

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

KHOA MÔI TRƯỜNG VÀ TÀI NGUYÊN



TIỂU LUẬN TỐT NGHIỆP

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 11 ĐÁNH GIÁ ỨNG DỤNG MÔ
HÌNH MIKE 11 ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC TRÊN
LƯU VỰC HẠ LƯU SÔNG ĐỒNG NAI.**

Họ và tên sinh viên: NGÔ THỊ NGỌC TUYỀN

Ngành : Hệ Thống Thông Tin Môi Trường

Niên khóa : 2010 – 2014.

- TP.Hồ Chí Minh, Tháng 6/2014 –

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 11 ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC TRÊN LƯU VỰC HẠ LƯU SÔNG ĐỒNG NAI.

Tác giả

NGÔ THỊ NGỌC TUYỀN

Tiểu luận được đệ trình để đáp ứng yêu cầu cấp bằng Kỹ sư ngành Hệ Thống Thông
Tin Môi Trường

Giáo viên hướng dẫn: ThS. Nguyễn Vũ Huy.

ThS. Nguyễn Vũ Huy.

- TP.Hồ Chí Minh, Tháng 6/ 2014

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin chân thành cảm ơn Ths.Nguyễn Vũ Huy, cán bộ công tác tại Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, người đã hướng dẫn tôi hoàn thành báo cáo tốt nghiệp. Cảm ơn thầy đã tận tình chỉ bảo, hỗ trợ và động viên tôi trong suốt quá trình làm báo cáo.

Tôi cũng trân trọng cảm ơn Ban lãnh đạo Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam đã tạo điều kiện cho tôi thực tập tốt nghiệp tại cơ quan trong thời gian qua. Đặc biệt tôi xin chân thành cảm ơn cán bộ công tác tại Phòng Quy Hoạch Thủy Lợi Đông Nam Bộ và phụ cận đã trao đổi kiến thức, kinh nghiệm quý báu cũng như chia sẻ tài liệu, dữ liệu để tôi hoàn tất tốt bài báo cáo này.

Tôi xin gửi lời tri ân sâu sắc đến thầy PGS.TS. Nguyễn Kim Lợi, cô THS. Nguyễn Thị Huyền, thầy Ks. Nguyễn Duy Liêm, thầy Ks. Lê Hoàng Tú cùng tất cả quý thầy cô bộ môn Trường Đại Học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh. Cảm ơn quý thầy cô đã truyền đạt cho tôi những kiến thức và giúp đỡ động viên cho tôi trong bốn năm học vừa qua.

Cuối cùng con xin cảm ơn đến ba mẹ đã chăm sóc tôi, nuôi dạy và luôn luôn động viên tinh thần để giúp con yên tâm học tập.

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 6/2014

Ngô Thị Ngọc Tuyền

Khoa Môi Trường và Tài Nguyên

Trường Đại Học Nông Lâm Tp.Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Đề tài: “Ứng dụng mô hình MIKE 11 đánh giá chất lượng nước hạ lưu lưu vực sông Đồng Nai” đã được thực hiện trong thời gian tháng 3/2014 đến hết tháng 5/2014. Phương pháp tiếp cận đề tài là ứng dụng GIS và mô hình thủy động lực học truyền chất MIKE 11 để mô phỏng chất lượng nước lưu vực hạ lưu sông Đồng Nai. Theo đó, công nghệ GIS được ứng dụng để phân tích số liệu đầu vào cũng như kết quả đầu ra của mô hình; mô hình MIKE 11 mô phỏng lan truyền chất nhằm đánh giá được một cách toàn diện diễn biến về xâm ngập mặn và chất lượng nước trong vùng hạ lưu lưu vực sông Đồng Nai.

Kết quả đạt được là xây dựng được bản thông số chất lượng nước của lưu vực hạ lưu sông Đồng Nai. Kết quả phân nào đánh giá được chất lượng nước của lưu vực hạ lưu sông Đồng Nai và đưa ra một số biện pháp kiến nghị đề xuất.

MỤC LỤC

	Trang
LỜI CẢM ƠN.....	i
TÓM TẮT.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	vi
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	vii
CHƯƠNG 1. MỞ ĐẦU.....	1
I. Tính cấp thiết của đề tài	1
II. Mục tiêu tổng quát	2
III. Nội dung.....	2
IV. Phạm vi nghiên cứu.....	2
CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN	3
I. Tổng quan khu vực nghiên cứu:.....	3
1.1. Vùng nghiên cứu	3
1.2. Đặc điểm khí tượng, thủy văn và xâm nhập mặn.....	4
1.3. Địa hình và hệ thống sông kênh	14
1.4. Phân bố dân cư	17
1.5. Phân bố khu công nghiệp.....	19
1.6. Các yếu tố tác động đến chất lượng nước trong lưu vực.....	21
II. Tổng quan hệ thống thông tin địa lí (GIS).....	24
2.1. Định nghĩa.	24
2.2. Lịch sử phát triển.....	24
2.3. Các thành phần chính của GIS	24
2.4. Mô hình dữ liệu của GIS.	26
2.5. Chức năng của GIS:.....	27
2.6. Ứng dụng của GIS:	27

III. Mô hình MIKE 11:.....	28
3.1. Định nghĩa:	28
3.2. Mô đun mô hình MIKE11	30
3.3. Cơ sở lý thuyết mô hình chất lượng nước (AD, ECOLAB).....	35
CHƯƠNG 3. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.	41
I. Vật liệu.	41
II. Nội dung và Phương pháp.	41
2.1. Chương trình tính :	41
2.2. Nội dung nghiên cứu	41
III. Phương pháp nghiên cứu:	41
CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	46
I. Thời gian mô phỏng và khai thác kết quả	46
II. Kết quả mô phỏng chất lượng nước mùa khô năm 2010	46
2.1. Diễn biến xâm ngập mặn mùa khô năm 2010	46
2.2. Diễn biến mặn khu vực Nội Đồng.....	53
2.3. Diễn biến mặn trên toàn vùng	59
2.4. Diễn biến chất lượng nước mùa khô năm 2010.	61
CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	69
I. Kết quả	69
II. Thảo luận.....	69
CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.	70
I. Kết luận	70
II. Kiến nghị.....	71
TÀI LIỆU THAM KHẢO	72
Tiếng Việt.....	72
Tiếng Anh.....	73
PHỤ LỤC	74
I. Phụ lục 1: Mặn mùa khô năm 2010 khu vực nghiên cứu.....	74

II.	Phụ lục 2 : Diễn biến chất lượng nước mùa khô năm 2010 khu vực nghiên cứu	77
III.	Phụ lục 3: Mực nước trong mùa kiệt năm 2010	80
IV.	Phụ lục 4: Lưu lượng trong mùa kiệt năm 2010	84

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1 Trạm mưa tiêu biểu trong vùng nghiên cứu.....	6
Bảng 2.2 Ranh mặn 1g/l và 4g/l trong điều kiện tự nhiên.....	13
Bảng 2.3 Ranh mặn 1g/l và 4g/l sau khi có hồ Dầu Tiếng, Trị An và Thác Mơ	13
Bảng 2.4 Thời gian duy trì mặn trên 4g/l trên sông chính trong điều kiện tự nhiên.	13
Bảng 2.5 Phân bố dân cư theo thành thị và nông thôn	18
Bảng 0.6 Thống kê cụm và khu công nghiệp theo số lượng và diện tích	20
Bảng 4.1.Mặn dọc sông Đồng Nai mùa kiệt năm 2010.	48
Bảng 4.2.Mặn dọc sông Thị Vải mùa kiệt năm 2010.	49
Bảng 4.3. Mặn dọc sông Vàm Cỏ Đông mùa kiệt năm 2010.....	50
Bảng 4.4. Mặn dọc sông Vàm Cỏ Tây mùa kiệt năm 2010	52
Bảng 4.5. Mặn khu vực giữa hai sông ĐN – SG mùa kiệt năm 2010	54
Bảng 4.6. Mặn khu vực Bắc Kênh Bến Lức – Kênh Đồi mùa kiệt năm 2010.	54
Bảng 4.7. Mặn khu vực nam kênh Bến Lức – Kênh đôi mùa kiệt năm 2010	57
Bảng 4.8. Mặn khu vực Cần Giờ mùa kiệt năm 2010.	58
Bảng 4.9. Mặn khu vực giữa hai sông Vàm Cỏ mùa kiệt năm 2010	59

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1. Vùng nghiên cứu	4
Hình 2.2. Bản đồ mưa trung bình mùa khô lưu vực sông Đồng Nai.....	5
Hình 2.3. Bản đồ mưa trung bình năm lưu vực sông Đồng Nai.....	5
Hình 2.4. Phân bố độ cao vùng nghiên cứu.....	14
Hình 2.5. Hệ thống sông kênh vùng nghiên cứu	17
Hình 2.6. Phân bố khu dân cư trong khu vực nghiên cứu	18
Hình 2.7. Tổng số dân trong khu vực nghiên cứu, 2010	19
Hình 2.8. Phân bố khu công nghiệp năm 2010	21
Hình 2.9. Các thành phần của GIS (phỏng theo Shahab Fazal, 2008)	26
Hình 2.10. Sơ đồ sai phân 6 điểm Abbott	32
Hình 2.11. Sơ đồ sai phân 6 điểm Abbott cho phương trình liên tục.....	33
Hình 2.12. Sơ đồ sai phân 6 điểm cho phương trình động lượng	34
Hình 2.13. Sơ đồ sai phân.....	37
Hình 3.1. Lưu lượng xả từ hồ Trị An, Phước Hòa và Dầu Tiếng năm 2010	43
Hình 3.2 Mực nước trạm Vũng Tàu năm 2000	43
Hình 3.3 Mạng lưới thủy lực Mike11 cho vùng nghiên cứu	44
Hình 3.4 Mạng lưới thủy lực Mike11 trên Google Earth.....	45
Hình 4.1. Phân vùng khai thác và phân tích kết quả.	46
Hình 4.2. Mặn dọc sông Đồng Nai mùa kiệt năm 2010.....	47
Hình 4.3. Đặc trưng mặn dọc sông Sài Gòn mùa kiệt năm 2010.....	49
Hình 4.4. Mặn dọc sông Thị Vải mùa kiệt năm 2010	50
Hình 4.5. Đặc trưng độ mặn dọc sông Vàm Cỏ Đông mùa kiệt năm 2010.....	51
Hình 4.6. Mặn lớn nhất dọc sông Vàm Cỏ Tây mùa kiệt năm 2010.....	52
Hình 4.7. Mặn khu vực giữa hai sông ĐN – SG mùa kiệt năm 2010	53
Hình 4.8. Mặn khu vực Bắc Kênh Bến Lức – Kênh Đồi mùa kiệt năm 2010.	56

Hình 4.9. Đặc trưng độ mặn trong khu vực nam Bến Lức – Kênh Đôi mùa kiệt năm 2010.	57
Hình 4.10. Đặc trưng khu vực Cần Giờ mùa kiệt năm 2010.....	58
Hình 4.11. Mặn lớn nhất khu vực giữa hai sông Vàm Cỏ mùa kiệt năm 2010.....	59
Hình 4.12. Bản đồ mặn lớn nhất tháng 3 năm 2010.....	60
Hình 4.13. Bản đồ mặn lớn nhất tháng 4 năm 2010.....	61
Hình 4.14. Vị trí trạm chất lượng nước hạ lưu sông ĐNSG	62
Hình 4.15. Vị trí các khu công nghiệp hạ lưu sông ĐNSG	63
Hình 4.16. Diễn biến DO lớn nhất khu vực nghiên cứu năm 2010.....	64
Hình 4.17. Diễn biến DO trung bình khu vực nghiên cứu năm 2010.	65
Hình 4.18. Diễn biến DO nhỏ nhất khu vực nghiên cứu năm 2010.....	66
Hình 4.19. Diễn biến DO lớn nhất khu vực nghiên cứu năm 2010.....	67
Hình 4.20. Diễn biến BOD trung bình khu vực nghiên cứu năm 2010.....	68
Hình 4.21. Diễn biến BOD nhỏ nhất khu vực nghiên cứu năm 2010	68

CHƯƠNG 1. MỞ ĐẦU

I. Tính cấp thiết của đề tài

Môi trường sống của chúng ta bao gồm nhiều thành phần quan trọng và thiết yếu trong đó có môi trường nước. Môi trường nước bao gồm có nguồn nước mặt, nước mưa, nước dưới đất và nguồn nước biển. Do đó tài nguyên nước là một trong những yếu tố quyết định đến sự phát triển kinh tế, xã hội của một vùng hay một lãnh thổ quốc gia.

Hệ thống sông Đồng Nai là một hệ thống sông lớn thứ 2 tại miền Nam sau hệ thống sông Mê Kông. Hệ thống sông Đồng Nai đóng một vai trò vô cùng quan trọng trong sự phát triển kinh tế – xã hội của cả nước, đặc biệt là đối với vùng kinh tế trọng điểm phía Nam.

Đây không chỉ là nguồn nước cung cấp cho sinh hoạt của dân cư mà đây còn là nguồn nước cung cấp cho tưới tiêu, công nghiệp, nông nghiệp, v.v cho các tỉnh trong lưu vực. Hiện nay trên lưu vực có khoảng 60 khu công nghiệp và khu chế xuất nằm chủ yếu trên 6 tỉnh, thành phố trong vùng trọng điểm phía Nam. Đóng góp từ các hoạt động sản xuất công nghiệp trong lưu vực chiếm khoảng 58% tổng GDP với tốc độ tăng trưởng hằng năm là 15%. (Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2010. *Báo cáo giám sát chất lượng nước DNSG*).

Sự phát triển mạnh mẽ của khu vực, đặc biệt là về công nghiệp hóa và hiện đại hóa đã kéo theo nhu cầu sử dụng nước tăng lên nhanh chóng, bên cạnh đó, khu vực vẫn còn thiếu một quy trình xả thải và quản lý chất thải an toàn, không ảnh hưởng đến môi trường. Các nhân tố kể trên đã khiến cho môi trường sống trong khu vực, đặc biệt là môi trường nước ô nhiễm nghiêm trọng. Phát triển kinh tế là bước đi tất yếu của mỗi tỉnh thành nói riêng của mỗi quốc gia nói chung nhưng đó là khi nó đi đôi với một môi trường phát triển bền vững. Sự phát triển mạnh mẽ của khu vực, đặc biệt là về công nghiệp hóa và hiện đại hóa đã kéo theo nhu cầu sử dụng nước tăng lên nhanh chóng, bên cạnh đó, khu vực vẫn còn thiếu một quy trình xả thải và quản lý chất thải an toàn, không ảnh hưởng đến môi trường. Các nhân tố kể trên đã khiến cho môi trường sống trong khu vực, đặc biệt là môi trường nước ô nhiễm nghiêm

trọng. Từ các yếu tố trên tôi tiến hành nghiên cứu đề tài: **“Ứng dụng mô hình MIKE 11 đánh giá chất lượng nước trên lưu vực hạ lưu sông Đồng Nai”**.

II. Mục tiêu tổng quát

- Ứng dụng mô hình MIKE11 đánh giá hiện trạng thực tế chất lượng môi trường nước của lưu vực hạ lưu sông Đồng Nai.
- Ứng dụng GIS đề xuất các giải pháp bảo vệ môi trường nước.

III. Nội dung

- Giới thiệu và tìm hiểu về mô hình MIKE 11.
- Dựa trên mô hình MIKE 11 và công cụ GIS để mô phỏng chất lượng nước.
- Đưa ra các biện pháp và kiến nghị.

IV. Phạm vi nghiên cứu

- Việc nghiên xây dựng sơ đồ toán hạ lưu lưu vực sông Đồng Nai- Sài Gòn dựa trên mạng lưới kênh sông và hệ thống công trình trong lưu vực. Sơ đồ toán được xây dựng cho phần hạ lưu sau các hồ trên hệ thống sông như sau Trị An trên sông Đồng Nai, Dầu Tiếng trên sông Sài Gòn.
- Lấy biên lưu lượng tại 5 trạm: Mộc Hóa, Bến Đá, Trị An, Sông Bé, Dầu Tiếng. Biên lượng nhập lưu tại các kênh ứng với một số nút. Lấy mực nút tại Vàm Kênh và Vũng Tàu.

CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN

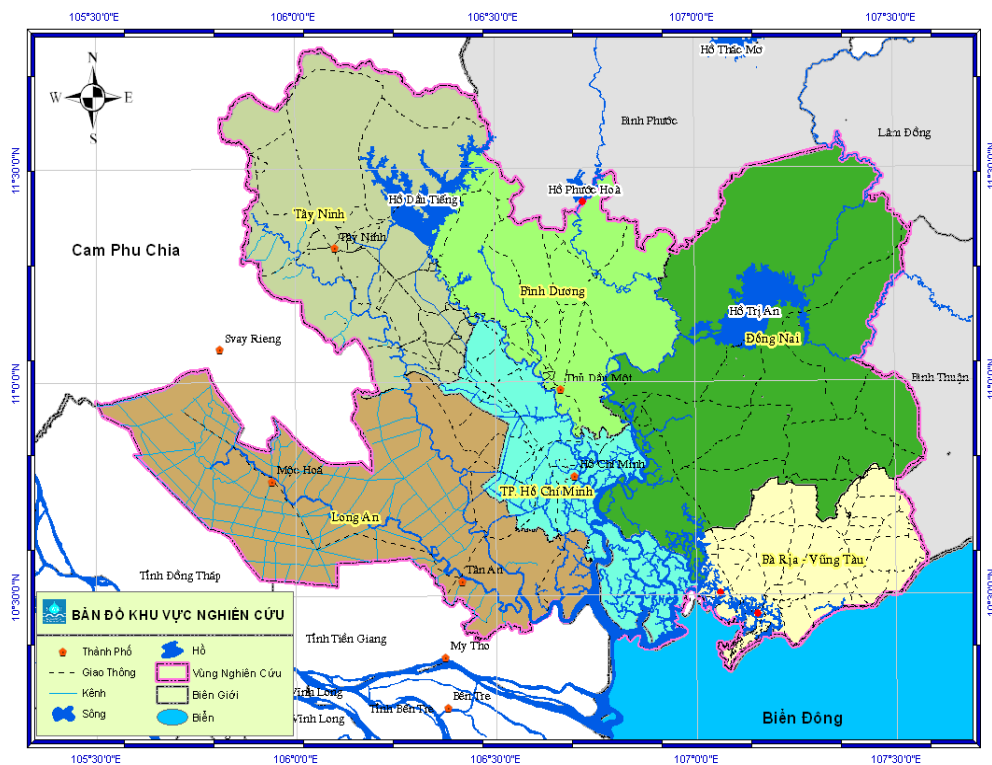
I. Tổng quan khu vực nghiên cứu:

1.1. Vùng nghiên cứu

Lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai nằm ở Miền Nam Việt Nam với diện tích khoảng 37.000 km², bao gồm đất đai của các tỉnh Đắk Nông, Lâm Đồng, Bình Phước, Bình Dương, Đồng Nai, Tây Ninh, TP. Hồ Chí Minh và các tỉnh Bình Thuận, Long An với tổng diện tích lưu vực khoảng 41.000 km² (diện tích thuộc lãnh thổ Việt Nam là 37.400 km²) và dân số khoảng hơn 16 triệu người.

Vùng nghiên cứu là vùng hạ lưu bao gồm các nhánh sông vùng hạ lưu sông Đồng Nai tính từ chỗ hợp lưu sông Bé và sông chính Đồng Nai từ phía hạ lưu hồ Dầu Tiếng trên sông Sài Gòn, Gò Dầu Hạ trên sông Vàm Cỏ Đông, và từ Tân An trên sông Vàm Cỏ Tây. Đây là vùng thấp và rộng lớn, là nơi tập trung đông dân cư sinh sống. Hệ thống sông khu vực này rất phức tạp, chằng chịt nối vào các sông Đồng Nai, Sài Gòn, và Vàm Cỏ qua các sông rạch Rạch Chiếc, Cây Khô, Cần Giuộc, Chợ Đệm, Rạch Tra-Cai Thây, An Hạ, Rạch Tra - Cầu An Hạ, Nhà Bè, Đồng Tranh v.v...

Vùng nghiên cứu bao gồm 6 tỉnh Tp. Hồ Chí Minh, Bình Dương, Tây Ninh, Long An, Bà Rịa Vũng Tàu và Đồng Nai xem Hình 2.1. Trên lưu vực hiện nay, tập trung khu công nghiệp và khu chế xuất nằm chủ yếu trên 6 tỉnh, thành phố trong vùng kinh tế trọng điểm phía Nam có mật độ cao nhất trong cả nước. Ở các tỉnh khác, có một số khu công nghiệp mới mở gần đây.

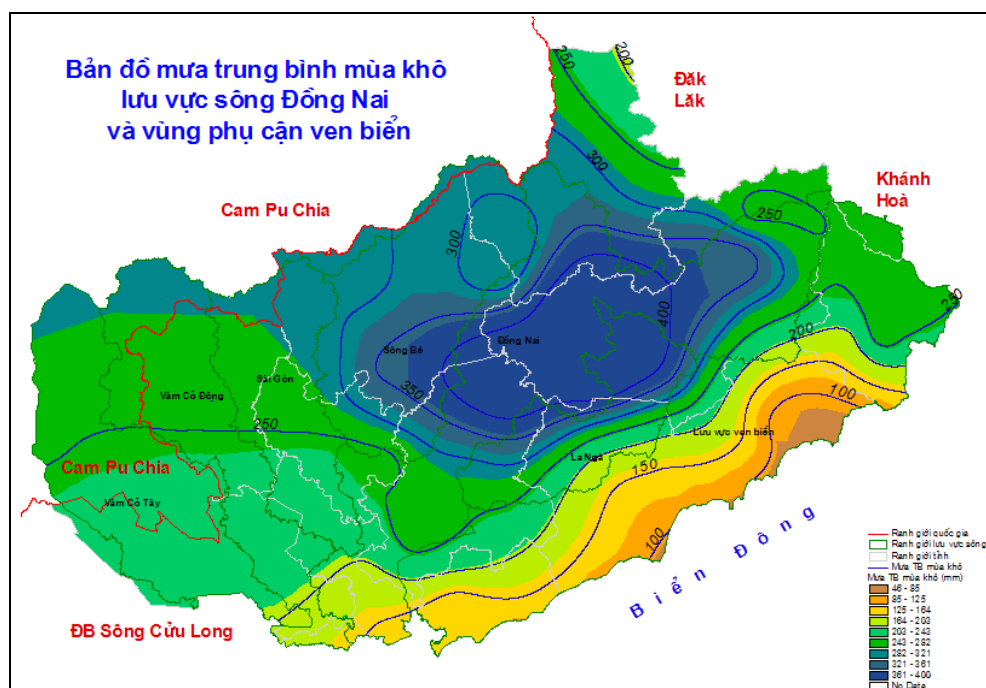
Hình 2.1. Vùng nghiên cứu

1.2. Đặc điểm khí tượng, thủy văn và xâm nhập mặn

1.2.1. Đặc điểm mưa

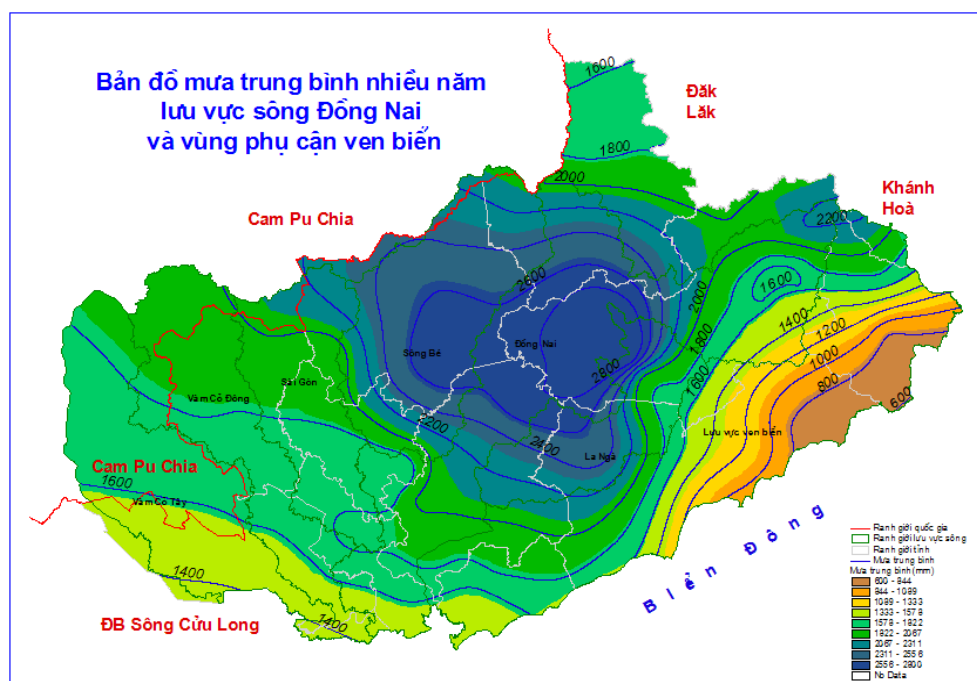
Đặc điểm mưa chung cho lưu vực sông Đồng Nai giảm dần từ vùng có địa hình cao tới khu vực đồng bằng và có giá trị nhỏ nhất ở khu vực ven biển. Đối với khu vực nghiên cứu lượng mưa trung bình mùa khô giao động từ 120 mm - 300 mm giảm dần ra phía ven biển xem Hình 2.2, ví dụ trạm Vũng Tàu mùa khô 112,1mm và trạm Dầu Tiếng 291,4 mm (xem Bảng 2.1. Lượng mưa trung bình năm giao động từ 1400 mm - 2000 mm theo xu hướng tăng dần từ Tây sang Đông).

Hình 2.2. Bản đồ mưa trung bình mùa khô lưu vực sông Đồng Nai và vùng phụ cận ven biển



(“Nguồn: Báo cáo QHTLĐNB thích ứng với BĐKH, NBD”, 2010)

Hình 2.3. Bản đồ mưa trung bình năm lưu vực sông Đồng Nai và vùng phụ cận ven biển



(“Nguồn: Báo cáo QHTLĐNB thích ứng với BĐKH, NBD”, 2010)

Bảng 2.1 Trạm mưa tiêu biểu trong vùng nghiên cứu

ST T	Tên trạm	Trung bình năm	Mùa mưa (V-X)		Mùa khô (XI-IV)	
			X (mm)	%	X (mm)	%
1	Bến Cát	1.600,1	1.356,3	84,8	243,8	15,2
2	Biên Hoà	1.804,7	1.541,5	85,4	263,2	14,6
3	Bình Ba	1.764,1	1.561,3	88,5	202,8	11,5
4	Bình Long	1.733,8	1.516,8	87,5	217,0	12,5
5	Cần Đăng	1.810,9	1.536,0	84,8	274,9	15,2
6	Dầu Tiếng	1.720,1	1.428,7	83,1	291,4	16,9
7	Gò Dầu Hạ	1.705,9	1.429,9	83,8	275,9	16,2
8	Lá Buông (An Viễn)	1.903,0	1.621,8	85,2	281,1	14,8
9	Long Thành	1.888,4	1.637,7	86,7	250,7	13,3
10	Mộc Hóa	1.476,3	1.207,0	81,8	269,4	18,2
11	Nhà Bè	1.964,1	1.715,0	87,3	249,1	12,7
12	Phước Hoà	1.911,2	1.634,4	85,5	276,8	14,5
13	Sở Sao	1.825,4	1.543,3	84,5	282,1	15,5
14	Tân An	1.456,6	1.233,1	84,7	223,6	15,3
15	Tân Sơn Nhất	1.898,0	1.619,2	85,3	278,8	14,7
16	Tây Ninh	1.920,5	1.611,2	83,9	309,3	16,1
17	Thống Nhất	2.044,8	1.751,0	85,6	293,8	14,4
18	Trị An	2.091,2	1.801,9	86,2	289,2	13,8
19	Túc Trưng	2.210,0	1.878,3	85,0	331,7	15,0
20	Vũng Tàu	1.477,4	1.365,3	92,4	112,1	7,6
21	Xuân Lộc	2.067,0	1.805,5	87,4	261,5	12,6

(“Nguồn: Báo cáo QHTLĐNB thích ứng với BĐKH, NBD”, 2010)

1.2.2. Đặc điểm thủy văn

Dòng chảy trong khu vực chịu tác động mạnh mẽ bởi thủy triều biển Đông, với các yếu tố thuận lợi như địa hình thấp, bằng phẳng kết hợp với hệ thống sông với mật độ cao, chính vì vậy sóng triều có thể truyền tới chân thác Trị An và hạ lưu hồ Dầu Tiếng. Một số đặc trưng chính về dòng chảy của khu vực nghiên cứu như sau:

- Thủy triều truyền vào trong vùng có biên độ rộng (3,5-4,0 m), lên xuống ngày 2 lần (bán nhật triều), với hai đỉnh xấp xỉ nhau và hai chân lệch nhau khá lớn. Thời gian giữa hai chân và hai đỉnh vào khoảng 12,0 -12,5 giờ và thời gian một chu kỳ triều ngày là 24,83 giờ.
- Hàng tháng, triều xuất hiện 2 lần nước cao (triều cường) và 2 lần nước thấp (triều kém) theo chu kỳ trăng. Dạng triều lúc cường và lúc kém cũng khác nhau, và trị số trung bình của các chu kỳ ngày cũng tạo thành một sóng có chu kỳ 14,5 ngày với biên độ 0,30 - 0,40 m.
- Trong năm, đỉnh triều có xu thế cao hơn trong thời gian từ tháng XII - I và chân triều có xu thế thấp hơn trong khoảng từ tháng VII - VIII. Đường trung bình của các chu kỳ nửa tháng cũng là một sóng có trị số thấp nhất vào tháng VII - VIII và cao nhất vào tháng XII - I.
- Triều cũng có các dao động rất nhỏ theo chu kỳ nhiều năm (18,6 năm và 50-60 năm).

