

B GIÁO D C VÀ ÀO T O B NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

TR NG I H C TH Y L I
කෛෂික විද්‍යා

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 HO CH VÀ QU N LÝ TÀI NGUYÊN N C

Mã s : 62 - 62 - 30 - 01

TÓM T TLU N ÁN TI NS K THU T

HÀ N I - 2010

Công trình 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

Phần biên 1: PGS. TS. Nguyễn Quang Trung

Phần biên 2: PGS. TS. Hoàng Thái Hải

Phần biên 3: PGS. TS. Đoàn Tuấn

Lưu ý: Các báo và tạp chí Hình ảnh minh họa luận án cấp trường
hàng tại Trường Đại học Thủy Lợi vào hồi giờ ngày
..... tháng năm 2010

Có thể tìm hiểu luận án tại: - Trường Đại học Thủy Lợi
- 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 vùng ngập lụt Bắc Bộ*, N i san khoa học Trường Đại học Thủy Lợi, tháng 11 năm 2000, tr. 60-64.
2. **Lê Quang Vinh, Bùi Nam Sách**, *Nghiên cứu, thống kê và đánh giá thực trạng phân vùng tiêu nước mặt miền Bắc và vùng ngập lụt Bắc Bộ*, Báo cáo thống kê tài liệu 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**, *Biện pháp tiêu nước ngập lụt 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 hồ tiêu và hiệu quả của hồ 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 xử lý hồ tiêu áp dụng cho hồ 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.

M U

A. TÍNH C P THI T C A TÀI NGHIÊN C U

Trong vòng 70 n m qua nhi t trung bình n c ta t ng 0,7 °C, m c n c bi n ã dâng lên 20 cm. Nh ng n m g n ây s t không khí l nh gì m h n, s c n bão m nh có xu h ng gia t ng và di n bi n h t s c b t th ng. Mùa bão k t thúc mu n d n. T n m 1997 n nay ng b ng Nam b nhi u l n có bão l n. Theo K ch b n bi n i khí h u, n c bi n dâng cho Vi t Nam, n n m 2100 m c n c bi n Vi t Nam có th dâng t 65 cm n 100 cm, gây ng p kho ng 5.000 km² BBB và 20.000 km² ng b ng sông C u Long.

Công trình th y l i ã xây d ng BBB và HTTN Nam Thái Bình trong nhi u n m qua m i ch h ng vào m c tiêu chính là m b o yêu c u cho nông nghi p, ch a chú tr ng n yêu c u c p thoát n c cho các khu v c ô th , công nghi p và nuôi tr ng th y s n. Ph n l n các công trình này ch a áp ng c yêu c u tiêu cho nông nghi p. B i th khi có thêm nhu c u tiêu n c cho các khu v c nói trên và tác ng c a B KH, n c bi n dâng thì thì mâu thu n gi a nhu c u v tiêu v i kh n ng tiêu n c c a các công trình này càng tr nên c ng th ng h n.

Vì v y tài: “*Nghiên c u s bi n i c a nhu c u tiêu và bi n pháp tiêu n c cho h th ng th y nông Nam Thái Bình có xét n nh h ng c a bi n i khí h u toàn c u*” ã c xu t nghiên c u.

B. M C TIÊU NGHIÊN C U C A TÀI

Xác nh c s bi n i yêu c u tiêu n c (h s tiêu, t ng l ng n c tiêu, th i gian tiêu) và xu t bi n pháp tiêu n c cho h th ng th y nông Nam Thái Bình do nh h ng c a B KH toàn c u.

C. IT NG VÀ PH M VINGHIÊN C U NG D NG

- i t ng nghiên c u là yêu c u tiêu và các bi n pháp tiêu n c m t do tác ng c a s thay i các y u t t nhiên và xã h i.
- Ph m vi nghiên c u ng d ng là HTTN Nam Thái Bình.

D. N I DUNG VÀ PH NG PHÁP NGHIÊN C U

D1. N i dung nghiên c u

Yêu c u tiêu và gi i pháp tiêu n c cho các HTTL vùng nh h ng tri u do tác ng c a bi n i khí h u và n c bi n dâng.

D2. Ph ng pháp nghiên c u

ã s d ng các ph ng pháp nghiên c u sau: i) Ph ng pháp k th a; ii) Ph ng pháp i u tra thu th p và ánh giá; iii) Ph ng pháp phân tích t ng h p; iv) Ph ng pháp s d ng mô hình toán th y v n, th y l c

D3. a i m nghiên c u c a tài

H th ng th y nông Nam Thái Bình.

E. NH NG ÓNG GÓP M I C A LU N ÁN

- K t ngày K ch b n bi n i khí h u, n c bi n dâng cho Vi t Nam c chính ph Vi t Nam công b , ây là công trình khoa h c u tiên nghiên c u k v B KH cho m t vùng c th c a n c ta. K t qu nghiên c u ã a ra các s li u nh l ng minh ch ng m c bi n i các y u t khí h u, th y v n BBB và HTTN Nam Thái Bình t n a c u i c a th k XX n nay và nh h ng c a bi n i ó n qu n lý, v n hành khai thác công trình th y l i.

- Là công trình khoa h c u tiên nghiên c u sâu v h s tiêu và c s khoa h c c a gi i pháp l i d ng kh n ng tr và i u t i t n c c a ao h hi u ch nh gi n h s tiêu cho các h th ng th y l i.

- nh l ng c m c bi n i h s tiêu, yêu c u tiêu và bi n pháp tiêu cho HTTN Nam Thái Bình có xét n nh h ng c a bi n i khí h u và n c bi n dâng.

- Xác nh c ph m vi, m c ng p l t do nh h ng c a m c n c bi n dâng n HTTN Nam Thái Bình t ng ng v i các m c th i gian c a k ch b n bi n i khí h u ã công b .

- a ra các gi i pháp c b n h n ch m c ng p l t và thích ng v i bi n i khí h u toàn c u cho HTTN Nam Thái Bình theo t ng giai o n t nay n n m 2100.

- Xây d ng c ph ng pháp lu n nghiên c u nh h ng c a B KH i v i h s tiêu và yêu c u tiêu n c cho m t HTTL c th .

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 BKH đã có từ 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 xí" nhanh chóng của khí quyển trái đất. Tổ chức Liên Chính phủ về BKH của Liên hiệp quốc (IPCC) đã trở thành lập. Nghị định thư Kyoto đã cam kết 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 tăng lên 1°C và dự báo nếu tiếp tục XXI sẽ tăng thêm 1,4 - 4°C, mực nước biển sẽ dâng thêm 28 - 43 cm, thậm chí có thể lên tới 81 cm. Các nhà khoa học Anh dự báo mực nước biển sẽ dâng lên 1,0 m, Việt Nam sẽ có 45% diện tích đất nông nghiệp bị ngập; Ai Cập có khoảng 4.500 km² ngập; Bangladesh có khoảng 18% diện tích ngập... Theo IPCC, 10 thành phố dễ bị tổn thương nhất là BKH gồm Calcutta và Bombay của Ấn Độ, Dacca của Bangladesh, Thành Hải, Quảng Châu của Trung Quốc, TP.H 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 dựa theo hai hướng sau: thứ nhất là làm giảm tác động của BKH và thứ hai là thích ứng với BKH.

