

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH NHỮNG THAY ĐỔI BỔ SUNG VỀ CHI PHÍ ĐẦU TƯ CHO CÁC CỐNG DƯỚI ĐÊ VÙNG TRIỀU Ở MIỀN BẮC VÀ MIỀN TRUNG THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Đinh Xuân Trọng, Đỗ Hoài Nam, Dương Quốc Huy, Đỗ Thị Thùy Dung

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Tóm tắt: Với trên 2.500 cống dưới đê vùng triều các loại đang vận hành, khai thác đã góp phần không nhỏ vào sự phát triển kinh tế - xã hội, phòng chống thiên tai ở khu vực miền Bắc và miền Trung. Tuy nhiên, sự xuống cấp và tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đã làm suy giảm hiệu quả của các công trình này. Bài viết trình bày kết quả đánh giá hiện trạng, phân tích các tác động của BĐKH đến cống dưới đê vùng triều và đề xuất cách tính toán sự gia tăng của các yếu tố khí hậu theo các kịch bản BĐKH; đưa ra các giải pháp phù hợp cho các cống dưới đê vùng triều thích ứng với BĐKH; trên cơ sở đó, lựa chọn, tính toán thiết kế và xác định, phân tích sự biến động về chi phí đầu tư cho một số cống dưới đê điển hình cho vùng nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để các cấp, các ngành tham khảo khi quyết định đầu tư.

Từ khóa: Cống dưới đê, vùng triều, giải pháp thích ứng, biến đổi khí hậu, chi phí đầu tư

Summary: With over 2,500 tidal-sluices culverts under the dike in operation and exploitation, this type of irrigation infrastructure has contributed significantly to the socio-economic development and disaster prevention in the Northern and Central regions. However, the degradation of the sluices together with the impacts of climate change have reduced the efficiency of these projects. The paper presents the results on assessing the current situation, analyzing the impacts of climate change on the tidal-sluices under the dike, and proposing a method to determine changes in climate variables according to prescribed scenarios; proposes appropriate solutions for the tidal-sluice to adapt to climate change; on that basis, pilot tidal-sluices representing each sub-regions are selected to perform design, calculation for determining additional changes of investment costs with climate change adaptation in the study area. Research results are a good reference for ministries and sectors to make informed decisions in response to climate change.

Keywords: Sluice under dyke, tidal area, adaptive solutions, climate change, investment costs

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cống dưới đê khu vực chịu ảnh hưởng của thủy triều là một trong những loại công trình đóng vai trò rất lớn trong phát triển kinh tế xã hội cũng như phòng chống thiên tai của một vùng, một khu vực. Trong những năm gần đây, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD), nhiều cống dưới đê

(đặc biệt là đối với các cống tiêu) đã không đáp ứng được nhiệm vụ đặt ra. Các nguyên nhân chính gây ra là:

- Lưu lượng thiết kế qua cống gia tăng do lượng mưa thời đoạn ngắn gia tăng, diện tích và đối tượng phục vụ có sự thay đổi đáng kể, thời gian tiêu nước yêu cầu gấp rút hơn;
- Mực nước ngoài sông / biển tăng lên dẫn đến làm giảm thời gian tiêu tự chảy;
- Do sự phát triển kinh tế xã hội nên mức đảm bảo phục vụ của các công trình được nâng lên.

Ngày nhận bài: 20/8/2019

Ngày thông qua phản biện: 27/9/2019

Ngày duyệt đăng: 10/10/2019

Để đảm bảo thời gian vận hành và hiệu quả đầu tư kinh tế - xã hội cho các công trình cống dưới đê vùng ảnh hưởng triều, cần thiết phải có những giải pháp thích ứng với BĐKH cho loại hình công trình này.

Bài viết trình bày kết quả đánh giá hiện trạng cống dưới đê vùng triều ở khu vực miền Bắc và miền Trung, phân tích các tác động của BĐKH đến loại công trình này và đề xuất cách tính toán sự gia tăng của các yếu tố khí hậu theo các kịch bản BĐKH; đề xuất các giải pháp phù hợp cho các cống dưới đê vùng triều thích ứng với BĐKH; trên cơ sở đó, lựa chọn, tính toán thiết kế và xác định, phân tích sự biến động về chi phí đầu tư cho một số cống dưới đê điển hình. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để các cấp, các ngành tham khảo khi quyết định đầu tư.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Xác định sự biến đổi của chi phí đầu tư trong mối liên hệ với BĐKH được thực hiện đối với các cống (đã xây dựng và quy hoạch xây dựng) dưới đê biển; đê sông cấp đặc biệt, cấp I, II, III do Trung ương quản lý; đê cấp IV, V của các sông chính đổ ra biển trong vùng ảnh hưởng triều ở khu vực miền Bắc và miền Trung trong điều kiện khí hậu hiện tại và theo kịch bản BĐKH đến năm 2050.

3. HIỆN TRẠNG CỐNG DƯỚI ĐÊ VÙNG TRIỀU KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Ngoài các cống dưới tuyến đê biển; ảnh hưởng của thủy triều trên từng tuyến sông ở khu vực nghiên cứu được xác định dựa trên tiêu chí quản lý vận hành cống - ở thời điểm nhất định trong một chu kỳ triều, khi thủy triều dâng cao, cống mở để lấy nước ngọt (do triều đầy dồn lên) vào đồng; vào mùa lũ, khi triều rút, lợi dụng thời gian chân triều thấp cống mở để tiêu nước từ trong đồng ra sông; trong mùa khô, cống đóng để ngăn triều (ngăn mặn) và giữ ngọt. Kết quả điều tra cho thấy, toàn vùng có 2.552 cống dưới đê ảnh hưởng triều (1.563

cống dưới đê sông và 989 cống dưới đê biển).

