

# Nguyên nhân và tác động của sụt lún, sạt lở đất công trình giao thông vào mùa khô hạn ở đồng bằng sông Cửu Long

Lê Châu Tuấn<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Giảng viên, Khoa Kỹ thuật Hạ tầng - Đô thị, Trường ĐHXD Miền Tây

## TỪ KHOÁ

Sụt lún đất  
Sạt lở đất công trình giao thông

## TÓM TẮT

Những tác động tiêu cực khác nhau đến môi trường, kinh tế và xã hội do sụt lún, sạt lở đất công trình giao thông đã và đang là một vấn đề nan giải ở Đồng Bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) trong những năm gần đây. Hạn hán kéo dài cùng với đập thủy điện ngăn dòng chảy từ thượng nguồn đổ về ĐBSCL và đóng cửa cống thủy lợi ngăn xâm nhập mặn, khai thác nước ngầm quá mức đã được xác định như là nguyên nhân chính của hiện tượng sụt lún, sạt lở đất công trình giao thông trong mùa khô hạn ở ĐBSCL. Bài báo này đưa ra một cái nhìn tổng quan về sự xuất hiện của sụt lún, sạt lở đất công trình giao thông ở ĐBSCL trong mùa khô hạn. Lịch sử, đặc điểm, nguyên nhân xác định và các tác động của sụt lún, sạt lở đất công trình giao thông trong khu vực được thảo luận.

## KEYWORDS

Land subsidence  
Landslide for traffic works

## ABSTRACT

Various negative impacts on the environment, economy and society due to subsidence and landslides of traffic works have been a problem in the Mekong Delta in recent years. Prolonged drought together with hydroelectric dams that prevent flow from upstream to the Mekong Delta and closure of irrigation sluices to prevent saltwater intrusion, over-exploitation of groundwater have been identified as the main causes of subsidence, landslides of traffic works in the dry season in the Mekong Delta. This article gives an overview of the occurrence of subsidence, landslides of traffic works in the Mekong Delta during the dry season. History, characteristics, identified causes and impacts of subsidence, landslides on traffic works in the area are discussed.

## 1. Đặt vấn đề

Sụt lún, sạt lở đất công trình giao thông ở ĐBSCL là một vấn đề nhức nhối trong những năm gần đây (Hình 1). Nó diễn biến ngày càng phức tạp và có mức độ gia tăng cả về phạm vi và mức độ nghiêm trọng, uy hiếp trực tiếp đến tính mạng, tài sản của người dân. Thời gian trước, sạt lở chỉ xảy ra vào mùa mưa lũ nhưng trong những năm gần đây sụt lún, sạt lở đất công trình giao thông xảy ra nhiều vào mùa khô hạn ở ven bờ biển, trên những con sông chính, kênh, rạch và địa phương nào cũng có thể xảy ra.

Sụt lún, sạt lở công trình giao thông trong mùa khô hạn không chỉ là một vấn đề môi trường nghiêm trọng mà còn có những tác động tiêu cực khác như thay đổi nước ngầm và mô hình dòng chảy bề mặt và suy giảm khả năng lưu trữ nước. Nó gây ra khó khăn trong việc đi lại, vận chuyển hàng hóa nông hải sản, gây thiệt hại lớn về kinh tế và làm suy giảm chất lượng cuộc sống và môi trường ở các khu vực bị ảnh hưởng [1,2]. Ngày nay đã có thể nhìn thấy nhiều tác động và việc hiểu rõ chúng là cần thiết cho việc lập kế hoạch và thực hiện các biện pháp ứng phó cũng như phát triển một chiến lược dài hạn. Bài báo này phân tích các nguyên nhân và tác động của hiện tượng sụt lún, sạt lở đất công trình giao thông ở ĐBSCL trong mùa khô hạn.