Như vậy, thủy triều biển Đông có thể xem là tổng hợp của nhiều dao động theo các sóng với chu kỳ ngắn (chu kỳ ngày), vừa (chu kỳ nửa tháng, năm), đến rất dài (chu kỳ nhiều năm).

Theo hệ cao độ Hòn Dấu, triều ven biển Đông có mực nước đỉnh trung bình vào khoảng 1,1-1,2 m, các đỉnh cao có thể đạt đến 1,3-1,4 m, và mực nước chân trung bình từ - 2,8 đến - 3,0 m, các chân thấp xuống dưới - 3,2 m.

Nhờ có biên độ cao tạo năng lượng lớn, lòng sông sâu và độ dốc thấp, thủy triều từ biển truyền vào rất sâu trên sông. Trên sông Đồng Nai, thủy triều ảnh hưởng đến chân

thác Trị An, cách biển 152 km. Cửa sông Bé nằm dưới thác Trị An 6 km cũng bị thủy triều ảnh hưởng vào chừng 10 km. Trên sông Sài Gòn, thủy triều ảnh hưởng đến tận chân đập Dầu Tiếng, tức vào khoảng 206 km. Sông Vàm Cỏ Đông bị triều ảnh hưởng lên cao hơn cả, chừng 250 km, nghĩa là trên cả thị xã Tây Ninh của nhánh Bến Đá và biên giới Việt Nam - Campuchia của nhánh Prek Taté.

Sóng triều truyền vào sông khá nhanh, với tốc độ trung bình 20 - 25 km/h. Sóng, để truyền hết chặng đường 250 km, một sóng triều phải mất chừng 12 giờ, bằng khoảng thời gian giữa hai chân hay hai đỉnh. Tốc độ truyền triều phụ thuộc chủ yếu vào độ lớn con triều (cường hay kém) và địa hình lòng sông. Tốc độ tối đa ghi nhận được từ tài liệu mực nước quan trắc được là khoảng 40 km/h. Sóng triều giảm dần biên độ khi truyền vào sông và tắt hẳn tại điểm ảnh hưởng cuối. Nếu không xét đến ảnh hưởng do dòng chảy từ thượng lưu, thì càng vào sâu, đỉnh triều thấp dần và chân triều cũng cao dần.

Khi truyền vào sông, do tác động của nguồn nước ngọt thượng lưu và hình thái chung của lòng sông (độ dốc, độ uốn khúc, mặt cắt thủy lực...), thủy triều bị biến dạng dần cả về biên độ lẫn chu kỳ các bước sóng, và điều này ảnh hưởng đến các đặc trưng của triều là mực nước lớn nhất, nhỏ nhất và bình quân. Càng vào sâu trong sông, biên độ giảm càng nhanh và thời gian giữa hai nhánh lên, xuống càng sai biệt: Thời gian triều lên càng ngắn lại và thời gian triều xuống càng dài ra. Số liệu thực đo tại các trạm dọc sông cho ta các kết luận sau:

- Vào mùa kiệt, do nguồn nước từ thượng lưu về nhỏ, nên thủy triều ảnh hưởng mạnh nhất, mực nước trên sông phụ thuộc chủ yếu vào dao động triều. Do triết giảm năng lượng triều, mực nước đỉnh triều giảm dần dọc sông. Tuy nhiên, khi vào sâu hơn, do độ dốc lòng sông tăng, đỉnh triều lại có xu thế tăng dần về phía thượng lưu nên luôn xuất hiện một đoạn sông có mực nước thấp nhất dọc sông, được gọi là vùng điểm uốn độ dốc mặt nước.
- Vào mùa lũ, do lưu lượng thượng lưu tăng, xu thế chung là mực nước đỉnh giảm dần từ thượng lưu về hạ lưu. Điểm uốn độ dốc mặt nước lùi dần về phía hạ lưu.

- Mức nước đỉnh cao nhất hàng năm thường xuất hiện vào tháng XII, I ở vùng gần biển, ảnh hưởng triều rất mạnh (từ cửa vào sâu 20 - 30 km), và vào tháng IX, X ở vùng xa biển, ảnh hưởng triều yếu hơn (cách biển 150 km trở lên). Đoạn chuyển tiếp (50 - 100 km cách biển), mức nước đỉnh nằm trong khoảng tháng X - XII.

- Khi triều sâu lên thượng lưu, cả mùa kiệt lẫn mùa lũ, sự biến đổi mức nước đỉnh triều nhìn chung là ít hơn so với biến đổi mức nước chân triều. Ví dụ trên sông Đồng Nai, so sánh 3 trạm Vũng Tàu, Nhà Bè và Biên Hòa cho thấy, độ tăng giảm mức nước đỉnh bình quân là -34 và +29 cm, trong khi độ tăng mức nước chân là +42 và +110 cm. Điều này có nghĩa là càng vào sâu, chân triều càng được nâng cao. Cũng vậy, nếu lưu lượng thượng lưu về càng lớn thì chân triều sẽ được nâng lên càng nhiều. Mức nước chân thấp nhất hàng năm xuất hiện vào khoảng tháng VII, VIII ở vùng gần biển và khoảng tháng V, VI ở vùng xa biển.

- Kết quả tổng hợp là mức nước bình quân ngày, bình quân tháng và bình quân năm luôn luôn có độ dốc giảm từ thượng lưu ra biển. Điều này nói lên rằng, dù ảnh hưởng triều có mạnh đến như thế nào, thì xu thế chung là nước từ thượng lưu vẫn được chuyển tải xuống hạ lưu và vì thế, nó quyết định đến độ dốc mặt nước trung bình, hay cũng có nghĩa là thế trung bình của dòng chảy.

- Dạng tổng quát của sóng triều cả năm cho thấy có sự nâng dần tất cả các trị số đỉnh, chân và bình quân triều từ mùa kiệt sang mùa lũ, càng lên thượng lưu càng rõ, trong khi biên độ triều lại giảm không nhiều. Điều này cho thấy, dòng chảy lũ có tác động đến việc nâng cao mức nước nhiều hơn là làm giảm biên độ triều, tại cùng một vị trí. Tuy nhiên, tác động này giảm dần khi xuống gần biển.

- Khoảng từ tháng VI - VIII không những là thời gian thường xuất hiện mức nước chân thấp nhất trong năm mà đây cũng là thời kỳ cho mức nước bình quân thấp nhất. Vì vậy, từ tháng VI - VIII là thời gian tiêu thoát nước thuận lợi nhất trong năm.

Khi triều vào nội đồng, do khẩu độ các kênh rạch nhỏ, sóng triều tắt khá nhanh. Tùy khoảng cách của các kênh rạch nội đồng so với biển hay sông lớn và khẩu diện của chúng mà sóng triều tắt nhanh hay chậm hơn. Một điểm đáng lưu ý là, khác với triều

trên sông lớn chỉ phụ thuộc vào một nguồn triều, triều trong kênh rạch nội đồng nhiều khi được đưa vào từ nhiều hướng, đôi khi ngược hẳn nhau, gây nên hiện tượng giao pha, lệch pha triều, và hình thành các giáp nước. Trong vùng sông ảnh hưởng triều, giáp nước là một trong những hiện tượng đáng lưu ý trong quá trình khai thác và phát triển nguồn nước và lòng sông kênh cho các mục đích khác nhau, từ các công trình tưới tiêu (kênh, cống, trạm bơm...), đến các công trình giao thông thủy (cầu, cảng, luồng lạch...).

Do năng lượng triều giảm nhanh, nguồn nước ngọt bổ sung ít, mực nước đỉnh triều trong đồng có xu thế thấp hơn nước đỉnh triều ngoài sông và mực nước chân triều trong đồng cao hơn mực nước chân triều ngoài sông. Biên độ triều, vì thế cũng tắt nhanh theo, và điều này khiến cho mực nước bình quân trong hệ thống kênh nâng cao hơn. Vùng có chế độ thủy lực phức tạp nhất có lẽ là vùng trũng từ Hóc Môn đến Bắc Bến Lức, do triều ảnh hưởng từ hai nguồn, từ sông Sài Gòn và từ sông Vàm Cỏ Đông.

Trên hệ thống kênh Đôi-kênh Tàu Hủ và sông Cần Giuộc, do tác động truyền triều từ nhiều hướng nên nhìn chung chế độ thủy văn-thủy lực trong khu vực này càng trở nên phức tạp. Do triều cùng lúc truyền từ sông Sài Gòn vào qua cửa Khánh Hội và Tân Thuận, từ sông Cần Giuộc lên qua rạch cây Khô và sông Cần Giuộc, từ sông Vàm Cỏ Đông vào qua sông Bến Lức, vùng kênh Đôi - kênh Tàu Hủ - Bến Nghé - kênh Tẻ hình thành nhiều giáp triều nghịch hay lệch pha, khiến biên độ triều trên hai kênh này tắt giảm rất nhanh so với các cửa và vì vậy, vùng trung tâm quanh Bến Đá, cầu An Hạ... có mực nước trung bình cao hơn hẳn các cửa ra sông lớn về cả hai phía sông Sài Gòn và sông Vàm Cỏ Đông. Chính chế độ thủy văn - thủy lực phức tạp như vậy mà việc tiêu thoát nước đô thị cho vùng này thuộc các quận 4, 5, 6, 8, 11... trở nên rất khó khăn.

Với dạng sóng bán nhật triều, thủy triều biển Đông tự nó đã làm giảm năng lượng so với sóng nhật triều. Tuy vậy, nhờ có biên độ giao động cao, triều biển Đông vẫn có thể tạo nên sóng lưu lượng triều mạnh, truyền sâu lên thượng lưu và vào các kênh rạch, tạo nên các pha chảy xuôi và chảy ngược có lưu lượng tức thời lớn, và đây là hiện

tượng nổi bật của hạ lưu Đồng Nai - Sài Gòn cũng như ở Đồng bằng sông Cửu Long. Lưu lượng trung bình đồng thời cũng chứa một biến đổi dạng sóng với chu kỳ nửa tháng do tác động của sóng triều với chu kỳ tương ứng gây ra. Khi có biên độ dao động sóng bằng hoặc lớn hơn lưu lượng trung bình chu kỳ thì có thể làm cho lưu lượng trung bình từng ngày đổi chiều. Sóng này tuy yếu nhưng diễn biến chậm nên truyền đi được rất xa, chậm bị tắt, lan vào đến những vùng trũng xa nhất trong hệ thống kênh rạch nội đồng. Trong mùa kiệt, trên dòng chính, những đợt sóng âm của chu kỳ 15 ngày nước lên khi được cộng thêm độ dâng của nước biển do gió thì có thể tạo thành sự giảm nhỏ rõ rệt của dòng nước ngọt chảy ra cửa sông và làm cho chất nhiễm bẩn (có thể là chua phèn và chất độc hại do phân bón, thuốc trừ sâu từ đồng, chất thải dân sinh và công nghiệp từ các đô thị và khu dân cư) bị tích tụ không xả ra được liên tiếp trong một số ngày.

Trên hệ thống kênh rạch, lưu lượng sóng bán nhật triều rất lớn ở các cửa và khi vào trong nội đồng thì lại bị tắt nhanh. Cửa Tân Thuận biên độ có thể tới $\pm 500 \text{ m}^3/\text{s}$ nhưng khi vào đến cầu Chữ Y thì chỉ còn $\pm 100\text{-}200 \text{ m}^3/\text{s}$ và cầu Nhị Thiên Đường $\pm 5\text{-}20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Do hệ thống kênh nối nhau theo kiểu chảy vòng, lưu lượng sóng lan truyền từ hạ du theo các hướng ngược nhau và gần như triệt tiêu tại điểm giáp triều. Ở điểm giáp triều, dao động mực nước tuy đã giảm nhỏ đến tối thiểu so với dọc kênh, tuy vẫn còn giữ sự dao động với biên độ nhất định, nhưng dòng chảy sóng thì hầu như bị triệt tiêu. Lưu tốc tức thời ở đây nhỏ hơn hẳn so với hai bên, chỉ còn lưu lượng trung bình chu kỳ chuyển qua, trong khi đó, lưu lượng sóng ra và vào từ các phía vẫn đều rất mạnh.

1.2.3. Tình hình xâm nhập mặn

Với đặc điểm tự nhiên thuận lợi, như lòng sông sâu, độ dốc thấp, biên độ triều lớn, nước mặn từ biển theo dòng triều xâm nhập rất sâu trên sông về phía thượng lưu, đặc biệt là trong các tháng giữa và cuối mùa khô (tháng III - V). Mặn xâm nhập sâu trong mùa kiệt xảy ra đồng thời với mùa khô không mưa kéo dài gây khó khăn cho sản xuất nông nghiệp và sinh hoạt của người dân vùng hạ lưu.

Đối với hiện tượng xâm nhập mặn, diễn biến của dòng chảy từ thượng lưu đóng vai trò quan trọng. Chính sự thay đổi lưu lượng thượng lưu theo mùa đã quyết định ranh mặn trong mùa lũ và kiệt trên các sông. Không những thế, sự nhạy cảm của mặn với lưu lượng thượng lưu còn thể hiện cả ở năm có mùa kiệt nhiều hay ít nước. Sự dao động ranh xâm nhập mặn do thay đổi dòng nguồn lớn hơn nhiều so với các nguyên nhân khác như sự biến đổi của thủy triều, gió chướng hay mưa hạ lưu...

Trong điều kiện tự nhiên (trước năm 1983 trên sông Sài Gòn và trước năm 1989 trên sông Đồng Nai), trên sông Đồng Nai, mặn 1 g/l trung bình hàng năm có thể lên đến cầu Đồng Nai (117 km từ cửa), mặn 0,3 g/l có thể lên đến Biên Hòa và mặn 0,1 g/l có thể vượt qua trạm bơm Hóa An vài km. Trên sông Sài Gòn, mặn 1 g/l có thể lên đến Tương Bình Hiệp (145 km từ cửa, trên vị trí trạm bơm Bến Than 2-3 km), mặn 0,3 g/l có thể lên đến ấp Thuận và mặn 0,1 g/l có thể lên đến Bến Đông. Trên sông Vàm Cỏ Đông, mặn 1 g/l có thể lên đến cửa kênh Trảng Bàng (165 km từ biển), 0,3 g/l lên đến Gò Dầu Hạ và 0,1 g/l lên đến ấp Giữa. Những năm kiệt lịch sử, ranh giới này có thể lên cao thêm chừng 10 km. Như vậy, mặn 1 g/l có thể ảnh hưởng trực tiếp đến trạm bơm Hóa An và Bến Than nếu không có các biện pháp gia tăng dòng chảy vào mùa kiệt.

Sau khi hồ Dầu Tiếng vận hành vào năm 1985, tình hình xâm nhập mặn trên sông Sài Gòn chưa có biến đổi gì lớn. Tuy nhiên, do lượng nước thừa và hồi quy từ hồ Dầu Tiếng qua khu tưới kênh Tây, mà những năm qua, nguồn nước sông Vàm Cỏ Đông được cải thiện một cách rõ rệt, ranh giới xâm nhập mặn vào mùa kiệt dịch xuống hạ lưu 10 -12 km (từ trên Hiệp Hòa xuống dưới cửa kênh An Hạ).

Tác động của hồ Trị An thì lớn hơn hẳn. Các kết quả khảo sát mặn trong những năm qua cho ta thấy ranh mặn 4 g/l đã bị đẩy lùi xuống hạ lưu 20 - 25 km (trên Cát Lái 3 - 5 km) và mặn 1 g/l luôn dưới Long Tân (cách Bến Gỗ 10 km).

Bảng 2.2 Ranh mặn 1g/l và 4g/l trong điều kiện tự nhiên

Sông	Độ mặn 1 g/l		Độ mặn 4 g/l	
	Vị trí	K.cách (km)	Vị trí	K.cách (km)
Đồng Nai	Cầu Đồng Nai	117 ±10	Long Đại	107 ±6
Sài Gòn	Tương Bình Hiệp	123 ±12	Cửa Rạch Tra	113 ±8
Vàm Cỏ Đông	Cửa K.Trảng Bàng	138 ±15	Hiệp Hòa	123 ±10

(“Nguồn: Báo cáo QHTLĐNB thích ứng với BDKH, NBD”, 2010)

Bảng 2.3 Ranh mặn 1g/l và 4g/l sau khi có hồ Dầu Tiếng, Trị An và Thác Mơ

Sông	Độ mặn 1 g/l		Độ mặn 4 g/l	
	Vị trí	Khoảng cách (km)	Vị trí	Khoảng cách (km)
Đồng Nai	Dưới Long Đại	103 ±2	Dưới Long Hòa	95 ±2
Sài Gòn	Tân Thới Hiệp	110 ±3	Thạnh Mỹ Tây	100 ±3
Vàm Cỏ Đông	Ấp Đình	123 ±5	Lương Hòa	110 ±5

(“Nguồn: Báo cáo QHTLĐNB thích ứng với BDKH, NBD”, 2010).

Bảng 2.4 Thời gian duy trì mặn trên 4g/l trên sông chính trong điều kiện tự nhiên.

Vị trí	Sông	Bắt đầu	Kết thúc	Thời gian duy trì
Cát Lái	Đồng Nai	01/I	30/V	5 tháng
Nhà Bè	Đồng Nai	15/XII	20/VI	6 tháng

Vị trí	Sông	Bắt đầu	Kết thúc	Thời gian duy trì
Phú An	Sài Gòn	20/II	20/V	3 tháng
Cần Giuộc	Rạch Cát	20/XII	30/VI	6 tháng
Chợ Đệm	Chợ Đệm	10/I	20/VI	5 tháng
Bến Lức	Vàm Cỏ Tây	10/II	10/VI	4 tháng

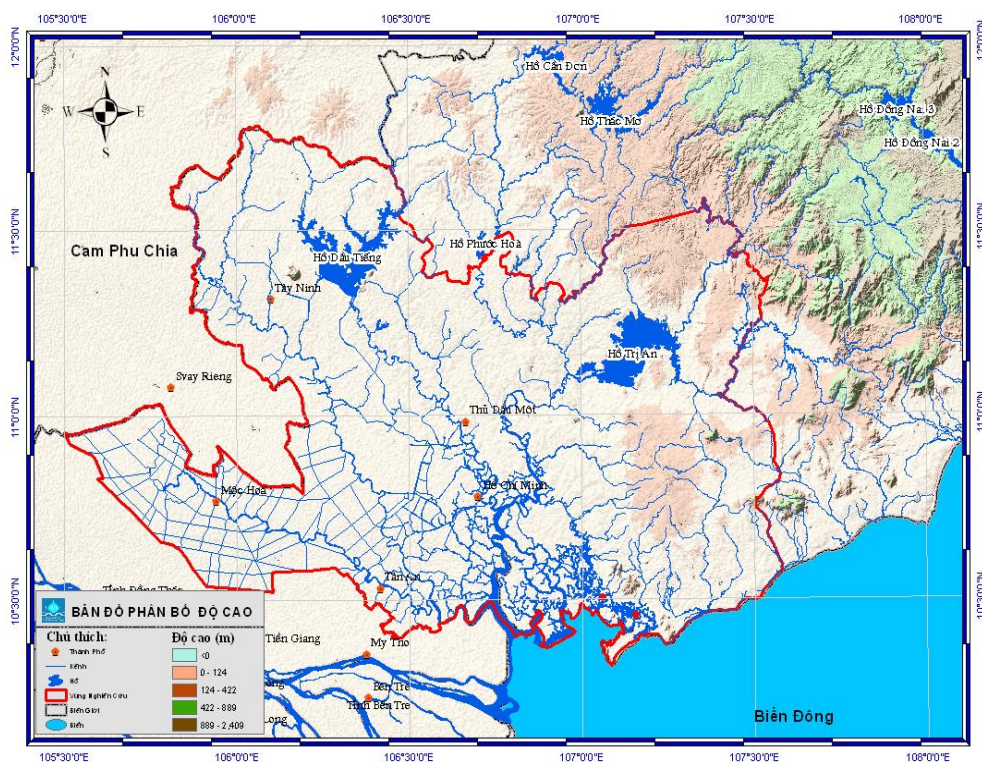
(“Nguồn: Báo cáo QHTLĐNB thích ứng với BĐKH, NBD”, 2010).

1.3. Địa hình và hệ thống sông kênh

1.3.1. Đặc điểm địa hình

Vùng nghiên cứu có địa hình dạng địa hình đồng bằng, với cao độ biến đổi cao độ địa hình từ vài chục mét xuống đến dưới 1 m, với đặc trưng chung là khá bằng phẳng.

Hình 2.4. Phân bố độ cao vùng nghiên cứu



1.3.2. Đặc điểm sông kênh

Các sông chính khu vực nghiên cứu bao gồm Sông Đồng Nai từ hạ lưu hồ Trị An cho đến cửa Soài Rạp, có chiều dài 150 km. Sông đi qua vùng đồng bằng, lòng sông rộng, sâu, độ dốc nhỏ, thủy triều ảnh hưởng đến chân thác Trị An. Các phụ lưu chính chảy vào sông Đồng Nai ở hạ lưu về bên phải có sông Bé, sông Sài Gòn và sông Vàm Cỏ, bên trái hầu hết là các suối nhỏ mà đáng kể hơn cả là sông Lá Buông. Sông Sài Gòn tính từ hạ lưu hồ Dầu Tiếng đến cửa sông dài xấp xỉ 148km và 204km tới Biển. Hệ thống sông Vàm Cỏ là tên gọi chung từ sau hợp lưu của hai con sông lớn là Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây. Đây là hai con sông điển hình của sông vùng ảnh hưởng triều với các nếp uốn đều đặn lệch tâm một đường thẳng nối từ điểm cuối bị ảnh hưởng triều đến cửa. Sông Vàm Cỏ Đông có diện tích lưu vực 6.155,49km², chiều dài 283 km. Sông Vàm Cỏ Tây có diện tích khoảng 6.983,71 km², chiều dài 235 km. Sau khi hợp lưu, đoạn sông chung có chiều dài 36 km và đổ ra dòng chính Đồng Nai tại điểm gần cửa Soài Rạp.

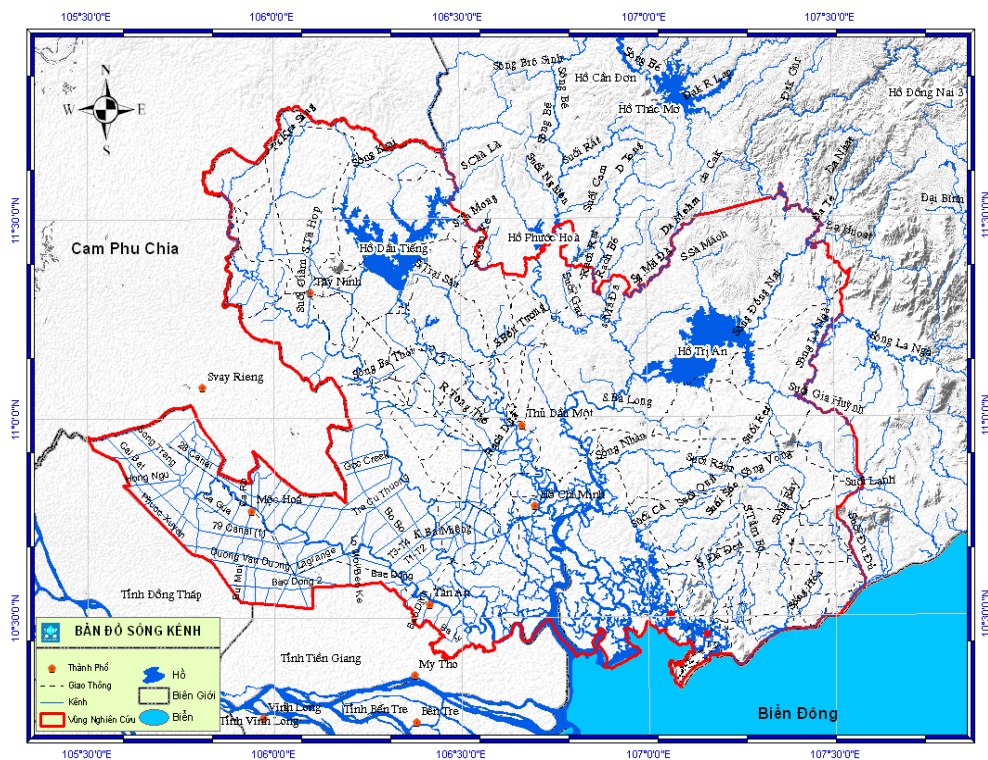
Vùng nghiên cứu có hệ thống kênh khá dày. Sau Nhà Bè, sông Đồng Nai tỏa thành hai phân lưu chính là sông Nhà Bè và sông Lòng Tàu. Sông Nhà Bè khá rộng (từ 1.000 - 1.500 m ở đoạn trên và 2.000 - 3.000 m ở đoạn dưới) nhưng nông (10 - 20 m). Sông Lòng Tàu hẹp hơn nhiều (200 - 400 m) nhưng rất sâu (30 - 40 m). Tàu bè có trọng tải lớn thường ra vào sông Lòng Tàu. Nối sông Nhà Bè và Lòng Tàu là mạng lưới sông nhỏ, ngắn, chằng chịt. Ngoài ra, vùng kẹp giữa sông Sài Gòn-Nhà Bè từ hệ thống kênh Bến Mương - Láng The nối liền với hệ thống Rạch Tra - Thầy Cai - An Hạ - kênh Xáng và Vàm Cỏ Đông - Vàm Cỏ từ kênh Trảng Bàng đến cửa sông Vàm Cỏ, cũng là vùng có hệ thống kênh rạch dày và chế độ thủy văn – thủy lực phức tạp. Đối với vùng tiêu Tây - Nam TP.HCM, các hệ thống sông Sài Gòn - Vàm Cỏ Đông và sông Bến Lức - Kênh Đồi, Lò Gốm Tàu Hủ, Bến Nghé - Kênh Tẻ, Rạch Cây Khô - Rạch Cần Giuộc - Rạch Cát... là những hệ thống sông kênh đóng vai trò quan trọng trong giao thông thủy và tiêu thoát nước.

