

BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU CỤC BỘ VÀ VẤN ĐỀ NGẬP LỤT ĐÔ THỊ Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Hồ Long Phi

Trường Đại học Quốc Gia TP.HCM

Tóm tắt:

Dựa trên những phân tích thống kê số liệu thủy văn thu thập từ các trạm chung quanh khu vực TP.HCM, tác giả đưa ra những chứng cứ để giải thích sự bất thường trong diễn biến thủy văn và chỉ ra một khía cạnh khác của tình trạng ngập lụt đô thị ở TP.HCM trong những năm gần đây. Kết quả thu được cho thấy rằng ảnh hưởng của mực nước biển dâng cho đến nay có thể chưa phải là nguyên nhân duy nhất và chủ đạo. Từ đó có thể dẫn đến nhận xét rằng những biện pháp trước mắt để kiểm soát ngập lụt đô thị ở TP.HCM nên chú ý đến những nguyên nhân tại chỗ gây ra bởi tình trạng đô thị hóa.

1. Dẫn nhập:

Từ hơn một thập niên vừa qua, tình trạng ngập úng đô thị đã diễn ra ngày càng trầm trọng và dẫn đến những tranh luận về nguyên nhân cũng như giải pháp trọn vẹn cho vấn đề này.

Gần đây, bản quy hoạch thủy lợi chống ngập úng khu vực TP.HCM (gọi tắt là QHTL 2008) trên quan điểm ngăn chặn tác động của triều từ phía Nam và lũ thượng nguồn, đã bổ sung thêm những nghiên cứu về các kịch bản triều và lũ cực đại trong tương lai. Từ đó đã đề xuất tiến hành bảo vệ toàn thành phố bởi hệ thống polder với tổng giá trị đầu tư lên đến khoảng 11.5 ngàn tỉ đồng (tương đương với khoảng 700 triệu USD). Tuy nhiên trong đề án này, một lần nữa tình trạng vũ lượng mưa cực đại hàng năm có xu thế tăng dần cũng vẫn chưa được quan tâm. Ngoài ra, mặc dù đánh giá rằng xu thế gia tăng của triều biển Đông trong thời kỳ gần đây là không lớn, các tác giả lại quyết định chọn phương án đầu tư cho hệ thống ngăn triều theo hướng phát triển từ phía nam lên phía bắc, khu vực trung tâm lại được xem xét đầu tư ở giai đoạn 3 của dự án.

Trong bài viết này, tác giả đưa ra những nhận xét rút ra từ số liệu quan trắc khí tượng thủy văn và phát triển đô thị trong thời kỳ 1980 - 2007 để cung cấp một góc nhìn khác về một trong những nguyên nhân quan trọng của vấn đề ngập lụt đô thị ở TP.HCM.

Những kết quả nghiên cứu bước đầu đã cho thấy việc thiết lập một hệ thống thoát nước bền vững (Sustainable Urban Drainage System – SUDS) cho TP.HCM không những là một mục tiêu lâu dài mà còn có thể chỉ ra hướng giải quyết tình trạng úng ngập đô thị một cách hiệu quả trong thời gian trước mắt và ngăn chặn việc phát sinh những vị trí ngập mới trong quá trình đô thị hóa trong thời gian tới.

2. Phương pháp luận:

Trong bài này, phương pháp phân tích thống kê và tương quan được áp dụng; chủ yếu nhằm rút ra những gợi ý có tính định hướng cho những phân tích chi tiết hơn bằng mô hình thủy văn tất định.

Do thượng nguồn của khu vực có các hồ chứa lớn như Trị An (hoàn thành năm 1989), Dầu Tiếng (hoàn thành năm 1985). Các hồ chứa nhỏ hơn như Phước Hòa, Cần

Đơn... ảnh hưởng ít đến lưu lượng trên sông Đồng Nai. Do đó chuỗi số liệu mực nước sẽ được phân tích từ năm 1990. Số liệu mưa được đánh giá từ 1952 - 2007.