## 2. Nội dung nghiên cứu:

### 2.1. Tổng quan về tình hình sụt lún sạt lở đất công trình giao thông trong mùa khô hạn ở ĐBSCL

Theo đánh giá của Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh tại hội nghị "Nguyên nhân, giải pháp hạn chế xói lở và bồi lắng trong hệ thống sông Đồng bằng sông Cửu Long" do UBND tỉnh An Giang phối hợp Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh tổ chức cuối tháng 11/2019 tại Trường Đại học An Giang : Từ năm 2010 đến năm 2019, sạt lở kênh, rạch, bờ sông tại Đồng bằng sông Cửu Long diễn ra ngày càng gia tăng, với mức độ nghiêm trọng (bao gồm sạt lở cả mùa mưa lũ lẫn mùa khô hạn). Năm 2010, toàn vùng chỉ xuất hiện 99 điểm sạt lở thì đến năm 2019 số điểm sạt lở kênh, rạch, bờ sông tăng lên gấp 7 lần với 681 điểm. Vấn đề sạt lở kênh, rạch, bờ sông ở Đồng bằng sông Cửu Long đã đến hồi báo động, đòi hỏi các tỉnh, thành trong vùng phải có biện pháp hành động cụ thể để bảo vệ Đồng bằng sông Cửu Long không bị đe dọa bởi sạt lở [3].

Trong năm 2020, chỉ riêng tỉnh Cà Mau có tới hơn 1.600 điểm sụt lún, sạt lở do hạn hán. Trong đó, tuyến đường do cấp tỉnh quản lý có 09 điểm sụt lún với tổng chiều dài 250 m gồm: 01 điểm xã Trần Hợi; tuyến Tắc Thủ - Vàm Đá Bạc có 04 điểm sụt lún với tổng chiều

\*Liên hệ tác giả: lechautuan@mtu.edu.vn

Nhận ngày 30/10/2021, sửa xong ngày 04/12/2021, chấp nhận đăng 01/04/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.02.2022.266>

dài 95m và tuyến Co Xáng - Cơi Năm - Đá Bạc có 04 điểm sụt lún với tổng chiều dài 145m, cùng nhiều vết rạn nứt. Tuyến đê biển Tây có 03 điểm sụt lún với tổng chiều dài 240 m, trượt sâu từ 02 đến 03m với chiều dài 210m, sụt lún từ 0,08 m đến 0,1 m với chiều dài 30 m, nguy cơ sụt lún 4.215 m. Đối với lộ giao thông nông thôn có 1.154 điểm sụt

lún với tổng chiều dài 25.345m [4]. Cà Mau là tỉnh duy nhất của ĐBSCL không có nguồn nước ngọt bổ sung vào mùa khô, nên rất dễ bị ảnh hưởng tác động của hạn hán cực đoan kéo dài đã gây sạt lở, sụt lún, xâm nhập mặn ở nhiều nơi, đặc biệt là vùng ngọt hóa [5].



Sụt lún trên tuyến đường Co Xáng - Cơi Năm - Đá Bạc (Cà Mau)



Đê biển Tây (xã Khánh Bình Tây, Trần Văn Thời, Cà Mau)



Tuyến đường Tắc Thủ - Vàm Đá Bạc (Cà Mau)



Lộ giao thông tại xã Khánh Bình Đông, huyện Trần Văn Thời (Cà Mau)



Đường cấp kênh Gò Thuyền (Long An)



Sụt lún, sạt lở đường Tỉnh lộ 965 (Kiên Giang)



Sạt lở đất và lún mó cầu, trên QL1A (Bạc Liêu)



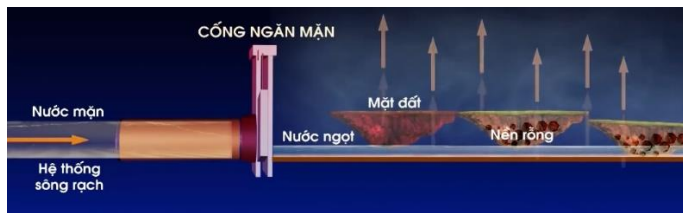
Điểm sạt lở nghiêm trọng gần cầu kênh 14, huyện Gò Công Tây (Tiền Giang)

Hình 1. Nhiều tuyến đường thuộc tỉnh ĐBSCL bị sạt lở, sụt lún đất nghiêm trọng.



