

Xây dựng phương pháp đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng tới công trình hạ tầng kỹ thuật-thử nghiệm cho khu vực ven biển tỉnh Khánh Hòa

Trần Ngọc Anh^{1,2,*}, Đặng Đình Đức², Đặng Đình Khá^{1,2}, Phạm Thị Ngọc Quỳnh³, Hoàng Thái Bình⁴, Đỗ Thị Hoàng Dung⁵, Bùi Minh Sơn⁵, Nguyễn Thanh Sơn¹

¹*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

²*Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

³*Khoa Địa lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, 136 Xuân Thủy, Hà Nội, Việt Nam*

⁴*Viện Địa lý, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội, Việt Nam*

⁵*Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Khánh Hòa, 14 Hoàng Hoa Thám, Nha Trang*

Nhận ngày 03 tháng 10 năm 2013

Chỉnh sửa ngày 08 tháng 11 năm 2013; Chấp nhận đăng ngày 18 tháng 11 năm 2013

Tóm tắt: Vấn đề đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương do tác động của Biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD) lên các công trình hạ tầng kỹ thuật rất cần thiết và là cơ sở để xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu, thực hiện Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH ở các ngành và địa phương. Tuy vậy, đây là một bài toán mới, tương đối hóc búa không chỉ đối với Việt Nam mà với nhiều nước tiên tiến trên thế giới, đặc biệt các nước nằm trong danh sách dễ bị tổn thương do BĐKH. Đã có một số nghiên cứu trong và ngoài nước nỗ lực tìm ra phương pháp tính toán, tuy nhiên các nghiên cứu vẫn chưa áp dụng được rộng rãi trong thực tế. Góp phần giải quyết bài toán đó, nghiên cứu này trình bày các phương pháp đánh giá tác động và tính tổn thương cho một số lĩnh vực công trình thuộc hạ tầng kỹ thuật. Để khẳng định được tính chắc chắn của lý thuyết, nghiên cứu đã áp dụng thử nghiệm, đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương do BĐKH và NBD lên hạ tầng kỹ thuật khu vực ven biển tỉnh Khánh Hòa.

1. Giới thiệu

Việt Nam là quốc gia có bờ biển dài, dân cư phân bố tập trung ở các đồng bằng ven biển, trong vòng 30 năm tới có trên 35% dân số sống ở khu vực ven bờ [1], và khoảng 50% các đô thị lớn với kết cấu hạ tầng và nhiều khu công nghiệp lớn đang được đầu tư phát triển mạnh ở

khu vực ven biển, trong đó có ba vùng kinh tế trọng điểm quốc gia [2]. Mặt khác, biến đổi khí hậu đang hàng ngày giờ có những tác động trực tiếp đến các cộng đồng dân cư, và nhìn chung các tác động của BĐKH sẽ thể hiện rõ nét và tiềm năng gây rủi ro cao ở các khu vực ven biển [3], nhất là đối với các cộng đồng dân cư và hệ thống hạ tầng cơ sở. Do vậy, ứng phó với biến đổi khí hậu đang là vấn đề mang tính thời sự và cốt lõi trong việc bảo vệ các thành quả của phát triển kinh tế xã hội hướng đến phát triển bền

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-915051515.
E-mail: tnanh2000@yahoo.com

vững, đặc biệt là ở Việt Nam – quốc gia được Liên hiệp quốc xếp nằm trong nhóm nước dễ bị tổn thương nhất do BĐKH [4].

Nhằm xác định các kế hoạch hành động thích ứng và ứng phó hiệu quả với BĐKH, cần có những đánh giá chi tiết về tác động của BĐKH đến các ngành, lĩnh vực, các địa phương và các cộng đồng dân cư, trong đó tác động đến các công trình và hệ thống hạ tầng cơ sở đóng vai trò trung tâm. Xác định danh mục các công trình chịu tác động và đánh giá mức độ dễ bị tổn thương đối với BĐKH của các công trình hạ tầng cơ sở sẽ giúp cho các nhà quản lý, nhà hoạch định chính sách và người dân chủ động trong công tác phòng ngừa và ứng phó, cũng như xác định các mục tiêu ngắn hạn, dài hạn trong việc xây dựng, bảo trì, nâng cấp, sửa chữa và khắc phục hệ thống các công trình cơ sở hạ tầng trong bối cảnh BĐKH.

Trong khoảng 30 năm trở lại đây, thì tính dễ bị tổn thương được các nhà khoa học tập trung nghiên cứu nhiều trong các lĩnh vực như: kinh tế - xã hội, môi trường, tự nhiên, hiểm họa thiên tai,... với nhiều cách tiếp cận khác nhau. Tuy nhiên, trong thời gian gần đây, cách tiếp cận được nhiều nghiên cứu đồng thuận dựa trên khái niệm về tính dễ bị tổn thương của IPCC (2007) [5] đó là xem tính dễ bị tổn thương của một đối tượng phụ thuộc vào *Độ lộ diện* (exposure) của đối tượng trước yếu tố tác động, *Tính nhạy* (sensitivity) của đối tượng đối với yếu tố tác động và *Khả năng ứng phó* (Coping capacity) của đối tượng chịu tác động. Đã có nhiều công thức được đề xuất biểu thị cho mối quan hệ này [6-8], tuy nhiên trên thực tế ứng dụng tại các cộng đồng thường gộp *Tính nhạy* và *Khả năng ứng phó* thành *Năng lực thích ứng* (adaptive capacity) [9,10]. Nhằm thống nhất các quy trình đánh giá tác động của BĐKH đến các ngành, lĩnh vực và cộng đồng dân cư, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Viện Khoa học Khí