Sông Bến Lức có chiều dài chừng 20 km, rộng 50 - 70 m, nối với Kênh Đồi, Lò Gốm Tàu Hủ, Bến Nghé - Kênh Tẻ ở vị trí đầu sông Cần Giuộc. Lò Gốm Tàu Hủ, Bến Nghé

ở phía Bắc và Kênh Đôi ở phía Nam là hai kênh chạy song song nhau trước khi nhập vào sông Chợ Đệm để nối sông Sài Gòn với sông Bến Lức, có chiều dài khoảng 15 km và chiều rộng mỗi kênh từ 25 - 40 m. Hai kênh liên hệ với nhau bằng các đoạn kênh nối, gặp nhau tại cầu Chữ Y và cầu Nguyễn Văn Cừ, để rồi tách thành hai nhánh rẽ vào sông Sài Gòn ở hai cửa Khánh Hội (kênh Bến Nghé) và Tân Thuận (kênh Tẻ). Gần hai cửa, cả hai kênh đều mở rộng không dưới 100 m.

Sông Cần Giuộc chạy theo hướng từ Bắc xuống Nam và tách thành nhiều nhánh nhỏ nối với hệ thống Kênh Đôi - Kênh Tẻ, trong đó Rạch Cây Khô và sông Cần Giuộc là hai trục chính có tầm quan trọng hơn cả. Những sông này có chiều rộng từ 200 - 500 m, sâu 5 - 10 m, là những tuyến giao thông thủy quan trọng nối ĐBSCL với TP.HCM và ra biển.

Ngoài ra, phải kể thêm một số kênh đào và kênh tự nhiên như hệ thống Vàm Thuật - Rạch Cát - Tham Lương - Kênh 19/5, Kênh C, Rạch nước Lớn,... cũng là những kênh dẫn nước, tiêu chua, tẩy rửa ô nhiễm và giao thông thủy khá hiệu quả.

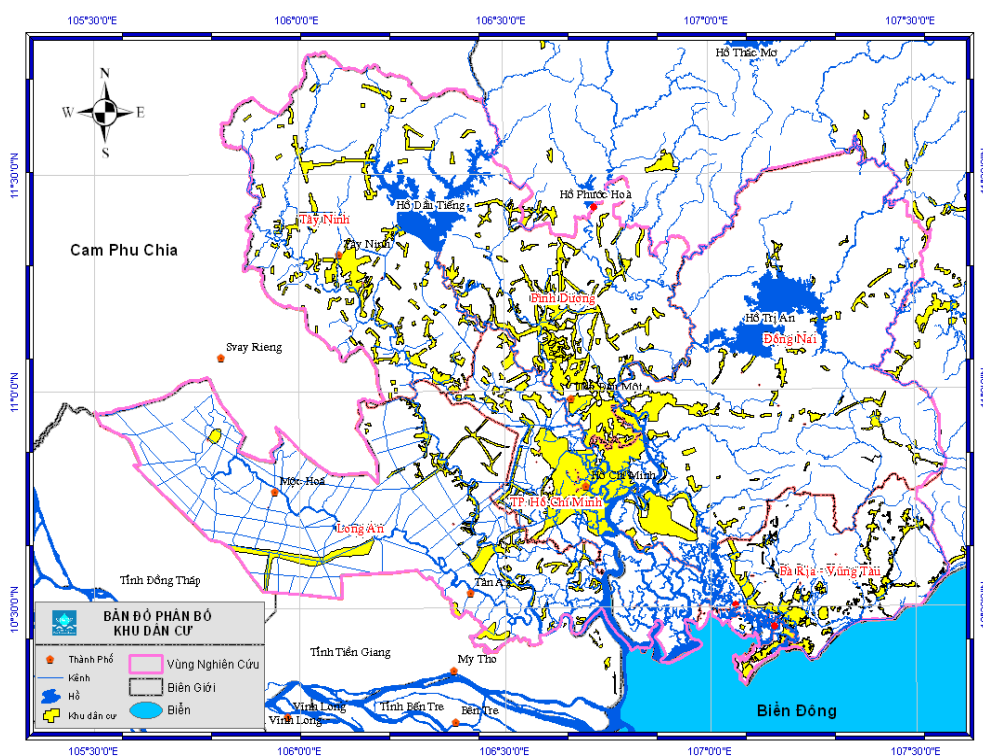
Hình 2.5. Hệ thống sông kênh vùng nghiên cứu

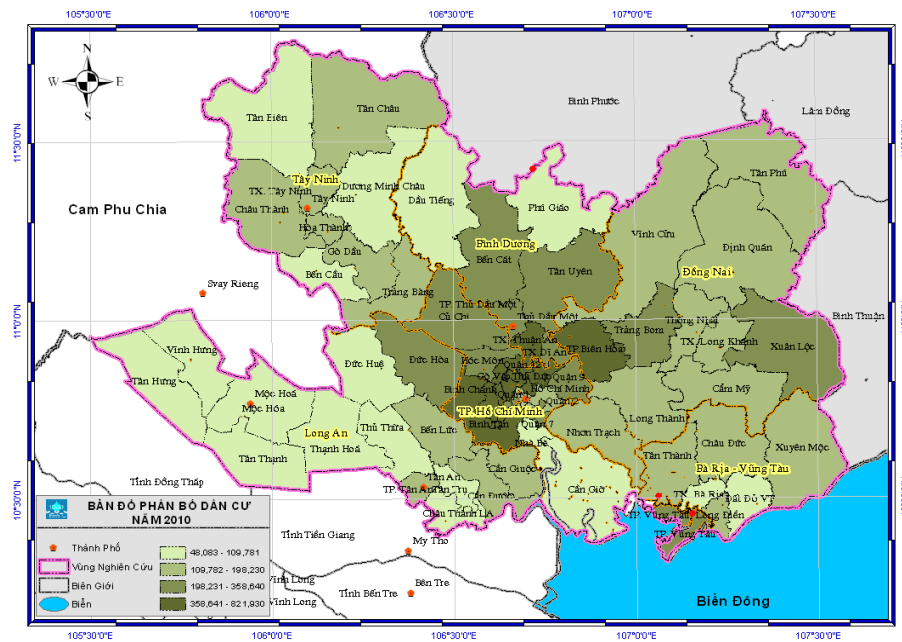
1.4. Phân bố dân cư

Vùng dự án có tỷ lệ đô thị hóa cao nhất cả nước và tốc độ đô thị hóa khá nhanh, dân số thành thị chiếm 52,19% (cả nước là 29,6%), trong đó Tp.HCM có tỷ lệ đô thị hóa cao nhất với 83,18%, tiếp đến là Bà Rịa-Vũng Tàu 49,85% xem Bảng 2.5, tổng số dân phân bố xét theo cấp quận huyện của khu vực ở mức độ giao động cao đặc biệt là thành phố lớn như Tp Hồ Chí Minh, Biên Hòa, và Thủ Dầu Một, cụ thể giao động tổng số dân theo cấp quận ở các thành phố này từ 358.641 - 821.930 người xem. Sự chênh lệch về mặt phân bố còn được thể hiện trong với tổng số dân theo cấp huyện ở các tỉnh chỉ giao động ở mức 40.083 - 109.781 người ở các huyện xa thành phố như Mộc Hóa của Long An hay Phú Giáo của Bình Dương, ở các huyện này người dân chủ yếu dựa vào nông nghiệp là chính, chính vì vậy mức độ thu hút lao động không cao.

Bảng 2.5 Phân bố dân cư theo thành thị và nông thôn

TT	Tỉnh/Thành	Diện tích (km ²)	Dân số 2010 (người)	Mật độ dân số (ng/km ²)	Phân bố (người)		Tỷ lệ thành thị (%)
					Thành thị	Nông Thôn	
1	Tây Ninh	4.039,66	1.075.341	266	167.910	907.431	15,61
2	Bình Dương	2.695,22	1.619.930	601	512.908	1.107.022	31,66
3	Đồng Nai	5.907,24	2.569.442	435	858.894	1.710.548	33,43
4	BRịa-VTàu	1.989,50	1.011.971	509	504.508	507.463	49,85
5	TP.HCM	2.095,00	7.396.446	3.531	6.152.262	1.244.184	83,18
6	Long An	4.493,80	1.446.200	322	255.200	1.191.000	17,65

Hình 2.6. Phân bố khu dân cư trong khu vực nghiên cứu

Hình 2.7. Tổng số dân trong khu vực nghiên cứu, 2010

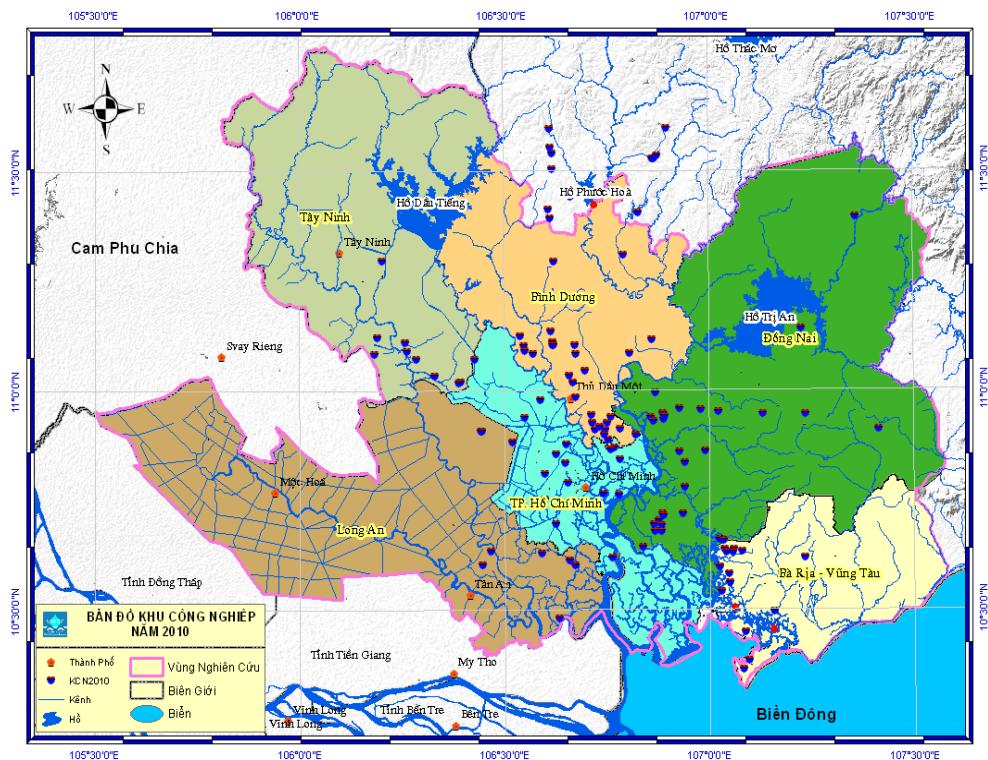
1.5. Phân bố khu công nghiệp

Hiện trạng phân bố của khu công nghiệp: Các khu công nghiệp ở TP.HCM, Đồng Nai, Bình Dương, Bà Rịa-Vũng Tàu... là mang tính chất của những khu công nghiệp tập trung với diện tích mỗi khu trên 100 ha, còn lại là các cơ sở công nghiệp quy mô nhỏ, nằm phân tán với diện tích từ 1 - 10 ha, thậm chí dưới 1 ha. Các khu công nghiệp tập trung quy mô lớn trong vùng ĐNB hiện nay có thể kể đến là Thủ Đức, Tân Thuận, Linh Trung... (TP.HCM), Biên Hoà 1, Biên Hoà 2, Gò Dầu, Amata, Nhơn Trạch 1, Nhơn Trạch 2...(tỉnh Đồng Nai), Sóng Thần, Bình Hoà, Việt Nam - Singapore, Tân Định...(tỉnh Bình Dương), Mỹ Xuân, Phú Mỹ, Cái Mép, Long Sơn, Long Hương... (tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu). Hiện tại đã có 160 khu công nghiệp và 172 cụm công nghiệp được thành lập với tổng diện tích lên đến gần 80.000 ha.

Tuy nhiên, ngoại trừ một số khu công nghiệp tại Đồng Nai, Bà Rịa - Vũng Tàu, Bình Dương và TP. HCM, tỷ lệ lấp đầy của nhiều khu công nghiệp trong vùng hiện rất thấp, chỉ đạt khoảng 20-30% (chưa có số liệu thống kê đầy đủ).

Bảng 0.6 Thống kê cụm và khu công nghiệp theo số lượng và diện tích

S T T	Tỉnh /Thành phố	Khu công nghiệp	Cụm công nghiệp	Tổng S(ha)	S cụm công nghiệp (ha)
1	Tây Ninh	12	7	8.933,00	8.174,97
2	Bình Dương	33	19	12.073,15	10.773,15
3	Đồng Nai	30	36	11.106,32	9.573,67
4	Bà Rịa-Vũng Tàu	14	24	9.840,36	8.876,94
5	TP. Hồ Chí Minh	19	24	6.424,13	4.805,98
6	Long An	23	10	12.400,46	9.515,46

Hình 2.8. Phân bố khu công nghiệp năm 2010

1.6. Các yếu tố tác động đến chất lượng nước trong lưu vực

1.6.1. Công trình kiểm soát nguồn nước

Trên lưu vực sông Đồng Nai – Sài Gòn có nhiều các công trình thủy điện, thủy lợi mà hoạt động của chúng có thể gây tác động đến chất lượng nước. Các công trình trên dòng chính có ảnh hưởng lớn đến chất lượng nước mặt trong lưu vực bao gồm:

Hồ chứa Trị An có lưu lượng bình quân các tháng mùa khô xả xuống hạ lưu tăng thêm từ 180 – 200 m³/s. Do vậy, biên mặn 4 g/l đã bị đẩy lùi từ cầu Đồng Nai xuống đến Cát Lái, tạo điều kiện nguồn nước cấp cho khu vực Biên Hòa được đảm bảo hơn, đồng thời việc lấy nước phục vụ sản xuất nông nghiệp hai bên sông cũng được mở rộng thêm.

Hồ Dầu Tiếng trên sông Sài Gòn có diện tích tưới trực tiếp là 62.000 ha. Ngoài ra, hồ còn có thêm nhiệm vụ xả bổ sung nguồn nước cho sông Vàm Cỏ Đông để tưới cho diện tích 40.000 ha.

Hồ Thác Mơ ở thượng lưu sông Bé, lưu lượng bình quân các tháng mùa khô xuống hạ lưu tăng từ 55 – 65 m³/s.

Công trình thủy điện Cần Đơn, bậc thang thứ 2 trên sông Bé, có lưu lượng đảm bảo vào mùa khô là 71,3 m³/s.

Công trình thủy điện Srok Phu Miêng, bậc thang thứ 3 trên sông Bé, khởi công xây dựng năm 2004 và hoàn thành năm 2008.

Hệ thống công trình thủy điện Hàm Thuận – Đa Mi nằm ở trung lưu sông La Ngà được xây dựng từ năm 1996 và hoàn thành vào năm 2000, làm tăng lưu lượng xuống hạ lưu vào mùa khô từ 30 – 35 m³/s.

Ngoài ra trên lưu vực hiện đã và đang xây dựng nhiều công trình thủy điện lớn như Đại Ninh (đã hoàn thành), Đồng Nai 2, Đồng Nai 3 (đang tích nước) và Đồng Nai 4 trên vùng thượng lưu sông Đồng Nai, Bảo Lộc trên vùng thượng lưu và Tà Pao ở trung lưu sông La Ngà, Phước Hòa trên sông Bé. Các công trình này đang trong giai đoạn thi công và sẽ đưa vào vận hành trong thời gian tới.

Ven sông Sài Gòn đang hình thành hệ thống đê ngăn lũ triều khu vực Hóc Môn, Thủ Đức của TpHCM, hệ thống ngăn mặn Ông Kèo ven sông Đồng Nai của tỉnh Đồng Nai,... Ngoài ra còn có các hệ thống thủy lợi đã được đưa vào sử dụng như Hóc Môn – Bắc Bình Chánh vừa cấp nước tưới, vừa ngăn ngập lũ triều, tiêu úng và ngăn mặn, hệ thống kênh Rạch Chanh – Bắc Đông, Rạch Tràm – Mỹ Bình của tỉnh Long An,...

1.6.2. Hoạt động phát triển, sản xuất của con người

Lưu vực sông Đồng Nai – Sài Gòn là nơi tập trung các trung tâm kinh tế và dân cư lớn nhất của cả nước như TpHCM, Biên Hòa, Bình Dương,... Ngoài ra trong vùng còn có nhiều khu công nghiệp tập trung nhiều trong Vùng kinh tế trọng điểm phía Nam mà chủ yếu nằm trong vùng hạ lưu vực thuộc địa bàn TpHCM và các tỉnh Đồng Nai, Bình

Dương và Bà Rịa – Vũng Tàu,... Do đó vấn đề ô nhiễm nguồn nước do các hoạt động phát triển xảy ra rất mạnh mẽ trong lưu vực, có thể kể đến một số các hoạt động sau:

Sự phát triển mạnh mẽ khu vực nông nghiệp, cây công nghiệp vùng thượng lưu dẫn đến việc sử dụng nhiều phân bón, thuốc trừ sâu.

Hoạt động nuôi trồng thủy sản trên hồ Trị An, cũng như dọc sông Đồng Nai, Vàm Cỏ.

Sản xuất công nghiệp: Các khu công nghiệp khu vực Biên Hòa đổ nước thải theo các suối nước thải và đổ vào sông Cái – Biên Hòa, chảy ra sông Đồng Nai làm cho nước sông bị ô nhiễm. Nguồn thải các khu công nghiệp ven Quốc lộ 51 làm ô nhiễm sông Thị Vải, các khu công nghiệp vùng Nam Bình Dương và TpHCM làm ô nhiễm các kênh, sông nhánh của sông Sài Gòn, các khu công nghiệp khu vực Đức Hòa, Bến Lức đang làm ô nhiễm các kênh rạch chi lưu sông Vàm Cỏ Đông,...

Nước thải đô thị như nước thải từ hệ thống kênh tiêu thoát của TpHCM như kênh Tham Lương – Bến Cát, Tân Hóa – Lò Gốm, Nhiêu Lộc – Thị Nghè, Kênh Đôi – Kênh Tẻ,... cũng như từ thành phố Biên Hòa, thị xã Thủ Dầu Một làm tăng thêm mức độ ô nhiễm cho sông Sài Gòn và Đồng Nai.

Tốc độ đô thị hóa và dân số tăng nhanh trong vùng.

Nạn phá rừng đầu nguồn trước đây đã làm mất lớp thảm thực vật tự nhiên, giảm bề mặt che phủ, gây ra hiện tượng xói lở bề mặt và làm suy thoái nguồn nước mặt trong lưu vực.

Hoạt động giao thông thủy ngày càng nhiều, gây ra nhiều tác động xấu đến nguồn nước mặt trong vùng (xói lở bờ, chất thải, sự cố tràn dầu,...) nhất là khu vực hạ lưu.

II. Tổng quan hệ thống thông tin địa lý (GIS).

2.1. Định nghĩa.

Là một hệ thống thông tin mà nó sử dụng dữ liệu đầu vào, các thao tác phân tích, cơ sở dữ liệu đầu ra liên quan về mặt địa lý không gian, nhằm trợ giúp việc thu nhận, lưu trữ, quản lý, xử lý, phân tích và hiển thị các thông tin không gian từ thế giới thực để giải quyết các vấn đề tổng hợp thông tin cho các mục đích của con người đặt ra, như là: hỗ trợ việc ra quyết định cho vấn đề quy hoạch, quản lý, sử dụng đất, tài nguyên thiên nhiên v.v.

2.2. Lịch sử phát triển.

Hệ thống thông tin địa lý (GIS - Geographic Information System) là một nhánh của công nghệ thông tin, được hình thành vào những năm 1960 và phát triển rộng rãi, phổ biến trong những năm gần đây. GIS ngày nay là công cụ hỗ trợ các ngành khoa học, kinh tế - xã hội, an ninh quốc phòng của nhiều quốc gia trên thế giới.

2.3. Các thành phần chính của GIS

Về thành phần của GIS thì tùy vào quy mô ứng dụng của GIS mà ta có số thành phần tương ứng là 3, 4, 5 hoặc 6. Nhưng thường thì ta xem GIS có 4 thành phần cơ bản: Phần cứng, Phần mềm, Cơ sở dữ liệu địa lý, Cơ sở tri thức chuyên gia (con người).

2.3.1. Phần cứng.

Bao gồm hệ thống máy tính và các thiết bị ngoại vi có khả năng thực hiện các chức năng nhập thông tin (Input), xuất thông tin (Output) và xử lý thông tin của phần mềm. Hệ thống này gồm có máy chủ (server), máy khách (client), máy quét (scanner), máy in (printer) được liên kết với nhau trong mạng LAN hay Internet

2.3.2. Phần mềm.

Đi kèm với hệ thống thiết bị trong GIS ở trên là một hệ phần mềm có tối thiểu 4 nhóm chức năng sau đây:

- Nhập thông tin không gian và thông tin thuộc tính từ các nguồn khác nhau.
- Lưu trữ, điều chỉnh, cập nhật và tổ chức các thông tin không gian và thông tin thuộc tính.
- Phân tích biến đổi thông tin trong cơ sở dữ liệu nhằm giải quyết các bài toán tối ưu và mô hình mô phỏng không gian- thời gian.
- Hiện thị và trình bày thông tin dưới các dạng khác nhau, với các biện pháp khác nhau.

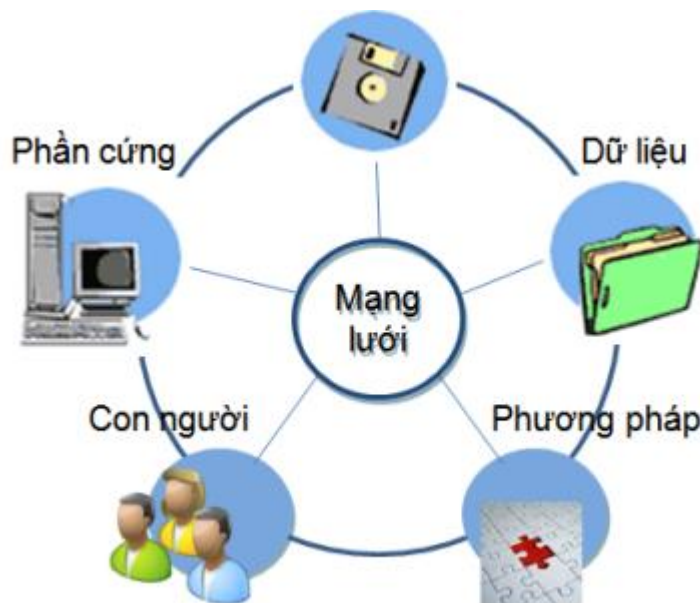
Phần mềm được phân thành ba lớp: hệ điều hành, các chương trình tiện ích đặc biệt và các chương trình ứng dụng.

2.3.3. Cơ sở dữ liệu địa lý.

GIS phải bao gồm một cơ sở dữ liệu chứa các thông tin không gian (thông tin địa lý: cặp tọa độ x, y trong hệ tọa độ phẳng hoặc địa lý) và các thông tin thuộc tính liên kết chặt chẽ với nhau và được tổ chức theo một ý đồ chuyên ngành nhất định. Thời gian được mô tả như một kiểu thuộc tính đặc biệt. Quan hệ được biểu diễn thông qua thông tin không gian và thuộc tính.

2.3.4. Cơ sở tri thức chuyên gia (con người).

Là thành phần quan trọng nhất. Cần phải có một đội ngũ được đào tạo căn bản về máy tính, lập trình, quản lý cơ sở dữ liệu và thực hiện các thao tác số hóa, quản lý và kết xuất dữ liệu theo yêu cầu. Những người làm công tác quản lý hệ thống thông tin địa lý cần phải có khả năng nhận định về tính chính xác, phạm vi suy diễn thông tin và kết nối các mảng thông tin trong hệ thống

Hình 2.9. Các thành phần của GIS (phỏng theo Shahab Fazal, 2008)

2.4. Mô hình dữ liệu của GIS.

2.4.1. Mô hình Vector.

Cấu trúc vector mô tả vị trí và phạm vi của các đối tượng không gian bằng tọa độ cùng các kết hợp hình học gồm nút, cạnh, mặt và quan hệ giữa chúng. Về mặt hình học, các đối tượng được phân biệt thành 3 dạng: đối tượng dạng *điểm* (point), đối tượng dạng *đường* (line) và đối tượng dạng *vùng* (region hay polygon). Điểm được xác định bằng một cặp tọa độ X,Y. Đường là một chuỗi các cặp tọa độ X,Y liên tục. Vùng là khoảng không gian được giới hạn bởi một tập hợp các cặp tọa độ X,Y trong đó điểm đầu và điểm cuối trùng nhau. Với đối tượng vùng, cấu trúc vector phản ánh đường bao.

Cấu trúc vector có ưu điểm là vị trí của các đối tượng được định vị chính xác (nhất là các đối tượng điểm, đường và đường bao). Cấu trúc này giúp cho người sử dụng dễ dàng biên tập bản đồ, chỉnh sửa, in ấn. Tuy nhiên cấu trúc này có nhược điểm là phức tạp khi thực hiện các phép chồng xếp bản đồ.

2.4.2. Mô hình Raster.

Có thể hiểu đơn giản là một “ảnh” chứa các thông tin về một chuyên đề.

Mô phỏng bề mặt trái đất và các đối tượng trên đó bằng một lưới (đều hoặc không đều) gồm các hàng và cột. Những phần tử nhỏ này gọi là những pixel hay cell. Giá trị của pixel là thuộc tính của đối tượng. Kích thước pixel càng nhỏ thì đối tượng càng được mô tả chính xác. Một mặt phẳng chứa đầy các pixel tạo thành **raster**. Cấu trúc này thường được áp dụng để mô tả các đối tượng, hiện tượng phân bố liên tục trong không gian, dùng để lưu giữ thông tin dạng ảnh (ảnh mặt đất, hàng không, vũ trụ...). Một số dạng mô hình biểu diễn bề mặt như DEM (*Digital Elevation Model*), DTM (*Digital Terrain Model*), TIN (*Triangulated Irregular Network*) trong CSDL cũng thuộc dạng raster.

2.5. Chức năng của GIS:

Một hệ thống GIS phải đảm bảo được 6 chức năng cơ bản sau:

- Capture: thu thập dữ liệu. Dữ liệu có thể lấy từ rất nhiều nguồn, có thể lấy bản đồ giấy, ảnh chụp, bản đồ số...
- Store: lưu trữ. Dữ liệu có thể được lưu dưới dạng vector hay raster
- Query: truy vấn, tìm kiếm. Người dùng có thể truy vấn thông tin đồ họa hiển thị bản đồ.
- Analyze: phân tích. Đây là chức năng hỗ trợ việc ra quyết định của người dùng. Xác định những tình huống có thể xảy ra khi bản đồ có sự thay đổi.
- Display: hiển thị bản đồ.
- Output: xuất dữ liệu, hỗ trợ việc kết xuất dữ liệu bản đồ dưới nhiều định dạng: giấy in, website, ảnh, v.v.

2.6. Ứng dụng của GIS:

Hệ thống thông tin địa lý được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khoa học công nghệ từ những thập kỉ 70 của thế kỉ trước đến nay.

- Trong lĩnh vực môi trường, GIS dùng để phân tích, mô hình hóa ác tiến trình xói mòn đất, sự lan truyền ô nhiễm trong môi trường không khí và nước.
- Trong công nghiệp, GIS là công cụ đắc lực trong giám sát thu hoạch, quản lý sử dụng đất, dự báo về hàng hóa, nghiên cứu về đất trồng, kế hoạch tưới tiêu, kiểm tra nguồn nước.
- Trong lĩnh vực tài chính, GIS đã từng được áp dụng cho việc xác định vị trí của nhiều chi nhánh mới của ngân hàng. Hiện nay việc sử dụng GIS đang tăng lên trong lĩnh vực này, nó là một công cụ đánh giá rủi ro và mục đích bảo hiểm, xác định với độ chính xác cao hơn những khu vực có rủi ro lớn nhất hay thấp nhất.
- Ngoài trừ những ứng dụng trong lĩnh vực đánh giá, quản lý mà GIS hay được dùng nó còn có thể áp dụng trong lĩnh vực y tế. Ví dụ chỉ ra lộ trình nhanh nhất giữa vị trí hiện tại của xe cấp cứu và bệnh nhân cần cấp cứu, dựa trên cơ sở dữ liệu giao thông. GIS cũng có thể được sử dụng như một công cụ nghiên cứu dịch bệnh để phân tích nguyên nhân bộc phát lây lan bệnh tật trong cộng đồng.
- Đối với các nhà quản lý địa phương việc ứng dụng GIS rất hiệu quả, bởi vì sử dụng dữ liệu không gian nhiều nhất. Tất cả các cơ quan của chính quyền địa phương có thể có lợi từ GIS, nó có thể được sử dụng trong việc tìm kiếm và quản lý thửa đất, thay thế cho việc hồ sơ giấy tờ hiện hành. Các bộ địa phương có thể sử dụng GIS trong việc bảo dưỡng nhà cửa và đường giao thông. GIS còn được sử dụng trong các trung tâm điều khiển và quản lý các tình huống khẩn cấp.
- Trong lĩnh vực vận tải, điện, gas, điện thoại... ứng dụng GIS linh hoạt nhất, GIS được dùng để xây dựng những cơ sở dữ liệu là nhân tố của chiến lược công nghệ thông tin của các công ty trong lĩnh vực này.

