



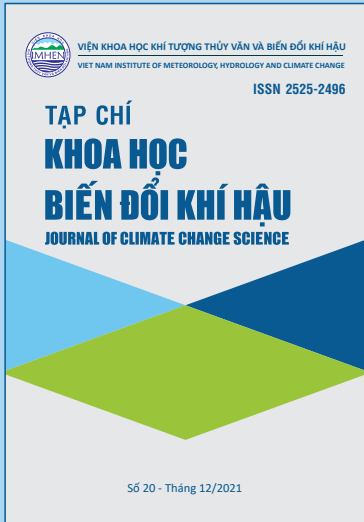
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

VIET NAM INSTITUTE OF METEOROLOGY, HYDROLOGY AND CLIMATE CHANGE

ISSN 2525-2496

TẠP CHÍ
KHOA HỌC
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
JOURNAL OF CLIMATE CHANGE SCIENCE

Số 20 - Tháng 12/2021



Số 20 - Tháng 12/2021

Trong số này

TẠP CHÍ KHOA HỌC BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TỔNG BIÊN TẬP

Nguyễn Văn Thắng

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Huyền Thị Lan Hương

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Trần Thục

(Chủ tịch Hội đồng biên tập)

Dương Hồng Sơn

Mai Văn Khiêm

Nguyễn Kỳ Phùng

Dương Văn Khảm

Doãn Hà Phong

Hoàng Minh Tuyển

Trương Đức Trí

Đỗ Tiến Anh

Lê Ngọc Cầu

Đỗ Đình Chiến

Bạch Quang Dũng

Nguyễn Xuân Hiến

Vũ Văn Thăng

Thư ký tòa soạn

Trần Thanh Thủy

Trị sự và phát hành

Trần Thanh Thủy

Giấy phép xuất bản

Số 604/GP-BTTTT do

Bộ Thông tin và Truyền thông

cấp ngày 30/12/2016

Tòa soạn

Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh

Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 024.38344469; Fax: 024.38355993

Email: tapchibdkh@imh.ac.vn

In tại

Công ty In La Giang

Giá: 20.000 đồng

1

Trần Đỗ Bảo Trung, Trần Đỗ Trà My: Tính toán tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính và lượng giá đồng lợi ích về tín chỉ các-bon của giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Hà Nội

11

Vương Mai Thi, Trần Hậu Vương, Đinh Xuân Thắng, Nguyễn Nhật Tỏa: Nghiên cứu xây dựng danh mục các tiêu chí đánh giá khu công nghiệp cacbon thấp ở khu công nghiệp Trảng Bàng, tỉnh Tây Ninh

18

Nguyễn Văn Khiêm, Huỳnh Thị Lan Hương, Mai Văn Khiêm, Đỗ Thị Hương, Nguyễn Quang Huy: Nâng cao hiệu quả công tác ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn ngành Công an

28

Nguyễn Thị Ngọc Ánh, Trần Đăng Hùng, Lê Phương Hà: Ứng dụng phương pháp học máy - cây quyết định trong đánh giá biến động rừng ngập mặn khu vực xã Đất Mũi

35

Huỳnh Phú, Nguyễn Lý Ngọc Thảo, Huỳnh Thị Ngọc Hân: Phát triển bền vững cấp nước sinh hoạt tỉnh Long An trước bối cảnh biến đổi khí hậu

46

Nguyễn Xuân Lộc, Đặng Đình Đức, Nguyễn Hồng Thủy: Xây dựng hệ thống hỗ trợ dự báo lũ trên nền tảng DELFT FEWS cho lưu vực Sông Mã

56

Nghiêm Trung Hậu, Bùi Minh Tuân: Khác biệt của tham số bất ổn định liên quan đến sự xuất hiện dông trước và trong mùa hè trên khu vực Hà Nội

65

Nguyễn Tú Anh, Trần Văn Trà, Đỗ Thị Ngọc Bích, Lê Văn Linh, Võ Hà Dương, Nguyễn Quang Huy: Nghiên cứu áp dụng phương pháp khảo sát DEL-PHI trong đánh giá mức độ quản lý tổng hợp tài nguyên nước

78

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu: Dự tính mực nước biển dâng và nguy cơ ngập khu vực thành phố Hồ Chí Minh

Thông tin khoa học

TÍNH TOÁN TIỀM NĂNG GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH VÀ LƯỢNG GIÁ ĐỒNG LỢI ÍCH VỀ TÍN CHỈ CÁC-BON CỦA GIẢI PHÁP GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TRONG LĨNH VỰC GIAO THÔNG CÔNG CỘNG TẠI HÀ NỘI

Trần Đỗ Bảo Trung⁽¹⁾, Trần Đỗ Trà My⁽²⁾

⁽¹⁾Cục Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Quỹ Bảo vệ môi trường Việt Nam

Ngày nhận bài: 21/10/2021; ngày chuyển phản biện: 22/10/2021; ngày chấp nhận đăng: 18/11/2021

Tóm tắt: *Tầm quan trọng của đồng lợi ích trong triển khai các giải pháp giảm nhẹ phát thải khí nhà kính đã nhận được nhiều sự quan tâm trong việc hoàn thành các mục tiêu kép về phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường. Nghiên cứu này kết hợp phương pháp định lượng phát thải khí nhà kính theo hướng tiếp cận từ dưới - lên và phương pháp lượng giá đồng lợi ích dựa vào thị trường để tính toán tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính và định lượng đồng lợi ích về tín chỉ các-bon cho các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Thủ đô Hà Nội. Việc tính toán đã được thực hiện cho 3 kịch bản phát triển phương tiện giao thông công cộng (xe buýt thường, BRT, tàu điện trên cao) để hạn chế việc sử dụng xe máy, sử dụng số liệu từ Quy hoạch giao thông vận tải Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Kết quả nghiên cứu cho thấy cả 3 loại phương tiện đều có tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính, trong đó, tàu điện trên cao là phương tiện giao thông công cộng có ưu điểm vượt trội khi xem xét vấn đề giảm phát thải khí nhà kính. Giá trị hiện tại ròng tại năm 2020 của đồng lợi ích về tín chỉ các-bon đạt 1.097,4 tỷ VNĐ tại Thủ đô Hà Nội theo kịch bản chuyển đổi sử dụng tàu điện trên cao để thay thế phương tiện cá nhân.*

Từ khóa: *Đồng lợi ích, giảm phát thải khí nhà kính, giao thông công cộng đô thị, Thủ đô Hà Nội.*

1. Mở đầu

Phát thải khí nhà kính từ các hoạt động của con người đang trở thành một vấn đề có tính toàn cầu. Dưới tác động của biến đổi khí hậu, các thiên tai có xu thế thay đổi mang tính cực đoan hơn, đang đe dọa sự sống của loài người trên Trái Đất. Trong đó, Việt Nam được dự báo nằm trong nhóm những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất trên thế giới do biến đổi khí hậu toàn cầu. Thách thức này đặt tất cả các quốc gia trên thế giới trước một nhiệm vụ chung là giảm phát thải khí nhà kính trong các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội nhằm bảo vệ Trái Đất. Việt Nam là một trong những nước đã sớm tham gia vào các nỗ lực giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu toàn cầu. Năm 2020, Việt

Nam đã cập nhật Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) nâng cam kết về giảm nhẹ phát thải khí nhà kính, bằng nguồn lực trong nước đạt 9% tổng lượng phát thải khí nhà kính so với kịch bản phát triển kinh tế thông thường, lên tới 27% khi có hỗ trợ quốc tế thông qua thỏa thuận hợp tác song phương, đa phương.

Trong lĩnh vực năng lượng, người ta đặc biệt chú ý tới phát thải khí nhà kính của các lĩnh vực giao thông vận tải. Đây là một trong những lĩnh vực có tiềm năng phát thải lớn, có mức gia tăng nhanh do kết quả của quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Theo Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ 3 của Việt Nam [2], vào năm 2016, lĩnh vực giao thông vận tải phát thải 35,85 triệu tấn CO₂tđ, trong đó, giao thông đường bộ phát thải 29,86 triệu tấn CO₂tđ, chiếm hơn 80% lượng phát thải của lĩnh vực này. Hiện nay, xe máy vẫn được coi là phương tiện giao thông chính ở Việt Nam. Với tổng dân số 98 triệu

Liên hệ tác giả: Trần Đỗ Bảo Trung

Email: tdbtrung@monre.gov.vn

người đã có hơn 65 triệu xe máy được đăng ký. Xe máy cũng được xem là loại phương tiện giao thông vận tải hành khách chính gây ra các vấn đề về ùn tắc giao thông, ô nhiễm môi trường không khí và góp phần đáng kể trong phát thải khí nhà kính của giao thông vận tải.

Trong lĩnh vực giao thông vận tải, lượng phát thải khí nhà kính có thể tính từ thống kê tổng lượng nhiên liệu tiêu thụ (nhiên liệu bán ra) hoặc quãng đường di chuyển của các phương tiện. Hiện nay tồn tại hai hướng tiếp cận có thể được sử dụng để tính phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực này, bao gồm: Tiếp cận trên - xuống và tiếp cận dưới - lên. Hiện vẫn chưa có các nghiên cứu cụ thể so sánh mức độ chính xác của 2 hướng tiếp cận này trong định lượng phát thải khí nhà kính. Tuy nhiên, việc áp dụng đồng loạt 2 hướng tiếp cận được khuyến khích nhằm kiểm tra kết quả chéo và cải thiện mức độ không chắc chắn trong các tính toán về phát thải khí nhà kính [14].

Hướng tiếp cận trên - xuống sử dụng hệ số phát thải mặc định của IPCC cung cấp và số liệu hoạt động dựa trên thống kê tổng mức tiêu thụ nhiên liệu quốc gia. Các số liệu yêu cầu có thể được dễ dàng thống kê, tổng hợp và cho kết quả tương đối chính xác. Vì vậy, hướng tiếp cận này thường được sử dụng cho các quốc gia đang phát triển với khả năng tập hợp số liệu hoạt động và kinh phí thực hiện còn nhiều hạn chế. Nghiên cứu của Schipper và cộng sự [14] đã chỉ ra rằng ở cấp quốc gia, việc theo dõi tổng lượng phát thải khí CO₂ từ quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch là tương đối đơn giản. Tuy nhiên, hướng tiếp cận từ trên - xuống này có mức độ không chắc chắn từ việc giả định doanh số bán nhiên liệu được sử dụng hoàn toàn (thay vì lưu trữ). Hướng tiếp cận từ dưới - lên cũng sử dụng hệ số phát thải mặc định do IPCC cung cấp, tuy nhiên, tổng mức tiêu thụ nhiên liệu được tính theo từng loại phương tiện thông qua việc xác định quãng đường di chuyển và mức tiêu thụ nhiên liệu của từng loại phương tiện. Hướng tiếp cận này cho phép việc xác định lượng tiêu thụ nhiên liệu và phát thải khí nhà kính của từng loại phương tiện giao thông vận tải đóng góp vào tổng lượng phát thải của lĩnh vực giao thông vận tải.

Báo cáo kỹ thuật của NDC cập nhật đã thực hiện tính toán tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính và chi phí triển khai của các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính. Tuy nhiên, vấn đề đánh giá các tác động về xã hội - môi trường hay lượng giá các đồng lợi ích liên quan đến các giải pháp này hiện nay chưa được xem xét. Lượng giá đồng lợi ích là một hướng tiếp cận mới, giúp đáp ứng phát triển bền vững kinh tế - xã hội và giảm phát thải khí nhà kính. Gần đây, hướng tiếp cận đồng lợi ích đã được đề cao trong vấn đề phát triển kinh tế - xã hội, đặc biệt là ở những quốc gia đang phát triển, nơi cùng lúc phải đối mặt với các vấn đề về phát triển kinh tế, ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu [12]. Đồng lợi ích được đánh giá là cầu nối quan trọng trong vấn đề phát triển bền vững, liên kết giữa bảo vệ môi trường và phát triển kinh tế [8]. Các nghiên cứu trên thế giới cũng đã được thực hiện để xác định các đồng lợi ích trong lĩnh vực giao thông công cộng đô thị, tập trung vào các khía cạnh kinh tế, môi trường và xã hội. Các khía cạnh cụ thể hơn bao gồm sức khỏe, thời gian di chuyển, tiết kiệm năng lượng, ô nhiễm tiếng ồn, ùn tắc giao thông, tín chỉ các-bon [10]. Các nghiên cứu mới trên thế giới về đồng lợi ích đã liên tục được xuất bản trong thời gian gần đây [9], nhưng phần lớn vẫn mang tính định tính, phục vụ việc xác định đồng lợi ích, nêu tầm quan trọng và xác định chỉ số đánh giá. Có 3 hướng tiếp cận chính thường được sử dụng để lượng giá đồng lợi ích: Hướng tiếp cận dựa vào thị trường, hướng tiếp cận bộc lộ sở thích và hướng tiếp cận chuyển giao lợi ích. Tùy theo mức độ sẵn có của cơ sở dữ liệu, các giao dịch trên thị trường đối với đồng lợi ích mà hướng tiếp cận phù hợp được lựa chọn để phản ánh chính xác giá trị của đồng lợi ích, giảm tính không chắc chắn.

Có thể nhận thấy các nghiên cứu về lượng giá kinh tế trong giảm phát thải khí nhà kính còn rất hạn chế ở Việt Nam. Phần lớn các nghiên cứu về đồng lợi ích ở Việt Nam hiện nay đang sử dụng phương pháp các bộ tiêu chí và dùng phương pháp chuyên gia để đánh giá, bởi vậy các đánh giá này hiện mang tính định tính, chưa mang tính định lượng. Một số nghiên cứu liên quan đến vấn đề lượng giá đồng lợi ích đã được thực hiện trong lĩnh vực quản lý chất thải sử dụng hướng

tiếp cận bộc lộ sở thích [4, 6]. NDC cập nhật của Việt Nam cũng đã xác định giải pháp chính để giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng là giải pháp E16: Chuyển đổi phương thức vận tải hành khách từ sử dụng phương tiện cá nhân sang sử dụng phương tiện giao thông công cộng (xe buýt thường, xe buýt nhanh BRT và đường sắt đô thị) [1] tại một số thành phố lớn như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh và Đà Nẵng. Hiện nay, Hà Nội là thành phố duy nhất đã bắt đầu triển khai cả 3 loại phương tiện giao thông công cộng, tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào liên quan đến việc lượng giá đồng lợi ích trong lĩnh vực giao thông công cộng. Đây là một trong những khoảng trống nghiên cứu cần được giải quyết. Mục đích chính của nghiên cứu này là lượng giá tác động về giảm phát thải khí nhà kính của các loại phương tiện giao thông công cộng thông qua giá trị về tín chỉ các-bon. Việc đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính và lượng giá đồng lợi ích trong quá trình triển khai sẽ tạo cơ sở khoa học cho các nhà quản lý, hoạch định chính sách và nhà đầu tư có thể xác định được tính bền vững, hiệu quả

của giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng đô thị.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Năm 2020, Thủ đô Hà Nội là một thành phố lớn thứ hai trong 76 đô thị của Việt Nam, diện tích 3.359 km², dân số đạt 8.053.663 người [3]. Chính quyền và nhân dân Thủ đô Hà Nội cũng đang phải đối mặt với nhiều thách thức trong quá trình phát triển. Một trong những thách thức lớn là sự ùn tắc giao thông và ô nhiễm môi trường không khí diễn ra thường xuyên, liên tục trên hệ thống giao thông vận tải vốn chưa thực sự phát triển cả về cơ sở hạ tầng, phương tiện, ý thức tuân thủ luật giao thông. Năm 2020, mạng lưới giao thông đường bộ của Thủ đô Hà Nội mới chỉ đạt 9% quỹ đất thành phố. Đây là một con số rất nhỏ so với các đô thị phát triển trên thế giới con số này đạt 20 - 22% (Seoul: 20%; London: 23% và New York: 22%) [15]. Giao thông tĩnh của Hà Nội chỉ đạt trên 1% quỹ đất của thành phố, con số này được đánh giá cần thiết đạt mức 4 - 6% quỹ đất của thành phố.



a. Quy hoạch Hệ thống đường sắt đô thị
Hình 1. Quy hoạch hệ thống giao thông công cộng tại Hà Nội theo Quyết định 1259/QĐ-TTg [5]



b. Quy hoạch Mạng lưới xe buýt nhanh BRT

Đến năm 2020, tại Hà Nội, tổng số phương tiện vận chuyển hành khách cá nhân vẫn chiếm ở mức rất cao: 85%. Vận tải hành khách bằng phương tiện công cộng vẫn chủ yếu bằng xe buýt, taxi với tốc độ lưu thông rất chậm 15 - 18

km/h. Tỷ lệ hành khách đi xe buýt chỉ đạt mức 15% của tổng số hành khách. Tuyến xe buýt nhanh Kim Mã - Lê Văn Lương - Yên Nghĩa đã được đưa vào hoạt động từ năm 2018 nhưng năng lực vận chuyển toàn tuyến chỉ đạt 50%

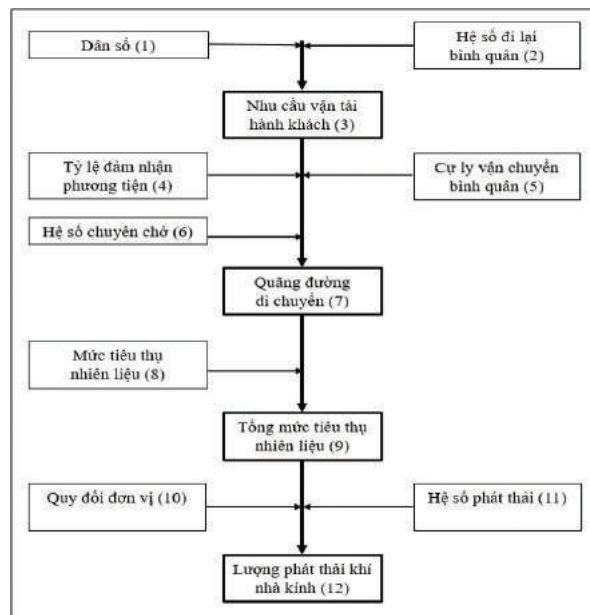
công suất kỳ vọng. Về đường sắt đô thị, tuyến số 2A (Tuyến Cát Linh): Cát Linh - Hà Đông, tuyến số 3 (Tuyến Văn Miếu), đoạn Nhổn - Ga Hà Nội là hai tuyến đường sắt đầu tiên được xây dựng. Quá trình xây dựng các tuyến đường sắt hiện đang chậm tiến độ và bị đội vốn rất nhiều do quá trình xây dựng kéo dài. Tuyến số 3 đoạn Nhổn - Ga Hà Nội cũng đã phải điều chỉnh tiến độ 2 lần và dự kiến sẽ khai thác thương mại toàn tuyến vào cuối năm 2022. Có thể mô tả một cách tổng quát là hệ thống vận tải hành khách của Thủ đô Hà Nội còn nhiều khiếm khuyết và vì thế nó chưa có vai trò tương xứng với một thành phố có quy mô lớn đang trên đà phát triển (Hình 1).

2.2. Phương pháp định lượng phát thải khí nhà kính

Để định lượng phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông theo hướng tiếp cận từ dưới - lên, mô hình ASIF được áp dụng rộng rãi trong các nghiên cứu. Đây là mô hình được xây dựng bởi Schipper và cộng sự [13] thuộc Viện

Tài nguyên Thế giới (WRI) nghiên cứu. Mô hình ASIF cho phép biểu diễn mối quan hệ giữa các chỉ số chính, có mức ảnh hưởng lớn đến phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông vận tải. Mô hình ASIF của Lee Schipper cho phép định lượng phát thải khí nhà kính của từng loại phương tiện dựa trên tỷ lệ đảm nhận phương tiện thông qua xác định quãng đường di chuyển, lượng nhiên liệu tiêu thụ. Tuy nhiên, mô hình chỉ cung cấp một cấu trúc tổng quan, các biến chính cần được chi tiết hóa bằng việc xác định các biến trung gian sẽ dựa trên điều kiện số liệu cụ thể của từng dự án. Theo Schipper và cộng sự, phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực này phụ thuộc chủ yếu chỉ số như sau: Số liệu hoạt động (Activity); Tỷ lệ đảm nhận phương tiện (Modal structure); Mức tiêu thụ nhiên liệu của các loại phương tiện (Intensity of fuel use); Hệ số phát thải của nhiên liệu (Fuel carbon content).

Trên cơ sở mô hình ASIF, quy trình định lượng phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Hà Nội được đề xuất như sau:



Hình 2. Sơ đồ lô-gic định lượng phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng

- Nhu cầu vận tải hành khách tính theo năm - A (chuyến đi/năm):

$$A = P \times T \times 365 \quad (1)$$

Trong đó P là dân số (người); T là hệ số đi lại

bình quân (chuyến đi/ngày đêm).

- Quãng đường di chuyển của phương tiện trong một năm - VKT (km/phương tiện/năm):

$$VKT = \frac{A \times S \times M}{O} \quad (2)$$

Trong đó O là Hệ số chuyên chở bình quân của phương tiện (người/chuyến); S là Tỷ lệ đảm nhận của phương tiện giao thông vận tải hành khách (%); M là Cụ ly vận chuyển bình quân của phương tiện (km/chuyến).

- Tổng mức tiêu thụ nhiên liệu - I (L hoặc kWh):

$$I = \sum_{n=1}^M (F_n \times VKT_n) \quad (3)$$

Trong đó F_n là Mức tiêu thụ nhiên liệu tính của phương tiện (L hoặc kWh); VKT_n là Quãng đường di chuyển của phương tiện trong 01 năm (km/phương tiện/năm); $n = 1, 2, \dots, M$.

- Lượng phát thải khí nhà kính đối với các loại khí nhà kính - E (tấn):

$$E = \sum (I_j \times EF_{j,k} \times 10^{-3}) \quad (4)$$

Trong đó I_j là Tổng mức tiêu thụ nhiên liệu tổng cho loại nhiên liệu j (TJ); $EF_{j,k}$ - Hệ số phát thải khí k của loại nhiên liệu j (kg/TJ); 10^{-3} là hệ số chuyển đổi từ kg sang tấn.

CO_2 đ là một đơn vị chung sử dụng để mô tả tiềm năng làm nóng lên toàn cầu (GWP) của các loại khí nhà kính khác nhau dựa trên đơn vị cơ sở là khí carbon dioxide. Tiềm năng làm nóng toàn cầu là chỉ số đo mức độ nhiệt hấp thụ bởi một khí nhà kính trong khí quyển trong một khoảng thời gian cụ thể, so sánh với khí carbon dioxide. Chỉ số so sánh lượng nhiệt được hấp thụ bởi một khối lượng khí nhà kính so với lượng nhiệt được hấp thụ bởi một khối lượng tương đương khí carbon dioxide (GWP của carbon dioxide được tiêu chuẩn hóa là 1). Khối lượng phát thải khí CH_4 và N_2O khi nhân với GWP tương ứng sẽ được quy đổi thành khối lượng khí CO_2 tương đương.

Bảng 1. Tiềm năng làm nóng lên toàn cầu của các loại KNK [11]

Loại khí	GWP trong vòng 100 năm
Carbon dioxide CO_2	1,0
Methane CH_4	25,0
Nitrous oxide N_2O	298,0

- Tổng lượng phát thải khí nhà kính E (tấn CO_2 đ):

$$E_{CO_2\text{đ}} = E_{CO_2} + E_{CH_4} \times GWP_{CH_4} + E_{N_2O} \times GWP_{N_2O} \quad (5)$$

- Định lượng tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính của các công nghệ giao thông vận tải công cộng (ER) là so sánh mức phát thải khí nhà kính của công nghệ giao thông vận tải công cộng thay thế (PE) với mức phát thải KNK của kịch bản cơ sở (BE):

$$ER = BE - PE \quad (6)$$

2.3. Phương pháp lượng giá đồng lợi ích

Tín chỉ các-bon là giấy phép thể hiện quyền phát thải một tấn CO_2 đ. Với mục tiêu tạo ra cơ chế thị trường nhằm khuyến khích phát triển theo hướng phát thải thấp, người ta cho phép các dự án giảm được lượng khí thải nhà

kính - đồng nghĩa với việc thu được các tín chỉ các-bon. Lúc đó, trên thị trường thế giới sẽ tồn tại một loại hàng hóa có tên là tín chỉ các-bon. Những nhà đầu tư làm dự án có mức phát thải khí nhà kính cao hơn mức cho phép sẽ phải mua các tín chỉ các-bon từ các nhà đầu tư làm dự án đạt được mức phát thải khí nhà kính thấp hơn mức cho phép. Trong những năm gần đây, giá trị tín chỉ các-bon đang có xu hướng tăng trên thị trường mua bán tín chỉ các-bon này do việc thực hiện cam kết giảm phát thải khí nhà kính của các quốc gia mang tính chất bắt buộc bắt đầu từ năm 2020. Giá trị tín chỉ các-bon có thể xác định qua các giao dịch trên thị trường và là thông tin được công bố rộng rãi, do đó, hướng tiếp cận dựa vào thị trường sẽ được sử dụng để xác định giá trị của đồng lợi ích này. Dựa trên tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính so với kịch bản cơ sở và dự báo giá giao dịch tín chỉ các-bon, đồng lợi ích về tín chỉ các-bon có thể được lượng giá theo

công thức sau:

$$L_1 = ER \times p_x \quad (7)$$

Trong đó L_1 là đồng lợi ích từ bán tín chỉ các-bon (VNĐ); ER là tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính (tấn CO₂tđ); p_x là giá bán tín chỉ các-bon (VNĐ/tấn CO₂tđ).

2.4. Thiết lập các kịch bản giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Thủ đô Hà Nội

Theo Quy hoạch giao thông vận tải Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050, nhằm giải quyết vấn đề ùn tắc giao thông và ô nhiễm môi trường từ các hoạt động giao thông vận tải cho Hà Nội, phương án hạn chế sử dụng phương tiện xe máy sẽ được áp dụng. Cụ thể, theo lộ trình, dự kiến tỷ lệ đảm nhận của xe máy sẽ giảm từ mức 63% vào năm 2020 về mức 17% vào năm 2030.

Với các công thức đã được xây dựng, chúng

ta sẽ tính toán các đồng lợi ích của các kịch bản giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông vận tải hành khách trên nền số liệu Quy hoạch phát triển giao thông vận tải Thủ đô Hà Nội [5]. Một số mức hệ số chuyên chở khác nhau sẽ được áp dụng trong đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính và lượng giá đồng lợi ích của các loại phương tiện giao thông công cộng. Trong điều kiện công nghệ và loại nhiên liệu giới hạn không thay đổi trong giai đoạn 2020 - 2030, hệ số chuyên chở của các phương tiện giao thông công cộng cần được cải thiện để có thể tăng tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính khi chuyển đổi từ sử dụng xe máy sang phương tiện giao thông công cộng. Các mức hệ số chuyên chở được lựa chọn bao gồm: (i) Mức 01 là mức hệ số chuyên chở tối thiểu để phương tiện giao thông công cộng được coi là giải pháp giảm phát thải khí nhà kính; (ii) Mức 02 và 03 hướng tới với hệ số chuyên chở của một số quốc gia có hệ thống giao thông công cộng phát triển tại Châu Âu. Nội dung chi tiết của các kịch bản như sau:

Bảng 2. Hệ số chuyên chở của các phương tiện giao thông công cộng (hành khách/chuyến)

	01	02	03
Xe buýt thường	38 (63%)	43 (70%)	48 (80%)
Xe buýt nhanh BRT	59 (65%)	65 (70%)	72 (80%)
Tàu điện	339 (38%)	396 (44%)	450 (50%)

- Kịch bản cơ sở với kịch bản này, dân số của thành phố Hà Nội sẽ tiếp tục tăng trưởng, tỷ lệ đảm nhận của các loại phương tiện sẽ được giả

định không thay đổi và không có các công nghệ mới về giảm phát thải khí nhà kính được áp dụng trong giai đoạn 2020 - 2030.

Bảng 3. Tỷ lệ đảm nhận phương tiện tại Hà Nội theo kịch bản KB01 [5] (Đơn vị %)

Năm	Xe đạp	Xe máy	Xe ô tô	Xe buýt thường	Xe buýt nhanh BRT	Tàu điện
2020	10,00	65,00	10,00	15,00	0	0
2025	10,00	65,00	10,00	15,00	0	0
2030	10,00	65,00	10,00	15,00	0	0

- Kịch bản KB01: 48% tỷ lệ đảm nhận phương tiện sẽ được chuyển từ xe máy sang xe buýt thường với mức chuyển đổi đạt 4,8%/năm và được áp dụng 3 mức hệ số chuyên chở từ thấp đến cao. Tỷ lệ đảm nhận của các

loại phương tiện khác sẽ được giữ nguyên theo kịch bản cơ sở. Tỷ lệ đảm nhận của các loại hình phương tiện tại Thủ đô Hà Nội theo Kịch bản KB02 được đưa ra ra theo bảng dưới đây:

Bảng 4. Tỷ lệ đảm nhận phương tiện tại Hà Nội theo kịch bản KB01 (Đơn vị %)

Năm	Xe đạp	Xe máy	Xe ô tô	Xe buýt thường	Xe buýt nhanh BRT	Tàu điện
2020	10,00	65,00	10,00	15,00	0	0
2025	10,00	41,00	10,00	39,00	0	0
2030	10,00	17,00	10,00	63,00	0	0

- Kịch bản KB02: 48% tỷ lệ đảm nhận phương tiện sẽ được chuyển từ xe máy sang xe buýt nhanh BRT với mức chuyển đổi đạt 4,8%/năm và

được áp dụng 3 mức hệ số chuyên chở từ thấp đến cao. Tỷ lệ đảm nhận của các loại phương tiện khác sẽ được giữ nguyên theo kịch bản cơ sở.

Bảng 5. Tỷ lệ đảm nhận phương tiện tại Hà Nội theo kịch bản KB02 (Đơn vị %)

Năm	Xe đạp	Xe máy	Xe ô tô	Xe buýt thường	Xe buýt nhanh BRT	Tàu điện
2020	10,00	65,00	10,00	15,00	0	0
2025	10,00	41,00	10,00	15,00	24,00	0
2030	10,00	17,00	10,00	15,00	48,00	0

- Kịch bản KB03: 48% tỷ lệ đảm nhận phương tiện sẽ được chuyển từ xe máy sang tàu điện trên cao với mức chuyển đổi đạt 4,8%/năm và

được áp dụng 3 mức hệ số chuyên chở từ thấp đến cao. Tỷ lệ đảm nhận của các loại phương tiện khác sẽ được giữ nguyên theo kịch bản cơ sở.

Bảng 6. Tỷ lệ đảm nhận phương tiện tại Hà Nội theo kịch bản KB03 (Đơn vị %)

Năm	Xe đạp	Xe máy	Xe ô tô	Xe buýt thường	Xe buýt nhanh BRT	Tàu điện
2020	10,00	65,00	10,00	15,00	0	0
2025	10,00	41,00	10,00	15,00	0	24,00
2030	10,00	17,00	10,00	15,00	0	48,00

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính của các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Thủ đô Hà Nội

Kết quả định lượng phát thải khí nhà kính của các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Thủ đô

Hà Nội trong giai đoạn 2020 - 2030 được thể hiện trong Bảng 7.

Để thấy rõ hiệu quả của việc giảm phát thải khí nhà kính, chúng ta sẽ tính toán tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính của các giải pháp trong lĩnh vực giao thông công cộng theo các kịch bản. Kết quả chi tiết được trình bày tại Bảng 8.

Bảng 7. Lượng phát thải khí nhà kính của các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Thủ đô Hà Nội (Đơn vị triệu tấn CO₂tđ)

Năm	KB01			KB02			KB03		
	O1	O2	O3	O1	O2	O3	O1	O2	O3
2021	3,23	3,18	3,14	3,24	3,18	3,14	3,24	3,18	3,13
2025	3,45	3,34	3,25	3,45	3,34	3,26	3,44	3,32	3,22
2030	3,74	3,54	3,39	3,73	3,55	3,40	3,73	3,49	3,32
Tổng	34,86	33,62	32,64	34,81	33,65	32,71	34,75	33,34	32,30

Bảng 8. Tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính của các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Thủ đô Hà Nội (Đơn vị triệu tấn CO₂tđ)

Năm	KB01			KB02			KB03		
	O1	O2	O3	O1	O2	O3	O1	O2	O3
2021	0,12	0,18	0,22	0,12	0,18	0,22	0,13	0,18	0,23
2025	0,13	0,24	0,32	0,13	0,24	0,32	0,13	0,26	0,36
2030	0,14	0,32	0,47	0,14	0,32	0,47	0,15	0,38	0,55
Tổng	1,30	2,47	3,41	1,30	2,47	3,41	1,36	2,77	3,82

3.2. Lượng giá đồng lợi ích bán tín chỉ các-bon cho các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Thủ đô Hà Nội

Khi tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính có giá trị dương, các dự án có khả năng đăng ký tín chỉ các-bon để trao đổi trực tiếp trên thị trường. Do giá trị tín chỉ các-bon có thể xác định qua các giao dịch trên thị trường, hướng tiếp cận dựa vào thị trường sẽ được sử dụng để xác định giá

trị của đồng lợi ích này. Theo Quỹ Tín dụng Các-bon [4], giá trị trung bình của một tín chỉ các-bon là 23,65 USD vào năm 2021 (tương đương 554.415,13 VNĐ). Dựa trên tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính so với kịch bản cơ sở và dự báo giá giao dịch tín chỉ các-bon, đồng lợi ích về tín chỉ các-bon có thể được lượng giá. Việc tính toán giá trị đồng lợi ích về tín chỉ các-bon sẽ được thực hiện cho từng năm, sau đó quy đổi về giá trị hiện tại tại năm 2020.

Bảng 9. Giá trị đồng lợi ích tín chỉ các-bon của các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Thủ đô Hà Nội (Đơn vị Tỷ VNĐ)

Năm	KB01			KB02			KB03		
	O1	O2	O3	O1	O2	O3	O1	O2	O3
2021	69,16	99,30	123,17	65,27	99,09	122,59	70,16	101,90	126,34
2025	69,40	132,63	182,68	66,74	106,85	136,24	74,76	146,47	199,55
2030	69,33	179,80	267,26	68,24	114,84	150,28	80,93	209,76	303,75
PV₂₀₂₀	387,24	732,76	1.006,3	396,74	726,63	989,68	416,21	807,55	1.097,4

Nhìn chung, giá trị về đồng lợi ích có xu hướng tăng khi mức hệ số chuyển chở tăng đối với cả 3 loại phương tiện giao thông công cộng. Xe buýt thường và xe buýt nhanh BRT có giá trị đồng lợi ích về tín chỉ các-bon khá tương đồng nhau ở cả 3 mức hệ số chuyển chở do 2 phương tiện này đều sử dụng nhiên liệu là dầu diesel và cơ chế hoạt động có nhiều điểm tương đồng. Tàu điện trên cao là loại phương tiện có tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính cao nhất khi so sánh với việc chuyển đổi sang sử dụng xe buýt thường và xe buýt nhanh BRT, do đó, đồng lợi ích về tín chỉ các-bon cũng đạt giá trị lớn nhất. Đồng lợi ích về tín chỉ các-bon của tàu điện có giá trị tăng khoảng 10 - 15% khi so sánh với xe buýt thường và xe buýt nhanh BRT. Đây cũng là loại phương tiện duy nhất sử dụng năng lượng,

phần nào cho thấy tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính của các loại phương tiện sử dụng năng lượng tái tạo nếu được thay thế các loại phương tiện sử dụng nhiên liệu hóa thạch.

Giá trị đồng lợi ích về tín chỉ các-bon phụ thuộc rất nhiều giá trị giao dịch trên thị trường của loại hàng hóa này. Mức giá tín chỉ các-bon tuy không có thay đổi nhiều trong năm 2020 do ảnh hưởng bởi đại dịch COVID-19, nhưng vẫn cao hơn giá giao dịch trong năm 2018 và 2019. Giá giao dịch tín chỉ các-bon được đánh giá sẽ tiếp tục gia tăng trong thập kỷ tới khi số lượng các quốc gia, doanh nghiệp cam kết trung hòa phát thải các-bon ngày càng gia tăng, đặc biệt khi giai đoạn từ năm 2020 đến năm 2030 là giai đoạn bắt buộc để thực hiện cam kết về giảm phát thải khí nhà kính của các quốc gia tham gia Thỏa thuận Paris.

4. Kết luận

Việc tính toán tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính và lượng giá đồng lợi ích về tín chỉ các-bon của các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Thủ đô Hà Nội cho phép đi đến một số kết quả như sau:

1. Giá trị đồng lợi ích về tín chỉ các-bon của các kịch bản trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Thủ đô Hà Nội trong giai đoạn 2020 - 2030 là những con số rất đáng kể. Giá trị hiện tại ròng tại năm 2020 của đồng lợi ích có thể từ 387 tỷ VNĐ khi chỉ sử dụng giải pháp xe buýt thường và đạt tới 1.097 tỷ VNĐ khi sử dụng tàu điện trên cao để thay thế xe máy tại Thủ đô Hà Nội.

2. Trong giao thông công cộng tại Thủ đô Hà Nội, việc giảm số lượng xe máy là bắt buộc phải thực hiện để đạt được mục tiêu giảm chiếm dụng mặt đường giao thông - nguyên nhân chủ

gây ra nạn ùn tắc giao thông. Từ các kịch bản đã xem xét ở trên, các nhà quản lý, hoạch định chính sách có thể lựa chọn phát triển loại phương tiện giao thông công cộng thích hợp nhằm đạt được các mục tiêu kép: Giảm phát thải khí nhà kính và phát triển giao thông vận tải bền vững.

3. Việc định lượng phát thải khí nhà kính theo hướng từ dưới - lên và lượng giá đồng lợi ích phụ thuộc nhiều vào tính hoàn thiện, chính xác của cơ sở dữ liệu. Trong tương lai, việc bổ sung các khảo sát, đo đạc và hoàn thiện cơ sở dữ liệu trong lĩnh vực giao thông công cộng nói chung và lĩnh vực kiểm kê khí nhà kính nói riêng là rất cần thiết để giảm độ không chắc chắn trong kết quả tính toán và cho phép phân tách chi tiết hơn các nguồn phát thải khí nhà kính.

4. Phương pháp đã được sử dụng có thể được tiếp tục hoàn thiện, ứng dụng triển khai cho các đô thị khác tại Việt Nam.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.D.B.T., T.D.T.M.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: T.D.B.T.; Viết bản thảo bài báo: T.D.T.M.; Chỉnh sửa bài báo: T.D.B.T.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ “Phân tích kinh tế định lượng các giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu của Việt Nam”, mã số TNMT.2017.05.20.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015), *Đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định*.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *Báo cáo cập nhật hai năm một lần của Việt Nam cho Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu*. Nhà xuất bản Dân trí.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *Công văn số 263/BĐKH-TTBVTOD về việc Thông báo hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam năm 2018*.
4. Cổng giao tiếp điện tử Thành phố Hà Nội, *mục Giới thiệu*, Ha Noi.gov.vn.
5. Đỗ Nam Thắng (2013), *Nghiên cứu, đánh giá tiềm năng lợi ích kép về môi trường của các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam*. Đề tài Nghiên cứu khoa học cấp nhà nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
6. Tổng công ty tư vấn thiết kế giao thông vận tải (TEDI) (2016), *Quy hoạch giao thông vận tải Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*.
7. Trần Phương và cộng sự (2017), *Đánh giá hiệu quả kinh tế các giải pháp quản lý chất thải rắn*. Đề tài Nghiên cứu khoa học cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Tài liệu tiếng Anh

8. Carbon Credit Capital (2021), *Value of Carbon Market Update 2021*. <https://carboncreditcapital.com/value-of-carbon-market-update-2021-2/>.

9. Castillo C. K. et al., (2011), *The co-benefits of responding to climate change: Status in Asia*. Retrieved 4 July 2014. Available at: <http://cleanairinitiative.org/portal/node/3964>.
10. Deng, H.-M. et al., (2018), *Co-benefits of greenhouse gas mitigation: A review and classification by type, mitigation sector, and geography*. *Environ. Res. Lett.* 2018, 12, 123001.
11. IGES (2011), *Mainstreaming Transport Co-benefits Approach A Guide to Evaluating Transport Projects*. Institute for Global Environmental Strategies. <http://www.jstor.org/stable/resrep00779.7>.
12. IPCC (2006), *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
13. Puppim De Oliveira, J. A. (2013), "Learning how to align climate, environmental and development objectives in cities: Lessons from the implementation of climate co-benefits initiatives in urban Asia", *Journal of Cleaner Production*, 58, 7-14.
14. Schipper L., et al (2000), *Flexing the Link Between Transport and Greenhouse Gas Emissions: A Path for the World Bank*. International Energy Agency.
15. Schipper, L., et al (2007), *Measuring the Carbon Dioxide Impacts of Urban Transport Projects in Developing Countries*. World Resource Institute.
16. Vasconcellos, Eduardo Alcantara (2001), *Urban Transport, Environment And Equity - The Case For Developing Countries*, Earthscan. <https://doi.org/10.4324/9781315071756>.

CALCULATING GHG MITIGATION POTENTIAL AND CO-BENEFITS OF MITIGATION MEASURES IN PUBLIC TRANSPORT SECTOR IN HA NOI

Tran Do Bao Trung⁽¹⁾, Tran Do Tra My⁽²⁾

⁽¹⁾Department of Climate Change

⁽²⁾Viet Nam Environment Protection Fund

Received: 21/10/2021; Accepted: 18/11/2021

Abstract: *The importance of co-benefits in implementing mitigation measures has received much attention lately as a method to accomplish the dual goals of socio-economic development and environmental protection. This study combines a bottom-up approach for GHG inventory and co-benefit valuation approach to quantify the value of carbon credit for GHG mitigation measures in public transport sector in Ha Noi. Evaluations have been proceeded for 3 scenarios of GHG mitigation using modal shifting from personal vehicles to public transport (regular buses, BRT, sky train) using data from Transportation planning of Ha Noi capital by 2030, with a vision to 2050. The obtained research results show that all three types public transport vehicles have the potential to mitigate greenhouse gases, in which, the sky train has outstanding advantages in term of greenhouse gases mitigation. The present value at 2020 of the carbon credit co-benefit reached 1,097.4 billion VND in Ha Noi under the scenario of using sky train to replace personal vehicles.*

Keywords: *Co-benefits, greenhouse gases emissions, public transport, Ha Noi.*

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG DANH MỤC CÁC TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ KHU CÔNG NGHIỆP CACBON THẤP Ở KHU CÔNG NGHIỆP TRẢNG BÀNG, TỈNH TÂY NINH

Vương Mai Thi⁽¹⁾, Trần Hậu Vương⁽²⁾, Đinh Xuân Thắng⁽³⁾, Nguyễn Nhật Tỏa⁽⁴⁾

⁽¹⁾Viện Môi trường và Tài nguyên - Đại học Quốc Gia TP. HCM

⁽²⁾Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. HCM

⁽³⁾Trung tâm nghiên cứu và ứng dụng môi trường Hoa Lư

⁽⁴⁾Trường Đại học Bách Khoa TP. HCM

Ngày nhận bài: 02/8/2021; ngày chuyển phản biện: 03/8/2021; ngày chấp nhận đăng: 16/9/2021

Tóm tắt: Cùng với sự phát triển kinh tế, việc gia tăng khí thải cacbon từ các khu công nghiệp là hệ quả tất yếu. Do đó, việc nghiên cứu về phát thải cacbon ở các khu công nghiệp phục vụ cho công tác quản lý đã trở thành nhu cầu cần thiết. Nhằm mục đích đánh giá khu công nghiệp cacbon thấp, nghiên cứu này tiến hành thiết lập và xây dựng danh mục các tiêu chí cụ thể để hướng dẫn đánh giá khu công nghiệp cacbon thấp ở khu công nghiệp Trảng Bàng, Tây Ninh. Thông qua việc sử dụng các phương pháp phân tích thứ bậc AHP, phương pháp chuyên gia và tổng hợp tài liệu, nghiên cứu đã xây dựng một Bộ nguyên tắc (các chỉ tiêu) để đánh giá, sàng lọc các tiêu chí đánh giá khu công nghiệp cacbon thấp. Kết quả nghiên cứu đã đưa ra Bộ tiêu chí đánh giá khu công nghiệp (KCN) cacbon thấp bao gồm 30 tiêu chí đánh giá KCN cacbon thấp có thể áp dụng trong điều kiện Việt Nam.

