

# ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ VẬN HÀNH CỦA HỆ THỐNG KIỂM SOÁT TRIỀU CHO THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Đặng Đồng Nguyên, Lê Thị Hòa Bình

Đại học Thủy lợi phân hiệu Bình Dương

**Tóm tắt:** Là trung tâm kinh tế lớn nhất của Việt Nam, Thành phố Hồ Chí Minh cũng là một trong những siêu đô thị ven biển đối mặt với nguy cơ ngập lụt cao nhất cả nước. Để đánh giá khả năng làm việc của hệ thống cống kiểm soát triều của Tp. HCM, phân tích tần suất và mô hình thủy lực đã được áp dụng trong nghiên cứu này. Kết quả cho thấy khi hầu hết các thời điểm trong quá trình mưa và triều tương ứng với tần suất 1%, hệ thống kiểm soát thủy triều hoạt động khá hiệu quả. Tuy nhiên, khi đỉnh mưa và triều xảy ra cùng một lúc, khả năng bảo vệ Tp. HCM của hệ thống cống kiểm soát triều là không đáng kể.

**Từ khóa:** Ngập lụt, Tần suất thiết kế, Kiểm soát triều, Tp. HCM, Mưa thiết kế

**Summary:** Presenting the biggest economic hub of Vietnam, Ho Chi Minh City (HCMC) is also one of the emerging coastal megacities which are at the highest risk of flooding and inundation. In order to access the ability of the tidal control systems, frequency analysis and hydraulic modelling are applied. The results show that the values of rainfall and tidal corresponding to frequency of 1%, the tidal control system works effectively. However, when the peaks of rainfall and tidal level occur at the same time, the tidal control system may not protect HCMC significantly.

**Key words:** Inundation, Return level, Tidal control, HCMC, Design Rainfall

## 1. TỔNG QUAN

Trong vài thập kỷ qua, lũ lụt đã làm gia tăng thêm nhiều thiệt hại cho các thành phố ven biển, ảnh hưởng đến đời sống của hàng triệu người hàng năm (Hallegatte, Green, Nicholls, & Corfee-Morlot, 2013; Jongman, Ward, & Aerts, 2012; Karamouz, Ahmadvand, & Zahmatkesh, 2017; Lasage et al., 2014). Đặc biệt tại các thành phố ven biển của các nước đang phát triển, nơi mà các biện pháp phòng chống lũ lụt chưa thật sự hiệu quả, thiệt hại do lũ lụt gây ra dường như nghiêm trọng hơn (Hallegatte et al., 2013; Nicholls et al., 2008; Lasage et al., 2014; Adikari et al., 2010).

Thành phố Hồ Chí Minh (Tp. HCM), trung tâm kinh tế tài chính lớn nhất cả nước, được xem như là một ví dụ điển hình về một siêu đô thị ven

biển đang phải đối mặt với tình trạng ngập lụt hết sức nghiêm trọng. Năm 2005, Tp. HCM nằm trong top 10 thành phố có đông dân số nhất bị ảnh hưởng bởi ngập lụt (Lasage et al., 2014; Nicholls et al., 2008; Hallegatte et al., 2013; Storch and Downes, 2011; ADB, 2010; Dasgupta et al., 2011; World Bank, 2010). Và đến năm 2070, Tp. HCM được dự đoán sẽ nằm trong top 5 của thế giới (Hanson et al., 2011; Storch and Downes, 2011). Mặc dù chính quyền thành phố đã dành rất nhiều sự quan tâm, đầu tư vào công cuộc phòng chống ngập lụt cho Tp. HCM trong nhiều thập kỷ qua, tuy nhiên tình trạng ngập lụt chưa thực sự được giải quyết một cách triệt để.

Nằm ở hạ lưu hệ thống sông Sài Gòn- Đồng Nai, kết hợp với địa hình thấp trũng, ngập lụt

Ngày nhận bài: 11/3/2021

Ngày thông qua phản biện: 05/4/2021

Ngày duyệt đăng: 12/4/2021

diễn ra khá thường xuyên tại Tp. HCM. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng các nguyên nhân chủ yếu gây ra tình trạng ngập lụt thường xuyên ở Tp. HCM bao gồm mưa lớn, triều cường, đô thị hóa quá nhanh trên diện rộng, cùng với lượng nước đổ về từ các hồ thượng nguồn qua hệ thống kênh rạch chằng chịt (ADB, 2010; Lasage et al., 2014; Storch & Downes, 2011; World Bank, 2010). Do có nhiều nguyên nhân gây ra tình trạng ngập úng, để giải quyết dứt điểm, triệt để vấn đề này thực sự là một bài toán khó đối với chính quyền thành phố.