III. Mô hình MIKE 11:

3.1. Định nghĩa:

MIKE11 là công cụ được đề xuất cho việc trình bày dữ liệu không gian và phân tích công cụ lập mô hình động lực một chiều. MIKE11 là công cụ nhằm

phân tích chi tiết, thiết kế, quản lý và vận hành cho sông và hệ thống kênh dẫn. Với môi trường đặc biệt 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.

MIKE11 là một gói phần mềm kỹ thuật chuyên môn để mô phỏng lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở cửa sông, sông, hệ thống tưới, kênh dẫn và các vật thể nước khác.

Mô đun mô hình thủy động lực (HD) là một phần trọng 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 khuyếch tán, Chất lượng nước và các mô đun vận chuyển bùn lắng không có cớ kết. Mô đun MIKE11 HD giải các phương trình tổng hợp theo phương đứng để đảm bảo tính liên tục và động lượng (momentum), nghĩa là phương trình Saint Venant.

Các ứng dụng liên quan đến mô đun MIKE 11 HD bao gồm:

- Dự báo lũ và vận hành hồ chứa.
- Các phương pháp mô phỏng kiểm soát lũ.
- Vận hành hệ thống tưới và tiêu thoát bề mặt.
- Thiết kế các hệ thống kênh dẫn.
- Nghiên cứu sóng triều và dâng nước do mưa ở sông và cửa sông.

Đặc trưng cơ bản của hệ thống lập mô hình MIKE11 là cấu trúc mô đun tổng hợp với nhiều loại mô đun được thêm vào mỗi mô phỏng các hiện tượng liên quan đến hệ thống sông.

Ngoài các mô đun HD đã mô tả ở trên, MIKE bao gồm các mô đun bổ sung đối với:

- Thủy văn.
- Tải khuyếch tán.
- Các mô hình cho nhiều vấn đề về chất lượng nước.
- Vận chuyển bùn cát có cớ kết (có tính dính).
- Vận chuyển bùn cát không có cớ kết (không có tính dính).

Đã từ lâu, MIKE11 được biết đến như là một công cụ phần mềm có các tính năng giao diện tiên tiến và nhằm ứng dụng dễ dàng. Từ ban đầu, MIKE11 được vận hành, sử dụng thông qua hệ thống trình đơn tương tác (interactive menu system) hữu hiệu với các *layout* có hệ thống và các *menu* xếp dãy tuần tự.

Các đặc tính trong MIKE11 bao gồm:

- Nhập dữ liệu/ chỉnh sửa bản đồ.
- Nhiều dạng dữ liệu đầu vào/ chỉnh sửa mạng tính mô phỏng.
- Tiện ích copy và dán (paste) để nhập (hoặc xuất) trực tiếp, ví dụ như từ các chương trình trang bảng tính (spreadsheet programs).
- Bảng số liệu tổng hợp (tabular) và cửa sổ sơ đồ (graphical windows).
- Nhập dữ liệu về mạng sông và địa hình từ ASCII text files.
- Layout cho người sử dụng xác định cho tất cả các cửa sổ sơ đồ (màu sắc, cài đặt font, đường, các dạng điểm vạch dấu marker, v.v...).

3.2. *Mô đun mô hình MIKE11*

Mô hình thủy lực MIKE11 do Viện Thủy Lực Đan Mạch (DHI) xây dựng được chọn làm chương trình tính. Các mô đun được sử dụng bao gồm:

- Mô đun thủy lực (HD).
- Mô đun mưa dòng chảy (RR).
- Mô đun tải khuếch tán (AD).
- Mô đun chất lượng nước (ECOLAB).

3.2.1. *Cơ sở lý thuyết mô hình diễn toán thủy lực*

Mô đun mô hình thủy động lực (HD) là phần trung tâm của hệ thống mô hình MIKE11 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 thủy lực trong MIKE11 giải các phương trình tổng hợp theo phương dòng chảy để đảm bảo tính liên tục và bảo toàn động lượng (hệ phương trình Saint Venant). Đặc trưng cơ bản của hệ

thống mô hình MIKE 11 là cấu trúc mô đun tổng hợp với nhiều loại mô đun được thêm vào để mô phỏng các hiện tượng liên quan đến hệ thống sông. Ngoài các mô đun thủy lực, MIKE 11 còn có các mô đun bổ sung đối với:

- Thủy văn;
- Tải - khuếch tán;
- Các mô hình chất lượng nước;
- Vận chuyển bùn cát dính;
- Vận chuyển bùn cát không dính .v.v.

3.2.2. Hệ phương trình cơ bản.

Hệ phương trình Saint - Venant viết dưới dạng:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{ARC^2} = 0 \quad (2)$$

Trong đó:

Q: Lưu lượng (m³/s)

A: Diện tích mặt cắt (m²)

q: Lưu lượng nhập lưu trên một đơn vị chiều dài dọc sông (m²/s)

C: Hệ số Chezy

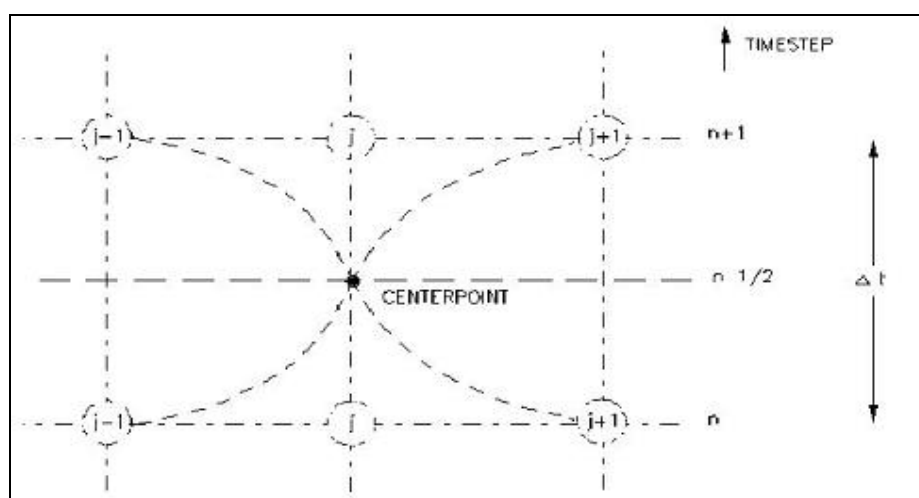
α : Hệ số sửa chữa động lượng

R: Bán kính thủy lực (m)

3.2.3. Phương pháp giải.

Hệ phương trình được giải theo phương pháp sai phân dùng sơ đồ sai phân ẩn 6 điểm của Abbott và Inoescu (1967). Hệ phương trình sai phân áp dụng cho một đoạn sông tạo nên lưới các điểm lưu lượng Q và mực nước h xen kẽ. Mực nước hay lưu lượng tại mỗi điểm tính trong nhánh có thể biểu diễn bằng hàm của mực nước tại 2 nút thượng và hạ lưu.

Hình 2.10. Sơ đồ sai phân 6 điểm Abbott



Phương trình liên tục

Trong phương trình liên tục, ta có

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \rightarrow \frac{\partial Q}{\partial x} + b \frac{\partial h}{\partial t} = q \quad (3)$$

Với b trong phương trình được tính theo công thức:

$$b = \frac{A_{0j} + A_{0j+1}}{\Delta 2x_j}$$

trong đó:

A_{0j} : Diện tích mặt phân cách giữa 2 điểm lưới $j - 1$ và điểm lưới j

A_{0j+1} : Diện tích mặt phân cách giữa 2 điểm lưới j và điểm lưới $j + 1$

$\Delta 2x_j$: Khoảng cách giữa hai điểm lưới $j - 1$ và $j + 1$

Sai phân hoá phương trình (3) tại bước thời gian thứ $(n + 1/2)$, ta thu được các phương trình sai phân

$$\frac{\partial Q}{\partial x} \approx \frac{\frac{(Q_{j+1}^{n+1} + Q_{j+1}^n)}{2} - \frac{(Q_{j-1}^{n+1} + Q_{j-1}^n)}{2}}{\Delta 2x_j} \quad (4)$$

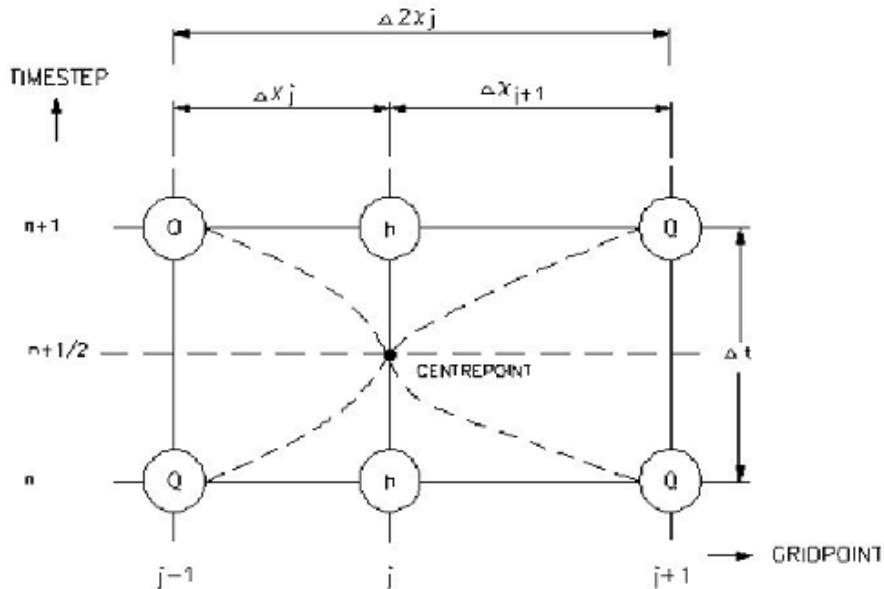
$$\frac{\partial h}{\partial t} \approx \frac{h_j^{n+1} - h_j^n}{\Delta t} \quad (5)$$

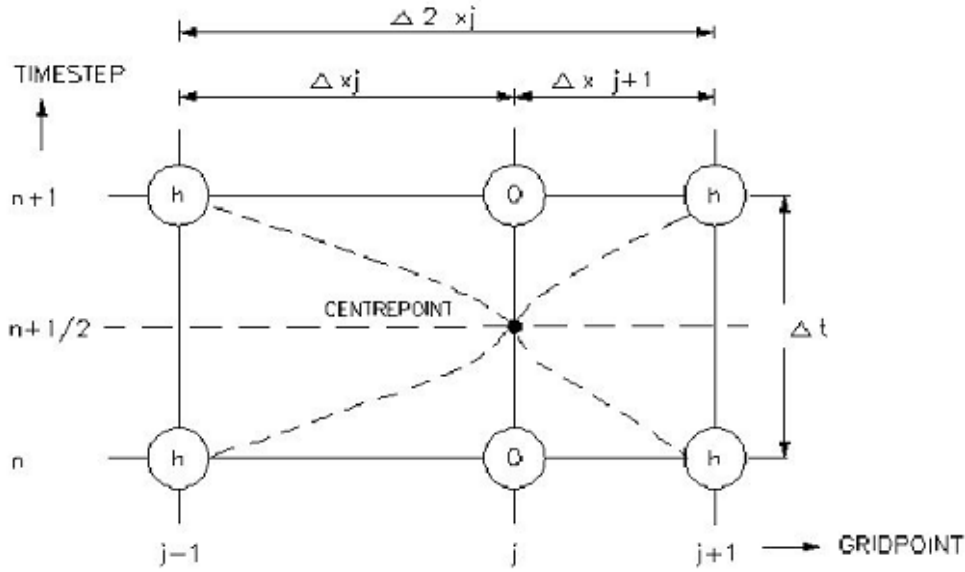
Thay b vào phương trình sai phân, rút gọn các hệ số ta thu được phương trình:

$$\alpha Q_{j-1}^{n+1} + \beta_j h_j^{n+1} + \gamma_j Q_{j+1}^{n+1} = \delta_j \quad (6)$$

Với α, β, γ là hàm của b và δ , ngoài ra nó còn phụ thuộc vào giá trị Q và h tại bước thời gian n và giá trị Q tại bước thời gian $n+1/2$.

Hình 2.11. Sơ đồ sai phân 6 điểm Abbott cho phương trình liên tục



Hình 2.12. Sơ đồ sai phân 6 điểm cho phương trình động lượng

Sai phân hoá phương trình (2) ta có:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} \approx \frac{Q_j^{n+1} - Q_j^n}{\Delta t} \quad (7)$$

$$\frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} = \frac{\left[\alpha \frac{Q^2}{A} \right]_{j+1}^{n+1/2} - \left[\alpha \frac{Q^2}{A} \right]_{j-1}^{n+1/2}}{\Delta 2x_j} \quad (8)$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} \approx \frac{\frac{(h_{j+1}^{n+1} - h_{j+1}^n)}{2} - \frac{(h_{j-1}^{n+1} - h_{j-1}^n)}{2}}{\Delta 2x_j} \quad (9)$$

Để xác định thành phần bậc 2 trong phương trình (8), người ta sử dụng phương trình gần đúng: (chú ý công thức 11)

$$Q^2 \approx \theta \cdot Q_j^{n+1} \cdot Q_j^n - (\theta - 1) \cdot Q_j^n \cdot Q_j^n \quad (10)$$

Với θ là hệ số do người sử dụng tự xác định, có giá trị từ 0 đến 1.

Thế vào các phương trình sai phân và rút gọn các hệ số, ta thu được phương trình động lượng viết dưới dạng:

$$\alpha_j h_{j-1}^{n+1} + \beta_j Q_j^{n+1} + \gamma_j h_{j+1}^{n+1} = \delta_j \quad (11)$$

Trong đó:

$$\alpha_j = f(A)$$

$$\beta_j = f(Q_j^n, \Delta t, \Delta x, C, A, R)$$

$$\gamma_j = f(A)$$

$$\delta_j = f(A, \Delta x, \Delta t, \alpha, q, v, \theta, h_{j-1}^n, Q_{j-1}^{n+1/2}, Q_j^n, h_{j+1}^n, Q_{j+1}^{n+1/2})$$

Từ đó, khi viết các phương trình này với đầy đủ các bước thời gian, chúng ta sẽ thu được một ma trận tính toán. Để tìm nghiệm của bài toán, chúng ta phải sử dụng công cụ toán học để giải các ma trận này.

Tính ổn định của phương pháp sai phân hữu hạn để giải hệ phương trình Saint Venant được bảo đảm khi các điều kiện sau được thỏa mãn:

Số liệu địa hình phải tốt, giá trị cho phép tối đa với Δx (dx-max) được lựa chọn trên cơ sở này.

Bước thời gian Δt cần thiết đủ nhỏ để điều kiện ổn định Courant được thỏa mãn. Tuy nhiên, khi giải hệ phương trình Saint Venant với sơ đồ ẩn thì điều kiện ổn định Courant không nhất thiết phải thỏa mãn.

3.3. Cơ sở lý thuyết mô hình chất lượng nước (AD, ECOLAB).

Ngoài mô đun thủy lực là phần trung tâm của mô hình làm nhiệm vụ tính toán thủy lực, MIKE11 còn cho phép chúng ta giải quyết một số vấn đề thông qua các mô đun khác trong đó có vấn đề chất lượng nước.

Trong tính toán (1 chiều) các quá trình chất lượng nước có liên quan đến những phản ứng sinh hoá, ngoài ảnh hưởng của các phản ứng này gây ra, còn có ảnh hưởng của các quá trình thủy văn thủy lực của dòng chảy, do vậy, để giải quyết vấn đề chất lượng nước trong mô hình MIKE11, phải đồng thời sử dụng cả hai mô đun đó là mô đun tải - khuếch tán (AD) và mô đun sinh thái (Ecolab). Trong những trường hợp tính toán các yếu tố không liên quan đến các phản ứng sinh hoá thì chỉ cần sử dụng mô đun tải - khuếch tán để tính toán, khi đó các hệ số liên quan đến các phản ứng sinh hoá có

trong phương trình tính toán sẽ không được xét đến và mô đun sinh thái (Ecolab) không cần được kích hoạt.

3.3.1. Mô đun truyền tải khuếch tán (AD).

Mô đun truyền tải khuếch tán được dùng để mô phỏng vận chuyển một chiều của chất huyền phù hoặc hoà tan (phân huỷ) trong các lòng dẫn hở dựa trên phương trình để trừ tích lũy với giả thiết các chất này được hoà tan trộn lẫn, nghĩa là không có thay đổi hay biến động trong cùng mặt cắt và dòng chảy không phân tầng (đồng đẳng).

Phương trình truyền tải - khuếch tán

Phương trình:

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -AKC + C_2 q \quad (12)$$

Trong đó:

A: Diện tích mặt cắt (m²)

C: Nồng độ (kg/m³)

D: Hệ số khuếch tán

q: Lưu lượng nhập lưu trên 1 đơn vị chiều dài dọc sông (m²/s)

K: Hệ số phân huỷ sinh học, K chỉ được dùng khi các hiện tượng hay quá trình xem xét có liên quan đến các phản ứng sinh hoá.

Hệ số phân huỷ sinh học K bao hàm trong đó rất nhiều các hiện tượng và phản ứng sinh hoá. Hệ số này không cần xem xét trong bài toán lan truyền chất thông thường.

Phương trình (12) thể hiện hai cơ chế truyền tải, đó là truyền tải đối lưu do tác dụng của dòng chảy và truyền tải khuếch tán do Gradien nồng độ gây ra. Sự khuếch tán theo chiều dọc sông gây ra do sự kết hợp của dòng chảy rối và sự khuếch tán. Sự phân tán dọc theo sông do ảnh hưởng của chảy rối lớn hơn rất nhiều so với sự phân tán

hỗn loạn của các phân tử đơn lẻ. Về mặt trị số, thành phần khuếch tán rối lớn hơn nhiều so với thành phần khuếch tán phân tử. Sự phân bố của thành phần khuếch tán rối trong dòng chảy là không đồng đều, nó phụ thuộc vào hướng của tốc độ dòng chảy và khoảng cách đến thành ống, do đó hệ số khuếch tán rối khác nhau theo các hướng khác nhau. Quá trình truyền tải khuếch tán tuân theo định luật Fick.

Hệ số khuếch tán được xác định như là một hàm của dòng chảy trung bình:

$$D_j^{n+1} = a \left| \frac{Q^{n+1/2}}{A^{n+1/2}} \right|_j^b$$

Trong đó:

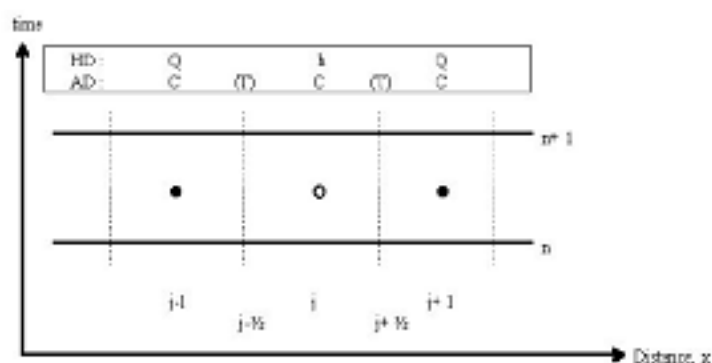
a, b: các hằng số do người dùng xác định

3.3.2. Phương pháp giải phương trình truyền tải khuếch tán

Người ta thường giải phương trình truyền chất theo phương pháp số với sơ đồ sai phân ẩn trung tâm. Sơ đồ sai phân hữu hạn này được xây dựng bằng cách:

Xem xét lượng dòng chảy vào một thể tích kiểm tra xung quanh nút điểm j . Các giới hạn biên của thể tích kiểm tra này là đáy sông, bề mặt nước và hai mặt cắt tại hai điểm $j-1/2$ và $j+1/2$.

Hình 2.13. Sơ đồ sai phân



Phương trình liên tục:

$$\frac{V_j^{n+1/2} C_j^{n+1/2}}{\Delta t} - \frac{V_j^{n+1/2} C_j^n}{\Delta t} + T_{j+1/2}^{n+1/2} - T_{j+1/2}^{n+1/2} = q^{n+1/2} C_q^{n+1/2} - V_j^{n+1/2} K C_j^n$$

Trong đó:

C: Nồng độ (mg/l) V: Thể tích (m³)

T: Tải lượng qua thể tích tính toán (kg/s)

q: Lượng nhập lưu trên một đơn vị chiều dài dọc sông (m²/s)

Δt : Bước thời gian

C_q : Nồng độ của dòng nhập lưu (mg/l)

K: Hệ số phân hủy

Phương trình tải khuếch tán:

$$T_{j+1/2}^{n+1/2} = Q_{j+1/2}^{n+1/2} C_{j+1/2}^* - A_{j+1/2}^{n+1/2} D \frac{C_{j+1}^{n+1/2} - C_j^{n+1/2}}{\Delta x}$$

Trong đó:

$Q_{j+1/2}^{n+1/2}$: lưu lượng qua mặt phân cách bên phải vùng tính toán (m³/s)

$A_{j+1/2}^{n+1/2}$: diện tích mặt phân cách bên phải vùng tính toán (m²)

D : hệ số khuếch tán

$C_{j+1/2}^*$: nồng độ nội suy phải thượng lưu, được tính theo công thức:

$$C_{j+1/2}^* = \frac{1}{4} (C_{j+1}^{n+1} + C_j^{n+1} + C_{j+1}^n + C_j^n) - \min \left(\frac{1}{6} \left(1 + \frac{\sigma^2}{2} \right), \frac{1}{4\sigma} \right) (C_{j+1}^n - 2C_j^n + C_{j-1}^n)$$

với σ là số Courant $\sigma = u\Delta t / \Delta x$

Thay thế và sắp xếp các phương trình trên lại, ta thu được một phương trình sai phân hữu hạn sơ đồ ẩn

$$\alpha_j C_{j-1}^{n+1} + \beta_j C_j^{n+1} + \gamma_j C_{j+1}^{n+1} = \delta_j$$

Khi viết lại các phương trình với đầy đủ các bước thời gian thì ta cũng thu được một ma trận như trong mô đun tính toán thủy lực, để giải và tìm nghiệm của các ma trận này người ta cũng sử dụng các phương pháp toán học như trên. Bằng sự trợ giúp của máy tính, việc giải các phương trình và ma trận trở nên nhanh hơn rất nhiều.

3.3.3. Mô đun sinh thái (Ecolab).

Mô đun sinh thái (Ecolab) trong mô hình MIKE 11 giải quyết khía cạnh chất lượng nước trong sông tại những vùng bị ảnh hưởng bởi các hoạt động dân sinh kinh tế... Mô đun này phải được đi kèm với mô đun tải - khuếch tán (AD), điều này có nghĩa là mô đun chất lượng nước giải quyết các quá trình biến đổi sinh học của các hợp chất trong sông còn mô đun tải - khuếch tán (AD) được dùng để mô phỏng quá trình truyền tải khuếch tán của các hợp chất đó.

Nước là môi trường sống và phát triển của rất nhiều loài động thực vật thủy sinh cũng như các vi sinh vật sống trong nước. Chúng luôn luôn có sự tương tác qua lại với môi trường. Do đó trong môi trường nước xảy ra rất nhiều các quá trình trao đổi phức tạp như sự hô hấp và phân hủy của các loại động thực vật, quá trình hấp thụ nhiệt... Các quá trình này đều được mô hình hoá và đưa vào mô đun chất lượng nước. Chúng ta tác động vào các quá trình này thông qua các hệ số hiển thị trong trình duyệt của mô đun chất lượng nước có trong mô hình. Mô đun sinh thái tính toán tới 13 thông số chất lượng nước với 6 cấp độ khác nhau, mô phỏng và biểu diễn những quá trình chuyển hóa giữa các hợp phần có liên quan tới các quá trình. Cụ thể như sau:

- a. **Tính toán lượng oxy hoà tan trong nước (Dissolved Oxygen - DO):** bao gồm các quá trình tương tác với ôxy khí quyển trên bề mặt, quá trình hô hấp và quang hợp của sinh vật dưới nước, tiêu thụ ôxy trong quá trình chuyển hoá Ammonia thành Nitrate, nhu cầu ôxy đáy;
- b. **Tính toán nhu cầu ôxy sinh hoá (Biological Oxygen Demand - BOD):** có thể tính toán được các hợp phần BOD riêng rẽ, đó là BOD lơ lửng, BOD dạng hòa

tan trong nước và BOD trong lớp bùn đáy. Mô hình còn cho phép tính toán các quá trình sinh hóa của BOD là quá trình phân rã BOD và các quá trình chuyển hóa giữa các hợp phần BOD.

- c. **Tính toán tổng Phốtpho:** mô hình cho phép tính toán hai hợp phần Phốtpho riêng biệt là Orthophosphate và Particulate Phosphorus, các quá trình sinh hóa xảy ra như thu nhận phốtpho từ quá trình phân rã BOD, tiêu hao phốtpho do sinh vật hấp thụ.
- d. **Tính toán Amonia:** sinh ra do quá trình phân hủy BOD, tiêu hao do chuyển hóa thành Nitrate, do thực vật và vi khuẩn hấp thụ.
- e. **Tính toán Nitrate:** sinh ra do quá trình chuyển hóa từ Ammonia sang Nitrate (quá trình Nitrate hoá), sút giảm do chuyển hóa thành Nitơ tự do.
- f. **Tính toán Coliform:** mô hình có thể tính được Coliform theo hai hợp phần là Faecal Coliform và Total Coliform. Các quá trình biến đổi lượng Coliform do chúng chết đi và nhận các hợp phần Coliform từ các nguồn thải. Các giá trị tham số của mô hình chất lượng nước và sinh thái được liệt kê và cho sẵn các giá trị ngưỡng của từng tham số ứng với các mức độ tính toán. Điều này đặc biệt có ý nghĩa với việc hiệu chỉnh mô hình khi số lượng thông số là rất nhiều.

Các lựa chọn để kết xuất dữ liệu cho phép lấy và kiểm tra các quá trình chuyển hóa giữa các hợp phần tính toán với nhau. Với tính đồng bộ cao, mô hình còn cho phép cập nhật các nguồn thải dưới dạng nguồn điểm hay nguồn diện trên từng đoạn sông.

CHƯƠNG 3. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.

I. Vật liệu.

Máy vi tính, internet, các phần mềm GIS: Arcview, ArcGIS, MIKE 11.