Cống được xây dựng với nhiều loại kết cấu khác nhau như bê tông, bê tông cốt thép (90,63%), gạch xây (4,72%), đá xây (4,65%). Hình thức mặt cắt cống chủ yếu gồm hình hộp (90,24%), hình tròn (5,61%), hình vòm (4,15%). Khẩu độ cống rất đa dạng; cống có bề rộng hoặc đường kính nhỏ hơn 2m chiếm tới 57,60%; bề rộng cống từ (2÷10) m chiếm 38,59%; cống có bề rộng trên 10m chiếm 3,81%. Cống có một khoang chiếm đa số với 73,51%; từ 02 đến dưới 05 khoang là 24,97% và từ 05 khoang trở lên chỉ chiếm 1,52%. Trong tổng số 2.552 cống dưới đê vùng ảnh hưởng triều, có tới 60,26% cống được xây dựng các đây trên 10 năm, trong đó có tới 25,1% cống đã vận hành được trên 30 năm; chỉ có 39,74% cống được xây dựng trong vòng 10 năm trở lại đây. Nhiệm vụ chủ yếu của các cống dưới đê vùng triều là tiêu, ngăn lũ hoặc ngăn triều (ngăn mặn), tiêu kết hợp lấy nước tưới.

4. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN CỐNG DƯỚI ĐÊ VÙNG TRIỀU

Cống dưới đê ở vùng triều rất nhạy cảm với các diễn biến của BĐKH và NBD:

- Đối với các công trình tưới: Qui mô công trình sẽ phải thay đổi theo chiều hướng lớn hơn so với hiện tại do: (1) nhu cầu sử dụng nước trong mùa khô tăng lên do nhiệt độ tăng, lượng mưa giảm; (2) khả năng lấy nước trong mùa khô hạn chế do mực nước, lưu lượng của các sông ngòi giảm đồng thời xâm nhập mặn gia tăng;

- Đối với các công trình tiêu: Qui mô của các công trình tăng lên do: (1) Lượng mưa thời đoạn ngắn gia tăng, đồng thời với quá trình công nghiệp, đô thị hoá ngày càng tăng, vì vậy ao hồ, đất nông nghiệp càng bị thu hẹp nên khả năng trữ nước ngày càng giảm, thời gian tiêu càng phải tiêu gấp rút hơn; (2) BĐKH làm cho lượng mưa trong mùa tiêu ứng tăng lên dẫn đến cả lưu lượng từ thượng lưu đổ về lẫn

lưu lượng cần tiêu thoát ở nội tại vùng đồng bằng làm cho mực nước, lưu lượng trên dòng chính tăng lên, đồng thời do điều kiện kinh tế - xã hội thay đổi, quá trình đô thị hóa cũng như cơ cấu sử dụng đất thay đổi theo xu hướng làm tăng nhu cầu tiêu cả về lượng lẫn về chất, diện tích điều hòa nước úng bị thu hẹp cũng tác động mạnh đến công tác tiêu úng; mặt khác NBD làm khả năng tiêu thoát nước ra biển qua các cửa sông bị hạn chế làm tăng mực nước trên toàn bộ hệ thống sông, có thể nói tác động của BĐKH – NBD đến công tác tiêu úng rất mạnh mẽ.

Như vậy, có thể thấy các yếu tố khí hậu, thủy văn ảnh hưởng lớn đến hiệu quả, quy mô của công trình cống dưới đê vùng triều là lượng mưa, mực nước ngoài sông / biển.

- Dự tính lượng mưa theo các kịch bản BĐKH

$$X_{TL} = K_{bdX} \cdot X_{HT} \quad (1)$$

X_{TL} - Lượng mưa ở thời điểm tương lai theo kịch bản BĐKH, mm; X_{HT} - Lượng mưa tại thời điểm hiện tại, mm; K_{bdX} : Hệ số khí hậu xác định theo kịch bản BĐKH do Bộ TN và MT ban hành và các quy hoạch thủy lợi vùng, tỉnh.

- Dự tính mực nước thiết kế phía sông cho các kịch bản BĐKH

$$Z_{tkSL} = Z_{tkSL} + \Delta H_{SL-NBD} \quad (2)$$

Z_{tkSL} – Mực nước triều thiết kế ngoài sông ở thời điểm tương lai theo kịch bản BĐKH, m; Z_{tkSL} – Mực nước triều thiết kế ngoài sông ở thời điểm hiện tại, m; ΔH_{SL-NBD} - Độ gia tăng mực nước trong sông do ảnh hưởng của lũ và nước biển dâng; giá trị này phụ thuộc vào điều kiện địa hình lòng sông, lượng nước từ thượng nguồn đổ về, độ lớn của thủy triều, v.v... và được xác định qua tính toán thủy lực mạng sông.

- Dự tính mực nước thiết kế phía biển cho các kịch bản BĐKH

$$Z_{tkbTL} = Z_{tkbHT} + NBD \quad (3)$$

Z_{tkbTL} – Mực nước triều thiết kế phía biển ở thời điểm tương lai theo kịch bản BĐKH, m; Z_{tkbHT} – Mực nước triều thiết kế phía biển ở thời điểm hiện tại, m; NBD - Độ gia tăng mực nước biển xác định theo kịch bản BĐKH do Bộ TN và MT ban hành.

5. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHÙ HỢP CHO CÔNG DƯỚI ĐÊ VÙNG TRIỀU THÍCH ỨNG VỚI BĐKH

5.1. Đặc điểm làm việc của cống dưới đê vùng triều

- Cống được xây dựng dưới đê biển hay đê sông, chịu sự tác động trực tiếp của chế độ thủy triều. Đối với khu vực kín, thủy triều chỉ ảnh hưởng ở một phía cống. Còn các lưu vực mở thủy triều ảnh hưởng mực nước ở cả hai phía cống làm cho chế độ chảy càng phức tạp mà việc xác định chúng cần phải xét trong một hệ thống liên hoàn các cống, kênh dẫn, vùng chứa.