tượng Thủy văn và Môi trường đã xây dựng cuốn Hướng dẫn kỹ thuật “*Đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng*” [11] trong đó có đề cập tới khung đánh giá tác động, các chỉ dẫn và ví dụ đánh giá tác động, rủi ro và khả năng dễ bị tổn thương cho các lĩnh vực chủ yếu khác nhau. Tuy nhiên, đối với cơ sở hạ tầng, hướng dẫn này mới chỉ đưa ra quy trình và các chỉ dẫn chung theo hướng tiếp cận tổng thể, do vậy khó áp dụng trong thực tế vốn có hệ thống các công trình hạ tầng cơ sở rất phong phú, đa dạng về quy mô, kích thước cũng như mục tiêu và chức năng hoạt động. Mặt khác, trong hướng dẫn mới chỉ tập trung vào đánh giá tác động của BĐKH đến bản thân công trình (khả năng tồn tại của công trình) chứ chưa đề cập đến khả năng vận hành công trình hoặc các chức năng của công trình theo thiết kế trong điều kiện có BĐKH. Tuy nhiên, trong thực tế có rất nhiều trường hợp tuy công trình không hề bị tổn thương, không thể hoạt động được đúng chức năng nếu rủi ro xảy ra, ví dụ: trạm bơm tiêu úng không bị hư hại nhưng do lượng mưa lớn vượt thiết kế dẫn đến lượng nước cần tiêu lớn trong khi mực nước tại nơi tiếp nhận cao hơn thiết kế do vậy sự hoạt động của trạm bơm chắc chắn bị ảnh hưởng tiêu cực.

Mặt khác, theo nghiên cứu của Luers và cộng sự (2003) thì *Năng lực thích ứng*: là một yếu tố quan trọng trong định hình tổn thương và được định nghĩa là “*là phạm vi mà một hệ thống có thể thay đổi/chỉnh sửa những bối cảnh của nó để đạt tới hiện trạng/điều kiện ít tổn thương hơn*” [12]. Năng lực thích ứng phản ánh năng lực của hệ thống trong việc phản hồi với những thay đổi đối với môi trường bên ngoài, cũng sự phục hồi từ những phá huỷ của cấu trúc bên trong có tác động đến đến hệ thống và năng lực để đạt được mục tiêu hoạt động của công trình. Hay nói cách khác, tính tổn thương của

một công trình kỹ thuật còn thể hiện ở mức độ giữa sự thay đổi của tải trọng tác động lên công trình dưới tác động của BĐKH&NBD so với năng lực hiện có của công trình. Công trình sẽ bị đánh giá là dễ bị tổn thương nếu BĐKH đã làm gia tăng tải trọng lên công trình vượt quá khả năng theo thiết kế của bản thân công trình. Do vậy, đối với một số các loại hình công trình, ngoài việc đánh giá tác động của BĐKH&NBD đến bản thân công trình thì cần xem xét thêm tác động của BĐKH&NBD so với năng lực đáp ứng của công trình đó. Tuy nhiên, hiện nay chưa có các hướng dẫn, gợi ý chi tiết về việc chi tiết hóa hay định lượng hóa các mức độ tổn thương theo các cấp tổn thương mà mới chỉ dừng lại xác định công trình có bị tổn thương hay không.

Trong nghiên cứu này tác giả tập trung vào việc xây dựng phương pháp đánh giá nhằm chi tiết hóa các hướng dẫn cụ thể cho từng loại công trình hạ tầng cơ sở và xây dựng các bảng chỉ tiêu đánh giá. Phương pháp được ứng dụng thử nghiệm đánh giá cho các công trình khu vực ven biển tỉnh Khánh Hòa và bước đầu đã cho kết quả khả quan, có thể ứng dụng cho các khu vực tương tự.

2. Phương pháp

Theo Điều 3 khoản 5 Luật Xây dựng năm 2003 [13] khái niệm về công trình hạ tầng kỹ thuật được xác định như sau: “Công trình hạ tầng cơ sở bao gồm công trình hạ tầng kỹ thuật và công trình hạ tầng xã hội. Trong đó, hệ thống công trình hạ tầng kỹ thuật bao gồm hệ thống giao thông, thông tin liên lạc, cung cấp năng lượng, chiếu sáng công cộng, cấp nước, thoát nước, xử lý chất thải và các công trình khác. Hệ thống công trình hạ tầng xã hội bao gồm: hệ thống công trình y tế, văn hóa, giáo

dục, thể thao, thương mại, dịch vụ công cộng, cây xanh, công viên, mặt nước và các công trình khác”. Trong nghiên cứu này, do thời gian và kinh phí có hạn đã tập trung làm rõ phương pháp đánh giá mức độ tổn thương do biến đổi khí hậu và nước biển dâng tới một số lĩnh vực hạ tầng kỹ thuật phổ biến và có ảnh hưởng sâu rộng tới đời sống kinh tế xã hội bao gồm giao thông vận tải, nông nghiệp, công nghiệp, hạ tầng cấp thoát nước và văn hóa - thể thao - du lịch. Cụ thể:

- Lĩnh vực giao thông vận tải chủ yếu tập trung đánh giá sự ảnh hưởng của các công trình: đường giao thông ven biển, cảng biển, cầu cảng, cầu, cầu chui, hầm chui;

- Lĩnh vực nông nghiệp tập trung chủ yếu vào các công trình: đê, kè ven biển, công trình thủy lợi, các trạm bơm tưới tiêu, công trình sản xuất muối, nuôi trồng thủy sản, khu neo đậu tàu thuyền tránh trú bão;

- Lĩnh vực công nghiệp chủ yếu tập trung vào hạ tầng cho các khu công nghiệp ven biển;

- Lĩnh vực hạ tầng đô thị tập trung chủ yếu vào mạng lưới cấp nước, thoát nước cho các thành phố, đô thị;

- Lĩnh vực văn hóa thể thao và du lịch chủ yếu tập trung vào các công trình: công trình công cộng, nhà văn hóa, khu du lịch tập trung, các di tích lịch sử đã được xếp hạng.