Từ khóa: Phân tích thứ bậc (AHP), khu công nghiệp cacbon thấp, danh mục tiêu chí đánh giá khu công nghiệp.

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu diễn ra ngày càng mạnh mẽ, việc phát triển kinh tế và xây dựng các khu công nghiệp cần phải gắn liền với (KCN) tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải cacbon. Xuất phát từ tình hình trên, các KCN cần được đánh giá để phân loại KCN cacbon thấp để có hướng quản lý, điều chỉnh phù hợp giảm thiểu phát thải khí nhà kính. Ngoài ra, cần có tiêu chí hướng dẫn quy hoạch, xây dựng các KCN mới nhằm đáp ứng theo yêu cầu khu công nghiệp cacbon thấp. Do đó, việc xây dựng hệ thống các tiêu chí đánh giá khu công nghiệp cacbon thấp cho KCN Trảng Bàng nói chung và các KCN khác nói riêng có ý nghĩa rất quan trọng đối với sự phát triển của carbon thấp ở các KCN [4].

Khu công nghiệp Trảng Bàng là khu công nghiệp đầu tiên của tỉnh Tây Ninh được thành

lập theo Quyết định số 100/QĐ-TTg ngày 09 tháng 2 năm 1999 của Thủ tướng Chính phủ. KCN Trảng Bàng nằm ở phía Nam tỉnh Tây Ninh, thuộc vùng kinh tế trọng điểm phía Nam Việt Nam. KCN Trảng Bàng nằm giáp ranh với huyện Củ Chi, thành phố Hồ Chí Minh và nằm dọc theo Quốc lộ Xuyên Á, hệ thống giao thông thuận tiện. KCN Trảng Bàng có tổng diện tích là 190,76 ha với tỉ lệ lấp đầy là 100%. Sơ đồ thể hiện chi tiết KCN Trảng Bàng được thể hiện ở Hình 1.

2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nội dung nghiên cứu

Để xây dựng danh mục các tiêu chí, nhóm tác giả đã thực hiện nội dung nghiên cứu theo Quy trình được thể hiện trong Hình 2.

Các bước thực hiện nội dung nghiên cứu bao gồm:

Bước 1: Lựa chọn bộ chỉ tiêu đánh giá các tiêu chí đánh giá KCN cacbon thấp:

Danh mục các chỉ tiêu đánh giá các tiêu chí

Liên hệ tác giả: Trần Hậu Vương
Email: thvuong@hcmunre.edu.vn

đánh giá KCN carbon thấp được đưa ra thông qua việc phân tích tổng hợp các yêu cầu đối với KCN thấp của các cơ quan nhà nước và các công trình nghiên cứu. AHP được áp dụng để xác định trọng số của các chỉ tiêu trên.

Bước 2: Lựa chọn và sàng lọc sơ bộ các tiêu chí đánh giá KCN carbon thấp:

Các tiêu chí sơ bộ được lựa chọn dựa vào các nghiên cứu trong nước và thế giới về KCN carbon thấp cũng như các chính sách của Việt

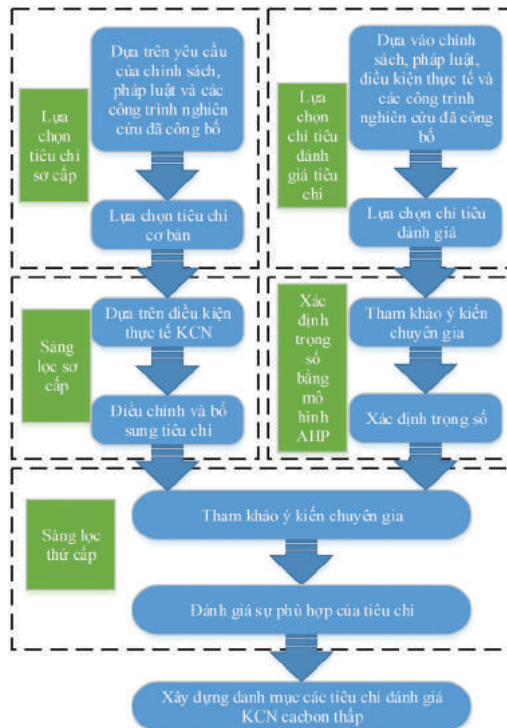
Nam về phát thải khí nhà kính, ứng phó với biến đổi khí hậu. Sau đó các tiêu chí được sàng lọc để đưa ra danh mục các tiêu chí sơ bộ.

Bước 3: Sàng lọc thứ cấp, xây dựng danh mục các tiêu chí đánh giá KCN carbon thấp:

Từ các tiêu chí sơ bộ ở bước 2, dựa vào ý kiến đánh giá của các chuyên gia, tiến hành sàng lọc thứ cấp và đưa ra danh mục các tiêu chí đánh giá KCN carbon thấp.



Hình 1. Sơ đồ KCN Trảng Bàng, Tây Ninh



Hình 2. Quy trình xây dựng danh mục các tiêu chí đánh giá KCN carbon thấp

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp phân tích thứ bậc (AHP)

AHP là một trong những phương pháp ra quyết định đa mục tiêu được đề xuất bởi Thomas L. Saaty - một nhà toán học người Mỹ gốc Irắc vào năm 1980. AHP là một phương pháp định lượng, dựa trên nguyên tắc so sánh cặp. Một trong những ưu điểm của phương pháp AHP là nó cung cấp công cụ kiểm tra tính nhất quán của các ý kiến đánh giá gọi là chỉ số nhất quán. Ngoài ra, AHP định hướng vào việc xác định mức độ quan trọng của từng tiêu chí từ đó cung cấp kết quả rõ ràng cho người dùng [3].

Phương pháp chuyên gia:

Bảng câu hỏi dựa vào danh mục các tiêu chí đánh giá bộ chỉ tiêu và so sánh cặp theo phương pháp AHP được gửi đến các chuyên gia trong lĩnh vực biến đổi khí hậu, các nhà quản lý liên quan để đánh giá trọng số các chỉ tiêu. Ngoài ra, các chuyên gia sẽ cho điểm (1 đối với tiêu chí đạt và -1 đối với tiêu chí không đạt) về danh mục các tiêu chí đánh giá KCN. Kết quả chấm điểm của các chuyên gia được tổng hợp và sử dụng để sàng lọc các tiêu chí đánh giá KCN. Nếu số điểm

trên 7 và trên 50% chuyên gia đồng ý thì tiêu chí đó đạt và ngược lại.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Xây dựng hệ thống các chỉ tiêu đánh giá các tiêu chí đánh giá KCN cacbon thấp

Để xây dựng danh mục các tiêu chí đánh giá KCN cacbon thấp, nhóm nghiên cứu đã tiến hành xây dựng bộ chỉ tiêu đánh giá các tiêu chí phù hợp, hiệu quả, khoa học với điều kiện của các KCN ở Việt Nam và đặc biệt là các quy định, chính sách pháp luật Việt Nam về ứng phó biến đổi khí hậu, giảm thiểu khí nhà kính song song với phát triển kinh tế. Các chỉ tiêu đánh giá danh mục các tiêu chí được đưa ra bao gồm 6 chỉ tiêu: Phù hợp với chính sách - pháp luật Việt Nam, phù hợp với mục tiêu KCN Low Cacbon, phù hợp điều kiện kinh tế - xã hội, phù hợp cơ sở hạ tầng, hiệu quả giảm lượng phát thải, hiệu quả kinh tế.

Dựa trên bộ chỉ tiêu trên, đánh giá thứ bậc AHP được áp dụng để đánh giá trọng số của các chỉ tiêu trên. Sau khi thu thập dữ liệu từ ý kiến của 9 chuyên gia và xử lý số liệu bằng mô hình AHP, kết quả được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Xác định trọng số các thuộc tính của các chỉ tiêu đánh giá danh mục các tiêu chí

Ma Trận	Phù hợp với chính sách - pháp luật VN	Phù hợp với mục tiêu KCN Low Cacbon	Phù hợp điều kiện KT - XH	Phù hợp cơ sở hạ tầng	Hiệu quả giảm lượng phát thải	Hiệu quả kinh tế	Tính khả thi	Trung bình nhân	Trọng số (Wi)
Phù hợp với chính sách - pháp luật Việt Nam	1,00	1,59	5,74	7,21	3,63	5,00	2,12	3,0635	0,3190
Phù hợp với mục tiêu KCN Low Cacbon	0,63	1,00	5,31	6,43	2,39	3,41	1,47	2,2107	0,2302
Phù hợp điều kiện KT-XH	0,17	0,19	1,00	1,36	0,36	0,44	0,18	0,3868	0,0403
Phù hợp cơ sở hạ tầng	0,14	0,16	0,73	1,00	0,19	0,27	0,17	0,2789	0,0290
Hiệu quả giảm lượng phát thải	0,28	0,42	2,74	5,41	1,00	1,36	0,36	0,9762	0,1017
Hiệu quả kinh tế	0,20	0,29	2,29	3,73	0,73	1,00	0,25	0,7093	0,0739
Tính khả thi	0,47	0,68	5,49	6,00	2,74	4,07	1,00	1,9767	0,2059
Tổng								9,6022	1,0000

Với Chỉ số nhất quán CI = 0,0297; CR = 0,0267

Từ kết quả Bảng 1 chỉ ra rằng ý kiến của các chuyên gia là thống nhất thông qua Chỉ số nhất quán CR < 0,1. Kết quả cũng chỉ ra rằng các chỉ tiêu phù hợp với chính sách - pháp luật Việt Nam, phù hợp với mục tiêu KCN Low Carbon được đánh giá cao thông qua kết quả cho trọng số cao (lần lượt là 0,32 và 0,23) là tương đối phù hợp vì các chỉ tiêu đó là các yêu cầu cơ bản mà KCN carbon thấp cần phải có. Ngoài ra, với trọng số thấp nhất (0,029), chỉ tiêu phù hợp cơ sở hạ tầng là chỉ tiêu không thật sự quan trọng. Điều này chứng tỏ cơ sở hạ tầng đóng vai trò không quan trọng trong việc tham gia và các tiêu chí đánh giá khu công nghiệp carbon thấp.

3.2. Xây dựng danh mục các tiêu chí đánh giá KCN carbon thấp

Dựa trên các nghiên cứu đánh giá về phát thải carbon thấp trên thế giới và Việt Nam, kết hợp với các văn bản pháp lý nhà nước ban hành, các bộ tiêu chí về phát triển bền vững tại khu công nghiệp, khu công nghiệp sinh thái [1], khu công nghiệp thân thiện môi trường trong và ngoài nước..., nhóm tác giả đề xuất danh mục

bao gồm 43 tiêu chí cơ bản để đánh giá KCN carbon thấp ở KCN Trảng Bàng. Danh mục tiêu chí đánh giá KCN Carbon thấp trên thuộc 5 nhóm tiêu chí chính: Động lực, áp lực, hiện trạng, tác động và giảm thiểu [2]. Trong đó, nhóm động lực thể hiện các tiêu chí về quy mô và sự phát triển của KCN, nhóm chỉ thị áp lực thể hiện về khả năng phát thải khí nhà kính thông qua việc sử dụng tài nguyên và năng lượng, nhóm tiêu chí về hiện trạng đánh giá hiện trạng môi trường của KCN để từ đó đánh giá khả năng phát sinh khí nhà kính từ việc ô nhiễm môi trường. Ngoài ra nhóm tác động đánh giá khả năng tác động của các yếu tố đến việc phát thải khí carbon. Cuối cùng nhóm tiêu chí đáp ứng nhằm đánh giá các nhân tố có khả năng làm giảm thiểu phát thải carbon.

Trên cơ sở các nhóm tiêu chí trên, bộ chỉ tiêu đánh giá đã được thực hiện trong nội dung 3.1 được áp dụng để xây các câu hỏi đã được lấy ý kiến 09 chuyên gia. Kết quả sàng lọc tiêu chí thứ cấp được chấm điểm, tổng hợp dựa trên ý kiến chuyên gia và được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Xác định danh mục các tiêu chí đánh giá KCN carbon thấp

TT	Nhóm chỉ thị	Tên tiêu chí	Điểm đánh giá	Kết quả
1	Nhóm tiêu chí động lực	(1.1.1) Quy mô diện tích KCN	8,08	Đạt
2		(1.1.2) Tỷ lệ lấp đầy KCN	8,08	Đạt
3		(1.1.4) Tỷ lệ tăng trưởng GDP của KCN	7,47	Đạt
4	Nhóm tiêu chí áp lực	(2.1.1) Tỷ lệ tăng bình quân do tiêu thụ dầu FO	9,00	Đạt
5		(2.1.2) Tỷ lệ tăng bình quân do sử dụng than	9,00	Đạt
6		(2.1.3) Tỷ lệ tăng bình quân do sử dụng điện	9,00	Đạt
7		(2.1.4) Hệ số đàn hồi năng lượng trên một đơn vị GDP	9,00	Đạt
8		(2.1.5) Tỷ lệ tiêu thụ năng lượng do sử dụng dầu FO	6,55	Loại
9		(2.1.6) Tỷ lệ tiêu thụ năng lượng do sử dụng than	6,55	Loại
10		(2.1.7) Tỷ lệ tiêu thụ năng lượng do sử dụng điện	6,55	Loại
11	Nhóm tiêu chí hiện trạng	(3.1.1) Tổng thải lượng khí thải tính theo CO, SO ₂	8,18	Đạt
12		(3.1.2) Tổng thải lượng bụi	6,15	Loại
13		(3.1.3) Tỷ lệ cơ sở xử lý khí thải đạt tiêu chuẩn theo quy định	9,00	Đạt
14		(3.1.4) Số chỉ tiêu khí thải vượt tiêu chuẩn cho phép	6,66	Loại
15		(3.2.1) Tổng lượng nước thải	8,42	Đạt
16		(3.2.2) Lượng CTR thông thường	8,42	Đạt
17		(3.2.3) Lượng CTNH	8,37	Đạt

TT	Nhóm chỉ thị	Tên tiêu chí	Điểm đánh giá	Kết quả
18	Nhóm tiêu chí tác động	(4.1.1) Tổng lượng thải KNK /GDP	9,00	Đạt
19		(4.1.2) Tỷ lệ phát thải KNK từ nguồn trực tiếp do sử dụng nhiên liệu đốt (than, dầu, củi)	9,00	Đạt
20		(4.1.3) Tỷ lệ phát thải khí nhà kính gia tăng bình quân	9,00	Đạt
21		(4.1.4) Tỷ lệ điện năng từ NLTT trong tổng sản lượng điện sử dụng	8,59	Đạt
22		(4.1.5) Tỷ lệ ngày trong năm có nồng độ các chất độc hại trong không khí vượt quá quy chuẩn cho phép	4,14	Loại
23		(4.1.6) Thay đổi nhiệt độ không khí xung quanh	4,56	Loại
24	Nhóm tiêu chí đáp ứng	(5.1.1) Thực hiện kiểm kê KNK (lần/năm)	8,59	Đạt
25		(5.1.2) Tỷ lệ chi ngân sách hàng năm cho hoạt động bảo vệ môi trường	7,98	Loại
26		(5.1.3) Cường độ phát thải khí nhà kính/GDP	9,00	Đạt
27		(5.1.4) Số vụ vi phạm môi trường bị phát hiện và xử phạt hàng năm	4,76	Loại
28		(5.2.1) Tỷ lệ nước thải tái sử dụng	8,34	Đạt
29		(5.2.2) Tỷ lệ nước thải sinh hoạt được xử lý tập trung	6,29	Loại
30		(5.2.3) Tỷ lệ cơ sở có nước thải phát sinh được đấu nối đúng quy định	9,00	Đạt
31		(5.3.1) Tỷ lệ cơ sở trong KCN tuân thủ đúng quy định phát thải khí thải	7,87	Loại
32		(5.3.2) Tỷ lệ lắp đặt hệ thống quan trắc khí thải tự động, liên tục	8,84	Đạt
33		(5.4.1) Tỷ lệ phân loại và thu gom chất thải rắn sinh hoạt	9,00	Đạt
34		(5.4.2) Tỷ lệ chất thải rắn nguy hại được phân loại và thu gom xử lý	9,00	Đạt
35		(5.4.3) Tỷ lệ tái sử dụng, tái chế CTR trong KCN	9,00	Đạt
36		(5.4.4) Tỷ lệ cơ sở đã đạt chứng nhận ISO14001	8,60	Loại
37		(5.5.1) Tỷ lệ nguồn năng lượng tái tạo trong cơ cấu sử dụng năng lượng	9,00	Đạt
38		(5.5.2) Tỷ lệ diện tích trồng cây xanh trên tổng diện tích KCN	9,00	Đạt
39		(5.5.3) Tỷ lệ cơ sở sản xuất có thiết bị năng lượng mặt trời	8,72	Đạt
40		(5.5.4) Tỷ lệ đường trong KCN sử dụng các thiết bị và công nghệ tiết kiệm năng lượng hoặc sử dụng năng lượng tái tạo để chiếu sáng	9,00	Đạt
41		(5.6.1) Tỷ lệ cơ sở sản xuất áp dụng sản xuất sạch hơn	9,00	Đạt
42		(5.6.2) Tỷ lệ số cơ sở có liên kết sản xuất với nhau trong tổng số cơ sở hoạt động trong KCN	8,24	Đạt
43	(5.6.3) Số cơ sở bị ô nhiễm môi trường nặng cần xử lý	7,87	Loại	

Kết quả từ Bảng 2 chỉ ra rằng chỉ có 30 tiêu chí phù hợp trong tổng số 43 tiêu chí. Tỷ lệ các tiêu chí bị loại nhiều nhất thuộc nhóm áp lực với các tiêu chí về tỷ lệ sử dụng năng lượng. Điều đó chứng tỏ rằng Hệ số đàn hồi năng lượng trên một đơn vị GDP, Mức độ gia tăng việc sử dụng năng lượng hóa thạch và điện có tầm quan trọng hơn. Điều này cũng phù hợp với nghiên cứu của Yanyan Huang và cộng sự (2015) [4].

Ngoài ra, chỉ tiêu tổng lượng bụi bị loại so với chỉ tiêu Tổng thải lượng khí thải tính theo CO₂, SO₂ chứng tỏ rằng việc đánh giá khí thải đóng góp vào khí nhà kính, tiêu chí bụi không phải là tiêu chí quan trọng mặc dù bụi đóng vai trò gây ô nhiễm không khí, ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Tiêu chí Số chỉ tiêu khí thải vượt tiêu chuẩn cho phép cũng bị loại với lý do tương tự như trên.

Bên cạnh đó, các chỉ tiêu bị loại trong nhóm các chỉ tiêu tác động, bao gồm: Tỷ lệ ngày trong năm có nồng độ các chất độc hại trong không khí vượt quá quy chuẩn cho phép, Thay đổi nhiệt độ không khí xung quanh. Điều đó chứng tỏ rằng mặc dù các chỉ tiêu này có thể gây tác động đến việc phát sinh khí thải cacbon nhưng sự ảnh hưởng chưa đủ lớn.

Cuối cùng nhóm các tiêu chí bị loại thuộc nhóm đáp ứng nhiều nhất bao gồm 7 tiêu chí. Các tiêu chí bị loại phần lớn là các tiêu chí có tác dụng rất ít hoặc gián tiếp đến việc giảm thiểu khí thải cacbon so với các tiêu chí còn lại. Kết

quả cũng chỉ ra rằng các tiêu chí về kiểm soát ô nhiễm môi trường, giám sát việc phát thải khí nhà kính, giảm thiểu, tái sử dụng chất thải cũng được quan tâm nhiều hơn.

4. Kết luận và kiến nghị

Nhóm tác giả đã xác định được 7 chỉ tiêu để đánh giá các tiêu chí đánh giá KCN cacbon thấp với các trọng số khác nhau thông qua ý kiến chuyên gia và AHP. Với 43 tiêu chí sơ cấp đánh giá KCN cacbon thấp ban đầu được nhóm nghiên cứu đưa ra. Thông qua đánh giá bằng bộ chỉ tiêu đánh giá, kết quả sàng lọc còn 30 tiêu chí phù hợp. Trong đó các tiêu chí có ảnh hưởng lớn, trực tiếp đến việc phát thải cacbon cũng như khả năng giảm thiểu được giữ lại. Số lượng các tiêu chí tuy có ít hơn so với nghiên cứu của Yanyan Huang và cộng sự (2015) [4], tuy nhiên các tiêu chí tương tự như nghiên cứu của Yanyan Huang và cộng sự (2015) đều có thể giúp phản ánh khái niệm ngành công nghiệp cacbon thấp trong điều kiện cụ thể của từng địa phương. Hệ thống các tiêu chí này phản ánh khái niệm về KCN cacbon thấp phù hợp với điều kiện, chính sách ở Việt Nam.

Thông qua đề tài nghiên cứu này, nhóm tác giả kiến nghị nghiên cứu bổ sung đánh giá trọng số của các tiêu chí đã sàng lọc để từ đó đưa ra Bộ tiêu chí cụ thể có thể áp dụng cho KCN Trảng Bàng nói riêng và cho các KCN khác ở Việt Nam nói chung.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Phùng Chí Sỹ (2015), "Xây dựng hệ thống tiêu chí đánh giá quá trình chuyển đổi từ khu công nghiệp hiện hữu thành khu công nghiệp sinh thái tại Việt Nam", *Tạp Chí khoa học và phát triển*, số 16, tr.126-135.

Tài liệu tiếng Anh

2. Carr, E.R. et al., (2007), "Applying DPSIR to sustainable development". *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 14(6): 543–555.
3. Thomas L Saaty (2008), "Decision making with the analytic hierarchy process", *International journal of services sciences.* 1(1), (2008): 83-98.
4. Yanyan Huang, Jingjing Wang (2015), *Research on Establishment of an Index System for the Low-carbon Industrial Parks in Wuhan City*, International Symposium on Material, Energy and Environment Engineering.

RESEARCH ON ESTABLISHMENT OF AN INDEX LIST FOR ASSESSMENT OF LOW-CARBON INDUSTRIAL PARK OF TRANG BANG, IN TAY NINH PROVINCE

Vuong Mai Thi⁽¹⁾, Tran Hau Vuong⁽²⁾, Dinh Xuan Thang⁽³⁾, Nguyen Nhat Toa⁽⁴⁾

⁽¹⁾Institute for Environment and Resources - Viet Nam National University, Ho Chi Minh city

⁽²⁾Ho Chi Minh University of natural resources and environment

⁽³⁾Hoa Lu center for reseach and apliment

⁽⁴⁾Ho Chi Minh City University of Technology - Viet Nam National University, Ho Chi Minh city

Received: 02/8/2021; Accepted: 16/9/2021

Abstract: Carbon emissions from industrial zones rises along with economic development as an inevitable consequence. Therefore, research on carbon emissions in industrial zones has become a necessity. In order to evaluate low-carbon industrial parks, this study proposes a setup procedure and specific construction method for index list to guide the assessment of low-carbon industrial park of Trang Bang, Tay Ninh. Through the use of Analytic Hierarchy Process (AHP), expert methods and document overview, the study has built a set of principles for evaluating an index list for assessment of low-carbon industrial. The research results have provided the index list for assessment of low-carbon industrial including 30 index for evaluating low-carbon industrial parks which can be applied in Viet Nam's conditions.

Keywords: Analytic Hierarchy Process (AHP), low-carbon industrial park, index list for the assessment of low-carbon industrial park.

NÂNG CAO HIỆU QUẢ CÔNG TÁC ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI VÀ TÌM KIẾM CỨU NẠN NGÀNH CÔNG AN

Nguyễn Văn Khiêm⁽¹⁾, Huỳnh Thị Lan Hương⁽²⁾, Mai Văn Khiêm⁽³⁾,
Đỗ Thị Hương⁽²⁾, Nguyễn Quang Huy⁽⁴⁾

⁽¹⁾Văn phòng Bộ Công an

⁽²⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽³⁾Tổng cục Khí tượng Thủy văn

⁽⁴⁾Vụ hợp tác quốc tế, Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài: ; 09/8/2012; ngày chuyển phản biện: 10/8/2021; ngày chấp nhận đăng: 16/9/2021

Tóm tắt: Lực lượng Công an nhân dân đóng vai trò rất quan trọng trong việc ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn. Tuy nhiên, trong quá trình triển khai các hoạt động này, ngành Công an vẫn bộc lộ một số tồn tại, hạn chế. Để có thể nâng cao hiệu quả về phòng chống và giảm nhẹ rủi ro thiên tai, cần thiết phải triển khai đồng bộ nhiều giải pháp về hoàn thiện cơ cấu tổ chức, bộ máy hoạt động, tăng cường nguồn lực, tuyên truyền giáo dục nâng cao nhận thức và trình độ của lực lượng Công an. Bài báo này giới thiệu một số giải pháp cụ thể để nâng cao vai trò và hiệu quả trong công tác ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn của ngành Công an.

Từ khóa: Ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai, tìm kiếm cứu nạn, Công an nhân dân.

1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu làm cho thiên tai có thể xảy ra khó dự báo và gây nhiều tác động bất lợi. Việc này dẫn đến nhiều thách thức đối với công tác ứng phó với biến đổi khí hậu (ƯPBĐKH), phòng chống thiên tai (PCTT) và tìm kiếm cứu nạn (TKCN) (sau đây viết tắt là ƯPT). Ngành Công an là một trong những lực lượng tham gia chủ chốt vào công tác này của quốc gia. Mặc dù có rất nhiều cố gắng và đóng góp tích cực vào việc PCTT và TKCN, đặc biệt trong bối cảnh BĐKH đang diễn ra, tuy nhiên, cũng cần nhìn nhận rằng, vẫn còn nhiều hạn chế trong việc đạt được hiệu quả cao nhất của công tác ƯPT.

Trên cơ sở phân tích các tồn tại của công tác ƯPT của ngành Công an, có thể đề xuất một số giải pháp nhằm nâng cao vai trò, hiệu quả của Công an đặc biệt trong việc phòng chống, giảm nhẹ rủi ro thiên tai.

Ở Việt Nam, các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, quy trình quản lý rủi ro thiên tai có thể áp dụng

theo 4 bước khép kín: (i) Giai đoạn phòng ngừa và giảm thiểu, (ii) Giai đoạn chuẩn bị, (iii) Giai đoạn trong và ngay sau thiên tai, (iv) Giai đoạn phục hồi và tái thiết [2]. Kết quả đánh giá theo từng bước này có thể dựa trên cơ sở phân tích tài liệu, điều tra khảo sát và đánh giá trên tất cả các lĩnh vực từ những địa bàn, vùng miền, lực lượng chuyên trách, kiêm nhiệm, dự bị, xung kích, cơ sở hạ tầng, cơ sở y tế, các cơ sở giam giữ, kho tàng, hành lang pháp lý số lượng CBCS tham gia ƯPT khi được huy động, cơ sở hạ tầng, trụ sở cần di dời, hệ thống thông tin liên lạc, cảnh báo, dự báo thiên tai, đề ra các phương án, kế hoạch thực hiện, các tình huống thiên tai cụ thể liên quan đến bão, lũ lụt và lũ quét. Từ đó, phân tích các tồn tại, hạn chế và đề xuất giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả của công tác ƯPT của ngành Công an.

2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp

Hiện trạng và đóng góp của ngành Công an cho công tác ƯPBĐKH, PCTT và TKCN được đánh giá theo quy trình 4 bước của ADB [6]: (1) Giai đoạn phòng ngừa và giảm thiểu; (2) Giai đoạn

Liên hệ tác giả: Nguyễn Văn Khiêm

Email: khiemuptbca@gmail.com

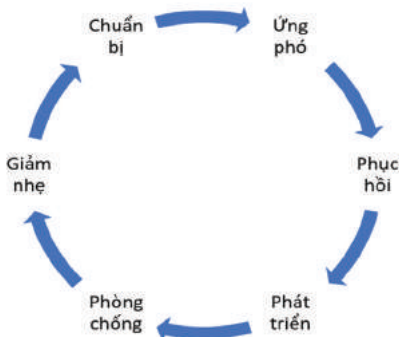
chuẩn bị; (3) Giai đoạn ứng phó trong và ngay sau thiên tai; (4) Giai đoạn phục hồi và tái thiết. Các tiêu chí được đánh giá theo 4 nhóm nội dung: (i) Cơ cấu tổ chức; (ii) Xây dựng và lập kế hoạch, (iii) Nguồn lực, và (iv) Trình độ và kỹ năng của lực lượng CAND tham gia công tác ƯPT [2].

Thu thập số liệu

Để phục vụ nghiên cứu, các phương pháp sau được sử dụng:

* *Thu thập và phân tích tài liệu:* Phương pháp nghiên cứu tài liệu được sử dụng nhằm xem xét, đánh giá dữ liệu, tài liệu sẵn có (tài liệu thứ cấp) được công bố dưới dạng tạp chí, sách chuyên khảo, báo cáo chuyên ngành để phân tích đánh giá công tác ƯPT của ngành Công an.

* *Phỏng vấn bằng bảng hỏi:* Nghiên cứu sử dụng bảng hỏi để phỏng vấn và hỏi ý kiến của các cán bộ trong ngành Công an nhằm thu thập thông tin trực tiếp những cán bộ Công an thực hiện công tác PCTT và TKCN. Các nội dung phản ánh trong các mẫu phiếu điều tra này sau đó được mã hóa, tổng hợp, xử lý và đánh giá ý nghĩa thống kê của các số liệu thu thập được thông qua phần mềm Excel.



Hình 1. Quy trình quản lý thiên tai cơ bản của AD

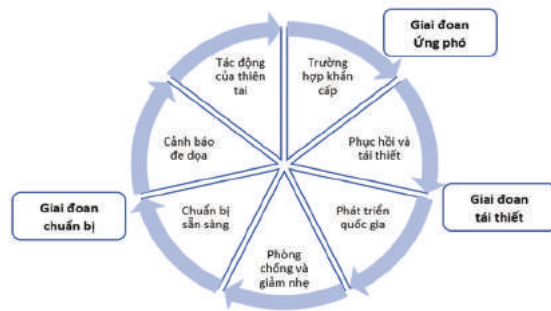
Quy trình quản lý thiên tai khép kín là một công cụ quan trọng và được sử dụng phổ biến ở nhiều quốc gia và vùng lãnh thổ. Quy trình quản lý thiên tai sử dụng cho các chương trình phát triển và các nước thành viên của ADB được khuyến cáo áp dụng (Hình 1).

Bài báo đã tổng quan hệ thống PCTT và TKCN của một số nước trên thế giới và hệ thống PCTT của Việt Nam có nhiều điểm tương đồng là theo cách tiếp cận theo hướng toàn diện để ứng phó với tất cả các loại thiên tai. Các giai đoạn ứng

* *Phỏng vấn sâu:* Phương pháp phỏng vấn sâu được sử dụng nhằm hiểu sâu, hiểu kỹ về bản chất của các nguyên nhân dẫn đến những bất cập và thiếu sót trong công tác PCTT và TKCN của ngành Công an trong điều kiện BĐKH.

* *Tổng quan nội dung nghiên cứu về các quy trình quản lý rủi ro thiên tai trên thế giới:* Hiện nay có 3 loại mô hình/khung quy trình trong quản lý thiên tai chính và được áp dụng phổ biến tại nhiều quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới, bao gồm: Khung/Quy trình tiếp cận trong quản lý rủi ro thiên tai; Khung thực hiện theo các bước tuần tự và lặp lại; Quy trình quản lý thiên tai khép kín.

Luận án tập trung phân tích Khung/Quy trình tiếp cận trong quản lý rủi ro thiên tai thông qua Khung hành động Hyogo và Khung hành động Sendai; Khung thực hiện theo các bước tuần tự và lặp lại tiêu biểu là khung quản lý thiên tai của FAO; Khung quản lý thiên tai khép kín của Ngân hàng phát triển Châu Á (ADB), Quy trình quản lý thiên tai Chính quyền bang Queensland - Australia, Quy trình của Cơ quan quản lý các trường hợp khẩn cấp Hoa Kỳ, v.v... [8]- [10].



phó cũng có tương đồng với 03 giai đoạn: (i) Phòng ngừa và giảm thiểu; (ii) Ứng phó và (iii) Khắc phục, tái thiết. Các hoạt động ứng phó được phân công rõ mức độ trách nhiệm theo từng cấp và có sự phối kết hợp giữa các cơ quan chuyên môn của Bộ, ngành ở Trung ương với chính quyền địa phương ở tất cả các cấp.

Trong thực hiện PCTT và TKCN, Công an nhân dân là lực lượng nòng cốt trong công tác sơ tán người, phương tiện, tài sản, cứu hộ, cứu nạn, bảo đảm an ninh, trật tự an toàn xã hội. Nhiệm

vụ của lực lượng CAND gồm: Đấu tranh với các loại tội phạm, vi phạm pháp luật về môi trường và BDKH; đảm bảo an ninh trật tự, an toàn giao thông; di dời, sơ tán, khắc phục hậu quả; đảm bảo an toàn về người và tài sản...; tổ chức tìm kiếm, cứu nạn, cứu hộ.

Để có thể tăng cường hiệu quả công tác UPT của ngành Công an, cần thiết phải đánh giá được hiện trạng và hiệu quả của công tác này và đề xuất các giải pháp phù hợp nhằm tăng cường công tác UPT.

Bảng 1. Phân tích vấn đề tồn tại và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả của công tác ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn của ngành Công an

Vấn đề tồn tại	Đề xuất giải pháp
Theo cách tiếp cận từ trên xuống	
Về cơ cấu tổ chức	
Sự thống nhất và thông suốt trong chỉ đạo và chỉ huy giữa các cấp/ngành có liên quan từ Trung ương đến địa phương và cấp cơ sở được đảm bảo, tuy nhiên, còn một số hạn chế trong thực hiện tại các cấp ở địa phương, cơ sở	Điều chỉnh, hoàn thiện cơ cấu tổ chức từ cấp Bộ đến cấp cơ sở
Xây dựng và lập kế hoạch	
Nguồn lực hạn chế, sử dụng kinh phí an ninh thường xuyên	Tăng cường nguồn lực
Chưa thực hiện nhiều trong công tác xây dựng và lập kế hoạch phát triển trung hạn và dài hạn của ngành	Tăng cường xây dựng kế hoạch trung và dài hạn
Công tác lồng ghép các nội dung liên quan đến PCTT và TKCN trong các kế hoạch, quy hoạch phát triển ngành đã được từng bước thực hiện, tuy chưa có các báo cáo kết quả rõ ràng và cụ thể	Tăng cường công tác lồng ghép UPT trong kế hoạch, quy hoạch phát triển ngành
Nguồn lực	
Phương tiện, trang thiết bị, nhu yếu phẩm, các công trình PCTT và nguồn lực khác còn thiếu nhiều về số lượng và chất lượng chưa cao; cơ sở vật chất, trang thiết bị và trình độ công nghệ còn hạn chế.	Tăng cường cơ sở vật chất và trang thiết bị cũng như trình độ công nghệ
Tuy nhiên để đầu tư các cơ sở hạ tầng thiết yếu cũng cần phải xây dựng các đề án, dự án đầu tư để đáp ứng yêu cầu đa nhiệm vụ trong đó có công tác UPT.	Tăng cường đầu tư cơ sở hạ tầng
Trong các kế hoạch hàng năm về UPT cần thực hiện tốt hơn nữa công tác phát triển và nâng cao năng lực CBCS	Tổ chức tập huấn, đào tạo nâng cao trình độ
Còn thiếu về chế độ ưu đãi lương, phụ cấp, bảo đảm quyền lợi cho các lực lượng tham gia UPT	Bổ sung chính sách ưu đãi cho các lực lượng tham gia UPT
Trình độ và kỹ năng	
Đã được đề cập và từng bước thực hiện trong các chiến lược và kế hoạch phát triển của ngành, tuy nhiên trình độ và kỹ năng CBCS cần được nâng cao.	Tổ chức tập huấn, đào tạo nâng cao trình độ

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hạn chế trong công tác ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn của ngành Công an

Mặc dù ngành Công an có rất nhiều đóng góp đối với công tác UPT chung của cả nước, tuy nhiên, vẫn còn một số tồn tại [3]. Trên cơ sở phân tích các tồn tại về triển khai công tác UPT của ngành Công an, có thể xác định một số hướng giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả của công tác UPT của ngành Công an (Bảng 1).

Vấn đề tồn tại	Đề xuất giải pháp
Theo cách tiếp cận từ dưới lên	
Kế hoạch thông tin, truyền thông và tổ chức các lớp tập huấn, huấn luyện, diễn tập và đào tạo nâng cao trình độ nguồn nhân lực của lực lượng CAND thực hiện ƯPT còn ít về số lượng.	Tăng cường tổ chức tập huấn, đào tạo nâng cao trình độ
Phương tiện, trang thiết bị, nhu yếu phẩm, các công trình PCTT và nguồn lực khác còn thiếu về số lượng và chất lượng chưa cao; cơ sở vật chất, trang thiết bị và trình độ công nghệ còn hạn chế.	Tăng cường cơ sở vật chất và trang thiết bị cũng như trình độ công nghệ
Phát triển và nâng cao chất lượng lực lượng CBCS cũng như nâng cao khả năng huy động lực lượng CAND thực hiện ƯPT đã được đầu tư thực hiện, tuy nhiên trong các kế hoạch hàng năm về ƯPT cần thực hiện tốt hơn nữa	Tổ chức tập huấn, đào tạo nâng cao trình độ Tăng cường công tác xây dựng kế hoạch trung và dài hạn
Thực hiện đăi ngộ cán bộ chiến sĩ thực hiện nhiệm vụ ƯPT đã được quan tâm nhưng cần bổ sung các nội dung về chế độ lương, phụ cấp, bảo đảm quyền lợi cho cán bộ chiến sĩ	Bổ sung chính sách ưu đãi cho các lực lượng tham gia PCTT và TKCN, cứu hộ của lực lượng CAND
Áp dụng KHCN trong chỉ huy, điều hành và phối hợp với các ngành/đơn vị có liên quan khác trong thực hiện PCTT và TKCN đã được quan tâm, nhưng vẫn còn hạn chế	Nâng cao trình độ KHCN trong thực hiện PCTT và TKCN

Trong các mục tiếp theo, bài báo sẽ đề xuất các giải pháp nhằm khắc phục các tồn tại nêu trên, qua đó, tăng cường năng lực và tính hiệu quả của việc thực hiện công tác ƯPT cho ngành.

3.2. Đề xuất giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả công tác ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn của ngành Công an

3.2.1. Hoàn thiện cơ cấu tổ chức, chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn cơ quan chỉ đạo điều hành phòng chống thiên tai, tìm kiếm cứu nạn

Trên cơ sở phân tích các hạn chế, bất cập trong cơ cấu tổ chức, cơ chế vận hành ứng phó thiên tai hiện nay của ngành Công an ở Việt Nam và tham khảo mô hình tổ chức, cơ chế phối hợp quản lý thiên tai ở một số nước trên thế giới, đề xuất phương án điều chỉnh cơ cấu tổ chức ƯPT của Bộ Công an như sau:

- Nội dung chính của phương án: Thành lập 01 Phòng nghiệp vụ chuyên trách ƯPBĐKH, PCTT, TKCN và PTDS (bổ sung chức năng PTDS), thành lập các Bộ phận theo đủ 04 chức năng được giao Thường trực chung như: (1) Bộ phận ƯPBĐKH; (2) Bộ phận PCTT; (3) Bộ phận TKCN; (4) Bộ phận PTDS. Với chức năng nhiệm vụ giúp

Trưởng BCĐ ƯPT Bộ Công an chỉ đạo, điều hành công tác ứng phó với biến đổi khí hậu, PCTT, tìm kiếm cứu nạn và PTDS.

- Cơ quan Thường trực: Văn phòng Bộ Công an

* *Ưu điểm:* Không làm xáo trộn lớn về cơ cấu tổ chức ƯPT và phòng thủ dân sự hiện nay của Bộ Công an. Tiết kiệm nguồn nhân lực, phù hợp với xu hướng đổi mới thu gọn bộ máy quản lý hành chính của Bộ; đảm bảo tính kế thừa và phát huy được những mặt tích cực của các đơn vị, tổ chức và phương thức hoạt động trong chỉ đạo phòng ngừa, ứng phó và khắc phục hậu quả sự cố, thiên tai; đảm bảo tính chuyên nghiệp, phục vụ công tác chỉ đạo điều hành phòng ngừa, ứng phó và khắc phục hậu quả thiên tai một cách hiệu quả.

* *Nhược điểm:* Thành lập thêm các Bộ phận hoặc Ban sẽ phải bổ sung cán bộ để hoàn chỉnh có thể ảnh hưởng đến cơ cấu biên chế của đơn vị. Tuy nhiên, những nhược điểm này sẽ được khắc phục điều động cán bộ trong nội bộ, không tuyển mới.

3.2.2. Hoàn thiện tổ chức bộ máy hoạt động

Theo kết quả phân tích ở trên cho thấy, hiện nay, ngành Công an đã hình thành tổ chức bộ

máy hoạt động về ƯPT [1], tuy nhiên, sự thống nhất và thông suốt trong chỉ đạo và chỉ huy giữa các cấp/ngành có liên quan từ Trung ương đến địa phương và cấp cơ sở vẫn còn một số hạn chế. Chính vì vậy, đề xuất giải pháp về tổ chức bộ máy thực hiện ƯPT các cấp như sau:

3.2.2.1. Ban Chỉ đạo ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai, tìm kiếm cứu nạn và phòng thủ dân sự Bộ Công an

- Trưởng Ban Chỉ đạo: 01 đồng chí Lãnh đạo Bộ Công an.

- Thành viên Ban Chỉ đạo là đại diện Lãnh đạo các Cục trực thuộc Bộ: Văn phòng Bộ Công an, Cục Cảnh sát PCCC&CNCH, Bộ Tư lệnh Cảnh sát Cơ động, Cục Y tế, Cục Cảnh sát giao thông, Cục Kế hoạch và tài chính, Cục Hậu cần, Cục Viễn thông Cơ yếu, Cục Trang bị và Kho vận,...

Trong đó:

- Văn phòng Bộ Công an làm Thường trực chung và trực tiếp thường trực phòng, chống thiên tai và PTDS.