II. Nội dung và Phương pháp.

2.1. Chương trình tính :

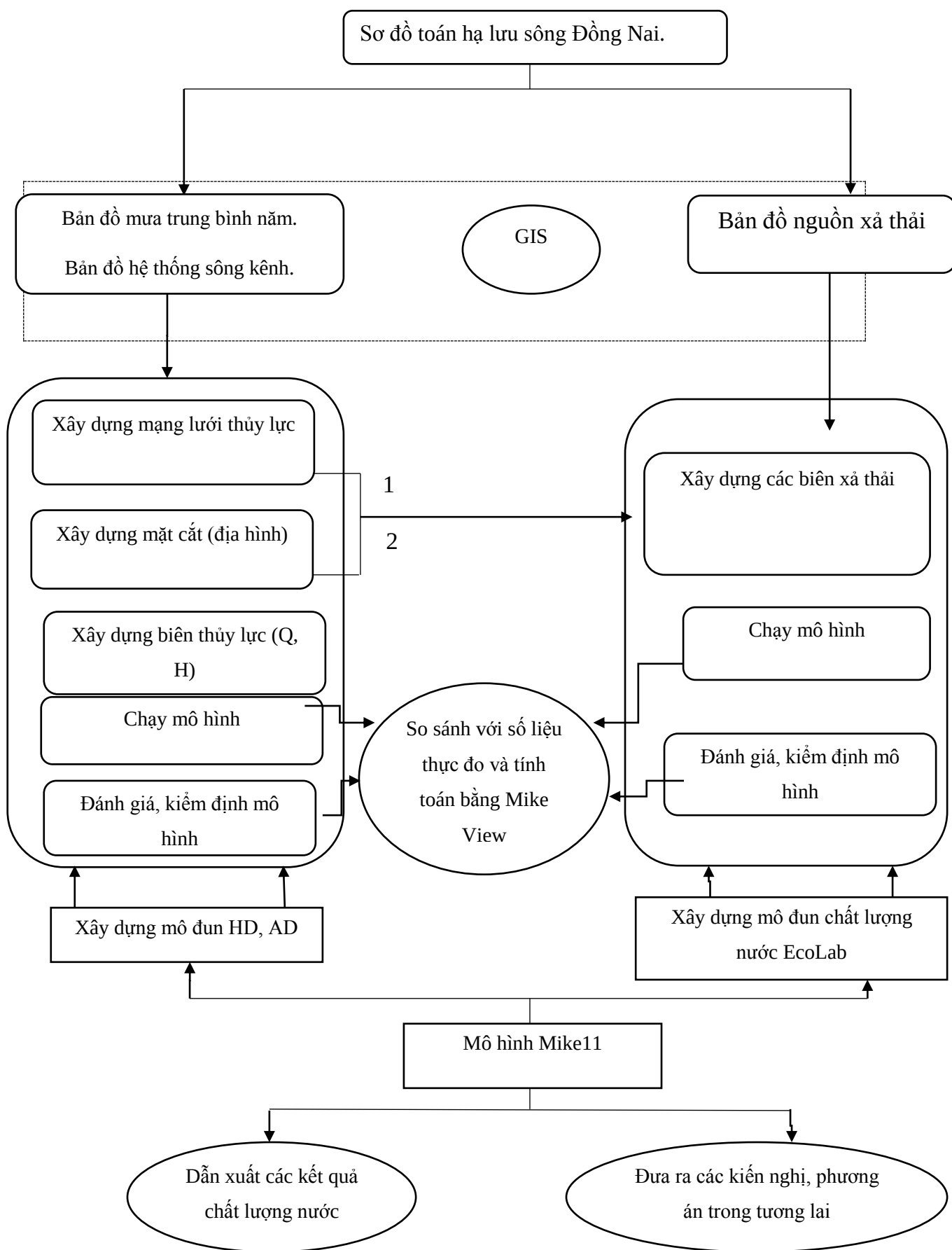
Sử dụng mô hình mô hình thủy lực Mike 11 do Viện Thủy Lực Đan Mạch (DHI) xây dựng được chọn làm chương trình tính. Các mô đun được sử dụng bao gồm:

- Mô đun thủy lực (HD).
- Mô đun mưa dòng chảy (RR).
- Mô đun tải khuếch tán (AD).
- Mô đun chất lượng nước (ECOLAB).

2.2. Nội dung nghiên cứu

- Tìm hiểu về các số liệu địa hình (bản đồ, địa hình, mạng lưới sông kênh), số liệu thủy văn, tìm hiểu về thời gian và diễn biến dòng chảy chất lượng nước trong năm. Sử dụng mô hình MIKE11 để tính toán, mô phỏng dòng chảy, đánh giá chất lượng nước.
- Nghiên cứu, tìm hiểu và ứng dụng GIS nhằm mô phỏng chất lượng nước thực tế, tìm ra giải pháp hạn chế khắc phục tình trạng chất lượng nước.

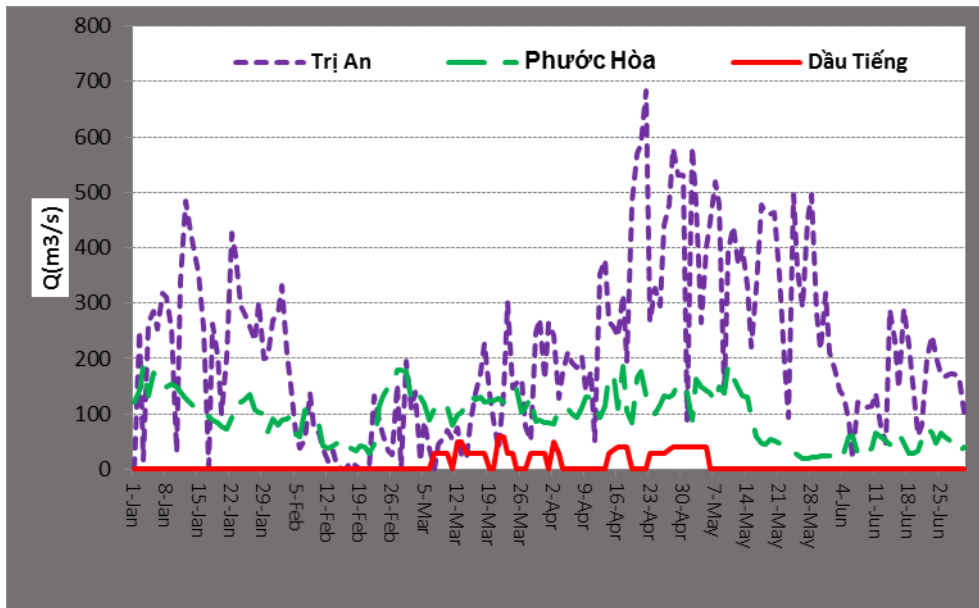
III. Phương pháp nghiên cứu:



Số liệu biên

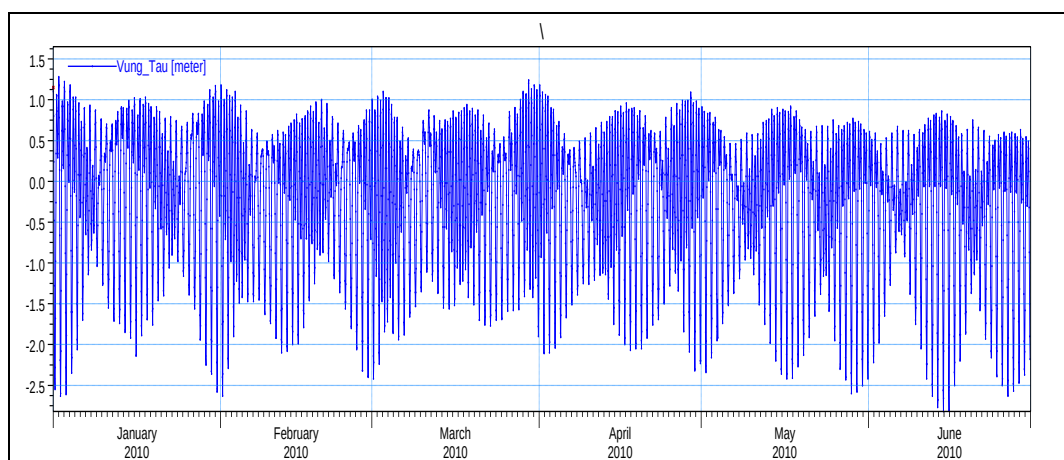
Biên thượng lưu: Gồm năm biên chính lưu lượng xả từ các hồ Trị An trên sông Đồng Nai, Dầu Tiếng trên sông Sài Gòn và Phước Hòa trên sông Bé, ngoài ra còn hai biên lưu lượng trên sông Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây.

Hình 3.1. Lưu lượng xả từ hồ Trị An, Phước Hòa và Dầu Tiếng năm 2010



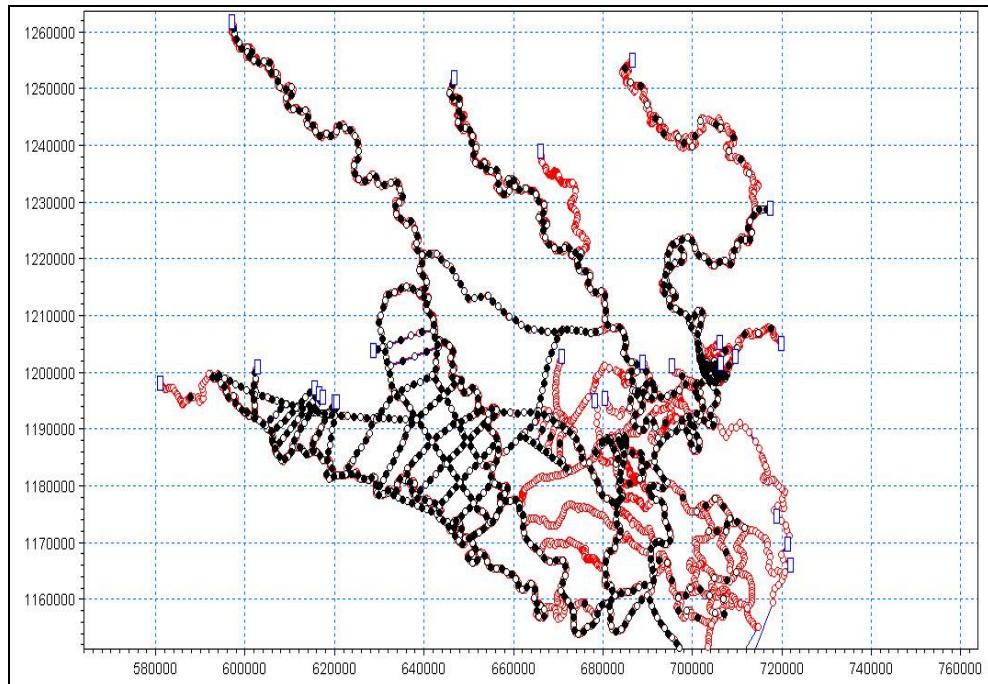
Biên hạ lưu: Biên mực nước tại trạm Vũng Tàu cho các cửa Soài Rạp, Đồng Tranh, Lòng Tàu, và Thị Vải. Xem hình

Hình 3.1 Mực nước trạm Vũng Tàu năm 2000

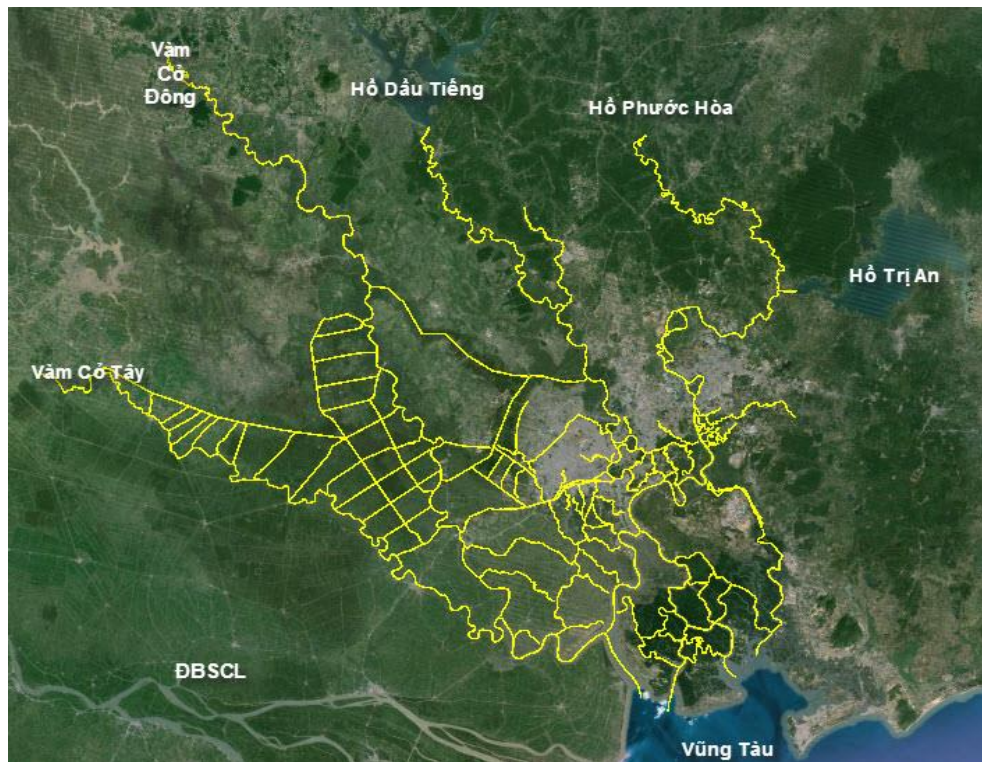


Biên trong: Gồm dòng chảy từ mưa và nhu cầu nước cho sinh hoạt, nông nghiệp và công Nghiệp năm 2010 dọc trên các sông chính.

Hình 3.2 Mạng lưới thủy lực Mike11 cho vùng nghiên cứu



Hình 3.3 Mạng lưới thủy lực Mike11 trên Google Earth

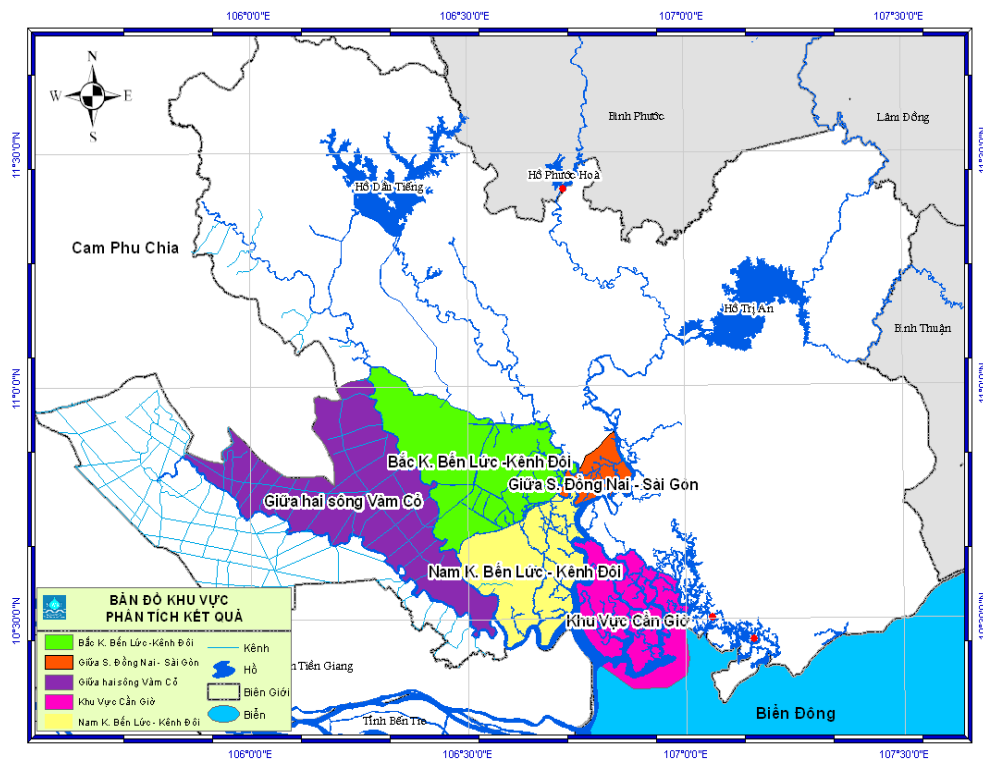


CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

I. Thời gian mô phỏng và khai thác kết quả

Mô hình mô phỏng trong mùa kiệt năm 2010 từ 1/1-30/6, khai thác số liệu đặc trưng lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình của các yếu tố mô phỏng như mặn, BOD, DO trong vùng nghiên cứu. Phân tích kết quả trên các sông chính và các khu vực như Hình 4.1.

Hình 4.1. Phân vùng khai thác và phân tích kết quả.



II. Kết quả mô phỏng chất lượng nước mùa khô năm 2010

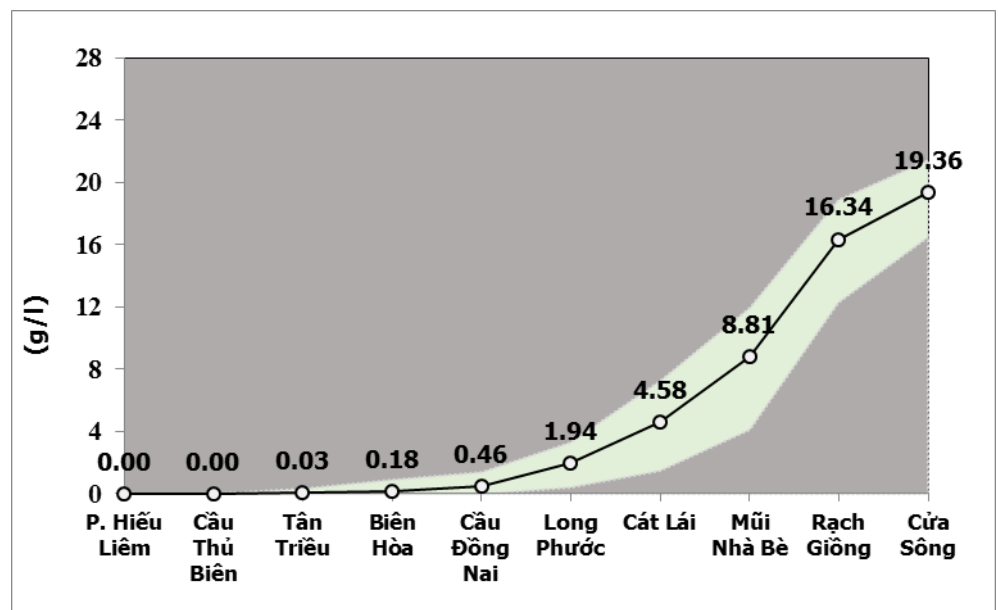
2.1. Diễn biến xâm ngập mặn mùa khô năm 2010

2.1.1. Diễn biến xâm ngập mặn trên sông chính

❖ Sông Đồng Nai

Kết quả tính toán mặn năm 2010 trên sông Đồng Nai được trình bày trong Hình 4.2 cho thấy diễn biến của giá trị mặn lớn nhất (max) dọc sông Đồng Nai, mùa kiệt năm 2010. Trong năm 2010 lượng mưa trong khu vực chỉ ở mức trung bình thấp, thời gian kiệt nhất trên sông kéo dài hơn 2 tháng so với năm trước, tháng 2 – 5 là thời điểm mặn xâm nhập sâu nhất. Trong đó, giá trị mặn giảm theo hướng dần từ cửa sông cho tới thượng lưu, giá trị lớn nhất đạt 19.36g/l tại cửa. Khu vực ranh mặn 4g/l nằm từ Mũi Nhà Bè đến đoạn giữa Long Phước và Cát Lái, chiều dài xâm nhập mặn: nhỏ nhất là 27 km, nhiều nhất là 65 km.

Hình 4.2. Mặn dọc sông Đồng Nai mùa kiệt năm 2010



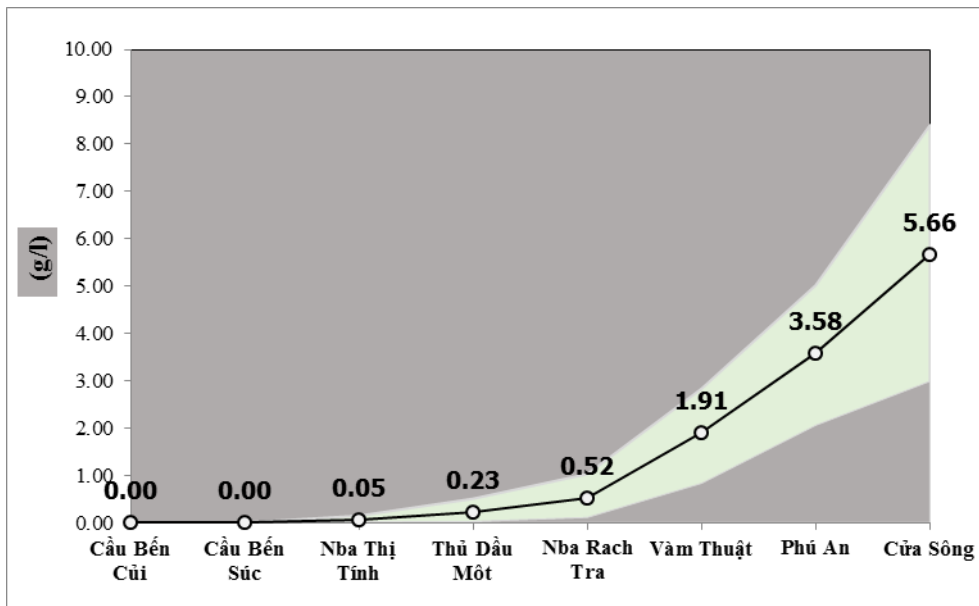
Bảng 4.1. Mặn dọc sông Đồng Nai mùa kiệt năm 2010.

Đơn vị: g/l

S. Đồng Nai	Km	Lớn nhất	Nhỏ Nhất	Trung Bình
P. Hiếu Liêm	3515.08	0.00	0.00	0.00
Cầu Thủ Biên	20788.00	0.01	0.00	0.00
Tân Triều	42847.59	0.29	0.00	0.03
Biên Hòa	53330.90	0.89	0.00	0.18
Cầu Đồng Nai	60530.85	1.38	0.00	0.46
Long Phước	76642.05	3.33	0.41	1.94
Cát Lái	89736.00	7.23	1.49	4.58
Mũi Nhà Bè	103274.00	11.92	4.09	8.81
Rạch Giồng	121871.77	18.84	12.23	16.34
Cửa Sông	130493.98	21.46	16.50	19.36

❖ Sông Sài Gòn

Sông Sài Gòn cũng bị xâm nhập mặn trong mùa khô. Năm 2010 lưu lượng xả hồ Dầu Tiếng khá nhỏ thời gian chỉ kéo dài trong 2 tháng từ tháng 3 – tháng 5, chính vì vậy mặn trên sông Sài Gòn có giá trị khá lớn, mặn xâm nhập nhiều vào thời điểm từ tháng 2 đến tháng 6 và mạnh nhất trong các tháng khô kiệt nhất (tháng 2, 3 hay tháng 4) sau đó giảm dần vào mùa mưa. Hình 4.3 cho thấy giá trị mặn lớn nhất tại cửa sông giao động từ 5.66g/l – 8.4 g/l. Tại Phú An độ mặn max có thể đạt 5.02, độ mặn thấp nhất là 2.06g/l. Chiều dài nhiễm mặn 4g/l là 33km tính từ cửa sông.

Hình 4.3. Đặc trưng mặn dọc sông Sài Gòn mùa kiệt năm 2010

Giá trị mặn trung bình dọc sông trong mùa kiệt năm 2010 đạt giá trị lớn nhất 1.08g/l.

❖ Sông Thị Vải

Sông Thị Vải chỉ dài 40 km, đoạn cuối đổ ra vịnh Gành Rái, có thể coi sông Thị Vải như là sông cụt, do vịnh Gành Rái kéo dài vào đất liền. Nhìn chung độ mặn trên sông biến động không nhiều. Kết quả tính toán mặn trên sông Thị Vải năm 2010 trình bày trong bảng 3.3 và hình 3.3

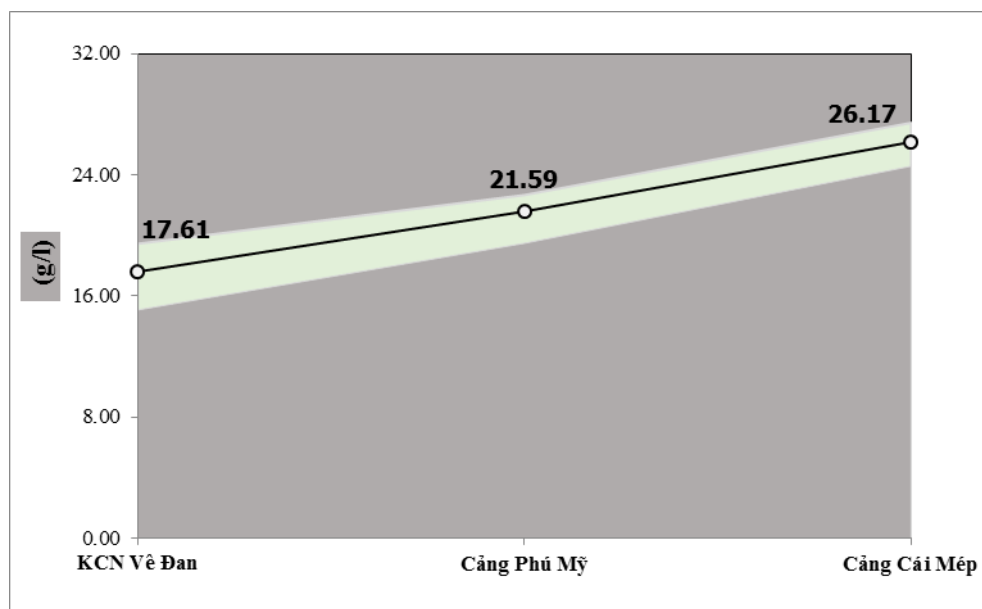
Bảng 4.2. Mặn dọc sông Thị Vải mùa kiệt năm 2010.

Đơn vị: g/l

S. Thị Vải	Km	Lớn nhất	Nhỏ Nhất	Trung Bình
KCN Vê Đan	24170.00	16.81	13.68	15.53
Cảng Phú Mỹ	12700.00	19.76	17.86	18.96

Cảng Cái Mép	1500.00	26.07	22.46	24.26
---------------------	---------	-------	-------	-------

Hình 4.4. Mặn dọc sông Thị Vải mùa kiệt năm 2010



❖ Sông Vàm Cỏ Đông

Sông Vàm Cỏ Đông là sông nằm gần biển, dòng sông có lòng dẫn lớn, tốc độ dòng không cao, nên hiện tượng xâm nhập mặn diễn ra khá gay gắt trên sông vào mùa khô. Mặn xâm nhập khá cao tháng 4 tại Bến Lức là 7,19g/l. Ranh mặn xâm nhập sâu nhất cách ngã ba sông Vàm Cỏ 30 km.

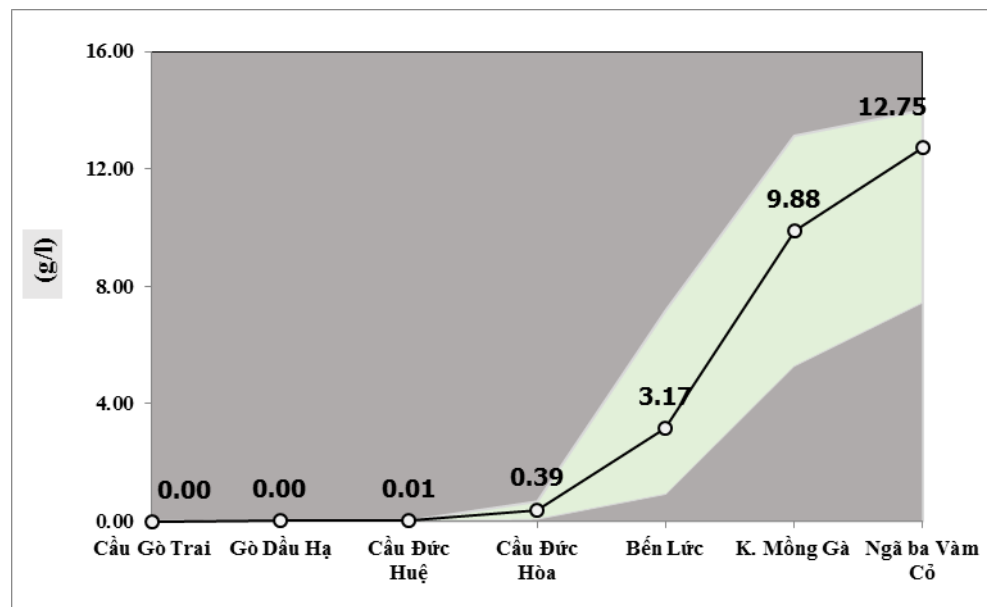
Bảng 4.3. Mặn dọc sông Vàm Cỏ Đông mùa kiệt năm 2010.