2.2. Nguyên nhân của sụt lún và sụt lở đất công trình giao thông trong mùa khô hạn ở ĐBSCL

ĐBSCL của Việt Nam là một trong những đồng bằng lớn nhất trên thế giới. Giống như các Châu thổ khác, vùng đất này nằm ngay trên mực nước biển và bị đe dọa bởi mực nước biển dâng cao, thường xuyên bị xâm nhập mặn [6]. Chúng được bồi đắp bởi lượng phù sa màu mỡ, lượng nước ngọt dồi dào của sông Mekong có thượng nguồn từ trên Trung Quốc qua các nước Lào, Campuchia rồi chảy ra biển qua ĐBSCL của Việt Nam theo hai dòng chảy Sông Tiền và Sông Hậu. Tuy nhiên, vài thập kỷ trở lại đây lượng nước từ thượng nguồn Sông Mekong chảy về tới ĐBSCL đã giảm đi rất lớn do các nước như Trung Quốc và Lào xây dựng các đập thủy điện với số lượng lớn trên sông chính. Dữ liệu từ mạng lưới Mekong Dam Monitor - nền tảng trực tuyến theo dõi các chỉ số trên lưu vực sông Mekong cho thấy, hơn 12 tỷ m<sup>3</sup> nước đã được giữ lại bởi 45 đập ở thượng nguồn. Theo ước tính của dữ liệu vệ tinh viễn thám Eyes on Earth, tại một số trạm đo dọc sông Mekong, 25 % dòng chảy tự nhiên đã biến mất. Hiện lượng nước sông Mekong từ thượng nguồn về ĐBSCL năm 2020 giảm 157 tỷ m<sup>3</sup> so với năm 2011 [7].



Hình 2. Mô phỏng nguyên nhân gây sụt lún nền đường giao thông vào mùa khô hạn.

Mặt khác, do tình trạng xâm nhập mặn cộng với hạn hán kéo dài nên nước ta đã cho xây dựng nhiều công trình cống thủy lợi ngăn xâm nhập mặn làm cho mực nước trong các kênh rạch cạn kiệt (hình 2). Bên cạnh đó, ĐBSCL tuy có nhiều nước ngọt nhưng nước này thường bị ô nhiễm, càng về gần biển thì nước này càng lợ, mùa lũ có nguy cơ bị ảnh hưởng đến khả năng cấp nước do bị nhiễm phèn, độ đục cao. Mùa kiệt dễ bị ô nhiễm vi sinh và thuốc trừ sâu. Vùng phân bố dân cư phân tán nên khả năng cấp nước tập trung bị hạn chế. Vì vậy, khoan giếng bơm nước ngầm là một giải pháp thay thế cho việc cung cấp nước cho các hộ gia đình, doanh nghiệp và các hoạt động nông nghiệp [2]. Hiện toàn vùng có khoảng 778.890 giếng khoan, tổng công suất khai thác nước ngầm khoảng 1,425 triệu m<sup>3</sup>/ ngày đêm [8]. Dẫn đến tình trạng nước ngầm bị thất thoát lớn mà không có lượng nước khác nạp lại bổ sung. Và đó là nguyên nhân làm cho áp suất nước lỗ rỗng của tầng chứa nước giảm, các lớp sét và bột mịn chịu nén bị thoát nước và cuối cùng bị nén chặt. Sau đó các lớp dưới mặt bị nén, gây ra sụt lún đất ở bề mặt [2].

Sụt lún đất là hiện tượng xảy ra ở nhiều nơi trên thế giới. Sự sụt lún là kết quả của sự rút đi nặng nề của nước ngầm, sự nén thủy của trầm tích, quá trình oxy hóa và co ngót của cặn hữu cơ, sự phát

triển thâm khốc của các hố sụt trong địa hình Karst [9], tải trọng của các công trình nhân tạo (tĩnh tải của kết cấu nền mặt đường, của công trình dân dụng), hoạt tải của xe, sự cố kết tự nhiên của đất phù sa và các hoạt động kiến tạo [1]. Tuy nhiên, những đặc điểm và cơ chế phức tạp của sụt lún đất ở ĐBSCL vẫn được biết một phần.

Theo kết quả tính toán đánh giá ổn định khu vực bờ sông Sài Gòn khu vực Thanh Đa [10,15] và tính toán sụt lở bờ Sông Tiền đoạn qua huyện Long Hồ tỉnh Vĩnh Long [11] đã chỉ ra rằng, sự ổn định của đường bờ sông chịu ảnh hưởng rất lớn của mực nước trong sông. Mực nước trong các sông như một nêm vật chất phản áp để làm cân bằng cơ học của khối gây trượt và khối chống trượt của mái bờ sông. Khi mực nước tăng thì ổn định đường bờ sông tăng, khi mực nước rút xuống thấp thì hệ số ổn định bị giảm mạnh. Mặt khác, tải trọng đỉnh bờ có ảnh hưởng lớn đến hệ số ổn định đường bờ sông. Trường hợp không có tải trọng, hệ số ổn định khá cao. Và chất tải càng nhiều hệ số ổn định bờ sông càng thấp.

