liệu và lập mô hình tính toán

2.2.1. Kiểm tra ổn định nền đất tự nhiên

a) Xác định tải trọng ngang (Hình 8)



Hình 8. Sơ đồ tính toán áp lực ngang

Áp lực nước tĩnh được xác định theo sơ đồ tính toán trên như sau:

$$P_1 = 0,5 \times \gamma_n \times H_1^2 \times B \quad (\text{T / m})$$

$$P_2 = 0,5 \times \gamma_n \times H_2^2 \times B \quad (\text{T / m})$$

Trong đó: H_1, H_2 lần lượt là độ sâu mực nước trước và sau công trình (m); và B là bề rộng cống (m).

b) Ứng suất dưới đáy móng

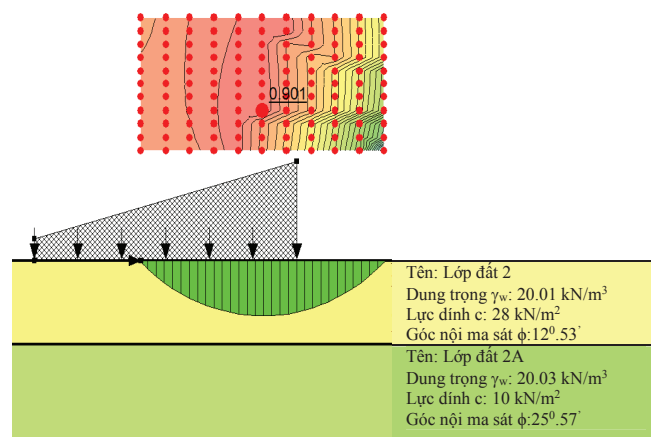
Ứng suất dưới đáy móng được xác định theo:

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{\sum N_{tt}}{F} \pm \frac{\sum M_x}{W_x} \pm \frac{\sum M_y}{W_y}$$

Trong đó: $\sum N_{tt}$ là tổng lực thẳng đứng tác dụng lên công trình; $\sum M_x, \sum M_y$ lần lượt là tổng giá trị mômen của các lực theo phương x và y; W_x, W_y lần lượt là mômen kháng uốn của mặt cắt đáy móng tính toán theo phương x và y.

Kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 3.

Ổn định công trình được kiểm tra theo phương pháp trượt cung tròn. Nghiên cứu này sử dụng phần mềm GeoSlope xác định tâm và bán kính cung trượt tròn nguy hiểm (Hình 9).



Hình 9. Kết quả tính toán cung tròn GeoSlope

Bảng 3. Ứng suất Max, Min trụ T3 (trường hợp thượng lưu max - hạ lưu min)

ΣM_x (T.m)	ΣM_y (T.m)	ΣN_{tt} (T)	F (m ²)	W_y	W_x	σ (T/m ²)		
						max	min	TB
0	3150,1	2495,8	94,5	212,6	76	42,92	9,9	26,41

Hệ số an toàn: $K_{Min} = 0,901 < [Kat] = 1,2$. Vậy công trình mất ổn định cần xử lý nền.

Phương án cọc: Chọn cọc BTCT 0,4×0,4×12 m, cấu tạo 8Ø22 để tính toán và so sánh giữa móng bố trí cọc thẳng đứng và móng cọc xiên chéo lớn.

2.2.2. Phương án móng cọc đứng

a) Sức chịu tải của cọc theo vật liệu

Sức chịu tải của cọc theo vật liệu được xác định theo:

$$P_{vl} = \varphi [R_s \times A_s + (A_b - A_s) \times R_b]$$

Trong đó: $\varphi = 1$ là hệ số ảnh hưởng đến độ mảnh của cọc; R_s là cường độ chịu nén của thép (kG/cm²); R_b là cường độ chịu nén của bê tông (kG/cm²); A_s là diện tích cốt thép chịu lực của cọc (cm²); và A_b là diện tích cọc (cm²).

Số cọc được chọn sơ bộ theo công thức:

$$n = \beta \times \frac{\sum P}{P}$$

Trong đó: $\beta = 1 - 1,5$ lần lượt là hệ số xét đến ảnh hưởng lực ngang và mômen; $\sum P$ là tổng lực đứng tác dụng lên công trình (T); và P là sức chịu tải của cọc (T).

b) Sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu cơ lý đất nền (theo độ sệt B)

Cọc chịu nén:

$$P_n^t = 0,7 \times m \times (\alpha_1 \times \alpha_2 \times \sum u_i \tau_i l_i + \alpha_3 \times R_i \times F_i)$$

Trong đó: $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 1$ lần lượt là hệ số xét đến ảnh hưởng phương pháp hạ cọc, ma sát cọc và đất và sự mở rộng mũi cọc; $m = 1$ là hệ số điều kiện làm việc; u là chu vi tiết diện cọc (m); l_i là chiều dài ma sát cọc nằm trong lớp thứ i (m); R là cường độ kháng mũi của nền tại mũi cọc (T/m²); F là diện tích tiết diện ngang tại mũi cọc (m²); và τ_i là áp lực ma sát trung bình chung quanh thân cọc lớp thứ i (T/m²).

c) Sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu cường độ đất nền (c, φ)

Sức chịu tải của cọc cho phép:

$$Q_a = \frac{Q_s}{FS_s} + \frac{Q_p}{FS_p}$$

Trong đó: $Q_s = u \times \sum f_{si} \times l_i$ là thành phần ma sát bên; $Q_p = q_p \times A_p$ là thành phần chịu mũi (T); u là chu vi tiết diện cọc (m); f_{si} là áp lực ma sát quanh thân cọc (T/m²); l_i là chiều dài ma sát cọc trong lớp đất thứ i (m); $FS_s = 1,6$; $FS_p = 2$ là các hệ số an toàn; và q_p là cường độ của đất dưới mũi cọc (T/m²).

Lực ma sát xung quanh thân cọc:

$$f_{si} = k_o \times \sigma'_{vi} \times \tan \varphi + c_i$$

Trong đó: $k_o = 1 - \sin \varphi$ là hệ số áp lực ngang; φ là góc ma sát trong lớp đất thứ i ; và σ'_{vi} là áp lực hữu hiệu của đất theo phương thẳng đứng (T/m²).

Cường độ của đất dưới mũi cọc:

$$q_p = \gamma \times d_p \times N_\gamma + \sigma'_{vp} \times N_q + c \times N_c$$

Trong đó: γ là trọng lượng riêng của đất dưới mũi cọc (T/m³); d_p là cạnh hoặc đường kính cọc (m); c là áp lực dính của đất dưới mũi cọc (T/m²); σ'_{vp} là áp lực đất tại cao trình mũi cọc (T/m²); và N_γ, N_q, N_c lần lượt là các hệ số sức kháng tải, phụ thuộc góc ma sát của đất dưới mũi cọc.

2.2.3. Phương án móng cọc xiên chéo lớn

a) Tính toán tải trọng đứng yêu cầu

Giá trị tối ưu được xác định bằng công thức:

$$\sum N = \max \left(\frac{H_1}{\tan \alpha}, \frac{H_2}{\tan \alpha} \right)$$

b) Tính toán số lượng cọc xiên

Tính toán số lượng cọc xiên theo:

$$[K] \times H_l = \sum_{i=1}^{n \times 1} (P_i \times \sin \alpha + [Hc]) + \sum_{j=1}^{n \times 2} [H'c] \quad (1)$$

$$[K] \times H_2 = \sum_{j=1}^{n_{x2}} (P_j \times \sin \alpha + [H_c]) + \sum_{i=1}^{n_{x1}} [H'c] \quad (2)$$

$$n = n_{x1} + n_{x2} \geq n_{\text{đúng}} = \frac{N}{P_e \times \cos \alpha} \quad (3)$$

$$= \frac{H}{\tan \alpha \times P_e \times \cos \alpha}$$

Trong đó: H_1 , H_2 lần lượt là tổng lực ngang của thượng lưu và hạ lưu; N là tải trọng đứng yêu cầu; n_{x1} là số lượng cọc chịu ngang xiên về phía thượng lưu; n_{x2} là số lượng cọc chịu ngang xiên về phía hạ lưu; $n_{\text{đúng}}$ là số lượng cọc chịu tải trọng đứng trong móng; P_e là sức chịu tải tính toán của cọc; p_i là phân bố lên đầu cọc “ n_{x1} ” thứ i ; p_j là lực phân bố lên đầu cọc “ n_{x2} ” thứ j ; $[H_c]$, $[H'c]$ là sức kháng ngang của cọc; và α là góc xiên của cọc.

$[K]$ là hệ số an toàn theo tải trọng và sức kháng tính toán được xác định theo QCVN 04-05:2012/BNNTPTNT (Bảng 4).

Hệ số an toàn ổn định tổng thể công trình được xác định theo công thức như sau:

$$n_c \times N_{tt} \leq (m/k_n) \times R_{tt}$$

$$\text{hoặc} \quad K = R_{tt}/N_{tt} \geq k_n \times n_c/m = [K]$$

Trong đó: N_{tt} là tải trọng tính toán tổng quát; và R_{tt} là sức chịu tải tính toán tổng quát.

Bảng 4. Bảng hệ số an toàn ổn định tổng thể công trình

Tổ hợp tải trọng	Ký hiệu	k_n	n_c	m	$[K]$
Cơ bản	$[K]_{cb}$	1,15	1,00	1	1,15
Thi công và sửa chữa	$[K]_{tc}$	1,15	0,95	1	1,09
Đặc biệt	$[K]_{db}$	1,15	0,90	1	1,04

Giải ba phương trình (1), (2), (3) ta tìm được hai ẩn n_{x1} , n_{x2} .

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phương án móng toàn cọc đứng

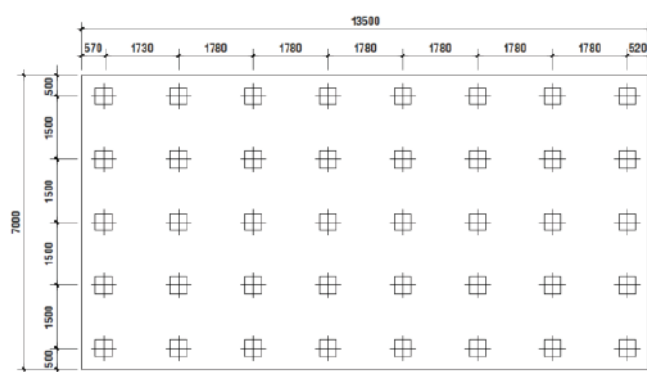
3.1.1. Phương án bố trí cọc

Tổng hợp sức chịu tải của cọc và số lượng cọc được trình bày trong Bảng 5. Số lượng cọc được chọn là 40 cọc để đảm bảo an toàn cho công trình

và thuận tiện cho việc bố trí cọc (Hình 10). Cơ sở chọn 40 cọc cho phương án này dựa theo điều kiện bố trí cọc (khoảng cách cọc) đảm bảo cọc được bố trí làm việc theo nhóm cọc và theo điều kiện thi công.

Bảng 5. Tổng hợp sức chịu tải của cọc và số lượng cọc

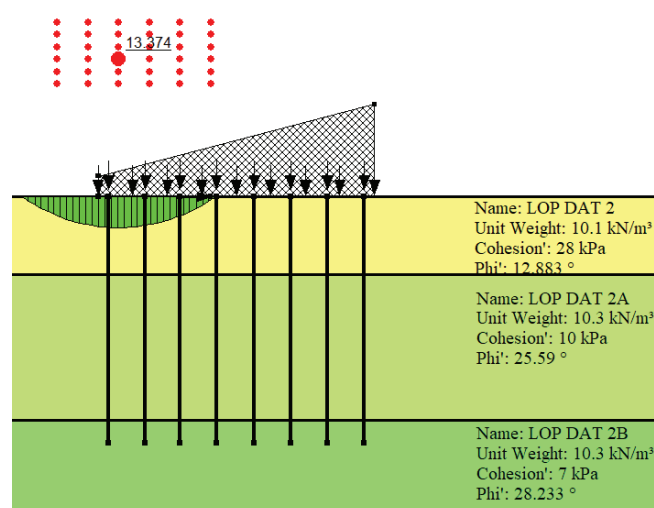
Tiết diện (cm×cm)	Lc (m)	Theo vật liệu		Theo cơ lý c, φ		Theo cường độ đất nền	
		P (T)	Số cọc	P (T)	Số cọc	P (T)	Số cọc
40×40	12	312,7	12	95,15	40	110,24	34



Hình 10. Mặt bằng bố trí cọc thẳng đứng

3.1.2. Hệ số an toàn cung trượt móng cọc thẳng đứng

Kết quả tính toán hệ số an toàn cung trượt trong điều kiện bố trí cọc đứng (Hình 11). Ta thấy $K_{at} = 13,374 > [K_{at}] = 1,2$. Vậy công trình ổn định trên nền đã gia cố cọc BTCT thẳng đứng.



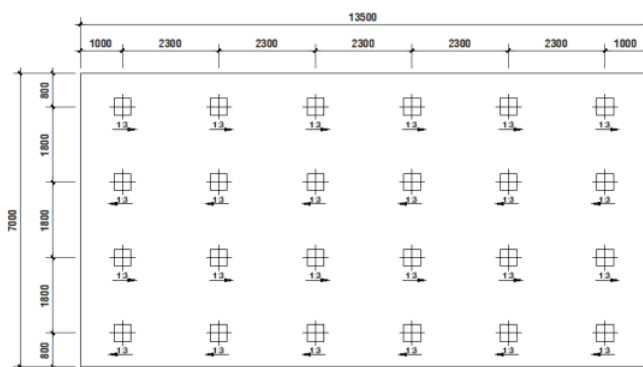
Hình 11. Kết quả tính toán cung tròn GeoSlope

3.2. Phương án cọc xuyên chéo lớn

3.2.1. Phương án bố trí cọc

Số lượng cọc được trình bày trong Bảng 6.

Số lượng cọc được chọn theo phương án 2 với độ xiên 1:3 với tổng số cọc là 24 cọc cho tiện việc bố trí cọc (Hình 12). Cơ sở chọn 24 cọc theo phương án này dựa theo điều kiện khoảng cách cọc đảm bảo cọc được bố trí làm việc theo nhóm cọc, có xét đến cọc xiên chéo lớn (xiên 1:3) theo hai hướng và theo điều kiện thi công.



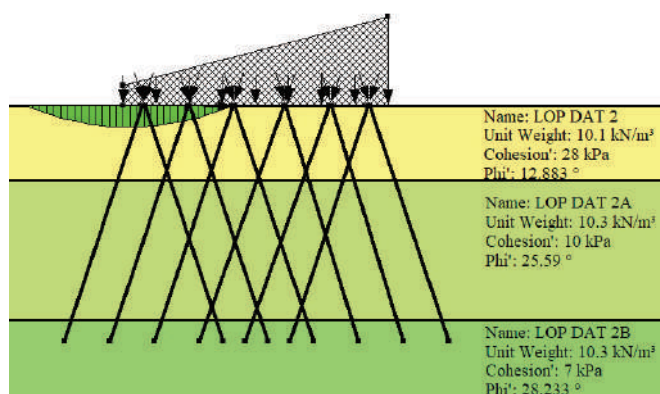
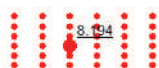
Hình 12. Mặt bằng bố trí cọc xiên chéo lớn

Bảng 6. Số lượng cọc xiên chéo

Độ xiên	Góc xiên (độ)	Tải trọng đứng (T)	N_{x1}	N_{x2}	$\tan\alpha$	L (m)	L_{tt} (m)	$\cos\alpha$
1:1	45,00	491,56	4	4	1	12	16,97	0,707
1:3	18,43	1475,10	9	9	0,333	12	12,65	0,949
1:4	14,04	1965,69	11	11	0,250	12	12,37	0,970

3.2.2. Hệ số an toàn cung trượt móng cọc xiên chéo lớn

Kết quả tính toán hệ số an toàn cung trượt trong điều kiện bố trí cọc đứng (Hình 13). Ta thấy $K_{at} = 8,194 > [K_{at}] = 1,2$. Vậy công trình ổn định trên nền đã gia cố cọc BTCT xiên chéo lớn.



Hình 13. Kết quả tính toán cung tròn GeoSlope

4. KẾT LUẬN

Công trình được ổn định trên cả hai phương án là móng cọc bố trí thẳng đứng và móng cọc xiên chéo lớn.

Móng cọc xiên chéo có số cọc ít hơn 40% so với móng cọc thẳng đứng (24 so với 40). Tiết kiệm được khối lượng bê tông tương đương 30 m³.

Áp dụng phương án móng cọc xiên (1:3) chéo lớn cho công trình đập trụ đỡ mà ở đây là cống Trà Sư là hiệu quả về khả năng chịu tải trọng cũng như hiệu quả kinh tế. Có thể tính toán áp dụng cho các công trình khác ở đồng bằng sông Cửu Long.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Xây Dựng. Tiêu chuẩn quốc gia: Móng cọc và tiêu chuẩn thiết kế, TCVN 10304:2014, 2014.
- [2] Bộ Xây Dựng. Tiêu chuẩn quốc gia: Đóng và ép cọc - Thi công và nghiệm thu, TCVN 9394:2012, 2012.
- [3] Châu Ngọc Ân. Nền móng. NXB Đại học Quốc gia TP.HCM, 2010
- [4] Trương Đình Dự. Đập trụ đỡ. NXB Nông nghiệp, 2014.
- [5] Robert L. Herndon. Engineering and design of pile foundations. Department of the Army, 1991.
- [6] Trần Văn Thái và Nguyễn Đình Trường. Tính toán móng cọc xuyên chéo lớn đập trụ đỡ. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2017.



TIỀM NĂNG SỬ DỤNG TRO TRẤU TRONG CẢI TẠO, XỬ LÝ ĐẤT YẾU Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

POTENTIAL USE OF RICE HUSK ASH IN SOFT SOIL IMPROVEMENT IN MEKONG DELTA

Nguyễn Thành Dương

ABSTRACT:

Rice husk ash is a residual product from burning rice husks and exists in many areas in Vietnam, especially in the Mekong Delta. It is estimated that the volume of rice husk ash in the Mekong Delta can be up to 0.9 million tons/year. Rice husk ash often contains a high content of silic dioxide (SiO_2), up to 98%. The SiO_2 component in rice husk ash can react with calcium hydroxide in the soil as pozzolanic reaction to form cementation products and enhances the soil strength. Therefore, many countries in the world have studied to use rice husk ash combined with lime or cement in the improvement of soft soil as fill material, as a foundation for construction works. This article will present some characteristics of rice husk ash, the role of rice husk ash in soft soil improvement and potential use of rice husk ash in soft soil improvement in the Mekong Delta. Research results have shown that rice husk ash has great potential for application when combined with lime or cement for soft soil improvement in the Mekong Delta.

TÓM TẮT:

Tro trấu là phụ phẩm còn lại sau khi đốt vỏ trấu và có mặt ở nhiều nơi ở Việt Nam, đặc biệt là vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Theo ước tính, khối lượng tro trấu ở vùng ĐBSCL có thể lên đến 0,9 triệu tấn/năm. Tro trấu có hàm lượng silic oxit (SiO_2) lớn, có thể đến 98%. Thành phần SiO_2 trong tro trấu có thể phản ứng với canxi hydroxit trong đất để tạo thành các sản phẩm có chất kết dính và nâng cao cường độ của đất. Chính vì vậy, nhiều nước trên thế giới đã nghiên cứu để sử dụng tro trấu kết hợp với vôi hoặc xi măng trong xử lý, cải tạo đất yếu làm vật liệu đắp, làm nền cho các công trình xây dựng. Bài báo này sẽ trình bày một số đặc điểm của tro trấu, vai trò của tro trấu trong cải tạo, xử lý đất yếu và tiềm năng sử dụng tro trấu trong cải tạo đất yếu ở vùng ĐBSCL. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra tro trấu có tiềm năng ứng dụng rất lớn khi kết hợp với vôi hoặc xi măng trong cải tạo, xử lý đất yếu vùng ĐBSCL.

TỪ KHÓA: Đất yếu, nền đất yếu, tro trấu, ĐBSCL.

Nguyễn Thành Dương

Trường Đại học Mở - Địa chất

Email: nguyenthanhduong@humg.edu.vn

Tel: 0974 952 352

1. MỞ ĐẦU

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng trồng lúa gạo lớn nhất cả nước. Năm 2020, vùng ĐBSCL gieo trồng hơn 1,5 triệu ha lúa mỗi vụ, với sản lượng lúa cả năm ước đạt 24 triệu tấn.

Lúa thường được xay xát để lấy gạo tiêu dùng trong nước và xuất khẩu. Vỏ trấu là lớp ngoài cùng của hạt lúa và được tách ra trong quá trình xay xát, chiếm khoảng 20% khối lượng. Thành phần của vỏ trấu chủ yếu là chất xơ, hàm lượng

protein thấp, nên vỏ trấu không thích hợp làm thức ăn cho gia súc (Behak, 2017). Một phần vỏ trấu được đổ bỏ hoặc đốt ở ngoài môi trường, một phần được sử dụng làm nhiên liệu đốt để sấy hoa quả, sản xuất điện... Sản phẩm còn lại sau khi đốt vỏ trấu được gọi là tro trấu. Lượng tro trấu còn lại sau khi đốt vỏ trấu chiếm khoảng 20% khối lượng vỏ trấu (Jongpradist et al., 2018). Hàng năm, nếu toàn bộ vỏ trấu vùng ĐBSCL được đốt, sẽ tạo ra một khối lượng tro trấu rất lớn, khoảng 0,9 triệu tấn. Lượng tro trấu này nếu không được tái sử dụng sẽ gây tác hại rất lớn đến môi trường (đặc biệt là môi trường nước và khí) và sức khỏe con người. Chính vì vậy, việc nghiên cứu để tận dụng lượng tro trấu này là rất cần thiết.

Tro trấu chứa hàm lượng silic oxit rất cao, thường lớn hơn 60 - 70%, có thể tới 97 - 98% (Fapohunda và nnk., 2017). Thành phần oxit silic trong tro trấu có thể kết hợp với canxi hydroxit trong vôi hoặc xi măng theo phản ứng pozzolan để tạo thành các sản phẩm có tính chất kết dính và có khả năng nâng cao cường độ của đất (Behak, 2017; Yoobanpot và Jamsawang, 2014). Ngoài nâng cao cường độ của đất khi kết hợp với vôi hoặc xi măng, tro trấu có thể làm giảm tính chảy dẻo của đất và có thể dùng để cải tạo đất làm vật liệu đắp đường, đắp đê (Nguyen và Nu, 2020). Ở Việt Nam, đất yếu phân bố phổ biến ở vùng ĐBSCL (Nụ, 2014; Vũ, 2018). Trong những năm gần đây, nhu cầu xây dựng các công trình, đặc biệt là đường giao thông ở khu vực này là rất lớn. Khi xây dựng công trình trên nền đất yếu, yêu cầu phải xử lý nền đất trước khi xây dựng là rất cần thiết. Ngoài ra, nhu cầu về vật liệu đắp đường, đắp đê ở vùng này cũng rất lớn. Chính vì vậy, việc nghiên cứu sử dụng tro trấu kết hợp với vôi hoặc xi măng trong xử lý, cải tạo đất yếu, nền đất yếu ở vùng này là rất cần thiết và có tiềm năng. Bài báo này sẽ trình bày đặc điểm của tro trấu; vai trò của tro trấu trong cải tạo, xử lý đất yếu; và tiềm năng ứng dụng của nó trong cải tạo, xử lý đất yếu ở vùng ĐBSCL.

2. VỎ TRẤU VÀ TRO TRẤU Ở VÙNG ĐBSCL

Theo số liệu thống kê cứ mỗi tấn lúa tạo ra khoảng 200 kg vỏ trấu (vỏ trấu chiếm khoảng 20% khối lượng thóc). Như vậy, trung bình hàng năm thế giới tạo ra khoảng 150 triệu tấn vỏ trấu, lượng trấu của Việt Nam khoảng 8,8 triệu tấn chiếm khoảng 5,87% lượng vỏ trấu thế giới. Trong đó, lượng vỏ trấu ở vùng ĐBSCL khoảng 4,8 triệu tấn, chiếm hơn 50% lượng vỏ trấu ở Việt Nam. Hiện nay, lượng trấu này vẫn chưa được tận dụng một cách hợp lý, nhất là ở những nước đang phát triển, trong đó có Việt Nam. Phần lớn vỏ trấu được đốt hoặc đổ thẳng ra hệ thống kênh mương gây ô nhiễm môi trường. Gần đây, ở Việt Nam, một lượng vỏ trấu được sử dụng trong sấy lúa gạo, sấy hoa quả và sản xuất điện. Năm 2013, Việt Nam đã xây dựng nhà máy sản xuất điện từ đốt vỏ trấu ở Long Mỹ, Hậu Giang. Đây là dự án đầu tiên trong dự án xây dựng 20 nhà máy nhiệt điện đốt bằng vỏ trấu tại các tỉnh An Giang, Kiên Giang, Hậu Giang, Đồng Tháp và Cần Thơ với tổng công suất 200 MW ("<https://canthotv.vn/viet-nam-lan-dau-co-nha-may-nhiet-dien-dot-bang-vo-trau/>"). Hiện nay, nguồn điện sinh khối, trong đó có nguồn điện từ đốt tro trấu đang được Chính phủ khuyến khích đầu tư nhằm tiêu thụ một phần phế thải nông nghiệp. Như vậy, nếu toàn bộ lượng vỏ trấu ở vùng ĐBSCL được đốt sẽ tạo ra khoảng 0,9 triệu tấn tro trấu mỗi năm. Đây là một khối lượng rất lớn và có thể gây ảnh hưởng lớn tới môi trường và sức khỏe con người nếu không được tận dụng.



Hình 1. Người dân đổ tro trấu xuống sông ở An Giang ("<https://tuoitre.vn/do-tro-trau-xuong-song-549781.htm>")

Đối với tro trấu, việc tận dụng và sử dụng nó ở vùng ĐBSCL vẫn còn hạn chế. Hiện nay, tro trấu được sử dụng chủ yếu làm phân bón trong nông nghiệp. Một phần tro trấu đã được nghiên cứu để chiết tách thành phần oxit silic tinh khiết phục vụ một số ngành sản xuất chất bán dẫn, chế tạo thủy tinh lỏng, gạch chịu nhiệt, sơn chịu nhiệt. Tuy nhiên, việc chiết tách SiO_2 tinh khiết rất tốn kém về mặt chi phí và yêu cầu tro trấu có chất lượng cao. Ngoài ra, tro trấu cũng mới đang được nghiên cứu để chế tạo vữa và bê tông cường độ cao (Ngô, 2013; Nguyễn và Lê, 2010; Trần, 2019). Do đó, ở rất nhiều nơi, tro trấu thu được từ các lò đốt, lò sấy hoa quả, nhà máy nhiệt điện thường được đổ bỏ ra môi trường (Hình 1). Chính vì vậy, việc nghiên cứu hướng sử dụng tro trấu cho các mục đích khác như sử dụng trong vữa, bê tông, trong cải tạo đất yếu, nền đất yếu là rất cần thiết.

3. ĐẶC ĐIỂM CỦA TRO TRẤU VÀ VAI TRÒ TRONG CẢI TẠO ĐẤT

3.1. Đặc điểm của tro trấu

Tro trấu xốp, nhẹ, có tỷ trọng từ 2.05 đến 2.53 và chiếm thể tích lớn nên khó vận chuyển, cất giữ (Fapohunda và nnk., 2017). Độ mịn của tro trấu phụ thuộc vào mức độ nghiền và tro trấu càng mịn thì hoạt tính pozzolan càng lớn (Antiohos và nnk. 2014, Nehdi và nnk. 2003) kết luận rằng, tro trấu có kích thước hạt nhỏ hơn 45 μm . Về màu sắc, Houston (1972) đã phân loại tro trấu thành 3 loại, bao gồm tro trấu có hàm lượng carbon cao (màu đen); tro trấu có hàm lượng carbon trung bình (màu xám); tro trấu không chứa carbon (màu trắng hoặc hồng). Sự thay đổi màu sắc liên quan đến quá trình đốt (nhiệt độ và thời gian) và sự hình thành silic oxit trong tro trấu.

Bảng 1. Hàm lượng SiO_2 trong tro trấu ở một số quốc gia trên thế giới (Fapohunda và nnk., 2017)

Oxit	Quốc Gia											
	Brazil	Canada	Guyana	Ấn Độ	Iraq	Nhật Bản	Malaysia	Hà Lan	Nigeria	Thái Lan	Mỹ	Việt Nam
SiO_2	92.9	87-97	88-95	86-94	86.8	91.6	93.1	86-96	67-76	89-95	87-97	86.9
Al_2O_3	0.18	0.15-0.4	-	0.2-5.0	0.4	0.14	0.21	0.08-0.84	3-4.9	0.5-1	-	0.84
Fe_2O_3	0.43	0.16-0.4	-	0.3-2	0.19	0.06	0.21	0.03-0.73	0-0.95	2.5-2.8	0.38-0.54	0.73
CaO	1.03	0.4-0.49	0.06-1.2	0.5-2.5	1.4	0.58	0.41	0.3-1.4	1.36-6	1.0-1.3	0.25-1	1.4
K_2O	0.72	2.0-3.0	0.6-2.5	0.1-2.3	3.84	2.54	2.31	0.7-2.4	0-0.1	2.4-2.5	0.58-2	2.46
MgO	0.35	0.35-0.5	0.17-0.26	0.1-1.8	0.37	0.26	1.59	0.1-0.5	1.3-1.81	0.18-0.28	0.12-2.0	0.57
Na_2O	0.02	0.1-1.12	0-0.3	0.1-0.5	1.15	0.09	-	0.11-0.2	-	0.03-0.8	0-0.15	0.11
SO_3	0.1	0-0.24	-	-	1.54	0.52	-	-	0-0.28	-	0-1.13	-
LOI	-	4-8	-	4.62-5.3	3.3	4.2	2.36	5.14	17.78	3.5-3.7	-	5.4
SAF	93.51	87.31-97.08	88.95	86.5-95.2	87.39	91.8	93.52	87.1-97.57	70-81.85	92-98.8	87.38-97.54	88.47

*LOI: lượng mất khi nung; $\text{SAF} = \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$

Tro trấu màu càng sáng thì hàm lượng silic oxit càng cao. Nghiên cứu của Nguyen và nnk. (2020) cho thấy điều kiện thích hợp để tạo ra tro trấu có hoạt tính pozzolan cao là đốt vỏ trấu trong điều

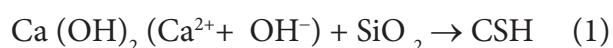
kiện kiểm soát với nhiệt độ khoảng 500°C - 800°C và thời gian đốt khoảng 1 - 4 giờ.

Về thành phần hóa học, hàm lượng silic oxit (SiO_2) trong tro trấu chiếm chủ yếu, ngoài ra còn

một số oxit khác như Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , MgO Trong đó, hàm lượng SiO_2 thường lớn hơn 60 - 70%, có thể tới 97 - 98%. Bảng 1 thể hiện hàm lượng trung bình của các oxit trong tro trấu ở một số nước trên thế giới (Fapohunda và nnk., 2017). Có thể thấy rằng, hàm lượng SiO_2 trong tro trấu ở các quốc gia khác nhau là khác nhau vì nó phụ thuộc nhiều vào quá trình đốt (nhiệt độ, thời gian, kiểu đốt...) và loại vỏ trấu. Trong đó, tro trấu có hàm lượng SiO_2 rất cao ở một số nước như Mỹ, Canada, Thái Lan và Hà Lan. Tổng hàm lượng $\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ trong tro trấu dao động từ 70% đến 99%. Theo phân loại pozzolan (ASTM, C618, 2008), tro trấu được xếp vào loại pozzolan F với hoạt tính cao.

3.2. Vai trò của tro trấu trong cải tạo đất

Như trình bày ở trên, tro trấu thường có hàm lượng silic oxit rất cao. Tro trấu được xem là một trong các phụ gia hoạt tính pozzolan có tính chất tương tự như tro bã mía, tro bay, xỉ lò cao, xỉ lò cao nghiền mịn. Trong đó, tro trấu có hàm lượng SiO_2 cao nhất nên có hoạt tính pozzolan mạnh nhất. Oxit silic (SiO_2) trong tro trấu có thể phản ứng với canxi hydroxit (Ca(OH)_2) trong đất theo phản ứng pozzolan và hình thành các sản phẩm có tính kết dính giúp gia tăng cường độ của đất cải tạo. Tuy nhiên, hàm lượng (Ca(OH)_2) trong đất thường thấp nên nếu chỉ sử dụng tro trấu thì hiệu quả nâng cao cường độ của đất cải tạo không đáng kể. Để tăng hiệu quả của tro trấu trong cải tạo đất, tro trấu thường được sử dụng kết hợp với vôi hoặc xi măng. Do thành phần CaO trong vôi, xi măng có thể phản ứng với nước trong đất tạo thành Ca(OH)_2 để tham gia phản ứng pozzolan. Sự hòa tan CaO sẽ giải phóng các ion Ca^{2+} và OH^- . Silica vô định hình trong tro trấu phản ứng với các cation Ca^{2+} để tạo thành sản phẩm xi măng canxi silicat hydrat (CSH) bao phủ và liên kết các hạt đất dẫn đến tăng cường độ và độ bền của hỗn hợp đất. Phản ứng pozzolan có thể minh họa như sau (Boateng và Skeete, 1990):



Ngoài việc nâng cao cường độ, tro trấu có thể cải thiện một số tính chất vật lý của đất yếu như

giảm độ ẩm, giảm tính dẻo. Các lỗ rỗng tổ ong trong cấu trúc tro trấu sẽ dẫn đến khả năng hấp thụ nước của tro trấu cao (Adajar và nnk, 2019). Khả năng này sẽ làm giảm hàm lượng nước của đất khi trộn tro trấu với đất. Ngoài ra, quá trình hydrat hóa có thể làm giảm hàm lượng nước (Yoobanpot và Jamsawang, 2014). Đặc tính không dính kết và sự hấp thụ nước của tro trấu có thể dẫn đến giảm chỉ số dẻo của hỗn hợp đất.

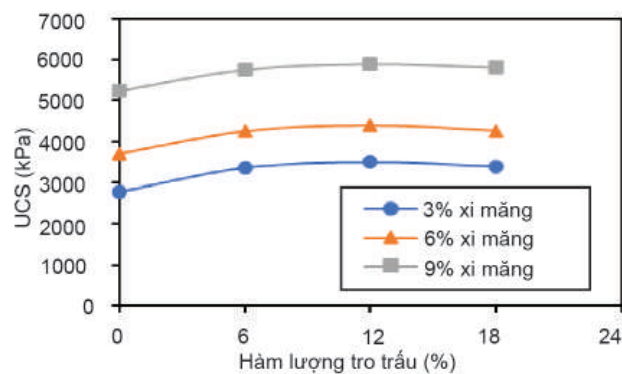
Về đặc tính đầm nén khi cải tạo đất làm vật liệu đắp, khả năng hấp thụ nước cao của tro trấu sẽ dẫn đến sự gia tăng độ ẩm tối ưu (OMC) của hỗn hợp đất. Ngược lại, do tro trấu nhẹ hơn so với đất, vôi và xi măng nên khối lượng thể tích khô tối đa (MDD) của hỗn hợp đất - tro trấu sẽ giảm khi hàm lượng tro trấu tăng. Đây là một trong những điểm bất lợi khi sử dụng tro trấu để cải tạo đất làm vật liệu đắp.

Có thể thấy, việc sử dụng tro trấu sẽ cải thiện các tính chất địa kỹ thuật của đất như giảm độ ẩm, giảm tính dẻo, tăng cường độ, độ bền. Tuy nhiên, các đặc tính địa kỹ thuật của đất như cường độ kháng nén 1 trục (UCS), CBR, và cường độ kháng cắt của hỗn hợp đất gia cố, chỉ tăng đến một giới hạn nhất định khi hàm lượng tro trấu tăng đến 1 ngưỡng nhất định. Khi hàm lượng tro trấu tăng vượt quá ngưỡng thì các thông số này sẽ giảm (Rahman, 1987; Ali và nnk. 1992, Anwar Hossain, 2011; Yoobanpot và Jamsawang, 2014). Điều này có thể được giải thích dựa trên đặc tính của tro trấu và việc hình thành phản ứng pozzolan. Vì tro trấu là một vật liệu không có hoặc có tính kết dính thấp nên khi hàm lượng tro trấu tăng thêm có thể dẫn đến giảm sự gắn kết giữa các hạt và giảm cường độ của hỗn hợp đất cải tạo. Bên cạnh đó, khi tro trấu tăng quá giá trị giới hạn, sẽ không có đủ nước cho phản ứng pozzolan và dẫn tới giảm cường độ. Tương tự như tro trấu, các phụ gia hoạt tính khác như tro bay, xỉ lò cao nghiền mịn (GGBFS) khi thêm vào hỗn hợp đất vượt quá giới hạn cũng sẽ làm giảm cường độ của hỗn hợp đất cải tạo (Sharma và Sivapullaiah, 2016; Sekhar và nnk., 2017).

4. TIỀM NĂNG SỬ DỤNG TRO TRẤU TRONG CẢI TẠO ĐẤT YẾU Ở VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Trên thế giới, tro trấu đã được nghiên cứu và sử dụng trong nhiều lĩnh vực, trong đó có việc nghiên cứu ứng dụng tro trấu để cải tạo đất. Trong đó, tro trấu có thể được sử dụng để cải tạo một số tính chất của đất như giảm tính dẻo, giảm tính trương nở, co ngót (Adajar và nnk, 2019; Alhassan, 2008; Okafor và Okonkwo, 2009; Sarkar và nnk., 2012). Tuy nhiên, việc chỉ sử dụng tro trấu sẽ không có hiệu quả cao trong việc nâng cao cường độ, độ bền của đất. Để nâng cao hiệu quả của tro trấu trong việc cải tạo đất, đặc biệt là về cường độ, tro trấu thường được sử dụng kết hợp với vôi hoặc xi măng, hoặc cả vôi và xi măng. Trong đó, việc sử dụng tro trấu kết hợp với xi măng trong cải tạo đất đã được nghiên cứu từ những năm 1980. Rahman (1987) đã sử dụng tro trấu kết hợp với xi măng từ 3 đến 9% để cải tạo đất laterit làm lớp móng đường. Kết quả nghiên cứu cho thấy, giá trị cường độ kháng nén 1 trục UCS và chỉ số CBR đạt giá trị lớn nhất khi sử dụng 12% tro trấu kết hợp với xi măng (Hình 2). Tuy nhiên, khi tăng hàm lượng tro trấu sẽ dẫn tới làm tăng độ ẩm đầm chặt tối ưu (OMC) và giảm khối lượng thể tích khô lớn nhất (MDD). Vì vậy, trên quan điểm kinh tế và kỹ thuật, Rahman đã đề nghị rằng hỗn hợp 6% tro trấu và 3% xi măng có thể được sử dụng để trộn với đất làm lớp móng dưới; 6% tro trấu và 6% xi măng phù hợp để trộn với đất làm lớp móng trên. Nghiên cứu của Alhassan và Mustapha (2007) trên đất laterit cũng cho thấy hàm lượng tro trấu tăng sẽ làm tăng giá trị OMC và giảm giá trị MDD. Về mặt cải thiện cường độ chỉ tiêu UCS và CBR của hỗn hợp đất - xi măng - tro trấu đạt giá trị lớn nhất khi hàm lượng tro trấu từ 4 đến 6%.

Ali và nnk (1992) đã nghiên cứu sử dụng tro trấu kết hợp xi măng để cải tạo đất tàn tích phong hóa từ đá granit làm vật liệu đắp ở Malaysia. Trong nghiên cứu này, hàm lượng xi măng sử dụng từ 3 đến 9%, hàm lượng tro trấu từ 0 đến 18%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, cường độ kháng nén 1 trục



Hình 2. Cường độ kháng nén của hỗn hợp đất - xi măng - tro trấu ở 28 ngày tuổi (Rahman, 1987)

đạt giá trị lớn nhất khi sử dụng 6% tro trấu, khi hàm lượng tro trấu lớn hơn 6%, giá trị UCS giảm dần. Tuy nhiên, khi hàm lượng tro trấu tăng dần thì giá trị OMC tăng dần, giá trị MDD giảm dần. Cũng với mục đích cải tạo đất tàn tích làm vật liệu đắp bằng việc sử dụng kết hợp xi măng và tro trấu, nghiên cứu của Basha và nnk (2005) cho thấy tro trấu có khả năng cải thiện đáng kể tính dẻo của đất, đặc biệt với hàm lượng tro trấu từ 10 - 15%. Ngoài ra, với hàm lượng xi măng từ 6 - 8%, tính dẻo của đất cũng được cải thiện đáng kể. Về khả năng đầm chặt, khi tăng hàm lượng tro trấu sẽ làm tăng giá trị OMC và giảm giá trị MDD. Chỉ số CBR đạt giá trị lớn nhất và tăng đến 60% khi sử dụng 4% xi măng kết hợp với 5% tro trấu. Khi sử dụng 8% xi măng, chỉ số CBR đạt giá trị lớn nhất với 20% tro trấu (tăng 53%). Về mặt cường độ, hàm lượng tro trấu từ 15 đến 20% là phù hợp để tăng giá trị UCS của hỗn hợp đất - xi măng. Nhìn chung, hàm lượng xi măng từ 6 - 8%, tro trấu từ 15 - 20% là thích hợp để cải tạo đất tàn tích về mặt tính dẻo và cường độ.

Nghiên cứu của Anwar Hossain (2011) cho thấy hỗn hợp xi măng lò bụi (cement kiln dust-CKD) và tro trấu có thể sử dụng cải tạo đất loại sét yếu để xây nhà và nền đường ở khu vực nông thôn với chi phí xây dựng thấp. Theo đó, sự kết hợp của tro trấu với xi măng lò bụi từ 0 đến 20% có thể cải thiện đáng kể các chỉ tiêu cơ học như cường độ kháng nén, kháng kéo, mô đun đàn hồi, chỉ số CBR, và độ bền chống chịu nước. Tỷ lệ CKD/tro trấu càng lớn thì khả năng cải thiện cường độ và độ bền càng lớn. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng,

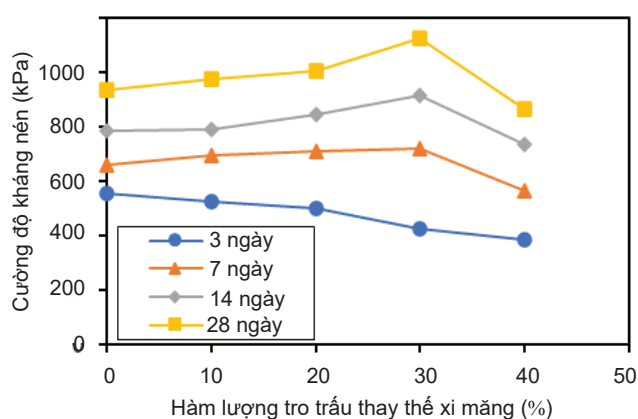
hỗn hợp đất - xi măng - tro trấu có chỉ số CBR lớn hơn 80% có thể được sử dụng để đúc thành khuôn phục vụ xây dựng nhà ở vùng nông thôn. Roy (2014) cũng đã nghiên cứu sử dụng hỗn hợp xi măng và tro trấu để cải tạo đất sét yếu làm vật liệu xây dựng đường và cho thấy hỗn hợp 10% tro trấu và 6% xi măng là phù hợp để nâng cao cường độ kháng nén UCS và chỉ số CBR.

Ngoài việc sử dụng tro trấu kết hợp với xi măng để cải tạo đất làm vật liệu đắp, móng đường hoặc xây dựng nhà, tro trấu cũng có thể được sử dụng để thay thế một phần xi măng trong cải tạo nền đất yếu bằng phương pháp trộn sâu. Nghiên cứu của Yoobanpot và Jamsawang (2014) đã đánh giá cường độ kháng nén và sự phát triển của cường độ kháng nén bằng việc sử dụng tro trấu để thay thế một phần xi măng với hàm lượng từ 10 đến 40%. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng ở 7 đến 28 ngày tuổi, với hàm lượng thay thế xi măng từ 10 đến 30%, cường độ kháng nén tăng dần và khi hàm lượng thay thế xi măng lớn hơn 30% cường độ kháng nén giảm. Cường độ kháng nén của hỗn hợp đạt giá trị lớn nhất khi thay thế 30% xi măng bằng tro trấu và ở 28 ngày tuổi, nó tăng khoảng 20% so với chỉ sử dụng xi măng. Ngược lại, ở 3 ngày tuổi, cường độ kháng nén của hỗn hợp đất - xi măng - tro trấu nhỏ hơn cường độ của hỗn hợp đất - xi măng và có xu hướng giảm khi hàm lượng tro trấu tăng (Hình 3). Điều này chứng tỏ sự có mặt của tro trấu đã làm chậm sự phát triển cường độ kháng nén ở thời kỳ đầu, đặc biệt ở thời gian bảo dưỡng nhỏ hơn 3 ngày. Kết quả

của nghiên cứu này cũng chỉ ra rằng sự phát triển cường độ kháng nén theo thời gian và ảnh hưởng của tro trấu đến sự gia tăng cường độ là do sự hình thành các sản phẩm kết dính như CSH (Calcium Silicate Hydrate) và CH (Calcium Hydroxide).

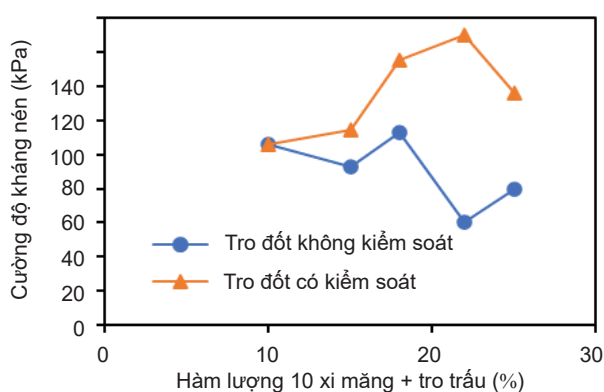
Gần đây, Jongpradist và nnk (2018) đã sử dụng kết hợp tro trấu với xi măng để nâng cao cường độ của hỗn hợp đất - xi măng trong cải tạo đất bằng phương pháp trộn sâu đất - xi măng. Nhóm tác giả đã sử dụng hàm lượng tro trấu từ 5 đến 35% kết hợp với hàm lượng xi măng từ 10 đến 30% và chế bị mẫu ở các độ ẩm khác nhau từ 130% đến 200%. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng tro trấu có thể làm tăng cường độ của hỗn hợp đất - xi măng lên đến hơn 100% tùy thuộc vào tỷ lệ trộn và độ ẩm. Ở tất cả các tỷ lệ trộn, cường độ kháng nén sẽ giảm khi độ ẩm mẫu ban đầu tăng. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng nếu hàm lượng xi măng từ 20% trở lên thì việc sử dụng 35% tro trấu vẫn có thể làm tăng cường độ kháng nén của hỗn hợp đất - xi măng. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả cũng đã so sánh hiệu quả của việc sử dụng tro trấu và tro bay kết hợp với xi măng và chỉ ra rằng tro trấu sẽ hiệu quả hơn tro bay khi hàm lượng tro trấu sử dụng lớn hơn 15%. Điều này chứng tỏ tro trấu phù hợp hơn trong việc nâng cao cường độ của hỗn hợp đất - xi măng so với tro bay.

Tại Việt Nam, trong lĩnh vực cải tạo đất yếu, nền đất yếu, việc sử dụng tro trấu kết hợp với vôi, xi măng còn hạn chế. Nghiên cứu của Nguyễn và Đỗ (2008) về kết hợp phụ gia tro trấu với vôi và xi măng trong cải tạo đất sét pha amQ_2^{2-3} ở Cần Thơ dựa trên việc phân tích cường độ kháng nén một trục và mô đun đàn hồi của các mẫu: Đ (đất) + 5%XM (xi măng) + 5%T (tro trấu); Đ + 7%XM; Đ + 7%XM + 5%T + 2%V (vôi) cho thấy, hàm lượng Đ + 7%XM + 5%T + 2%V có hiệu quả cao nhất cả về cường độ kháng nén một trục và mô đun đàn hồi. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, số lượng tổ hợp mẫu còn hạn chế, kết quả nghiên cứu chưa phân tích được ảnh hưởng của tro trấu đến sự phát triển cường độ của hỗn hợp đất - xi măng - vôi theo thời gian. Pham và Tran (2020) đã nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện đốt tro trấu đến khả năng gia cố, cải tạo đất sét pha yếu ở ngoại thành Hà Nội bằng phương pháp trộn vôi.



Hình 3. Cường độ kháng nén của hỗn hợp đất-xi măng-tro trấu (Yoobanpot và Jamsawang, 2014)

Kết quả nghiên cứu cho thấy điều kiện đốt có thể ảnh hưởng đến hoạt độ pozzolan của tro trấu. Trong điều kiện đốt đơn giản (không kiểm soát nhiệt độ) hoạt độ pozzolan thấp, tuy nhiên khi kết hợp với vôi vẫn có khả năng nâng cao cường độ của đất. Nghiên cứu của Nguyen và Nu (2020) cho thấy tro trấu thu được từ đốt vỏ trấu trong điều kiện kiểm soát nhiệt độ và thời gian đốt khi kết hợp với xi măng có khả năng cường độ của đất cao hơn so với tro trấu thu được từ đốt vỏ trấu ngoài không khí (không kiểm soát nhiệt độ và thời gian đốt). Theo đó, với 12% tro trấu đốt có kiểm soát khi trộn vào hỗn hợp đất +10% xi măng có thể nâng cao cường độ kháng nén đến hơn 50% (Hình 4).



Hình 4. Cường độ kháng nén của hỗn hợp đất - xi măng - tro trấu ở 28 ngày tuổi (Nguyen và Nu, 2020)

Từ các nghiên cứu trên cho thấy, tro trấu khi kết hợp với vôi hoặc xi măng có hiệu quả rất lớn trong cải tạo, xử lý đất yếu, nền đất yếu và đã được ứng dụng ở một số nước trên thế giới. Tại Việt Nam, vùng ĐBSCL có nguồn tro trấu rất dồi dào; đất yếu có bề dày lớn và phân bố rộng. Theo Vũ (2018), vùng ĐBSCL được hình thành bởi các trầm tích trẻ có tuổi Holocen phân bố hầu khắp trong vùng, có chiều dày lớn, phân bố đen xen, đặc biệt là các khu vực cửa sông, ven biển. Hơn nữa, nhu cầu về vật liệu đắp và xây dựng các công trình, đặc biệt là đường giao thông trong những năm tới ở vùng này rất lớn. Theo quy hoạch được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt, vùng ĐBSCL sẽ hình thành tuyến cao tốc Bắc - Nam phía Đông và phía Tây cùng với 3 tuyến cao tốc khu vực phía Nam (Bạc Liêu - Rạch Giá - Hà Tiên, Cần Thơ

- Cà Mau và Châu Đốc - Cần Thơ - Sóc Trăng) với tổng chiều dài gần 1000 km (<https://nhan-dan.vn/tin-tuc-xa-hoi/dieu-chinh-quy-hoach-cac-tuyen-cao-toc-vung-dong-bang-song-cuu-long-637911/>). Một trong những biện pháp xử lý, gia cố nền đất yếu khi xây dựng các công trình ở vùng ĐBSCL hay được sử dụng là cọc đất - xi măng. Tuy nhiên, hàm lượng hữu cơ lớn và độ pH thấp của đất ở vùng này ảnh hưởng rất nhiều đến chất lượng gia cố nền bằng cọc đất - xi măng. Ngoài ra, đất yếu ở vùng ĐBSCL thường nhiễm muối, nhiễm phèn nên cũng ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng gia cố nền. Do đó, việc gia cố nền bằng cọc đất - xi măng ở vùng này nên sử dụng kết hợp với các phụ gia như Rovo, thủy tinh lỏng để nâng cao hiệu quả gia cố, xử lý nền (Vũ, 2018). Ngoài các phụ gia như Rovo, thủy tinh lỏng, kết quả nghiên cứu của Jongpradist và nnk (2018), Duong và Nu (2020) cho thấy, tro trấu có thể nâng cao đáng kể cường độ kháng nén của hỗn hợp đất-xi măng. Chính vì vậy, tro trấu có rất nhiều tiềm năng để ứng dụng trong cải tạo, xử lý đất yếu, nền đất yếu ở vùng này. Tro trấu kết hợp với vôi hoặc xi măng có thể được sử dụng theo 2 hướng: 1) Cải tạo đất yếu (sét dẻo chảy, chảy, bùn) làm vật liệu xây dựng để đắp nền đường, đắp đê; 2) Cải tạo nền đất yếu bằng các phương pháp như cọc đất - xi măng - tro trấu, cọc đất - vôi - tro trấu để làm nền cho các công trình xây dựng như đường giao thông, nhà xưởng, nhà máy... Ngoài ra, tro trấu có thể dùng để thay thế một phần xi măng trong cải tạo, xử lý nền đất yếu bằng cọc đất - xi măng. Việc sử dụng kết hợp tro trấu với vôi hoặc xi măng trong cải tạo, xử lý đất yếu, nền đất yếu sẽ góp phần tận dụng nguồn tro trấu dư thừa, giúp giảm ô nhiễm môi trường và đồng thời có thể giúp giảm lượng dùng xi măng trong cải tạo, xử lý đất yếu, nền đất yếu và giảm giá thành xây dựng công trình.

5. KẾT LUẬN

Kết quả tổng hợp và nghiên cứu rút ra một số kết luận sau:

Lượng tro trấu ở vùng ĐBSCL rất lớn có thể lên đến 0.9 triệu tấn/năm, chiếm hơn 50% lượng

tro trấu cả nước và việc tận dụng nguồn tro trấu này trong lĩnh vực xây dựng như cải tạo đất yếu, nền đất yếu vẫn còn hạn chế.

Tro trấu thường nhẹ, xốp và dễ gây ô nhiễm môi trường nước, không khí. Tuy nhiên, tro trấu có hàm lượng SiO_2 lớn và có khả năng kết hợp với vôi hoặc xi măng để cải tạo, nâng cao các tính chất xây dựng của đất yếu, nền đất yếu. Hiện nay, nhu cầu về vật liệu đắp cũng như cải tạo nền đất yếu ở vùng ĐBSCL rất lớn. Chính vì vậy, việc sử dụng tro trấu kết hợp với vôi hoặc xi măng để cải tạo đất yếu làm vật liệu đắp, cải tạo nền đất yếu làm nền cho các công trình xây dựng có tiềm năng rất lớn.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Adajar, M. N. Q., Aquino, C. J. P., dela Cruz II, J. D., Martin, C. P. H. và Urieta, D. K. G., Investigating the effectiveness of rice husk ash as stabilizing agent of expansive soil. *International Journal of GEOMATE* 16, 33–40, 2019.
- [2] Alhassan, M., Potentials of Rice Husk Ash for Soil Stabilization. *Tech. Rep. 5*, 2008.
- [3] Alhassan, M., Mustapha, A.M., Effect of rice husk ash on cement stabilized laterite. *Leonardo Electron. J. Pract. Technol.* 11, 47–58, 2007.
- [4] Ali, F.H., Adnan, A., Choy, C.K., Geotechnical properties of a chemically stabilized soil from Malaysia with rice husk ash as an additive. *Geotech. Geol. Eng.* 10, 117–134, 1992.
- [5] Antiohos, S.K., Papadakis, V.G., Tsimas, S., Rice husk ash (RHA) effectiveness in cement and concrete as a function of reactive silica and fineness. *Cem. Concr. Res.* 61, 20–27, 2014.
- [6] Anwar Hossain, K.M., Stabilized soils incorporating combinations of rice husk ash and cement kiln dust. *J. Mater. Civ. Eng.* 23, 1320–1327, 2011.
- [7] ASTM, C618., Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete, in: American Society of Testing and Materials. West Conshohocken Pennsylvania, USA, 2008.
- [8] Basha, E.A., Hashim, R., Mahmud, H.B., Muntohar, A.S., Stabilization of residual soil with rice husk ash and cement. *Constr. Build. Mater.* 19, 448–453, 2005.
- [9] Behak, L., Soil Stabilization with Rice Husk Ash. Chapter 3 in *Rice-Technology and Production*, 2017.
- [10] Boateng, A.A., Skeete, D.A., Incineration of rice hull for use as a cementitious material: The Guyana experience. *Cem. Concr. Res.* 20, 795–802, 1990.
- [11] Fapohunda, C., Akinbile, B., Shittu, A., Structure and properties of mortar and concrete with rice husk ash as partial replacement of ordinary Portland cement—A review. *Int. J. Sustain. Built Environ.* 6, 675–692, 2017.
- [12] Houston, D.F., Rice hulls. In: *Rice: Chemistry and Technology* [WWW Document]. URL https://books.google.com.vn/books/about/Rice.html?id=QcxnQgAACAAJ&redir_esc=y, 1972
- [13] <https://canthotv.vn/viet-nam-lan-dau-co-nha-may-nhiet-dien-dot-bang-vo-trau/>.
<https://nhandan.vn/tin-tuc-xa-hoi/>.
- [14] <https://tuoitre.vn/do-tro-trau-xuong-song-549781.htm>.
- [15] <https://nhandan.vn/tin-tuc-xa-hoi/dieu-chinh-quy-hoach-cac-tuyen-cao-toc-vung-dong-bang-song-cuu-long-637911/>.
- [16] Jongpradist, P., Homtragoon, W., Sukkarak, R., Kongkitkul, W., Jamsawang, P., Efficiency of rice husk ash as cementitious material in high-strength cement-admixed clay. *Adv. Civ. Eng.* 2018.
- [17] Findings Prepared for the National Lime Association, 1999.
- [18] Nehdi, M., Duquette, J., El Damatty, A., Performance of rice husk ash produced using a new technology as a mineral admixture in concrete. *Cem. Concr. Res.* 33, 1203–1210, 2003.
- [19] Ngô, V. T., 2013. Nghiên cứu ảnh hưởng của tro trấu và phụ gia siêu dẻo tới tính chất của hồ, vữa và bê tông. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, No. 3+4.
- [20] Nguyen, D.T., Nguyen, N.T., Pham, H.N.T., Phung, H.H., Van Nguyen, H., Rice husk ash and its utilization in soil improvement: An overview. *J. Min. Earth Sci.* Vol 61, 1–11, 2020.
- [21] Nguyen, D.T., Nu, N.T., Effect of different types of rice husk ash on some geotechnical properties of cement-admixed soil. *Iraqi Geol. J.* 1–12, 2020.
- [22] Nguyễn, T. S, Lê, T. H., 2010. Bê tông cát sử dụng phụ gia tro trấu cho các vùng thiếu đá dăm. *Tạp chí GTVT*, 8/2010.

- [23] Nụ, N.T., Nghiên cứu đặc tính địa chất công trình của đất loại sét yếu amQ_2^{2-3} phân bố ở các tỉnh ven biển đồng bằng sông Cửu Long phục vụ xử lý nền đường. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Mở - Địa chất, 2014.
- [24] Okafor, F.O., Okonkwo, U.N., Effects of rice husk ash on some geotechnical properties of lateritic soil. *Niger. J. Technol.* 28, 46–52, 2009.
- [25] Pham, V.P., Tran, T.V., Rice Husk Ash Burnt in Simple Conditions for Soil Stabilization, in: *Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development*. Springer, pp. 717–721, 2020.
- [26] Rahman, M.A., Effects of cement-rice husk ash mixtures on geotechnical properties of lateritic soils. *Soils Found.* 27, 61–65, 1987.
- [27] Roy, A., Soil stabilization using rice husk ash and cement. *Int. J. Civ. Eng. Res.* 5, 49–54, 2014.
- [28] Sarkar, G., Islam, M.R., Iamgir, M., Rokonzaman, M., Interpretation of rice husk ash on geotechnical properties of cohesive soil. *Glob. J. Res. Eng.* 12, 2012.
- [29] Sekhar, D.C., Nayak, S., Preetham, H.K., Influence of granulated blast furnace slag and cement on the strength properties of lithomargic clay. *Indian Geotech. J.* 47, 384–392, 2017.
- [30] Sharma, A. K., Sivapullaiah, P. V., Ground granulated blast furnace slag amended fly ash as an expansive soil stabilizer. *Soils and Foundations*, 56(2), 205–212, 2016.
- [31] Trần, H. B., Nghiên cứu vật liệu nano SiO_2 điều chế từ tro trấu và silica Fume làm phụ gia cho bê tông xi măng trong xây dựng đường ô tô khu vực miền Tây Nam Bộ. Luận văn tiến sĩ kỹ thuật, 2019.
- [32] Vũ, N. B., Nghiên cứu ảnh hưởng đặc tính xây dựng của đất loại sét yếu vùng đồng bằng sông Cửu Long đến chất lượng gia cố nền bằng xi măng kết hợp với phụ gia trong xây dựng công trình. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, 2018.
- [33] Yoobanpot, N., Jamsawang, P., Effect of cement replacement by rice husk ash on soft soil stabilization. *Kasetsart J.-Nat. Sci.* 48, 323–332, 2014.



CÔNG TRÌNH NGẦM THÀNH PHỐ VÀ CÁC GIẢI PHÁP ĐỊA KỸ THUẬT

URBAN UNDERGROUND STRUCTURES AND GEOTECHNICAL MEASURES

Nguyen Ngoc Long Giang, Nguyen Quang Phich, Nguyen Van Manh,
Phạm Văn Kiên, Dao Hong Hai

ABSTRACT:

Experience in the world shows that a suitable underground technical infrastructure system is an important factor for the sustainable and intelligent development of a modern city. However, in order to build urban underground works, it is necessary to plan in advance, make large investments and apply geotechnical solutions rationally, especially in weak and complex soil conditions. The article summarizes and analyzes existing solutions and shows the general scope and applicability that must be considered.

KEYWORDS: *Underground Structure, geotechnical measures, cut and cover method, trench wand support methods.*

TÓM TẮT:

Kinh nghiệm trên thế giới cho thấy, hệ thống hạ tầng kỹ thuật ngầm thích hợp là một yếu tố quan trọng cho sự phát triển bền vững, thông minh của một thành phố hiện đại. Tuy nhiên để xây dựng các công trình ngầm thành phố cần thiết phải quy hoạch trước, đầu tư lớn và áp dụng hợp lý các giải pháp địa kỹ thuật, nhất là trong điều kiện nền đất yếu, phức tạp. Bài viết tổng hợp và phân tích các giải pháp hiện hữu và cho thấy khái quát phạm vi và khả năng áp dụng cần được chú ý.

TỪ KHÓA: *Công trình ngầm, giải pháp địa kỹ thuật, phương pháp thi công hở, bảo vệ thành hố đào, giải pháp đón đỡ.*

Nguyen Ngoc Long Giang

Mien Tay Construction University. 20B, Pho Co Dieu Street, Ward 3, Vinh Long City, Vinh Long Province.

Email: longgiang@mtu.edu.vn

Nguyen Quang Phich

Faculty of Civil engineering, Van Lang university

Email: nguyenquangphich@vanlanguni.vn

Tel: 0903453885

Nguyen Van Manh

Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18, Vien Street, Duc Thang Ward, Bac Tu Liem District, Hanoi.

Email: nguyenvanmanh@humg.edu.vn

Tel: 0838449495

Phạm Văn Kiên

Faculty of Civil engineering, Van Lang university

Email: Kiên.p@vlu.uni.vn

Tel: 0903562286

Dao Hong Hai

Ho Chi Minh City University of Technology. 268 Ly Thuong Kiet Street, 14 Ward, 10 District, Ho Chi Minh City.

Email: dhhai@hcmut.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ - INTRODUCTION

Các thành phố nước ta đang trong xu thế ngày càng xây dựng nhiều loại công trình ngầm, nhằm đáp ứng các yêu cầu và mục tiêu sử dụng khác nhau (Hình 1). Nói chung sử dụng các hệ thống công trình ngầm sẽ mang lại cho các thành phố những hình ảnh và hiệu quả tốt về cảnh quan, môi trường, tăng quỹ đất cho các công trình kiến trúc trên mặt đất, phát huy được tiềm năng dồi dào của khoảng không gian ngầm, góp phần mang lại những hiệu quả kinh tế trước mắt và lâu dài. Hệ thống công trình ngầm thành phố thích hợp sẽ góp phần đảm bảo sự phát triển bền vững thành phố và chắc chắn sẽ là nền tảng để có thể phát triển thành phố thông minh.



Hình 1. Ví dụ về các hệ thống công trình ngầm thành phố

Để xây dựng hợp lý các công trình ngầm thành phố (cũng như các công trình ngầm khác), cho đến nay có khá nhiều phương pháp, phương thức thi công và các giải pháp kỹ thuật được phát triển và áp dụng. Thông thường các phương pháp thi công được phân thành hai nhóm là:

- Các phương pháp thi công ngầm;
- Các phương pháp thi công lộ thiên.

Phương pháp thi công lộ thiên bao gồm các phương pháp hay phương thức hạ dần hay hạ đoạn (còn gọi là phương pháp giếng chìm, giếng chìm hơi ép - caisson) và phương pháp hạ chìm hay hầm chìm, phương pháp thi công hồ.

Có thể nói rằng, trong những điều kiện thông thường, phương pháp hồ được coi là phương pháp kinh tế nhất trong xây dựng các công trình ngầm cỡ lớn như hầm nhà cao tầng, nhà ga ngầm. Hình dáng các công trình có thể kiến trúc phù hợp với các yêu cầu của kỹ thuật giao thông, đồng thời cho phép áp dụng các giải pháp tối ưu về liên kết các hệ thống giao thông với các đoạn đường kết nối ngắn, liên kết tốt, an toàn giữa các điểm đi và đến. Chênh lệch về độ cao có thể bố trí ở các mức khác nhau tùy theo thực tế và yêu cầu. Phương pháp thi công hồ cũng còn cho phép xây dựng các mặt bằng đi bộ rộng liên kết với các công trình thương mại, nhà hàng, công trình văn hóa và liên kết hợp lý với phương tiện giao thông trên mặt đất.

Tuy nhiên khi áp dụng phương pháp thi công hồ cần chú ý các điều kiện sau:

- Để thi công cần thiết phải có mặt bằng tự do trên mặt đất vừa đủ, như tại các quảng trường, nút giao thông của các đường lớn, chẳng hạn một sân ga tàu điện ngầm có chiều dài khoảng 120m, tàu tốc hành khoảng 210m;
- Do thời gian thi công lâu và diện tích sử dụng lớn, nên gây ảnh hưởng lớn đến giao thông và sinh hoạt trên mặt đất, vì vậy nhất thiết phải lựa chọn các giải pháp kỹ thuật nhằm giảm ảnh hưởng đến giao thông, sinh hoạt trên mặt đất;
- Phương pháp xây dựng này cần loại trừ các mối nguy hiểm đối với các công trình kiến trúc lân cận, như gây lún sụt, dịch chuyển đất;

Cũng vì thế khi độ sâu thi công lớn, ví dụ đến 25m, khoảng cách đến các công trình kiến trúc không xa thì nhất thiết phải áp dụng các biện pháp đặc biệt tường trong đất (tường cọc nhồi, tường hào nhồi hay tường barrette, tường cọc khoan phụt cao áp);

- Áp dụng phương pháp thi công hờ khó tránh khỏi các tác động xấu đến môi trường sống, như tiếng ồn, bụi bẩn, ảnh hưởng đến việc đi lại, do vậy cần phải có các giải pháp hợp lý nhằm giảm thiểu các tác động này;
- Trong nhiều trường hợp phải có các biện pháp bảo vệ các công trình kiến trúc, nền đất và nước ngầm khi phải áp dụng giải pháp hạ mực nước ngầm lâu dài và trên diện rộng;
- Phải tính đến các khả năng di dời, treo tạm các hệ thống cấp thoát nước, năng lượng..., để đảm bảo hoạt động bình thường, lâu dài.

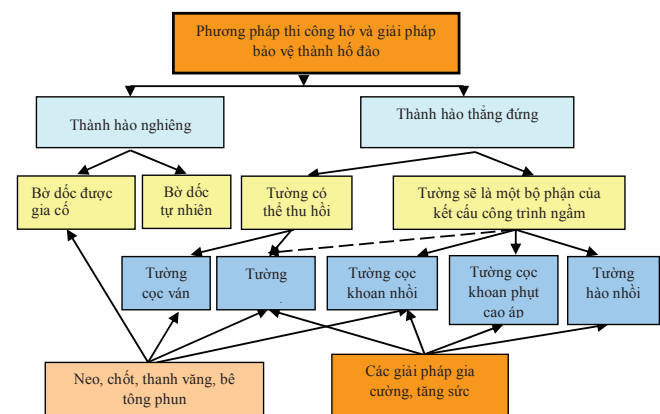
Nhằm phát huy lợi ích kinh tế, khắc phục những hạn chế của phương pháp thi công hờ, hàng loạt các giải pháp đã được phát triển và áp dụng có hiệu quả trên thế giới. Trong tham luận này sẽ hệ thống hóa các phương pháp thi công cũng như một giải pháp kỹ thuật đã và đang được sử dụng hiện nay.

2. CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ THÀNH HÀO HỒ ĐÀO

Thi công hờ là tiến hành đào hào từ trên mặt đất, xây dựng công trình và cuối cùng lại phủ đất hay vật liệu lên trên kết cấu công trình ngầm (cut-and-cover). Thông thường với phương pháp này kết cấu công trình ngầm có thể được xây dựng từ đáy hào (phương thức tường nền hay bottom-up) hoặc trước tiên thi công tường và nóc của kết cấu công trình ngầm (phương thức tường nóc hay top-down) và sau đó các công tác khác được tiến hành và hoàn thiện.

Tùy thuộc vào điều kiện mặt bằng thi công, các hào để xây dựng kết cấu của công trình ngầm có thể có thể được thi công với thành hào nghiêng hoặc thẳng đứng. Nói chung trong thành phố phương án thành hào đứng thường là giải pháp tất yếu, tuy nhiên hiện nay một số thành phố mới

đang trên đà phát triển, nếu có quy hoạch sớm, thì việc thi công với thành hào nghiêng sẽ thuận lợi và kinh tế hơn. Bảo vệ ổn định thành hào trong mọi trường hợp là rất quan trọng, liên quan đến ổn định của các công trình trên mặt đất cũng như đảm bảo các điều kiện thi công tiếp theo được an toàn, thuận lợi. Trên Hình 2 tổng hợp các sơ đồ thi công cùng với loại kết cấu bảo vệ thanh hồ đào hiện tại [1, 2, 3, 4]. Cũng tùy thuộc vào điều kiện đất nền, vào các công trình kiến trúc trên mặt đất cần được bảo vệ mà các kết cấu bảo vệ thành hào cũng đã được áp dụng rất đa dạng. Kết cấu bảo vệ thành hào có thể được thu hồi sau khi thi công kết cấu công trình ngầm nhưng cũng có thể được giữ lại làm một bộ phận quan trọng của kết cấu công trình ngầm.



Hình 2. Giải pháp bảo vệ thành hào theo điều kiện thi công

Điều kiện và khả năng áp dụng của từng giải pháp cơ bản, kết hợp với các biện pháp neo chốt, gia cường, tăng cứng được tổng hợp và đánh giá trong Bảng 1. Thực tế cho thấy các giải pháp tường trong đất như bằng cọc khoan nhồi, hoặc hào nhồi là những giải pháp đắt tiền, song hữu hiệu khi cần thiết phải bảo vệ các công trình kiến trúc. Tường bằng cọc cừ được quen biết ở nước ta khá lâu và thường được thu hồi sau khi thi công. Tuy nhiên nhiều nước đã sử dụng thép đặc biệt làm ván cừ và sau khi thi công để lại tường cừ thành bộ phận bảo vệ cho kết cấu công trình ngầm. Lựa chọn và tính toán thiết kế các kết cấu bảo vệ thành hào nhất thiết phải chú ý đến điều kiện mặt bằng, điều kiện đất nền và đặc biệt là các công trình kiến trúc cần bảo vệ.

Bảng 1. Phân tích các khả năng áp dụng của biện pháp bảo vệ thành hố đào

Phương thức bảo vệ	Thành hào nghiêng	Gia cố bê tông phun	Tường cọc - ván	Tường cừ thép
Diện tích sử dụng	rất nhiều	nhiều	ít	ít
Khả năng nhận tải	thấp	trung bình	cao	cao
Ổn định lâu dài	tạm thời	tạm thời	tạm thời	tạm thời
Mức độ kín nước	không	không	hạn chế	tốt
Gia cường tăng cứng	không được	không được	được	được
Khả năng neo chốt	không được	được	được	được

Phương thức bảo vệ	Tường hào nhồi	Tường cọc khoan nhồi	
		sát nhau	giao cắt
Diện tích sử dụng	ít	ít	ít
Khả năng nhận tải	rất cao	rất cao	rất cao
Ổn định lâu dài	lâu dài	lâu dài	lâu dài
Mức độ kín nước	tốt	hạn chế	tốt
Gia cường tăng cứng	được	được	được
Khả năng neo chốt	được	được	được

3. CÁC PHƯƠNG THỨC THI CÔNG VÀ GIẢI PHÁP ĐỊA KỸ THUẬT

Nói chung có nhiều phương án hay phương thức thi công đã được phát triển, liên quan đến điều kiện địa chất, các công trình trên mặt đất và độ sâu thi công. Nhiều công trình nghiên cứu [5,6,7,8] cho phép rút ra được các nhận định có thể áp dụng cho thực tiễn kỹ thuật. Chú ý đến điều kiện địa chất thủy văn thực tế có thể gặp ba trường hợp sau:

- Hào thi công khi không có nước ngầm hoặc có thể hạ mực nước ngầm;

- Hào thi công khi có nước ngầm nhưng không thể hạ mực nước ngầm hoặc phải bảo vệ nguồn nước ngầm;
- Thi công hào trong điều kiện có nước mặt (kênh dẫn nước, sông ngòi).

Trong trường hợp thứ nhất, thi công trong điều kiện không chịu ảnh hưởng của nước ngầm có thể xem xét bốn phương án sau:

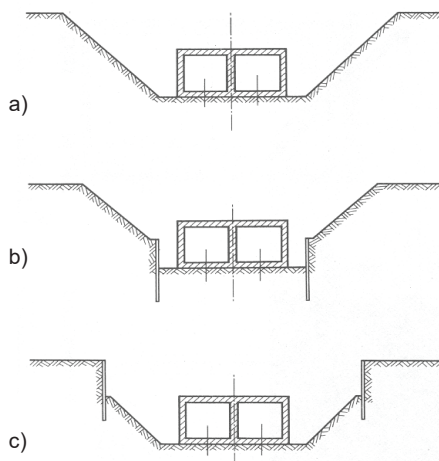
1) Hào được thi công với thành hào nghiêng (Hình 3), được bảo vệ bằng lưới thép và bê tông phun hoặc thép hình cũng như tấm bê tông cốt thép kết hợp neo hoặc kết hợp các loại kết cấu đó. Độ nghiêng hay độ dốc của thành hào phụ thuộc vào loại đất nền. Góc nghiêng thường nhỏ hơn 45° khi khối đất nền là đất rời hoặc dính kết yếu. Trong trường hợp đất dính cứng hoặc nửa cứng có thể để góc dốc đến 60° và trong trường hợp gặp đá rắn có thể để góc dốc đến 80° .

2) Thành hào nhỏ, có thể đào thẳng đứng đến độ sâu nhất định mà không cần chống, khi khá sâu có thể áp dụng các hệ vách ván chống cơ học, như trên Hình 4.

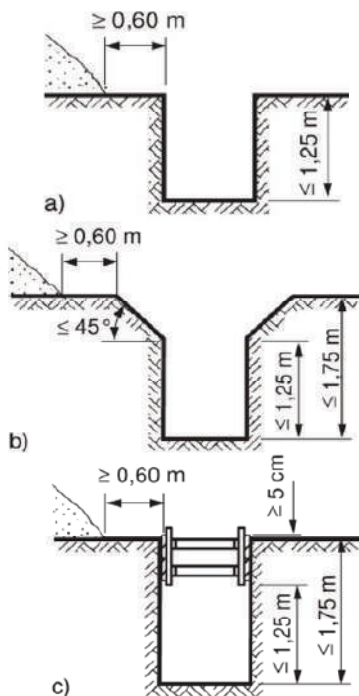
3) Thành hào thẳng đứng và được chống giữ bằng tường cọc ván, chiều rộng đáy hào chiều rộng công trình ngầm bằng chiều rộng ngoài của kết cấu công trình ngầm. Trong trường hợp này cần chú ý đến trình tự thi công do yêu cầu phải làm kín nước cho kết cấu công trình ngầm (Hình 5.a).

4) Thành hào cũng được chống giữ bằng tường cọc ván, nhưng chiều rộng đáy hào bằng chiều rộng công trình ngầm $+2 \times 0,8\text{m}$. Đường nhiên trong trường hợp này khối lượng đất đào và lấp phủ sau này sẽ tăng đáng kể. Tuy nhiên lớp phủ kín nước được phủ từ phía ngoài một cách dễ dàng (Hình 5.b).

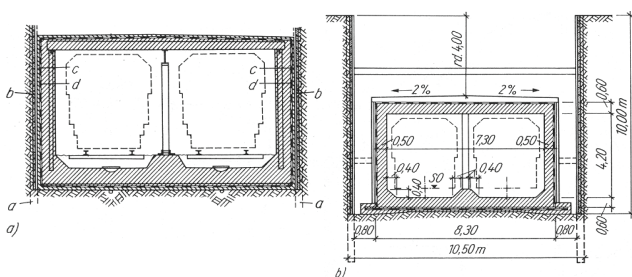
5) Tường bảo vệ thành hào là tường từ cọc khoan nhồi hay hào nhồi. Bê tông tường được đổ đến mức đỉnh tường của kết cấu công trình ngầm. Tiếp đó đất được đào đến mức đỉnh tường, một lớp bê tông giữ sạch được đổ lên nền, cọc được cắm đến dưới đỉnh tường và sau đó đổ hoặc lấp ghép bê tông nóc hầm. Các công việc tiếp sau được thi công dưới sự bảo vệ của tường và nóc hầm (Hình 5). Phương án này thường được gọi là phương án tường nóc.



Hình 3. Ví dụ các phương án thi công với thành hào nghiêng



Hình 4. Ví dụ về quy cách cho các rãnh thi công



Hình 5. Phương án không có a) và có khoảng hở b) giữa tường và kết cấu công trình ngầm

Trong điều kiện có nước ngầm, thường gặp khi công trình ngầm nằm sâu, nhưng không thể hạ mực nước ngầm nhằm tránh sụt lún mặt đất,

hoặc nguồn nước ngầm cần được bảo vệ, có thể xem xét bốn phương án sau:

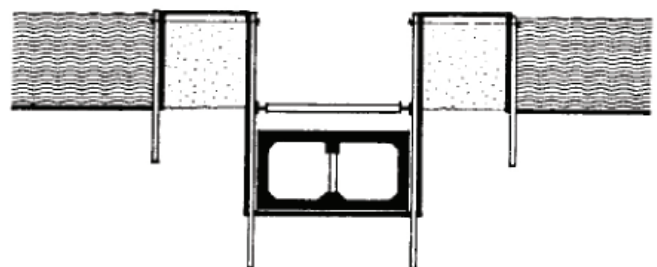
1) Hạ mực nước ngầm chỉ trong khu vực hào thi công, sau đó bơm nước và thi công kết cấu công trình ngầm. Trong trường hợp này có thể sử dụng tường cọc cừ để bảo vệ thành hào và đồng thời áp dụng các giải pháp làm kín nước. Đương nhiên tường cọc cừ có thể thu hồi hoặc để lại, tùy thuộc vào phương án lựa chọn.

2) Tường và nền được thi công kín nước, sau đó bơm nước và thi công kết cấu công trình ngầm. Ở đây có thể sử dụng tường bằng cọc cừ hoặc cọc khoan nhồi, hào nhồi, tường khoan phụt cao áp tùy theo độ cứng cần thiết, liên quan với việc chống lún sụt, bảo vệ công trình kiến trúc. Sau đó bê tông nền được đổ dưới nước. Kết cấu công trình ngầm sẽ được thi công trong điều kiện không có nước. Trong phương án này, cọc cừ có thể được thu hồi, còn tường bằng cọc khoan nhồi và hào nhồi sẽ trở thành một bộ phận của kết cấu cuối cùng.

3) Tường và nóc được thi công trước, kín nước, sau đó thi công tiếp tục đào trong chế độ sử dụng khí nén đẩy nước. Phương án này khá phức tạp, song được chú ý, nếu như cần lấp phủ nhanh trên mặt đất để hạn chế ách tắc giao thông.

4) Sử dụng phương pháp hạ dẫn (giếng chìm hơi ép - caison).

Trường hợp gặp nước mặt phải chú ý đến khả năng phải áp dụng phương pháp hạ chìm. Tuy nhiên, trong điều kiện cho phép có thể xem xét phương án đắp đê quai, sử dụng cọc cừ, tạo kênh dẫn nước tạm và sau đó có thể lựa chọn phương án thi công thích hợp, tùy theo điều kiện địa chất và các yêu cầu cần phải được bảo vệ khác (Hình 6.)



Hình 6. Giải pháp địa kỹ thuật khi gặp nước mặt

4. GIẢI PHÁP KHI THI CÔNG SÁT HOẶC DƯỚI CÁC CÔNG TRÌNH KIẾN TRÚC

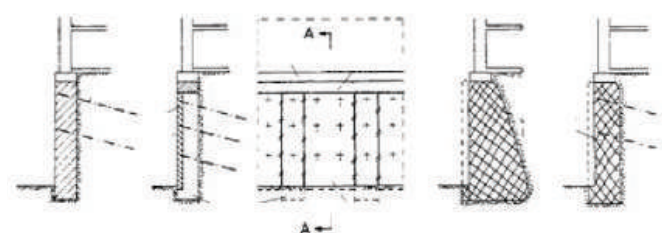
Trong thực tế, do đặc điểm của tuyến công trình ngầm có thể gặp hai trường hợp sau:

- Công trình ngầm nằm sát công trình kiến trúc trên mặt đất, không cho phép thi công tường bảo vệ thành hào, khi đó cần thiết phải tiến hành thi công kết cấu đón đỡ. Kết cấu này cũng đồng thời là tường của thành hào;
- Một phần hay toàn bộ công trình ngầm nằm dưới công trình kiến trúc trên mặt. Trong trường hợp này phần của công trình kiến trúc cần được đón đỡ bằng kết cấu dạng khung. Như vậy kết cấu đón đỡ có thể trực tiếp là tường, nóc của công trình ngầm hoặc kết cấu công trình ngầm được thi công dưới sự bảo vệ của kết cấu này.

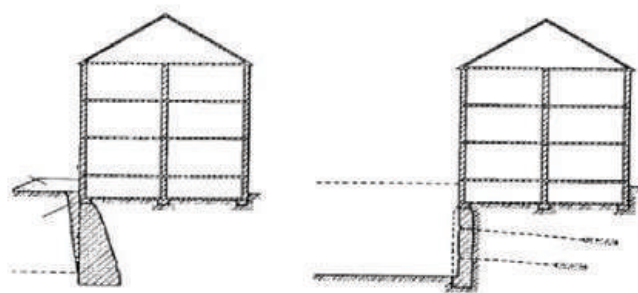
Có nhiều dạng đón đỡ đã được áp dụng. Trong khuôn khổ tham luận ở đây chỉ có thể liệt kê sơ bộ, không thể trình bày chi tiết:

- Đón đỡ bằng tường bê tông hoặc bê tông cốt thép - phương pháp kinh điển;
- Đón đỡ bằng phương pháp gia cố đất;
- Đón đỡ bằng cọc nhỏ, cắm chéo nhau dưới móng tường;
- Đón đỡ bằng tường hào nhồi (cọc baret) cho trường hợp hào thi công sâu;
- Đón đỡ bằng tường cọc khoan nhồi, khoan nghiêng về phía công trình kiến trúc;
- Đón đỡ bằng phương pháp khoan phụt, với hóa chất hoặc áp lực cao.

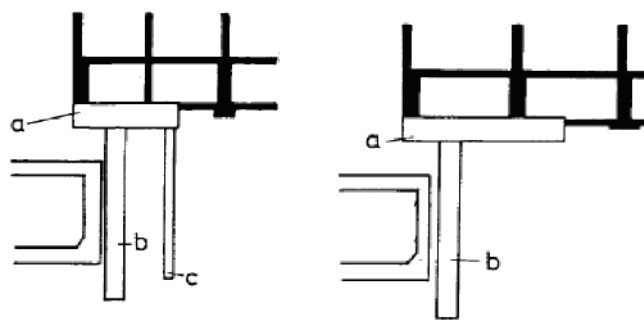
Trên Hình 7 minh họa một số phương án bảo vệ các công trình kiến trúc liền kề trên mặt đất.



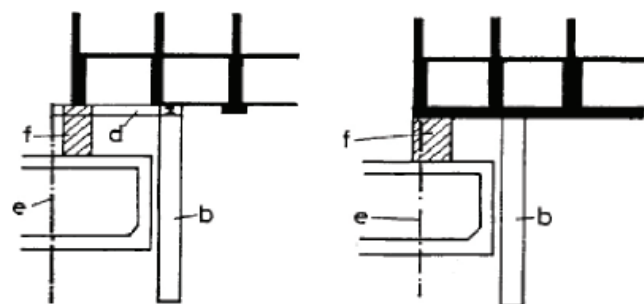
a) Đón đỡ bằng tường bê tông cốt thép và b) gia cố đất



c) Đón đỡ bằng khoan phụt hóa chất kết hợp neo chốt



d) Đón đỡ bằng hệ cột và dầm đỡ



e) Đón đỡ và để công trình tựa lên kết cấu công trình ngầm

Hình 7. Ví dụ một số giải pháp địa kỹ thuật để đón đỡ, bảo vệ các công trình kiến trúc

5. KẾT LUẬN

Phương pháp thi công hở là phương pháp thi công kinh tế nhất để thi công các công trình ngầm, trong những điều kiện cho phép. Nghiên cứu và áp dụng hiệu quả các phương pháp trên cơ sở các kinh nghiệm đã đúc rút được ở trong và ngoài nước sẽ góp phần lựa chọn được các giải pháp kỹ thuật và công nghệ hợp lý.

Trong hoàn cảnh hiện nay, tại các thành phố đã xây dựng khá dày đặc, cần chú ý xem xét khả năng bố trí các tuyến giao thông ngầm dọc theo các tuyến đường bộ sẵn có, thi công bằng phương thức tường - nóc. Quá trình thi công nên thực

hiện theo sơ đồ “cuốn chiếu” để hạn chế ách tắc giao thông.

Ở các thành phố mới, đang phát triển, cần có các quy hoạch sớm cho hệ thống các công trình ngầm, chú ý các kinh nghiệm của thế giới, các bài học về rủi ro đã gặp phải, để tránh các hậu quả phải cải tạo mở rộng sau này.

Để bảo vệ thành hào thi công cũng như xử lý các trường hợp hào thi công đi sát hoặc dưới công trình kiến trúc cần thiết nghiên cứu áp dụng và phát triển các giải pháp địa kỹ thuật thích hợp, đặc biệt là thi công về tường trong đất kết hợp với các phương pháp gia cố khối đất.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Achim Hettler, Theodoros Triantafyllidis, Anton Weißenbach, Baugruben, 3. Auflage, Published 2018 by Ernst & Sohn GmbH & Co. KG.
- [2] EFFC, European Federation of Foundation Contractors, EFFC-Richtlinien für das Risikomanagement, in www.effc.org.
- [3] Gerhard Girmscheid, Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau. 2. Auflage. Gerhard Girmscheid.
- [4] Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin ISBN 978-3-433-01852-1, 2008.
- [5] Juergen Grabe, Spundwand-Handbuch-Berechnung. Makossa Druck und Medien GmbH Pommernstr. 17, 45 889 Gelsenkirchen. Hamburg, 2007.
- [6] RMA. 2006. RMA Standard “Risiko - und Chancenmanagement”, Risk Management Association e.V., 2006.
- [7] Werner Striegler, Tunnelbau. Verlag fuer Bauwesen Berlin. Muenchen, 1993.
- [8] Won Taek Oh, Adin Richard, Critical Heights of Sloped Unsupported Trenches in Unsaturated Sand. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Geotechnical and Geological Engineering, 13 (5), 317-324, 2019.
- [9] Woods P., Screening of surface waves in soils. J. Soil Mech. Found. Div. ASCE, 94, pp. 951-979, 1968.



PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ THÔNG MINH BỀN VỮNG TRONG BỐI CẢNH CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHỆ 4.0 VÀ KHỞI NGHIỆP SÁNG TẠO TẠI MỘT SỐ ĐÔ THỊ MIỀN NAM VIỆT NAM

SUSTAINABLE SMART CITY DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF THE 4.0 TECHNOLOGY REVOLUTION AND INNOVATIVE START UP IN SOME CITIES IN THE SOUTH OF VIETNAM

Pham Kien, Tran Van Thien,
Tran Nguyen Nha Chi, Nguyen Quang Phich

ABSTRACT:

Urban construction and development is an inevitable problem for all countries; it is one of the most important components of social infrastructure, as well as a foundation for economic development and society's superstructure in general. In Vietnam, with the current level of migration and rapid urbanisation, urban development faces significant obstacles in meeting people's requirements, and must be managed and operated scientifically and effectively. On the other hand, with the emergence of the industrial revolution, we are witnessing the appearance of attractive development opportunities for smart technology solutions based on big data. Furthermore, the creative start-up is being promoted and expanded rapidly in terms of both quantity and quality, recruiting a large workforce capable of breaking new ground in terms of serving users. We are confident in our ability to create and develop urban areas with fully equipped facilities, essential utilities, and a current, reliable, and long-term high-tech platform service.

KEYWORDS: *urbanisation, smart city, sustainable city, urban development, Vietnam.*

TÓM TẮT:

Xây dựng và phát triển đô thị là một trong những yếu tố then chốt của cơ sở hạ tầng xã hội, là bệ đỡ cho sự phát triển kinh tế và kiến trúc thượng tầng toàn xã hội. Với tốc độ di dân, đô thị hóa nhanh chóng trong giai đoạn hiện nay đã đặt ra những thách thức lớn trong việc phát triển đô thị nhằm: đảm bảo nhu cầu của người dân, quản lý vận hành khoa học, cho phép triển khai các ý tưởng sáng tạo... Với sự bùng nổ của cách mạng công nghiệp 4.0, nước ta đang đứng trước những cơ hội phát triển đầy hứa hẹn với những sản phẩm công nghệ thông minh trên nền tảng dữ liệu lớn. Bên cạnh đó, công cuộc khởi nghiệp sáng tạo đang được đẩy mạnh và tăng nhanh cả về lượng và chất, có khả năng tạo ra những thành tựu đột phá hướng tới phục vụ người dùng, phát triển xã hội. Chúng ta hoàn toàn có thể tự tin thực hiện được việc xây dựng và phát triển các đô thị với đầy đủ hạ tầng tiện nghi với các dịch vụ nền tảng công nghệ hiện đại, tin cậy, bền vững... đúng nghĩa là đô thị thông minh.

TỪ KHÓA: *Đô thị hóa, thành phố thông minh, thành phố bền vững, phát triển thành phố, Việt Nam.*

Pham Kien

Faculty of Civil Engineering, Van Lang University.

Email: kien.p@vlu.edu.vn

Tran Van Thien

Faculty of Civil Engineering, Van Lang University.

Email: thien.tv@vlu.edu.vn

Tran Nguyen Nha Chi

Vancouver Island University, Canada.

Email: tnnchie1789@gmail.com

Nguyen Quang Phich

Faculty of Civil Engineering, Van Lang University.

Email: nguyenquangphich@vanlanguni.vn

1. INTRODUCTION

In Vietnam, according to the General Statistics Office, there were 6.4 million migrants aged 5 and above in 2019, accounting for 7.3 percent of the total population, with the majority of migrants being women. Migrants are mostly between the ages of 20 and 39 (accounting for 61.8 percent of the total number of migrants). The Red River Delta and the Southeast are the country's two most populous immigrant regions. With 1.3 million immigrants, the Southeast, a developed economic region with extensive industrial zones, is the most appealing destination for migrants (11). Many issues arise as a result of increased population density in such urban areas, including lower capacity (increasing population density), employment and access to social services, higher emissions, and energy consumption. Cities are suffering from climate change, which is mostly caused by humans in the course of development, in addition to population expansion. Energy consumption is mostly concentrated in urban areas, accounting for 67 to 76 percent of total consumption, while emissions account for 71 to 76 percent of total emissions; thus, the issues of housing shortages, slums, and traffic congestion (5) ... several of the other issues that occur when the urbanisation process continues. This is a necessary condition for the advancement of material society. Factors multiply, while responding resources are limited. The issue is that an appropriate approach for

considering and analysing those aspects, as well as their mutual interactions, is required, as well as a huge amount of data to predict relevant important factors.

Faced with such an essential development, the Vietnamese government has drawn on the experiences of leading urbanisation countries, as well as other countries that have accomplished some success, to establish a roadmap including short and long-term projects to maintain control over this unavoidable process. Policies and executive papers are provided on a timely basis to serve as both a legal orientation and a support tool for social development activities, resulting in the establishment of a smart city that is sustainable. Timely updating of technological advances and accurate identification of development directions will reduce the time to implement development plans and ensure the achievement of goals. Decision 950/QĐ-TTg dated August 1, 2018 on "Approval of the Project on sustainable smart city development in Vietnam for the period 2018 - 2025 and orientation to 2030" clearly states the goal: sustainable intelligence in Vietnam towards green growth, sustainable development, exploiting and promoting potentials and advantages, improving the efficiency of resource use; effectively exploit resources and people, improve the quality of life, and at the same time ensure to create conditions for organizations, individuals to effectively participate in research,

construction investment, and management, smart urban development; limit risks and potential hazards; improve the efficiency of state management and the competitiveness of the economy and international integration.

2. RELEVANT FACTORS IN URBAN DEVELOPMENT PLAN

2.1. The close relationship between “Sustainability” and “Smart”

The "smart" city is the answer to urbanization's problems. People employ modern technologies and enormous volumes of data to help the city's management and operations achieve development goals, which include environmental, economic, and social concerns. Is it, nevertheless, possible to construct a "smart city" without or without paying attention to urban sustainability? A city that is "sustainable" does not need to be "smart" (2). Consider how, as urbanisation proceeds, cities that achieve "smart" status must constantly respond to issues such as climate change, rapid population expansion, mutual competitiveness, and economic instability. Cities are constantly vulnerable to risks that are unavoidable consequences of expansion. Failure to contribute to sustainable development plans during urbanisation results in a significant decline in environmental performance (3). The community has been awakened to find solutions and adopt measures connected to more sustainable practises as a result of the unsustainable nature of urbanisation. Past experiences of eco-friendly and livable cities, such as sustainability and quality of life, as well as the integration of technological innovation, were examined by Marsal-Llacuna et al. (9). As a result, "sustainability" must be a cross-cutting goal in the urban development process at all times.

On the other hand, it is apparent that cities cannot use modern technologies generally as a shared setting for management and operation operations while their infrastructure remains inadequate. There are often internal disagreements among stakeholders when it comes to planning

and direction. A community without electricity, for example, will not be able to create a widespread internet system. Infrastructure that fits certain basic characteristics of the urbanisation process, such as vision and suitability of planning, environmental obligations, and contingency circumstances, is required as a foundation for employing technology to address issues that arise. The city's sustainability is demonstrated by meeting these criteria. Singapore is an example of a smart city plan that incorporates environmental considerations. The government's primary goal is to provide innovative solutions to challenges such as urban economics, transportation, energy, and water sustainability. It is known as a city with a high population density and a majority of inhabitants living in public housing (7). Furthermore, a city is described as a municipal entity that uses information technology and real-time analytics to drive economic sustainability.

Cities in Vietnam are also experimenting with and implementing smart urban development. The current state of infrastructure is limited, which has a direct impact on the conditions of production, travel, living, and working in urban areas. This has resulted in a certain constraint in the application of technology in urban areas operation activities, particularly in bringing the service capacity of technology into full play. As a result, the government and local governments have had strong policies in infrastructure investment and building with proper planning, ensuring that the problem of adequate urban space, living and producing conditions with a sustainable orientation is solved. Along with that, there is a strategy of "digital transformation" to fully use technology's service capacity and to foster innovative technology start-ups with the goal of overcoming issues in the urban development process. Sustainable smart city development is the goal.

2.2. Smart cities and Entrepreneurs resources

This is one of the important forces contributing greatly to the application of new technologies to serve the needs of smart cities.

Because technology is constantly evolving, we must always have the most up-to-date technology in order to satisfy our demands; otherwise, we risk becoming obsolete and inefficient. Entrepreneurial spirit is always present and energised. With smart cities, the demand for technology application is much greater, particularly in terms of updating and upgrading, which must be done on a regular basis to ensure convenience and efficiency. For example, we cannot continue to use pictures through camera technology to discipline traffic violations, but there will be other technologies to provide better accuracy and efficiency. Smart cities that embrace technology, on the other hand, establish a rich network environment that enables digital applications and kickstart large-scale technical innovation processes to generate new applications, environments, and technologies. This not only aids cities' social, cultural, and urban growth, but it also creates market opportunities for enterprises (8). First, the technology market allows enterprises to supply services and create new smart city technologies. Second, once technologies are implemented, they generate vast volumes of data, which is extremely useful in identifying new opportunities in the technology supply chain. For example, collecting, modelling, and aggregating social data, as well as providing solutions for third-party applications created by enterprises interested in exploiting such data to generate valuable applications. The government is at the heart of a sustainable smart city, with various policies and viewpoints aimed at restoring balance and stability for businesses, particularly young creative entrepreneurs. A smart and sustainable city is one in which small enterprises compete fairly and equally with giant enterprises. A sustainable and smart city must generate sustainable ideals, such as cultural values, transparency, and fairness, in addition to technology, industry, and infrastructure.

Currently, the Vietnamese government is making tremendous efforts to encourage innovative start-ups by enacting laws such

as streamlining administrative procedures in operations and providing investment cash to encourage innovative entrepreneurs. Locally, innovative startup hubs were established with an emphasis on the mission of adoption, innovation in technology and the goal of rallying and encouraging the entrepreneurial force. Local governments, prominent firms, and specialists all contribute to these centres, which are tasked with assisting and advising startups and emerging firms. Obviously, the above policies are the appropriate direction in the context of the 4.0 industrial revolution. New technology and data have changed the face of the city so quickly, contributing to the resolution of many central challenges, and therefore active participation of the start-up force in the role of developing useful applications, creating job opportunities, and contributing to the creation of a sustainable smart city is essential.

2.3. Citizen's agreement and aim to benefit citizenship

Residents are the most important aspect in the urbanisation process, as explained in section "Urban Development in The South Vietnam in The New Context", and they are also the recipients of the smart city's services and achievements. Not only that, but it is this force that will determine the future path of development and urban formation because, after all, the majority of residents' needs reflect the development trend. Citizens that play an active role in the smart city support the use of smart technology, which allows technology companies to increase production and profit from the high level of public use of high tech. Furthermore, governments must recognise that, in the context of technology 4.0 development, top-down management and operation strategies are not only unproductive, but also a waste of time. These plans, on the other hand, are based on the opinions and needs of the majority of people, are highly realistic, and achieve the desired result. Citizens are the city's most valuable resource, and they help in managing the city's health and operations in addition to contributing fresh ideas

for innovation. They can use smart devices to evaluate certain activities or services, resulting in a database and a vast amount of data that managers can use to analyse trends and make the most practical operational decisions.

Residents must be addressed with particular action plans in any urban development policy. Targeting the people and utilising their resources entails ensuring that they have equal access to all urban operations and actively engage in them. Immigration policies, in particular, are reflected through mechanisms on housing, employment, education, and health and safety as an integral part of the city's socio-economic growth. "Leaving no one behind" (12) is a theme that is frequently mentioned and emphasised on the agendas, and it is an important criterion of sustainable development that each smart city should always consider essential.

3. APPLICATION FOR DEVELOPMENT SITUATIONS IN VIET NAM

3.1. The suitable approach

In the context of Vietnam's development, the majority of urban centers were formed prior to the war, a few new ones were formed after the war, and the overall situation is that infrastructure is still limited, with the exception of a few urban areas that are quite responsive when compared to the exploitation needs of the society. The difficulty of urban planning and home construction is obvious due to the high rate of migration from rural and less developed areas to urban areas. The development of production has been associated with numerous factors, the most notable of which is the emission status, which has had a significant impact on the environment.

The level of air pollution is always at an alarming threshold, the groundwater level lowering has a severe impact on water use, and diseases easily spread in densely populated areas. Cities are faced with difficulties such as employment demand, income, and policy access as a result of population growth, resulting in inequality among demographic groups, occupational groups, and communities, and ultimately causing community conflict.

The sustainable smart city development plan, according to Project 950, is divided into three phases: 2018-2020, 2021-2025, and 2026-2030, specifically:

- Phase 1: 2018-2020: Building and piloting the use of the Information and Communication Technology (ICT) Reference Framework for smart city development, as well as an urban spatial data infrastructure system, land data consolidation, and other infrastructure. Developing appropriate population, traffic, land, and building investment management models in pilot cities; create a national urban database.

- Phase 2: 2020-2025: On the basis of the preliminary and final review of the pilot implementation, design and complete the legal corridor and legal regulations; deploy and apply the ICT reference framework for smart city development in Vietnam.

Publication of priority national standards to aid in the execution of smart city pilot projects, with a focus on urban management, lighting, traffic, water supply and drainage, and collection and treatment. Waste management, power grid, catastrophe risk warning system, and ICT infrastructure system are all examples of infrastructure systems.

Table 2. Assessment of key factors related to resident's lives according to different important levels

The importance level of the factors	Not important	Less important	Average	Important	Extremely important
Modern infrastructure	0.94%	3.77%	6.60%	27.36%	61.32%
Services for convenient life	0.00%	4.72%	4.72%	33.02%	57.55%
Fresh and safe environment	0.00%	0.94%	3.77%	13.21%	82.08%
The guarantee for the quality of life and work	0.00%	0.95%	3.81%	17.14%	78.10%

Developing urban spatial data infrastructure, merging land, construction and other data on Geographic Information System (GIS) in pilot cities phase 1.

In at least three urban centres of grade II or higher, pilot an urban planning decision support system and an urban planning information lookup system.

- Phase 3: 2026-2030 Finishing the pilot phase 1 and gradually deploying and repeating across fields and regions, building a network of interconnected smart cities with the ability to expand. .

Developing smart urban chains across the North, Central, South, and Mekong Delta areas, with Hanoi, Ho Chi Minh City, Da Nang, and Can Tho as the centers, and creating a network to connect smart cities.

3.2. Survey and discussion about sustainable smart city

To clarify the progress of building a sustainable smart city in 5 major cities (Ho Chi Minh, Thu Dau Mot Binh Duong, Bien Hoa - Dong Nai, Can Tho, Ba Ria - Vung Tau) in Northern Vietnam, the research conducted a survey on five main aspects: identifying a sustainable smart city, information transparency, development policy, support for creative start-ups, government system modernization, and people's agreement (focused on residents and businesses). Even though the scope of the poll was not wide enough, the opinions and viewpoints contributed to the overall trend and can be deemed appropriate and necessary.

Table 3. Evaluation of the main factors related to the operation of the enterprise according to other levels of importance

The importance level of the factors	Not important	Less important	Average	Important	Extremely important
Infrastructure (technical and social infrastructure) and plan for using land	2.04%	2.04%	8.16%	14.29%	73.47%
Applying technology in activities of government, businesses, and people	4.08%	2.04%	8.16%	28.57%	57.14%
Preservation of historical and cultural works of the city	4.08%	2.04%	12.24%	18.37%	63.27%
Sustainable development and adaption to the effects of climate change	2.04%	2.04%	4.08%	8.16%	83.67%

Identify the sustainable smart city

When asked if incorporating advanced technologies into daily activities is an indicator of a sustainable smart city, more than 75% of residents and businesses said their cities are either working on it or planning to do so (Table 1).

As a result, it demonstrates the government's transparency in providing information to residents and businesses. It also raises citizens' and companies' knowledge of what constitutes a sustainable smart city.

Furthermore, the findings of people's replies to the importance of the key variables clearly represent the city's sustainability and smartness.

Infrastructure, quality of life, convenience of services, and the environment were all evaluated as important or extremely important by 90% of respondents, demonstrating the unavoidable necessity to live and work in a sustainable smart city (Table 2).

Similarly, when questioned about the extent to which the aspects of a sustainable smart city are deemed significant and highly important by enterprises, 88.68 percent is the lowest number (Table 3).

Furthermore, when asked about the future objective of urban building and growth, more than 97 percent of the surveyed businesses

believe that the city will be constructed around three primary aspects in the future: sustainable, dynamic, and creative development. These are also the "inevitable characteristics" of a sustainable smart city, which Vietnam is constructing and developing.

The success of a modern, "open" city is the fact that most social forces (people and enterprises) readily identify the urban development process. Furthermore, these forces recognise the importance of not only having solid plans and effective activities to develop, but also maintaining and promoting the "sustainability" of urban areas, as shown in Tables 2 and 3 by environmental factors, climate change adaptation, and quality of life.

Table 1. The table of information on sustainable smart city development by residents and businesses

Does the government where you live have a sustainable smart city development?	Residents	Businesses
Already had	47.17%	56.25%
Still in preparation	26.42%	18.75%
No	26.42%	25.00%
Does the government have an information center to serve the development of sustainable smart city?		
Already had	33.96%	63.27%
In preparation	37.74%	14.29%
No	28.30%	22.45%

Sustainable Smart City is an Open Environment for Innovative Start-up and Applying 4.0 Technology

Will the government publish plans and rules as a guideline when asking individuals more specific questions about start-ups and the deployment of new technologies in the smart city development process? Obviously, this is a highly deep question, and to understand the facts on this problem, the respondent must have a higher level of interest (in their work and life) than the rest. As a result, 37.14 percent of respondents said the government has

provided policies to implement these issues, the same number said the government is preparing to implement (that is, not yet implemented at the time of the survey), and the remaining 25.7 percent said the government has not taken action on this issue (Table 4).

In reality, all five cities included in the poll had policies on long-term smart city development that emphasised.

the use of science and technology, as well as innovative start-ups, in the locality's "Digital Transformation" programmes. However, more than a third of those who are familiar with the topic believe that their interest in start-ups and technology should be encouraged. If one-third of people in urban areas have an entrepreneurial spirit and desire to create a firm, this is a tremendous force that can influence whether or not the urbanisation process succeeds.

When questioned about policies that assist operations and development, practically all firms said that the local government was responsible. In particular, 35.42 percent of businesses said they have policies on low-cost high-tech services, 31.25 percent said they have policies on capital support, 29.17 percent said they have policies on legal and administrative procedures support, and the rest said they have other support policies (Table 5). However, it is vital to concentrate on legal and administrative data, which is the aspect that the least number of firms (29.17 percent) are aware of, but which is the finest support side for business operation and development.

Over 97 percent of respondents said they are ready to use new technology applications in daily activities, and over 87 percent of businesses said they are ready to apply technology to their production and business activities, indicating that businesses and people value the issue of applying technology in life and work (Table 6). As a result, technology has produced great and substantial effects, and for smart cities, this is the "central feature" that will aid in urban administration and operation.

Local governments, in general, emphasise the issue of establishing a start-up force and implementing new technology through legislation and operational support mechanisms while establishing plans for smart city development. People and businesses must actively seek out policies, particularly administrative procedures, finance sources, and innovative low-cost technologies in order to expand job prospects and add value to society.

Table 6. Responses of residents and businesses about applying technology in life and work

Are you ready to use high technology in your daily life and work?	Residents	Businesses
Ready	73.08%	63.27%
Step by step	24.04%	24.49%
Not ready	2.88%	12.24%

Unity and Support of Social Forces

The survey results suggest that over 98 percent of people and over 95 percent of businesses agree with the local government's strategy on smart city development with community-oriented goals, start-ups, and new technology application (Table 7). It also demonstrates that good policies have resulted in widespread agreement, which, of course, means that the anticipated effect may be achieved in the implementation phase with few hurdles. It is also a way to mobilise all social resources in order to speed up the implementation process and achieve the objective of long-term smart city development.

The study also emphasised the challenge of mobilising social forces, with 90.57 percent of respondents believing that establishing a smart city requires a combination of three components: government, businesses, and people. This is an unavoidable affirmation of the city planning strategy. Social forces execute many key duties in order to work together toward a shared objective, with the government serving as the primary initiator and leader, and businesses serving as the primary

Table 4. The awareness of residents about the support policies for innovation start-ups and applying the 4.0 technology

Has the local government integrated the goals of high-tech application and support for innovative start-ups?	Residents
Already had	37.14%
In preparation	37.14%
Not yet	25.71%

Table 5. Responses of businesses about the support policies on operation and development

Does your business receive any of the following support to operate and develop?	Businesses
Low-price high-tech services	35.42%
Policies (administrative, legal)	29.17%
Investment funds	31.25%
Other support	4.17%

Table 7. Approval of residents and businesses on urban development policies

Do you agree with the government's sustainable smart cities development policy with community-oriented goals, innovative start-ups and 4.0 technology?	Residents	Businesses
Totally agree	66.04%	61.22%
Agree	32.08%	34.69%
Disagree	1.89%	4.08%

force. People are both the beneficiaries and the force that sets the criteria and contributes resources as an active factor that adds value to the socio-economic system.

3.3. Recommendations

In general, the construction and development of a sustainable smart city in Vietnam must have the following key elements:

- Construction and development of infrastructure must be complemented by environmental sustainability.

- Develop and implement innovative technologies to meet people's needs while also assisting in good management and administration. The government must have sound policies in place for innovative start-ups and broaden its collaboration.

- People must be at the centre of development. People must agree on policies, and the support and input of the people is a valuable resource for urban development. To take advantage of this resource, the government must play the role of connecting the entire population. Local identity culture is an

issue that must be encouraged because it is a critical component of community cohesion.

The government can use the integrated input - output urban development model (10) to address the difficulties that arise during the urbanisation process. The inputs, throughputs, outputs (applications), and results (externalities) of the smart city development process are all included in the Input-Output (IO) model for smart city development. The IO model assists in clarifying features of the smart city development process, classifying smart city development roadmap, and creating insight into actions and possible intervention policies through the generated table on "Design factors and indicators of smart city development".

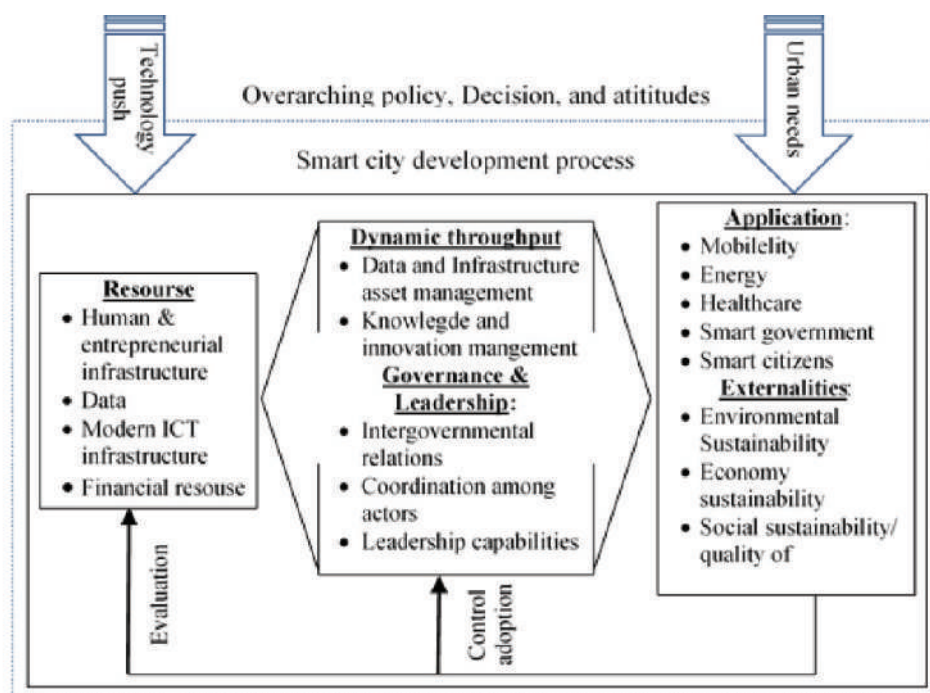


Figure 1. Input - Output Modelling for Smart City Development (10)

4. CONCLUSIONS

Studying the process of establishing and growing smart cities in Vietnam, as well as delving further into particular localities in the southern portion of the country, reality reveals that smart city construction can be dependent on local factors: level of socioeconomic development, each region's culture, people resources, strengths, business community, innovative start-up

community, policy vision, and local leaders' vision. From that we can conclude:

- In terms of environmental culture, economics, society, and natural environment, this firmware is considered to be solid.

- Second, a smart city must be an urban region with high-tech applications based on the 4.0 revolution in all urban activities, with an emphasis on building the creative startup community

at the same time. The implementation of new technology always goes hand in hand with the creation of a smart city. As a result, the smart city becomes a marketplace, an environment for science and technology development, and a venue for creative companies to promote their inventive, pioneering, and creative values. Scientific and technological advancements used by start-up companies help shorten the testing process, provide a variety of ideal technology options, and reduce the time it takes for testing to move into production. As a result, the smart city is supported by a variety of technologies, the startup community develops stronger, residents have access to a variety of services, and the government is well-managed.

- Third, the local government, business community, and citizens must all agree on how to construct a smart city. The Vietnamese nation's long-standing tradition of consensus and unification of "all for one" is most clearly demonstrated in recent times when Vietnam's anti-Covid-19 epidemic has been unified from the government to businesses and industries. People produce excellent accomplishments that are well-received by the international community. Local governments, on the other hand, cannot work alone to achieve success with the above criteria, but they must work as supporting pillars that connect social forces to promote sustainable and stable urbanisation. Therefore, it is critical to step up efforts to encourage social forces to better absorb local and national goals. Local governments must also be given additional ability, particularly in terms of employing government finances, to implement solutions more quickly. In order to take advantage of resources and promote sustainable smart city development, governments must also stress local characteristics and cultural identities in their sustainable development policies and action plans, while also expanding the engagement of social forces.

On the basis of the current status of cities in Vietnam, authorities in urban areas may consider

using an integrated input-output urban model (10) to develop (mentioned in section "Urban Development in The South Vietnam in The New Context"). This is a model that can be created using high-tech platforms like AI and big data to precisely identify problems that need to be fixed while also suggesting effective solutions.

Acknowledgements

Sincere thanks to Van Lang University for sponsoring this research.

Sincere thanks to Department of Information and Communication of Ho Chi Minh City, Department of Information and Communication of Dong Nai, BECAMEX Company (Binh Duong) for supporting research materials. And thanks to Tran Quoc Long (Niagara College, Canada) for supporting document searching and editing.

5. REFERENCES

- [1] Abrams R. What could a Biden presidency look like for your small business? Let's look at his top 6 proposals. USA TODAY2020.
- [2] Angeliki Maria Toli, Murtagh aN. The Concept of Sustainability in Smart City Definitions. *Frontiers in Built Environment*. 2020;6.
- [3] Anna Kramers, Mattias Höjer, Nina Lovehagen, Wangel J. Smart sustainable cities - Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities. *Environmental Modelling and Software*. 2014; 56: 52-62.
- [4] Decisions of Vietnam and local government about "sustainable smart city development".
- [5] Division P. World Urbanization Prospects. The 2018 Revision. New York: United Nations, Affairs DoEaS; 2019.
- [6] Holland O. Singapore is building a 42,000-home eco 'smart' city. CNN2021.
- [7] James Evans, Andrew Karvonen, Andres Luque-Ayala, Chris Martin, Kes McCormick, Rob Raven, et al. Smart and sustainable cities? Pipedreams, practicalities and possibilities. *Local Environment*. 2019;24(7):557-64.
- [8] Kummitha RKR. Smart cities and entrepreneurship: An agenda for future research. *Technological Forecasting & Social Change*. 2019;149.

- [9] Maria-Lluïsa Marsal-Llacuna, Joan Colomer-Llinàs, Meléndez-Frigola J. Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. *Technological Forecasting & Social Change*. 2015;90(PB):611-22.
- [10] Negar Noori, Thomas Hoppe, Jong aMd. Classifying Pathways for Smart City Development: Comparing Design, Governance and Implementation in Amsterdam, Barcelona, Dubai, and Abu Dhabi. *Sustainability*. 2020;12(10):1-24.
- [11] Vietnam GSOo. Press release on results of the population and housing census 01/4/2019. 2019.
- [12] World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization. 2020.



MÔ PHỎNG SỐ VỀ LAN TRUYỀN VẾT NỨT TRONG DẦM BÊ TÔNG

NUMERICAL SIMULATION OF CRACK GROWTH IN THE CONCRETE BEAMS

Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Quang Phích,
Nguyễn Ngọc Long Giang

ABSTRACT:

This article presents the simulation results of the crack growth in notched concrete beams under three point bending by finite element method (Phase2 software). The results show that crack propagation depends on many factors such as the strength of the concrete, the magnitude of loading, the size of the initial crack. Cracks in concrete beams is formed and propagation mainly due to the tensile stress when it is greater than tensile strength of concrete material. This is perfectly reasonable, because the tensile strength of concrete material is much smaller than the compressive strength.

KEYWORDS: *concrete beam, crack growth, notched concrete beam, Phase2.*

TÓM TẮT:

Bài báo trình bày phương pháp mô phỏng sự phát triển nứt trong dầm bê tông có vết nứt mới bằng phương pháp phần tử hữu hạn (phần mềm Phase2). Kết quả cho phép nhận thấy sự lan truyền nứt phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như cấp độ bền của bê tông, cấp tải trọng tác dụng, kích thước vết nứt mới ban đầu. Các vết nứt trong bê tông bắt đầu xuất hiện và lan truyền chủ yếu do ứng suất kéo sinh ra trong vật liệu do tải trọng tác động vượt quá độ bền kéo của bê tông. Điều này là hoàn toàn phù hợp vì khả năng chịu kéo của vật liệu bê tông nhỏ hơn rất nhiều so với khả năng chịu nén.

TỪ KHÓA: *dầm bê tông, lan truyền nứt, vết nứt mới, Phase2.*

Nguyen Van Manh

Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18, Vien Street, Duc Thang Ward, Bac Tu Liem District, Hanoi.

Email: nguyenvanmanh@humg.edu.vn

Tel: 08384449495

Nguyen Quang Phich

Faculty of Civil engineering, Van Lang university

Email: nguyenguangphich@vanlanguni.vn

Tel: 0903453885

Nguyen Ngoc Long Giang

Mien Tay Construction University. 20B, Pho Co Dieu Street, Ward 3, Vinh Long City, Vinh Long Province.

Email: longgiang@mtu.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sử dụng các mô hình để phân tích, đánh giá sự phá hoại các bộ phận kết cấu công trình đã và đang được áp dụng trong tính toán thiết kế nhằm nâng cao độ chính xác, độ tin cậy khi tính

toán tuổi thọ của công trình. Lý thuyết cơ học phá hủy bê tông đã được áp dụng để phân tích sự phá hoại của các bộ phận kết cấu như dầm, vỏ hầm hay tường chắn bê tông do sự xuất hiện và lan truyền các khe nứt (Trần Thế Truyền, 2006;

Nguyễn Thanh Vũ và ctv, 2014). Tuy nhiên, khi áp dụng phương pháp này để đánh giá sự làm việc của kết cấu bê tông đòi hỏi phải tiến hành rất nhiều thí nghiệm để xác định các đặc trưng cơ học của vật liệu, đặc biệt là các đặc trưng nứt cơ bản của vật liệu bê tông, để làm cơ sở cho việc tính toán thiết kế và dự đoán sự phá hoại. Các đặc trưng nứt của một số loại bê tông thường dùng trong xây dựng ở Việt Nam đã được xác định thông qua thí nghiệm (Trần Thế Truyền và Nguyễn Xuân Huy, 2011; Nguyễn Thanh Vũ và ctv, 2014). Đây là các thông số rất hữu ích trong việc tính toán dự báo sự phát triển của các khe nứt trong kết cấu công trình bằng bê tông và bê tông cốt thép.

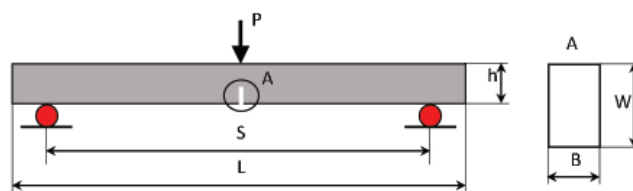
Trên thế giới có rất nhiều mô hình đã được đề xuất và áp dụng để dự báo, phân tích sự phát triển của khe nứt trong kết cấu bê tông (Bazant và Yavari, 2005; Carpinteri và ctv, 2008; Farhidzadeh và ctv, 2013). Đa số các mô hình này đều tính toán sự phát triển nứt dựa trên hệ số tập trung ứng suất K . Khi ứng suất sinh ra trong vật liệu do ngoại lực tác động vượt quá giá trị hệ số tập trung ứng suất thì nứt bắt đầu lan truyền trong vật liệu. Việc tính toán sự lan truyền nứt bằng các phương pháp giải tích này tương đối phức tạp và cần nhiều các thông số cơ học của vật liệu. Với sự phát triển mạnh của các phần mềm tính toán hiện nay, nghiên cứu áp dụng để mô hình hóa và tính toán sự lan truyền nứt trong dầm bê tông có vết nứt mỗi chịu tác động của tải trọng nhằm có các giải pháp phù hợp để gia cố, sửa chữa, đảm bảo cho kết cấu làm việc trong giới hạn an toàn cho phép là rất cần thiết. Bài báo trình bày phương pháp xây dựng mô hình tính toán sự lan truyền nứt trong dầm bê tông có vết nứt mỗi bằng phần mềm Phase2 (Rocscience, 2020).

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN

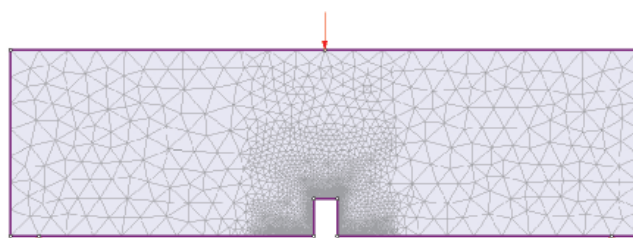
Mô hình mô phỏng sự lan truyền nứt trong dầm bê tông có vết nứt mỗi được xây dựng bằng phần mềm Phase2 - dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn. Giả thiết dầm bê tông có chiều dài L (m), chiều cao h (m), khoảng cách giữa 2 gối

tựa của dầm là S (m). Dầm bê tông được tạo sẵn vết nứt mỗi ở giữa dầm có chiều rộng B (mm), chiều cao W (mm) như trên Hình 1.

Mô hình uốn dầm bê tông có vết nứt mỗi như trên Hình 1 được xây dựng bằng chương trình Phase2 như trên Hình 2. Phần tử lưới tam giác quanh khu vực vết nứt mỗi được chia nhỏ hơn để nghiên cứu sự lan truyền nứt trong dầm.



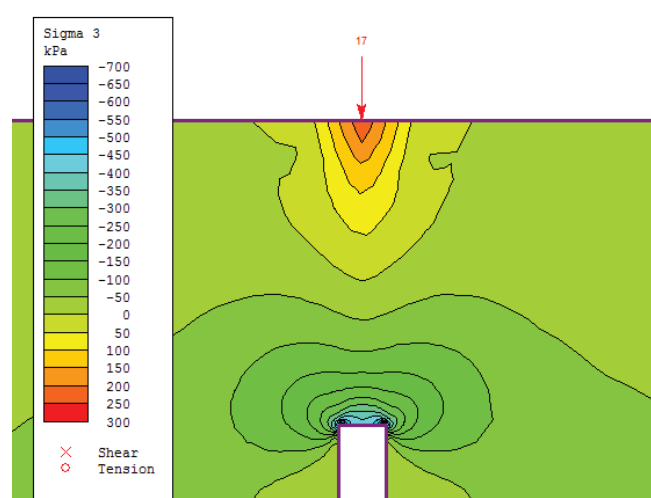
Hình 1. Sơ đồ uốn dầm bê tông có vết nứt mỗi



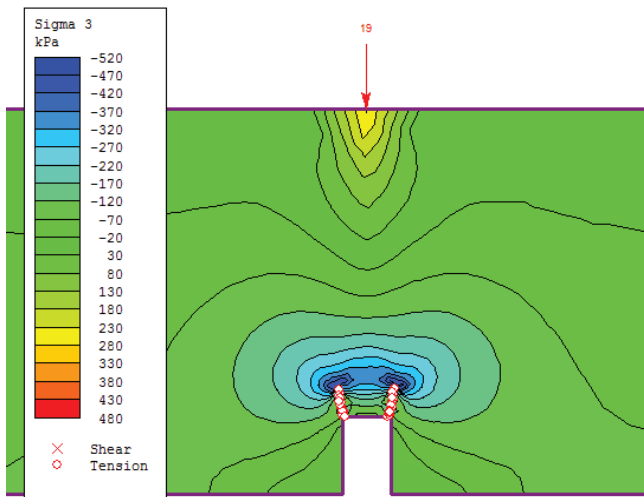
Hình 2. Mô hình uốn dầm bê tông có vết nứt mỗi bằng phần mềm Phase2

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

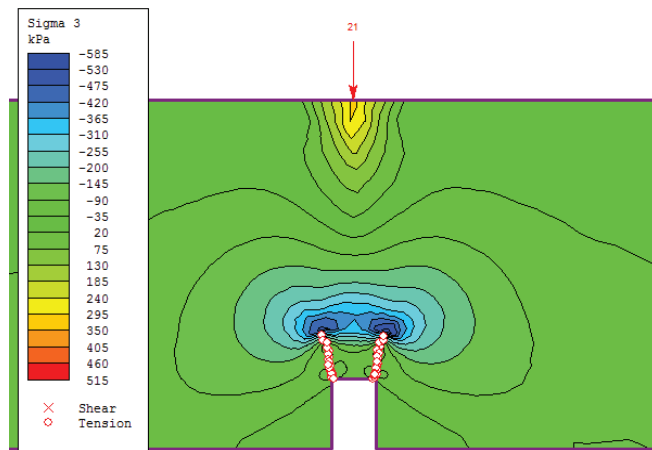
3.1. Ảnh hưởng của tải trọng đến sự phát triển nứt trong dầm bê tông



Hình 3. Thành phần ứng suất chính σ_3 và sự phát triển nứt trong dầm bê tông có vết nứt mỗi khi tải trọng tác dụng $P = 17$ kN



Hình 4. Thành phần ứng suất chính σ_3 và sự phát triển nứt trong dầm bê tông có vết nứt mỗi khi tải trọng tác dụng $P = 19$ kN

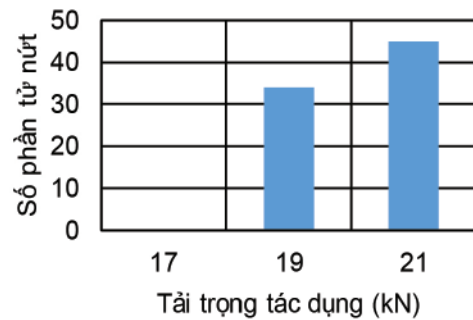


Hình 5. Thành phần ứng suất chính σ_3 và sự phát triển nứt trong dầm bê tông có vết nứt mỗi khi tải trọng tác dụng $P = 21$ kN

Để nghiên cứu ảnh hưởng của tải trọng tác dụng đến sự phát triển nứt trong dầm bê tông có vết nứt mỗi, tiến hành tính toán cho mô hình dầm bê tông có các thông số như sau: chiều dài dầm $L = 1,32$ (m); chiều cao dầm $h = 0,4$ (m); khoảng cách giữa 2 gối tựa của dầm $S = 1,2$ (m); chiều rộng vết nứt mỗi $B = 50$ (mm); chiều cao vết nứt mỗi $W = 80$ (mm); tải trọng tác dụng P thay đổi lần lượt là 17, 19 và 21 kN. Vật liệu chế tạo dầm là bê tông có cấp độ bền B20. Kết quả tính toán sự phát triển nứt khi thay đổi tải trọng được thể hiện lần lượt trên các Hình 3, 4 và 5.

Từ Hình 3 đến 5 có thể dễ dàng nhận thấy khi tải trọng tác dụng tăng lên thì sự phát triển nứt cũng tăng lên. Với bê tông có cấp độ bền B20 dưới

tác dụng của tải trọng là 17kN thì chưa có vết nứt xuất hiện, ứng suất kéo lớn nhất xuất hiện ở mép góc của vết nứt mỗi có giá trị khoảng -500 kPa như quan sát thấy trên Hình 3.



Hình 6. Ảnh hưởng của tải trọng đến số lượng phần tử bị nứt

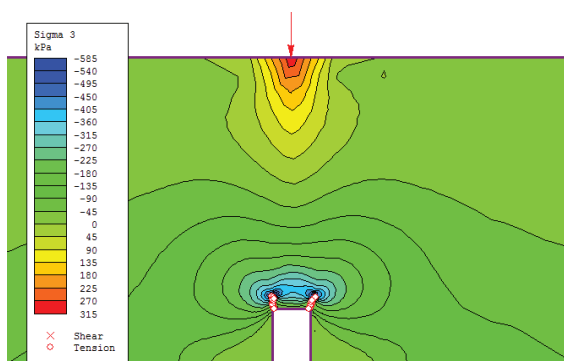
Khi tăng tải trọng lên 19kN thì bắt đầu xuất hiện vết nứt ở góc của vết nứt mỗi như trên Hình 4. Đây chính là các vị trí có sự tập trung ứng suất cao nên sự phát triển nứt bắt đầu từ các vị trí này. Tổng số phần tử bị nứt trong trường hợp này là 34 phần tử. Khi tải trọng tác dụng tăng lên 21 kN, sự phát triển của vết nứt từ vết nứt mỗi tăng lên rõ rệt như trên Hình 5, số phần tử nứt do nứt tăng từ 34 lên 45 phần tử. Kết quả sự thay đổi số phần tử nứt theo tải trọng tác dụng thể hiện trên Hình 6. Như vậy, dựa vào mô hình kết cấu dầm bắt đầu bị phá hủy, có thể xác định được giá trị tải trọng bắt đầu xuất hiện vết nứt từ vết nứt mỗi. Từ đó có thể xác định được giới hạn bền của vật liệu, hay nói cách khác có thể xác định được hệ số tập trung ứng suất.

3.2. Ảnh hưởng của chiều cao vết nứt mỗi đến sự phát triển nứt trong dầm bê tông

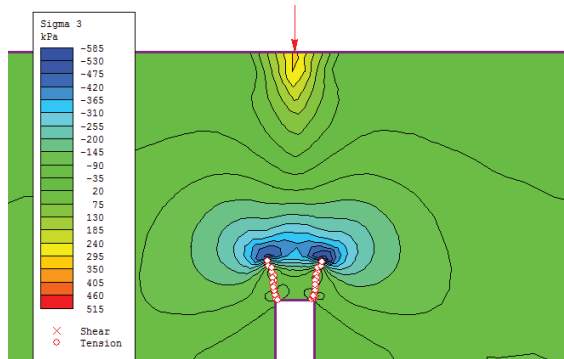
Để nghiên cứu ảnh hưởng chiều cao ban đầu của vết nứt mỗi đến sự phát triển nứt trong dầm bê tông, giả thiết chiều rộng vết nứt mỗi là 50 mm còn chiều cao thay đổi lần lượt là 70, 80 và 90 mm; dưới tác dụng của tải trọng $P = 21$ kN. Vật liệu chế tạo dầm là bê tông có cấp độ bền B20. Kết quả tính toán sự phát triển nứt khi chiều cao vết nứt mỗi thay đổi từ 70 lên 80 và 90 mm được thể hiện lần lượt trên các Hình 7, 8 và 9.

Trên Hình 7 đến Hình 9, dễ dàng nhận thấy

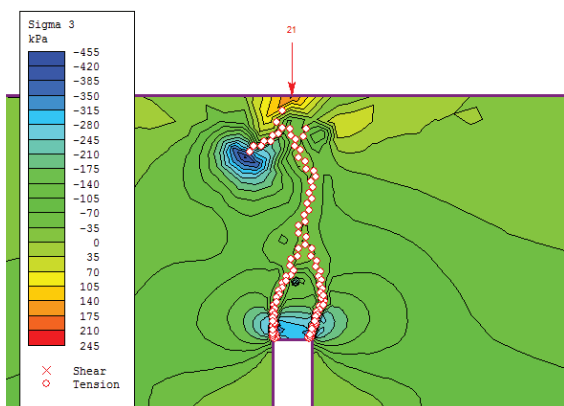
khi thay đổi kích thước chiều cao vết nứt mỗi trong dầm bê tông từ 70 mm lên 80 mm và 90 mm thì sự phát triển của vết nứt có sự thay đổi rất lớn. Khi chiều cao vết nứt mỗi là 70mm thì chỉ có 27 phần tử bị nứt. Trong khi đó nếu tăng chiều cao vết nứt mỗi từ 70 mm lên 80 mm thì số phần tử nứt tăng từ 27 lên 45. Nếu tiếp tục tăng chiều cao vết nứt mỗi lên 90 mm thì số phần tử nứt tiếp tục tăng lên thành 102. Kết quả sự thay đổi số phần tử nứt theo chiều cao vết nứt mỗi thể hiện trên Hình 10.



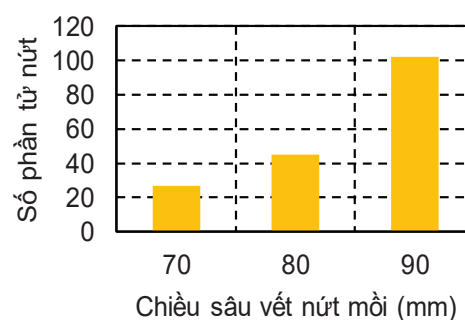
Hình 7. Thành phần ứng suất chính σ_3 và sự phát triển nứt trong dầm bê tông có vết nứt mỗi 50×70 mm



Hình 8. Thành phần ứng suất chính σ_3 và sự phát triển nứt trong dầm bê tông có vết nứt mỗi 50×80 mm



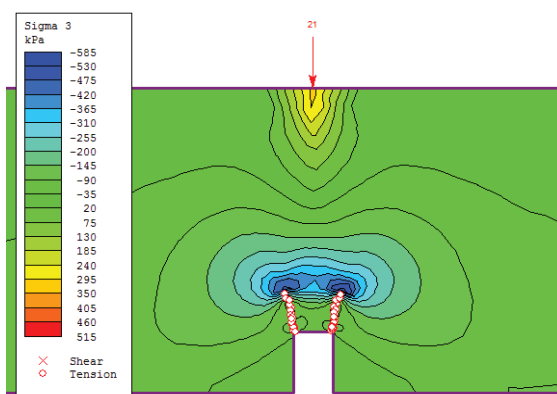
Hình 9. Thành phần ứng suất chính σ_3 và sự phát triển nứt trong dầm bê tông có vết nứt mỗi 50×90 mm



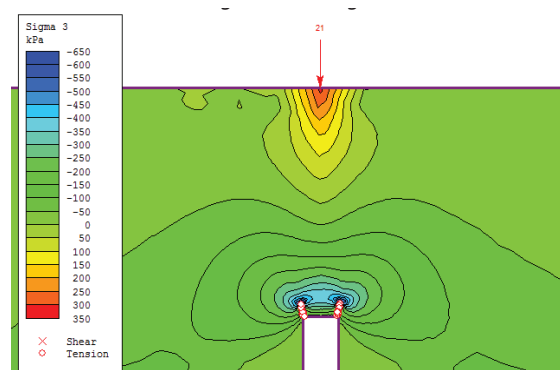
Hình 10. Ảnh hưởng của chiều cao vết nứt mỗi đến số lượng phần tử bị nứt

3.3. Ảnh hưởng của cấp độ bền bê tông đến sự phát triển nứt trong dầm bê tông

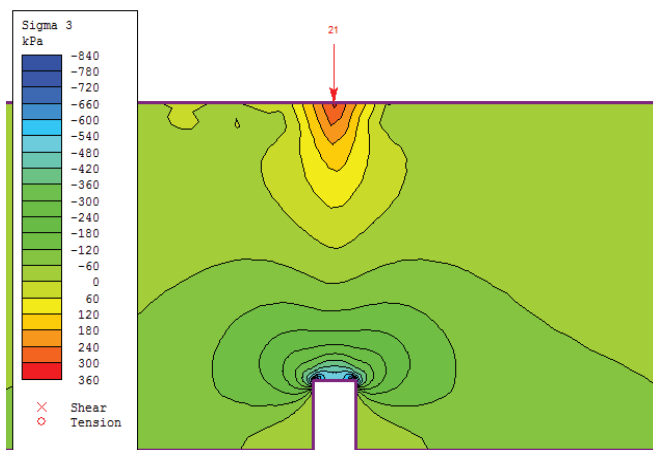
Để nghiên cứu ảnh hưởng của cấp độ bền bê tông đến sự phát triển nứt trong dầm bê tông, giả thiết cấp độ bền của bê tông thay đổi lần lượt là B20, B25 và B30 dưới tác dụng của tải trọng $P = 21$ kN. Vết nứt mỗi ban đầu có kích thước $B \times W = 50 \times 80$ (mm). Kết quả mô phỏng sự phát triển nứt khi thay đổi cấp độ bền bê tông được thể hiện trên các Hình 11 đến Hình 13.