3. Kết quả và thảo luận:

3.1. Mực nước cao nhất hàng năm trên các sông trong khu vực:

Bảng 1 cho thấy trong khi mực nước tại Vũng Tàu hầu như không có xu thế gia tăng trong suốt thời kỳ 1990 - 2007 thì tại Phú An và Nhà Bè xu thế này lần lượt là khoảng 1.45 cm/năm và 1.17 cm/năm. Tại các trạm khác chung quanh khu vực, cũng có thể quan sát thấy xu thế gia tăng rõ nét của mực nước cao nhất hàng năm.

Điều này đã dẫn đến một nhận định quan trọng là: *phải chăng tình trạng ngập triều gia tăng dồn dập trong những năm gần đây trong khu vực không gắn trực tiếp với diễn biến thay đổi khí hậu và mực nước biển dâng toàn cầu?* Nhận định này rất quan trọng trong việc xác định ra nguyên nhân đích thực của tình trạng ngập triều ngày càng gia tăng dồn dập ở TP.HCM và đề xuất giải pháp phù hợp.

3.2. Tương quan của các yếu tố thủy văn trong khu vực:

Bảng 2 trình bày kết quả tính toán hệ số tương quan của mực nước cao nhất hàng năm giữa các trạm đo trong khu vực với trạm Vũng Tàu.

Kết quả phân tích trong bảng 2 cho thấy không có sự tương quan với mức ý nghĩa 90% giữa mực nước cao nhất hàng năm giữa các trạm đo trong khu vực với trạm Vũng Tàu ($R^*=0.34$), ngoại trừ tại Biên Hòa và Tân An.

Bảng 3 trình bày kết quả tính toán hệ số tương quan của mực nước cao nhất hàng năm giữa các trạm đo trong khu vực với trạm Phú An.

Kết quả phân tích trong bảng 3 cho thấy ngoại trừ trạm Vũng Tàu, mực nước cao nhất hàng năm giữa các trạm đo trong khu vực đều có tương quan rất chặt với trạm Phú An, với mức ý nghĩa 1% ($R^{**}=0.66$).

Bảng 1: Đánh giá xu thế tăng của mực nước lớn nhất hàng năm tại các trạm thủy văn chính

Zmax (cm)	n	Mann-Kendall Z	Signific.	Sen's Q	Sen's B	COV	Đánh giá
Phú An	18	4.03	***	1.455	108.82	0.06	Tăng mạnh
Vũng Tàu	18	-0.04		0.000	134.00	0.06	Không tăng
Thủ Dầu Một	18	4.46	***	0.900	100.70	0.05	Tăng mạnh
Nhà Bè	18	3.27	**	1.167	116.58	0.06	Tăng mạnh
Biên Hòa	18	1.86	+	1.800	138.30	0.11	Tăng ít
Bến Lức	18	3.88	***	1.917	92.00	0.09	Tăng mạnh
Tân An	18	2.88	**	1.941	97.76	0.12	Tăng mạnh

Bảng 2: Hệ số tương quan mực nước giữa các trạm với Vũng Tàu

Trạm	Phú An	Thủ Dầu Một	Nhà Bè	Biên Hòa	Bến Lức	Tân An
R	0.12	0.0	0.04	0.35	0.22	0.36

Bảng 3: số tương quan mực nước giữa các trạm với Phú An

Trạm	Vũng Tàu	Thủ Dầu Một	Nhà Bè	Biên Hòa	Bến Lức	Tân An
R	0.12	0.96	0.85	0.63	0.87	0.68

3.3. Phân tích tương quan giữa các giá trị lưu lượng xả tối đa và mực nước cao nhất hàng năm tại các trạm liên quan:

Kết quả phân tích tương quan cho thấy có tương quan giữa lưu lượng xả tối đa tại Trại An và mực nước cao nhất hàng năm tại Biên Hòa ($R=0.73$), Phú An ($R=0.75$) và Thủ Dầu Một ($R=0.71$) với mức ý nghĩa 5% ($R^*=0.6$). Tại Nhà Bè, ảnh hưởng của lưu lượng tại Trại An không còn rõ rệt ($R=0.43$).