- Nhiệm vụ chủ yếu của các cống dưới đê vùng triều là tiêu nước, lấy nước, ngăn lũ hoặc ngăn triều (ngăn mặn), tiêu kết hợp lấy nước tưới; nhiều cống còn có nhiệm vụ giao thông thủy;

- Cống thường bố trí theo sơ đồ cống lộ thiên, nhưng cũng có trường hợp chọn sơ đồ cống ngầm. Hình thức mặt cắt cống chủ yếu gồm hình hộp, hình tròn, hình vòm với kết cấu bê tông, bê tông cốt thép, gạch xây, đá xây;

- Cống thường được thiết kế để đảm bảo tháo được lưu lượng yêu cầu với độ chênh mực nước thượng hạ lưu khá nhỏ, vì vậy cống dễ bị ảnh hưởng bởi mực nước hạ lưu;

- Tốc độ của quá trình ăn mòn, xâm thực lớn do ảnh hưởng của độ mặn của nước.

Từ các đặc điểm trên cho thấy, cống dưới đê vùng ảnh hưởng triều là loại công trình rất dễ bị tổn thương và suy giảm hiệu quả hoạt động do BĐKH và nước biển dâng.

5.2. Đề xuất giải pháp phù hợp cho cống

dưới đê vùng triều thích ứng với BĐKH

5.2.1. Giải pháp phi công trình

- Giải pháp về cơ chế, chính sách: (1) Xây dựng, hoàn thiện tiêu chuẩn thiết kế trong điều kiện mới có tính đến BĐKH; (2) Xây dựng bộ tiêu chí đánh giá hiện trạng và hiệu quả công trình công dưới đê vùng triều; (3) Xây dựng và hoàn thiện các văn bản pháp quy liên quan đến quản lý, vận hành công trình đê điều, thủy lợi; (4) Thực hiện có hiệu quả và đồng bộ các cơ chế, chính sách đã được trung ương và địa phương ban hành để phát triển, hoàn thiện hệ thống công dưới đê vùng triều; (5) Xây dựng mới, thay thế hoặc nâng cấp các công dưới đê vùng triều có xét đến BĐKH từ các nguồn vốn trong, ngoài nước và sự đóng góp của doanh nghiệp, người dân.

- Giải pháp quy hoạch: Cần có tầm nhìn dài hơn trong điều kiện BĐKH, cụ thể là quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch nông nghiệp, quy hoạch phòng chống lũ và quy hoạch thủy lợi.

- Giải pháp thay đổi cơ cấu sản xuất nông nghiệp: Chuyển đổi cơ cấu sản xuất phù hợp với điều kiện từng vùng, từng mùa, ...; bố trí thời vụ - cây trồng thích hợp.

- Giải pháp về quản lý khai thác công trình: Kiện toàn bộ máy quản lý công trình; xây dựng quy trình vận hành đồng bộ; đào tạo và nâng cao năng lực quản lý công trình

- Đẩy mạnh áp dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật vào xây dựng và quản lý khai thác công trình.

5.2.2. Giải pháp công trình

Các giải pháp công trình được đề xuất cho từng trường hợp cụ thể như sau:

Đối với các công dưới đê được quy hoạch xây dựng: Giải pháp cho các công dưới đê được quy hoạch là xây dựng mới với hình thức công hở chảy không áp hoặc công ngầm (chảy có áp hoặc không áp). Khẩu độ công được xác định dựa trên các số liệu mưa, mực nước ngoài

sông / biển có xét đến biến đổi khí hậu. Cao trình đỉnh đê (đối với công ngầm), đỉnh tường ngực (với công lộ thiên) được tính toán xét đến ảnh hưởng của nước biển dâng.

Đối với công dưới đê đã xây dựng: Có khá nhiều giải pháp công trình đối với công hiện có, sau đây liệt kê một số giải pháp khả thi nhất về kỹ thuật:

(1) Tôn cao đỉnh đê, đỉnh công trong trường hợp khẩu độ công đảm bảo lấy nước tưới hoặc tiêu thoát nước với chế độ chảy như thiết kế ban đầu để đảm bảo yêu cầu chống lũ hoặc tổ hợp triều + nước dâng do bão;

(2) Xây dựng bổ sung công mới bên cạnh công cũ để đảm bảo nhu cầu lấy nước hoặc tiêu nước;

(3) Xây dựng bổ sung trạm bơm để hỗ trợ công cũ trong lấy nước hoặc tiêu nước;

(4) Cải tạo các ao hồ thành hồ điều hòa hoặc đào mới các hồ điều hòa trong vùng tiêu của công để tiếp nhận và trữ bớt một phần lượng nước cần tiêu.

(5) Phá bỏ công cũ và thay thế bằng công mới.

Việc lựa chọn giải pháp phù hợp cần dựa vào kết quả đánh giá hiện trạng công cũng như kết quả tính toán thủy lực kiểm tra khẩu độ công, tính toán kiểm tra cao trình đỉnh công trên cơ sở số liệu mưa, mực nước ngoài sông / biển có xét đến biến đổi khí hậu và nước biển dâng theo các kịch bản BĐKH được yêu cầu ứng phó.

Giải pháp (1) áp dụng cho trường hợp công có chất lượng tốt có thể hoạt động đến thời gian theo kịch bản BĐKH cần ứng phó; khẩu độ công đảm bảo lấy nước tưới hoặc tiêu thoát nước với chế độ chảy như thiết kế ban đầu; tuy nhiên cao trình đỉnh công hoặc đỉnh đê không đảm bảo yêu cầu chống lũ hoặc tổ hợp triều + nước dâng do bão.