Phương pháp tính mức độ tổn thương chung đối với công trình hạ tầng kỹ thuật được xây dựng dựa trên tài liệu [11]. Theo đó công thức đề xuất tính tổn thương có dạng:

Tổn thương = Mức độ rủi ro – Năng lực thích ứng (1)

Mức độ rủi ro hay còn gọi là độ lộ diện được xác định dựa trên khả năng tác động và tổn thất gây ra do biến đổi khí hậu. Hàm rủi ro phụ thuộc mức độ tác động, cụ thể là mức độ ngập lụt (bao gồm quy mô không gian và thời

gian), mức độ quan trọng của công trình (bao gồm ảnh hưởng tới sự vận hành của công trình). Trong khi đó, hàm năng lực thích ứng phụ thuộc hiện trạng công trình (bao gồm kết cấu, tính chất, các giải pháp kỹ thuật cũng như công tác quản lý, vận hành của cơ quan chức năng). Như vậy, hàm tổn thương tỷ lệ thuận với mức độ rủi ro và được giảm bớt khi khả năng thích ứng lớn. Tuy nhiên, trong thực tế, khi công trình có mức độ rủi ro cao thì dù khả năng thích ứng tốt tới mức nào cũng không thể khiến mức tổn thương của công trình đó bằng 0. Với quan điểm rằng khả năng thích ứng chỉ hạn chế được một phần mức độ tổn thương, nghiên cứu này đã đưa ra 5 cấp độ đối với hàm rủi ro (không đáng kể, trung bình, ảnh hưởng, nghiêm trọng, thảm họa) và 3 cấp độ đối với hàm khả năng thích ứng (thấp, trung bình, cao). Hàm tổn thương được định lượng thành 5 cấp: không đáng kể, nhẹ, trung bình, cao, rất cao.

Hàm mức độ rủi ro và khả năng thích ứng được xác định theo công thức:

$$\text{Mức độ rủi ro} = (a \cdot H + b \cdot T) \cdot c \cdot d \quad (2)$$

$$\text{Khả năng thích ứng} = x \cdot HT + y \cdot QLTC \quad (3)$$

Trong đó:

a, b: Trọng số về mức độ ngập sâu, thời gian ngập

c: Quy mô ngập hay % diện tích ngập [0,1]

d: Trọng số mức độ quan trọng của công trình

H, T: cấp độ ngập và thời gian ngập, phụ thuộc từng đối tượng công trình cụ thể (5 cấp)

HT: hiện trạng công trình bao gồm loại vật liệu, kết cấu (3 cấp: tốt, trung bình, xuống cấp)

X: Trọng số hiện trạng công trình

QLTC: Khả năng quản lý và năng lực tài chính (3 cấp: tốt, trung bình, kém)

Căn cứ trên các đối tượng cụ thể là các công trình hạ tầng kỹ thuật đã liệt kê, phân tích chi tiết đối với các hạng mục công trình, nghiên cứu này đề xuất việc lựa chọn các trọng số trong công thức (2) và (3) như sau:

- Các công trình hạ tầng kỹ thuật giao thông (gồm có đường với cấp đường huyện lộ, tỉnh lộ và quốc lộ, cầu công, cầu chui, hầm chui, cầu cảng):

Do chưa có các đánh giá về tác động của độ sâu ngập lụt và thời gian duy trì độ sâu ngập lụt đối với công trình nói chung và công trình giao thông nói riêng, giả thiết trọng số độ sâu ngập và thời gian ngập là như nhau ($a=1, b=1$). Mức độ ngập sâu và thời gian ngập được phân chia thành 5 cấp căn cứ trên các tổng quan về tình hình ngập lụt ở khu vực nghiên cứu, theo đó công trình nằm trong vùng có độ ngập sâu $<0,1m$ và thời gian ngập $<0,5h$ coi như không bị tác động của ngập lụt (Bảng 1).

Đối với các công trình giao thông, nhằm phục vụ tốt hơn cho công tác quản lý, điều hành và cụ thể hóa các khu vực chịu tác động, các tuyến đường trên khu vực nghiên cứu được chia thành nhiều đoạn để đánh giá riêng biệt trong khi các công trình còn lại chủ yếu có diện tích nhỏ do hệ số c trong công thức (1) có thể được bỏ qua ($c=1$). Hệ số d xác định mức độ quan trọng của công trình được xác định có giá trị lớn nhất ($d=1,0$) đối với đường quốc lộ và các công trình nằm trên đường quốc lộ, hoặc bến cảng thủy quy mô lớn; có giá trị nhỏ nhất ($d=0,5$) đối với các công trình cấp huyện (liên xã) trong nghiên cứu này (Bảng 2).

