

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO    BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI**

**水利部**

**BÙI NAM SÁCH**

**NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỔI CỦA NHU CẦU  
TIÊU VÀ BIỆN PHÁP TIÊU CHO HỆ THỐNG THỦY  
NÔNG NAM THÁI BÌNH CÓ XÉT ĐẾN ẢNH HƯỞNG  
CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TOÀN CẦU**

**Chuyên ngành: QUY HOẠCH VÀ QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN NƯỚC**

**Mã số: 62 - 62 - 30 - 01**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

**HÀ NỘI - 2010**

Công trình được hoàn thành tại Trường Đại học Thủy lợi

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS. TS. Lê Quang Vinh
2. PGS. TS. Phạm Việt Hoà

Phản biện 1: PGS. TS. Nguyễn Quang Trung

Phản biện 2: PGS. TS. Hoàng Thái Đại

Phản biện 3: PGS. TS. Đoàn Doãn Tuấn

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp trường  
họp tại Trường Đại học Thủy lợi vào hồi ..... giờ ..... ngày  
..... tháng ..... năm 2010

Có thể tìm hiểu luận án tại: - Thư viện Quốc gia  
- Thư viện Trường Đại học Thủy lợi

## DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ

1. **Lê Quang Vinh, Bùi Nam Sách**, *Một số vấn đề tiêu úng ở vùng đồng bằng Bắc bộ*, Nội san khoa học Trường Đại học Thủy lợi, tháng 11 năm 2000, tr. 60-64.
2. **Lê Quang Vinh, Bùi Nam Sách**, *Nghiên cứu, tổng kết và đánh giá thực trạng phân vùng tiêu nước mặt ở một số hệ thống thủy nông vùng Đồng bằng Bắc bộ*, Báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp bộ, Hà Nội 11-2001.
3. **Bùi Nam Sách**, *Quy hoạch thủy lợi phục vụ vùng kinh tế trọng điểm Bắc bộ*, Tạp chí Tài nguyên nước - Hội Thủy lợi Việt Nam, số 1 - 2006, tr 19- 22.
4. **Bùi Nam Sách, Lê Quang Vinh**, *Biến đổi hệ số tiêu ở đồng bằng Bắc bộ và các yếu tố ảnh hưởng*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn số 11/2009. tr. 71-77.
5. **Lê Quang Vinh, Bùi Nam Sách**, *Một số kết quả nghiên cứu liên quan đến phương pháp tính toán hệ số tiêu và hiệu chỉnh gián đồ hệ số tiêu*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn số 1/2010, tr.50-55
6. **Lê Quang Vinh, Bùi Nam Sách**, *Nghiên cứu đề xuất hệ số tiêu áp dụng cho hệ thống thủy lợi Nam Thái Bình có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn số 8/2010, tr.53-59.

## MỞ ĐẦU

### A. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU

Trong vòng 70 năm qua nhiệt độ trung bình nước ta tăng 0,7 °C, mực nước biển đã dâng lên 20 cm. Những năm gần đây số đợt không khí lạnh giảm hẳn, số cơn bão mạnh có xu hướng gia tăng và diễn biến hết sức bất thường. Mùa bão kết thúc muộn dần. Từ năm 1997 đến nay ở đồng bằng Nam bộ nhiều lần có bão lớn. Theo Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, đến năm 2100 mực nước biển ở Việt Nam có thể dâng từ 65 cm đến 100 cm, gây ngập khoảng 5.000 km<sup>2</sup> ở ĐBBB và 20.000 km<sup>2</sup> ở đồng bằng sông Cửu Long.

Công trình thủy lợi đã xây dựng ở ĐBBB và HTTN Nam Thái Bình trong nhiều năm qua mới chỉ hướng vào mục tiêu chính là đảm bảo yêu cầu cho nông nghiệp, chưa chú trọng đến yêu cầu cấp thoát nước cho các khu vực đô thị, công nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Phần lớn các công trình này chưa đáp ứng được yêu cầu tiêu cho nông nghiệp. Bởi thế khi có thêm nhu cầu tiêu nước cho các khu vực nói trên và tác động của BĐKH, nước biển dâng thì mâu thuẫn giữa nhu cầu về tiêu với khả năng tiêu nước của các công trình này càng trở nên căng thẳng hơn.

Vì vậy đề tài: *“Nghiên cứu sự biến đổi của nhu cầu tiêu và biện pháp tiêu nước cho hệ thống thủy nông Nam Thái Bình có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu”* đã được đề xuất nghiên cứu.

### B. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI

Xác định được sự biến đổi yêu cầu tiêu nước (hệ số tiêu, tổng lượng nước tiêu, thời gian tiêu) và đề xuất biện pháp tiêu nước cho hệ thống thủy nông Nam Thái Bình do ảnh hưởng của BĐKH toàn cầu.

### C. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG

- Đối tượng nghiên cứu là yêu cầu tiêu và các biện pháp tiêu nước mặt do tác động của sự thay đổi các yếu tố tự nhiên và xã hội.
- Phạm vi nghiên cứu ứng dụng là HTTN Nam Thái Bình.

## D. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### D1. Nội dung nghiên cứu

Yêu cầu tiêu và giải pháp tiêu nước cho các HTTL vùng ảnh hưởng triều do tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

### D2. Phương pháp nghiên cứu

Đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau: i) Phương pháp kế thừa; ii) Phương pháp điều tra thu thập và đánh giá; iii) Phương pháp phân tích tổng hợp; iv) Phương pháp sử dụng mô hình toán thủy văn, thủy lực

### D3. Địa điểm nghiên cứu của đề tài

Hệ thống thủy nông Nam Thái Bình.

## E. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

- Kể từ ngày Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được chính phủ Việt Nam công bố, đây là công trình khoa học đầu tiên nghiên cứu kỹ về BĐKH cho một vùng cụ thể của nước ta. Kết quả nghiên cứu đã đưa ra các số liệu định lượng minh chứng mức độ biến đổi các yếu tố khí hậu, thủy văn ở ĐBBB và HTTN Nam Thái Bình từ nửa cuối của thế kỷ XX đến nay và ảnh hưởng của biến đổi đó đến quản lý, vận hành khai thác công trình thủy lợi.

- Là công trình khoa học đầu tiên nghiên cứu sâu về hệ số tiêu và cơ sở khoa học của giải pháp lợi dụng khả năng trữ và điều tiết nước của ao hồ để hiệu chỉnh gián đồ hệ số tiêu cho các hệ thống thủy lợi.

- Định lượng được mức độ biến đổi hệ số tiêu, yêu cầu tiêu và biện pháp tiêu cho HTTN Nam Thái Bình có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

- Xác định được phạm vi, mức độ ngập lụt do ảnh hưởng của mực nước biển dâng đến HTTN Nam Thái Bình tương ứng với các mốc thời gian của kịch bản biến đổi khí hậu đã công bố.

- Đưa ra các giải pháp cơ bản để hạn chế mức độ ngập lụt và thích ứng với biến đổi khí hậu toàn cầu cho HTTN Nam Thái Bình theo từng giai đoạn từ nay đến năm 2100.

- Xây dựng được phương pháp luận nghiên cứu ảnh hưởng của BĐKH đối với hệ số tiêu và yêu cầu tiêu nước cho một HTTL cụ thể.

## **Chương 1 TỔNG QUAN**

### **1.1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRÊN THẾ GIỚI**

Các công trình nghiên cứu quy mô toàn cầu về BĐKH đã được tiến hành từ đầu những năm 1990. Hội nghị quốc tế do Liên hiệp quốc triệu tập tại Rio de Janeiro năm 1992 đã thông qua Hiệp định khung và Chương trình hành động quốc tế nhằm cứu vãn tình trạng “xấu đi” nhanh chóng của khí quyển trái đất. Tổ chức liên Chính phủ về BĐKH của Liên hiệp quốc (IPCC) đã được thành lập. Nghị định thư Kyoto đã được nguyên thủ 165 quốc gia trong đó có Việt Nam phê chuẩn và có hiệu lực từ 10/02/2005. Theo IPCC, từ 1920 - 2005 nhiệt độ trung bình bề mặt trái đất đã ấm lên gần 1 °C và dự báo đến cuối thế kỷ XXI sẽ tăng thêm từ 1,4 đến 4 °C, mực nước biển sẽ dâng thêm từ 28 cm đến 43 cm, tối đa có thể lên tới 81 cm. Các nhà khoa học Anh dự báo mực nước biển cuối thế kỷ XXI có thể tăng thêm 163 cm. UNDP cảnh báo nếu mực nước biển dâng lên 1,0 m, Việt Nam sẽ có 45 % diện tích đất nông nghiệp ở ĐBSCL sẽ bị ngập; Ai Cập có khoảng 4.500 km<sup>2</sup> đất ngập; Bangladesh có khoảng 18 % diện tích đất ngập...Theo IPCC, 10 thành phố bị đe dọa nhiều nhất bởi BĐKH gồm Calcutta và Bombay của Ấn Độ, Dacca của Bangladesh, Thượng Hải, Quảng Châu của Trung Quốc, TP.Hồ Chí Minh của Việt Nam, Bangkok của Thái Lan và Yangon của Myanmar. Theo các nhà khoa học, các giải pháp hạn chế tình trạng biến đổi khí hậu toàn cầu cần đi theo hai hướng sau: thứ nhất là làm giảm tác động của BĐKH và thứ hai là thích ứng với BĐKH.

Tại Nhật Bản các nhà khoa học ước tính nếu mực nước biển tăng 1 m sẽ có khoảng 90 % số bãi biển của nước này bị mất và sản lượng lúa giảm 50 % và bộ Môi trường đã đề xuất với Chính phủ khoản ngân sách trên 64,5 tỷ USD để đối phó với mực nước biển dâng. Trung Quốc đang xem xét xây dựng hệ thống đê kiên cố dọc suốt bờ biển của nước này. Tại Anh, cơ quan Môi trường của chính phủ đề xuất

một khoản ngân quỹ 8 tỉ USD để nâng cấp hệ thống đê sông Thame và hàng năm cần khoảng 1,2 tỉ USD để quản lý lũ. Ở Bangladesh, Chính phủ có chương trình đầu tư 6,5 triệu USD để đối phó với các vùng đất ven biển ngày càng bị nhiễm mặn và đề xuất dự án nâng cao 800 km đường bộ lên từ 0,5 m đến 1,0 m so với mức hiện tại để tránh bị ngập do nước biển dâng với chi phí khoảng 128 tỉ USD. Ngày 11/5/2008 tại cuộc họp của các Bộ trưởng khối G8 diễn ra tại Niigata (Nhật Bản), vấn đề BĐKH toàn cầu đã được chọn làm chủ đề chính trong chương trình. Tại Hội nghị thượng đỉnh G8 diễn ra tại Hokkaido (Nhật Bản) từ ngày 7 đến 9/7-2008, các nước này đã thỏa thuận đầu tư hơn 10 tỉ USD cho hoạt động nghiên cứu và phát triển công nghệ chống nguy cơ nóng lên toàn cầu. Theo đó, những cuộc nghiên cứu chôn khí CO<sub>2</sub> vào lòng đất được các nhà khoa học trên thế giới chính thức thông qua. Cũng tại hội nghị G8 nói trên, mục tiêu giảm thiểu khí nhà kính được đặt ra cho từng quốc gia từ năm 2013. Vì vậy việc xây dựng một "Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH và nước biển dâng" là vấn đề hết sức cấp thiết, mà các quốc gia, trong đó có Việt Nam phải chung tay ứng phó.

Trong nghiên cứu của IPCC, UNDP về các kịch bản BĐKH thì hệ thống các mô hình toán khí động học khí quyển, mô hình thủy động lực học cho các đại dương được xây dựng và sử dụng để đánh giá định lượng tác động của BĐKH đến khí hậu toàn cầu, mực nước các đại dương trên thế giới. Nghiên cứu gần đây được Hiệp hội các trường đại học công bố tại Trường đại học Copenhagen tháng 3/2009 cho thấy nhiều khả năng tác động của BĐKH trong thế kỷ XXI sẽ trầm trọng hơn những con số dự báo của IPCC đã công bố năm 2007.

### **1.2. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU Ở TRONG NƯỚC**

Ngày 9/9/2009 Bộ Tài Nguyên và Môi trường đã chính thức công bố ba kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam trong thế kỷ XXI theo các trường hợp phát thải trung bình, thấp và cao. Theo đó đến cuối thế kỷ XXI, mực nước biển có thể sẽ dâng thêm 65-75-100 cm

so với thời kỳ 1980 - 1999. Kịch bản cũng cho biết tại ĐBSCL nếu nước biển dâng 65 cm thì diện tích ngập là 5.133 km<sup>2</sup>, chiếm 12,8 %; nếu dâng 75 cm, ngập 7.580 km<sup>2</sup>, chiếm 19%; dâng 100 cm thì diện tích ngập là 15.116 km<sup>2</sup>, chiếm 37,8 % diện tích vùng đồng bằng.

Luận án đã giới thiệu khái quát 14 công trình khoa học có liên quan đến tiêu nước và BĐKH ở Việt Nam và cho biết kết quả đạt được của các công trình này còn rất hạn chế, hầu hết đều sử dụng dự báo của IPCC, UNDP, WB có đề cập đến vùng Đông Nam Á và Việt Nam nhưng ở mức độ sơ bộ trên phạm vi rộng. Những vấn đề sau đây có liên quan đến đề tài này vẫn chưa được nghiên cứu giải quyết:

- Chưa nghiên cứu chi tiết mức độ biến đổi các yếu tố khí tượng thủy văn trên các lưu vực sông, đặc biệt là diễn biến chế độ thủy động lực dòng chảy vùng hạ lưu, vùng cửa sông ven biển cho các lưu vực sông ở Việt Nam trong đó có lưu vực sông Hồng – sông Thái Bình cũng như các tác động của nó đến hệ thống tiêu thoát nước và hệ thống công trình phòng chống thiên tai;

- Chưa nghiên cứu chi tiết BĐKH tác động cụ thể đến thay đổi nhu cầu tiêu thoát nước do tăng lượng mưa tiêu trong mùa mưa;

- Chưa có công trình khoa học nào nghiên cứu sự biến đổi của nhu cầu tiêu nước và biện pháp tiêu thoát nước cho vùng đồng bằng châu thổ nói chung và Hệ thống thủy nông Nam Thái Bình nói riêng dưới tác động của BĐKH toàn cầu.