Tuy nhiên trên sông Sài Gòn, tương quan giữa lưu lượng xả tại Dầu Tiếng và mực nước cao nhất hàng năm tại Phú An ($R=0.46$), Thủ Dầu Một ($R=0.64$) và Nhà Bè ($R=0.42$), đều chưa đạt mức ý nghĩa 95% ($R^*=0.66$)

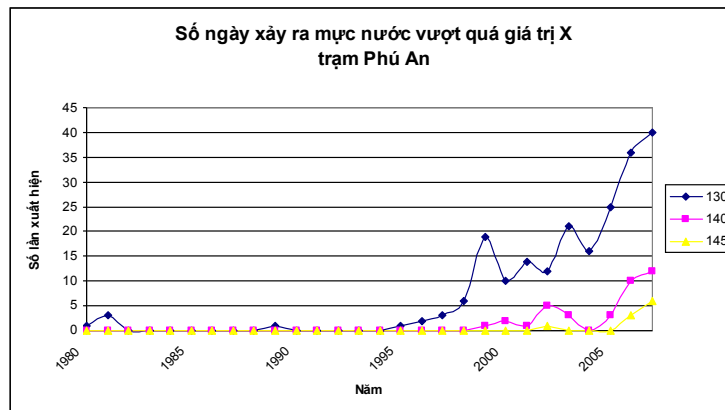
Như vậy kết quả phân tích tương quan cho phép rút ra các nhận xét đáng chú ý sau đây:

Hiện nay, ảnh hưởng của thượng nguồn đối với mực nước cao nhất hàng năm tại Phú An tỏ ra quan trọng hơn tác động từ phía biển; trong đó vai trò của sông Đồng Nai chiếm ưu thế rõ rệt. Vai trò của lưu lượng xả tràn từ hồ Dầu Tiếng trong thời gian qua ít có ý nghĩa đối với mực nước chung quanh khu vực TP.HCM.

Mực nước cao nhất hàng năm tại các trạm bên trong nội địa đều có tương quan rất chặt chẽ với mực nước trên sông Sài Gòn tại Phú An. Điều này cho phép đưa ra một nhận định về tính tương tác của các yếu tố sông rạch nội tại của khu vực, hoặc *các tác động đến hiện tượng gia tăng mực nước trên các sông có thể đã được hình thành từ một nguồn gốc tương tự nhau*. Trong những yếu tố được xem xét thì vấn đề đô thị hóa, san lấp khu vực trũng và lấn chiếm sông rạch có thể là nguyên nhân quan trọng nhất dẫn đến sự gia tăng mực nước trên các sông rạch chung quanh khu vực thành phố Hồ Chí Minh.

Một chỉ tiêu khác đã được dùng để đánh giá mức độ gia tăng mực nước tại Phú An. Hình 1 mô tả số lần hàng năm có mực nước vượt quá giá trị X cho trước.

Hình 1 cho thấy ảnh hưởng của mực nước dâng cao tại Phú An là rất đáng ngại. Theo hình 6, vào năm 2007 các khu vực có cao trình dưới 1.30 m và 1.40 m đã bị ngập lần lượt 40 lần/năm và 12 lần/năm, gấp hàng chục lần so với thời kỳ trước 1995. Yếu tố này cho thấy rằng *thiệt hại do mực nước dâng cao không thể chỉ đánh giá thông qua độ sâu ngập và diện tích ngập như hiện nay*.



Hình 1: Tổng số lần xảy ra mực nước cao hơn giá trị X trong năm

Xu thế gia tăng đột ngột từ giữa thập niên 90 trong hình 1 cũng cho phép rút ra nhận định rằng diễn biến mực nước dâng cao hiện nay trên sông Sài Gòn không thể giải thích bằng hiện tượng mực nước biển dâng cao do trái đất nóng dần.

Trên lý thuyết, các yếu tố sau đây có thể tác động đến hiện tượng gia tăng mực nước trên sông Sài Gòn:

Diện tích và thể tích của các khu vực trũng thấp có khả năng điều tiết nước chung quanh TP.HCM đã bị san lấp hay lấn chiếm.

Diện tích đất nông nghiệp đáng kể đã được bao đê để bảo vệ trong thời gian gần đây.

Lòng dẫn sông Sài Gòn đã bị thu hẹp do bồi lắng hay lấn chiếm, hiện tượng này có thể đã xảy ra mạnh mẽ nhất trong thời gian gần đây.