Bảng 1. Phân cấp độ sâu và thời gian ngập các công trình giao thông

Độ ngập sâu (m)	<0,1 m	0,1-0,2	0,2-0,5	0,5-0,75	0,75-1,0	>1,0
H: Cấp độ ngập	0	1	2	3	4	5
Thời gian ngập (h)	< 1	1-6	6-12	12-18	18-24	> 24
T: Cấp độ thời gian ngập	0	1	2	3	4	5

Bảng 2. Hệ số xác định mức độ quan trọng của các công trình giao thông

Cấp công trình	Quốc lộ và các công trình thuộc Quốc lộ	Tỉnh lộ và các công trình thuộc tỉnh lộ	Các công trình cảng, bến neo đậu tàu thuyền quy mô cấp tỉnh	Các công trình cảng, bến neo đậu tàu thuyền quy mô cấp huyện	Đường liên xã và các công trình thuộc đường liên xã	Đường cấp thôn và các công trình đơn giản khác
Hệ số <i>d</i>	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5

- Hạ tầng kỹ thuật lĩnh vực công nghiệp (chủ yếu các khu công nghiệp, khu nhà máy, xí nghiệp)

Tương tự, khi xét các khu công nghiệp, trọng số độ sâu ngập và thời gian ngập được xác định bằng nhau, trọng số diện tích ngập c được tính theo tỷ lệ diện tích ngập lụt $>0,2m$ so với toàn bộ diện tích của khu công nghiệp và được xác định từ bản đồ ngập lụt (Bảng 3). Mức độ quan trọng của công trình được xét dựa trên quy mô công trình và tầm quan trọng của nó đối với kinh tế, quốc phòng. Đối với quy mô có thể phân theo 3 cấp: lớn ($<300ha$), vừa (từ $100-300ha$) và nhỏ ($>100ha$). Các hệ số khác như cấp độ ngập sâu, được giả thiết như công trình giao thông riêng cấp độ thời gian ngập được tính từ mức duy trì ngập ngắn hơn

phản ánh tính quan trọng của thời gian ngập trong khu công nghiệp (Bảng 3).

- Hạ tầng kỹ thuật lĩnh vực văn hóa, thể thao và du lịch (bao gồm các khu di tích lịch sử, văn hóa, kiến trúc nghệ thuật, khu du lịch nghỉ dưỡng)

Do có tính chất tương đồng về quy mô không gian của đối tượng, các hệ số a, b, c được xác định tương tự với các công trình giao thông. Mức độ quan trọng của các loại hình công trình (d) được phân loại theo 5 cấp (Bảng 4) bao gồm di tích lịch sử cấp quốc gia; di tích lịch sử cấp tỉnh, di tích chưa xếp hạng, danh lam thắng cảnh và khu nghỉ dưỡng lớn, kiến trúc nghệ thuật và các khu nghỉ dưỡng nhỏ.

Bảng 3. Phân cấp độ sâu ngập, thời gian ngập và trọng số xác định diện tích ngập c các công trình khu công nghiệp

Thời gian ngập (h)	< 0.5h	0.5-2	2-6	6-10	10-14	> 14
T: Cấp độ thời gian ngập	0	1	2	3	4	5
Diện tích bị ngập	0%	<5%	5-20%	20-50%	50-75%	>75%
C: trọng số diện tích ngập	0	1	2	3	4	5

Bảng 4. Hệ số xác định mức độ quan trọng của các công trình văn hóa, thể thao, du lịch

Cấp công trình	Di tích lịch sử cấp quốc gia	Di tích lịch sử cấp tỉnh và các di tích đủ tiêu chuẩn xếp hạng	Danh lam thắng cảnh, khu nghỉ dưỡng lớn	Công trình kiến trúc nghệ thuật, khu nghỉ dưỡng nhỏ
Hệ số d	1,0	0,8	0,7	0,5

- Hạ tầng kỹ thuật lĩnh vực nông nghiệp (đê, kè ven biển, công trình thủy lợi, các trạm bơm tưới tiêu, công trình sản xuất muối, nuôi trồng thủy sản, khu neo đậu tàu thuyền tránh trú bão).

Với các công trình đê, kè, cảng cá, khu neo đậu nghề cá, trạm bơm tưới, loại hình công trình này được thiết kế với mục đích bảo vệ khu dân cư hoặc khu sản xuất trước tác động của thủy tai, do vậy cao trình đỉnh được xác định theo một ngưỡng thiết kế xác định. Khi mực nước lớn hơn hoặc thậm chí bằng cao trình đỉnh sẽ tác động tiêu cực tới bản thân công trình. Do vậy, trọng số về độ sâu ngập, được xác định như Bảng 5, hệ số c được lấy bằng 1, hệ số d được lấy cao nhất ($d=1$) đối với nhóm công trình này. Các công trình có cao trình đỉnh nằm dưới mực nước biển dâng sẽ được lấy giá trị cho hàm rủi ro là cấp cao nhất (cấp 5), nếu nằm trên mực nước biển dâng trung bình nhưng nằm dưới mực nước biển dâng do bão và thời tiết dị thường lấy giá trị hàm rủi ro là cấp 4.

Các công trình thủy lợi như kênh tưới tiêu, đập dâng, cống thuộc nhóm các công trình thiết kế với mục đích thường xuyên ngập nước. Do vậy tác động của ngập lụt tới bản thân công trình được xem là không đáng kể, nhưng nếu nằm trong dưới mực nước biển dâng thì cũng sẽ lấy giá trị hàm rủi ro là cấp cao nhất (cấp 5).

Đối với các công trình phục vụ sản xuất muối (khu sản xuất, nhà kho, xưởng...) và nuôi trồng thủy sản (đầm nuôi, hệ thống lấy nước,...), cách đánh giá tương tự như các công trình hạ tầng kỹ thuật lĩnh vực công nghiệp (Bảng 3) và giao thông (Bảng 1).

- Hạ tầng đô thị (công trình và mạng lưới cấp, thoát nước).