- Cục Cảnh sát Phòng cháy, chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ (Cục C07): Thường trực ứng phó với sự cố, thiên tai và tìm kiếm cứu nạn và đảm bảo phương tiện, kỹ thuật, hậu cần phục vụ ứng phó sự cố, thiên tai và tìm kiếm cứu nạn (theo Quy định tại *Quyết định số 1041/QĐ-TTg, ngày 24/6/2014 của Thủ tướng Chính phủ*) [4].

- Cục Y tế thực hiện nhiệm vụ quản lý Nhà nước về ứng phó với biến đổi khí hậu và bảo vệ môi trường trong CAND,...

- Bộ Tư lệnh Cảnh sát cơ động thực hiện nhiệm vụ sẵn sàng lực lượng, phương tiện tham gia ứng phó và giúp nhân dân trước, trong và sau thiên tai,...

3.2.2.2. Đối với Công an các tỉnh, thành phố

- Trưởng BCH: 01 đồng chí Lãnh đạo Công an Tỉnh, thành phố (là thành viên BCH PCTT và TKCN Tỉnh/TP);

- Phó Trưởng Ban Thường trực: Trưởng phòng tham mưu;

- Phó Trưởng Ban: Trưởng phòng Hậu cần (PH01);

- Phó Trưởng Ban: Trưởng phòng PCCC (PC07) hoặc Trưởng phòng Cảnh sát cơ động (PK02);

- Thường trực BCH: Trung tâm thông tin chỉ huy - Phòng tham mưu (PV01).

- Thường trực Tìm kiếm cứu nạn, cứu hộ: Phòng PCCC (PC07);

- Thường trực ƯPBDKH: Phòng Hậu cần PH01;

- Thường trực Tai nạn thương tích: Bệnh viện, bệnh xá Công an;

- Điều động chi viện, ứng cứu; giải quyết chế độ chính sách: PX01;

- Đảm bảo hậu cần kỹ thuật, tài chính: Phòng Hậu cần (PH10);

- Đảm bảo thông tin liên lạc: PV01;

- Thông tin tuyên truyền, đề xuất khen thưởng: Phòng Chính trị (PX03).

3.2.2.3. Đối với Công an quận, huyện, thị xã

- Trưởng BCH: Trưởng Công an quận, huyện, thị xã;

- Phó Trưởng Ban: Đội trưởng Đội Tham mưu tổng hợp;

- Thường trực BCH: Đội Tham mưu tổng hợp;

- Thường trực TKCN, cứu hộ: Đội CS QLHC;

- Thường trực PCTT: Đội Hậu cần, Kỹ thuật.

3.2.2.4. Đối với Công an xã

- Phó Trưởng BCH PCTT và TKCN cấp xã: Trưởng Công an xã;

- Thường trực PCTT: Bộ phận Tham mưu tổng hợp của Công an xã;

3.2.2.5. Lực lượng tham gia công tác ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn

- *Lực lượng Chuyên trách*: Ở cấp Bộ: Phòng Công tác cứu nạn, cứu hộ thuộc Cục Cảnh sát PCCC và CNCH; Bộ phận ƯPT - Phòng Thường trực giúp việc các BCĐ, Văn phòng Bộ Công an và Phòng Quản lý môi trường thuộc Cục H06 - Bộ Công an. Công an các tỉnh, thành phố: Các lực lượng thuộc phòng cảnh sát PCCC và cứu nạn, cứu hộ.

- *Lực lượng Kiêm nhiệm*: Ở cấp Bộ: Là thành viên BCĐ ƯPT Bộ Công an, Trung tâm Thông tin chỉ huy (V01) các lực lượng thuộc Bộ Tư lệnh Cảnh sát cơ động, Cục Cảnh sát giao thông, Cục thông tin và cơ yếu, Cục Y tế. Công an các đơn vị, địa phương: Các thành viên BCH ƯPT Công an các tỉnh; các lực lượng thuộc PV01, PK02, PC07, PC08, PH10,....;

- *Lực lượng Dự bị*:

- + Dự bị cơ động: Là cán bộ chiến sĩ của các

đơn vị kiêm nhiệm, các đơn vị có chức năng tham gia công tác ƯPT; thành lập các Tiểu đội, Trung đội hoặc Đại đội ứng trực, cơ động PCTT và TKCN;

+ Dự bị xung kích: Là học sinh, sinh viên của các Trường CAND, là Đoàn viên thanh niên Công an các đơn vị, địa phương; thành lập các Tiểu đội, Trung đội hoặc Đại đội học sinh, sinh viên, đoàn viên thanh niên xung kích PCTT lụt bão và tìm kiếm cứu nạn.

- *Lực lượng khác*: Là các lực lượng không thuộc các lực lượng trên, được huy động tham gia khi có thiên tai, bão lũ, hiểm họa, sự cố lớn xảy ra.

3.2.2.6. Phân công trách nhiệm thường trực các lĩnh vực:

Căn cứ tình hình thực tế, điều kiện khách quan của từng địa phương mà 1 đơn vị có thể phụ trách 2 - 3 lĩnh vực có liên quan, hoặc giao cho đơn vị tham mưu tổng hợp chịu trách nhiệm chung. Chỉ tách thường trực 1 - 2 lĩnh vực có tính đặc thù của đơn vị có lực lượng chuyên trách thực hiện.

3.2.3. Hoàn thiện chế độ chính sách về chế độ lương, phụ cấp

Hiện nay, lực lượng tham gia công tác ƯPT của ngành Công an đang được hưởng các chế độ, chính sách về lương, phụ cấp như sau:

1. Lực lượng chuyên trách: (1) Hưởng chế độ Hạ Sĩ quan, Sĩ quan nghiệp vụ; (2) Hưởng phụ cấp đặc thù nghề nghiệp; (3) Hưởng chế độ phụ cấp trách nhiệm đối với thành viên BCĐ, BCH ƯPT; (4) Hưởng chế độ bồi dưỡng trực ban hàng ngày đối với lực lượng ứng trực trong, ngoài giờ; (5) Hưởng chế độ bồi dưỡng trực ứng phó, xử lý khi có thiên tai, sự cố.

2. Lực lượng kiêm nhiệm, dự bị: Hưởng chế độ bồi dưỡng trực ứng phó, xử lý khi có thiên tai, sự cố.

3. Lực lượng chi viện hỗ trợ, ứng cứu tại nơi xảy ra thiên tai, sự cố: Căn cứ Quyết định số 633/2008/QĐ-BCA ngày 30/5/2008 của Bộ Công an về Quy định chế độ bồi dưỡng đối với cán bộ, chiến sĩ tham gia PCTT và chế độ trợ cấp khó khăn cho cán bộ, chiến sĩ bị thiệt hại do thiên tai gây ra.

Mặc dù đã có các chế độ chế độ, chính sách

về lương, phụ cấp và bồi dưỡng cho lực lượng tham gia công tác ƯPT, tuy nhiên, trong thực hiện vẫn bộc lộ các tồn tại. Do vậy, Bộ Công an cần xem xét bổ sung các chế độ chính sách về: Chế độ bồi dưỡng đặc thù khi chi viện ứng cứu tại nơi xảy ra thiên tai, bão, lụt, sự cố; Chế độ tiền ăn thêm khi ứng cứu, diễn tập, huấn luyện, tập huấn; Chế độ động viên khen thưởng; Chế độ bồi dưỡng khi huấn luyện, diễn tập, tập huấn; Chế độ chính sách khi bị thương, hy sinh khi tham gia PCTT và TKCN, cứu hộ.

3.2.4. Tăng cường nguồn lực ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai, tìm kiếm cứu nạn và phòng thủ dân sự của Bộ Công an

3.2.4.1. Phát triển lực lượng ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai, tìm kiếm cứu nạn và phòng thủ dân sự của Bộ Công an

Để có thể phát triển lực lượng ƯPT của ngành Công an, một số chỉ tiêu sau cần đặt ra đối với ngành trong giai đoạn 2025 [5]:

1. Hoàn thiện mô hình, hệ thống tổ chức lực lượng PCTT và TKCN của ngành Công an bao gồm các lực lượng thường trực, chuyên trách, kiêm nhiệm, dự bị;

2. 100% Công an các tỉnh, thành phố và các đơn vị tương đương có Ban chỉ huy ƯPT và có cán bộ thường trực chuyên trách. 100% Công an các đơn vị địa phương, các đơn vị trực thuộc Bộ có trụ sở riêng có Ban chỉ huy ƯPT (đến cấp huyện).

3. 100% Công an các tỉnh, thành phố có kế hoạch 05 năm về PCTT;

4. 70% - 100% Phòng Cảnh sát Phòng cháy chữa cháy quận, huyện có đội cảnh sát cứu nạn, cứu hộ;

5. 100% các đơn vị kiêm nhiệm, các đơn vị có chức năng tham gia công tác ƯPT thành lập lực lượng dự bị cơ động ƯPT, được trang bị phương tiện và huấn luyện kỹ năng ứng phó với thiên tai, sự cố;

6. 100% các trường Công an, Công an các đơn vị, địa phương thành lập các đơn vị dự bị xung kích ƯPT là học sinh, sinh viên, Đoàn viên thanh niên;

7. 70% - 100% lực lượng thường trực, chuyên trách công tác ƯPT được tập huấn, nâng cao năng lực, trình độ, kỹ năng;

8. Xây dựng tiêu chuẩn định mức trang bị và cơ sở dự phòng phương tiện thiết bị cho các lực lượng thường trực, chuyên trách, kiêm nhiệm, dự bị ƯPT;

9. Xây dựng bộ quy chuẩn, tiêu chuẩn ngành về xây dựng công trình phù hợp với đặc thù thiên tai của từng vùng;

10. Đảm bảo trang cấp cho các lực lượng tham gia ƯPT.

11. 70% cơ sở Công an bị ảnh hưởng bởi thiên tai, biến đổi khí hậu, nước biển dâng được cải tạo, sửa chữa, nâng cấp;

12. 50% cơ sở Công an vùng nguy hiểm bởi thiên tai, biến đổi khí hậu, nước biển dâng được di dời, xây mới tại nơi an toàn;

13. 100% cán bộ thường trực, chuyên trách PCTT, tìm kiếm cứu nạn, cứu hộ có đủ nơi làm việc, nơi ở theo tiêu chuẩn vật chất hậu cần CAND của Nghị định 18/2013/NĐ-CP;

14. 70% - 100% đề tài NCKH liên quan tới công tác ứng phó với biến đổi khí hậu, PCTT và tìm kiếm cứu nạn được ứng dụng thực tiễn;

15. 100% Công an các tỉnh, thành phố có đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và có kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu;

16. 90% các cơ sở sản xuất, công nghiệp được áp dụng công nghệ sản xuất sạch hơn và tiết kiệm năng lượng, nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu;

17. 90% tổng lượng chất thải rắn sinh hoạt được thu gom và xử lý, trong đó một phần được tái chế, tái sử dụng thu hồi năng lượng.

Dự kiến đến năm 2030: Đảm bảo đầy đủ định mức phương tiện, trang thiết bị đặc chủng, thiết yếu cho các lực lượng tham gia công tác ƯPT; di dời toàn bộ hệ thống cơ sở Công an ra khỏi vùng nguy hiểm bởi thiên tai, biến đổi khí hậu, nước biển dâng.

3.2.4.2. Giải pháp tăng cường trang thiết bị, phương tiện

Để có thể phát triển lực lượng ƯPT của ngành Công an, một số chỉ tiêu sau cần đặt ra đối với nội dung tăng cường trang thiết bị, phương tiện của ngành trong giai đoạn 2025 [5]:

Cung cấp phương tiện, thiết bị chuyên dùng cho lực lượng làm công tác PCTT, bảo lụt, lũ quét (hiểm họa thiên nhiên) để nâng cao năng lực

ứng cứu khi thiên tai, hiểm họa thiên nhiên xảy ra, nhằm giảm thiểu tối đa hậu quả của thiên nhiên đối với đời sống con người, tài sản. Tập trung đầu tư phương tiện, trang thiết bị thiết yếu và chuyên dụng cho từng lực lượng tham gia công tác ƯPT. Dự kiến đến năm 2025, đảm bảo trang cấp cho các lực lượng tham gia PCTT, tìm kiếm cứu nạn: Đáp ứng 100% định mức trang bị phương tiện đặc chủng, thiết yếu cho lực lượng chuyên trách thường trực BCĐ, BCH; Đáp ứng 70% định mức trang bị phương tiện thiết yếu, 50% định mức trang bị phương tiện đặc chủng cho lực lượng chuyên trách; Đáp ứng 50% định mức trang bị phương tiện thiết yếu, 30% định mức trang bị phương tiện đặc chủng cho lực lượng kiêm nhiệm; Đáp ứng 30% định mức trang bị phương tiện thiết yếu, cho lực lượng dự bị.

Dự kiến đến năm 2030: Đảm bảo đáp ứng 100% định mức trang bị phương tiện đặc chủng cho các lực lượng tham gia công tác PCTT và TKCN trong bối cảnh biến đổi khí hậu [5].

3.2.5. Tuyên truyền, giáo dục đào tạo, phát triển nguồn nhân lực

Từ nay đến năm 2025, ngành Công an cần phải nâng cao nhận thức của cán bộ chiến sĩ CAND về ảnh hưởng của BĐKH, công tác PCTT và TKCN thông qua đào tạo, tập huấn nghiệp vụ, kỹ năng, cụ thể: Phổ biến, tuyên truyền, quán triệt đường lối, chính sách, chủ trương, quan điểm của Đảng, Nhà nước, Bộ Công an cho CBCS về tác động ảnh hưởng của BĐKH và giải pháp ứng phó với BĐKH; giảng dạy trong trường Công an về ƯPT, xây dựng chuyên đề về ƯPT trên báo, tạp chí, truyền hình CAND để tuyên truyền; tổ chức các lớp tập huấn nâng cao nhận thức, hội nghị, hội thảo về ƯPT cho CBCS; xây dựng, biên soạn và in ấn các tài liệu, đào tạo, tập huấn về ƯPT trong lực lượng Công an.

Đảm bảo đến năm 2025, 100% cán bộ thường trực chuyên trách phải tham gia các lớp huấn luyện (> 20 ngày); 100% lực lượng kiêm nhiệm phải tham gia các lớp tập huấn (< 20 ngày); 100% lực lượng dự bị xung kích phải tham gia các lớp bồi dưỡng (< 7 ngày); nguồn kinh phí đào tạo, tập huấn, huấn luyện được lấy từ kinh phí thường xuyên của Bộ Công an [5].

3.2.6. Đề xuất nội dung, nhiệm vụ ứng phó với biến đổi khí hậu phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn để thực hiện các giải pháp

Để có thể thực hiện các giải pháp được đề xuất trên đây, đề xuất một số nội dung nhiệm vụ đối với công tác ƯPT của ngành Công an, cụ thể:

- Ưu tiên củng cố, sắp xếp, hoàn chỉnh về cơ cấu tổ chức, chỉ đạo, điều hành, phân công nhiệm vụ cho các lực lượng ƯPT & PTDS Bộ Công an và Công an các cấp.

- Tập trung xây dựng, hoàn thiện cơ sở pháp lý, triển khai chế độ, chính sách cho các lực lượng tham gia công tác ƯPT trong toàn lực lượng CAND; và các chính sách liên quan đến phát triển nguồn nhân lực cho công tác ƯPT.

3.2.6.1. Phát triển nguồn nhân lực:

1) Xây dựng, hoàn thiện các văn bản quy phạm, pháp luật về hệ thống tổ chức; chế độ chính sách cho các lực lượng tham gia công tác ƯPBĐKH, PCTT và TKCN của ngành Công an;

2) Đào tạo phát triển nguồn nhân lực, bồi dưỡng, tập huấn kiến thức chuyên môn kỹ thuật cho các lực lượng tham gia ƯPT của ngành Công an;

3) Tuyên truyền nâng cao nhận thức, trách nhiệm cho CBCS; phổ biến kiến thức về ƯPT trên các phương tiện thông tin truyền thông của ngành Công an.

3.2.6.2. Tăng cường năng lực:

1) Xây dựng các văn bản quy định về cơ chế chỉ huy, điều hành, phối hợp các lực lượng Công an để ứng phó kịp thời với BĐKH, thiên tai, hiểm họa, sự cố và TKCN;

2) Tích hợp, lồng ghép nội dung ƯPBĐKH, PCTT vào các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển của ngành Công an;

3) Xây dựng kế hoạch, phương án; tổ chức huấn luyện, diễn tập nâng cao kỹ năng ứng phó khi có tình huống thiên tai, sự cố xảy ra;

4) Cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu, đánh giá tác động, xây dựng và triển khai kế hoạch hành động ƯPBĐKH của ngành Công an và của các đơn vị.

3.2.6.3. Đảm bảo phương tiện, thiết bị phòng chống thiên tai, lụt bão và tìm kiếm cứu nạn, cứu hộ:

1) Xây dựng tiêu chuẩn định mức trang bị và cơ sở dự phòng phương tiện thiết bị cho các lực lượng thường trực, chuyên trách, kiêm nhiệm, dự bị;

2) Cung cấp phương tiện, thiết bị chuyên dùng cho lực lượng TKCN, cứu hộ, chăm sóc y tế trong PCTT, hiểm họa thiên nhiên của ngành Công an;

3) Đầu tư phương tiện, thiết bị thiết yếu cho các lực lượng tham gia ƯPT;

3.2.6.4. Cải tạo, sửa chữa, nâng cấp, di dời, xây dựng cơ sở hạ tầng, công trình xây dựng bị ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, thiên tai [5].

1) Rà soát, điều chỉnh, bổ sung, hoàn thiện tiêu chuẩn, quy chuẩn xây dựng công trình phù hợp với đặc thù thiên tai theo từng vùng, miền;

2) Rà soát và điều chỉnh Quy hoạch cơ sở hạ tầng, công trình xây dựng bị ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, thiên tai, lụt bão của ngành Công an;

3) Xây dựng Dự án cải tạo, sửa chữa, nâng cấp cơ sở hạ tầng, công trình bị ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, thiên tai tại Công an các đơn vị, địa phương;

4) Xây dựng Dự án di dời, đầu tư xây dựng cơ bản cơ sở hạ tầng, công trình xây dựng bị ảnh hưởng của BĐKH, thiên tai tại Công an các đơn vị, địa phương.

4. Kết luận

Trên cơ sở kết quả đánh giá hiện trạng đóng góp của ngành Công an trong thực hiện hoạt động ƯPT, phân tích theo cách tiếp cận từ trên xuống và từ dưới lên, có thể thấy rằng, vẫn còn một số tồn tại trong triển khai công tác ƯPT của ngành Công an. Do vậy, bài báo đã đề xuất các giải pháp cụ thể nhằm tăng cường năng lực công tác ƯPT cho ngành Công an như: (1) Điều chỉnh cơ cấu tổ chức ƯPT của Bộ Công an: Thành lập 01 Phòng nghiệp vụ chuyên trách, thành lập các Bộ phận theo chức năng được giao. Cơ quan thường trực được đặt tại Văn phòng Bộ Công an; (2) Hoàn thiện tổ chức bộ máy các cấp từ BCH ƯPT, Công an các cấp (tỉnh, thành phố; quận, huyện, thị xã; xã và các lực lượng tham gia công tác ƯPT). (3) Hoàn thiện chế độ chính sách về chế độ lương, phụ cấp cho lực lượng

tham gia công tác ƯPT. (4) Đề xuất các chỉ tiêu cần đạt nhằm phát triển lực lượng lực lượng, vật tư, phương tiện từ nay đến 2025, tầm nhìn đến năm 2030.

Để thực hiện các giải pháp này, ngành Công an cần tiến hành đồng bộ các nội dung nhiệm vụ cụ thể trong các giai đoạn nhằm ưu tiên củng cố,

xấp xếp, hoàn chỉnh về cơ cấu tổ chức; xây dựng, hoàn thiện cơ sở pháp lý, triển khai hoạt động về chế độ, chính sách cho các lực lượng tham gia công tác ƯPT trong toàn lực lượng CAND; và các chính sách liên quan đến phát triển nguồn nhân lực cho công tác ƯPT.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Công an (2019), *Báo cáo thực hiện Chiến lược và Kế hoạch hành động quốc gia về biến đổi khí hậu. Kèm theo công văn số 3330/BCA-H06 ngày 4/11/2019*, Bộ Công an, Hà Nội, Việt Nam.
2. Nguyễn Văn Khiêm, Huỳnh Thị Lan Hương, Mai Văn Khiêm, Nguyễn Ngọc Chung (2021), "*Tiêu chí đánh giá hiện trạng và đóng góp của ngành Công an trong phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn*", *Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu*, số 18, 6/2021, tr.58-67.
3. Nguyễn Văn Khiêm, Huỳnh Thị Lan Hương, Mai Văn Khiêm, Đỗ Thị Hương, Nguyễn Ngọc Chung (2021), "*Hiệu quả, đóng góp của ngành Công an trong công tác ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn*", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 730, trang 53-67. DOI: 10.36335/VNJHM.2021(730).53-67.
4. Thủ tướng Chính phủ (2014), *Quyết định số 1041/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Đề án Quy hoạch tổng thể lĩnh vực Ứng phó sự cố, thiên tai và Tìm kiếm Cứu nạn đến năm 2020*. Quyết định số 1041/QĐ-TTg, ngày 24/6/2014 của Thủ tướng Chính phủ.
5. Bộ Công an (2016), *Đề án Quy hoạch tổng thể lĩnh vực ứng phó với BĐKH, PCTT và TKCN ngành Công an đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030*.

Tài liệu tiếng Anh

6. Carter, W. N. (2008), *Disaster management: A disaster manager's handbook*.
7. Holloway, A. (2003), "*Disaster risk reduction in southern Africa: hot rhetoric-cold reality*", *African Security Studies*, 12(1), 29-38.
8. Queensland Fire and Emergency Services (2018), *Queensland: Prevention, Preparedness and Recovery Disaster management guideline*.
9. Sawalha, I. H. (2020), "*A contemporary perspective on the disaster management cycle*", *Foresight*.
10. UNISDR. (2015), *Sendai framework for disaster risk reduction 2015 - 2030*. http://www.wcdrr.org/uploads/Sendai_Framework_for_Disaster_Risk_Reduction_2015-2030.pdf.

SOLUTIONS TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF RESPONSE TO CLIMATE CHANGE, NATURAL DISASTER PREVENTION AND SEARCH AND RESCUE OF THE PEOPLE'S PUBLIC SECURITY FORCE

Nguyen Van Khiem⁽¹⁾, Huynh Thi Lan Huong⁽²⁾, Mai Van Khiem⁽³⁾
Do Thi Huong⁽²⁾, Nguyen Quang Huy⁽⁴⁾

⁽¹⁾Office of the Ministry of Public Security

⁽²⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

⁽³⁾Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

⁽⁴⁾International Cooperation Department, Ministry of Natural Resources and Environment

Received: 09/8/2012; Accepted: 16/9/2021

Abstract: *The People's Public Security force plays a very important role in responding to climate change, natural disaster prevention and locating and rescuing at all levels. However, in the process of implementing these activities, the police sector still revealed some shortcomings. In order to improve the effectiveness of disaster risk reduction and prevention, it is necessary to synchronously deploy many solutions on improving organizational structure and operation, increasing resources and propagating, educating and raising awareness and qualifications of the Public Security force. This article introduces some specific solutions to improve the role and effectiveness in response to climate change, disaster prevention and locating and rescue of the People's Public Security force.*

Keywords: *Respond to climate change; natural disaster prevention and search and rescue, People's Public Security force.*

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP HỌC MÁY - CÂY QUYẾT ĐỊNH TRONG ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG RỪNG NGẬP MẶN KHU VỰC XÃ ĐẤT MŨI

Nguyễn Thị Ngọc Ánh⁽¹⁾, Trần Đăng Hùng⁽²⁾, Lê Phương Hà⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường (ISPONRE)

⁽²⁾Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu (IMHEN)

Ngày nhận bài: 04/11/2021; ngày chuyển phản biện: 05/11/2021; ngày chấp nhận đăng: 29/11/2021

Tóm tắt: Phương pháp học máy - cây quyết định dùng để phục vụ các mục đích phân loại, tính hồi quy và các nhiệm vụ khác bằng cách xây dựng nhiều cây quyết định (Decision tree). Hiện nay cây quyết định là một phương pháp thông dụng trong khai thác dữ liệu. Khi đó, cây quyết định mô tả một cấu trúc cây, trong đó, các lá đại diện cho các phân loại còn cành đại diện cho các kết hợp của các thuộc tính dẫn tới phân loại đó [1]. Trong phạm vi bài báo này, nhóm nghiên cứu tiến hành thử nghiệm một thuật toán của phương pháp học máy (Machine Learning) - cây quyết định trong phân loại các đối tượng sử dụng đất đặc biệt là rừng ngập mặn trên ảnh vệ tinh LANDSAT với khu vực thử nghiệm là xã Đất Mũi thuộc huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau Cà Mau. Kết quả nghiên cứu đã phân loại thành công các lớp sử dụng đất giai đoạn 1995 - 2020 với độ chính xác tổng lần lượt cao là 88,8%, hệ số Kappa là 0,85 rất tốt đối với ảnh Landsat có độ phân giải trung bình.

Từ khóa: Viễn thám, rừng ngập mặn, cây quyết định.

1. Giới thiệu

Từ trước đến nay, để chiết tách các thông tin ảnh viễn thám, việc ứng dụng các thuật toán có kiểm định như K-Nearest Neighbors (KNN) đã trở nên phổ biến. K-Nearest Neighbors phương pháp để phân lớp các đối tượng dựa vào khoảng cách gần nhất giữa đối tượng cần xếp lớp (Query point) và tất cả các đối tượng trong các bộ mẫu (Training Data). Tuy nhiên phương pháp này còn có 3 hạn chế là độ phức tạp tính toán do việc sử dụng tất cả các mẫu để phân loại, hiệu suất hoàn toàn phụ thuộc vào bộ mẫu giải đoán và không đánh giá được mức độ quan trọng giữa các mẫu. Vậy nên cần thiết phải xây dựng được một phương pháp phân loại mới, khắc phục được những hạn chế trên của các phương pháp cũ [2].

Hiện nay, các nhà nghiên cứu đã và đang phát triển nhiều thuật toán mới, phức tạp, mạnh mẽ và hiệu quả hơn. Một trong số đó là phương pháp học máy - cây quyết định. Phân loại cây

quyết định như là phương pháp phân loại có giám sát khai thác dữ liệu không gian, phá vỡ các vấn đề và quy tắc phân loại trước đây cũng như luôn tận dụng được kiến thức sinh thái và viễn thám có tính chắc chắn và kết quả luôn liên quan chặt chẽ với kinh nghiệm và kiến thức chuyên môn. Nó có được các quy tắc phân loại bằng quy trình nghiên cứu quyết định và không cần phải thỏa mãn phân phối chuẩn. Nó có thể sử dụng kiến thức về Trái Đất trong cơ sở dữ liệu GIS để giúp phân loại và cải thiện độ chính xác của việc phân loại [3].

Phương pháp nghiên cứu cây quyết định là một trong những phương pháp khai phá dữ liệu để tìm ra các bài toán phân loại trong ứng dụng thực tế. Nó có thể phân loại các quy tắc của hình thức biểu thức cây quyết định. Ưu điểm tuyệt vời của cây quyết định là quá trình nghiên cứu không cần người dùng biết nhiều kiến thức nền tảng. Miễn là các ví dụ dữ liệu đầu vào có thể được thể hiện bằng "thuộc tính - kết quả" và sử dụng thuật toán này để học. Phân loại dữ liệu thu được bởi cây quyết định rất dễ thể hiện và áp dụng. Hiện nay, các học giả nước ngoài đã sử dụng cây quyết định để thu thập kiến thức và áp

Liên hệ tác giả: Nguyễn Thị Ngọc Ánh

Email: ngocanhnguyen1985@gmail.com

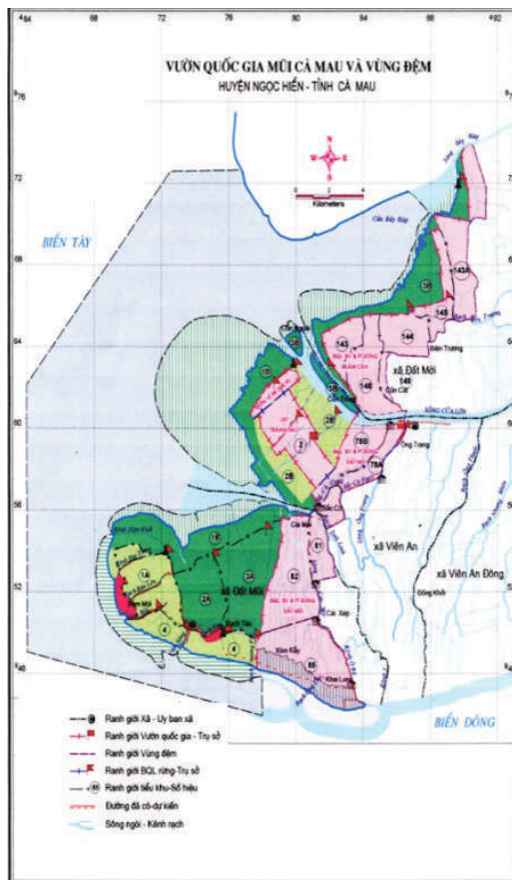
dụng trong quá trình nghiên cứu và phân tích không gian [6].

Thuật toán này cho phép con người xác định chính xác các thông tin phân loại và thống kê dựa vào các tập dữ liệu khổng lồ. Trong phạm vi bài báo này, nhóm nghiên cứu tiến hành thử nghiệm một thuật toán của phương pháp học máy (Machine Learning) - cây quyết định dùng ảnh vệ tinh Landsat có khả năng thành lập được các loại bản đồ biến động mục đích sử dụng đất tại từng thời điểm cụ thể; đảm bảo tính khách quan; tuy nhiên độ chính xác phụ thuộc vào nhiều yếu tố như chất lượng dữ liệu; kỹ năng sử dụng phần mềm; chọn mẫu.

2. Phương pháp nghiên cứu và tư liệu sử dụng

2.1. Khu vực nghiên cứu

Vườn quốc gia Mũi Cà Mau là một vườn quốc gia tại xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau. Vị trí địa lý vườn quốc gia này có vị trí tại mũi đất cực Nam của lãnh thổ Việt Nam. Tọa độ từ 8°32' đến 8°49' vĩ Bắc và từ 104°40' đến 104°55' kinh Đông. Tổng diện tích tự nhiên 41.862 ha, trong đó diện tích đất liền 15.262 ha. Diện tích phần ven biển 26.600 ha. Vùng đệm của Vườn quốc gia Mũi Cà Mau có tổng diện tích 8.194 ha, nằm trên địa bàn các xã: Đất Mũi, Viên An và Đất Mới thuộc huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu

2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu này sẽ kiểm tra khả năng nhận dạng và phân loại bằng thuật toán cây quyết định đối với sự thay đổi sử dụng đất đặc biệt là rừng ngập mặn của khu vực Vườn quốc gia Mũi Cà Mau. Hình ảnh vệ tinh quang học đa phổ cho

thấy biến động rừng ngập mặn theo thời gian có thể được giám sát bằng cách sử dụng phương pháp phân tích biến động sau phân loại. Trong phương pháp này, trước tiên dữ liệu ảnh vệ tinh đa phổ khu vực nghiên cứu từng thời điểm được tiến hành phân loại độc lập. Sau đó sử

dụng phương pháp GIS để tiến hành phát hiện biến động bằng cách so sánh ảnh phân loại của cùng 1 vùng tại hai thời điểm khác nhau.

Vệ tinh LANDSAT có đặc tính kỹ thuật thu nhận trên nhiều kênh phổ khác nhau nên thể hiện tương đối đầy đủ các đặc trưng nổi bật và khái quát của các đối tượng trên bề mặt Trái Đất. Nhưng vấn đề cốt lõi để có thể giải đoán, chiết suất các thông tin hữu ích từ ảnh viễn thám đòi hỏi phải có kiến thức chuyên gia và bề dày kinh nghiệm về giải đoán ảnh, xử lý ảnh. Sử

dụng ảnh viễn thám Landsat 5 và Landsat 8 để giải đoán và thành lập các bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 1993, năm 2020 sau đó tính toán để đánh giá sự biến động diện tích RNM trong thời kì 1993 - 2020 diễn ra như thế nào. Để giảm thiểu ảnh hưởng của mây, chúng tôi ưu tiên sử dụng ảnh được chụp vào mùa khô (từ tháng 11 - tháng 4), nhưng do số lượng ảnh hạn chế nên việc sử dụng ảnh được chụp vào cuối mùa mưa là hoàn toàn chấp nhận được. Thông tin về ảnh vệ tinh được thể hiện trong Bảng 1:

Bảng 1. Bảng thống kê dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu

Mã ảnh	Chất lượng ảnh	Độ phân giải	Ngày chụp
LANDSAT/LT05/C01/T1_SR/LT05_126054_19951226	7	30 m	26/12/1995
Image LANDSAT/LC08/C01/T1_SR/LC08_126054_20200317 (12 bands)	9	30 m	17/3/2020

Nguồn: <http://earthexplorer.usgs.gov>



Hình 2. Tổ hợp màu tự nhiên ảnh năm 1995 và 2020

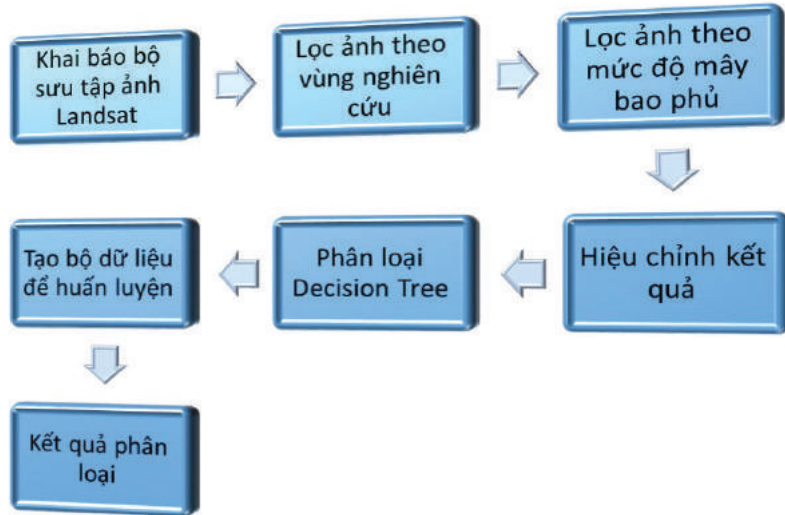
2.3. Phương pháp thực hiện

Cây quyết định là một phương pháp có thể học quy nạp bằng cách đào tạo các mẫu và xây dựng cây quyết định hoặc quy tắc quyết định và sau đó sử dụng cây quyết định hoặc quy tắc quyết định để phân loại dữ liệu. Cây quyết định là một công trình cây. Nó được cấu tạo bởi một nút gốc, một loạt các nút bên trong và các nút lá. Mỗi nút chỉ có thể có một nút chính và hai hoặc nhiều nút phụ. Các nút được kết nối với nhau bằng các nhánh. [4] Mỗi nút bên trong tương ứng với một thuộc tính hoặc nhóm thuộc tính thử nghiệm và mọi bên tương ứng với mọi giá trị có thể có của thuộc tính. Nút tương ứng

với một giá trị thuộc tính của lớp và nút khác nhau có thể tương ứng với cùng một giá trị thuộc tính của lớp. Cây quyết định không chỉ có thể được thể hiện bằng cây, mà còn là một nhóm các quy tắc sản IF-THEN [5]. Mỗi đường từ gốc đến lá tương ứng với một quy tắc và điều kiện của quy tắc là tùy chọn tất cả các giá trị thuộc tính của các nút, kết quả của quy tắc là thuộc tính lớp của nút lá trên đường. So với các thuộc tính quyết định, các quy tắc đơn giản và thuận tiện hơn để hiểu, sử dụng và sửa chữa và có thể tạo nên cơ sở của hệ thống chuyên gia. Vì vậy quy tắc được sử dụng ngày càng nhiều trong ứng dụng thực tế.

Bài báo sử dụng phần mềm Google Earth Engine (GEE). Google Earth Engine làm việc thông qua Giao diện Trực tuyến của Ứng Dụng JavaScript (API) được gọi là Code Editor. Trên giao diện này, người dùng có thể viết và chạy các tập lệnh/script để chia sẻ và lặp lại các quy trình phân tích cũng như xử lý dữ liệu không gian địa

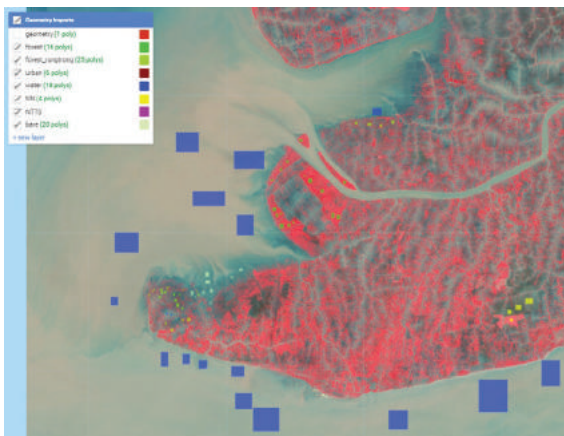
lý. Code Editor giúp người dùng thực hiện toàn bộ các chức năng có trong Earth Engine. Quy trình xây dựng phương pháp phân tích thảm phủ bao gồm các đối tượng rừng ngập mặn già, rừng ngập mặn mới trồng, nông thủy hải sản, đất trống và đất dân cư cho ảnh LANDSAT được thể hiện chi tiết ở Hình 3.



Hình 3. Phương pháp xây dựng phân loại cây quyết định trên GEE

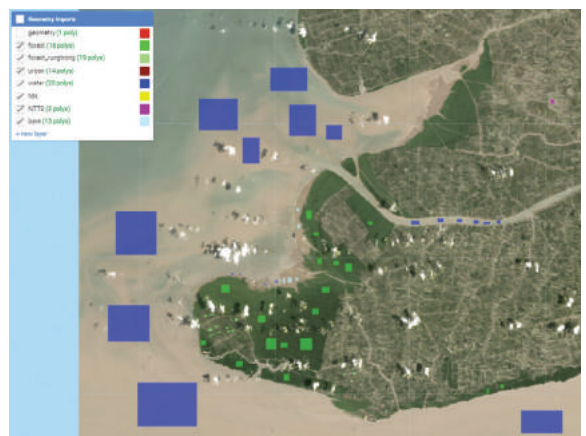
Đầu tiên tiến hành khai báo bộ dữ liệu LANDSAT là bộ dữ liệu đầu vào để phân tích. Tiếp theo tiến hành lọc ảnh theo khu vực nghiên cứu cũng như là tiến hành lọc các cảnh ảnh ít mây. Sau

khi lọc ảnh tiến hành tạo bộ dữ liệu để huấn luyện phân loại các lớp đối tượng sử dụng đất. Tiến hành lấy mẫu thật chi tiết, chính xác cũng như bộ mẫu càng nhiều thì kết quả đầu ra càng tốt.



Hình 4. Số lượng và vị trí điểm lấy mẫu phân loại cho từng đối tượng cho ảnh Landsat năm 1995 trên giao diện GEE

Sau khi tạo bộ dữ liệu huấn luyện xong tiến hành phân loại cây quyết định theo thuật toán Cart. Kết quả phân loại được hiệu chỉnh bằng cách

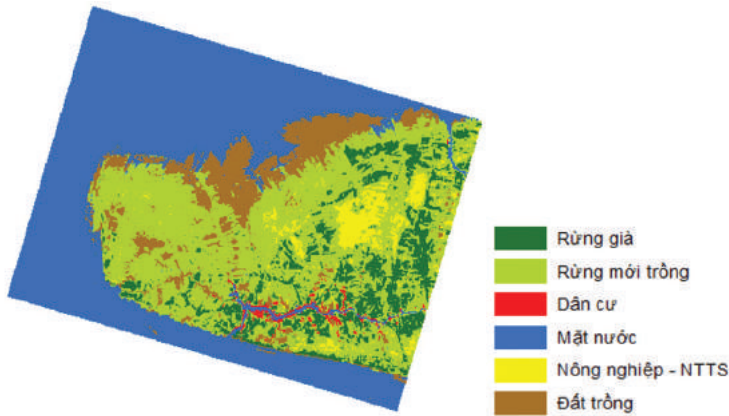


Hình 5. Số lượng và vị trí điểm lấy mẫu phân loại cho từng đối tượng cho ảnh Landsat năm 2020 trên giao diện GEE

lấy mẫu đi lấy mẫu lại cho đến khi đạt kết quả tốt nhất. Cuối cùng trích xuất kết quả phân loại rừng và hiệu chỉnh kết quả trên phần mềm Arcmap.

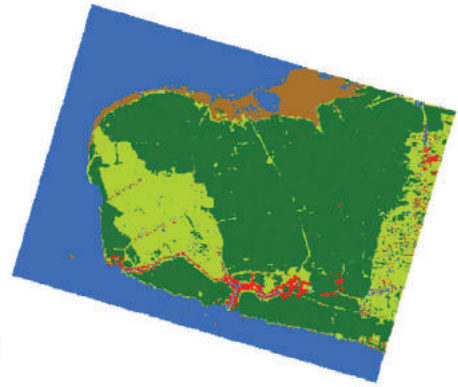
3. Kết quả và thảo luận

Kết quả phân loại cuối cùng cho các ảnh



Hình 6. Kết quả phân loại ảnh Landsat năm 1995

Landsat năm 1995 và 2020 được thể hiện chi tiết như Hình 6 và 7.



Hình 7. Kết quả phân loại ảnh Landsat năm 2020

Để đánh giá độ chính xác của phương pháp phân loại do không có điều kiện thu thập dữ liệu trong quá khứ vậy nên bài báo đã sử dụng nguồn dữ liệu ảnh google earth để tham khảo và kiểm chứng. Một bộ sưu tập 150 điểm khảo

sát ngẫu nhiên được tạo bằng phương pháp random point trên phần mềm Erdas với từng đối tượng phân loại để đánh giá và kiểm chứng. Kết quả cuối cùng được chi tiết trên Bảng 2.

Bảng 2. Bảng thống kê kết quả sau phân loại

Tên lớp	Số lượng mẫu tham chiếu	Số lượng mẫu chọn	Số lượng mẫu chính xác	Độ chính xác tham chiếu	Độ chính xác Thực tế
Thủy hệ	20	22	18	100%	90,91%
Dân cư	23	21	19	82,61%	90,48%
Nông lâm thủy hải sản	39	30	32	82,05%	94,12%
Rừng ngập mặn già	24	28	23	95,83%	82,14%
Rừng ngập mặn non	19	20	17	89,47%	85,00%
Đất trống	25	29	27	93,34%	91,2%
Độ chính xác phân loại tổng thể = 88,8%					
Số liệu thống kê Kappa tổng thể = 0,85					

Kết quả cho thấy độ chính xác tổng thể đạt 88.8%, số liệu thống kê Kappa tổng thể đạt 0.85. Đối với các lớp phân loại độ chính xác thực tế so với độ chính xác tham chiếu không có sự chênh lệch đáng kể. Lớp rừng ngập mặn già và rừng ngập mặn non độ chính xác đều đạt trên 80%.