Để có thể đưa đến một kết luận chính xác cần phải tiến hành những nghiên cứu bổ sung về quá trình biến đổi trên lưu vực bao gồm: đô thị hóa, cơ cấu sử dụng đất, biện pháp kiểm soát nước ở các hệ thống thủy nông, diễn biến mưa - dòng chảy trên lưu vực; trong đó đặc biệt quan trọng là việc san lấp hoặc kiểm soát nước trên các vùng đất thấp ven sông.

3.4 Mưa:

Bảng 4 cho thấy có sự gia tăng vào khoảng 0.74 mm/năm đối với vũ lượng mưa trận lớn nhất hàng năm. Số lần xuất hiện những trận mưa có vũ lượng vượt quá ngưỡng cho trước được trình bày trong bảng 5.

Bảng 4: Đánh giá xu thế tăng của vũ lượng mưa trận lớn nhất hàng năm tại trạm Tân Sơn Nhất (1952 - 2008)

Rmax (mm)	n	Mann-Kendall Z	Signific.	Sen's Q	Sen's B	COV	Đánh giá
Tân Sơn Nhất	57	3.88	***	0.739	62.17	0.31	Tăng mạnh

Bảng 5: Thống kê số lần xuất hiện của những trận mưa có vũ lượng vượt quá ngưỡng cho trước (trạm Tân Sơn Hòa TP.HCM)

Thời kỳ	1982-1986	1987-1991	1992-1996	1997-2001	2002-2006
---------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Ngưỡng					
50mm	18	30	32	36	33
80mm	3	6	6	9	9
100mm	1	1	2	5	4

Hiện tượng số trận mưa lớn xuất hiện với tần suất tăng dần theo thời gian đã được giải thích bởi hiệu ứng đảo nhiệt (Heat Island Effect), mặc dù cho đến nay vẫn chưa thể tái hiện lại một mô hình vật lý đủ tin cậy cho vấn đề này. Tình trạng nhiệt độ gia tăng liên tục và ngày càng nhanh dần kể từ thập niên 90 của thế kỷ trước trùng khớp với lý thuyết của hiệu ứng đảo nhiệt và góp phần lý giải hiện tượng mưa lớn xuất hiện ngày càng thường xuyên ở các khu vực đô thị hoá. Đây không phải là vấn đề cá biệt của TP.HCM mà đã được tổng kết trên khắp thế giới từ nhiều thập niên.

Tình trạng gia tăng liên tục của mực nước trên sông Sài Gòn cùng với những trận mưa có vũ lượng lớn xuất hiện ngày càng thường xuyên hơn, trong khi hệ thống thoát nước và kiểm soát triều vẫn chưa đủ khả năng đáp ứng đã làm cho tình trạng ngập lụt đô thị ở TP.HCM ngày càng trở nên trầm trọng. Hơn 70 vị trí ngập xuất hiện ở TP.HCM sau những cơn mưa có vũ lượng từ 40 mm trở lên ngay cả khi thủy triều đang ở mức thấp cho thấy dòng chảy tràn đô thị do mưa lớn vượt quá khả năng thoát nước của cống đang là tác nhân gây ngập chủ yếu hiện nay.

3.5. Nhiệt độ:

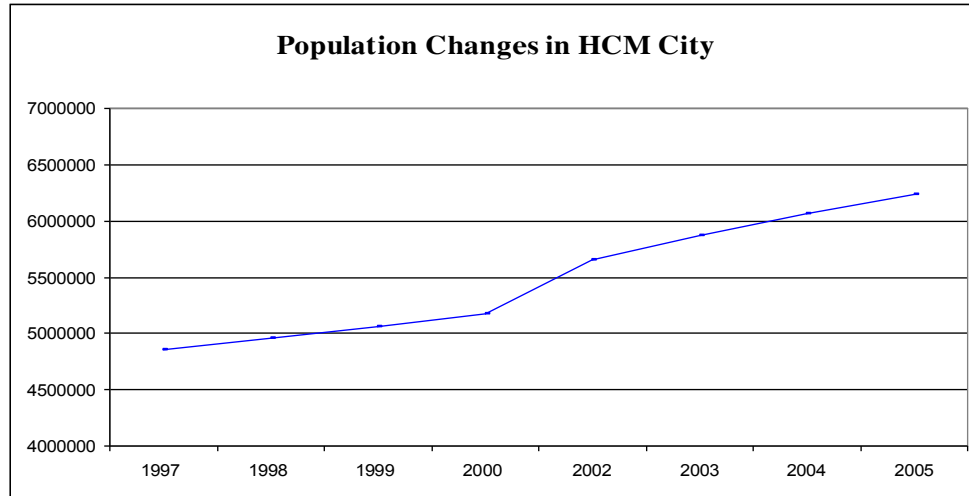
Bảng 6: Mức độ gia tăng nhiệt độ ở TP.HCM và ĐBSCL trong thời kỳ 1977 - 2006