Đơn vị: g/l

S. Vàm Cỏ Đông	Km	Lớn nhất	Nhỏ Nhất	Trung Bình
Cầu Gò Trai	52103.00	0.00	0.00	0.00

Gò Dầu Hạ	86880. 00	0.02	0.00	0.01
Cầu Đức Huệ	11342 1.06	0.03	0.01	0.02
Cầu Đức Hòa	13960 0.00	0.31	0.04	0.17
Bến Lức	16684 5.91	2.74	0.44	1.53
K. Mông Gà	18352 5.00	4.32	1.97	3.51
Cửa sông	18717 5.00	4.61	2.57	3.91

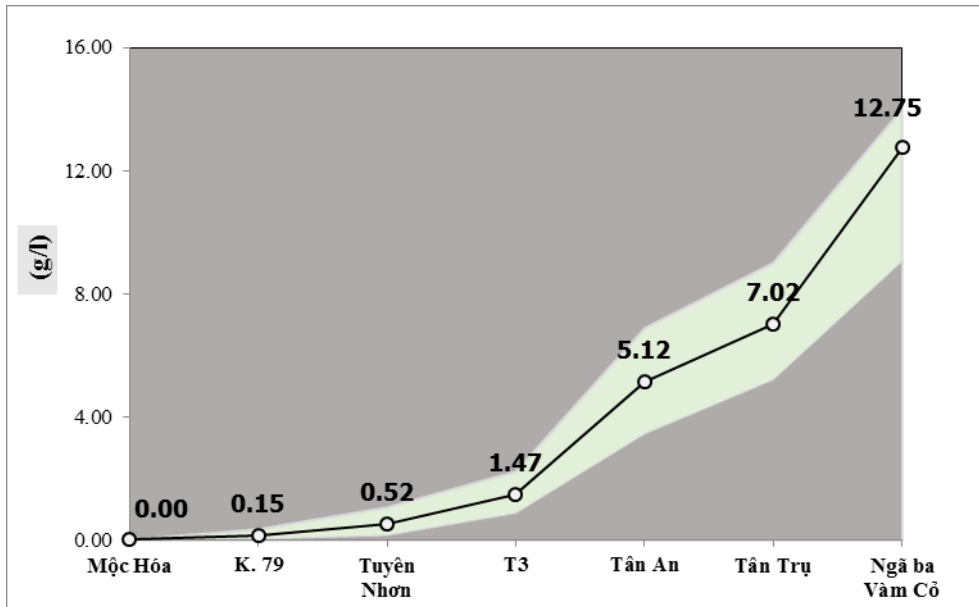
Hình 4.5. Đặc trưng độ mặn dọc sông Vàm Cỏ Đông mùa kiệt năm 2010



❖ Sông Vàm Cỏ Tây

Sông Vàm Cỏ Tây là sông nằm gần biển, sông có lòng dẫn lớn, tốc độ dòng không cao, nên hiện tượng xâm ngập mặn diễn ra khá gay gắt trên sông vào mùa khô. Mặn xâm nhập khá cao tháng 4 tại Tân An là 6.88 g/l.

Hình 4.6. Mặn lớn nhất dọc sông Vàm Cỏ Tây mùa kiệt năm 2010



Mặn xâm nhập sâu nhất (ranh 4g/l) xuất hiện tịa giữa Tân An và đầu kênh T3, chiều dài xâm ngập mặn sâu nhất là 40 km tính từ ngã ba sông Vàm Cỏ

Bảng 4.4. Mặn dọc sông Vàm Cỏ Tây mùa kiệt năm 2010

Đơn vị: g/l

S. Vàm Cỏ Tây	Km	Lớn nhất	Nhỏ Nhất	Trung Bình
Mộc Hóa	17245	0.00	0.00	0.00
K. 79	48000	0.35	0.03	0.15
Tuyên Nhơn	62960	1.06	0.15	0.52
T3	85402	2.22	0.88	1.47

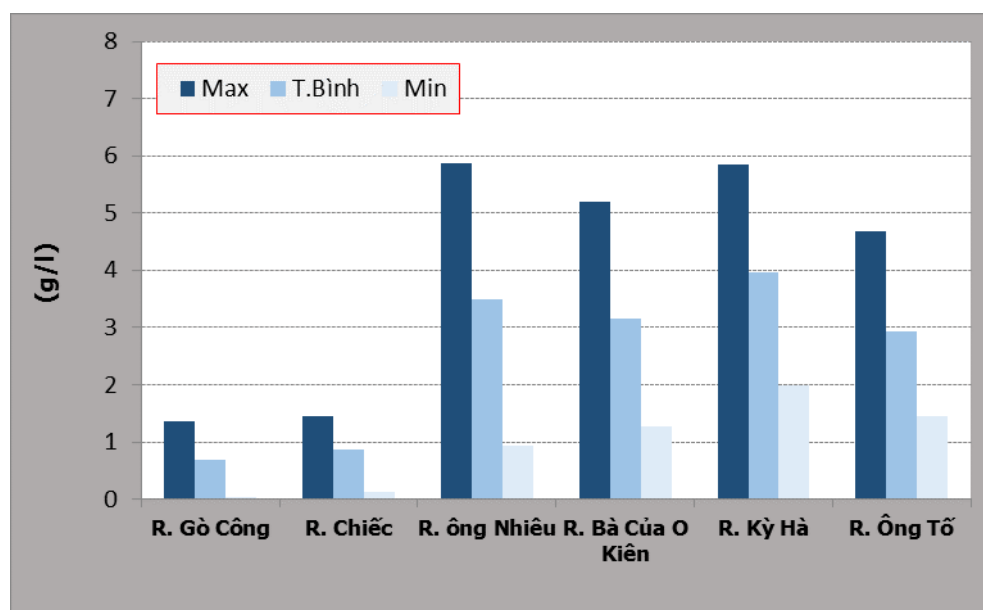
S. Vàm Cỏ Tây	Km	Lớn nhất	Nhỏ Nhất	Trung Bình
Tân An	11997 5	6.88	3.45	5.13
Tân Trụ	13070 0	9.00	5.21	7.03
Ngã ba sông Vàm Cỏ	15190 0	13.87	9.06	12.75

2.2. Diễn biến mặn khu vực Nội Đồng

2.2.1. Khu vực giữa hai sông Đồng Nai – Sài Gòn

- Xâm ngập mặn xuất hiện vào tháng 2 – tháng 4, diện tích nhiễm mặn lớn nhất của khu vực này là 5233 ha.
- Đặc trưng độ mặn tại một số khu vực được trình bày ở hình 4.7 và bảng 4.5

Hình 4.7. Mặn khu vực giữa hai sông ĐN – SG mùa kiệt năm 2010



Bảng 4.5. Mặn khu vực giữa hai sông ĐN – SG mùa kiệt năm 2010

Đơn vị: g/l

Giữa S. ĐN-SG	Km	Lớn nhất	Nhỏ Nhất	Trung Bình
R. Gò Công	6141.0 0	0.02	0.00	0.01
R. Chiềc	2500.0 0	0.07	0.00	0.03
R. ông Nhiêu	6450.0 0	0.86	0.03	0.31
R. Bà Cửa O Kiên	4757.0 4	0.63	0.11	0.30
R. Kỳ Hà	3000.0	0.84	0.19	0.43
R. Ông Tổ	3158.5 0	0.64	0.15	0.32

2.2.2. Khu vực Bắc kênh Bến Lức – Kênh Đôi

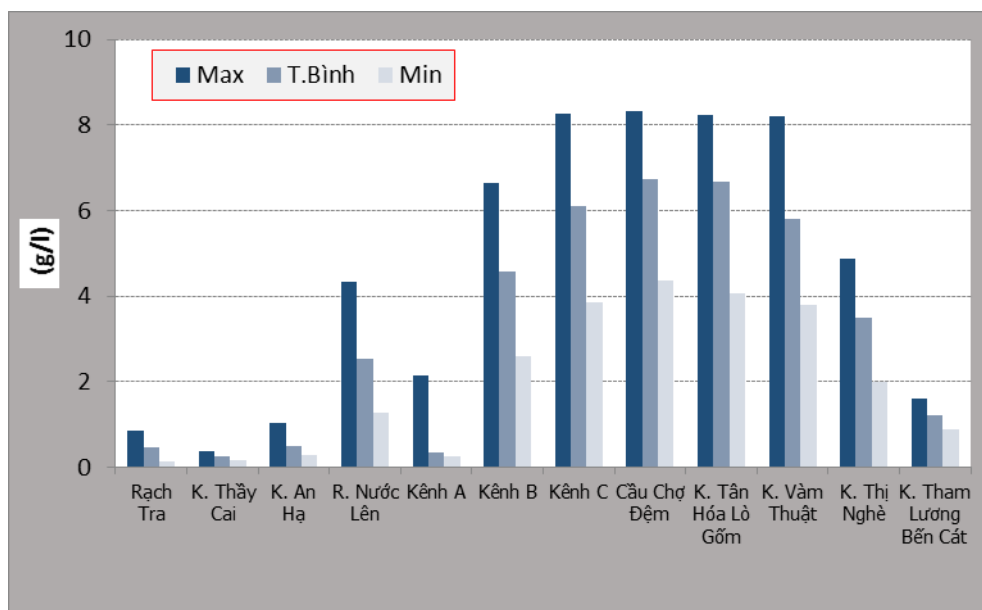
Xâm ngập mặn xuất hiện vào tháng 2 – tháng 4, diện tích nhiễm mặn lớn nhất của khu vực này là 23.500 ha. Đặc trưng độ mặn tại một số vị trí trong khu vực được trình bày ở hình 4.8 và bảng 4.6.

Bảng 4.6. Mặn khu vực Bắc Kênh Bến Lức – Kênh Đôi mùa kiệt năm 2010.

Đơn vị: g/l

Bắc K. Bến Lức- Kênh Đôi	Km	Lớn nhất	Nhỏ Nhất	Trung Bình
-------------------------------------	-----------	---------------------	---------------------	-----------------------

Rạch Tra	46540. 50	0.32	0.00	0.04
K. Thầy Cai	23030. 00	0.23	0.00	0.05
K. An Hạ	9000.0 0	0.27	0.01	0.06
R. Nước Lên	10985. 00	0.99	0.25	0.60
Kênh A	4200.0 0	0.52	0.09	0.12
Kênh B	4375.0 0	1.47	0.66	1.13
Kênh C	4167.0 0	1.86	0.93	1.51
Cầu Chợ Đệm	12415. 00	2.10	1.23	1.78
K. Tân Hóa Lò Gốm	6225.0 0	1.88	0.88	1.53
K. Vàm Thuật	1481.9 5	1.67	0.35	0.92
K. Thị Nghè	0.00	0.70	0.10	0.45
K. Tham Lương Bến Cát	14500. 00	0.44	0.01	0.13

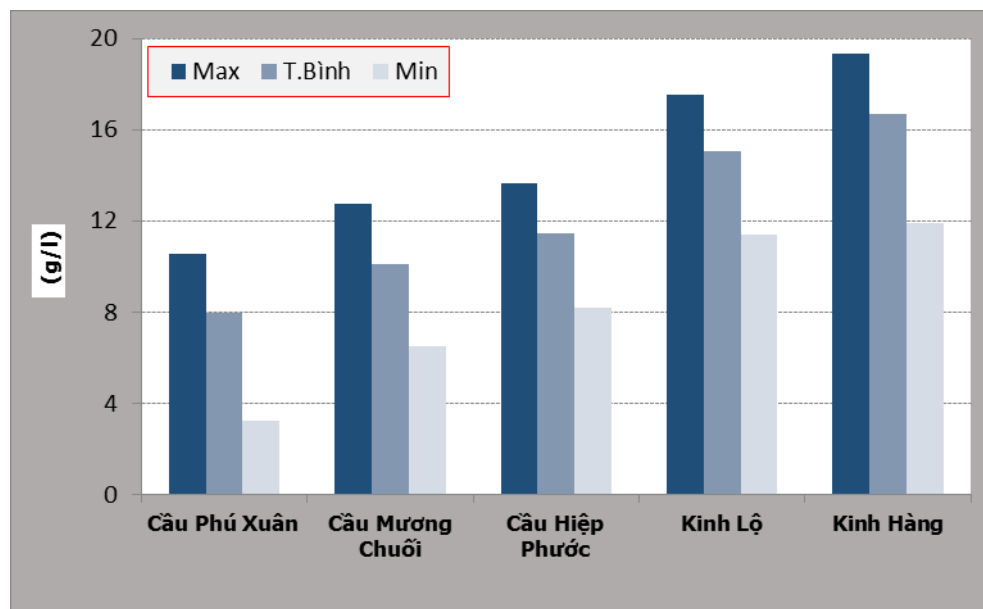
Hình 4.8. Mặn khu vực Bắc Kênh Bến Lức – Kênh Đôi mùa kiệt năm 2010.

2.2.3. Khu vực nam Bến Lức - Kênh Đôi

Xâm nhập mặn xuất hiện vào tháng 2 – tháng 5, từ tháng 3 –tháng 5 toàn bộ khu vực này bị nhiễm mặn.

Đặc trưng độ mặn tại một số khu vực được trình bày trong Hình 4.9 và Bảng 4.7

Hình 4.9. Đặc trưng độ mặn trong khu vực nam Bến Lức – Kênh Đôi mùa kiệt năm 2010.

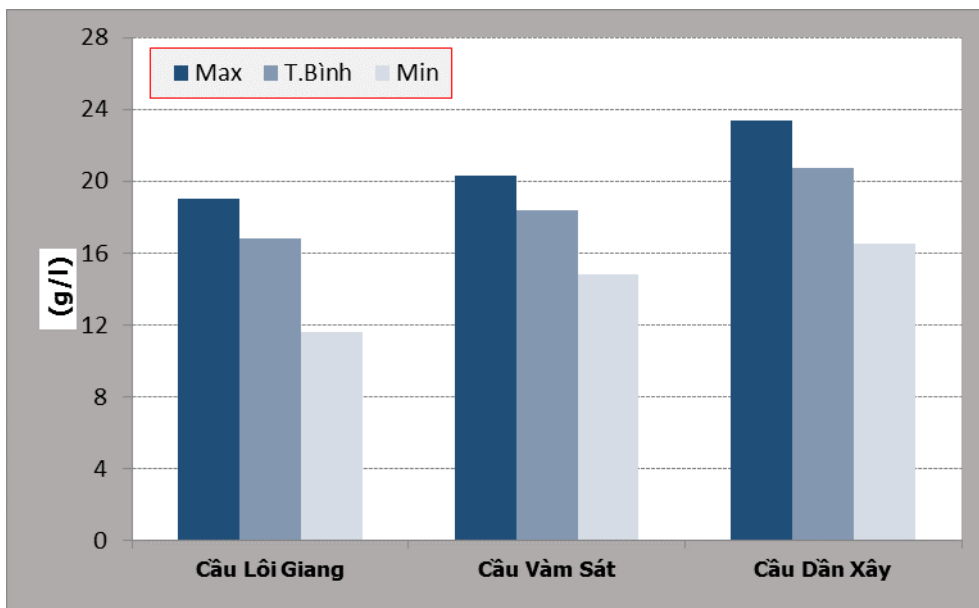


Bảng 4.7. Mặn khu vực nam kênh Bến Lức – Kênh đôi mùa kiệt năm 2010

Nam K. Bến Lức- Kênh Đôi	Km	Lớn nhất	Nhỏ Nhất	Trung Bình
Cầu Phú Xuân	8062.61	3.98	0.50	2.24
Cầu Mương Chuối	8455.50	5.26	1.51	3.49
Cầu Hiệp Phước	7541.50	5.94	2.50	4.37
Kinh Lộ	10000.00	8.93	4.08	6.64
Kinh Hàng	8000.00	10.70	4.39	7.98

2.2.4. Khu vực Cần Giờ

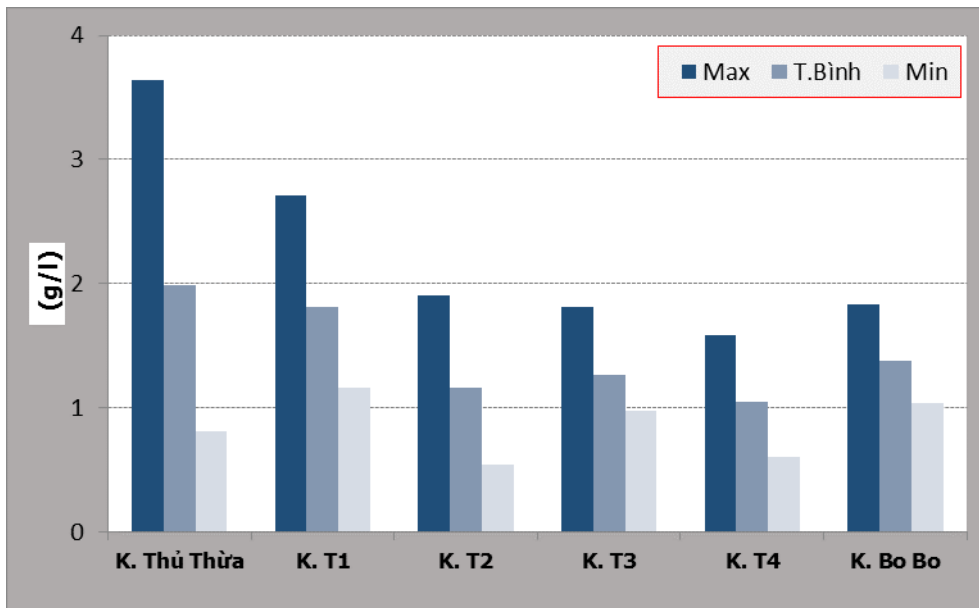
Toàn bộ khu vực nhiễm mặn suốt 6 tháng mùa khô, độ mặn biến động từ 7,09 g/l đến 19,12 g/l. Kết quả tính toán mặn mùa khô năm 2010 khu vực Cần Giờ.

Hình 4.10. Đặc trưng khu vực Cần Giờ mùa kiệt năm 2010**Bảng 4.8. Mặn khu vực Cần Giờ mùa kiệt năm 2010.**

Khu vực Cần Giờ	Km	Lớn nhất	Nhỏ Nhất	Trung Bình
Cầu Lôi Giang	1777.00	13.63	8.63	11.84
Cầu Vàm Sát	1141.50	13.90	7.09	10.66
Cầu Dân Xây	11940.81	19.12	12.25	15.88

2.2.5. Khu vực giữa hai sông Vàm Cỏ

Kết quả tính toán mặn mùa khô năm 2010 khu vực giữa 2 sông Vàm Cỏ được trình bày trong hình 2.9 và bảng 2.9. Thời gian nhiễm mặn từ tháng 2 - tháng 5, độ mặn biến động từ 1,58 g/l đến 3,64 g/l. Diện tích nhiễm mặn lớn nhất là 18950 ha.

Hình 4.11. Mặn lớn nhất khu vực giữa hai sông Vàm Cỏ mùa kiệt năm 2010**Bảng 4.9. Mặn khu vực giữa hai sông Vàm Cỏ mùa kiệt năm 2010**

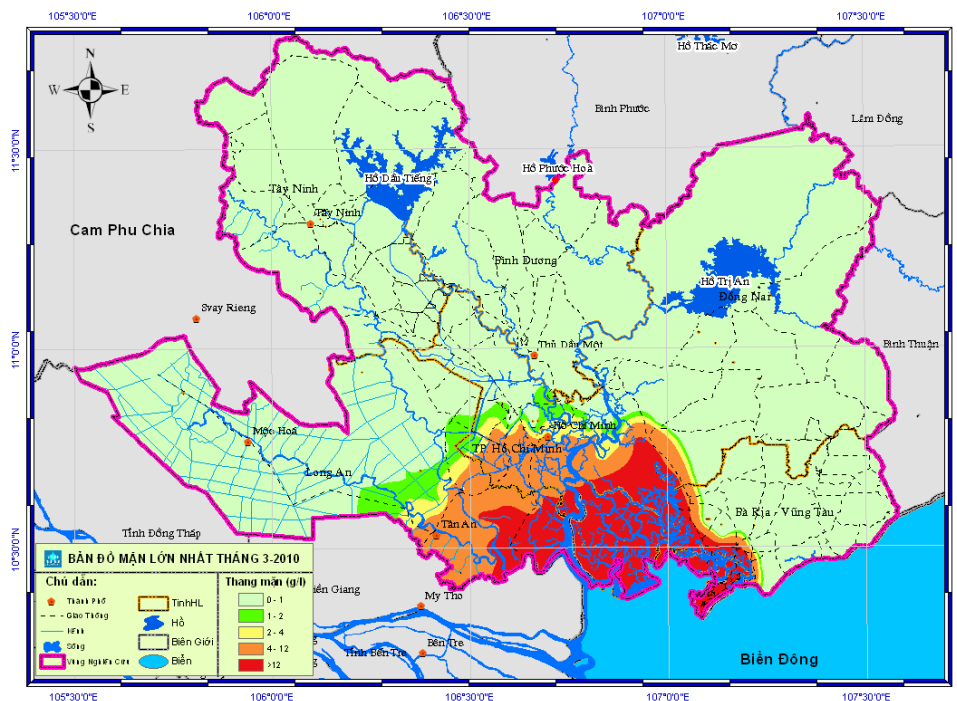
Giữa Hai sông VC	Km	Lớn nhất	Nhỏ Nhất	Trung Bình
K. Thủ Thừa	4100.00	3.64	0.82	1.99
K. T1	3000.00	2.72	1.16	1.82
K. T2	3000.00	1.91	0.55	1.17
K. T3	5500.00	1.82	0.98	1.27
K. T4	2500.00	1.58	0.60	1.05
K. Bo Bo	7255.00	1.84	1.04	1.38

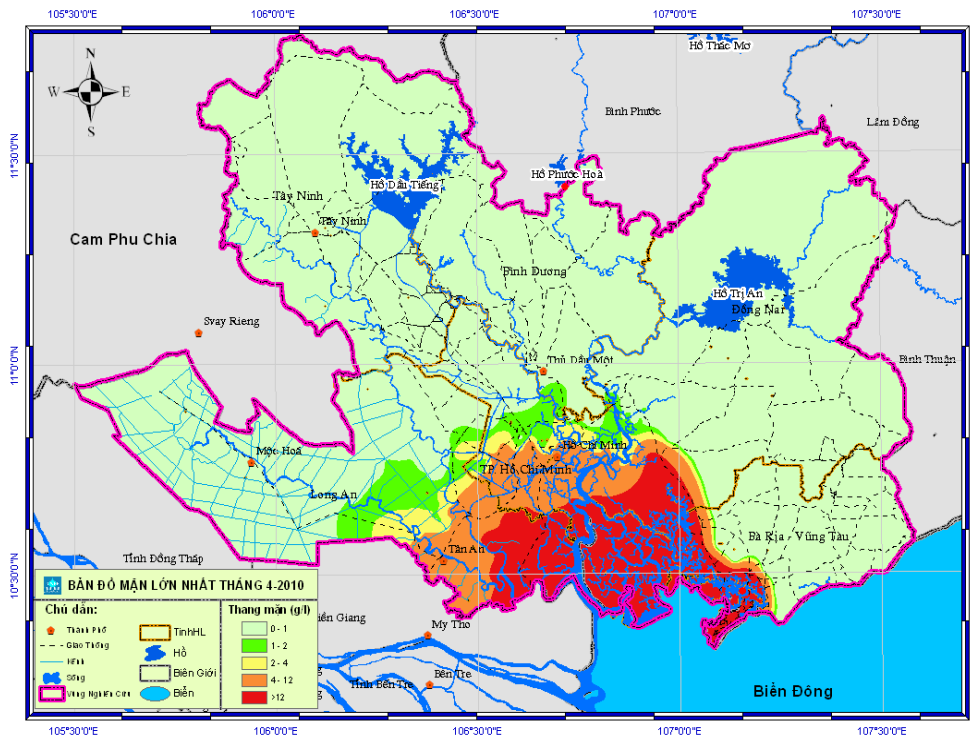
2.3. Diễn biến mặn trên toàn vùng

Hình 4.12. Cho thấy bức tranh của mặn lớn nhất mùa vào tháng 3 khu vực hạ lưu ĐNSG, xu thế mặn xâm nhập sâu và có giá trị cao nhất trên toàn hệ thống sông là khu vực sông Thị Vải, điều này hoàn toàn phù hợp với đặc điểm dòng chảy ở đây, do nguồn ngọt cung cấp nhỏ nên yếu tố thủy triều là chủ đạo ảnh hưởng chế độ dòng chảy ở đây, mặn dễ dàng xâm nhập và phụ thuộc chủ yếu vào triều. Trên hệ thống sông ĐN mặn trên 4g/l đã xâm nhập tới Cát Lái mặc dầu vạy ranh mặn 1g/l

vẫn bị khống chế dưới hạ lưu cầu Đồng Nai, do lượng xả từ hồ Trị An và Phước Hòa đều đặn trong mùa khô, lưu lượng trung bình 200 – 300 m³/s. Trên sông Sài Gòn ranh 4g/l có lúc vượt quá Thủ Thiêm nhưng ranh 1g/l chưa đến vị trí Rạch Tra. Hệ thống sông Vàm Cỏ ranh mặn lớn nhất 4g/l tháng 3 đã vượt qua Tân An và Bến Lức, xâm nhập gần tới kênh Thủ Thừa xem Hình 4.12. Trong khu vực nội đồng, ranh 4g/l xâm nhập vào khu vực Bình Chánh, tuy vậy ranh mặn 2g/l chưa tới cống An Hạ.

Hình 4.12. Bản đồ mặn lớn nhất tháng 3 năm 2010



Hình 4.13. Bản đồ mặn lớn nhất tháng 4 năm 2010

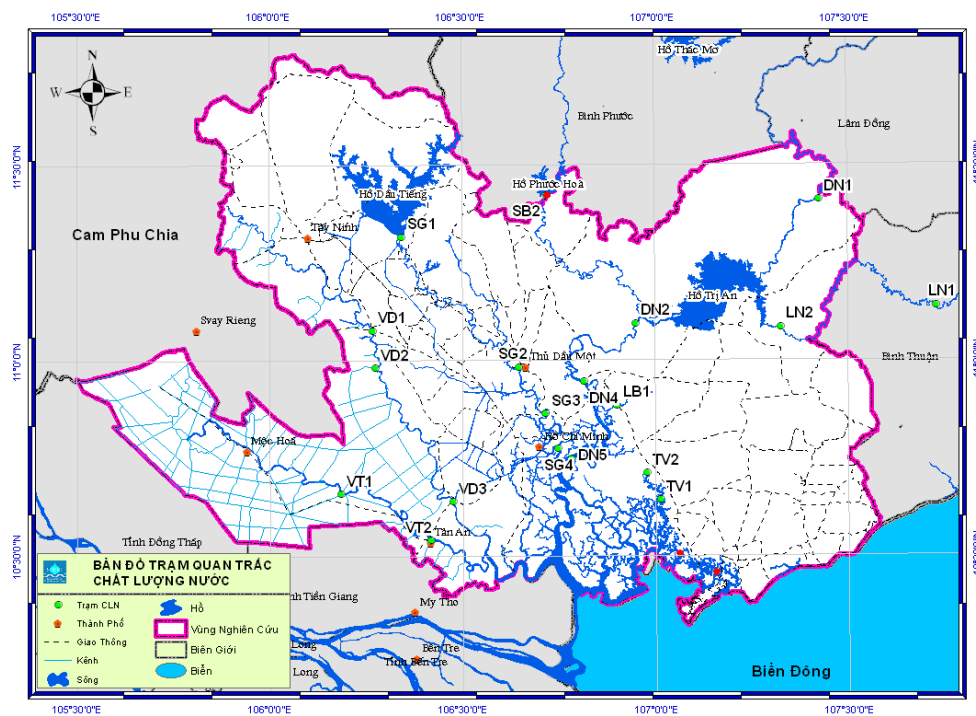
Xu thế mặn lớn nhất ở khu vực hạ lưu ĐNSG vào tháng 4 tương đồng với xu thế của tháng 3, nhưng mức độ xâm nhập sâu hơn, có thể thấy rõ điều này trên sông ĐN mặn 1g/l có lúc vượt qua cầu Đồng Nai. Trên sông SG ranh 1g/l vượt quá Rạch Tra so với tháng 3 chiều dài xâm nhập mặn tháng 4 lớn hơn nhiều. Mặn 1g/l đã có lúc vượt quá Tuyên Nhơn xem Hình 4.13, và trong khu vực Bình Chánh ranh 2g/l vượt quá cống An Hạ.