Năm 2016, sau nhiều nghiên cứu, tư vấn từ các chuyên gia trong và ngoài nước, Tp. HCM chính thức khởi động siêu dự án để giải quyết ngập lụt cho thành phố bao gồm 6 công ngăn triều chính đó là Bến Nghé, Cây Khô, Mương Chuối, Phú Xuân, Phú Định và Tân Thuận kết hợp với hệ thống đê kè và một số trạm bơm và âu thuyền. Với dự án này chính quyền thành phố mong muốn sẽ giảm được tối đa thiệt hại hàng năm do ngập úng gây ra cho thành phố. Tuy nhiên, hiệu quả làm việc của các công ngăn triều này khi nhiều yếu tố gây ngập lụt cùng xuất hiện thì có thể chưa được đánh giá một cách kỹ lưỡng. Nghiên cứu này được đưa ra nhằm hướng đến mục tiêu đánh giá hiệu quả làm việc của các công ngăn triều dưới những nguyên nhân chính gây ngập lụt tại Tp. HCM. Các kịch bản đưa ra xem xét nhiều tổ hợp nguyên nhân chính gây ngập úng, từ đó có sự so sánh, đánh giá một cách chi tiết và cụ thể.

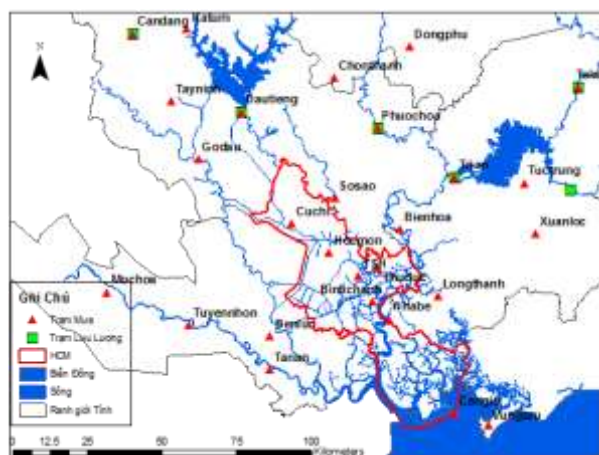
## 2. GIỚI THIỆU VÙNG NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU

Phạm vi của dự án với tuyến kiểm soát triều trong giai đoạn trước mắt (Giai đoạn 1): phía Bắc giáp Rạch Tra, phía đông giáp sông Sài Gòn, phía Nam giáp đường Long Thới-Nhon Đức, phía Tây giáp các tuyến đường giao thông

QL 50, Nguyễn Văn Linh, Lê Văn Lương, Mai Bá Hương, Thanh Niên và hệ thống đê bao thuộc dự án thủy lợi Hóc Môn – Bắc Bình Chánh (Hình 1). Vị trí của các trạm mưa, lưu lượng và mực nước được thể hiện trong Hình 2.



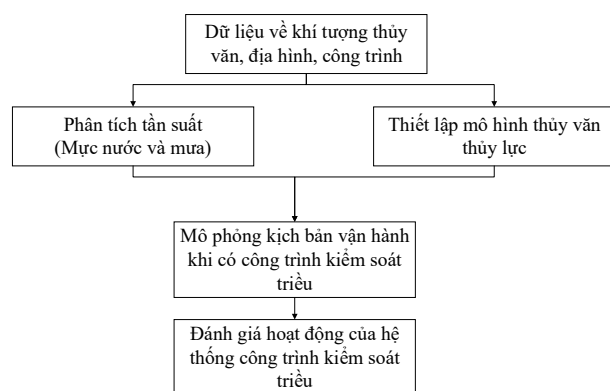
Hình 1: Bản đồ phạm vi dự án - giai đoạn 1 (VNCOLD, 2019)