Thời kỳ	Mức tăng nhiệt độ (o C/10 năm)	
	Trung bình ĐBSCL	Trạm Tân Sơn Hòa
1977 - 1986	0,13	0,18
1987 - 1996	0,14	0,26
1997 - 2006	0,16	0,34

3.6. Tình trạng đô thị hóa ở TP.HCM:

Tốc độ gia tăng dân số từ năm 1979 đến năm 1989 là 1.95%/năm, từ năm 1989 đến năm 1999 là 2.63%/năm và năm 1999 đến năm 2005 là 4.29%/năm [2].

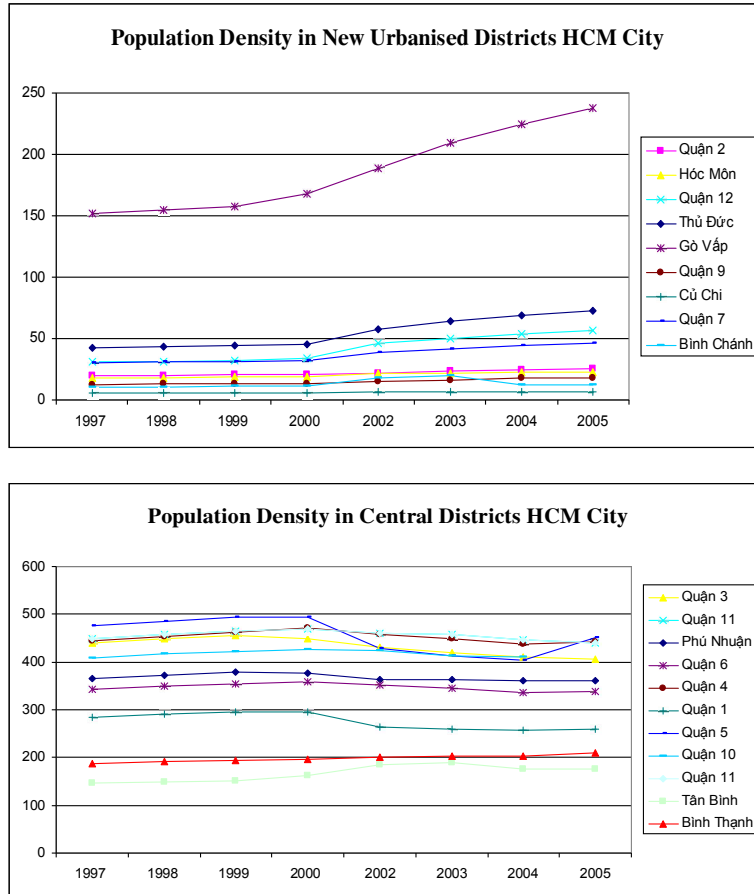
Hình 2 cho thấy tốc độ gia tăng dân số ở TP.HCM có xu thế tăng nhanh từ năm 2000. Trong đó, mật độ dân số ở các quận huyện ngoại thành và nội thành mới gia tăng rõ rệt, trong khi ở các quận nội thành thì lại có xu thế giữ nguyên hoặc giảm nhẹ.



Hình 2: Xu thế gia tăng dân số ở TP.HCM (1997-2005) [2]

Sự phát triển của TP.HCM diễn ra mạnh mẽ ở khu vực ven đô, nơi có cao độ mặt đất thấp hơn so với khu trung tâm hiện hữu. Đồng thời, việc gia tăng diện tích xây dựng ở các vùng ven và lấn chiếm kênh rạch đã làm giảm đi đáng kể các diện tích vốn có chức năng điều tiết mực nước trước đây.