Với mục tiêu công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, nên nhiều lĩnh vực khác có thể sẽ phát triển trong nhiều thập kỷ tới. Nó là kết quả của việc tăng tốc khai thác tài nguyên thiên nhiên - đặc biệt là nước ngầm - để đáp ứng nhu cầu gia tăng dân số và phát triển nền công nghiệp. Đặc biệt là xây dựng đập thủy điện để cung cấp điện năng, tích trữ nguồn nước thượng nguồn làm giảm lượng nước hạ nguồn rất lớn. Bên cạnh đó, hoạt động khai thác cát quy mô lớn ở hạ lưu sử dụng cho việc san lấp, xử lý nền móng các công trình giao thông đã làm tăng độ sâu của lòng sông do “đói” phù sa cũng như gây xói mòn hai bên bờ sông.

Sự khan hiếm nước nạp và nước ngầm là nguyên nhân chính dẫn đến thiếu chi. Thiếu chi được định nghĩa là việc bơm nước từ tầng chứa nước vượt quá nguồn cung cấp chảy vào lưu vực. Nếu tiếp tục điều này dẫn đến cạn kiệt nguồn nước ngầm có thể gây hại cho môi trường không thể phục hồi. Một trong những hậu quả là sụt lún đất [12]. Tốc độ nạp lại tự nhiên chậm của hầu hết các tầng chứa nước và tốc độ bơm cao đã dẫn đến tình trạng thiếu chi nước ngầm ở nhiều vùng được tưới tiêu của ĐBSCL. Ở khu vực bán khô hạn, nhu cầu lớn về nước có thể sử dụng đã dẫn đến tình trạng thiếu chi nước ngầm ở nhiều tầng chứa nước [12].

2.3. Tác động của sụt lún và sụt lở đất công trình giao thông trong mùa khô hạn ở ĐBSCL

Tác động của sụt lở, sụt lún đất công trình giao thông đối với các khía cạnh khác nhau của đời sống con người là khá rõ ràng và có thể nhìn thấy ở khắp các vùng đồng bằng. Hầu hết mọi cây cầu đường bộ đều nhắc nhở người điều khiển phương tiện về đường lún nhanh hơn cầu, dẫn đến chênh lệch độ cao đáng kể buộc người lái xe phải giảm tốc độ khi lái xe lên và xuống cầu. Các bờ kênh đê nơi có công trình giao thông men theo sông song bị sụt lở, sụt lún đứt gãy kết cấu đường tạo thành các mảng lớn (Hình 1). Những ngôi nhà được xây dọc theo các tuyến đường nơi bị sụt lún, sụt lở sẽ bị nứt hoặc đổ sập xuống kênh, sông. Tuy nhiên, đây chỉ là một trong nhiều ảnh hưởng của sụt lún, sụt

lở đất. Tác động nguy hại nhất chính là khó khăn trong việc đi lại, lưu thông vận chuyển nông sản và hải sản của người dân trong khu vực bị ảnh hưởng. Từ đó ảnh hưởng đến phát triển kinh tế xã hội của địa phương. Sụt lún, sụt lở không chỉ gây thiệt hại về tài sản, mà còn đe dọa đến tính mạng hàng triệu người dân sinh sống trong vùng nếu không có biện pháp ứng phó và di dời kịp thời [1,2].

Đất đai sụt lún không chỉ là một vấn đề nghiêm trọng về môi trường mà còn có những tác động tiêu cực khác như thay đổi mô hình dòng chảy bề mặt và nước ngầm và suy giảm khả năng lưu trữ [10].

Không thể đánh giá thấp tác động hữu hình và vô hình của sụt lún, sụt lở đất. Các tác động kinh tế và môi trường chính của hiện tượng sụt lún đất có thể thay đổi từ không đáng kể đến nghiêm trọng tùy thuộc vào tính chất sử dụng đất hiện tại của khu vực bị ảnh hưởng và độ lớn và độ che phủ của sụt lún, sụt lở đất [1].

### 3. Kiến nghị một số giải pháp

Cần đo đạc khoan vùng cao độ, để theo dõi lún một cách có kế hoạch, có khoa học để báo cáo đánh giá tình hình nguy cơ sụt lún và đề ra các quy định pháp luật về sử dụng nước ngầm, nạo vét đào kênh mương tránh gây sụt lở, thiết kế biện pháp xử lý nền đường có thể gây sụt lún, sụt lở [13,14].