Tại Nhật Bản các nhà khoa học ước tính nếu mực nước biển dâng 1 m sẽ có khoảng 90% số bãi biển của nước này bị mất và sản lượng lúa giảm 50% và bị Mối đe dọa từ biến đổi khí hậu chính phủ khoản ngân sách trên 64,5 tỷ USD để phó vãng mực nước biển dâng. Trung Quốc đang xem xét xây dựng hệ thống kiên cố để bảo vệ biển của nước này. Tại Anh, các quan Môi trường của chính phủ dự

đánh giá khoản ngân sách 8 tỷ USD để nâng cấp hệ thống sông Thames và hàng năm cần khoản 1,2 tỷ USD quản lý lũ lụt. Bangladesh, Chính phủ có chương trình đầu tư 6,5 tỷ USD để phó vãng các vùng ven biển ngày càng bị nhiễm mặn và xuất hiện nạn đói cao 800 km đường biển lên tới 0,5 m - 1,0 m so với mức hiện tại để tránh bị ngập do mực nước biển dâng với chi phí khoảng 128 tỷ USD. Ngày 11/5/2008 tại cuộc họp của các Bộ trưởng khí hậu G8 diễn ra tại Niigata (Nhật Bản), về vấn đề BKH toàn cầu đã cam kết làm chủ động chính trong chương trình. Tại Hội nghị thượng đỉnh G8 diễn ra tại Hokkaido (Nhật Bản) từ ngày 7 - 9/7-2008, các nước này đã thỏa thuận đầu tư hàng 10 tỷ USD cho hoạt động nghiên cứu và phát triển công nghệ thích ứng nguy cơ nóng lên toàn cầu. Theo đó, những cuộc nghiên cứu về khí hậu CO₂ vào lòng đất của các nhà khoa học trên thế giới chính thức thông qua. Cuộc họp thượng đỉnh G8 nói trên, mục tiêu giảm thiểu khí nhà kính được đưa ra cho từng quốc gia từ năm 2013. Vì vậy việc xây dựng một "Chương trình mục tiêu quốc gia về phó vãng BKH và mực nước biển dâng" là vấn đề hết sức cấp thiết, mà các quốc gia, trong đó có Việt Nam phải chung tay góp sức.

Trong nghiên cứu của IPCC, UNDP và các thành viên BKH thì hình thức các mô hình toán khí hậu và khí quyển, mô hình thủy văn là cơ sở cho các dự báo xây dựng và sử dụng đánh giá ảnh hưởng tác động của BKH đến khí hậu toàn cầu, mực nước biển dâng trên thế giới. Nghiên cứu gần đây của Hiệp hội các quốc gia về biến đổi khí hậu công bố tại Hội nghị về biến đổi khí hậu Copenhagen tháng 3/2009 cho thấy nhu cầu khẩn cấp của BKH trong thế kỷ XXI sẽ trầm trọng hơn nếu không có sự đồng ý của IPCC đã công bố năm 2007.

1.2. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG NƯỚC

Ngày 9/9/2009 Bộ Tài Nguyên và Môi trường đã chính thức công bố ba thành viên BKH, mực nước biển dâng cho Việt Nam trong thế kỷ XXI theo các dự báo phát triển trung bình, thấp và cao. Theo đó nếu tiếp tục XXI, mực nước biển có thể sẽ dâng thêm 65-75-100 cm

so v i th i k 1980 - 1999. K ch b n c ng cho bi t t i BSCL n u n c bi n d 65 cm thì di n tích ng p là 5.133 km², chi m 12,8 %; n u d 75 cm, ng p 7.580 km², chi m 19%; d 100 cm thì di n tích ng p là 15.116 km², chi m 37,8 % di n tích vùng ng b ng.

Lu n án ã gi i thi u khái quát 14 công trình khoa h c có liên quan n tiêu n c và B KH Vi t Nam và cho bi t k t qu t c c a các công trình này còn r t h n ch , h u h t u s d ng đ báo c a IPCC, UNDP, WB có c p n vùng ông Nam Á và Vi t Nam nh ng m c s b trên ph m vi r ng. Nh ng v n sau ây có liên quan n tài này v n ch a c nghiên c u gi i quy t:

- Ch a nghiên c u chi ti t m c bi n i các y u t khí t ng th y v n trên các l u v c sông, c bi t là di n bi n ch th y ng l c dòng ch y vùng h l u, vùng c a sông ven bi n cho các l u v c sông Vi t Nam trong ó có l u v c sông H ng – sông Thái Bình c ng nh các tác ng c a nó n h th ng tiêu thoát n c và h th ng công trình phòng ch ng thiên tai;

- Ch a nghiên c u chi ti t B KH tác ng c th n thay i nhu c u tiêu thoát n c do t ng l ng m a tiêu trong mùa m a;

- Ch a có công trình khoa h c nào nghiên c u s bi n i c a nhu c u tiêu n c và bi n pháp tiêu thoát n c cho vùng ng b ng châu th nói chung và H th ng th y nông Nam Thái Bình nói riêng đ i tác ng c a B KH toàn c u.

Cu i cùng Lu n án k t lu n: Các công trình khoa h c ã công b m i ch t p trung xây đ ng các k ch b n B KH, tìm ki m gi i pháp h n ch tình tr ng x u i c a khí h u toàn c u và thích ng v i B KH. Cho n nay v n ch a có ai công b k t qu nghiên c u liên quan n bi n i h s tiêu, yêu c u tiêu cho các h th ng th y l i do nh h ng c a bi n i khí h u và n c bi n d 65 cm. ây là c s quan tr ng hình thành tài lu n án “*Nghiên c u s bi n i c a nhu c u tiêu và bi n pháp tiêu n c cho h th ng th y nông Nam Thái Bình có xét n nh h ng c a bi n i khí h u toàn c u*”.

Ch ng 2

BI N I KHÍ H U NG B NG B C B VÀ TÁC NG C A CHÚNG N TIÊU THOÁT N C

2.1. KHÁI QUÁT CHUNG

BBB g m 10 t nh, thành ph có t ng di n tích t nhiên 1.486.250 ha trong ó trên 760.000 ha t nông nghi p, dân s trên 18,6 tri u ng i. Nam Thái Bình là m t trong 22 vùng th y l i c a BBB.

2.2. BI N I KHÍ H U

Lu n án s d ng tài li u c a 12 tr m khí t ng có tài li u quan tr c liên t c t n m 1956 t i nay. K t qu nghiên c u cho th y t n m 1960 n nay, nhi t trung bình n m ã t ng 0,4 °C n 0,6 °C. Giai o n 1971-1990 m i n m ón nh n 29 t không khí l nh, n giai o n 1991-2000 gi m xu ng còn 24 t, giai o n 1994-2008 ch còn 15-16 t rét m i n m. m t ng i trung bình tháng có xu h ng th p đ n. Bi n ng v b c h i không rõ ràng. T n m 1961-1990 s gi n ng có xu th t ng nh ng t 1991 n nay l i có xu h ng gi m. S tr n bão xu t hi n Bi n ông ã t ng nh ng s

b vào BBB l i gi m. Mùa bão k t thúc mu n đ n, qu o c a bão r t b t th ng, s tr n bão xu t hi n s m vào tháng 5, 6 có xu h ng nhi u h n, s tr n bão xu t hi n mu n và r t mu n l i có xu h ng t ng. Bi n ng v l ng m a n m không rõ nét nh ng l ng m a trung bình các tháng mùa khô gi m nhi u còn các tháng mùa m a l i t ng m nh. S ngày m a phùn c ng gi m t 30 ngày m i n m trong giai o n 1961-1990 xu ng còn 13-15 ngày trong giai o n t 1991 n nay. M c bi n ng v t ng l ng c a các tr n m a l n nh t th i o n ng n t i không l n nh ng l i t ng v c ng và xu t hi n ng th i trên di n r ng ã làm t ng nhu c u tiêu.

2.3. BI N I CH TH Y V N

- Dòng ch y trung bình tháng th i k 1988-2008 gi m so v i th i k 1956-1987 (tháng 11 gi m 506 m³/s, tháng 12 gi m 276 m³/s, tháng 1 gi m 76,2 m³/s) nên m c n c trung bình th i k 1988 - 2008 gi m

m nh so v i th i k 1956-1987. T n m 2004-2005 n nay m c n c trung bình mùa c n t i Hà N i luôn th p h n m c trung bình nhi u n m ã gây khó kh n cho vi c l y n c vùng h l u.

- M c n c trung bình và m c n c l n nh t các tháng mùa l vùng h l u sông H ng có xu th t ng trong th i gian g n ây.