Cuối cùng Luận án kết luận: Các công trình khoa học đã công bố mới chỉ tập trung xây dựng các kịch bản BĐKH, tìm kiếm giải pháp hạn chế tình trạng xấu đi của khí hậu toàn cầu và thích ứng với BĐKH. Cho đến nay vẫn chưa có ai công bố kết quả nghiên cứu liên quan đến biến đổi hệ số tiêu, yêu cầu tiêu cho các hệ thống thủy lợi do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Đây là cơ sở quan trọng để hình thành đề tài luận án “*Nghiên cứu sự biến đổi của nhu cầu tiêu và biện pháp tiêu nước cho hệ thống thủy nông Nam Thái Bình có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu*”.

## **Chương 2**

### **BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU Ở ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ VÀ TÁC ĐỘNG CỦA CHÚNG ĐẾN TIÊU THOÁT NƯỚC**

#### **2.1. KHÁI QUÁT CHUNG**

ĐBBB gồm 10 tỉnh, thành phố có tổng diện tích tự nhiên 1.486.250 ha trong đó trên 760.000 ha đất nông nghiệp, dân số trên 18,6 triệu người. Nam Thái Bình là một trong 22 vùng thủy lợi của ĐBBB.

#### **2.2. BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Luận án sử dụng tài liệu của 12 trạm khí tượng có tài liệu quan trắc liên tục từ năm 1956 tới nay. Kết quả nghiên cứu cho thấy từ năm 1960 đến nay, nhiệt độ trung bình năm đã tăng 0,4 °C đến 0,6 °C. Giai đoạn 1971-1990 mỗi năm đón nhận 29 đợt không khí lạnh, đến giai đoạn 1991-2000 giảm xuống còn 24 đợt, giai đoạn 1994-2008 chỉ còn 15-16 đợt rét mỗi năm. Độ ẩm tương đối trung bình tháng có xu hướng thấp dần. Biến động về bốc hơi không rõ ràng. Từ năm 1961-1990 số giờ nắng có xu thế tăng nhưng từ 1991 đến nay lại có xu hướng giảm. Số trận bão xuất hiện ở Biển Đông đã tăng nhưng số đổ bộ vào ĐBBB lại giảm. Mùa bão kết thúc muộn dần, quỹ đạo của bão rất bất thường, số trận bão xuất hiện sớm vào tháng 5, 6 có xu hướng nhiều hơn, số trận bão xuất hiện muộn và rất muộn lại có xu hướng tăng. Biến động về lượng mưa năm không rõ nét nhưng lượng mưa trung bình các tháng mùa khô giảm nhiều còn các tháng mùa mưa lại tăng mạnh. Số ngày mưa phùn cũng giảm từ 30 ngày mỗi năm trong giai đoạn 1961-1990 xuống còn 13-15 ngày trong giai đoạn từ 1991 đến nay. Mức độ biến động về tổng lượng của các trận mưa lớn nhất thời đoạn ngắn tại không lớn nhưng lại tăng về cường độ và xuất hiện đồng thời trên diện rộng đã làm tăng nhu cầu tiêu.

#### **2.3. BIẾN ĐỔI CHẾ ĐỘ THỦY VĂN**

- Dòng chảy trung bình tháng thời kỳ 1988-2008 giảm so với thời kỳ 1956-1987 (tháng 11 giảm 506 m<sup>3</sup>/s, tháng 12 giảm 276 m<sup>3</sup>/s, tháng 1 giảm 76,2 m<sup>3</sup>/s) nên mực nước trung bình thời kỳ 1988 - 2008 giảm

manh so với thời kỳ 1956-1987. Từ năm 2004-2005 đến nay mực nước trung bình mùa cạn tại Hà Nội luôn thấp hơn mức trung bình nhiều năm đã gây khó khăn cho việc lấy nước ở vùng hạ lưu.

- Mực nước trung bình và mực nước lớn nhất các tháng mùa lũ vùng hạ lưu sông Hồng có xu thế tăng trong thời gian gần đây.

#### 2.4. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TỚI VẬN HÀNH TIÊU NƯỚC TRONG CÁC HỆ THỐNG THỦY LỢI

Kết quả tính toán cho thời điểm năm 2020 như sau:

Khi xảy ra mưa lớn và lũ lớn đạt tần suất thiết kế 10 % kết hợp với hiện tượng nước biển dâng theo dự báo thì đến năm 2020, các khu vực đang tiêu bằng động lực như hiện nay nếu không có giải pháp kịp thời nâng cấp máy bơm đã có để chúng làm việc ổn định với mực nước cao thì sẽ có khoảng 450.000 ha bị ngập do các trạm bơm đã có không thể hoạt động được. Các vùng tiêu tự chảy như hiện nay sẽ có thêm khoảng 270.000 ha bị úng ngập. Hay nói một cách khác, đến năm 2020 vùng tiêu bằng động lực ở đồng bằng Bắc Bộ sẽ được mở rộng thêm ít nhất là 270.000 ha.

Bảng 2.29: Tác động của biến đổi khí hậu đến tình hình ngập úng

Kịch bản	Cao độ chân, đỉnh triều (m)	Diện tích ngập ngoài đê (ha)	Diện tích ngập trong đê (ha)
<b>Hiện tại:</b>			
- Vùng ngập hoàn toàn	-1,5	1.432	2.013
- Vùng bán ngập	+1,5	24.136	157.781
<b>Mực nước biển dâng lên thêm 0,33 m:</b>			
- Vùng ngập hoàn toàn	-1,17	15.168	88.207
- Vùng bán ngập	+ 1,83	33.105	227.355
<b>Mực nước biển dâng lên thêm 1,0 m:</b>			
- Vùng ngập hoàn toàn	- 0,5	28.904	174.401
- Vùng bán ngập	+2,5	43.433	321.998

### Chương 3 YÊU CẦU TIÊU VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG

#### 3.1. QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI HỆ SỐ TIÊU Ở ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ

Luận án giới thiệu bảng tóm tắt quá trình thay đổi hệ số tiêu ở 22 hệ thống thủy lợi lớn ở ĐBBB qua các thời kỳ lịch sử và từng giai đoạn phát triển kinh tế - xã hội của đất nước được (thời kỳ trước năm 1954, 1954-1973, 1973-1995 và hiện nay).

#### 3.2. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HỆ SỐ TIÊU

Luận án đã khái quát thành hai nhóm yếu tố ảnh hưởng đến hệ số tiêu, phân tích cơ sở khoa học và mức độ tác động của các yếu tố đó: Nhóm yếu tố tự nhiên gồm: i) vị trí địa lý, ii) đặc điểm mưa gây úng, iii) đặc điểm thủy triều, iv) chế độ mực nước tại nơi nhận nước tiêu, v) đặc điểm yếu tố địa hình, vi) đặc điểm yếu tố thổ nhưỡng và chế độ nước ngầm tầng nông. Nhóm yếu tố kinh tế - xã hội gồm: i) sự phát triển nhanh chóng về kinh tế và ii) quản lý khai thác. Con người nên tập trung hạn chế ảnh hưởng của các yếu tố bất lợi có tính chất chủ quan bằng biện pháp thủy lợi, nông nghiệp, lâm nghiệp, quản lý còn các yếu tố bất lợi mang tính khách quan nên hướng vào các giải pháp thích nghi và ứng phó.

#### 3.3. PHÂN LOẠI ĐỐI TƯỢNG TIÊU

Chế độ tiêu phụ thuộc vào đặc điểm từng vùng, cơ cấu sử dụng đất, loại đối tượng tiêu có mặt trong hệ thống tiêu. Luận án đã xây dựng cơ sở lý luận về phân loại phân loại đối tượng tiêu nước, phân tích cơ sở khoa học, yêu cầu tiêu cho từng loại đối tượng tiêu sau: i) tiêu cho nông nghiệp; ii) tiêu cho thành thị; iii) tiêu cho nông thôn; iv) tiêu cho khu công nghiệp và làng nghề và v) tiêu cho các loại đất khác.

#### 3.4. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN HỆ SỐ TIÊU VÀ HIỆU CHỈNH GIẢM ĐÒ HỆ SỐ TIÊU

##### 3.4.1. Phương pháp tính toán hệ số tiêu

Luận án đã giới thiệu kỹ cơ sở khoa học, phương pháp tính toán hệ số tiêu cho từng loại đối tượng tiêu nước và hệ số tiêu sơ bộ cho các

HTTL có nhiều đối tượng tiêu nước để làm cơ sở tính toán hệ số tiêu và yêu cầu tiêu cho HTTN Nam Thái Bình.

### 3.4.2. Phương pháp hiệu chỉnh gián đồ hệ số tiêu

#### 3.4.2.1. Cơ sở khoa học của giải pháp lợi dụng khả năng trữ nước của ao hồ để hiệu chỉnh gián đồ hệ số tiêu.

Khi tính toán hệ số tiêu cho các đối tượng tiêu nước không phải là lúa nước, áp dụng công thức tổng quát (3.2) :

$$q_i = \frac{C \cdot P_i}{8,64} \quad (l/s.ha) \quad (3.2)$$

Trong đó:  $P_i$  là tổng lượng mưa rơi xuống trong thời gian tính toán  $t_i$ ;  $C$  là hệ số dòng chảy của diện tích cần tiêu,  $C \leq 1,0$ . Với đối tượng tiêu nước là ao hồ, hệ số  $C$  áp dụng như sau:

1) Với ao hồ thông thường (ao hồ không có công trình điều tiết nước chủ động):  $C = 0,20 - 0,25$ . Ao hồ trong trường hợp này không thể trữ thêm nước để hiệu chỉnh gián đồ hệ số tiêu.

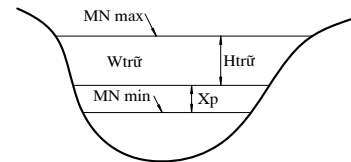
2) Với các ao hồ chuyên canh nuôi trồng thủy sản: Toàn bộ lượng nước mưa rơi xuống ao hồ bắt buộc phải tiêu ngay ra ngoài để tránh tràn bờ và bảo vệ thủy sản. Do vậy  $C = 1,0$ .

3) Với các ao hồ điều hoà (ao hồ có công trình điều tiết nước chủ động): Khả năng trữ nước và điều tiết nước trên lưu vực tiêu phụ thuộc vào tổng dung tích điều tiết của các ao hồ này. Hình 3.3 giới thiệu khái quát sơ đồ mực nước trữ trong các hồ điều hoà:

- Độ sâu công tác hay dung tích công tác của hồ dao động từ mực nước lớn nhất (MN max) đến mực nước thấp nhất (MN min).

- Trước khi xuất hiện trận mưa thiết kế, mực nước trong hồ duy trì ở mức thấp nhất (MN min).

- Toàn bộ lượng nước mưa ( $X_p$ ) của



Hình 3.3

trận mưa được trữ lại trong hồ và sẽ tiêu vào những ngày cuối cùng của đợt tiêu (những ngày không mưa): những ngày mưa  $C = 0,0$ .

- Những ngày tiêu căng thẳng hồ sẽ trữ lại một phần lượng nước cần tiêu của lưu vực để giảm nhẹ hệ số tiêu (phần dung tích  $W_{trữ}$  tương ứng với độ sâu  $H_{trữ}$  trong sơ đồ hình 3.3). Toàn bộ lượng nước này sẽ được tiêu hết vào những ngày có yêu cầu tiêu không căng thẳng và những ngày cuối của đợt tiêu. Như vậy hệ số tiêu của hồ điều hoà trong gián đồ hệ số tiêu sơ bộ như sau:

+ Trong thời gian mưa:  $q_i = 0$

+ Hai ngày cuối cùng của đợt tiêu:

$$q_i = \frac{\sum P_i}{17,28} \quad (3.14)$$

#### 3.4.2.2. Yêu cầu kỹ thuật của các hồ điều hoà

a) Mực nước lớn nhất được phép trữ trong hồ phải thấp hơn mực nước trong kênh chuyển nước vào hồ trữ.

b) Mực nước thấp nhất trong hồ phải cao hơn mực nước trong kênh chuyển nước từ hồ ra khỏi khu tiêu trong thời gian tiêu.

c) Có hệ thống công trình chuyển nước vào hồ và đưa nước từ hồ ra hệ thống tiêu nước vận hành chủ động.

Mức độ giảm nhỏ hệ số tiêu của lưu vực sau khi đã trữ bớt một phần lượng nước cần tiêu vào các hồ, được xác định theo công thức sau:

$$\sum \Delta q_{tru} = \sum_{i=1}^n \frac{H_{TKi} \times \alpha_{ti}}{8,64} \quad (l/s.ha) \quad (3.15)$$

Trong đó:

$\sum \Delta q_{tru}$  : Tổng hệ số tiêu của lưu vực có thể giảm nhỏ (l/s.ha);

$H_{TKi}$  : Chiều sâu trữ nước thiết kế của hồ trữ thứ  $i$  (mm);

$H_{TKi} = H_{trữi} - \sum h_o$  (mm)

$\alpha_{ti}$  : Tỷ lệ diện tích hồ trữ nước thứ  $i$  so với tổng diện tích lưu vực.

$$\alpha_{ti} = \frac{\omega_{ti}}{\omega_K}$$

$H_{trữi}$  : Chiều sâu trữ theo hình 3.3 của hồ thứ  $i$  trong lưu vực (mm)

$\Sigma h_o$  : Tổng tổn thất do ngấm và bốc hơi trong thời gian trữ nước và tiêu nước (mm).

$\omega_i$ : Diện tích hồ trữ thứ i.

$\omega_k$ : Tổng diện tích lưu vực tiêu.

### 3.4.3. Xác định hệ số tiêu thiết kế của hệ thống thủy lợi

Hệ số tiêu thiết kế của lưu vực (hay hệ thống thủy lợi) sau khi đã sử dụng các hồ điều hoà để điều tiết lượng nước cần tiêu xác định theo công thức tổng quát sau:

$$q_{tk} = \frac{\sum_{j=1}^n q_j - \sum \Delta q_{trv}}{n} \quad (3.16)$$

Trong đó:

$q_{tk}$  : Hệ số tiêu thiết kế của lưu vực (l/s.ha).

$q_j$  : Hệ số tiêu của lưu vực tại ngày mưa lớn thứ j (ngày phải trữ nước vào hồ điều hoà).

$n$  : Số ngày có mưa lớn phải trữ nước vào hồ điều hoà.

**Ghi chú:** i) Tổng hệ số tiêu của lưu vực được tiêu thêm vào những ngày có yêu cầu tiêu không bằng tổng hệ số tiêu được trữ lại trong các hồ điều hoà; ii) Lượng nước tháo ra khỏi hồ điều hoà không lớn hơn lượng nước trữ lại trong hồ; iii) Hệ số tiêu của lưu vực tại những ngày tiêu nước từ hồ điều hoà ra hệ thống tiêu trong gián đồ hệ số tiêu không lớn hơn hệ số tiêu thiết kế đã xác định theo công thức (3.16).