Song song với việc tăng dân số, diện tích đất xây dựng cũng đã gia tăng nhanh chóng. Số liệu thống kê từ ảnh Landsat 5 TM năm 1989 và Landsat 7 ETM+ năm 2002 đã cho thấy chỉ sau 13 năm tỷ lệ sử dụng đất xây dựng các quận nội thành TP.HCM (theo biên nội thành mới) đã tăng lên 23.9%, tương ứng với tốc độ tăng tỷ lệ sử dụng đất xây dựng là 1.84%/năm [1].



Hình 3: Xu thế thay đổi mật độ dân cư ở khu vực ngoại thành và khu vực đô thị hóa (hình trên) và ở các quận nội thành cũ (hình dưới).

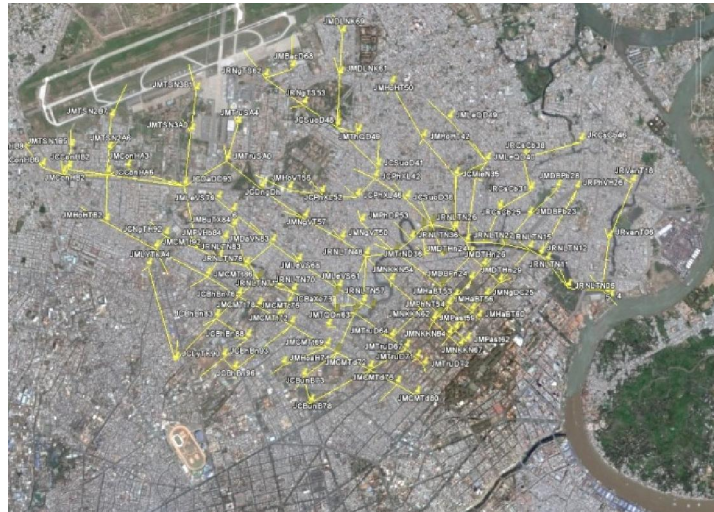
3.7. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đối với ngập lụt đô thị: trường hợp hệ thống Nhiêu Lộc - Thị Nghè (NL - TN).

Dự án NL-TN phụ trách một lưu vực vào khoảng 36 km²; bao gồm cả hai hạng mục: thoát nước chống ngập và vệ sinh môi trường đô thị, dự kiến sẽ hoàn thành cơ bản vào cuối năm 2009.

Vũ lượng mưa thiết kế cho trận mưa 180 phút được đề xuất bởi CDM, là 90.3mm và 105.4 mm, tương ứng với các chu kỳ lặp lại là 2 và 5 năm, với hệ số triết giảm là 1. Trong tính toán này chúng tôi sẽ sử dụng lại những giá trị tính toán của CDM và dự phóng theo xu thế cho từng thời kỳ 10 năm để đánh giá năng lực làm việc của hệ thống thoát nước ở các thời kỳ 2000 (giá trị tham chiếu), 2010, 2020, 2030 và 2040. Các thông số thiết kế của hệ thống thoát nước mưa sẽ được mô phỏng bằng mô hình SWMM để tính toán tổng diện tích ngập từng ứng với các kịch bản. Theo kết quả phân tích bằng phương pháp Mann - Kendall, thì xu thế gia tăng của vũ lượng mưa trận cực đại hàng năm được xác nhận với mức ý nghĩa 99.9%; với xu thế ước lượng theo Sen là xấp xỉ 0.8 mm/năm. Mục nước thiết kế biên hạ lưu của dự án này đã được chọn là mực nước cố định 1.30m. Tuy nhiên trong các kịch bản mô phỏng, chúng tôi đã sử dụng một mô hình thủy triều gần thực tế hơn, tương ứng với mực nước 1.54cm tại biên hạ lưu. Xu thế gia tăng mực