Hình 2: Tp. HCM và các trạm quan trắc khí tượng thủy văn

## 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hình 3 thể hiện sơ đồ khối phương pháp nghiên cứu được sử dụng trong bài báo này. Dữ liệu thực đo mưa giờ Tân Sơn Hòa và mực nước triều giờ trạm Vũng Tàu từ năm 1982 đến năm 2018 được phân tích tính toán tần suất  $P=1\%$ . Hàm phân phối xác suất Pearson (P3) và Log Pearson loại 3 (LP3), hàm cực trị tổng quát (GEV) được xem xét trong nghiên cứu này. Hàm phân phối xuất suất phù hợp nhất dựa vào các chỉ số AIC, AICc, BIC và các biểu đồ Probability-Probability (PP) và Quantile-Quantile (QQ) để lựa chọn tính toán giá trị tần suất thiết kế.



Hình 3: Sơ đồ khối phương pháp nghiên cứu

Mô hình tổng thể MIKE 11 rất thân thiện với người sử dụng nhằm phân tích chi tiết, thiết kế, quản lý và vận hành cho sông và hệ thống kênh dẫn đơn giản và phức tạp. Với môi trường đặc biệt thân thiện với người sử dụng, linh hoạt và tốc độ, MIKE 11 cung cấp một môi trường thiết kế hữu hiệu về kỹ thuật công trình, tài nguyên nước, quản lý chất lượng nước và các ứng dụng quy hoạch. Mô đun mô hình thủy động lực (HD) là một phần trung tâm của hệ thống lập mô hình MIKE 11 và hình thành cơ sở cho hầu hết các mô đun bao gồm: dự báo lũ, tải khuếch tán, chất lượng nước và các mô đun vận chuyển bùn cát. Mô đun MIKE 11 HD giải các phương

trình tổng hợp theo phương đứng để đảm bảo tính liên tục và bảo toàn động lượng (DHI, 2003).



Hình 4: Sơ đồ mạng lưới sông thiết lập trong mô hình thủy lực

Số liệu về địa hình, mặt cắt ngang, số liệu lưu lượng xả từ các hồ Dầu Tiếng, Phước Hòa và Trị An cùng với số liệu mực nước Trạm Mộc Hóa và số liệu lưu lượng trạm Cần Đăng được sử dụng như là số liệu biên thượng lưu cho mô hình thủy động lực học MIKE 11. Số liệu mực nước triều trạm Vũng Tàu được sử dụng như là số liệu biên hạ lưu cho mô hình (Hình 4).

Mô hình mưa rào dòng chảy NAM được thiết lập vùng ngoại ô Tp. HCM với các trạm đo mưa ngày. Mô hình mưa rào dòng chảy URBAN được thiết lập cho vùng nội ô Tp. HCM. Các tham số đầu vào của mô hình mưa rào dòng chảy dựa vào số liệu địa hình và tài liệu thổ nhưỡng, sử dụng đất.

Các thông số công trình kiểm soát triều được thiết lập trong mô hình bằng cách sử dụng mô đun Control Structure tích hợp sẵn trong mô hình. Chi tiết thông số các công trình gồm có công kiểm soát triều và trạm bơm được thể hiện trong Bảng 1.

**Bảng 1: Thông số thiết kế của hệ thống kiểm soát triều**

| Công                   | Đơn vị            | Bến Nhé | Tân Thuận | Phú Xuân | Mương Chuối | Cây Khô | Phú Định |
|------------------------|-------------------|---------|-----------|----------|-------------|---------|----------|
| Chiều rộng khoang cống | m                 | 40      | 40        | 80       | 160         | 80      | 40       |
| Số cửa                 | cửa               | 1       | 1         | 2        | 4           | 2       | 1        |
| Cao trình ngưỡng cống  | m                 | -3,6    | -5,5      | -5       | -6,5÷       | -5,5    | -5,5     |
|                        |                   |         |           |          | -10         |         |          |
| Cao trình đỉnh cửa van | m                 | +3,0    | +3,0      | +3,0     | +3,0        | +3,0    | +3,0     |
| Cao trình đỉnh trụ pin | m                 | +3,0    | +3,5      | +3,5     | +3,5        | +3,5    | +3,5     |
| <b>Trạm Bom</b>        |                   |         |           |          |             |         |          |
| Q <sub>TK</sub>        | m <sup>3</sup> /s | 12      | 48        |          |             |         | 36       |
| Q mỗi máy              | m <sup>3</sup> /s | 6       | 6         |          |             |         | 6        |
| Số tổ máy (GĐ1)        | máy               | 2       | 8         |          |             |         | 6        |

Kịch bản được lựa chọn mô phỏng để xem xét khả năng hoạt động của hệ thống kiểm soát triều là khi có vận hành và không vận hành công trình với các giá trị mực nước và mưa với tần suất P=1%. Giá trị lưu lượng, mực nước biên thượng được chọn là số liệu thực đo năm 2000.