### 3.5. NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN MÔ HÌNH MƯA TIÊU THIẾT KẾ

Luận án đã giới thiệu một số khái niệm về mô hình mưa tiêu thiết kế, mô hình mưa điển hình, phương pháp lựa chọn mô hình trận mưa điển hình phù hợp với điều kiện cụ thể của từng vùng và kết luận:

a) Trận mưa thiết kế tiêu cho nông nghiệp nên chọn 5 ngày có đỉnh rơi vào ngày thứ hai hoặc thứ ba của trận mưa. Tính toán hệ số tiêu cho lúa nên tính với trường hợp xuất hiện mưa thiết kế, công trình bảo đảm tiêu hết trong giai đoạn sinh trưởng bắt lợi nhất: khi lúa mới

cây bén rễ hồi xanh gặp mưa ứng với tần suất xuất hiện lớn hơn tần suất thiết kế không bị mất trắng hoặc ảnh hưởng tới năng suất.

b) Tính toán hệ số tiêu cho các KCN và đô thị nên sử dụng dạng mô hình mưa tiêu áp dụng chung cho cả hệ thống thủy lợi (có cùng tần suất, cùng tổng lượng mưa, số ngày mưa, dạng phân phối lượng mưa của trận mưa thiết kế) nhưng mô hình phân phối mưa phải lấy theo giờ cho cả trận mưa và hệ số tiêu cũng được tính theo giờ.

c) Đối với các đối tượng tiêu nước khác, tùy từng trường hợp cụ thể, có thể áp dụng mô hình mưa thiết kế tiêu cho nông nghiệp hoặc áp dụng cho khu đô thị và khu công nghiệp tập trung.

### 3.6. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN MÔ HÌNH MƯA TIÊU THIẾT KẾ

Bảng 3.6: Mô hình mưa tiêu 5 ngày lớn nhất, tần suất 10% áp dụng cho một số trạm đại biểu vùng đồng bằng Bắc Bộ

Ngày mưa	Mô hình phân phối mưa tiêu thiết kế theo trạm đo (mm)						
	Hải Dương	Hưng Yên	Hà Đông	Phủ Lý	Nam Định	Ninh Bình	Thái Bình
1	11,55	7,96	139,55	18,29	214,06	239,26	77,72
2	78,28	165,77	15,31	144,68	110,51	93,59	172,95
3	150,05	100,69	19,23	130,23	19,41	9,93	40,92
4	90,59	40,30	126,02	105,28	9,36	12,73	108,84
5	2,31	19,04	115,39	11,64	43,71	125,04	20,41
<b>Tổng</b>	<b>332,78</b>	<b>333,76</b>	<b>415,50</b>	<b>410,12</b>	<b>397,05</b>	<b>480,55</b>	<b>420,84</b>

### 3.7. NHẬN XÉT VÀ ĐÁNH GIÁ

1) Phát triển kinh tế - xã hội và BDKH là nguyên nhân chính làm biến đổi hệ số tiêu ở ĐBBB theo hướng ngày một cao hơn, yêu cầu tiêu nước ngày một cấp bách hơn.

2) Chế độ tiêu phụ thuộc vào nhiều yếu tố, cả tự nhiên và kinh tế - xã hội như vị trí địa lý, đặc điểm mưa gây úng, đặc điểm thủy triều, chế độ mực nước tại nơi nhận nước tiêu, đặc điểm địa hình, địa chất, thổ nhưỡng, đặc điểm cơ cấu sử dụng đất, các loại đối tượng tiêu nước có



mặt trong hệ thống tiêu. Yêu cầu tiêu của từng đối tượng tiêu nước và của cả vùng tiêu thể hiện bằng hệ số tiêu và giảm đồ hệ số tiêu.

3) Yêu cầu tiêu và tỷ lệ diện tích của từng loại đối tượng tiêu nước có mặt trong hệ thống thủy lợi so với tổng diện tích cần tiêu của hệ thống đó có ảnh hưởng rất lớn đến hệ số tiêu thiết kế. Mức độ giảm nhỏ hệ số tiêu phụ thuộc vào mục đích sử dụng, tỷ lệ diện tích mặt nước, độ sâu trữ nước và dung tích trữ nước của các hồ điều hoà trong HTTN.

4) Mưa là một trong những yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng có tính chất quyết định đến hệ số tiêu. Với đặc điểm địa lý tự nhiên của đồng bằng Bắc Bộ và HTTN Nam Thái Bình, trong tính toán xác định mô hình mưa tiêu thiết kế nên chọn mưa 5 ngày có đỉnh rơi vào ngày thứ hai hoặc thứ ba của trận mưa. Với tài liệu mưa ngày đã thu thập từ năm 1956 đến năm 2008, Luận án cũng phân tích và tính toán xác định được các mô hình mưa tiêu thiết kế áp dụng cho các khu vực riêng biệt của vùng ĐBBB trong đó có HTTN Nam Thái Bình.

5) Hiện nay ĐBBB đã hình thành 22 vùng thủy lợi có quy mô và biện pháp tiêu khác nhau, đảm bảo tiêu chủ động trên 903.000 ha. Vẫn còn khoảng 30.000 ha chưa có công trình tiêu. Trung bình mỗi năm ĐBBB có trên 100.000 ha đất canh tác bị úng trong số đó mất trắng chiếm khoảng 15 % - 20 %. Do phát triển nhanh về kinh tế - xã hội và các biến động của tự nhiên mà diện tích tiêu tự chảy trên các vùng thủy lợi bị thu hẹp dần còn tiêu bằng động lực ngày một nhiều lên. So với cách đây 10 năm tổng diện tích tiêu tự chảy của 22 vùng đã giảm trên 94.000 ha (những năm cuối của thế kỷ XX có 568.575 ha tiêu tự chảy, hiện nay chỉ còn 474.452 ha, bằng 41,77 % diện tích cần tiêu). Nếu mực nước biển dâng cao như dự báo thì đến cuối thế kỷ này toàn bộ ĐBBB sẽ phải tiêu hoàn toàn bằng động lực.

## Chương 4

### ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN YÊU CẦU TIÊU NƯỚC TRONG HTTN NAM THÁI BÌNH VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ

#### 4.1. GIỚI THIỆU KHÁI QUÁT VỀ HTTN NAM THÁI BÌNH

Nam Thái Bình là một trong 22 hệ thống thủy lợi lớn ở ĐBBB có diện tích tự nhiên 66.985 ha trong đó diện tích cần tiêu 59.782 ha, đất nông nghiệp 42.915 ha, bao gồm huyện Vũ Thư, Kiến Xương, Tiền Hải, một phần thành phố Thái Bình nằm phía nam sông Trà Lý. Hiện nay hệ thống có 49.347 ha tiêu tự chảy ra biển qua cống Lân 1, Lân 2 và các cống tiêu ở hạ lưu sông Hồng, sông Trà Lý. Tiêu động lực có 10.435 ha ở ven sông Hồng và sông Trà lý. Sông Kiến Giang dài 53,64 km là trục tiêu chính. 19 kênh nhánh nối với sông Kiến Giang có tổng chiều dài 166,64 km. Hàng năm HTTN này có trên 10.000 ha lúa bị úng, hàng ngàn ha bị mất trắng. Có nhiều nguyên nhân gây úng nhưng có thể khái quát lại thành các nguyên nhân sau: i) *Yếu tố bất lợi của đặc điểm địa hình vùng tiêu; ii) Tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu; iii) Ảnh hưởng của bão và áp thấp kết hợp với mực nước cao tại nơi nhận nước tiêu; iv) Quá trình phát triển kinh tế - xã hội đã làm thay đổi nhu cầu tiêu nước theo hướng ngày một khẩn trương và triệt để hơn; v) Sự xuống cấp và hạn chế về năng lực tiêu của các công trình đã có làm ảnh hưởng đến năng lực phục vụ của các hệ thống thủy lợi; vi) Công tác tổ chức quản lý khai thác và bảo vệ công trình còn nhiều hạn chế làm ảnh hưởng đến hiệu quả phục vụ của hệ thống tiêu.*

Tính đến 5/2008 tổng diện tích đất KCN và làng nghề có trong hệ thống là 730 ha, dự kiến đến năm 2020 là 1.819 ha. Nước thải từ các khu vực này đều đổ trực tiếp xuống sông Bạch và sông Kiến Giang khiến cho môi trường nước bị ô nhiễm rất nặng.

## 4.2. HỆ SỐ TIÊU VÀ YÊU CẦU TIÊU HTTN NAM THÁI BÌNH

### 4.2.1. Phân vùng tiêu

HTTN Nam Thái Bình chia thành 3 vùng gồm: i) *Vùng tiêu ra sông Hồng* có tổng diện tích cần tiêu 9 741 ha; ii) *Vùng tiêu ra sông Trà Lý* có diện tích cần tiêu 8.732 ha; iii) *Vùng tiêu tự chảy ra biển qua sông Lân* (lưu vực sông Kiến Giang) có diện tích cần tiêu 41 309 ha .

### 4.2.2. Các điều kiện ràng buộc

#### 1) Tài liệu mưa:

+ Hiện tại: Lấy theo kết quả tính toán ở chương 3 - trạm Thái Bình  
+ Tương lai: Kết quả nghiên cứu cho thấy có sự tương đồng giữa tổng lượng trận mưa lớn nhất năm với tổng lượng mưa trong mùa mưa. Căn cứ Kịch bản BĐKH đã công bố, tạm tính đến năm 2020 tổng lượng mưa tiêu tăng 3,1 %, năm 2050 tăng 7,9 % và năm 2100 tăng 19,1 % so với hiện nay. Giữ nguyên dạng phân phối mô hình mưa tiêu 5 ngày lớn nhất không đổi trong suốt thế kỷ XXI.

**2) Khả năng chịu ngập:** Giống lúa gieo trồng trong HTTN không thay đổi. Tính toán với trường hợp trong khoảng thời gian 30 ngày sau khi cây xuất hiện trận mưa lớn đạt tần suất thiết kế. Mức độ chịu ngập đảm bảo năng suất giảm không quá 5 %, theo tài liệu của Viện Khoa học Thủy lợi như sau: Ngập 275 mm không quá 1 ngày; ngập 200 mm không quá 2 ngày; ngập 150 mm không quá 4 ngày.

**3) Hệ số dòng chảy:** Để phục vụ nghiên cứu, luận án sử dụng Hệ số dòng chảy C cho các đối tượng tiêu nước có mặt trong các HTTL: Đất trồng hoa, màu: 0,60; Đất trồng cây xanh, cây ăn quả: 0,50; Đất đô thị: 0,95; Đất khu công nghiệp: 0,90; Đất khu dân cư ở nông thôn: 0,65; Ao hồ thông thường: 0,20; Ao hồ chuyên nuôi trồng thủy sản: 1,00; Hồ điều hoà: 0,00; Đất khác: 0,60.

**4) Tồn thất do ngấm và bốc hơi:** 2,0 mm/ngày đêm.

**5) Các điều kiện ràng buộc khác:** Hệ thống tiêu nước hoàn chỉnh từ đầu mỗi đến mặt ruộng. Công trình tiêu nước mặt ruộng là đập tràn, chế độ chảy tự do. Độ sâu lớp nước mặt ruộng trước khi tiêu 10 cm.

## 6) Cơ cấu sử dụng đất trên hệ thống

Nghiên cứu sự biến đổi của hệ số tiêu dưới tác động của BĐKH (cụ thể là biến đổi về lượng mưa) theo hai trường hợp sau: i) Cơ cấu sử dụng đất trên hệ thống không thay đổi trong suốt thế kỷ XXI; ii) Cơ cấu sử dụng đất trên hệ thống thay đổi liên tục phù hợp với sự phát triển kinh tế - xã hội (công nghiệp hoá và đô thị hoá nông thôn)

Bảng 4.13: Hiện trạng năm 2008 và dự báo cơ cấu sử dụng đất (ha)

Thời gian	Cơ cấu SDD	Trồng lúa	Hoa màu	Th. sản	Dân cư	Đô thị	Công nghiệp	Khác	Tổng số
Năm 2008	Diện tích	35.013	3.344	3.826	5.560	1.000	730	10.309	59.782
	Tỷ lệ %	58,57	5,59	6,40	9,30	1,67	1,22	17,24	100
Năm 2020	Diện tích	34.345	3.688	4.107	3.971	2.108	1.819	9.744	59.782
	Tỷ lệ %	57,45	6,17	6,87	6,64	3,53	3,04	16,30	100
Năm 2050	Diện tích	32.675	4.547	4.809	0	7.601	1.819	8.332	59.782
	Tỷ lệ %	54,66	7,61	8,04	0	12,72	3,04	13,94	100
Năm 2100	Diện tích	29.891	5.978	5.978	0	10.137	1.819	5.978	59.782
	Tỷ lệ %	50,00	10,00	10,00	0	16,96	3,04	10,00	100

### 4.2.3. Kết quả tính toán

- Ở giai đoạn hiện tại hệ số tiêu trung bình 7 ngày tiêu là 5,75 l/s.ha, trung bình ngày lớn nhất trong đợt tiêu là 11,39 l/s.ha;
- Nếu không xét đến biến động về cơ cấu sử dụng đất thì hệ số tiêu, lưu lượng tiêu thiết kế của các công trình đầu mỗi tiêu và tổng lượng nước cần tiêu của HTTN tăng theo tỷ lệ thuận với tổng lượng trận mưa tiêu thiết kế;
- Các công trình tiêu đã và đang xây dựng những năm gần đây đều áp dụng hệ số tiêu trên dưới 7,0 l/s.ha, chỉ đáp ứng được trên 60 % yêu cầu tiêu. Đây là một trong những nguyên nhân chính làm gia tăng diện tích úng ngập trên hệ thống thủy lợi này.