Trong các công trình thuộc lĩnh vực này, tác động của BĐKH thể hiện ở 2 mặt, tác động đến

chính bản thân công trình (gây ngập lụt nhà máy) và tác động đến sự hoạt động của công trình (các trạm bơm và công trình lấy nước, tiêu nước). Tuy nhiên trong khuôn khổ nghiên cứu này chỉ sử dụng công thức (2), (3) để xem xét tác động của BĐKH đối công trình. Cụ thể:

Với hệ thống cấp nước: nếu các công trình cấp nước nằm trong vùng ngập thì xem rằng nó bị tổn thương, mức độ tổn thương phụ thuộc lớn vào độ sâu ngập (tương tự như Bảng 3); nếu các công trình cấp nước nằm ngoài vùng ngập thì xem xét khả năng cung cấp nước trong điều kiện tương lai dưới tác động của biến đổi khí hậu so với thiết kế của công trình, nếu tại vị trí lấy nước, nguồn nước không đáp ứng được thiết kế thì xem đó là sự tổn thương tới hệ thống công trình.

Với hạ tầng thoát nước: xét khả năng thoát nước thiết kế và hiện trạng của hệ thống, căn cứ trên lượng mưa thiết kế theo kịch bản BĐKH và mực dâng nước biển so với cao trình các cửa xả để xác định mức độ tổn thương của các công trình này dưới tác động của BĐKH và nước biển dâng.

Đối với khả năng thích ứng, trong nghiên cứu này giả thiết rằng mức độ quan trọng của hiện trạng chất lượng công trình và khả năng quản lý công trình là như nhau đối với khả năng thích ứng trước BĐKH&NBD, do vậy lấy các hệ số $x=y=1$. Giá trị về hiện trạng công trình được xác định dựa trên mức độ hiện trạng công trình từ điều tra khảo sát thực địa và được phân chia lại thành 3 cấp (Bảng 6). Giá trị về khả năng quản lý công trình được xác định dựa trên cấp của đơn vị quản lý công trình từ cơ sở dữ liệu (CSDL) và phân thành 3 cấp (Bảng 7).

Bảng 5. Phân cấp độ sâu và thời gian ngập các công trình đê, kè, cảng cá, khu neo đậu tàu thuyền trú tránh trú bão

Độ sâu ngập (m)	= 0 (H<H đỉnh)	0,0-0,1	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,75	>0,75
H: Cấp độ ngập	0	1	2	3	4	5

Bảng 6. Phân cấp về hiện trạng công trình

Hiện trạng công trình	Tốt	Trung bình	Xuống cấp
Cấp độ về hiện trạng công trình	3	2	1

Bảng 7. Phân cấp về khả năng quản lý công trình

Đơn vị quản lý	Cấp tỉnh trở lên và tương đương	Cấp huyện và tương đương	Cấp xã và tương đương, các đơn vị tư nhân
Cấp độ về khả năng quản lý công trình	3	2	1

- Đánh giá thử nghiệm cho các công trình ven biển tỉnh Khánh Hòa

Khánh Hòa là một tỉnh thuộc khu vực Nam Trung bộ, phía Bắc giáp tỉnh Phú Yên, phía Nam giáp tỉnh Ninh Thuận, phía Tây giáp tỉnh Đaklak và Lâm Đồng. Tổng diện tích đất tự nhiên Khánh Hòa là 5.197km² [16] cùng với diện tích biển lớn gấp nhiều lần diện tích đất liền. Khánh Hòa là một trong những tỉnh có đường bờ biển dài và đẹp nhất Việt Nam, chiều dài đường bờ biển dài khoảng 385km kéo dài từ Đại Lãnh tới cuối vịnh Cam Ranh, với nhiều đầm, vịnh, lạch, cùng hơn 200 đảo lớn nhỏ ven bờ (Hình 1). Ngoài ra, Khánh Hòa còn có các đảo san hô ở huyện đảo Trường Sa, với khoảng hơn 100 đảo bãi cạn, bãi ngầm.

Khu vực ven biển tỉnh Khánh Hòa từ Bắc vào Nam gồm: 10 xã, thị trấn (huyện Vạn Ninh), 9 xã, phường (thị xã Ninh Hòa), 10 phường, xã (thành phố Nha Trang), 6 xã, thị trấn (huyện Cam Lâm), 10 phường, xã (thành phố Cam Ranh). Với hàng loạt các khu du lịch, công trình xây dựng, hệ thống giao thông, cảng biển, khu neo đậu tàu thuyền, các công trình hạ tầng cơ sở của các ngành, lĩnh vực nông nghiệp, thủy lợi, thủy sản, sản xuất muối... nằm tiếp giáp với bờ biển, thậm chí tiếp giáp với mép nước biển, Khánh Hòa đang là một trong những tỉnh phát triển kinh tế biển. Các vịnh Vân Phong, Nha Trang và Cam Ranh của tỉnh Khánh hòa có vị trí thuận lợi có tiềm năng phát

triển du lịch biển đảo, xây dựng các công trình cảng biển, nuôi trồng thủy sản, trồng muối và các dịch vụ khác. Theo tài liệu điều tra dân số tỉnh Khánh Hòa vào 4/2011, dân số toàn tỉnh là 1.174.100 người, dân số tập trung ở các xã, phường ven biển là 499.374 người (chiếm 43% dân số toàn tỉnh) [17]. Định hướng phát triển kinh tế xã hội của tỉnh đến năm 2015 sẽ tập trung phát triển mạnh hướng kinh tế biển, tập trung vào công nghiệp chế tạo, chế biến, xây dựng khu kinh tế Vân Phong và các khu công nghiệp Bắc Cam Ranh, Nam Cam Ranh, thành phố Nha Trang. Phát triển lĩnh vực dịch vụ, đẩy nhanh tiến độ xây dựng các trung tâm du lịch ở Nha Trang, Cam Ranh, Vân Phong;

Bên cạnh những yếu tố thuận lợi để phát triển kinh tế xã hội của vùng ven biển thì các công trình cơ sở hạ tầng được xây dựng trên vùng ven biển chính là những đối tượng dễ chịu tác động mạnh mẽ của BĐKH&NBD.