2.4. TÁC NG C A BI N I KHÍ H UT I V N HÀNH TIÊU N C TRONG CÁC H TH NG TH Y L I

K t qu tính toán cho th i i m n m 2020 nh sau:

Khi x y ra m a l n và l l n t t n su t thi t k 10 % k t h p v i hi n t ng n c bi n dâng theo d báo thì n n m 2020, các khu v c ang tiêu b ng ng l c nh hi n nay n u không có gi i pháp k p th i nâng c p máy b m ã có chúng làm vi c n nh v i m c n c cao thì s có kho ng 450.000 ha b ng p do các tr m b m ã có không th ho t ng c. Các vùng tiêu t ch y nh hi n nay s có thêm kho ng 270.000 ha b úng ng p. Hay nói m t cách khác, n n m 2020 vùng tiêu b ng ng l c ng b ng B c B s c m r ng thêm ít nh t là 270.000 ha.

B ng 2.29: Tác ng c a bi n i khí h u n tình hình ng p úng

K ch b n	Cao chân, nh tri u (m)	Di n tích ng p ngoài ê (ha)	Di n tích ng p trong ê (ha)
Hi n t i:			
- Vùng ng p hoàn toàn	-1,5	1.432	2.013
- Vùng bán ng p	+1,5	24.136	157.781
M c n c bi n dâng lên thêm 0,33 m:			
- Vùng ng p hoàn toàn	-1,17	15.168	88.207
- Vùng bán ng p	+ 1,83	33.105	227.355
M c n c bi n dâng lên thêm 1,0 m:			
- Vùng ng p hoàn toàn	- 0,5	28.904	174.401
- Vùng bán ng p	+2,5	43.433	321.998

Ch ng 3

YÊU C U TIÊU VÀ CÁC Y UT NH H NG

3.1. QUÁ TRÌNH BI N I H S TIÊU NG B NG B C B

Lu n án gi i thi u b ng tóm t t quá trình thay i h s tiêu 22 h th ng th y l i l n BBB qua các th i k l ch s và t ng giai o n phát tri n kinh t - xã h i c a t n c c (th i k tr c n m 1954, 1954-1973, 1973-1995 và hi n nay).

3.2. CÁC Y UT NH H NG NH S TIÊU

Lu n án ã khái quát thành hai nhóm y ut nh h ng n h s tiêu, phân tích c s khoa h c và m c tác ng c a các y ut ó: Nhóm y ut t nhiên g m: i) v trí a lý, ii) c i m m a gây úng, iii) c i m thu tri u, iv) ch m c n c t i n i nh n n c tiêu, v) c i m y ut a hình, vi) c i m y ut th nh ng và ch n c ng m t ng nông. Nhóm y ut kinh t - xã h i g m: i) s phát tri n nhanh chóng v kinh t và ii) qu n lý khai thác. Con ng i nên t p trung h n ch nh h ng c a các y ut b t l i có tính ch t ch quan b ng bi n pháp th y l i, nông nghi p, lâm nghi p, qu n lý còn các y ut b t l i mang tính khách quan nên h ng vào các gi i pháp thích nghi và ng phó.

3.3. PHÂN LO I IT NG TIÊU

Ch tiêu ph thu c vào c i m t ng vùng, c c u s d ng t, lo i i t ng tiêu có m t trong h th ng tiêu. Lu n án ã xây d ng c s lý lu n v phân lo i phân lo i i t ng tiêu n c, phân tích c s khoa h c, yêu c u tiêu cho t ng lo i i t ng tiêu sau: i) tiêu cho nông nghi p; ii) tiêu cho thành th ; iii) tiêu cho nông thôn; iv) tiêu cho khu công nghi p và làng ngh và v) tiêu cho các lo i t khác.

3.4. PH NG PHÁP TÍNH TOÁN H S TIÊU VÀ HI U CH NH GI N H S TIÊU

3.4.1. Ph ng pháp tính toán h s tiêu

Lu n án ã gi i thi u k c s khoa h c, ph ng pháp tính toán h s tiêu cho t ng lo i i t ng tiêu n c và h s tiêu s b cho các

HTTL có nhiệm vụ tính toán hệ số và yêu cầu tiêu cho HTTN Nam Thái Bình.

3.4.2. Phương pháp hiệu chỉnh hệ số

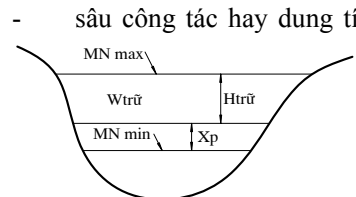
3.4.2.1. Cơ sở khoa học của giải pháp lợi dụng khả năng trữ nước của ao hồ để hiệu chỉnh giảm độ hệ số tiêu.

Khi tính toán hệ số tiêu cho các công trình 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 tại; C là hệ số đồng chuyển địa điểm tích nước tiêu, $C \leq 1,0$. Với công trình 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 hiệu chỉnh hệ số tiêu.
- 2) Với các ao hồ chuyên canh nuôi trồng thủy sản: Toàn bộ lượng mưa rơi xuống ao hồ bắt buộc phải tiêu ngay ra ngoài tránh tràn bờ và bốc hơi. Do vậy $C = 1,0$.
- 3) Với các ao hồ điều hoà (ao hồ có công trình điều tiết nước chủ động): Khi năng lượng và hiệu suất trên lưu vực tiêu phụ thuộc vào tổng dung tích hữu ích của các ao hồ này. Hình 3.3 ghi chú khái quát sơ đồ cấu trúc trong các hồ điều hoà:



Hình 3.3

Trên mặt cắt I-I trong hồ và tiêu vào những ngày cuối cùng của tiêu (những ngày không mưa): những ngày mưa $C = 0,0$.

Những ngày tiêu ngừng hẳn sẽ trở lại mức bình thường của lưu vực giảm mức tiêu (phần dung tích W_{tr} ngừng vì sâu H_{tr} trong sơ hình 3.3). Toàn bộ lượng nước tiêu hết vào những ngày có yêu cầu tiêu không ngừng và những ngày cuối của tiêu. Như vậy hệ số tiêu của hồ điều hoà trong giờ hệ số tiêu sẽ như sau:

- + Trong thời gian mưa: $q_i = 0$
- + Hai ngày cuối cùng của 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) Mặt cắt ngang của phép trữ trong hồ phải phù hợp với nước trong kênh chuyển nước vào hồ trữ.
- b) Mặt cắt ngang của hồ phải cao hơn mặt cắt ngang của kênh chuyển nước để tránh khu tiêu trong thời gian tiêu.
- c) Có thể công trình chuyển nước vào hồ và xả nước ra hồ tiêu nước vận hành dễ dàng.

Mức giảm mức tiêu của lưu vực sau khi đã trữ hết phần lượng nước tiêu vào các hồ, 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 (l/s.ha);
 H_{TKi} : Chiều sâu trữ nước tối thiểu của hồ trữ (mm);
 $H_{TKi} = H_{tri} - \sum h_o$ (mm)
 α_{ti} : Tỷ lệ diện tích hồ trữ chia cho diện tích lưu vực.

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

H_{tri} : Chiều sâu trữ theo hình 3.3 của hồ trữ trong lưu vực (mm)

Σh_0 : Tổng t n th t do ng m và b c h i trong th i gian tr n c và tiêu n c (mm).

ω_i : Diện tích h tr th i.

ω_k : Tổng diện tích l u v c tiêu.

3.4.3. Xác nh h s tiêu thi t k c a h th ng th y l i

H s tiêu thi t k c a l u v c (hay h th ng th y l i) sau khi ã s d ng các h i u hoà i u t i t l ng n c c n tiêu xác nh theo công th c t ng quát sau:

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

Trong ó:

q_{tk} : H s tiêu thi t k c a l u v c (l/s.ha).

q_j : H s tiêu c a l u v c t i ngày m a l n th j (ngày ph i tr n c vào h i u hoà).

n : S ngày có m a l n ph i tr n c vào h i u hoà.

Ghi chú: i) T ng h s tiêu c a l u v c c tiêu thêm vào nh ng ngày có yêu c u tiêu không c ng th ng b ng t ng h s tiêu c tr l i trong các h i u hoà; ii) L ng n c tháo ra kh i h i u hoà không l n h n l ng n c tr l i trong h ; iii) H s tiêu c a l u v c t i nh ng ngày tiêu n c t h i u hoà ra h th ng tiêu trong gi n h s tiêu không l n h n h s tiêu thi t k ã xác nh theo công th c (3.16).