Bảng 4.14: Tổng hợp kết quả tính toán hệ số tiêu sơ bộ tại một số mốc thời gian theo kịch bản BDKH - Trường hợp không có biến động về cơ cấu sử dụng đất

Mốc thời gian	Hệ số tiêu trung bình ngày tiêu thứ i (l/s.ha)							Trung bình	Tăng so với 2008 (%)
	1	2	3	4	5	6	7		
2008	3,44	<b>11,39</b>	8,28	9,18	5,34	1,90	0,69	5,75	0,00
2020	3,55	<b>11,74</b>	8,53	9,47	5,50	1,96	0,71	5,92	3,10
2050	3,70	<b>12,24</b>	8,90	9,87	5,74	2,05	0,74	6,18	7,90
2100	4,10	<b>13,56</b>	9,86	10,94	6,36	2,27	0,82	6,84	19,10

Bảng 4.15: Tổng hợp kết quả tính toán hệ số tiêu sơ bộ tại một số mốc thời gian theo kịch bản BDKH - Trường hợp có biến động liên tục về cơ cấu sử dụng đất

Mốc thời gian	Hệ số tiêu trung bình ngày tiêu thứ i (l/s.ha)							Trung bình	Tăng so với 2008 (%)
	1	2	3	4	5	6	7		
2008	3,44	<b>11,39</b>	8,28	9,18	5,34	1,90	0,69	5,75	0,00
2020	3,71	<b>12,03</b>	8,49	9,61	5,46	1,93	0,70	5,99	4,25
2050	4,31	<b>13,34</b>	8,76	10,42	5,58	1,91	0,69	6,43	11,91
2100	5,24	<b>15,45</b>	9,33	11,77	5,88	1,94	0,70	7,19	25,09

d) Luận án đã nghiên cứu chuyển đổi diện tích trồng lúa nước thành hồ điều hoà với các phương án tỷ lệ diện tích hồ từ 2,0 % đến 4,0 %, độ sâu điều tiết nước trung bình 1,0 m. Kết quả tính toán cho thấy nếu duy trì hệ số tiêu từ 7,0 l/s.ha đến 8,0 l/s.ha như hiện nay cho đến sau năm 2020, HTTN Nam Thái Bình phải dành một quỹ đất chiếm từ 3,5 % đến 4,0 % diện tích tự nhiên để cải tạo thành hồ điều hoà có độ sâu điều tiết không dưới 1,0 m (tương đương với dung tích điều hoà từ 350 m<sup>3</sup> đến 400 m<sup>3</sup> nước trong một ha diện tích lưu vực). Nếu mức độ biến động về tổng lượng mưa tiêu và cơ cấu sử dụng đất như dự báo của luận án, với tỷ lệ diện tích hồ điều hoà từ 3,5% đến 4,0%

diện tích tự nhiên của lưu vực tiêu, đến cuối thế kỷ này hệ số tiêu trung bình toàn hệ thống cũng không quá 11,0 l/s.ha.

Bảng 4.19: Quá trình hệ số tiêu tại một số mốc thời gian điển hình theo kịch bản BDKH với một số phương án tỷ lệ diện tích hồ điều hoà - Trường hợp có xét đến khả năng biến động cơ cấu sử dụng đất

Hồ điều hoà	Mốc thời gian	Hệ số tiêu tính toán	Hệ số tiêu trung bình ngày tiêu thứ i (l/s.ha)						
			1	2	3	4	5	6	7
$\alpha_{\text{hồ}} = 2\%$ ; $H_{\text{hồ}} = 1,0 \text{ m}$ $\Delta_{\text{hồ}} = 2,31 \text{ l/s.ha}$	Hiện nay	Sơ bộ	3,41	<b>11,20</b>	8,04	9,00	5,18	2,33	1,15
		Hiệu chỉnh	3,41	<b>8,89</b>	<b>8,89</b>	<b>8,89</b>	6,75	2,33	1,15
	2020	Sơ bộ	3,68	<b>11,83</b>	8,25	9,41	5,29	2,36	1,18
		Hiệu chỉnh	3,68	<b>9,52</b>	<b>9,52</b>	<b>9,52</b>	6,23	2,36	1,18
	2050	Sơ bộ	4,28	<b>13,13</b>	8,50	10,21	5,41	2,36	1,19
		Hiệu chỉnh	4,28	<b>10,82</b>	<b>10,82</b>	10,20	5,41	2,36	1,19
	2100	Sơ bộ	5,21	<b>15,22</b>	9,05	11,55	5,69	2,44	1,25
		Hiệu chỉnh	5,21	<b>12,91</b>	11,36	11,55	5,69	2,44	1,25
$\alpha_{\text{hồ}} = 2,5\%$ ; $H_{\text{hồ}} = 1,0 \text{ m}$ $\Delta_{\text{hồ}} = 2,89 \text{ l/s.ha}$	Hiện nay	Sơ bộ	3,41	<b>11,15</b>	7,98	8,95	5,14	2,43	1,27
		Hiệu chỉnh	3,41	8,26	8,26	<b>8,67</b>	8,03	2,43	1,27
	2020	Sơ bộ	3,67	<b>11,78</b>	8,19	9,37	5,25	2,47	1,30
		Hiệu chỉnh	3,67	<b>8,89</b>	<b>8,89</b>	<b>8,89</b>	7,91	2,47	1,30
	2050	Sơ bộ	4,27	<b>13,08</b>	8,44	10,16	5,37	2,48	1,32
		Hiệu chỉnh	4,27	<b>10,19</b>	<b>10,19</b>	<b>10,19</b>	6,48	2,48	1,32
	2100	Sơ bộ	5,20	<b>15,16</b>	8,98	11,49	5,65	2,56	1,39
		Hiệu chỉnh	5,20	<b>12,27</b>	11,87	11,49	5,65	2,56	1,39
$\alpha_{\text{hồ}} = 3,0\%$ ; $H_{\text{hồ}} = 1,0 \text{ m}$ $\Delta_{\text{hồ}} = 3,47 \text{ l/s.ha}$	Hiện nay	Sơ bộ	3,40	<b>11,10</b>	7,92	8,90	5,10	2,54	1,39
		Hiệu chỉnh	3,40	<b>8,15</b>	<b>8,15</b>	<b>8,15</b>	<b>8,15</b>	2,95	1,39
	2020	Sơ bộ	3,67	<b>11,73</b>	8,13	9,32	5,21	2,58	1,42
		Hiệu chỉnh	3,67	<b>8,57</b>	<b>8,57</b>	<b>8,57</b>	<b>8,57</b>	2,69	1,42
	2050	Sơ bộ	4,27	<b>13,03</b>	8,37	10,11	5,32	2,59	1,44
		Hiệu chỉnh	4,27	<b>9,56</b>	<b>9,56</b>	<b>9,56</b>	8,17	2,59	1,44
	2100	Sơ bộ	5,19	<b>15,11</b>	8,91	11,44	5,60	2,69	1,53
		Hiệu chỉnh	5,19	<b>11,64</b>	<b>11,64</b>	<b>11,64</b>	6,14	2,69	1,53

$\alpha_{trữ} = 3,5\%; H_{trữ} = 1,0 \text{ m}$	Hiện nay	Sơ bộ	3,39	<b>11,05</b>	7,86	8,85	5,06	2,64	1,50
		Hiệu chỉnh	3,39	<b>7,91</b>	<b>7,91</b>	<b>7,91</b>	<b>7,91</b>	3,84	1,96
2020	Sơ bộ	3,66	<b>11,68</b>	8,07	9,27	5,17	2,69	1,54	
	Hiệu chỉnh	3,66	<b>8,32</b>	<b>8,32</b>	<b>8,32</b>	<b>8,32</b>	3,59	1,54	
2050	Sơ bộ	4,26	<b>12,97</b>	8,31	10,06	5,28	2,70	1,57	
	Hiệu chỉnh	4,26	<b>9,10</b>	<b>9,10</b>	<b>9,10</b>	<b>9,10</b>	2,94	1,57	
2100	Sơ bộ	5,18	<b>15,05</b>	8,84	11,38	5,55	2,82	1,67	
	Hiệu chỉnh	5,18	<b>11,00</b>	<b>11,00</b>	<b>11,00</b>	7,82	2,82	1,67	
$\alpha_{trữ} = 4,0\%; H_{trữ} = 1,0 \text{ m}$	Hiện trạng	Sơ bộ	3,39	<b>11,01</b>	7,80	8,81	5,02	2,75	1,62
		Hiệu chỉnh	3,39	<b>7,66</b>	<b>7,66</b>	<b>7,66</b>	<b>7,66</b>	<b>4,74</b>	1,62
2020	Sơ bộ	3,65	<b>11,63</b>	8,00	9,22	5,13	2,80	1,65	
	Hiệu chỉnh	3,65	<b>8,08</b>	<b>8,08</b>	<b>8,08</b>	<b>8,08</b>	<b>4,48</b>	1,65	
2050	Sơ bộ	4,25	<b>12,92</b>	8,25	10,01	5,24	2,82	1,69	
	Hiệu chỉnh	4,25	<b>8,85</b>	<b>8,85</b>	<b>8,85</b>	<b>8,85</b>	3,84	1,69	
2100	Sơ bộ	5,17	<b>14,99</b>	8,77	11,32	5,50	2,94	1,81	
	Hiệu chỉnh	5,17	<b>10,36</b>	<b>10,36</b>	<b>10,36</b>	9,50	2,94	1,81	

### 4.3. TÍNH TOÁN THỦY LỰC MẠNG SÔNG

#### 4.3.1. Lựa chọn mô hình tính toán thủy lực

Để phục vụ cho tính toán thủy lực tiêu, luận án đã nghiên cứu các mô hình toán: VRSAP của cố GS.Nguyễn Như Khuê; SAL của PGS. Nguyễn Tất Đắc; KOD của GS.TSKH.Nguyễn Ân Niên; WENDY của Viện kỹ thuật Delft (Hà Lan); TLID+ ECOMOD của Viện Cơ học thuộc Trung tâm Khoa học tự nhiên và công nghệ quốc gia hợp tác với GS. Nguyễn Kim Đan thuộc Viện Đại học Caen – Pháp; họ các mô hình MIKE 21 và MIKE 11 của Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI). Trên cơ sở phân tích ưu, nhược điểm và các thể mạnh của các mô hình nói trên, đề tài đã chọn mô hình MIKE 11 để tính toán.

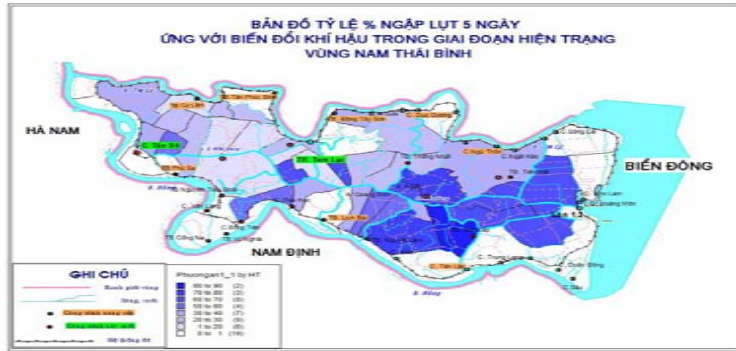
#### 4.3.2. Kết quả tính toán

Bảng 4.24: Yếu tố mưa tăng ảnh hưởng đến hệ số tiêu tiêu vùng tự chảy ra biển qua cống Lân cho một số phương án hồ điều hoà

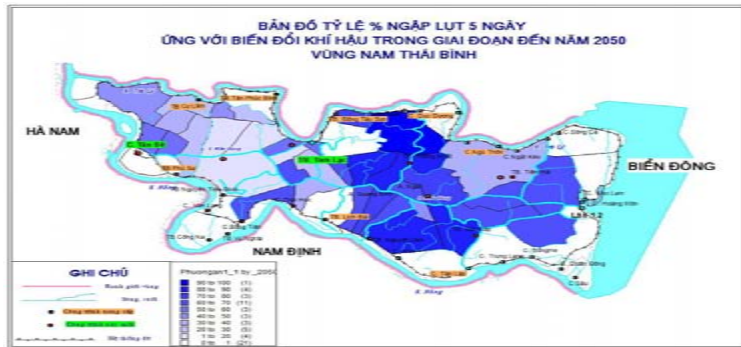
T	Thời điểm	Lượng mưa tăng (%)	Chưa có hồ		Có hồ điều hoà, $H_{trữ} = 1,0 \text{ m}$					
			q (l/s.ha)	$\Delta q$ (%)	$\alpha_{trữ} = 2,0\%$		$\alpha_{trữ} = 3,0\%$		$\alpha_{trữ} = 4,0\%$	
					q (l/s.ha)	$\Delta q$ (%)	q (l/s.ha)	$\Delta q$ (%)	q (l/s.ha)	$\Delta q$ (%)
a) Trường hợp không có biến động về cơ cấu sử dụng đất:										
1	Hiện nay	0,00	11,39	0,00	8,89	0,00	8,15	0,00	7,66	0,00
2	2020	3,10	11,74	3,10	9,23	3,82	8,44	3,56	7,95	3,79
3	2050	7,50	12,24	7,50	9,73	9,45	8,85	8,59	8,35	9,01
4	2100	19,10	13,56	19,10	11,03	24,07	9,93	21,84	9,42	22,98
b) Trường hợp có biến động về cơ cấu sử dụng đất do tác động công nghiệp hoá và đô thị hoá nông thôn:										
1	Hiện nay	0,00	11,39	0,00	8,89	0,00	8,15	0,00	7,66	0,00
2	2020	3,10	12,03	5,62	9,52	7,09	8,57	5,15	8,08	5,48
3	2050	7,50	13,34	17,12	10,82	21,71	9,56	17,30	8,85	15,54
4	2100	19,10	15,45	35,65	12,91	45,22	11,64	42,82	10,36	35,25

Bảng 4.27: Mục nước tại một số vị trí “nút” trên sông trục Kiến Giang theo các mốc thời gian chính của Kịch bản biến đổi khí hậu

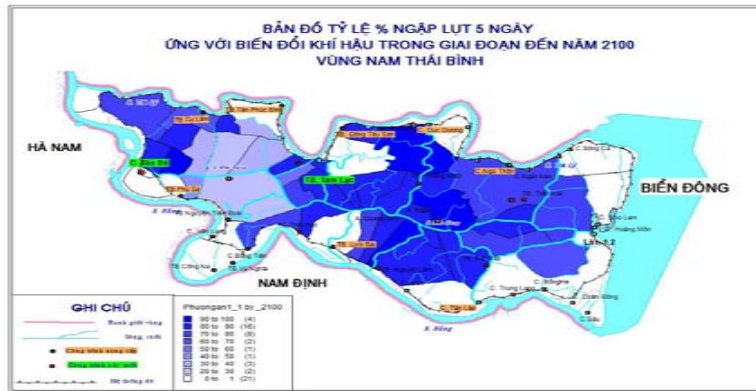
TT	Giai đoạn	Phúc Khánh	Ngã ba Kiến Giang - Hoàng Giang	Ngã ba Kiến Giang - Cổ Rồng	Ngã ba Lân 1 - Lân 2
1	HTR	2,13	1,79	1,63	1,57
2	2020	2,19	1,88	1,72	1,68
3	2030	2,26	1,94	1,78	1,73
4	2040	2,31	1,99	1,85	1,80
5	2050	2,37	2,07	1,92	1,89
6	2060	2,44	2,15	2,00	2,00
7	2070	2,53	2,26	2,11	2,10
8	2080	2,62	2,38	2,24	2,20
9	2090	2,73	2,50	2,38	2,30
10	2100	2,83	2,62	2,50	2,43