Sử dụng phương pháp đánh giá tính tổn thương cho mỗi lĩnh vực công trình đã xây dựng ở trên, căn cứ trên các tài liệu điều tra thực địa kết hợp các nguồn tài liệu sẵn có đã được xây dựng thành dạng CSDL [14], các bản đồ ngập lụt do BĐKH&NBD tại khu vực nghiên cứu [15], tiến hành đánh giá tác động của BĐKH&NBD tới bản thân từng công trình theo các bước như sau:

Bước 1: Đánh giá mức độ rủi ro (độ lộ diện) dựa trên các bản đồ ngập lụt theo các kịch

bản BĐKH và vị trí các công trình cùng thuộc tính công trình trong CSDL. Đây thực chất chính là đánh giá chịu tác động của BĐKH và NBD đối với từng công trình riêng biệt. Sử dụng công thức (2), các kết quả về đánh giá mức độ rủi ro được minh họa trong bảng 8.

Bước 2: Căn cứ trên các kết quả đánh giá, phân cấp các mức độ rủi ro theo 5 cấp, với trọng số từ 1-5. Các kết quả được trình bày trong cột (8, 12) của bảng 8.

Cụ thể, theo kịch bản phát thải trung bình, trong số 350 công trình hạ tầng đã điều tra khảo sát trong khuôn khổ nhiệm vụ này, có: 31 công trình thuộc loại *Rất rủi ro* trước tác động của BĐKH&NBD, chủ yếu tập trung vào các lĩnh vực văn hóa, du lịch, di tích lịch sử ở các huyện Vạn Ninh và thành phố Nha Trang; 75 công

trình thuộc loại *Tương đối rủi ro*, chủ yếu là các lĩnh vực di tích lịch sử và giao thông vận tải ở các huyện Ninh Hòa, Cam Ranh; 135 công trình thuộc loại *Rủi ro*, chủ yếu là các lĩnh vực di tích lịch sử, giao thông ở các huyện Ninh Hòa, Vạn Ninh và thành phố Nha Trang; 33 công trình thuộc loại *Ít bị rủi ro* và số còn lại được cho rằng không chịu tác động BĐKH&NBD (*Không có rủi ro*).

Theo kịch bản phát thải cao có: 37 công trình thuộc loại *Rất rủi ro* trước tác động của BĐKH&NBD; 77 công trình thuộc loại *Tương đối rủi ro*; 155 công trình thuộc loại *Rủi ro*; 39 công trình thuộc loại *Ít bị rủi ro* và số còn lại được cho rằng không chịu tác động BĐKH&NBD (*Không có rủi ro*).

Bảng 8. Minh họa kết quả đánh giá mức độ rủi ro (R) cho các công trình

TT	Tên công trình	Vị trí		Kịch bản phát thải trung bình				Kịch bản phát thải cao			
		Xã/ Phường /TT	Huyện/ TP	Độ sâu ngập	Thời gian ngập	Hệ số rủi ro (R)	Cấp độ rủi ro	Độ sâu ngập	Thời gian ngập	Hệ số rủi ro (R)	Cấp độ rủi ro
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
A Công trình lĩnh vực giao thông											
1	QL1A (đoạn từ Cầu Lãm - ngã 3 đi vào đình Tam Ích)		Ninh Hòa	0.8	18	8	4	0.8	19	8	4
2	QL 26B Đoạn giao với QL 1 – cầu Hà Thanh		Ninh Hòa	1.0	8	7	4	1.2	12	8	4
B Công trình lĩnh vực nông nghiệp											
1	Trạm bơm Tiên Phong		Ninh Hòa	0.5	10	5	3	0.5	12	6	3
2	Đê Vạn Khánh	Vạn Khánh	Vạn Ninh	0.3	Thường xuyên	7	4	0.6	Thường xuyên	8	4
C Công trình lĩnh vực công nghiệp											
1	Khu CN vừa và nhỏ Đắc Lộc		Nha Trang	0.5	15	2.8	2	0.5	16	2.8	2
D Văn hóa, thể thao, du lịch											
1	Đình Phú Cang		Vạn Ninh	0.5	58	8	5	0.5	60	8	5
2	Đình Hải Triều		Vạn Ninh	0.5	19	5.6	3	0.5	24	6.4	4

Bước 3: Đánh giá khả năng thích ứng của công trình dựa trên các thông tin chi tiết về hiện trạng công trình. Sử dụng công thức (3), giá trị hiện trạng công trình được tính trực tiếp và tự động từ các thông tin trích xuất cho từng công trình CSHT từ CSDL đã xây dựng. Các kết quả minh họa cho kết quả tính khả năng thích ứng trình bày trong bảng 9.

Bước 4: Căn cứ trên các kết quả đánh giá, phân cấp các khả năng thích ứng theo 5 cấp, với trọng số từ 1-5. Các kết quả được biểu diễn lại trong cột (8) của bảng 9.

Bước 5: Xác định tính dễ bị tổn thương của từng công trình theo công thức (1) dựa trên các kết quả đánh giá từ bước 2 và 3 theo phương pháp ma trận, và đánh giá tính dễ bị tổn thương theo 5 cấp minh họa trong bảng 10.