Hình 11. Thành phần ứng suất chính σ_3 và sự phát triển nứt trong dầm bê tông B20

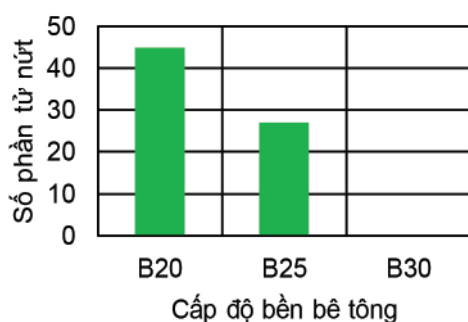


Hình 12. Thành phần ứng suất chính σ_3 và sự phát triển nứt trong dầm bê tông B25



Hình 13. Thành phần ứng suất chính σ_3 và sự phát triển nứt trong dầm bê tông B30

Quan sát trên các Hình 11 đến 14 cho thấy, khi cấp độ bền của bê tông tăng lên thì số phần tử nứt bị giảm đáng kể: giảm từ 45 xuống 27 và 0 tương ứng với cấp độ bền bê tông tăng từ B20 lên B25 và B30. Nguyên nhân của sự giảm số phần tử nứt khi tăng cấp độ bền bê tông là bởi vì khi cấp độ bền bê tông tăng, đồng nghĩa với giá trị độ bền kéo và mô đun đàn hồi của bê tông tăng lên. Cụ thể khi tăng cấp độ bền của bê tông từ B20 lên B25 và B30 thì giá trị mô đun đàn hồi và độ bền kéo của bê tông tăng tương ứng lần lượt là: $E_{20} = 27\text{GPa}$, $\tau_{20} = 0,9\text{MPa}$; $E_{25} = 30\text{GPa}$, $\tau_{20} = 1,05\text{MPa}$; $E_{30} = 32,5\text{GPa}$, $\tau_{30} = 1,2\text{MPa}$ (Phan Quang Minh và ctv, 2006). Như vậy để giảm nứt thì có thể tăng cấp độ bền của bê tông.



Hình 14. Ảnh hưởng của cấp độ bền bê tông đến số lượng phần tử bị nứt

4. KẾT LUẬN - CONCLUSIONS

Mô hình mô phỏng sự phát triển nứt trong dầm bê tông có vết nứt môi đã được xây dựng bằng phần mềm Phase2. Kết quả cho thấy sự lan truyền nứt phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như

cấp độ bền của bê tông, cấp tải trọng, kích thước vết nứt môi ban đầu v.v... Khi ứng suất trong vật liệu do tải trọng tác dụng sinh ra vượt quá giới hạn bền của bê tông sẽ làm cho vật liệu bị nứt. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng các vết nứt trong bê tông chủ yếu do ứng suất kéo lớn hơn độ bền kéo của bê tông. Điều này là hoàn toàn phù hợp vì khả năng chịu kéo của vật liệu bê tông nhỏ hơn rất nhiều so với khả năng chịu nén.

Kết quả nghiên cứu có thể làm cơ sở để xác định được trước những nguy cơ phá hủy các kết cấu bê tông có vết nứt môi, khiến các kết cấu không thể làm việc được bình thường. Từ đó ta có thể đưa ra các giải pháp cụ thể, chọn chiều cao, kích thước, loại bê tông hợp lý, để đảm bảo được cho các kết cấu có thể làm việc một cách bình thường đúng công dụng.

Bài báo mới chỉ đề cập đến các kết quả nghiên cứu sự phát triển nứt trong dầm bê tông. Tuy nhiên, trong thực tế, các kết cấu công trình xây dựng thường là kết cấu bê tông cốt thép. Vì vậy, cần có những nghiên cứu tiếp theo cho kết cấu là vật liệu tổ hợp bê tông cốt thép để phù hợp với điều kiện làm việc thực tế. Cần kết hợp nghiên cứu trên mô hình mô phỏng và thí nghiệm thực trên dầm bê tông cốt thép để kiểm chứng kết quả thì sẽ tăng sức thuyết phục của vấn đề nghiên cứu hơn nữa.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bazant Z.P, Yavari A., Is the cause of size effect on structural strength fractal or energetic statistical, Eng. Fract. Mech., 72, 1-31, 2005.
- [2] Carpinteri A.P, Cornetti N, Pugno A.S, Taylor D., A finite fracture mechanics approach to structures with sharp V-notches, Eng. Fract. Mech., 75, 1736-1752, 2008.
- [3] Farhidzadeh A., Dehghan-Niri E., Salamone S., Luna B., and Whittake A., Monitoring crack propagation in reinforced concrete shear walls by acoustic emission. Journal. Struct. Eng., 139, 1567-1582, 2013.
- [4] Nguyễn Thanh Vũ, Bùi Công Thành, Hồ Hữu Chinh, Trần Thế Truyền, Thí nghiệm và tính toán các đặc trưng nứt của bê tông cường độ cao. Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng, 2, 42-48, 2014.

[5] Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống, Kết cấu bê tông cốt thép - Phần cấu kiện cơ bản. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 2013.

[6] Rocscience, Phase2 V.7.0 - Tutorials, 2016.

[7] Trần Thế Truyền, Nghiên cứu xây dựng bộ cơ sở

dữ liệu về các đặc trưng nứt của các loại bê tông dùng trong xây dựng cầu. Báo cáo đề tài khoa học cấp Bộ, ĐH Giao thông Vận tải, Hà Nội, 2006.

[8] Trần Thế Truyền, Nguyễn Xuân Huy, Phá hủy, rạn nứt bê tông - cơ học và ứng dụng, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 2011.

.

NGHIÊN CỨU VÀ PHÁT TRIỂN BÊ TÔNG TÍNH NĂNG SIÊU CAO TRONG XÂY DỰNG

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF ULTRA-HIGH PERFORMANCE CONCRETE IN CONSTRUCTION

Nguyễn Xuân Mẫn, Nguyễn Duyên Phong,
Phạm Mạnh Hào

ABSTRACT:

Construction materials play an important role in civil and industrial construction. Traditional materials have been widely used in construction, architecture, and interior decoration today. However, for many different reasons, builders turned to new materials with special features. The development of new building materials could open up the future of the construction industry. The trend of developing new building materials in the future is to create smart, energy-saving, and environmentally friendly building materials; have high features to meet the requirements of modern construction works in adverse environmental conditions. In this report, the authors present initial research results on super-high-performance concrete used in the construction of marine structures in Vietnam.

KEYWORDS: *New materials, smart materials, Ultra-high performance concrete, marine works.*

TÓM TẮT:

Vật liệu xây dựng đóng vai trò quan trọng trong xây dựng dân dụng và công nghiệp. Các vật liệu truyền thống đã và đang được sử dụng rộng rãi trong xây dựng, kiến trúc và trang trí nội thất ngày nay. Tuy nhiên, do nhiều nguyên nhân khác nhau mà những người xây dựng đã tìm đến những vật liệu mới với những tính năng đặc biệt. Sự phát triển của các loại vật liệu xây dựng mới có thể mở ra tương lai của ngành xây dựng. Xu thế phát triển vật liệu xây dựng mới trong tương lai là tạo ra các loại vật liệu xây dựng thông minh, tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường; có tính năng cao đáp ứng yêu cầu xây dựng công trình hiện đại trong các điều kiện môi trường bất lợi. Trong nghiên cứu này nhóm tác giả trình bày những kết quả nghiên cứu bước đầu về bê tông tính năng siêu cao dùng trong xây dựng các công trình biển Việt Nam.

TỪ KHÓA: *Vật liệu mới, vật liệu thông minh, bê tông tính năng siêu cao, công trình biển.*

Nguyễn Xuân Mẫn

Học hàm, học vị: PGS.TS.

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở - Địa chất

Tel: 0903 010 864

Email: mannxdoky@gmail.com

Nguyễn Duyên Phong

Học hàm, học vị: TS.

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở - Địa chất

Tel: 0967 318 556

Email: nguyenduyenphong@humg.edu.vn

Phạm Mạnh Hà

Học hàm, học vị: TS.

Trung tâm Phát triển công nghệ cao, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Tel: 0917 354 064

Email: haonoip@gmail.com

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành sản xuất vật liệu xây dựng (VLXD) sẽ góp phần quan trọng vào quá trình xây dựng đô thị thông minh, giá trị sản xuất của ngành cũng sẽ tăng trưởng dựa trên nền tảng của khoa học vật liệu với việc đưa ra những vật liệu xây dựng với tính năng mới. Các loại VLXD này phải có tính năng kỹ thuật và công nghệ cao đáp ứng các yêu cầu xây dựng công trình. Hiện nay, ngành VLXD đã sản xuất được một số sản phẩm mới và sản phẩm thông minh như: bê tông tính năng siêu cao (BTTNSC), xi măng tự chữa, bê tông nhẹ, tấm xốp cách nhiệt; tấm lợp sinh thái; gạch bê tông làm sạch không khí, kính siêu bền; gỗ ốp tường xanh; gạch ốp lát tái chế;... Đây là những sản phẩm đáp ứng yêu cầu xây dựng, tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường.

2. MỘT SỐ VẬT LIỆU MỚI ĐÃ ĐƯỢC CHẾ TẠO

Khi xuất hiện những vật liệu mới sẽ làm thay đổi cả về quan điểm thiết kế, phương pháp thi công và quy trình khai thác sử dụng (Viện Nghiên cứu Thiết kế Trường học, 2018).

Một số loại vật liệu mới đã được sử dụng trong kiến trúc và xây dựng gần đây:

- Graphene đã được sử dụng trong xây dựng. Về lý thuyết, đó là một loại vật liệu xây dựng xuất sắc, vì nó vô cùng nhẹ trong khi cứng hơn cả thép và sợi cacbon.

- Sợi carbon là loại vật liệu composite với trọng lượng nhẹ có độ cứng khó có thể thay thế nó.

- Gốm xây dựng làm mát thụ động (Passive Cooling Ceramics). Nước thu thập trong các giọt hydrogel được nhúng trong hỗn hợp đất sét. Khi tòa nhà nóng lên, nhiệt được truyền vào nước và sau đó mất đi do bốc hơi (Hình 1e).

- Vật liệu kính siêu bền, được làm từ gỗ, công bố năm 2016.

- Các loại gạch xây dựng mới, bao gồm:

- + Gạch bê tông khí chưng áp;
- + Gạch block bê tông cốt liệu thực vật;
- + Gạch block bê tông bọt khoáng;
- + Gạch làm sạch không khí;
- + Gạch đất nung nhồi bông khoáng;
- + Gạch block hấp thụ sóng tần số cao.

2.1. Một số loại bê tông mới**2.1.1. Bê tông tự khắc phục khi có vết nứt**

Loại bê tông này được chế tạo theo các cách khác nhau:

Một là, trong thành phần bê tông có bào tử nấm *Trichoderma reesei* (có bổ sung thêm các dưỡng chất). Sau pha trộn, bê tông đông cứng, các bào tử nấm sẽ "ngủ đông" do không còn không khí và nước để chúng sinh sôi hoạt động. Khi có một vết nứt trên bề mặt bê tông làm không khí và hơi nước lọt vào, các bào tử nấm sẽ thức dậy, nảy mầm, phát triển và sản xuất ra carbonat calci (calcium carbonate CaCO_3) để "vá" vết nứt. Khi vết nứt đã liền lại, nấm sẽ lại trở về trạng thái bào tử và tiếp tục ngủ đông cho đến khi có vết nứt khác xuất hiện.

Hai là, cho vào thành phần của bê tông các loại vật liệu giống như cát, có độ xốp cao khác nhau được gọi là chất bảo dưỡng nội bộ có thể dùng để trộn vào bê tông. Khi bê tông nứt, các chất rắn này cùng với nước sẽ tạo ra các phản ứng hóa học làm kín vết nứt, chữa lành vết thương cho bê tông. Quá trình tự chữa lành vết nứt sẽ ngăn nước thấm vào bê tông.

2.1.2. Bê tông nhẹ, bê tông xốp

Có nhiều loại bê tông nhẹ được sản xuất bằng các phương pháp khác nhau như khí chưng áp,

tạo bọt và các nguyên liệu khác. Bê tông nhẹ Polysterene là vật liệu thông minh được sản xuất từ xi măng Portland, cát, cốt liệu nhẹ Polystyrene (Expanded Polystyrene Beads viết tắt là EPS), nước và phụ gia đặc biệt trên dây truyền công nghệ Pháp.

2.1.3. Bê tông áp điện

Loại bê tông này “nhạy cảm” với áp lực và gây phản ứng tạo ra điện thế được sử dụng trong rất nhiều các cơ cấu thông minh. Có hiệu ứng áp điện thuận và áp điện nghịch.

2.1.4. Bê tông tự lèn (tự đầm)

Loại bê tông này có độ sụt và độ xòe lớn nhờ sử dụng phụ gia siêu dẻo (PGSD). Khi thi công kết cấu bằng loại bê tông này không cần đầm; vừa bê tông tự lấp đầy trong ván khuôn, kể cả khi có mật độ cốt thép dày, không gian đổ nhỏ, hẹp.

Vấn đề đặt ra trong bài viết này là nghiên cứu và phát triển bê tông tính năng siêu cao trong xây dựng. Vật liệu này được đề cập từ những năm 1980 tại Mỹ, Nhật Bản và châu Âu (AFGC-SETRA, 2002).

Tại Việt Nam còn ít các nghiên cứu đề cập đến loại vật liệu này. Trong công trình của các tác giả trong nước (Thắng N.C. và cộng sự, 2015; Tuan N.V., 2011) cũng đã đề xuất việc nghiên cứu loại bê tông chất lượng siêu cao; tuy nhiên các kết quả nghiên cứu mới dừng ở bước đầu trong thực nghiệm mà chưa có thể đưa vào thi công với quy mô công nghiệp.

Bài viết dưới đây là kết quả nghiên cứu nhằm đưa bê tông tính năng siêu cao vào trong xây dựng các công trình có đòi hỏi đặc biệt như các công trình ngầm, công trình biển, công trình nhà cao tầng và siêu cao tầng.

2.2. Bê tông tính năng siêu cao

2.2.1. Khái quát

BTTNSC (tiếng Anh: Ultra-High Performance Concrete, gọi tắt là UHPC) là bê tông có những tính năng chịu lực rất lớn, có thể chịu bom đạn, có tính chống thấm nước và chống

thấm thấu Cl^- rất cao, do đó có thể sử dụng hiệu quả cho các công trình có tuổi thọ lớn, xây dựng trong môi trường xâm thực mạnh (công trình biển, công trình ngầm trong địa tầng chứa nước a-xít,...). BTTNSC có các đặc tính sau (AFGC-SETRA, 2002): Cường độ chịu kéo R_k : ở tuổi 3 ngày: $R_k \geq 6 \text{ MPa}$; 7 ngày: $R_k \geq 10 \text{ MPa}$; 28 ngày: $R_k \geq 12 \text{ MPa}$; Cường độ chịu nén R_n : ở tuổi 3 ngày: $R_n \geq 50 \text{ MPa}$; 7 ngày: $R_n \geq 80 \text{ MPa}$; 28 ngày: $R_n \geq 120 \text{ MPa}$; Có khả năng chống thấm cao; Độ chảy từ 500÷700 mm và độ linh động (độ sụt SN) từ 160 - 180 mm; do đó hỗn hợp bê tông này có thể tự chảy dưới tác dụng của trọng lượng bản thân và lấp đầy hoàn toàn ván khuôn khi có mật độ cốt thép dày đặc mà không cần đầm rung (còn gọi là bê tông tự đầm, bê tông tự lèn hay bê tông chảy); Hỗn hợp bê tông giữ nguyên tính đồng nhất trong suốt quá trình vận chuyển và thi công, không bị phân tách các thành phần riêng và không phân lớp khi thi công.

2.2.2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

a) *Vật liệu sử dụng làm các thành phần của bê tông chất lượng siêu cao, tự đầm*

Theo (Phùng Viết Lự và cộng sự, 2007) thì vật liệu để chế tạo bê tông chất lượng siêu cao tự đầm (BTCLSC-TĐ) bao gồm cát thạch anh ($d = 100 \div 600 \mu\text{m}$), xi măng, silica fume, nước và phụ gia siêu dẻo (PGSD). Do lượng xi măng khoảng $900 \div 1000 \text{ kg/m}^3$ nên nhược điểm lớn nhất của loại bê tông này là giá thành sản phẩm cao và ảnh hưởng đến tính chất kỹ thuật, ảnh hưởng về môi trường do lượng khí cacbonic thải ra trong quá trình sản xuất xi măng (Richard, P., and Cheyrezy, M.H., 1994). BTTNSC yêu cầu tỷ lệ nước/xi măng (N/X) rất thấp. Để bê tông có cường độ cao mà vẫn đảm bảo độ chảy lớn thì việc sử dụng PGSD là yếu tố bắt buộc. Hiện nay người ta dùng 5 loại thuộc 3 thế hệ PGSD để chế tạo BTCLSC-TĐ như sau:

- Phụ gia A1 - Ligno Sulphonates (LS) từ các chất cao phân tử tự nhiên lignin (từ gỗ và senlulo), độ giảm nước tối đa 10%, làm chậm ninh kết, lượng dùng 2,5% xi măng.

- Phụ gia B1 - Polime gốc sulphonated melamine (MFS) có thể giảm nước tối đa đến 25%; lượng dùng 1,5÷2,5% xi măng; cho phép đạt cường độ sớm ($R_{3ng} = 0,85 R_{28ng}$).

- Phụ gia B2 - Naphthalene Sulphonate Polycondesate (NSP), có nguồn gốc từ than đá, giảm nước tối đa 25%; lượng dùng 1,5 ÷ 2,5% xi măng.

- Phụ gia B3 - Vinylcopolymers (VC), có đầu thô Sunfonated Vinylcopolymers, giảm nước tối đa đến 30%; lượng dùng 1,5 ÷ 2,0% xi măng; độ sụt đến 22 cm.

- Phụ gia C - Polycarboxylates (PC), gốc Polyme cao phân tử tổng hợp, tạo ra độ sụt của bê tông từ 15 ÷ 22 cm, thời gian đông cứng từ 1 ÷ 4 giờ; có thể tăng cường độ; giảm lượng nước từ 30 ÷ 40%. Loại phụ gia đặc biệt này có thể thay đổi cấu tạo phân tử để phù hợp với các yêu cầu đặc biệt. Với bê tông cường độ cao và siêu cao thường dùng chất PGSD loại PC, với bê tông tự đầm có thể dùng loại cải tiến là: Polyme Viscocrete (PV).

Tác dụng tăng dẻo của loại phụ gia này nhờ hai loại lực đẩy khác nhau giữa các hạt xi măng giúp chúng bị phân tán, cụ thể: Lực đẩy tĩnh điện xuất hiện do sự hấp phụ lên bề mặt các hạt xi măng các ion âm được cung cấp bởi các nhóm carboxylic; Hiệu ứng phân tán nhờ cấu trúc mạch nhánh của các phân tử polyme trong phụ gia, bao gồm mạch chính và mạch nhánh hình răng lược.

Trong nghiên cứu này sử dụng các vật liệu thành phần để nghiên cứu BTCLSC-TĐ như sau:

- Xi măng Pooclăng PC40 với đường kính hạt trung bình khoảng 14 μm ; có các tính chất cơ lý trình bày ở Bảng 1.

- Nước sinh hoạt không dầu mỡ; các thành phần hữu cơ trong nước hợp quy chuẩn.

- Cốt liệu là cát thạch anh có đường kính cỡ hạt trung bình khoảng 300 μm ; độ rỗng khi chưa lèn chặt 45,1%; khô.

- Sợi thép các bon của CHLB Đức: Mác 2500; đường kính sợi $d = 0,16 \text{ mm}$; chiều dài sợi $l = 15 \text{ mm}$.

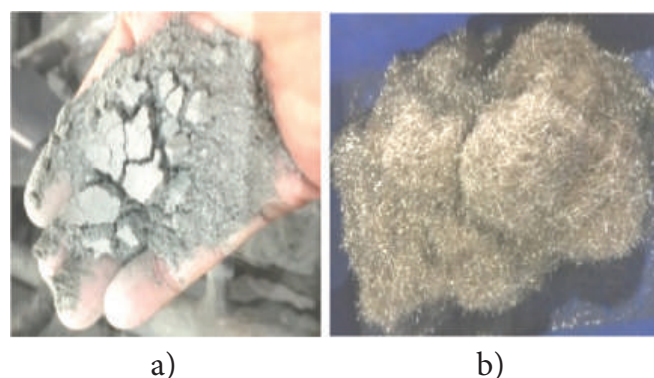
- Sử dụng PGSD thế hệ 3 có gốc polycarboxylate

(PC) của hãng BASF. Đây là PGSD với hàm lượng chất khô 30%; có khả năng duy trì độ chảy của hỗn hợp bê tông tốt hơn so với các loại phụ gia siêu dẻo khác, thuận lợi cho việc chế tạo bê tông có tỷ lệ N/X thấp nhưng có độ chảy cao. Một số đặc tính của phụ gia siêu dẻo này như sau: sản phẩm dạng lỏng; màu nâu nhạt; khối lượng riêng: 1.07 g/cm³; theo tiêu chuẩn ECC 99/45 thì không độc hại.

Bảng 1. Một số tính chất cơ lý của xi măng
(Thắng N.C. và cộng sự, 2015)

Tính chất của xi măng	Giá trị		Tiêu chuẩn áp dụng
	Thực tế	Theo quy phạm	
Độ mịn:			TCVN 4030-2003
- Lượng sót sàng 0.09 mm, %	2,1	≤ 10	
- Độ mịn bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm ² /g	3380	≥ 2800	
Độ dẻo tiêu chuẩn, %	29,0		TCVN 6017-1995
Giới hạn bền nén:			TCVN 6016-1995
- Sau 3 ngày, MPa	26,4	$\geq 21,0$	
- Sau 28 ngày, MPa	49,6	$\geq 40,0$	

Trên Hình 1 là hỗn hợp xi măng với PGSD có gốc Polycarboxylate và sợi thép.



Hình 1. Vật liệu thành phần: (a) Hỗn hợp xi măng với phụ gia siêu dẻo có gốc Polycarboxylate; (b) Sợi thép cacbon của Cộng hòa Liên bang Đức

b) Lựa chọn cấp phối bê tông sử dụng trong nghiên cứu

Tỷ lệ thành phần hỗn hợp được sử dụng trong nghiên cứu cho trong Bảng 2. Tỷ lệ cát/xi măng (C/X) là 1,6 theo khối lượng (cát được sử dụng là cát thạch anh (quart) nghiền mịn); tỷ lệ N/X lấy bằng 0,25; tỷ lệ sợi thép/xi măng (ST/X) là 0,18. Để nghiên cứu ảnh hưởng của PGSD đến cường độ chịu nén của BTCLSC thì hàm lượng PGSD lấy theo tỷ lệ khối lượng so với xi măng thay đổi từ $0,70 \div 1,10$.

Bảng 2. Thành phần cấp phối BTTNSC sử dụng trong nghiên cứu cho $1,0 \text{ m}^3$

Mẫu số	X, kg	N, lít	C, kg	ST, kg	PGSD (PC), %	
					Tỷ lệ, %	Lượng, kg
1	840	210	1345	151	1.1	9.24
2	840	210	1345	151	1.0	8.40
3	840	210	1345	151	0.9	7.56
4	840	210	1345	151	0.8	6.72
5	840	210	1345	151	0.7	5.88
6	840	210	1345	151	0.6	5.04
7	840	210	1345	151	0.5	4.20

c) Quá trình nhào trộn các thành phần của bê tông

Hỗn hợp được trộn bằng máy trộn cưỡng bức với tốc độ cao khoảng 200 vòng/phút. Hỗn hợp gồm xi măng, cát và phụ gia được cho từ từ vào buồng máy và trộn đều. Lượng nước lần đầu cho vào khoảng 10% lượng nước đã xác định trước; sau đó máy trộn làm việc để khuấy đều hỗn hợp. Tiếp theo là cho lượng sợi thép đã xác định trước vào buồng trộn (cần đảm bảo tính đồng đều phân bố sợi thép trong hỗn hợp trộn) rồi cho lượng nước còn lại vào để trộn tiếp. Hình 6 là máy trộn cưỡng bức để trộn hỗn hợp bê tông.

d) Phương pháp thực nghiệm

Tính công tác của hỗn hợp bê tông được xác định bằng thí nghiệm độ chảy của côn nhỏ theo tiêu chuẩn Anh BS 4551-1:1998. Giá trị độ chảy loang của các hỗn hợp được điều chỉnh trong khoảng $250 \div 300 \text{ mm}$.

Xác định cường độ nén theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN3118-1993). Theo (Tuan N.V., 2011; Thắng N.C. và cộng sự, 2015) thì mẫu thử nén bê tông tính năng siêu cao có thể sử dụng mẫu lớn với kích thước mẫu $(50 \times 50 \times 50) \text{ cm}^3$ mà sai số có thể chấp nhận được so với mẫu kích thước $(20 \times 20 \times 20) \text{ cm}^3$. Cũng theo tác giả (Tuan N.V., 2011) thì cường độ nén của BTTNSC ít phụ thuộc vào kích thước mẫu do đó thường đúc mẫu với kích thước như trên.



Hình 2. Máy trộn và quá trình trộn hỗn hợp bê tông



Hình 3. Tạo mẫu thí nghiệm



Hình 4. Xác định độ xòe côn nhỏ ở hiện trường

Các mẫu sau khi đúc được bảo dưỡng (BD) ở điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ $27 \pm 2^\circ\text{C}$, thời gian $24 \pm 3 \text{ h}$); mẫu được tháo ra khỏi khuôn và tiếp tục BD trong điều kiện tiêu chuẩn ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, độ ẩm $> 95\%$). Cường độ chịu nén của bê tông được xác định ở các tuổi 3, 7 và 28 ngày sau khi đúc. Trên Hình 2 là thiết bị trộn và quá trình

trộn hỗn hợp bê tông TNSC; trên Hình 3 là quá trình tạo mẫu thí nghiệm. Xác định độ xòe của hỗn hợp bê tông tại hiện trường cho trên Hình 4. Các dụng cụ, cách đo độ xòe, độ sụt của hỗn hợp bê tông chỉ ra trên hình 5 và hình 6.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Độ linh hoạt và độ xòe của hỗn hợp bê tông

Thí nghiệm cho ta kết quả về độ sụt và độ xòe của hỗn hợp bê tông như trong Bảng 3.

Bảng 3. Độ sụt và độ xòe của hỗn hợp bê tông

Mẫu thử số	Tỷ lệ phụ gia SD (PC), %	Độ sụt (SN), cm	Độ xòe, mm
1	1.1	20	240
2	1.0	19	235
3	0.9	18	230
4	0.8	16	220
5	0.7	14	215
6	0.6	13	213
7	0.5	10	210

Phân tích các số liệu trong Bảng 2 cho ta các nhận xét sau đây:

- Độ sụt của hỗn hợp bê tông có phụ gia siêu dẻo PC dao động từ 10 ÷ 20 cm phụ thuộc vào hàm lượng tỷ lệ phụ gia với khối lượng xi măng;

- Độ xòe của hỗn hợp bê tông từ 210÷240 mm - là độ xòe thích hợp của bê tông tự đầm. Độ sụt và độ xòe nhận được do chất phụ gia siêu dẻo có trong thành phần bê tông sẽ tạo ra lực đẩy các hạt chất dính kết xa nhau, từ đó khả năng chảy loang của hỗn hợp tăng lên. Đây là tính chất công tác của hỗn hợp bê tông, giúp thi công thuận tiện, không cần đầm.



Hình 5. Dụng cụ xác định độ xòe



Hình 6. Dụng cụ xác định độ sụt

3.2. Cường độ của bê tông

Bảng 4. Cường độ chịu nén của bê tông

Mẫu thử	Lượng PGSD (PC)		Cường độ chịu nén, MPa			Ghi chú
	Tỷ lệ PGSD, %	Lượng PGSD, kg	3 ngày	7 ngày	28 ngày	
1	1,1	1,1	32,3	57,2	98,3	
2	1,0	1,0	36,9	65,4	112,4	
3	0,9	0,9	37,9	67,2	115,2	Max
4	0,8	0,8	36,2	64,2	110,5	
5	0,7	0,7	31,9	56,6	97,7	
6	0,6	0,6	30,3	53,7	92,4	
7	0,5	0,5	28,0	49,6	85,6	

Phân tích kết quả thí nghiệm nén các mẫu bê tông (Bảng 4) có các nhận xét như sau:

- Cường độ chịu nén sau 3 ngày bảo dưỡng (BD) ở điều kiện tiêu chuẩn (ĐKTC) đạt $R_3 = 28,0 \div 37,9$ MPa; giá trị lớn nhất $R_{3max} = 39,7$ MPa ứng với hàm lượng PGSD PC là 0,9% khối lượng của xi măng.

- Cường độ chịu nén sau 7 ngày BD ở ĐKTC đạt $R_7 = 49,6 \div 67,2$ MPa; giá trị lớn nhất là $R_{7max} = 67,2$ MPa ứng với hàm lượng PGSD PC là 0,9% khối lượng của xi măng.

- Cường độ chịu nén sau 28 ngày BD ở ĐKTC đạt $R_{28} = 85,6 \div 115,2$ MPa; giá trị lớn nhất là $R_{28max} = 115,2$ MPa tương ứng với hàm lượng PGSD PC là 0,9% khối lượng của xi măng.

Có thể thấy rằng hàm lượng phụ gia tối ưu là 0,9% khối lượng của xi măng.

Đối với bê tông thường không có cốt sợi thép và không có PGSD PC thì cường độ chịu nén ở

tuổi 28 ngày sau đúc được tính theo công thức (Thắng N.C. và nnk, 2015):

$R_{28\max BTT} = A_1 \cdot R_x \cdot (X/N + 0,5)$, trong đó: A_1 là hệ số lấy theo quy phạm, lấy $A_1 = 0,34$; cường độ của xi măng ở 28 ngày, lấy $R_x = 40$ MPa; tỷ lệ xi măng với nước, lấy $X/N = 4,0$. Đưa các giá trị vừa nói vào công thức để tính, cho ta: $R_{28\max BTT} = 61,2$ MPa.

Như vậy bê tông có PGSD PC và có cốt sợi thép đã cho ta cường độ chịu nén ở 28 ngày sau đúc tăng gấp 1,88 lần so với cường độ chịu nén của bê tông thường ở 28 ngày sau đúc. Điều này xảy ra là do phụ gia siêu dẻo đã làm tăng mức độ chặt của bê tông cũng như sự có mặt của cốt thép sợi đã gia tăng liên kết và tăng độ bền nén của bê tông.

4. KẾT LUẬN

Xu thế phát triển VLXD trong tương lai là sản xuất các loại VLXD thông minh, tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường (vật liệu xanh). Trong những năm gần đây, nhiều công trình nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm đã cho ra đời nhiều loại VLXD mới, làm thay đổi tư duy, quan niệm, cách thức lựa chọn phương án thiết kế, thi công và khai thác sử dụng công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp.

Dựa trên những kết quả nghiên cứu về BTTNSC, nhóm tác giả đi đến những kết luận:

- Sử dụng BTTNSC là một xu hướng tất yếu khi thi công các công trình có điều kiện thi công đặc biệt, các cấu kiện có mật độ bố trí cốt thép dày, không gian sau ván khuôn đồ hẹp và vận chuyển vữa bằng cách bơm theo đường ống. Trong điều kiện đó sẽ không cần phải đầm mà vữa bê tông sẽ tự lên, tự chảy, tự đầm lấp kín không gian cần đổ mà vẫn đảm bảo tính đồng đều, độ chặt của kết cấu;

- Chế tạo BTTNSC từ các vật liệu thành phần: xi măng Portland PC40, cát thạch anh nghiền mịn, sợi thép mác 2500 của Đức, PGSD thể hệ 3 có gốc polycarboxylate (PC) của hãng BASF và nước với cấp phối phù hợp ($X = 840 \text{ kg/m}^3$, $C = 1345 \text{ kg/m}^3$, $\text{PGSD} = 9\%X = 7,56 \text{ kg/m}^3$, $\text{ST} = 151 \text{ kg/m}^3$, $N = 210 \text{ l/m}^3$).

- Sử dụng PGSD thể hệ 3 có gốc polycarboxylate (PC) của hãng BASF với lượng dùng bằng 9% khối lượng xi măng cho phép tạo ra BTTNSC có cường độ chịu nén ở 28 ngày là 115,2 MPa, độ sụt $\text{SN} = 18 \text{ cm}$ và độ xòe là 230 mm.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] AFGC-SETRA, Ultra High Performance Fibre-Reinforced Concretes, Paris, France: Interim Recommendations, AFGC publication, 2002, p.124.
- [2] Phùng Viết Lự và cộng sự, Giáo trình Vật liệu xây dựng, Nhà xuất bản Giáo dục và Đào tạo, 2007.
- [3] Richard, P., and Cheyrezy, M.H., Reactive Powder concretes with high ductility and 200-800 MPa compressive strength, in Mehta, P.K. (ED), Concrete Technology: Past, Present and Future, Proceedings of the V. Mohan Malhotra Symposium: p. ACI SP 144-24, 1994, 507-518. Detroit: Victoria Wiczorek.
- [4] Thắng N.C. và cộng sự, Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng hỗn hợp phụ gia khoáng silica fume và tro bay sẵn có ở Việt Nam, Hội nghị Khoa học Công nghệ, Đại học Xây dựng, 2015.
- [5] Tuan N.V., Rice Husk Ash as a Mineral Admixture for Ultra High Performance Concrete, in Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, the Netherlands, 2011, p.165.
- [6] Viện Nghiên cứu thiết kế trường học, Một số vật liệu mới dùng trong xây dựng tương lai (<http://nctk.edu.vn/mot-so-vat-lieu-moi-va-dinh-dang-vat-lieu-moi-cho-nganh-xay-dung>), 2018.



PHÂN TÍCH TÍNH CHẤT PHÁ HỦY CỦA DẦM BÊ TÔNG NỨT MỖI SỬ DỤNG NANO - SILICA KHI CHỊU UỐN: THỰC NGHIỆM VÀ MÔ PHỎNG

ON THE ANALYSIS FRACTURE PROPERTIES OF NOTCHED CONCRETE BEAMS INCORPORATING NANO-SILICA IN BENDING TEST: EXPERIMENTATION AND SIMULATION

Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn, Hoàng Đình Phúc, Ngô Văn Thúc

ABSTRACT:

Applying nano-silica, as cementitious materials in concrete mixes, is expected to be an improving technique, from both mechanical properties and durability points of view. This study aims to analyse the characteristics of fractures in concrete beams incorporating nano - silica in bending tests, such as fracture energy, characteristics of crack length, and crack propagation. Experimental results found an increasing nano-silica and of fracture energy 37% with incorporation 0.5% nano - silica. A numerical simulation based on nonlinear fracture mechanics of the experimental test by using lattice model is carried out in order to determine fracture characteristics and the crack propagation.

KEYWORDS: *Concrete Incorporating Nanosilica, Fracture mechanic, Crack propagation, Lattice model.*

TÓM TẮT:

Áp dụng nano - silica, làm vật liệu kết dính trong hỗn hợp bê tông, được kỳ vọng sẽ là một kỹ thuật tiên tiến nhằm nâng cao các tính chất cơ học và độ bền. Nghiên cứu này nhằm mục đích phân tích, xác định các tính chất phá hủy của dầm bê tông kết hợp nano - silica khi chịu uốn như như năng lượng phá hủy và chiều dài đặc trưng nứt. Kết quả thí nghiệm cho thấy sự tăng các tính chất phá hủy theo hàm lượng nano – silica và sự gia tăng năng lượng phá hủy 37%. Một mô phỏng số dựa trên cơ học phá hủy phi tuyến để mô phỏng thực nghiệm bằng cách sử dụng mô hình lưới được thực hiện để xác định đặc điểm phá hoại và sự lan truyền vết nứt.

TỪ KHÓA: *Bê tông sử dụng nano - silica, cơ học phá hủy, Lan truyền nứt, Mô hình lưới.*

Phạm Đức Thọ

Group Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18, Vien Street, Ward Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi.

Email: phamductho@humg.edu.vn

Tel: 0976415657

Vũ Minh Ngạn

Group Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18, Vien Street, Ward Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi.

Email: vuminhngan@humg.edu.vn

Hoang Dinh Phuc

Group Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18, Vien Street, Ward Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi.

Email: hoangdinhphuc@humg.edu.vn

Ngo Van Thuc

Office of Science Management and International Affairs, Mien Tay Construction University; 20B, Pho Co Dieu Str., ward 3, Vinh Long,

Email: ngovanthuc@mtu.edu.vn

1. INTRODUCTION

Nanomaterials are materials comprising particles with particle sizes between 1–100 nm. The incorporation of nanomaterials into concrete has significantly improved the mechanical properties and durability of concrete (Rezania et al., 2019; Zhang et al., 2021).

Nanometer-sized silica materials in concrete are considered a new step compared to silica fume materials (micrometer sizes). For high-performance concrete (HPC) with nano - silica (NS) added, the mechanical properties such as compressive strength, flexural strength, elastic modulus, and stress - deformation characteristics are significantly improved (Zhang et al., 2017). Said et al. (Said et al., 2012) observed that the compressive strength of concrete blended with 6% of the cement weight of NS was 36% higher than the control concrete.

Fracture properties are extremely important for the safety and durability of structures constructed with concrete composite. The improved pore structure of concrete composite by incorporating NS particles causes densification of the paste - aggregate transition zone, which in turn affects the fracture properties. The influence of NS on the fracture characteristics of concrete was mentioned (Chithra et al., 2016; Khaloo et al., 2016; Zhang et al., 2021), but there were no specific studies for evaluation.

In the research (Zhang et al., 2021) for the percentage replacement of NS was greater than 2%, the initial and final crack blow counts of concrete began to decline; when the substitution rate of NS was 5%, the number of blows at the first

crack and at the failure of the concrete were both reduced to 27%.

Although there have been a large number of research on the impact resistance of ordinary concrete, and the mechanical properties and durability of concretes containing NS, but research related to fracture properties for nano - silica for concrete is very limited in the literature. Therefore, in this study, the effects of different NS dosages on the fracture energy and characteristic length. The fracture energy and characteristic length will be determined from experimentation and simulation by using lattice model.

2. MATERIALS AND METHODS**2.1. Experimental method**

HPC contains NS is designed with typical intensity of 70MPa calculated by the ACI method (ACI 201.2R-08, n.d.). HPC's composition with 0% and 0.5% ratios were used for the fracture characterization test. The percentage of superplasticizer is selected according to the manufacturer's recommendations and is adjusted in practice to ensure the workability of the concrete mixture.

The cement used was Ordinary Portland classified according to ASTM standards. The aggregate used for concrete experiments is macadam. The content of Cl⁻ ion in aggregate must not exceed 0.01% of alkali-silica reaction ability for large aggregates as specified with small aggregates. The sand used to manufacture experimental concrete is raw sand, exploited on Hong River (Viet Tri mine). The sand is

analyzed for grain composition according to ASTM C33. Water for concrete construction (aggregate washing, concrete mixing, and maintenance) is taken from the tap water of the domestic water supply system. Quality assurance of impurities that affect the properties of concrete and no side effects with additives. NS used is silicon Fusil 200 nano product of Chinese Fuchang chemical company. The mixture design is shown in Table 1.

Table 1. Mixture design for concrete incorporating nano-silica

Composition	NS0.0	NS0.5
Ciment (kg)	544.21	541.34
Sand (kg)	674.68	673.68
Aggregate (kg)	1049.75	1049.75
Silica fume (kg)	28.64	28.64
Nano-silica (%)	0%	0.5%
Superplasticizer (l)	5.44	6.53
Water (l)	154.67	154.67

A series of notched beam specimens with size of 100x100x500 mm were prepared to determine the fracture properties. The beam specimen was sawed from the span centre of the lower surface to produce a pre-cutting crack with depth of 2 mm. All notches are cut on a surface perpendicular to the top of the sample during casting. Test beams after 28 days shall be made the notch on the 21st day. After that, the samples are cured until the day of testing. The shape and set up a test of the beam specimen are provided in Figure 1.



Figure 1. Three-point bending test of HPC beam notched incorporating nano - silica

2.2. Modelling by lattice model

The spatial arrangement of the lattice elements and their cross-sectional properties in the lattice model is based on Delaunay and Voronoi

tessellations (Peter Grassl, 2009; Pham et al., 2020) of the domain shown in Figure 2.

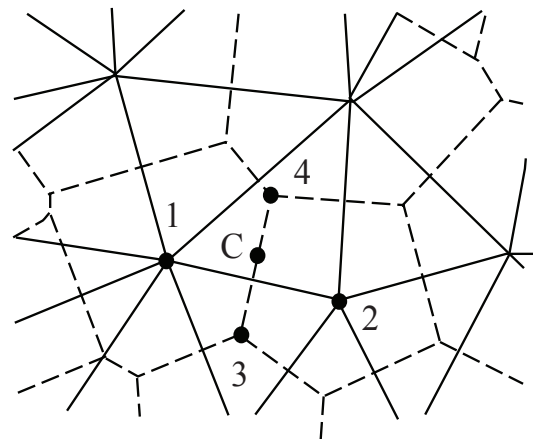


Figure 2. Lattice model for fracture analysis

Each node of mechanical element has three degrees of freedom that are two translations u and v and a rotation ϕ . The displacement jump at the centroid C of the element's mid cross-section relates to the nodal unknowns as follows:

$$u_c = Bu_e \quad (1)$$

where

$$u_e = \{u_1, v_1, \phi_1, u_2, v_2, \phi_2\}^T \quad (2)$$

$$u_c = \{u_c, v_c\}^T$$

$$B = \begin{bmatrix} -1 & 0 & e_c & 1 & 0 & -e_c \\ 0 & -1 & -h_c/2 & 0 & 1 & -h_c/2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

The cross-section is determined by $A = l_e t$ where l_e is length of mid-section, t is the out - plan thickness $I = \frac{l_e^3 t}{12}$ and is the moment of inertia. The displacement u_c is replaced by deformation $\varepsilon = u_c/h_e$, with h_e is the length of the mechanical element. The rigid matrix of lattice element in the local coordinate system is determined by:

$$K = \frac{A}{h_e} B^T D_e B \quad (4)$$

where D_e is the elastic stiffness.

The stress-strain relation in the damaged mechanic framework reads

$$\sigma = (1 - \omega) D_e \varepsilon = (1 - \omega) \bar{\sigma} \quad (5)$$

where ω is the damage variable; $\bar{\sigma} = (\bar{\sigma}_n, \bar{\sigma}_s)^T$ the stress vector; $D_e = \begin{bmatrix} E & 0 \\ 0 & \gamma E \end{bmatrix}$; $\sigma^f = (P_f, 0)^T$ b the Biot's coefficient. For the plane stress condition, $E = \frac{\bar{E}}{1 - \nu}$; $\gamma = \frac{1 - 3\nu}{\nu + 1}$ with E and ν are Young's modulus and Poisson ratio. The variable ω is a function of a history variable κ , which is determined by the loading function:

$$f(\varepsilon, \kappa) = \varepsilon_{eq}(\varepsilon) - \kappa \quad (6)$$

The equivalent strain ε_{eq} is defined as

$$\varepsilon_{eq}(\varepsilon_s, \varepsilon_n) = \frac{1}{2} \varepsilon_0 (1 - c) + \sqrt{\left(\frac{1}{2} \varepsilon_0 (1 - c) + \varepsilon_n\right)^2 + \frac{c \lambda^2 \varepsilon_s^2}{q^2}} \quad (7)$$

where $s = f_s/f_t$, $c = f_c/f_t$, $f_t = E\varepsilon_0$ is the tensile strength, f_s is the shear strength, f_c is the compressive strength and ε_0 is the model parameters.

The loading-unloading condition is ensured by

$$f \leq 0, \quad \dot{\kappa} \geq 0, \quad \dot{\kappa} f = 0 \quad (8)$$

The softening curve is controlled by the fracture energies of pure compression G_{fc} and of pure tension G_{ft} for compressive and tensile conditions as follows

$$\sigma_n = f_t e^{\left(\frac{-\bar{e}}{\omega_i}\right)} \quad (9)$$

with $i = c$ (compression) or t (tension); $\omega_i = G_{fi}/f_i$; $\bar{e} = \|e\|$ is the equivalent crack opening; e is the crack opening vector defined by

$$e = h_c \omega \varepsilon \quad (10)$$

To determinate the fracture energy, the simulation of the notched beam was carried out. To analysis, finite element code with object oriented architecture OOFEM will be used for meshing and calculating. The geometry, mesh, and boundary

condition were shown in figure 3.

The depth notched will vary from 10 mm to 60 mm, then fracture energy and characteristic length will be determined.

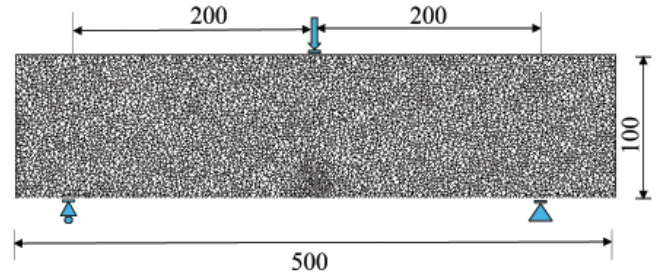


Figure 3. Geometry, mesh, and boundary condition

Table 2. Parameters for lattice model

Mix code	Model parameter			
	f'_c (MPa)	f'_t (MPa)	E (GPa)	G_f
NS0.0	82	5.4	45.5	Depend on a
NS0.5	84	5.8	47.6	Depend on a

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Fracture energy

Fracture energy G_f , by RILEM (Bažant and Xiang, 1997; Karihaloo, 1995) may be as the average of the local fracture energy function over the initial un-cracked ligament area. The relationship between all the associated variables is given by:

$$G_f(a, W) = \frac{1}{(W - a)B} \int P d\delta \quad (11)$$

Where δ is deflexion of beam, B is width of the specimen, W is the hight of the specimen and a is depth of notch.

The relationship between the load and deflection ($P-\delta$) of high-performance concrete for experiment and simulation by lattice model with additional NS = 0.5% is shown in Figure 4. The lattice model based on Mazard model reproduce a good agreement with experimental results.

Figure 5 shows the load – deflection curves for simulation, it can be observed that the mix with NS0.5, the P_{max} increases 14% vs mix without NS.

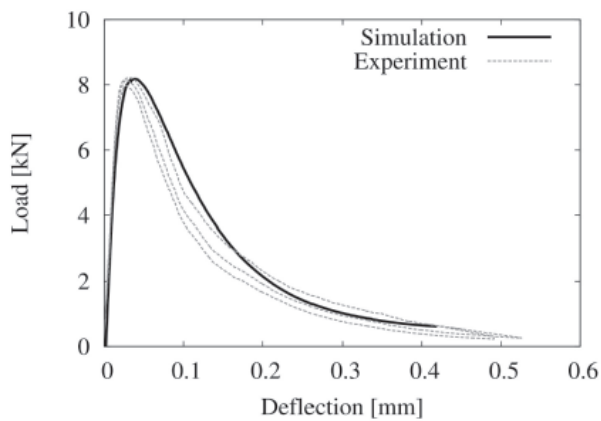


Figure 4. Load – Deflection for NS0.5

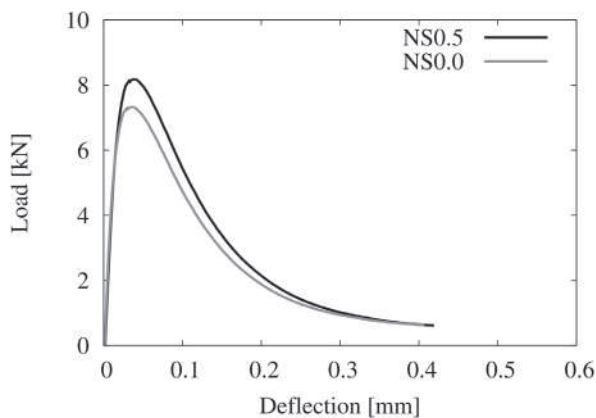


Figure 5. Load – Deflection simulation NS 0.0 and NS0.5

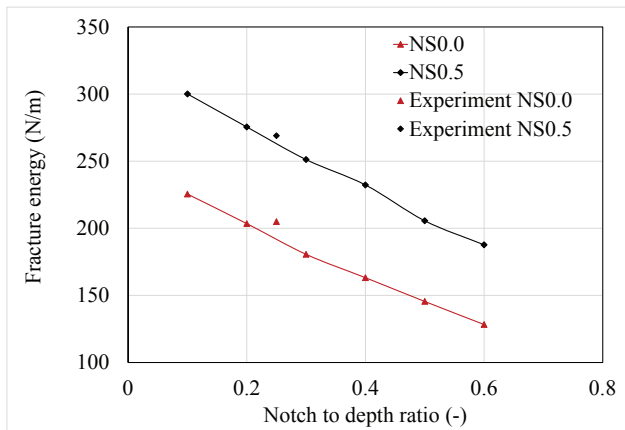


Figure 6. Fracture energy vs notch to depth ratio

Figure 6 shows significant improvement in size dependent fracture energy for the control mix without and with nano-silica for the experiment and simulation results. In general, fracture energy decreases linearly with the notch depth, and the incorporation 0.5% nano-silica increases the fracture energy is about 37% for the mix without NS. The improved fracture

energy can be due to the additional pozzolanic reaction of nano-silica which consumes portlandite present in the hydration product. The addition C-S-H gel enhances the pore structure of concrete by bridging the nano level crack. In this experiment, only one test was carried out with the notch depth is 25mm, so the notch to depth ratio is 0.25. It can be noted that the lattice model is reasonably predicting the fracture energy.

3.2. Characteristic length

Basing on the characteristic length of the fracture process zone to evaluate the brittleness of concrete mixes with the change of NS content. This parameter was determined based on the energy parameters of G_f , tensile strength, and elastic modulus. Characteristic length is follow ((Jan G.M. van Mier, 2013; Karihaloo, 1995)):

$$L_{ch} = \frac{G_f(a, W)E}{f_c^2} \quad (12)$$

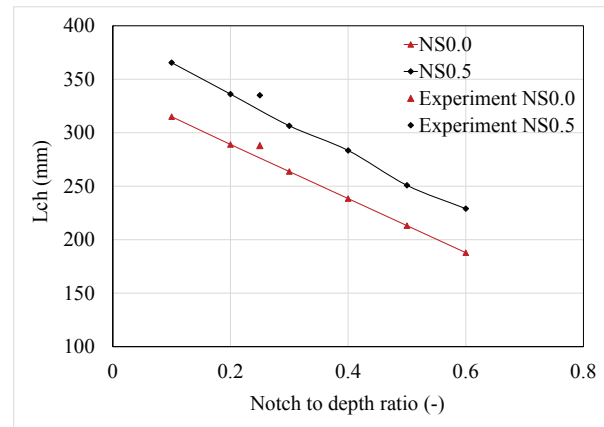


Figure 7. Characteristic length vs notch to depth ratio

Figure 7 show that the notch-to-depth ratio affecting the level of characteristic length for the experiment and simulation results, where the characteristic length decreases as the notch to depth ratio increases. It can be noted that the lattice model is reasonably predicting the Characteristic length in function of notch to depth ratio.

Finally, the crack propagation during the bending test for experiment and simulation is shown in figure 8. It can be observed the crack propagation started at the notch tip and propagated to the loading point. The crack propagated as the flexural tensile cracks increases.

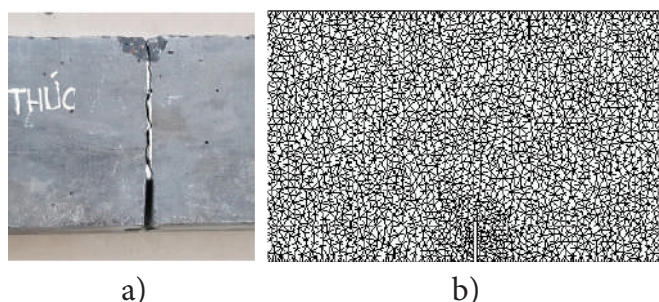


Figure 8. Crack propagation:
a) Experiment, b) Simulation

4. CONCLUSIONS

This study presents the experimental approach and mechanical lattice modeling to determine the fracture properties of concrete with and without NS. The following conclusions were drawn:

- The incorporation of nano-silica 0.5% by cement weight in convention normal strength concrete exhibits improvement in fracture properties like fracture energy and characteristic length about 37%.
- The specific fracture energy G_f and characteristic length measured using the RILEM work-of-fracture procedure is found dependent linearly on the notch to depth ratio.

Acknowledgement: Ngo Van Thuc was funded by Vingroup Joint Stock Company and supported by the Domestic Master/ PhD Scholarship Programme of Vingroup Innovation Foundation (VINIF), Vingroup Big Data Institute (VINBIGDATA), code VINIF.2020.TS.86.

5. REFERENCES

- [1] ACI 201.2R-08, n.d. Guide to Durable Concrete, Reported by ACI Committee 201.
- [2] Bažant, Z.P., Xiang, Y., 1997. Crack Growth and Lifetime of Concrete under Long Time Loading. J. Eng. Mech. 123, 350–358. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9399\(1997\)123:4\(350\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9399(1997)123:4(350)).
- [3] Chithra, S., Senthil Kumar, S.R.R., Chinnaraju, K., 2016. The effect of Colloidal Nano-silica on workability, mechanical and durability properties of High Performance Concrete with Copper slag as partial fine aggregate. Constr. Build. Mater. 113, 794–804. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.119>.
- [4] Jan G.M. van Mier, 2013. Concrete Fracture: A Multiscale Approach.
- [5] Karihaloo, B.L., 1995. Fracture Mechanics and Structural Concrete. Longman Scientific & Technical.
- [6] Khaloo, A., Mobini, M.H., Hosseini, P., 2016. Influence of different types of nano-SiO₂ particles on properties of high-performance concrete. Constr. Build. Mater. C, 188–201. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.041>.
- [7] Peter Grassl, 2009. A lattice approach to model flow in cracked concrete. Cem. Concr. Compos. 31, 454–460.
- [8] Pham, D.T., Sorelli, L., Fafard, M., Vu, M.-N., 2020. Hydromechanical couplings of reinforced tensioned members of steel fiber reinforced concrete by dual lattice model. Int. J. Numer. Anal. Methods Geomech. n/a. <https://doi.org/10.1002/nag.3148>.
- [9] Rezaia, M., Panahandeh, M., Razavi, S.M.J., Berto, F., 2019. Experimental study of the simultaneous effect of nano-silica and nano-carbon black on permeability and mechanical properties of the concrete. Theor. Appl. Fract. Mech. 104, 102391. <https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2019.102391>.
- [10] Said, A.M., Zeidan, M.S., Bassuoni, M.T., Tian, Y., 2012. Properties of concrete incorporating nano-silica. Constr. Build. Mater. 36, 838–844. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.06.044>.
- [11] Zhang, P., Sha, D., Li, Q., Zhao, S., Ling, Y., 2021. Effect of Nano Silica Particles on Impact Resistance and Durability of Concrete Containing Coal Fly Ash. Nanomaterials. <https://doi.org/10.3390/nano11051296>.
- [12] Zhang, P., Wan, J., Wang, K., Li, Q., 2017. Influence of nano-SiO₂ on properties of fresh and hardened high performance concrete: A state-of-the-art review. Constr. Build. Mater. 148, 648–658. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.059>.

KHẢ NĂNG SỬ DỤNG CỐT LIỆU LỚN TÁI CHẾ TỪ BÊ TÔNG PHẾ THẢI ĐỂ THAY THẾ CỐT LIỆU TỰ NHIÊN TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH

THE ABILITY TO USE COARSE RECYCLED AGGREGATES CONCRETE FOR REPLACEMENT OF NATURAL AGGREGATES IN BUILDING CONSTRUCTION

Dang Quang Huy, Bui Anh Thang, Pham Duc Tho

ABSTRACT :

Using large aggregate recycled from waste concrete to replace natural aggregate in Civil Engineering can solve the problem of scarcity of building materials in the Mekong Delta, ensuring sustainable development. This paper aims to evaluation the properties of concrete produced with coarse recycled aggregates at various replacement levels. The results show that as the percentage of recycled aggregates is increased, the compressive strength of the concrete using them decreases. The deterioration of concrete strength is evident when the replacement rate is greater than 30%, however even when the replacement rate is 100%, the concrete still achieves compressive strength that can be used in certain construction.

KEYWORDS: *recycled aggregates concrete, concrete, compressive strength.*

TÓM TẮT:

Sử dụng các hạt cốt liệu lớn tái chế từ bê tông phế thải để thay thế cho đá tự nhiên trong xây dựng có thể giải quyết được vấn đề khan hiếm vật liệu xây dựng ở đồng bằng sông Cửu Long, đảm bảo phát triển bền vững. Bài báo này nghiên cứu tính chất của bê tông sử dụng cốt liệu lớn tái chế ở các tỉ lệ thay thế khác nhau. Kết quả thí nghiệm cho thấy khi tỉ lệ cốt liệu tái chế thay thế tăng lên thì cường độ của bê tông sử dụng chúng giảm đi. Độ suy giảm rõ rệt khi tỉ lệ thay thế lớn hơn 30%, tuy nhiên ngay cả khi tỉ lệ thay thế là 100%, bê tông vẫn đạt cường độ chịu nén có thể sử dụng trong một số công trình nhất định.

TỪ KHÓA: *cốt liệu tái chế, bê tông, cường độ chịu nén.*

Dang Quang Huy

Group of Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Viet Nam

Email: dangquanghuy@humg.edu.vn

Tel: 0942029786

Bui Anh Thang

Group of Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Viet Nam

Email: buianhthangy@humg.edu.vn

Tel: 0984522081

Pham Duc Tho

Group of Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Viet Nam

Email: phamductho@humg.edu.vn

Tel: 0976415657

1. INTRODUCTION

The Mekong Delta, which is made of alluvium of Tien an Hau rivers, is well known for its sources of agriculture and aquaculture for the country, however, is poor land in terms of natural minerals for construction materials. A few sources of limestone found in Kien Giang, An Giang are limited in quality and quantity to use in civil engineering of this regions. Moreover, in recent years, The Mekong Delta has been facing many challenges such as floods resulting from rises in sea level due to climate change; land subsidence and soil salinity, which construction is one of the best solutions for these problems. A vast amount of coarse aggregates which material resources in the Mekong Delta cannot be fully supplied will be required for building of transport infrastructure, highways, sea dike and other constructions. Using recycled aggregates from waste concrete is necessary to make up the shortfall of material construction. Furthermore, this leads to preserve natural resources and helps to reduce the pressure on storage site, ensuring sustainable development.

There are great number of studies involving the properties of concrete using recycled aggregates over the world, in which compressive strength is the most important one that decides whether the concrete is usable or not. Most of studies state that recycled concrete's compressive strength is lower than that of conventional concrete, made with natural aggregate (Seara-Paz et al., 2016; Kovler & Roussell, 2011; Poon et al., 2007; Xiao et al., 2011; Kwan, 2012). Nevertheless, the extent of this decrease depends on numerous factors such as the recycled aggregate content, the concrete production method (González et al., 2013) and the type, size, and origin of the recycled aggregate (Silva et al., 2015). Therefore, Xiao et al. (2011) suggested that further study is necessary in terms of statistical properties of the compressive strength of concrete with recycled aggregate from various resources.

In Vietnam, the amount of research involving recycled concrete is still limited in terms of quality

and quantity. Le Viet Hung (2007) has shown that the strength of recycled aggregate cement block decreases by 12 - 25%. Tong Ton Kien (2016) investigated the characteristic of concrete made by large recycled aggregates, the test results show that the concrete compressive strength decreased up to 28% and tensile strength decreased by 22% compared to the control sample. In this research, the author used two-stage mixing approach to make concrete. The advantage of this method is that it improves the quality of recycled aggregate concrete. However, two-stage mixing method is difficult to use in real construction site due to its complicated steps of experiment.

The purpose of this paper is to investigate the properties of recycled aggregates concrete produced by normal mixing approach which is popular in Vietnam. Then, the potential for replacement natural aggregates by recycled aggregates will be considered.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

The material used in this study include recycled concrete aggregate (RCA), Ordinary Portland Cement, natural coarse aggregate, fine aggregate, and water.

The cement used in this study is Portland Cement Vicem But Son PC40 that is a common type of cement in construction works in Vietnam.

Natural coarse aggregates were extracted from Hoa Thach stone quarry in Quoc Oai, Hanoi.

Sand came from Lo River source has range of particle size from 0,14 to 5mm.

There are two types of RCA used in this study. The first one was collected from demolition building in Co Nhue, Hanoi. The second one came from concrete cube made in laboratory with specific compressive strength of 30 MPa. The waste concrete was crushed by hammer and then the particles pass through an assortment of sieves to obtain suitable size of aggregate according to ASTM C33 Standard. The size distribution of

normal aggregate and RCA are presented in Figure 1.

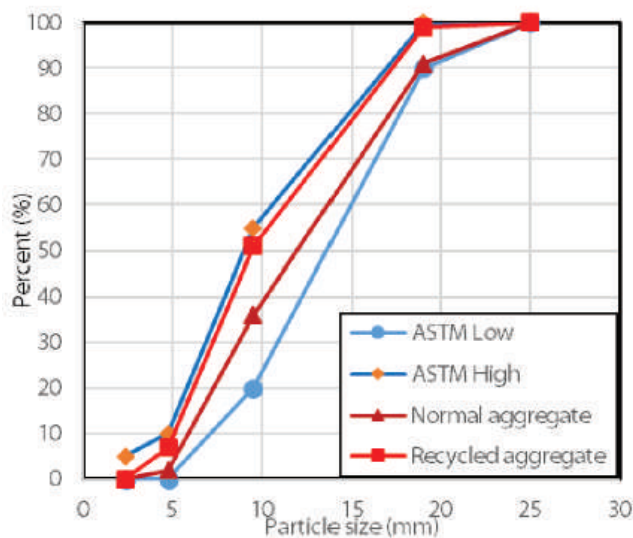


Figure 1. Size distribution of coarse aggregate

Some tests were performed to determine the physical properties of coarse aggregate as well, including bulk density, relative density, and water absorption. The results are displayed in Table 1 show that the density of recycled aggregate is slightly lower than that of natural aggregate. However, water absorption rate of RCA is extremely higher than of natural coarse aggregate (NCA). After 5 minutes, RCA absorbs 4,5% of water, 22 times greater than NCA's absorption. We must keep in mind this difference when design the concrete mixture.

Table 1. Physical properties of aggregate, NCA= natural coarse aggregate, RCA = recycled concrete aggregate

Property	NCA	Sand	RCA
Relative density	2,71	2,66	2,55
Bulk density (g/cm ³)	1,65	1,6	1,52
water absorption rate after 5' (%)	0,2	0,6	4,5
water absorption rate after 24h (%)	0,7	1,1	6,7

2.2. Concrete Mixtures

The control concrete is designed to obtain the compressive strength of M300, correspondent to

30 MPa and the slump cone test value is about 8 - 12 cm. Only the coarse aggregates were replaced in this study with the proportion range from 0 - 100% in weight. The amounts of adding water for the mixtures using RCA were calculated according to water absorption capacity of recycled aggregate to keep the effective water cement ratio constant for all mixtures. Table 2 exhibits the mix proportions used in this experiment research.

Table 2. Mixtures proportions. C = cement, NCA = natural coarse aggregate, RCA = recycled concrete aggregate, W = water, AD = Adding water

Concrete	C	NCA	RCA	sand	W	AD
Control concrete	395	1074	0	710	195	0
10% RCA	395	967	107	710	195	5
20% RCA	395	773	301	710	195	15
30% RCA	395	752	322	710	195	16
40% RCA	395	580	494	710	195	25
60% RCA	395	430	644	710	195	32
100% RCA	395	0	1074	710	195	54

All mixtures were prepared by normal mixing methods which is including the following steps:

Step 1: Puts all the ingredients of concrete and mix them.



Figure 2. Procedure for preparing mixtures.

Step 2: adding half of water and mix in 1 minutes.

Step 3: adding the other half of water and mix in 3 minutes.

Step 4: Performing the slump test, then fill fresh concrete into the 150mm cube mould in layers of about 5 cm deep and compact each layer by giving 60 strokes of tamping bar. Finally, the vibrating table was used to compact the concrete cubes.

This procedure of mixing is simple, quick so that we can use it for real construction site. Figure 2 exhibits these steps of this method.

2.3. Testing

The slump test was carried out according to TCVN 3106 1993 standard.

The samples were demolded after 24 h from the time of casting and then underwent water curing with normal environment temperature (about 25°C). The test of compressive strength was carried out after 7 days and 28 days of curing according to TCVN 3118:1993 standard. The Advantest9(Control-Italy)system at Construction Laboratory, HUMG was used to execute these tests (Figure 3). The compressive strength is the peak stress of the test specimens. Three 150 cube samples were produced for each of test concrete mixture.



Figure 3. Advantest 9 system at Construction Laboratory, HUMG

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Workability of recycled aggregate concrete

Before casting, each mixture of fresh concrete is tested for slump value to study the effect of recycled aggregate on the workability of concrete. The results show that the proportion of recycled aggregate replacing natural aggregate has a significant effect on the slump of concrete measured at the time of mixing. For concrete mixtures with the amount of recycled aggregate replaced is less than 40%, the slump value is still within the required range of 10 ± 2 cm. When the percentage of RCA is greater than 60%, the slump increases from 12 cm to maximum value of 14 cm. The workability of concrete tends to slightly decrease when the percentage of recycled aggregate is still low and reaches the minimum value at the percentage of recycled aggregate replaced 20%, then it increases proportionally with the percentage of recycled aggregate replaced (Figure 4). This tendency to increase slump value seems not logical because recycled aggregate has a rougher, angular shape than natural aggregate, which will normally reduce the slump of the concrete mix. This illogicality can be explained by the amount of absorbed water added when mixing concrete using recycled

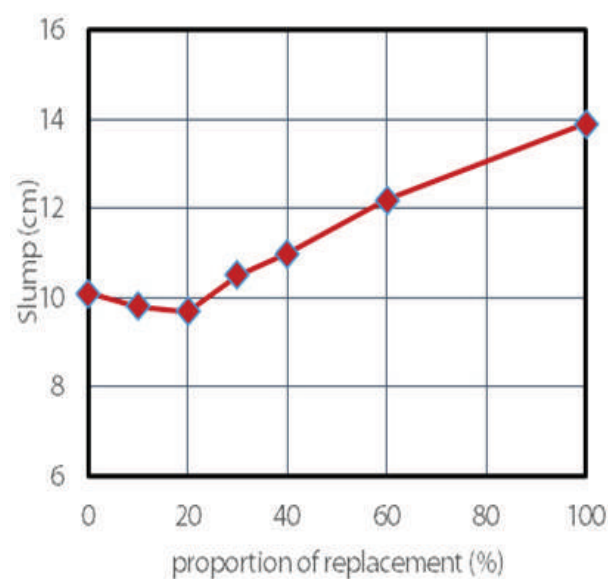


Figure 4. Workability of recycled aggregate concrete

aggregate. Recycled aggregate particles absorb water so much that a corresponding amount of water needs to be added during concrete mixing, however, in practice, recycled aggregate particles may absorb less water and more slowly when mixing, causing an excess of water compared to conventional concrete mixing standards to make the fresh concrete more fluid and have a higher slump.

3.2. The compressive strength of recycled aggregate concrete

In the first test series, which is use RCA collected from demolition building, the compressive strength of concrete was determined at 7 days and 28 days after casting sample fabrication (Table 3). The results show that the compressive strength of concrete decreases as the proportion of RCA replacing natural aggregate increases. The strength of the control concrete is the highest, however, with the amount of natural aggregate being replaced less than 30%, the strength of concrete using RCA decreases insignificantly and it is almost equivalent to the strength of reference concrete (Figure 5). When the aggregate replacement rate is more than 30%, the compressive strength of concrete declines and reaches the minimum value of 21.7 MPa when all the natural coarse aggregates are replaced by recycled aggregates. This value is only 69% compared to the strength of the control concrete.

In the second series which is use RCA produced from concrete cube M300, only the compressive strength at 28 days was measured due to the lack of specimens. The results which were displayed in Figure 6 confirm the effect of RCA on compressive strength of concrete found out in the first series. When the replacement ratio of RCA increases, the compressive strength of concrete decreases. This reduce tendency, however, is not as clear as in the first series due to the compressive strengths of concrete with 10%, 20%, 40% RCA are similar, even the strength of concrete with 20% of RCA is higher than that of 10% RCA.

On the other hand, when all natural coarse aggregates replaced by RCA, the concrete

compressive strength achieved is about 25 MPa, greater than that in the first series. Moreover, the strength of concrete with 40% RCA is high as well, equal to about 90% control concrete strength. This can be explained by the difference in quality of RCA. The RCA used in the second series of tests was prepared by crushing the concrete cube of grade M300, which the quality is better than RCA collected from old building. However, because of limited samples, a further research is needed to confirm this finding.

3.3. The ability to use recycled aggregate concrete

In civil engineering, most of structure below 10 stories are usually used grade of concrete M300 or lower to build. For the others construction like rural roads, the concrete M300 are well adapted for every type of pavement. The grade of concrete from M250 to M300 can be used for lower levels of rural roads according to 22TCN223_1995 standard on design of hard pavement. Thanks to the test results above, we observe that the recycled aggregate concretes with proportion of RCA less than 40% can adapt the requirement of compressive strength of concrete used in civil engineering or rural roads. Some authors (Hansen, 1992) find out the same conclusion, in which substitution of natural aggregate with recycled concrete aggregate up to 30% has no significant influence on concrete compressive strength. Thus, this conclusion is reliable, and we can use recycled aggregate concretes for real construction site. Moreover, in situation of scarcity of building materials of Mekong Delta as well as other regions, this solution brings many benefits in term of economic and environment.