Giải pháp (2), (3), (4), (5) áp dụng cho trường hợp công có chất lượng tốt có thể hoạt động đến thời gian theo kịch bản BĐKH cần ứng

phó; cao trình đỉnh cống hoặc đỉnh đê đảm bảo yêu cầu chống lũ hoặc tổ hợp triều + nước dâng do bão; mực nước triều hoặc mực nước sông tương ứng với tần suất thiết kế không ảnh hưởng đến chế độ chảy của cống theo thiết kế cũ hoặc có ảnh hưởng nhưng vẫn thấp hơn so với mực nước cần không chế trong đồng (độ chênh mực nước thượng hạ lưu cống $\Delta H > 0\text{m}$); khẩu độ cống không đảm bảo khả năng lấy nước hoặc tiêu thoát nước.

Giải pháp (3) có thể áp dụng khi cao trình đỉnh cống hoặc đỉnh đê đảm bảo yêu cầu chống lũ hoặc tổ hợp triều + nước dâng do bão; mực nước phía sông / biển theo kịch bản BĐKH xấp xỉ bằng hoặc cao hơn so với mực nước cần không chế trong đồng (độ chênh mực nước thượng hạ lưu cống $\Delta H \approx 0\text{m}$ hoặc $\Delta H < 0\text{m}$); cống không thể tháo hoặc lấy nước theo thiết kế.

Giải pháp (5) áp dụng cho cống đã bị hư hỏng, xuống cấp không thể hoạt động đến thời gian theo kịch bản BĐKH cần ứng phó

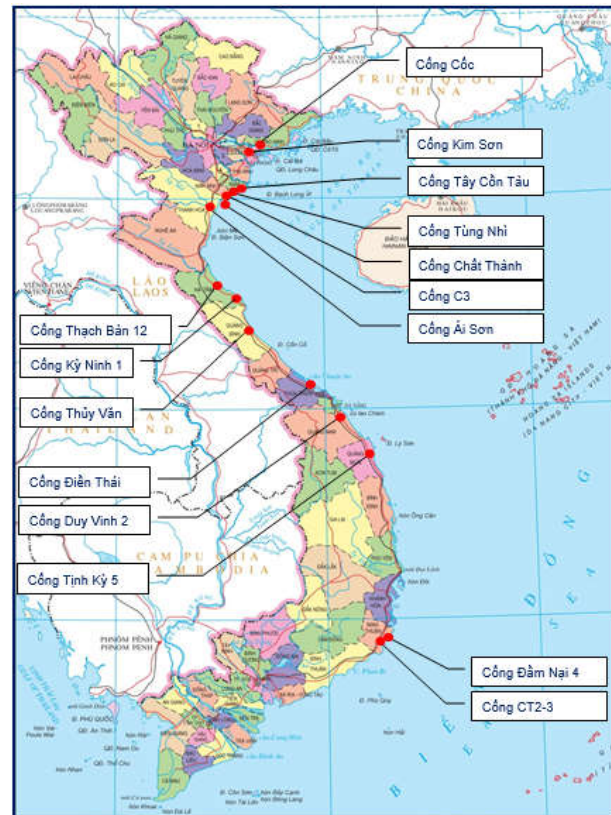
6. XÁC ĐỊNH CHI PHÍ ĐẦU TƯ BỔ SUNG CHO CỐNG VÙNG TRIỀU THÍCH ỨNG VỚI BĐKH

6.1. Lựa chọn cống điển hình

Tiêu chí lựa chọn: (i) Cống nằm dưới thân đê sông và đê biển trong vùng ảnh hưởng triều; (ii) Cống đã được xây dựng và cống nằm trong diện quy hoạch; (iii) Cống đại diện cho các vùng khí hậu; (iv) Cống đại diện cho các vùng có chế độ thủy triều khác nhau; (v) Cống có quy mô tương đối lớn (khẩu độ trên 2m).

Trên cơ sở các tiêu chí đã nêu, nghiên cứu đã lựa chọn 15 cống điển hình để đánh giá hiện trạng, thiết kế và xác định chi phí đầu tư, cụ thể: 06/15 nằm ở dưới đê sông (trong vùng ảnh hưởng triều); 09/15 cống dưới đê biển và đê cửa sông; 04/15 cống chưa được xây dựng (quy hoạch), 11/15 cống đã xây dựng; 06/15 cống đại diện cho vùng khí hậu miền Bắc, 05/15 cống đại diện cho vùng khí hậu Bắc

Trung Bộ và 04/15 cống đại diện cho vùng khí hậu Nam Trung bộ; 15 cống điển hình nằm trên địa phận của 11 tỉnh từ Quảng Ninh đến Ninh Thuận, đại diện cho các khu vực có chế độ triều khác nhau; toàn bộ các cống điển hình có khẩu độ trên 2,0m. Vị trí của cống điển hình thể hiện trong Hình 1.