Bảng 3 cho thấy, diện tích rừng ngập mặn khu vực rừng quốc gia Cà Mau có sự thay đổi

tương đối lớn. Diện tích rừng già (rừng phòng hộ) năm 2020 tăng gần gấp 5 lần với diện tích rừng phòng hộ năm 1995. Trong khi đó diện tích rừng trồng mới năm 2020 giảm 2 lần so với diện tích rừng trồng mới năm 1995. Các loại đất như dân cư năm 2020 tăng gấp đôi so với năm 1995 kéo theo sự giảm đáng kể của các loại đất thủy hệ, đất nông nghiệp - nuôi trồng thủy sản, đất trống.

Bảng 3. Bảng so sánh diện tích sử dụng đất năm 1995 và năm 2020

Diện tích (ha)	1995	2020
Rừng già	818.518	3.791.948
Rừng trồng	2.814.599	1.321.205
Dân cư	63.096	100.869
Thủy hệ	3.631.993	2.743.868
Đất nông nghiệp -ntts	282.011	19.329
Đất trống	841.501	473.529

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã phân loại thành công được các lớp sử dụng đất cho khu vực vườn quốc gia Mũi Cà Mau và đều với độ chính xác cao, độ chính xác tổng đạt được tới 89%. Bài báo đã đưa ra kết quả sự thay đổi diện tích các loại rừng nói riêng và các loại đất sử dụng nói chung tại khu vực vườn Quốc gia Cà Mau. Cho thấy được tại khu vực nghiên cứu rừng được bảo tồn và trồng mới rất tốt trong giai đoạn 1995 - 2020 dưới tác động của biến đổi khí hậu. Sử dụng phương pháp học máy - cây quyết định đã giúp cải thiện được kết quả phân loại khá tốt. Điều đó cho thấy, việc sử dụng ảnh viễn thám Landsat và công nghệ AI trong đánh giá biến động diện tích rừng mang lại kết quả đáng tin cậy.

Kết quả thực hiện của nghiên cứu đã đạt

được 2 điểm mới đó là: Ứng dụng thành công phương pháp học máy - cây quyết định trong phân loại ảnh viễn thám và khả năng của phương pháp phân loại được chi tiết theo loài thực vật của rừng ngập mặn tại khu vực thực nghiệm. Nghiên cứu được thực hiện và đã đạt được những kết quả nhất định, tuy nhiên nhóm nghiên cứu có một số kiến nghị cần nghiên cứu tiếp để có những kết quả có độ chính xác cao hơn. Đó là: 1) Sử dụng ảnh RADAR để có thể phản ánh cấu trúc đứng của rừng ngập mặn; 2) Sử dụng các yếu tố kiến trúc ảnh (image texture) và các chỉ số hình dạng (shape index) trong phân loại kiểu rừng; 3) Thiết kế các điểm khảo sát, OTC để xác định loài, cấu trúc rừng, trữ lượng rừng để phân loại, kiểm chứng từ ảnh vệ tinh.

Tài liệu tham khảo

1. Sesnie, S.E. et al. (2018), "Integrating Landsat TM and SRTM-DEM derived variables with decision trees for habitat classification and change detection in complex neotropical environments". *Remote Sens. Environ*, 112, 2145-2159.
2. Rodriguez-Galiano et al. (2012), "An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification". *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens*, 67, 93-104.
3. Li, S., Ding, S. (2002), "Decision Tree Classify Method and Application in Earth Coverage Classify", *Remote Sensing Technology and Application* 17(1), 6-11.
4. Li, F., Li, M. (2003), "Remote Sensing Image Auto Classify Study Based on Combination of Artificial Neural Networks and Decision Tree", *Remote Sensing Information* 3, 3-25.
5. Jiang, Q., Liu, H. (2004), "Use Texture Analysis to Extract TM Image Information", *Remote Sensing Journal* 8(5), 458-464.
6. Friedl, M.A., Brodley, C.E., Strahler, A.H. (1999), "Maximizing land Cover Classification Accuracies Produced by Decision Trees at Continental to Global Scales", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 37(2), 969-977.

APPLYING THE METHOD OF MACHINE LEARNING - DECISION TREE IN ASSESSING THE MANGROVE FOREST CHANGES IN DAT MUI COMMUNE

Nguyen Thi Ngoc Anh⁽¹⁾, Tran Dang Hung⁽²⁾, Le Phuong Ha⁽²⁾

⁽¹⁾*Institute of Strategy and Policy on Natural Resources and Environment*

⁽²⁾*Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change*

Received: 04/11/2021; Accepted: 29/11/2021

Abstract: *Method of machine learning - decision tree is used for classification, regression and other tasks by building many decision trees. Decision trees are now a popular method in data mining. The decision tree then describes a tree structure, where the leaves represent the categories and the branches represent the combinations of attributes that lead to that classification [1]. Within the scope of this paper, the research team tested an algorithm of machine learning method (Machine Learning) - decision tree in classifying land use objects, especially mangrove forests on LANDSAT satellite images with The test area is Dat Mui commune, Ngoc Hien district, Ca Mau province. The research results have successfully classified the land use classes for the period 1995 - 2020 with a high total accuracy of 88.8 %, respectively, and a Kappa coefficient of 0.85 which is very good for Landsat images with medium resolution.*

Keywords: *Remote sensing, mangrove forest, random forest.*

PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG CẤP NƯỚC SINH HOẠT TỈNH LONG AN TRƯỚC BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Huỳnh Phú⁽¹⁾, Nguyễn Lý Ngọc Thảo⁽¹⁾, Huỳnh Thị Ngọc Hân⁽²⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Công nghệ TP Hồ Chí Minh (HUTECH)

⁽²⁾Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài: 05/7/2021; ngày chuyển phản biện: 06/7/2021; ngày chấp nhận đăng: 12/8/2021

Tóm tắt: Biến đổi khí hậu đã và đang tác động lớn đến công trình cung cấp nước cho ăn uống sinh hoạt tỉnh Long An do nước dưới đất bị nhiễm mặn, mưa lũ... Các công trình xuống cấp, mô hình quản lý không bền vững, quy trình quản lý công trình cấp nước chưa tuân thủ các quy trình của sản xuất cung ứng nước sạch, cân đối thu chi không bảo đảm, thiếu duy tu bảo dưỡng, công tác tuyên truyền vận động nhân dân hưởng ứng sử dụng nước sạch đảm bảo vệ sinh chưa thường xuyên, chất lượng nguồn nước cấp sinh hoạt cho người dân chưa đảm bảo. Đánh giá tính bền vững cấp nước sinh hoạt cho tỉnh Long An thông qua phân tích tổng hợp số liệu nghiên cứu, các kịch bản biến đổi khí hậu nước biển dâng, phân tích SWOT, những điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức. Cho điểm trọng số bởi 6 tiêu chí: (i) Bền vững về nguồn nước hệ số 2; (ii) Bền vững về quản lý vận hành hệ số 2; (iii) Bền vững về kinh tế, tài chính hệ số 2; (iv) Có sự tham gia của cộng đồng hệ số 2; (v) Bền vững về công nghệ hệ số 1; (vi) Bền vững về tổ chức hệ số 1. Qua đó lộ diện tính bền vững hay kém bền vững của các công trình.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, cấp nước, chất lượng nước dưới đất, Long An, phát triển bền vững.

1. Mở đầu

Long An là một trong tám tỉnh thành thuộc vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, có vị trí quan trọng là cửa ngõ nối liền vùng Đồng bằng sông Cửu Long với thành phố Hồ Chí Minh và đang trên đường đẩy mạnh phát triển theo hướng công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Trong những năm qua, cơ sở hạ tầng của tỉnh đang được đầu tư mạnh mẽ tạo tiền đề phát triển các ngành kinh tế khác, tạo động lực tăng trưởng kinh tế và ổn định xã hội. Tuy nhiên, cơ sở hạ tầng, đặc biệt là hệ thống cấp nước chưa phát triển tương xứng với tiềm năng để có thể đáp ứng được nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt và sản xuất tại các đô thị trong tỉnh. Hầu hết tại các đô thị, thị trấn, huyện lỵ đều có hệ thống cấp nước tập

trung. Tổng công suất khai thác nước ngầm từ các giếng khoan tỉnh Long An khoảng 110.000 m³/ngày, khai thác tập trung chủ yếu trong tầng nước nông so với khu vực. Công suất khai thác là 63.585 m³/ngày, tuy vẫn còn nhỏ hơn trữ lượng tiềm năng nhưng đã vượt quá trữ lượng động của tầng chứa (40.430 m³/ngày) dẫn đến việc mực nước tĩnh của tầng chứa này càng hạ thấp (khu vực Bến Lức, năm 1997 mực nước tĩnh từ 4.0 ÷ 6.0 m đã hạ thấp xuống đến 10 ÷ 13 m). [10], [13]. Điều này sẽ kích thích sự xâm nhập mặn và thẩm thấu các chất ô nhiễm từ tầng mặt xuống tầng chứa nước, đồng thời có nguy cơ gây sụt lún mặt đất trong tương lai. Số lượng giếng khoan trên địa bàn tỉnh Long An liên tục gia tăng qua các năm, ví dụ từ năm 2015 - 2019 như sau:

Bảng 1. Thống kê số lượng giếng khoan trên địa bàn tỉnh Long An

Năm	2015	2016	2017	2018	2019
Số lượng giếng	3.190	3.337	3.429	3.588	3.789

(Nguồn: Tổng hợp từ sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất tỉnh Long An đến năm 2015, tầm nhìn năm 2030)

Liên hệ tác giả: Huỳnh Phú
Email: h.phu@hutech.edu.vn

Tỉnh Long An có 01 thành phố và 13 huyện, trong đó, có 6 huyện nằm trong khu vực Đồng Tháp Mười (ĐTM), địa hình trũng thấp, bao gồm: Tân Hưng, Vĩnh Hưng, Mộc Hóa, Tân Thạnh, Thạnh Hóa và Đức Huệ với diện tích tự nhiên là 298.243 ha, chiếm 66,4% diện tích toàn tỉnh [10, 13].

Từ năm 2000 đến nay, Chính phủ, các nhà tài trợ và sự ưu tiên trong chính sách đầu tư của địa phương mà nhiều công trình cấp nước đã và đang được xây dựng nhằm phục vụ tốt hơn cuộc sống của người dân. Hiện nay, một số công trình đã xuống cấp, các mô hình quản lý không bền vững, quy trình quản lý công trình cấp nước tập trung chưa tuân thủ các quy trình của sản xuất cung ứng nước sạch, cân đối thu chi không bảo đảm, duy tu bảo dưỡng không thường xuyên, chưa tuyên truyền vận động nhân dân hưởng ứng sử dụng nước sạch, chất lượng nguồn nước cấp sinh hoạt cho người dân chưa đảm bảo [3, 4, 5, 12].

Trước thực trạng đó, cần thiết nghiên cứu đánh giá hiện trạng các công trình cấp nước tỉnh Long An trước bối cảnh biến đổi khí hậu; Góp phần nâng cao chất lượng nước cấp và bảo vệ môi trường khu vực hướng tới phát triển phát triển bền vững.

2. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Tài liệu sử dụng

Tài liệu sử dụng trong bài báo là kết quả nghiên cứu nước dưới đất tại tỉnh Long An từ năm 2017 đến 2019. Ngoài ra, tác giả còn tham khảo các kết quả nghiên cứu của Viện Phát triển Công nghệ Môi trường và Tài nguyên nước Phú

Mỹ (Phumytech).

Kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD) được xây dựng cho khu vực Nam Bộ (trong đó có Long An) với ba kịch bản RCP8.5 (kịch bản cao), RCP6.0 (kịch bản trung bình), RCP4.5 (kịch bản thấp). Theo kịch bản phát thải RCP6.0, lượng mưa trung bình năm tăng 3,2% vào giữa thế kỷ và tăng 6,1% vào cuối thế kỷ [1, 2, 10, 13]. Đến năm 2100, nếu mực NBD cao 75 cm và không có biện pháp phòng ngừa hữu hiệu thì sẽ có khoảng 40% diện tích ĐBSCL sẽ bị ngập. Dưới tác động của BĐKH, tần suất, cường độ và phạm vi ảnh hưởng của thiên tai (đặc biệt là bão, lũ, hạn hán,...) ngày càng gia tăng, làm thay đổi ranh giới giữa vùng mặn, lợ, ngọt [10, 13]. BĐKH ảnh hưởng trực tiếp đến phân bố dân cư, sinh hoạt đời sống người dân, Long An chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều không đều của biển Đông qua cửa sông Soài Rạp. Thời gian 1 ngày triều là 24 giờ 50 phút, một chu kỳ triều là 13 ÷ 14 ngày. Vùng chịu ảnh hưởng của triều nhiều nhất là các huyện phía Nam của Quốc lộ 1A, đây là nơi ảnh hưởng mặn từ 4 ÷ 6 tháng trong năm [10, 13]. Số liệu cụ thể đối với các tỉnh vùng Nam Bộ (trong đó có Long An) theo kịch bản phát thải trung bình RCP6.0 trong Bảng 2.

Xâm nhập mặn đã được dự báo có diễn biến theo chiều hướng phức tạp và nguy cơ xâm nhập mặn nguồn nước ngày càng tăng cao, biên mặn có xu hướng mở rộng từ phía hạ lưu lên phía thượng lưu do sự kết hợp của các yếu tố biến đổi khí hậu (lượng mưa giảm, hạn mùa khô...) và nước biển dâng. Tính nhạy cảm của tài nguyên nước đối với tác động BĐKH như trong Bảng 3.

Bảng 2. Các yếu tố bị ảnh hưởng do biến đổi khí hậu

	2020	2030	2050	2080	2100
Nhiệt độ tăng (°C)	0,4	0,6	1,0	1,8	2,0
Lượng mưa tăng (%)	0,3	0,4	0,8	1,2	1,5
Nước biển dâng (cm)	12	17	30	54	75

(Nguồn: “Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng” Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016)

Bảng 3. Tính nhạy cảm của tài nguyên nước đối với tác động BĐKH

Ngành/Đối tượng	Các yếu tố tác động BĐKH					
	Nhiệt độ tăng	Nước ngập	Hạn mùa khô	Xâm nhập mặn	Sạt lở bờ	Bão, áp thấpNĐ, gió lốc
Tài nguyên nước mặt	Cao	Cao	Cao	Cao	Trung bình	Trung bình
Tài nguyên nước ngầm	-	Trung bình	Trung bình	Trung bình	-	-

(Nguồn: “Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng” Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016)

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tổng hợp và phân tích tài liệu

Thu thập, hệ thống hóa, xử lý, phân tích, đánh giá các tài liệu, số liệu sẵn có theo định hướng các nội dung nghiên cứu. Bên cạnh đó, đề tài sẽ kế thừa những vấn đề lý luận khoa học, quan điểm tiếp cận và kinh nghiệm thực tiễn của các công trình khoa học, đề tài nghiên cứu đã thực hiện ở trên thế giới và trong nước, đặc biệt chú ý tới các công trình liên quan đến vùng nghiên cứu.

2.2.2. Phương pháp thống kê, xử lý, phân tích các tư liệu thống kê

Qua các số liệu khảo sát, đo đạc, xử lý thống kê các phiếu điều tra kinh tế hộ gia đình cũng như đánh giá khả năng thích nghi sinh thái và phân tích hiệu quả kinh tế của từng loại hình cấp nước theo mục tiêu nghiên cứu.

2.2.3. Phương pháp phân tích SWOT

SWOT là từ viết tắt của S - Strengths (Điểm mạnh), W - Weakness (Điểm yếu), O - Opportunities (Cơ hội) và T - Threats (Nguy cơ, thách thức). Đây là phép phân tích thuận lợi, khó khăn, thế mạnh và những yếu điểm bên trong và bên ngoài khi thực hiện nghiên cứu.

Điểm mạnh (Strengths): Công tác cấp nước tại tỉnh Long An, con người, công nghệ, quản lý vận hành.

Điểm yếu (Weakness): Khó khăn trở ngại trong công tác cấp nước đến người dân tại tỉnh Long An, đối với tỉnh nằm trong vùng Đồng Tháp Mười.

Cơ hội (Opportunities) là vùng trọng điểm kinh tế nối liền các tỉnh miền Đông Nam Bộ - TP Hồ Chí Minh với 13 tỉnh ĐBSCL.

Nguy cơ thách thức (Threats): Vận hội lớn điểm mạnh nhiều nhưng không ít thách thức trong điều kiện biến đổi khí hậu diễn ra phức tạp và không lường hết được.

2.2.4. Phương pháp cho điểm trọng số

Tác giả tiến hành khảo sát các chuyên gia để tính điểm trọng số ta tính được trọng số W_i của từng tiêu chí. Sau đó, tính tổng điểm của từng tiêu chí, từng khía cạnh cụ thể.

- Phương pháp này là cho điểm từng tiêu chí để đánh giá mức độ bền vững của công trình. Trước khi cộng điểm của các tiêu chí phải nhân số điểm với các hệ số thể hiện mức độ quan trọng của từng tiêu chí đối với PTBV của công trình.

- Để đánh giá phát triển bền vững (PTBV) của một công trình cần phải đánh giá tổng hợp 6 tiêu chí và phân tích được tất cả các yếu tố ảnh hưởng của từng tiêu chí đến mức độ bền vững của công trình. Điểm tổng hợp của từng công trình thể hiện mức độ PTBV của công trình đó.

- Trong 6 tiêu chí ảnh hưởng đến mức độ PTBV của các công trình cấp nước, tiêu chí nào cũng quan trọng và có ảnh hưởng trực tiếp đến sự bền vững của công trình. Tuy nhiên, có 4 tiêu chí có mức độ quan trọng hơn đó là: Bền vững về nguồn nước; bền vững về công trình (quản lý, vận hành); bền vững kinh tế tài chính; bền vững tham gia của cộng đồng (các chỉ tiêu quan trọng xác định hệ số 2 của hệ số tỷ trọng).

* *Xác định các hệ số tỷ trọng (W)*

- Bền vững về nguồn nước: Hệ số 2
- Bền vững về quản lý vận hành: Hệ số 2
- Bền vững về kinh tế, tài chính: Hệ số 2
- Có sự tham gia của cộng đồng: Hệ số 2
- Bền vững về công nghệ: Hệ số 1
- Bền vững về tổ chức: Hệ số 1.

* *Xác định điểm theo cấp bậc bền vững (V):*

Đánh giá mức độ bền vững theo 4 cấp: Rất bền vững, bền vững, kém bền vững và không bền vững. Điểm cho các mức như sau:

- Mức 1: Rất bền vững - 4 điểm;
- Mức 2: Bền vững - 3 điểm;
- Mức 3: Kém bền vững - 2 điểm
- Mức 4: Không bền vững - 1 điểm.

Điểm đánh giá tổng hợp về PTBV với công trình CNTTNT được xác định như sau (xem Bảng 4):

$$E = \sum_{i=1}^7 V_i W_i$$

Trong đó: *E* là điểm tổng hợp thể hiện mức

Bảng 4. Điểm tổng hợp theo từng tiêu chí có gắn với trọng số

TT	Các chỉ tiêu	Rất bền vững	Bền vững	Kém bền vững	Không bền vững
1	Bền vững về nguồn nước	8	6	4	2
2	Bền vững về quản lý vận hành	8	6	4	2
3	Có sự tham gia cộng đồng	6	6	4	2
4	Bền vững về tài chính	6	6	4	2
5	Bền vững về công nghệ	4	3	2	1
6	Bền vững về tổ chức	4	3	2	1
	Tổng	40	30	20	10

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến cung cấp nước sạch

3.1.1. Vấn đề ngập lụt tại Long An

Dù độ sâu ngập lụt của tỉnh Long An không lớn nhưng tình trạng ngập lụt lại kéo dài. Nhìn chung, nước lũ thường đổ từ thượng nguồn sông Cửu Long vào tỉnh, trước tiên là các huyện phía Bắc thuộc khu vực ĐTM, bắt đầu từ tháng 8 và kéo dài đến tháng 11. Cường suất lũ bình quân tăng từ 1 đến 3 cm/ngày và mực nước tiếp tục tăng tùy theo điều kiện thời tiết. Đỉnh lũ hàng năm thường xảy ra vào cuối tháng 9 cho đến đầu tháng 11 và giảm dần từ giữa tháng 11 đến cuối tháng 12. Tần suất mực nước lũ lớn giảm từ 8 - 10 lần năm 1961 xuống còn 3 - 4 lần trong năm 1991. Tuy nhiên, có

độ bền vững;

V_i : Điểm thể hiện mức độ bền vững;

W_i : Hệ số tỷ trọng.

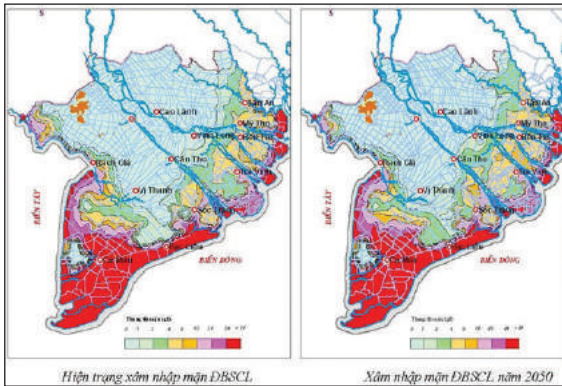
- Điểm đánh giá tổng hợp như sau: (i) Rất bền vững: Từ 36 đến 40 điểm, trong đó có ít nhất 3 chỉ tiêu có trọng số là quản lý vận hành bảo dưỡng, nguồn nước và sự tham gia của cộng đồng phải là rất bền vững và các chỉ tiêu khác phải bền vững; (ii) Bền vững: 30 đến 35 điểm, trong đó: Tất cả các chỉ tiêu phải bền vững, hoặc 4 chỉ tiêu có trọng số rất bền vững và 2 chỉ tiêu còn lại có thể là kém bền vững. Không được có chỉ tiêu nào không bền vững; (iii) Kém bền vững: Từ 18 đến 29 điểm: 4 chỉ tiêu có trọng số không đạt mức không bền vững; (iv) Không bền vững: Tổng số điểm dưới 18 điểm [10].

nhều trận lũ lớn xảy ra liên tục trong giai đoạn 1994 - 1996 và năm 2000, lũ năm 2000 là lũ lịch sử trong nhiều thập kỷ và kéo dài. Mực nước lũ cao nhất là ở huyện Mộc Hóa, đạt mức 3,2 m và đổ về khu vực phía Nam, làm ngập lụt một vùng đất rộng lớn khoảng 300.000 ha, gồm 12 huyện của tỉnh. Mực nước lũ trung bình là từ 1,5 đến 2 m.

3.1.2. Xâm nhập mặn đối với nguồn nước do nước biển dâng

Nước biển dâng sẽ làm gia tăng sự xâm nhập mặn đối với tài nguyên nước, đặc biệt là nguồn nước mặt. Nguồn xâm nhập mặn chính là chế độ bán nhật triều từ biển Đông, chảy vào vùng nội địa qua cửa sông Soài Rạp. Do triều cường và gió Đông Bắc, mực nước giảm từ khu vực thượng nguồn và khai thác quá mức nguồn nước mặt, mặn xâm nhập sâu hơn vào vùng nội

địa. Xâm nhập mặn diễn ra bắt đầu từ tháng 1 đến tháng 6 với độ mặn - 4 g/lít. Tuy nhiên, độ mặn của nước sông Vàm Cỏ Đông lại giảm dần



Hình 1. Hiện trạng và dự báo xâm nhập mặn ĐBSCL đến 2050

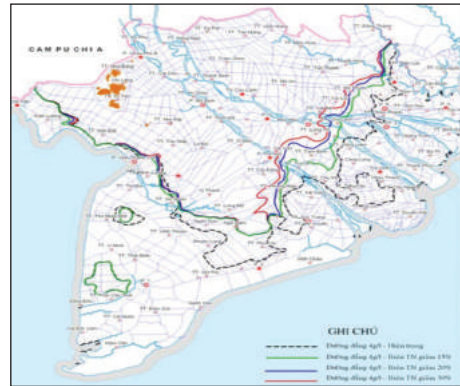
- Đối với ranh mặn cao nhất:
 - + Độ mặn 1 g/l: Trên sông Hậu qua TP. Cần Thơ 5 km (cao hơn hiện nay 20 km).
 - + Độ mặn 4 g/l: Trên sông Hậu ngang TP. Cần Thơ (cao hơn hiện nay 15 km).
- Đối với diện tích ảnh hưởng mặn lớn nhất:
 - + Độ mặn > 1 g/l: Diện tích (toàn ĐBSCL) bị ảnh hưởng mặn chiếm 66,6% (tăng 386.600 ha so với hiện nay, tương ứng 10,1% diện tích).
 - + Độ mặn > 4 g/l: Diện tích (toàn ĐBSCL) bị ảnh hưởng mặn chiếm 52,4% (tăng 311.652 ha so với hiện nay, tương ứng 8,2% diện tích).
- Đối với sản xuất nông nghiệp: Khoảng 4/5 diện tích vùng Bán đảo Cà Mau (trừ Tây sông Hậu), toàn bộ các Dự án Gò Công, Bảo Định, Bắc Bến Tre, Mỏ Cà, Nam Măng Thít, Tiếp Nhật,... bị mặn trên 4 g/l bao bọc và xâm nhập.
- Đối với cấp nước dân sinh: Ngoài các đô thị Bến Lức, Tân An, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Rạch Giá, Hà Tiên, thêm Mỹ Tho, Vĩnh Long và Cần Thơ bị mặn.

3.2. Phân tích SWOT quá trình cung cấp nước sạch tại tỉnh Long An

Điểm mạnh (Strength)

(i) Long An có vị thế hết sức thuận lợi cho nhu cầu phát triển; giáp với thành phố Hồ Chí Minh, cửa ngõ của 13 tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long, có khí hậu nhiệt đới gió mùa, lượng mưa và độ ẩm trung bình cao, khí hậu hai mùa rõ rệt, thuận lợi cho canh tác nông nghiệp: Lúa, hoa màu...

do nguồn nước từ hồ Dầu Tiếng. Độ mặn tăng/giảm theo chu kỳ thủy triều cùng với nắng nóng và hướng gió.



Hình 2. Ranh giới xâm nhập mặn đến 2050 với kịch bản giảm dòng chảy kiệt thượng lưu

hoặc xen canh các loại cây trồng ngắn ngày. (ii) Với mạng lưới kênh mương dày đặc, diện tích mặt nước sông, hồ lớn nên có nhiều thuận lợi trong chủ động tưới tiêu phục vụ sản xuất nông nghiệp. Nguồn nước ngầm chất lượng tốt, đáp ứng nhu cầu cấp nước cho nhân dân. (iii) Hệ thống thủy lợi phát triển gồm các đê bao; các cống điều tiết nước, lấy nước ngọt, ngăn mặn, hệ thống kênh rạch nội đồng chằng chịt, đáp ứng nhu cầu lấy nước phục vụ nông nghiệp của người dân. (iv) Lực lượng lao động lớn, chủ yếu là sản xuất nông nghiệp, trình độ sản xuất có nhiều tiến bộ, tích lũy được nhiều kinh nghiệm. Đội ngũ lao động có tri thức phát triển do thành công sau 30 năm đổi mới của Đảng và Nhà nước. Có tiềm năng về du lịch, văn hóa lịch sử là di tích văn hóa, lịch sử có thể phát triển thành lĩnh vực mũi nhọn, tạo cơ hội chuyển đổi cơ cấu kinh tế và nâng cao mức sống của nhân dân.

Điểm yếu (Weakness)

(i) Công tác cấp nước nông thôn đã phủ kín các huyện và thị trấn, thị xã trong tỉnh, song công tác điều phối, vận hành các công trình cấp nước chưa cập nhật kỹ thuật mới. Thiếu kiến thức về bảo vệ môi trường nông thôn, chưa biết cách vận hành đúng hệ thống xử lý. (ii) Người dân vẫn còn giữ những tập quán cũ, vứt rác bừa bãi ra ven đường, ven sông, sử dụng nhà vệ sinh theo kiểu xả nước thải ra sông rạch, chăn nuôi gần khuôn viên nhà, chưa có ý thức giữ gìn vệ sinh cộng đồng. (iii) Nguồn nước ngầm với trữ

lượng lớn trong vùng Đồng Tháp Mười, trong bối cảnh biến đổi khí hậu, nước biển dâng, mức độ xâm nhập mặn cao. Tỉnh Long An sẽ là tỉnh bị lún nhiều nhất trong các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long.

Cơ hội (Opportunities)

(i) Tỉnh Long An giáp liền với thành phố Hồ Chí Minh, là một trong những yếu tố thuận lợi và là cơ hội như đầu tàu dẫn dắt các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long thực hiện tốt công tác cung cấp nước sạch cho người dân và cũng là nhu cầu cung cấp nước sạch cho các khu công nghiệp ngày càng phát triển mạnh mẽ hơn tại khu vực cửa ngõ này. Như vậy có điều kiện thu hút nguồn vốn FDI cho việc phát triển kinh tế xã hội của tỉnh. (ii) Có sự quan tâm của Chính quyền địa phương, chung tay của các ngành Tài nguyên Môi trường, Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Y tế, của các tổ chức phụ nữ, cựu chiến binh, các tổ chức chính trị xã hội...

Thách thức (Threats)

(i) Nguồn vốn từ ngân sách Trung ương và của tỉnh cho chương trình còn hạn chế, việc lồng ghép nguồn vốn của các chương trình, dự án khác trên địa bàn còn bất cập; thực hiện chủ trương xã hội hóa việc huy động các nguồn lực để đầu tư xây dựng kết cấu hạ tầng kinh tế - xã hội ở cấp xã hiệu quả chưa cao do đời sống và nguồn lực nhân dân còn nhiều khó khăn và hạn chế. (ii) Xâm nhập mặn có thể nói là thách thức thế kỷ, phải có nhiều giải pháp đồng bộ quyết

liệt ứng phó với biến đổi khí hậu thì trong vòng 10 - 20 năm tới mới đáp ứng nhu cầu dùng nước cho người dân trong tỉnh và xứng đáng với vị thế cửa ngõ vùng Đồng bằng sông Cửu Long. (iii) Các văn bản hướng dẫn của địa phương và Trung ương chưa kịp thời, chính sách thu hút doanh nghiệp đầu tư vào lĩnh vực cung cấp nước sạch nông thôn chưa thực sự hấp dẫn; chính sách tín dụng khó tiếp cận. (iv) Một số bộ phận cán bộ và nhân dân nhận thức về mục tiêu, quan điểm, giải pháp, lộ trình xây dựng công trình cấp nước nông thôn vẫn chưa đầy đủ; vừa xuất hiện tư tưởng nóng vội, tư tưởng ngại khó, trông chờ vào sự hỗ trợ từ ngân sách Nhà nước.

3.3. Đánh giá phát triển bền vững công trình cấp nước tỉnh Long An

Đánh giá PTBV của công trình cấp nước theo phương pháp trọng số, tại khu vực nghiên cứu có 07/14 công trình hoạt động bền vững, bao gồm công trình: (1) Nhà máy cấp nước thị xã Tân An; (2) Nhà máy nước ngầm của thị xã Tân An (Nhà máy nước Bình Ảnh); (3) Thị trấn Tầm Vu, huyện Châu Thành; (4) Thị trấn Bến Lức huyện Bến Lức; (5) Thị trấn Hậu Nghĩa Huyện Đức Hòa; (6) Thị trấn Đức Hòa, huyện Đức Hòa; (7) Thị trấn Hiệp Hòa, huyện Đức Hòa. Các công trình còn lại mặc dù được đầu tư kinh phí, nhà tài trợ, sự ưu tiên trong ngân sách của địa phương nhưng hoạt động kém bền vững (Bảng 5).

Bảng 5. Tổng hợp kết quả đánh giá PTBV công trình theo phương pháp trọng số

TT	Tên công trình	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	Tổng điểm	Độ bền vững
1	Nhà máy cấp nước thị xã Tân An	6	6	6	8	3	4	33	BV
2	Nhà máy nước ngầm của thị xã Tân An (nhà máy Bình Ảnh)	6	6	8	6	3	4	35	BV
3	Thị trấn Tầm Vu, huyện Châu Thành	6	6	6	6	3	3	30	BV
4	Thị trấn Cần Đước, huyện Cần Đước	6	6	4	4	3	3	26	KBV
5	Thị trấn Bến Lức huyện Bến Lức	6	6	6	6	3	3	30	BV
6	Thị trấn Thạnh Hóa huyện Thạnh Hóa	6	6	4	4	3	3	26	KBV
7	Thị trấn Hậu Nghĩa Huyện Đức Hòa	6	6	6	6	3	3	30	BV
8	Thị trấn Đức Hòa, huyện Đức Hòa	6	6	6	6	3	3	30	BV

TT	Tên công trình	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	Tổng điểm	Độ bền vững
9	Thị trấn Hiệp Hòa Huyện Đức Hòa	6	6	6	6	3	3	30	BV
10	Thị trấn Đông Thành huyện Đức Huệ	6	6	4	4	3	3	26	KBV
11	Thị trấn Mộc Hóa huyện Mộc Hóa	6	6	4	4	3	3	26	KBV
12	Thị trấn Tân Thạnh huyện Tân Thạnh	6	6	4	4	3	3	26	KBV
13	Thị trấn Tân Hưng huyện Tân Hưng	6	6	4	4	3	3	26	KBV
14	Thị trấn Vĩnh Hưng huyện Vĩnh Hưng	6	6	4	4	3	3	26	KBV

Ghi chú:

Tiêu chí 01 (TC1): Tiêu chí đánh giá bền vững về nguồn nước.

Tiêu chí 02 (TC2): Tiêu chí đánh giá bền vững về quản lý vận hành.

Tiêu chí 03 (TC3): Tiêu chí đánh giá bền vững về kinh tế, tài chính.

Tiêu chí 04 (TC4): Tiêu chí đánh giá có sự tham gia của cộng đồng.

Tiêu chí 05 (TC5): Tiêu chí đánh giá bền vững về công nghệ.

Tiêu chí 06 (TC6): Tiêu chí đánh giá bền vững về tổ chức.

3.4. Phát triển bền vững công trình cấp nước tại tỉnh Long An

3.4.1. Bền vững về nguồn nước

Nguồn nước cấp đến các công trình từ sông Sắt và sông Châu Giang. Trữ lượng nước dồi dào đáp ứng được yêu cầu lấy nước quanh năm của công trình. Tuy nhiên, nguồn nước không ổn định giữa các mùa mưa và mùa khô. Chất lượng nước nguồn là yếu tố quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng nguồn nước đầu vào và đầu ra cho các công trình. Vấn đề bảo vệ nguồn nước đầu nguồn chưa được quan tâm đúng mức; vẫn xảy ra hiện tượng chăn nuôi gia súc, gia cầm, nuôi cá ở các cửa sông làm ảnh hưởng đến chất lượng nước đầu vào. Quy hoạch cấp nước của toàn tỉnh được lập trong giai đoạn nền kinh tế của tỉnh còn khó khăn nên việc quy hoạch chưa thực hiện công tác dự báo nhu cầu nước sạch và xử lý môi trường của ngành, chưa lập tính toán cân bằng nước dẫn đến tình trạng công suất thiết kế của các công trình cao hơn nhiều so với nhu cầu thực tế và gây lãng phí nguồn tài nguyên nước. Theo tiêu chí bền vững về nguồn nước trong việc xây dựng và quản lý, vận hành công trình CN là kém bền vững.

3.4.2. Bền vững về quản lý, vận hành

Kiểm tra chất lượng nước định kỳ và thường

xuyên khi có những phát hiện xấu về nguồn nước, hầu hết các công trình thực hiện nghiêm túc việc kiểm tra chất lượng nước định kỳ theo tháng và mẫu nước được gửi về Sở Tài nguyên và Môi trường phân tích.

Vấn đề về thất thoát nước: Sổ nhật ký vận hành không được công nhân ghi chép đầy đủ, hệ thống van, đường ống bị hỏng một số chỗ do đó gây thất thoát lớn. Tỷ lệ thất thoát tương đối cao trung bình 20 - 40%. Do vậy về tiêu chí này được đánh giá là không bền vững; công nhân tham gia quản lý vận hành chưa được đào tạo chuyên sâu về quy trình quản lý, vận hành công trình cấp nước. Mức thu nhập bình quân trên tháng thấp (400 - 600 nghìn đồng/tháng), dẫn đến không khuyến khích sự nhiệt tình của công nhân vận hành. Đánh giá tiêu chí quản lý vận hành cho thấy có 07 công trình bền vững, các công trình khác kém bền vững.

3.4.3. Bền vững khi có sự tham gia của cộng đồng

Đối với những công trình có sự tham gia của dân hoặc công trình tư nhân, doanh nghiệp làm chủ dự án thì người dân được tham gia ngay từ khâu giải phóng mặt bằng, chuẩn bị dự án, xây dựng và quản lý vận hành. Công trình vốn đầu tư từ ngân sách nhà nước, UBND tỉnh, của nhà tài trợ thì người dân được

tham gia rất hạn chế. Tham gia chỉ xem là hình thức trong việc hoàn thiện hồ sơ thẩm định dự án, cam kết trong việc đấu nối sử dụng khi dự án hoàn thành. Về tiêu chí có sự tham gia của cộng đồng khi xây dựng và quản lý vận hành công trình cấp nước được đánh giá bền vững thấp.

3.4.4. Bền vững về tài chính

Kết quả thu thập được từ các đơn vị quản lý công trình cho thấy kinh phí duy trì hoạt động của công trình thường bị lỗ hoặc lãi suất thấp. Nguyên nhân thu phí sử dụng nước không đủ cho việc duy trì hoạt động, vận hành của công

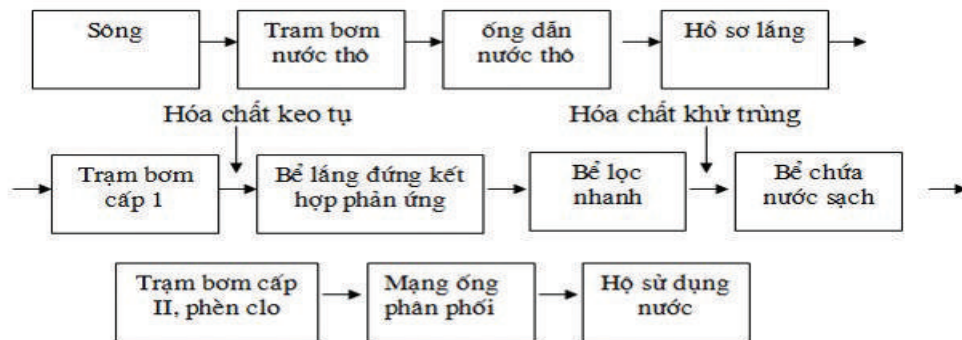
trình. Thực tế, tổng số hộ dân đấu nối sử dụng nước cấp trung bình lên tới 85% nhưng các hộ sử dụng mức nước thấp (4 m³/hộ/tháng - 20 m³/hộ/tháng) với giá thành 4.000 - 4.500 đồng/m³. Tình trạng thu không đủ chi tại các CTCN diễn ra phổ biến. Tiêu chí này được đánh giá là kém bền vững.

3.4.5. Bền vững về công nghệ

- Công nghệ áp dụng với công trình cấp nước thường là công nghệ đơn giản, dễ thay thế thiết bị và phù hợp với nhiều loại hình quản lý, phù hợp với trình độ dịch vụ và truyền thống văn hóa của địa phương (Hình 3 và Hình 4).



Hình 3. Mô hình công nghệ áp dụng trước năm 2015



Hình 4. Mô hình công nghệ áp dụng trước năm 2015

Một số công trình có chất lượng không đồng bộ, không phù hợp với điều kiện nguồn nước. Mặc dù các công trình được đầu tư hệ thống tiết kiệm điện nhưng chưa đưa vào vận hành, tính bền vững trung bình.

3.4.6. Bền vững về mặt tổ chức

- Các công trình xây dựng xong giao cho UBND xã, doanh nghiệp, đơn vị sự nghiệp có thu, hợp tác xã quản lý, vận hành. Đối với một số đơn vị quản lý, vận hành công trình chưa hiệu quả và đúng trách nhiệm. Quy trình quản lý vận hành

chưa tuân thủ theo hướng dẫn khi được bàn giao. Một số công trình giao cho doanh nghiệp, tư nhân hoạt động tốt. Đội ngũ công nhân, chủ quản lý có trách nhiệm, công trình hoạt động hiệu quả. Tính bền vững thấp.

4. Kết luận

Hiện nay, cấp nước trên địa bàn tỉnh chủ yếu từ nguồn nước ngầm, việc khai thác quá mức sẽ kích thích sự xâm nhập mặn và thẩm thấu các chất ô nhiễm từ tầng mặt xuống tầng chứa nước, đồng thời có nguy cơ gây sụt lún mặt đất

trong tương lai. Mở rộng, nâng cấp và xây dựng mới hệ thống cấp nước các đô thị đều được gắn liền và đặt trong sự phát triển tổng thể của đô thị. Từ đó nhận định và chỉ ra vấn đề cần nghiên cứu nhằm phát triển bền vững công tác cấp nước trước bối cảnh thay đổi khí hậu, nước biển dâng tại tỉnh Long An. Đánh giá sự bền vững của các công trình cấp nước theo phương pháp trọng số, thông qua 6 tiêu chí PTBV thì chỉ có 50% các công trình cấp nước tập trung hội đủ các chỉ tiêu của một công trình cấp nước bền vững. 50% công trình khi được tính điểm ở mức gần đến bền vững do cơ sở hạ tầng và chất lượng nguồn nước đầu vào xu thế bị mặn xâm nhập.

Xây dựng, phát triển các hệ thống cấp nước theo điều chỉnh Quy hoạch sẽ làm tăng hiệu quả đầu tư, vận hành đồng bộ, ổn định, an toàn đồng thời góp phần sử dụng tiết kiệm, bảo vệ nguồn tài nguyên nước, bảo vệ môi trường theo hướng PTBV. Đây cũng là công việc cần phải thực hiện

theo “Định hướng phát triển cấp nước đô thị và khu công nghiệp Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050” đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt theo *Quyết định số 1929/QĐ-TTg* ngày 20/11/2009.

Cấp nước cho tỉnh Long An năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030 là một tầm nhìn tổng thể về phát triển hệ thống cấp nước trong một thời gian dài, với dự báo quy hoạch tương ứng với thời gian thực hiện của quy hoạch xây dựng phát triển vùng tỉnh Long An. Định hướng cấp nước tỉnh Long An đến năm 2030 yêu cầu các dự án độc lập phải tuân thủ hoàn toàn các yêu cầu cung cấp nước sạch của Bộ nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Bộ Tài nguyên Môi trường và theo quy định của Bộ y tế. Điều này có ý nghĩa rất quan trọng đối với kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh. Cung cấp đầy đủ nước sạch cho ăn uống và sinh hoạt là một trong những cơ sở hạ tầng quan trọng nhất đối với sản xuất và phát triển bền vững.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*. Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008), *Quyết định 15/2008/QĐ-BTNMT quy định Bảo vệ tài nguyên nước dưới đất*.
3. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2012), *Kết quả thực hiện Chương trình Môi trường quốc gia Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn*. <http://ns.mard.gov.vn/VanBan/QUYET%20DINH%20SO%202570%20bnn.pdf>.
4. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2010), *Hệ thống văn bản Quy phạm pháp luật trong cấp nước và Vệ sinh môi trường nông thôn*. <https://sonongnghiep.sonla.gov.vn/1296/31330/67510/van-ban-nuoc-sach-va-vsmt-nong-thon>.
5. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2012), *Tạp chí Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn số 43*.
6. Bộ Y tế (2009), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 02:2009/BYT về chất lượng nước sinh hoạt (Ban hành kèm theo Thông tư 05/2009/TT-BYT)*.
7. Hoàng Đức Cường, Phạm Thị Duyên (2010), “*Phương pháp xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu cho khu vực nhỏ*”, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường.
8. Lưu Đức Hải, Nguyễn Ngọc Sinh (2005), *Quản lý môi trường cho sự phát triển bền vững*. Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà Nội.
9. Hội Nước sạch và vệ sinh môi trường Việt Nam (2002), *Nước sạch và Vệ sinh môi trường Việt Nam trong Phát triển bền vững*.
10. Huỳnh Phú, Nguyễn Bảo Tùng (2017), “*Xây dựng và quản lý công trình cấp nước tập trung áp dụng tại Long An*”, *Kỷ yếu hội nghị KHCN 2017*, Trường Đại học Công nghệ TP Hồ Chí Minh.
11. Trần Thanh Xuân, Trần Thực (2009), “*Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước Việt Nam*”,

Viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường.