When the percentage of RCA greater than 60%, the concrete compressive strength is less than 25MPa, and it is not possible to make the pavement layer, however it can still be utilized to make the pavement base layer for high grade roads or lower grade of building.

Table 3. Compressive strength of concrete using RCA collected from demolition building

Concrete	% RCA	Compressive strength at 7 days (MPa)	Compressive strength at 28 days (MPa)
Control concrete	0	22,00	32,3
10% RCA	10	21,80	30,9
20% RCA	20	21,00	30,5
30% RCA	30	20,50	29,6
40% RCA	40	19,20	28,3
60% RCA	60	16,60	23,2
100% RCA	100	13,50	21,7

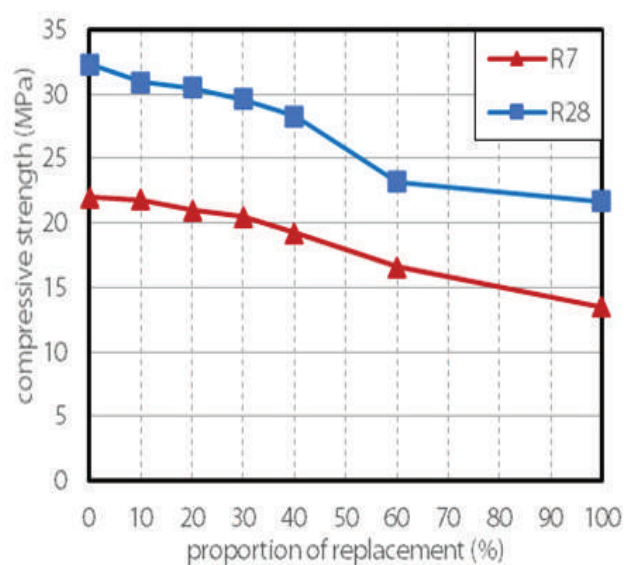


Figure 5. Compressive strength of concrete produced by RCA collected from demolition building

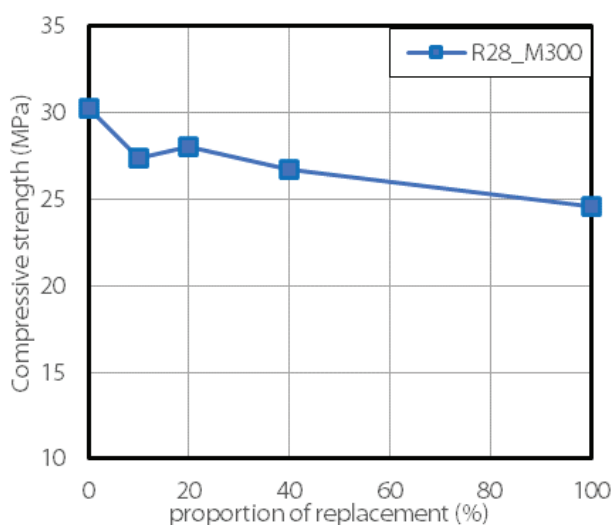


Figure 6. Compressive strength of concrete produced by RCA prepared from concrete cube in laboratory

4. CONCLUSIONS

The following conclusions can be drawn from the results of this research:

The workability of recycled aggregate concrete prepared by normal mixing method changes slightly when the percentage of RCA replaced less than 20%, then it increases.

In term of strength of recycled aggregate concrete prepared by normal mixing method, when the replacement ratio of RCA increases, the compressive strength of concrete decreases. Substitution of natural aggregate with RCA up to 30% has a negligible influence on concrete compressive strength.

Recycled concrete aggregates can replace natural aggregate in some construction depends on the proportion of replacement.

Acknowledgements

The experimental test described in this paper were performed thanks to supporting of Construction Laboratory, Hanoi University of Mining and Geology.

5. REFERENCES

- [1] 22TCN223_1995. Standard on design of hard pavement.
- [2] ASTM C33. Standard Specification for Concrete Aggregates.
- [3] González-Taboada, I.; González-Fontboa, B.; Martínez Abella, F., Pérez-Ordóñez, J.L. (2013) Prediction of the mechanical properties of structural recycled concrete using multivariable regression and genetic programming. Constr. Build. Mater. 106, 480–499.
- [4] Hansen, T.C., (1992) Recycling of Demolished Concrete and Masonry; Ed.; Taylor and Francis: Oxfordshire, UK; p. 316.
- [5] Hùng, L. V. (2007). Nghiên cứu sử dụng phế thải phá dỡ công trình làm bê tông và vữa xây dựng, Báo cáo tổng kết đề tài – Mã số MT 17-07, Hà Nội: Viện Vật liệu Xây dựng, Bộ Xây dựng.
- [6] Kiên, T. T. (2016). Nghiên cứu sử dụng phế thải xây dựng trong chế tạo bê tông. Hà Nội: Luận án tiến sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Xây dựng.

- [7] Kovler, K.; Roussel, N. (2011) Properties of fresh and hardened concrete. *Cem. Concr. Res.* 41 [7], 775–792.
- [8] Kwan, W. (2012). Influence of the amount of recycled coarse aggregate in concrete design and durability properties. *Construction and Building Materials*, Vol .26, page 565-573.
- [9] Poon, C.S.; Kou, S.C.; Lam, L. (2007) Influence of recycled aggregate on slump and bleeding of fresh concrete. *Mater. Struct.* 40 [9], 981–988.
- [10] Seara-Paz, S.; González-Fonteboa, B.; Martínez-Abella, F.; González-Taboada, I. (2016) Time-dependent behaviour of structural concrete made with recycled coarse aggregates. Creep and shrinkage. *Constr. Build. Mater.* 122, 95–109.
- [11] Silva, R.V.; De Brito, J.; Dhir, R.K. (2015) The influence of the use of recycled aggregates on the compressive strength of concrete: A review. *Eur. J. Environ. Civ. Eng.* 19 [7], 825- 849.
- [12] TCVN 3106 1993 standard, Heavyweight concrete - Method for slump test.
- [13] TCVN 3118:1993 standard. Heavyweight concrete - Method for determination of compressive strength.
- [14] Xiao, J.; Li, W.; Fan, Y.; Huang, X. (2012) An overview of study on recycled aggregate concrete in China (1996 - 2011). *Constr. Build. Mater.* 31, 364–383.



ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH KHÍ HẬU TOÀN CẦU VÀ VIỄN THÁM ĐỂ ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

EVALUATION OF GLOBAL CLIMATE MODELS AND REMOTE SENSING TECHNOLOGY IN RESPONSE TO CLIMATE CHANGE IN THE VIETNAMESE MEKONG DELTA

ABSTRACT:

Climate change and accelerating socioeconomic developments increasingly challenge environmental problems in the Vietnamese Mekong Delta (VMD) – a typical large, economically dynamic, and highly vulnerable delta. The amount of people exposed to climate changes in VMD is estimated to increase shortly. This paper collects information of the important discoveries about future climate changes from the global climate models (GCMs) indicate that VMD will likely be warmer in the future with an average temperature over 1.5°C and sea-level rise (SLR) will be 100cm in 2100s. Moreover, changes in climate patterns may affect the flood regime of VMD. The areas most affected by inundation are northern and southwestern of the VMD. Nearly half of the Mekong Delta (46%) was submerged during the peak of the floods in mid-October which may lead to an extension of the current boundaries of flooding patterns. It is well-known that remote sensing technology is one of the best tools for monitoring and mapping flood.

KEYWORDS: *Climate change; Vietnamese Mekong Delta; flood; climate models; remote sensing.*

TÓM TẮT:

Biến đổi khí hậu (BĐKH) và tốc độ phát triển kinh tế xã hội ngày càng thách thức các vấn đề môi trường ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) - vùng châu thổ rộng lớn, kinh tế năng động, dễ bị tổn thương. Số người bị ảnh hưởng bởi BĐKH ở ĐBSCL sẽ tăng trong thời gian tới. Bài báo này thu thập thông tin về những khám phá quan trọng về BĐKH trong tương lai từ các mô hình khí hậu toàn cầu cho thấy ĐBSCL có thể sẽ ấm hơn trong tương lai với nhiệt độ trung bình trên 1.5°C và mực nước biển dâng là 100 cm đến năm 2100. Hơn nữa, sự thay đổi của các mô hình khí hậu có thể ảnh hưởng đến chế độ lũ của ĐBSCL. Các khu vực bị ảnh hưởng nặng nề nhất của ngập lụt là phía Bắc và Tây Nam của ĐBSCL. Gần một nửa ĐBSCL (46%) bị nhấn chìm trong đỉnh lũ vào giữa tháng 10, điều này có thể dẫn đến việc mở rộng ranh giới của các kiểu lũ hiện tại. Và hiện nay, công nghệ viễn thám là một trong những công cụ tốt nhất để theo dõi và lập bản đồ lũ lụt.

TỪ KHÓA: *Biến đổi khí hậu; Đồng bằng sông Cửu Long Việt Nam; lũ lụt; mô hình khí hậu; viễn thám.*

1. INTRODUCTION

Worldwide, due to an increased spread of human settlement and development activities; considerations for social and environmental aspects were minimal. These increasingly likely impacts have made global climate changes. Climate change, an inevitable effect of global

warming, has become a global concern due to its potential consequences on various systems and sectors and because of its threat to human well-being.

Human activities are estimated to have caused approximately 1.0°C of global warming above pre-industrial levels. Global warming is likely to reach 1.5°C between 2030 and 2052 if it continues

to increase at the current rate (Masson-Delmotte et al., 2019). Additional, indirect indications of warming include widespread reductions in glaciers and Arctic sea ice, rising sea levels, and flooding. The rate of sea-level rise will be 15 mm. yr⁻¹ in 2100, and could exceed several cm.yr⁻¹ in the 22nd century (Oppenheimer et al., 2019). According to the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2007), Vietnam is one of the most affected countries by climate change. The VMD is one of the world's most vulnerable deltas to climate change and sea-level rise, with an extreme low mean elevation of 0.8 m (Minderhoud et al., 2019). Recent studies show that the magnitude (Hoang et al., 2018) and frequency of extreme floods in the Mekong River basin are increasing (Hirabayashi et al., 2013). Impacts of climate changes may happen slowly and require rather long-term, future climate projections to clearly detect by patterns of future climate change (Solomon et al., 2007). Different techniques have been used to capture climatological characteristics such as global climate models (GCMs) calculated according to the scenarios of Representative Concentration Pathways (RCP) scenarios and remote sensing technology to simulate future climate changes (Solomon et al., 2007).

This review paper discusses climate-related hazards including global warming, sea-level rise (SLR), flooding, and so on for the VMD (Fig.1)

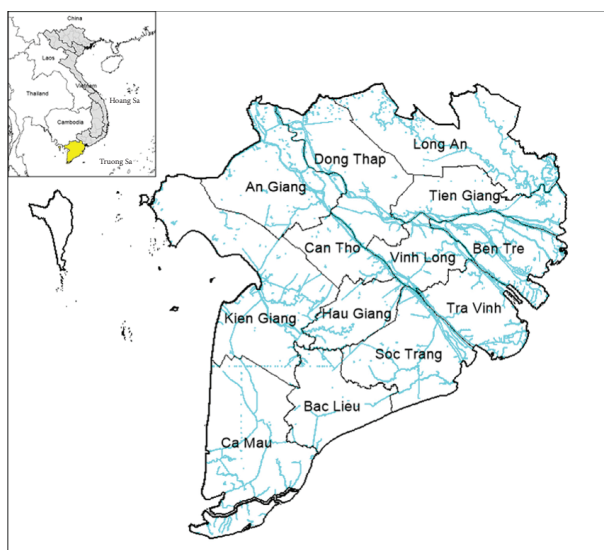


Figure 1. Location of the Mekong Delta region in the map of Vietnam (Bui et al., 2019)

to gain a better understanding of all interaction between systems. The gained insight should help to contribute to appropriate decision making for the local administration for climate change mitigation and adaptation.

2. GLOBAL CLIMATE MODELS (GCMS)

GCMs are one of the best tools available for investigating the response of the climate system to various forcings, for making climate predictions on seasonal to decade time scales. GCMs are important tools utilized to advance our understanding of current and past climate. They also provide qualitative and quantitative information about potential future climate. Patterns of climate change for VMD are readily obtainable from GCMs' simulations. Coarse spatial resolutions of GCMs that are typically larger than 100 km in the horizontal dimension. However, to estimate meteorological parameters (temperature, precipitation, humidity, wind, and others) for regional applications need to dynamically downscale GCM outputs using regional climate models (RCMs) (Ngo et al., 2014).

GCMs have evolved from the Atmospheric-Ocean General Circulation Models (AOGCMs) widely used for climate prediction. AOGCMs are the 'standard' climate models. Their primary function is to understand the dynamics of the physical components of the climate system (atmosphere, ocean, land, and sea ice), and for making projections based on future greenhouse gas (GHG) and aerosol forcing. In addition, high-resolution or variable-resolution AOGCMs are often used in process studies or applications with a focus on a particular region. ESMs are the current state-of-the-art models, and they expand on AOGCMs to include representation of various biogeochemical cycles such as those involved in the carbon cycle, the sulfur cycle, or ozone (Table 1).

Table 1 shows that HT stands for High-Top atmosphere, which has a fully resolved

stratosphere with a model top above the stratopause. A component is coloured when it includes at least a physically based prognostic equation and at least a two-way coupling with another component, allowing climate feedbacks. For aerosols, lighter shading means 'semi-interactive' and darker shading means 'fully interactive'. The resolution of the land surface usually follows that of the atmosphere, and the resolution of the sea ice follows that of the ocean. In moving from CMIP3 to CMIP5, note the increased complexity and resolution as well as the absence of artificial flux correction (FC) used in some CMIP3 models. CMIP3 is the model ensemble for the IPCC's Fourth Assessment Report (AR4) and was released in 2010. CMIP5 is the model ensemble for the IPCC's Fifth Assessment Report (AR5) and was released in 2014. CMIP5 is a project built on the success of the

previous phase CMIP, replace CMIP3. CMIP5 simulate quite well even though have not yet collected all of GCM members from all parties.

3. REMOTE SENSING TECHNOLOGY

Remote sensing technology has come a long way since the early days of black and white aerial photography, but even so, aerial photographs still form an important component of remotely-sensed data and modern scanners are regularly carried on aircraft. Although remote sensing from aircraft does not have the glamour that may be associated with satellite systems, it nevertheless has its part to play. The higher resolution, flexibility of revisit, and greater number of wavebands all may be advantageous. It can provide a valuable source of data on a local scale and complement those obtained from satellites (Vaughan and Cracknell, 1992).

Table 1. Main features of AOGCMs and ESMs participating in CMIP3 and CMIP5, including components and resolution of the atmosphere and the ocean models (Abiodun et al., 2013)

	Model name		AOGCM				ESM				
			Atmos	Land Surface	Ocean	Sea-Ice	FC	Aerosol	Atmos Chem	Land Carbon	Ocean BGC
CMIP5	ACCESS1.0, ACCESS1.3	Australia									
	BCC-CSM1.1, BCC-CSM1.1(m)	China									
	BNU-ESM	China									
	CanCM4	Canada									
	CanESM2										
	CCSM4										
	CESM1 (BGC)										
	CESM1 (WACCM)	USA	HT								
	CESM1 (FASTCHEM)										
	CESM1 (CAM5)										
	CESM1 (CAM5.1-FV2)	USA									
	CMCC-CM, CMCC-CMS	Italy	HT								
	CMCC-CESM		HT								
	CNRM-CM5	France									
	CSIRO-Mk3.6.0	Australia									
	EC-EARTH	Europe									
	FGOALS-g2	China									
	FGOALS-s2										
	FIO-ESM v1.0	China									
	GFDL-ESM2M, GFDL-ESM2G										
	GFDL-CM2.1	USA									
	GFDL-CM3		HT								
	GISS-E2-R, GISS-E2-H	USA	HT					p2, p3*	p2, p3*		
	GISS-E2-R-CC, GISS-E2-H-CC		HT					p2, p3*	p2, p3*		
	HadGEM2-ES										
	HadGEM2-CC	UK	HT								
	HadCM3										
	HadGEM2-AO	Korea									
	INM-CM4	Russia									
	IPSL-CM5A-LR / -CM5A-MR / -CM5B-LR	France	HT								
	MIROC4h, MIROC5		HT								
	MIROC-ESM	Japan	HT								
	MIROC-ESM-CHEM		HT								
	MPI-ESM-LR / -ESM-MR / -ESM-P	Germany	HT								
	MRI-ESM1		HT								
	MRI-CGCM3	Japan	HT								
	NCEP-CFv2	USA									
	NorESM1-M										
	NorESM1-ME	Norway									

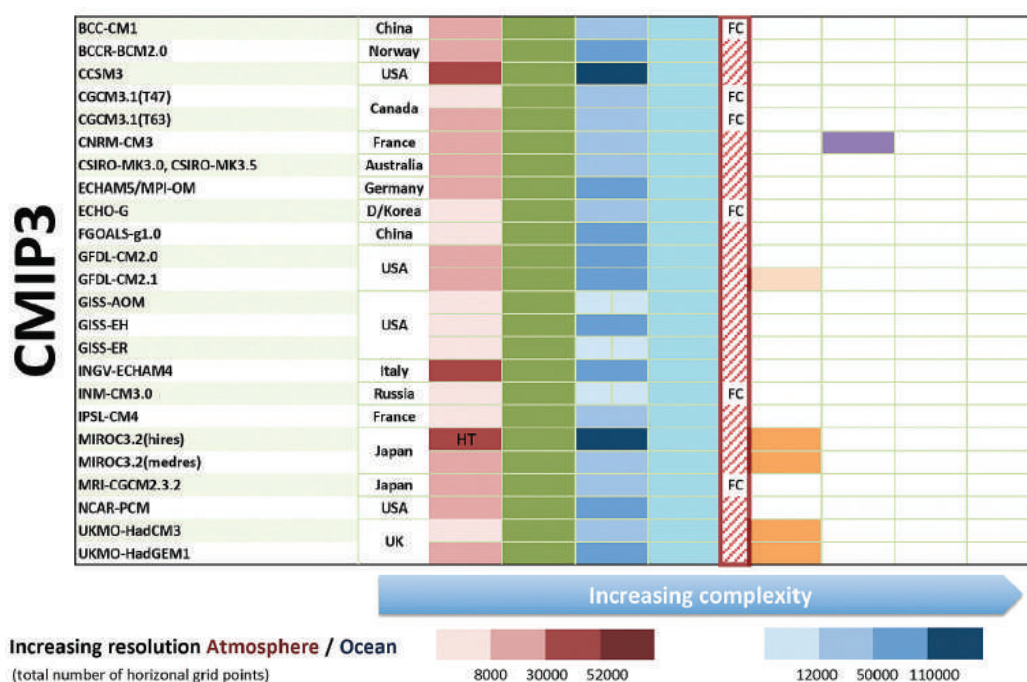


Table 2. Some types and uses of Satellites (Christopherson et al., 2019)

Types of Satellites		Uses of Satellites
Landsat		Landsat has archived Earth's history for over 40 years. With countless applications, it even found the island Landsat in Canada.
Sentinel		Sentinel-2 is a clear upgrade to Landsat, except that it's missing the thermal band.
Terra		Terra includes ASTER models terrain, MODIS classifies land cover, designed to monitor the Earth's atmosphere, ocean, and land surface with a set of visible, NIR, MIR, and thermal channels; and MOPITT monitors air quality.
Tropical Measuring Mission (TRMM)	Rainfall	TRMM examines cloud structure and precipitation mostly at the equator. Because of TRMM, scientists can better predict global energy balances, water cycles, and El Niño.
Aura		Aura is NASA's satellite dedicated to uncovering air quality and climate health. For example, its 4 instruments (HIRDLS, MLS, OMI & TES) measure trace gases, temperature, and aerosols in the upper atmosphere.
Joint Altimetry Satellite Oceanography Network (JASON)	Water and Ocean Topography	JASON's altimeter is responsible for mapping ocean floor bathymetry. This upgraded version of TOPEX/Poseidon monitors rising sea levels, which is a by-product of climate change.
Surface Water and Ocean Topography (SWOT)	Water and Ocean Topography	SWOT is likely to catch about 55 percent of floods worldwide and that SWOT is also more likely to capture more detailed images of severe, long-lasting floods than quicker, less severe floods.

Satellites are built and placed in space, orbiting Earth or other Planets with specific intentions. An international space station is one such habitable Satellite placed in space, and it was built by five participating space agencies such as NASA (USA), JAXA (Japan), ESA (Europe), Roscosmos (Russia), and CSA (Canada) between 1998-2011. 63% of current operational satellites are at a low orbit

level (< 2000 km), 6% are at medium orbit level (< 20000k m), 20% are at the geostationary orbit level (< 36000 km), and the rest 2% at elliptic level (> 36000 km) (Dempsey et al., 2018) (Table 2).

4. CLIMATE CHANGE SCENARIOS IN VMD

VMD is predicted to be one of the three deltas at risk of extreme climate change impacts in the

next 30 years by emission scenarios (Solomon et al., 2007). According to IPCC (2007b), scenarios are alternative images of how the future might unfold and are an appropriate tool to analyze how driving forces may influence future emission outcomes and assess the associated uncertainties by climate change. CMIP5 has provided four RCP scenarios including RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, and RCP8.5 scenarios (Table 3). RCP scenarios focus on greenhouse gas (GHG) concentrations rather than emission processes on the basis of assumptions develop socio-economic, technology, population, etc., as Special Report on Emissions Scenarios (SRES) (Nakićenović et al, 2000).

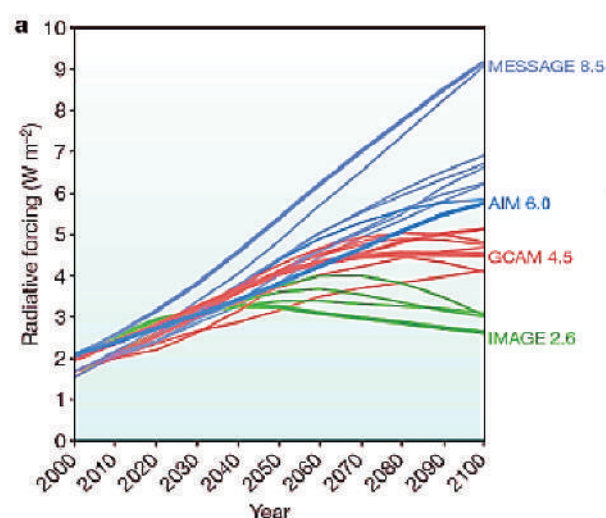


Figure 2. Changes in radiative forcing relative to pre-industrial conditions (Tran et al., 2016)

Table 3. RCPs median temperature anomaly over pre-industrial levels and SRES comparisons based on nearest temperature anomaly (Tran et al., 2016)

RCP	Radiative forcing in 2100	CO ₂ equivalent in 2100 (ppm)	Global temperature anomaly over pre-industrial level in 2100(°C)	Pathway till 2100	SRES temp anomaly equivalent
RCP8.5	8.5W/m ²	1370	4.9	Rising	A1F1
RCP6.0	6.0W/m ²	850	3.0	Stabilization without over shoot	B2
RCP4.5	4.5W/m ²	650	2.4	Stabilization without over shoot	B1
RCP2.6	2.6W/m ²	490	1.5	Peak at 3.0W/m ² and decline	None

IPCC (2000) developed long-term emissions scenarios (SRES) including A1, A2, B1 and B2 (Table 3). The A1 storyline describes the world of rapid economic growth, with a global population that peaks in the middle of the century, together with the rapid introduction of new efficient technologies. The A1 is divided into 3 groups which assume reliance on different energy sources, fossil intensive (A1F1), non-fossil energy sources (A1T), and a balance across all sources (A1B). The B1 scenario describes a convergent world with the same population as A1, but with rapid changes towards a service and information economy. B2 describes a world with intermediate population and economic growth but including local solutions to economic, social, and environmental

sustainability. A2 describes a heterogeneous world with high population growth, slow economic development, and a low rate of technological change.

5. CLIMATE CHANGE AND FLOODING PROJECTION

5.1. Climate change projections in VMD by GCMs

To predict climate change in the VMD, many studies have used GCMs to simulate future climate conditions. The advantage of climate models is that they can consider a lot of physical and chemical processes in the atmosphere as well as provide diverse variables.

We have discussed and evaluated a few case studies to gain the comprehensive insight of temperature increase, precipitation intensity and sea-level rise. By applying different GCMs, the obtained information will be more objective. Additionally, it makes the outcome more dependable and certain. Consequently, IPCC (2007) recommends the use of a multi-model ensemble in Table 3 for better calculation outcomes.

Studies undertaken to date about GCMs suggest a range of potentially significant impacts of climate change in the VMD are possible by 2030. Eastham et al. (2008) selected 11 GCMs from the CMIP3 including NCAR_CCSM3_0; MIUB_ECHO_G; MICRO3_2_MEDRES; MICRO3_2_HIRES; INV_ECHAM4; GISS_AOM; CSIRO_MK3_0; CNRM_CM3; CCCMA_CGCM3_1_T63; CCCMA_CGCM3_1 and BCCR_BCM2_0, whereas, Nguyen et al. (2016) 5 GCMs from the CMIP5 including BBC-CSM1.1, GFDL-CM3, MIROC5, MRI-CGCM3, and NoESM1-M calculated according to 3 RCP scenarios (RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5). These GCMs models were selected on their capacity to represent seasonal temperature and precipitation. Study results show the annual precipitation increase of more than 13.5% (equivalent to 0.2m) (Eastham et al., 2008) and 3,55% by RCP8.5 (Nguyen et al., 2016), predominantly from increased wet season precipitation. In addition, an increase in temperature of 0.68 to 0.81 is projected.

Other studies provide longer-term prediction by the end of 21st century. International Centre for Environmental Management (ICEM, 2012) selected 6 GCMs from the CMIP3 including CCCMA_CGCM3.1, CNRM_CM3, NCAR_CCSM3, MICRO3.2hires, GISS_AOM and MPI_ECHAMS. Six GCMs are known to have performed well in simulating the Mekong Climate. Outputs from the six selected GCMs will provide daily future climate data for average, maximum and minimum temperature and precipitation. Institute of Meteorology, Hydrology, and Environment (IMHEN)

downscaled the GCMs statistically from the CMIP3 using the PRECIS model which has a spatial resolution of 25 km (SIWRP, 2013) and A2, B1, and B2 scenarios, whereas, Tran et al. (2016) selected 11 GCMs from the CMIP5 including NorESM1-M, CNRM-CM5, GFDL-CM3, HadGEM2-ES, ACCESS1-0, CCSM4, MPI-ESM-LR, NCAR-SST, HadGEM2-SS, GFDL-SST and SST ensembles with RCP2.6, RCP 4.5, RCP6.0 and RCP8.5 scenarios. These GCMs simulate climate for Viet Nam that most models produced temperature well over Viet Nam. For rainfall, the difference in simulation among GCMs is clearly. Study results show that the trends of temperature increase until 2050s will be above $2\div3^{\circ}\text{C}$ (ICEM, 2012) and 1°C (SIWRP, 2013); more than $3.0\div3.5^{\circ}\text{C}$ (Tran et al., 2016) and $1.4\div2.3^{\circ}\text{C}$ (SIWRP, 2013) in 2100. Even though precipitation and sea-level rise projections varied between studies, generally increasing trends. By the end of 21st century, the most maximum precipitation will be above 7% (SIWRP, 2013) and 20% (Tran et al., 2016); sea level rising will be 103 cm by A2 scenario (SIWRP, 2013) and 100 cm (Tran et al., 2016) make VMD be highly flooded (39,40% areas).

Some studies selecting GCMs from CMIP3 including Eastham et al. (2008), ICEM (2012) and SIWRP (2013) show that climate change assessment in the VMD is not as accurate as GCMs from CMIP5 including Nguyen et al (2016) and Tran et al (2016). Because the CMIP5 models show a higher reproducibility of temperature, precipitation and sea level rise over than the CMIP3 models with respect to the geographical distribution of temperature, precipitation and sea level rise throughout the year. Correlation analysis using all of the CMIP5 and CMIP3 models reveals that models with higher horizontal resolution tend to perform better than those with a lower resolution. The advantage of the CMIP5 models over the CMIP3 models in the simulation climate can be partly attributed to the improvement of subtropical high in the CMIP5 models, especially

during the summer. According to assessment results, Tran et al. (2016)'s findings are most consistent with the situation of climate change in the VMD under current and future climate conditions.

These studies have also gradually deepened into physical nature and evidence of climate change. These results suggest that Vietnam's climate has dramatically changed. The trends of high increasing temperature, in 2100, the annual average temperature is above 1°C suitable with IPCC (2019) about global warming of 1.5°C compared to during pre-industrial times. There is the potential for energy, food, and water threats to overlap regionally and temporally due to global warming.

Besides, projections for rainfall are more uncertain, but they highlight robust increases in mean precipitation at 1.5°C global warming. The number of rainy days increases and fluctuates dramatically to lead in runoff and flood threat in some areas. We have found that the frequencies of abnormal daily precipitation is increasing. In addition, sea level is rising due to thermal expansion, ocean dynamics and land ice loss contributions. Risk related to SLR (including erosion, flooding and salinisation) is expected to significantly increase by the end of the 21st century along all low-lying delta in the absence of major additional adaptation efforts.

5.2. Flooding projection in VMD by remote sensing techniques

Currently, remote sensing technology has effectively proved flood prediction. In this paper, we conduct a review of inundation studies by remote sensing in the VMD. Kuenzer et al (2013) employed overall 60 Envisat ASAR Wide Swath Mode data sets at a spatial resolution of 150 meters acquired during the years 2007 - 2011 to facilitate a thorough understanding of the flood regime in the VMD. An Giang, Dong Thap, and Can Tho are flooded to about 40% - 50% of the province area during the high flood stage (Fig.3).

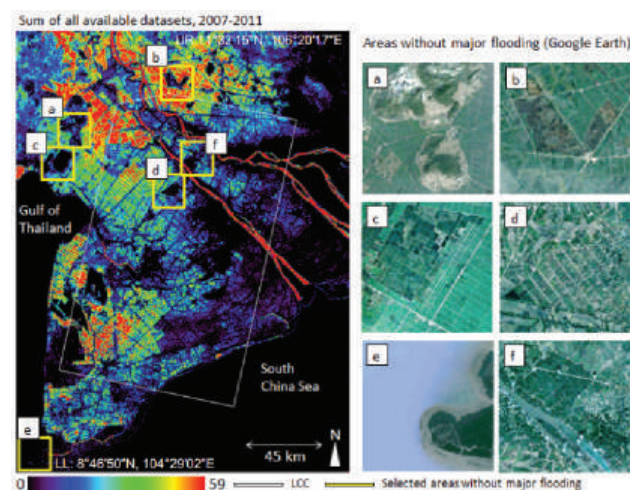


Figure 3. Inundation in the Mekong Delta from 2007 to 2011 (a) hills in the Tri Ton District north of Chau Lang, (b) Tram Chim National Park, (c) well-dyked agricultural area north of Hon Dat, (d) the Can Tho Cuu Long Rice Research Institute test field, (e) the tip of Ca Mau province with dense mangroves, and (f) fruit tree orchards (Kuenzer et al., 2013)

Vietnam National Space Center used radar remote sensing images collected by the Sentinel-1 satellite at the VMD. These results showed that flooding in the VMD in 2018 had come earlier than previous years and complicated happenings (Fig.4).

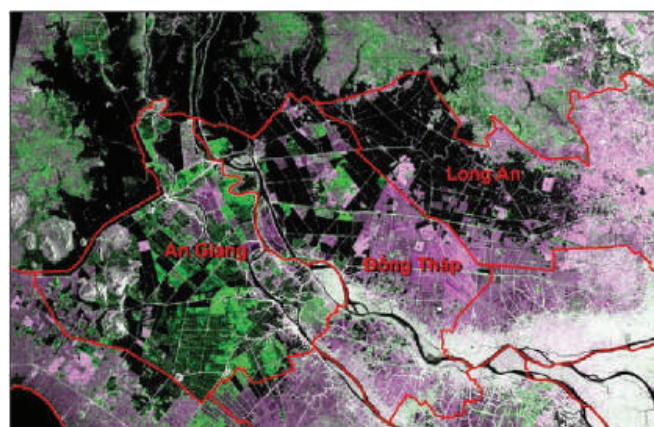


Figure 4. Sentinel-1 image dated 9/9/2018, flood waters (black) covered a large area of the Mekong Delta (VNSC, 2018)

To support the accurate and area-wide evaluation of floods, Dinh et al. (2019) chose a total of 777 Sentinel-1, 515 Sentinel-2, and 57 Landsat-8 scenes were a 10 m spatial resolution in regular 10-day intervals throughout the

observation period of hydrological years 2016 - 2017. Study results show that the floodwater rises constantly from August to September with 25 - 30% of the area underwater. During the flood peak, nearly half of the Mekong Delta (46%) was covered by water in the middle of October. The provinces An Giang, Dong Thap, Long An, Kien Giang, and Can Tho are those most impacted by flooding.

These research results are suitable with the current flood situation in the VMD. Actually, the VMD's flood level in 2021 is predicted higher than in 2020 and 2019. Northern part of the VMD (An Giang, Dong Thap, Kien Giang, Long An) is considered having high and very high hazard areas, while there is little hazard in the coastal area.

Fig. 3 and Fig. 4 show that the water surface reflects extremely weakly so it is easy to identify on radar scans due to the very dark shapes. A large share of the additional inundated areas shift from non-flooded, or short period inundation (less than one month) to longer duration inundation (3-4months). The estimation of damage to agricultural areas was limited to the flood-prone areas, amounting to about 50% of the delta land area, and to paddy rice cultivation. Using remote sensing images to analyze and create flood hazard, flood vulnerability and risk maps will help decision makers to frame the future delta management and development plans.

6. PERSPECTIVE

Almost, simulations of GCMs to predict future temperature changes suitable with scenarios by IPCC 2019. Sea level rise will continue beyond 2100 even if global warming is limited to 1.5°C in the 21st century. GCMs help us understand the very complicated processes shaping our climate. Climate models have also successfully predicted many climatic events we are already experiencing extreme events, like 100-year floods occurring twice within 15 years, or the extended heat waves. Even though we will never fully understand the

complexity of our world, models that incorporate high-quality information and rigorous testing help us better understand that complexity. GCMs have been used for a range of applications, including investigating interactions between processes of the climate system, simulating the evolution of the climate system, and providing projections of future climate states under scenarios that might alter the evolution of the climate system.

It is common to use GCMs to simulate future climate change scenarios, however, the use of GCMs to estimate flooded areas is uncertain, an increase in the area of flooding is likely under the median of GCM projections. For monitoring flood, remote sensing will be more effective than GCMs because of its accuracy to estimate the linear relationship between flood volume and area of inundation. Compared to field-based sampling, remote sensing cannot provide measures of human and environmental phenomena. However, when coupled with field surveying, remote sensing offers the ability to view and map large areas of the earth's surface multiple times and to obtain information for areas that would otherwise be difficult or impossible to sample due to physical or financial constraints. In this way, remote sensing has become a valuable research and application tool in a wide range of disciplines such as engineering, geology and geography...

7. CONCLUSIONS

It can be seen that GCMs outcomes show the median temperature will rise above 1.5°C along with heavy precipitation and SLR in the VMD in 2100s. In general, GCMs are increasingly used in climate change studies which provide a reliable basis for preparing climate change mitigation and adaptation plans in the future. However, GCMs have the added complexity of coupling an ocean model and an atmospheric model, GCMs must incorporate not only the many physical processes, but also the chemical and biological processes that influence climate over long periods of time in order to be useful for future projections.

These make the potential for errors and to amplify in the output increasing. To prevent biases from growing, current computational errors resulting from finite grid resolution must be eliminated. This must be followed by a comparison and evaluation of the model output based on real-world observations.

In terms of flood monitoring, remote sensing will be more effective than GCMs. Satellite images are excellent for monitoring flooding in the VMD. During the flood peak, nearly half of the Mekong Delta (46%) was covered by water in the middle of October. However, some remote sensing images are of poor quality because of bad weather conditions and some satellites only capture small areas and take a long time to combine images. Current conditions require new sensors with sufficiently high spatial resolution and accuracy for observing the climate phenomena, a constellation of small satellites that observe the same location over a given time interval; making improvements in instrumentation and retrieval algorithms, the addition of other supporting tools to establish flood maps and monitor flooding and natural disasters such as aerial photography technology (UAV's, Flycam's,...) to improve research in this field.

8. REFERENCES

- [1] Abiodun B., Braconnot P., Chou C. S. and others (eds), *Evaluation of Climate Models in: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, Cambridge University Press, Cambridge, 2013.
- [2] Bui T. Y., Nguyen H. S., Le T. T., Amjath-Babuc T. S. and Leocadio S., "Development of a participatory approach for mapping climate risks and adaptive interventions (CS-MAP) in Vietnam's Mekong River Delta", *Climate Risk Management*, Vol 24, 2019, pp.59-70.
- [3] Christopherson J. B., Chandra S. N. R., and Quanbeck J. Q., *Joint Agency Commercial Imagery Evaluation-Land Remote Sensing Satellite Compendium*, U.S. Geological Survey Circular, 1455, 2019, 191p.
- [4] Dempsey R., Forrester P., Kelly B., and Knight N., *The International Space Station - Operating an Outpost in the New Frontier*, Publisher: National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2018.
- [5] Dinh A. D., Elmahrad B., Leinenkugel P., and Newton A., "Time series of flood mapping in the Mekong Delta using high resolution satellite images", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol 266, 2019, 012011.
- [6] Eastham J., Mpelasoka F., Mainuddin M., Ticehurst C., Dyce P., Hodgson G., Ali R., and Kirby M., "Mekong River Basin Water Resources Assessment: Impacts of Climate Change", *CSIRO: Water for a Healthy Country National Research Flagship*, 2008.
- [7] Hirabayashi Y., Mahendran R., Koirala S., Konoshima L., Yamazaki D., Watanabe S., Kim H., and Kanae S., "Global flood risk under climate change", *Nature Climate Change*, 3, 2013, pp. 816-821.
- [8] Hoang L. P., van Vliet M. T. H., Kumm M., Lauri H., Koponen J., Supit I., Leemans R., Kabat P., and Ludwig F., "The Mekong's future flows under multiple drivers: How climate change, hydropower developments and irrigation expansions drive hydrological changes", *Science of The Total Environment*, Vol 649, 2018, pp.601-609.
- [9] International Centre for Environmental Management (ICEM), "Rapid Climate Change Threat and Vulnerability Assessment for the Mekong Delta Central Connectivity Project", Consultant report prepared for the Asian Development Bank, Hanoi, Viet Nam, 2012.
- [10] Kuenzer C., Guo H., Huth J., Leinenkugel P., Li X., and Dech S., "Flood Mapping and Flood Dynamics of the Mekong Delta: ENVISAT-ASAR-WSM Based Time Series Analyses", *Remote Sens.*, 5 (2), 2013, pp.687-715.
- [11] Masson-Delmotte V., Zhai P., Pörtner H.O., Roberts D. and others (eds.), *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate*, In Press, 2019.
- [12] Minderhoud P. S. J., Coumou L., Erkens G., Middelkoop H., and Stouthamer E., "Mekong del-

ta much lower than previously assumed in sea-level rise impact assessments”, *Nature Communications*, 10, 2019, pp.38-47.

[13] Nakic'enović N., Davidson O., Davis G., Grübler A., Kram T., Lebre La Rovere E., Metz B., Morita T., Pepper W., Pitcher H., Sankovski A., Shukla P., Swart R., Watson R., and Dadi Z., *Emissions Scenarios, Contribution of A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

[14] Ngo D. T., Kieu Q. C., Marcus T., Nguyen L. D. and Phan V. T., “Climate projections for Vietnam based on regional climate models”, *Climate Research*, Vol 60, 2014, pp.199-213.

[15] Nguyen T. T., Tran V. T. and Huynh V. T. M., “Evaluation and selection of global climate changes models (GCMs-CMIP5) for the Vietnamese Mekong Delta”, *Can Tho University Journal of Science*, 42 (2016A), 2016, pp.81-90.

[16] Oppenheimer M., Glavovic C. B., Hinkel J., Van de Wal R., Magnan K. A., Abd-Elgawad A., Cai R., Cifuentes-Jara M., DeConto M. R., Ghosh T., Hay J., Isla F., Marzeion B., Meyssignac B., and Sebesvari Z., *Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities in IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, In press, 2019.

[17] Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z. and others (eds), *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, 2007.

[18] Southern Institute of Water Resources Planning Vietnam (SIWRP), Report “Climate change adaptation project for sustainable development of the agriculture and rural areas in the coastline of the Mekong Delta”, 2013.

[19] Tran T., Nguyen V. T., H. T. L. H., Mai V. K., Nguyen X. H. and Doan H. P., *Climate change and sea level rise scenarios for Viet Nam*, Publisher: Ministry of Natural Resources and Environment, Ha Noi, 2016.

[20] Vaughan A. R. and Cracknell P. A., “Remote Sensing and Global Climate Change, Series I: Global Environmental Change”, *Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Remote Sensing and Global Climate Change*, held at Dundee, Scotland, Vol 24, 1992.

[21] Vietnam National Space Center (VNSC), “Flood in the Mekong Delta through satellite remote sensing”, 2018 [online]. Available: < <https://dantri.com.vn/khoa-hoc-cong-nghe/phet-hien-lu-dbscl-dien-bien-phuc-tap-nho-anh-ve-tinh-vien-tham-radar-20180912064722319.htm> > [Accessed 08/07/2021].

ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN NGẬP LỤT THÀNH PHỐ CẦN THƠ - CÁC GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT VÀ THÍCH ỨNG

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON CAN THO CITY - THE HIGH - RISK FLOOD AREA DIVISION AND FLOODING CONTROL AND ADAPTATION

Trần Thanh Thảo, Lê Thị Bạch Tuyết,
Giang Văn Tuyền, Trần Quang Nhật

ABSTRACT:

This study aims to carry out the survey in times of flood due to rain and high tides that combined with the results of MIKE 11 model from Institute for Water and Environment Research to divide the high-risk flood areas, identify causes of flooding, propose solutions to control and adapt to flooding at Can Tho city - the economic center of the Mekong Delta. Research results show that 8 typical flooded locations have the highest water level corresponding to sea level rise scenarios including Maritime and Port Authority, Ninh Kieu District (2.533 m), Binh Thuy People's Committee (2.567 m), Cai Rang District People's Committee (1.264 m), My Khanh, Phong Dien District (0.95 m), Thoi Lai District Post Office (1.00 m), Co Do District Post Office (0.887 m), Thot Not District State Bank (2.377 m), O Mon District People's Committee (1.205 m). These results are considered quantitatively and meaningfully to make construction, architectural and urban plans and propose adaptive solutions.

KEYWORDS: *Can Tho City, Sea Level Rise, MIKE.*

TÓM TẮT:

Nghiên cứu này được thực hiện bằng việc tiến hành khảo sát điều tra vào các thời điểm ngập lụt do mưa và triều cường kết hợp kế thừa kết quả tính toán mô hình MIKE 11 của Viện Thủy lợi và Môi trường để tiến hành phân vùng những vùng có nguy cơ ngập cao do mưa lớn kết hợp với triều cường dâng, xác định nguyên nhân gây ngập, đề xuất các giải pháp kiểm soát và thích ứng với ngập lụt theo từng vùng khác nhau ở khu vực TP. Cần Thơ – trung tâm kinh tế trọng điểm của vùng đồng bằng Sông Cửu Long. Kết quả nghiên cứu cho thấy có 8 vị trí ngập lụt điển hình với cao độ mực nước lớn nhất ứng với các kịch bản nước biển dâng bao gồm Cảng vụ Hàng Hải, quận Ninh Kiều (2,533 m), quận Ủy Bình Thủy (2,567 m), UBND Quận Cái Răng (1,264 m), Mỹ Khánh, huyện Phong Điền (0,95 m), Bưu điện huyện Thới Lai (1,00 m), Bưu điện huyện Cờ Đỏ (0,887 m), NHNN huyện Thốt Nốt (2,377 m), UBND quận Ô Môn (1,205 m). Đây được xem là kết quả bước đầu có tính định lượng, có ý nghĩa cho việc lập các quy hoạch xây dựng, kiến trúc, đô thị và đề xuất các giải pháp thích ứng.

TỪ KHÓA: *Thành Phố Cần Thơ, Nước Biển Dâng, MIKE.*

Trần Thanh Thảo

Bộ môn Cấp thoát nước và Môi trường, Khoa Kỹ thuật hạ tầng đô thị, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây, 20B Phó Cơ Điều, Phường 3, TP Vĩnh Long, Tỉnh Vĩnh Long.

Địa chỉ mail: tranthanhthao@mtu.edu.vn

Điện thoại: 0932872638

Lê Thị Bạch Tuyết

Bộ môn Cấp thoát nước và Môi trường, Khoa Kỹ thuật hạ tầng đô thị, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây.
20B Phó Cơ Điều, Phường 3, TP Vĩnh Long, Tỉnh Vĩnh Long.

Địa chỉ mail: lethibachtuyet@mtu.edu.vn

Điện thoại: 0939541348

Giang Văn Tuyền

Bộ môn Cấp thoát nước và Môi trường, Khoa Kỹ thuật hạ tầng đô thị, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây.
20B Phó Cơ Điều, Phường 3, TP Vĩnh Long, Tỉnh Vĩnh Long.

Địa chỉ mail: giangvantuyen@mtu.edu.vn

Điện thoại: 0909956846

Trần Quang Nhật

Bộ môn Cấp thoát nước và Môi trường, Khoa Kỹ thuật hạ tầng đô thị, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây.
20B Phó Cơ Điều, Phường 3, TP Vĩnh Long, Tỉnh Vĩnh Long.

Địa chỉ mail: tranquangnhat@mtu.edu.vn

Điện thoại: 0939861777

1. ĐẶT VẤN ĐỀ - INTRODUCTION

Cần Thơ là một trong nhiều tỉnh nằm ở hạ lưu sông Mê Kông thường xuyên chịu tác động xấu của thiên tai. Đặc biệt, trong mùa mưa lũ, triều cường kết hợp với lũ trên sông Hậu sẽ gây ra mực nước cao ở tất cả các khu vực đô thị. Nếu như năm 2000 mực nước lũ là 1,79 m thì năm 2007 là 2,03 m và năm 2011 đạt mốc 2,15 m... Tính đến nay, mức thủy triều tại TP Cần Thơ đã tăng thêm khoảng 20 đến 30 cm, do đó nguy cơ lũ lụt trong khu vực đô thị phụ thuộc rất nhiều vào thủy triều... Bên cạnh đó, khi trời mưa lớn trong khu vực đô thị kết hợp triều cường càng làm cho tình trạng ngập lụt này càng trở nên xấu đi, gây ảnh hưởng đến cơ sở hạ tầng của thành phố, sinh hoạt và sức khỏe của người dân.

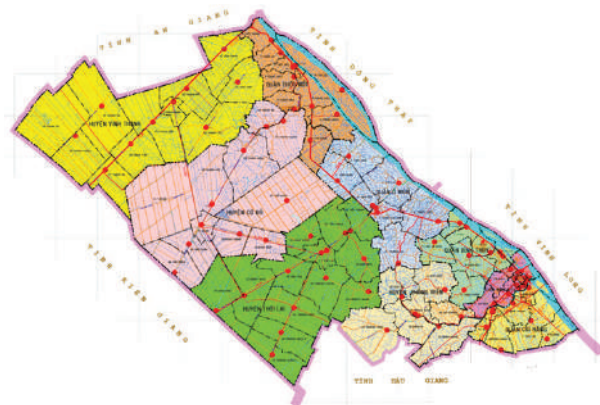
Trước tình hình biến đổi khí hậu (BĐKH) – nước biển dâng (NBD) ngày càng tác động mạnh dẫn tới mực nước triều tăng cao, lượng mưa có thể nhiều hơn, dẫn tới quá trình ngập lụt ngày càng nghiêm trọng hơn.

Vì vậy việc đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến ngập lụt thành phố Cần Thơ nhằm mục đích xác định các nguyên nhân gây ngập lụt theo từng vùng khác nhau và đề xuất các giải pháp kiểm soát và thích ứng với ngập lụt cho từng vùng riêng biệt.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là lưu vực sông Hậu với chiều dài 65 km chảy qua thành phố.



Hình 1. Mạng lưới sông khu vực nghiên cứu

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp điều tra, thực địa

Phương pháp điều tra, thực địa: khảo sát thực tế và tiến hành điều tra vào các thời điểm ngập lụt do mưa, triều cường, đồng thời điều tra vết ngập tại các khu dân cư thuộc TP Cần Thơ.

2.2.2. Phương pháp sử dụng mô hình (MH) MIKE 11

Mô hình MIKE 11 là mô hình tính toán mạng sông dựa trên việc giải hệ phương trình một chiều

Saint – Venant gồm:

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

Phương trình chuyển động:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0$$

trong đó:

A: diện tích mặt cắt ngang (m²);

T : thời gian (s); Q: lưu lượng nước (m³/s);

x: biến không gian; α : hệ số động lượng;

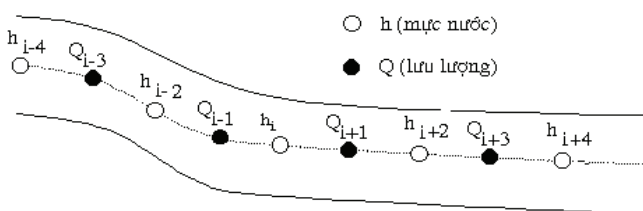
q: lưu lượng gia nhập dọc theo một đơn vị chiều dài sông (m²/s);

g: gia tốc trọng trường (m/s²);

h: độ sâu dòng nước (m); R: bán kính thủy lực (m);

C : hệ số Chezy $C = \frac{1}{n} R^y$, theo Manning $y = 1/6$.

Hệ phương trình Saint-Venant cơ bản không giải được bằng các phương pháp giải tích, vì thế phải giải gần đúng bằng cách rời rạc hóa hệ phương trình. Mô hình MIKE 11 sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn 6 điểm ẩn Abbott. Trong đó, mực nước và lưu lượng dọc theo các nhánh sông được tính trong hệ thống các điểm lưới xen kẽ (Hình 2).

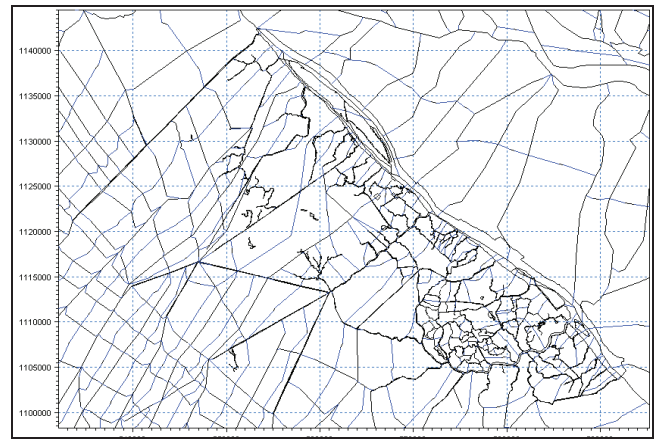


Hình 2. Nhánh sông với các điểm lưới xen kẽ

* Cơ sở dữ liệu đầu vào mô hình:

Để thực hiện các tính toán chi tiết cho TP Cần Thơ, các tài liệu địa hình mới thu thập và tiến hành hiệu chỉnh lại mô hình thông qua việc thay đổi hệ số nhám (hệ số nhám trung bình là 0,03).

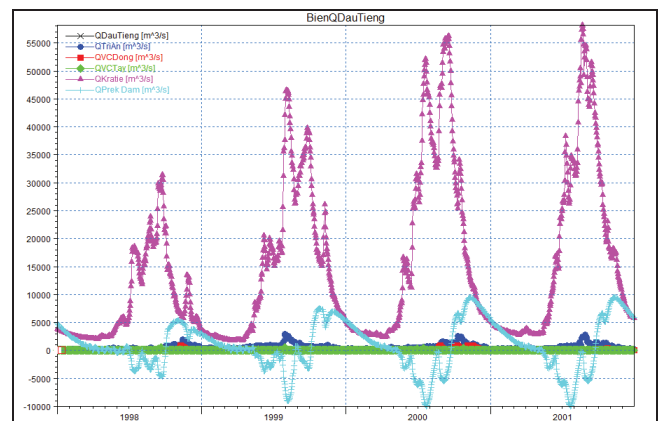
- Các biên cứng gồm: 2.693 nhánh sông kênh và 1313 ô ruộng, hơn 15.308 điểm tính toán mực nước và lưu lượng. (Hình 3)



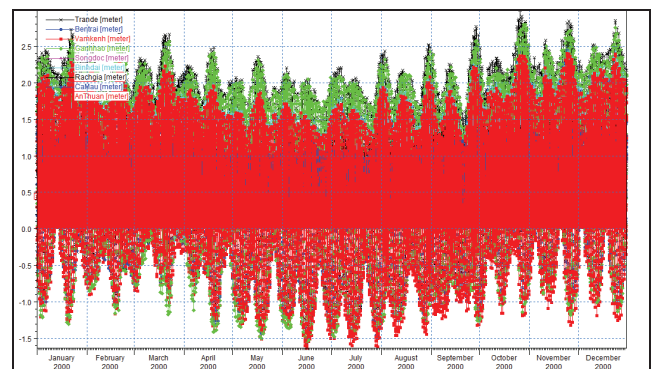
Hình 3. Sơ đồ mạng lưới thủy lực sông - kênh chi tiết khu vực TP. Cần Thơ trong mô hình MIKE 11

- Các biên lỏng (mềm) gồm:

Các biên lưu lượng ở thượng lưu: Kratie, lưu vực quanh Biển Hồ (Tonle Sap), Sông Vàm Cỏ Đông, Sông Sài Gòn (Hồ Dầu Tiếng), và Sông Đồng Nai (Hồ Trị An) (Hình 4).



Hình 4. Diễn biến lưu lượng cho biên đầu vào



Hình 5. Các biên mực nước

Các biên mực nước (mực nước giờ) tại hạ lưu: 59 biên được tính toán và nội suy từ 9 trạm đo mực nước tại các cửa sông ven biển của ĐBSCL:

Trần Đề, Bến Trại, Bình Đại, Vàm Kênh, Gành Hào, Sông Đốc, Rạch Giá, Cà Mau, An Thuận (Hình 5).

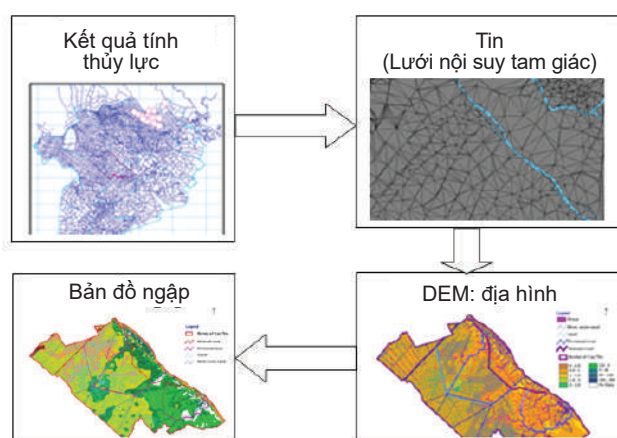
Các biên mưa (mưa ngày): mưa được nội suy cho từng vùng dựa trên 32 trạm đo mưa: Châu Đốc, Long Xuyên, Tân Châu, Bạc Liêu, Bến Tre, Ba Tri, Cà Mau, Cần Thơ, Phụng Hiệp, Vị Thanh, Cao Lãnh, Tân Hiệp, Hà Tiên, Rạch Giá, Tuyên Nhơn, Bến Lức, Mộc Hóa, Tân An, Sóc Trăng, Gò Công, Mỹ Tho, Trà Vinh, Vĩnh Long, Hưng Thạnh, Phước Long, Ông Đốc, Năm Căn, Đại Ngãi, Cai Lậy, Sa Đéc, Mỹ Thuận, Tri Tôn.

Nghiên cứu tiến hành kiểm định mực nước tại 2 trạm đo Cần Thơ và Đại Ngãi trên đoạn sông Hậu chảy qua TP Cần Thơ. Trong đó so sánh mực nước lũ thực đo và mô phỏng năm 2000 để kiểm định kết quả mô hình. Sử dụng hệ số Nash và đỉnh lũ để so sánh kết quả tính toán từ mô hình với kết quả thực đo, cho thấy sai số của mô hình với kết quả đáng tin cậy.

Bảng 1. Sai số kết quả tính toán mực nước và thực đo tại các trạm so sánh

Trạm đo	Đỉnh lũ (%)	Hệ số Nash (%)
Đại Ngãi	4,5	87,2
Cần Thơ	0,9	82,5

2.2.3. Phương pháp xây dựng bản đồ ngập lụt cho TP Cần Thơ



Hình 6. Sơ đồ khối phương pháp xây dựng bản đồ ngập lụt

Các kết quả cao độ mực nước được đưa vào TIN, mạng lưới tam giác nội suy, trong đó mắt lưới của TIN hay đỉnh các tam giác là các điểm tính toán trong sơ đồ thủy lực thiết lập lớp mực nước ngày lớn nhất (peak) trong mùa lũ tính toán (từ tháng 6 đến hết tháng 11). Sau đó các bản đồ ngập sẽ được xây dựng bằng việc sử dụng các phần mềm (ArcGis, ArcMap, và Mike 11), chồng lớp, tính toán các lớp mực nước max ngày lên bản đồ địa hình. Nghiên cứu sử dụng bản đồ địa hình (DEM) TP. Cần Thơ số hóa với độ phân giải 15mx15m được thu thập từ các nghiên cứu trước đây.

2.2.4. Dữ liệu mô hình các kịch bản nước biển dâng

Các kịch bản (KB) nước biển dâng được xây dựng dựa trên kết quả dự báo của Bộ Tài nguyên và Môi trường (BTN&MT) xuất bản năm 2012. Chọn 3 mức nước biển dâng ứng với mốc thời gian năm 2100 lần lượt là 65, 75 và 100 cm và mực nước triều năm 2011 làm biên mực nước hạ lưu cơ sở.

Tương tự, đối với biên lũ thượng lưu, lựa chọn năm lũ lớn nhất đã từng xảy ra tại ĐBSCL là năm 2000 để đánh giá thay đổi diễn biến ngập ở TP Cần Thơ trong điều kiện tương tự, có thêm ảnh hưởng của biến đổi khí hậu - nước biển dâng.

Đối với kịch bản xây dựng cơ sở hạ tầng trong tương lai, nghiên cứu sử dụng bản Quy hoạch chung xây dựng TP Cần Thơ đến năm 2025 (QĐ 207/2006/QĐ-TTg).

Nghiên cứu xây dựng 7 kịch bản gồm (Bảng 2):

- Một kịch bản hiện trạng để đánh giá diễn biến ngập lụt TP Cần Thơ trong trận mưa và lũ năm 2000. Trong kịch bản này sử dụng điều kiện biên mưa và lưu lượng trong trận lũ năm 2000, điều kiện biên thủy triều lấy cùng thời gian xảy ra lũ.

- Ba kịch bản đánh giá tác động của biến đổi khí hậu - nước biển dâng theo 3 mức độ khác nhau đến ngập lụt trong điều kiện cơ sở hạ tầng của TP Cần Thơ năm 2011. Trong đó điều kiện biên mưa và lưu lượng trong trận lũ năm 2000, điều kiện biên mực nước sử dụng biên triều xảy ra năm 2011 cộng với 3 mức nước biển dâng lần lượt là 65, 75 và 100 cm.

- Ba kịch bản còn lại đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu - nước biển dâng theo 3 mức độ khác nhau đến ngập lụt trong điều kiện cơ sở hạ tầng của TP Cần Thơ phát triển đến năm 2025 theo quy hoạch xây dựng TP. Cần Thơ (Quyết định 207/2006/QĐ-TTg). Trong đó điều kiện biên mưa và lưu lượng trong trận lũ năm 2000, điều kiện biên mực nước sử dụng biên triều xảy ra năm 2011 cộng với 3 mức nước biển dâng lần lượt là 65, 75 và 100 cm.

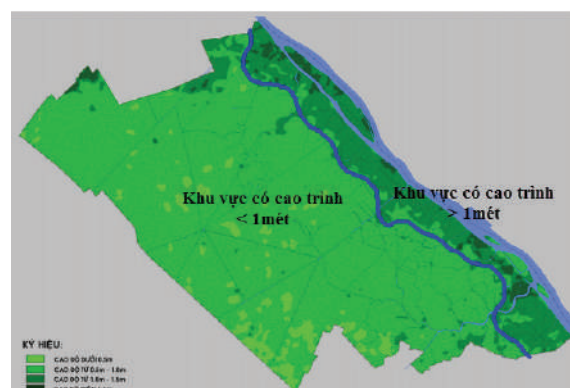
Bảng 2. Dữ liệu các kịch bản nước biển dâng

TT	Ký hiệu	Cơ sở hạ tầng (địa hình)	Biên mưa và lũ thượng nguồn	Biên triều biển
1	KB0	Hiện trạng cập nhật đến năm 2011	Mưa và lưu lượng lũ năm 2000	Triều như năm 200
2	KB1	Hiện trạng cập nhật đến năm 2011	Mưa và lưu lượng lũ năm 2000	Triều 2011 + NBD 65 cm
3	KB2	Hiện trạng cập nhật đến năm 2011	Mưa và lưu lượng lũ năm 2000	Triều 2011 + NBD 75 cm
4	KB3	Hiện trạng cập nhật đến năm 2011	Mưa và lưu lượng lũ năm 2000	Triều 2011 + NBD 100 cm
5	KB4	Quy hoạch xây dựng TP Cần Thơ (Quyết định 207/2006/QĐ-TTg)	Mưa và lưu lượng lũ năm 2000	Triều 2011 + NBD 65 cm
6	KB5	Quy hoạch xây dựng TP Cần Thơ (Quyết định 207/2006/QĐ-TTg)	Mưa và lưu lượng lũ năm 2000	Triều 2011 + NBD 75 cm
7	KB6	Quy hoạch xây dựng TP Cần Thơ (Quyết định 207/2006/QĐ-TTg)	Mưa và lưu lượng lũ năm 2000	Triều 2011 + NBD 100 cm

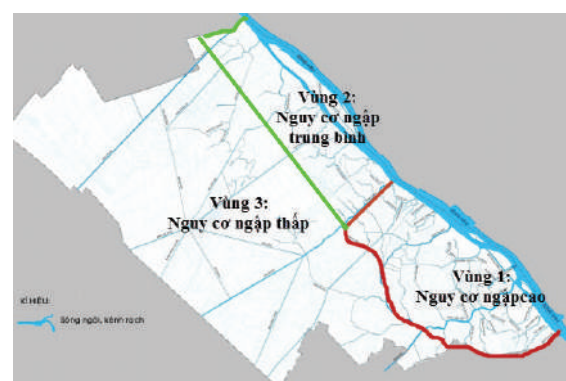
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân vùng nguy cơ ngập cho TP Cần Thơ

Với địa điểm địa hình của thành TP Cần Thơ như Hình 7 tiến hành phân chia các vùng như sau:



Hình 7. Địa điểm địa hình TP Cần Thơ



Hình 8. Phân vùng nguy cơ ngập TP Cần Thơ

- Vùng 1 (nguy cơ ngập cao): các quận Cái Răng, Ninh Kiều, Bình Thủy, Ô Môn và một phần quận Phong Điền đây là vùng tập trung dân cư đông đúc, hạ tầng đô thị phát triển mạnh, có hệ thống sông ngòi chằng chịt, có thể đánh giá được rằng nguyên nhân gây ngập cho vùng này là sự kết hợp giữa tổ hợp mưa + thủy triều (lũ), hệ thống thoát nước đô thị bị quá tải do tốc độ đô thị hóa cao;

- Vùng 2 (nguy cơ ngập trung bình): một phần nằm giáp sông Hậu của quận Thốt Nốt nguyên nhân chính gây nên ngập của khu vực là thủy triều (lũ), ngoài ra còn yếu tố mưa cũng ngày càng gây lên ngập lụt cho khu vực này do hạ tầng ngày càng phát triển;

- Vùng 3 (nguy cơ ngập thấp): các quận còn lại, đối với vùng này do địa hình thấp cho nên nguyên nhân chính gây ngập ở đây là thủy triều.

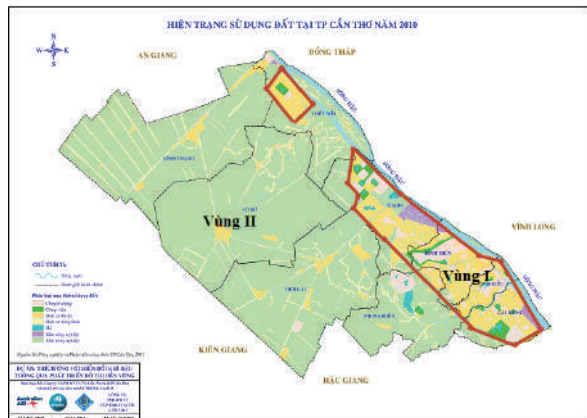
3.2. Kết quả đánh giá ngập lụt TP. Cần Thơ với trận lũ năm 2000

Kết quả tính toán cho thấy trận lũ năm 2000 kết hợp với mưa và thủy triều, toàn TP. Cần Thơ có 72.550 ha bị ngập từ 50 - 100 cm chiếm 52,18% diện tích ngập trên toàn thành phố. Các khu vực bị ngập úng tập trung nhiều vào các quận có địa hình trũng và nằm ven sông Hậu như Bình Thủy, Ninh Kiều, Thốt Nốt, Ô Môn.

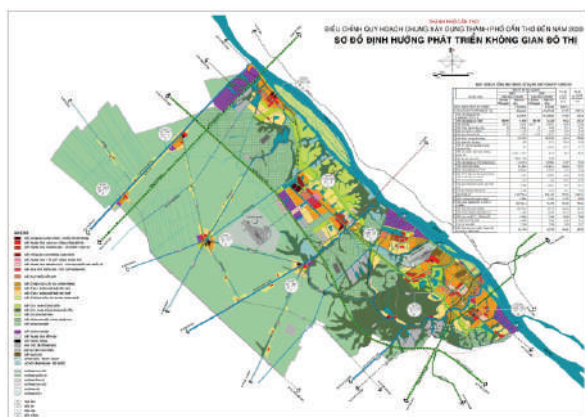
3.3. Kết quả tính toán ảnh hưởng của biến đổi khí hậu - nước biển dâng đến ngập lụt của TP Cần Thơ theo các kịch bản khác nhau

Với địa hình hiện trạng: diện tích ngập ở độ sâu 1 - 2 m khi nước biển dâng 65cm là 71.631 ha chiếm 51,55% diện tích toàn thành phố, khi nước biển dâng 77 cm diện tích này là 106.921 ha chiếm 76,94% (so với hiện trạng là 7.728 ha chiếm 5,56%).

Với địa hình quy hoạch 2030: diện tích ngập ở độ sâu 1 - 2 m khi nước biển dâng 65 cm là



Hình 9. Hiện trạng sử dụng đất của TP Cần Thơ



Hình 10. Sơ đồ quy hoạch sử dụng đất đến 2030

64.947 ha chiếm 46,73% diện tích toàn thành phố, khi nước biển dâng 77 cm diện tích này là 105.321 ha chiếm 75,8% (so với hiện trạng là 7728,3ha chiếm 5,56%).

- Theo kịch bản 1, độ sâu ngập chủ yếu vào khoảng từ 50÷150 cm, chiếm tới 78,19%, với tổng diện tích ngập trong khoảng độ sâu này là 108.654,7 ha.

- Theo kịch bản 2, độ sâu ngập chủ yếu vào khoảng từ 50÷150 cm, chiếm tới 74,46%, với tổng diện tích ngập trong khoảng độ sâu này là 103.680 ha.

- Theo kịch bản 3, độ sâu ngập chủ yếu vào khoảng từ 100÷200 cm, chiếm tới 76,94%, với tổng diện tích ngập trong khoảng độ sâu này là 106.921 ha.

- Theo kịch bản 4, độ sâu ngập chủ yếu vào khoảng từ 50÷150 cm, chiếm tới 81,47%, với tổng diện tích ngập trong khoảng độ sâu này là 113.206 ha.

- Theo kịch bản 5, độ sâu ngập chủ yếu vào khoảng từ 50÷150 cm, chiếm tới 78,01%, với tổng diện tích ngập trong khoảng độ sâu này là 108.410 ha.