Hình 1: Vị trí các cống điển hình

6.2. Thiết kế cống điển hình

Các cống điển hình được thiết kế theo 02 kịch bản: Kịch bản hiện tại (KB2018) và kịch bản BĐKH (KB2050). Các nội dung liên quan đến BĐKH trong quá trình thiết kế gồm:

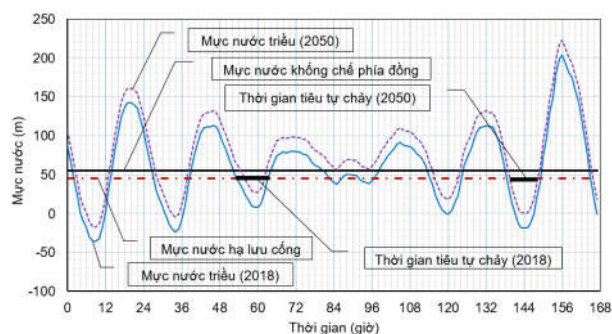
- Lượng mưa: Lượng mưa 05 ngày max KB2050 được xác định dựa trên lượng mưa thời điểm hiện tại (KB2018) và được điều chỉnh bởi hệ số khí hậu K_{bdX} .
- Mực nước triều thiết kế phía sông cho KB2050 xác định bằng giá trị mực nước của giai đoạn hiện tại (KB2018) cộng với độ gia tăng mực nước trong sông do ảnh hưởng của

lũ và nước biển dâng (ΔH_{SL-NBD}). Mức nước thiết kế phía biển cho KB2050 xác định bằng giá trị mức nước của giai đoạn hiện tại (KB2018) cộng với độ gia tăng mức nước biển NBD.

- Hệ số tiêu: Hệ số tiêu thiết kế (q_{tk}) cho vùng tiêu được xác định dựa trên lượng mưa thời đoạn, diện tích và đối tượng cần tiêu. Hệ số tiêu tự chảy (q_{TC}) cho vùng tiêu được điều chỉnh theo công thức: $q_{TC} = K_{TC} \cdot q_{tk}$ (4)

Trong đó $K_{TC} = 24/T_{TC}$ với T_{TC} là số giờ có thể tiêu tự chảy trung bình trong một ngày.

Hình 2 minh họa quá trình tiêu tự chảy của cống vùng triều. Có thể nhận thấy rằng, thời gian tiêu tự chảy trong một chu kỳ triều giai đoạn 2050 giảm rõ rệt so với giai đoạn hiện tại do sự gia tăng của mức nước biển hoặc mức nước trong sông do BĐKH.



Hình 2: Minh họa quá trình tiêu tự chảy của cống vùng triều

- Cao trình đỉnh đê (đỉnh cống): Yếu tố BĐKH được thể hiện khi tính toán cao trình đỉnh đê là thông số b - độ dâng cao của mức nước sông do ảnh hưởng của NBD (đối với đê sông) hoặc độ dâng cao của mức nước biển do ảnh hưởng của BĐKH (đối với đê biển). Đối với kịch bản hiện tại (2018), giá trị $b = 0m$; đối với kịch bản 2050, giá trị b được lấy an toàn bằng giá trị mức nước biển dâng $b = n \cdot r_{NBD}$

$n = 32$ năm - Chu kỳ số năm lặp lại cho phép

tương ứng với cấp công trình;

r_{NBD} : Tốc độ dâng cao trung bình hàng năm của mức nước biển tương ứng với kịch bản phát thải trung bình, m/năm. Khu vực Móng Cái – đèo Hải Vân $r_{NBD} = 0,006m/năm$; khu vực đèo Hải Vân – mũi Kê Gà $r_{NBD} = 0,007m/năm$.

6.3. Xác định chi phí đầu tư bổ sung cho các công điển hình

Chi phí đầu tư cho các công điển hình cho các kịch bản 2018 (hiện trạng) và kịch bản BĐKH (2050) được xác định dựa trên các quy định hiện hành và mặt bằng giá 2018.

Bảng 1: Biến động chi phí đầu tư cho các công điển hình thích ứng với BĐKH

TT	Công điển hình	Chi phí đầu tư (tr. đ)		Biến động	
		KB2018	KB2050	Giá trị (tr. đ)	Tỷ lệ (%)
1	Cốc	4.879,0	5.062,7	183,7	3,77%
2	Kim Sơn	14.126,9	14.512,0	385,0	2,73%
3	Tùng Nhì	16.318,4	17.027,9	709,5	4,35%
4	Tây Cồn Tàu	25.498,8	26.293,8	795,0	3,12%
5	Chất Thành	12.406,8	13.076,6	669,8	5,40%
6	C3	15.313,7	15.740,6	426,9	2,79%
7	Ái Sơn	3.197,5	3.298,3	100,8	3,15%
8	Thạch Bàn 12	4.654,7	5.124,1	469,4	10,08%
9	Kỳ Ninh 1	3.698,9	3.936,6	237,7	6,43%

TT	Cống điển hình	Chi phí đầu tư (tr. đ)		Biến động	
		KB2018	KB2050	Giá trị (tr. đ)	Tỷ lệ (%)
10	Thủy Văn	1.202,6	1.327,6	125,0	10,40 %
11	Điền Thái	784,1	892,9	108,7	13,87 %
12	Duy Vinh 2	1.480,9	1.560,9	80,0	5,40%
13	Tịnh Kỳ 5	2.083,3	2.248,	165,5	7,94%

TT	Cống điển hình	Chi phí đầu tư (tr. đ)		Biến động	
		KB2018	KB2050	Giá trị (tr. đ)	Tỷ lệ (%)
14	Đầm Nại 4	7.276,9	7.735,8	458,9	6,31%
15	CT2-3	518,0	548,3	30,2	5,83%
	Trung bình			329,7	6,10%