3.5. NGHIÊN C UL A CH N MÔ HÌNH M A TIÊU THI T K

Lu n án ã gi i thi u m t s khái ni m v mô hình m a tiêu thi t k , mô hình m a i n hình, ph ng pháp l a ch n mô hình tr n m a i n hình phù h p v i i u ki n c th c a t ng vùng và k t l u n:

a) Tr n m a thi t k tiêu cho nông nghi p nên ch n 5 ngày có nh r i vào ngày th hai ho c th ba c a tr n m a. Tính toán h s tiêu cho lúa nên tính v i tr ng h p xu t hi n m a thi t k , công trình b o m tiêu h t trong giai o n sinh tr ng b t l i nh t: khi lúa m i

c y b n r h i xanh g p m a ng v i t n s u t xu t hi n l n h n t n s u t thi t k không b m t tr ng ho c nh h ng t i n ng s u t.

b) Tính toán h s tiêu cho các KCN và ô th nên s d ng d ng mô hình m a tiêu áp d ng chung cho c h th ng th y l i (có cùng t n s u t, cùng t ng l ng m a, s ngày m a, d ng phân ph i l ng m a c a tr n m a thi t k) nh ng mô hình phân ph i m a ph i l y theo gi cho c tr n m a và h s tiêu c ng c tính theo gi .

c) i v i các i t ng tiêu n c khác, tu t ng tr ng h p c th , có th áp d ng mô hình m a thi t k tiêu cho nông nghi p ho c áp d ng cho khu ô th và khu công nghi p t p trung.

3.6. K T QU TÍNH TOÁN MÔ HÌNH M A TIÊU THI T K

B ng 3.6: Mô hình m a tiêu 5 ngày l n nh t, t n s u t 10% áp d ng cho m t s tr m i b i u vùng ng b ng B c B

Ngày m a	Mô hình phân ph i m a tiêu thi t k theo tr m o (mm)						
	H i D ng	H ng Yên	Hà ông	Ph Lý	Nam nh	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
T ng	332,78	333,76	415,50	410,12	397,05	480,55	420,84

3.7. NH N XÉT VÀ ÁNH GIÁ

1) Phát tri n kinh t - xã h i và B KH là nguyên nhân chính làm bi n i h s tiêu BBB theo h ng ngày m t cao h n, yêu c u tiêu n c ngày m t c p bách h n.

2) Ch tiêu ph thu c vào nhi u y u t , c t nhiên và kinh t - xã h i nh v trí a lý, c i m m a gây úng, c i m th y tri u, ch m c n c t i n i nh n n c tiêu, c i m a hình, a ch t, th nh ng, c i m c c u s d ng t, các lo i i t ng tiêu n c có

m t trong h th ng tiêu.Yêu c u tiêu c a t ng i t ng tiêu n c và c a c vùng tiêu th hi n b ng h s tiêu và gi n h s tiêu.

3) Yêu c u tiêu và t l di n tích c a t ng lo i i t ng tiêu n c có m t trong h th ng th y l i so v i t ng di n tích c n tiêu c a h th ng ó có nh h ng r t l n nh s tiêu thi t k . M c gi m nh h s tiêu ph thu c vào m c ích s d ng, t l di n tích m t n c, sâu tr n c và dung tích tr n c c a các h i u hoà trong HTTN.

4) M a là m t trong nh ng y u t quan tr ng nh t nh h ng có tính ch t quy t nh nh s tiêu. V i c i m a lý t nhiên c a ng b ng B c B và HTTN Nam Thái Bình, trong tính toán xác nh mô hình m a tiêu thi t k nên ch n m a 5 ngày có nh r i vào ngày th hai ho c th ba c a tr n m a. V i tải li u m a ngày ã thu th p t n m 1956 n n m 2008, Lu n án c ng phân tích và tính toán xác nh c các mô hình m a tiêu thi t k áp d ng cho các khu v c riêng bi t c a vùng BBB trong ó có HTTN Nam Thái Bình.

5) Hi n nay BBB ã hình thành 22 vùng th y l i có quy mô và bi n pháp tiêu khác nhau, m b o tiêu ch ng trên 903.000 ha. V n còn kho ng 30.000 ha ch a có công trình tiêu. Trung bình m i n m BBB có trên 100.000 ha t canh tác b úng trong s ó m t tr ng chi m kho ng 15 % - 20 %. Do phát tri n nhanh v kinh t - xã h i và các bi n ng c a t nhiên mà di n tích tiêu t ch y trên các vùng th y l i b thu h p d n còn tiêu b ng ng l c ngày m t nhi u lên. So v i cách ây 10 n m t ng di n tích tiêu t ch y c a 22 vùng ã gi m trên 94.000 ha (nh ng n m cu i c a th k XX có 568.575 ha tiêu t ch y, hi n nay ch còn 474.452 ha, b ng 41,77 % di n tích c n tiêu). N u m c n c bi n dâng cao nh d báo thì n cu i th k này toàn b BBB s ph i tiêu hoàn toàn b ng ng l c.

Ch ng 4

NH H NG C A B I N I KHÍ H U N YÊU C U TIÊU N C TRONG HTTN NAM THÁI BÌNH VÀ XU T GI I PHÁP NG PHÓ

4.1. GI I THI U KHÁI QUÁT V HTTN NAM THÁI BÌNH

Nam Thái Bình là m t trong 22 h th ng th y l i l n BBB có di n tích t nhiên 66.985 ha trong ó di n tích c n tiêu 59.782 ha, t nông nghi p 42.915 ha, bao g m huy n V Th , Ki n X ng, Ti n H i, m t ph n thành ph Thái Bình n m phía nam sông Trà Lý. Hi n nay h th ng có 49.347 ha tiêu t ch y ra bi n qua c ng Lân 1, Lân 2 và các c ng tiêu h l u sông H ng, sông Trà Lý. Tiêu ng l c có 10.435 ha ven sông H ng và sông Trà lý. Sông Ki n Giang dài 53,64 km là tr c tiêu chính. 19 kênh nhánh n i v i sông Ki n Giang có t ng chi u dài 166,64 km. Hàng n m HTTN này có trên 10.000 ha lúa b úng, hàng ngàn ha b m t tr ng. Có nhi u nguyên nhân gây úng nh ng có th khái quát l i thành các nguyên nhân sau: i) *Y u t b t l i c a c i m a hình vùng tiêu*; ii) *Tác ng c a bi n i khí h u toàn c u*; iii) *nh h ng c a bão và áp th p k t h p v i m c n c cao t i n i nh n n c tiêu*; iv) *Quá trình phát tri n kinh t - xã h i ã làm thay i nhu c u tiêu n c theo h ng ngày m t kh n tr ng và tri t h n*; v) *S xu ng c p và h n ch v n ng l c tiêu c a các công trình ã có làm nh h ng n n ng l c ph c v c a các h th ng th y l i*; vi) *Công tác t ch c qu n lý khai thác và b o v công trình còn nhi u h n ch làm nh h ng nh i u qu ph c v c a h th ng tiêu*.

Tính n 5/2008 t ng di n tích t KCN và làng ngh có trong h th ng là 730 ha, d ki n n n m 2020 là 1.819 ha. N c th i t các khu v c này u tr c ti p xu ng sông B ch và sông Ki n Giang khi n cho môi tr ng n c b ô nhi m r t n ng.

4.2. H S TIÊU VÀ YÊU C U TIÊU HTTN NAM THÁI BÌNH

4.2.1. Phân vùng tiêu

HTTN Nam Thái Bình chia thành 3 vùng g m: i) *Vùng tiêu ra sông H ng* có t ng di n tích c n tiêu 9 741 ha; ii) *Vùng tiêu ra sông Trà Lý* có di n tích c n tiêu 8.732 ha; iii) *Vùng tiêu t ch y ra bi n qua sông Lân* (l u v c sông Ki n Giang) có di n tích c n tiêu 41 309 ha .