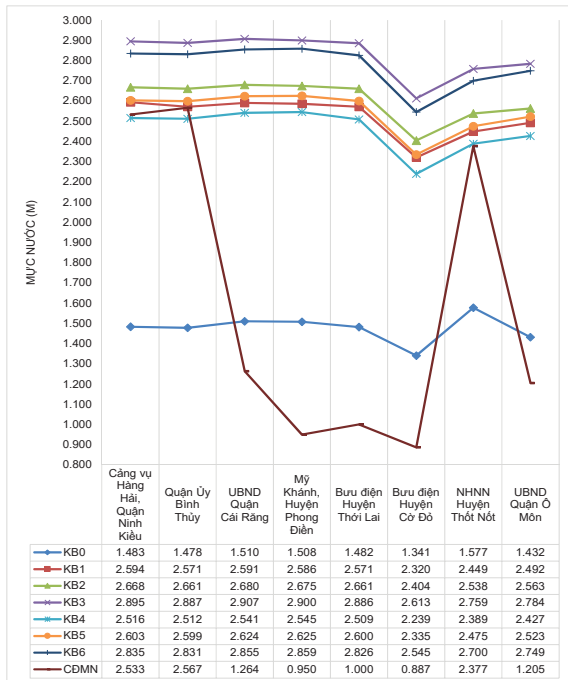
- Theo kịch bản 6, độ sâu ngập chủ yếu vào khoảng từ 100÷200 cm, chiếm tới 75,8%, với tổng diện tích ngập trong khoảng độ sâu này là 105.320 ha.

3.4. Kết quả tính toán thay đổi mực nước theo các kịch bản khác nhau

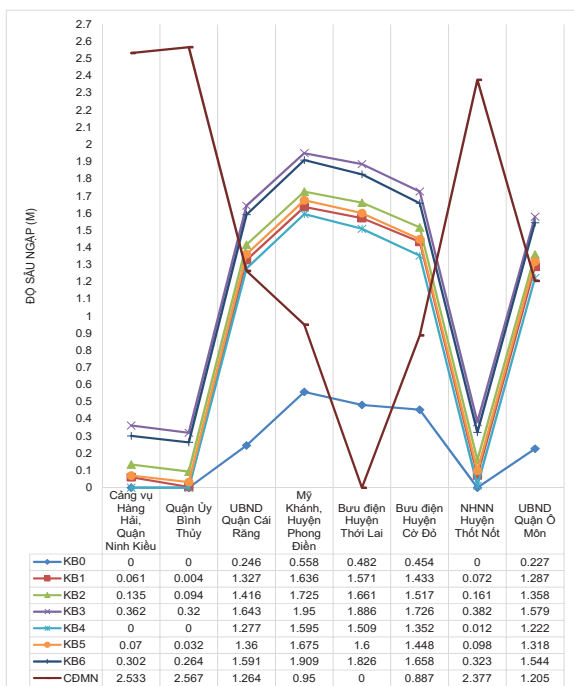
Mực nước lũ có thể dâng cao từ 0,4 m đến 2 m trong điều kiện có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu-nước biển dâng là 0,55 m đến 0,77 m.

Trong 8 điểm xét ngập, ngập lụt nhỏ nhất là UBND quận Bình Thủy (23 cm) và điểm ngập lụt lớn nhất là gần sân Bay Trà Nóc (2 m). Với quy hoạch năm 2025, diện tích ngập sâu có giảm nhưng không đáng kể. Khu vực đô thị tuy không ngập sâu (< 50 cm) nhưng lại bị ảnh hưởng không nhỏ do việc tiêu thoát nước trong đô thị rất khó khăn, thêm ảnh hưởng của nước biển dâng, việc thoát nước sẽ càng khó khăn hơn. Diễn biến quá trình mực nước tại các vị trí điển hình ứng với các kịch bản tính toán cho thấy tại 2 điểm

(Cảng Vụ Hàng hải và UBND Bình Thủy) có cao trình mặt đất xấp xỉ 2,5 m, khi nước biển dâng cao nhất là 77 cm cũng chỉ ngập từ 0,2 - 0,3 m trong thời gian rất ngắn (1 - 2 ngày), đây là khu vực chịu ảnh hưởng ngập nặng nhất của TP Cần Thơ.



Hình 11. Cao độ mực nước (CDMN) lớn nhất tại một số vị trí điển hình ứng với các kịch bản nước biển dâng



Hình 12. Độ sâu ngập tại các vị trí điển hình trên địa bàn TP Cần Thơ ứng với các kịch bản nước biển dâng

Diễn biến quá trình mực nước cũng cho thấy, sản xuất nông nghiệp tại TP Cần Thơ bị ảnh hưởng nghiêm trọng dưới tác động của nước biển dâng. Tại các khu vực ngoại ô như Ô Môn, Cờ Đỏ, Mỹ Khánh, Phong Điền... khi nước biển dâng các khu vực này sẽ bị ngập nghiêm trọng với thời gian ngập liên tục, kéo dài từ tháng 8 đến tháng 11 hàng năm. Kèm theo đó, khi nước biển dâng sẽ dẫn đến lũ xuất hiện sớm hơn (từ 0,5 - 1 tháng) và rút chậm hơn.

3.5. Đề xuất giải pháp chống ngập cho vùng nguy cơ ngập cao

Giải pháp xây dựng đê bao và các cống (đập tràn) ngăn triều: cao trình thiết kế đỉnh đê để đảm bảo độ an toàn là +0,5 m so với mực nước thủy triều đỉnh; xây dựng 18 công trình ngăn nước dọc theo tuyến đê bao có khẩu độ khác nhau.

Giải pháp xây dựng hồ điều hòa và nâng cấp hệ thống thoát nước: xây dựng 2 hồ điều hòa có tổng diện tích 48,5 ha; nạo vét kênh mương, xây dựng mới và cải tạo hệ thống cống thoát nước bị hư hỏng, không đảm bảo đủ tải khi có mưa lớn.

Các giải pháp khác để nâng cao hiệu quả chống ngập khu vực nội thành TP Cần Thơ: tăng diện tích thấm bề mặt nhằm giảm tải lượng nước mưa đổ về hệ thống thoát nước, thu và trữ nước mưa hộ gia đình để làm chậm tốc độ xả nước mưa xuống hệ thống thoát nước, nhằm giảm áp lực cho hệ thống thoát nước.

3.6. Đề xuất giải pháp giảm ngập cho khu vực có nguy cơ ngập trung bình

Xây dựng hệ thống đê bao bảo vệ ngăn lũ toàn khu vực này với chiều dài 50 km, với cao trình đỉnh 3,2 m.

Xây dựng 4 cống ngăn triều dọc tuyến đê (khẩu độ bằng bề rộng kênh) ngăn nước từ sông Hậu chảy vào khi thủy triều hay lũ lên cao, và xả nước ra sông khi nước xuống.

3.7. Đề xuất giải pháp cho khu vực ngoại thành có nguy cơ ngập thấp

Xây dựng các cống lớn ngăn lũ và thủy triều chảy vào qua các nhánh sông lớn. Các cống này chỉ ngăn nước chảy vào khi xảy ra lũ lớn hay triều

cường cao, còn trong điều kiện bình thường thì vẫn để cho lũ tràn vào khu vực này để tạo ra lượng phù sa phục vụ cho nông nghiệp.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu ứng với các kịch bản nước biển dâng là 65, 75 và 100 cm đã bước đầu xác định được mức độ ngập lụt tại 08 vị trí điển hình của TP Cần Thơ trong những năm qua dưới tác động của mưa, thủy triều và lũ. Đồng thời mô tả được diễn biến về ngập lụt của TP Cần Thơ trong tương lai khi chịu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu – nước biển dâng, trong đó, ngập lụt nhỏ nhất là UBND quận Bình Thủy (23 cm) và điểm ngập lụt lớn nhất là gần sân Bay Trà Nóc (2 m).

So sánh kịch bản biến đổi khí hậu - nước biển dâng cho Việt Nam của BTN&MT xuất bản năm 2012 thì 3 mức nước biển dâng ứng với mốc thời gian năm 2100 lần lượt là 65, 75 và 100 cm so với mốc năm 2016 là 55, 59 và 77 cm là cao hơn. Vì vậy nhóm tác giả lựa chọn kịch bản biến đổi khí hậu - nước biển dâng năm 2012 với mức dâng tối đa để tính toán. Do các tài liệu về địa hình còn hạn chế, đồng thời các kết quả tính toán dựa trên các kịch bản nước biển dâng của BTN&MT, nên chưa đạt được độ chính xác cao nhất, nó là cơ sở để tham khảo định hướng các giải pháp phòng chống ngập lụt cho TP Cần Thơ trong điều kiện biến đổi khí hậu – nước biển dâng tương lai.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO - REFERENCES

- [1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, 2012.
- [2]. Trần Thực, Nguyễn Văn Thắng, Huỳnh Thị Lan Hương, Mai Văn Khiêm, Nguyễn Xuân Hiên, Doãn Hà Phong, Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, 2016.
- [3]. Nguyễn Văn Hồng, Nguyễn Phương Đông, Mô phỏng xâm nhập mặn các sông chính trên địa bàn tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu trong bối cảnh biến đổi khí hậu, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 728, tr.67-79, ISSN.2525-2208, 2021.
- [4]. Đoàn Văn Hải, Lê Thị Huệ, Đoàn Quang Trí, Nghiên cứu ứng dụng mô hình hóa xây dựng phần mềm dự báo lũ, xâm nhập mặn sông Cửu Long hiển thị kết quả dự báo mặn lên Google Earth, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 02, tr.33 - 42, ISSN.0866 -8744, 2020.
- [5]. Lê Thanh Chương, Nguyễn Duy Khang, Lê Mạnh Hùng, Kết quả tính sóng, nước dâng do bão vùng ven biển đông đồng bằng sông Cửu Long, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, số 49, 2018.
- [6]. Lương Ngọc Chung, Trần Viết Ôn, Ứng dụng mô hình thủy lực một chiều đánh giá xu thế biến động dòng chảy kiệt lưu vực sông Mã, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi & Môi trường, số 60, tr.41 – 47, ISSN: 1859 - 3941, 2018.
- [7] DHI (2011), Mike 11, Scientific documentation.

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SWMM ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP GIẢM NGẬP CHO QUẬN BÌNH THỦY, THÀNH PHỐ CẦN THƠ

APPLYING SWMM MODEL TO PROPOSE SOLUTIONS FOR FLOOD MITIGATION AT BINH THUY DISTRICT, CAN THO CITY

Nguyễn Ngọc Toàn, Nguyễn Đình Giang Nam,
Nguyễn Võ Châu Ngân*

ABSTRACT:

The study aims to assess the drainage capacity and propose solutions to reduce flooding at Binh Thuy district - Can Tho city. The SWMM model is used to simulate the water level and urban runoff due to rainfall, high tide and sewage system. The simulation results show that most of sewage routes are not able to meet the drainage demand in heavy rain and high tide conditions. The study has proposed increasing the capacity of the drainage system to ensure the drainage system is not overloaded the designed water flow without increasing the size and incurring losses due to waterlogging. In addition, it is necessary to constructing and upgrading sewer lines. The results of the study can support the decision-making process, promulgating appropriate policies and planning for urban drainage management of the district in particular and the city in general under the impact of climate change and economic development.

KEYWORDS: *drainage system, flood mitigation, SWMM model, urban flooded, Binh Thuy district.*

TÓM TẮT:

Nghiên cứu nhằm đánh giá khả năng thoát nước và đề xuất các giải pháp giảm ngập cho mạng lưới thoát nước đô thị tại quận Bình Thủy - thành phố Cần Thơ. Mô hình SWMM được sử dụng để mô phỏng mực nước và diễn biến dòng chảy đô thị do mưa, triều cường và hệ thống thoát nước thải. Kết quả cho thấy hầu hết các tuyến thoát nước chính không đáp ứng nhu cầu thoát nước trong điều kiện mưa lớn và mực nước triều dâng. Nghiên cứu đã đề xuất các phương án đảm bảo hệ thống tiêu thoát không bị quá tải so với lưu lượng nước thiết kế ban đầu thông qua tăng công suất của hệ thống thoát nước mà không tăng kích thước và không phát sinh tổn thất do ngập úng. Bên cạnh đó cần tiến hành giải pháp xây dựng và nâng cấp các tuyến cống. Kết quả có thể hỗ trợ quá trình ra quyết định, ban hành các chính sách và quy hoạch phù hợp cho quản lý thoát nước đô thị của quận dưới tác động của biến đổi khí hậu và phát triển kinh tế.

TỪ KHÓA: *hệ thống thoát nước; giải pháp giảm ngập; mô hình SWMM; ngập úng đô thị; quận Bình Thủy.*

Nguyễn Ngọc Toàn

Công ty TNHH Tư vấn Thiết kế Xây dựng Lê Gia Nguyễn - Thành phố Cần Thơ

Email: toanm4216043@gstudent.ctu.edu.vn

Tel: 0919242504

Nguyễn Đình Giang Nam

Bộ môn Tài nguyên nước - Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên - Trường Đại học Cần Thơ

Email: ndgnam@ctu.edu.vn

Tel: 0918166670

Nguyễn Võ Châu Ngân (Tác giả liên hệ)

Bộ môn Tài nguyên nước - Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên - Trường Đại học Cần Thơ

Email: nvcngan@ctu.edu.vn

Tel: 0918432342

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thành phố Cần Thơ (TP Cần Thơ) nằm ở trung tâm đồng bằng sông Cửu Long với mạng lưới sông ngòi dày đặc, chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố tác động, đặc biệt hiện tượng nước biển dâng đã tạo áp lực đến khả năng tiêu thoát nước, nguồn cung cấp nước sạch, các dịch vụ vệ sinh (Huong & Pathirana, 2013). Bình Thủy là quận trung tâm của TP Cần Thơ có vị trí địa lý thuận lợi để phát triển kinh tế - xã hội và tốc độ đô thị hóa nhanh chóng. Tuy nhiên, sự phát triển mạnh mẽ trong nhiều năm qua đã và đang đặt áp lực kiểm soát nguồn nước và chất lượng nước. Ngoài ra, việc đầu tư cho các công trình kỹ thuật hạ tầng đô thị chưa theo kịp với tốc độ phát triển như hiện nay cũng góp phần dẫn đến những tác động tiêu cực đến công tác quản lý nước đô thị. Một trong những hậu quả nặng nề là tình trạng ngập lụt thường xuyên xảy ra với mức độ ngày một lớn gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến quá trình phát triển kinh tế - xã hội, cuộc sống và sức khỏe của người dân và ô nhiễm môi trường (Nguyen et al., 2014).

Việc tìm ra những giải pháp để giảm thiểu tình trạng ngập lụt cho quận Bình Thủy nói chung và TP Cần Thơ nói riêng là hết sức cần thiết nhằm đảm bảo khả năng thoát nước, hạn chế tác động đến môi trường và phát triển đô thị một cách bền vững. Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu xác định các yếu tố ảnh hưởng đến nguy cơ ngập lụt, đánh giá năng lực tiêu thoát nước, đề xuất cải tạo hệ thống thoát nước nhằm giảm ngập cho quận Bình Thủy, TP Cần Thơ sử dụng mô hình SWMM - Storm Water Management Model.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**2.1. Thu thập số liệu**

Số liệu sơ cấp: khảo sát ảnh hưởng của mưa và mực nước triều ở các tuyến đường tại các phường Bùi Hữu Nghĩa, An Thới, Bình Thủy, Trà An,

Trà Nóc, Long Hòa, Long Tuyền và Thới An Đông của quận Bình Thủy.

Số liệu thứ cấp: bản đồ cao độ, bản đồ sử dụng đất, bản đồ mạng lưới thoát nước, thông tin dữ liệu mạng lưới thoát nước của quận Bình Thủy; số liệu mưa và thủy triều của Trung tâm khí tượng thủy văn TP Cần Thơ, Quy hoạch thoát nước TP Cần Thơ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 của Ủy ban nhân dân TP Cần Thơ.

2.2. Phương pháp thực hiện

Nghiên cứu tiến hành mô phỏng mạng lưới thoát nước và đánh giá khả năng thoát nước khu vực nghiên cứu bằng mô hình SWMM version 5.1.012.

2.2.1. Cơ sở chạy mô hình SWMM cho quận Bình Thủy

- Địa hình khu vực TP Cần Thơ có độ dốc thoát nước đảm bảo, chiều dài thoát nước từ trung tâm khu vực nghiên cứu ra nơi thoát nước (sông Hậu) không lớn.

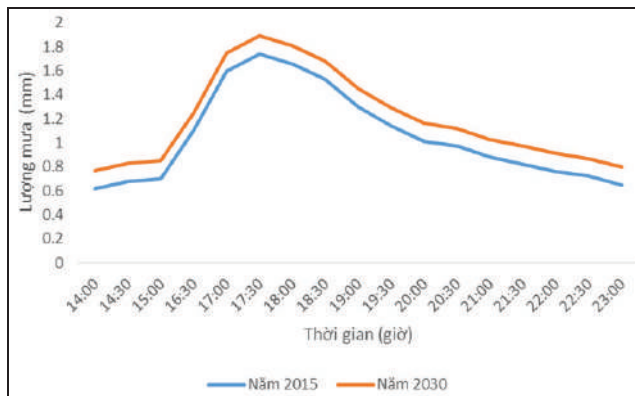
- TP Cần Thơ nâng cấp lên đô thị loại I nên cần có những giải pháp giảm cường độ dòng chảy để đảm bảo hệ thống hiện hữu có thể tiêu thoát; hoặc có giải pháp công trình mở rộng mạng lưới đường ống làm tăng khả năng tiêu thoát của hệ thống.

- Về hồ điều hòa do không gian của đô thị hạn chế nên giải pháp này không khả thi. Giải pháp công trình trạm bơm cũng không khả thi do chiều dài tiêu thoát ra cửa tiêu ngắn, độ dốc phù hợp cho tiêu thoát kết hợp mực nước ngoài của tiêu biến đổi theo triều vì vậy trong thời gian ngắn hệ thống có thể tiêu thoát được.

2.2.2. Xây dựng và ứng dụng mô hình SWMM**a) Số liệu đầu vào và điều kiện biên**

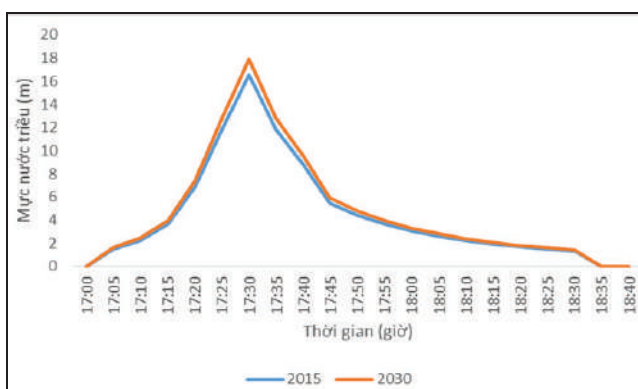
- Dữ liệu mưa: nghiên cứu này sử dụng số liệu đo mưa của trạm Cần Thơ để tính toán, kết hợp với nghiên cứu của Vo Quoc Thanh et al. (2014) ghi nhận lượng mưa tại Cần Thơ ở năm 2030

sẽ tăng khoảng 8% so với năm 2015. Đồng thời dựa vào tài liệu mưa 26 năm của Lâm Văn Thịnh (2009), mưa ở TP Cần Thơ có thể theo quy luật phân bố mưa Chicago. Từ đó tính toán được lượng mưa thiết kế cho TP Cần Thơ với tần suất 10% trong thời đoạn 90 phút là 86 mm.



Hình 1. Dữ liệu mưa chạy cho năm 2015 và năm 2030

- Điều kiện biên - số liệu triều: điều kiện biên của mạng lưới thoát nước là mực nước triều sông Hậu tại trạm đo Cần Thơ. Mực nước mô phỏng ở các năm 2050 cao hơn khoảng 0,5 m so với số liệu mực nước năm 2000 (Van Pham Dang Tri & Nguyen Hieu Trung, 2012). Áp dụng công thức nội suy có mực nước triều năm 2015 tăng 0,15 m và năm 2030 tăng 0,3 m so với mực nước triều năm 2000.



Hình 2. Dữ liệu triều chạy cho năm 2015 và năm 2030

- Đặc trưng về hệ thống thoát nước: số liệu hệ thống thoát nước khu vực dự án gồm 6 cửa xả, 17 lưu vực, 18 hố ga và 18 cống tham khảo từ tài liệu quản lý hệ thống thoát nước của Công ty Cổ phần

Cấp thoát nước Cần Thơ và cập nhật qua khảo sát thực tế.

- Lưu lượng nước thải: kết quả lưu lượng nước thải thông qua mô hình được xây dựng trên phần mềm Vensim là kết quả đầu vào của từng kịch bản khác nhau (năm 2015 hay 2030) trên mô hình SWMM.

b) Cập nhật vùng thấm và cống kết hợp hố ga tách dòng

- Cập nhật vùng thấm: từ mạng lưới thoát nước được kế thừa, vùng thấm được cập nhật thông qua tỷ lệ diện tích không thấm (% Impervious) của từng tiểu lưu vực trong vùng nghiên cứu ở thời điểm hiện tại.

- Cập nhật cống bao kết hợp hố ga tách dòng: các tuyến cống bao và hố ga tách dòng được xây dựng để tách một phần nước thải từ hệ thống cống chung đi về nhà máy xử lý. Việc cập nhật được thực hiện bằng cách xác định các tuyến cống và hố ga tách dòng từ bản đồ thu thập. Sau đó, thiết đặt và khai báo thông số các thành phần vào mạng lưới trên SWMM.

Thành phần mô hình: hiện trạng khu vực nghiên cứu không có trạm bơm và hồ điều hòa nên mô hình chỉ mô phỏng các thành phần gồm (i) hệ thống đường ống, (ii) lưu vực cho từng tuyến cống, (iii) hố ga, cửa xả.

Mô phỏng dòng chảy bằng phần mềm SWMM: kế thừa mạng lưới thoát nước đã số hóa trên phần mềm SWMM (Nguyễn Thành Lộc, 2016) cũng như dựa vào những số liệu thu thập tương ứng các kịch bản và các giải pháp đã đề ra, việc mô phỏng sẽ được tiến hành dựa trên từng kịch bản khác nhau thông qua việc kết nối các thành phần và dữ liệu trong mô hình. Chạy mô hình dựa trên giả thiết điều kiện thời tiết bất lợi nhất hay thời điểm lưu lượng mưa và mực nước triều xuất hiện cùng nhau. Tùy theo thời điểm từng kịch bản mà có sự khác nhau về bộ số liệu mưa và triều (năm 2015 hay năm 2030).

Biểu thị độ sâu ngập tại các nút: sau khi mô phỏng, bản đồ ngập thể hiện lưu lượng ngập tại các vị trí vào thời điểm triều cao nhất tương ứng với giá trị độ sâu ngập lớn nhất tại các nút.

Với giả sử chiều rộng bình quân các tuyến đường là 20 m và chiều dài của các điểm ngập là 60 m, diện tích ngập bình quân của một điểm là 1200 m², cùng với bước thời gian chạy là 5 phút.

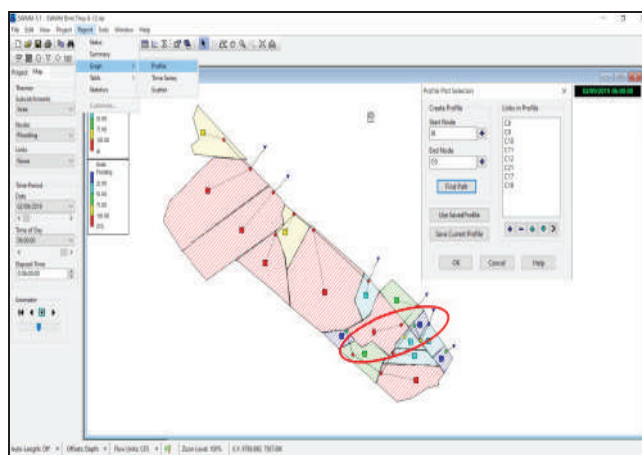
Bảng 1. Độ sâu ngập tương ứng lưu lượng tại các nút ngập

Lưu lượng ngập (m ³ /s)	Độ sâu ngập (m)
0,2	0,05
0,4	0,10
0,8	0,20
1,2	0,30

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Xét ảnh hưởng của mưa đến hệ thống thoát nước

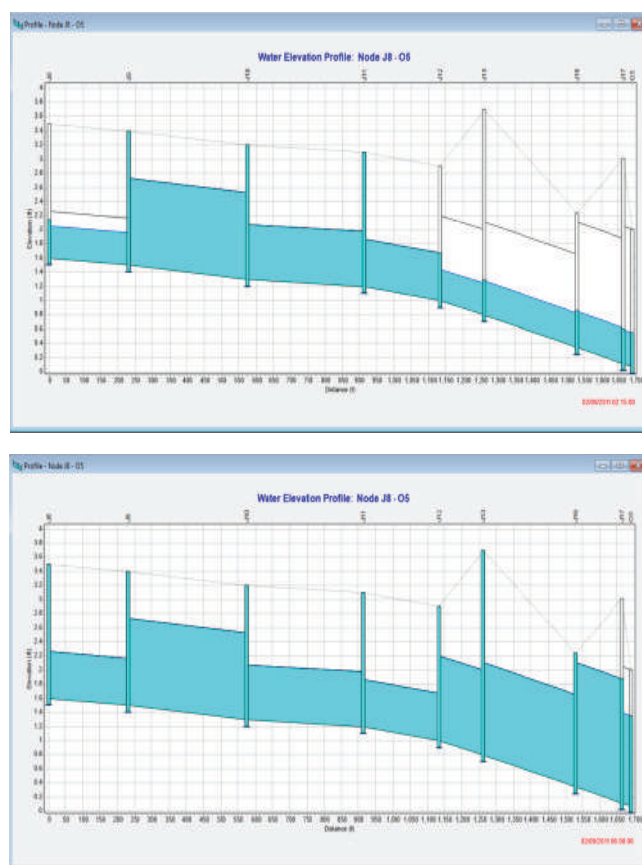
Dựa trên những nguyên tắc phân chia lưu vực, đoạn, nút, tiến hành phân chia lưu vực bộ phận và sơ đồ hóa hệ thống thoát nước quận Bình Thủy. Sau khi thiết lập sơ đồ hệ thống, tiến hành thiết lập các thông số của mô hình như thông số hệ thống, thông số mưa, thủy triều, các nút thu nước, tuyến thoát nước... (Hình 3).



Hình 3. Độ ngập sâu tại thời điểm mưa lớn nhất ở các nút

Kết quả mô phỏng diễn biến dòng chảy mưa tuyến đường Trần Quang Diệu, Nguyễn Việt Dũng xả nước ra sông Hậu cho thấy tại thời điểm đầu trận mưa và giữa trận mưa lưu lượng trong ống tăng nhanh, đoạn ngập sâu nhất nút J9, nút J10, nút J11. Ở thời điểm cuối trận mưa, mức ngập đã vượt quá khả năng chuyển tải của đường ống,

đặc biệt là đoạn ống ở nút J6, nút J9, nút J10, nút J11, nút J12, nút J13, nút J16 do lưu lượng nước quá lớn so với đường kính ống. Khảo sát thực địa thì tuyến đường có ngập, kết quả giống như mô phỏng của mô hình. Điều này có nghĩa là việc chọn các thông số đầu vào của mô hình là hợp lý (Hình 4).



Hình 4. Diễn biến của dòng chảy trên tuyến thoát từ Trần Quang Diệu, Nguyễn Việt Dũng ra sông Hậu tại thời điểm 2h15' (trái) và khi kết thúc trận mưa (phải)

Vận tốc dòng chảy trong các tuyến đường ống dao động từ 1,8 - 2,1 m/s. Vận tốc nhỏ nhất là 1,8 m/s lớn hơn giá trị $V_{\min} = 0,7$ m/s (đối với đường cống tròn). Do đó việc chọn đường kính ống và chiều sâu chôn cống cũng như độ dốc cống là hợp lý.

Bảng kết quả của cửa xả có độ sâu mực nước tối đa 0,42 m. Khi tính toán trường hợp cửa xả chịu ảnh hưởng của triều, sử dụng kết quả này để xác định thời điểm của van sẽ đóng và chiều cao của cửa van một chiều. Xét quan hệ giữa các đại lượng, tại cửa xả O5 lưu lượng nước thải lớn nhất đạt 6,2 m³/s với độ sâu trong cống là 1,30 m.

Bảng 2. Kết quả mô phỏng diễn biến dòng chảy mưa của những tuyến đường quận Bình Thủy

Đường Lê Hồng Phong xả nước ra Sông Hậu	Sau 2h15' lưu lượng dòng chảy trong đường ống vẫn đảm bảo khả năng thoát nước. Tuy nhiên, đến cuối trận mưa vào khoảng 06 giờ thì lưu lượng nước trong ống đã ngập vượt khả năng truyền tải của đường ống
Đường Cách Mạng Tháng Tám, nước xả ra sông Hậu	Dòng chảy vào đoạn thời điểm đầu và giữa trận mưa, mực nước trong ống không ổn định. Lượng nước trong ống ở thời điểm kết thúc mưa bị ngập sâu
Đường Huỳnh Mẫn Đạt, nước xả ra sông Hậu	Lưu lượng nước trong ống tăng nhanh từng giờ cho đến khi kết thúc mưa, đoạn ống không đảm bảo thoát nước. Đặc biệt, đoạn ống ở các nút số J14 - nút J15 lưu lượng dòng chảy vượt ngưỡng, hiệu quả thoát nước kém
Đường Nguyễn Viết Xuân, nước xả ra giáp sông Trà Nóc và sông Hậu	Thời điểm 2h30' và kết thúc mưa, mực nước ở nút J3 - nút O2 thay đổi theo thời gian; giữa trận mưa lưu lượng dòng chảy trong ống tương đối từ 2h30' đến 40 giờ. Tuy nhiên, từ 5 - 6h mực nước trong đoạn ống nút J3 - nút O2 có lưu lượng vượt ngưỡng truyền tải
Đường Lê Thị Hồng Gấm xả nước ra sông Trà Nóc, sông Hậu	Tại hai thời điểm của trận mưa, lưu lượng nước trong ống tăng dần theo giờ và lượng nước mưa trong đường ống vượt ngưỡng truyền tải
Đường Lê Hồng Phong xả nước ra Sông Hậu	Sau 2h15' lưu lượng dòng chảy trong đường ống vẫn đảm bảo khả năng thoát nước. Tuy nhiên, đến cuối trận mưa vào khoảng 06 giờ thì lưu lượng nước trong ống đã ngập vượt khả năng truyền tải của đường ống.

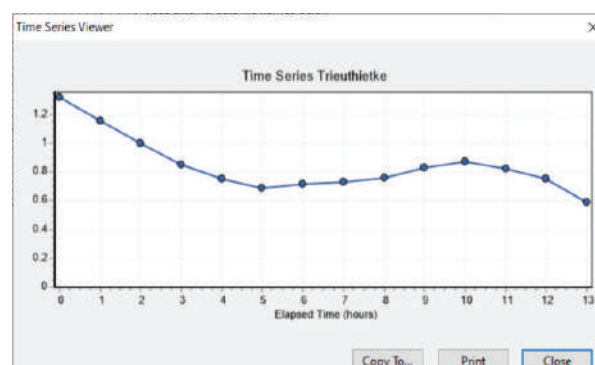
Days	Hours	Depth (ft)	Lateral Inflow (CFS)	Total Inflow (CFS)
0	00:15:00	0.10	0.00	0.00
0	00:30:00	0.10	0.00	0.00
0	00:45:00	0.10	0.00	0.00
0	01:00:00	0.10	0.00	0.00
0	01:15:00	0.10	0.00	0.00
0	01:30:00	0.10	0.00	0.00
0	01:45:00	0.10	0.00	0.00
0	02:00:00	0.10	0.00	0.00
0	02:15:00	0.57	0.00	1.05
0	02:30:00	0.91	0.00	2.93
0	02:45:00	1.31	0.00	5.71
0	03:00:00	1.38	0.00	6.19
0	03:15:00	1.38	0.00	6.19
0	03:30:00	1.38	0.00	6.19
0	03:45:00	1.38	0.00	6.19
0	04:00:00	1.38	0.00	6.19
0	04:15:00	1.38	0.00	6.19
0	04:30:00	1.38	0.00	6.19
0	04:45:00	1.38	0.00	6.19
0	05:00:00	1.38	0.00	6.19
0	05:15:00	1.38	0.00	6.19
0	05:30:00	1.38	0.00	6.19
0	05:45:00	1.38	0.00	6.19
0	06:00:00	1.38	0.00	6.19

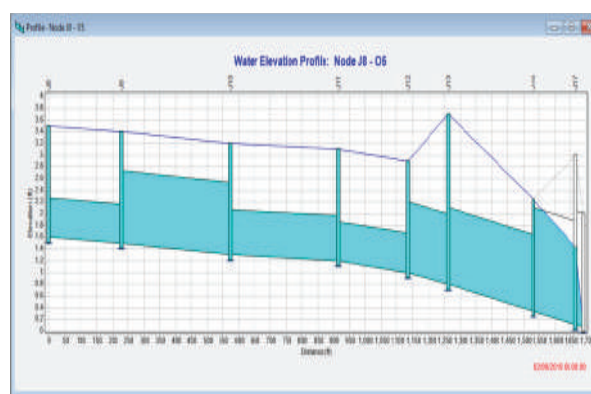
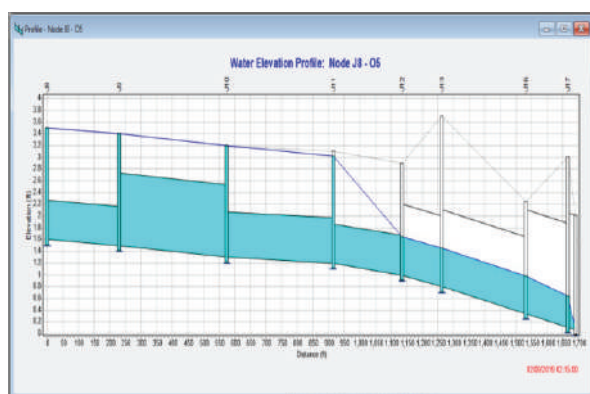
Hình 5. Kết quả tại cửa xả nước đường Trần Quang Diệu, Nguyễn Viết Dững đổ ra sông Hậu

3.2 Ảnh hưởng mưa và triều đến hệ thống thoát nước

Đây là trường hợp xét đến cả hai yếu tố ảnh hưởng đến hệ thống thoát nước là mưa và triều cường. Dao động mực nước triều và đường cong đặc tính mô phỏng cho trường hợp này được trình bày trong Hình 6.

Date (M/D/Y)	Time (H:M)	Value
2/9/2019	0:00	1.32
2/9/2019	1:00	1.16
2/9/2019	2:00	1
2/9/2019	3:00	0.85
2/9/2019	4:00	0.75
2/9/2019	5:00	0.69
2/9/2019	6:00	0.72
2/9/2019	7:00	0.73
2/9/2019	8:00	0.76
2/9/2019	9:00	0.83
2/9/2019	10:00	0.87

**Hình 6.** Biểu đồ dao động mực nước triều và đường cong đặc tính



Hình 7. Mức nước trong cống thoát khi có triều tại thời điểm 2h15' (trái) và 6h (phải)

Bảng 3. Kết quả mô phỏng diễn biến dòng chảy mưa và triều của những tuyến đường

Tuyến đường	Kết quả mô phỏng
Đường Lê Hồng Phong xả nước ra Sông Hậu	Tại thời điểm bắt đầu triều cường, tuyến ống nút J5 - cửa xả O3 bị ảnh hưởng tuy nhiên hệ thống vẫn điều tiết được khả năng thoát nước. Khi kết thúc triều cường, tất cả các đoạn ống trong hệ thống đều bị ảnh hưởng bởi triều, tình trạng ngập ở mức độ nhẹ, lưu lượng dòng chảy không quá lớn so với đường kính ống
Đường Cách Mạng Tháng Tám, nước xả ra sông Hậu	Lưu lượng triều chảy vào hệ thống trong khoảng thời gian từ 3 - 6h không quá lớn, đường ống vẫn đảm bảo khả năng điều tiết nước
Đường Huỳnh Mẫn Đạt nước xả ra sông Hậu	Tại thời điểm 2h, triều cường bắt đầu xâm nhập vào đường ống, đặc biệt là tuyến cống gần cửa xả nước ngập sâu vượt ngưỡng. Thời điểm 6h, các đoạn ống không đảm bảo được sức chịu tải của khối lượng nước
Đường Nguyễn Viết Xuân xả nước ra sông Trà Nóc và sông Hậu	Lưu lượng triều chảy vào hệ thống trong khoảng thời gian 2h15' đến 6h là không quá lớn, đường ống thoát vẫn đảm bảo khả năng điều tiết nước
Đường Lê Thị Hồng Gấm xả nước ra sông Trà Nóc và sông Hậu	Lưu lượng triều chảy vào hệ thống từ 2h30' đến 6h không quá lớn, đường ống khác vẫn đảm bảo khả năng điều tiết nước. Tại thời điểm bắt đầu, những tuyến cống gần cửa xả ảnh hưởng bởi triều cường. Tại thời điểm kết thúc, triều cường trong hệ thống chỉ ở mức độ nhẹ, hệ thống đảm bảo khả năng truyền tải thoát nước tốt, không xảy ra tình trạng ngập đô thị

Diễn biến dòng chảy khi có mưa kết hợp triều cường trên tuyến đường Trần Quang Diệu, Nguyễn Viết Dững xả nước ra sông Hậu cho thấy hệ thống thoát nước bị ngập nặng do mực nước triều quá cao, lưu lượng chảy từ ngoài sông vào hệ thống lớn, có thể xảy ra tình trạng thoát không kịp gây ngập đường, lưu lượng và áp lực qua cống rất lớn.

3.3 Giải pháp thoát nước bền vững cho quận Bình Thủy

3.3.1. Phân tích các nguyên nhân ngập úng

- Tăng lưu lượng dòng chảy do sự gia tăng về cường độ mưa và dòng chảy bề mặt, đặc biệt là khi lượng mưa thiết kế gia tăng.

- Gia tăng ảnh hưởng nước tràn ngược do mực nước biển dâng làm ảnh hưởng tới khả năng tiêu thoát của hệ thống cống tại khu vực nghiên cứu.

- Quá trình đô thị hóa làm gia tăng dòng chảy bề mặt ảnh hưởng tới khả năng tiêu thoát của hệ thống nếu không có những biện pháp can thiệp kịp thời.

3.3.2. Giải pháp đề xuất giảm ngập cho quận Bình Thủy

a) Giải pháp quản lý hiệu quả BMP (Best Management Prac-tice)

- Giải pháp BMP đảm bảo hệ thống tiêu thoát không quá tải so với lưu lượng thiết kế ban đầu. Đây là những giải pháp triển khai trên bề mặt có

khả năng gia tăng công suất mà không tăng kích thước hệ thống cống thoát dưới mặt đất và không phát sinh tổn thất do ngập úng.

Trong nghiên cứu này, kết cấu đô thị của quận Bình Thủy được đề xuất mở rộng với các cấu trúc xanh bao gồm mái nhà xanh, tường xanh, hệ thống thu nước mưa ở hộ gia đình; các công viên nhỏ, vỉa hè thấm, mương lọc sinh học cho công trình công cộng. Những công trình này là nơi trữ nước mưa, đồng thời cải tạo vi khí hậu cho người dân trong những ngày nắng nóng. Áp dụng các biện pháp này còn đem lại tác dụng tích cực như bổ cấp tầng nước ngầm trong những thời đoạn khô hạn kéo dài. Một số mô hình xanh với chi

phí cụ thể có thể tham khảo từ nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Hiếu et al. (2019).

b) Giải pháp công trình

Để có thể đáp ứng được tiêu chuẩn thiết kế đến năm 2050 có tính đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, cần tiến hành cả giải pháp công trình bên cạnh các giải pháp BMP. Danh mục các cống để xuất làm mới và nâng cấp bao gồm cả cống hộp (kích thước từ 1,0×0,8 m đến 7,0×2,5 m) và cống tròn (φ60 - 200 cm) với tổng chiều dài gần 25 km. Danh mục này chưa bao gồm các tuyến cống trong phạm vi dự án vệ sinh môi trường vì đây là các hạng mục sẽ được thực hiện trong khuôn khổ dự án ODA với nguồn vốn vay từ Nhật Bản.

Bảng 4. Danh mục các cống hộp để xuất làm mới và nâng cấp

STT	Loại	B×H (m)	Chiều dài (m)	STT	Loại	B×H (m)	Chiều dài (m)
1	Cống hộp	1,0 × 0,8	598	17	Cống hộp	2,0 × 1,5	703
2	Cống hộp	1,0 × 1,2	47	18	Cống hộp	2,0 × 1,8	227
3	Cống hộp	1,2 × 0,8	227	19	Cống hộp	2,2 × 1,0	437
4	Cống hộp	1,2 × 2,0	142	20	Cống hộp	2,5 × 1,2	472
5	Cống hộp	1,4 × 1,0	193	21	Cống hộp	2,5 × 1,5	383
6	Cống hộp	1,4 × 1,4	274	22	Cống hộp	3,0 × 1,2	406
7	Cống hộp	1,5 × 0,6	335	23	Cống hộp	3,0 × 1,4	249
8	Cống hộp	1,5 × 0,8	468	24	Cống hộp	3,0 × 1,5	2.100
9	Cống hộp	1,5 × 1,0	642	25	Cống hộp	4,0 × 1,5	197
10	Cống hộp	1,5 × 1,2	523	26	Cống hộp	4,0 × 2,0	306
11	Cống hộp	1,5 × 1,5	10	27	Cống hộp	6,0 × 2,0	1354
12	Cống hộp	1,6 × 1,2	115	28	Cống hộp	6,0 × 2,5	676
13	Cống hộp	1,8 × 1,2	890	29	Cống hộp	6,9 × 1,5	228
14	Cống hộp	2,0 × 1,0	490	30	Cống hộp	7,0 × 1,5	453
15	Cống hộp	2,0 × 1,2	764	31	Cống hộp	7,0 × 2,5	146
16	Cống hộp	2,0 × 1,4	428		Tổng chiều dài		14.479

Bảng 5. Danh mục các cống tròn để xuất làm mới và nâng cấp

STT	Loại	D (mm)	Chiều dài (m)	STT	Loại	D (mm)	Chiều dài (m)
1	Cống tròn	600	692	4	Cống tròn	1.200	1.474
2	Cống tròn	800	3.222	5	Cống tròn	1.500	1.091
3	Cống tròn	1000	3.151	6	Cống tròn	2.000	704
Tổng chiều dài				10.334			

4. KẾT LUẬN - KIẾN NGHỊ

Qua nghiên cứu ứng dụng SWMM tính toán hệ thống thoát nước cho quận Bình Thủy - TP Cần Thơ, một số kết luận được ghi nhận như sau:

- Về vùng nghiên cứu: quận Bình Thủy có hiện trạng xây dựng dày đặc, độ dốc không đồng bộ nên cao trình đáy cống bị mực nước triều khống chế, kích thước tuyến cống ở một số khu vực chưa đáp ứng nhu cầu thoát nước.

- Về hệ thống thoát nước:

- + Hầu hết các tuyến thoát nước chính đều không đáp ứng được nhu cầu thoát nước trong tình trạng triều dâng thực tế hiện nay, đặc biệt trong điều kiện biến đổi khí hậu;

- + Việc đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng và hệ thống thoát nước chưa được quan tâm đúng mức, chủ yếu đầu tư đường giao thông nhưng không có cống thoát nước do không có đủ chi phí;

- + Hệ thống thoát nước ở khu vực trung tâm mặc dù được đầu tư khá hoàn chỉnh nhưng do xây dựng từ lâu nên không đáp ứng nhu cầu phát triển hiện nay. Bên cạnh đó, việc xây dựng bổ sung được thực hiện chắp vá không theo quy hoạch nên chỉ giải quyết được vấn đề cục bộ, chưa có hướng phát triển lâu dài;

- + Tình trạng xây dựng, lấn chiếm kênh rạch làm hẹp cửa xả ảnh hưởng đến khả năng tiêu thoát nước chung cho khu vực, đây là nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng ngập lụt cho quận Bình Thủy nói riêng và cho TP Cần Thơ nói chung;

- + Quá trình thu thập số liệu, khảo sát thực địa ghi nhận sự vô ý thức của một bộ phận người dân trong công tác giữ gìn vệ sinh môi trường đã ảnh hưởng nhiều đến quá trình thoát nước mặt cũng như dòng chảy ngầm.

- Về kết quả chạy mô hình: dựa trên các số liệu thu thập đã chạy mô hình SWMM đánh giá khả năng thoát nước cho quận Bình Thủy ở kịch bản năm 2015 và 2030. Tuy nhiên do hạn chế về số liệu thực đo nên mô hình chưa được hiệu chỉnh và kiểm định. Nhóm tác giả đề xuất tiếp tục có kế hoạch đo đạc số liệu về tình hình ngập lụt, tiến hành hiệu chỉnh mô hình để kết quả có độ tin cậy cao,

có thể sử dụng cho dự báo tình hình thoát nước trên địa bàn quận.

Dưới đây là một số đề xuất ngắn hạn giúp giảm thiểu tình trạng ngập úng tại quận Bình Thủy:

- Xây dựng và số hóa hệ thống cơ sở dữ liệu thoát nước và kiểm soát chặt chẽ mực nước trên các tuyến sông tiếp nhận thoát nước (sông Cần Thơ, sông Hậu) để nhanh chóng và kịp thời điều khiển quá trình vận chuyển truyền tải và tiêu thoát nước mưa trên lưu vực thoát nước.

- Kiểm soát chặt chẽ cao trình nền của các công trình xây dựng mới và của hệ thống thoát nước mưa tại các khu đô thị mới. Trong các khu đô thị này phải đảm bảo quy hoạch diện tích mặt phủ thấm nước (cây xanh, mặt nước, bãi cỏ...) đúng quy định theo QCVN 01:2008/BXD Quy chuẩn kỹ thuật về quy hoạch xây dựng và QCVN 07-02:2016/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị.

- Tăng cường giải pháp thoát nước cục bộ cho các khu đô thị có cao trình nền thấp, thường bị úng ngập bao gồm hoàn thiện công trình và mạng lưới thu gom, lắp đặt các bể ngầm chứa tạm thời (vật liệu composite hoặc bê tông cốt thép), xây dựng các trạm bơm thoát nước mưa cục bộ...

- Chính quyền cần có chính sách khuyến khích người dân và các nhà đầu tư áp dụng các giải pháp điều hòa nước mưa như xây dựng các bể chứa nước mưa phục vụ sinh hoạt, bố trí các mặt phủ thấm nước nhằm tăng cường khả năng thấm nước mưa xuống đất, hạn chế nước chảy tràn gây quá tải cho mạng lưới thoát nước.

4. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Huong H. T. L. và Pathirana A., Urbanization and climate change impacts on future urban flooding in Can Tho city - Vietnam, Hydrology and Earth System Sciences, 17, 2013, 379-394.
- [2] Lam Van Thinh, Integrated modeling of urban drainage and flooding in the central area of Ninh Kieu district, Can Tho city, Vietnam, Luận văn Thạc sĩ Học viện công nghệ châu Á, Thái Lan, 2009.
- [3] Nguyen H. Q., Huynh T. T. N., Van der Steen P., Ho L. P., Pathirana A., Nguyen D. H. và

Baino-Salingay M., Water pollution and health risk caused by urban flooding in Can Tho city: Lessons learnt from the 2013 field campaigns, 2014.

[3] Nguyễn Ngọc Hiếu, Trịnh Thanh Tú, Hồ Văn Hòa và Trần Hoàng Nam, Đánh giá phương pháp tiếp cận giảm ngập phân tán tại khu vực trũng thấp đã đô thị hóa ở ngoại vi thành phố Hồ Chí Minh, Người Xây dựng, 327, 2019.

[4] Nguyễn Thành Lộc, Ứng dụng mô hình SWMM để định hướng quy hoạch hệ thống thoát nước đô thị tại quận Ninh Kiều thành phố Cần Thơ. Luận văn Thạc sĩ Trường Đại học Cần Thơ, 2016.

[5] Van Pham Dang Tri và Nguyen Hieu Trung, An uncertainty perspective with projected climate change in hydrodynamic modelling for deltaic fluvial floods. Kỷ yếu Hội nghị quốc tế “Geoinformatics for spatial infra-structure development in earth and allied sciences”, 2012.

[6] Vo Quoc Thanh, Chu Thai Hoanh, Nguyen Hieu Trung và Van Pham Dang Tri, A bias-correction method of precipitation data generated by regional climate model. Kỷ yếu Hội nghị quốc tế “Geoinformatics for spatial infrastructure development in earth and allied sciences”, 2014.



NGHIÊN CỨU NGUYÊN NHÂN GÂY SẠT LỞ BỜ SÔNG NHU GIA TẠI ĐỊA BÀN HUYỆN MỸ TÚ, TỈNH SÓC TRĂNG

STUDY ON CAUSES FOR EROSION OF NHU GIA RIVER IN MY TU DISTRICT, SOC TRANG PROVINCE

Nguyễn Thái An, Phạm Quốc Thanh, Trần Văn Tỷ,
Lê Hải Trí, Huỳnh Thị Cẩm Hồng, Đinh Văn Duy

ABSTRACT:

This study aims to analyze the impact factors on erosion of Nhu Gia river in My Tu district, Soc Trang province. Primary and secondary data such as flow velocity, bed sediment and bathymetry were collected to analyze and find out the causes of erosion in Nhu Gia river. The results show that some river cross-sections at the meandering sections are asymmetric due to erosion. The non-allowed erosion velocity of bed sediment (V_{kx}) is lower than the measured velocity (V). Hence, flow velocity is the main factor causing river bank erosion.

KEYWORDS: *riverbank erosion, Nhu Gia River, flow velocity, sediment, Soc Trang.*

TÓM TẮT:

Nghiên cứu này nhằm phân tích các nguyên nhân gây xói lở bờ sông Nhu Gia trên địa bàn huyện Mỹ Tú, tỉnh Sóc Trăng. Các số liệu sơ cấp và thứ cấp như vận tốc dòng chảy, bùn cát đáy và địa hình lòng dẫn đã được thu thập để tiến hành phân tích và tìm ra nguyên nhân gây ra xói lở bờ sông Nhu Gia. Kết quả cho thấy mặt cắt sông tại các đoạn sông cong trong khu vực nghiên cứu có hình dạng bất đối xứng do ảnh hưởng của xói lở bờ sông. Vận tốc không xói (V_{kx}) của bùn cát đáy nhỏ hơn vận tốc thực đo của dòng chảy (V). Do đó, vận tốc dòng chảy được xác định là một nguyên nhân chính gây ra xói lở bờ sông tại khu vực nghiên cứu.

TỪ KHÓA: *xói lở bờ sông, sông Nhu Gia, vận tốc dòng chảy, bùn cát, Sóc Trăng.*

Nguyễn Thái An

Bộ môn Kỹ thuật thủy lợi, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ. Khu II đường 3/2, phường An Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ.

Email: anb1908310@student.ctu.edu.vn

Tel: 0915217455

Phạm Quốc Thanh

Bộ môn Kỹ thuật thủy lợi, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ. Khu II đường 3/2, phường An Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ.

Email: thanhb1908318@student.ctu.edu.vn

Tel: 0336205692

Trần Văn Tỷ

Bộ môn Kỹ thuật thủy lợi, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ. Khu II đường 3/2, phường An Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ.

Email: tvty@ctu.edu.vn

Tel: 0939501909

Lê Hải Trí

Bộ môn Kỹ thuật thủy lợi, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ. Khu II đường 3/2, phường An Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ.

Email: lehaitri@gmail.com

Tel: 0985897190

Huỳnh Thị Cẩm Hồng

Bộ môn Kỹ thuật thủy lợi, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ. Khu II đường 3/2, phường An Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ.

Email: htchong@ctu.edu.vn

Tel: 0919377900

Đinh Văn Duy

Bộ môn Kỹ thuật thủy lợi, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ. Khu II đường 3/2, phường An Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ.

Email: dvduy@ctu.edu.vn

Tel: 0906975999

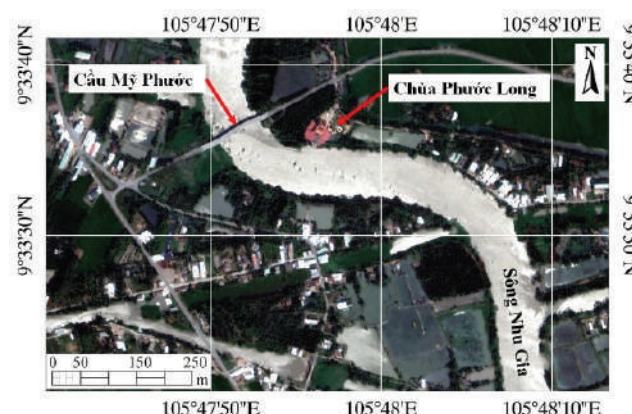
1. ĐẶT VẤN ĐỀ - INTRODUCTION

Các đồng bằng trên thế giới đang trở nên dễ bị tổn thương với xói lở và sụt lún đất do các đập thượng nguồn đang giữ lại một lượng lớn bùn cát (Anthony và cs., 2015). Xói lở bờ sông đang xảy ra với mức độ ngày càng nghiêm trọng và đe dọa cuộc sống của người dân hai bên bờ sông. Rất nhiều nghiên cứu về xói lở bờ sông ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã được tiến hành. Tuy nhiên, các nghiên cứu trước đây chỉ tập trung vào hai con sông lớn nhất của ĐBSCL là sông Tiền và sông Hậu (Hùng và cs., 2001), (Hoành, 2015), (Điệp và cs., 2019), (Thuy et al., 2020), (Kim et al., 2020). Trong những năm gần đây, đã có một số nghiên cứu về sạt lở bờ sông trong các sông nhánh của hệ thống sông Tiền và sông Hậu như nghiên cứu của (Hoàng và Thanh, 2018; Lộc và cs., 2020; Trí và cs., 2021; Bằng và cs., 2021).

Vì chế độ thủy động lực học trong các sông nhánh khác rất nhiều so với trong các sông lớn nên cần có thêm nhiều nghiên cứu về sạt lở bờ sông trong các sông nhánh để có thể cung cấp đầy đủ kiến thức liên quan đến vấn đề về sạt lở bờ sông.

Sông Nhu Gia là một tuyến đường thủy nội địa cấp II chảy qua địa bàn huyện Mỹ Tú, tỉnh Sóc Trăng. Trong những năm gần đây, xói lở đang xảy ra rất nghiêm trọng tại một số vị trí

trên tuyến sông này. Chính vì vậy, nghiên cứu này tiến hành phân tích tình hình xói lở bờ sông Nhu Gia đoạn chảy qua cầu Mỹ Phước thuộc địa bàn huyện Mỹ Tú, tỉnh Sóc Trăng. Vị trí khu vực nghiên cứu được trình bày trên Hình 1.

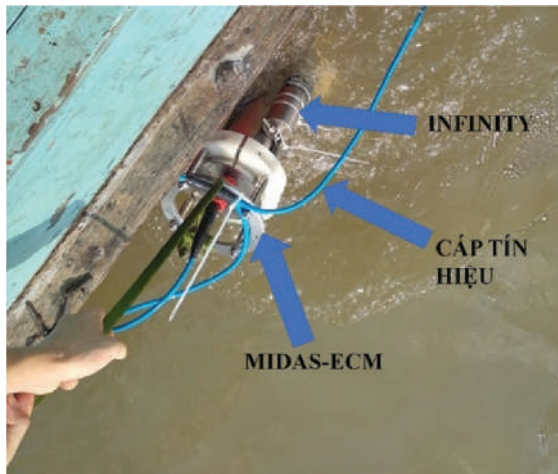


Hình 1. Khu vực nghiên cứu

2. VẬT LIỆU - MATERIALS

Máy đo vận tốc dòng chảy tự ghi MIDAS-ECM của Anh được sử dụng để đo vận tốc dòng chảy tại các thủy trực khác nhau trên một mặt cắt. Vì đầu đo MIDAS-ECM không thể đo được chiều sâu cột nước nên thiết bị đo độ đục Infinity của Nhật Bản được gắn vào thiết bị đo độ sâu để ghi dữ liệu độ sâu mực nước tại các điểm đo vận tốc dòng chảy. Vận tốc dòng chảy được đo bằng thiết bị MIDAS-ECM và truyền tín hiệu liên tục về

máy tính thông qua cáp kết nối dài 30 m. Thiết bị đo vận tốc dòng chảy và độ đục được trình bày trên Hình 2.



Hình 2. Máy đo vận tốc dòng chảy MIDAS-ECM

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU - METHODS

Nghiên cứu này tập trung vào bộ số liệu sơ cấp được đo đạc tại khu vực nghiên cứu trong các chuyến khảo sát thực tế. Các số liệu này bao gồm vận tốc dòng chảy (V), mẫu bùn cát đáy và mặt cắt ngang địa hình lòng sông khu vực nghiên cứu. Trong đó, số liệu bùn cát đáy được thu thập để tiến hành phân tích thành phần hạt trong phòng thí nghiệm nghiệm theo phương pháp tỷ trọng kế nhằm xác định kích thước hạt trung bình (d_{50}) của bùn cát cấu tạo bờ sông. Từ kích thước hạt trung bình kết hợp với chiều sâu cột nước trong sông (xác định từ số liệu khảo sát địa hình), vận tốc không xói của bùn cát đáy (V_{kx}) được xác định theo TCVN 4118:2012. Vận tốc không xói của

bùn cát đáy được so sánh với vận tốc thực đo (V) để xác định nguyên nhân gây xói lở bờ sông của vận tốc dòng chảy.

Vị trí lấy mẫu và đo vẽ mặt cắt được mô tả như trên Hình 3.

3.1. Đo vận tốc dòng chảy

Trong nghiên cứu này, vận tốc được đo theo phương pháp đo 06 điểm trên thủy trực và vận tốc bình quân thủy trực được tính theo công thức:

$$v_{tb} = \frac{v_m + 2v_{0.2} + 2v_{0.4} + 2v_{0.6} + 2v_{0.8} + v_d}{10}$$

Trong đó: v_m và v_d lần lượt là vận tốc dòng chảy tại mặt và tại đáy; các vận tốc còn lại ứng với các độ sâu 0,2h; 0,4h; 0,6h và 0,8h; với h là chiều sâu cột nước tại vị trí đo.

3.2. Lấy mẫu bùn cát đáy

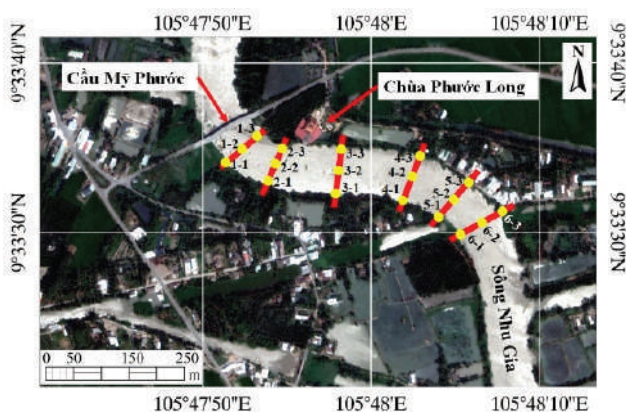
Các mẫu bùn cát đáy sông cũng được thu thập và lưu trữ bằng gầu Ekman và lưu trữ trong các hộp nhựa để mang về phân tích thành phần hạt trong phòng thí nghiệm bằng phương pháp tỷ trọng kế theo TCVN 4198:2014 (Hình 4).



Hình 4. Thí nghiệm thành phần hạt

3.3. Đo vẽ mặt cắt

Theo kết quả khảo sát thực tế, sông Nhu Gia là một sông nhỏ và không quá sâu nên mặt cắt sông được tiến hành đo bằng mia tại các vị trí cách nhau 5 m theo phương ngang sông. Số liệu đo mặt cắt ngang sẽ được sử dụng kết hợp với số liệu đo vận tốc để nội suy và vẽ biểu đồ phân bố vận tốc trên các mặt cắt sông. Chi tiết các tuyến đo vẽ mặt cắt được trình bày trên Hình 5.



Hình 3. Vị trí lấy mẫu và đo vẽ mặt cắt sông



Hình 5. Đo mặt cắt ngang sông bằng mia

3.4. Vận tốc không xói

Vận tốc không xói cho phép là vận tốc lớn nhất mà dòng chảy đạt tới trị số ấy không gây ra sự xói lở lòng kênh. Vận tốc không xói cho phép phụ thuộc vào tính chất cơ lý của đất nơi tuyến kênh đi qua, lượng ngậm phù sa và tính chất phù sa của dòng chảy trong kênh; lưu lượng của kênh, kích thước mặt cắt ngang của kênh và các yếu tố thủy lực của dòng chảy trong kênh. Theo Gônсарôp và cộng sự (2008), giá trị của vận tốc khởi động v_k , tức là vận tốc trung bình bé nhất của dòng chảy để hiện tượng bắt đầu tách các hạt đơn độc của đất không dính trên đáy được xảy ra một cách liên tục, được xác định theo công thức (2) và (3):

- Khi tổ hợp của đất là đồng nhất:

$$v_k = \lg \frac{0,8H}{d} \sqrt{\frac{2g(\gamma_1 - \gamma_n)d}{1,75\gamma_n}} \quad (2)$$

- Khi tổ hợp của đất tại đáy lòng dẫn là không đồng nhất:

$$v_k = \frac{2g(\gamma_1 - \gamma_n)d_{tb}}{1,75\gamma_n} \lg \frac{0,88H}{d_5} \quad (3)$$

Trong đó d là đường kính hạt (mm); d_5 là đường kính của các hạt lớn nhất chiếm 5% toàn bộ lượng bùn cát (mm); d_{tb} là đường kính trung bình của hỗn hợp bùn cát (mm); γ_1 ; γ_n lần lượt là trọng lượng thể tích của bùn cát và nước (kN/m^3); và H là chiều sâu dòng chảy (m).

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN - RESULTS AND DISCUSSION

4.1. Hiện trạng sạt lở bờ sông Nhu Gia

Tại thời điểm khảo sát, bờ sông Nhu Gia xuất

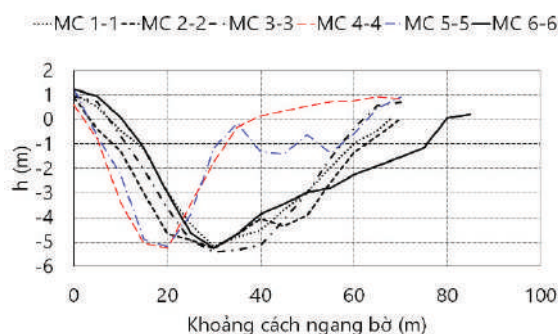
hiện một số đoạn đang bị sạt lở rất nghiêm trọng với vách sạt lở gần như thẳng đứng và ăn sâu vào đất liền. Tại một số vị trí, các biện pháp bảo vệ bờ đã được xây dựng từ đơn giản đến kiên cố như hàng rào tấm tôn xi măng và tường bê tông để giữ đất (Hình 5). Tuy nhiên, các biện pháp này gần như không có tác dụng vì xói lở vẫn đang diễn ra ngay dưới chân các tường bê tông và làm cho các tường này bị biến dạng.



Hình 6. Hiện trạng sạt lở bờ sông Nhu Gia

4.2. Phân tích mặt cắt sông

trong đoạn sông có độ cong rất lớn.



Hình 7. Mặt cắt sông

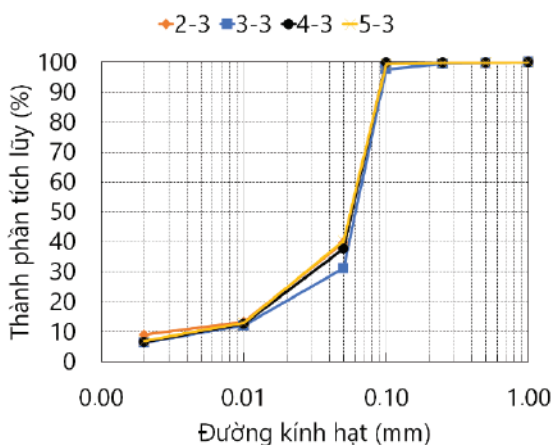
Hình 7 thể hiện hình dạng các mặt cắt ngang sông Nhu Gia tại khu vực nghiên cứu với quy ước

bờ trái là bờ sông phía chùa Phước Long (Hình 2). Các mặt cắt sông được thể hiện trên Hình 7 cho thấy hình dạng bất đối xứng với một bên vách bờ rất dốc ($m = 3-5$) và một bên tương đối thoải ($m = 10-20$). Đặc biệt tại các mặt cắt MC 4-4 và MC 5-5, lòng dẫn bị lệch hẳn về phía bờ trái vì đây là 2 mặt cắt nằm trong đoạn sông có độ cong rất lớn.

4.3. Phân tích thành phần hạt

Theo kết quả khảo sát thực tế, sạt lở bờ sông trong khu vực nghiên cứu chủ yếu đang xảy ra bên bờ trái của sông Nhu Gia. Vì vậy, kết quả phân tích thành phần hạt của mẫu bùn cát đáy sông tại một số điểm dọc theo bờ trái của sông Nhu Gia từ mặt cắt MC 1-1 đến MC 6-6 sẽ được tập trung phân tích.

Đường cong cấp phối của mẫu bùn cát tại các vị trí 2-3, 3-3, 4-3 và 5-3 được thể hiện trên Hình 8. Có thể thấy kích thước hạt trung bình (d_{50}) của các mẫu bùn cát phân bố trong khoảng từ 0.045 mm đến 0.055 mm. Cụ thể, kích thước hạt trung bình tại vị trí 2-3 là 0.045 mm, tại vị trí 3-3 là 0.052 mm, tại vị trí 4-3 và 5-3 là 0.047 mm. Căn cứ theo kích thước hạt trung bình, cấu tạo bờ sông Nhu Gia chủ yếu là cát nhỏ, bụi và bùn (TCVN 4118:2012).



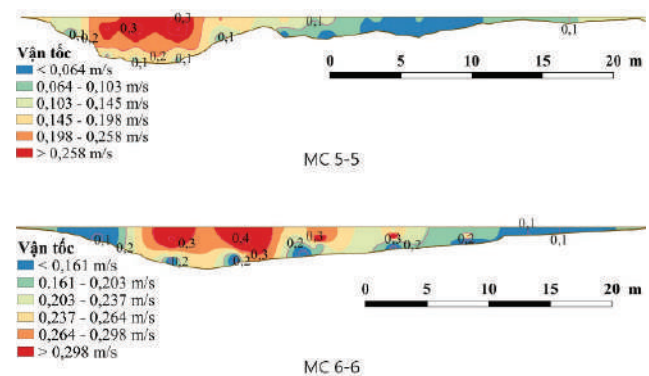
Hình 8. Cấp phối hạt tại các vị trí sát bờ trái sông

4.4. Vận tốc dòng chảy

Theo nghiên cứu của (Leopold and Langbein, 1966), tại các đoạn sông cong, ngoài thành phần vận tốc theo phương dọc sông còn có một thành phần vận tốc ngang bờ. Chính các thành phần

vận tốc ngang bờ này là nguyên nhân gây ra xói lở bờ sông. Vì vậy, vận tốc dòng chảy tại mặt cắt MC 5-5 và MC 6-6 được chọn để phân tích.

Phân bố vận tốc trên các mặt cắt này được thể hiện trên Hình 9. Có thể thấy vận tốc dòng chảy phân bố lệch về phía bờ trái. Cụ thể, tại mặt cắt MC 5-5, vận tốc dòng chảy lớn phía bờ trái có giá trị phân bố trong khoảng 0.20 – 0.30 m/s trong khi đó vận tốc tại bờ phải trên mặt cắt này chỉ đạt giá trị từ 0.06 đến 0.10 m/s. Tại mặt cắt MC 6-6, vận tốc dòng chảy tại bờ trái phân bố trong khoảng 0.20 – 0.30 m/s và vận tốc tại bờ phải bằng 0.10 – 0.20 m/s.



Hình 9. Vận tốc dòng chảy tại các mặt cắt MC 5-5 và MC 6-6

Để đánh giá ảnh hưởng của vận tốc dòng chảy đến xói lở bờ sông, nghiên cứu tiến hành so sánh vận tốc dòng chảy và vận tốc không xói của bùn cát tại bờ trái của sông Nhu Gia. Theo (TCVN 4118:2012), vận tốc không xói của bùn cát được xác định dựa vào kích thước hạt trung bình (d_{50}) và chiều sâu cột nước trong kênh. Từ Hình 7, ta xác định được cột nước trong kênh h (m) có giá trị lớn hơn 3 m. Giá trị d_{50} của các mẫu bùn cát cũng đã được xác định ở trên dựa vào Hình 8.

Vận tốc không xói và vận tốc thực đo tại các vị trí sát bờ trái của các mặt cắt MC 5-5 và MC 6-6 được thống kê trong bảng sau.

Bảng 1. Vận tốc không xói và vận tốc thực đo

TT	Vị trí	d_{50} (mm)	V_{kx} (m/s)	V (m/s)
1	5-3	0.047	0.19–0.26	0.20–0.30
2	6-3	0.052	0.26–0.40	0.20–0.30

Từ các số liệu trong Bảng 1 có thể thấy tại mặt cắt vị trí 5-3, vận tốc dòng chảy tại thời điểm khảo sát lớn hơn vận tốc không xói của bùn cát cấu tạo đáy sông. Đây là một nguyên nhân gây ra xói lở bờ sông tại vị trí 5-3 là vị trí sát bờ trái của mặt cắt MC 5-5. Tại vị trí 6-3, vận tốc không xói của bùn cát lớn hơn vận tốc thực đo của dòng chảy. Vì vậy có thể kết luận dòng chảy không gây ra xói lở tại vị trí này. Tuy nhiên, giá trị vận tốc dòng chảy thực đo chỉ được thực hiện trong một thời đoạn ngắn (trong một ngày 28/03/2021).