Hình 4.14



Hình 4.15



Hình 4.16

Bảng 4.29: Thời gian có thể tiêu tự chảy ra biển tương ứng với các mức thời gian của Kịch bản BĐKH - Kịch bản phát thải trung bình

Giai đoạn tính toán	HTR	2020	2050	2100
Mức nước biển dâng (cm)	0	12	30	75
Thời gian tiêu (giờ/ngày)	17,86	17,43	17,14	16,29

Bảng 4.30: Nhu cầu và khả năng đáp ứng nhu cầu tiêu của công trình thủy lợi trong lưu vực sông Kiến Giang tương ứng với một số mức thời gian của Kịch bản BĐKH - Kịch bản phát thải trung bình

TT	Thông số tính toán	Hiện trạng	2020	2050	2100
1	Mức nước biển dâng (cm)	0	12	30	75
2	Nhu cầu tiêu ( $10^6 m^3$ )				
	- Cơ cấu SDD không đổi	139,83	144,17	150,32	166,54
	- Có biến đổi cơ cấu SDD	139,83	145,72	156,41	174,87
3	Khả năng tiêu ( $10^6 m^3$ )	107,95	108,80	114,29	123,32
4	Khả năng đáp ứng (%)				
	- Cơ cấu SDD không đổi	77,20	75,47	76,03	74,05
	- Có biến đổi cơ cấu SDD	77,20	74,66	73,07	70,52

#### 4.4. MỘT SỐ GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ MỨC NƯỚC BIỂN DÂNG

Ngoài đề xuất về giải pháp phi công trình: i) Giảm phát thải KNK trong các hoạt động kinh tế; ii) Nâng cao nhận thức của toàn xã hội về nguy cơ BĐKH toàn cầu; iii) Ứng dụng các giải pháp thích ứng với BĐKH và nước biển dâng, và iv) Nâng cao năng lực quản lý, khai thác các hệ thống thủy lợi, Luận án đã đề xuất, tính toán thủy lực và phân tích cơ sở khoa học cũng như khả năng áp dụng của một số giải pháp công trình sau: i) Mở rộng mặt cắt sông trực Kiến Giang và xây dựng thêm công Lân 3 để nâng cao khả năng tiêu tự chảy ra biển; ii) Mở rộng vùng tiêu động lực để tiêu trực tiếp ra sông ngoài; iii) Xây dựng hồ điều hoà để giảm nhẹ hệ số tiêu và phù hợp với năng lực tiêu nước của các công trình thủy lợi đã và sẽ xây dựng, và iv) Củng cố và nâng cấp hệ thống đê sông, đê biển.

## KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã giải quyết được những vấn đề lớn sau đây:

- 1) Đưa ra được bức tranh tổng quan về ảnh hưởng của BĐKH đối với sự phát triển kinh tế - xã hội ở Việt Nam và ĐBBB. Các số liệu tính toán cho thấy sự thay đổi về nhiệt độ, bốc hơi, lượng mưa, một số yếu tố khí hậu khác, mức độ dâng lên của nước biển ở Việt Nam và ở ĐBBB từ nửa cuối của thế kỷ XX đến nay là rất rõ. BĐKH đang gây nên các tác động tiêu cực đối với sản xuất và đời sống của nhân dân. Các hình thái thời tiết bất thường, khắc nghiệt đang diễn ra thường xuyên hơn, đặc biệt là trong những năm cuối của thế kỷ XX và những năm đầu của thế kỷ XXI. Trên cơ sở các kịch bản về biến đổi khí hậu ở Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố, đề tài đã nghiên cứu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu tới vận hành khai thác công trình thủy lợi ở ĐBBB và HTTN Nam Thái Bình.
- 2) Luận án đã chỉ ra được các yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến hệ số tiêu, xác định dạng mô hình mưa tiêu thiết kế, phương pháp tính toán hệ số tiêu cho từng đối tượng tiêu nước có mặt trong HTTN, cơ sở khoa học của giải pháp lợi dụng khả năng trữ nước và điều tiết nước của ao hồ để hiệu chỉnh giảm độ hệ số tiêu và phương pháp xác định hệ số tiêu thiết kế cho các HTTN.
- 3) Về ảnh hưởng của BĐKH đến hệ số tiêu, nhu cầu tiêu và biện pháp tiêu cho HTTN Nam Thái Bình tương ứng với các mốc thời gian chính của Kịch bản biến đổi khí hậu, với các điều kiện biên đã xác lập, kết quả nghiên cứu cho thấy: *i) Về hệ số tiêu:* Nếu chỉ xét riêng về ảnh hưởng của BĐKH đến yêu cầu tiêu thì hệ số tiêu, lưu lượng tiêu thiết kế và tổng lượng nước cần tiêu của HTTN tăng tỷ lệ thuận với mức độ tăng của tổng lượng trận mưa tiêu thiết kế. Nếu xét thêm ảnh hưởng của biến động cơ cấu sử dụng đất do công nghiệp hoá và đô thị hoá mang lại thì so với thời điểm hiện tại khi lượng mưa tiêu tăng 3,1 % thì hệ số tiêu tăng 5,62 %, khi lượng mưa tăng 7,9 % thì hệ số tiêu tăng 17,12 % và khi lượng mưa tăng 19,1 % thì

hệ số tiêu tăng 35,65 %; *ii) Về biện pháp tiêu:* vùng tiêu tự chảy giảm từ 82,5 % diện tích cần tiêu tại thời điểm hiện nay xuống 62,9 % vào năm 2020, 39,90 % vào năm 2050 và 33,10 % vào năm 2100; quy mô vùng tiêu động lực tăng lên tương ứng với mức độ giảm của vùng tiêu tự chảy.

4) Với hệ số tiêu thiết kế đang áp dụng khoảng 7,0 l/s ha, các công trình tiêu nước đã có ở thời điểm hiện tại mới đáp ứng được 60 %, năm 2020 đáp ứng được 58 %, năm 2050 đáp ứng được trên 52 % và năm 2100 đáp ứng được trên 45 % nhu cầu tiêu. Để phù hợp với năng lực tiêu của các công trình đã có, luận án đề nghị: cần nghiên cứu quy hoạch một số hồ điều hoà gắn với quy hoạch đô thị, khu công nghiệp và cho biết tỷ lệ diện tích mặt nước các hồ điều hoà từ 3,5 % đến 4,0 % diện tích lưu vực, tỷ lệ dung tích điều tiết nước của các hồ điều hoà trên một đơn vị diện tích lưu vực từ 350 m<sup>3</sup>/ha đến 400 m<sup>3</sup>/ha là phù hợp với yêu cầu hiện tại và tương lai.

5) Đã nghiên cứu và xác định được phạm vi, mức độ ngập lụt do ảnh hưởng của mực nước biển dâng đến hệ thống thủy nông Nam Thái Bình tương ứng với các mốc thời gian chính của kịch bản biến đổi khí hậu đã công bố.

6) Đã đưa ra các giải pháp cơ bản nhằm ứng phó với tác động của BĐKH cho HTTN Nam Thái Bình: Giải pháp công trình bao gồm mở rộng vùng tiêu động lực tiêu trực tiếp ra sông ngoài và giảm quy mô vùng tiêu tự chảy ra biển qua cống Lân; xây dựng các hồ điều hoà để giảm nhẹ hệ số tiêu; mở rộng mặt cắt sông trực Kiến Giang và mở thêm cống Lân mới để tăng cường khả năng tiêu tự chảy ra biển; củng cố và nâng cao khả năng chống chịu của đê sông, đê biển và công trình dưới đê dưới tác động của dòng chảy, sóng biển và gió bão đã được đề cập. Các biện pháp phi công trình cũng đã được đề cập nhưng ở mức tổng quan để làm cơ sở ban đầu cho việc tiếp tục nghiên cứu biện pháp phòng tránh, thích ứng với điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

**MINISTRY OF EDUCATION  
AND TRAINING**

**MINISTRY OF  
AGRICULTURE AND RURAL  
DEVELOPMENT**

**WATER RESOURCES UNIVERSITY**  
น้ำบาดาล

**BUI NAM SACH**

**RESEARCH ON THE CHANGES OF DRAINAGE  
REQUIREMENTS AND DRAINAGE SOLUTIONS FOR  
THE SOUTH THAI BINH IRRIGATION AND DRAINAGE  
SYSTEM TAKING INTO GLOBAL CLIMATE CHANGE**

**Field of research: WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT**

**Code: 62 - 62 - 30 - 01**

**SUMMARY OF THE PHD THESIS**

**HANOI - 2010**

The Thesis is done at the Water Resources University

Supervisors:

1. Assoc. Prof. Dr. Le Quang Vinh
2. Assoc. Prof. Dr. Pham Viet Hoa

Critic 1: .....

Critic 2: .....

Critic 3: .....

The Thesis defence will be held before a state-level council at . . . .  
.....  
..... on .....  
..... 2010

The Thesis is available at: - National Library  
- Water Resources University's Library

## PUBLICATIONS OF THE AUTHOR

1. **Le Quang Vinh, Bui Nam Sach**, *Some issues on water-logging in the Red River Delta*, Intramural magazine of the Water Resources University, November 2000, page 60-64.
2. **Le Quang Vinh, Bui Nam Sach**, *Study, summary and assessment of surface water drainage zoning in some irrigation and drainage systems in the Red River Delta*, Final report of a ministerial-level research, Hanoi, November 2001.
3. **Bui Nam Sach**, *Water resources planning for the key North economic region*, Water Resources Journal – Viet Nam Water Resources Association, series 1 - 2006, page 19- 22.
4. **Bui Nam Sach, Le Quang Vinh**, *Changes of drainage coefficients in the Red River Delta and influencing factors*, Agriculture and Rural Development Magazine November 2009, page 71-77.
5. **Le Quang Vinh, Bui Nam Sach**, *Some research results on method to calculate drainage coefficients and adjust the drainage coefficient schematic*, Agriculture and Rural Development Magazine, January 2010, page 50-55.
6. **Le Quang Vinh, Bui Nam Sach**, *Research on proposal drainage coefficient applying for the South Thai Binh irrigation system in accordance with impacts from climate change*, Agriculture and Rural Development Magazine, August 2010, page 53-59.



## INTRODUCTION

### A. NECESSITY OF THE THESIS

In last 70 years, the average temperature increased by 0.7 °C and sea level rose by 20 cm in the country. In recent years, number of cold spells reduces, number of strong typhoons increases and their development is abnormal. The storm season usually ends later. Since 1997, there are big storms landed in the Mekong Delta. According to the climate change (CC) and sea level rise scenarios for Viet Nam by 2100, sea level may rise by 65 cm to 100 cm and cause inundation to about 5,000 km<sup>2</sup> in the Red River Delta (RRD) and 20,000 km<sup>2</sup> in the Mekong Delta.

Existing hydraulic works in the RRD in general and in the South Thai Binh irrigation system (South Thai Binh system) in particular mainly aimed to ensure agricultural demands without emphasis on water supply and sewage for urban, industrial and aquacultural areas. Most of the existing hydraulic work systems haven't met agricultural drainage requirements yet, in case additional drainage demands for those areas occur as consequence of impacts of CC and sea level rise, the conflict between drainage demands and available drainage capacity of those systems became more serious.

Therefore, the thesis on *“Research on the changes of drainage requirements and drainage solutions for the South Thai Binh irrigation system taking into account impacts of global CC”* was proposed and implemented.

### B. OBJECTIVES OF THE THESIS

To identify the changes of drainage requirements (drainage coefficients, total drainage volumes and drainage duration) and propose drainage solutions for the South Thai Binh system taking into account impacts of global CC.

### C. SUBJECTS AND SCOPE OF THE RESEARCH

- The research focuses on drainage requirements and drainage solutions for surface water sources under impacts of natural and social changes.

- Scope of the research is the South Thai Binh system.

## D. CONTENTS AND METHODOLOGY

### D1. Contents

Drainage requirements and solutions for those irrigation systems affected by tides as consequences of CC and sea level rise.

### D2. Methodology

i) Inheritance of previous studies; ii) survey and assessment; iii) comprehensive analysis; iv) hydrological and hydraulic models.

### D3. Locations of the research

The South Thai Binh irrigation system

## E. FINDINGS OF THE THESIS

- Since the issuing of the CC and sea level rise scenarios by the Government of Vietnam, this is the first detailed research on impacts of CC on a specific region of the country. The research provided quantitative information justifying changes of hydro-meteorological parameters in the RRD and the South Thai Binh system from the second half of the 20<sup>th</sup> century and impacts of the change on operation and management of hydraulic works.

- The thesis is the first in-depth research on drainage coefficients and scientific bases of the solutions making use of storage and regulation capacity of ponds and lakes to adjust the drainage schematic for irrigation and drainage systems.

- The thesis quantified levels of change of drainage coefficients, requirements and solutions for the system taking into account impacts of CC and sea level rise.

- The thesis studied and identified the scope and levels of inundation in the system under impacts of sea level rise in accordance to key milestones of the approved CC scenarios.

- The thesis also proposed main solutions to minimize inundation area and respond to global CC for the South Thai Binh system for each stage from now to the year 2100.

- Develop a research methodology for impacts of CC on drainage coefficient and drainage requirements for a specific irrigation and drainage system.

## Chapter 1 OVERVIEW

### 1.1. WORLD-WIDE RESEARCHES AND STUDIES ON THE TOPIC

Worldwide researches and studies on climate change (CC) have been carried out in 1990s. The UN Conference at Rio de Janeiro in 1992 endorsed the Framework Agreement and the International Action Plan to save the rapid “worse situation” of the planet atmosphere. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was established. The Kyoto protocol was endorsed by 165 heads of states including Viet Nam and has taken effect since February 19, 2005. According to the IPCC, in period 1920 – 2005, the earth average temperature increased by 1°C and forecast to increase by 1.4 to 4°C, sea level will rise by 28 cm to 43 cm, or 81 cm as maximum. British scientists predict that sea level may rise by 163 mm by the end of the 21<sup>st</sup> century. UNDP warned that if sea level rises by 1.0 m, 45% of agricultural lands in the Mekong Delta in Viet Nam will be inundated; about 4,500 km<sup>2</sup> in Egypt will be submerged and 18% of Bangladesh will be inundated. Also according to the IPCC, 10 cities which will be most hit by CC are Calcutta and Bombay in India, Dacca in Bangladesh, Shanghai, Quanzhou in China, Ho Chi Minh city in Viet Nam, Bangkok in Thailand and Yangon in Myanmar. According to scientists, measures to minimize CC should focus on two directions: firstly, to reduce impacts of CC, and secondly to adapt to CC.