Thông tin toàn diện về đặc điểm sụt lún đất sẽ rất quan trọng đối với một số nhiệm vụ, chẳng hạn như điều tiết khai thác nước ngầm dựa trên không gian, kiểm soát hiệu quả lũ lụt, bảo tồn môi trường, thiết kế và xây dựng cơ sở hạ tầng và quy hoạch phát triển đô thị không gian nói chung [1,3].

Các nhà hoạch định chính sách về lĩnh vực phát triển bền vững hệ thống đường giao thông sớm đưa ra tiêu chí lồng ghép các giải pháp thích ứng với sụt lún, sụt lở đất công trình giao thông vào quá trình thiết kế và thi công như là một điều kiện bắt buộc [13].

Quản lý nghiêm ngặt các doanh nghiệp khai thác cát và của các hộ dân diễn ra trên hệ thống sông ở ĐBSCL sao cho việc khai thác cát diễn ra đúng nơi, đúng chỗ và không vượt quá chiều sâu cho phép khai thác [15]. Đặc biệt cần có chế tài khắc khe hơn đối với tình trạng nạo khai thác cát lậu.

Trong tương lai số lượng đập thủy điện do các nước ở thượng nguồn sông Mekong xây dựng sẽ ngày càng nhiều nên lưu lượng nước ngọt chảy về ĐBSCL ngày càng ít. Do đó cần có biện pháp tích trữ lượng nước như xây hồ dự trữ nước vào mùa mưa lũ (tránh lãng phí một lượng lớn nước mưa và nước ngọt từ thượng nguồn chảy ra biển) để có thể dẫn nước vào kênh gạch khi vào mùa khô hạn nhằm cung cấp đủ lượng nước nạp và tạo bệ phản áp.

Ngoài việc các Bộ Ngành đã ra các quy định pháp luật về việc sử dụng hợp lý nguồn nước ngầm thì Chính quyền địa phương cần tuyên truyền khuyến khích người dân nên sử dụng tiết kiệm nguồn nước và mua thùng phuy nhựa, lu sành hoặc xây ao hồ dự trữ nước sinh hoạt, đào mương rãnh dẫn nước để tưới tiêu trong mùa khô hạn, hạn chế khoan giếng khai thác nước ngầm.

Các công trình giao thông theo dữ liệu sụt lún, sụt lở của các

tỉnh thì đa số bị sụt lún, sụt lở đất tại các vị trí gần kênh, gạch và sông. Vì vậy đối với các tuyến đường đã xây dựng thì nên có biện pháp gia cố xử lý khắc phục hoặc phòng ngừa sụt lún trong tương lai. Ngoài ra, đối với các tuyến đường dự kiến xây dựng mới trong tương lai thì nên xem xét việc xây dựng phía trong đất liền cách xa các tuyến kênh, gạch và sông một khoảng cách an toàn (có thể thiết kế tính toán cung trượt của đất, khoan địa chất để biết sơ đồ mạch nước ngầm,...).

Về lâu dài, cần nghiên cứu học hỏi xây dựng hệ thống các đập, công trình thoát nước và đê biển ngăn xâm nhập mặn như Hà Lan. Bên cạnh đó, nghiên cứu khảo sát dự báo tình trạng nước sinh hoạt để xây dựng hệ thống xử lý nước biển, nước lợ, nước thải thành nước sinh hoạt như Singapore ở một số nơi thiếu nước trầm trọng.

### 4. Kết luận

Các phương án để giảm hoặc ngừng lún đất là rất hạn chế và trên thế giới vẫn chưa có giải pháp nào đảm bảo khắc phục được sụt lún, sụt lở đất hiệu quả. Tùy từng điều kiện địa chất thủy văn và kinh tế xã hội mà người ta áp dụng phương án khác nhau, sao cho giảm thiểu tối đa được tình trạng sụt lún, sụt lở đất trong khu vực bị ảnh hưởng. Để xác định các rủi ro và đưa ra quyết định sáng suốt, cần tiến hành một cuộc điều tra địa kỹ thuật thích hợp, đủ phạm vi và chất lượng [9]. Nếu không thể giảm lún đất một cách hiệu quả, phương án tốt nhất tiếp theo là sống chung với nó và đương đầu với tác động của nó [13].

Do tình trạng biến đổi khí hậu ngày càng nghiêm trọng nên hiện tượng sụt lún, sụt lở công trình giao thông trong mùa khô hạn ở ĐBSCL sẽ diễn ra ngày càng trầm trọng thêm. Chính vì vậy, để tránh tổn thất về người và của việc nghiên cứu tìm giải pháp giảm thiểu hiện tượng sụt lún, sụt lở càng trở nên cấp bách.