5. KẾT LUẬN – CONCLUSIONS

Các kết quả phân tích cho thấy lòng sông khu vực nghiên cứu có hình dạng bất đối xứng đặc biệt tại các đoạn sông cong, lòng dẫn bị lệch hẳn về phía lưng của đường cong. Vận tốc dòng chảy là một nguyên nhân gây xói lở bờ sông tại MC 5-5 do vận tốc dòng chảy thực đo tại mặt cắt MC 5-5 lớn hơn vận tốc không xói của bùn cát. Trong khi đó tại vị trí 6-3 trên MC 6-6, vận tốc không xói của bùn cát lớn hơn với vận tốc thực đo nên vận tốc dòng chảy không phải là nguyên nhân gây ra xói lở tại mặt cắt MC 6-6.

Các số liệu trong nghiên cứu này chỉ được thực hiện thu thập trong một thời gian rất ngắn (ngày 28/03/2021). Vì vậy, các số liệu về vận tốc dòng chảy cần tiếp tục được thu thập (đặc biệt là trong mùa lũ) để có thể có đánh giá đầy đủ hơn về các nguyên nhân gây xói/sạt lở bờ sông Nhu Gia.

Lời cảm ơn – Acknowledgements

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Cần Thơ đã hỗ trợ tài chính cho nghiên cứu này thông qua đề tài nghiên cứu khoa học sinh viên năm 2020-2021 có tên “Nghiên cứu nguyên nhân sạt lở bờ sông Nhu Gia, huyện Mỹ Tú, tỉnh Sóc Trăng.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO – REFERENCES

- [1] Anthony E. J., Brunier, G., Besset, M., Goichot, M., Dussouillez, P. và Lap, N. V., Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities, Scientific Reports, 5(1), 2015, 1-12.
- [2] Bằng, L.H.; Thịnh, L.V.; Trí, L.H.; Duy, Đ.V.; Tỷ, T.V.; và Minh, H.V.T., Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố địa chất, thủy văn đến ổn định bờ sông Cái Vừng, huyện Hồng Ngự, tỉnh Đồng Tháp, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 731, 2021, 16-25.
- [3] Bộ KHCN, TCVN 4118:2012 Công trình thủy lợi - Hệ thống tưới tiêu - Yêu cầu thiết kế, 2012, 67.
- [4] Bộ KHCN, TCVN 4198:2014 Đất xây dựng – Phương pháp phân tích thành phần hạt trong phòng thí nghiệm, 2014, 15.
- [5] Điệp N. T. H., Minh, V. Q., Trường, P. N., Thành, L. K. và Vinh, L. T. Q., Diễn tiến tình hình sạt lở ven bờ sông Tiền và sông Hậu, vùng đồng bằng sông Cửu Long, Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 55(2), 2019, 125-133.
- [6] Gonsarop, P.K.; Altsul A.D.; Danhitsenko, N.V.; Kaxpaxon, A.A.; Griptsenko, G.I.; Paskop, N.N.; Xlixki, X.M., Sổ tay tính toán thủy lực, NXB Xây dựng, 2008, 719.
- [7] Hoàng T. B. và Thanh, L. T. P., Phân tích nguyên nhân gây sạt lở bờ sông trên địa bàn tỉnh Bạc Liêu và Cà Mau, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, 43, 2018, 1-7.
- [8] Hoàn T. P., Đánh giá thực trạng và nguyên nhân xói lở bờ sông Tiền đoạn chảy qua tỉnh Đồng Tháp, Khoa học Tự nhiên & Công nghệ, 20, 2015, 61-67.
- [9] Hùng L. M., Sán, Đ. C., Chương, L. T., Long, N. T., Hoàng, T. B., Tường, T. N., Nguyễn, L. Đ., Việt, P. B. và Khiết, Đ. V., Báo cáo tổng kết dự án NCKH cấp Nhà nước: Nghiên cứu dự báo phòng chống xói lở bờ sông Cửu Long, 2001, 338.
- [10] Kim T. T., Diem, P. T. M., Trinh, N. N., Phung, N. K. và Bay, N. T., Riverbank movement of the Mekong River in An Giang and Dong Thap Provinces, Vietnam in the period of 2005–2019, VN J. Hydrometeorol., 6, 2020, 35-45.
- [11] Leopold L. B. & Langbein W. B., River meanders, Scientific American, 214(6), 1996, 60-73.
- [12] Lộc N. Đ., Linh, L. T. C., Minh, H. V. T., Luận, T. C., Tho, N. V., Hưng, V. V. và Tỷ, T. V., Xác định nguyên nhân sạt lở bờ sông theo phương pháp khảo sát thực địa: nghiên cứu tại sông Cái Sắn, thành phố Cần Thơ, Xây dựng, 626, 2020, 623-628.
- [13] Thuy N. T. D., Khoi, D. N., Nhan, D. T., Nga, T. N. Q., Bay, N. T. và Phung, N. K., Modelling Accretion and Erosion Processes in the Bassac and

Mekong Rivers of the Vietnamese Mekong Delta, APAC 2019, 2020, 1431-1437.

[14] Trí, L.H.; Thành, Đ.T.; Linh, L.T.C.; Thịnh, L.H.; và Tỹ, T.V., Phân tích ảnh hưởng của các yếu tố đến

ổn định bờ sông: Trường hợp nghiên cứu tại sông Cái Lân, huyện Cái Bè, tỉnh Tiền Giang, Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn, 15, 2021, 25-34.



ĐÁNH GIÁ TÍNH TỔN THƯƠNG XÂM NHẬP MẶN NGUỒN TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT TỈNH TRÀ VINH

Đào Hồng Hải, Daniela Cid Escobar,
Sergio Gil Villalba, Tibor STigte, Nguyễn Việt Kỳ

TÓM TẮT

Nghiên cứu này ứng dụng bộ chỉ số GALDIT đánh giá mức độ tổn thương xâm nhập mặn của các tầng chứa nước tỉnh Trà Vinh. Bộ chỉ số này bao gồm 4 thống số về đặc điểm địa chất thủy văn, 1 thông số về sự phân bố không gian và 1 thông số về điều kiện biên của tầng chứa nước, cụ thể: (1) Thông số G (Kiểu tầng chứa nước); (2) Thông số A (Hệ số cản thủy lực của tầng chứa nước); (3) Thông số L (Cao trình mực nước tầng chứa nước so với mực nước biển); (4) Thông số D (Khoảng cách ranh mặn); (5) Thông số I (Tác động của sự xâm nhập mặn của nước biển); và (6) Thông số T (Chiều dày của tầng chứa nước). Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được 3 bản đồ GALDIT dựa trên sự chồng khớp 6 thông số nêu trên. Kết quả đã phân vùng mức độ tổn thương xâm nhập mặn từ thấp đến cao: màu đỏ và cam là vùng tổn thương cao, màu xanh lá nhạt là vùng tổn thương trung bình, và màu xanh lá đậm là vùng tổn thương thấp. Bản đồ phân vùng theo GALDIT sẽ cung cấp thông tin hữu ích đến người sử dụng, giúp họ có cái nhìn trực quan đối với các vấn đề xâm nhập mặn. Bên cạnh đó, đây là các bản đồ phân vùng tổn thương dựa trên nhiều yếu tố tác động đến nguồn tài nguyên nước dưới đất, nó sẽ là công cụ hữu ích cho các nhà quản lý có cơ sở nhận định về mức độ tổn thương xâm nhập mặn, làm cơ sở cho quy hoạch, quản lý và cấp phép khai thác nguồn tài nguyên nước dưới đất tỉnh Trà Vinh trong tương lai một cách hợp lý và bền vững hơn.

TỪ KHÓA: Nước dưới đất Trà Vinh, chỉ số GALDIT, tổn thương xâm nhập mặn nước dưới đất, Chỉ số tổn thương nước dưới đất.

Đào Hồng Hải

Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG TP.HCM. 268 Lý Thường Kiệt, P.14, Q.10, TP.HCM.

Email: dhhai@hcmut.edu.vn

Tel: 0902.040.478

Daniela Cid Escobar

IHE Delft Institute for Water Education, Delft, The Netherlands

Sergio Gil Villalba

IHE Delft Institute for Water Education, Delft, The Netherlands

Tibor STigte

IHE Delft Institute for Water Education, Delft, The Netherlands

Email: t.stigter@un-ihe.org

Nguyễn Việt Kỳ

Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG TP.HCM. 268 Lý Thường Kiệt, P.14, Q.10, TP.HCM.

Email: nvky@hcmut.edu.vn

Tel: 0913.911.879

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

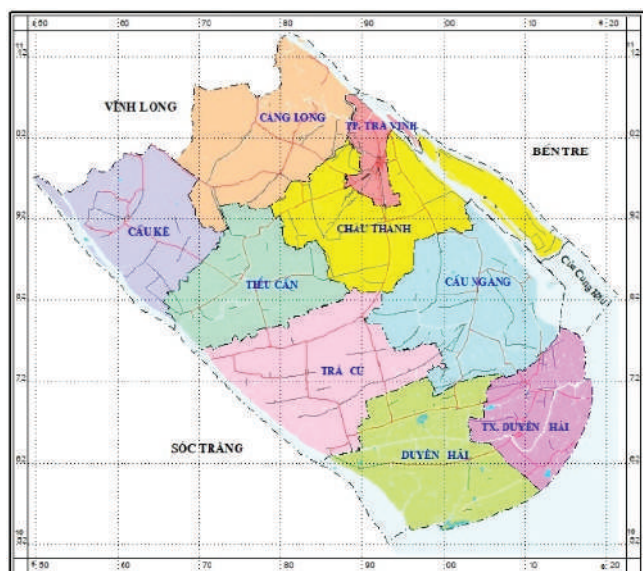
Hiện tượng xâm nhập mặn (Saltwater intrusion – SWI) của nước dưới đất là một trong các hiện tượng được quan tâm nhiều nhất đối với các quốc gia sử dụng nước dưới đất làm nguồn nước chính cho các hoạt động ăn uống và sinh hoạt của người dân. Trong đó hiện tượng suy giảm mực nước, hiện tượng ô nhiễm, xâm nhập mặn, lún mặt đất là các vấn đề cần quan tâm và kiểm soát vì nó sẽ trả lời cho các câu hỏi liên quan đến trữ lượng và chất lượng còn có thể khai thác trong khu vực cũng như giải được các bài toán khai thác bền vững của các nhà quản lý, các nhà ra chính sách về quy hoạch và cấp phép khai thác. Các nghiên cứu gần đây trong và ngoài nước đã sử dụng các phương pháp chỉ số bền vững, các chỉ số tổn thương để đánh giá tài nguyên nước dưới đất như: chỉ số ô nhiễm DRASTIC, chỉ số chất lượng nước dưới đất GWQI, EPIK, và chỉ số GALDIT để xây dựng các bản đồ tổn thương nước dưới đất do xâm nhập mặn của các tầng chứa nước ven biển (Tasnim Z and Tahsin S. 2016). Các kết quả nghiên cứu đã khoanh vùng được mức độ tổn thương của tài nguyên nước dưới đất, và đánh giá khả năng khai thác, xu hướng xâm nhập mặn của các tầng chứa nước ven biển (L.E. College et al, 2014). Ở Việt Nam chỉ số GALDIT cũng được sử dụng để nghiên cứu tổn thương nhiễm mặn nước dưới đất vùng Tiếng Giang (Trần Thanh Cảnh và nnk, 2018) trên cơ sở đó đã đề xuất ra hệ thống quan trắc phù hợp hơn.

Trà Vinh là một trong các tỉnh vùng duyên hải thuộc đồng bằng sông Cửu Long thường xuyên chịu tác động của điều kiện tự nhiên như hạn hán, nước biển dâng, xâm nhập mặn, và ô nhiễm do các hoạt động kinh tế xã hội của người dân. Các hoạt động này gây ra các hệ quả như: tốc độ khai thác quá mức làm mực nước của một số tầng chứa nước suy giảm theo thời gian (Ngô Văn Đạt, 2019), các công trình khai thác nước bố trí chưa rộng khắp, và chỉ tập trung ở các khu vực dân cư. Các cụm giếng khai thác tập chủ yếu vào các tầng chứa nước Pleistocen tạo nên một số khu vực có

mực nước suy giảm đáng kể, làm xuất hiện các hiện tượng nhiễm mặn tại các giếng khai thác nhỏ lẻ cũng như các cụm giếng công nghiệp (Đăng Văn Túc và nnk, 2018). Chính những vấn đề trên cho thấy việc đánh giá mức độ tổn thương tài nguyên nước dưới đất là cần thiết cho việc cung cấp các thông tin cho người dân cũng như làm công cụ cảnh báo và hỗ trợ trực quan cho các nhà quản lý chính sách và những người ra quyết định trong cấp phép khai thác hợp lý hơn. Nghiên cứu tổn thương nước dưới đất bằng bộ chỉ số GALDIT cũng giúp cho chính quyền địa phương và người dân thích nghi với các điều kiện biến đổi khí hậu, ưu điểm của chỉ số GALDIT trong đánh giá mức độ tổn thương nguồn tài nguyên nước dưới đất vùng duyên hải tập trung vào các yếu tố như kiểu tầng chứa nước (có áp, không áp, bán áp), khoảng cách với nguồn xâm nhập mặn, sức cản thủy lực, và bề dày tầng chứa nước (Tasnim Z and Tahsin S. 2016) với các yếu tố này có thể áp dụng để đánh giá cho khu vực tỉnh Trà Vinh đó là lý do tác giả chọn bộ chỉ số GALDIT để nghiên cứu trong bài báo này.

2. VÙNG NGHIÊN CỨU

Tỉnh Trà Vinh được bao phủ bởi các lớp trầm tích từ trẻ đến cổ trên tổng diện tích phân bố 2.305 Km², phía Đông Bắc giáp sông Cổ Chiên, Tây Nam giáp sông Hậu, phía Nam và Đông Nam giáp Biển Đông, và phía Bắc và Tây Bắc giáp tỉnh Vĩnh Long (Hình 1). Tỉnh Trà Vinh có 7 tầng chứa nước chính gồm: Holocen (qh); Pleistocen trên (qp₃); Pleistocen giữa trên (qp_{2,3}); Pleistocen dưới (qp₁); Pliocen trên (n₂²); Pliocen dưới (n₁²); và Mioxen trên (n₁¹), trong đó các tầng chứa nước đang được khai thác và chịu ảnh hưởng trực tiếp dưới tác động của xâm nhập mặn và hoạt động của con người là 3 tầng trên cùng qh; qp₃; và qp_{2,3} vì vậy nghiên cứu tập trung đánh giá 3 tầng chứa nước này. Số lượng lỗ khoan khảo sát, sự phân bố và thể tích của các tầng chứa nước được mô tả trong Bảng 1, hiện trạng khai thác của các tầng chứa nước được thống kê theo tầng chứa nước và theo đơn vị hành chính trong Bảng 2.



Hình 1: Bản đồ hành chính tỉnh Trà Vinh

Bảng 1. Diện phân bố, chiều sâu, bề dày, và thể tích của các tầng chứa nước

STT	Tên TCN	Số lượng lỗ khoan khảo sát	Diện phân bố (km ²)	Chiều sâu mái (m)	Chiều sâu đáy (m)	Bề dày trung bình (m)
1	qh	57	2.244	12,8	31,3	17,5
2	qp ₃	54	2.035	57,6	94,3	36,8
3	qp ₂₋₃	54	2.035	101,8	152,4	45,3

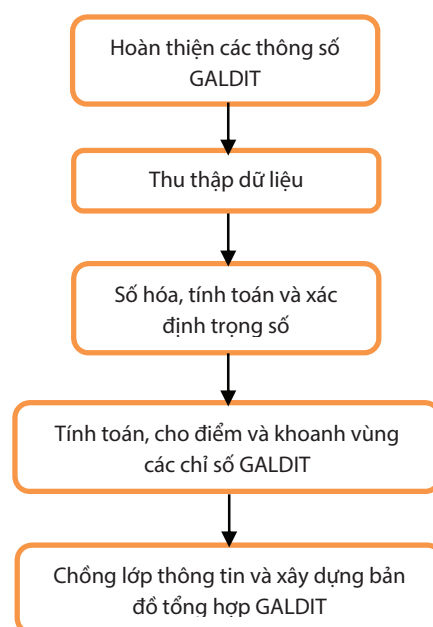
Bảng 2. Lưu lượng khai thác NĐĐ trong từng TCN và theo đơn vị hành chính (m³/ngày)

STT	Huyện/TX/TP	qh	qp ₃	qp ₂₋₃	Tổng
1	TP Trà Vinh	202	3	318	
2	Càng Long	41	3.681	11.363	
3	Cầu Kè	1	1.724	22.627	
4	Tiểu Cần	0	2.857	21.779	
5	Châu Thành	1.104	5.327	47.299	
6	Cầu Ngang	12.215	16.116	66.979	
7	Trà Cú	4	11.681	30.243	
8	H. Duyên Hải	654	15.243	4.904	
9	TX. Duyên Hải	766	11.201	21.349	
Tổng					

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu bằng bộ chỉ số GALDIT (Chachadi và Lobo-Ferrera, 2001) là một chỉ số dựa trên mô hình đánh giá tổn thương do xâm nhập mặn của các tầng chứa nước ven biển. Bộ chỉ số này dựa trên sự tác động qua lại của 6 thông số vật lý quan trọng với các trọng số và điểm đánh giá thể hiện mức độ tác động tổn thương của nước dưới đất do sự xâm nhập của

nước biển, được lấy từ 6 chữ cái đầu tiên của các thông số: (1) Kiểu tầng chứa nước (Groundwater occurrence); (2) Hệ số cản thủy lực của tầng chứa nước (Aquifer Hydraulic Conductivity); (3) Cao trình mực nước tầng chứa nước so với mực nước biển (Height of Groundwater Level above Sea Level); (4) Khoảng cách ranh mặn (Distance from the Shore); (5) Tác động của sự xâm nhập mặn của nước biển (Impact on existing status of Seawater Intrusion); và (6) Chiều dày của tầng chứa nước (Thickness of Aquifer being Mapped). Các bước nghiên cứu được thực hiện theo lưu đồ Hình 2.



Hình 2. Lưu đồ nghiên cứu GALDIT

Bước 1: Với 6 chỉ số GALDIT được đề xuất bởi Chachadi và Lobo-Ferrera, nghiên cứu giữ nguyên không thêm bớt bất kỳ thông số nào để đảm bảo tính khoa học và thực tiễn đã được nhiều nghiên cứu công bố, trong đó có 2 thông số nhóm nghiên cứu đã điều chỉnh: (1) đối với thông số D theo đặc thù của đặc điểm địa chất thủy văn khu vực nghiên cứu các tầng chứa nước không có mối quan hệ với nước biển, diễn biến xâm nhập mặn được phân bố đan xen trong các tầng chứa nước dựa theo tài liệu được thu thập từ kết quả đo địa vật lý của Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam, do đó trong nghiên cứu này không tính thông số D theo khoảng cách từ

bờ biển mà tính toán theo bản đồ phân bố ranh mặn nhạt của các tầng chứa nước; (2) do số liệu phân tích thành phần hóa học của các tầng chứa nước thu thập được rất hạn chế nên trong nghiên cứu không sử dụng tỷ lệ $Cl/(HCO_3^-)$ tính toán thông số I, thay vào đó nghiên cứu dựa vào số liệu khảo sát EC cho các tầng chứa nước được thực hiện bởi chính nhóm nghiên cứu phủ rộng khắp tỉnh Trà Vinh trên đơn vị hành chính cấp ấp/khu phố của các xã/phường.

Bước 2: Tổng hợp các số liệu về đặc điểm các tầng chứa nước như: Loại tầng chứa nước, sự phân bố thể nằm, chiều sâu, bề dày, hệ số thấm, các bản đồ phân bố mặn nhạt, bản đồ phân bố nồng độ EC của các tầng chứa nước. số hóa và hiệu chỉnh cho phù hợp các yêu cầu tính toán của bộ chỉ số GALDIT.

Bước 3: trên cơ sở bộ số liệu, dựa vào các định nghĩa xác định các thông số GALDIT cho các tầng chứa nước theo hướng dẫn sau:

Kiểu tầng chứa nước (Groundwater occurrence): Xác định các kiểu tầng chứa nước dựa vào đặc điểm phân bố theo các mặt cắt địa chất thủy văn và theo các tài liệu thu thập.

Hệ số cản thủy lực của tầng chứa nước (Aquifer Hydraulic Conductivity): Dựa vào số liệu hệ số thấm của các tầng chứa nước để cho điểm và xác định trọng số.

Cao trình mực nước tầng chứa nước so với mực nước biển (Height of Groundwater Level above Sea Level): Dựa vào các bản đồ phân bố các đường đẳng mực nước của các tầng chứa nước và cho điểm.

Khoảng cách ranh mặn (Distance from the Shore): tính toán nguồn nhiễm mặn của các tầng chứa nước từ ranh giới mặn nhạt có nồng độ TDS 1.500 mg/l, và khoảng cách được tính toán từ ranh mặn nhạt này, khoanh vùng và cho điểm theo trọng số.

Tác động của sự xâm nhập mặn của nước biển (Impact on existing status of Seawater Intrusion): Xây dựng các bản đồ phân bố EC của các tầng chứa nước. trên cơ sở đó đề xuất các ngưỡng phân loại mức độ tổn thương như Bảng 3.

Bảng 3. Bản phân loại nước theo giá trị độ dẫn điện EC của nước dưới đất

Giá trị EC	Tổn thương	Loại nước
200 - 400	Rất thấp	Nước nhạt
400 - 800	Rất thấp	Nước nhạt
800 - 1.500	Thấp	Nước nhạt
1.500 - 3.000	Trung bình	Nước lợ
> 3.000	Cao	Mặn

Chiều dày của tầng chứa nước (Thickness of Aquifer being Mapped): Xác định chiều dày theo kết quả thu thập, nếu chiều dày lớn và không thay đổi nhiều có thể lấy theo chiều dày trung bình của từng tầng chứa nước.

Bước 4: Tính toán, khoanh vùng và cho điểm thông qua việc xác định giá trị các thông số và cho điểm đánh giá thể hiện mức độ quan trọng của các giá trị, từ đó xác định giá trị chỉ số GALDIT bằng công thức sau:

$$GALDIT = \left(\sum_{i=1}^6 W_i R_i \right) / \left(\sum_{i=1}^6 W_i \right)$$

Trong đó:

W_i : Trọng số của các thông số;

R_i : Điểm số đánh giá.

Sau khi tính toán chỉ số GALDIT, nhóm tác giả tiến hành đánh giá mức độ tổn thương do xâm nhập mặn theo thang chia trong Bảng 4.

Bảng 4. Điểm và trọng số các thông số GALDIT

Thông số	Trọng số	Điểm đánh giá			
		2.5	5	7.5	10
Dạng tầng chứa nước (G)	1		Rò rỉ	Không áp	Áp lực
Hệ số thấm của tầng chứa nước (A)	3	< 5	5 - 10	10 - 40	> 40
Cao trình mực nước tầng chứa nước so với mực nước biển (L)	4	> 2	1.5 - 2	1 - 1.5	< 1

Khoảng cách biên mặn (D)	4	> 1000	750 - 1000	500 - 750	< 500
Tác động của sự tồn tại nước biển xâm nhập (I)	1	< 1	1 - 1.5	1.5 - 2	> 2
Chiều dày tầng chứa nước (T)	2	< 5	5 - 7.5	7.5 - 10	> 10

Bảng 5. Mức độ tổn thương theo bộ chỉ số GALDIT

Giá trị GALDIT	Mức độ tổn thương
≥ 7.0	Cao
5.0 - 7.0	Trung bình
< 5.0	Thấp

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Áp dụng bộ chỉ số GALDIT tính toán cho khu vực Trà Vinh đạt cho kết quả:

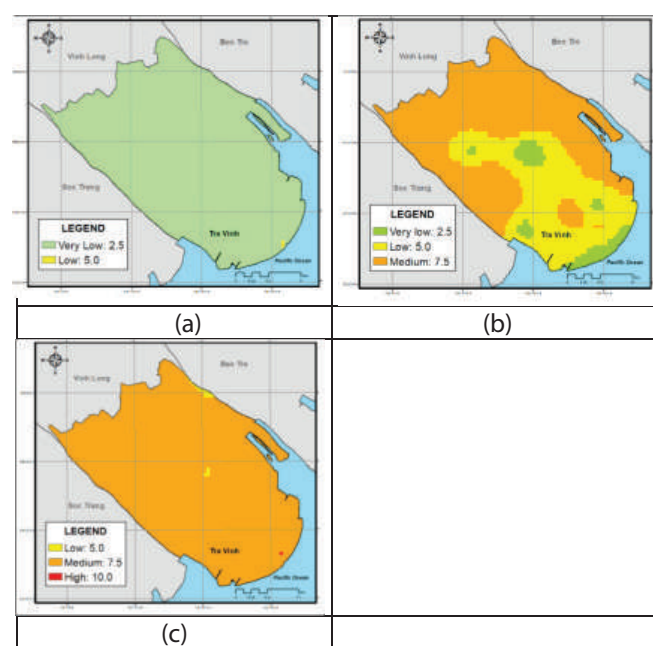
- Thông số G: Trình bày kết quả cho điểm 3 tầng chứa nước trong khu vực nghiên cứu dựa trên cơ sở loại tầng chứa nước (Bảng 6), tuy nhiên ở đây do đặc thù về địa chất thủy văn nên tầng chứa nước có áp dễ bị tổn thương hơn tầng chứa nước không áp, mặc dù tầng chứa nước có áp ít bị nước biển xâm nhập hơn tầng chứa nước không áp, tuy nhiên với điều kiện bơm hút do khai thác, tầng chứa nước có áp nhanh chóng hình thành các phiếu hạ thấp mực nước, khi đó khả năng bị xâm nhập mặn hơn.

Bảng 6. Điểm số G cho 3 tầng chứa nước qh, qp₃, qp₂₋₃

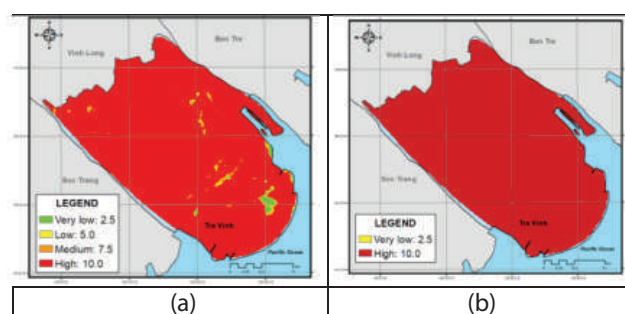
Tên tầng chứa nước	Kiểu tầng chứa nước	Điểm
Holocen (qh)	Không áp	7.5
Pleistocen trên (qp ₃)	Có áp	10
Pleistocen giữa trên (qp ₂₋₃)	Có áp	10

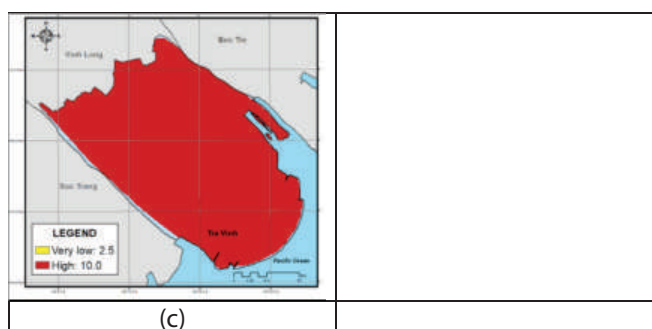
- Thông số A: Giá trị hệ số thấm của tầng chứa nước qh tập trung chủ yếu từ 0,5m đến 2 m/ngày, chỉ một số nơi thuộc huyện Duyên Hải có hệ số thấm từ 4 đến 8m/ngày; đối với tầng chứa nước qp₃

hệ số thấm dao động từ 4 đến 36 m/ngày đa số các điểm thí nghiệm có hệ số thấm lớn hơn 5 m/ngày; đối với tầng chứa nước qp₂₋₃ hệ số thấm dao động từ 5,97 đến 43,97 m/ngày đêm. Với bộ số liệu hệ số thấm của 3 tầng chứa nước nhóm nghiên cứu đã vẽ bản đồ phân bố hệ số thấm và điểm số của chỉ số A như Hình 3:

**Hình 3.** Bản đồ phân bố điểm số của thông số A cho TCN (a) qh, (b) qp₃, (c) qp₂₋₃ tỉnh Trà Vinh

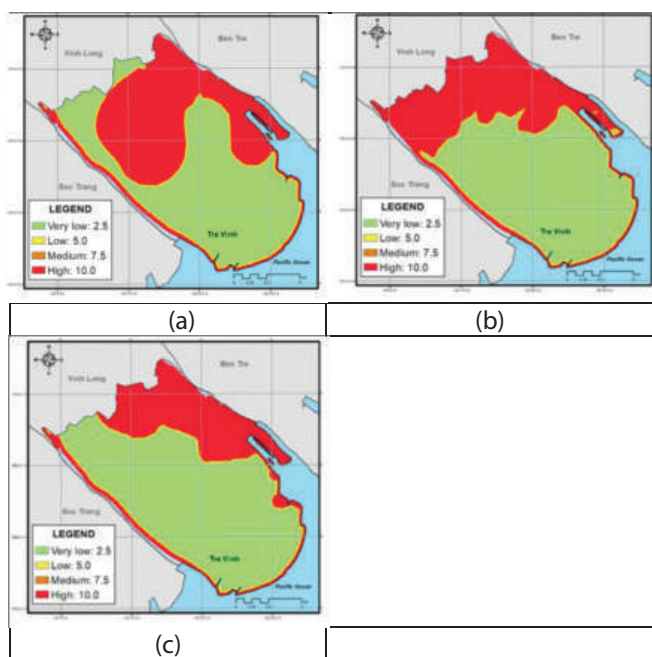
- Thông số L: Dựa vào bản đồ địa hình của Trà Vinh và số liệu quan trắc tại các vị trí quan trắc trong hệ thống quốc gia cho thấy hầu như mực nước trong các tầng chứa nước thấp hơn 1 m so với mực nước biển, trên cơ sở đó nhóm nghiên cứu đã vẽ các bản đồ đẳng mực nước và điểm số của thông số L thể hiện trong Hình 4:

**Hình 4.** Bản đồ phân bố điểm số chỉ số L của các TCN (a) qh, (b) qp₃



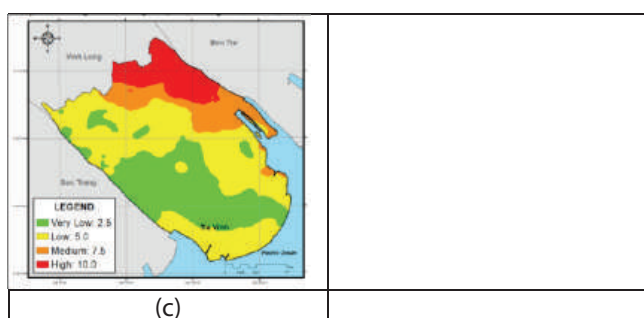
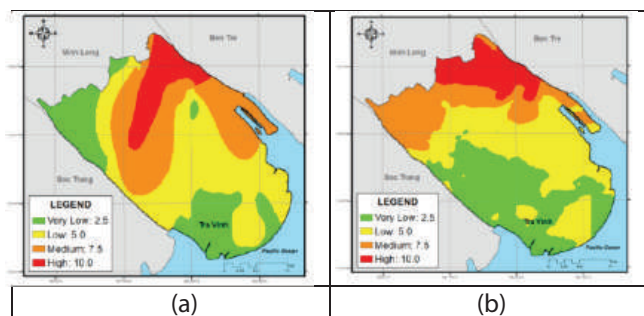
Hình 4. (tiếp theo)

- Thông số D: Nhóm nghiên cứu sử dụng bản đồ phân bố mặn nhạt từ các bản đồ phân vùng mặn nhạt của Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam để khoanh vùng và cho điểm 3 tầng chứa nước tỉnh Trà Vinh, nội suy và dự báo điểm số D như Hình 5.

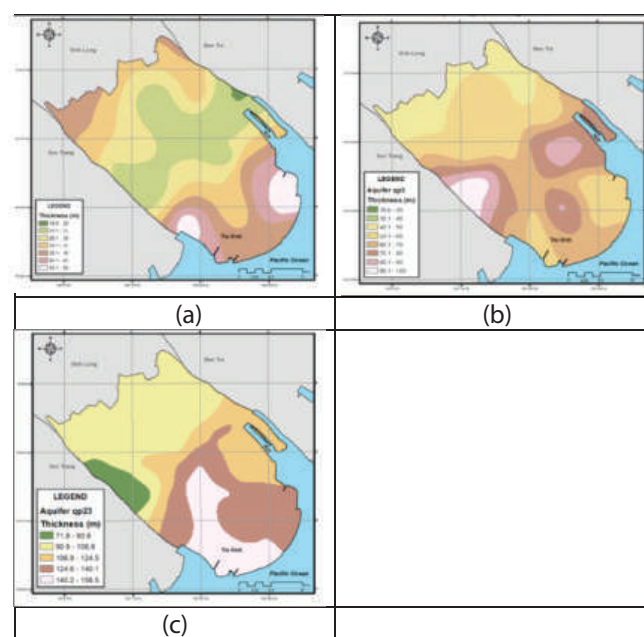


Hình 5. Bản đồ phân bố Điểm số của chỉ số D của các TCN (a) qh, (b) qp₃, (c) qp_{2,3} tỉnh Trà Vinh

- Thông số I: Như mô tả trong phần phương pháp, chỉ số này được chỉnh sửa bằng kết quả đo EC trên 180 điểm được thực hiện bằng phương pháp thực địa của nhóm nghiên cứu trên toàn tỉnh Trà Vinh và được phân chia mức điểm số như Hình 6.



Hình 6. Bản đồ phân bố Điểm số của chỉ số I của các TCN (a) qh, (b) qp₃, (c) qp_{2,3} tỉnh Trà Vinh



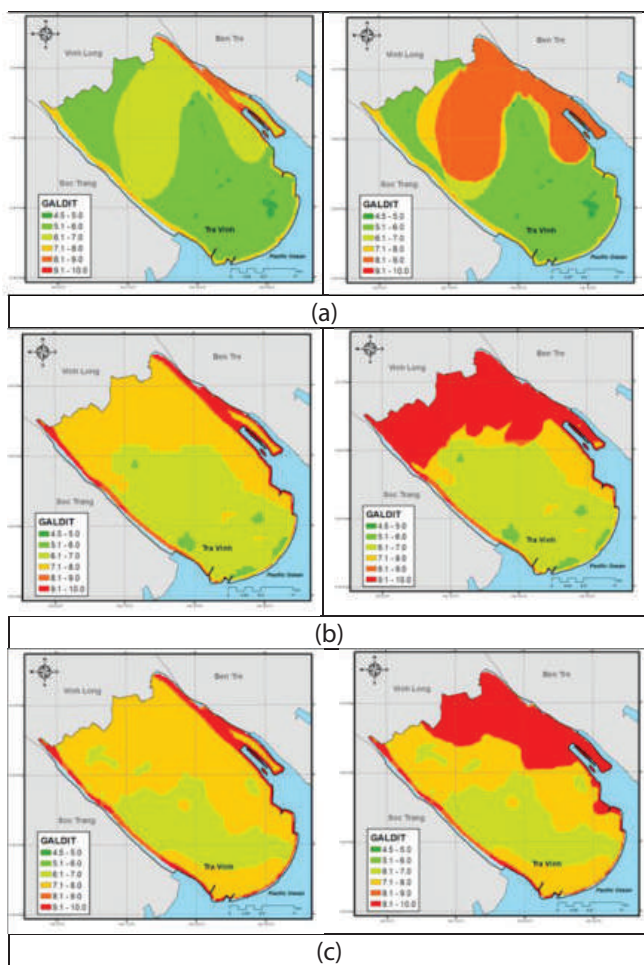
Hình 7. Bản đồ phân bố Điểm số của chỉ số T của các TCN (a) qh, (b) qp₃, (c) qp_{2,3} tỉnh Trà Vinh

- Thông số T: Theo tài liệu từ các lỗ khoan khảo sát cho thấy bề dày của tầng chứa nước qh biến đổi từ 2,0 m (S110) đến 60,0 m (TV6 - TV), trung bình khoảng 17,5 m; tầng chứa nước qp₃ dao động từ 4,5 m (RM3C) đến 79,6 m (834B - TV), trung bình khoảng 36,8 m; tầng chứa nước qp₃

chiều dày tầng biến đổi từ 24,0 m (RM1B) đến 79,5 m (TV5 - TV), trung bình khoảng 45,3m, kết quả tính toán điểm số được mô tả trong Hình 7.

Phân vùng tổn thương xâm nhập mặn theo bộ chỉ số GALDIT

Từ kết quả tính toán 6 thông số GALDIT và mô tả trên các bản đồ độc lập sau đó nhóm nghiên cứu tiến hành chồng lớp các bản đồ có trọng số điểm lại với nhau để xây dựng nên bản đồ phân vùng tổn thương xâm nhập mặn GALDIT được thể hiện trong Hình 8.



Hình 8. Bản đồ phân vùng tổn thương GALDIT của các TCN (a) q_h , (b) q_p , (c) $q_{p2,3}$ tỉnh Trà Vinh

Bên cạnh đó nhóm nghiên cứu cũng tính toán thông số I theo ranh giới bờ biển và so sánh trong Hình 8. Kết quả nhận thấy có sự khác biệt giữa 2 loại bản đồ (bên trái tính toán chỉ số GALDIT theo đường bờ biển, bên phải tính toán theo ranh phân bố mặn nhạt của các tầng chứa nước).

Điều này giúp khẳng định cho việc sử dụng ranh mặn nhạt của các tầng chứa nước để đánh giá tổn thương xâm nhập mặn của các tầng chứa nước phù hợp hơn trong điều kiện địa chất thủy văn và tình Trà Vinh nói riêng và đồng bằng sông Cửu Long nói chung.

Kết quả phân vùng tổn thương xâm nhập mặn bằng bộ chỉ số GALDIT cho khu vực tỉnh Trà Vinh được phân thành 3 vùng tương ứng với mức độ tổn thương khác nhau được thể hiện theo màu trên các bản đồ Hình 8, trong đó:

- Vùng có mức độ tổn thương thấp: màu xanh lá cây đậm;
- Vùng có mức độ tổn thương trung bình: màu xanh lá cây nhạt;
- Vùng có mức độ tổn thương cao: màu cam và đỏ.

Với kết quả phân vùng của 3 tầng chứa nước cho thấy, tầng $qp_{2,3}$ là có mức độ tổng thương cao nhất, vùng tổn thương phân bố rộng khắp các huyện chỉ còn khu vực Trà Cú và một phần Duyên Hải có mức độ tổn thương trung bình đến thấp, kể đến là tầng qp_3 và cuối cùng là tầng q_h . Điều này cho thấy, mức độ khai thác và sử dụng tác động đáng kể đến sự xâm nhập mặn trong các tầng chứa nước, tiếp đến là kiểu tầng chứa nước và sự phân bố mặn nhạt quyết định diện tích tổn thương. Kết quả cũng khẳng định sự xâm nhập mặn của các tầng chứa nước đường như không có ảnh hưởng bởi nước biển mà chủ yếu là do sự phân bố mặn nhạt hiện hữu trong các tầng chứa nước.

5. KẾT LUẬN

Chuỗi chỉ số GALDIT là một bộ thông số đánh giá mức độ tổn thương do xâm nhập mặn tài nguyên nước dưới đất có tính đến các đặc điểm địa chất thủy văn, đặc điểm phân bố, thể nằm của tầng chứa nước, có tính đến các tác nhân xâm nhập mặn như nước biển và sự phân bố mặn nhạt của các tầng chứa nước. Kết quả nghiên cứu đã tổng hợp được 6 thông số GALDIT và chồng khớp để ra được bản đồ phân vùng mức độ tổn thương từ thấp đến cao tương ứng với các màu đỏ

và cam: có mức độ tổn thương xâm nhập mặn cao; màu xanh lá cây nhạt có mức độ tổn thương trung bình và màu xanh lá cây đậm có mức độ tổn thương thấp. Với kết quả phân vùng như vậy nghiên cứu đã xây dựng được 3 bản đồ GALDIT cho 3 tầng chứa nước qh, qp₃, và qp₂₋₃, các bản đồ cho thấy tầng chứa nước qp₂₋₃ có mức độ tổn thương cao nhất, kế đến là tầng chứa nước qp₃ và ít tổn thương nhất là tầng chứa nước qh. Kết quả nghiên cứu mô tả được tổng quan bức tranh về tổn thương xâm nhập mặn của 3 tầng chứa nước tỉnh Trà Vinh, sẽ góp phần cung cấp thông tin về mức độ xâm nhập mặn của nước dưới đất tỉnh Trà Vinh đến người dân hiệu quả và trực quan, đồng thời nó cũng là công cụ hữu ích giúp cho các nhà quản lý, các nhà ra quyết định có cơ sở qui hoạch, ra quyết định cấp phép khai thác hợp lý hơn trong khu vực tỉnh Trà Vinh trong tương lai đảm bảo phát triển nguồn tài nguyên nước dưới đất một cách bền vững.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin được gửi lời cảm ơn đến Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia TP. HCM đã hỗ trợ kinh phí thực hiện đề tài NCKH cấp ĐHQG loại C với MSĐT: C2018-20-35/ĐHQG.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Daniela Cid Escobar và Sergio Gil Villalba, Spatial assessment of saltwater intrusion in the

coastal aquifer of Tra Vinh, Mekong Delta, Vietnam, IHE Delft, 2018.

[2] Đặng Văn Túc và nnk, Results of mitigating scenarios for Tra Vinh province, Vietnam, thuộc dự án “Mitigating groundwater salinity impacts for improved water security in coastal areas under socio-economic and climate change”, Trà Vinh, 2019.

[3] João Paulo Lobo Ferreira, et al, 2005. Assessing aquifer vulnerability to seawater intrusion using GALDIT method: Part 1 – Application to the Portuguese Aquifer of Monte Gordo. The fourth inter-celtic Colloquium on Hydrology and management of water resources, Portugal.

[4] College Morbi et al, Assessing Groundwater Vulnerability to Seawater Intrusion in Morbi Maliya Using GALDIT Method, IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development | Vol. 2, Issue 04, 2014 | ISSN (online): 2321 - 0613.

[5] Ngô Văn Đạt và nnk, Điều tra đánh giá và khoanh định khu vực phải đăng ký khai thác nước dưới đất trên địa bàn tỉnh Trà Vinh, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam, 2019.

[6] Trần Thanh Cảnh và nnk, Đánh giá nguy cơ tổn thương do nhiễm mặn nước dưới đất vùng Tiền Giang bằng phương pháp GALDIT và đề xuất mạng lưới quan trắc xâm nhập mặn, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất Tập 59, Kỳ 3 (2018) 71 - 83.

[7] Zerine Tasnim and Subrina Tahsin, Application of the Method of Galdit for Groundwater Vulnerability Assessment: A Case of South Florida, Asian Journal of Applied Science and Engineering, Volume 5, No 1/2016.

SOME ISSUES IN THE PLANNING, ARTIFICIAL RECHARGE, EXPLOITING AND PROTECTING GROUNDWATER RESOURCES IN TRA VINH PROVINCE

Nguyen Viet Ky, Dao Hong Hai

ABSTRACT:

The report briefly presents Tra Vinh province's location, water resources (underground water and exploitation status, surface water, rainwater), drought in 2016 and damage. By direct measurement methods, the study of monitoring data, isotope hydrological techniques, GIS... the authors have assessed the evolution of saltwater intrusion into the ground aquifers qh, qp₃, qp₂₋₃ in 2014 and 2017. The results show that there is a large change in the salt-light boundary in the districts of Cang Long, Chau Thanh, Cau Ngang and Duyen Hai. Based on the results of calculating the age and origin of groundwater in Tra Vinh and surrounding areas, it can be said that most of the groundwater in the Pleistocene layer in Tra Vinh has a buried origin. Therefore, the planning of underground water use in Tra Vinh must be very careful and should pay attention to artificial replenishment. To solve the difficult problem of water sources, it is possible to combine exploitation and mixing of freshwater - brackish water to have water that meets the standards for use.

KEYWORDS: *groundwater, extraction, origin, burial, isotopes, artificial recharge.*

Nguyễn Việt Kỳ

Faculty of Geology and Petroleum Engineering – Ho Chi Minh City University of Technology - VNU - HCM.
268 Ly Thuong Kiet, Ward 14, District 10, Ho Chi Minh City

Email: nvky@hcmut.edu.vn

Tel: 0913.911.879

Đào Hồng Hải

Faculty of Geology and Petroleum Engineering – Ho Chi Minh City University of Technology - VNU - HCM.
268 Ly Thuong Kiet, Ward 14, District 10, Ho Chi Minh City

Email: dhhai@hcmut.edu.vn

Tel: 0902.040.478

1. INTRODUCTION

1.1. Location of research: Tra Vinh Province (Fig.1)

Tra Vinh is a coastal province in the Mekong Delta, Vietnam. Area: 2,215 km². Population: 1,286 million (2019).

Tra Vinh is located at the end of the island sandwiched between the Tien and Hau rivers. The terrain is mainly flat land with an altitude



Fig.1. Location of Tra Vinh Province

of about 1m above sea level. In the coastal plain, there should be sand dunes, running continuously Tin an arc and parallel to the coast. The further to the sea, the higher and wider these mounds.

1.2. About water resources: Underground water (Fig.2)

Based on the collected documents, the results of field investigations and surveys show that in Tra Vinh province, there are 7 aquifers with holes and 7 geological formations that are very poor in water in order from top to bottom. below include: Holocen (qh); Upper Pleistocene (qp_3); Upper – Middle Pleistocene (qp_{2-3}); Lower Pleistocene (qp_1); Upper Pliocene (n_2^2); Lower Pliocene (n_2^1) and Miocene (n_1^3)[8]

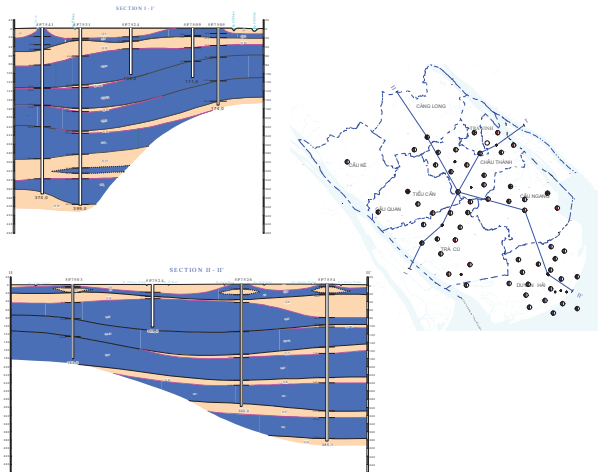


Fig.2. Hydrogeological sections

1.3. About Groundwater extraction

1.3.1. qp_3 aquifer [8]

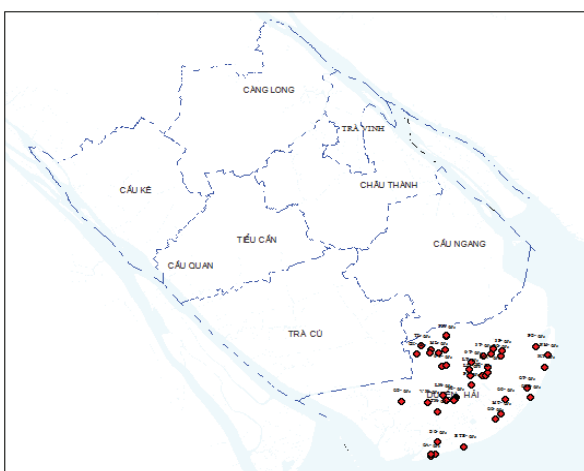


Fig. 3. Exploitation map of qp_3 aquifer

- Most extraction wells of this aquifer are Unicef wells or small wells (domestic use) (Fig.3)
- Lack of investigating about the number of wells and pumping rate of in details of this aquifer.

1.3.2. qp_{2-3} aquifer:

Occupied about 97% amount of total abstraction (Fig.4)

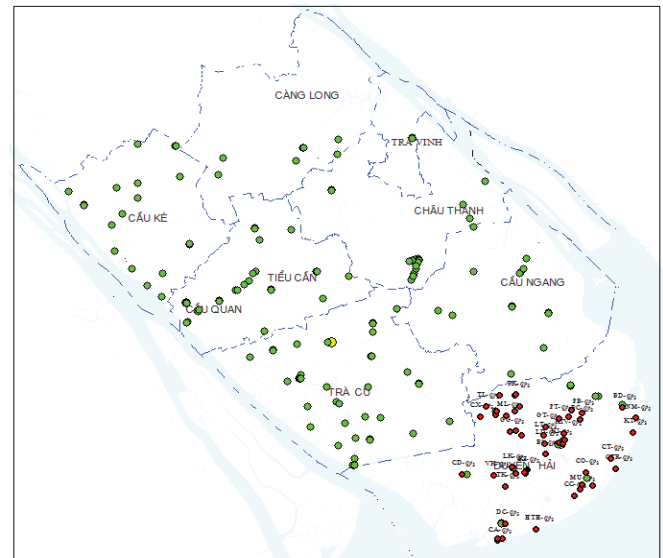


Fig. 4. Exploitation map of aquifer qp_{2-3}

$Q \geq 200\text{m}^3/\text{d}$	20 wells
$Q < 200\text{m}^3/\text{d}$	217 wells
Number of wells	84.362
Area, km^2	2.215,20
Number of wells/ km^2	38,08

1.4. About surface water

Surface water supply directly to Tra Vinh is two large rivers: Tien river (Co Chien river), Hau river (raining season: flow more than $5.000\text{ m}^3/\text{s}$, dry season from $1.860 - 2.230\text{ m}^3/\text{s}$) through Nam Mang Thit Irrigation Project, along with tributaries such as Cai Hop - An Ruong River, Can Chong River, Tan Dinh canal, Bong Bot, Tong Long canal ... and over 600 km of large canals, about 2.000 km of canals level I, II. (Fig.5).

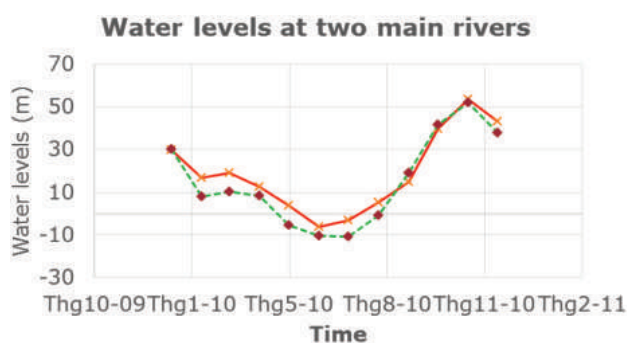


Fig.5. Water levels at two main rivers

1.5. About rainwater

The average annual rainfall is more than 1.400 mm. The highest rainfall is concentrated in Cang Long district and the lowest in Cau Ngang district is 1.557 mm and 1.263 mm (Fig. 6).

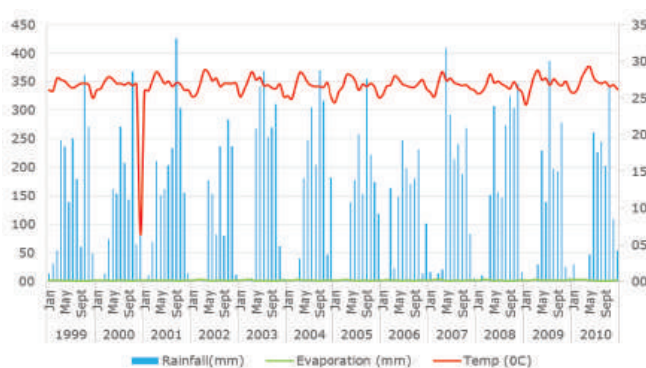


Fig.6. Meteorological chart at Tra Vinh

1.6. About the 2016 drought and damage

Tra Vinh is the eighth province in 13 provinces and cities of the Mekong Delta announced disaster, after Ben Tre, Kien Giang, Long An, Tien Giang, Soc Trang, Ca Mau and Vinh Long [2].

The length of the influence of salinity is more than 60km from the main river mouth. The highest salinity was measured on the following large rivers: Co Chien river, Cai Hop sewer (50 km from river mouth) is 13,6 ‰; At the Hau River, at sewer Rach Rum (50 km from river mouth) is 8,2 ‰, Cai Hop (Co Chien river) is 11,5 ‰; Tan Dinh Canal (60km from the river mouth) is 7,5 ‰ (Fig 7).

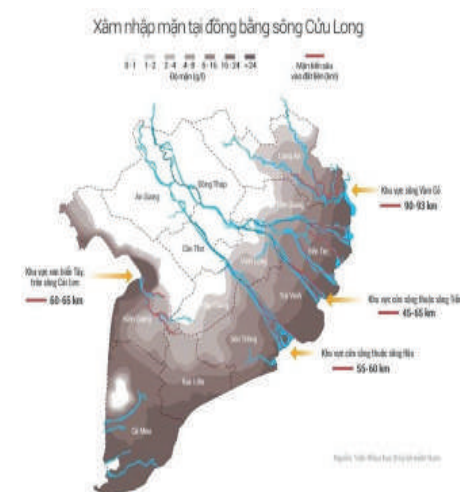


Fig.7. Map of saltwater intrusion in the Mekong river at 2016

According to the report, the whole province has 12.346 ha/18.332 ha of rice damaged by the impact of drought and salinity intrusion (in Tra Cu, Cau Ngang, Tieu Can, Chau Thanh, Duyen Hai and Tra Vinh city). Of which, damage from 10% to less than 30% is 7.291 ha; Between 30% and 70% is 2.116 ha and over 70% is 2.930 hectares. Thus, in the winter-spring 2015-2016, about 23.690 ha of rice was damaged due to drought, water shortage.

In the fishery sector, there are 228 ha/598 shrimp farming households white spots, hepatopancreas; 366,8 ha/424 black tiger shrimp households in Duyen Hai, Tra Cu, Chau Thanh and Duyen Hai were affected. The sudden increase in salinity has caused snakeheads in Tra Cu district to lose 985.000 breeders.

During a saline intrusion, sewer culverts must be closed to make internal water sources somewhat polluted, causing water shortages, affecting the lives of people. Currently, 9.268

households in Chau Thanh and Cang Long districts and one part of Tra Vinh city have to use river water and the water supply system wasn't activated.

2. RESEARCH METHODS

Equipment for measurement EC is shown in Fig. 8. The total number of EC measurement wells in the (qh) is 75 wells, in the (qp₃) is 254 wells, and in (qp₂₋₃) is 285 wells. MapInfo software was then used to construct a 1g/l isochronous curve and compared with the 1g/l salinity boundary map in 2014, which was compiled based on a wire-line log, well-log and chemical analysis in Tra Vinh province of the Division for Water Resources Planning and Investigation for the Southern of the Viet Nam [9].



Fig 8. Waterproof EC Tester (0.00 - 20.00 mS/cm) and Garmin eTrex 20x

On the origin of groundwater, the authors used the natural history analysis method combined with results of analysis on stable isotopes (D and O18) and radioactive isotope C14 from 1982 to 2016 [6]. A total of 208 samples were taken from all aquifers, of which 83 were taken in the period 1982 - 1983 by Dr. J.F. Arranyossy and Prof. Tran Kim Thach and the remaining samples are collected by the Isotopic Department, Ho Chi Minh City Nuclear Center. Particularly in Tra Vinh province, there are 8 stable isotopes (Fig 9), including 01 in qp₃, 03 in qp₂₋₃, 3 in n₂¹. The total sample size of C¹⁴ is 12 samples, of which the

new phase (2015 – 2016) only 4 samples in the Neogen aquifer. The 8 samples taken earlier have 3 samples in qp₃ and 5 samples in qp₂₋₃ [7].

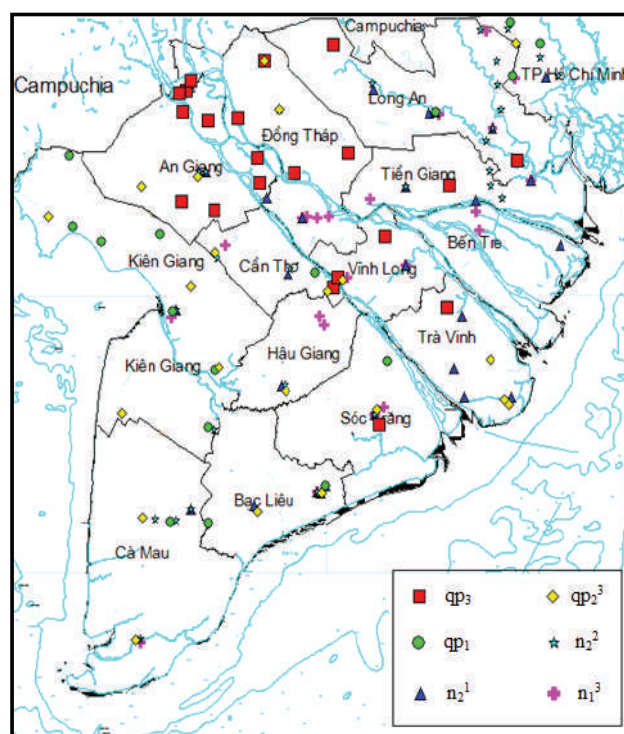


Figure 9. Stable isotope sampling site in delta Mekong [6]

3. RESULTS AND DISCUSSION

For (qh) aquifer: many paths with freshwater (TDS <1g/l) disappeared in Cang Long, Cau Ke and Tra Cu districts. However, the area of distribution of fresh water in the coastal region is quite wide, spreading to the eastern part of Tra Cu, the freshwater of Cau Ngang is almost unchanged, losing only a small area along the banks of Co Chien River (Fig 10).

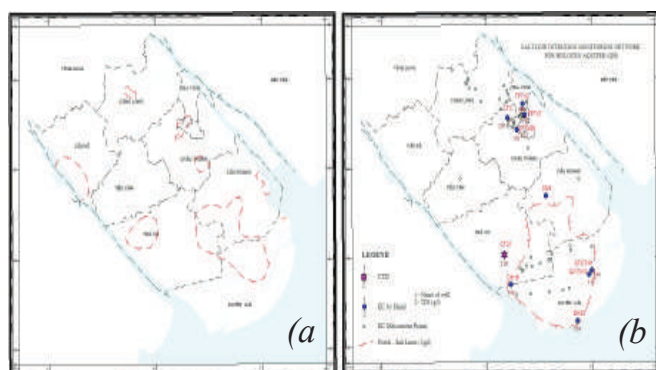


Fig 10. Map of distribution of salinity boundary of Holocene aquifer (qh) in 2014 (a) and 2017 (b)

For (qp_3) aquifer: The area of salty water in Chau Thanh district increased to occupy most of Tra Vinh urban area and advanced to the district centre. A small patch of salinity earlier in this year has not been recorded (it is possible that the saltwater wells in this area were cancelled so it was not measurable). In Cau Ngang district, the area of salinity intrusion is also narrowed significantly, the salinity boundary back to the banks of the Co Chien river.

Particularly for deeper aquifer – middle-upper Pleistocene aquifer (qp_{2-3}) is almost unchanged, salinity boundary in 2014 and 2017 are similarly in Cang Long, Chau Thanh, Cau Ngang and Duyen Hai district.

On the origin of groundwater, shallow water aquifers here, as well as throughout the Mekong Delta, the origin and conditions of underground water formation Mekong Delta are the origins of atmospheric origin created under evaporation. Values of stable isotopes of Upper Pleistocene (qp_3), Middle-Upper Pleistocene (qp_{2-3}), lower Pleistocene (qp_1) distribute around the points

values of rainfall and surface water, that show water in the Pleistocene in the Mekong Delta, there is a hydraulic interaction with surface water and is supplemented by modern rainwater through the hydro-windows in the delta as well as the surrounding areas [6][7].

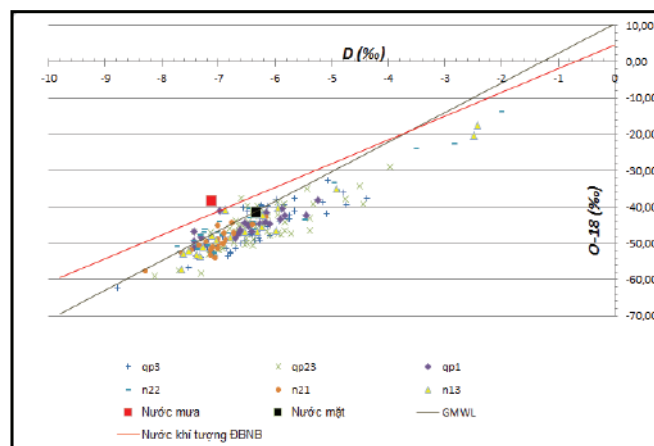


Fig 13. Relation diagrams between Oxy-18 and Deteri of aquifers in the Southern Delta

About the age of underground water of the Pleistocene aquifers, according to the C14 analysis, it is found that in the whole water level in the following aquifers (Table 1).

Table 1. Age of groundwater of the Pleistocene aquifers in the Mekong Delta

Aquifer	Age (min) Years	Age (Max) Years	Average Age Years
qp3	Present	30200	10710
qp23	Present	40000	14791
qp1	2500	33200	14635

In the area of Tra Vinh province, the age of Pleistocene aquifers ranges from 12,500 to 17,000 years (Figure 14), meaning Upper Pleistocene (qp_3) and Middle-Upper Pleistocene (qp_{2-3}) are formed before transgression Flandrian (also known as the Post-glacial transgression) in the period 5.600 - 4.200 years ago at a height of 5 m above sea present level, has now turned most of the Mekong Delta into a sea of water [5]. In other words, this advance significantly affects the form of saline zones of shallow groundwater. This also resulted in a complex geochemical picture here (Figure 15).

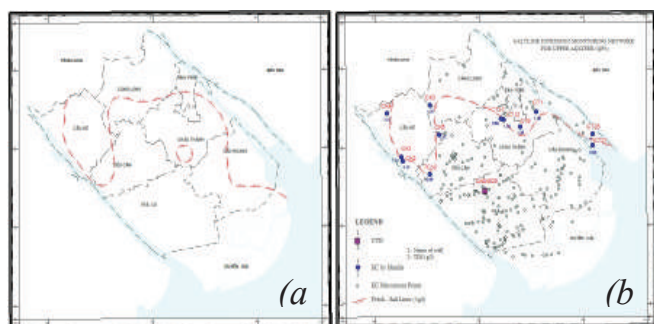


Fig 11. Map of distribution of salinity boundary of Upper Pleistocene aquifer (qp_3) in 2014 (a) and 2017 (b)

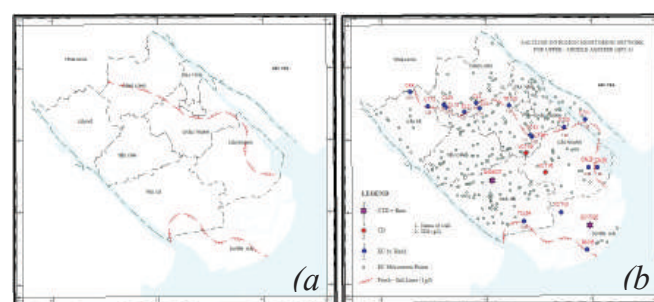


Fig 12. Map of distribution of salinity boundary of Middle-Upper Pleistocene aquifer (qp_{2-3}) in 2014 (a) and 2017 (b)

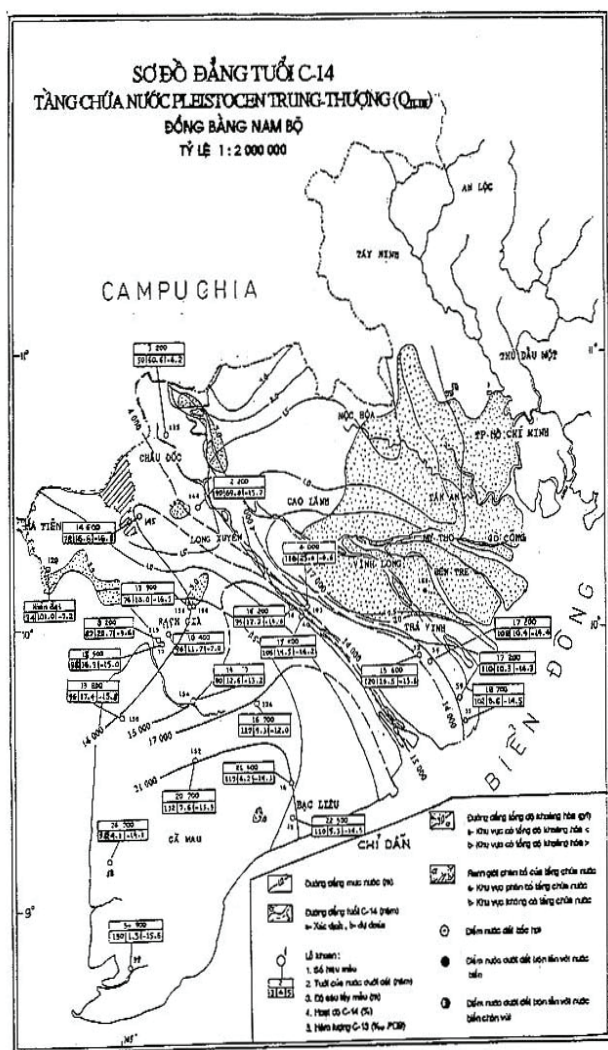


Fig. 14. Age chart C^{14} of underground water Middle-Upper Pleistocene aquifer in Mekong Delta

In Figure 15, we can see: The area of freshwater distribution in the Holocene is very small compared to the whole plain. In Tra Vinh province, this area is also negligible and mainly concentrated in the ancient sand dunes. Freshwater distribution in the Upper Pleistocene aquifer is not large, they are concentrated along the southern bank of Hau River and occupy a significant area of Tra Vinh province. The freshwater distribution area of the middle-upper Pleistocene aquifer is quite large, they are distributed mainly in the south of the Hau River and occupy a large area in Tra Vinh. So, the freshwater of the Pleistocene aquifers localized in the parts, there haven't link with the Southeast or Cambodian regions, which, according to many researchers, are recharge areas for aquifers in the Mekong River Basin...

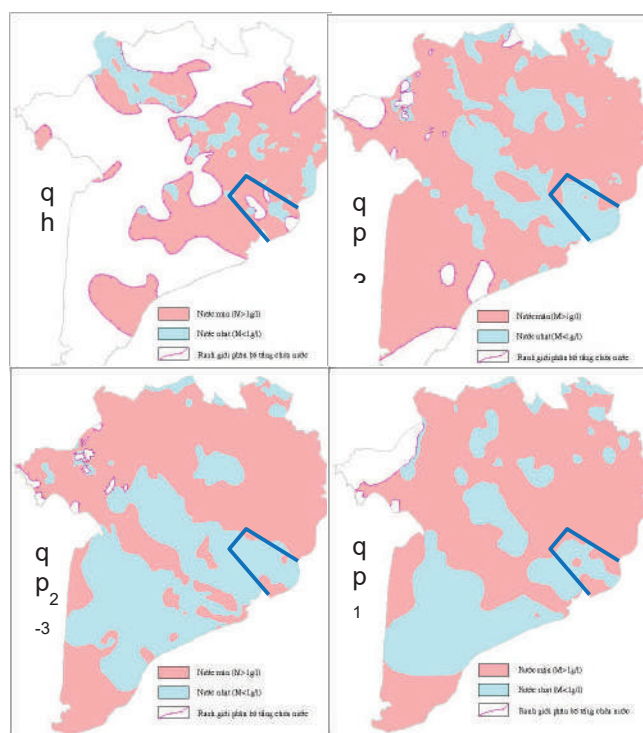


Figure 15. Maps of salt-fresh water distribution in the Pleistocene aquifer in the Mekong delta

Particularly for Tra Vinh province, the north-east (Ben Tre province) is complete without fresh water, north-west (Vinh Long province) is similar. In the southwest of Soc Trang province, the area of freshwater distribution in the Pleistocene aquifer is quite narrow and extends along the Hau River, but there is no connection with the Southeast area and Cambodia, which mean there is no connection to the recharge region. Thus, the only possibility is that the Mekong River directly supply for underground water. However, the freshwater of the Pleistocene aquifers has a large distribution depth. In Tra Vinh, they are distributed at a depth of 60m or more, much deeper than the depth of the bottom of the Hau River and on that, it is a very thick layer of waterproof, so the ability to directly receive Hau River water is very low.

With a very small hydraulic gradient ($I \approx 10^{-5}-10^{-4}$), an average flow velocity of 5m/year, can see the recharge is almost zero. According to observation documents in Tra Vinh, the water level has continuously decreased, from 2004 to 2016 has decreased more than 5 m (Figure 16) has partly proved it [4].