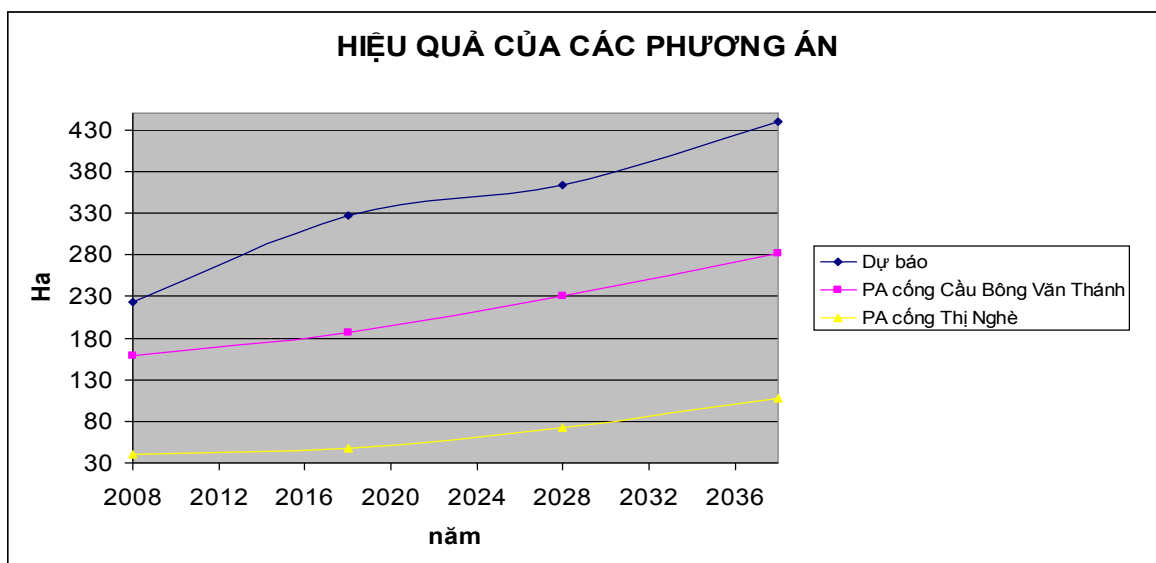
nước tại Phú An (biên mực nước hạ lưu của mô hình thủy lực) được giả định dựa theo mức độ tăng bình quân trong thời kỳ 1990 - 2007 là 1.5 cm/năm.

Mô hình số được sử dụng là SWMM, tái hiện lại các thông số thiết kế đã được sử dụng cho dự án này. Sơ đồ thủy lực được mô tả trong hình 4. Kết quả phân tích được trình bày trong hình 4.



Hình 4: Sơ đồ thủy lực hệ thống thoát nước mưa NL - TN

Kết quả tính toán cho thấy do số liệu đầu vào đã bị vượt quá bởi tình trạng biến đổi khí hậu, hệ thống thoát nước NL - TN chỉ đảm bảo tiêu thoát được cho những trận mưa có chu kỳ lặp lại là 1 năm thay vì 2 năm như thiết kế. Một diện tích khoảng 136 ha của khu vực trung tâm vẫn sẽ tiếp tục bị ngập nếu không bổ sung cống ngăn triều Thị Nghè. Tình trạng ngập do mưa trên lưu vực ngày càng tăng chỉ có thể khắc phục được bằng cách bổ sung các không gian điều tiết rác trên lưu vực. Điều này cho thấy việc quy hoạch thoát nước không thể tách rời với công tác quy hoạch đô thị.



Hình 5: Đánh giá tác động của Biến đổi Khí hậu đối với diện tích ngập trên lưu vực Nhiều Lợc – Thị Nghè

4. Kết luận

Ảnh hưởng chủ đạo của các tác động nhân tạo trên lưu vực như cơ chế xả lũ từ các hồ chứa, quá trình đô thị hóa và lấn chiếm khu vực trũng thấp ở ngoại thành có thể là nguyên nhân chính dẫn đến những diễn biến bất thường về mực nước chung quanh khu vực TP.HCM. Trong cùng thời kỳ 1990 - 2007, mực nước tại Vũng Tàu không thể hiện xu thế gia tăng tương tự. Như vậy có thể kết luận rằng việc xác định để tiến tới giảm nhẹ các yếu tố chủ đạo gây ra tình trạng ngập úng ở TP.HCM trong thập niên gần đây cần phải được ưu tiên xem xét theo hướng can thiệp vào các tác động bất lợi ở thượng lưu, chung quanh khu vực và ngay tại khu vực nội thành TP.HCM.