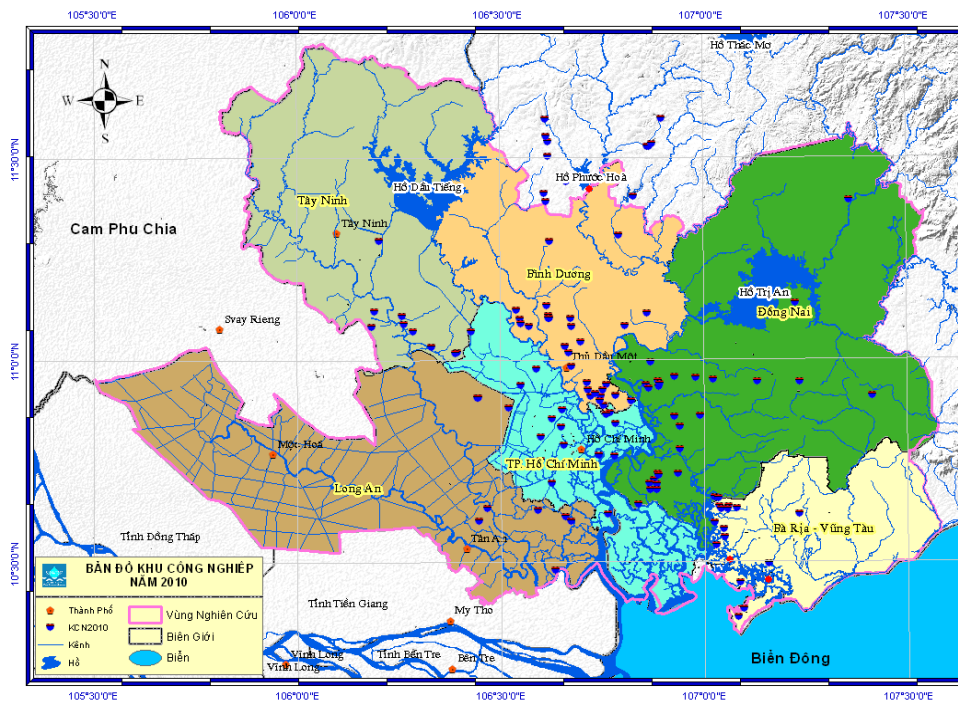
2.4. Diễn biến chất lượng nước mùa khô năm 2010.

Theo báo cáo giám sát chất lượng nước ĐNSG năm 2010. Chất hữu cơ (BOD_5 , COD) nước sông Đồng Nai tại các vị trí giám sát trong năm 2010 còn thấp và đạt tiêu chuẩn cho bảo vệ thủy sinh (cột A2 – QCVN 08:2008/BTNMT là 15mg/l đối với COD và 6mg/l đối với BOD_5). Thành phần COD dao động trong khoảng từ 1,86 đến 10,38 mg/l, BOD_5 lớn nhất là 6,3 mg/l. Tại Biên Hòa và Cát Lái có giá trị DO < 4 mg/l, mặt khác tại đây COD cũng cao hơn các vị trí khác trên sông Đồng Nai cho thấy chất lượng nước vùng hạ lưu (từ Biên Hòa

xuống đến ngã ba Cát Lái – hợp lưu với sông Sài Gòn) bị tác động của khu vực thượng lưu, trước hết là của thành phố Biên Hòa và khu vực Quận 2, 9 củ thành phố Hồ Chí Minh. Có xu hướng gia tăng thấy rõ chất hữu cơ của nước sông Đồng Nai trong giai đoạn 2005 – 2010, mặc dù vẫn còn thấp hơn giới hạn cho phép của nguồn nước cấp cho sinh hoạt (cột A1 – QCVN 08:2008/BTNMT là 10 mg/l đối với COD và 4 mg/l đối với BOD₅). Điều này cho thấy các hoạt động phát triển phía thượng lưu của các tỉnh Đồng Nai, Bình Dương đã gây ra các tác động đến vùng hạ lưu của sông.

Hình 4.14. Vị trí trạm chất lượng nước hạ lưu sông ĐNSG



Hình 4.15. Vị trí các khu công nghiệp hạ lưu sông ĐNSG

Trên sông Sài Gòn: Các thành phần hữu cơ (COD, BOD₅) và vi sinh có giá trị khá cao. COD dao động trong khoảng 2 – 11 mg/l, BOD₅ dao động trong khoảng 2 - 10 mg/l. Các kết quả quan trắc COD và BOD₅ trong giai đoạn 2000 - 2010 cho thấy xu hướng gia tăng các thành phần ô nhiễm hữu cơ trong nguồn nước sông Sài Gòn, nhất là khu vực hạ lưu tại Bình Phước (SG3) và Tân Thuận Đông (SG4), xem Hình 4.14.

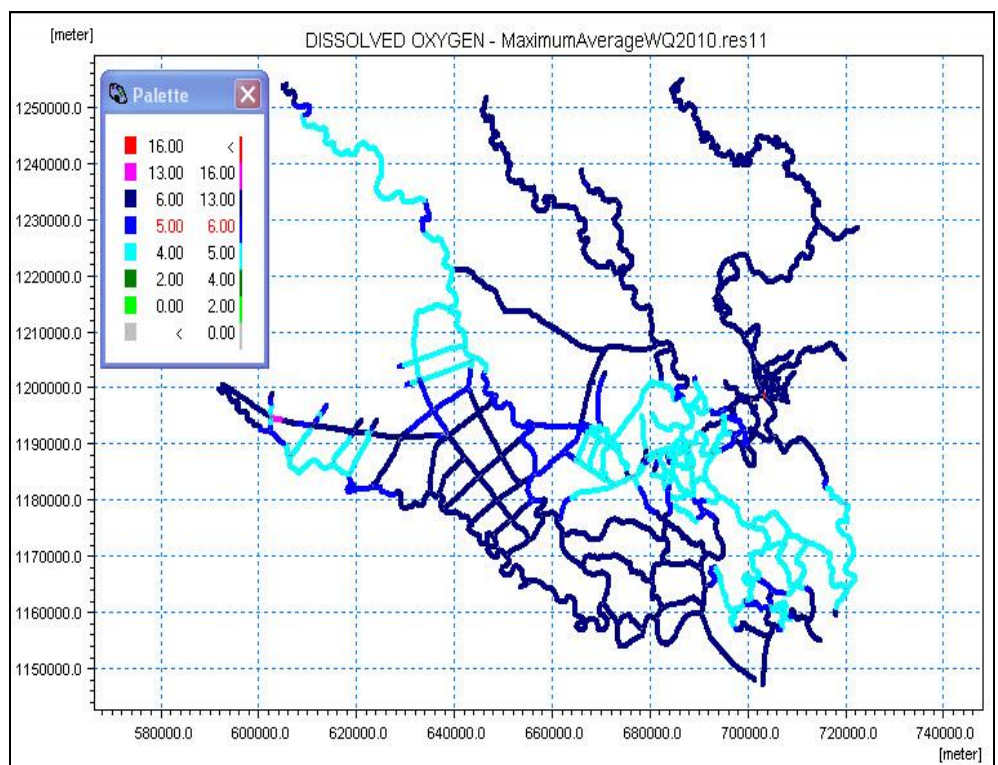
Hệ thống sông Vàm Cỏ: Do ảnh hưởng của nguồn nước từ hệ thống kênh tiêu vùng Hóc Môn – Bắc Bình Chánh của TpHCM qua các tuyến kênh Thầy Cai – An Hạ – Kênh Xáng – Chợ Đệm nên tại Bến Lức (VĐ3) hàm lượng thành phần dinh dưỡng tăng cao so với các vị trí khác. Kết quả giám sát trong năm 2010 cho thấy amôni tại đây (VĐ3) khá cao (giá trị cực đại là 1,3 mg/l. Các thành phần tổng nitơ biến thiên trong khoảng 0,45 đến 2,2 mg/l và photpho trong khoảng 0,02 đến 0,26 mg/l. Trong giai đoạn quan trắc 2000-2010, thành phần amoni có xu hướng gia tăng rõ nhất trên sông Vàm Cỏ Đông tại Bến Lức, tổng nitơ và photpho không thay đổi nhiều xem Hình 4.15.

2.4.1. Diễn biến của DO khu vực nghiên cứu

a. Diễn biến DO lớn nhất

Xu thế biến đổi của DO khá phù hợp với kết quả phân tích diễn biến chất lượng nước trên hạ lưu ĐNSG. Khu vực có nồng độ DO thấp có giá trị biến đổi từ 4mg/l tới 5mg/l, xếp vào giá trị giới hạn B1 trong Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt. Một số khu vực tiêu biểu như, nội thành TP Hồ Chí Minh, Khu vực sông Thị Vải, trên sông Sài Gòn khu vực Cầu Bình Triệu. Các khu vực khác giá trị DO biến đổi cao hơn từ 6 mg/l đến 13 mg/l, đạt tiêu chuẩn A1.

Hình 4.16. Diễn biến DO lớn nhất khu vực nghiên cứu năm 2010

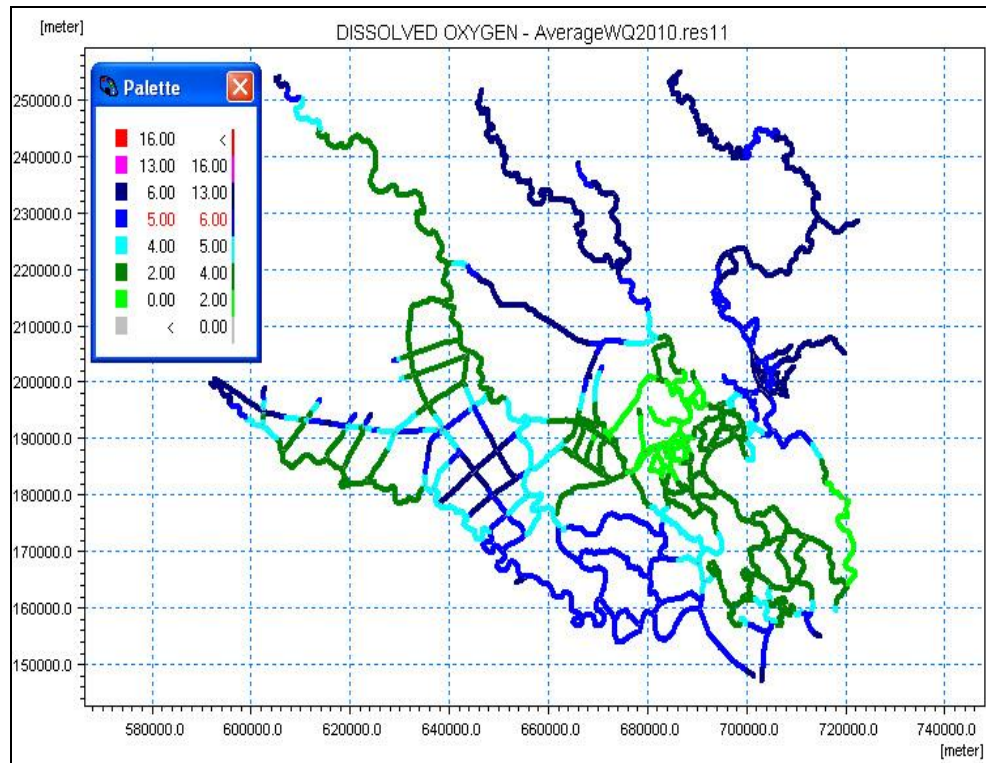


b. Diễn biến DO trung bình

Lượng DO trung bình có xu thế tương tự như sự biến đổi của đặc trưng lớn nhất. Khu vực có mật độ tập trung dân cư và khu công nghiệp có giá trị DO dao

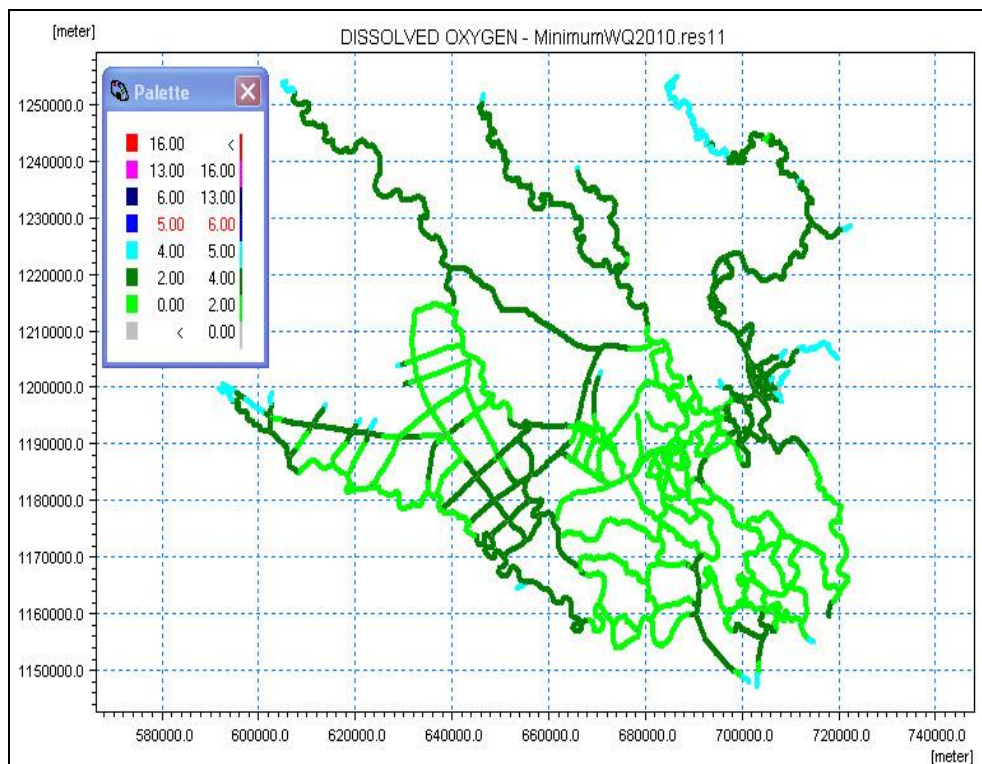
động từ 0 mg/l đến 2 mg/l. Các khu vực khác có lượng DO cao hơn từ 4mg/l đến 13 mg/l xem Hình 3.16.

Hình 4.17. Diễn biến DO trung bình khu vực nghiên cứu năm 2010.



c. Diễn biến DO nhỏ nhất

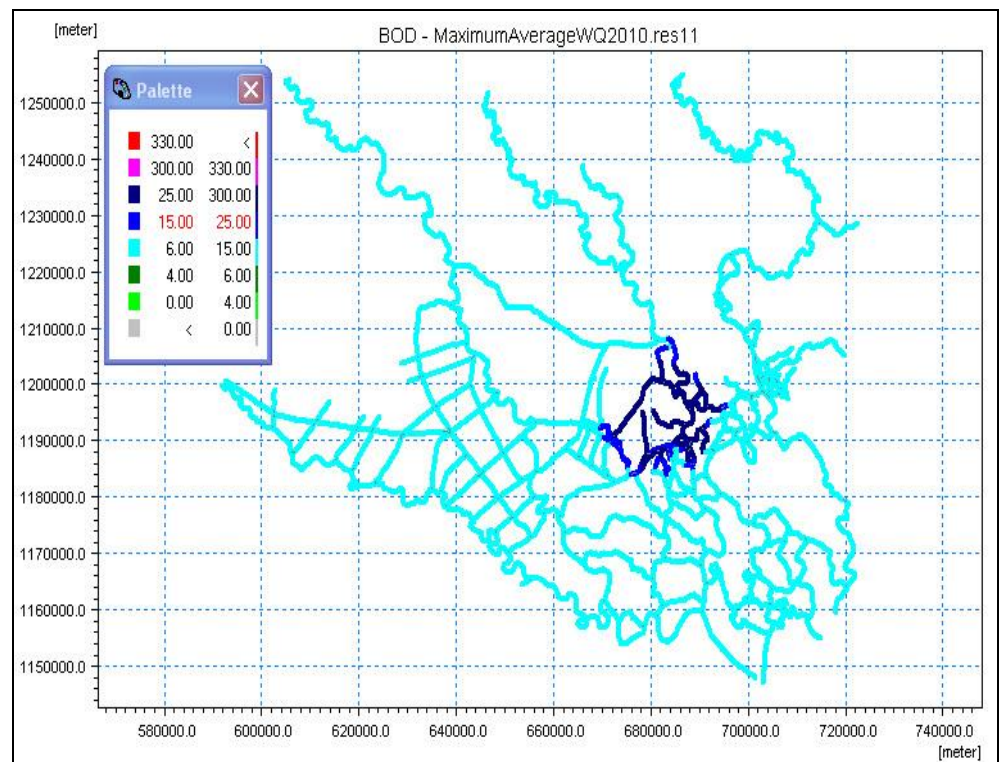
Diễn biến DO nhỏ nhất trên toàn vùng nghiên cứu, biến đổi tương tự như hai đặc trưng lớn nhất và trung bình. Vùng Hóc Môn – Bắc Bình Chánh của TpHCM qua các tuyến kênh Thầy Cai – An Hạ – Kênh Xáng – Chợ Đệm là vùng có hàm lượng DO thấp do tập trung nhiều nhà máy, kết hợp với khu vực này sông kênh mật độ cao nhưng nhỏ, nên khả năng tự làm sạch và lấy oxi vào từ không khí sẽ kém hơn các khu vực khác.

Hình 4.18. Diễn biến DO nhỏ nhất khu vực nghiên cứu năm 2010

2.4.2. Diễn biến BOD khu vực nghiên cứu

a. Diễn biến BOD lớn nhất

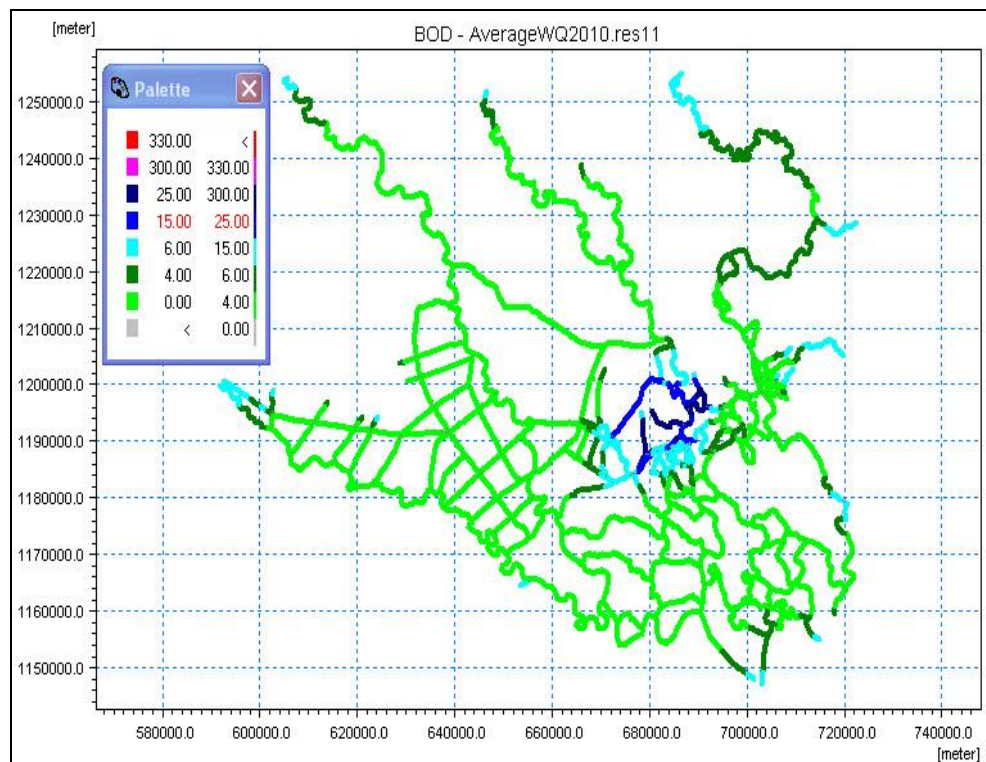
Khu vực có lượng BOD cao bao gồm kênh Nhiêu Lộc Thị Nghè, Tham Lương Bến Cát, Tân Hóa Lò Gốm và một khu vực trên sông Sài Gòn biên độ giao động của BOD lớn nhất từ 25mg/l tới 300mg/l xem Hình 4.19. Các khu vực còn lại lượng BOD lớn nhất giao động từ 6mg/l tới 15mg/l.

Hình 4.19. Diễn biến DO lớn nhất khu vực nghiên cứu năm 2010**b. Diễn biến BOD trung bình và nhỏ nhất**

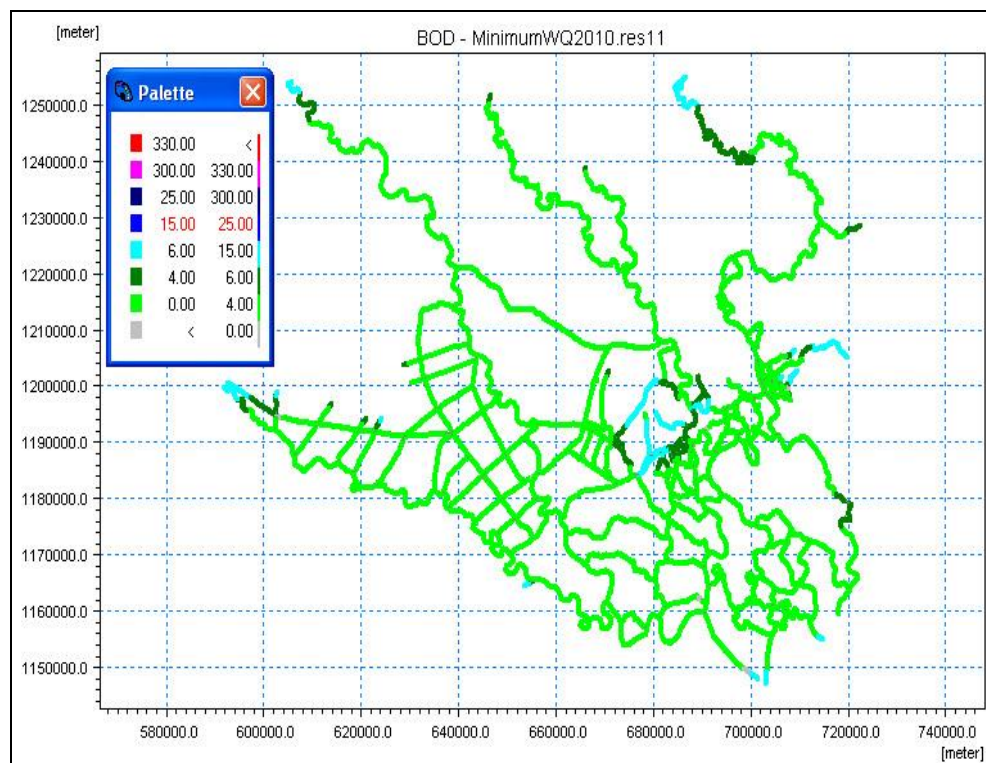
Đặc trưng BOD trung bình và BOD nhỏ nhất biến đổi tương tự như giá trị đặc trưng lớn nhất. Đối với BOD trung bình có thể thấy một sự thay đổi lớn ở khu vực sông Thị Vải, đối với giá trị cực đại do khả năng tự làm sạch tốt hơn so với các kênh nhỏ, do lượng dòng chảy lưu thông bởi triều, nên giá trị cực đại thấp hơn so với khu vực nội thành TP Hồ Chí Minh xem Hình 4.20. Ở giá trị trung bình tại khu vực khu công nghiệp Vê Đan đạt 4mg/l đến 6mg/l. Khu vực kênh Nhiêu Lộc Thị Nghè, Tham Lương Bến Cát, Tân Hóa Lò Gốm có giá trị lớn hơn 25mg/l.

Đối với giá trị BOD nhỏ nhất giá trị phổ biến trên toàn hệ thống sông đạt 0mg/l đến 4mg/l, các khu vực có BOD trung bình cao có giá trị BOD nhỏ nhất biến đổi từ 6mg/l đến 15mg/l.

Hình 4.20. Diễn biến BOD trung bình khu vực nghiên cứu năm 2010.



Hình 4.21. Diễn biến BOD nhỏ nhất khu vực nghiên cứu năm 2010



CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

I. Kết quả

Năm 2010, xâm nhập mặn ở khu vực hạ lưu sông Đồng Nai Sài Gòn có giá trị lớn. Mặn xâm nhập sâu và có giá trị cao nhất trên toàn hệ thống sông là khu vực sông Thị Vải, điều này hoàn toàn phù hợp với đặc điểm dòng chảy ở đây, do nguồn ngọt cung cấp nhỏ chỉ duy nhất từ kênh Đồng Môn Bà Kỳ nên yếu tố thủy triều là chủ đạo ảnh hưởng chế độ dòng chảy ở đây, mặn dễ dàng xâm nhập và phụ thuộc chủ yếu vào triều.

Trên hệ thống sông ĐN mặn trên 4g/l đã xâm nhập tới Cát Lái mặc dầu vậy ranh mặn 1g/l vẫn bị khống chế dưới hạ lưu cầu Đồng Nai, do lượng xả từ hồ Trị An và Phước Hòa đều đặn trong mùa khô, lưu lượng trung bình 200 - 300m³/s.

Trên sông Sài Gòn ranh 4g/l có lúc vượt quá Thủ Thiêm nhưng ranh 1g/l chưa đến vị trí Rạch Tra. Hệ thống sông Vàm Cỏ ranh mặn lớn nhất 4g/l tháng 3 đã vượt quá Tân An và Bến Lức, xâm nhập gần tới kênh Thủ Thừa. Trong khu vực nội đồng, ranh 4g/l xâm nhập vào khu vực Bình Chánh, tuy vậy ranh mặn 2g/l chưa tới cống An Hạ.

II. Thảo luận

Diễn biến của các yếu tố môi trường vô vùng phức tạp, có nhiều yếu tố tác động và các yếu tố này có thể đo đạc hoặc chỉ có thể ước lượng. Chính vì vậy, để tìm ra được bộ thông số phù hợp cho mô hình nhằm đạt được giá trị kết quả cao là việc rất khó khăn, cần nhiều thời gian và số liệu đo đạc dài phục vụ công tác hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.

I. Kết luận

Phân tích đánh giá chuỗi số liệu biên cho mô hình thủy lực và chất lượng nước, đối với biên cho bài toán thủy động lực học chuyên đề đã phân tích xu thế của biên lưu lượng trong chuỗi thời gian từ 1990-2008 ở các hồ chứa như Trị An, Phước Hòa và Dầu Tiếng. Đã đánh giá được lượng xả của các hồ năm 2010 so sánh với chuỗi nhiều năm, cho thấy lượng xả từ ba hồ chứa có giá trị lớn hơn năm 2010 và có tháng lớn bằng giá trị lớn nhất trong chuỗi nhiều năm.

Biên mực nước đã phân tích được xu thế của trạm biên và các trạm nội đồng trong vòng 18 năm từ 1990-2008, đã đưa ra được bức tranh chung về xu thế biến đổi của biên độ triều cũng như giá trị chân và đỉnh triều ở cả trạm biên là trạm Vũng Tàu và các trạm nội đồng. Cụ thể, diễn biến mực nước ở trạm biên và các trạm thủy văn trên hệ thống sông Đồng Nai Sài Gòn có xu thế tăng dần giá trị đỉnh và giảm dần giá trị chân triều, điều này có nghĩa biên độ triều ở các trạm ngày càng mở rộng, đối với hai trạm bên sông Vàm Cỏ là Tân An và Bến Lức ở đặc trưng đỉnh lớn nhất có xu thế tương tự như các trạm bên hệ thống Đồng Nai Sài Gòn, nhưng biến đổi của giá trị nhỏ nhất lại ngược lại, có nghĩa là ở hệ thống sông Vàm Cỏ giá trị đỉnh lớn nhất và chân triều thấp nhất đồng biến tăng ở những năm trở lại đây.