Bảng 2: Ảnh hưởng của các yếu tố chính đến biến động chi phí đầu tư

T T	Vùng khí hậu	Tên cống điển hình	Loại thủy triều	Loại đê	L _b (km)	ΔH_t (m)	K _{bdX} (%)	r _{NBD} (m/năm)	ΔB_c (%)	ΔC (%)
1	Bắc bộ	Kim Sơn	Nhật triều	Sông	47,0	2,48	4,11	0,006	8,00%	2,73%
2		Tùng Nhì	Nhật triều	Sông	10,0	1,58	4,03	0,006	21,05 %	4,35%
3		Chất Thành	Nhật triều	Sông	26,0	1,43	3,43	0,006	20,00 %	5,40%
4		Cốc	Nhật triều	Cửa sông	9,0	2,95	3,20	0,006	16,67 %	3,77%
5		Tây Cồn Tàu	Nhật triều	Biển	0,5	1,65	4,03	0,006	21,05 %	3,12%
6		C3	Nhật triều	Biển	0,0	1,55	3,43	0,006	6,98%	2,79%
7	Bắc Trun g bộ	Ái Sơn	Nhật triều không đều	Sông	15,2	1,22	2,12	0,006	10,71 %	3,15%
8		Thủy Văn	Bán nhật triều không đều	Sông	6,2	0,75	3,00	0,006	16,67 %	10,40 %

9		Thạch Bàn 12	Nhật triều không đều	Cửa sông	5,1	1,17	4,12	0,006	21,43 %	10,08 %
10		Kỳ Ninh 1	Nhật triều không đều	Cửa sông	2,7	1,11	4,12	0,006	20,00 %	6,43%
11		Điền Thái	Bán nhật triều đều	Biển	5,0	0,46	5,57	0,006	23,08 %	13,87 %
12		CT2-3	Nhật triều không đều	Sông	2,2	1,07	3,87	0,007	13,04 %	5,83%
13	Nam Trung bộ	Duy Vinh 2	Bán nhật triều không đều	Cửa sông	8,6	0,8	2,30	0,007	20,00 %	5,40%
14		Đầm Nại 4	Nhật triều không đều	Biển	6,4	0,98	3,87	0,007	15,00 %	6,31%
15		Tịnh Kỳ 5	Nhật triều không đều	Biển	1,4	1,03	1,15	0,007	16,67 %	7,94%

Ghi chú: L_b – Khoảng cách từ vị trí cống tới biển; ΔH_t – Biên độ mực nước triều; K_{bdX} – Biến đổi lượng mưa tiêu 05 ngày max; r_{NBD} – Mực nước biển dâng; ΔB_c – Biến động kích thước cống; ΔC – Biến động chi phí đầu tư.

Bảng 2 thể hiện một số mối liên quan giữa các yếu tố khí hậu, thủy văn, công trình đến sự biến động của chi phí đầu tư. Có thể nhận thấy, mức độ biến động chi phí đầu tư cho các cống dưới đê vùng triều thích ứng với BĐKH có sự phân tán khá rõ nét; mức độ gia tăng trung bình 6,10%, thấp nhất là 2,73% (cống Kim Sơn) và cao nhất là 13,87% (cống Điền Thái).

Dưới đây sẽ phân tích sự thay đổi của chi phí đầu tư theo từng khía cạnh cụ thể:

- Đối với các cống dưới đê sông và đê biển

Đối với các cống dưới đê sông, mức độ gia tăng chi phí đầu tư trung bình là 5,31% (06 cống); khu vực miền Bắc tăng trung bình 4,16% (03 cống); khu vực Bắc Trung bộ tăng 6,77% (02 cống) và Nam Trung bộ tăng 5,83% (01 cống).

Đối với các cống dưới đê biển (gồm đê trực

tiếp với biển, đê cửa sông, đê đầm phá ven biển), mức độ gia tăng chi phí đầu tư trung bình là 6,63% (09 cống); khu vực miền Bắc tăng trung bình 3,22% (03 cống); Bắc Trung bộ tăng 10,13% (03 cống) và Nam Trung bộ tăng 6,55% (03 cống). Mức độ tăng chi phí đầu tư trung bình đối với các cống dưới đê cửa sông là 6,42% (04 cống); cống dưới đê vùng đầm phá ven biển là 10,09% (02 cống) và cống dưới đê trực tiếp với biển tăng 4,62% (03 cống).

- Ảnh hưởng của các điều kiện khí hậu

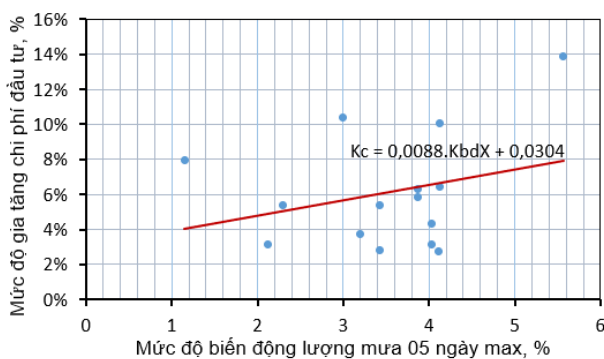
Vùng nghiên cứu được chia thành 03 vùng khí hậu: vùng Bắc bộ, Bắc Trung bộ và Nam Trung bộ. Kết quả tính toán cho thấy, chi phí đầu tư cho các giải pháp thích ứng với BĐKH ở cả 03 vùng khí hậu đều có xu thế gia tăng; chi phí đầu tư cho các cống dưới đê vùng triều vùng khí hậu Bắc Bộ tăng trung bình 3,69%; vùng khí hậu Bắc Trung Bộ tăng 8,78% và

vùng khí hậu Nam Trung Bộ tăng 6,37%.

Trong các yếu tố khí hậu, sự biến đổi lượng mưa là yếu tố tác động lớn nhất đến sự gia tăng chi phí đầu tư cho các công dưới đê vùng triều thích ứng với BĐKH. Hình 3 thể hiện sự ảnh hưởng của lượng mưa 05 ngày max đến sự biến động của chi phí đầu tư. Có thể nhận thấy rằng, mức độ gia tăng của lượng mưa thời đoạn ngắn càng cao thì chi phí đầu tư tăng thêm cho các giải pháp thích ứng càng tăng. Từ Hình 3 có thể biểu diễn mối quan hệ này qua phương trình:

$$K_C = 0,0088 \cdot K_{bdX} + 0,0304 \quad (5)$$

trong đó: K_C - Mức độ tăng thêm của chi phí đầu tư, %; K_{bdX} - Tỷ lệ gia tăng lượng mưa 05 ngày max, %.