4.2.2. Các i u ki n ràng bu c

1) Tài li u m a:

+ Hi n t i: L y theo k t qu tính toán ch ng 3 - tr m Thái Bình
 + T ng lai: K t qu nghiên c u cho th y có s t ng ng gi a t ng l ng tr n m a l n nh t n m v i t ng l ng m a trong mùa m a. C n c K ch b n B KH ã công b , t m tính n n m 2020 t ng l ng m a tiêu t ng 3,1 %, n m 2050 t ng 7,9 % và n m 2100 t ng 19,1 % so v i hi n nay. Gi nguyên d ng phân ph i mô hình m a tiêu 5 ngày l n nh t không i trong su t th k XXI.

2) Kh n ng ch u ng p: Gi ng lúa gieo tr ng trong HTTN không thay i. Tính toán v i tr ng h p trong kho ng th i gian 30 ngày sau khi c y xu t hi n tr n m a l n t t n su t thi t k . M c ch u ng p m b o n ng su t gi m không quá 5 %, theo tài li u c a Vi n Khoa h c Th y l i nh sau: Ng p 275 mm không quá 1 ngày; ng p 200 mm không quá 2 ngày; ng p 150 mm không quá 4 ngày.

3) H s dòng ch y: ph c v nghiên c u, lu n án s d ng H s dòng ch y C cho các i t ng tiêu n c có m t trong các HTTL: t tr ng hoa, màu: 0,60; t tr ng cây xanh, cây n qu : 0,50; t ô th : 0,95; t khu công nghi p: 0,90; t khu dân c nông thôn: 0,65; Ao h thông th ng: 0,20; Ao h chuyên nuôi tr ng th y s n: 1,00; H i u hoà: 0,00; t khác: 0,60.

4) T n th t do ng m và b c h i: 2,0 mm/ngày êm.

5) Các i u ki n ràng bu c khác: H th ng tiêu n c hoàn ch nh t u m i n m t ru ng. Công trình tiêu n c m t ru ng là p tràn, ch ch y t đo. sâul p n c m t ru ng tr c khi tiêu 10 cm.

6) C c u s d ng t trên h th ng

Nghiên c u s bi n i c a h s tiêu d i tác ng c a B KH (c th là bi n i v l ng m a) theo hai tr ng h p sau: i) C c u s d ng t trên h th ng không thay i trong su t th k XXI; ii) C c u s d ng t trên h th ng thay i liên t c phù h p v i s phát tri n kinh t - xã h i (công nghi p hoá và ô th hoá nông thôn)

B ng 4.13: Hi n tr ng n m 2008 và d báo c c u s d ng t (ha)

C c u SD Th i gian		Tr ng lúa	Hoa màu	Th. s n	Dân c	ô th	Công nghi p	Khác	T ng s
N m 2008	Di n tích	35.013	3.344	3.826	5.560	1.000	730	10.309	59.782
	T l %	58,57	5,59	6,40	9,30	1,67	1,22	17,24	100
N m 2020	Di n tích	34.345	3.688	4.107	3.971	2.108	1.819	9.744	59.782
	T l %	57,45	6,17	6,87	6,64	3,53	3,04	16,30	100
N m 2050	Di n tích	32.675	4.547	4.809	0	7.601	1.819	8.332	59.782
	T l %	54,66	7,61	8,04	0	12,72	3,04	13,94	100
N m 2100	Di n tích	29.891	5.978	5.978	0	10.137	1.819	5.978	59.782
	T l %	50,00	10,00	10,00	0	16,96	3,04	10,00	100

4.2.3. K t qu tính toán

- a) giai o n hi n t i h s tiêu trung bình 7 ngày tiêu là 5,75 l/s.ha, trung bình ngày l n nh t trong t tiêu là 11,39 l/s.ha;
- b) N u không xét n bi n ng v c c u s d ng t thì h s tiêu, l u l ng tiêu thi t k c a các công trình u m i tiêu và t ng l ng n c c n tiêu c a HTTN t ng theo t l thu n v i t ng l ng tr n m a tiêu thi t k ;
- c) Các công trình tiêu ã và ang xây d ng nh ng n m g n ây u áp d ng h s tiêu trên d i 7,0 l/s.ha, ch áp ng c trên 60 % yêu c u tiêu. ây là m t trong nh ng nguyên nhân chính làm gi a t ng di n tích úng ng p trên h th ng th y l i này.

B ng 4.14: T ng h p k t qu tính toán h s tiêu s b t i m t s m c th i gian theo k ch b n B KH - Tr ng h p không có bi n ng v c c u s d ng t

M c th i gian	H s tiêu trung bình ngày tiêu th i (l/s.ha)							Trung bình	T ng so v i 2008 (%)
	1	2	3	4	5	6	7		
2008	3,44	11,39	8,28	9,18	5,34	1,90	0,69	5,75	0,00
2020	3,55	11,74	8,53	9,47	5,50	1,96	0,71	5,92	3,10
2050	3,70	12,24	8,90	9,87	5,74	2,05	0,74	6,18	7,90
2100	4,10	13,56	9,86	10,94	6,36	2,27	0,82	6,84	19,10

B ng 4.15: T ng h p k t qu tính toán h s tiêu s b t i m t s m c th i gian theo k ch b n B KH - Tr ng h p có bi n ng liên t c v c c u s d ng t

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

d) Lu n án ã nghiên c u chuy n i đi n tích tr ng lúa n c thành h i u hoà v i các ph ng án t l đi n tích h t 2,0 % n 4,0 %, sâu i u t i t n c trung bình 1,0 m. K t qu tính toán cho th y n u duy trì h s tiêu t 7,0 l/s.ha n 8,0 l/s.ha nh hi n nay cho n sau n m 2020, HTTN Nam Thái Bình ph i dành m t qu t chi m t 3,5 % n 4,0 % đi n tích t nhiên c i t o thành h i u hoà có sâu i u t i t không d i 1,0 m (t ng ng v i dung tích i u hoà t 350 m³ n 400 m³ n c trong m t ha đi n tích l u v c). N u m c bi n ng v t ng l ng m a tiêu và c c u s d ng t nh d báo c a lu n án, v i t l đi n tích h i u hoà t 3,5% n 4,0%

đi n tích t nhiên c a l u v c tiêu, n cu i th k này h s tiêu trung bình toàn h th ng c ng không quá 11,0 l/s.ha.

B ng 4.19: Quá trình h s tiêu t i m t s m c th i gian i n hình theo k ch b n B KH v i m t s ph ng án t l đi n tích h i u hoà - Tr ng h p có xét n kh n ng bi n ng c c u s d ng t

H i u hoà	M c th i gian	H s tiêu tính toán	H s tiêu trung bình ngày th i (l/s.ha)							
			1	2	3	4	5	6	7	
$\alpha_{tr} = 2\%; H_{tr} = 1,0 m$ $\Delta_{tr} = 2,31 l/s.ha$	Hi n nay	S b	3,41	11,20	8,04	9,00	5,18	2,33	1,15	
		Hi u ch nh	3,41	8,89	8,89	8,89	6,75	2,33	1,15	
	2020	S b	3,68	11,83	8,25	9,41	5,29	2,36	1,18	
		Hi u ch nh	3,68	9,52	9,52	9,52	6,23	2,36	1,18	
	2050	S b	4,28	13,13	8,50	10,21	5,41	2,36	1,19	
		Hi u ch nh	4,28	10,82	10,82	10,20	5,41	2,36	1,19	
	2100	S b	5,21	15,22	9,05	11,55	5,69	2,44	1,25	
		Hi u ch nh	5,21	12,91	11,36	11,55	5,69	2,44	1,25	
	$\alpha_{tr} = 2,5\%; H_{tr} = 1,0 m$ $\Delta_{tr} = 2,89 l/s.ha$	Hi â yny	S b	3,41	11,15	7,98	8,95	5,14	2,43	1,27
			Hi u ch nh	3,41	8,26	8,26	8,67	8,03	2,43	1,27
		2020	S b	3,67	11,78	8,19	9,37	5,25	2,47	1,30
			Hi u ch nh	3,67	8,89	8,89	8,89	7,91	2,47	1,30
2050		S b	4,27	13,08	8,44	10,16	5,37	2,48	1,32	
		Hi u ch nh	4,27	10,19	10,19	10,19	6,48	2,48	1,32	
2100		S b	5,20	15,16	8,98	11,49	5,65	2,56	1,39	
		Hi u ch nh	5,20	12,27	11,87	11,49	5,65	2,56	1,39	
$\alpha_{tr} = 3,0\%; H_{tr} = 1,0 m$ $\Delta_{tr} = 3,47 l/s.ha$		Hi n nay	S b	3,40	11,10	7,92	8,90	5,10	2,54	1,39
			Hi u ch nh	3,40	8,15	8,15	8,15	8,15	2,95	1,39
		2020	S b	3,67	11,73	8,13	9,32	5,21	2,58	1,42
			Hi u ch nh	3,67	8,57	8,57	8,57	8,57	2,69	1,42
	2050	S b	4,27	13,03	8,37	10,11	5,32	2,59	1,44	
		Hi u ch nh	4,27	9,56	9,56	9,56	8,17	2,59	1,44	
	2100	S b	5,19	15,11	8,91	11,44	5,60	2,69	1,53	
		Hi u ch nh	5,19	11,64	11,64	11,64	6,14	2,69	1,53	