12. Trung tâm Quốc gia Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn (2011), *Báo cáo đánh giá hiện trạng quản lý, khai thác, vận hành và bảo dưỡng các công trình cấp nước tập trung nông thôn và đề xuất các giải pháp nhằm hoàn thiện cơ chế quản lý hiệu quả, bền vững*.
13. Tài liệu về bản đồ, lượng mưa, nhiệt độ của Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn tỉnh Long An. <https://nchmf.gov.vn/Kttvsite/vi-VN/1/long-an-w21.html>

Tài liệu tiếng Anh

14. IPCC (2007), *Climate Change: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
15. IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change (2014), *The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 1535. <https://books.google.com.vn/books?hl=vi&lr=&id=o4gaBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=IPCC+Fifth+Assessment+Report:+Climate+Change+2013+%E2%80%93+The+Physical+Science+Basis.+Cambridge&ots=WhntaLCwRf&sig=ZP->
16. IPCC (2007), *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
17. IPCC (2013), *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. ISBN: 9781107661820. <https://www.cambridge.org/vn/academic/subjects/earth-and-environmental-science/climatology-and-climate-change/climate-change-2013-physical-science-basis-working-group-i-contribution-fifth-assessment-report-intergovernmental-panel-climate-change?format=HB&isbn=9781107057999>
18. IPCC (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
19. International Water and Sanitation Center (1998), *Management for sustainability in Water supply and Sanitation Programmes*.
20. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW) (2012).
21. World Bank (2012), *Economic Assessment of water and sanitation interventions in Viet Nam. Water and Sanitation Program: Technical Paper*.
22. Daniel P. Loucks, John Gladwell (Eds) (1999), *Sustainability Criteria for Water Resource Systems*. Cambridge University Press. ISBN: 0-521-56044-6.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF DOMESTIC WATER SUPPLY IN LONG AN PROVINCE IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

Huynh Phu⁽¹⁾, Nguyen Ly Ngoc Thao⁽¹⁾, Huynh Thi Ngoc Han⁽²⁾

⁽¹⁾Hochiminh City University of Technology (HUTECH)

⁽²⁾Hochiminh City University of Natural Resources and Environment

Received: 05/7/2021; Accepted: 12/8/2021

Abstract: *Climate change has been having a great impact on the works of supplying water for drinking and daily life in Long An province due to salinization of groundwater, floods, etc. Degraded works, unsustainable management models, and processes. management of water supply works has not complied with the processes of clean water production and supply, the balance of revenue and expenditure is not guaranteed, lack of maintenance, propaganda to mobilize people to respond to safe use of clean water.*

Sanitation is not regular, the quality of water supply for people's daily life is not guaranteed. Assessing the sustainability of domestic water supply for Long An province through meta-analysis of research data, scenarios of climate change, sea level rise, SWOT analysis, strengths, weaknesses, opportunities and threats. Score weighted by 6 criteria: (i) Sustainability of water resources coefficient 2; (ii) Sustainability in management and operation factor 2; (iii) Economic and financial sustainability coefficient 2; (iv) Community participation factor 2; (v) Technological sustainability factor 1; (vi) Organizational sustainability coefficient 1. Thereby revealing the sustainability or unsustainability of the works.

Keywords: *Climate change, Ground water quality, Long An, Sustainable development, Water supply.*

XÂY DỰNG HỆ THỐNG HỖ TRỢ DỰ BÁO LŨ TRÊN NỀN TẢNG DELFT FEWS CHO LƯU VỰC SÔNG MÃ

Nguyễn Xuân Lộc, Đặng Đình Đức, Nguyễn Hồng Thủy
Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Đại học Khoa học Tự nhiên

Ngày nhận bài: 01/7/2021; ngày chuyển phản biện: 02/7/2021; ngày chấp nhận đăng: 20/7/2021

Tóm tắt: Dự báo lũ là một trong những công tác đặc biệt quan trọng nhằm giảm thiểu thiệt hại do lũ gây ra. Với sự phát triển của ngành khí tượng thủy văn, ngày càng nhiều nguồn dữ liệu có thể khai thác phục vụ dự báo lũ, song song với đó các công cụ mô hình thủy văn, thủy lực ngày càng đa dạng, tiên tiến. Tuy nhiên, vấn đề đặt ra trong công tác dự báo lũ là cần có một công nghệ đủ tốt để có thể khai thác được các thế mạnh đó. Bài báo này giới thiệu hệ thống hỗ trợ dự báo lũ DELFT FEWS, hệ thống này cho phép thích ứng linh hoạt với các yêu cầu đa dạng về các loại dữ liệu và mô hình. Đồng thời, cung cấp cho dự báo viên một giao diện hiển thị kết quả trực quan, dễ theo dõi. Hệ thống này đã được ứng dụng tại nhiều trung tâm dự báo quốc tế và bước đầu áp dụng tại Việt Nam. Nghiên cứu này trình bày một ví dụ minh họa ứng dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Mã và một số điểm người dùng cần lưu ý.

Từ khóa: Delft-FEWS, sông Mã, dự báo lũ.

1. Đặt vấn đề

Dự báo dòng chảy lũ là một công việc quan trọng nhằm cung cấp thông tin sớm về lũ lụt để các cơ quan chức năng và người dân kịp thời ứng phó [22, 15, 10]. Madsen và cộng sự [23] đã chỉ ra các thành phần của một hệ thống dự báo lũ gồm: (i) Hệ thống thu thập dữ liệu thời gian thực về các yếu tố khí tượng và thủy văn, (ii) Các mô hình thủy văn và thủy lực, (iii) Hệ thống dự báo các điều kiện khí tượng và (iv) Hệ thống cập nhật, đồng hóa dữ liệu.

Hàng ngày, một lượng lớn dữ liệu về khí tượng thủy văn được truyền về các đơn vị, trung tâm dự báo. Các loại dữ liệu này rất đa dạng về loại định dạng, cấu trúc dữ liệu. Một số dữ liệu từ các trạm quan trắc tự động cần phải cập nhật theo thời gian thực. Các số liệu quan trắc bằng radar, vệ tinh, số liệu tái phân tích, số liệu số trị có dung lượng lớn, cấu trúc chưa thật sự phù hợp với các mô hình thủy văn. Công tác xử lý các loại dữ liệu này cung cấp đầu vào cho các mô hình, cho công tác hiển thị dữ liệu để đánh giá, phân tích, đồng bộ hóa dữ liệu... khá khó khăn, mất nhiều công sức và thời gian trong khi đối với công tác dự báo,

cảnh báo lũ sớm có rất ít thời gian từ khi nhận được số liệu đến khi công bố bản tin. Do đó cần có công cụ hỗ trợ xử lý các tác vụ cập nhật nhanh chóng, thuận tiện với nhiều nguồn số liệu.

Phần cốt lõi của hệ thống dự báo lũ là các mô hình thủy văn, thủy lực. Nhóm mô hình thủy văn thông số tập trung truyền thống như NAM, TANK, HEC-HMS, HYMOD..., mô hình thủy lực như MIKE 11, HEC-RAS, VRSAP... từ lâu đã được sử dụng rộng rãi trong dự báo lũ tại Việt Nam [3, 6]. Các mô hình thông số phân bố/bán phân bố, thủy lực 2 chiều như MARINE, WFLOW, MIKE SHE, SWAT, MIKE 21, DELFT... có thời gian tính toán lâu, khó khăn trong công tác dự báo lũ, ngập lụt [5]. Tuy nhiên, với sự phát triển của khoa học máy tính đã giúp cải tiến năng lực tính toán của các mô hình này. Mỗi loại mô hình đều có các ưu, nhược điểm khác nhau, do đó dự báo viên thường sử dụng kết hợp nhiều loại công cụ. Tuy nhiên, điều khó khăn xuất phát chính từ sự đa dạng này. Do đó đòi hỏi cần có công cụ hỗ trợ tích hợp các mô hình dự báo. Hỗ trợ dự báo viên thiết lập khởi chạy nhiều loại mô hình trên một giao diện chung.

Các kết quả mô hình luôn tồn tại sai số nhất định. Để kịp thời cập nhật sai số, nâng cao chất lượng dự báo thì hệ thống cập nhật, đồng hóa số

Liên hệ tác giả: Đặng Đình Đức
Email: dangduc@hus.edu.vn

liệu là rất ý nghĩa đã được nhiều nghiên cứu minh chứng [20, 25, 26, 13]. Hiện nay, đồng hóa dữ liệu đang được ứng dụng ngày càng nhiều trong thủy văn đặc biệt trong công tác dự báo lũ. Với việc cập nhật và đồng hóa, các kết quả dự báo sẽ được nâng cao đáng kể, hỗ trợ dự báo viên ra các quyết định hợp lý và sát với thực tế nhất có thể.

Trên thế giới, các nhà khoa học cũng như các cơ quan, trung tâm dự báo đã xây dựng một số hệ thống hỗ trợ dự báo lũ/dòng chảy có thể xử lý các vấn đề tồn tại đã nêu. Một số hệ thống dự báo lũ lụt có thể kể đến như Hệ thống Dự báo Dòng sông Dịch vụ Thời tiết Quốc gia (NWSRFS) được sử dụng để dự báo dòng chảy sông tại 13 trung tâm dự báo sông trên khắp Hoa Kỳ [7], Hệ thống Dự báo Dòng chảy Sông (RFFS) được áp dụng tại trung tâm dự báo Đông Bắc ở Anh cũng như White Cart Catchment ở Scotland [24], Hệ thống Dự báo Vùng Midlands được sử dụng trong trung tâm dự báo Midlands ở Anh [12], hệ thống cảnh báo lũ lụt được sử dụng cho sông Nile Xanh ở Sudan [14], hay hệ thống phần mềm tích hợp dữ liệu và hỗ trợ dự báo thời tiết tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia, Tổng cục Khí tượng Thủy văn Việt Nam cho các lưu vực Cả, Kon-Hà Thanh, Trà Khúc [17]. Hệ thống tại Midland (Anh) và hệ thống cho sông Nile Xanh về cơ bản được xây dựng như một hệ thống đóng hộp, bất kỳ thay đổi nào trong mô hình hoặc dữ liệu được sử dụng trong các mô hình có thể khiến toàn bộ hệ thống phải thiết kế lại. Ba hệ thống còn lại được thiết kế mở và linh hoạt hơn. Tính linh hoạt đạt được thông qua việc tích hợp các mô hình, các thuật toán thu

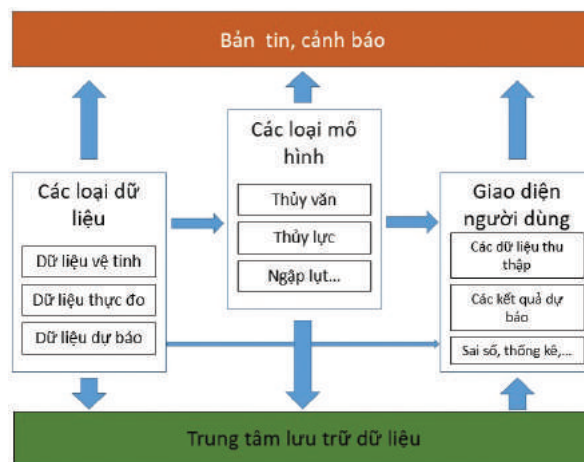
thập, xử lý dữ liệu vào hệ thống. Hệ thống Delft-FEWS được công ty Deltares (Hà Lan) xây dựng và phát triển dựa trên cách tiếp cận này [27].

Mục đích chính của Delft-FEWS là cung cấp một nền tảng mà qua đó có thể xây dựng các hệ thống dự báo hoạt động và cho phép sự linh hoạt trong việc tích hợp các mô hình và dữ liệu. Trái ngược với hệ thống NWSRFS và RFFS cũng theo cách tiếp cận mô-đun, hệ thống Delft-FEWS không bao gồm các mô hình thủy văn sẵn có trong đó. Thay vào đó, nó hoàn toàn dựa vào sự tích hợp của các thành phần mô hình (bên thứ ba). Kể từ khi được giới thiệu ở dạng hiện tại vào năm 2002/2003, hệ thống này đã được áp dụng tại nhiều trung tâm dự báo lũ/dòng chảy hoạt động (hiện nay hệ thống này đã bước đầu được áp dụng tại Trung tâm Dự báo KTTV Quốc gia của Việt Nam).

Với những ưu điểm trên, bài báo trước tiên cung cấp tổng quan về cấu trúc và tính năng quan trọng nhất của Delft-FEWS, và ví dụ về sự ứng dụng của hệ thống Delft-FEWS trong nghiên cứu và trong công tác dự báo lũ, cụ thể là ứng dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Mã.

2. Cấu trúc của hệ thống Delft-FEWS

Delft-FEWS có thể được cấu hình tùy chọn bởi người sử dụng bằng một bộ các tệp cấu hình mã XML. Các tệp cấu hình này sẽ quy định cách thức giao tiếp dữ liệu của FEWS với bên ngoài, cách thức giao tiếp của FEWS với một hay nhiều mô hình toán, cách thức hiển thị dữ liệu trong FEWS và cách thức trích xuất dữ liệu trên FEWS thành các định dạng khác nhau tùy ý người sử dụng.



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc của một hệ thống dự báo lũ lụt của Delft-FEWS [11]

2.1. Mô-đun thu nhận số liệu và lưu trữ

Tất cả các hệ thống dự báo hoạt động đều yêu cầu nhập dữ liệu (thời gian thực) từ mạng lưới quan trắc khí tượng và thủy văn. Dữ liệu này được sử dụng để phân tích điều kiện hiện trạng khí tượng thủy văn và là đầu vào cho các mô hình thủy văn và thủy lực. Trong hầu hết các hệ thống, dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau được cân nhắc thu thập và sử dụng với các định dạng khác nhau. Việc nhập dữ liệu từ các nguồn khác nhau này đặt ra một thách thức đáng kể, không chỉ bởi hiện nay có nhiều định dạng dữ liệu được sử dụng mà trong nhiều trường hợp còn do sự khác biệt trong loại dữ liệu được cung cấp. Delft-FEWS đã phát triển một mô-đun nhập dữ liệu được thiết kế để xử lý nhiều định dạng dữ liệu. Trong các phiên bản phát triển ban đầu của Delft-FEWS, một mô-đun nhập dữ liệu đã có sẵn và được cấu hình thông qua các cài đặt khác nhau để hỗ trợ một định dạng mới. Mặc dù điều này có hiệu quả ở một mức độ nào đó, tuy nhiên với sự phát triển của công nghệ, các định dạng dữ liệu ngày càng nhiều và các mô-đun nhập liệu này có thể không thể nhập liệu hết tất cả các loại định dạng dữ liệu mới này. Tuy nhiên, mô-đun nhập liệu của Delft-FEWS có thể xử lý với hầu hết các tiêu chuẩn dữ liệu hiện tại và chuyển các dữ liệu này vào bộ lưu trữ của hệ thống. Trong cộng đồng khí tượng, các tiêu chuẩn định dạng dữ liệu đã được chuẩn hóa và sử dụng chung như GRIB, GRIB2, định dạng BUFR, NetCDF với các quy ước CF (Dự báo Khí hậu). Các tiêu chuẩn này đã được áp dụng rộng rãi cho dữ liệu không gian địa lý và có thể dễ dàng nhập liệu và lưu trữ trong hệ thống Delft-FEWS [9].

2.2. Mô-đun xử lý dữ liệu phục vụ các mô hình dự báo

Trong dự báo, cảnh báo lũ, dữ liệu đầu vào đóng một vai trò cực kỳ quan trọng bao gồm các dữ liệu về khí tượng (đặc biệt là dữ liệu mưa) và dữ liệu thủy văn (mức nước, lưu lượng). Theo đó, các nguồn dữ liệu mưa phổ biến hiện nay có hai dạng là dữ liệu mưa phân bố (từ các mô hình số trị, dữ liệu vệ tinh, radar, ...) và dữ liệu mưa điểm (các trạm mưa mặt đất). Các loại dữ liệu này cần được xử lý để chuyển thành dữ liệu mưa trung bình lưu vực cho các mô hình thủy

văn thông số tập trung như MIKE NAM, HEC-HMS,... và thành dạng mưa lưới cho các mô hình thông số phân bố như MIKE SHE, MARINE, WFLOW,... Nắm bắt được điều này, Delft-FEWS đã phát triển nhiều chức năng, công cụ xử lý dữ liệu khác nhau và có thể xử lý nhanh chóng các yêu cầu này thông qua các thuật toán và phương pháp khác như phương pháp đa giác Thiessen, Bilinear, trọng số,... Bên cạnh đó, Delft-FEWS đã được tích hợp các thuật toán để phát hiện/xử lý các điểm số liệu bị mất hoặc các giá trị bất thường trong chuỗi số liệu cho các loại số liệu thủy văn như lưu lượng hay mực nước. Điều này hỗ trợ rất nhiều cho các dự báo viên trong việc giảm tải tác vụ kiểm tra các số liệu bất thường trong một lượng số liệu rất lớn được thu thập.

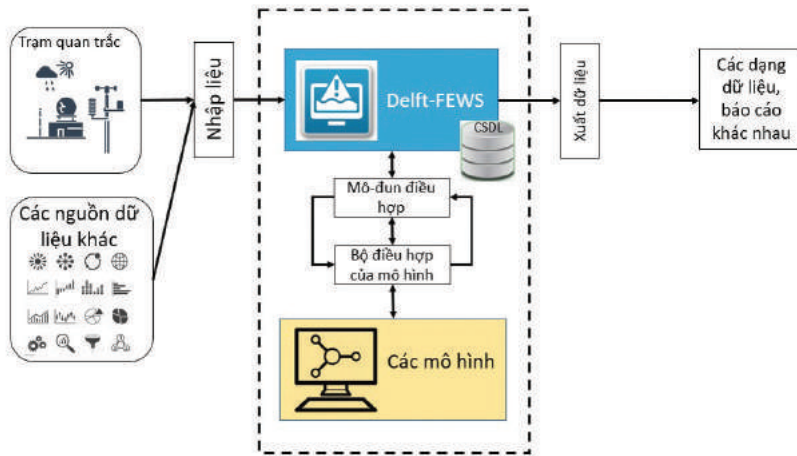
2.3. Tích hợp mô hình bên ngoài

Cách tiếp cận tích hợp các mô hình như một phần của quá trình dự báo trong Delft-FEWS nhằm mục tiêu đơn giản hóa nhưng hiệu quả. Thông thường, một quy trình dự báo có thể sử dụng một loạt các mô hình như mô hình mưa dòng chảy, mô hình định tuyến... Các mô hình này thường độc lập, có thể được chạy tuần tự và độc lập, với dữ liệu được trao đổi từ cơ sở dữ liệu ở mỗi bước của tính toán mô hình.

Hiện đã có gần 60 loại mô hình từ nhiều nhà phát triển mô hình và nhà cung cấp đã được tích hợp và chạy thành công trong Delft-FEWS. Các loại mô hình có thể kể đến như D-Flow FM, (Deltares, Hà Lan), HBV (SHMI, Thụy Điển), HEC-RAS (USACE, Mỹ), MIKE NAM (DHI, Đan Mạch)... (xem thêm các loại mô hình tại [20]). Định dạng dữ liệu của các mô hình này rất khác nhau. Để giảm bớt sự phức tạp khi số lượng mô hình tăng lên, Delft-FEWS hiện sử dụng XML như một ngôn ngữ kết nối các loại mô hình. Delft-FEWS tạo dữ liệu đầu vào dưới dạng một tập hợp các tệp XML đến một vị trí xác định; một bộ điều hợp (adapter) được phát triển đặc biệt cho mô hình sẽ chuyển nó thành định dạng gốc bắt buộc trong bước tiền xử lý; Delft-FEWS thực thi mô hình; và bộ điều hợp sang của mô hình sau đó chuyển đổi kết quả được định dạng gốc thành các tệp có định dạng XML. Delft-FEWS sau đó nhập kết quả vào cơ sở dữ liệu từ các tệp XML và hiển thị lên giao diện người dùng. Mặc dù có

những khác biệt về việc thực thi mô hình được thực hiện bởi Delft-FEWS hay bộ điều hợp cho

các mô hình, nguyên tắc là giống nhau đối với tất cả các mô hình.

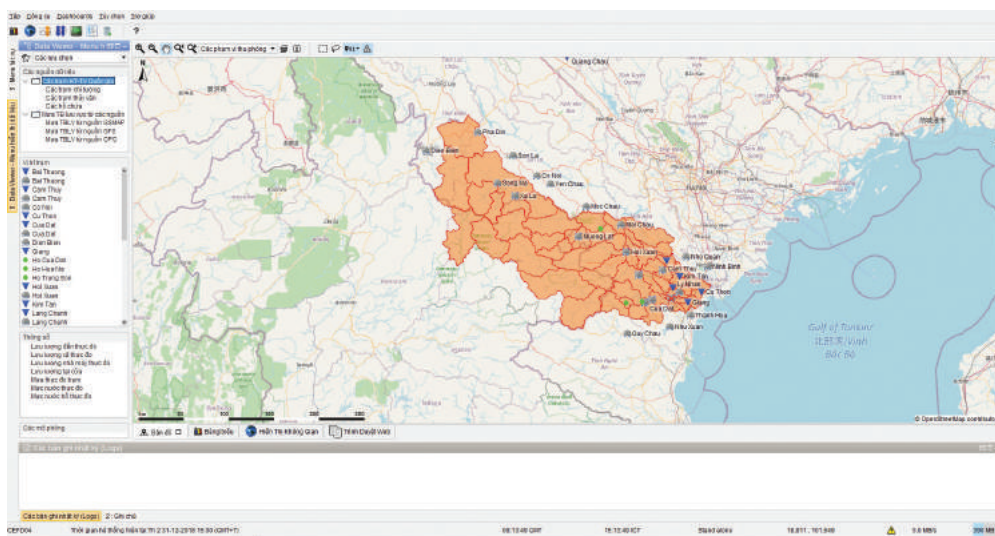


Hình 2. Liên kết Delft-FEWS với các mô hình bên ngoài

2.4. Xây dựng bản tin dự báo và giao diện người dùng

Bước cuối cùng của quá trình dự báo trong hầu hết các trường hợp là việc tạo ra các sản phẩm, cung cấp thông tin những người dùng cuối là những nhà quản lý, các cơ quan phòng chống lũ lụt và người dân. Delft-FEWS có thể tạo báo cáo web dựa trên các mẫu HTML với đồ thị, bảng biểu cũng như báo cáo tóm tắt. Ngoài ra, Delft-FEWS có thể xuất chuỗi thời gian ở nhiều định dạng khác nhau, bao gồm một số định dạng tiêu chuẩn hiện có như XML, NetCDF-CF, CSV,... Các định dạng dữ liệu này có thể phục vụ các nhu cầu khác nhau của người dùng cuối như

các dữ liệu kết quả dạng XML có thể sử dụng để làm đầu vào, cung cấp các bản tin thông qua các ứng dụng, phần mềm trên điện thoại thông minh; hay định dạng NetCDF-CF có thể thành dạng một báo cáo, bản tin văn bản để gửi đến các đơn vị, cơ quan khác nhau,... Trong hoạt động hàng ngày của một trung tâm dự báo, những dự báo viên tương tác với Delft-FEWS chủ yếu thông qua giao diện người dùng. Thiết kế giao diện người dùng tập trung vào việc cung cấp hiệu quả quyền truy cập vào lượng lớn dữ liệu thường cần được tham khảo và theo dõi để phục vụ công tác dự báo. Hình 3 cung cấp một ví dụ về màn hình chính của hệ thống.



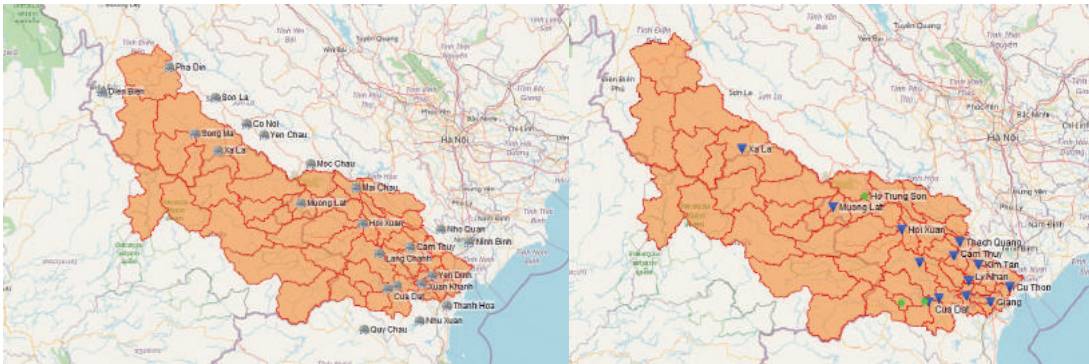
Hình 3. Giao diện người dùng của hệ thống FEWS

3. Ứng dụng xây dựng hệ thống hỗ trợ dự báo lũ FEWS cho lưu vực sông Mã

Để minh họa việc sử dụng hệ thống hỗ trợ dự báo lũ DELFT-FEWS, hệ thống dự báo lũ ứng dụng thử nghiệm tại lưu vực sông Mã được trình bày tại đây. Hệ thống hỗ trợ dự báo lũ bao gồm tất cả các hạng mục được mô tả ở trên gồm các kỹ thuật mô hình hóa và các cách tiếp cận khác nhau trong việc sử dụng dữ liệu. Đây là hệ thống được phát triển dựa trên phiên bản Delft-FEWS 2019.02, được cung cấp hoàn toàn miễn phí cho mục đích nghiên cứu khoa học.

Dữ liệu phục vụ hệ thống dự báo

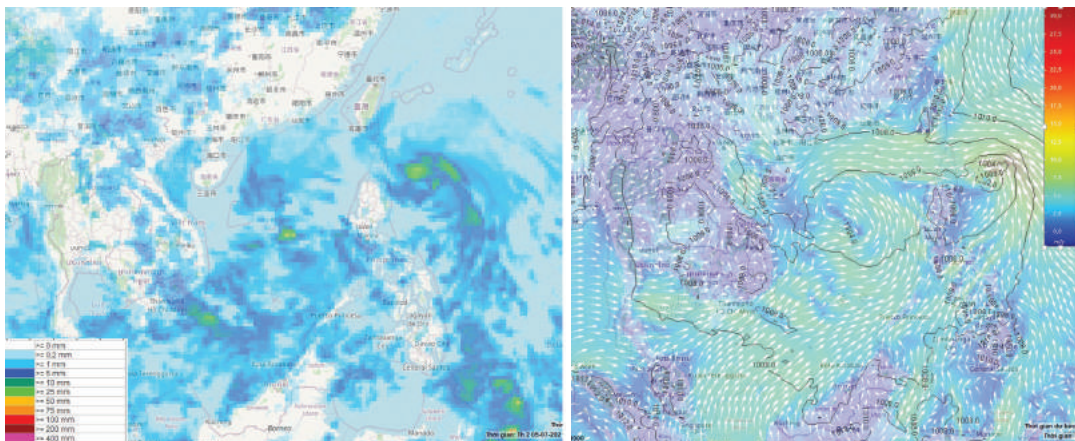
Dữ liệu mưa thực đo từ mạng lưới quan trắc gồm: 21 trạm khí tượng, 20 trạm thủy văn, 11 trạm đo mưa. Dữ liệu vận hành hồ chứa (lưu lượng đến hồ, lưu lượng xả, mực nước thượng lưu) của 03 hồ lớn gồm: Hỏa Na, Cửa Đạt, Trung Sơn; dữ liệu mực nước thực đo tại các trạm thủy văn: Cửa Đạt, Xuân Khánh (sông Chu), Xã Là, Mường Lát, Hồi Xuân, Cẩm Thủy, Lý Nhân, Giàng (trên sông Mã); dữ liệu này được cung cấp hằng ngày từ Ban Chỉ đạo Trung ương về Phòng chống thiên tai và được cập nhật bán tự động vào hệ thống FEWS.



Hình 4. Các trạm quan trắc khí tượng (trái), trạm thủy văn và hồ chứa (phải) thuộc lưu vực sông Mã hiển thị trên hệ thống

Bên cạnh các dữ liệu thực đo, hệ thống hỗ trợ dự báo được cấu hình để thu thập bổ sung tự động các nguồn số liệu tái phân tích và dự báo gồm: Số liệu mưa dự báo GFS hạn 10 ngày [19], số liệu dự báo số trị WRF-CEFD hạn 7 ngày,

cập nhật liên tục hằng ngày, số liệu mưa vệ tinh GSMaP cập nhật liên tục hằng giờ [19] dữ liệu mưa tái phân tích CPC [8], cập nhật..., các yếu tố khác gồm nhiệt độ, bốc hơi, gió (U, V), bức xạ mặt trời tái phân tích từ ECMWF [16].

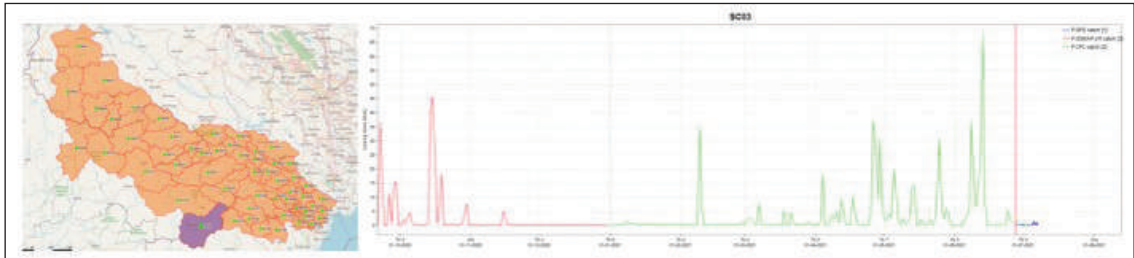


Hình 5. Hiển thị dữ liệu mưa (trái) và khí tượng (vận tốc, hướng gió, áp suất - bên phải) theo không gian trên hệ thống

Xử lý các dữ liệu

Một trong những chức năng hiệu quả nhất của hệ thống FEWS là khả năng xử lý dữ liệu. Ở bước đầu tiên trong quy trình dự báo, hệ thống thu thập dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau, lượng dữ liệu lớn. Hệ thống được thiết lập các chức năng xử lý gồm: Xử lý các số liệu ngoại lai, số liệu khuyết thiếu. Xử lý số liệu mưa điểm (từ số liệu trạm) và mưa lưới từ số liệu tái phân tích/dự báo về số liệu mưa trung

bình các tiểu lưu vực của mô hình thủy văn thông số tập trung. Dạng file chuỗi thời gian cho từng tiểu lưu vực đáp ứng yêu cầu cho mô hình thủy văn thông số tập trung; xử lý về mưa lưới với độ phân giải 1 x 1 km cho mô hình thủy văn thông số phân bố; Xử lý số liệu lưu lượng, mực nước thực đo về chuẩn định dạng của mô hình thủy lực. Việc xử lý này được thực hiện tự động, tuy nhiên dự báo viên có thể can thiệp thủ công.

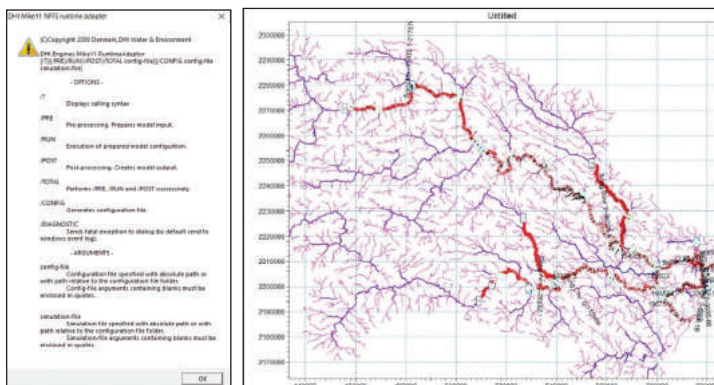


Hình 6. Dữ liệu mưa tính toán trung bình lưu vực từ nhiều nguồn số liệu khác nhau

Mô hình thủy văn và thủy lực

Mô hình thủy văn sử dụng gồm: Mô hình MIKE NAM và mô hình WFLOW. Các mô hình này đã được thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định cho lưu vực sông Mã đảm bảo độ tin cậy [16, 1, 4]. Mô hình thủy lực sử dụng là MIKE 11, bộ mô hình này được thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định trong khuôn khổ dự án C2DV3 [2]. Quá trình thiết lập như sau: Bộ mô hình được liên kết, tích hợp với Delft-FEWS thông qua sử dụng định dạng XML giao diện mở (có thể xem cách tiếp cận về phương pháp trong [21]). Dòng chảy từ mô hình mưa dòng chảy MIKE NAM được sử dụng làm đầu vào cho các mô hình dòng chảy thủy lực MIKE 11 cho sông Mã. Hai bộ mô hình được chạy trong DELFT-FEWS thông qua các bộ

điều hợp (adapter) do DHI cung cấp. Khi được gọi và chạy, mô-đun điều hợp (General Adapter) gọi đến bộ điều hợp của mô hình và truy cập vào cơ sở dữ liệu của hệ thống để cung cấp số liệu đầu vào. Khi đó, bộ điều hợp của mô hình MIKE sẽ chạy tuần tự từng bước: PRE - RUN - POST (Hình 7 - trái). Theo đó, PRE sẽ thực hiện nhận dữ liệu mà hệ thống cung cấp và chuyển hóa thành định dạng đầu vào cho mô hình MIKE. Trên cơ sở này, RUN sẽ gọi bộ mô hình và chạy tính toán trên cơ sở các dữ liệu đầu vào đã được chuyển hóa định dạng và xuất ra kết quả. Cuối cùng, POST sẽ thực hiện chuyển hóa kết quả từ định dạng của mô hình MIKE sang định dạng XML (định dạng mà hệ thống Delft-FEWS có thể hiểu được).

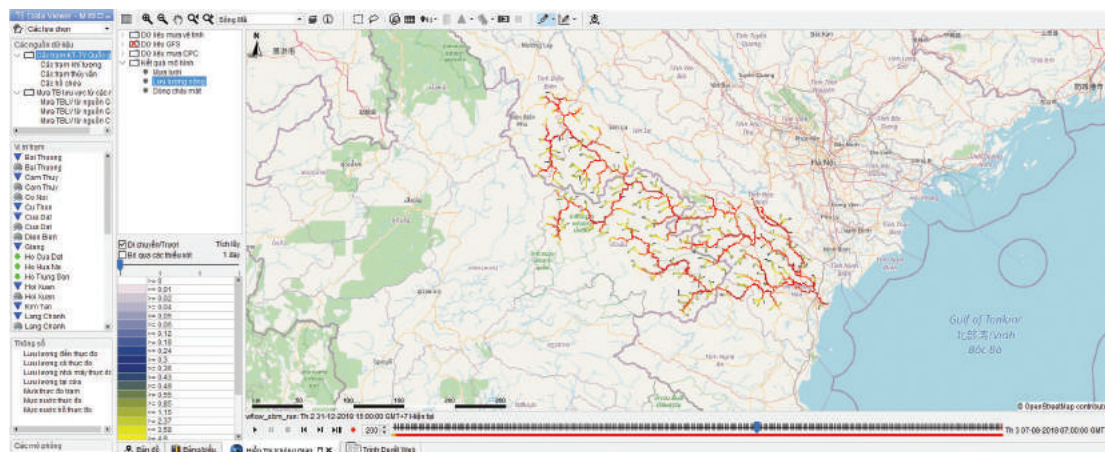


Hình 7. Bộ điều hợp (trái) và sơ đồ thủy lực (phải) của bộ mô hình MIKE 11 sử dụng trong hệ thống Delft-FEWS thiết lập cho sông Mã

Kết quả tích hợp hệ thống hỗ trợ dự báo

Sau khi được thiết lập, hệ thống được thử nghiệm chạy nghiệp vụ hàng ngày tự động theo các mốc thời gian định sẵn. Kể đến, hệ thống sử dụng sản phẩm khí tượng đã được thu thập và xử lý đưa vào hai bộ mô hình thủy văn WFLOW và MIKE NAM. Theo đó, hai nguồn số liệu này cung cấp dữ liệu đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11. Tại đây, mô hình cung cấp các thông tin bao gồm lưu lượng đến các hồ Hòa Na, Cửa Đạt (sông Chu), hồ Trung Sơn (sông Mã) với thời gian dự báo tối đa lên tới 10 ngày. Dựa trên các

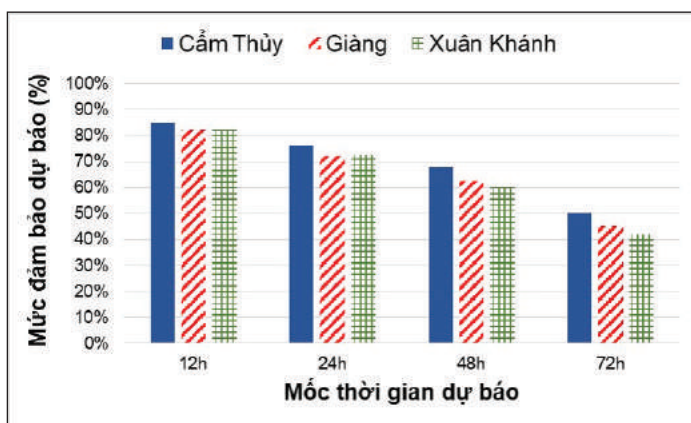
thông tin này, các dự báo viên có thể ước lượng lưu lượng xả tại các hồ để tham gia công tác điều tiết, vận hành các hồ an toàn trong mùa mưa lũ. Bên cạnh đó, hệ thống cung cấp thông tin dự báo lên đến 10 ngày cho các yếu tố lưu lượng và mực nước bao tại các trạm thủy văn thuộc lưu vực sông, có thể kể đến như Cẩm Thủy, Giàng, Xuân Khánh... Các dự báo viên có thể quan sát, đánh giá, thảo luận về các kết quả được hiển thị trên hệ thống hoặc từ các files số liệu được xuất ra để từ đó đưa ra các dự báo cuối cùng trong bản tin.



Hình 8. Hệ thống sau khi được tích hợp và hiển thị kết quả trên hệ thống

Hình 9 thể hiện các kết quả xếp hạng chất lượng dự báo tại các trạm Cẩm Thủy, Giàng và Xuân Khánh trong kết quả dự báo thử nghiệm trong đợt lũ tháng 6/2021. Theo đó, với mốc thời gian 12 h, các trạm đều cho mức đảm bảo dự báo tốt, cả ba trạm đều đạt khoảng 80%; với mốc dự báo 24 h mức đảm bảo dự báo có giảm,

số lần dự báo đúng của các trạm đạt khoảng hơn 70%; với mốc 72 h (3 ngày), cả 3 trạm đạt số lần dự báo đúng gần 50%. Có thể thấy, các kết quả đánh giá chất lượng dự báo đều cho kết quả từ khá tới tốt trong mốc thời gian 12 h và 24 h, đồng thời cho thấy hệ thống có thể đáp ứng được các yêu cầu của công tác dự báo nghiệp vụ.



Hình 9. Các kết quả đánh giá xếp hạng chất lượng dự báo mực nước tại các trạm Cẩm Thủy, Giàng và Xuân Khánh

4. Kết luận

Trong bài báo này, các giới thiệu chung nền tảng hỗ trợ dự báo lũ của Delft-FEWS và ứng dụng hệ thống cho lưu vực sông Mã. Mục tiêu của hệ thống không phải là cung cấp các khả năng dự báo dưới dạng các thuật toán mô hình thủy văn, mà là cung cấp nền tảng mà thông qua đó các tác vụ trong quy trình dự báo được hỗ trợ nhiều nhất, nhanh nhất và thuận tiện nhất cho người sử dụng (dự báo viên). Hệ thống hỗ trợ dự báo được thiết lập với nhiều các mô-đun và chức năng khác nhau, có thể giải quyết nhiều yêu cầu mà một hệ thống dự báo, cảnh báo lũ sớm đặt ra như có thể thu thập và xử lý dữ liệu về các yếu tố khí tượng và thủy văn từ nhiều nguồn khác nhau, liên kết, tích hợp các mô hình thủy văn và thủy lực dự báo lũ và hỗ trợ tạo các bản tin. Hệ thống đảm bảo sự linh hoạt đối với những sự thay đổi, nhất là trong sự phát triển công nghệ đo đạc, công nghệ lưu trữ dữ liệu hay công nghệ dự báo (mô hình số) hiện nay mà không cần xây dựng một hệ thống hoàn toàn mới. Tuy nhiên, bộ công cụ nào cũng có những giới hạn nhất

định. Những người thiết lập hệ thống sẽ không chỉ cần đối mặt với sự phức tạp trong cấu hình của Delft-FEWS và liên kết với các mô hình bên ngoài, mà còn với sự phức tạp của chính các mô hình bên ngoài. Mỗi một mô hình sẽ có cấu trúc khác nhau, yêu cầu bộ điều hợp (adapter) khác nhau, và không phải mô hình nào cũng có sẵn bộ điều hợp như vậy. Trong nhiều trường hợp, người thiết lập hệ thống sẽ cần phải tự phát triển bộ điều hợp (trong trường hợp không có bộ điều hợp sẵn có). Việc phát triển này rất khó khăn và cần nhiều nguồn lực cả về con người, tài chính và thời gian do yêu cầu cao về mức độ hiểu biết của mô hình, độ mở của mô hình và các kiến thức về lập trình xây dựng bộ điều hợp. Do đó khi liên kết và tích hợp, người dùng (người thiết lập hệ thống) cần cân nhắc theo mục tiêu và yêu cầu của bản thân để lựa chọn loại mô hình có sẵn hay tự phát triển các bộ điều hợp. Mặc dù vậy, hệ thống Delft-FEWS vẫn là một hệ thống có thể hỗ trợ đắc lực công tác dự báo, cảnh báo lũ sớm và cần được nhân rộng, phát triển cho các lưu vực khác nhau ở Việt Nam.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ Đề tài TN.20.20 "Nghiên cứu tích hợp hệ thống Delft-FEWS trong việc nâng cao hiệu quả dự báo lũ", Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội. Nhóm thực hiện xin cảm ơn sự hỗ trợ về số liệu, hệ thống tính toán hiệu năng cao của Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Trần Ngọc Anh và cộng sự (2021), "Giới thiệu bộ công cụ mô hình Wflow trong mô phỏng dòng chảy các lưu vực sông Việt Nam. Phần 1: Mô hình Wflow_sbm", Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 722, 68-76; doi:10.36335/VNJHM.2021(722).68-76.
2. Báo cáo mô hình thủy lực, Gói thầu C2-DV3, Dự án Hợp phần 2 "Tăng cường hệ thống dự báo thời tiết và cảnh báo sớm" thuộc dự án "Quản lý thiên tai" - WB5/VN-Haz, Tổng Cục Khí tượng Thủy văn - Bộ Tài nguyên và Môi trường.
3. Tống Ngọc Công (2018), Ứng dụng mô hình MIKE 11 phục vụ dự báo lũ hệ thống sông Đáy - Hoàng Long, Luận văn thạc sỹ, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam.
4. Đặng Đình Đức và cộng sự (2017), "Đánh giá hiện trạng và khả năng khai thác số liệu mưa phục vụ dự báo lũ; Áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Chu", Tạp chí Khoa học Biến đổi Khí hậu, số 2, tháng 6/2017, tr.99-103.
5. Nguyễn Hồng Quân (2013), "Một số phương pháp xây dựng bản đồ ngập lụt tỉnh Long An trong điều kiện biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng", Science & Technology Development, Vol 16, No.M1-2013.
6. Hoàng Ngọc Tuấn (2017), Ứng dụng mô hình HEC-HMS để dự báo dòng chảy lũ và xây dựng đường

quá trình xả lũ về hạ du cho các hồ chứa thuộc lưu vực sông Sê Rê Pốk tỉnh Đắk Lắk: Áp dụng điển hình cho hồ chứa nước Đắk Minh, huyện Buôn Đôn", Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 681, tr.8-14.