Cụ thể, theo kịch bản phát thải trung bình trong số 350 công trình hạ tầng đã điều tra khảo sát trên địa bàn nghiên cứu, có: 23 công trình thuộc loại *Rất dễ bị tổn thương*, chủ yếu tập trung vào các lĩnh vực di tích lịch sử ở các huyện Vạn Ninh và thành phố Nha Trang; 67 công trình thuộc loại *Đễ bị tổn thương*, chủ yếu là các lĩnh vực di tích lịch sử và giao thông ở các huyện Ninh Hòa, Cam Ranh và thành phố Nha Trang; 108 công trình có mức độ *Tổn thương trung bình*, chủ yếu ở lĩnh vực di tích lịch sử và giao thông vận tải tập trung ở Ninh Hòa, Vạn Ninh và thành phố Nha Trang, 76 công trình ở mức độ *Ít bị tổn thương*, chủ yếu là các lĩnh vực giao thông, di tích lịch sử, ở các huyện Ninh Hòa và thành phố Nha Trang, và số còn lại được cho rằng không bị tổn thương đối với BĐKH.

Bảng 9. Minh họa kết quả đánh giá khả năng thích ứng của các công trình

TT	Tên công trình	Vị trí		Hiện trạng công trình	Khả năng QLCT	Hệ số thích ứng	Cấp độ thích ứng
		Xã/Phường/TT	Huyện/TP				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A Công trình lĩnh vực giao thông							
1	QL1A (đoạn từ Cầu Lãm - ngã 3 đi vào đình Tam Ích)			3	3	6	3
2	QL 26B Đoạn giao với QL 1 – cầu Hà Thanh			2	3	5	3
B Công trình lĩnh vực nông nghiệp							
1	Trạm bơm Tiên Phong		Ninh Hòa	1	2	3	2
2	Đê Vạn Khánh	Vạn Khánh	Vạn Ninh	1	2	3	2
C Công trình lĩnh vực công nghiệp							
1	Khu CN vừa và nhỏ Đặc Lộc		Nha Trang	2	2	4	2
D Văn hóa, thể thao, du lịch							
1	Đình Phú Cang		Vạn Ninh	3	2	5	3
2	Đình Hải Triều		Vạn Ninh	1	2	3	2

Bảng 10. Minh họa kết quả đánh giá tính dễ bị tổn thương của các công trình

TT	Tên công trình	Kịch bản phát thải trung bình		Kịch bản phát thải cao	
		Hệ số tổn thương	Cấp độ tổn thương	Hệ số tổn thương	Cấp độ tổn thương
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A Công trình lĩnh vực giao thông					
1	QL1A (đoạn từ Cầu Lãm - ngã 3 đi vào đình Tam Ích)	1	Trung bình	1	Trung bình
2	QL 26B Đoạn giao với QL 1 – cầu Hà Thanh	1	Trung bình	1	Trung bình
B Công trình lĩnh vực nông nghiệp`					
1	Trạm bơm Tiên Phong	1	Trung bình	1	Trung bình
2	Đê Vạn Khánh	2	Cao	2	Cao
C Công trình công nghiệp					
1	Khu CN vừa và nhỏ Đắc Lộ	0	Trung bình	0	Trung bình
D Văn hóa, thể thao, du lịch					
1	Đình Phú Cang	2	Cao	2	Cao
2	Đình Hải Triều	1	Trung bình	2	Cao

Theo kịch bản phát thải cao, có: 29 công trình thuộc loại *Rất dễ bị tổn thương*; 69 công trình thuộc loại *Dễ bị tổn thương*; 128 công trình có mức độ *Tổn thương trung bình*; 82 công trình ở mức độ *Ít bị tổn thương*, và số còn lại được cho rằng không bị tổn thương đối với BĐKH. Toàn bộ các kết quả đánh giá này đã được cập nhật vào CSDL về CSHT ven biển tỉnh Khánh Hòa phục vụ tra cứu và tìm kiếm thông tin phục vụ công tác quản lý nhà nước và quy hoạch công trình.

3. Kết luận

Nghiên cứu này đã lần đầu tiên cụ thể hóa và xác định được các bảng chỉ tiêu chi tiết cho các loại công trình cơ sở hạ tầng phục vụ đánh giá tính dễ bị tổn thương của các công trình đối với tác động của BĐKH&NBD theo hướng dẫn của Bộ TN&MT. Phương pháp này được sử dụng để đánh giá thử nghiệm cho các công trình