$\alpha_{tr} = 3,5\%; H_{tr} = 1,0 m$ $\Delta_{qtr} = 4,05 l/s.ha$	Hi n nay	S b	3,39	11,05	7,86	8,85	5,06	2,64	1,50
		Hi u ch nh	3,39	7,91	7,91	7,91	7,91	3,84	1,96
2020	S b	3,66	11,68	8,07	9,27	5,17	2,69	1,54	
	Hi u ch nh	3,66	8,32	8,32	8,32	8,32	3,59	1,54	
2050	S b	4,26	12,97	8,31	10,06	5,28	2,70	1,57	
	Hi u ch nh	4,26	9,10	9,10	9,10	9,10	2,94	1,57	
2100	S b	5,18	15,05	8,84	11,38	5,55	2,82	1,67	
	Hi u ch nh	5,18	11,00	11,00	11,00	7,82	2,82	1,67	
$\alpha_{tr} = 4,0\%; H_{tr} = 1,0 m$ $\Delta_{qtr} = 4,63 l/s.ha$	Hi n nay	S b	3,39	11,01	7,80	8,81	5,02	2,75	1,62
	tr ng	Hi u ch nh	3,39	7,66	7,66	7,66	7,66	4,74	1,62
2020	S b	3,65	11,63	8,00	9,22	5,13	2,80	1,65	
	Hi u ch nh	3,65	8,08	8,08	8,08	8,08	4,48	1,65	
2050	S b	4,25	12,92	8,25	10,01	5,24	2,82	1,69	
	Hi u ch nh	4,25	8,85	8,85	8,85	8,85	3,84	1,69	
2100	S b	5,17	14,99	8,77	11,32	5,50	2,94	1,81	
	Hi u ch nh	5,17	10,36	10,36	10,36	9,50	2,94	1,81	

4.3. TÍNH TOÁN TH Y L C M NG SÔNG

4.3.1. L a ch n mô hình tính toán thu l c

ph c v cho tính toán th y l c tiêu, lu n án ã nghiên c u các mô hình toán: VRSAP c a c GS.Nguy n Nh Khuê; SAL c a PGS.Nguy n T t c; KOD c a GS.TSKH.Nguy n Ân Niê; WENDY c a Vi n k thu t Delft (Hà Lan); TLID+ ECOMOD c a Vi n C h c thu c Trung tâm Khoa h c t nhiên và công ngh qu c gia h p tác v i GS. Nguy n Kim an thu c Vi n i h c Caen – Pháp; h các mô hình MIKE 21 và MIKE 11 c a Vi n Thu l c an M ch (DHI). Trên c s phân tích u, nh c i m và các th m nh c a các mô hình nói trên, tài ã ch n mô hình MIKE 11 tính toán.

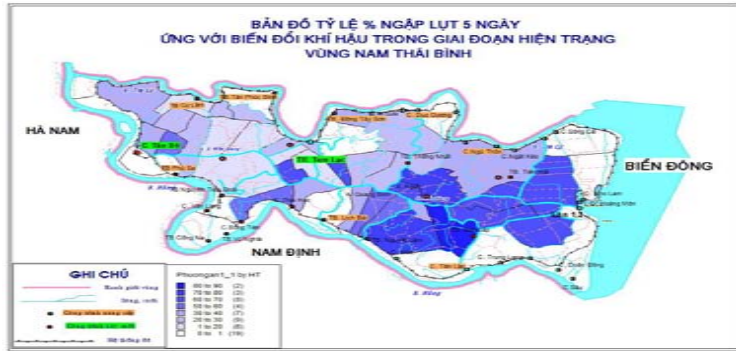
4.3.2. K t qu tính toán

B ng 4.24: Y ut m a t ng nh h ng nh s tiêu ti u vùng t ch y ra bi n qua c ng Lân cho m t s ph ng án h i u hoà

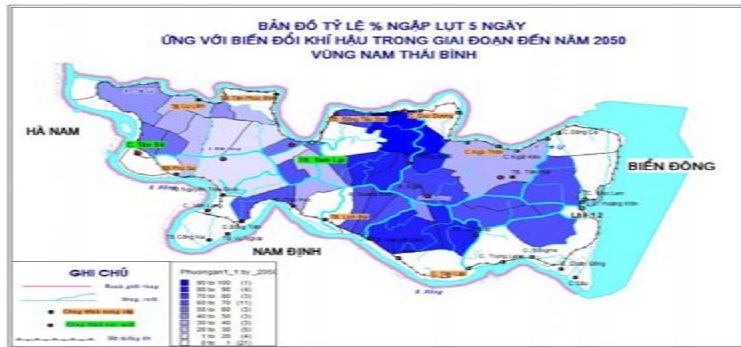
T T	Th i i m	L ng m a t ng (%)	Ch a có h		Có h i u hoà, $H_{tr} = 1,0 m$					
			q (l/s.ha)	Δq t ng (%)	$\alpha_{tr} = 2,0\%$		$\alpha_{tr} = 3,0\%$		$\alpha_{tr} = 4,0\%$	
					q (l/s.ha)	Δq t ng (%)	q (l/s.ha)	Δq t ng (%)	q (l/s.ha)	Δq t ng (%)
a) Tr ng h p không có bi n ng v c c u s d ng t:										
1	Hi n 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) Tr ng h p có bi n ng v c c u s d ng t do tác ng công nghi p hoá và ô th hoá nông thôn:										
1	Hi n 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

B ng 4.27: M c n c t i m t s v trí “nút” trên sông tr c Ki n Giang theo các m c th i gian chính c a K ch b n bi n i khí h u

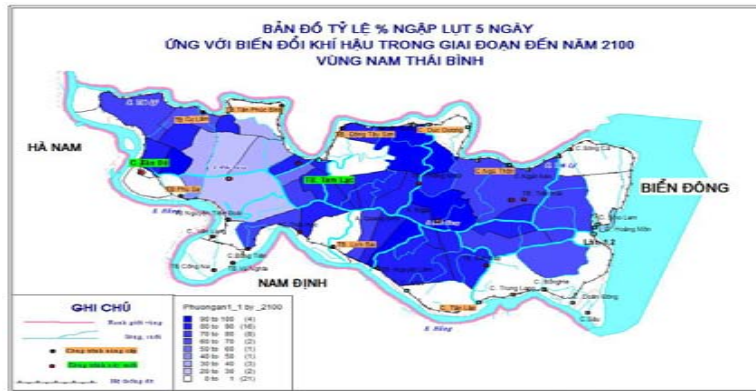
TT	Giai o n	Phúc Khánh	Ngã ba Ki n Giang - Hoàng Giang	Ngã ba Ki n Giang-C R ng	Ngã ba Lân 1 - Lân 2
1	HTR	2,13	1,79	1,63	1,57
2	2020	2,19	1,88	1,72	1,68
3	2030	2,26	1,94	1,78	1,73
4	2040	2,31	1,99	1,85	1,80
5	2050	2,37	2,07	1,92	1,89
6	2060	2,44	2,15	2,00	2,00
7	2070	2,53	2,26	2,11	2,10
8	2080	2,62	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 thụ xả lũ tính trung bình các mặt tích gian của K ch b n B KH - K ch b n phát th i trung bình