Tài liệu tiếng Anh

7. Burnash, R., (1995), "The NWS river forecasting system catchment modelling, In: Singh, V. (Ed.), *Computer Models of Watershed Hydrology*", Water Resources Publications, New York, USA, 311-366.
8. CPC Global Unified Precipitation data provided by the NOAA/OAR/ESRL PSL, Boulder, Colorado, USA, from their Web site at <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.cpc.globalprecip.html>
9. Daryl T. Kleist, David F. Parrish, John C. Derber, Russ Treadon, Wan-Shu Wu, and Stephen Lord, (2009), "Introduction of the GSI into the NCEP Global Data Assimilation System", *Weather and Forecasting*, Vol 24, Issue 6, 1691-1705.
10. De Roo, A. et al. (2003), "Development of a European flood forecasting system", *International Journal of River Basin Management* 1, 49-59.
11. Dhondia, Juser & Van de Ven, Frans., (2014), *Implementation of Operational Urban Water Supply and Demand Forecasting System to Reduce its Exposure to Extreme Climate Events*. 10.13140/2.1.1398.0808.
12. Dobson, C., Davies, G., White, W., (1990), "Integrated real time data retrieval and flood forecasting using conceptual models", In: *International Conference on River Flood Hydraulics*. John Wiley & Sons, Oxford, UK, 21-30.
13. Godae: 10 Years of Achievement, (2009), "Special Issue on the Revolution in Global Ocean Forecasting", *Oceanography Society*, 22, 96-109.
14. Grijssen, J. et al. (1992), "An information system for flood early warning", In: Saul, A. (Ed.), *Floods and Flood Management*. Kluwer Academic Publishing, 263-289.
15. Haggett, C., (1998), "An integrated approach to flood forecasting and warning in England and Wales", *Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management* 12, 425-432.
16. Hersbach, H. et al. (2018), *ERA5 hourly data on single levels from 1979 to present*. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). 10.24381/cds.adbb2d47.
17. <http://www.kttvqg.gov.vn/public/index.php/tin-tuc-khcn-120/phat-trien-he-thong-phan-mem-phuc-vu-tich-hop-du-lieu-va-ho-tro-du-bao-thoi-tiet-5406.html>
18. <https://publicwiki.deltares.nl/display/FEWSDOC/Models+linked+to+Delft-FEWS>
19. <https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP>
20. Ide, K., et al. (1997), "Unified notation for data assimilation: operational, sequential and variational", *J. Meteorol. Soc. JPN*, 75, 181-189.
21. Karssenber, D., et al. (2010), A software framework for construction of process-based stochastic spatio-temporal models and data assimilation, *Environmental Modelling & Software* 25, 489-502.
22. Krzysztofowicz, R., Kelly, K., Long, D., (1992), "Reliability of flood warning systems", *Journal of Water Resources Planning and Management* 120, 906-926.
23. Madsen, H., et al. (2000), "Data assimilation in rainfall runoff forecasting", In *Proceedings of the 4th Hydroinformatics Conference*, Iowa, USA. IAHR
24. Moore, R., (1990), "A basin-wide flow forecasting system for real time flood warning, river control and water management", In: White, W. (Ed.), *International Conference on River Flood Hydraulics*. John Wiley & Sons, Oxford, UK, 21-30.
25. Parrish, D. F. and Derber, J. C. (1992), "The national meteorological center's spectral statistical interpolation analysis system", *Mon. Weather Rev.*, 120, 1747-1763.
26. Rabier, F., (2000), "The ECMWF operational implementation of fourdimensional variational assimilation. Part I: Experimental results with simplified physics", *Q. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 126, 1143-1170.

27. Werner, M., Heynert, K., (2006), "Open model integration e a review of practical examples in operational flood forecasting", In: Gourbesville, P., Cunge, J., Guinot, V., Liong, S. (Eds.), 7th International Conference on Hydroinformatics, Nice, France, 155-162.

DEVELOPMENT OF THE SUPPORT FLOOD FORECASTING SYSTEM ON THE BASIS OF DEFLT FEWS FOR MA RIVER BASIN

Nguyen Xuan Loc, Dang Dinh Duc, Nguyen Hong Thuy
Center for Environmental Fluid Dynamics, VNU University of Science

Received: 01/7/2021; Accepted: 20/7/2021

Abstract: *Flood forecasting is one of the essential tasks to minimize flood damage. With the development of hydrometeorology, more and more data sources can be exploited for flood forecasting, and at the same time, hydrological and hydraulic modelling tools are increasingly diversified and advanced. However, the problem in flood forecasting is that there needs to be proper technology to optimise those strengths. This paper introduces the DELFT FEWS flood forecasting support system, allowing flexible adaptation to diverse requirements in terms of data types and models. At the same time, the system provide forecasters with an intuitive, easy-to-follow results display interface. This system has been applied at many international forecasting centres and initially applied in Viet Nam. Finally, this study illustrates a pilot application for the Ma River basin and some user points to note.*

Keywords: *Delft-FEWS, Ma river, flood forecast.*

KHÁC BIỆT CỦA THAM SỐ BẤT ỔN ĐỊNH LIÊN QUAN ĐẾN SỰ XUẤT HIỆN ĐÔNG TRƯỚC VÀ TRONG MÙA HÈ TRÊN KHU VỰC HÀ NỘI

Nghiêm Trung Hậu⁽¹⁾, Bùi Minh Tuấn⁽²⁾

⁽¹⁾Học viện Kỹ thuật Quân sự

⁽²⁾Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài: 12/7/2021; ngày chuyển phản biện: 13/7/2021; ngày chấp nhận đăng: 13/8/2021

Tóm tắt: Nghiên cứu này hướng tới phân tích sự khác biệt của giá trị tham số bất ổn định khí quyển liên quan tới sự xuất hiện đông trước và trong mùa hè tại trạm Láng, Hà Nội trong giai đoạn 2008 tới 2018. Các giá trị của tham số bất ổn định được thu thập từ bộ số liệu tái phân tích ERA5 và số liệu đo đạc từ bóng thám không tại trạm Láng. Kết quả nghiên cứu dựa trên 698 đợt đông cho thấy, trong mùa xuân, đông thường xuất hiện vào đêm và đầu giờ sáng, trong khi đó, trong mùa hè, đông thường xuất hiện vào buổi chiều. Đồng thời, các cơ chế hình thành đông khác nhau trong hai giai đoạn này dẫn tới sự khác biệt rất lớn của các tham số như CAPE, CIN, chỉ số K, nhiệt độ điểm sương và độ đứt gió. Đông ở mùa xuân thường xuất hiện khi có xâm nhập lạnh hoặc sự phát triển của rãnh gió Tây trên cao, do đó, các giá trị nhiệt độ điểm sương, CAPE và K thường nhỏ nhưng giá trị độ đứt gió lớn. Ngược lại, trong mùa hè, đông chủ yếu là đông nhiệt, hình thành do sự bất ổn định khí quyển liên quan đến đốt nóng bề mặt, do đó giá trị nhiệt độ điểm sương, CAPE và K lớn nhưng giá trị độ đứt gió lại tương đối nhỏ. Các giá trị chi tiết của các tham số bất ổn định này có thể sử dụng là cơ sở để xây dựng các phương pháp dự báo đông dựa trên kết quả dự báo mô hình số trong tương lai.

Từ khóa: Mưa lớn; Mưa đông, Tham số bất ổn định, CAPE, CIN, K.

1. Mở đầu

Đông là một hiện tượng thời tiết nguy hiểm, xảy ra thường xuyên ở Việt Nam. Đông có thể xuất hiện ở tất cả các vùng miền và ở nhiều thời điểm trong năm. Các hiện tượng đi kèm với đông như sấm sét, gió giật, mưa lớn, mưa đá... hàng năm đã gây ra rất nhiều thiệt hại về cơ sở vật chất, tài sản và tính mạng con người. Do đó, việc nghiên cứu và dự báo đông ở Việt Nam là một vấn đề quan trọng và luôn được sự quan tâm của cộng đồng khí tượng. Tuy nhiên, do quy mô ngang của một ổ đông tương đối nhỏ, vào khoảng 10 km, đồng thời cơ chế hình thành đông rất phức tạp nên việc dự báo sự xuất hiện của đông bằng mô hình số còn rất hạn chế. Các dự báo đông hiện nay vẫn chủ yếu dựa trên ảnh mây vệ tinh và độ phản hồi từ radar.

Sự phát triển của đông được đặc trưng bởi sự phát triển mạnh mẽ của mây đối lưu theo

phương thẳng đứng đi kèm với gió giật mạnh. Những đặc trưng khí quyển quan trọng liên quan đến sự hình thành của đông bao gồm độ ẩm trong lớp biên, bất ổn định có điều kiện và các quá trình gây ra sự thăng lên của không khí trong lớp biên [13, 18]. Với các điều kiện nâng thích hợp, ví dụ như quá trình xâm nhập lạnh hoặc sự cản của địa hình, khối khí nóng ẩm trong lớp biên thăng lên và hình thành dòng thăng của cơn dông. Trong quá trình thăng lên, khối không khí giãn nở đoạn nhiệt và lạnh đi. Đến một độ cao nhất định, hơi nước trong khối không khí sẽ ngưng tụ thành nước và giải phóng ẩn nhiệt. Lượng nhiệt được giải phóng này là nguồn năng lượng chính, quyết định sự phát triển và cường độ của cơn dông. Vì vậy, nhiệt và ẩm trong lớp biên khí quyển được coi là nguồn nhiên liệu cho cơn dông. Nói chung, cơn dông mạnh hơn hình thành trong lớp biên khí quyển có không khí nóng ẩm hơn (nếu các điều kiện khác là như nhau). Bên cạnh đó, sự thay đổi của hướng và tốc độ gió (độ đứt gió) theo phương ngang và phương thẳng đứng cũng là yếu tố

Liên hệ tác giả: Bùi Minh Tuấn

Email: tuanbm183hus@vnu.edu.com

cực kì cần thiết để hình thành dông. Trong môi trường không có độ đứt gió, cơn dông và không khí trong lớp biên bên dưới sẽ di chuyển cùng nhau, cơn dông sẽ nhanh chóng tiêu thụ hết nhiên liệu và tan rã. Tuy nhiên trong môi trường độ đứt gió lớn, cơn dông sẽ được liên tục đẩy tới các vị trí lớp biên có điều kiện giàu không khí nóng ẩm, do đó, cơn dông sẽ tồn tại lâu hơn và cường độ mạnh hơn.

Trong dự báo nghiệp vụ, các dự báo viên thường phân tích các tham số bất ổn định nhận được từ bóng thám không hoặc từ các mô hình dự báo số trị để đưa ra những nhận định về khả năng xảy ra dông. Những công cụ dự báo dông được sử dụng phổ biến như giản đồ thiên khí Emma hoặc Skew-T. Có rất nhiều chỉ số được đưa ra phân tích như: Năng lượng đối lưu tiềm năng (CAPE); chỉ số cản đối lưu (CIN); chỉ số nâng (LI); chỉ số K; nhiệt độ điểm sương; độ đứt gió thẳng đứng. Mỗi chỉ số phản ánh những đặc trưng bất ổn định khác nhau. Thông thường, đối với những cơn dông mạnh và có thời gian tồn tại tại dài thường đòi hỏi CAPE và độ đứt gió phải có giá trị lớn [8, 11, 16, 19, 20]. Việc sử dụng kết hợp các chỉ số bất ổn định này được dựa trên các nghiên cứu về các tham số bất ổn định liên quan đến khả năng xuất hiện dông có từ những năm 1950 [6, 7, 9, 12, 14, 15] cho đến nay. Các nghiên cứu chủ yếu dựa trên phân tích một số lượng lớn những lần dông xuất hiện, sau đó phân loại và thống kê các giá trị tham số bất ổn định tương ứng. Tuy nhiên ở các khu vực khác nhau, các giá trị của tham số bất ổn định cũng khác nhau. Năm 2007, nhiều nghiên cứu được tiến hành so sánh các giá trị của tham số bất ổn định từ bóng thám không trong những lần xuất hiện dông lớn ở Châu Âu và Hoa kì trong giai đoạn 1958 - 1999 [8, 9]. Kết quả cho thấy, các giá trị tham số bất ổn định ứng với những loại dông nhất định ở Châu Âu thường có giá trị cao hơn so với ở Hoa Kì. Điều này là do tác động khác nhau của các yếu tố như các hình thế quy mô Synop và địa hình.

Ở Việt Nam, nghiên cứu và dự báo dông được tiến hành từ khá sớm [1 - 5]. Nguyễn Minh Trường và c.s [1] đã nghiên cứu mối quan hệ CAPE/CIN với mưa lớn nửa đầu mùa hè khu vực Bắc Bộ bằng cách chọn ra các đợt mưa lớn hơn

50 mm của các tháng Ba đến tháng Sáu năm 1998 và 1999, ứng với các hình thế thời tiết mà đối lưu có thể phát triển, mưa lớn tập trung duy nhất vào một ngày. Trên cơ sở những đợt mưa được chọn, nhóm sử dụng số liệu cao không lúc 00 Z sáng tại trạm Láng của các ngày tương ứng để nghiên cứu. Kết quả cho thấy, trong hầu hết các trường hợp được khảo sát, mưa lớn xảy ra với điều kiện cơ bản là CIN lớn (giá trị tuyệt đối nhỏ), CAPE không âm liên tục đến độ cao đủ lớn. Ngoài ra nếu có thêm điều kiện là gió tăng đều đặn trong lớp biên thì khả năng xảy ra mưa lớn là rất cao. Dù vậy, trong nghiên cứu này do số trường hợp khảo sát còn ít nên độ tin cậy thống kê chưa cao và cần khảo sát thêm một số trường hợp để đưa ra ngưỡng dự báo chính xác.

Các nghiên cứu được tiến hành sau đó chủ yếu sử dụng thông tin của các radar thời tiết để dự báo dông [2 - 5], ví dụ như đề tài của Nguyễn Thị Tân Thanh, sử dụng Doppler tại Tam Kỳ, Nha Trang và số liệu vũ lượng ký để thử nghiệm dự báo mưa cực ngắn cho khu vực Trung Trung Bộ. Đề tài của Trần Duy Sơn, dựa vào sản phẩm từ 3 radar: Việt Trì, Phù Lỗ và Vinh xây dựng hệ thống nhận biết, nhận dạng các đám mây có khả năng gây các hiện tượng thời tiết cục bộ như mưa lớn, tố, lốc, mưa đá. Đến năm 2018, đề tài cấp Bộ được chủ trì bởi Đài Khí tượng cao không đã sử dụng tổng hợp các nguồn số liệu viễn thám (radar, vệ tinh), định vị sét và các nguồn số liệu bề mặt được quan trắc đo đạc đồng bộ trên mạng để xây dựng chương trình tính toán, tích hợp, hiển thị các sản phẩm và công cụ định lượng mưa, xác định dông và cảnh báo định lượng mưa, đồng phục vụ dự báo mưa dông hạn 0 - 3 giờ (hạn cực ngắn). Kết quả đã cung cấp một công cụ hữu ích để dự báo viên có thể đưa ra những nhận định về khả năng dự báo dông.

Bên cạnh phương pháp dự báo này, các dự báo viên thường sử dụng các giá trị khác nhau của các chỉ số khí quyển thu được từ các trạm thám không vô tuyến để nhận định khả năng xảy ra dông với hạn dự báo dài hơn. Tuy nhiên, phương pháp này có một hạn chế, đó là tại các thời điểm thu thập số liệu là 00 Z và 12 Z, lúc này nhiệt độ bề mặt thường tương đối thấp và không thuận lợi để xảy ra dông. Do đó, một phương án thay thế đó là sử dụng các chỉ số

bất ổn định được dự báo bởi mô hình số để nhận định sự xuất hiện của dông. Phương pháp này có thể khắc phục được những hạn chế của phương pháp trước và được sử dụng khá phổ biến trên thế giới.

Hà Nội thuộc vùng khí hậu Đồng bằng Sông Hồng, là khu vực có sự chi phối bởi nhiều hình thể thời tiết phức tạp. Do tác động của các hình thể này, các điều kiện khí quyển để hình thành dông là tương đối khác nhau ở các thời điểm trong năm, đặc biệt là giai đoạn mùa xuân và mùa hè. Các quan trắc cho thấy, trong mùa xuân, mưa dông thường gây ra bởi sự xâm nhập lạnh hoặc sự phát triển của rãnh gió Tây trên cao. Trong mùa hè, mưa dông chủ yếu là dông nhiệt, liên quan đến quá trình bất ổn định khí quyển gây ra do đốt nóng bề mặt. Do đó, nếu chỉ sử dụng một bộ chỉ số dông duy nhất để dự báo dông trong tất cả các thời điểm trong năm dễ dẫn đến sai số lớn. Các cơ chế vật lý khác nhau sẽ dẫn đến những đặc trưng khí quyển khác nhau, tương ứng với các bộ chỉ số bất ổn định khác nhau. Tuy nhiên cho tới hiện tại, rất ít những nghiên cứu ở Việt Nam đề cập tới vấn đề này. Khoảng trống này là động lực để chúng tôi tiến hành nghiên cứu về sự khác biệt trong tham số bất ổn định liên quan đến sự xuất hiện của dông trước và trong mùa hè ở Hà Nội. Số liệu và phương pháp nghiên cứu được trình bày trong Mục 2. Kết quả nghiên cứu và thảo luận và Kết luận được trình bày trong Mục 3 và Mục 4.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu thu thập

Nguồn số liệu chính được sử dụng trong nghiên cứu này là bộ số liệu tái phân tích ERA5 [16], được cung cấp bởi Trung tâm Dự báo Hạn vừa Châu Âu (ECMWF). Bộ số liệu được thu thập trong giai đoạn 2008 - 2018, với độ phân giải $0,25 \times 0,25^\circ$ kinh vĩ trên khu vực miền Bắc Việt Nam. Đây là bộ số liệu độ phân giải cao theo thời gian (24 giờ ngày⁻¹), do đó, có thể cung cấp chính xác các giá trị của tham số bất ổn định tại thời điểm xảy ra dông. Tuy nhiên do số liệu tái phân tích có độ phân giải thẳng đứng khá thô, do đó có thể sẽ không mô tả chính xác các giá trị tham số bất ổn định trong lớp biên. Số liệu từ bóng thám không tại trạm Láng lúc 00 Z sẽ

được sử dụng để đánh giá khả năng nắm bắt các chỉ số này từ số liệu tái phân tích. Bộ số liệu này được cung cấp bởi đại học Wyoming trên trang web <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>.

Trong nghiên cứu này, bộ số liệu dông được quan trắc tại trạm Láng trong giai đoạn 2008 - 2018 được sử dụng để xác định các trường hợp xảy ra dông. Số liệu này cung cấp chính xác thời điểm xảy ra dông và thời gian kéo dài của cơn dông. Đồng thời, số liệu mưa ngày tại trạm Láng trong cùng giai đoạn cũng được sử dụng để phân loại mưa gây ra bởi dông.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để nhận được giá trị của các tham số khí quyển liên quan đến sự xuất hiện của dông, các giá trị điểm lưới từ bộ số liệu ERA5 được nội suy tuyến tính về vị trí trạm Láng. Các giá trị này sau đó được so sánh với giá trị thu được từ bóng thám không tại thời điểm 00 Z để kiểm tra khả năng nắm bắt các giá trị tham số bất ổn định. Kết quả đánh giá sẽ dựa trên sự tương đồng giữa trung vị và các phân vị của số liệu ERA5 và số liệu thám không. Sau đó, số liệu tái phân tích tại chính xác thời điểm xảy ra dông dựa trên số liệu quan trắc được phân tích và nhận định dựa trên giải đồ dạng hộp (box-plot).

Nghiên cứu này tập trung vào phân tích các đợt dông liên quan đến mưa lớn do những thiệt hại lớn đối với các hoạt động kinh tế - xã hội của mưa lớn gây ra. Theo quy định của Tổ chức khí tượng thế giới (WMO), mưa lớn là mưa có tổng lượng mưa lớn hơn hoặc bằng 16 mm trong 24 h. Do đó, chỉ những đợt dông có lượng mưa lớn hơn hoặc bằng ngưỡng 16 mm ngày⁻¹ được thống kê và phân tích.

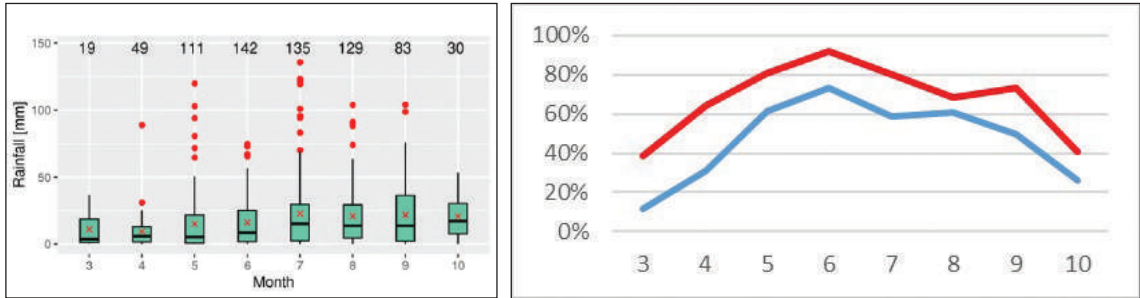
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Một số đặc trưng mưa dông trên khu vực Hà Nội

Trong giai đoạn 2008 - 2018 ghi nhận tổng cộng 698 ngày mưa dông, trong đó có 418 ngày dông có mưa ($P < 16$ mm) và 280 ngày dông có mưa lớn ($P \geq 16$ mm). Lượng mưa trung bình trong các trường hợp dông có mưa lớn là 18,35 mm, trong đó khoảng 75% lượng mưa của các ngày dông nằm dưới 27 mm. Lượng mưa trung bình các ngày mưa dông dao động từ 9,48 mm

(vào tháng Tư) đến 22,67 mm (vào tháng Bảy). Theo thời gian từ tháng Ba đến tháng Mười các trường hợp dông có mưa lớn chiếm tỉ lệ ngày càng lớn và lượng mưa cực đại có thể đạt được trong các ngày mưa dông cũng tăng theo. Đặc biệt thời gian từ tháng Bảy đến tháng Mười, số ngày có P

≥ 16 mm chiếm khoảng một nửa số ngày mưa dông và lượng mưa lớn nhất có thể đạt được là 75,9 mm. Trong khi đó, vào mùa xuân (tháng Ba và tháng Tư), số trường hợp dông có P ≥ 16 mm chiếm chưa đầy 25% và số ngày mưa dông có lượng dưới 5 mm chiếm khoảng 50% (Hình 1).

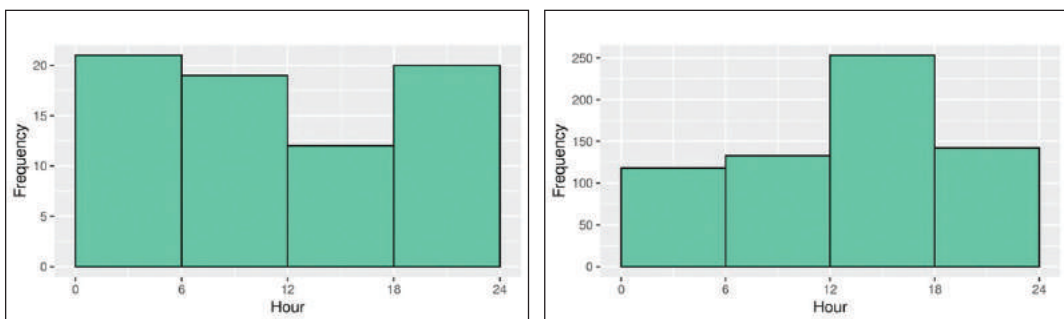


Hình 1. Biểu đồ hộp của lượng mưa do dông trong các tháng (hình bên trái) (giá trị trung bình: x; các outlier: ●) và biểu đồ tỷ lệ phần trăm số ngày mưa dông trên tổng số ngày mưa (đường màu xanh) và lượng mưa do dông trên tổng lượng mưa trong các tháng (đường màu đỏ) giai đoạn 2008 - 2018

Mùa hè với lượng nhiệt và ẩm dồi dào, cũng là giai đoạn mưa dông xảy ra thường xuyên nhất. Trong toàn bộ giai đoạn từ 2008 - 2018 (11 năm), từ tháng Năm đến tháng Chín, mỗi tháng đều ghi nhận có tổng số trên 80 ngày mưa dông. Số ngày mưa dông cực đại vào tháng Sáu, với 142 ngày mưa dông, chiếm 73% số ngày mưa và 92% tổng lượng mưa. Tháng có số ngày mưa dông thấp nhất là tháng Ba, chỉ có 19 trường hợp được ghi nhận trong 11 năm, chiếm 12% số ngày mưa và 39% tổng lượng mưa của tháng Ba.

Thời điểm trong ngày phổ biến xảy ra dông tại trạm Láng cũng có sự khác nhau giữa mùa

xuân và mùa hè. Trong mùa xuân, dông xảy ra phổ biến trong khoảng từ 18 h ngày hôm trước đến 12 h ngày hôm sau, chiếm 60/72 tổng số trường hợp dông. Ngược lại, trong mùa hè, dông xuất hiện nhiều trong thời gian từ 12 h đến 18 h, chiếm 253/646 số trường hợp dông. Do ban ngày và ban đêm gắn liền với những thay đổi của bức xạ mặt trời và những đặc trưng rất khác nhau của bất ổn định khí quyển, do đó, cơ chế dẫn đến sự hình thành dông trong giai đoạn mùa xuân và mùa hè tại Hà Nội là khác nhau. Do vậy cần có sự nghiên cứu sâu thêm về các đặc trưng dông giữa hai giai đoạn này (Hình 2).



Hình 2. Biểu đồ tần suất thời điểm xảy ra mưa dông trong thời gian từ tháng Ba đến tháng Tư (trái) và từ tháng Năm đến tháng Chín (phải) giai đoạn 2008 - 2018

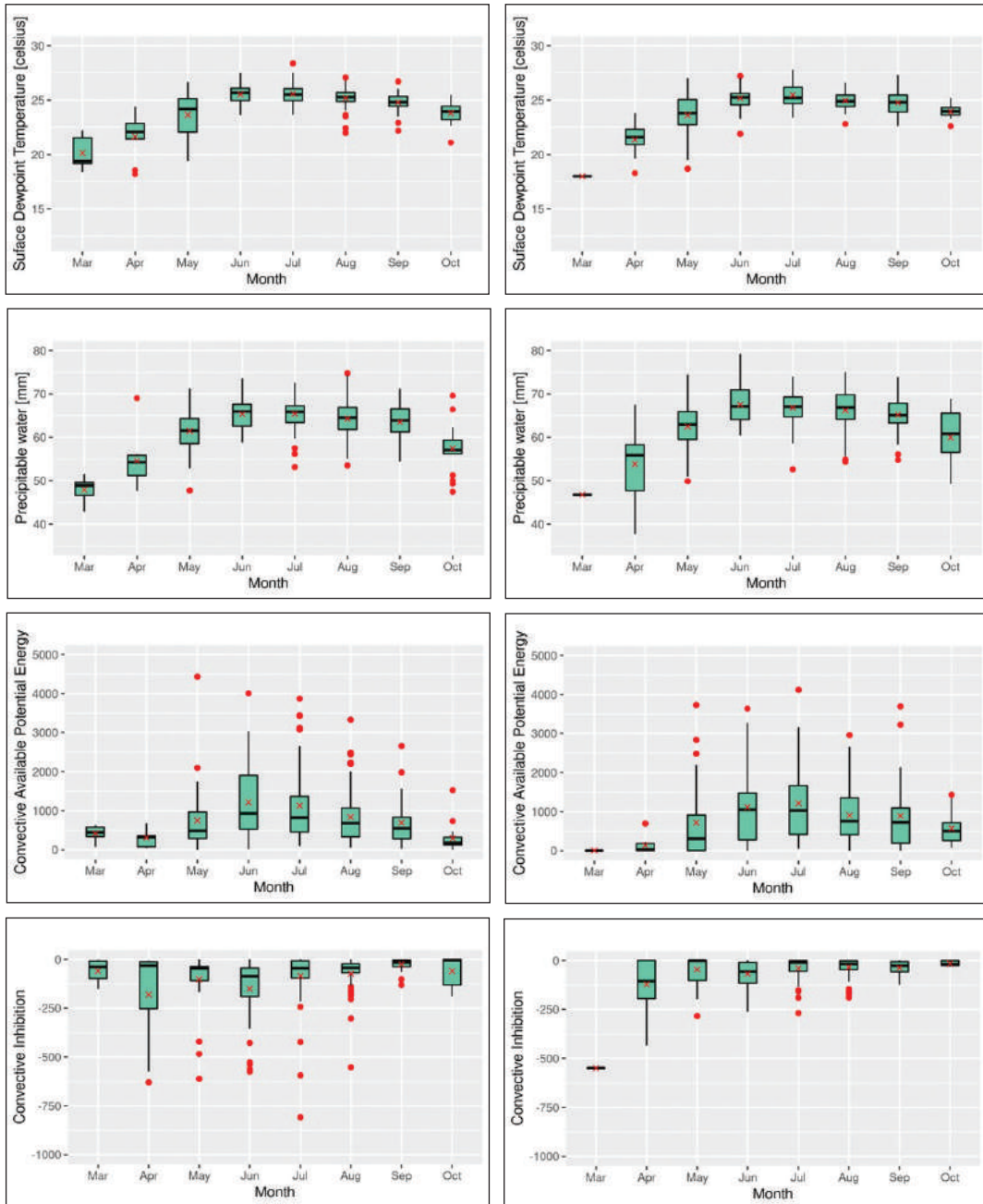
3.2. So sánh số liệu thám không và tái phân tích

Do số liệu thám không vô tuyến chỉ được quan trắc lúc 7 h và 19 h địa phương (00 Z và 12 Z) là những thời điểm thường không phải là

thuận lợi để hình thành dông. Để phân tích chính xác các đặc trưng khí quyển tại thời điểm xảy ra dông, số liệu ERA5 với độ phân giải thời gian 1 giờ được sử dụng. Để đánh giá khả năng mô tả

chính xác các tham số bất ổn định của khí quyển, số liệu ERA5 và số liệu quan trắc tại lúc 00 Z được so sánh. Có thể thấy, nhìn chung, số liệu ERA5 có

sự tương đồng tốt so với số liệu quan trắc, tuy nhiên, ERA 5 có xu hướng cho CAPE có giá trị lớn hơn và CIN thấp hơn so với quan trắc (Hình 3).



Hình 3. Phân bố của Td tại bề mặt, PW, CAPE và CIN lúc 7h00 (00 Z) những ngày mưa dông có lượng mưa $P \geq 16$ mm (các hình bên trái là giá trị qua trắc bóng thám không, các hình bên phải là giá trị thu được từ số liệu ERA5)

3.3. Sự khác biệt của các tham số bất ổn định liên quan đến dông tại Hà Nội

Nhiệt độ điểm sương (Td) trong lớp biên khí quyển là một thước đo tốt cho cả nhiệt độ và độ

ẩm. Trong khi nhiệt độ thể hiện cho hiển nhiệt, độ ẩm sẽ biểu diễn cho ẩn nhiệt, do đó, nhiệt độ điểm sương có thể coi là chỉ số biểu diễn rất tốt cho nguồn năng lượng để hình thành dông.

Nhiệt độ điểm sương càng cao đồng nghĩa với tổng năng lượng ẩn nhiệt và hiển nhiệt lớn. Từ Hình 4 có thể thấy, nhiệt độ điểm sương (trong thời điểm xuất hiện dông có lượng mưa lớn) có xu hướng tăng dần từ tháng Ba, đạt cực đại vào tháng Sáu và giảm dần trong các tháng sau đó. Trong các tháng mùa hè, dông xuất hiện trong điều kiện T_d tại bề mặt cao ($T_d > 24^\circ\text{C}$). Trong khi đó, các tháng mùa xuân, dông thường diễn ra khi T_d thấp hơn ($T_d < 24^\circ\text{C}$). Các trường hợp dông ở các tháng mùa xuân, giá trị T_d dao động lớn hơn so với các tháng mùa hè.

Lượng nước khả giáng (PW) là lượng nước có được nếu toàn bộ lượng hơi nước trong cột khí quyển, trong một đơn vị tiết diện, có độ cao trải dài từ bề mặt lên đỉnh tầng đối lưu ngưng tụ thành nước. Thực tế lượng mưa còn được gây ra bởi sự vận chuyển ẩm từ các khu vực xung quanh tới khu vực đó. Tuy nhiên, đối với các quá trình có quy mô thời gian ngắn như dông, sự vận chuyển hơi nước theo phương ngang nhỏ, do đó, lượng nước khả giáng có thể là một chỉ số tốt dự báo lượng mưa gây ra bởi dông. Nhìn chung, lượng nước khả giáng càng lớn, lượng mưa gây ra bởi dông càng lớn. Từ Hình 4 có thể thấy tương tự như nhiệt độ điểm sương, lượng nước khả giáng trong những ngày xảy ra dông cũng có xu hướng tăng dần từ tháng Ba, đạt cực đại vào tháng Sáu và giảm dần trong các tháng sau đó. Trong tháng Năm, số trường hợp dông có mưa lớn xảy ra khi khí quyển có $PW > 59$ mm chiếm 75%, con số này tăng lên trong tháng Sáu đến tháng Chín. Các tháng mùa xuân có giá trị của PW thấp hơn hẳn khi tất cả trường hợp tháng Tư có $PW < 59$ mm và tất cả trường hợp dông có mưa lớn tháng Ba có $PW < 54$ mm, tuy nhiên PW không bao giờ thấp hơn 43 mm.

CAPE là năng lượng cực đại có thể cung cấp cho một phần tử thăng lên từ mực đối lưu tự do, do đó, CAPE có vai trò cực kì quan trọng để hình thành dông. Tương tự với nhiệt độ điểm sương và lượng nước khả giáng, càng vào các tháng mùa hè, CAPE càng lớn. CAPE đạt cực đại vào tháng Sáu, sau đó giá trị của CAPE lại giảm dần trong các tháng sau đó. Trong cả năm, độ lớn CAPE trong các trường hợp $P \geq 16$ mm dao động trong khoảng từ $672,25 \text{ J kg}^{-1}$ (tháng Ba) đến $1878,85 \text{ J kg}^{-1}$ (tháng Sáu). Trong các tháng

hè, 75% các trường hợp dông có mưa lớn xảy ra chỉ khi CAPE đạt trên 700 J kg^{-1} . Ngược lại, trong các tháng mùa xuân, dông có mưa lớn xảy ra khi CAPE có giá trị nhỏ hơn rất nhiều (200 - 300 J kg^{-1}). Có đến hơn 75% số trường hợp dông có mưa lớn xảy ra trong tháng Ba, Tư chỉ cần CAPE đạt dưới ngưỡng 1300 J kg^{-1} .

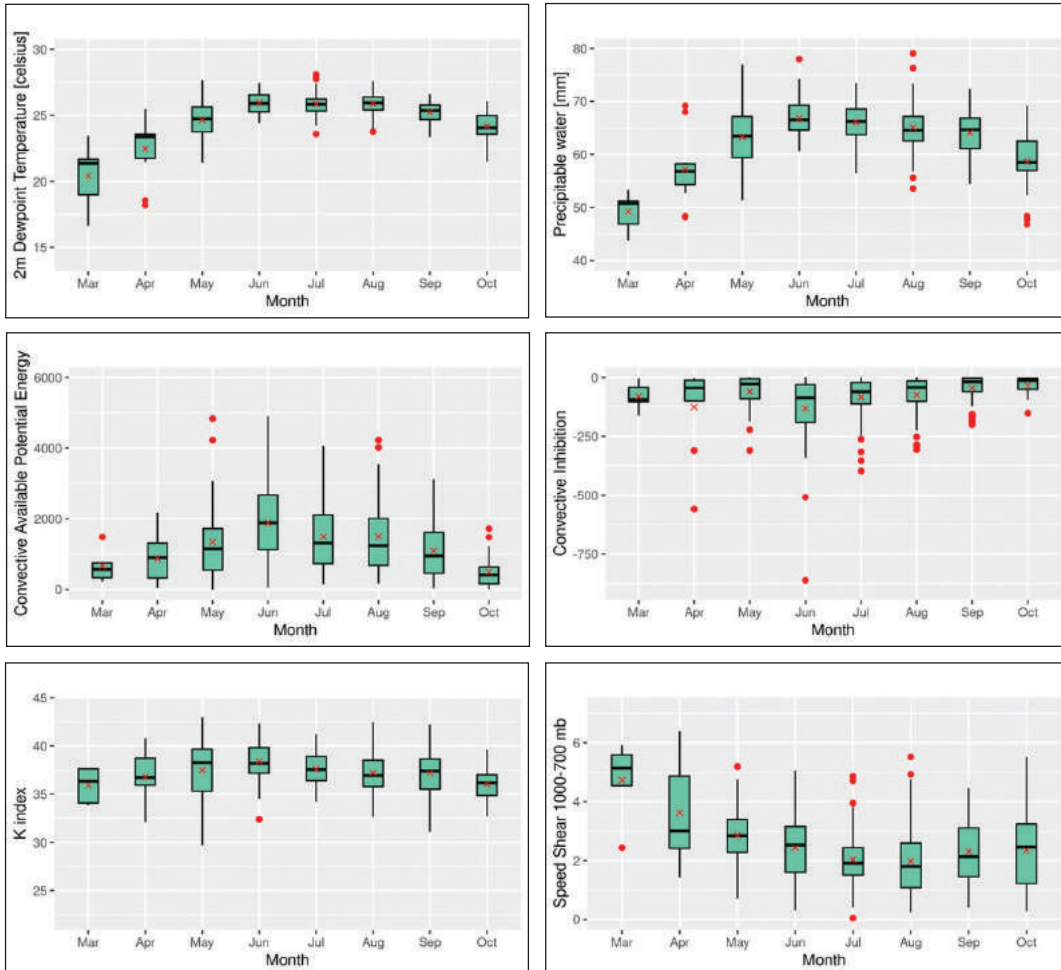
CIN là năng lượng cần thiết phải cung cấp để đưa một phần tử đi từ bề mặt lên mực ngưng kết bằng quá trình đoạn nhiệt khô, sau đó đưa phần tử khí từ lên mực đối lưu tự do bằng quá trình đoạn nhiệt ẩm. Giá trị trung bình nhỏ nhất của CIN rơi vào tháng Sáu với trung bình là $-132,51 \text{ J kg}^{-1}$; giá trị trung bình lớn nhất vào tháng Mười với giá trị là $-51,09 \text{ J kg}^{-1}$. Nhìn chung trong cả năm có khoảng 75% tổng số trường hợp mưa dông có $P \geq 16$ mm xảy ra khi $CIN > -110 \text{ J kg}^{-1}$. Độ phân tán của CIN với các trường hợp mưa dông $P \geq 16$ mm lớn nhất vào tháng Sáu với các giá trị dao động trong khoảng $-341,82$ đến $-0,22 \text{ J kg}^{-1}$ và $IQR = 160,46 \text{ J kg}^{-1}$. Càng tiến về cuối năm, khoảng cách giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của CIN càng giảm. Đến tháng Mười, giá trị của CIN có độ phân tán nhỏ nhất ($46,56 \text{ J kg}^{-1}$), các giá trị của CIN trong tháng này đều lớn hơn $-94,78 \text{ J kg}^{-1}$.

K là chỉ số tổng hợp của gradient thẳng đứng của nhiệt độ giữa mực 850 và 500 ($Te_{850} - Te_{500}$), độ ẩm mực 850 mb (Td_{850}) và độ ẩm mực 700 mb ($Te_{700} - Td_{700}$). Trong các trường hợp mưa dông có $P \geq 16$ mm, chỉ số K cũng có xu hướng cao hơn ở các tháng mùa hè nhưng không có sự phân biệt rõ ràng. Khoảng 75% số trường hợp mưa dông $P \geq 16$ mm mùa hè có K lớn hơn $36,25^\circ\text{C}$ trong khi con số này nhỏ hơn ở các tháng mùa xuân. Giá trị trung bình của K trong các tháng dao động từ $35,92^\circ\text{C}$ vào tháng Ba đến $38,39^\circ\text{C}$ vào tháng Sáu. Độ phân tán của K mạnh nhất trong tháng Năm, vào khoảng $4,38^\circ\text{C}$ và nhỏ nhất trong tháng Ba, vào khoảng $3,82^\circ\text{C}$.

Độ đứt gió là sự thay đổi của tốc độ gió theo độ cao có vai trò quan trọng để duy trì cơn dông. Độ đứt gió lớn khiến cơn dông bị nghiêng, do đó, dòng giáng của cơn dông (downdraft) sẽ không trực tiếp tác động tới khu vực dòng thăng (updraft), từ đó duy trì cơn dông và kích hoạt sự hình thành cơn dông mới. Độ đứt gió lớn đẩy

cơn dông tới vị trí có lớp biên giàu không khí nóng ẩm, giúp duy trì cơn dông. Có thể thấy, độ đứt gió trong các đợt dông trong mùa xuân và mùa hè có sự khác biệt rõ rệt. Trong mùa xuân, các cơn dông thường gắn với độ đứt gió lớn hơn rất nhiều so với mùa hè. Khoảng 75% các đợt dông có lượng mưa lớn trong mùa hè xảy ra khi độ đứt gió lớp 1000 - 700 mb nhỏ hơn $2,9 \text{ m s}^{-1}$

km^{-1} . Ngược lại, hầu hết các trường hợp mưa dông tháng Ba có lượng mưa trên 16 mm đều có độ đứt gió lớp 1000 - 700 mb lớn hơn $4,5 \text{ m s}^{-1} \text{ km}^{-1}$. Độ đứt gió trung bình trong các tháng dao động từ $1,97 \text{ m s}^{-1} \text{ km}^{-1}$ (tháng Tám) đến $4,73 \text{ m s}^{-1} \text{ km}^{-1}$ (tháng Ba). Tháng Tư là tháng có độ phân tán độ đứt gió lớn nhất ($2,44 \text{ m s}^{-1} \text{ km}^{-1}$), và nhỏ nhất trong tháng Sáu ($93 \text{ m s}^{-1} \text{ km}^{-1}$).