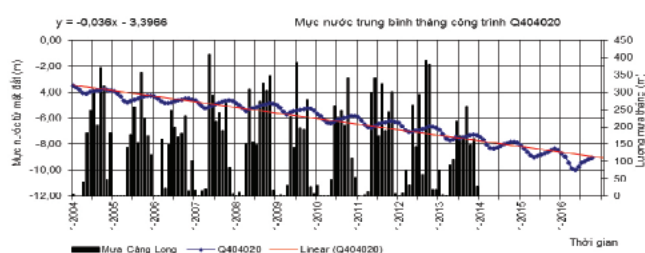


Fig 16. Water level evolution of $qp_{2,3}$ aquifer at station Q404020

From the above, it can be said that underground water in the Pleistocene aquifers in Tra Vinh is almost water buried. If so, the planning of using these water resources must be very cautious and need solutions to protect and develop underground water resources here.

As mentioned above, the ability to restore reserves is very low, so there should be artificial recharge for the aquifers here, i.e collection rainwater to use good quality surface water for injection into the aquifers through absorption wells.

In Tra Vinh area can use the model shown in Figure 17, collect rainwater into the available well to reduce costs [3].

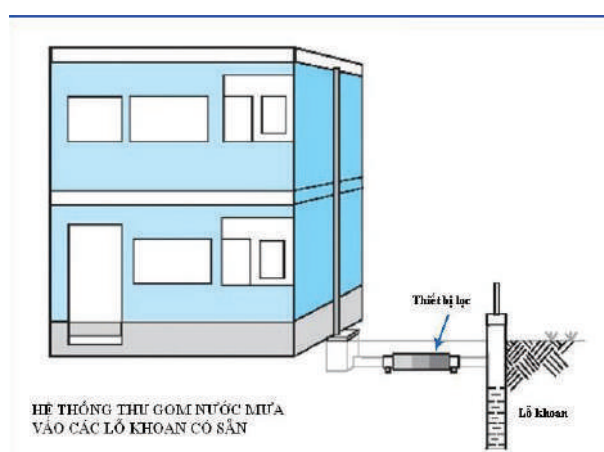


Figure 17. Rainwater collection system into an available well

To solve this problem, we need to solve the equation [1]:

$$Q_s = Q_n + Q_m$$

$$CQ_s = C_1Q_n + C_2Q_m$$

With- Q_s : Mixed water flow;

- Q_n : the flow of freshwater; Q_m : salinity (brackish) flow;

- C : The desired mineralization index of the mixed water; C_1 , C_2 : Mineralization level of the fresh and salty water.

For example Freshwater has a mineralization of 0.2g/l, brackish water has $M = 5\text{g/l}$. The pumping water flow rate is $50 \text{ m}^3/\text{h}$. Need to find the amount of water mixed to get water with $M = 1\text{g/l}$. We have the following system of equations:

$$Q_s = 50 + Q_m$$

$$1,0Q_s = 0,2 \cdot 50 + 5,0Q_m$$

Solving this equation we have $Q_m = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ and $Q_s = 60 \text{ m}^3/\text{h}$. Thus, we increase the flow of water using the standard level of mineralization 1g/l by 20%.

The salinity intrusion into groundwater aquifers may affect building materials or construction works, etc., Therefore, with such a view on buried water, some solutions such as artificial additives, mixing of salt-fresh water for exploitation... to reduce saltwater intrusion and reduce impacts on construction...

4. CONCLUSION

Fresh water in the Holocene aquifer has a variable distribution area due to the effects of climate change and man-made facilities, while the area of freshwater of upper and middle-upper Pleistocene aquifers is almost unchanged through EC measurement.

The groundwater of these aquifers can be considered as water buried because of its very low self-recovery capacity, the area of distribution is not large, it is surrounded by brackish and salty water and is not linked to the recharge zone. It is therefore prudent to plan and use this water resource.

To protect and develop groundwater resources, it is necessary to implement artificial recharge and apply water resources development measures such as the use of mixed brackish - fresh water.

Acknowledgements: The group of authors would like to express our sincere thanks to HCMUT, VNU City. Ho Chi Minh City has supported funding for the implementation of category C: "Determining the maximum allowable lowering water level when exploiting underground water in Tra Vinh province" MSĐT: C2020-20-23 / DHQG.

5. REFERENCES

- [1] Phan Ngoc Cu, Ton Si Kinh, Groundwater Dynamics, University and professional high school Publishing, 1981.
- [2] Vu Hong, Saline intrusion in the Mekong Delta is expected to be deeper and more severe, Journal of Environment, June 20, 2020.
- [3] Nguyen Viet Ky, Dau Van Ngo, Guide to hydrogeological practices, VNU Publishing, 2006.
- [4] Nguyen Viet Ky et al. Land surface subsidence in Mekong Delta - By the Groundwater abstraction?, Journal of Geology, p 382-384, 2015.
- [5] Vũ Văn Nghi và nnk. Groundwater in the Southern Delta. Science and Technology Publisher 1996
- [6] Lam Hoang Quoc Viet. Application of isotope hydrology techniques to study underground water dynamics of Pleistocene strata in the Mekong Delta. Master's Thesis 2016
- [7] Lâm Hoàng Quốc Việt, Nguyen Viet Ky. Isotopic hydrology in the study of groundwater origin. Science and Technology Development, Vol.19, NoK1, 2016
- [8] Project "Investigating, evaluating and delineating the area to be registered for groundwater exploitation in Tra Vinh province". Division for water resources Planning and Investigation for South of Viet Nam, 2019.
- [10] Results of the project: Mitigating groundwater salinity impacts for improved water security in coastal areas under socio - economic and climate change, IHE-Delft - the Netherlands, HCMUT-VNU, and DWRPIS, 2016 - 2020.

PHOTOCATALYTIC PERFORMANCE OF TiO_2 NANOPARTICLE DOPED BY TRANSITION METAL ION

Jittinat Sirichokthanasarp, Patcharaporn Phuinthiang,
Dang Trung Tri Trinh, Duangdao Channei, Kantapat Chansaenpak,
Auppatham Nakaruk, Wilawan Khanitchaidecha

ABSTRACT:

TiO_2 and Fe-doped TiO_2 nanoparticles were prepared by hydrothermal method in order to study the effect of ion doping (Fe) on enhancing photocatalytic activity of TiO_2 . The band gap, morphology and specific surface area of TiO_2 and Fe-doped TiO_2 were investigated by step-wise increasing Fe^{3+} concentrations from 0.05 to 1.00 wt.%. The XRD patterns indicated that the phase structure of pure TiO_2 and Fe-doped TiO_2 were anatase phase. The TEM images showed that the pure TiO_2 and Fe-doped TiO_2 nanoparticles formed large aggregates of spherical shape of 5 - 10 nm. The wide band gap of TiO_2

was decreased from 3.2 to 3.0 eV by increasing Fe^{3+} concentrations. The surface properties including specific surface area, pore volume and pore size of TiO_2 were enhanced by doping Fe^{3+} . However, the highest photocatalytic activity for methylene blue degradation was observed when the 0.10 wt.% Fe-doped TiO_2 were used as photocatalyst.

KEYWORDS: *Titanium dioxide, Nanoparticles, Hydrothermal method, Photocatalytic degradation, Iron doping.*

Jittinat Sirichokthanasarp

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand
Centre of Excellence for Innovation and Technology for Water Treatment, Faculty of Engineering,
Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand
Email: oonlyttoey@hotmail.com

Patcharaporn Phuinthiang

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand
Centre of Excellence for Innovation and Technology for Water Treatment, Faculty of Engineering,
Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand
Email: patcharapornph60@nu.ac.th

Dang Trung Tri Trinh

Centre of Excellence for Innovation and Technology for Water Treatment, Faculty of Engineering,
Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand
Email: ttttdang247@gmail.com

Duangdao Channei

Department of Chemistry, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand
Email: duangdaoc@nu.ac.th

Kantapat Chansaenpak

National Nanotechnology Center, National Science and Technology Development Agency, Thailand Science
Park, Pathum Thani 12120 Thailand
Email: kantapat.cha@nanotec.or.th

Auppatham Nakaruk

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand

Centre of Excellence for Innovation and Technology for Water Treatment, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand

Email: auppathamn@nu.ac.th

Wilawan Khanitchaidecha

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand
Centre of Excellence for Innovation and Technology for Water Treatment, Faculty of Engineering,

Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand

Email: wilawank1@gmail.com

1. INTRODUCTION

Dye is an organic compound which presents in various industrial effluent including textile, paint, plastic and chemical industries [1]. Due

to its toxicity and non-biodegradability, the discharge of such industrial effluent causes damages to human, aquatic life and the environment [2]. It is important to be noted that the common wastewater treatment technology of biological process cannot effectively degrade dye molecule. In addition, a low level of dye negatively affected the overall performance of biological process and other wastewater treatment technologies such as flocculation [3]. Recently, the alternative advanced technology of charged ultrafiltration membrane [4], reverse osmosis using hydrolyzed polyacrylamide [5] and hydrophobic/hydrophilic adsorbent [6] has been developed for dye wastewater. As mentioned technologies, the excellent dye removal efficiency was been achieved, however the dye molecule was transferred from aqueous phase to other contaminations (i.e., membrane and adsorbent) as secondary waste.

Metal oxide photocatalytic process is known as green technology for aqueous organic compound degradation including dye. The organic compound is mineralized to carbon dioxide gas and water via highly reactive species of superoxide radical anions ($\bullet\text{O}_2^-$) and hydroxyl radicals ($\text{HO}\bullet$). According to the conceptual photocatalysis,

photocatalyst, including TiO_2 [7, 8], ZnO [9], CeO_2 [10] and BiVO_4 [11], is activated by light to generate electrons and holes. The chemical reactions are continuously occurred and finally generate $\bullet\text{O}_2^-$ and $\text{HO}\bullet$ for dye mineralization [12]. The significant properties to identify the better photocatalyst rather than the others are band gap, specific surface area, pore volume and pore size.

Among of photocatalyst, the TiO_2 has been widely used for environmental application including wastewater treatment. Its important advantages are non-toxicity, corrosion resistance and low cost. However, the TiO_2 has a wide band gap (of $\sim 3.0 - 3.2$ eV) and requires high energy light (i.e., UV) for activation [13]. In addition, the generated electrons and holes are rapidly recombined, resulting in the poor photocatalytic activity for organic compound degradation. The TiO_2 coated on materials (such as glass, silica and activated carbon) were a suggested method to enhance the photocatalytic activity of TiO_2 [14-16], due to the increase in surface area and adsorption capacity [17]. In the meantime, the recombination of electrons and holes is reduced from the rapid charge transfer. The TiO_2 doped with transition ion or rare earth ion (i.e., Ag, Pt, Pd, Au) [18-21] is another method to enhance the TiO_2 photocatalytic activity in order to prevent the recombination of electrons-holes pairs, reduce the band gap energy and extend the absorption of visible light [22, 23].

In this work, Fe was selected as transition

metal ion for doping with the aim to improve photocatalytic activity of TiO_2 . Because the Fe ion sizes of Fe^{2+} and Fe^{3+} are similar size to the TiO_2 , namely Ti^{3+} and Ti^{4+} . And Fe ions can increase the accumulation of electric charges on the TiO_2 surface for reducing the recombination of electrons and holes [24]. The Sol gel method was employed for the synthesis of Fe-doped TiO_2 in a previous study [25]; the 0.1 wt.% Fe-doped TiO_2 completely decolorized double azo reactive black 5 (RB5) with pseudo-first-order kinetic. In the meanwhile, Manuso et al. [26] prepared the Fe-doped TiO_2 by a soft-template assisted sol-gel approach in the presence of the triblock copolymer Pluronic P123; the band gap energy decreases to 2.70 eV (3.5 wt.% Fe-doped TiO_2) and it achieved 90% of acid orange 7 (AO7) discoloration together with TOC removal of 40% after 180 min under visible light.

In this work, the iron chloride was mixed with titanium oxide during Fe-doped TiO_2 synthesis process by hydrothermal method. The influence of Fe ion doping concentrations on structural, optical and photocatalytic activity of Fe-doped TiO_2 was discussed. Furthermore, the dye removal mechanism model using Fe-doped TiO_2 as photocatalyst was proposed.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Preparation of TiO_2 and Fe-doped TiO_2

Pure TiO_2 nanoparticle was synthesized using a hydrothermal method. Typically, 11.704 g of titanium isopropoxide (TTIP) was dissolved in 80 mL of isopropanol under magnetic stirring 250 rpm under 25°C . The mixed solution was transferred into a teflon-lined stainless-steel chamber and heated at 180°C for 8 h with an autogenous pressure. Pour the solution out for separating the white sediment TiO_2 nanoparticle in the teflon, followed by washing deionized water several times. Finally, the TiO_2 nanoparticle was dried at 80°C for 24 h in calcination.

Series of Fe-doped TiO_2 were synthesized using iron chloride (FeCl_3) as cation precursor. The weight ratio of Ti and Fe in the mixed

solution was varied; 0, 0.05, 0.07, 0.1, 0.5, and 1.0 wt.%. Similarly, the mixed solution of various Fe-doped TiO_2 was transferred to the teflon-lined stainless steel autoclave, heated, washed and dried as the pure TiO_2 preparation.

2.2. Nanoparticle characterization

The structural property of pure TiO_2 and Fe-doped TiO_2 was determined using X-ray diffraction (XRD) (Panalytical/Expert) with $\text{CuK}\alpha$ radiation at $1.54 \text{ \AA}$ in the 2θ range from 20° to 80° . The band gap energy was estimated using diffuse reflectance UV-Visible spectroscopy (UV-360, Shimadzu) with an integrating sphere attachment (ISR-3100, Shimadzu). The morphology was characterized using transmission electron microscopy (TEM) (JEOL/JEM-2100Plus). The BET analysis was performed using Micromeritics (TriStar II 3020) by nitrogen adsorption-desorption analysis at 77 K. Later, the specific surface area was calculated by Brunauer-Emmet-Teller (BET) method.

2.3. Measurement of photocatalytic activity

The photocatalytic activity of pure TiO_2 and Fe-doped TiO_2 nanoparticle was evaluated in a batch test. The 1 g/L nanoparticle was added in a standard methylene blue solution ($1 \times 10^{-5} \text{ M}$) [27]. At the room temperature ($\sim 25^\circ\text{C}$), the obtained suspension was continuously stirred for 30 min in darkness to ensure an adsorption-desorption equilibrium between the nanoparticle and dye molecule. Later, the suspension was tested under UV light for 60 min. Every 10 min, the decolorization of methylene blue was measured by using UV-Vis absorption spectra (UV-6100 Double beam spectrophotometer).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Characterizations

Figure 1 shows the XRD patterns of pure TiO_2 and Fe-doped TiO_2 nanoparticle at different Fe ion doping concentrations. The diffraction peaks of all samples located at (101), (004), (200), (204) and (215) with high degree crystallinity.

These peaks confirmed that the structure of all Fe-doped TiO_2 were anatase phase as similar as the pure TiO_2 (JCPDS 211272).[28]

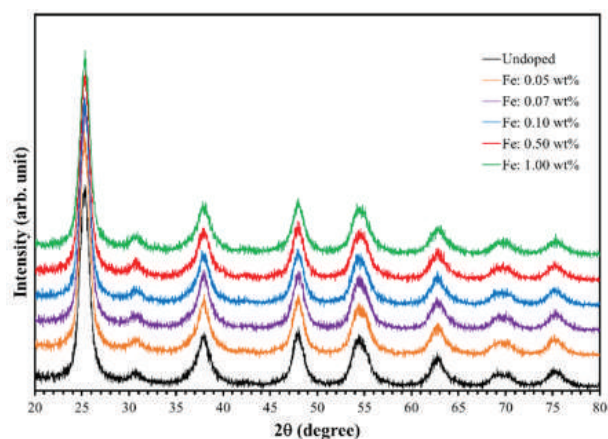


Figure 1. XRD patterns of TiO_2 and Fe-doped TiO_2

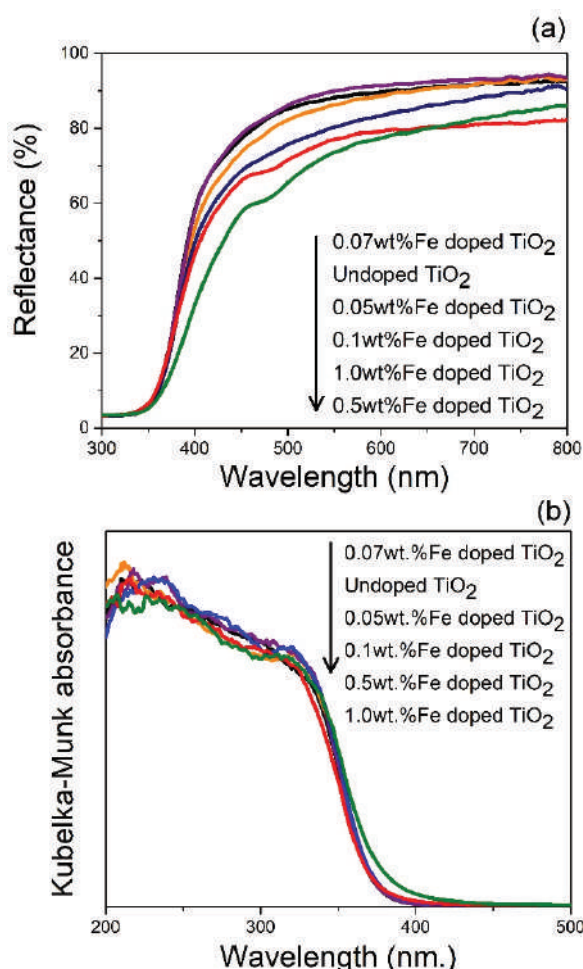


Figure 2. (a) UV-vis reflection spectra, (b) Kubelka-Munk absorbance, and (c) relation between band gap energy and $[F(R)h\nu]^{1/2}$ of pure TiO_2 and Fe-doped TiO_2

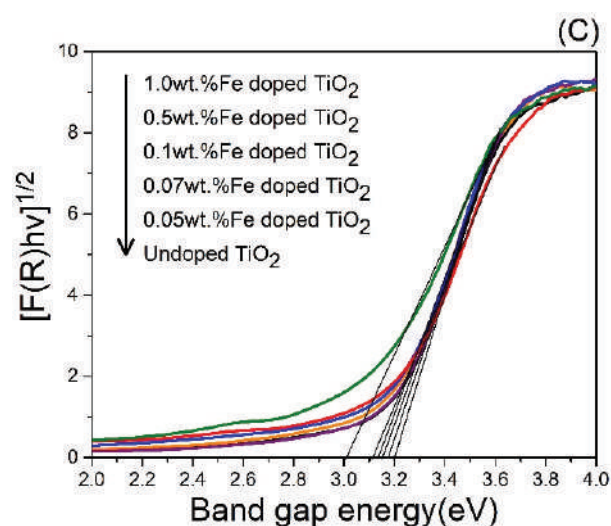


Figure 2. (tiếp theo)

It has to be noted that there was no peak of Fe and/or Fe_xO_y in doping samples. Further, there was also no peak shift and lattice parameter change for all weight ratios of Fe-doped TiO_2 indicated the formation of Fe^{3+} - Ti^{4+} solid solution. The ionic radius of Fe^{3+} dopant and Ti^{4+} host were 0.785 Å and 0.745 Å respectively [29], therefore the substitutional doping of Fe^{3+} into the Ti^{4+} sites should be occurred without any diffraction peaks shift. Furthermore, the intensity of XRD patterns was similar for all samples.

In order to calculate the band gap energy, Figure 2a UV-vis reflectance analysis was converted to the obtained reflectance spectra. The reflectance $F(R)$ spectra using Kubelka-Munk equation (Figure 2b) was plotted between $F(R)$ vs wavelength [30], as shown in (Figure 2c). The band gap can be approximated by extrapolating the linear of the plot to intersect on photon energy axis (x-axis). The results showed that the estimated band gap of pure TiO_2 and 0.05 wt.% Fe-doped TiO_2 was about ~3.2 eV. The continuous decrease in band gap from ~3.20 eV to ~3.00 eV were observed in the TiO_2 doping with increasing Fe^{3+} from 0.07 wt.% to 1.00 wt.% (see in Table 1). This is because the high weight ratio of Fe^{3+} dopant could create the impurity states below the conduction and/or above the valence band of TiO_2 . The schematic diagram of this explanation is summarized in Figure 5.

Table 1. Comparison of calculated optical band gap of TiO_2 and Fe-doped TiO_2

Sample	Band gap, E_g (eV)
Pure TiO_2	3.20
0.05 wt.% Fe-doped TiO_2	3.20
0.07 wt.% Fe-doped TiO_2	3.13
0.10 wt.% Fe-doped TiO_2	3.12
0.50 wt.% Fe-doped TiO_2	3.10
1.00 wt.% Fe-doped TiO_2	3.00

Surface area is another important factor that strongly effects on the photocatalytic activity. The large surface area can improve the photocatalytic efficiency from increasing dye adsorption. Table 2 presents that the specific surface area, pore volume and pore size diameter of Fe-doped TiO_2 were larger than that of the pure TiO_2 . In the meanwhile, the weight ratio of Fe-doped TiO_2 was positive correlation with the specific surface area. The explanation was that

the crystal grain growth of TiO_2 was inhibited by Fe^{3+} , leading to the nanosize particle [31] and the enhanced surface properties.

Figure 3 shows the TEM images of the pure TiO_2 and Fe-doped TiO_2 nanoparticles. The morphology were spherical shape with the average diameter in the nanosize range of 5-10 nm and formed spherical aggregates. However, the morphology of TiO_2 nanoparticle was not certainly effected from various Fe^{3+} ion dopings in this study.

3.2. Photocatalytic activity

The photocatalytic activity of the pure TiO_2 and Fe-doped TiO_2 was evaluated on the methylene blue degradation under UV light irradiation. The degradation efficiency (C/C_0) was plotted against the irradiation time, as shown in Figure 4a. The results revealed that the excellent photocatalytic activity was performed at the optimal Fe^{3+} doping concentration of 0.10 wt.% Fe-doped TiO_2 .

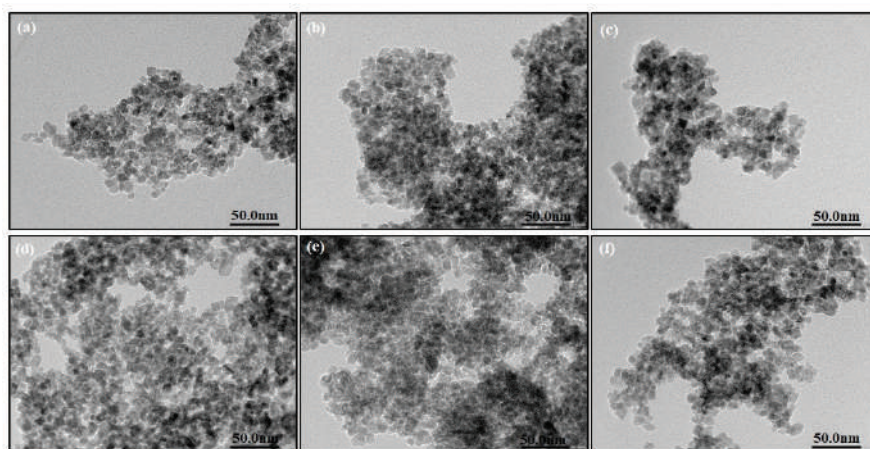


Figure 3. TEM images of (a) pure TiO_2 , (b) 0.05 wt.% Fe-doped TiO_2 , (c) 0.07 wt.% Fe-doped TiO_2 , (d) 0.10 wt.% Fe-doped TiO_2 , (e) 0.50 wt.% Fe-doped TiO_2 and (f) 1.00 wt.% Fe-doped TiO_2

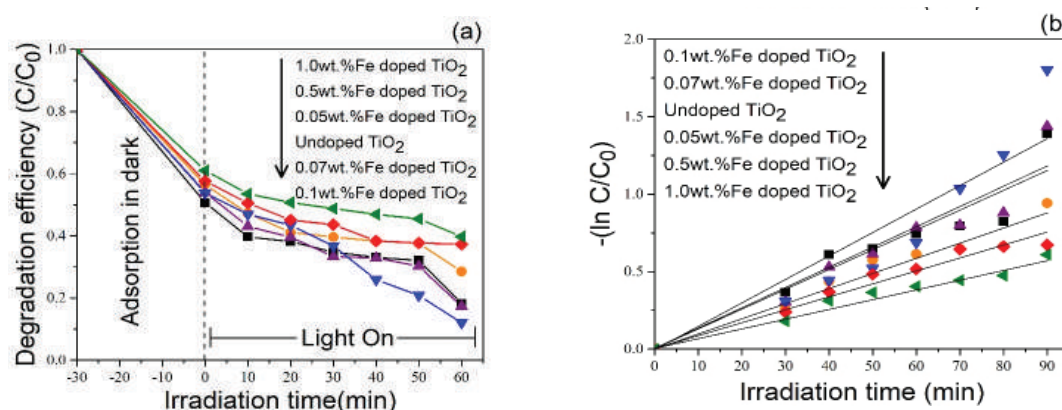


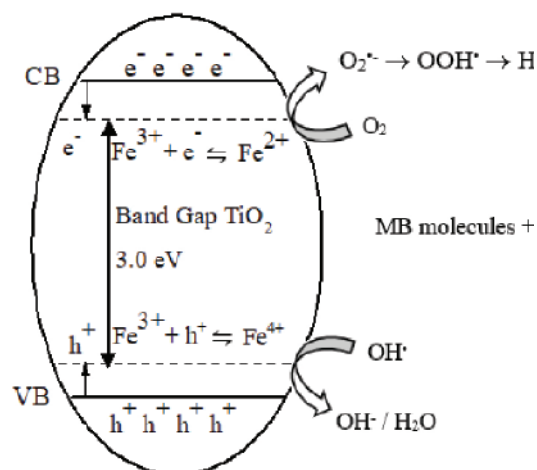
Figure 4. Photocatalytic activity of pure TiO_2 and Fe-doped TiO_2 :

(a) degradation efficiency and (b) kinetic plots

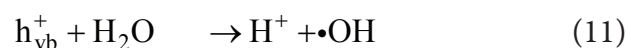
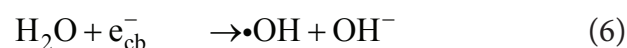
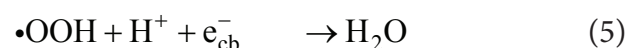
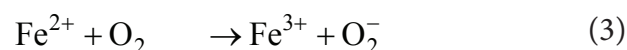
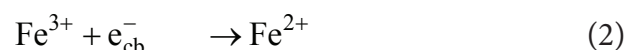
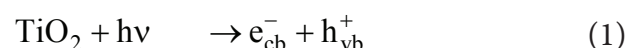
Table 2. Surface properties of pure TiO₂ and Fe-doped TiO₂

Sample	Specific surface area (m ² /g)	Pore volume (cm ³ /g)	Pore Size (Å)
Pure TiO ₂	172.4032	0.3065	59.502
0.05 wt.% Fe-doped TiO ₂	173.4471	0.3193	60.988
0.07 wt.% Fe-doped TiO ₂	173.7591	0.3201	63.261
0.10 wt.% Fe-doped TiO ₂	177.0483	0.3285	63.825
0.50 wt.% Fe-doped TiO ₂	178.6366	0.3402	64.313
1.00 wt.% Fe-doped TiO ₂	185.2416	0.3619	66.174

However, the higher Fe³⁺ doping concentrations (i.e., 0.50 and 1.00 wt.%) and the lower Fe³⁺ doping concentrations (i.e., 0.05 and 0.07 wt.%) negatively affected the photocatalytic activity of TiO₂. At the optimal Fe³⁺ doping, the Fe³⁺ was playing roles for trapping electrons and preventing the recombination of photoinduced electrons-holes pairs. This phenomenon caused the enhancement of TiO₂ photocatalytic activity. On the other hand, the roles of Fe³⁺ was changed from the charge trapping site to a electrons-holes recombination center, when the amount of Fe³⁺ dopant was excess.[32]

**Figure 5.** Proposed mechanism for dye degradation by Fe-doped TiO₂

The kinetic plots of methylene blue degradation using the pure TiO₂ and Fe-doped TiO₂ are shown in Figure 4b. According to the pseudo-first order reaction, the rate constant (k) of methylene blue degradation was calculated from the slope of -ln(C/C₀) vs. irradiation time. From Table 3, the highest k value of 0.0153 min⁻¹ was observed using 0.10 wt.% Fe-doped TiO₂ as photocatalyst, whereas the k value of pure TiO₂ was only 0.0128 min⁻¹.

**Table 3.** Rate constants (k) of methylene blue degradation

Sample	Rate constants (k) (min ⁻¹)
Pure TiO ₂	0.0128
0.05 wt.% Fe-doped TiO ₂	0.0098
0.07 wt.% Fe-doped TiO ₂	0.0130
0.10 wt.% Fe-doped TiO ₂	0.0153
0.50 wt.% Fe-doped TiO ₂	0.0084
1.00 wt.% Fe-doped TiO ₂	0.0066

The photocatalytic mechanism of Fe-doped TiO₂ is proposed in Figure 5. Photons (hν), which had greater energy than the band gap energy, excited valence band electron of TiO₂. The excited electrons were transferred from valence band (VB) to conduction band (CB), leading to the formation of a positive hole in the valence band (h⁺ + v_b) (eq. 1). Generally, the recombination of electrons-holes pairs was rapidly occurred during the photocatalytic process. This electrons-holes

recombination was significant reason for decreasing photocatalytic activity of TiO_2 . At the optimal Fe^{3+} doping concentration, the Fe^{3+} dopant trapped the electrons in the conduction band to generate Fe^{2+} (eq. 2). However, the Fe^{2+} was unstable and easily detrapped to Fe^{3+} . The Fe^{3+} and superoxide radical anions ($\text{O}_2^{\cdot-}$) were generated after Fe^{2+} was reacted with O_2 (eq.3). The superoxide radical anions were finally converted to active $\cdot\text{OH}$, which was the significant primary oxidant in the photocatalytic process for dye degradation (eq. 4-6). In addition, the positive holes in the valence band also reacted with water (H_2O) and/or OH^- to generate $\cdot\text{OH}$ (eq. 11-12). Consequently, the $\cdot\text{OH}$ was interacted with methylene blue (MB) molecule, and the molecule was degraded to CO_2 and H_2O .

In this study, the results verified that doping TiO_2 with metal ion could enhance the light absorption, due to the creation of impurity energy levels within the band gap. Furthermore, the metal ion also trapped the photogenerated charge carriers to reduce the recombination rate. [33]

4. CONCLUSION

Pure TiO_2 and Fe-doped TiO_2 were successfully synthesized by hydrothermal method. Doping TiO_2 with Fe^{3+} in the concentration range of 0.05-1.00 wt.% had no major difference in the crystal structure of TiO_2 anatase phase. The presence of incorporated Fe^{3+} doping in TiO_2 lattice was confirmed by changing the band gap energy. The Fe^{3+} doping was able to slightly reduce the band gap energy from ~ 3.2 eV for pure TiO_2 to ~ 3.0 eV for 1.00 wt.% Fe-doped TiO_2 by the creation of electrons-holes trapping levels ($\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$) inside band structure of TiO_2 . The optimal doping was 0.10 wt.%, its MB degradation efficiency was greater than the pure TiO_2 and 1.00 wt.% Fe-doped TiO_2 under UV light irradiation. Therefore, TiO_2 modified by Fe^{3+} doping was considered as an alternative method to enhance photocatalytic activity of TiO_2 nanoparticle.

5. REFERENCES

- [1] J.G. Speight, Environmental organic chemistry for engineers, Butterworth-Heinemann 2016.
- [2] W. Zhang, W. Liu, J. Zhang, H. Zhao, Y. Zhang, X. Quan, Y. Jin, Characterisation of acute toxicity, genotoxicity and oxidative stress posed by textile effluent on zebrafish, Journal of environmental sciences, 24 (2012) 2019-2027.
- [3] M. Riera-Torres, C. Gutiérrez-Bouzán, M. Crespi, Combination of coagulation–flocculation and nanofiltration techniques for dye removal and water reuse in textile effluents, Desalination, 252 (2010) 53-59.
- [4] X. Chen, Y. Zhao, J. Moutinho, J. Shao, A.L. Zydney, Y. He, Recovery of small dye molecules from aqueous solutions using charged ultrafiltration membranes, Journal of Hazardous Materials, 284 (2015) 58-64.
- [5] P. Zhao, B. Gao, Q. Yue, J. Kong, H.K. Shon, P. Liu, Y. Gao, Explore the forward osmosis performance using hydrolyzed polyacrylamide as draw solute for dye wastewater reclamation in the long-term process, Chemical Engineering Journal, 273 (2015) 316-324.
- [6] H. Han, W. Wei, Z. Jiang, J. Lu, J. Zhu, J. Xie, Removal of cationic dyes from aqueous solution by adsorption onto hydrophobic/hydrophilic silica aerogel, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 509 (2016) 539-549.
- [7] N. De la Cruz, R. Dantas, J. Giménez, S. Esplugas, Photolysis and TiO_2 photocatalysis of the pharmaceutical propranolol: solar and artificial light, Applied Catalysis B: Environmental, 130 (2013) 249-256.
- [8] K. Qi, B. Cheng, J. Yu, W. Ho, A review on TiO_2 -based Z-scheme photocatalysts, Chinese Journal of Catalysis, 38 (2017) 1936-1955.
- [9] J. Wang, R. Chen, L. Xiang, S. Komarneni, Synthesis, properties and applications of ZnO nanomaterials with oxygen vacancies: A review, Ceramics International, 44 (2018) 7357-7377.
- [10] D. Channei, A. Nakaruk, S. Phanichphant, Photocatalytic degradation of dye using CeO_2/SCB composite catalysts, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 183 (2017) 218-224.

- [11] A. Malathi, J. Madhavan, M. Ashokkumar, P. Arunachalam, A review on BiVO₄ photocatalyst: activity enhancement methods for solar photocatalytic applications, *Applied Catalysis A: General*, 555 (2018) 47-74.
- [12] S. Lacombe, N. Keller, 2nd European Symposium on Photocatalysis, Bordeaux, France, 29-30 September 2011, *Environmental Science and Pollution Research*, 19 (2012) 3651-3797.
- [13] M. Pelaez, N.T. Nolan, S.C. Pillai, M.K. Seery, P. Falaras, A.G. Kontos, P.S. Dunlop, J.W. Hamilton, J.A. Byrne, K. O'shea, A review on the visible light active titanium dioxide photocatalysts for environmental applications, *Applied Catalysis B: Environmental*, 125 (2012) 331-349.
- [14] M.G. Alalm, A. Tawfik, S. Ookawara, Enhancement of photocatalytic activity of TiO₂ by immobilization on activated carbon for degradation of pharmaceuticals, *Journal of environmental chemical engineering*, 4 (2016) 1929-1937.
- [15] T.-q. Lei, Y.-h. Cheng, C.-x. Miao, W.-m. Hua, Y.-h. Yue, Z. Gao, Silica-doped TiO₂ as support of gallium oxide for dehydrogenation of ethane with CO₂, *Fuel Processing Technology*, 177 (2018) 246-254.
- [16] A.S. Rao, I. Kityk, J. Ashok, V.R. Kumar, K. Plucinski, A.S.S. Reddy, K.N. Kumar, N. Veeraiah, Physical characteristics of PbO–ZrO₂–SiO₂:TiO₂ glass ceramics embedded with Pb₂Ti₂O₆ cubic pyrochlore crystal phase: Part-II piezo-optical acoustic and elastic properties, *Journal of Alloys and Compounds*, 725 (2017) 318-325.
- [17] A. Eshaghi, H. Moradi, Optical and photocatalytic properties of the Fe-doped TiO₂ nanoparticles loaded on the activated carbon, *Advanced Powder Technology*, 29 (2018) 1879-1885.
- [18] R. Molinari, C. Lavorato, P. Argurio, Photocatalytic reduction of acetophenone in membrane reactors under UV and visible light using TiO₂ and Pd/TiO₂ catalysts, *Chemical Engineering Journal*, 274 (2015) 307-316.
- [19] L. Wang, J. Ali, C. Zhang, G. Mailhot, G. Pan, Simultaneously enhanced photocatalytic and antibacterial activities of TiO₂/Ag composite nanofibers for wastewater purification, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8 (2020) 102104.
- [20] Y. Zhang, H. Hu, M. Chang, D. Chen, M. Zhang, L. Wu, X. Li, Non-uniform doping outperforms uniform doping for enhancing the photocatalytic efficiency of Au-doped TiO₂ nanotubes in organic dye degradation, *Ceramics International*, 43 (2017) 9053-9059.
- [21] Z. Zhu, C.-T. Kao, B.-H. Tang, W.-C. Chang, R.-J. Wu, Efficient hydrogen production by photocatalytic water-splitting using Pt-doped TiO₂ hollow spheres under visible light, *Ceramics International*, 42 (2016) 6749-6754.
- [22] K. Tahir, A. Ahmad, B. Li, S. Nazir, A.U. Khan, T. Nasir, Z.U.H. Khan, R. Naz, M. Raza, Visible light photocatalytic inactivation of bacteria and photo degradation of methylene blue with Ag/TiO₂ nanocomposite prepared by a novel method, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 162 (2016) 189-198.
- [23] J. Tian, Y. Leng, H. Cui, H. Liu, Hydrogenated TiO₂ nanobelts as highly efficient photocatalytic organic dye degradation and hydrogen evolution photocatalyst, *Journal of hazardous materials*, 299 (2015) 165-173.
- [24] T. Wang, J. Wei, H. Shi, M. Zhou, Y. Zhang, Q. Chen, Z. Zhang, Preparation of electrospun Ag/TiO₂ nanotubes with enhanced photocatalytic activity based on water/oil phase separation, *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 86 (2017) 103-110.
- [25] M.S. Khan, J.A. Shah, N. Riaz, T.A. Butt, A.J. Khan, W. Khalifa, H.H. Gasmi, E.R. Latifee, M. Arshad, A.A.A. Al-Naghi, Synthesis and Characterization of Fe-TiO₂ Nanomaterial: Performance Evaluation for RB5 Decolorization and In Vitro Antibacterial Studies, *Nanomaterials*, 11 (2021) 436.
- [26] A. Mancuso, O. Sacco, V. Vaiano, B. Bonelli, S. Esposito, F.S. Freyria, N. Blangetti, D. Sannino, Visible Light-Driven Photocatalytic Activity and Kinetics of Fe-Doped TiO₂ Prepared by a Three-Block Copolymer Templating Approach, *Materials*, 14 (2021) 3105.
- [27] D.T.T. TRINH, D. CHANNEI, W. KHANITCHAIDECHA, A. NAKARUK, Photocatalytic degradation of organic contaminants by BiVO₄/graphene oxide nanocomposite, *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 15 (2018) 787-792.

- [28] E. Zaleta-Alejandre, M. Zapata-Torres, M. García-Hipólito, M. Aguilar-Frutis, G. Alarcon-Flores, J. Guzman-Mendoza, C. Falcony, Structural and luminescent properties of europium doped TiO_2 thick films synthesized by the ultrasonic spray pyrolysis technique, *Journal of Physics D: Applied Physics*, 42 (2009) 095102.
- [29] S. Delekar, H. Yadav, S. Achary, S. Meena, S. Pawar, Structural refinement and photocatalytic activity of Fe-doped anatase TiO_2 nanoparticles, *Applied Surface Science*, 263 (2012) 536-545.
- [30] D. Channei, B. Inceesungvorn, N. Wetchakun, S. Phanichphant, Kinetics study of photocatalytic activity of flame-made unloaded and Fe-loaded CeO_2 nanoparticles, *International Journal of Photoenergy*, 2013 (2013).
- [31] K. Elghniji, A. Atyaoui, S. Livraghi, L. Bousselmi, E. Giamello, M. Ksibi, Synthesis and characterization of Fe^{3+} doped TiO_2 nanoparticles and films and their performance for photocurrent response under UV illumination, *Journal of alloys and compounds*, 541 (2012) 421-427.
- [32] J. Arana, O.G. Diaz, J.D. Rodriguez, J.H. Melián, C.G. i Cabo, J.P. Peña, M.C. Hidalgo, J.A. Navío-Santos, Role of $\text{Fe}_3^+/\text{Fe}_2^+$ as TiO_2 dopant ions in photocatalytic degradation of carboxylic acids, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 197 (2003) 157-171.
- [33] N. Nishiyama, Y. Fujiwara, K. Adachi, K. Inumaru, S. Yamazaki, Preparation of porous metal-ion-doped titanium dioxide and the photocatalytic degradation of 4-chlorophenol under visible light irradiation, *Applied Catalysis B: Environmental*, 176 (2015) 347-353.



ĐÁNH GIÁ TỔN THƯƠNG DO TÁC ĐỘNG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI TỈNH TRÀ VINH

ASSESSMENT THE VULNERABILITY ON CLIMATE CHANGE IMPACT CASE STUDY IN TRA VINH PROVINCE

Nguyễn Quốc Hậu,
Trịnh Công Luận,
Nguyễn Thị Hồng Điệp

ABSTRACT:

The study was implemented (i) to identify the impact factors to vulnerability on climate change; (ii) to assess the level of vulnerability on climate change in the coastal area in Tra Vinh province. IPCC and UNESCO-IHE models were applied to quantitative analysis the vulnerability on climate change using three indices including exposure, sensitivity and adaptation capacity; the vulnerability map was established by GIS method. The results show that: the most impacting factors were infrastructure, agricultural population density and social. In Tra Vinh province, vulnerability, have been from high to the highest levels (30%) focus on Duyen Hai, Tra Cu and Cau Ngang districts; and the lowest level was identified on Cau Ke district with 9,2%.

KEYWORDS: *Climate change, vulnerability, Tra Vinh.*

TÓM TẮT:

Nghiên cứu thực hiện nhằm mục tiêu: (i) Xác định các yếu tố gây tổn thương do biến đổi khí hậu; (ii) đánh giá mức độ tổn thương do biến đổi khí hậu đối với các vùng ven biển tỉnh Trà Vinh. Mô hình IPCC và UNESCO - IHE được ứng dụng để định lượng tổn thương do BĐKH với các chỉ số phơi bày, tính nhạy cảm và khả năng thích ứng; bản đồ tổn thương được lập bằng phương pháp GIS. Kết quả cho thấy yếu tố gây tổn thương do BĐKH nhiều nhất là cơ sở hạ tầng, mật độ dân số nông nghiệp và xã hội. Toàn tỉnh Trà Vinh bị tổn thương ở mức cao đến rất cao (chiếm 58,4% diện tích), tập trung ở huyện Duyên Hải, Trà Cú và Cầu Ngang; ở mức thấp nhất là huyện Cầu Kè với 9,2%.

TỪ KHÓA: *biến đổi khí hậu, tổn thương, Trà Vinh.*

Nguyễn Quốc Hậu

Phòng Khoa học và Hợp tác quốc tế, trường Đại học Xây dựng Miền Tây.

Email: nguyenquochau@mtu.edu.vn

Tel: 0939 154 579

Trịnh Công Luận

Phòng Quản trị, trường Đại học Xây dựng Miền Tây.

Email: trinhcongluan@mtu.edu.vn

Nguyễn Thị Hồng Điệp

Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, trường Đại học Cần Thơ.

Email: nthdiep@ctu.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có diện tích 3,9 triệu ha, là vùng có ưu thế lớn về nông nghiệp (chiếm 50% sản lượng lương thực của cả nước) và giữ một vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân (Huỳnh Thị Diễm Hương và ctv, 2016). Là một tỉnh ven biển thuộc đồng bằng sông Cửu Long, Trà Vinh nằm giữa hai sông lớn là sông Tiền và sông Hậu, có diện tích 2.341 km² và là một trong những tỉnh chịu ảnh hưởng nặng nề của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Theo kịch bản được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố nếu mực nước biển tăng lên 1m vào năm 2100 thì có đến 45,7% diện tích đất tự nhiên của Trà Vinh bị ngập chìm trong nước (H.N.Hiến, 2015). Theo báo cáo, toàn tỉnh có 12.346 ha/18.332 ha lúa bị thiệt hại do ảnh hưởng của hạn hán và xâm nhập mặn, tập trung ở huyện Trà Cú, Cầu Ngang, Tiểu Cần, Châu Thành, Duyên Hải và TP Trà Vinh (Sở NN và PTNN tỉnh Trà Vinh, 2016). Trong thời gian mặn xâm nhập, các cống đầu mối phải đóng khiến nguồn nước bên trong có nguy cơ bị ô nhiễm gây tình trạng thiếu nước sinh hoạt, ảnh hưởng lớn đến đời sống của người dân.

Do tính chất phức tạp và ảnh hưởng mạnh mẽ của biến đổi khí hậu (BĐKH) đối với môi trường, sinh thái, xã hội nên đã có rất nhiều nghiên cứu lượng hóa những ảnh hưởng của BĐKH, những tồn tại chưa được giải quyết.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Xác định các biến và đánh giá trọng số các yếu tố gây tổn thương do biến đổi khí hậu

a. Phương pháp thu thập số liệu: tài liệu thu thập được từ các cơ quan cấp tỉnh, như Niên giám thống kê của tỉnh Trà Vinh năm 2018, Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Trà Vinh, Sở nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Trà Vinh, Chi cục Thủy Lợi tỉnh Trà Vinh và một số bài báo cáo, nghiên cứu khoa học, kịch bản biến đổi khí hậu về tính dễ tổn thương do biến đổi khí hậu ở Việt Nam, tỉnh Trà Vinh để xây dựng các yếu tố tổn thương.

b. Phương pháp phỏng vấn: các hộ được lựa chọn điều tra là những hộ mang tính đại diện

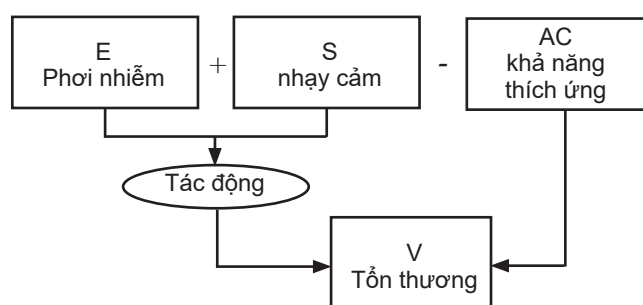
cho từng loại hình sản xuất, chịu ảnh hưởng bởi BĐKH và phải bao gồm các hộ khá giàu, nghèo và trung bình. Với cách tiếp cận như trên, kiến thức bản địa và các yếu tố liên quan đến BĐKH sẽ được thu thập. Tổng số phiếu phỏng vấn nông hộ là 123 hộ được phân bố ngẫu nhiên trên 8 huyện/TP của tỉnh Trà Vinh.

2.2. Xác định chỉ số tổn thương

a. Phương pháp GIS sử dụng ArcGIS biên tập bản đồ hành chính tỉnh Trà Vinh. Bản đồ Tính tổn thương do biến đổi khí hậu được chia thành 4 cấp tương ứng (Bảng 1). Ước tính và xác định mức độ tổn thương dựa vào sơ đồ Hình 1.

Chỉ số tổn thương tổng hợp được tính theo mô hình IPCC và UNESCO-IHE, theo công thức:

$$V = E + S - AC$$



Hình 1. Sơ đồ đánh giá chỉ số dễ bị tổn thương
(Nguồn: Nguyễn Ngọc Trực, 2017)

Trong đó: V là mức độ tổn thương; E là mức độ phơi bày; S là tính nhạy cảm; AC là khả năng thích ứng.

Bảng 1. Phân loại tổn thương

STT	Chỉ số tổn thương (VI)	Mức độ
1	< 0.25	Thấp
2	0.25 < VI < 0.35	Trung bình
3	0.35 < VI < 0.45	Cao
4	> 0.45	Rất cao

(Nguồn: Nguyễn Ngọc Trực, 2017)

Thành lập bản đồ tổn thương theo từng theo giá trị chỉ số chính (trọng số).

b. Khả năng thích ứng được tính theo quy trình 4 bước cho 3 hợp phần chính: cơ sở hạ tầng, khoa học công nghệ và kinh tế - xã hội. Chỉ số năng lực

thích ứng với BĐKH có được bằng cách xử lý số liệu của phiếu điều tra khảo sát nông hộ sinh sống trên địa bàn liên quan đến BĐKH, kết hợp với niên giám thống kê năm 2018 và số liệu thu thập từ các cơ quan tỉnh Trà Vinh. Các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: Xử lý phiếu từ việc điều nông hộ;
- Bước 2: Tổng hợp số liệu dựa vào các tiêu chí để đánh giá năng lực thích ứng;
- Bước 3: Sử dụng công thức ở trên để tính chỉ số theo từng tiêu chí;
- Bước 4: Tính trung bình cộng của các chỉ số ở cùng một hợp phần.

Cuối cùng có được kết quả đánh giá năng lực thích ứng với BĐKH của tỉnh Trà Vinh.

Chỉ số năng lực thích ứng với BĐKH của tỉnh Trà Vinh được đánh giá dựa trên 3 hợp phần chính với 10 chỉ số phụ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Lựa chọn các chỉ thị

Các chỉ thị chính và các chỉ thị phụ của 3 biến thành phần được lựa chọn, trong đó các chỉ thị của biến phơi nhiễm là các yếu tố hiện tượng khí hậu cực đoan và thay đổi do BĐKH đến các vùng ven biển tỉnh Trà Vinh. Các chỉ thị của biến nhạy cảm thể hiện tính nhạy cảm của biến đổi khí hậu trước tác động của chỉ thị phơi nhiễm. Các chỉ thị của biến năng lực thích ứng thể hiện khả năng chống chịu và thích nghi của các yếu tố cơ sở hạ tầng, khoa học công nghệ và kinh tế - xã hội của các vùng ven biển trước những tác động của BĐKH và thiên tai.

3.2. Tính toán các trọng số các chỉ thị

Bảng 2. Trọng số các chỉ thị tính tổn thương do biến đổi khí hậu đến các vùng ven biển tỉnh Trà Vinh

Nhóm chỉ thị	Chỉ thị chính	Chỉ thị phụ	Đơn vị	Trọng số
Chỉ thị mức độ phơi nhiễm	Hiện tượng khí hậu cực đoan	Độ mặn	%	0.357
		Hạn mặn	Tháng	

	Thay đổi trong các BĐKH	Thay đổi nhiệt độ thấp nhất	0°C	0.413
		Thay đổi nhiệt độ cao nhất	0°C	
		Thay đổi lượng mưa	mm	
Chỉ thị mức độ nhạy cảm	Đất được tưới tiêu	Phần trăm đất được tưới tiêu	%	0.162
	Chỉ số đa dạng hóa cây trồng	Đất lúa	m ²	0.139
		Đất cây ăn trái		
		Đất trồng màu		
		Đất nuôi trồng thủy sản		
	Mật độ dân số nông nghiệp	Mật độ nông nghiệp/ha	Người/ha	0.611
	Phần trăm nông dân quy mô nhỏ	Phần trăm nông dân quy mô nhỏ	%	0.543
	Lượng phân bón và thức ăn/ha	Lượng phân bón và thức ăn/ha	Kg/ha/vụ/năm	0.244
	Mật độ tưới tiêu	Tổng diện tích tưới tiêu trên diện tích đất canh tác	_3 m ³	0.443
	Xã hội	Tổng dân số	Người	0.586
		Mật độ dân số	Người/km ²	
	Cơ sở hạ tầng	Mật độ đường bê tông hóa	%	0.750
		Phần trăm hộ sử dụng mạng lưới	%	
	Khoa học công nghệ	Phần trăm áp dụng KHCN trong nông nghiệp	%	0.414
		Số nông dân trong nền nông nghiệp được cơ cấu	Người	

Chỉ thị năng lực thích ứng	Kinh tế - xã hội	Phần trăm người trên 15 tuổi biết chữ	%	0.2
		Thu thập từ nông nghiệp	Đồng	
		Tổng giá trị tài sản nông nghiệp	Đồng	
		Phần trăm nghèo đói	%	
		GDP nông nghiệp	%	
		Sản lượng/ha	Kg/ ha/vụ/ năm	

3.3. Đánh giá mức độ tổn thương do biến đổi khí hậu đối với các vùng ven biển tỉnh Trà Vinh

3.3.1. Chỉ số phơi nhiễm với biến đổi khí hậu (E)

Chỉ số phơi bày (Exposure, E) chỉ mức độ tác động của thiên tai, khí hậu do biến đổi khí hậu gây ra, chủ yếu gần biển và các hệ thống sông lớn.

Các chỉ số phơi bày của các vùng ven biển trong nghiên cứu gồm: hiện tượng cực đoan và thay đổi trong biến đổi khí hậu. Đây là hai yếu tố chính thể hiện mức độ phơi bày với biến đổi khí hậu các vùng ven biển tỉnh Trà Vinh. Từ các dữ liệu đầu vào là thông tin để ước tính và định lượng của các yếu tố phơi nhiễm với biến đổi khí hậu, việc tính

toán đã thu được giá trị chỉ số phơi nhiễm của mỗi hợp phần. Chỉ số phơi bày với biến đổi khí hậu tại Trà Vinh là giá trị trung bình của các yếu tố thể hiện của các hợp phần phơi bày trước biến đổi khí hậu và được chuẩn hóa, quy đổi về tỉ lệ 0 - 1 và được đánh giá theo bốn mức độ: thấp, trung bình, cao và rất cao (Bảng 3).

Từ giá trị chỉ số mức độ phơi bày của các hợp phần đối với biến đổi khí hậu, đặc biệt là giá trị phân chia các ngưỡng mức độ phơi bày. Kết quả hiển thị trên bản đồ cho thấy, các khu vực bị ảnh hưởng của biến đổi khí hậu nhiều nhất là nơi thể hiện mức độ phơi nhiễm nhiều nhất do tác động của biến đổi khí hậu.

3.3.2. Chỉ số nhạy cảm với biến đổi khí hậu (S)

Chỉ số nhạy cảm với biến đổi khí hậu (Sensitivity, S) được đánh giá theo 7 hợp phần: đất được tưới tiêu, đa dạng hóa cây trồng, mật độ dân số nông nghiệp, phần trăm nông dân quy mô nhỏ, lượng sử dụng phân bón và thức ăn, mật độ tưới tiêu, xã hội, tương ứng với 11 chỉ số khác nhau được sử dụng trong tính toán. Bảy hợp phần với 11 chỉ số này về cơ bản đã bao hàm gần hết các yếu tố liên quan trực tiếp và gián tiếp với biến đổi khí hậu. Trên bảng 4 là các giá trị chỉ số nhạy cảm với BĐKH của tỉnh Trà Vinh.

Giá trị trung bình của các chỉ số được quy đổi về tỉ lệ 0 - 1 và phân chia thành 4 cấp đánh giá tương tự như mức độ phơi nhiễm. Theo như kết quả tính toán chỉ số nhạy cảm với BĐKH của

Bảng 3. Bảng giá trị chỉ số mức độ phơi nhiễm với biến đổi khí hậu tỉnh Trà Vinh

STT	Tên huyện	E tính toán trung bình	E quy đổi về 0 - 1	Mức độ phơi nhiễm
1	Cầu Kè	0.252	0.252	Thấp
2	Càng Long	0.302	0.303	Trung bình
3	Tiểu Cần	0.334	0.335	Trung bình
4	Châu Thành	0.404	0.405	Cao
5	Cầu Ngang	0.422	0.423	Cao
6	Trà Cú	0.480	0.481	Rất cao
7	Duyên Hải	0.540	0.541	Rất cao

Bảng 4. Bảng giá trị chỉ số mức độ nhạy cảm với biến đổi khí hậu tỉnh Trà Vinh

STT	Tên huyện	E tính toán trung bình	E quy đổi về 0 - 1	Mức độ phơi nhiễm
1	Cầu Kè	0.215	0.215	Thấp
2	Châu Thành	0.272	0.273	Trung bình
3	Càng Long	0.282	0.283	Trung bình
4	Tiểu Cần	0.302	0.303	Trung bình
5	Cầu Ngang	0.401	0.402	Cao
6	Trà Cú	0.456	0.457	Rất cao
7	Duyên Hải	0.456	0.457	Rất cao

tỉnh Trà Vinh theo cấp huyện thì có 02 huyện được xếp vào nhóm có chỉ số nhạy cảm rất cao, 01 huyện được xếp vào nhóm cao, 03 huyện nhóm trung bình và 01 huyện có chỉ số nhạy cảm là thấp.

3.3.3. Chỉ số khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu (AC)

Tính toán chỉ số năng lực thích ứng (Adaptive Capacity, AC) Giá trị tính toán chỉ số năng lực thích ứng trung bình của tỉnh Trà Vinh dao động từ 0.230 - 0.461. Chỉ số này được quy đổi tương ứng tỉ lệ 0 - 1 sau đó được phân chia theo 4 cấp: vùng có khả năng thích ứng thấp, trung bình, cao và rất cao (Bảng 5).

Bảng 5. Bảng giá trị chỉ số khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu tỉnh Trà Vinh

STT	Tên huyện	E tính toán trung bình	E quy đổi về 0 - 1	Mức độ phơi nhiễm
1	Cầu Kè	0.230	0.230	Thấp
2	Càng Long	0.320	0.321	Trung bình
3	Tiểu Cần	0.353	0.354	Trung bình
4	Trà Cú	0.357	0.358	Cao
5	Châu Thành	0.390	0.391	Cao
6	Cầu Ngang	0.429	0.430	Cao
7	Duyên Hải	0.460	0.461	Rất cao

Kết quả tính toán định lượng trên Bảng 5 cho thấy, huyện Cầu Kè có khả năng thích ứng với BĐKH thấp nhất với chỉ số năng lực thích ứng là 0.230 và cũng có duy nhất một huyện là có năng lực thích ứng rất cao là huyện Duyên Hải 0.461, đặc biệt trong năm huyện còn lại thì có ba huyện năng lực thích ứng cao như huyện Cầu Ngang, Châu Thành, Trà Cú, còn huyện Càng Long và Tiểu Cần năng lực thích ứng trung bình.

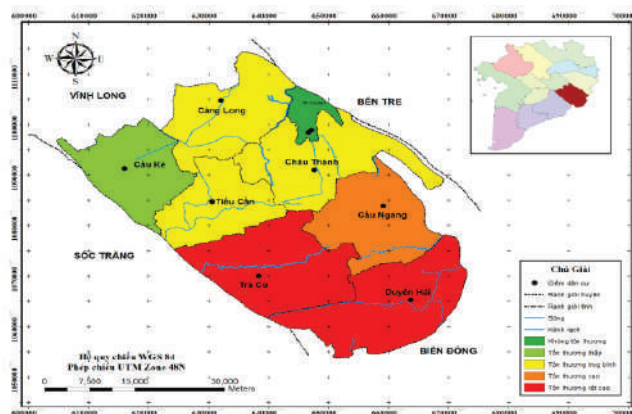
3.3.4. Chỉ số tổn thương (V)

Các giá trị tính toán chỉ số dựa trên các hợp phần chính của mức độ phơi nhiễm, mức độ nhạy cảm và năng lực thích ứng được cho trên Bảng 6. Giá trị chỉ số tổn thương do BĐKH tỉnh Trà Vinh dao động ở mức từ 0.237 - 0.578.

Bảng 6. Bảng giá trị chỉ số dễ tổn thương với biến đổi khí hậu tỉnh Trà Vinh

STT	Tên huyện	Chỉ số					Khả năng dễ bị tổn thương
		Phơi bày (E)	Nhạy cảm (S) TT	Năng lực thích ứng (AC) RT	Giá trị tổn thương tính toán (V)T	Giá trị tổn thương quy đổi	
1	Cầu Kè	0.252	0.215	0.230	0.237	0.237	Thấp
2	Càng Long	0.303	0.282	0.321	0.264	0.265	Trung bình
3	Tiểu cần	0.335	0.302	0.354	0.283	0.284	Trung bình
4	Châu Thành	0.405	0.272	0.391	0.286	0.287	Trung bình
5	Cầu Ngang	0.423	0.401	0.430	0.394	0.395	Cao
6	Trà Cú	0.479	0.456	0.358	0.577	0.578	Rất cao
7	Duyên Hải	0.539	0.456	0.461	0.534	0.535	Rất cao

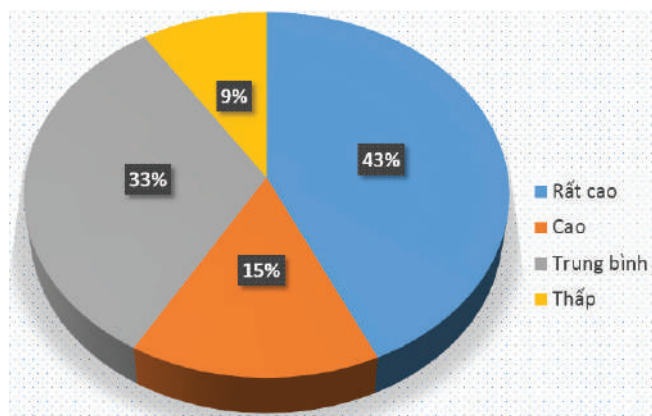
Kết quả đánh giá khả năng dễ bị tổn thương với BĐKH theo đơn vị hành chính cấp huyện của tỉnh Trà Vinh được thể hiện trên bản đồ Hình 2. Vùng tổn thương cao có màu đỏ, là vùng có mức độ nhạy cảm cao, phơi bày cao và năng lực thích ứng thấp. Ngược lại, phần màu xanh lục thể hiện khả năng dễ bị tổn thương thấp, chủ yếu là các vùng nằm trong đất liền nên ít bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn do BĐKH do đó, ít nhạy cảm và năng lực thích ứng cao.



Hình 2. Bản đồ khả năng dễ bị tổn thương với BĐKH của tỉnh Trà Vinh

Mức độ tổn thương rất cao phân bố trên 2 huyện là huyện Duyên Hải 0.535 và huyện Trà Cú 0.578 (chiếm 43,1%); Mức độ tổn thương cao trên huyện Cầu Ngang 0.395 chiếm 15,3 %; Mức độ tổn thương trung bình chiếm khoảng 32,4%

trong đó có huyện Càng Long 0.265, huyện Tiểu Cần 0.284 và huyện Châu Thành 0.287; Mức độ tổn thương thấp: là huyện Cầu Kè 0.237. Phần trăm mức độ tổn thương của các huyện thể hiện qua Hình 3.



Hình 3. Biểu đồ thể hiện phần trăm tính tổn thương

Từ kết quả tính toán, đánh giá khả năng dễ bị tổn thương với BĐKH, có thể thấy ở Trà Vinh có hai huyện có khả năng dễ tổn thương rất cao thuộc về huyện Trà Cú và huyện Duyên Hải đây là khu vực gần biển và thường xuyên bị ảnh hưởng bởi triều cường. Đây cũng là vùng được xem như “hạn mặn” nhiều nhất do mặc dù được bao quanh bởi sông nước và biển nhưng nước dễ bị nhiễm mặn và nhiễm phèn không có khả năng sử dụng cho sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp. Vùng có tính dễ tổn thương cao là huyện Cầu Ngang giáp với biển nên nguồn nước cũng dễ bị nhiễm mặn với nhiễm phèn. Vùng có tính dễ tổn thương trung bình gồm huyện Càng Long, huyện Tiểu Cần và huyện Châu Thành cũng bị nhiễm mặn nhưng thời gian nhiễm mặn ít hơn cũng như bị ảnh hưởng của BĐKH thấp. Vùng có tính dễ tổn thương thấp duy nhất là huyện Cầu Kè, đây là vùng ít bị ảnh hưởng của BĐKH và nhiễm mặn thấp nhất và vùng này nước ngọt phân bố quanh năm đồng thời không bị ảnh hưởng của triều cường. Việc đánh giá tổn thương do BĐKH cho khu vực Trà Vinh theo các hợp phần chính và được thực hiện theo phương pháp của IPCC - UNESCO IHE. Đây là phương pháp mới, có tính định lượng cao, cho kết quả đáng tin cậy. Để thực hiện được việc đánh giá tổn thương đạt kết quả cao, cần tính các thành phần mức độ phơi bày,

độ nhạy cảm và khả năng thích ứng. Chúng ta đòi hỏi số liệu đầu vào rất đầy đủ, chi tiết, đặc biệt phải xác định được các chỉ tiêu phù hợp với mỗi hợp phần và lượng hóa các chỉ tiêu này. Nghiên cứu này đánh giá tính tổn thương cho khu vực Trà Vinh theo quy mô ranh giới huyện. Khu vực nội thành cũng như những khu vực phía trong đất liền ít giáp với biển hạ lưu các con sông lớn thì ít bị tổn thương do BĐKH hơn các vùng khác.

4. KẾT LUẬN

Xác định được chỉ số và lập được bản đồ dễ bị tổn thương đối với tai biến của BĐKH tỉnh Trà Vinh từ các chỉ số thành phần như phơi bày E, nhạy cảm S và năng lực thích ứng AC theo mô hình của IPCC và UNESCO IHE.

Kết quả nghiên cứu ở Trà Vinh cho thấy có 03 huyện có tính dễ bị tổn thương cao đến rất cao là Duyên Hải, Trà Cú và Cầu Ngang, ba huyện tổn thương trung bình và huyện Cầu Kè thì tính dễ tổn thương là thấp nhất.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H.N. Hiền - CCCO Trà Vinh. Chịu ảnh hưởng nặng nề của biến đổi khí và nước biển dâng. Văn phòng biến đổi khí hậu tỉnh Trà Vinh, 2015.
- [2] H.N.Hiền – CCCO. Thực trạng xâm nhập mặn tỉnh Trà Vinh đầu năm 2016 và giải pháp ứng phó. Văn phòng biến đổi tỉnh Trà Vinh, 2016.
- [3] Hoàng Lưu Thu Thủy, Trần Thị Mùi. Đánh giá mức độ tổn thương do biến đổi khí hậu đến ngành du lịch tỉnh Hà Tĩnh. Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội, Việt Nam, 2018.
- [4] Lê Ngọc Tuấn. Tổng quan nghiên cứu về đánh giá tính dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu. Tạp chí phát triển KH&CN, tập 20, số T2- 2017, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG - HCM.
- [5] Nguyễn Thị Vĩnh Hà, 2016. Khái niệm các khung mô hình đánh giá tổn thương do thiên tai trên thế giới – Đánh giá khả năng áp dụng ở Việt Nam.
- [6] Nguyễn Văn Quỳnh Bôi và Đoàn Thị Thanh Kiều, 2012. Áp dụng chỉ số tổn thương trong nghiên cứu

sinh kế - trường hợp xã Đảo Tam Hải, huyện Núi Thành, tỉnh Quảng Nam. Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ.

[7] Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Trà Vinh. Báo cáo tình hình thiên tai hạn mặn tỉnh Trà Vinh, 2016.

[8] Sở tài chính Trà Vinh, 2018. Giá các mặt hàng lương thực, nông sản và trái cây tại địa bàn tỉnh Trà Vinh.

[9] Sở tài nguyên và Môi trường tỉnh Trà Vinh, 07/2015. Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Trà Vinh 05 năm (2011-2015)

[10] Thái Minh Tín, Võ Quang Minh, Trần Đình Vinh

và Trần Hồng Điệp. Đánh tính tổn thương đối với đất nông nghiệp trong điều kiện biến đổi khí hậu cho các tỉnh ven biển Đông đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 2017.

[11] Hà Hải Dương và nnk. Đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu. Tạp chí KH&CN Thủy lợi Viện KHTLVN, 2015.

[12] Tiêu chuẩn Quốc gia, TCVN 8641:2011. Công trình thủy lợi kỹ thuật tưới tiêu nước cho cây lương thực và cây thực phẩm.

[13] Phạm Khôi Nguyên. Kịch bản biến đổi khí hậu nước biển dâng cho Việt nam 2009.



ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ HỆ THỐNG GIAO THÔNG - THỦY LỢI ĐÁP ỨNG TIÊU CHÍ NÔNG THÔN MỚI CỦA HUYỆN LONG MỸ, TỈNH HẬU GIANG

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE TRANSPORTATION - IRRIGATION SYSTEM ADAPT TO THE NEW RURAL AREA CRITERIA AT LONG MY DISTRICT, HAU GIANG PROVINCE

Ngô Quốc Phục, Trương Yến Linh,
Ngô Thị Ngọc, Nguyễn Võ Châu Ngân*

ABSTRACT:

The study aimed at assessing the efficiency of the transportation - irrigation system at Long My district, Hau Giang province. Methodologies were used: (i) collect secondary data on transportation and irrigation system, (ii) direct interview of 60 households at Vinh Vien and Vinh Thuan Dong wards about efficiency of transportation and irrigation system. The survey results show that the transportation and irrigation system were fare investment including improving the rural road (concretize 60% and asphaltize 40%); construct 282 sluice-gates, the electricity pumping stations served to 27.5% irrigation area; dregging 129 km inner canal and build up closed dyke with the height passed the 2000 flood level. Comparing to the criteria of new rural area, the capacity of electric pumping and closed dyke not yet reach the standards. The project brought positive results to local community through increasing their cultivation crops. The study also suggests ways to improve the transportation and irrigation system.