#### 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Số liệu mưa 24 giờ lớn nhất được trích xuất từ dữ liệu mưa giờ trạm Tân Sơn Hòa và số liệu mực nước giờ lớn nhất được sử dụng để tính toán tần suất. Các chỉ số AIC, AICc và BIC đều chỉ ra rằng hàm phân phối xác suất GEV được xem là phù hợp nhất trong 3 hàm được xem xét trong nghiên cứu này (Bảng 2).

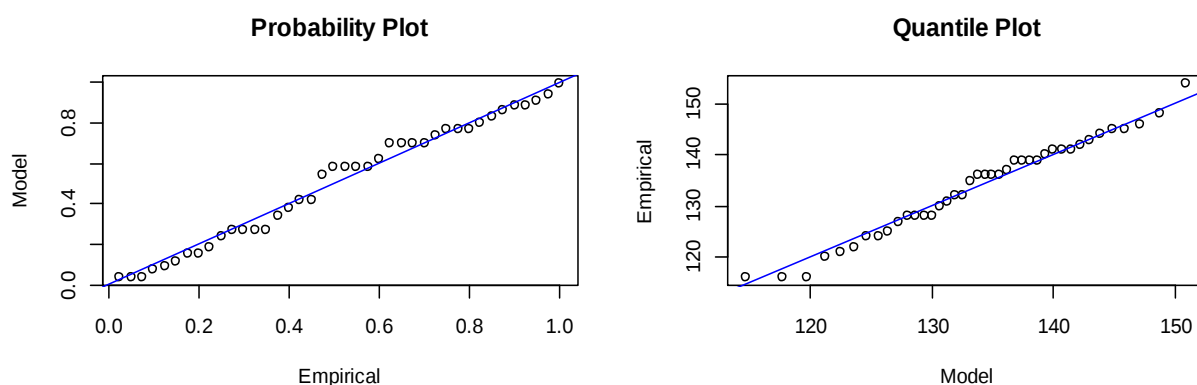
**Bảng 2: Chỉ số thống kê lựa chọn hàm phân phối xác suất**

| Chỉ số | Vũng Tàu |       |       | Tân Sơn Hòa |       |       |
|--------|----------|-------|-------|-------------|-------|-------|
|        | P3       | LP3   | GEV   | P3          | LP3   | GEV   |
| AIC    | 298.1    | 298.0 | 297.7 | 377.3       | 375.6 | 374.9 |
| AICc   | 298.8    | 298.6 | 298.3 | 378.0       | 376.3 | 375.7 |
| BIC    | 303.2    | 303.0 | 302.7 | 382.1       | 380.4 | 379.8 |

Thêm vào đó, các biểu đồ PP và QQ cũng xác nhận hàm GEV cho kết quả giữa số liệu thực đo và mô hình tương đối phù hợp (Hình 5).

Do đó, trong nghiên cứu này hàm GEV được lựa chọn để tính toán giá trị thiết kế với tần suất P=1% cho cả mực nước và mưa cho lưu

vực tính toán.



Hình 5: PP and QQ plot phân tích tần suất trạm Vũng Tàu

Trong nghiên cứu này, tần suất  $P=1\%$  của đại lượng mưa và mực nước được lựa chọn như là số liệu đầu vào mô hình thủy lực để tính toán xem xét mức độ ảnh hưởng của chúng lên mực

nước vùng được bảo vệ. Chi tiết về giá trị thiết kế của mực nước và mưa được thể hiện trong Bảng 3.