Hình 4. Biểu đồ hộp các giá trị của tham số bất ổn định khí quyển trong các ngày dông có $P \geq 16 \text{ mm}$ giai đoạn 2008 - 2018 theo dữ liệu tái phân tích ERA5 (giá trị trung bình: x; outlier: ●)

Sự khác nhau của các tham số bất ổn định cho thấy bản chất khác nhau của quá trình gây ra dông trước và trong mùa hè tại Hà Nội. Trong mùa xuân, nhiệt độ điểm sương thấp, lượng nước khả giáng nhỏ và CAPE nhỏ, nhưng dông vẫn xuất hiện khi độ đứt gió đủ lớn. Điều này cũng phù hợp với các quan trắc trên thực tế cho thấy, mưa dông tại Hà Nội (và miền Bắc nói

chung) trong mùa xuân được gây ra bởi xâm nhập lạnh kết hợp với sự phát triển của rãnh gió Tây trên cao. Trong các trường hợp này, hiệu ứng nâng gây ra khi khối không khí lạnh di chuyển xuống phía Nam và lực nâng phía trước rãnh gió Tây đóng vai trò chính để kích hoạt sự phát triển của dòng thẳng. Đồng thời, trong giai đoạn này, độ ẩm trong lớp biên ở Hà Nội cũng

tăng dần do sự phát triển của gió Đông Nam vận chuyển ẩm từ vịnh Bắc Bộ đi sâu vào đất liền. Sự kết hợp của lực nâng mạnh và độ ẩm tăng giúp hình thành dông mà không cần bất ổn định khí quyển (CAPE) quá lớn. Ngược lại, trong mùa hè, miền Bắc có lượng bức xạ mặt trời và lượng ẩm dồi dào, là điều kiện cực kì thuận lợi để dông nhiệt phát triển. Do đó, dông có thể xuất hiện khi nhiệt độ điểm sương cao, CAPE lớn nhưng không cần lực nâng mạnh và độ đứt gió mạnh. Dông thường hình thành vào buổi chiều do lượng nhiệt và ẩm được tích lũy đủ lớn trong lớp biên và thắng được lực cản của lớp nghịch nhiệt bên trên. Tuy nhiên do độ đứt gió nhỏ, dông nhiệt thường có thời gian sống không dài, các ổ dông cũng không tổ chức thành những hệ thống đối lưu lớn như trong giai đoạn mùa xuân. Do giới hạn của nội dung bài báo khoa học, những nghiên cứu sâu hơn về hình thể quy mô lớn kích hoạt sự hình thành dông tại Hà Nội sẽ được nhóm tác giả trình bày trong những bài báo tiếp theo.

4. Kết luận

Nghiên cứu này phân tích các ngưỡng khác nhau của các tham số bất ổn định liên quan đến sự xuất hiện của dông gây mưa lớn tại trạm Láng trong giai đoạn 2008 - 2018. Dựa trên bộ số liệu ERA5 và số liệu quan trắc bóng thám không cho thấy, có sự khác biệt rất lớn của các giá trị CAPE, CIN, nhiệt độ điểm sương, chỉ số K và độ đứt gió

liên quan đến sự hình thành dông trước và trong mùa hè tại trạm Láng. Trong các tháng Ba và tháng Tư, dông gây mưa lớn trên 16 mm thường xảy ra vào buổi tối và đầu buổi sáng, gắn liền với giá trị nhỏ của nhiệt độ điểm sương, lượng nước khả giáng, CAPE, K, tuy nhiên, độ đứt gió theo phương thẳng đứng lại rất lớn. Điều này cũng phù hợp với quan trắc cho thấy, dông trong mùa xuân ở Hà Nội gây ra chủ yếu bởi xâm nhập lạnh kết hợp với sự phát triển của rãnh gió Tây trên cao. Ngược lại, trong mùa hè, dông gây mưa lớn thường xảy ra vào buổi chiều khi độ đứt gió nhỏ và các chỉ số CAPE, nhiệt độ điểm sương, chỉ số K và lượng nước khả giáng lớn. Lượng bức xạ và lượng ẩm dồi dào giúp cho dông có thể phát triển mà không yêu cầu lực nâng quá lớn như trong mùa xuân. Tuy nhiên, do độ đứt gió nhỏ hơn, dông trong mùa hè thường có chu kỳ sống ngắn hơn và tổ chức ở quy mô nhỏ hơn so với mùa xuân.

Kết quả bài báo cho thấy, mặc dù trên cùng một khu vực, các đặc trưng khí quyển liên quan đến sự hình thành dông sẽ khác nhau trong các giai đoạn trong năm và do đó, đòi hỏi đưa ra những ngưỡng chỉ số dự báo khác nhau. Để có được những nhận định chính xác hơn, các quá trình khí quyển quy mô lớn tương ứng với sự phát triển của các tham số bất ổn định này cần được đưa ra phân tích. Đây có thể xem là một vấn đề quan trọng cần được nghiên cứu thêm trong tương lai.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng nghiên cứu: B.M.T; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.T.H, B.M.T; Xử lý số liệu: N.T.H; Viết bản thảo bài báo và Chỉnh sửa bài báo: B.M.T, N.T.H.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội trong đề tài mã số TN.21.16.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Minh Trường, Vũ Thanh Hằng, Phạm Thị Thanh Hương, (2001), "Quan hệ CAPE/CIN với mưa lớn nửa đầu mùa hè khu vực Bắc Bộ, và nghiên cứu định lượng", Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 493, Tr.35 - 39.
2. Nguyễn Thị Tân Thanh (2010), "Nghiên cứu thử nghiệm dự báo cực ngắn mưa, dông", Dự án nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
3. Nguyễn Viết Lành, (2000), "Xây Dựng Phương pháp dự báo dông nhiệt nửa đầu mùa hè ở Hà Nội",

Đề tài nghiên cứu cấp tổng cục, Tổng cục Khí tượng Thủy văn.

4. Trần Đình Trọng (2011), "Nghiên cứu cơ sở khoa học, lựa chọn và áp dụng phương pháp dự báo thời tiết hạn cực ngắn ở Việt Nam", Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ.
5. Trần Duy Sơn (2007), "Nghiên cứu sử dụng thông tin của ra đa thời tiết phục vụ theo dõi và cảnh báo mưa, dông và bão", Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ.

Tài liệu tiếng Anh

6. Beebe, R. G., (1955), "Types of airmasses in which tornadoes occur", *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 36, 349-350.
7. Beebe, R. G., (1958), "Tornado proximity soundings", *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 39, 195-201.
8. Brooks, H. E., J. W. Lee, and J. P. Craven, (2003), "The spatial distribution of severe thunderstorm and tornado environments from global reanalysis data". *Atmos. Res.*, 67-68, 73-94.
9. Brooks, H.E., (2007), "Proximity sounding for Europe and the United States from reanalysis". *Abstract, 4th European Conference on Severe Storms, OSMER ARPA FVG, Trieste, Italy.*
10. Brooks, H.E. et al., (2007), "Climatological aspects of convective parameters from the NCAR/NCEP reanalysis", *Atmos Res.*, 83, 294-305.
11. Craven, J. P., and H. E. Brooks, (2004), "Baseline climatology of sounding derived parameters associated with deep moist convection", *Natl. Wea. Dig.*, 28, 13-24.
12. Darkow, G. L., (1969), "An analysis of over sixty tornado proximity soundings". *Preprints, Sixth Conf. on Severe Local Storms, Chicago, IL, Amer. Meteor. Soc.*, 218-221.
13. Doswell III, C.A., Brooks, H.E., and Maddox, R.A., (1996), "Flash flood forecasting: An ingredients-based methodology", *Weather Forecast.*, 11, 560-580.
14. Fawbush, E. J., and R. C. Miller, (1952), "A mean sounding representative of the tornadic air mass environment". *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 35, 303-307.
15. Fawbush, E. J., and R. C. Miller, (1954), "The types of air masses in which North American tornadoes form", *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 35, 154-165.
16. Groenemeijer, P. H., and A. van Delden, (2007), "Sounding-derived parameters associated with large hail and tornadoes in the Netherlands", *Atmos. Res.*, 83, 473-487.
17. Hersbach, H, et al. (2020), "The ERA5 global reanalysis", *Q J R Meteorol Soc.* 2020; 146: 1999-2049.
18. Johns, R.H., and Doswell III, C.A. (1992), "Severe local storms forecasting", *Weather Forecast.*, 8, 559-569.
19. Rasmussen, E. N., and D. O. Blanchard, (1998), "A baseline climatology of sounding-derived supercell and tornado forecast parameters", *Wea. Forecasting*, 13, 1148-1164.
20. Taszarek, M., and L. Kolendowicz, (2013), "Sounding-derived parameters associated with tornado occurrence in Poland and Universal Tornadic Index", *Atmos. Res.*, 134, 186-197.

THE DISTINCTION BETWEEN STABILITY PARAMETERS ASSOCIATED WITH THUNDERSTORM INDUCING HEAVY RAINFALL IN HA NOI

Nghiêm Trung Hau⁽¹⁾, Bui Minh Tuan⁽²⁾

⁽¹⁾Institute of Military Technology - Civil System

⁽²⁾University of Science - Viet Nam National University

Received: 12/7/2021; Accepted: 13/8/2021

Abstract: In this study, the distinction between stability parameters associated with thunderstorm inducing heavy rainfall in Lang station is analyzed. These parameters are derived from ERA5 reanalysis

dataset and sounding data at Lang station. Based on 698 thunderstorm events, the results show that, thunderstorm tends to occur from the midnight to early morning in spring but, it appears more often in the afternoon in summer. There is also significant difference between the stability parameters associated with thunderstorm inducing heavy rainfall between the two seasons in Ha Noi. In spring, thunderstorm is primarily induced by the interaction of cold surge and upper-level trough, therefore, the associated CAPE, K index and dewpoint temperature are relatively small but windshear is large. In contrast, in summer, thunderstorm is mainly produced by strong radiative heating, thus, the associated CAPE, K index and dewpoint temperature are large but windshear is small. This distinction suggests two different set of stability parameters in prediction thunderstorm in Ha Noi.

Keywords: Heavy rainfall, thunderstorm, stability parameters, CAPE, CIN, K.

NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP KHẢO SÁT DELPHI TRONG ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ QUẢN LÝ TỔNG HỢP TÀI NGUYÊN NƯỚC

Nguyễn Tú Anh⁽¹⁾, Trần Văn Trà⁽¹⁾, Đỗ Thị Ngọc Bích⁽¹⁾, Lê Văn Linh⁽¹⁾,
Võ Hà Dương⁽¹⁾, Nguyễn Quang Huy⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học tài nguyên nước

⁽²⁾Vụ hợp tác quốc tế, Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài: 09/8/2021; ngày chuyển phản biện: 10/8/2021; ngày chấp nhận đăng: 16/9/2021

Tóm tắt: Nghiên cứu này được thực hiện với mục đích xác định phương pháp và đưa ra các bước áp dụng kỹ thuật Delphi trong đánh giá mức độ thực hiện quản lý tổng hợp tài nguyên nước (QLTHTNN) ở Việt Nam theo chỉ tiêu phát triển bền vững toàn cầu 6.5.1. Theo đó, nghiên cứu sẽ góp phần tăng cường tính chính xác và độ tin cậy của các kết quả đánh giá thu được. Toàn bộ nghiên cứu được chia thành hai phần: Phần I nghiên cứu và xác định phương pháp áp dụng khảo sát Delphi trong đánh giá chỉ tiêu QLTHTNN (bài báo này) và Phần II áp dụng phương pháp khảo sát Delphi đã được điều chỉnh để đánh giá mức độ thực hiện QLTHTNN tại Đồng bằng sông Cửu Long.

Trong bài báo này, phương pháp khảo sát Delphi đã được điều chỉnh để phù hợp với các yêu cầu của chỉ tiêu 6.5.1. Các điều chỉnh bao gồm chuyển mục đích khảo sát vòng 1 từ thu thập ý kiến chuyên gia để xác định các yếu tố liên quan đến vấn đề nghiên cứu như trong phương pháp Delphi truyền thống sang mục đích khởi động, giới thiệu nghiên cứu, xác định tính phù hợp của các câu hỏi và thu thập các thông tin liên quan đến vấn đề nghiên cứu; và điều chỉnh một số quy tắc của nguyên tắc KAMET trong việc phân tích tính nhất quán và ổn định của xếp hạng do các chuyên gia đưa ra liên quan đến giá trị trung bình, độ lệch phân vị và phương sai trong số điểm của chỉ số. Báo cáo cũng đưa ra các bước khảo sát cùng với các yêu cầu cụ thể trong từng bước.

Từ khóa: Phát triển bền vững, Chỉ tiêu 6.5.1, KAMET, Ma trận đánh giá các bên liên quan.

1. Mở đầu

Nước là một phần không thể thiếu trong hoạt động hàng ngày của con người, đem lại những nguồn lợi thiết yếu như nước uống, thực phẩm và năng lượng, tạo môi trường sống cho các loài thủy sinh, có khả năng tự làm sạch và chống chịu với khí hậu. Tài nguyên nước có thể góp phần giải quyết các vấn đề liên quan đến nhu cầu thiết yếu, giảm thiểu rủi ro thiên tai và thúc đẩy phát triển bền vững. Tuy nhiên, nước lại là một nguồn tài nguyên hữu hạn và an ninh nước là một trong những thách thức mang tính toàn cầu phát triển nhanh nhất hiện nay. Tổng lượng nước tiêu thụ trên toàn cầu đã tăng hơn sáu lần trong thế kỷ qua. Các báo cáo chỉ ra rằng khủng hoảng nước

là rủi ro số một đối với kinh tế - xã hội [30]. Trước sức ép của gia tăng dân số và thay đổi cơ cấu khẩu phần, nhu cầu về nước ngọt và lương thực trong tương lai sẽ tăng lên đáng kể. Khoảng 40% dân số thế giới sống ở những khu vực có nguồn nước bị phân bổ quá mức do khan hiếm và cạnh tranh. Phần lớn sự cạnh tranh đó bắt nguồn từ việc sử dụng nước cho sản xuất nông nghiệp và thực phẩm chiếm khoảng 70% lượng nước khai thác toàn cầu [30]. Đến năm 2017 có khoảng 785 triệu người chưa được tiếp cận với các dịch vụ nước uống cơ bản và khoảng 673 triệu người vẫn phải sử dụng "đại tiện mở" [24].

Bên cạnh đó, UNESCO (2020) chỉ ra rằng biến đổi khí hậu (BĐKH) sẽ ảnh hưởng đến nguồn nước, chất lượng và lượng nước sử dụng cho các nhu cầu cơ bản của hàng tỷ người trên thế giới về sử dụng nước sạch và vệ sinh môi trường. Nhu cầu sử dụng nước toàn cầu đã tăng gấp 6

Liên hệ tác giả: Nguyễn Tú Anh
Email: tuanh.evp@gmail.com

lần trong 100 năm qua và dự kiến sẽ tiếp tục tăng khoảng 1% mỗi năm do tăng dân số, phát triển kinh tế và thay đổi mô hình tiêu dùng. Cùng với sự kém ổn định của tài nguyên nước, BĐKH sẽ làm trầm trọng hơn tình trạng căng thẳng về nước hiện nay ở một số khu vực và mở rộng phạm vi các khu vực phải đối phó với tình trạng này. BĐKH có thể sẽ kéo dài thời gian khan hiếm nước ở một số khu vực, ví dụ như từ theo mùa thành trong cả năm. Đối với mỗi nhiệt độ tăng lên thì trung bình khoảng 7% dân số toàn cầu sẽ phải đối mặt với khoảng 20% suy giảm nguồn tài nguyên nước tái tạo (trung bình các mô hình phát thải KNK) [9] và đến năm 2050 thì chi phí liên quan đến khan hiếm nước của một số khu vực có thể sẽ lên đến khoảng 6% GDP của họ [29].

Nhận thức được tầm quan trọng cũng như thách thức đối với tài nguyên nước, các hành động toàn cầu không ngừng hướng tới sử dụng, và quản lý tài nguyên nước bền vững và hiệu quả đã được đưa ra và thúc đẩy thực hiện trong hàng thập kỷ qua. Đặc biệt, nước sạch và vệ sinh đã trở thành mục tiêu 6 (SDG 6) trong 17 mục tiêu phát triển bền vững toàn cầu do Liên Hợp Quốc thiết lập để “Thay đổi thế giới của chúng ta” [25]. SDG 6 hướng đến đảm bảo sự sẵn có, quản lý bền vững nước và vệ sinh cho tất cả mọi người. Như đã đề cập ở trên, nhiều lĩnh vực khác nhau phụ thuộc vào nước và xung đột trong việc sử dụng nước nảy sinh khi tài nguyên nước hữu hạn. Việc quản lý tài nguyên nước thường manh mún, không hiệu quả trong giải quyết những xung đột như vậy cũng như không đảm bảo tài nguyên nước được sử dụng bền vững. Để đáp ứng điều này, một trong các mục tiêu cụ thể được xác định trong SDG 6 là thực hiện quản lý tổng hợp tài nguyên nước (QLTHTNN) ở tất cả các cấp (SDG 6.5). QLTHTNN thúc đẩy sự phát triển và quản lý phối hợp các nguồn tài nguyên liên quan đến nước và đất đai, nhằm tối đa hóa phúc lợi kinh tế và xã hội một cách công bằng mà không ảnh hưởng đến tính bền vững của các hệ sinh thái [23].

Theo đó, bằng cách tập hợp các bên liên quan từ các lĩnh vực và khu vực khác nhau, QLTHTNN cung cấp một khuôn khổ để cân bằng nhu cầu về nước uống, dịch vụ vệ sinh cho tất cả mọi người (SDG 6.1 và 6.2) và nhu cầu về nước của tất cả các thành phần kinh tế, với việc quản lý bền

vững nước, nước thải và tài nguyên hệ sinh thái nói chung (SDG 6.3, 6.4 và 6.6). QLTHTNN cũng nhằm cải thiện khả năng chống chịu tổng thể đối với các thảm họa liên quan đến nước (SDG 11.5) và biến đổi khí hậu (SDG 13). QLTHTNN là một phương tiện để đạt được quản lý bền vững tài nguyên nước, thông qua các khía cạnh như hợp tác quốc tế, nâng cao năng lực và sự tham gia của các bên liên quan (SDG 6.a và 6.b) [23]. Trong nỗ lực thu thập số liệu và xây dựng đường cơ sở toàn cầu về QLTHTNN, Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (UNEP) kêu gọi các nước thành viên báo cáo về mức độ QLTHTNN của mình (SDG 6.5.1). Đến nay, một số quốc gia đã tiến hành rà soát và báo cáo tình hình thực hiện QLTHTNN của mình 02 lần vào năm 2017 và 2020, trong đó có Việt Nam. Số liệu được thu thập chủ yếu thông qua các hội thảo tham vấn dựa trên bảng khảo sát do UNEP cung cấp.

Tham khảo ý kiến của các chuyên gia thông qua các hội thảo có một số lợi thế, bao gồm sự tương tác trực tiếp giữa những người tham gia, điều này tạo điều kiện cho thảo luận nhanh chóng đưa đến được các kết quả đồng thuận. Tuy nhiên, một trong những hạn chế quan trọng liên quan đến phương pháp này là ý kiến của những người hướng ngoại có xu hướng được ưa chuộng hơn những ý kiến của những người hướng nội [8]. Bên cạnh đó, các cuộc họp nhóm cũng không thuận tiện do đòi hỏi đầu tư thời gian đáng kể từ phía các chuyên gia bao gồm quá trình di chuyển. Để tìm một lịch trình phù hợp với tất cả những người tham gia cũng là một thách thức không nhỏ [12]. Đặc biệt, các vấn đề liên quan đến QLTHTNN liên quan đến rất nhiều các ngành, lĩnh vực khác nhau đòi hỏi các chuyên gia từ các ngành nghề, chuyên môn và kinh nghiệm khác nhau. Điều này dẫn đến tình trạng bị hạn chế về số lượng cá nhân đủ tiêu chuẩn sẵn sàng tham gia hội thảo. Do vậy, cần phải thử nghiệm các phương pháp thay thế hiệu quả hơn và ít tốn thời gian hơn để lấy được ý kiến của các chuyên gia liên quan đến vấn đề QLTHTNN.

Phương pháp Delphi là một phương pháp nghiên cứu định tính dựa trên đánh giá của các cá nhân được xác định là chuyên gia trong chủ đề đang được xem xét [17]. Phương pháp này được sử dụng để cấu trúc quy trình giao tiếp nhóm sao cho quy trình này có hiệu quả trong

việc cho phép một nhóm các chuyên gia giải quyết một vấn đề phức tạp. Từ đó xây dựng các dự báo đồng thuận từ nhóm chuyên gia này theo cách lặp đi lặp lại có cấu trúc. Kết quả thu được thông qua bảng hỏi ở mỗi vòng được phân tích và gửi lại cho cùng một nhóm chuyên gia. Trong vòng tiếp theo, các chuyên gia sẽ xem xét và thay đổi câu trả lời của họ dựa trên nhận xét của các cá nhân khác. Việc lặp lại này sẽ kết thúc khi đạt được sự đồng thuận hoặc khi các phản hồi đạt được mức độ ổn định nhất định [13].

Đến nay, phương pháp Delphi đã được áp dụng một cách linh hoạt và được điều chỉnh cho phù hợp với nhiều nghiên cứu khác nhau, đặc biệt trong những lĩnh vực nghiên cứu có lượng thông tin hạn chế hay những vấn đề còn có nhiều tranh cãi và không rõ ràng cần được giải quyết thông qua các phán đoán hoặc quyết định chủ quan của tập thể. Do vậy, ngoài việc giúp tránh một số bất lợi khi thực hiện hội thảo tham vấn chuyên gia trực tiếp, phương pháp này còn là một phương thức thay thế để phân tích các vấn đề phức tạp khi các phương thức dựa trên mô hình hoặc các phương pháp thống kê chặt chẽ không thể áp dụng và cũng không khả dụng [3, 21]. Ở Việt Nam, phương pháp này được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về đánh giá hoặc xác định chỉ số liên quan đến giám sát và đánh giá (M&E) thích ứng với BĐKH [22] và phát triển bền vững [1, 2].

Nghiên cứu này được thực hiện với mục đích xác định phương pháp và hướng dẫn áp dụng kỹ thuật Delphi trong đánh giá mức độ QLHTNN theo các chỉ tiêu được xác định trong SDG 6.5.1 của UNEP. Nghiên cứu này sẽ góp phần tăng cường tính chính xác và độ tin cậy của các kết quả đánh giá trong các báo cáo rà soát tình hình

thực hiện QLHTNN của Việt Nam cho UNEP.

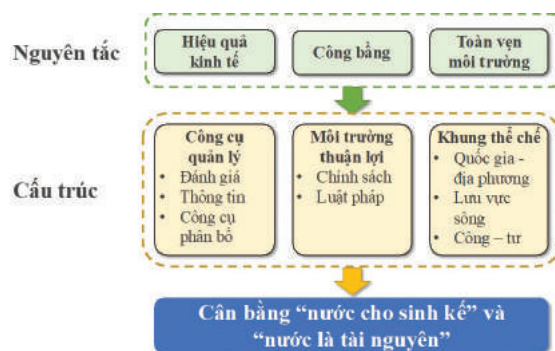
2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên phương pháp nghiên cứu bàn giấy nhằm tổng hợp và phân tích các tài liệu liên quan đến cách áp dụng phương pháp Delphi trong khảo sát ý kiến chuyên gia bằng bảng hỏi. Từ đó, nghiên cứu đã xác định và đề xuất một số điều chỉnh trong phương pháp Delphi để phù hợp với các yêu cầu và chỉ tiêu đánh giá việc thực hiện mục tiêu phát triển bền vững về nước sạch và vệ sinh (SDG 6) thông qua mức độ quản lý tổng hợp tài nguyên nước quốc gia (SDG 6.5.1).

3. Chỉ tiêu mức độ quản lý tổng hợp tài nguyên nước (SDG 6.5.1)

3.1. Quản lý tổng hợp tài nguyên nước

Quản lý tổng hợp tài nguyên nước là một quá trình thúc đẩy đồng bộ giữa phát triển và quản lý tài nguyên nước, đất đai và các tài nguyên liên quan, nhằm tối đa hóa lợi ích kinh tế - xã hội một cách công bằng mà không ảnh hưởng đến tính bền vững của các hệ sinh thái quan trọng [7]. QLHTNN là một giải pháp hữu ích, được áp dụng trong nhiều lĩnh vực đặc biệt trong sản xuất hiệu quả cây lương thực trong nông nghiệp có tưới, hỗ trợ giảm rủi ro sức khỏe liên quan đến nước và giảm thiểu rủi ro lũ lụt và hạn hán [10]. Có 03 nguyên tắc chính trong QLHTNN bao gồm (Hình 1): Hướng tới một môi trường thuận lợi (cho phép) với các chính sách, chiến lược và luật pháp phù hợp để phát triển và quản lý tài nguyên nước bền vững; đưa ra khung thể chế mà thông qua đó, các chính sách, chiến lược và pháp luật có thể được thực hiện; và thiết lập các công cụ quản lý theo yêu cầu của các tổ chức này để thực hiện công việc của họ.



Hình 1. Nguyên tắc nền tảng trong quản lý tổng hợp tài nguyên nước [10]

3.2. Các yêu cầu đối với đánh giá tổng hợp tài nguyên nước ở Việt Nam

Như đã đề cập trong phần Mở đầu, để thu thập số liệu và xây dựng đường cơ sở toàn cầu về QLHTTN, UNEP đã cung cấp một công cụ khảo sát để các nước thành viên tiến hành rà soát và báo cáo tình hình thực hiện QLHTTN của mình. Công cụ này có thể được tải trực tiếp trên website của UNEP theo địa chỉ sau: <http://iwrmdataportal.unepdhi.org/currentdatacollection>. Công cụ này đo lường việc thực hiện QLHTTN theo các thang điểm tăng dần, cho phép các quốc gia xác định các rào cản và hỗ trợ để tiếp tục QLHTTN.

Theo đó, tuân theo các nguyên tắc trụ cột trong QLHTTN (Hình 1), mức độ QLHTTN (SDG 6.5.1) được đánh giá dựa trên bảng khảo sát cùng các chỉ tiêu cụ thể được phân loại thành 04 phần chính bao gồm [26]:

- Môi trường cho phép: Đánh giá các điều kiện hỗ trợ triển khai QLHTTN bao gồm các công cụ lập kế hoạch, chính sách và pháp lý điển hình nhất về QLHTTN;
- Thể chế và sự tham gia: Đánh giá phạm vi và vai trò của các tổ chức chính trị, xã hội, kinh tế và hành chính hỗ trợ cho việc thực hiện QLHTTN. Nó bao gồm năng lực và hiệu quả của tổ chức, phối hợp liên ngành, sự tham gia của các bên liên quan và bình đẳng giới. Chương

trình nghị sự 2030 nhấn mạnh tầm quan trọng của quan hệ đối tác mà đòi hỏi sự tham gia của công chúng và tạo ra sự phối hợp với khu vực tư nhân;

- Công cụ quản lý: Đánh giá các công cụ cho phép người ra quyết định và người sử dụng đưa ra các lựa chọn hợp lý và gợi ý những hành động thay thế. Nó bao gồm các chương trình quản lý, giám sát tài nguyên nước và áp lực lên tài nguyên nước, chia sẻ kiến thức và phát triển năng lực;

- Tài chính: Đánh giá mức tài chính sẵn sàng cho phát triển và quản lý tài nguyên nước từ nhiều nguồn khác nhau. Tài chính cho đầu tư và chi phí thường xuyên có thể từ nhiều nguồn, phổ biến nhất là phân bổ ngân sách của chính phủ trung ương cho các bộ liên quan và các cơ quan chức năng khác.

Trong mỗi phần này có các câu hỏi cụ thể và điểm số của mỗi câu hỏi là từ 0 - 100 với bước điểm là 10 cùng với các lý do tương ứng cho điểm số đó. Các ngưỡng đánh giá chính gồm: Rất thấp (0), thấp (20), trung bình thấp (40), trung bình cao (60), cao (80), rất cao (100). Sau đó, điểm của chỉ tiêu SDG 6.5.1 là số điểm trung bình cộng của các phần gộp lại, làm tròn đến cơ số 10 thang điểm từ 0 - 100. Một số nội dung cụ thể trong đánh giá mức độ QLHTTN được tổng hợp trong (Bảng 1).

Bảng 1. Các câu hỏi cụ thể trong bảng khảo sát và các thang điểm tương ứng [26]

Câu hỏi	Nội dung cụ thể					
	Mức độ thực hiện (0 - 100 kèm lý do)					
	Rất thấp (0)	Thấp (20)	Trung bình thấp (40)	Trung bình cao (60)	Cao (80)	Rất cao (100)
1. Môi trường cho phép						
1.1. Tình hình của các chính sách, luật pháp và kế hoạch hỗ trợ QLHTTN ở cấp quốc gia là gì?	<ul style="list-style-type: none"> • Chính sách tài nguyên nước quốc gia, hoặc tương tự • (các) Luật tài nguyên nước quốc gia • Các kế hoạch quản lý tổng hợp tài nguyên nước quốc gia (QLHTTN) hoặc tương tự 					
1.2. Tình trạng của các chính sách, luật pháp và kế hoạch hỗ trợ QLHTTN ở các cấp độ khác là gì?	<ul style="list-style-type: none"> • Chính sách tài nguyên nước địa phương hoặc tương tự • Các kế hoạch quản lý lưu vực / tầng chứa nước hoặc tương tự, dựa trên QLHTTN • Hiệp định, thỏa thuận quản lý nước xuyên biên giới • Các Quy định về tài nguyên nước của các địa phương (luật, nghị định, pháp lệnh hoặc tương tự). 					

Câu hỏi	Nội dung cụ thể					
	Mức độ thực hiện (0 - 100 kèm lý do)					
	Rất thấp (0)	Thấp (20)	Trung bình thấp (40)	Trung bình cao (60)	Cao (80)	Rất cao (100)

2. Thể chế và sự tham gia

2.1. Tình trạng của các thể chế thực hiện QLHTNN ở cấp quốc gia là gì?	<ul style="list-style-type: none"> • Cơ quan chính phủ quốc gia lãnh đạo thực hiện QLHTNN • Phối hợp giữa các cơ quan chính quyền quốc gia đại diện cho các ngành khác nhau về tài nguyên nước, chính sách, quy hoạch và quản lý • Sự tham gia của cộng đồng trong lĩnh vực tài nguyên nước, chính sách, quy hoạch và quản lý ở cấp quốc gia • Sự tham gia của Khu vực tư nhân trong phát triển, quản lý và sử dụng tài nguyên nước • Xây dựng năng lực QLHTNN
2.2. Tình trạng của các thể chế thực hiện QLHTNN ở các cấp độ khác là gì?	<ul style="list-style-type: none"> • Các tổ chức cấp lưu vực / tầng chứa nước thực hiện QLHTNN • Sự tham gia của cộng đồng trong quản lý tài nguyên nước, chính sách, quy hoạch và quản lý ở cấp địa phương • Sự tham gia của các nhóm dễ bị tổn thương trong quy hoạch và quản lý tài nguyên nước • Vấn đề giới tính trong luật / kế hoạch hoặc tương tự trong quản lý tài nguyên nước • Khung quản lý nước xuyên biên giới của các tổ chức • Chính quyền địa phương đối với việc tổ chức thực hiện QLHTNN

3. Công cụ quản lý

3.1. Tình trạng của các công cụ quản lý để hỗ trợ triển khai QLHTNN ở cấp quốc gia là gì?	<ul style="list-style-type: none"> • Giám sát quốc gia về sự sẵn có của nguồn nước (bao gồm nước mặt và / hoặc nước ngầm, có liên quan đến quốc gia) • Quản lý sử dụng nước bền vững và hiệu quả ở cấp quốc gia, (bao gồm nước mặt và / hoặc nước ngầm, có liên quan đến quốc gia) • Kiểm soát ô nhiễm ở cấp quốc gia • Quản lý các hệ sinh thái liên quan đến nước ở cấp quốc gia • Các công cụ quản lý để giảm tác động của các thảm họa liên quan đến nước từ cấp quốc gia
3.2. Tình hình của các công cụ quản lý để hỗ trợ triển khai QLHTNN ở các cấp độ khác là gì?	<ul style="list-style-type: none"> • Công cụ quản lý lưu vực • Công cụ quản lý tầng chứa nước • Chia sẻ thông tin và dữ liệu trong các quốc gia ở tất cả các cấp • Chia sẻ thông tin và dữ liệu xuyên biên giới giữa các quốc gia

4. Tài chính

4.1. Tình trạng tài chính cho phát triển và quản lý tài nguyên nước ở cấp quốc gia là gì?	<ul style="list-style-type: none"> • Ngân sách quốc gia cho cơ sở hạ tầng tài nguyên nước (chi phí đầu tư và chi thường xuyên) • Ngân sách quốc gia cho các lĩnh vực thuộc QLHTNN (đầu tư và chi phí thường xuyên)
4.2. Tình trạng tài chính cho phát triển và quản lý tài nguyên nước ở các cấp độ khác là gì?	<ul style="list-style-type: none"> • Ngân sách địa phương hoặc lưu vực cho cơ sở hạ tầng tài nguyên nước (chi phí đầu tư và chi phí thường xuyên) • Gây quỹ cho các hoạt động của QLHTNN • Tài trợ cho hợp tác xuyên biên giới • Ngân sách địa phương hoặc lưu vực cho QLHTNN (cho đầu tư và chi phí thường xuyên)

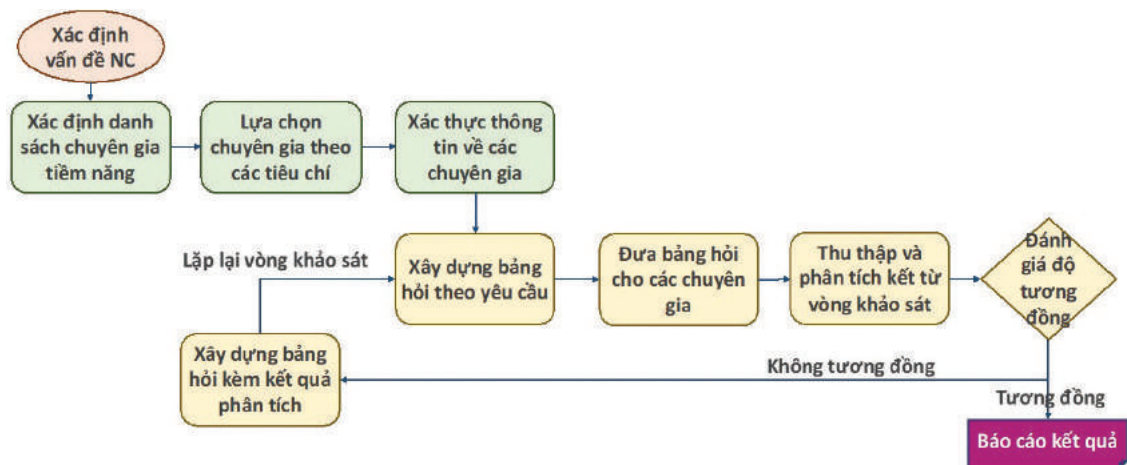
4. Áp dụng phương pháp Delphi trong đánh giá mức độ quản lý tổng hợp tài nguyên nước ở Việt Nam

Phương pháp Delphi được phát triển vào những năm 1950 bởi Olaf Helmer và Norman Dalkey thuộc Tập đoàn RAND để giải quyết một số vấn đề trong các dự án quân sự [17]. Phương pháp được xây dựng dựa trên nhận định rằng độ chính xác trong dự báo của nhóm thường có độ tin cậy cao hơn so với các cá nhân đơn lẻ và hướng đến phát triển một kỹ thuật để có được sự đồng thuận đáng tin cậy nhất trong một nhóm các chuyên gia [17, 18, 14]. Phương pháp khảo sát Delphi là một quá trình lặp đi lặp lại được sử dụng để thu thập và chốt lọc các đánh giá của các chuyên gia bằng cách sử dụng một loạt bảng câu hỏi xen kẽ với phản hồi. Các bảng câu hỏi được thiết kế để tập trung vào các vấn đề, cơ hội, giải pháp hoặc dự báo. Phương pháp này tạo cơ hội cho các chuyên gia (tham

luận viên) truyền đạt ý kiến và kiến thức của họ một cách ẩn danh, xem xét cách đánh giá của họ về vấn đề đó có phù hợp với những người khác không và cho phép thay đổi ý kiến của họ, nếu muốn, sau khi xem xét lại những thông tin đưa ra trong nhóm [14, 4, 19]. Mỗi bảng câu hỏi tiếp theo được phát triển dựa trên kết quả của bảng câu hỏi trước đó. Quá trình này sẽ dừng lại khi câu trả lời đạt được sự đồng thuận hay khi đã trao đổi đầy đủ thông tin [6].

Hình 2 thể hiện các bước tiến hành khảo sát theo phương pháp Delphi. Theo đó, có bốn bước thực hiện chính cho một nghiên cứu áp dụng phương pháp Delphi bao gồm [19, 16]:

- Xác định vấn đề nghiên cứu và câu hỏi nghiên cứu;
- Lựa chọn và xác định số người trong nhóm chuyên gia;
- Xây dựng bảng hỏi;
- Tiến hành các vòng Delphi.



Hình 2. Quy trình tiến hành Delphi [16]

4.1. Xác định vấn đề nghiên cứu

Tương tự như các nghiên cứu khác, xác định vấn đề nghiên cứu là bước đầu tiên và quan trọng để đảm bảo rằng cả bản chất và phạm vi của vấn đề hoặc vấn đề được điều tra, kết quả mong đợi của nghiên cứu, cũng như phân tích sự phù hợp của phương pháp Delphi trong giải quyết vấn đề cụ thể đều được nghiên cứu [19]. Theo đó, vấn đề nghiên cứu trong nghiên cứu này là đánh giá mức độ quản lý tổng hợp tài nguyên nước theo yêu cầu của chỉ tiêu SDG 6.5.1.

4.2. Lựa chọn và xác định số người trong nhóm chuyên gia

Xác định được nhóm các chuyên gia có chuyên môn phù hợp là nền tảng của Delphi và cũng là thách thức đáng kể đối với bên thực hiện. Việc lựa chọn danh sách các chuyên gia cần được tiến hành dựa trên các tiêu chí rõ ràng được xác định không chỉ dựa trên kiến thức về chính sách, mà có thể bao gồm các tiêu chí như kinh nghiệm cá nhân hoặc là các bên liên quan [18, 19]. Số lượng chuyên gia trong nhóm phụ thuộc rất nhiều vào lĩnh vực chủ đề cũng như

thời gian và nguồn lực của từng nghiên cứu cụ thể [20].

Một số tiêu chí có thể được sử dụng để lựa chọn thành viên trong nhóm chuyên gia như sau [14, 6]:

- Có nghiên cứu, hiểu biết và kinh nghiệm về các vấn đề đang được nghiên cứu và địa bàn cần nghiên cứu;
- Lựa chọn các chuyên gia trong cùng một lĩnh vực nhưng có bối cảnh hơi khác nhau;
- Sẵn sàng và có thời gian để tham gia phản hồi các vòng khảo sát của Delphi;
- Số lượng chuyên gia có thể từ 5 đến 20 người.

Các nhóm bên liên quan cần khảo sát bao gồm [27]:

- Chính phủ: Bộ chịu trách nhiệm về tài nguyên nước, cũng như đại diện từ các bộ khác liên quan đến tài nguyên nước (ví dụ: Nông nghiệp, năng lượng, môi trường, du lịch, quy hoạch đô thị, tài chính...);
- Cấp độ mạch và tầng chứa nước, ví dụ: Tổ chức có trách nhiệm quản lý tài nguyên nước cấp lưu vực sông, lưu vực hồ, tầng chứa nước;
- Các bên liên quan khác: Các nhóm cộng

đồng, hiệp hội người dùng nước, khu vực tư nhân, học viện, các tổ chức phi chính phủ, các tổ chức môi trường và những người hành nghề quản lý tài nguyên nước.

Đặc biệt, quá trình khảo sát có sự tham gia của các bên liên quan là chìa khóa để hiểu rõ hơn về các chính sách, luật, quy tắc chính thức và không chính thức của quốc gia và địa phương trong điều chỉnh mối quan hệ tương tác giữa các cấp độ khác nhau của người sử dụng nước và cơ cấu quản trị trên thực tế, và tự nó hoạt động như một cơ chế quản trị tốt hơn. Vì vậy, 02 tiêu chí quan trọng và bắt buộc khi lựa chọn là chuyên gia đó phải có hiểu biết và kinh nghiệm nhất định về QLHTTN và tình hình thực tế thực hiện ở Việt Nam. Việc thiết lập danh sách các chuyên gia tiềm năng và xác định thứ tự ưu tiên có thể dựa vào ma trận đánh giá các bên liên quan với 01 trục thể hiện mức độ hiểu biết của chuyên gia về tình hình thực tế quản lý tài nguyên nước ở Việt Nam và 01 trục thể hiện mức độ hiểu biết của chuyên gia về QLHTTN (Hình 3). Các chuyên gia có mức độ hiểu biết càng cao ở cả hai trục được phân loại vào nhóm chuyên gia ưu tiên lựa chọn cao hơn.



Hình 3. Ma trận đánh giá các bên liên quan

Tiếp đến, bên thực hiện khảo sát tiến hành liên lạc với các chuyên gia để xác nhận khả năng sẵn sàng tham gia vào quá trình khảo sát. Các chuyên gia sẽ được lựa chọn theo thứ tự

nhóm ưu tiên sau đó đến lĩnh vực hoạt động để đảm bảo các quy tắc về số lượng người tối thiểu tham gia các vòng tham vấn của Ogbeifun & nnk [5].

4.3. Xây dựng bảng hỏi và tiến hành Delphi

Theo phương pháp Delphi truyền thống, bảng câu hỏi ở vòng 1 thường được sử dụng với mục đích chính là để thu thập ý kiến chuyên gia trong xác định các yếu tố liên quan đến vấn đề cần nghiên cứu. Bảng hỏi ở các vòng tiếp theo sẽ được thiết kế lại bao gồm các yếu tố phù hợp đã được xác định thông qua vòng 1, bổ sung các yếu tố ngoài bảng hỏi theo đề xuất từ các chuyên gia và sử dụng để thu thập mức đánh giá của các chuyên gia đối với các yếu tố này [15].