Kết quả về chất lượng nước phản ánh tốt sự biến đổi chung trên toàn vùng, tương đồng với những đánh giá trong những báo cáo giám sát chất lượng nước trên lưu vực sông Đồng Nai Sài Gòn năm 2010. Mức độ chính xác của kết quả BOD và DO chưa đạt kết quả cao, do hệ thống số liệu đo đạc khá rời rạc và không liên tục, chính vì vậy khó có thể tìm ra được bộ thông số phù hợp dựa trên những số liệu rời rạc và số lượng ít. Mô hình chất lượng nước còn hàm tính những yếu tố chưa chắc chắn cao, trong những nghiên cứu tới việc cập nhật bộ số liệu đo đạc đầy đủ hơn và thu thập những nguồn xả thải chi tiết hơn là việc nên làm, nhằm phục vụ việc quản lý và sử dụng nguồn nước bền vững.

II. Kiến nghị

Nguồn tài liệu đo đạc phục vụ phân tích đánh giá chế độ thủy động lực học của dòng chảy trong hệ thống sông kênh cần có chuỗi đo đặc dài, và mật độ trạm đo đặc phủ trên toàn vùng với tỷ lệ hợp lý. Trong vùng nghiên cứu về số liệu mực nước hầu hết là đáp ứng phù hợp cho phân tích, nhưng số liệu đo đạc về lưu lượng chưa được trú trọng. Nhằm đánh giá toàn diện chế độ dòng chảy trong thời gian tới cần thiết lập đo đạc yếu tố lưu lượng trong khu vực nghiên cứu, để đánh giá phân bố của lượng xả từ hồ về các hệ thống sông cũng như nội đồng.

Số liệu chất lượng nước đo đạc rất rời rạc, tháng đo một lần. Số liệu mặn trong tháng đo tập trung vào những ngày triều cường. Chính vì vậy, nguồn số liệu để kiểm định mô hình có độ tin cậy chưa cao. Khó có thể tìm ra bộ thông số phù hợp nhất nếu chỉ dùng với số liệu theo tháng.

Số liệu nguồn xả thải từ khu công nghiệp vẫn mang tính tự phát chưa có sự kiểm soát nguồn nước xả ra. Đây là một trong những nguồn ô nhiễm chủ đạo trên hệ thống sông. Số liệu đưa vào trong mô hình mang tính chất ước lượng dựa trên diện tích và phạm vi khu công nghiệp. Đề xuất, thu thập và quản lý nguồn xả thải một cách thống nhất nhằm phục vụ đánh giá nguồn và dự báo phạm vi ô nhiễm một cách đầy đủ nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- [1]. Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2010. *Báo cáo tổng hợp Quy hoạch Thủy lợi miền Đông Nam Bộ thích ứng với biến đổi khí hậu, nước biển dâng.*
- [2]. Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2010. *Báo cáo giám sát chất lượng nước ĐNSG.*
- [3]. Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2010. *Báo cáo giám sát chất lượng nước ĐNSG.*
- [4]. Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2010. *Báo cáo tổng kết 5 năm 2007-2012 về khảo sát thủy văn trên địa bàn TP HCM.*
- [5]. Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2010. *Báo cáo chuyên đề Tính toán quy hoạch cấp nước trong dự án Quy hoạch tổng thể thủy lợi vùng Đông Nam bộ thích ứng với biến đổi khí hậu, nước biển dâng.*
- [6]. Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2010. *Báo cáo chuyên đề số III.8 : Khai thác phân tích và tổng hợp kết quả mô hình thủy động lực học truyền chất MIKE 11 – AD cho vùng hạ du lưu vực sông Đồng Nai ứng với điều kiện công trình và nhu cầu nước năm 2010.*
- [7]. Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2010. *Nghiên cứu đánh giá kết quả hiệu chỉnh thông số mô hình trong MIKE11 – AD ứng với các giai đoạn mô phỏng.*
- [8]. Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam, 2010. *Tổng hợp phân tích và đánh giá tác động của việc thay đổi dòng chảy vùng thượng lưu, trung, hạ du lưu vực sông Đồng Nai lên chế độ thủy văn, thủy lực, xâm ngập mặn vùng hạ du của lưu vực sông Đồng Nai.*
- [9]. Nguyễn Kim Lợi và ctv, 2009. *Hệ thống thông tin địa lý nâng cao.* NXB Nông Nghiệp TP. Hồ Chí Minh.
- [10]. Nguyễn Kim Lợi và Trần Thống Nhất, 2007. *Hệ thống thông tin Địa Lý – Phần mềm ArcView 3.3.* NXB Nông Nghiệp, TP. Hồ Chí Minh.

Tiếng Anh

- [11]. DHI Water and Enviroment, 2007. Mike11 Reference Manual
- [12]. DHI Water and Enviroment, 2007. Mike11 User Manual.
- [13]. DHI Water and Enviroment, 2007. Mike11_ref
- [14]. DHI Water and Enviroment, 2007. MIKE_11_Short_Introduction-Tutorial.
- [15]. DHI Water and Enviroment, 2007. MIKEView_FM_UserGuide.
- [16]. DHI Water and Enviroment, 2007. MIKE View UserGuide.

PHỤ LỤC

I. Phụ lục 1: Mặn mùa khô năm 2010 khu vực nghiên cứu

Đơn vị: S g/l

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
S. Đồng Nai				
P. Hiếu Liêm	3515.08	0.00	0.00	0.00
Cầu Thủ Biên	20788.00	0.01	0.00	0.00
Tân Triều	42847.59	0.29	0.00	0.03
Biên Hòa	53330.90	0.89	0.00	0.18
Cầu Đồng Nai	60530.85	1.38	0.00	0.46
Long Phước	76642.05	3.33	0.41	1.94
Cát Lái	89736.00	7.23	1.49	4.58
Mũi Nhà Bè	103274.00	11.92	4.09	8.81
Rạch Giồng	121871.77	18.84	12.23	16.34
Cửa Sông	130493.98	21.46	16.50	19.36
S. Sài Gòn				
Cầu Bến Củi	8376.00	0.00	0.00	0.00
Cầu Bến Súc	43732.00	0.00	0.00	0.00
Nba Thị Tính	75967.38	0.15	0.00	0.05
Thủ Dầu Một	86457.50	0.51	0.03	0.23
Nba Rach Tra	93761.59	1.03	0.11	0.52
Vàm Thuật	110773.85	2.83	0.83	1.91
Phú An	128556.00	5.02	2.06	3.58
Cửa Sông	141622.50	8.40	2.99	5.66
S. Lòng Tàu				
Giao S. Nhà Bè	1100.00	13.31	3.98	9.08
L Tàu - Đồng Tranh	9198.08	17.48	6.86	13.45
S. Thị Vải				

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
KCN Vê Đan	24170.00	19.44	15.07	17.61
Cảng Phú Mỹ	12700.00	22.66	19.47	21.59
Cảng Cái Mép	1500.00	27.43	24.57	26.17
S. Cần Giuộc				
Cầu Ông Thìn	8770.00	11.61	6.70	9.95
Cầu Thủ Bộ	23630.66	15.54	13.12	14.34
S. Vàm Cỏ Đông				
Cầu Gò Trai	52103.00	0.00	0.00	0.00
Gò Dầu Hạ	86880.00	0.01	0.00	0.00
Cầu Đức Huệ	113421.06	0.03	0.01	0.01
Cầu Đức Hòa	139600.00	0.68	0.07	0.39
Bến Lức	166845.91	7.19	0.93	3.17
K. Mông Gà	183525.00	13.13	5.29	9.88
Cửa sông	187175.00	14.00	7.45	11.53
S. Vàm Cỏ Tây				
Mộc Hóa	17245.00	0.00	0.00	0.00
K. 79	48000.00	0.35	0.03	0.15
Tuyên Nhơn	62960.31	1.06	0.15	0.52
T3	85402.40	2.22	0.88	1.47
Tân An	119975.00	6.88	3.45	5.13
Tân Trụ	130700.00	9.00	5.21	7.03
Cửa sông	151900.00	13.87	9.06	11.63
S. Vàm Cỏ				
Nba Vàm Cỏ	2026.21	14.75	9.76	12.75
K. Chợ Gạo	11611.72	16.57	13.35	15.02
Nba Vàm Cỏ ĐN	31000.00	21.98	17.35	19.94
Cửa Soài Rạp	44483.50	25.97	20.78	23.88
Giữa S. ĐN-SG				

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
R. Gò Công	6141.00	1.37	0.05	0.68
R. Chiềc	2500.00	1.45	0.12	0.86
R. ông Nhiêu	6450.00	5.86	0.94	3.49
R. Bà Cửa O Kiên	4757.04	5.20	1.27	3.15
R. Kỳ Hà	3000.00	5.85	2.00	3.97
R. Ông Tổ	3158.50	4.68	1.44	2.93
Bắc K. Bến Lức- Kênh Đôi				
Rạch Tra	46540.50	0.86	0.15	0.47
K. Thầy Cai	23030.00	0.38	0.16	0.27
K. An Hạ	9000.00	1.04	0.30	0.51
R. Nước Lên	10985.00	4.34	1.27	2.55
Kênh A	4200.00	2.16	0.25	0.35
Kênh B	4375.00	6.64	2.60	4.58
Kênh C	4167.00	8.26	3.86	6.10
Cầu Chợ Đệm	12415.00	8.33	4.36	6.73
K. Tân Hóa Lò Gốm	6225.00	8.23	4.05	6.68
K. Vàm Thuật	1481.95	8.20	3.81	5.81
K. Thị Nghè	0.00	4.87	2.00	3.49
K. Tham Lương Bến Cát	14500.00	1.61	0.89	1.23
Nam K. Bến Lức- Kênh Đôi				
Cầu Phú Xuân	8062.61	10.53	3.23	7.96
Cầu Mương Chuối	8455.50	12.75	6.52	10.12
Cầu Hiệp Phước	7541.50	13.62	8.19	11.46
Kinh Lộ	10000.00	17.55	11.41	15.03
Kinh Hàng	8000.00	19.31	11.88	16.67
Khu Cần Giờ				
Cầu Lôi Giang	1777.00	19.03	11.63	16.84
Cầu Vàm Sát	1141.50	20.33	14.82	18.38

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
Cầu Dàn Xây	11940.81	23.37	16.51	20.75
Giữa Hai sông VC				
K. Thủ Thừa	4100.00	3.64	0.82	1.99
K. T1	3000.00	2.72	1.16	1.82
K. T2	3000.00	1.91	0.55	1.17
K. T3	5500.00	1.82	0.98	1.27
K. T4	2500.00	1.58	0.60	1.05
K. Bo Bo	7255.00	1.84	1.04	1.38

II. Phụ lục 2 : Diễn biến chất lượng nước mùa khô năm 2010 khu vực nghiên cứu

Đơn vị: mg/l

Sông	Km	BOD		DO	
		Lớn nhất	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Nhỏ nhất
S. Đồng Nai					
P. Hiếu Liêm	3515.08	6.54	2.87	7.38	6.28
Cầu Thủ Biên	20788.00	6.33	2.11	7.05	6.30
Long Phước	76642.05	4.26	0.62	7.65	2.62
Cát Lái	89736.00	8.99	1.84	5.56	1.95
Mũi Nhà Bè	103274.00	4.37	0.78	4.20	2.15
Rạch Giồng	121871.77	2.41	0.10	6.37	2.18
S. Sài Gòn					
Cầu Bến Cui	8376.00	6.87	1.14	8.47	6.40
Cầu Bến Súc	43732.00	5.82	0.03	9.12	4.53
Nba Thị Tính	75967.38	2.31	0.05	8.67	3.82
Thủ Dầu Một	86457.50	4.31	0.38	7.74	3.12
Vàm Thuật	110773.85	34.06	2.04	5.35	0.57
Phú An	128556.00	46.95	5.82	3.51	0.45
S. Lòng Tàu					
Giao S. Nhà Bè	1100.00	4.41	0.42	4.13	1.93

Sông	Km	BOD		DO	
		Lớn nhất	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Nhỏ nhất
L Tàu - Đồng Tranh	9198.08	3.14	0.35	3.84	1.78
S. Thị Vải					
KCN Vê Đan	24170.00	7.34	5.70	0.63	0.42
Cảng Phú Mỹ	12700.00	3.03	1.74	1.14	0.59
Cảng Cái Mép	1500.00	6.23	3.20	6.23	3.06
S. Cần Giuộc					
Cầu Ông Thìn	8770.00	6.74	0.13	5.94	1.64
Cầu Thủ Bộ	23630.66	0.82	0.01	7.68	2.60
S. Vàm Cỏ Đông					
Cầu Gò Trai	52103.00	3.60	2.04	4.29	2.53
Gò Dầu Hạ	86880.00	3.46	1.33	4.90	2.64
Cầu Đức Huệ	113421.06	2.48	0.23	4.86	1.83
Cầu Đức Hòa	139600.00	2.35	0.13	5.46	2.40
Bến Lức	166845.91	2.31	0.13	6.32	2.59
S. Vàm Cỏ Tây					
Mộc Hóa	17245.00	4.41	1.92	5.14	2.85
K. 79	48000.00	3.04	0.21	5.40	1.50
Tuyên Nhơn	62960.31	3.12	0.06	6.26	1.52
T3	85402.40	3.12	0.30	7.28	2.73
Tân An	119975.00	3.06	0.39	6.90	2.26
Tân Trụ	130700.00	2.24	0.02	7.56	2.10
S. Vàm Cỏ					
Nba Vàm Cỏ	2026.21	1.75	0.01	7.69	2.11
K. Chợ Gạo	11611.72	0.65	0.01	7.80	2.18
Nba Vàm Cỏ ĐN	31000.00	3.69	0.04	6.95	2.63
Giữa S. ĐN-SG					
R. Gò Công	6141.00	3.59	1.47	6.65	3.93
R. Chiếc	2500.00	6.15	0.91	6.75	1.88
R. ông Nhiêu	6450.00	7.27	1.67	5.73	2.07
R. Bà Của O Kiên	4757.04	7.45	1.58	4.65	1.47
R. Kỳ Hà	3000.00	9.73	2.39	4.22	1.38
R. Ông Tổ	3158.50	24.07	1.21	6.85	1.38
Bắc K. Bến Lức-					

Sông	Km	BOD		DO	
		Lớn nhất	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Nhỏ nhất
Kênh Đồi					
Rạch Tra	46540.50	8.93	0.22	7.70	1.69
K. Thầy Cai	23030.00	0.45	0.02	8.84	6.32
K. An Hạ	9000.00	3.76	0.25	7.98	2.99
R. Nước Lên	10985.00	6.07	1.27	4.52	1.63
Kênh A	4200.00	3.84	1.14	4.16	1.69
Kênh B	4375.00	6.37	2.09	3.71	1.40
Kênh C	4167.00	8.39	3.52	3.70	1.68
Cầu Chợ Đệm	12415.00	10.27	3.52	3.59	1.41
K. Tân Hóa Lò Gốm	6225.00	146.15	27.36	3.99	0.43
K. Vàm Thuật	1481.95	31.60	5.46	3.72	0.90
K. Thị Nghè	0.00	50.57	6.61	3.07	0.46
K. Tham Lương Bến Cát	14500.00	29.90	2.63	5.61	1.13
Nam K. Bến Lức-Kênh Đồi					
Cầu Phú Xuân	8062.61	8.51	1.48	3.93	1.45
Cầu Mương Chuối	8455.50	3.78	0.47	5.09	2.12
Cầu Hiệp Phước	7541.50	2.83	0.43	4.87	1.60
Kinh Lộ	10000.00	2.36	0.10	6.33	2.10
Kinh Hàng	8000.00	2.18	0.06	7.03	2.32
Khu Cần Giờ					
Cầu Lôi Giang	1777.00	2.20	0.50	3.75	1.93
Cầu Vàm Sát	1141.50	1.95	0.15	6.10	2.34
Cầu Dàn Xây	11940.81	5.65	1.10	5.98	2.44
Giữa Hai sông VC					
K. Thủ Thừa	4100.00	2.13	0.06	7.00	2.52
K. T1	3000.00	2.30	0.02	7.19	2.41
K. T2	3000.00	2.30	0.06	6.57	2.41
K. T3	5500.00	0.93	0.01	8.72	5.09
K. T4	2500.00	0.85	0.01	8.39	5.13
K. Bo Bo	7255.00	1.85	0.01	7.76	2.63

III. Phụ lục 3: Mực nước trong mùa kiệt năm 2010*Đơn vị: m*

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
S. Đồng Nai				
P. Hiếu Liêm	3526.36	2.07	-2.35	0.10
Cầu Thủ Biên	20788.00	1.96	-2.29	0.01
Tân Triều	42970.45	1.73	-2.38	-0.07
Biên Hòa	54659.48	1.62	-2.47	-0.12
Cầu Đồng Nai	60726.06	1.59	-2.56	-0.13
Long Phước	76808.41	1.50	-2.61	-0.15
Cát Lái	89736.00	1.42	-2.52	-0.16
Mũi Nhà Bè	104623.00	1.37	-2.60	-0.18
Rạch Giồng	122265.03	1.30	-2.50	-0.19
Cửa Sông	130915.12	1.27	-2.55	-0.19
S. Sài Gòn				
Cầu Bến Củi	8376.00	1.64	-1.88	-0.02
Cầu Bến Súc	43732.00	1.39	-2.10	-0.07
Nha Thị Tính	76588.00	1.30	-2.17	-0.11
Thủ Dầu Một	87626.00	1.39	-2.32	-0.12
Nha Rach Tra	94398.73	1.40	-2.35	-0.13
Vàm Thuật	111678.00	1.44	-2.42	-0.14
Phú An	130210.00	1.43	-2.53	-0.16
Cửa Sông	142964.00	1.41	-2.51	-0.16
S. Lòng Tàu				
Giao S. Nhà Bè	2200.00	1.37	-2.60	-0.18
L Tàu - Đồng Tranh	9198.11	1.35	-2.59	-0.18
S. Thị Vải				
KCN Vê Đan	24170.00	1.35	-2.89	-0.21

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
Cảng Phú Mỹ	12700.00	1.29	-2.84	-0.21
Cảng Cái Mép	3000.00	1.28	-2.82	-0.21
S. Cần Giuộc				
Cầu Ông Thìn	8957.50	1.32	-2.42	-0.17
Cầu Thủ Bộ	24192.00	1.28	-2.11	-0.16
S. Vàm Cỏ Đông				
Cầu Gò Trai	35060.00	1.25	-1.18	-0.02
Gò Dầu Hạ	70295.00	1.08	-1.27	-0.04
Cầu Đức Huệ	96806.63	1.08	-1.15	-0.04
Cầu Đức Hòa	122189.17	1.13	-1.18	-0.06
Bến Lức	149215.41	1.20	-1.47	-0.10
K. Mông Gà	164500.00	1.22	-1.71	-0.13
Cửa sông	169700.00	1.22	-1.79	-0.14
S. Vàm Cỏ Tây				
Mộc Hóa	35100.00	1.19	-1.70	-0.04
K. 79	62700.00	1.17	-1.81	-0.10
Tuyên Nhơn	76688.35	1.24	-1.83	-0.10
T3	97030.25	1.27	-1.78	-0.11
Tân An	129500.00	1.26	-1.77	-0.12
Tân Trụ	139833.33	1.26	-1.77	-0.12
Cửa sông	158247.14	1.23	-1.80	-0.14
S. Vàm Cỏ				
Nba Vàm Cỏ	2300.00	1.23	-1.85	-0.14
K. Chợ Gạo	11200.00	1.26	-1.96	-0.15
Nba Vàm Cỏ ĐN	32300.00	1.26	-2.58	-0.20
Cửa Soài Rạp	45000.00	1.27	-2.73	-0.22
Giữa S. ĐN-SG				
R. Gò Công	6141.00	1.56	-2.55	-0.14
R. Chiếc	2500.00	1.52	-2.51	-0.14
R. ông Nhiêu	6450.00	1.45	-2.54	-0.16

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
R. Bà Cứa O Kiên	4757.04	1.45	-2.51	-0.15
R. Kỳ Hà	3000.00	1.44	-2.51	-0.15
R. Ông Tố	3158.50	1.44	-2.48	-0.15
Bắc K. Bến Lức- Kênh Đôi				
Rạch Tra	45903.00	1.40	-2.22	-0.12
K. Thầy Cai	24010.00	1.12	-0.86	0.01
K. An Hạ	10311.39	1.19	-0.90	0.00
R. Nước Lên	10534.76	1.14	-0.96	-0.01
Kênh A	5400.00	1.12	-0.96	-0.01
Kênh B	4500.00	1.11	-0.94	-0.01
Kênh C	5334.00	1.14	-1.01	0.00
Cầu Chợ Đệm	12415.00	1.26	-1.74	-0.11
K. Tân Hóa Lò Gốm	2500.00	1.39	-0.29	0.16
K. Vàm Thuật	2500.00	1.42	-2.52	-0.16
K. Thị Nghè	7500.00	1.44	-2.16	-0.15
K. Tham Lương Bến Cát	14500.00	1.46	-2.27	-0.12
Nam K. Bến Lức- Kênh Đôi				
Cầu Phú Xuân	7500.00	1.39	-2.48	-0.16
Cầu Mương Chuối	8500.00	1.35	-2.59	-0.18
Cầu Hiệp Phước	8100.00	1.33	-2.58	-0.18
Kinh Lộ	1908.36	1.30	-2.49	-0.18
Kinh Hàng	0.00	1.29	-2.48	-0.19
Khu Cần Giờ				
Cầu Lôi Giang	1777.00	1.32	-2.73	-0.19
Cầu Vàm Sát	2283.00	1.28	-2.51	-0.19
Cầu Dân Xây	21649.15	1.31	-2.75	-0.20
Giữa Hai sông VC				
K. Thủ Thừa	4100.00	1.22	-1.56	-0.10
K. T1	3000.00	1.23	-0.88	0.01

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
K. T2	3000.00	1.18	-0.73	0.03
K. T3	4000.00	1.17	-0.61	0.09
K. T4	2500.00	1.12	-0.59	0.07
K. Bo Bo	7352.60	1.13	-0.59	0.08

IV. Phụ lục 4: Lưu lượng trong mùa kiệt năm 2010Đơn vị: m³/s

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
S. Đồng Nai				
P. Hiếu Liêm	2644.77	725.99	-122.11	215.74
Cầu Thủ Biên	19775.66	1268.18	-817.35	311.35
Tân Triều	43267.30	2461.29	-2383.50	312.12
Biên Hòa	53418.74	3140.18	-3183.73	312.69
Cầu Đồng Nai	60887.53	3978.70	-3913.15	313.41
Long Phước	77034.70	7235.25	-7372.02	281.43
Cát Lái	90679.81	10610.99	-11033.21	327.12
Mũi Nhà Bè	103602.69	7907.97	-9171.67	-22.95
Rạch Giồng	121891.52	12059.50	-13534.64	-32.63
Cửa Sông	131457.56	18705.50	-20129.44	-9.88
S. Sài Gòn				
Cầu Bến Củi	9226.00	103.30	-82.74	7.78
Cầu Bến Súc	44821.50	507.06	-533.87	7.92
Nba Thị Tính	76223.30	1126.89	-1253.74	13.26
Thủ Dầu Một	87263.06	1387.79	-1512.03	13.42
Nba Rach Tra	94227.37	1565.55	-1698.48	13.55
Vàm Thuật	111147.17	2276.38	-2557.15	9.55
Phú An	129468.48	3147.72	-3540.74	20.18
Cửa Sông	142546.95	4440.31	-4866.03	1.89
S. Lòng Tàu				
Giao S. Nhà Bè	1100.00	10368.60	-10478.92	341.36
L Tàu - Đồng Tranh	9262.06	8417.84	-8171.71	268.43
S. Thị Vải				
KCN Vê Đan	24435.00	1887.86	-4908.83	1.68
Cảng Phú Mỹ	13700.00	2915.43	-6890.97	1.03
Cảng Cái Mép	1500.00	4995.72	-9084.46	-13.05

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
S. Cần Giuộc				
Cầu Ông Thìn	9898.75	595.03	-574.83	17.76
Cầu Thủ Bộ	24576.95	620.48	-478.04	32.71
S. Vàm Cỏ Đông				
Cầu Gò Trai	34315.00	534.96	-528.05	25.20
Gò Dầu Hạ	69517.50	967.76	-955.36	25.09
Cầu Đức Huệ	95943.75	1328.85	-1315.01	25.54
Cầu Đức Hòa	121144.59	1766.91	-1714.01	27.41
Bến Lức	149207.70	2157.06	-2059.12	40.62
K. Mông Gà	165500.00	1806.51	-1453.16	71.85
Cửa sông	169100.00	1892.17	-1491.78	71.85
S. Vàm Cỏ Tây				
Mộc Hóa	34467.11	471.95	-467.19	20.02
K. 79	63529.00	835.64	-801.02	19.96
Tuyên Nhơn	76344.18	1006.02	-973.64	19.81
T3	96735.13	1341.06	-1413.63	18.70
Tân An	128150.00	1906.14	-2103.83	16.07
Tân Trụ	138450.00	2128.40	-2380.09	16.23
Cửa sông	159551.08	2782.04	-3061.53	16.38
S. Vàm Cỏ				
Nba Vàm Cỏ	1150.00	4896.78	-4781.37	88.22
K. Chợ Gạo	12300.00	2851.37	-2845.91	7.51
Nba Vàm Cỏ ĐN	32851.63	9162.14	-8657.82	122.98
Cửa Soài Rạp	46500.00	35429.05	-34885.75	92.68
Giữa S. ĐN-SG				
R. Gò Công	6141.00	58.75	-71.15	0.03
R. Chiếc	1250.00	84.41	-45.62	13.19
R. ông Nhiêu	6450.00	254.75	-278.80	1.50
R. Bà Cửa O Kiên	0.00	146.92	-154.49	1.77
R. Kỳ Hà	1500.00	39.47	-41.92	-0.63
R. Ông Tổ	2478.00	128.43	-134.99	0.47

Sông	Km	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
Bắc K. Bến Lức- Kênh Đôi				
Rạch Tra	46345.79	131.33	-149.10	-4.18
K. Thầy Cai	23030.00	21.04	-22.11	-0.44
K. An Hạ	9155.70	22.70	-18.15	3.79
R. Nước Lên	10502.38	27.09	-38.42	-2.12
Kênh A	4050.00	23.30	-23.54	0.00
Kênh B	3750.00	19.85	-18.01	0.42
Kênh C	4000.50	55.58	-62.07	-1.23
Cầu Chợ Đệm	11408.25	21.79	-46.97	-3.88
K. Tân Hóa Lò Gốm	1250.00	2.02	-2.19	0.00
K. Vàm Thuật	1433.31	76.85	-117.95	2.06
K. Thị Nghè	7920.81	50.59	-70.78	0.02
K. Tham Lương Bến Cát	15500.00	78.00	-74.92	-0.21
Nam K. Bến Lức- Kênh Đôi				
Cầu Phú Xuân	8500.00	217.12	-260.68	-11.03
Cầu Mương Chuối	8557.34	590.20	-702.53	-0.89
Cầu Hiệp Phước	7550.00	488.71	-503.99	-10.00
Kinh Lộ	954.18	1196.87	-1151.75	-7.53
Kinh Hàng	1000.00	627.15	-538.29	11.13
Khu Cần Giờ				
Cầu Lôi Giang	2665.50	960.67	-760.59	-36.32
Cầu Vàm Sát	1141.50	1418.44	-903.85	-52.98
Cầu Dàn Xây	21823.07	713.36	-648.25	5.48
Giữa Hai sông VC				
K. Thủ Thừa	3075.00	77.54	-58.39	1.26
K. T1	3834.69	17.56	-12.40	1.03
K. T2	4208.47	15.83	-13.43	0.99
K. T3	5012.83	10.83	-7.10	0.80
K. T4	3750.00	6.92	-4.37	0.82
K. Bo Bo	8339.80	12.73	-10.15	0.06