**Bảng 3: Giá trị mực nước và mưa thiết kế**

|                         |     |     |     |
|-------------------------|-----|-----|-----|
| Thời gian lặp lại (năm) | 5   | 10  | 100 |
| Mực nước Vũng Tàu (cm)  | 146 | 151 | 153 |
| Mưa Tân Sơn Hòa (mm)    | 165 | 256 | 307 |

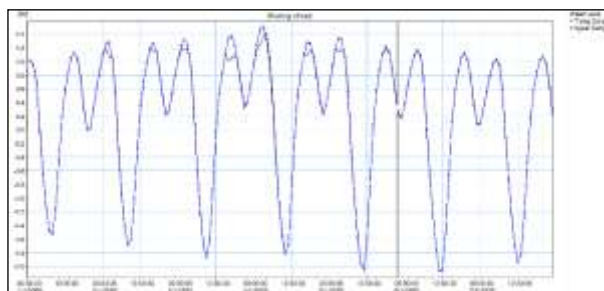
Các chỉ tiêu đánh giá sai số thống kê như là hệ số tương quan bội ( $R^2$ ), tỷ số của sai số toàn phương trung bình và độ lệch chuẩn (RSR) và Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) được sử dụng nhằm đánh giá sai số giữa mực nước thực đo và mô hình. Mực nước giờ từ ngày 01/09/2012 tới 24/09/2012 của bốn trạm Bến Lức, Biên Hòa, Nhà Bè và Thủ Dầu Một được sử dụng để hiệu

chỉnh mô hình thủy lực. Mực nước từ ngày 19/09/2011 tới 04/10/2011 được sử dụng để kiểm định mô hình. Kết quả của các sai số thống kê được trình bày tại Bảng 4. Kết quả chỉ ra rằng sai số mực nước giữa thực đo và mô hình là tương đối tốt và có thể sử dụng để mô phỏng các kịch bản tính toán.

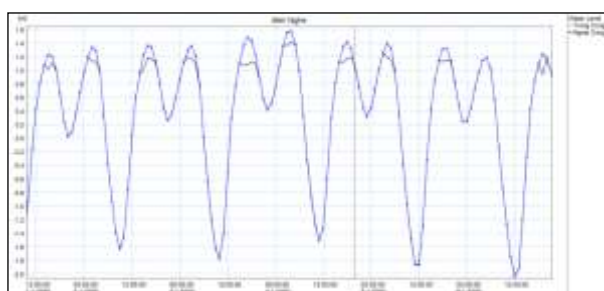
**Bảng 4: Giá trị sai số thống kê của mô hình thủy lực**

| Trạm     | Hiệu chỉnh |      |      | Kiểm định |      |      |
|----------|------------|------|------|-----------|------|------|
|          | $R^2$      | RSR  | NSE  | $R^2$     | RSR  | NSE  |
| Bến Lức  | 0.97       | 0.55 | 0.7  | 0.91      | 0.4  | 0.84 |
| Biên Hòa | 0.88       | 0.66 | 0.61 | 0.77      | 0.7  | 0.51 |
| Nhà Bè   | 0.96       | 0.32 | 0.89 | 0.81      | 0.65 | 0.58 |

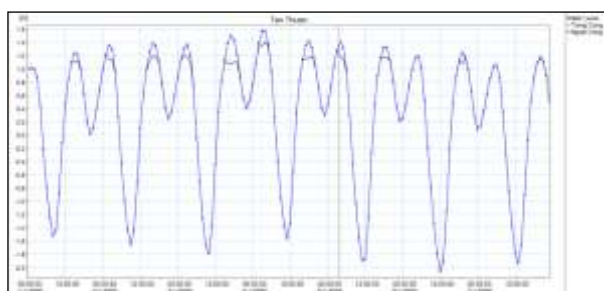
|             |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|
| Thủ Dầu Một | 0.97 | 0.59 | 0.65 | 0.93 | 0.42 | 0.82 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|



Hình 6: Mức nước trong và ngoài cống Bến Nghé



Hình 7: Mức nước trong và ngoài cống Tân Thuận



Hình 8: Mức nước trong và ngoài cống Mương Chuối

Mức nước không chế được chọn cho vùng được bảo vệ là 1.2 m để đảm bảo hệ thống thoát nước đô thị hoạt động bình thường. Kết quả tính toán chỉ ra rằng với giá trị mưa và mực nước triều với tần suất  $P=1\%$  thì hầu hết các thời đoạn thì hệ thống kiểm soát triều làm việc hiệu quả để khống chế mực nước vùng được bảo vệ  $\leq 1.2$