In Japan, scientists estimated that if sea level rises by 1 m, about 90% of beaches in Japan will be lost and paddy production will reduce by almost 50%. In that case, Ministry of Environment suggested the Government to reserve a budget of above 64.5 billion USD for response to sea level rise. China is considering the construction of reinforced dike system along its coasts. In Great Britain, the Environment Agency of the Government suggested a budget of 8

billion USD to improve the Thames river dike and about 1.2 billion USD a year to manage floods. In Bangladesh, the Government has program to invest 6.5 million USD in responding to salinized coastal areas and propose a project to heighten 800 km of roads by 0.5 m to 1.0 m to prevent from inundation by sea level rise with total costs of 128 billion USD. On May 11, 2008 at the G8 Ministerial Meeting in Niigata (Japan), global CC was chosen as the key topic of the agenda. At the G8 summit at Hokkaido (Japan) on July 7-9, 2008, the countries agreed to invest above 10 billion for research and development of technologies against the risk of global warming. Researches on burying CO<sub>2</sub> into lands were adopted by worldwide scientists. Also at the G8 summit, reduction of greenhouse gas was set as a target for each of the countries from 2013. Therefore, development of a “National Target Program for Response to Climate Change and Sea Level Rise” is urgent that Viet Nam together with other countries should cope with.

In researches by IPCC, UNDP on CC scenarios, atmospheric aerodynamic and hydrodynamic models for oceans were developed and applied to quantify impacts of CC on the global climate and water level in the world oceans. A recent research published by the Association of Universities at the Copenhagen University in March 2009 revealed possibilities of more severe impacts of CC in the 21<sup>st</sup> century than forecast figures published by IPCC in 2007.

### 1.2. RELEVANT DOMESTIC RESEARCHES AND STUDIES

On September 9, 2009, Ministry of Natural Resources and Environment official published three CC and sea level rise scenarios for Viet Nam in the 21<sup>st</sup> century for the cases of medium, low and high emission. According to the scenarios, by the end of the 21<sup>st</sup> century sea level may rise by 65; 75; or 100 cm compared to that of the period 1980 - 1999. The scenarios also reveal the inundation area of 5,133 km<sup>2</sup> (12.8%); 7,580 km<sup>2</sup> (19%) or 15,116 km<sup>2</sup> (37.8%) in

the Mekong Delta for the cases that sea level rises by 65 cm; 75 cm or 100 cm.

The thesis presented an overview of 14 scientific researches relevant to drainage and CC in Vietnam and their limited results. Most of previous studies used forecasts by IPCC, UNDP, and WB which had taken into consideration the South-East Asia and Viet Nam but with preliminary assessment and on narrow scopes only. The following issues are relevant to the thesis but not addressed yet in the previous studies and researches.

- Levels of change of hydro-meteorological parameters in river basins, in particular variations of hydrodynamic regimes in lower basins and in coastal estuaries of river basins in Vietnam, including the Red - Thai Binh river basin, and their impacts on drainage systems and natural disaster mitigation infrastructures.

- Detailed impacts of CC on drainage requirements as consequence of increasing rainfall in rainy season;

- Not available research on changes of drainage requirements and drainage solutions for the RRD in general and for the South Thai Binh system under impacts of global CC.

The thesis concludes: Previous researches mainly focused on the development of CC scenarios and looking for solutions to minimize the worse situation of CC and to adapt to CC. So far, there have not been any research results on the changes of drainage coefficient and drainage requirements for irrigation and drainage systems under impacts of CC and sea level rise. This constitutes an important basis to form the thesis on “*Research on the changes of drainage requirements and drainage solutions for the South Thai Binh irrigation and drainage system taking into account impacts of CC*”.

## Chapter 2

### CLIMATE CHANGE IN THE RED RIVER DELTA AND THE IMPACTS ON WATER DRAINAGE

#### 2.1. BACKGROUND

The Red River Delta consists of 10 provinces and cities covering a natural area of 1,486,250 ha including above 760,000 ha of agricultural lands and more than 18.6 million people. The South Thai Binh is one of the 22 irrigation and drainage systems in the RRD.

#### 2.2. CLIMATE CHANGE

The thesis used data and information of 12 meteorological stations which have continuous observation data since 1956. Available data showed that average yearly temperature increased by 0.4°C to 0.6°C. There were 29 cold spells each year in period 1971-1990, but this figure reduced to 24 in period 1991-2000 and 15-16 in period 1994-2008. Average monthly relative humidity is decreasing. Evaporation change is not clear. Number of sunny hours tended to increase in period 1961-1990, but has been decreased since 1991. Number of storms occurred in the East Sea increases but those landed in the RRD decrease. The storm season ends later, storm trajectories are abnormal, number of early storms in May and June tends to increase, number of late and very late storms also increases. Changes of annual rainfall are not clear but average monthly rainfall sharply decreases in months of dry season and obviously increased in months of rainy season. Number of drizzling days also decreases from 30 days a year in period 1961-1990 to 13-15 days since 1991. Total rainfall of heavy rains in short periods did not change significantly but the intensity was increased and their coincided occurrence on large scale raised drainage requirements.

#### 2.3. HYDROLOGICAL CHANGES

- Average monthly flows in the period 1988-2008 were lower than those in the period 1956-1987 (with 506 m<sup>3</sup>/s, 276 m<sup>3</sup>/s, and 76.2 m<sup>3</sup>/s lower in November, December and January respectively) which resulted in sharp water level reduction in the period 1988 – 2008 compared to that of the period 1956-1987. Since 2004-2005, the dry

season water level in Hanoi is always lower than the average annual causing difficulties in difficulties to water extraction in the downstream.

- Mean and maximum water levels in months of flood season in the Red river downstream tend to increase in recent years.

#### 2.4. IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON DRAINAGE OPERATION OF IRRIGATION AND DRAINAGE SYSTEMS

Results of calculations for the year 2020 revealed the following:

In case of heavy rains and big floods of frequency of 10% together with forecast sea level rise for 2020, about 450,000 ha of the areas currently served with pumping drainage will be inundated without prompt improvement to existing pumping stations to allow them to operate at higher water level. About 270,000 ha of the areas currently served with gravity drainage will be inundated. In other words, the areas served with pumping drainage will expanded to at least 270,000 ha additionally in the Red River Delta.

*Table 2.29: Impacts of CC on inundation*

Scenario	High and ebb tide elevation (m)	Inundated areas outside the dikes (ha)	Inundated areas inside the dikes (ha)
<b>At present:</b>			
- Fully submerged areas	-1.5	1,432	2,013
- Semi-inundated areas	+1.5	24,136	157,781
<b>Sea level rise by 0.33 m:</b>			
- Fully submerged areas	-1.17	15,168	88,207
- Semi-inundated areas	+ 1.83	33,105	227,355
<b>Sea level rise by 1.0 m:</b>			
- Fully submerged areas	- 0.5	28,904	174,401
- Semi-inundated areas	+2.5	43,433	321,998

### Chapter 3 DRAINAGE REQUIREMENTS AND INFLUENCING FACTORS

#### 3.1. CHANGES OF DRAINAGE COEFFICIENTS IN THE RRD

The thesis summarized the process of changes of drainage coefficients of 22 large-scale irrigation and drainage systems in the RRD through historical milestones and socio-economic stages of the country (before 1954, in 1954-1973, in 1973-1995 and at present).

#### 3.2. FACTORS INFLUENCING DRAINAGE COEFFICIENTS

The thesis generalized two groups of factors that influence drainage coefficients, analyzed scientific bases and influencing levels of those factors. The first group comprises of natural factors, including: i) geographical location, ii) drainage rainfall characteristics, iii) tidal characteristics, iv) water level regimes at the water receiving locations, v) topographical conditions, vi) soil conditions and shallow aquifers. The second group involves socio-economic factors including: i) the rapid economic growth and ii) operation management. For overcoming subjective negative factors, human beings should mitigate their impacts by applying hydraulic, agricultural, forestry and management measures while we should focus on adaptation and response measures against objective negative factors.

#### 3.3. CLASSIFICATION OF DRAINAGE SUBJECTS

Drainage regimes depend on characteristics of each locality, land use structure and types of drainage subjects. The thesis built up a theoretical basis to classify drainage subjects, analyzed scientific bases and drainage requirements for each of the following drainage subjects: i) agricultural lands; ii) urban areas; iii) rural areas; iv) industrial areas and craft villages, and v) others.

### 3.4. METHODS TO CALCULATE DRAINAGE COEFFICIENTS AND ADJUST THE DRAINAGE COEFFICIENT SCHEMATIC

#### 3.4.1. Method to calculate drainage coefficients

The thesis introduced in details scientific bases and method to calculate drainage coefficients for each of the drainage subjects and preliminary drainage coefficients for irrigation and drainage systems which contains different drainage subjects as basis for calculating drainage coefficients and drainage requirements for the South Thai Binh system.

#### 3.4.2. Method to adjust the drainage coefficient schematic

##### 3.4.2.1. Scientific basis of the solution to making use of storage capacity of ponds and lakes to adjust the drainage coefficient schematic

In calculating drainage coefficients for non-irrigated paddy drainage subjects, the following formula (3.2) is applied:

$$q_i = \frac{C \cdot P_i}{8,64} \quad (\text{liter/second/ha}) \quad (3.2)$$

in which:  $P_i$  total precipitation in calculation time  $t_i$ ;  $C$  the flow rate of the drainage command area,  $C \leq 1.0$ . For the cases of ponds and lakes,  $C$  is as follows:

1) **For natural ponds and lakes (without regulation structures):**  $C = 0.20 - 0.25$ . Ponds and lakes in this case cannot store additional water to adjust the drainage coefficient schematic.

2) **For specialized aquacultural ponds and lakes:** All precipitation on the ponds and lakes must be promptly drained to prevent from overflow and protect fishes. In this case  $C = 1.0$ .

3) **For regulated ponds and lakes (with regulation structures):** the storage and regulation capacity of the catchment depends on total regulation capacity of those ponds and lakes. Figure 3.3 preliminarily presents storage levels in regulation reservoirs:

- Operation depth or operation capacity of reservoirs ranges from the maximum water level (MN max) to the minimum water level (MN min).
- Before the occurrence of designed rainfall, water level in reservoirs is kept at the MN min.

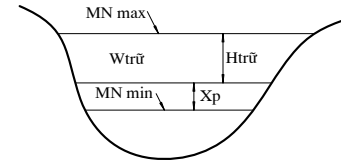


Figure 3.3

- The whole rainfall ( $X_p$ ) is to be kept in the reservoirs and then drained on last days of the draining period (in days without rains):  $C = 0.0$  in rainy days.

- In stressful draining days, those reservoirs will keep certain volumes of to-be drained volume in order to mitigate the drainage coefficients (storage capacity  $W_{\text{storage}}$  is corresponding to the storage depth  $H_{\text{storage}}$  in the schematic in Figure 3.3). That volume of water will be fully drained in days with less stressful drainage requirements and in last days of the draining period. So drainage coefficient of the regulation reservoirs in the preliminary drainage coefficient schematic will be as follows:

+ During rainy days:  $q_i = 0$

+ Last 2 days of each drainage period:

$$q_i = \frac{\sum P_i}{17,28} \quad (3.14)$$

##### 3.4.2.2. Technical requirements of regulation reservoirs

- a) Maximum water level can be stored in reservoirs must be lower than the water level in the conveyance canals to the reservoirs.
- b) Minimum water level in reservoirs must be higher than the water level in the drainage canals from the reservoirs in draining periods.
- c) Conveyance canals to the reservoirs and drainage canals from the reservoirs are actively operated.

Levels of reduction of drainage coefficients after storing certain volume of water in ponds and lakes are calculated using the following formula:

$$\sum \Delta q_{iru} = \sum_{i=1}^n \frac{H_{TKi} \times \alpha_{ii}}{8,64} \quad (\text{liter/second/ha}) \quad (3.15)$$

In which:

$\sum \Delta q_{iru}$  : total possible reduction of drainage coefficients of the basin (liter/second/ha);

$H_{TKi}$  : designed storage depth of the reservoir i (mm);

$H_{TKi} = H_{\text{storage } i} - \sum ho$  (mm)

$\alpha_{ii}$  : ratio of surface areas of the reservoir i and total catchment area.

$$\alpha_{ii} = \frac{\omega_{ii}}{\omega_K}$$

$H_{\text{trai}}$  : storage depth as in Figure 3.3 of the reservoir i in the basin (mm)

$\sum ho$  : total water loss due to infiltration and evaporation during storage and drainage periods (mm).

$\omega_{ii}$  : surface area of the reservoir i.

$\omega_K$  : total drainage catchment.

### 3.4.3. Calculation of design drainage coefficients for irrigation and drainage systems

Designed drainage coefficient of a basin (or an irrigation and drainage system) after using regulation reservoirs to store to-be-drained volume is calculated using the following formula:

$$q_{tk} = \frac{\sum_{j=1}^n q_j - \sum \Delta q_{iru}}{n} \quad (3.16)$$

in which:

$q_{tk}$  : designed drainage coefficient of the basin (liter/second/ha).

$q_j$  : drainage coefficient of the basin in the day j with heavy rains (the day to store water in the regulation reservoirs).

n : number of days with heavy rains that require water storage in reservoirs.

**Note:** i) total additional drainage coefficients of the basin in less stressful draining days are equal to the total drainage coefficients stored in regulation reservoirs; ii) Drained water from the regulation reservoirs is not more than stored water in the reservoir; iii) Drainage coefficients of the basin in draining days from the regulation reservoirs to the drainage system in the drainage coefficient schematic are not higher the design drainage coefficients identified using the formula (3.16).