Giai o n tính toán	HTR	2020	2050	2100
M c n c bi n dâng (cm)	0	12	30	75
Th i gian tiêu (gi /ngày)	17,86	17,43	17,14	16,29

Bảng 4.30: Nhu c u và kh n ng áp nhu c u tiêu c a công trình th y l i trong l u v c sông Ki n Giang t ng ng v i m t s m c th i gian c a K ch b n B KH - K ch b n phát th i trung bình

TT	Thông s tính toán	Hì n tr ng	2020	2050	2100
1	M c n c bi n dâng (cm)	0	12	30	75
2	Nhu c u tiêu ($10^6 m^3$)				
	- C c u SD không i	139,83	144,17	150,32	166,54
	- Có bi n i c c u SD	139,83	145,72	156,41	174,87
3	Kh n ng tiêu ($10^6 m^3$)	107,95	108,80	114,29	123,32
4	Kh n ng áp ng (%)				
	- C c u SD không i	77,20	75,47	76,03	74,05
	- Có bi n i c c u SD	77,20	74,66	73,07	70,52

4.4. M T S GI I PHÁP NG PHÓ V I BI N I KHÍ H U VÀ M C N C BI N DÂNG

Ngoài xu t v gi i pháp phi công trình: i) Gi m phát th i KNK trong các ho t ng kinh t ; ii) Nâng cao nh n th c c a toàn xã h i v nguy c B KH toàn c u; iii) ng d ng các gi i pháp thích ng v i B KH và n c bi n dâng, và iv) Nâng cao n ng l c qu n lý, khai thác các h th ng th y l i, Lu n án ã xu t, tính toán th y l c và phân tích c s khoa h c c ng nh kh n ng áp d ng c a m t s gi i pháp công trình sau: i) M r ng m t c t sông tr c Ki n Giang và xây d ng thêm c ng Lân 3 nâng cao kh n ng tiêu t ch y ra bi n; ii) M r ng vùng tiêu ng l c tiêu tr c ti p ra sông ngoài; iii) Xây d ng h i u hoà gi m nh h s tiêu và phù h p v i n ng l c tiêu n c c a các công trình th y l i ã và s xây d ng, và iv) C ng c và nâng c p h th ng ê sông, ê bi n.

K TLU N

K t qu nghiên c u ã gi i quy t c nh ng v n l n sau ây:

1) a ra c b c tranh t ng quan v nh h ng c a B KH i v i s phát tri n kinh t - xã h i Vi t Nam và BBB. Các s li u tính toán cho th y s thay i v nhi t , b c h i, l ng m a, m t s y u t khí h u khác, m c dâng lên c a n c bi n Vi t Nam và

BBB t n a cu i c a th k XX n nay là r t r ò. B KH ang gây nên các tác ng tiêu c c i v i s n xu t và i s ng c a nhân dân. Các hình thái th i ti t b t th ng, kh c nghi t ang di n ra th ng xuyên h n, c bi t là trong nh ng n m cu i c a th k XX và nh ng n m u c a th k XXI. Trên c s các k ch b n v bi n i khí h u Vi t Nam do B Tài nguyên và Môi tr ng công b , tài ã nghiên c u ánh giá tác ng c a bi n i khí h u t i v n hành khai thác công trình th y l i BBB và HTTN Nam Thái Bình .

2) Lu n án ã ch ra c các y u t c b n nh h ng n h s tiêu, xác nh đ ng mô hình m a tiêu thi t k , ph ng pháp tính toán h s tiêu cho t ng i t ng tiêu n c có m t trong HTTN, c s khoa h c c a gi i pháp l i đ ng kh n ng tr n c và i u ti t n c c a ao h hi u ch nh gi n h s tiêu và ph ng pháp xác nh h s tiêu thi t k cho các HTTN.

3) V nh h ng c a B KH n h s tiêu, nhu c u tiêu và bi n pháp tiêu cho HTTN Nam Thái Bình t ng ng v i các m c th i gian chính c a K ch b n bi n i khí h u, v i các i u ki n biên ã xác l p, k t qu nghiên c u cho th y: i) *V h s tiêu*: N u ch xét riêng v nh h ng c a B KH n yêu c u tiêu thì h s tiêu, l u l ng tiêu thi t k và t ng l ng n c c n tiêu c a HTTN t ng t l thu n v i m c t ng c a t ng l ng tr n m a tiêu thi t k . N u xét thêm nh h ng c a bi n ng c c u s đ ng t do công nghi p hoá và ô th hoá mang l i thì so v i th i i m hi n t i khi l ng m a tiêu t ng 3,1 % thì h s tiêu t ng 5,62 %, khi l ng m a t ng 7,9 % thì h s tiêu t ng 17,12 % và khi l ng m a t ng 19,1 % thì

h s tiêu t ng 35,65 %; ii) *V bi n bi n pháp tiêu*: vùng tiêu t ch y gi m t 82,5 % di n tích c n tiêu t i th i i m hi n nay xu ng 62,9 % vào n m 2020, 39,90 % vào n m 2050 và 33,10 % vào n m 2100; quy mô vùng tiêu ng l c t ng lên t ng ng v i m c gi m c a vùng tiêu t ch y.

4) V i h s tiêu thi t k ang áp đ ng kho ng 7,0 l/s ha, các công trình tiêu n c ã có th i i m hi n t i m i áp ng c 60 %, n m 2020 áp ng c 58 %, n m 2050 áp ng c trên 52 % và n m 2100 áp ng c trên 45 % nhu c u tiêu. phù h p v i n g l c tiêu c a các công trình ã có, lu n án ngh : c n nghiên c u quy ho ch m t s h i u hoà g n v i quy ho ch ô th , khu công nghi p và cho bi t t l di n tích m t n c các h i u hoà t 3,5 % n 4,0 % di n tích l u v c, t l dung tích i u ti t n c c a các h i u hoà trên m t n v di n tích l u v c t 350 m³/ha n 400 m³/ha là phù h p v i yêu c u hi n t i và t ng lai.

5) ã nghiên c u và xác nh c ph m vi, m c ng p l t do nh h ng c a m c n c bi n dâng n h th ng th y nông Nam Thái Bình t ng ng v i các m c th i gian chính c a k ch b n bi n i khí h u ã công b .

6) ã a ra các gi i pháp c b n nh m ng phó v i tác ng c a B KH cho HTTN Nam Thái Bình: Gi i pháp công trình bao g m m r ng vùng tiêu ng l c tiêu tr c ti p ra sông ngoài và gi m quy mô vùng tiêu t ch y ra bi n qua c ng Lân; xây đ ng các h i u hoà gi m nh h s tiêu; m r ng m t c t sông tr c Kí n Giang và m thêm c ng Lân m i t ng c ng kh n ng tiêu t ch y ra bi n; c ng c và nâng cao kh n ng ch ng ch u c a ê sông, ê bi n và công trình đ i ê đ i tác ng c a dòng ch y, sóng bi n và gió bão ã c c p. Các bi n pháp phi công trình c ng ã c c p nh ng m c t ng quan làm c s ban u cho v i c ti p t c nghiên c u bi n pháp phòng tránh, thích ng v i i u ki n bi n i khí h u và n c bi n 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 km² in the Red River Delta (RRD) and 20,000 km² 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 20th 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 21st 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 km² 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 CO₂ 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 21st 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 21st century for the cases of medium, low and high emission. According to the scenarios, by the end of the 21st 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 km² (12.8%); 7,580 km² (19%) or 15,116 km² (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 m³/s, 276 m³/s, and 76.2 m³/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)
At present:			
- Fully submerged areas	-1.5	1,432	2,013
- Semi-inundated areas	+1.5	24,136	157,781
Sea level rise by 0.33 m:			
- Fully submerged areas	-1.17	15,168	88,207
- Semi-inundated areas	+ 1.83	33,105	227,355
Sea level rise by 1.0 m:			
- 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.

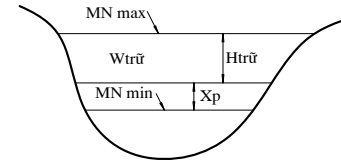


Figure 3.3

- 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_{storage} is corresponding to the storage depth H_{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)

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

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

$H_{tr i}$: 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).