Nhiều mô hình đã được thiết lập để nghiên cứu chế độ thủy lực của lưu vực Sài Gòn - Đồng Nai [8]. Tuy nhiên các mô hình này đều không cho phép nghiên cứu khả năng điều tiết mực nước trên các bãi sông đã bị lấn chiếm cũng như khả năng tạo ra các không gian điều tiết mới cho TP.HCM. Do đó, một mô hình hỗn hợp 1D và 2D nên được phát triển trong thời gian tới.

Các phân tích về diễn biến đô thị hóa ở TP.HCM đều cho thấy sự biến động rất mạnh của các yếu tố có thể tác động xấu đến tình hình mưa và mực nước trong khu vực. Các giải pháp quy hoạch đô thị, giao thông và kiến trúc theo hướng giảm bớt dần tỉ lệ diện tích không thấm nước, tăng khả năng điều tiết tại chỗ, tăng hệ số phản xạ bề mặt albedo, tiết kiệm năng lượng để giảm nhiệt độ đô thị là những giải pháp tích cực giúp ngăn chặn quá trình vũ lượng tăng dần. Việc khôi phục lại các không gian điều tiết nước mưa và lũ là điều cần phải thực hiện càng sớm càng tốt. Để ứng phó với diễn biến mưa có vũ lượng ngày càng cao, giải pháp hồ điều tiết phân tán trên lưu vực cũng tỏ ra có hiệu quả.

Việc xây dựng ngay các hệ thống đê bao và cống ngăn triều (polder) theo trình tự bắt đầu từ phía hạ lưu và phát triển dần lên thượng lưu theo đề nghị của [8] có thể chưa phải là một giải pháp hợp lý về mặt kinh tế. Việc bao đê quá sớm trên diện rộng về thực chất càng thúc đẩy mạnh hơn các tác động nhân tạo đang làm xấu đi tình trạng ngập lụt đô thị hiện nay ở TP.HCM. Về lâu dài, tác động của hiện tượng mực nước biển dâng cùng với tình trạng lún mặt đất sẽ ngày càng rõ rệt và đòi hỏi các giải pháp tổng hợp để ứng phó, trong đó không loại trừ việc sử dụng các hệ thống polder. Kinh phí lên đến hàng chục ngàn tỉ đồng dành cho dự án này có thể sẽ chưa mang lại hiệu quả trước mắt cho việc giảm ngập ở TP.HCM.

Giải pháp bền vững cho vấn đề ngập lụt ở TP.HCM trước mắt và lâu dài cần phải được tiếp cận theo hướng tổng hợp giữa nhiều yếu tố: **Bảo vệ** bằng giải pháp công trình, **thích nghi và hòa hoãn** với thiên nhiên và thậm chí, đối với một số khu vực, có thể phải chọn cả giải pháp **rút lui** để tránh lao vào một cuộc chiến với thiên nhiên mà sẽ không có điểm dừng [5].

Tài liệu tham khảo:

1. Lương văn Việt (2008). Sự phát triển đô thị và xu thế biến đổi khí hậu tại thành phố Hồ Chí Minh. Tuyển tập báo cáo HNKH lần 10. pp 369-375.
2. Chi cục thống kê TP.HCM.URL:<http://www.pso.hochiminhcity.gov.vn>

3. Báo cáo NCKT dự án Cải thiện vệ sinh - Nâng cấp Đô thị kênh Tân Hóa Lò Gốm. URL: <http://www2.btctb.org/thlg/vn/fs.htm>
4. CDM (1999). Feasibility study and Preliminary Design Ho Chi Minh City Sewerage Project Nhieu Loc – Thi Nghe Basin. August 1999.
5. H. Storch et al., 2009. Adaptation Planning Framework to Climate Changes for the Urban Area of Ho Chi Minh City, Vietnam. The 5th Urban Research Symposium. Marseille, France.
6. H.L. Phi, 2008. Impacts of Climate changes and urbanisation on Urban Inundation in HCMC. Accepted paper at Intl. Conference of Urban Drainage 11. Edinburg, Scotland.
7. H. L. Phi, 2007. Climate Changes and Urban Flooding in Ho Chi Minh City. Proc. The Third International Conference on Climate and Water. Helsinki-Finland Sep. 2007. pp 194-199.
8. N.S.Huy et al (2008). Báo cáo dự án quy hoạch thủy lợi chống ngập úng khu vực TPHCM.