m. Tuy nhiên, khi vào thời điểm đỉnh mưa và mực nước triều xảy ra đồng thời thì hệ thống không thể đảm bảo được mực nước  $\leq 1.2$  m. Hình 6, 7 và 8 chỉ ra rằng mực nước ngoài cống là khoảng 1.6 và mực nước trong các cống (Bến Nghé, Tân Thuận và Mương Chuối) là khoảng 1.4 m vào thời điểm giá trị lớn nhất của mưa và triều. Tuy nhiên, lưu ý rằng trong nghiên cứu này chỉ áp dụng phương thức vận hành là khống chế mực nước trong vùng được bảo vệ là  $\leq 1.2$  m. Do đó, thật là cần thiết phải xây dựng các phương án vận hành khác để nhằm đảm bảo đạt được mực nước không chế trong vùng cần được bảo vệ.

## 5. KẾT LUẬN

Nhằm đánh giá khả năng kiểm soát ngập úng của hệ thống thủy lợi kiểm soát triều cho Tp. HCM, phân tích tần suất và mô hình thủy lực đã được áp dụng để phân tích. Kết quả tính toán giá trị mực nước triều và mưa thiết kế với tần suất  $P=1\%$  được dùng như là số liệu đầu vào cho mô hình thủy lực. Các thông số thiết kế và quá trình vận hành của hệ thống kiểm soát triều cũng được khai báo trong mô hình thủy lực để phục vụ cho việc đánh giá khả năng hoạt động của hệ thống.

Kết quả cho thấy rằng với với giá trị mưa và mực nước triều với tần suất  $P=1\%$  thì hầu hết các thời điểm thì hệ thống kiểm soát triều làm việc hiệu quả để khống chế mực nước vùng được bảo vệ  $\leq 1.2$  m. Tuy nhiên, khi vào thời điểm đỉnh mưa và mực nước triều xảy ra đồng thời thì hệ thống không thể đảm bảo được mực nước  $\leq 1.2$  m.

Nghiên cứu cũng đề xuất nên có nhiều phương thức vận hành khác nhau nhằm tìm ra giải pháp

vận hành tối ưu nhất nhằm đảm bảo được mực nước khổng chế trong vùng được bảo vệ. xuất quy trình vận hành tổng thể cho toàn hệ thống.

Nghiên cứu tiếp theo của nhóm có thể là đề

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ADB. (2010). Ho Chi Minh City Adaptation to Climate Change: Summary Report. Retrieved 19 December, 2016, from <https://www.adb.org/publications/ho-chi-minh-city-adaptation-climate-change-summary-report>
- [2] DHI. (2003). A modelling system for Rivers and Channels. *User Guide*: Danish Hydraulic Institute, Denmark.
- [3] Hallegatte, S., Green, C., Nicholls, R. J., & Corfee-Morlot, J. (2013). Future flood losses in major coastal cities. *Nature climate change*, 3(9), 802-806.
- [4] Jongman, B., Ward, P. J., & Aerts, J. C. (2012). Global exposure to river and coastal flooding: Long term trends and changes. *Global Environmental Change*, 22(4), 823-835.
- [5] Karamouz, M., Ahmadvand, F., & Zahmatkesh, Z. (2017). Distributed Hydrologic Modeling of Coastal Flood Inundation and Damage: Nonstationary Approach. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 143(8), 04017019.
- [6] Lasage, R., Veldkamp, T., De Moel, H., Van, T., Phi, H., Vellinga, P., & Aerts, J. (2014). Assessment of the effectiveness of flood adaptation strategies for HCMC. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14(6), 1441-1457.
- [7] Storch, H., & Downes, N. K. (2011). A scenario-based approach to assess Ho Chi Minh City's urban development strategies against the impact of climate change. *Cities*, 28(6), 517-526.
- [8] VNCOLD. (2019). Công Tân Thuận thuộc Dự án Giải quyết ngập do triều khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Retrieved 25 April 2020, from <http://www.vncold.vn/Web/Content.aspx?distid=4509&fbclid=IwAR2aexlodNIHiUjMWxJWtGSgbaityHqZEZ89fHRdvIqpsepjFqtkYOAbbOl0>
- [9] World Bank. (2010). Climate risks and adaptation in Asian coastal megacities: a synthesis report. *Washington DC: The World Bank*. Retrieved 20 December, 2016, from <http://documents.worldbank.org/curated/en/866821468339644916/Climate-risks-and-adaptation-in-Asian-coastal-megacities-a-synthesis-report>