### 3.5. SELECTION OF THE DESIGN RAINFALL MODEL

The thesis presented some concepts of the design drainage rainfall models, the typical rainfall models and the method to select the typical rainfall model that is suitable for specific conditions of each region and concludes the following:

a) For designed drainage rainfall for agriculture, it is recommended to select 5 day-rains with rainfall peak occurred on the second or third day. In calculating drainage coefficient for paddy, it is preferable to calculate for the case with design rainfall and the system can fully drain in the most unfavorable growing stages of paddy (when young paddy just takes root but is then menaced by rainfall higher than the design rainfall so harvest will not be fully lost or productivity will not be affected.

b) For industrial zones and urban areas, it is preferable to use the same drainage rainfall model that is applied to the whole irrigation and drainage system (of the same frequency, same total rainfall, number of rainy days, and distribution of the designed rainfall) but hourly rainfall distribution model should be applied for that rainy period and the drainage coefficients should be also hourly.

c) For other drainage subjects, either the designed drainage rainfall model for agriculture or that for centralized urban areas and industrial zones can be applied depending on specific conditions.

### 3.6. RESULTED DESIGN DRAINAGE RAINFALL MODEL

Table 3.6: Maximum 5-day drainage rainfall model with frequency of 10% applied for some representative stations in the RRD

Rainy day	Distribution model of designed drainage rainfall at stations (mm)						
	Hai Duong	Hung Yen	Ha Dong	Phu Ly	Nam Dinh	Ninh Binh	Thai Binh
1	11.55	7.96	139.55	18.29	214.06	239.26	77.72
2	78.28	165.77	15.31	144.68	110.51	93.59	172.95
3	150.05	100.69	19.23	130.23	19.41	9.93	40.92
4	90.59	40.30	126.02	105.28	9.36	12.73	108.84
5	2.31	19.04	115.39	11.64	43.71	125.04	20.41
<b>Total</b>	<b>332.78</b>	<b>333.76</b>	<b>415.50</b>	<b>410.12</b>	<b>397.05</b>	<b>480.55</b>	<b>420.84</b>

### 3.7. COMMENTS AND ASSESSMENT

1) Socio-economic development and CC are the main causes of changes to drainage coefficients in the RRD. The changes are in increasing trend with more urgent drainage needs.

2) Drainage regime depends on various factors including natural and socio-economic factors such as geographical location, drainage rainfall characteristics, tidal characteristics, water level regimes at the water receiving locations, topographical, geological and soil conditions, land use and drainage subjects available in the drainage system. Drainage requirements of each drainage subject and of the whole basin are reflected by the drainage coefficients and the drainage coefficient schematic.

3) Drainage requirements and ratio of area of each drainage subject available in the drainage system to the total drainage command area significantly influence the design drainage coefficient. Level of reduction of drainage coefficients depends on purpose and area of water surface, storage depth and storage capacity of regulation reservoirs in that irrigation and drainage system.

4) Precipitation is one the most important factors that decide the drainage coefficient. Given natural geographical conditions of the RRD and the South Thai Binh system, it is recommended to select 5 day-rains with rainfall peak occurred on the second or third day. Using daily rainfall data observed in period 1956-2008, the thesis analyzed and calculated designed drainage rainfall for specific locations in the RRD including the South Thai Binh system.

5) At present, in the Red River Basin there are 22 hydraulic zones of different drainage scales and drainage measures that serve secure drainage for above 903,000 ha. However about 30,000 ha are not served with drainage structures. Every year, more than 100,000 ha of the RRD are inundated, of which harvest is fully lost on about 15%-20%. Due to rapid changes of socio-economic and natural conditions, the gravity drainage areas narrow whilst the pumping drainage areas are increasing in hydraulic zones. Total gravity drainage areas of the 22 irrigation and drainage system reduced by 94,000 ha compared to those in 10 years ago (in end years of the 20th century, about 568,575 were drained by gravity but this figure is now 474,452 ha only, or 41.77 % of the drainage command area). If sea level rises as forecast, the whole RRD will need pumping drainage by the end of the century.

## Chapter 4

### IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON THE DRAINAGE DEMANDS OF SOUTH THAI BINH IRRIGATION SYSTEM AND PROPOSAL OF RESPONSE MEASURE

#### 4.1. INTRODUCTION OF SOUTH THAI BINH IRRIGATION SYSTEM

South Thai Binh Irrigation System is one of the 22 large scale irrigation systems in Northern Delta with a natural area of 66,985 ha of which the area in need of draining is 59,782 ha, agriculture land 42,915 ha, covering districts of Vu Thu, Kien Xuong, Tien Hai, and part of Thai Binh city located on the southern bank of Trà Lý river. At present, in the system 49,347 ha is drained by gravity through sluices of Lân 1, Lân 2 and other drainage sluices downstream of Red and Tra Ly Rivers. Pumped drained area is 10,435 ha located along Red River and Tra Ly river. Kien Giang river which is 53.64 km long is the main drainage canal. 19 branch canals linked to Kien Giang river have total length of 166.64 km. Annually, the system sees more than 10,000 ha of rice inundated, of which thousands of ha of rice fields are completely lost. There are many reasons to the inundation which can be grouped as follows: i) *negative aspect of the topography of the drainage area*; ii) *impacts of global climate change*; iii) *impacts of storms and combined low air pressure and high water level in drainage receiving bodies*; iv) *Socio-economic development has led to the changes in drainage demands in a more quickly and absolute manner*; v) *The degradation and limited drainage capacity of drainage structures have affected the performance of hydraulic work*; vi) *Management, exploitation and protection organization show weakness which limit the effective operation of the drainage system*.

By May 2008 the total area of industrial zone and handicraft village land is 730 ha, which is expected to increase to 1,819 ha by 2020. Sewage from these areas and their activities is directly discharged

into Bach river and Kiển Giang river causing serious pollution to the water environment.

#### 4.2. Drainage coefficient and drainage demand of South Thai Binh Irrigation System

##### 4.2.1. Zoning of drainage area

South Thai Binh Irrigation System is divided into 3 drainage polders, including: i) *Area drained into red river of 9,741 ha*; ii) *Area drained into Tra Ly River of 8,732 ha*; iii) *area to be drained by gravity into the sea through Lân river (Kiển Giang river basin) of 41,309 ha*.

##### 4.2.2. Related parameters

###### 1) Rainfall data:

+ Present: basing on the calculation result in Chapter 3 – Thai Binh station

+ In the future: the study result shows that there is a correlation between the total rainfall of the annual largest rain to the total rainfall in rainy season. Basing on the published climate change scenario, it is tentatively calculated that by 2020 the total designed drainage rainfall will increase by 3.1 %, in 2050 7.9 % and in 2100 19.1 % compared to present. That means the model of largest 5 day drainage rainfall distribution form will be maintained throughout the 21<sup>st</sup> century.

**2) Inundation capacity:** given the rice planted in the irrigation system is maintained, we calculate basing on the case that there will be large rains of design frequency within 30 days after the cultivating. The inundation level with which the productivity will not be reduced above 5 %, the Institute of Water Resource Research calculated as follows: inundation level of 275 mm lasts for less than a day; 200 mm for less than 2 days; 150 mm for less than 4 days.

**3) Flow coefficient:** for the purpose of doing research, the thesis uses flow coefficient C for drainage bodies in the irrigation system: e.g. flower planting land: 0.60; fruit trees: 0.50; urban land: 0.95;



industrial land: 0.90; residential land in rural area: 0.65; ponds and lake: 0.20; aquaculture ponds: 1.00; regulation reservoir: 0.00; other land uses: 0.60.

**4) Water loss due to infiltration and evaporation:** 2.0 mm/day.

**5) Other bounding parameters/conditions:** the drainage system should be a complete one from the headwork to on-farm structures. The on-farm drainage structure should be spillway with free overflowing regime. The depth of field water before being drained is 10 cm.

#### 6) Land use structure in the system

The thesis studies the change of drainage coefficient under the impacts of climate change (especially the change of rainfall) in two cases: i) given the land use structure is maintained throughout the 21<sup>st</sup> century; ii) the land use structure of the system changes all the time to suit the socio-economic development (industrialization and urbanization of rural areas).

*Table 4.13: Existing land use Status in 2008 and forecasted land use structure (ha)*

Time	Land use structure	Rice planting	Sub-crops	Aquaculture	Residential area	Urban area	Industrial zone	Other	Total
		2008	Area	35,013	3,344	3,826	5,560	1,000	730
	Ratio %	58.57	5.59	6.40	9.30	1.67	1.22	17.24	100
2020	Area	34,345	3,688	4,107	3,971	2,108	1,819	9,744	59,782
	Ratio %	57.45	6.17	6.87	6.64	3.53	3.04	16.30	100
2050	Area	32,675	4,547	4,809	0	7,601	1,819	8,332	59,782
	Ratio %	54.66	7.61	8.04	0	12.72	3.04	13.94	100
2100	Area	29,891	5,978	5,978	0	10,137	1,819	5,978	59,782
	Ratio %	50.00	10.00	10.00	0	16.96	3.04	10.00	100

#### 4.2.3. Calculation results

a) At present period, the average drainage coefficient for 7 days of drainage is 5.75 liter/second/ha, and the average largest rate in a drainage period is 11.39 liter/second/ha;

b) If the land use structure change is not taken into account, the drainage coefficient and designed drainage discharge of drainage headwork and total water volume to be drained of the system will increase in proportionally to total volume of the designed drainage rain;

c) Existing drainage structures and ones recently built all apply drainage coefficient approximate to 7.0 liter/second/ha, which can only meet 60 % of the drainage demand. This is a reason to the increased flooding area in the system.

*Table 4.14: Summary of calculation results of preliminary drainage coefficients at some time points in climate change scenarios – Case without any change in land use structure*

Time point	Average daily drainage coefficient in day i (liter/second/ha)							Average	Increasing ratio compared to 2008 (%)
	1	2	3	4	5	6	7		
2008	3.44	<b>11.39</b>	8.28	9.18	5.34	1.90	0.69	5.75	0.00
2020	3.55	<b>11.74</b>	8.53	9.47	5.50	1.96	0.71	5.92	3.10
2050	3.70	<b>12.24</b>	8.90	9.87	5.74	2.05	0.74	6.18	7.90
2100	4.10	<b>13.56</b>	9.86	10.94	6.36	2.27	0.82	6.84	19.10

Table 4.15: Summary of calculation results of preliminary drainage coefficients at some time points in climate change scenarios – Case with constant changes in land use structure

Time point	Average daily drainage coefficient in day i (liter/second/ha)							Average	Increasing ratio compared to 2008 (%)
	1	2	3	4	5	6	7		
2008	3.44	<b>11.39</b>	8.28	9.18	5.34	1.90	0.69	5.75	0.00
2020	3.71	<b>12.03</b>	8.49	9.61	5.46	1.93	0.70	5.99	4.25
2050	4.31	<b>13.34</b>	8.76	10.42	5.58	1.91	0.69	6.43	11.91
2100	5.24	<b>15.45</b>	9.33	11.77	5.88	1.94	0.70	7.19	25.09

d) The thesis has studied the shift of rice land into regulation reservoirs in the case the area of these reservoirs will make up 2.0 % to 4.0 % of the total area and an average depth of regulated water of 1.0 m. The calculation results show that if the drainage coefficient is maintained in a range of 7.0 liter/second/ha - 8.0 liter/second/ha at present and till after 2020. South Thai Binh Irrigation System will have to reserve a land fund of 3.5 % to 4.0 % of the natural land for reservoir conversion having depth of 1.0 m at the minimum (in equivalent to a regulated capacity of 350 m<sup>3</sup> to 400 m<sup>3</sup> of water storage per ha of catchment area). If the fluctuation ranges in terms of total drainage rainfall and land use structure are concluded as per the thesis, with the ratio of regulation reservoir ranging from 3.5% to 4.0% of the natural area of the drainage basin. By the end of this century, the average drainage coefficient of the whole system will not exceed 11.0 liter per second per ha.

Table 4.19: Different drainage coefficients at some typical time points as per climate change scenario corresponding to some regulation reservoir options –With changing land use structure

Reservoir	Time point	Calculated drainage coefficient	Average daily drainage coefficient in day i (liter/second/ha)						
			1	2	3	4	5	6	7
$\alpha_{\text{storage}} = 2\%$ ; $H_{\text{storage}} = 1.0$ m $\Delta_{\text{storage}} = 2.31$ liter/sec/ha	Present	Preliminary	3.41	<b>11.20</b>	8.04	9.00	5.18	2.33	1.15
		Adjusted	3.41	<b>8.89</b>	<b>8.89</b>	<b>8.89</b>	6.75	2.33	1.15
	2020	Preliminary	3.68	<b>11.83</b>	8.25	9.41	5.29	2.36	1.18
		Adjusted	3.68	<b>9.52</b>	<b>9.52</b>	<b>9.52</b>	6.23	2.36	1.18
	2050	Preliminary	4.28	<b>13.13</b>	8.50	10.21	5.41	2.36	1.19
		Adjusted	4.28	<b>10.82</b>	<b>10.82</b>	10.20	5.41	2.36	1.19
	2100	Preliminary	5.21	<b>15.22</b>	9.05	11.55	5.69	2.44	1.25
		Adjusted	5.21	<b>12.91</b>	11.36	11.55	5.69	2.44	1.25
$\alpha_{\text{storage}} = 2.5\%$ ; $H_{\text{storage}} = 1.0$ m $\Delta_{\text{storage}} = 2.89$ liter/sec/ha	Present	Preliminary	3.41	<b>11.15</b>	7.98	8.95	5.14	2.43	1.27
		Adjusted	3.41	8.26	8.26	<b>8.67</b>	8.03	2.43	1.27
	2020	Preliminary	3.67	<b>11.78</b>	8.19	9.37	5.25	2.47	1.30
		Adjusted	3.67	<b>8.89</b>	<b>8.89</b>	<b>8.89</b>	7.91	2.47	1.30
	2050	Preliminary	4.27	<b>13.08</b>	8.44	10.16	5.37	2.48	1.32
		Adjusted	4.27	<b>10.19</b>	<b>10.19</b>	<b>10.19</b>	6.48	2.48	1.32
	2100	Preliminary	5.20	<b>15.16</b>	8.98	11.49	5.65	2.56	1.39
		Adjusted	5.20	<b>12.27</b>	11.87	11.49	5.65	2.56	1.39
$\alpha_{\text{nr}} = 3.0\%$ ; $H_{\text{nr}} = 1.0$ m $\Delta_{\text{storage}} = 3.47$ liter/sec/ha	Present	Preliminary	3.40	<b>11.10</b>	7.92	8.90	5.10	2.54	1.39
		Adjusted	3.40	<b>8.15</b>	<b>8.15</b>	<b>8.15</b>	<b>8.15</b>	2.95	1.39
	2020	Preliminary	3.67	<b>11.73</b>	8.13	9.32	5.21	2.58	1.42
		Adjusted	3.67	<b>8.57</b>	<b>8.57</b>	<b>8.57</b>	<b>8.57</b>	2.69	1.42
	2050	Preliminary	4.27	<b>13.03</b>	8.37	10.11	5.32	2.59	1.44
		Adjusted	4.27	<b>9.56</b>	<b>9.56</b>	<b>9.56</b>	8.17	2.59	1.44
	2100	Preliminary	5.19	<b>15.11</b>	8.91	11.44	5.60	2.69	1.53
		Adjusted	5.19	<b>11.64</b>	<b>11.64</b>	<b>11.64</b>	6.14	2.69	1.53