Hình 3: Ảnh hưởng của lượng mưa 05 ngày max đến sự gia tăng chi phí đầu tư

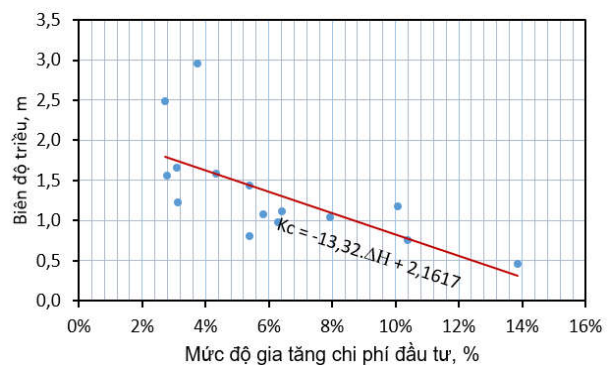
- Ảnh hưởng của các yếu tố thủy văn

Chế độ triều: Khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng của nhiều chế độ triều: nhật triều, nhật triều không đều, bán nhật triều không đều, bán nhật triều đều. Mức độ gia tăng chi phí đầu tư cho các công điển hình trong khu vực có chế độ nhật triều trung bình là 3,69% (06 công), vùng có chế độ nhật triều không đều là 6,62% (06 công), khu vực có chế độ bán nhật triều không đều là 7,90% (02 công) và vùng có chế độ bán nhật triều đều là 13,87% (01 công). Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, chế độ triều có ảnh hưởng lớn đến quy mô công trình thông qua thời gian tiêu tự chảy trong một chu kỳ triều.

Biên độ triều: Hình 4 thể hiện mối liên hệ giữa biên độ triều và sự gia tăng của chi phí đầu tư. Dễ dàng nhận thấy, biên độ triều càng nhỏ thì chi phí đầu tư cho các giải pháp thích ứng BĐKH càng cao. Mối liên quan này có thể biểu diễn qua phương trình dưới đây:

$$K_C = -13,32 \cdot \Delta H + 2,1617 \quad (6)$$

trong đó: K_C - Mức độ tăng thêm của chi phí đầu tư, %; ΔH - Biên độ triều, m.

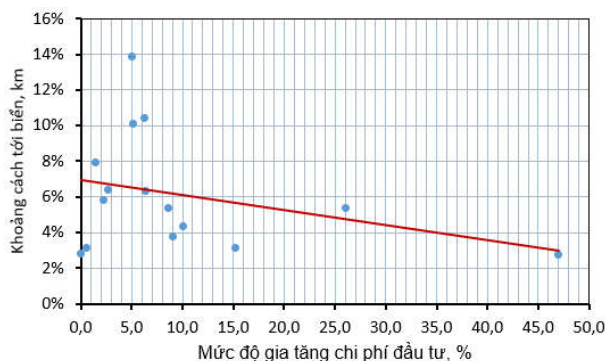


Hình 4: Ảnh hưởng của biên độ triều đến sự biến động của chi phí đầu tư

Sự dâng cao của mực nước biển / sông (r_{NBD}): Kết quả tính toán cho thấy mức độ gia tăng của mực nước biển càng cao thì chi phí cho các giải pháp thích ứng càng tăng. Sự gia tăng chi phí đầu tư cho các giải pháp thích ứng ở khu vực từ Quảng Ninh đến Thừa Thiên – Huế trung bình 5,78% (11 công); khu vực từ Đà Nẵng đến Bình Thuận trung bình 6,41% (04 công).

- Khoảng cách từ vị trí công đến biển

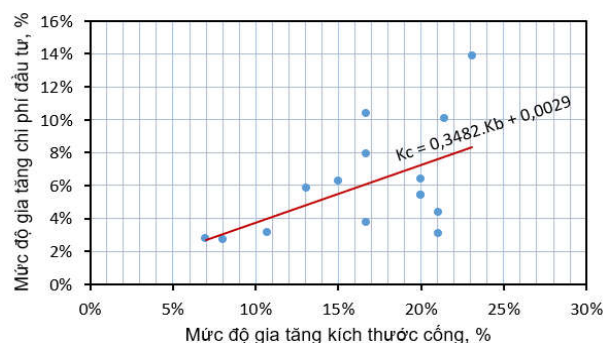
Chi phí đầu tư cho các giải pháp ứng phó với BĐKH có xu hướng giảm dần theo sự gia tăng khoảng cách từ vị trí xây dựng công đến biển. Điều này minh chứng rằng, càng vào sâu trong đất liền, tác động của NBD càng giảm; tuy nhiên, tác động của BĐKH đến các yếu tố khí hậu như lượng mưa, nhiệt độ, ... vẫn hiện hữu.



Hình 5: Ảnh hưởng của khoảng cách từ cống đến biển tới chi phí đầu tư

- Ảnh hưởng của các yếu tố công trình

Các yếu tố về công trình như kích thước, cao trình, kết cấu, giải pháp xử lý nền, biện pháp xây dựng quyết định lớn đến chi phí đầu tư. Hình 6 thể hiện mối liên hệ giữa chi phí đầu tư và kích thước cống (bề rộng cống). Có thể nhận thấy rằng, kích thước cống càng mở rộng để thích ứng với BĐKH thì càng làm gia tăng chi phí đầu tư.