Các nhà quản lý và hoạch định chính sách nên lồng ghép giải pháp chống biến đổi khí hậu vào trong phương án thiết kế công trình như điều kiện bắt buộc [13].

Chính quyền địa phương và thông tin truyền thông nên đẩy mạnh tuyên truyền người dân trong việc sử dụng tiết kiệm nước, dự trữ nước hoặc khai thác nước ngầm đúng quy định pháp luật.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Hasanuddin Z. ABIDIN, Irwan GUMILAR, Heri ANDREAS, and Teguh P. SIDIQ, Indonesia, Yoichi FUKUDA, Japan, (2011), "Study on Causes and Impacts of Land Subsidence in Bandung Basin, Indonesia", Bridging the Gap between Cultures, Marrakech, Morocco, 18-22.
- [2]. Laura E Erban, Steven M Gorelick and Howard A Zebker, (2014), "Groundwater extraction, land subsidence, and sea-level rise in the Mekong Delta, Vietnam", Environ. Res. Lett. 9 084010 (6pp).
- [3]. [Hội thảo khoa học quốc tế "Nguyên nhân, giải pháp hạn chế xói lở và bồi lắng trong hệ thống sông Đồng bằng sông Cửu Long" \(abavn.com\)](http://abavn.com).
- [4]. Hơn 1.600 diêm sụt lún, sụt lở do hạn hán (camau.gov.vn) truy cập ngày 06/05/2020.
- [5]. [Cà Mau họp bàn giải pháp ứng phó tình hình hạn hán, xâm nhập mặn kéo dài \(kttvq.gov.vn\)](http://kttvq.gov.vn) truy cập ngày 24/02/2020.

- [6]. P S J Minderhoud et al, (2020), “Groundwater extraction may drown mega-delta: projections of extraction-induced subsidence and elevation of the Mekong delta for the 21st century”, Environ. Res. Commun. 2 011005.
- [7]. [https://congan.com.vn/doi-song/song-mekong-keu-cuu\\_119855.html](https://congan.com.vn/doi-song/song-mekong-keu-cuu_119855.html) (truy cập ngày 11/09/2021).
- [8]. <http://vwsa.org.vn/vn/article/2272/tong-quan-nguon-nuoc-phuc-vu-sinh-hoat-va-cong-nghiep-vung-dong-bang-song-cuu-long.html> (truy cập ngày 25/02/2021).
- [9]. A. Ivan Johnson, (1991), “Land subsidence”, Published by the International Association of Hydrological Sciences. IAHS Press, Institute of Hydrology, Wallingford, Oxfordshire OX10 8BB, UK, IAHS Publication No. 200. ISBN 0-947571-92-2.
- [10]. Lê Văn Tuấn, (2005), “Nghiên cứu ảnh hưởng của các nhân tố chính đến ổn định bờ sông Sài Gòn - Khu vực Bán Đảo Thanh Đa, Thành phố Hồ Chí Minh”, Luận văn thạc sĩ, Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh.
- [11]. Lưu Kiến Chính, Nguyễn Kỳ Phùng, (2014), “Nghiên cứu tính toán sạt lở bờ sông tiền đoạn qua huyện Long Hồ tỉnh Vĩnh Long bằng mô hình toán”, Tạp chí khí tượng thủy văn, số tháng 05 - 2014.
- [12]. G.A.TULARAM and M. KRISHNA, (2009), “Long term consequences of groundwater pumping in Australia: a review of impacts around the globe”, Volume 4, Number 2: 151-166.
- [13]. Olaf Neussner, (2019), Trouble Under Ground – Land Subsidence in the Mekong Delta, Mekong Urban Flood Proofing and Drainage Programme (FPP), Published by Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Registered offices Bonn and Eschborn, Germany.
- [14]. Tomasz Godlewski1, Witold Bogusz1 and Łukasz Kaczyński1, (2019), “Change in groundwater conditions as a cause of structural failure – selected case studies”, Matec Web of Conferences 284, 03001.
- [15]. Thiềm Quốc Tuấn, Huỳnh Ngọc Sang, Đậu Văn Ngọ, (2008), “Hiện trạng trượt lở bờ sông Sài Gòn phương hướng ngăn ngừa khắc phục”, Tạp chí phát triển KH&CN, số 11-2008.