$\alpha_{\text{storage}} = 3.5\%$ ; $H_{\text{storage}} = 1.0 \text{ m}$ $\Delta q_{\text{storage}} = 4.05 \text{ liter/second/ha}$	Prese nt	Preliminary	3.39	<b>11.05</b>	7.86	8.85	5.06	2.64	1.50
		Adjusted	3.39	<b>7.91</b>	<b>7.91</b>	<b>7.91</b>	<b>7.91</b>	3.84	1.96
2020	Preliminary	3.66	<b>11.68</b>	8.07	9.27	5.17	2.69	1.54	
	Adjusted	3.66	<b>8.32</b>	<b>8.32</b>	<b>8.32</b>	<b>8.32</b>	3.59	1.54	
2050	Preliminary	4.26	<b>12.97</b>	8.31	10.06	5.28	2.70	1.57	
	Adjusted	4.26	<b>9.10</b>	<b>9.10</b>	<b>9.10</b>	<b>9.10</b>	2.94	1.57	
2100	Preliminary	5.18	<b>15.05</b>	8.84	11.38	5.55	2.82	1.67	
	Adjusted	5.18	<b>11.00</b>	<b>11.00</b>	<b>11.00</b>	7.82	2.82	1.67	
$\alpha_{\text{storage}} = 4.0\%$ ; $H_{\text{storage}} = 1.0 \text{ m}$ $\Delta q_{\text{storage}} = 4.63 \text{ liter/sec/ha}$	Prese nt	Preliminary	3.39	<b>11.01</b>	7.80	8.81	5.02	2.75	1.62
		Adjusted	3.39	<b>7.66</b>	<b>7.66</b>	<b>7.66</b>	<b>7.66</b>	<b>4.74</b>	1.62
2020	Preliminary	3.65	<b>11.63</b>	8.00	9.22	5.13	2.80	1.65	
	Adjusted	3.65	<b>8.08</b>	<b>8.08</b>	<b>8.08</b>	<b>8.08</b>	<b>4.48</b>	1.65	
2050	Preliminary	4.25	<b>12.92</b>	8.25	10.01	5.24	2.82	1.69	
	Adjusted	4.25	<b>8.85</b>	<b>8.85</b>	<b>8.85</b>	<b>8.85</b>	3.84	1.69	
2100	Preliminary	5.17	<b>14.99</b>	8.77	11.32	5.50	2.94	1.81	
	Adjusted	5.17	<b>10.36</b>	<b>10.36</b>	<b>10.36</b>	9.50	2.94	1.81	

### 4.3. CALCULATION OF HYDRAULICS FOR THE RIVER NETWORK

#### 4.3.1. Selection of hydraulic calculation models

As a basis for drainage hydraulics calculation, the thesis studied following mathematical models: VRSAP of the late Prof. Nguyen Nhu Khue; SAL of Ass.Prof. Nguyen Tat Duc; KOD of Dr. Prof. Nguyễn Ân Niê; WENDY of Delft (Netherlands); TLID+ ECOMOD of the Institute of mechanics of the national center for natural science and technology in coordination with Prof. Nguyen Kim Dan of Caen university institute – France; family of MIKE 21 and MIKE 11 models of Dutch Hydraulics Institute (DHI). Basing on the analysis of strengths and weakness of the above mentioned models, the thesis selects MIKE 11 model for calculation.

#### 4.3.2. Calculation results

Table 4.24: Increased rainfall affecting drainage coefficient in gravity drainage sub-region through Lan sluice in some regulation reservoir options

T T	Time point	Increas ing rainfall (%)	Without reservoir		With reservoir, $H_{\text{storage}} = 1.0 \text{ m}$					
			q (liter/s ec/ha)	$\Delta q$ increa sed (%)	$\alpha_{\text{storage}} = 2.0\%$		$\alpha_{\text{storage}} = 3.0\%$		$\alpha_{\text{storage}} = 4.0\%$	
					q (liter/s ec/ha)	$\Delta q$ increase d (%)	q (liter/s ec/ha)	$\Delta q$ increa sed (%)	q (liter/s ec/ha)	$\Delta q$ increa sed (%)
a	<i>Without land use structure change:</i>									
1	At present	0.00	11.39	0.00	8.89	0.00	8.15	0.00	7.66	0.00
2	2020	3.10	11.74	3.10	9.23	3.82	8.44	3.56	7.95	3.79
3	2050	7.50	12.24	7.50	9.73	9.45	8.85	8.59	8.35	9.01
4	2100	19.10	13.56	19.10	11.03	24.07	9.93	21.84	9.42	22.98
b	<i>With land use structure change due to rural industrialization and urbanization</i>									
1	At present	0.00	11.39	0.00	8.89	0.00	8.15	0.00	7.66	0.00
2	2020	3.10	12.03	5.62	9.52	7.09	8.57	5.15	8.08	5.48
3	2050	7.50	13.34	17.12	10.82	21.71	9.56	17.30	8.85	15.54
4	2100	19.10	15.45	35.65	12.91	45.22	11.64	42.82	10.36	35.25

Table 4.27: Water levels at some “node” locations along Kiến Giang arterial canal at key time points in Climate change scenario

TT	Time	Phúc Khánh	Kiến Giang - Hoàng Giang T- junction	Kiến Giang- Cổ Ròng junction	Lân 1 - Lân 2 junction
1	HTR	2.13	1.79	1.63	1.57
2	2020	2.19	1.88	1.72	1.68
3	2030	2.26	1.94	1.78	1.73
4	2040	2.31	1.99	1.85	1.80
5	2050	2.37	2.07	1.92	1.89
6	2060	2.44	2.15	2.00	2.00
7	2070	2.53	2.26	2.11	2.10
8	2080	2.62	2.38	2.24	2.20
9	2090	2.73	2.50	2.38	2.30
10	2100	2.83	2.62	2.50	2.43

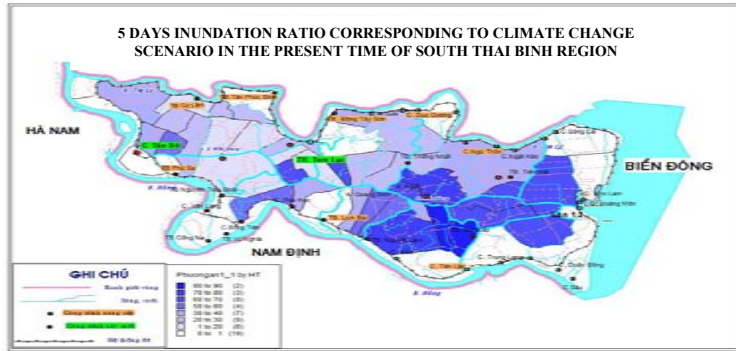


Figure 4.14

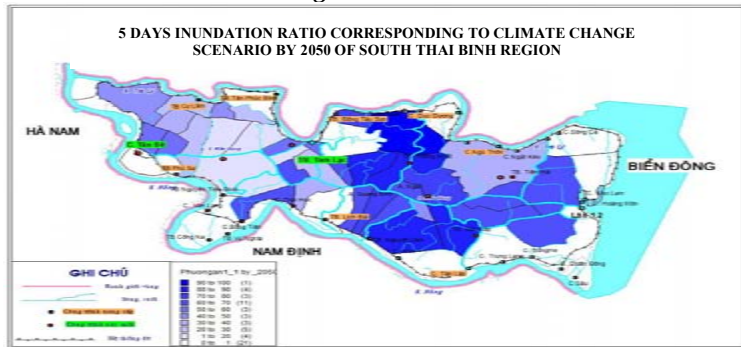


Figure 4.15

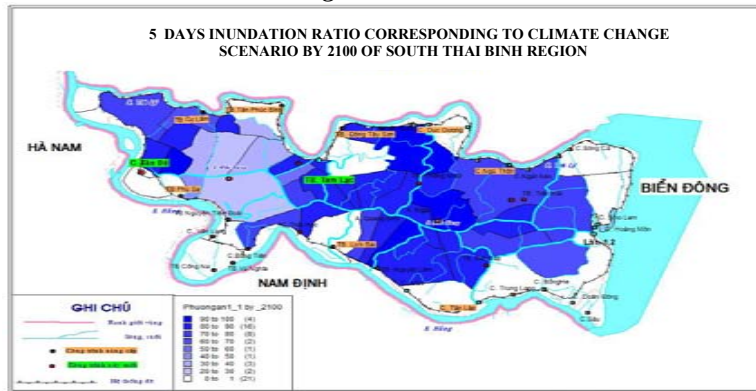


Figure 4.16

Table 4.29: Duration in which water can be drained by gravity into the sea corresponding to different time points in climate change scenario – Medium emission scenario

Calculation items	HTR	2020	2050	2100
Sea level rise (cm)	0	12	30	75
Drainage duration (hours/ per day)	17.86	17.43	17.14	16.29

Table 4.30: Drainage demands and actual drainage capacity of hydraulic works in Kiên Giang river basin corresponding to different time points in climate change scenario – Medium emission scenario

No.	Calculation parameters	Current	2020	2050	2100
1	Sea level rise (cm)	0	12	30	75
2	Drainage demands ( $10^6 m^3$ )				
	- Unchanged land use structure	139.83	144.17	150.32	166.54
	- Changed land use structure	139.83	145.72	156.41	174.87
3	Drainage capacity ( $10^6 m^3$ )	107.95	108.80	114.29	123.32
4	Satisfactory level relating drainage capacity (%)				
	- Unchanged land use structure	77.20	75.47	76.03	74.05
	- Changed land use structure	77.20	74.66	73.07	70.52

4.4. SOME MEASURES TO RESPOND CLIMATE CHANGE AND SEA LEVEL RISE

Beside non-structural measures as: i) reduction of green house gas emission in all economic activities; ii) enhancement of awareness of the whole society on the risk of global climate change; iii) Application of suitable measures to climate change and sea level rise and iv) building management and exploitation capacity of hydraulic works. This thesis has proposed and calculated hydraulics and made analysis of scientific basis and the application ability of some of the following structural measures: i) expansion of the river cross section of Kiên Giang river and building Lân 3 sluice to improve the drainage capacity by gravity into the sea; ii) expansion of pumped drainage area to drain water directly into the river; iii) construction of regulation reservoir to slightly reduce drainage coefficient and to adapt to the drainage capacity of existing and future hydraulic works and iv) reinforce and upgrading sea and river dyke systems.

## CONCLUSION

The research results have solved following key issues:

1) Producing an overall picture of climate change impacts on socio-economic development of Vietnam and of Northern Delta in particular. Calculation data show that the changes in temperature, evaporation, rainfall and some other climatic elements, the rise of sea level in Vietnam and in Northern Delta since the latter half of 20<sup>th</sup> century up to present are visible. Climate change is causing negative impacts on production and livelihood of local people. Unexpected and unusual climatic phenomena are taking place more and more frequent, especially during the late years of 20<sup>th</sup> century and early years of 21<sup>st</sup> century. Basing on climate change scenarios in Vietnam published by Ministry of Natural Resources and Environment, this thesis studied and assessed the impacts of climate change on the operation and exploitation of hydraulic works in Northern Delta and in the South Thai Binh Irrigation System.

2) The thesis presented basic factors affecting drainage coefficient, identified designed rainfall drainage model, methods of calculating drainage coefficient for each drainage body in the irrigation system, scientific basis of water storage capacity measure and water regulation of ponds in order to correct the drainage coefficient diagram and methods to identify design drainage coefficient for irrigation systems.

3) Relating to the impacts of climate change on drainage coefficient, drainage demands and drainage measure for South Thai Binh Irrigation system corresponding to main milestones of climate change scenario, given marginal conditions have been identified, the research results show that: *i) drainage coefficient*: if only impacts of climate change on drainage demands are considered, designed drainage discharge and total water volume to be drained of the irrigation system increase in proportional to the increase of total design drainage rainwater volume. If the effects of land use structure change due to industrialization and urbanization are taken into consideration, by comparing to existing conditions when the design drainage rainfall increases by 3.1 % and the drainage coefficient increases by

5.62 % and as rainfall increases 7.9 % and drainage coefficient 17.12 % and when rainfall increases 19.1 % and the drainage 35.65 %; *ii) drainage measure*: the gravity drainage area is reduced from 82.5 % of the area to be drained at present to 62.9 % in 2020, 39.90 % in 2050 and 33.10 % in 2100; the scale of the pumped draining area increases in proportional to the contraction of gravity draining area.

4) Given the current design drainage coefficient of 7.0 l/ ha, existing drainage structures only meet 60 % of the drainage demand; in 2020 meeting 58 %, in 2050 meeting 52 % and 2100 covering more than 45 % of drainage demand. In order to adapt to drainage capacity of existing structures, the thesis suggests: some regulation reservoirs associated with urban planning and industrial zones should be planned, in which the ratio of water surface of these reservoirs is equivalent to 3.5 % to 4.0 % of the catchment area, the ratio of water volume to be regulated in these reservoirs per a catchment unit is from is 350 m<sup>3</sup>/ha to 400 m<sup>3</sup>/ha is suitable to both current and future demands.

5) The thesis has studied and identified the scope and inundation level under the impacts of sea level rise on South Thai Binh Irrigation System in respective milestones in the published climate change scenario.

6) The thesis has worked out basic measures in response to the impacts of climate change for South Thai Binh Irrigation System: structural measure involves the expansion of area which is directly pumped into outside river and reduction of area drained by gravity through Lan sluice; construction of regulation reservoirs to reduce drainage coefficient; expansion of the cross section of Kiến Giang main canal and enlarging new Lân sluice to enhance gravity drainage capacity into the sea; reinforcing and improve the resistance of river and sea dykes and structures under these dykes under the impacts of flow, waves and storm as mentioned above. Non-structural measures are also mentioned yet not as specific as the structural measure which will serve as the basis for the continued research of prevention and adaptation measures in the context of climate changes and sea level rise./.