Hình 6: Mối liên hệ giữa kích thước cống và chi phí đầu tư

Mối liên quan này có thể biểu diễn qua biểu thức dưới đây:

$$K_C = 0,3482 \cdot K_b + 0,0029 \quad (7)$$

Trong đó: K_C - Mức độ tăng thêm của chi phí đầu tư, %; K_b - Mức độ gia tăng của kích thước cống, %.

Từ các kết quả tính toán và các phân tích trên cho thấy, sự gia tăng của chi phí đầu tư cho các giải pháp ứng phó với BĐKH đối

với các cống dưới đê vùng triều có sự phân tán khá rõ nét; điều này minh chứng rằng mức độ biến động của chi phí đầu tư phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như quy mô công trình, vị trí xây dựng công trình, đặc điểm khí hậu – thủy văn, đặc điểm địa hình – địa chất, quy mô tổng mức đầu tư, ... Đối với từng công trình cụ thể mức độ ảnh hưởng của các yếu tố là khác nhau.

Ở vùng khí hậu miền Bắc (06 cống), nơi có biến đổi lượng mưa 05 ngày max do BĐKH trung bình 3,71%; chế độ thủy triều là nhật triều với biên độ triều trung bình 1,94m; mực nước biển dâng 0,006m / năm; các kết quả tính toán cho thấy mức độ gia tăng khẩu độ cống khi ứng phó với BĐKH 2050 trung bình 15,63% so với hiện tại (trung bình cống dưới đê sông tăng 16,35%, cống dưới đê cửa sông tăng 16,67% và cống dưới đê biển tăng 14,02%); mức độ gia tăng chi phí trung bình 3,69% (các cống dưới đê sông tăng trung bình 4,16%; cống dưới đê cửa sông 3,77% và cống dưới đê biển 2,95%).

Ở vùng khí hậu Bắc Trung bộ (05 cống), mức độ biến đổi lượng mưa 05 ngày max do BĐKH trung bình 3,79%; trong vùng có 03 chế độ thủy triều khác nhau (nhật triều không đều, bán nhật triều không đều và bán nhật triều đều) với biên độ triều trung bình 0,942m; mực nước biển dâng 0,006m / năm; mức độ gia tăng khẩu độ cống trung bình 18,38% (trung bình cống dưới đê sông tăng 13,69%, cống dưới đê cửa sông tăng 20,72% và cống dưới đê biển – đê ven đầm phá tăng 23,08%); mức độ gia tăng chi phí trung bình 8,78% (các cống dưới đê sông tăng trung bình 6,77%; cống dưới đê cửa sông 8,25% và cống dưới đê biển 13,87%).

Ở vùng khí hậu Nam Trung bộ (04 cống), lượng mưa 05 ngày max do BĐKH tăng trung bình 2,80%; trong vùng có 02 chế độ thủy triều (nhật triều không đều và bán nhật triều không đều) với biên độ triều trung bình 0,97m;

mức nước biển dâng 0,007m / năm; khẩu độ cống gia tăng trung bình 16,18% (cống dưới đê sông 13,04%, cống dưới đê cửa sông 20,00% và cống dưới đê biển – đê ven đầm phá 15,84%); mức độ gia tăng chi phí trung bình 6,37% (các cống dưới đê sông tăng trung bình 5,83%; cống dưới đê cửa sông 5,40% và cống dưới đê biển 7,13%).

7. KẾT LUẬN

Tác động bất lợi của BĐKH đến cơ sở hạ tầng thủy lợi – đặc biệt là cống dưới đê vùng triều – ngày càng rõ rệt. Điều này được thể hiện qua tình trạng hạn hán, xâm nhập mặn và ngập úng ở các vùng chịu ảnh hưởng của thủy triều. Tác động của BĐKH đến cống dưới đê vùng triều và cách tính toán sự thay đổi của

các yếu tố khí hậu cho các giai đoạn trong tương lai đã được đề cập trong nghiên cứu này. Cùng với đó, các giải pháp thích ứng với BĐKH cũng đã được đề xuất gồm các giải pháp công trình và phi công trình. Sự biến động về chi phí đầu tư được xác định cho 15 cống dưới đê vùng ảnh hưởng triều trên cơ sở các giải pháp kỹ thuật đáp ứng yêu cầu hiện trạng (2018) và yêu cầu ứng phó với BĐKH (2050) cũng như các chế độ, chính sách hiện hành; qua đó có thể nhận thấy rằng, chi phí đầu tư cho các giải pháp ứng phó với BĐKH đối với các cống dưới đê vùng triều gia tăng trung bình 6,10%. Trong một mức độ nào đó, sự gia tăng này có thể chấp nhận được cho một giải pháp bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016. Kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam.
- [2] Quy hoạch thủy lợi vùng đồng bằng sông Hồng giai đoạn 2012 - 2020 và định hướng đến năm 2050 trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng, 2012.
- [3] Quy hoạch thủy lợi khu vực Bắc Trung bộ giai đoạn 2012 - 2020 và định hướng đến năm 2050 trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng, 2012.
- [4] Quy hoạch thủy lợi khu vực Nam Trung bộ giai đoạn 2012 - 2020 và định hướng đến năm 2050 trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng, 2012.
- [5] Đinh Xuân Trọng, Đỗ Hoài Nam, 2019. “Báo cáo tổng hợp” gói thầu “Xác định hững thay đổi bổ sung về chi phí đầu tư cho cơ sở hạ tầng tưới tiêu thích ứng với BĐKH – nghiên cứu điển hình cho các cống vùng triều ở miền Bắc và miền Trung” thuộc Dự án Ban Quản lý dự án hỗ trợ các dự án quản lý nguồn nước và phát triển đô thị trong mối liên hệ với BĐKH tại Hà Tĩnh, Ninh Thuận và Bình Thuận do Vương quốc Bỉ tài trợ.