ω_{ii} : surface area of the reservoir i.

ω_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
Total	332.78	333.76	415.50	410.12	397.05	480.55	420.84

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 Kien 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 (Kien 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 21st 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 21st 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	11.39	8.28	9.18	5.34	1.90	0.69	5.75	0.00
2020	3.55	11.74	8.53	9.47	5.50	1.96	0.71	5.92	3.10
2050	3.70	12.24	8.90	9.87	5.74	2.05	0.74	6.18	7.90
2100	4.10	13.56	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	11.39	8.28	9.18	5.34	1.90	0.69	5.75	0.00
2020	3.71	12.03	8.49	9.61	5.46	1.93	0.70	5.99	4.25
2050	4.31	13.34	8.76	10.42	5.58	1.91	0.69	6.43	11.91
2100	5.24	15.45	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 m³ to 400 m³ 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	11.20	8.04	9.00	5.18	2.33	1.15
		Adjusted	3.41	8.89	8.89	8.89	6.75	2.33	1.15
	2020	Preliminary	3.68	11.83	8.25	9.41	5.29	2.36	1.18
		Adjusted	3.68	9.52	9.52	9.52	6.23	2.36	1.18
	2050	Preliminary	4.28	13.13	8.50	10.21	5.41	2.36	1.19
		Adjusted	4.28	10.82	10.82	10.20	5.41	2.36	1.19
	2100	Preliminary	5.21	15.22	9.05	11.55	5.69	2.44	1.25
		Adjusted	5.21	12.91	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	11.15	7.98	8.95	5.14	2.43	1.27
		Adjusted	3.41	8.26	8.26	8.67	8.03	2.43	1.27
	2020	Preliminary	3.67	11.78	8.19	9.37	5.25	2.47	1.30
		Adjusted	3.67	8.89	8.89	8.89	7.91	2.47	1.30
	2050	Preliminary	4.27	13.08	8.44	10.16	5.37	2.48	1.32
		Adjusted	4.27	10.19	10.19	10.19	6.48	2.48	1.32
	2100	Preliminary	5.20	15.16	8.98	11.49	5.65	2.56	1.39
		Adjusted	5.20	12.27	11.87	11.49	5.65	2.56	1.39
$\alpha_{\text{tr}} = 3.0\%$; $H_{\text{tr}} = 1.0$ m $\Delta_{\text{storage}} = 3.47$ liter/sec/ha	Present	Preliminary	3.40	11.10	7.92	8.90	5.10	2.54	1.39
		Adjusted	3.40	8.15	8.15	8.15	8.15	2.95	1.39
	2020	Preliminary	3.67	11.73	8.13	9.32	5.21	2.58	1.42
		Adjusted	3.67	8.57	8.57	8.57	8.57	2.69	1.42
	2050	Preliminary	4.27	13.03	8.37	10.11	5.32	2.59	1.44
		Adjusted	4.27	9.56	9.56	9.56	8.17	2.59	1.44
	2100	Preliminary	5.19	15.11	8.91	11.44	5.60	2.69	1.53
		Adjusted	5.19	11.64	11.64	11.64	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	11.05	7.86	8.85	5.06	2.64	1.50
		Adjusted	3.39	7.91	7.91	7.91	7.91	3.84	1.96
2020	Preliminary	3.66	11.68	8.07	9.27	5.17	2.69	1.54	
	Adjusted	3.66	8.32	8.32	8.32	8.32	3.59	1.54	
2050	Preliminary	4.26	12.97	8.31	10.06	5.28	2.70	1.57	
	Adjusted	4.26	9.10	9.10	9.10	9.10	2.94	1.57	
2100	Preliminary	5.18	15.05	8.84	11.38	5.55	2.82	1.67	
	Adjusted	5.18	11.00	11.00	11.00	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	11.01	7.80	8.81	5.02	2.75	1.62
		Adjusted	3.39	7.66	7.66	7.66	7.66	4.74	1.62
2020	Preliminary	3.65	11.63	8.00	9.22	5.13	2.80	1.65	
	Adjusted	3.65	8.08	8.08	8.08	8.08	4.48	1.65	
2050	Preliminary	4.25	12.92	8.25	10.01	5.24	2.82	1.69	
	Adjusted	4.25	8.85	8.85	8.85	8.85	3.84	1.69	
2100	Preliminary	5.17	14.99	8.77	11.32	5.50	2.94	1.81	
	Adjusted	5.17	10.36	10.36	10.36	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. Nguyen Ân Niên; 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	Increasi ng rainfall (%)	Without reservoir		With reservoir, $H_{\text{storage}} = 1.0 \text{ m}$					
			q (liter/s ec/ha)	Δq increa sed (%)	$\alpha_{\text{storage}} = 2.0\%$		$\alpha_{\text{storage}} = 3.0\%$		$\alpha_{\text{storage}} = 4.0\%$	
					q (liter/s ec/ha)	Δq increase d (%)	q (liter/s ec/ha)	Δq increa sed (%)	q (liter/s ec/ha)	Δq 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 Ki n Giang arterial canal at key time points in Climate change scenario

TT	Time	Phúc Khánh	Ki n Giang - Hoàng Giang T- junction	Ki n Giang- C R ng 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

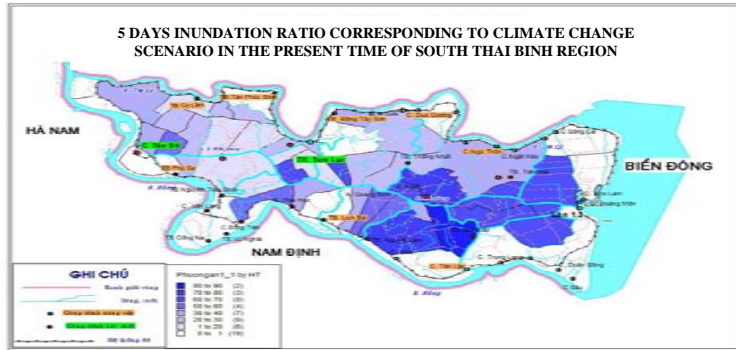


Figure 4.14

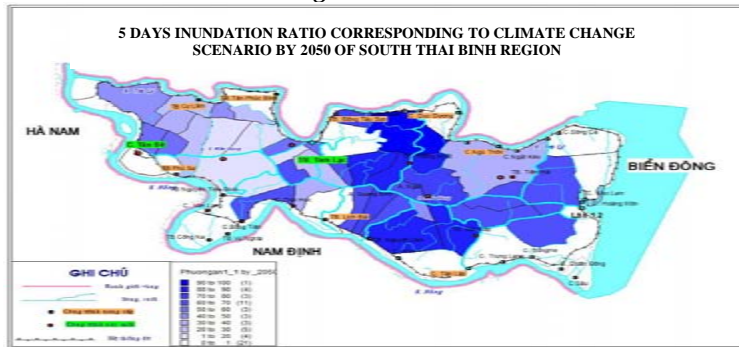


Figure 4.15

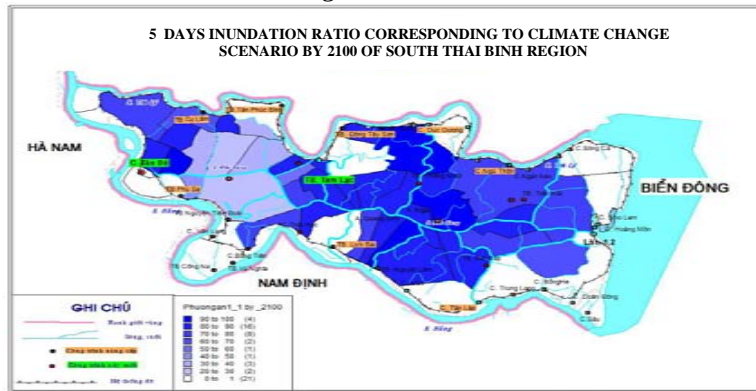


Figure 4.16

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 Ki n 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 Ki n 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 20th 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 20th century and early years of 21st 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 m³/ha to 400 m³/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 Ki n 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./.