KEYWORDS: *rural transportation network, irrigation works, Long My district, new rural area criteria.*

TÓM TẮT:

Nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả của hệ thống công trình giao thông - thủy lợi trên địa bàn huyện Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang theo tiêu chí nông thôn mới. Phương pháp nghiên cứu bao gồm: (i) tham khảo thông tin thứ cấp về hệ thống giao thông - thủy lợi; (ii) phỏng vấn 60 hộ dân ở hai xã đại diện là xã Vĩnh Thuận Đông và xã Vĩnh Viễn. Kết quả cho thấy hệ thống giao thông - thủy lợi của huyện Long Mỹ được đầu tư khá tốt bao gồm nâng cấp đường giao thông nông thôn với 60% được bê tông hóa và 40% được nhựa hóa; xây dựng 282 cống, trạm bơm điện tập trung đạt 27,5% diện tích tưới; nạo vét 129 km kênh nội đồng và đắp các tuyến đê bao khép kín với cao trình vượt lũ năm 2000. Theo tiêu chí nông thôn mới thì trạm bơm điện và đê bao chưa đạt yêu cầu. Hiệu quả từ hệ thống giao thông - thủy lợi đã phần nào giúp nông hộ gia tăng mùa vụ sản xuất, cải thiện thu nhập và đời sống người dân. Nhóm tác giả đã đề xuất hai nhóm giải pháp cải thiện hệ thống giao thông - thủy lợi giúp đáp ứng tiềm năng phát triển kinh tế - xã hội của vùng nghiên cứu.

TỪ KHÓA: *giao thông nông thôn, hệ thống thủy lợi, huyện Long Mỹ, tiêu chí nông thôn mới.*

Ngô Quốc Phục

Trạm Thủy lợi huyện Long Mỹ - Chi cục Thủy lợi Hậu Giang

Email: nqphuc79@gmail.com

Tel: 0948707747

Trương Yến Linh

Bộ môn Tài nguyên nước - Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên - Trường Đại học Cần Thơ

Email: linhb1506052@student.ctu.edu.vn

Ngô Thị Ngọc

Bộ môn Tài nguyên nước - Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên - Trường Đại học Cần Thơ

Email: ngocb1506058@student.ctu.edu.vn

Nguyễn Võ Châu Ngân (Tác giả liên hệ)

Bộ môn Tài nguyên nước - Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên - Trường Đại học Cần Thơ

Email: nvcngan@ctu.edu.vn

Tel: 0918432342

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hậu Giang nằm ở trung tâm ĐBSCL, với điều kiện tự nhiên thuận lợi và hệ thống thủy lợi phát triển nên tỉnh phát triển mạnh canh tác cây lúa và nuôi thủy sản. Thực hiện Chương trình Mục tiêu quốc gia xây dựng nông thôn mới, tỉnh đã triển khai có hiệu quả nâng tổng số xã đạt chuẩn nông thôn mới lên 26/54 xã, đạt chỉ tiêu 48,15% vào năm 2018 (Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Hậu Giang, 2018). Và để ổn định phát triển kinh tế cũng như hoàn thành các tiêu chí xây dựng nông thôn mới của tỉnh, công tác phát triển cơ sở hạ tầng thủy lợi đã được các cấp sở ngành quan tâm đầu tư xây dựng.

Huyện Long Mỹ thuộc tỉnh Hậu Giang có diện tích tự nhiên 396,2 km², dân số khoảng 164.900 người, mạng lưới kênh rạch chằng chịt, sản xuất nông nghiệp là thế mạnh của tỉnh (Tỉnh ủy Hậu Giang, 2020). Các công trình giao thông - thủy lợi được nâng cấp, làm mới đã phát huy hiệu quả phục vụ sản xuất nông nghiệp, phát triển kinh tế; tuy nhiên vẫn còn một số tồn tại trong công tác quản lý, vận hành dẫn đến việc chưa tối ưu hóa các công trình (Nguyễn Thùy Trang và ctv, 2016). Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả khai thác và vận hành của hệ thống công trình giao thông - thủy lợi đáp ứng yêu cầu xây dựng nông thôn mới tại huyện Long Mỹ - tỉnh Hậu Giang.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp thu thập số liệu:

- Số liệu thứ cấp: thu thập dữ liệu về hệ thống giao thông - thủy lợi, chương trình nông thôn mới của huyện từ Phòng Hạ tầng Kinh tế, Ban Chỉ đạo nông thôn mới huyện Long Mỹ.

- Số liệu sơ cấp: tiến hành phỏng vấn ngẫu nhiên 60 hộ dân tại xã Vĩnh Thuận Đông và xã Vĩnh Viễn bằng phiếu câu hỏi soạn sẵn để lấy ý kiến đánh giá của người dân về chất lượng cơ sở hạ tầng hệ thống giao thông - thủy lợi. Đây là hai xã được chọn xây dựng nông thôn mới giai đoạn 2015 - 2020.

Số liệu thứ cấp và số liệu sơ cấp được tổng hợp bằng phần mềm MS Excel. Hai tiêu chí giao thông - thủy lợi được đánh giá theo các quy định cụ thể tại Quyết định số 239/QĐ-UBND ngày 14/02/2017 về việc ban hành bộ tiêu chí xã nông thôn mới tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017 - 2020 (UBND tỉnh Hậu Giang, 2017). Ngày 17/10/2016 Thủ tướng Chính phủ đã có Quyết định số 1980/QĐ-TTg về việc ban hành Bộ tiêu chí quốc gia về xã nông thôn mới giai đoạn 2016 - 2020, tuy nhiên hai tiêu chí giao thông - thủy lợi không quy định mà yêu cầu UBND cấp tỉnh quy định cụ thể.

Bản đồ hệ thống giao thông - thủy lợi: sử dụng phần mềm QGIS xây dựng bản đồ cho vùng nghiên cứu trên nền bản đồ giấy của địa phương và những thông tin thu thập được (QGIS Tutorials and Tips, 2017). Bản đồ được vẽ theo mục đích sử dụng đất và các lớp cơ sở hạ tầng: lớp đường, lớp kênh, lớp cầu, lớp cống, lớp trạm bơm. Trong quá trình vẽ, các số liệu bị thiếu hoặc sai sót sẽ đi khảo sát lại để điều chỉnh.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng mạng lưới giao thông - thủy lợi

3.1.1. Mạng lưới giao thông

Giao thông đường bộ: toàn huyện có 470 km đường nhựa/bê tông, trong đó đường về trung tâm huyện (AH) có tổng chiều dài 34 km, bề rộng 5,5 - 7,0 m với cao độ mặt đường từ +1,5 đến +1,6 m so với cao độ quốc gia; đường nối hoặc rẽ vào trung tâm xã có tổng chiều dài 124 km, bề rộng 3,0 - 3,5 m với cao độ từ +1,2 đến +1,3 m; đường từ trung tâm xã đến ấp có tổng chiều dài 92 km, bề rộng 3,0 - 2,5 m với cao độ từ +1,1 đến +1,3 m; đường ngõ, xóm, đường nội đồng có tổng chiều dài 220 km. Hệ thống cầu giao thông gắn liền đường giao thông với hơn 1.000 cầu lớn nhỏ phục vụ đi lại, sản xuất.

Giao thông đường thủy: các tuyến giao thông chính (kênh cấp 1) gồm sông Xáng Nàng Mau, sông nước Đục, sông nước Trong, sông cái Ngan Dừa và kênh Hậu Giang 3 có khả năng vận tải hàng hóa trên 100 tấn. Các tuyến giao thông phụ (kênh cấp 2, 3 và kênh nội đồng) phân bố đều kết nối các tuyến chính, mặt cắt kênh nhỏ chỉ đáp ứng vận chuyển bằng ghe, xuồng có tải trọng nhỏ. Giao thông thủy trên địa bàn đóng vai trò then chốt, nhất là trong vận chuyển hàng hóa, nông sản đi các địa phương. Tuy nhiên do một số tuyến tồn tại lâu ngày đã xuống cấp, các hoạt động sản xuất như nuôi thủy sản, trồng thực vật làm cho các tuyến sông rạch bị thu hẹp ảnh hưởng đến việc đi lại, làm mất an toàn và gây khó khăn cho vận chuyển hàng hóa trên các tuyến sông.

3.1.2. Hệ thống thủy lợi

- Hệ thống cống: trên địa bàn huyện có tất cả 282 cống (không tính cống tròn ngang đường giao thông), trong đó:

+ Cống ngăn mặn: có 22 cống hờ dọc tuyến đê ngăn mặn Long Mỹ - Vị Thanh, 21 đập ngăn mặn cải tiến và 81 đập thời vụ (đập tạm);

+ Cống điều tiết nước: có 158 cống làm nhiệm vụ ngăn lũ, ngăn mặn, tưới tiêu chủ động cho 12.510 ha kết hợp giao thông thủy bộ.

- Trạm bơm điện: có 19 trạm bơm điện (nhà nước và tư nhân) bơm tưới tiêu cho 6.285/22.869 ha đất nông nghiệp của huyện. Tỷ lệ này rất thấp (27,5%) cần quy hoạch và đầu tư thêm phục vụ nhu cầu tưới tiêu của người dân.

- Hiện trạng kênh: có đầy đủ các cấp kênh chuyển tải nước phục vụ tưới tiêu cũng như giao thông thủy. Tuy nhiên do đặc thù huyện Long Mỹ là vùng giáp nước, chênh lệch triều không cao (0,2 - 0,5 m) nên hiện tượng bồi lắng xảy ra rất nhanh cần nạo vét thường xuyên (từ 3 - 5 năm) để phục vụ canh tác nông nghiệp của người dân.

+ Kênh cấp I: gồm sông nước Đục, sông nước Trong, sông cái Ngan Dừa nhận nước từ thượng nguồn cung cấp nước phục vụ sản xuất và tiêu thoát lũ. Tổng chiều dài của ba tuyến sông là 95 km, bề rộng trung bình 95 m, cao trình đáy trung bình -6,0 m, đây là các sông tự nhiên hiện vẫn còn khai thác tốt;

+ Kênh cấp II: có 29 kênh cấp II với chiều dài 232 km phân bố đều chuyển tải nước tưới, tiêu, thoát lũ cho sản xuất và đời sống nhân dân. Do vận tốc dòng chảy nhỏ nên phần lớn kênh bị bồi lắng nghiêm trọng, tốc độ bồi lắng nhanh;

+ Kênh cấp III và nội đồng: có 40 tuyến kênh cấp III phân phối đầy đủ nước cho các cánh đồng với tổng chiều dài 129 km. Các tuyến kênh này bị bồi lắng với tốc độ nhanh cần thường xuyên nạo vét để đảm bảo phục vụ tốt cho sản xuất.

- Hệ thống đê bao: trên các tuyến kênh cấp I và cấp II đã hình thành hệ thống đê, bờ bao kết hợp giao thông nông thôn dọc hai bên kênh với cao trình vượt lũ năm 2000. Các tuyến này có bề rộng 2,0 - 3,5 m; một số tuyến đê là đường tỉnh lộ có cao trình đảm bảo ngăn lũ. Ở các tuyến đê của kênh cấp II, III đã hình thành hệ thống bờ bao phân chia các ô khép kín từ 100 - 500 ha đảm bảo phục vụ sản xuất nông nghiệp. Toàn huyện có ba tuyến đê sông chính là tuyến đê ngăn mặn Long Mỹ - Vị Thanh, tuyến đê kênh Long Mỹ 2 và tuyến đê kênh 10 Thước. Riêng hệ thống đê bao ngăn mặn, chống lũ chưa hoàn chỉnh, các tuyến đê bao hiện hữu có cao trình thấp không đảm bảo chống lũ, xâm nhập mặn và trữ nước cho mùa hạn.

3.1.3. Giải pháp cải thiện hệ thống giao thông

- thủy lợi

Quá trình khảo sát thực địa kết hợp phỏng vấn các hộ dân trên địa bàn nghiên cứu, nhóm tác giả ghi nhận một số thuận lợi và khó khăn đối với hệ thống giao thông - thủy lợi.

Bảng 1. Thuận lợi và khó khăn của hệ thống giao thông - thủy lợi

Thuận lợi	Khó khăn
<i>Mạng lưới giao thông thủy bộ</i>	
- Giao thông đường bộ thuận lợi, ít xảy ra tai nạn giao thông - Đường không ngập úng vào mùa lũ - Các tuyến đường được nhựa hóa, bê tông hóa - Tàu thuyền lớn lưu thông dễ dàng - Trao đổi mua bán hàng hóa thuận tiện - Móng cầu được thi công cơ giới, thành cầu chắc chắn	- Một số nơi đường hẹp, chất lượng mặt đường xuống cấp, chưa có hệ thống đèn đường - Một số tuyến đường chưa được nhựa hóa, bê tông hóa hoàn toàn - Một số nơi cầu hẹp và thấp, móng cầu chưa đảm bảo, thành cầu yếu - Chi phí đầu tư cao nhưng chất lượng chưa đạt - Không có cán bộ kiểm tra chất lượng đường, cầu theo tiêu chí nông thôn mới
<i>Cống, trạm bơm</i>	
- Ngăn lũ, chống xâm nhập mặn, điều tiết nước - Xây dựng cống, trạm bơm, đê bao khép kín hỗ trợ canh tác nông nghiệp - Tiết kiệm chi phí, thời gian của người dân	- Một số nơi chưa có cống, trạm bơm điện - Cống, trạm bơm đặt sai vị trí - Chưa phát huy hết hiệu quả của công trình cống, trạm bơm - Chưa đáp ứng đủ nhu cầu sử dụng nước - Lục bình khá nhiều gây cản trở dòng chảy
<i>Kênh rạch</i>	
- Khai thông dòng chảy, cung cấp đủ nước phục vụ sản xuất nông nghiệp	- Nạo vét không đúng lịch trình - Chưa tham khảo ý kiến người dân - Một số kênh ở vùng sâu chưa đầu tư nạo vét

Từ các phân tích nêu trên, một số giải pháp cải thiện hệ thống GT-TL được đề xuất:

- Nhóm các giải pháp kỹ thuật:

- + Hệ thống giao thông: mở rộng đường, nâng cấp sửa chữa các tuyến đường giao thông nông thôn đã xuống cấp, nâng cao mặt lộ, trải nhựa toàn khu vực, xây dựng hệ thống đèn đường thuận tiện cho việc di chuyển, mở rộng cầu phù hợp với mặt lộ, sửa chữa móng cầu, nâng cao chiều cao cầu để ghe lớn lưu thông mua bán trao đổi hàng hóa nhanh chóng;
- + Hệ thống cống, trạm bơm: xây dựng thêm cống, máy bơm nước, trạm bơm điện. Di dời một số cống đặt sai vị trí đến những khu vực chưa có cống, bơm tưới theo đúng lịch thời vụ. Quy hoạch các cống đồng bộ với đê bao khép kín và trạm bơm điện. Hiện tại toàn huyện còn 103 cống điều tiết cần được đầu tư phục vụ công tác phòng chống hạn mặn;
- + Nạo vét kênh: chỉ đạo thực hiện mô hình tổ hợp tác bơm tưới tập trung tại các ô bao khép kín, xây dựng kế hoạch nạo vét, khai thông dòng chảy các tuyến kênh bị bồi lắng. Bên cạnh đó khuyến khích áp dụng mô hình chuyển đổi canh tác từ chuyên lúa sang xen canh hoa màu để đất có thời gian nghỉ ngơi.

- Nhóm các giải pháp về quản lý:

- + Tỉnh ủy, UBND tỉnh, Ban Chỉ đạo xây dựng nông thôn mới cấp tỉnh, Huyện ủy, UBND huyện cần quan tâm hỗ trợ kinh phí cho địa phương;
- + Có chính sách khuyến khích, hỗ trợ thu hút các doanh nghiệp vào đầu tư ở nông thôn để có thêm nguồn vốn trực tiếp giải quyết vấn đề tài chính trong quá trình xây dựng, sửa chữa các công trình giao thông - thủy lợi;
- + Có cán bộ trực tiếp giám sát, kiểm tra chất lượng hoạt động, mức độ an toàn của các công trình theo các tiêu chuẩn kỹ thuật;
- + Đối với cán bộ địa phương: tổ chức các buổi tập huấn, nâng cao kiến thức chuyên môn; tổ chức các loại hình hợp tác xã địa phương;
- + Đối với người dân: tổ chức hội thảo, các buổi tuyên truyền vận động người dân tham gia nâng cao kiến thức cũng như hiểu biết về nông thôn mới.

3.2. Mạng lưới giao thông - thủy lợi đáp ứng tiêu chuẩn nông thôn mới

Giai đoạn trước khi đạt chuẩn nông thôn mới, nhiều khu vực của huyện chưa có đường bê tông, tỷ lệ đường đất chiếm trên 14%. Sau khi đạt chuẩn nông thôn mới, tỷ lệ đường bê tông hóa tăng từ 59% lên 60%, đường giao thông được nhựa hóa tăng nhanh từ 28% lên 40% (Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hậu Giang, 2018). Các tuyến đường đất giảm nhiều đã giúp đi lại thuận tiện, người dân dễ di chuyển ra trung tâm cũng như trao đổi, vận chuyển hàng hóa, nâng cao đời sống. Dọc các tuyến kênh cấp I và II đã hình thành hệ thống đê bao kết hợp giao thông nông thôn với cao trình vượt lũ năm 2000. Các tuyến đê của kênh cấp II, III hình thành hệ thống bờ bao phân chia các ô khép kín từ 100 - 500 ha. Tuy nhiên diện tích đê bao khép kín hiện tại chỉ đạt dưới 50% chưa đảm bảo phục vụ cho các mùa vụ sản xuất nông nghiệp (Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hậu Giang, 2018).

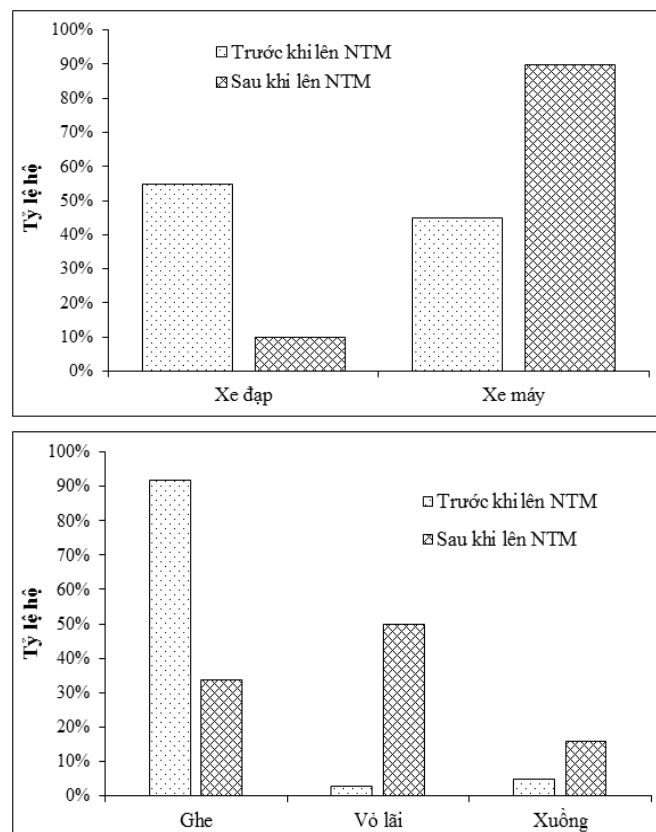
Trước khi đạt nông thôn mới, trên địa bàn cầu ván sử dụng phổ biến (chiếm 53%), cầu bê tông chỉ đạt 47% không đảm bảo an toàn cho đi lại cũng như lưu thông hàng hóa. Sau khi lên nông thôn mới, hệ thống cầu giao thông đã được đầu tư xây dựng và nâng cấp, tỷ lệ cầu bê tông đạt 100%, không còn cầu ván (Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hậu Giang, 2018). Cầu giao thông được xây dựng giúp ghe lớn ra vào thu mua nông sản nhanh chóng, tiết kiệm nhiều thời gian công sức của người dân. Tuy nhiên theo quan sát thực tế vẫn còn một số bộ phận người dân ở vùng sâu chưa được hỗ trợ nhiều chính sách đầu tư là còn sử dụng cầu ván.

Giao thông thủy đóng vai trò then chốt trong vận chuyển hàng hóa, nông sản đi các địa phương. Các tuyến giao thông thủy chính (kênh cấp 1) có khả năng vận tải hàng hóa trên 100 tấn. Các tuyến giao thông thủy phụ (kênh cấp 2, 3 và kênh nội đồng) phân bố đều kết nối các tuyến chính, mặt cắt kênh nhỏ chỉ đáp ứng vận chuyển bằng ghe, xuồng tải trọng nhỏ. Mạng lưới kênh nội đồng nhìn chung đã đáp ứng được 100% diện tích tưới tiêu phục vụ sản xuất nông nghiệp

và nuôi trồng thủy sản (Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hậu Giang, 2018).

Theo kết quả phỏng vấn, trước đây người dân sử dụng xe đạp là phương tiện giao thông bộ chiếm tỉ lệ cao 55%. Sau khi lên nông thôn mới, tỉ lệ người dân sử dụng xe đạp giảm còn 10%, tỉ lệ người dân sử dụng xe máy tăng đáng kể từ 45% lên đến 90%. Nhu cầu sử dụng xe máy cao, hệ thống giao thông thuận tiện đã giúp người dân mạnh dạn đầu tư mua xe máy, từ đó giúp cải thiện đời sống hộ gia đình. Đối với đường thủy, ghe là phương tiện chuyên chở chiếm tỷ lệ cao nhất (92%) trước khi đạt nông thôn mới, tỷ lệ này giảm xuống rõ rệt còn 34% sau khi đạt nông thôn mới. Số hộ dân sử dụng vỏ lãi tăng từ 3% lên 50% thuận tiện cho di chuyển và chuyên chở nông sản. Phương tiện xuống cũng tăng từ 5% lên 20%. Tuy nhiên, sử dụng các loại phương tiện giao thông thủy tốc độ cao là một trong những nguyên nhân làm cho hệ thống công trình cống, trạm bơm bị va chạm, bể.

Từ khi xây dựng nông thôn mới, các cống, trạm bơm trên địa bàn được đầu tư nâng cấp và sửa chữa hàng năm. Hình thức tự bơm giảm từ



Hình 1. Phương tiện giao thông đường bộ, đường thủy

94% xuống 67% nhường chỗ cho các hình thức bơm nước mới: trạm bơm tập trung từ 2% tăng nhanh lên 20%, và tổ tái hợp bơm tăng từ 2% lên 10%. Diện tích canh tác được bơm điện phục vụ chỉ đạt 27,5% nhưng vẫn được người dân ưu tiên sử dụng vì giảm được chi phí, nước tưới tiêu chủ động, đảm bảo nguồn nước phục vụ cho sản xuất nông nghiệp.

Kết quả khảo sát cho thấy khu vực nghiên cứu đã tổ chức thực hiện tốt công tác đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng phù hợp với điều kiện thực tế, nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo tính kết nối của hệ thống giao thông trên địa bàn; đảm bảo mục tiêu tái cơ cấu ngành nông nghiệp, thích ứng với biến đổi khí hậu và hình thành các vùng sản xuất nông sản hàng hóa phát triển bền vững.

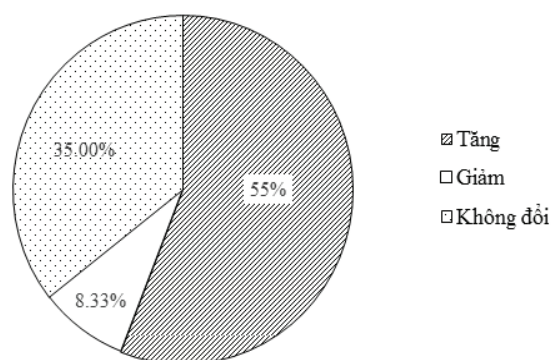
Bảng 2. Mức độ đáp ứng tiêu chí nông thôn mới của hệ thống giao thông - thủy lợi

Nội dung	Yêu cầu
Tiêu chí 2 : Giao thông	
Tỷ lệ đường trục xã, liên xã bê tông hóa, nhựa hóa đạt 91,2%; 100% đường vào các xóm ấp thuận tiện	Vượt yêu cầu 75% theo QĐ số 239/UBND
Tiêu chí 3: Thủy lợi	
Mạng lưới kênh nội đồng đáp ứng 100% diện tích tưới tiêu phục vụ nông nghiệp và nuôi thủy sản	Đạt yêu cầu theo QĐ số 239/UBND
Bơm tưới tiêu cho 27,5% diện tích đất nông nghiệp	Thấp hơn 50% theo QĐ số 239/UBND

3.2. Sản xuất nông nghiệp trước và sau khi đạt nông thôn mới

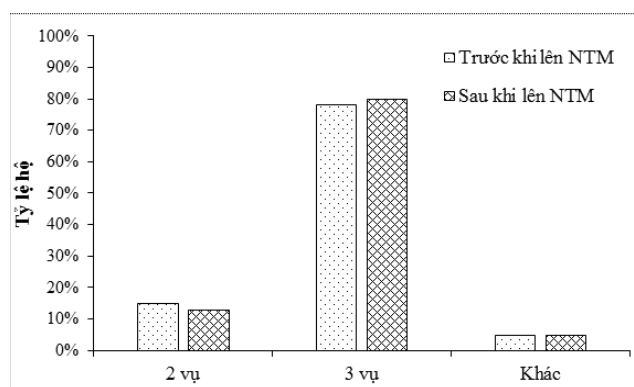
Điều kiện tự nhiên ở khu vực nghiên cứu thuận lợi cho sản xuất nông nghiệp với các loại cây trồng chính là lúa, mía, xen canh lúa màu. Sau khi triển khai xây dựng nông thôn mới và có sự đầu tư, hỗ trợ kinh phí từ nhà nước cho hệ thống thủy lợi, số vụ sản xuất trong năm có xu hướng tăng lên. Có 55% hộ dân được phỏng vấn cho biết tăng vụ canh tác, 35% không thay đổi. Số vụ sản xuất trong năm tăng kéo theo nguồn thu nhập

hộ gia đình tăng, đời sống sinh hoạt và việc làm của người dân được cải thiện (Hình 2).



Hình 2. Số vụ sản xuất trong năm

Cơ cấu canh tác có xu hướng chuyển từ 2 vụ sang 3 vụ do người dân chủ động được mùa vụ khi nhiều khu vực trên địa bàn đã xây dựng đê bao khép kín với cao trình vượt đỉnh lũ năm 2000. Sau khi lên nông thôn mới canh tác lúa 2 vụ từ 15% giảm còn 13%, canh tác lúa 3 vụ tăng từ 78% lên 80% và có xu hướng tăng dần nhờ những chương trình 3 giảm 3 tăng, áp dụng khoa học - kỹ thuật vào sản xuất (Hình 3). Kết quả phỏng vấn nông hộ ghi nhận hiệu quả từ các công trình thủy lợi mang lại rất tốt với 96% đồng ý, thu nhập hộ dân tăng lên, mức sống nâng cao so với trước.



Hình 3. Cơ cấu canh tác nông nghiệp

Tỷ lệ ngành nghề tạo thu nhập chính của các nông hộ trước và sau khi đạt nông thôn mới không thay đổi với 85% làm lúa, 3% làm thuê mướn, 2% làm công nhân, 10% tham gia các ngành nghề khác. Thu nhập tăng lên nhưng cũng có đến 89% hộ dân phải mất thêm chi phí đầu tư cho sản xuất nông nghiệp. Bên cạnh những thuận lợi, nông hộ

vẫn gặp nhiều khó khăn do chi phí đầu tư (giống, phân bón...) sản xuất tăng cao, chi phí thuê nhân công tăng do thiếu hụt lao động trong sản xuất nông nghiệp, thị trường không ổn định, giá cả nông sản do thương lái quyết định, sản phẩm đầu ra không được bao tiêu. Vì vậy nhà nước cần có chính sách hỗ trợ người dân giảm chi phí đầu tư cho sản xuất.

Tuy nhiên vẫn còn một số hộ trồng lúa còn gặp khó khăn, năng suất chưa tốt do còn một số khu vực chưa được đầu tư cống, trạm bơm hoặc một số cống đặt sai vị trí, hiệu quả phục vụ sản xuất nông nghiệp chưa cao. Bên cạnh đó người dân cũng ghi nhận những bất lợi từ công trình đê bao như phù sa đưa vào đồng ruộng giảm làm cho đất canh tác suy thoái, tình trạng đất bị bạc màu bởi tàn dư các chất hóa học từ phân bón, sâu bệnh xuất hiện ngày càng tăng do thâm canh liên tục làm cho đất không được nghỉ ngơi. Những vấn đề này đang ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất nông nghiệp của người dân.

3.3. Giải pháp cải thiện hệ thống giao thông - thủy lợi

Từ các ghi nhận về thuận lợi và khó khăn của hệ thống giao thông - thủy lợi tại địa phương, một số giải pháp cải thiện được đề xuất bao gồm:

- Nhóm các giải pháp kỹ thuật:

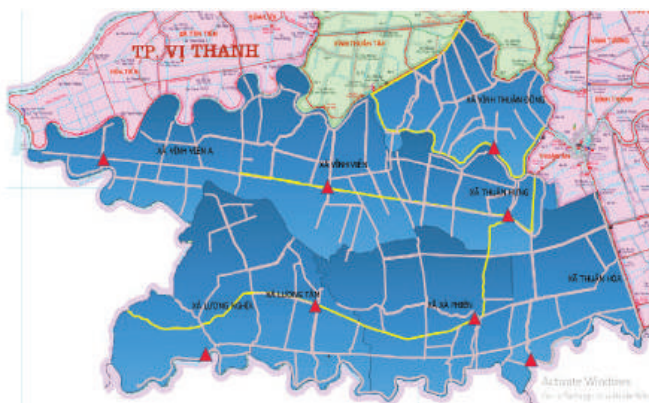
- + Hệ thống giao thông: nâng cấp sửa chữa các tuyến đường giao thông nông thôn đã xuống cấp; nâng cao mặt đường, trải nhựa thêm 8,2% còn lại các đường trục xã, liên xã; lắp đặt hệ thống đèn chiếu sáng thuận tiện cho đi lại; mở rộng cầu phù hợp với mặt đường, sửa chữa móng và nâng cao chiều cao cầu để tàu tải trọng lớn lưu thông giúp mua bán trao đổi hàng hóa nhanh chóng;
- + Hệ thống cống, trạm bơm: xây dựng thêm cống và trạm bơm điện ở những khu vực chưa có cống, điều chỉnh bơm tưới theo đúng lịch thời vụ. Quy hoạch các cống đồng bộ với đê bao khép kín và trạm bơm điện. Hiện tại toàn huyện còn 103 cống điều tiết cần được đầu tư phục vụ công tác phòng chống hạn mặn. Khuyến khích các hộ dân

thực hiện mô hình tổ hợp tác đảm bảo bơm tưới tập trung cho 72,5% diện tích còn lại trong những ô bao khép kín;

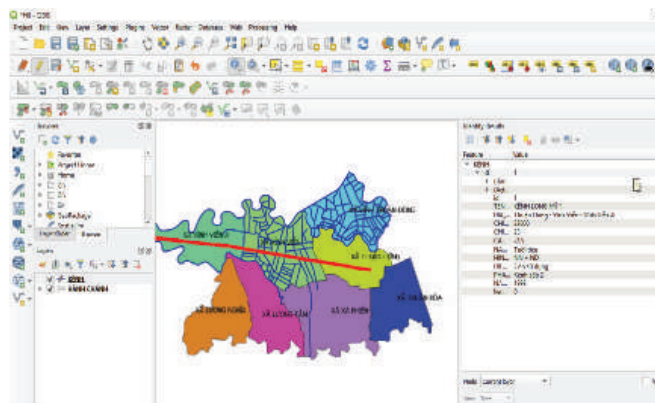
- + Nạo vét kênh: đặc thù của huyện Long Mỹ là vùng giáp nước, chênh lệch triều không cao từ 0,2 - 0,5 m nên hiện tượng bồi lắng xảy ra rất nhanh tại các tuyến kênh cấp 3. Cần xây dựng kế hoạch nạo vét trung bình từ 3 - 5 năm để phục vụ sản xuất nông nghiệp của nhân dân trên địa bàn huyện.
- Nhóm các giải pháp về quản lý:
 - + Có chính sách khuyến khích, hỗ trợ, thu hút các doanh nghiệp, cá nhân đầu tư xây dựng công trình giao thông - thủy lợi theo hình thức xã hội hóa để khai thác tốt các công trình này phục vụ dân sinh;
 - + Cử cán bộ trực tiếp giám sát, kiểm tra chất lượng hoạt động, mức độ an toàn của các công trình theo các tiêu chuẩn kỹ thuật;
 - + Đối với cán bộ địa phương: tổ chức các buổi tập huấn, nâng cao kiến thức chuyên môn; tổ chức các loại hình hợp tác xã địa phương;
 - + Đối với người dân: tổ chức tuyên truyền nâng cao kiến thức sản xuất và hiểu biết về nông thôn mới cho người dân. Bên cạnh đó khuyến khích áp dụng chuyển đổi canh tác từ chuyên lúa sang xen canh hoa màu để đất có thời gian nghỉ ngơi.

3.4. Xây dựng bản đồ GIS hệ thống giao thông - thủy lợi

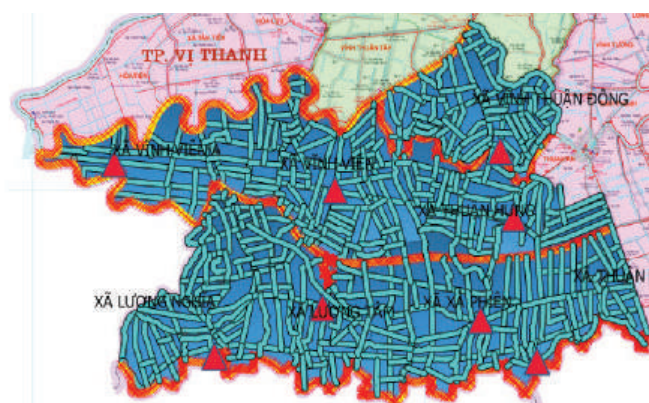
Nhóm nghiên cứu đã xây dựng các bản đồ cơ sở dữ liệu hệ thống giao thông - thủy lợi trên nền QGIS hỗ trợ công tác quản lý với những thông tin về hiện trạng đường giao thông, đê bao, kênh các cấp, cống, trạm bơm của huyện Long Mỹ. Kết quả đã xây dựng được các bản đồ chuyên đề bao gồm: bản đồ hành chánh, bản đồ mạng lưới sông - kênh - rạch, bản đồ mạng lưới đường giao thông - đê bao, bản đồ hệ thống cống - trạm bơm... với các thuộc tính đã thu thập. Bộ các bản đồ đã chuyển giao và hướng dẫn sử dụng cho các cán bộ của Phòng Giao thông - Thủy lợi huyện Long Mỹ tiếp nhận và khai thác.



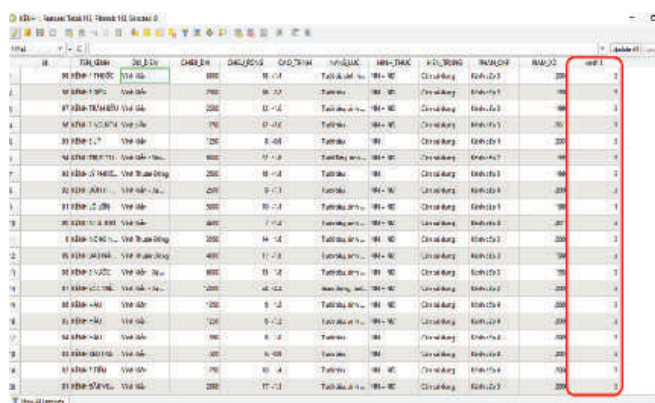
Hình 4. Bản đồ mạng lưới giao thông đường bộ



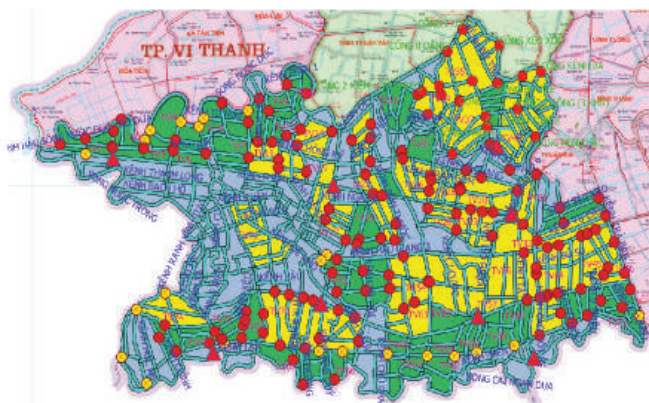
Hình 8. Thông tin thuộc tính các tuyến kênh cấp II



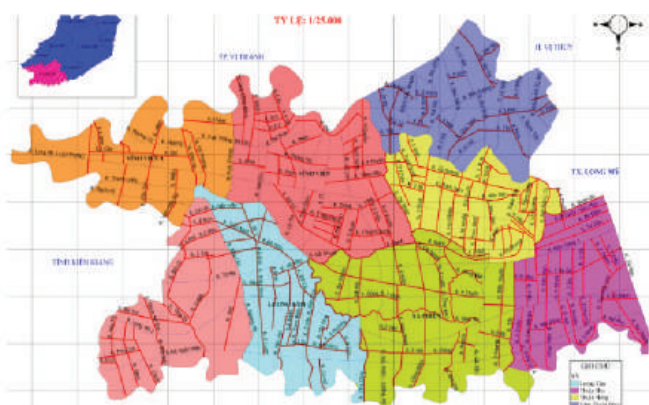
Hình 5. Bản đồ mang lưới giao thông đường thủy



Hình 9. Kết quả truy vấn các tuyến kênh dài trên 5000 m



Hình 6. Bản đồ hệ thống cống ngăn mặn và trạm bơm



Hình 7. Bản đồ các tuyến kênh cấp III

Với đặc tính mã nguồn mở, người sử dụng có thể truy vấn những thông tin có liên quan về hiện trạng hệ thống giao thông - thủy lợi đến thời điểm lập bản đồ; đồng thời có thể tiếp tục cập nhật thông tin về những công trình sẽ xây dựng hoặc những thông tin còn thiếu như lịch vận hành cống.

4. KẾT LUẬN - KIẾN NGHỊ

Hệ thống giao thông - thủy lợi của huyện Long Mỹ đã được đầu tư khá tốt hỗ trợ phát triển nông thôn mới. Giao thông đường bộ vào các xóm ấp thuận tiện đạt 100%, nhưng tỷ lệ đường trục xã, liên xã bê tông hóa, nhựa hóa đạt 91,2%. Mạng lưới kênh rạch nội đồng cung cấp đủ nước cho sản xuất nông nghiệp và hỗ trợ giao thông thủy; tuy nhiên cần được định kỳ nạo vét, đặc biệt các kênh cấp 3. Các công trình cống, trạm bơm được quy hoạch xây dựng khá đồng bộ nhưng chỉ chủ động bơm nước phục vụ được 27,5% diện tích đất canh tác; các tuyến đê bao khép kín chỉ đạt dưới 50% chưa đảm bảo năng lực sản xuất cho toàn vùng. Xét theo các quy định của bộ tiêu chí xã nông

thôn mới, địa phương có tiêu chí giao thông (tiêu chí 2) vượt yêu cầu, tiêu chí thủy lợi (tiêu chí 3) có mạng lưới kênh nội đồng đạt yêu cầu, nhưng năng lực bơm tưới tiêu chưa đạt yêu cầu.

Với những đặc điểm trên, hệ thống giao thông - thủy lợi đã phát huy hiệu quả thông qua việc gia tăng mùa vụ canh tác, đặc biệt là chuyển từ sản xuất lúa 2 vụ sang 3 vụ; thu nhập nông hộ tăng lên, đời sống nâng cao so với trước đây. Tuy nhiên, hệ thống vẫn chưa đủ hoàn thiện để hộ dân mạnh dạn thay đổi cơ cấu sản xuất, suất đầu tư cho canh tác nông nghiệp tăng cao. Nghiên cứu đã đề xuất hai nhóm giải pháp kỹ thuật và quản lý giúp cải thiện hệ thống giao thông - thủy lợi, đáp ứng được tiềm năng phát triển kinh tế - xã hội của vùng.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Thùy Trang, Trương Thảo Nhi, Võ Hồng Tú, Đánh giá tác động của chương trình xây dựng

nông thôn mới đến thu nhập nông hộ tại tỉnh Hậu Giang, Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 46, 2016, 116-121.

[2] QGIS Tutorials and Tips, Tài liệu hướng dẫn và kỹ thuật sử dụng QGIS. Truy cập tại trang web <http://www.qgis-tutorials.com/vi/>, ngày 29/11/2020.

[3] Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hậu Giang, Báo cáo tổng kết Phòng Hạ tầng Kinh tế huyện Long Mỹ năm 2018.

[4] Thủ tướng, Quyết định số 1980/QĐ-TTg ngày 17/10/2016 về việc ban hành Bộ tiêu chí quốc gia về xã nông thôn mới giai đoạn 2016 - 2020, 2016.

[5] Tỉnh ủy Hậu Giang, Thông tin về các đơn vị cấp huyện của tỉnh Hậu Giang. Truy cập tại website <https://tinh-huy-hau-giang.org.vn/Default.aspx?tabid=1374>, ngày 5/5/2021.

[6] UBND tỉnh Hậu Giang, Quyết định số 239/QĐ-UBND ngày 14/02/2017 của Chủ tịch UBND tỉnh Hậu Giang ban hành bộ tiêu chí xã nông thôn mới tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2017 - 2020, 2017.



RESEARCH ON URBAN INFRASTRUCTURE SOLUTIONS ADAPTING TO CLIMATE CHANGE CONDITIONS IN HCMC AND THE MEKONG DELTA

Ngo Trung Duong, Vo Anh Tuan

ABSTRACT:

Vietnam is one of the countries in the world severely affected by climate change and sea level rise in particular the Mekong Delta and Ho Chi Minh city, where has faced extreme natural conditions such as floods, droughts and saltwater intrusions. The solution to enhance the current construction ground surface where the infrastructure were design in the conditions of flood water levels, the rising tides exist inadequate problems. The article presents a number of solutions in the planning of technical infrastructure system based on determining the level of urban construction ground, adapting to climate change and lowland condition. In addition, a combination of technical solutions is used to improve the efficiency of surface water drainage in the low-lying areas. The reasonable solution of preparing urban construction ground surface will contribute to reduce the mass of sand fill. The study contributes to improving urban planning orientation and sustainable exploitation of technical infrastructure systems adapted to climate change.

KEYWORDS: *Technical infrastructure, Mekong Delta, climate change, urban planning, BIM.*

TÓM TẮT

Việt Nam là một trong những quốc gia trên thế giới bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi biến đổi khí hậu và nước biển dâng đặc biệt là đồng bằng sông Cửu Long và thành phố Hồ Chí Minh, nơi phải đối mặt với điều kiện tự nhiên khắc nghiệt như lũ lụt, hạn hán và xâm nhập mặn. Giải pháp quy hoạch cao độ nền đô thị bằng cách nâng cao độ đất xây dựng, nơi hệ thống hạ tầng kỹ thuật được thiết kế trong điều kiện nước lũ, thủy triều dâng cao liên tục theo thời gian tồn tại những vấn đề bất cập. Bài viết trình bày một số giải pháp trong quy hoạch hệ thống hạ tầng kỹ thuật trên cơ sở xác định cao độ xây dựng đô thị, thích ứng với biến đổi khí hậu và điều kiện vùng đất thấp. Ngoài ra, tích hợp các giải pháp kỹ thuật để nâng cao hiệu quả thoát nước mặt ở các khu vực trũng thấp. Giải pháp quy hoạch cao độ nền và thoát nước mặt đô thị hợp lý sẽ giảm đáng kể khối lượng cát được sử dụng để đắp cao các đô thị cũng như định hướng quy hoạch đô thị, hệ thống hạ tầng kỹ thuật thích ứng với biến đổi khí hậu.

TỪ KHÓA: *Kỹ thuật hạ tầng, đồng bằng sông Cửu Long, biến đổi khí hậu, quy hoạch đô thị, công nghệ BIM.*

Dr. Ngo Trung Duong

Department of Infrastructure Engineering,

University of Architecture Ho Chi Minh City (UAH)

196 Pasteur, Vo Thi Sau Ward, District 3, HCMC

Email: duong.ngotrung@uah.edu.vn

Tel: 0935.949.579

Assco.Prof. Vo Anh Tuan

Department of Infrastructure Engineering,
University of Architecture HoChiMinh City (UAH).
196 Pasteur, Vo Thi Sau Ward, District 3, HCMC
Email: tuan.voanh@uah.edu.vn
Tel: 0908.226.165

1. INTRODUCTION

Climate change is becoming more complex and unpredictable. The RCP8.5 climate change scenario should be applied to permanent works, long-term plans and plans.

According to the RCP8.5 climate change scenario, by 2050 sea levels will rise to an average of 25 cm (17 cm - 35 cm) by 2100 respectively, by 2100 will reach 73cm (49 - 103 cm) respectively, of which, the coastal area from Mong Cai – Hon Dau and Hon Dau – Đeo Ngang has the lowest sea level rise of 72 cm (49 - 101 cm), respectively, of which, the coastal area from Mong Cai – Hon Dau and Hon Dau – Đèo ngang has the lowest sea level rise of 72 cm (49 - 101 cm), respectively).

The area of Ca Mau – Kiên Giang is 75 cm (52 cm - 106 cm), the paracel and spratly islands is 78 cm and 77 cm respectively, Figure 1.

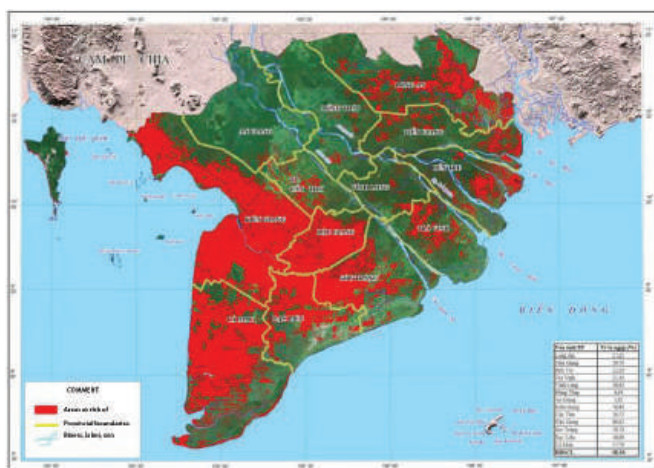


Figure 1. Flood scope due to sea level rise in the Mekong Delta under RCP8.5 scenario [1]

In case, the sea level rises of 100 cm, climate change response solutions do not respond in a reasonable timely manner, 38.9% of the Mekong Delta is at risk of severe flooding. In particular, Kiên Giang is the coastal province with the

highest risk of flooding in 77% of the area [1]. Infrastructure systems are severely affected by floods, rainstorms, saltwater intrusion and ground subsidence resulting in damage and reduced life expectancy.

QCXD 01:2021 National technical standards on urban construction planning take into account climate change factors in the planning of ground elevation and surface drainage as well as when designing urban infrastructure systems, climate change factors need to be applied scientifically flexibly under specific conditions of the Mekong Delta and HCMC.

Planning infrastructure systems in urban planning projects must ensure favorable management and operation of the system throughout the planning period. In addition, the cost of regular maintenance and stability and sustainable development of the city must be taken into account.

2. METHODOLOGY OF RESEARCH**2.1. Research area**

The Mekong Delta is the Southernmost region of Vietnam, consisting of 13 provinces and cities with a total natural area of about 40,604.7 km², with a coastline of 700 km. The population is about 21.49 million (2019). It is one of the key economic regions of Vietnam. The water surface elements are characteristic of the landscape structure of the Mekong Delta urban area. The vast and complex network of rivers creates the background landscape structure of the entire delta. In the 18th and 20th centuries, the irrigation canal system and complex irrigation network were created, which became unique to this natural river landscape.

The ground elevation of the Mekong Delta is quite flat and lower than sea level, most of which are composed of weak soil, natural elevation -0.50 m: +0.0 m [5], so cities face many difficulties for building and responding to climate change.

The research objective is to assess the overall state of planning of technical infrastructure system in lowland conditions in the Mekong Delta, the scope of research includes urban areas (Ho Chi Minh City, Can Tho, Tra Vinh, Long Xuyen ...). The feasible solutions for ground-level planning – sustainable surface drainage in response to climate change are proposed to ensure the management and exploitation of technical infrastructure system in a synchronous manner and long-term life of the system.

2.2. Research Database

In this study, the forecast data on sea level rise due to climate change are cited from the "Climate Change scenario and sea level rise for Vietnam" by the Ministry of Natural Resources and Environment in 2016. The approved Urban construction planning of the Mekong Delta and Ho Chi Minh City City. Other materials used include: Mekong Delta construction plan to 2030 and vision to 2050.

The ground elevation data of urban planning projects in HCMC and the provinces approved by competent authorities are used to analyze the advantages and disadvantages of the current surface drainage planning solution of urban areas. The data are compiled in previous studies, using analytics to suggest solutions in research.[4]

2.3. Research Methods

Studies related to climate change adaptation of existing cities within the scope of research and internationally are investigated, surveyed, collected data. Base on the data collected on the progress of climate change, the planning status of mekong delta cities. Current urban construction ground elevation planning solutions as well as the effects of rising water levels on urban areas and technical infrastructure systems are seriously

analyzed and evaluated based on current regulations and standards. Integrating technical infrastructure system planning solutions to ensure urban adaptation to climate change and improve stormwater drainage efficiency is researched and implemented.

Key research issues:

- Integrating solutions to determine urban construction ground elevation in climate change conditions;
- Solutions to strengthen the capacity of existing infrastructure systems of cities facing climate change;
- Application of BIM and 12D model technology in management and operation of technical infrastructure.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Problems exist in terms of urban construction ground elevation and infrastructure systems in Mekong Delta and HCMC

Currently, construction ground planning projects use solutions to raise natural ground above flood levels designed to protect coastal delta cities, especially some areas below sea level. All construction works are designed from this highly constructed ground to be sure of protection from the unintended impact of flood levels and the annual tides, Figure 2.

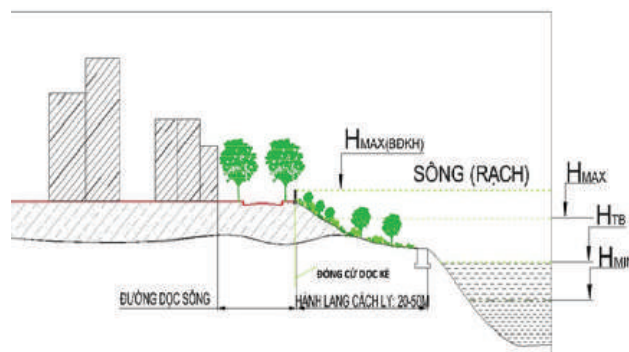


Figure 2. The method of land fill entire urban area [5]

The height of urban construction land of avoiding flooding affects the urban construction area in the currently regulated formula ($H_{xd} = H_{p\%}^{max} + \Delta h$). H_{xd} is the height of urban

construction land, HMNTK is the height of flood water level designed according to the flood frequency (Table 1) and urban classification in QCVN:01:2021. Therefore, urban construction ground are usually much higher than the initial status height of +1.5 - +2 m, equivalent to the volume of materials used for construction.

Table 1. Frequency of flooding to determine urban height [4]

Urban classification Functional area	Special	I	II	III	IV	V
Center area	100	100	50	40	20	10
Industrial park	100	100	50	40	20	10
Residential area	100	100	50	40	20	10
Park, fitness, sports	20	10	10	10	10	2
Rural residential area	Resident area > $H_{\max T B n \text{ am}}^*$; public area > $H_{\max} + 0,3\text{m}$					

In order to reduce the volume of covered material for urban construction areas, the elevation at intersections in all most of urban planning projects are same level (Figure 3).



Figure 3. The all roads are designed with the same height and slope of less than 1% Tra Vinh City area [5]

The result of road planning has a zero slope ($i = 0\%$) so rainwater mainly flows on the surface of the road and the serrated water collection trench system. The storm drain sewer system must be designed with a deeper depth of burying, especially at the drainage exit in a state of complete flooding from 1 - 2 m lower than

the designed water level (Figure 4). The capacity of storm drain sewer system in the rainy season especially during high tide level is very poor, the heavy flooding after the rain is more seriously affecting the life of urban resident.

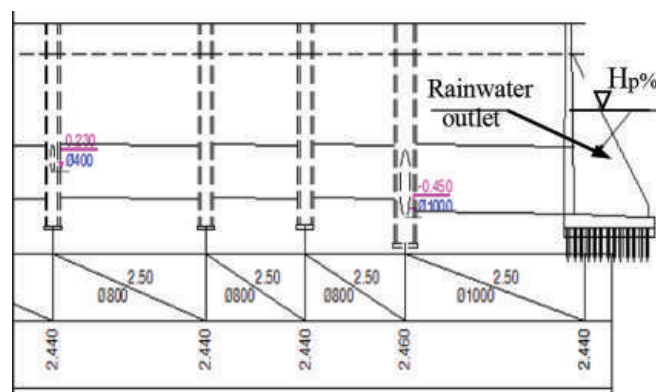


Figure 4: Rainwater Outlet flooded 1 - 2 m below designed flood level ($H_p\%$) [3]

The drainage system entirely based on the slope of the storm drain to the rivers and canals, the enforceability of the storm drainage system is very low especially at high tide condition. This problem can be clearly seen from urban construction ground planning projects for urban areas in Ho Chi Minh City, or in Mekong Delta cities such as Tra Vinh, Long An, Can Tho... The solution of urban construction ground planning for the Mekong Delta region currently reveals quite a lot of inadequacies.

Surface planning solutions have not been combined with natural landscape design as well as integrated surface drainage solutions. In addition, the land reclamation to raise the foundation can lead to a shortage of materials, threatening the sustainable development of the city. in the conditions of climate change and sea level rise, when the water level around the city simultaneously rises, improving flooding situation would be an impossible task. The natural soil surface is covered with the entire urban area which will change the hydrological regime as well as affect the reception and adoption of river basins and canals, This is a solution that is not favorable to nature that also leads to urban infrastructure managers facing many challenges to control the unpredictable extreme events of climate change.

The severe 100-year-old flooding that occurred in July 2021 in Europe once again confirms the clear effectiveness of the urban management planning solution in harmony with nature in the Netherlands in its ability to manage the response to severe flood situations. Meanwhile, many other European countries suffered heavy losses despite the use of many modern technological solutions.

3.2. Urban infrastructure planning Solutions adapt to climate change in the Mekong Delta and HCMC

a) Integrating solutions to determine urban construction ground elevation in climate change adaptation conditions

Urban construction elevation planning is carried out including analysis of the relationship between the ground of urban construction design, the slope along urban roads to ensure storm water drainage requirements, stormwater drainage basins and flood water levels designed according to frequency and the climate change scenarios.

Urban construction elevation (H_{xd}) takes into account climate change is determined as follows:

$$H_{xd} = H_{p\%}^{\max} + H_{nd} + H_{bdkh}$$

In which:

H_{bdkh} : sea level under global climate change scenario.

Table 2. Sea level rise scenario in line with global climate change

Scenario RCP	Timelines of the 21st century			
	2030	2035	2040	2050
Global climate change scenario Mũi Kê Gà – Mũi Cà Mau				
RCP4.5	12cm	14,5cm	17cm	22cm
Global climate change scenario mũi Cà Mau - Kiên Giang				
RCP4.5	12cm	14,5cm	17cm	23cm

According to the results of the study in Ho Chi Minh City, the level of urban flooding due to rain and tides increased continuously equivalent to 1.45 to 1.7 m from 2002 to the present. The planning areas in the later stages will choose a higher land

reclamation solution than the previous period. Flooding of existing areas is becoming more severe, a comprehensive integrated solution for old and new cities that needs to be thoroughly studied.

The solution of integrated urban construction height planning is proposed by combining coordinated lakes, dikes – embankments to protect and land a suitable part of urban area by reusing the land volume from the renovation of coordinated lakes, dredging natural canals to solve the above discussion issues thoroughly, Figure 5.

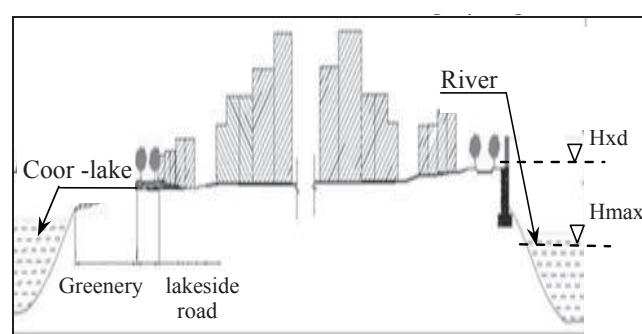


Figure 5. Land cover combining dike and coordinated lakes [4]

Compared to the current planning plans, the volume of materials used for leveling is significantly reduced by 50% for the whole urban area and the subsidence of urban surfaces is also reduced because the load of land on weak land is smaller. Partial ground lifting solution will still ensure the convenient layout of synchronous technical infrastructure networks. The using of embankments and dikes in combination with rivers and canals, will form an effective system to prevent saltwater intrusion and flooding in climate change conditions. Depending on the stages of sea level rise, the height of the and embankment system is designed according to the scenarios RCP4.5, RCP8.5 in Table 2. The method of dike or embankment is used to ensure the feasibility of construction area geography. The embankment is designed in conjunction with safe corridor to limit the impact of sea waves and sea level rise. In addition, the multi – level dike

is carefully considered to minimize risks during operation, Figure 6.

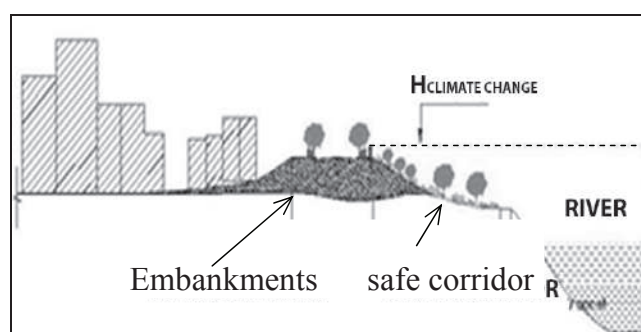


Figure 6. Embankments and coordinated lakes and safe corridor [5]

The regulated lake is designed to support effective surface drainage management, for drainage basins with a sewer length equivalent to $L = 500\text{m}$, the design of the regulated lake to reduce the depth of burying the sewer, reduce the ground for urban construction, ensure a favorable vertical slope of drainage. Urban areas with an average area of 50ha with unfavorable drainage conditions, the solution of coordinated lake planning to control stormwater drainage as well as urban landscape is completely appropriate, Figure 7.

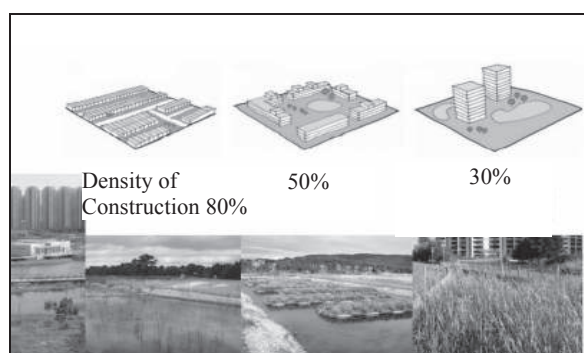


Figure 7. Coordinated lakes planning [3]

Solutions to strengthen the capacity of existing infrastructure systems of cities facing climate change

Existing cities built under the previous plan have not considered the climate change scenario, so rising sea levels, rain and floods directly affect the system of technical infrastructure, reducing their life expectancy as well as capacity.

The process of concreted urban surfaces makes flooding increasingly difficult to solve. Rainfall is rapidly concentrated in the city's main basins, which overloads the stormwater drainage capacity of the existing sewer system.

Many solutions are fully implemented by domestic and foreign experts to solve the problem of urban flooding after special rain during high tides, but so far the flooding has been more complex and not as effective. Beside the main solution that has been used to improve the capacity of the storm drainage system such as dredging rivers, canals, controlled by the dam sewer system to prevent the tide, within the scope of the study proposed a number of solutions in the series of solutions to overcome flooding after rain.

Closed ditches incorporating manholes are used instead of reinforced concrete drains, which controls the rate at which rainwater flows are concentrated in the main basin is better controlled, ensuring the drainage capacity of the existing network which is planned with poor drainage efficiency at the outlets.

Closed ditches are designed with a minimum slope $i = 3\%$ to ensure aesthetic elements in the city, especially the construction is conveniently deployed with an average ditch depth of 1 - 1.2 m compared to 1.5 - 2 m as for reinforced concrete sewers with a minimum slope of $1/D$ (D - mm diameter of sewer), Table 3.

Table 3. Closed ditch depth (H) and RC drain

Closed ditch (mm×mm)	400 ×400	600 ×600	800 ×800	1000 ×1000
H_ditch (m)	0,4	0,6	0,8	1
RC drain (mm)	400	600	800	1000
H_RC drain (m)	1,1	1,3	1,5	1,7

Especially with small drainage basins with small drain diameter, the slope along the large drain as prescribed, often leads to a relatively large depth of burying of the sewer and the speed of water flowing to the main basin of the city is

relatively fast and cannot control the flow of rainwater, so there is an overload of not collecting and escaping rainwater in the basins. the main of the city is especially in the conditions of prolonged heavy rains combined with high tides.

Especially with small drainage basins with small drain diameters, the slope along the large drain as prescribed, often leading to a relatively large depth of burying of the sewer and the speed at which water flows to the main basin of the city is relatively fast and cannot regulate the flow, so there is an overload of non-collection and timely escape in the main basins of the city. Especially in the event of prolonged heavy rains combined with high tides.

Vo Van Kiet road is one of the most modern roads in HCMC designed closed ditch system, vertical canal combined with RC drain to effectively control the rainfall flow of the entire basin along both sides of the road.

The use of closed ditches is applied and brings a clear effect on flood protection projects in Ho Chi Minh City, the flood drainage project for QL13 has been implemented to help this area no longer flood after the rains. In order to accelerate the construction schedule in urban semi-assembled structures are studied and used reasonably to ensure quality and ensure traffic during the project implementation, Figure 8.



Figure 8. Closed ditch system controls flow to urban main basin [3]

The ditches are constructed 1/2 of the undercarriage cast on site and linked together by such construction connections to help the

re-establishment of the premises be carried out quickly, ensuring the project progress requirements and not affecting the business of urban people.

b) Application of BIM and 12D model technology in planning and management of urban infrastructure system

In order to implement bim in the field of construction, on December 22, 2016, the Prime Minister issued Decision No. 2500/QĐ-TTg approving the project on applying the Building Information Model (BIM) in construction activities.

BIM in infrastructure design has been implemented by the Faculty of Urban Infrastructure Engineering at HCMC University of Architecture in the training of infrastructure engineers over the last 5 years. The engineers apply BIM to the design of technical infrastructure network planning helps to build planning plans quickly, efficiently, with a higher level of accuracy than conventional planning design methods. [3]

BIM supports the change of options, technical solutions are quite flexible very suitable for climate change scenarios. Thereby helping the manager fully manage the scientific basis to determine the optimal solution in each scenario. The technical infrastructure system is planned as Figure 9.



Figure 9. Application of BIM Technology for planning [2]

In addition, the planning document is digitized for convenience in the management and operation of technical infrastructure system in

the future. Especially with unpredictable climate change, the use of integrated processing tools is the optimal solution for technical infrastructure systems to adapt to climate change. The potential for BIM to design technical infrastructure projects in the Mekong Delta to cope with climate change is huge. Promoting BIM integration for the life cycle of infrastructure projects in urban development during periods of climate change is critical. Similar to BIM technology, 12D Model is also being studied for application in the design of technical infrastructure system planning, the feature of integrating simulation of flexible surface drainage management plans into the planning project effectively compared to the traditional 2D planning plan, Figure10. From the above model, solutions for urban drainage also become easy, fast with more optimal and accurate planning products.

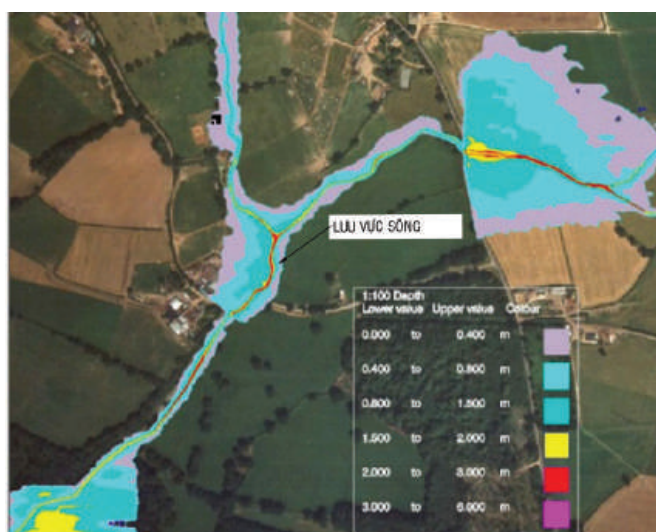


Figure 10. River level simulation in climate change conditions using TULFLOW 12D Model [2]

4. CONCLUSIONS

Using Integrating solutions to determine urban construction ground elevation in climate change adaptation conditions in Mekong Delta achieves the following results. Reducing the volume of leveling materials by 50%, the average leveling height decreased by 1.0m compared to 2.0m according to previously planned projects; The cost of urban construction has decreased significantly. Ensuring harmony

between new and existing cities, as well as urban planning trends in line with natural conditions and folk traditions living with the flood of the river region. Reduce urban subsidence and add groundwater to existing cities, reducing saltwater intake. In addition, existing infrastructure is protected and increased in service to meet the impacts of climate change.

For existing urban areas, solutions to control the rapid flow of rainwater to the main drainage basins should be implemented in sync with the renovation of stormwater receiving sources, which divides the amount of rainwater in existing urban receiving sources to improve urban adaptability in the current climate conditions.

BIM, 12Dmodel technology will effectively support managers to have the tools to decide on possible planning options and develop risk control scenarios against unpredictable changes in extreme weather.

The RCP8.5 climate change-rising water scenario is considered for urban planning and technical infrastructure projects, RCB4.5 is used for medium-term plans, and controlled level areas are favorable.

5. REFERENCES

- [1] Climate Change scenario and sea level rise for Vietnam" by the Ministry of Natural Resources and Environment in 2016, 2016.
- [2] Duong Ngo Trung, Tuan Vo Anh, Nen Nguyen Dinh, Trends of materials and technologies in infrastructure construction, International Conference of Water-Piercing Brick Japanese Technology, 2019.
- [3] Duong Ngo Trung, Solutions for construction of technical infrastructure in the rainy season in Ho Chi Minh City HCM, University of Architecture HoChiMinh City Journal, 2019.
- [4] QCVN01:2021: National technical regulation on construction planning, 2021.
- [5] Sen Tran Thi, Academic activities: high-altitude planning for low ground areas, e.g. Ho Chi Minh City, 2020.
- [6] Urban planning projects in HCMC and Mekong Delta.

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ: PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE CONSTRUCTION DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE IN THE MEKONG DELTA (SCD2021)

Bộ Xây Dựng; Trường đại học Xây dựng Miền Tây; Trường đại học Xây dựng; Trường đại học Bách Khoa – ĐHQG TP. Hồ Chí Minh; Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam; Hội Kết cấu và công nghệ xây dựng Việt Nam; Hội Bê tông Việt Nam

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

37 LÊ ĐẠI HÀNH – QUẬN HAI BÀ TRƯNG – HÀ NỘI

Điện thoại: 024.37265180 Fax: 024.39785233

Website: Nxbxaydung.com.vn

Email: sachdientu@nxbxaydung.com.vn

Văn phòng Đại diện tại Thành phố Hồ Chí Minh

Địa chỉ: Lầu 4 tòa nhà văn phòng 159 Điện Biên Phủ, P. 15, Q. Bình Thạnh, TP. Hồ Chí Minh

Điện thoại: 028.22417279

Chịu trách nhiệm phát hành xuất bản phẩm điện tử:

Giám đốc – Tổng Biên tập:

NGÔ ĐỨC VINH

Chịu trách nhiệm nội dung:

Giám đốc - Tổng Biên tập: NGÔ ĐỨC VINH

Biên tập viên: LÊ HỒNG THÁI

Chế bản: NGUYỄN HỮU LONG

Thiết kế bìa: VŨ THỊ BÌNH MINH

Xuất bản phẩm điện tử được đăng tải tại địa chỉ Website của Nhà xuất bản xây dựng: Nxbxaydung.com.vn.

Định dạng: PDF

Dung lượng: 58 (MB).

Số xác nhận ĐKXB: 3538-2021-CXBIPH/01-340/XD cấp ngày 11 tháng 10 năm 2021.

Mã ISBN: 978-604-82-5956-3

QĐXB số: 1252-2021/QĐ-XBSĐT-NXBXD ngày 13 tháng 10 năm 2021.

QĐPH số: 1252-2021/QĐ-PHSĐT-NXBXD ngày 15 tháng 10 năm 2021.

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

International Conference on sustainable
construction development
in the context of climate change
in the Mekong Delta (SCD2021)



ISBN: 978-604-82-5956-3