CSHT ven biển tỉnh Khánh Hòa, và đã cho thấy phương pháp này có thể giúp phân loại tương đối các công trình theo các mức độ dễ bị tổn thương từ thấp đến cao và bước đầu có những ứng dụng trong thực tiễn quản lý nhà nước tại địa phương. Kết quả đánh giá tại Khánh Hòa đã chỉ ra được danh mục các công trình rất dễ bị tổn thương theo các kịch bản phát thải cao và kịch bản phát thải trung bình, làm cơ sở cho các nghiên cứu chi tiết hơn về đề xuất các phương án ứng phó cho từng hạng mục công trình. Tuy nhiên, do hạn chế về thời gian, trong nghiên cứu này mới chỉ tập trung đánh giá tác động của BĐKH đến bản thân công trình thông qua mức độ ngập lụt mà chưa tính đến các khả năng gây xói lở, bồi tụ và các tác động khác ảnh hưởng đến sự vận hành của công trình, đồng thời việc tính toán về % diện tích ngập mới chỉ sử dụng các kết quả tính toán dựa trên nền cao độ hiện trạng, chưa tính đến các công trình tiêu úng, san lấp ở các KCN trong quá trình xây dựng và cải tạo sau này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Tác An, Nguyễn Kỳ Phùng, Nguyễn Bích Châu Quản lý tổng hợp đới ven bờ biển ở Việt Nam: mô hình và triển vọng. Hội thảo Khoa học kỷ niệm 5 năm thành lập Khoa Kỹ thuật biển, ĐH Thủy lợi, Hà Nội, 2008
- [2] Nguyễn Chu Hồi, Quy hoạch không gian biển và ven biển: Nhu cầu của Việt Nam. Tạp chí Hàng hải Việt Nam 12/2012. Hà Nội. 2012.
- [3] Fletcher T.D., Andrieu H. and Hamel P.. Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. *Advances in Water Resources*, Vol. 51, p. 261–279, 2013
- [4] Maplecroft Climate change and environmental risk Atlas 2014, 2013
- [5] IPCC, Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: WGI: The Physical Science of Climate Change, WGII: Impacts, Adaptation & Vulnerability, WGIII: Mitigation of Climate Change, 2007.
- [6] Villagran de Leon JC, Vulnerability – conceptual and methodological review. *Studies of the university: research, counsel, education, publication series of UNU-EHS4/2006*. Bonn. 2006
- [7] Janet Edwards (2007). *Handbook for Vulnerability Mapping*. EU Asia ProEco project.
- [8] Dang - Nguyen Mai, Mukand S. Babel, Huynh T. Luong (2010), Evaluation of food risk parameter in the Day River flood Diversion Area, Red River Delta, Vietnam. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Springer, Accepted: 13 May 2010. DOI 10.1007/s11069-010-9558-x.
- [9] Nguyễn Thanh Sơn, “Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến biến động tài nguyên nước và vấn đề ngập lụt lưu vực các sông Nhuệ, sông Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội. Đề tài nhóm A cấp Đại học Quốc gia. MS: QGTĐ.10.06, 2012
- [10] Dang Dinh Kha, Tran Ngoc Anh, Nguyen Thanh Son, Flood vulnerability assessment of downstream area in Thach Han river basin, Quang Tri province, *Proceedings of the fifth Conference of Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources. APHW Conference in Ha noi, Vietnam 8-9 Noveber, 2010*
- [11] Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Tài liệu hướng dẫn đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu và xác định giải pháp thích ứng, Nhà xuất bản Tài nguyên – Môi trường và Bản đồ Việt Nam, 2011.
- [12] Luers et al, A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global environmental change*, Vol 13, p. 255-267, (2003).
- [13] Luật Xây dựng số 16/2003/QH11 ngày 26 tháng 11 năm 2003, Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam.
- [14] Hoàng Thái Bình, Đặng Đình Khá, Đặng Đình Đức, Trịnh Xuân Quảng, Lê Ngọc Quyên. Xây dựng cơ sở dữ liệu hạ tầng kỹ thuật ven biển phục vụ lập danh mục các công trình chịu tác động của BĐKH tỉnh Khánh Hòa, Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Số đặc biệt, tháng 11/2013. ISSN 1859 - 394, Kỷ niệm 10 năm Thành lập Khoa Kỹ thuật Biển (2003-2013), Trường Đại học Thủy lợi
- [15] Đặng Đình Khá, Đặng Đình Đức, Hoàng Thái Bình, Lê Ngọc Quyên, Trịnh Xuân Quảng, Trần Ngọc Anh, Xây dựng bản đồ ngập lụt các hệ thống sông chính tỉnh Khánh Hòa theo các kịch bản BĐKH, Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. *Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* Tập 29, số 2S tr. 101 – 112, 2013
- [16] Nguyễn Thanh Sơn Báo cáo điều tra, đánh giá hiện trạng các nguồn nước mặt trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa, phục vụ lập danh mục các nguồn nước bị ô nhiễm, suy thoái và cạn kiệt; Đề xuất các giải pháp xử lý, khôi phục. Dự án chuyển giao Công nghệ giữa Trường Đại học Khoa học Tự nhiên và Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Khánh Hòa, 2012.
- [17] Cục Thống kê tỉnh Khánh Hòa, Niên giám thống kê Khánh Hòa 2011, Nha Trang 2012.

Development the Method for Assessment of Climate Change Impacts on Technical Infrastructure – Case Study in Coastal Region of Khánh Hòa Province

Trần Ngọc Anh^{1,2}, Đặng Đình Đức², Đặng Đình Khá^{1,2}, Phạm Thị Ngọc Quỳnh³,
Hoàng Thái Bình⁴, Đỗ Thị Hoàng Dung⁵, Bùi Minh Sơn⁵, Nguyễn Thanh Sơn¹

¹*Faculty of Hydrology Meteorology and Oceanography, VNU University of Science,
334 Nguyễn Trãi, Hanoi, Vietnam*

²*Center for Environmental Fluid Dynamics, VNU University of Science,
334 Nguyễn Trãi, Hanoi, Vietnam*

³*Faculty of Geography, Ha Noi National University of Education*

⁴*Institute of Geography, The Vietnam Academy of Science and Technology*

⁵*Department of Natural Resource and Environment, Khánh Hòa Province,
14 Hoàng Hoa Thám, Nha Trang*

Abstract: The issues of assessment of climate change and sea level rising (SLR) impacts on and vulnerability of technical infrastructure is very important and is the background to develop the response plan to climate change and SLR under the National target programme for Climate change in each sectors and provinces. However, this is a very new issue not only in Vietnam but also over the world especially in the vulnerable countries to climate change. There were few studies in this issue tried to develop the methods but they were not popular and there are very few applications. In this study, the detailed method was developed for impacts and vulnerability assessment of some technical infrastructure. The method was then demonstrated using a case study in coastal region of Khanh Hoa province to show its fair applicability in practical study.