Tuy nhiên, các yếu tố cần thiết để đánh giá mức độ QLHTNN đã được UNEP đưa ra trong công cụ hỗ trợ khảo sát tham vấn ý kiến chuyên gia cùng với các nội dung cụ thể (Bảng 1). Do vậy, bảng hỏi cần được thiết kế và xây dựng dựa trên các nội dung cần thu thập theo chỉ tiêu SDG 6.5.1 về mức độ QLHTNN và nội dung bảng hỏi được điều chỉnh sau mỗi vòng Delphi. Sau khi đã điều chỉnh cho phù hợp, các vòng Delphi được tiến hành như sau (Hình 4):

- Người trả lời được yêu cầu trả lời một số câu hỏi bằng văn bản:
- Câu trả lời là ước tính số, xếp hạng trên

thang điểm hoặc có/không;

- Viết nhận xét và lý do chọn thang điểm tương ứng về các vấn đề được đưa ra trong bảng câu hỏi;

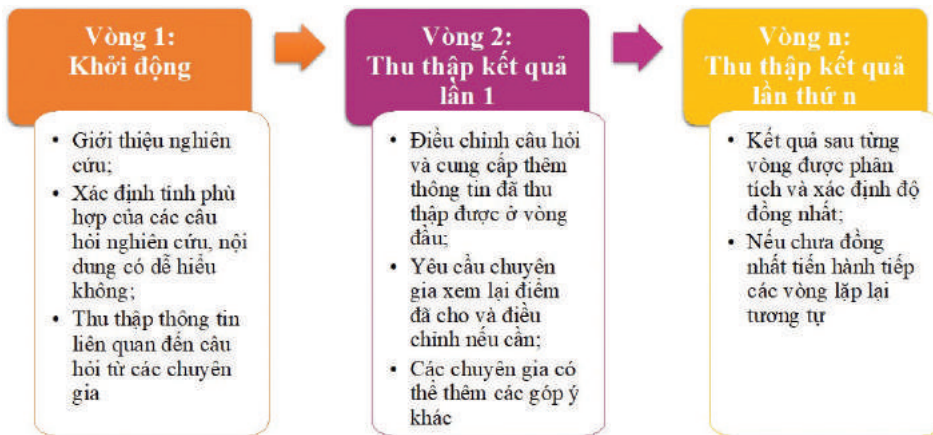
• Các câu hỏi ở vòng 1 Delphi được sử dụng với mục đích khởi động, giới thiệu nghiên cứu, xác định tính phù hợp của các câu hỏi và thu thập các thông tin liên quan đến vấn đề nghiên cứu;

• Từ vòng 2, nhóm nghiên cứu tiến hành thống kê các câu trả lời và nhận xét liên quan từ vòng trước được gửi đến các chuyên gia đã trả lời, nhưng thông tin này là ẩn danh và không người trả lời nào có thể xác định ai đã trả lời cái gì;

• Mỗi người trả lời được phép sửa đổi câu trả lời của riêng mình và có thể thêm nhiều nhận xét;

• Tiếp tục tiến hành Delphi cho đến khi các câu trả lời cho thấy sự ổn định: thường ba vòng có cấu trúc. Phương pháp phân tích cụ thể được mô tả chi tiết trong mục 4.5;

• Câu trả lời cuối cùng của nhóm được xác định là giá trị trung bình của các câu trả lời cá nhân.



Hình 4. Nội dung tiến hành ở từng vòng khảo sát Delphi (điều chỉnh dựa trên [28])

4.4. Phương pháp phân tích

Để phân tích tính nhất quán và tính ổn định của xếp hạng do các chuyên gia đưa ra, các số liệu thu thập được từ vòng khảo sát thứ 2 trở đi cần được tổng hợp và phân tích dựa vào nguyên tắc KAMET (Knowledge Acquisition for Multiple Experts with Time scales) [8]. Bảng câu hỏi từ vòng thứ hai trở đi sẽ được xây dựng và

tiến hành dựa trên các mô tả tóm tắt đánh giá vòng trước đó (Hình 4). Theo đó, các chuyên gia xem xét lại điểm số, chỉnh sửa và nhận xét về các câu trả lời được đưa ra trong vòng trước đó. Kết quả của các bảng khảo sát sẽ được lập bảng, sau đó tính toán phân phối tần suất, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn cho từng mục của bảng câu hỏi. Thông thường, ngưỡng (yêu

cầu tối thiểu) đạt được đồng thuận đối với bất kỳ vấn đề cụ thể từ vòng thứ hai trở đi được xác định là 75% [11]. Nguyên tắc KAMET đưa ra mức độ đánh giá quan trọng của mỗi chỉ tiêu (qi) ở từng giai đoạn khác nhau trên cơ sở đánh giá tổ hợp các giá trị thống kê bao gồm Trung vị (Md); Độ lệch tứ phân vị (Q); Giá trị trung bình

(qi) và Phương sai (%). Chú ý rằng Phương sai ở đây là tỷ lệ số chuyên gia thay đổi đánh giá, có đơn vị là % [8]. Các câu hỏi sẽ được đưa ra khỏi bảng khảo sát và không cần tham vấn tiếp khi thuộc một trong hai trường hợp sau: (i) Khi đạt được đồng thuận; hoặc (ii) Bị loại khỏi bảng hỏi do không quan trọng (Bảng 2).

Bảng 2. Quy tắc KAMET trong phân tích đánh giá các vòng Delphi [29]

Vòng t	Vòng t+1	Vòng t+2
Giá trị trung bình (qi) ≥ 3,5	Nếu Giá trị trung bình (qi) ≥ 3,5 và Q ≤ 0,5 và Phương sai (qi) < 15%, thì qi được chấp nhận và không cần phải tham vấn về qi nữa	Nếu Giá trị trung bình (qi) ≥ 3,5 và Q ≤ 0,5 và Phương sai ≤ 15% thì qi được chấp thuận và không cần phải tham vấn về qi nữa
Giá trị trung bình (qi) < 3,5	Giá trị trung bình (qi) ≥ 3,5 hoặc Phương sai (qi) > 15%	
Giá trị trung bình (qi) < 3,5	Nếu Giá trị trung bình (qi) < 3,5 và Q ≤ 0,5 và Phương sai (qi) ≤ 15% thì qi bị loại, và không cần phải tham vấn về qi nữa	

Ghi chú:

Giá trị trung bình (qi): Là giá trị trung bình của các chỉ tiêu hay câu hỏi tham vấn

Q: Là độ lệch tứ phân vị

Phương sai: Là phương sai thể hiện tỷ lệ chuyên gia thay đổi ý kiến đánh giá

Với bảng khảo sát được xây dựng để đánh giá mức độ thực hiện mục tiêu QLHTNN ở Việt Nam, kết quả tham vấn chuyên gia được đưa ra dưới dạng từ 0 đến 100 theo thang điểm 10. Các thang điểm này chưa phù hợp với các phân tích theo nguyên tắc KAMET do đó trong quá trình phân tích cần chuẩn hóa số liệu tham vấn các chuyên gia theo các mức từ 1 - 5 điểm với biên độ 0,5 điểm. Bên cạnh đó, khác với các nghiên

cứu Delphi truyền thống, các nội dung cụ thể cần thu thập số liệu là cố định theo yêu cầu của UNEP và sẽ không bị loại khỏi bảng hỏi với lý do vì không quan trọng. Do vậy, quá trình phân tích các vòng Delphi dựa trên KAMET đã được điều chỉnh để phù hợp với yêu cầu. Quy tắc phân tích số liệu đánh giá mức độ QLHTNN từ các chuyên gia với phương pháp Delphi được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Quy tắc phân tích đánh giá các vòng Dephi cho đánh giá mức độ QLHTNN

Vòng t	Vòng t+1	Vòng t+2
Giá trị trung bình (qi)	Nếu Q ≤ 0,5 và Phương sai (qi) ≤ 15%, thì kết quả được chấp nhận, không cần phải tham vấn vòng sau nữa	Nếu Q ≤ 0,5 và Phương sai (qi) ≤ 15% thì chấp thuận kết quả và không cần phải tham vấn về qi nữa.
Giá trị trung bình (qi)	Nếu Q > 0,5 hoặc Phương sai (qi) > 15% thì cần tham vấn vòng sau nữa.	

Ghi chú:

Giá trị trung bình (qi): Là giá trị trung bình của các chỉ tiêu hay câu hỏi tham vấn

Q: Là độ lệch tứ phân vị

Phương sai: Là phương sai thể hiện tỷ lệ chuyên gia thay đổi ý kiến đánh giá

Bảng câu hỏi Delphi sẽ kết thúc nếu thỏa mãn một trong các điều kiện sau [8]:

- Tất cả các mục của bảng câu hỏi đều đạt được mức đồng thuận;
- Vẫn còn tồn tại một số mục của bảng câu hỏi chưa đạt được mức đồng thuận; tuy nhiên, hơn 75% các mục trong bảng câu hỏi có giá trị Phương sai < 15%.

5. Kết luận

Quản lý tổng hợp tài nguyên nước là một công cụ hữu hiệu góp phần thúc đẩy đồng bộ hoá giữa phát triển và quản lý tài nguyên nước, đất đai và các tài nguyên liên quan, nhằm tối đa hóa lợi ích kinh tế - xã hội một cách công bằng mà không ảnh hưởng đến tính bền vững của các hệ sinh thái quan trọng. Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (UNEP) đã đưa ra một bộ chỉ tiêu đánh giá mức độ thực hiện QLHTNN (SDG 6.5.1) để thu thập số liệu cho xây dựng đường cơ sở toàn cầu về QLHTNN cũng như hỗ trợ các quốc gia xác định các rào cản và thúc đẩy thực hiện QLHTNN. Theo đó, mức độ QLHTNN được đánh giá dựa trên bảng khảo sát cùng các chỉ tiêu cụ thể được phân loại thành 04 phần chính bao gồm môi trường cho phép, thể chế và sự tham gia, công cụ quản lý và tài chính. Trong mỗi phần này có các câu hỏi cụ thể và đây là cơ sở để thiết kế và xây dựng bảng hỏi sử dụng trong khảo sát Delphi.

Phương pháp Delphi là một phương pháp nghiên cứu định tính thường được áp dụng một cách linh hoạt và điều chỉnh cho phù hợp với nhiều nghiên cứu khác nhau. Phương pháp này đặc biệt phù hợp đối với những lĩnh vực nghiên cứu có lượng thông tin hạn chế hay những vấn đề còn có nhiều tranh cãi và không rõ ràng cần được giải quyết thông qua các phán

đoán hoặc quyết định chủ quan của tập thể. Vì vậy, phương pháp Delphi phù hợp sử dụng khảo sát đánh giá mức độ QLHTNN theo các tiêu chí cụ thể trong SDG 6.5.1 và sẽ góp phần tăng cường tính chính xác, độ tin cậy của các kết quả đánh giá thu được cũng đảm bảo được sự tham gia của các bên liên quan. Nghiên cứu này đã đưa ra các bước tiến hành khảo sát Delphi đối với mức độ QLHTNN bao gồm xác định vấn đề nghiên cứu, lựa chọn và xác định người và số người trong nhóm chuyên gia, xây dựng bảng hỏi, tiến hành khảo sát và phân tích kết quả. Các yêu cầu cụ thể cũng như hướng dẫn thực hiện cũng đã được đưa ra trong từng bước.

Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng đã xác định và đề xuất một số điều chỉnh trong quá trình khảo sát theo phương pháp Delphi để phù hợp với các yêu cầu của chỉ tiêu QLHTNN. Cụ thể, bảng khảo sát ở vòng 1 được sử dụng với mục đích khởi động, giới thiệu nghiên cứu, xác định tính phù hợp của các câu hỏi và thu thập các thông tin liên quan đến vấn đề nghiên cứu thay vì được sử dụng với mục đích chính là để thu thập ý kiến chuyên gia trong xác định các yếu tố liên quan đến vấn đề cần nghiên cứu như trong phương pháp truyền thống. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng đề xuất điều chỉnh một số quy tắc trong nguyên tắc KAMET để phân tích tính nhất quán và tính ổn định của xếp hạng do các chuyên gia đưa ra. Theo đó, số lượng các chỉ tiêu là cố định và không có chỉ tiêu thành phần nào bị loại khỏi bảng khảo sát vì lý do không cần thiết. Các kết quả cần được chuẩn hóa theo thang đo Likert (1 - 5) trước khi đưa vào phân tích. Độ lệch phân vị và phương sai của chỉ tiêu được sử dụng để xác định tính đồng thuận trong kết quả của các chỉ tiêu và các vòng khảo sát có thể dừng khi 75% số chỉ tiêu đạt được đồng thuận.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Viện Khoa học tài nguyên nước đã hỗ trợ để thực hiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Ngọc Thía (2021), "Thực trạng xây dựng bộ chỉ số bền vững tại Việt Nam và một số kiến nghị," *Tạp chí Công Thương*, số 2, tháng 1/2021, Tr. 144-149.
2. Trần Văn Ý và cộng sự (2014), "Xây dựng bộ chỉ tiêu phát triển bền vững về các lĩnh vực kinh tế, xã

Tài liệu tiếng Anh

3. B. Garrod and A. Fyall (2005), “*Revisiting Delphi: The Delphi Technique in Tourism Research*,” in *Tourism Research Methods: Integrating Theory with Practice*, B. W. Ritchie, P. Burns, and C. Palmer, Eds. Oxfordshire: CABI Publishing, pp. 85-98.
4. C. Okoli and S. D. Pawlowski (2004), “*The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications*,” *Inf. Manag.*, vol. 42, no. 1, pp. 15-29.
5. E. Ogbeifun, et al. (2016), “*The Delphi technique: A credible research methodology*,” *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 8-10 March, pp. 2004-2009.
6. G. J. Skulmoski, F. T. Hartman, and J. Krahn (2007), “*The Delphi Method for Graduate Research*,” *J. Inf. Technol. Educ.*, vol. 6.
7. GWP (2018), “*About IWRM*”. [Online]. Available: <https://www.gwp.org/en/gwp-SAS/ABOUT-GWP-SAS/WHY/About-IWRM/>. [Accessed: 01-May-2021].
8. H. C. Chu and G. J. Hwang (2008), “*A Delphi-based approach to developing expert systems with the cooperation of multiple experts*,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 34, no. 4, pp. 2826-2840.
9. IPCC (2014), “*Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*”. *Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
10. J. Hassing et al. (2009), “*Integrated water resources management in Action*,” UNESCO, Paris.
11. J. W. Murry and J. O. Hammons (1995), “*Delphi: A Versatile Methodology for Conducting Qualitative Research*,” *Rev. High. Educ.*, vol. 18, no. 4, pp. 423-436.
12. K. Waldron et al. (2016), “*The Delphi method as an alternative to standard committee meetings to identify ecological issues for forest ecosystem-based management: A case study*,” *For. Chron.*, vol. 92, no. 4, pp. 453-464.
13. M. Drescher et al. (2013), “*Toward rigorous use of expert knowledge in ecological research*,” *Ecosphere*, vol. 4, no. 7, pp. 1-26.
14. M. M. Grime and G. Wright (2016), “*Delphi Method*,” *Wiley StatsRef Stat. Ref. Online*, no. August, pp. 1-6.
15. M. R. Couper (1984), “*The Delphi technique: characteristics and sequence model*,” *Adv. Nurs. Sci.*, pp. 72-77.
16. M. R. Hallowell and J. A. Gambatese (2010), “*Qualitative Research: Application of the Delphi Method to CEM Research*,” *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 136, no. 1, pp. 99-107.
17. N. Dalkey and O. Helmer (1963), “*An experimental application of Delphi method to use of experts*,” *Management Science*, vol. 9, pp. 458-467.
18. R. J. Hyndman and G. Athanasopoulos (2018), *Forecasting : Principles and Practice*, 2nd ed. Online version: OTexts.
19. R. Loo (2002), “*The Delphi method: A powerful tool for strategic management*,” *Policing*, vol. 25, no. 4, pp. 762-769.
20. S. Humphrey-Murto et al. (2020), “*The Delphi Method*,” *Acad. Med.*, vol. 95, no. 1, p. 168.
21. S. Masse, P. P. Marchand, and M. Bernier-Cardou (2014), “*Forecasting the deployment of short-rotation intensive culture of willow or hybrid poplar: Insights from a Delphi study*,” *Can. J. For. Res.*, vol. 44, no. 5, pp. 422-431.
22. T. T. H. Chu, T. L. H. Huynh, and T. Tran (2017), “*Developing the Indicators for Monitoring the Adaptation Actions for Quang Ngai Province, Viet Nam using the Delphi Technique*,” *Int. J. Sci.*, vol. 3, no. 06, pp. 80-86.
23. UN Water (2017), “*Intergraded monitoring guide for Sustainable Development Goal 6 on water and sanitation: Targets and global indicators*,” UN Water.

24. UN (2019), *"The Sustainable Development Goals 2019,"* United Nations, New York.
25. UN (2015), *"Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development,"* New York.
26. UNEP (2020), *"IWRM Data Portal"*. [Online]. Available: <http://iwrmdataportal.unepdhi.org/currentdatacollection>. [Accessed: 15-Mar-2021].
27. UNEP (2017), *"Step by Step Monitoring Methodology for SDG Indicator 6.5.1,"* United Nations Environment Programme (UNEP).
28. UNESCO/UN-Water (2020), *"United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change,"* UNESCO, Paris.
29. World Bank (2016), *"High and dry: Climate change, water, and the economy,"* World Bank, Washington, DC.
30. World Economic Forum (2015), *"Global Risks 2015: 10th Edition,"* World Economic Forum, Geneva.

RESEARCH ON THE APPLICATION OF THE DELPHI SURVEY METHOD IN ASSESSING THE DEGREE OF INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT

Tu Anh Nguyen⁽¹⁾, Tra Van Tran⁽¹⁾, Ngoc Bich Thi Do⁽¹⁾, Linh Van Le⁽¹⁾,
Ha Duong Vo⁽¹⁾, Nguyen Quang Huy⁽²⁾

⁽¹⁾Water Resources Institute

⁽²⁾International Cooperation Department, Ministry of Natural Resources and Environment

Received: 09/8/2021; Accepted: 16/9/2021

Abstract: *This study aims to determine the method and introduce steps to apply the Delphi technique in assessing the implementation of integrated water resources management (IWRM) in Viet Nam according to the Global Sustainable Development Goal 6.5.1 (SDG 6.5.1). Consequently, the research will contribute to enhancing the accuracy and reliability of the obtained evaluation results. The whole study is divided into two parts: Part I studies and determines the method of applying the Delphi method in assessing IWRM indicators (this paper), whilst Part II adopts the adapted Delphi survey method to evaluate the degree of IWRM implementation in the Mekong River Delta of Viet Nam.*

The Delphi survey method was adapted to match the requirements of SDG indicator 6.5.1. The adjustments include the shift in the purpose of round 1 survey from collecting expert opinions in determining factors related to the research problem as in the traditional Delphi method to brainstorming; and adjusted some rules of the KAMET principle in the analysis of consistency and stability of ratings by experts given regarding the mean, the percentile deviation, and the variance in the score of the indicator. The report also pointed out the steps to survey along with specific requirements in each step.

Keywords: *Sustainable development, Indicator 6.5.1, KAMET, Stakeholder Analysis Matrix.*

THÔNG TIN KHOA HỌC

DỰ TÍNH MỨC NƯỚC BIỂN DÂNG VÀ NGUY CƠ NGẬP KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Nước biển dâng do biến đổi khí hậu (BĐKH) là một trong những nguy cơ hiện hữu đe dọa cuộc sống của dân cư ven biển và hải đảo trên toàn cầu. Thông báo mới nhất (Báo cáo đánh giá lần thứ 6 - AR6) của Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) cho biết mực nước biển trung bình toàn cầu vẫn đang tiếp tục gia tăng với tốc độ nhanh hơn trong vài thập kỷ gần đây do sự tan nhanh hơn của băng ở Greenland và Nam Cực. Theo đó, trong giai đoạn 1901 - 2018 mực nước biển trung bình toàn cầu đã tăng khoảng 0,2 m. Tốc độ tăng trung bình trong các giai đoạn là 1,3 mm/năm (1901 - 1971); 1,9 mm/năm (1971 - 2006) và 3,7 mm/năm (2006 - 2018) [4].

Ngập lụt đô thị là một hệ quả có thể thấy rõ nhất về tác động của BĐKH. Với tác động của đô thị hóa, mực nước biển dâng (nước biển dâng do BĐKH và triều cường), mưa /dòng chảy cực đoan sẽ làm cho ngập lụt đô thị trầm trọng hơn.

Việt Nam được đánh giá là một trong các quốc gia chịu ảnh hưởng nghiêm trọng do nước biển dâng, đặc biệt là đối với khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) - có nền địa hình thấp so với mực nước biển trung bình. Theo nghiên cứu của Minderhoud và cộng sự (2017), giai đoạn 1991 - 2016, ĐBSCL ở Việt Nam bị sụt lún trung bình cả khu vực xấp xỉ 18 cm do hậu quả của việc khai thác nước ngầm [8].

Ngoài những công bố về các dự tính sự thay đổi của các yếu tố tự nhiên trong thông báo của IPCC thì còn có nhiều kết quả dự tính của các nhà nghiên cứu độc lập, trong số đó có các nhà khoa học của tổ chức Climate Central.

Kết quả dự tính nguy cơ ngập của Climate Central

Năm 2019, Scott A. Kulp và Benjamin H. Strauss thuộc Climate Central đã công bố một kết quả nghiên cứu trên tạp chí Nature

Communications, trong đó đã đưa ra những nhận định về nguy cơ ngập gây ra bởi nước biển dâng cho các khu vực trũng thấp ven biển trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Các tác giả nhận định nước biển dâng có thể ảnh hưởng đến số lượng người cao hơn gấp ba lần so với những dự báo trước đó, thậm chí là xóa sổ một số thành phố ven biển [7].

Cũng trong năm đó, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (Viện KHKT TV&BĐKH) đã có thông tin chia sẻ để có cái nhìn rõ hơn trong việc đánh giá nguy cơ ngập đối với ĐBSCL và TP. HCM. Đồng thời cho rằng: Thông tin “vào năm 2050, TP Hồ Chí Minh và ĐBSCL sẽ bị xóa sổ” là chưa đủ cơ sở khoa học và chỉ dựa trên các giả định cực đoan.

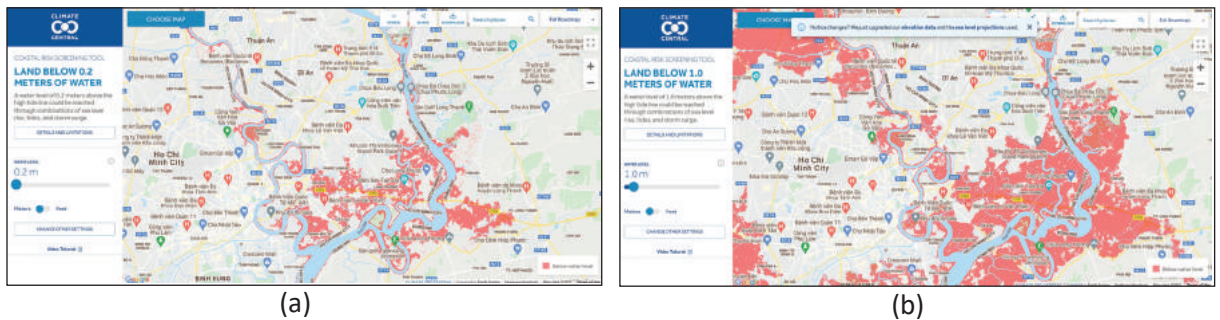
Năm 2021, Climate Central tiếp tục công bố những cảnh báo mới về nguy cơ ngập đối với các khu vực trũng thấp ven biển trên thế giới [10]. Trong thông báo mới, Climate Central cảnh báo 9 thành phố lớn ven biển, trong đó có thành phố Hồ Chí Minh có thể bị ngập sớm hơn và số lượng người dân chịu ảnh hưởng sẽ nhiều hơn so với dự tính trước đây. Điều đáng quan tâm là thành phố Hồ Chí Minh tiếp tục được cảnh báo có thể bị “nhấn chìm” trước năm 2030 (tức là chưa đầy 1 thập kỷ tính từ bây giờ) đặc biệt là khu vực phía Đông thành phố có thể bị ngập trước.

Các nhận định này được đưa ra dựa trên kết quả tính toán bản đồ nguy cơ ngập mới nhất được xây dựng của Climate Central. Số liệu phục vụ xây dựng các bản đồ nguy cơ ngập dựa trên dự tính nước biển dâng mới được IPCC công bố và bộ số liệu mô hình độ cao số ven bờ (CoastalDEM). CoastalDEM (Kulp và Strauss, 2018) được phát triển dựa trên số liệu SRTM 3.0 từ dữ liệu vệ tinh radar của NASA vào năm 2000 [6]. SRTM là mô hình số bề mặt, có nhiều sai số,

đặc biệt ở các khu vực có nhiều cây cối rậm rạp và những khu dân cư đông đúc. Trên toàn cầu, ước tính sai số trung bình về độ cao của SRTM khoảng 6 feet (2 m) cho các khu vực có độ cao từ 1 đến 20 m. Chính vì độ chính xác về độ cao thấp như vậy nên các khu vực có chênh cao dưới 2 m sẽ được gộp vào một vùng, ví dụ như: Khu vực có độ cao 1 m bị ngập lụt nhưng dữ liệu SRTM sẽ khoanh cả khu vực có độ cao < 3 m cũng được xem là ngập lụt.

Climate Central đã chuyển đổi dữ liệu độ cao được tham chiếu trên mực triều cao trung bình của địa phương (tính toán từ số liệu độ cao bề mặt biển đo bằng vệ tinh và sử dụng các mô hình thủy triều toàn cầu), so sánh các

độ cao này với dự tính mực nước biển dâng để tìm các khu vực có thể vĩnh viễn nằm dưới mức triều cường trong những thập kỷ tới [5]. Climate Central đã bổ sung yếu tố mực nước lũ trung bình hàng năm [9] trong đánh giá nguy cơ lũ lụt cục bộ, cho phép phân tích kết hợp chiều cao nước lũ và mực nước biển dâng dự kiến khi xác định khu vực có nguy cơ rủi ro cao. Hình 1 dưới đây là kết quả thể hiện nguy cơ ngập ở khu vực Đông thành phố Hồ Chí Minh (bao gồm Quận 2, Quận 9 và Quận Thủ Đức) với các mực nước biển dâng là 0,2 m và 1 m, tương ứng với nước biển dâng theo kịch bản cao của Việt Nam vào năm 2050 và 2100, theo nghiên cứu của Climate Central.



Hình 1. Mức độ ngập khu vực TP Hồ Chí Minh với mực nước dâng 0.2 m (a) và 1 m (b)

Như vậy, bản đồ nguy cơ ngập mới nhất của Climate Central chỉ có sự cập nhật số liệu dự tính mực nước biển dâng của IPCC dựa trên nền tảng dữ liệu độ cao với độ chính xác rất thấp so với các nguồn dữ liệu khác như Lidar [7].

Đối với thành phố Hồ Chí Minh, dù tốc độ tan băng được cho là xảy ra nhanh hơn so với dự tính trước đây, nhưng mực nước biển dâng trung bình chỉ vào khoảng 2 - 4 mm/năm; nghĩa là từ nay đến năm 2030, mực nước biển tăng khoảng 2 - 4 cm, chỉ tương đương mức độ sụt lún (2 - 4 cm/năm). Ngoài ra, thành phố còn nhiều khu vực có hệ thống đê bao, cống ngăn triều, đường giao thông có mặt bằng cao hơn mực nước biển trung bình.

Vì vậy, việc cảnh báo thành phố Hồ Chí Minh có thể bị chìm dưới mực nước biển vào năm 2030, theo Climate Central là cảnh báo đáng quan tâm nhưng kết quả đưa ra, còn nhiều điểm chưa chắc chắn.

Nguy cơ ngập khu vực thành phố Hồ Chí Minh theo kịch bản biến đổi khí hậu của Việt Nam

Để đánh giá nguy cơ ngập khu vực thành phố Hồ Chí Minh theo kịch bản biến đổi khí hậu, Viện KH KTTVĐKH tiến hành nghiên cứu dựa trên các nguồn số liệu về: (1) Dự tính mực nước biển dâng; (2) Số liệu địa hình chi tiết, mới nhất của Bộ TNMT; (3) Kết quả đánh giá mức độ sụt lún; (4) Mức độ ngập do triều cường. Cụ thể như sau:

Về dự tính mực nước biển dâng:

Năm 2019, IPCC đã công bố Báo cáo đặc biệt về biến đổi khí hậu và băng quyển đại dương (SROCC). Báo cáo đề cập đến kết quả của các nghiên cứu gần đây cho thấy, mực nước biển đang tăng nhanh do băng tan ở cả 2 khu vực Greenland và Nam Cực (độ tin cậy rất cao). Tan băng ở Nam Cực trong giai đoạn 2007 - 2016 gấp ba lần so với giai đoạn 1997 - 2006. Đối với Greenland, khối lượng băng tan gấp hai lần trong

cùng giai đoạn. Việc băng tan nhanh ở Nam Cực được quan sát thấy ở vùng biển Amundsen ở Tây Nam Cực và ở Wilkes Land, Đông Nam Cực (độ tin cậy rất cao) dẫn đến mực nước biển trung bình toàn cầu dâng cao hơn so với dự tính trước đây. Trong báo cáo này, kịch bản nước biển dâng đã có những thay đổi đáng kể do đã đánh giá lại đóng góp của băng tan ở Nam Cực. Cụ thể, dự tính mực nước biển trung bình toàn cầu vào năm 2100 theo kịch bản RCP8.5 trong SROCC là 84 cm cao hơn 10 cm so với số liệu trong Báo cáo đánh giá lần thứ 5 (AR5).

Dự tính mực nước biển dâng toàn cầu thay đổi dẫn đến dự tính ở các khu vực khác nhau trên thế giới cũng thay đổi. Vì vậy, kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam phiên bản 2020 đã được cập nhật theo số liệu công bố mới nhất này (SROCC, 2019).

Kết quả dự tính mới nhất cho thấy mực nước biển dâng khu vực Biển Đông và ven biển Việt Nam không có sự khác biệt đáng kể so với dự tính trước đây (kịch bản năm 2016, khi chưa tính đến sự đóng góp nhiều hơn của băng tan ở Nam Cực).

Đối với khu vực thành phố Hồ Chí Minh, các dữ liệu sau phản ánh về xu thế nước biển dâng ở khu vực [3]:

Số liệu đo mực nước tại trạm Vũng Tàu cập nhật đến năm 2018 cho thấy tốc độ tăng mực nước là 2,9 mm/năm. Theo số liệu đo từ vệ tinh thì mực nước có xu thế tăng chậm hơn ở các tỉnh từ TP. Hồ Chí Minh đến Trà Vinh với mức tăng là $2,2 \div 2,5$ mm/năm.

Như vậy, xu thế tăng mực nước khu vực thành phố Hồ Chí Minh ước tính lớn nhất khoảng 3 mm/năm. Nếu so với thời kỳ 1986 - 2005, đến năm 2030 (sau 25 năm) thì mực nước biển khu vực thành phố Hồ Chí Minh sẽ dâng khoảng 7,5 cm và đến 2050 (sau 45 năm) là 13,5 cm.

Kết quả dự tính mực nước biển dâng theo kịch bản cực đoan nhất (RCP 8.5) so với thời kỳ 1986 - 2005 cho khu vực thành phố Hồ Chí Minh cho thấy:

- Năm 2030: mực nước biển dâng 14 cm (7 cm - 18 cm), so với kết quả dự tính trong phiên bản 2016 là 12 cm (8 cm - 17 cm).

- Năm 2050: mực nước biển dâng 27 cm (14 cm - 37 cm), so với kết quả dự tính trong phiên

bản 2016 là 25 cm (16 cm - 35 cm)

Có thể thấy những giá trị dự tính trong phiên bản 2020 không có sự khác biệt đáng kể so với dự tính trong kịch bản 2016. Điều này chứng tỏ rằng mặc dù mực nước biển dâng toàn cầu được dự tính cao hơn và diễn ra nhanh hơn nhưng ảnh hưởng đến khu vực ven biển Việt Nam là không lớn.

Số liệu mô hình số độ cao

Dữ liệu được sử dụng để xây dựng các bản đồ nguy cơ ngập bao gồm nền thông tin địa lý, mô hình số độ cao, bản đồ số địa hình với tỷ lệ chi tiết nhất và cập nhật đến năm 2020 thuộc nhiều nguồn khác nhau, đối với khu vực ĐBSCL và các tỉnh Nam Bộ, số liệu địa hình cụ thể như sau:

+ Nền thông tin địa lý tỷ lệ 1:5.000 khu vực đồng bằng sông Cửu Long (13 tỉnh) thuộc dự án “Thành lập cơ sở dữ liệu nền thông tin địa lý ở tỷ lệ 1:10.000 gắn với mô hình số độ cao phủ trùm cả nước” của Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam.

+ Bản đồ số địa hình kích thước ô lưới là 2m x 2m khu vực đồng bằng sông Cửu Long (13 tỉnh), do Cục Viễn thám Quốc gia thực hiện năm 2008.

+ Mô hình số độ cao (DEM) tỷ lệ 1:2.000 do dự án bay chụp Lidar tỷ lệ 1:2.000, với kích thước ô lưới 1 m x 1 m, độ chính xác 0,2 m - 0,4 m được cập nhật từ dự án: “Xây dựng mô hình số độ cao độ chính xác cao khu vực đồng bằng và ven biển phục vụ công tác nghiên cứu, đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng” do Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam thực hiện. Trong Kịch bản BĐKH và NBD năm 2016 đã sử dụng 24.022 mảnh bản đồ DEM, trong đó ở khu vực Bắc Bộ: 6.866 mảnh, Trung Bộ: 4.105 mảnh và Nam Bộ: 13.051 mảnh. Đến năm 2020, đã cập nhật thêm 9.547 mảnh (Bắc Bộ: 2.603 mảnh, Nam Bộ: 6.944 mảnh).

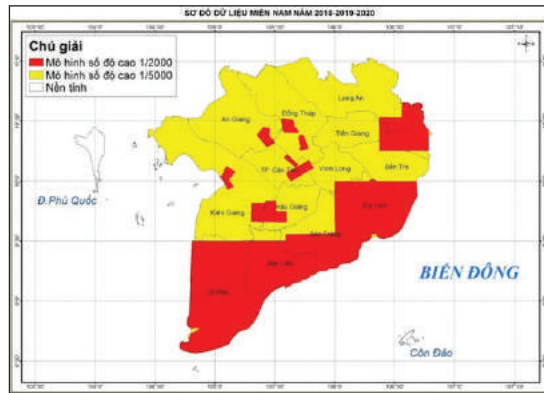
+ Mô hình số độ cao tỷ lệ 1:2.000, kích thước ô lưới 2 m x 2 m của khu vực thành phố Hồ Chí Minh do Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam thực hiện năm 2010.

+ Bản đồ địa hình tỉ lệ 1:2.000 (2.659 mảnh) được thu thập từ dự án “Thành lập cơ sở dữ liệu nền thông tin địa lý ở tỷ lệ 1:2.000 và 1:5.000 các khu vực đô thị, khu vực công nghiệp, khu

vực kinh tế trọng điểm”.

Sơ đồ toàn bộ các dữ liệu DEM với các tỷ lệ

1:2.000, 1:5.000, 1:10.000 riêng cho khu vực ĐBSCL được thể hiện trên Hình 2.

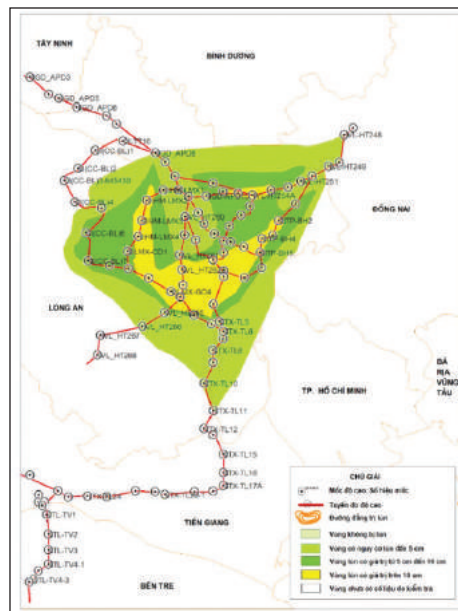


Hình 2. Sơ đồ dữ liệu DEM tỷ lệ 1:2.000, 1: 5.000, 1:10.000 cập nhật đến năm 2020 khu vực Đồng bằng sông Cửu Long

Về mức độ sụt lún:

Căn cứ các kết quả quan trắc mới từ các dự án “Đo kiểm tra hệ thống mốc độ cao hạng I, II, III nhà nước khu vực thành phố Hồ Chí Minh và đồng bằng sông Cửu Long” của Cục Đo đạc, Bản đồ và TTĐL Việt Nam, dự án “Điều tra, đánh giá việc khai thác, sử dụng

nước dưới đất, tác động đến sụt lún bề mặt đất khu vực thành phố Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh và ĐBSCL, định hướng quản lý khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên nước dưới đất” của Cục Quản lý Tài nguyên nước, có thể đưa ra một số nhận định về mức độ sụt lún như sau [1, 2]:



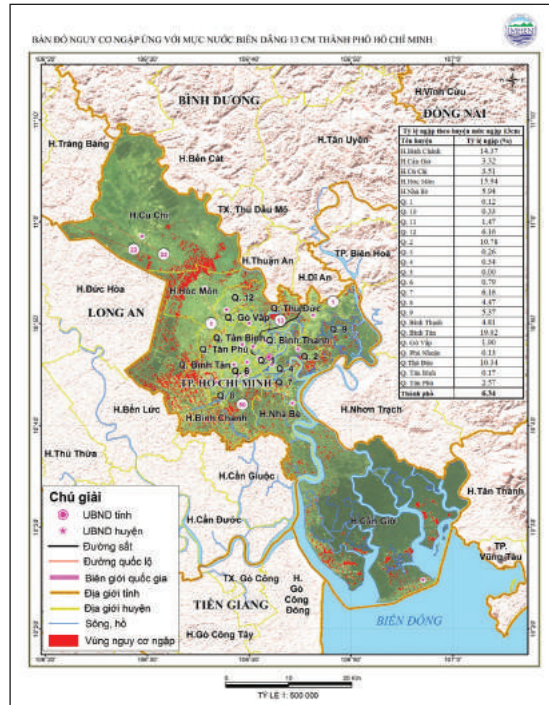
Hình 3. Sơ đồ phân vùng lún giai đoạn 2005 - 2015 tại thành phố Hồ Chí Minh (Nguồn: Cục Đo đạc Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, 2019)

Kết quả đo đạc cùng một giai đoạn với ước tính của Climate Central (2005 - 2016) và hiện trạng sụt lún, triều cường năm 2021 cho thấy tốc độ sụt lún lớn nhất ở thành phố Hồ Chí

Minh là khu vực trung tâm và có tốc độ sụt lún khoảng 10 cm chủ yếu tại khu vực phía Nam và 1 phần nhỏ tại phía Đông, phía Tây theo phương thẳng đứng và có xu thế dịch chuyển chính về

phía Đông Nam thành phố theo phương nằm ngang, các khu vực ngoại thành có tốc độ thấp hơn (Đông thành phố Hồ Chí Minh) (Hình 3). Dựa trên các số liệu dự tính về mực nước biển dâng, số liệu DEM của thành phố, bản đồ nguy

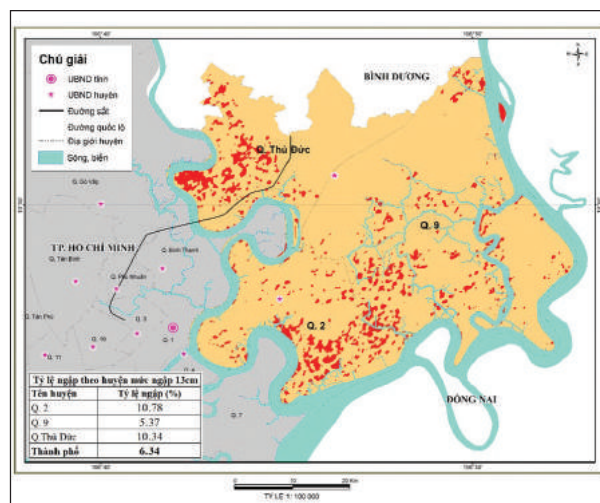
cơ ngập cho khu vực thành phố Hồ Chí Minh đã được xây dựng cho các mức nước biển dâng 13 cm vào năm 2030 (được xây dựng và công bố trong Kịch bản biến đổi khí hậu phiên bản 2020) [3] (Hình 4).



Hình 4. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 13 cm khu vực thành phố Hồ Chí Minh theo Kịch bản Biến đổi khí hậu, 2020

Đối với mực nước biển dâng 13 cm, diện tích ngập trên khu vực thành phố Hồ Chí Minh chủ yếu xảy ra ở phía Tây thuộc các huyện Củ Chi, Hóc Môn

và Bình Chánh với diện tích ngập khoảng 6,34%, còn ở thành phố Thủ Đức chỉ có các điểm ngập cục bộ với diện tích ngập khoảng 10,34% (Hình 5).

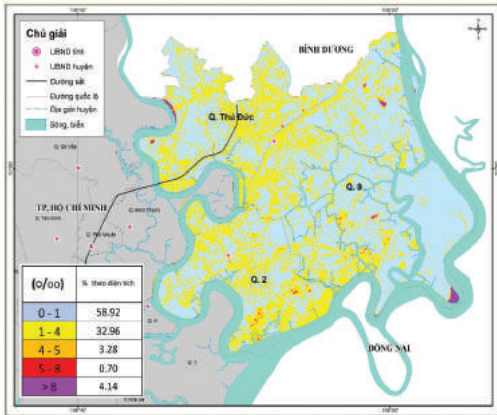


Hình 5. Bản đồ nguy cơ ngập do nước biển dâng 13 cm khu vực Đông thành phố Hồ Chí Minh (Nguồn: Kịch bản BĐKH, 2020)

Đánh giá về mức độ ngập do triều cường:

Đánh giá nguy cơ ngập thông qua chỉ số độ mặn đại diện cho sự xâm nhập của nước biển khi triều cường dâng cao, cho thấy, diện tích bị ngập do triều cường trong thành phố cũng

chủ yếu ở khu vực phía Tây thành phố; khu vực thành phố Thủ Đức có tỷ lệ ngập ít hơn. Xét trên toàn thành phố tỷ lệ diện tích bị ngập khi triều cường ít hơn nhiều so với kết quả thể hiện trên bản đồ ngập của Climate Central (Hình 6).

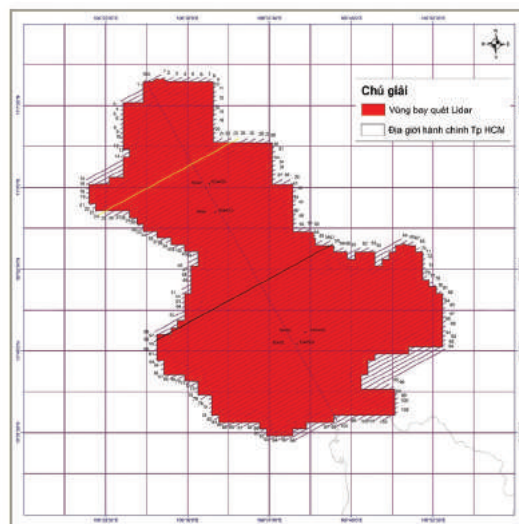


Hình 6. So sánh kịch bản ngập do triều cường cấp độ III với kịch bản ngập 100 cm của Climate Central: (a) VKTTVBĐKH, 2021; (b) Climate Central, 2021

Cơ sở dữ liệu địa lý năm 2021 khu vực thành phố Hồ Chí Minh và lân cận:

Hiện nay, dự án “Xây dựng mô hình số độ cao độ chính xác cao khu vực đồng bằng và ven biển phục vụ công tác nghiên cứu, đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng” đã tiến hành bay chụp vùng quét Lidar

hai phân khu thành phố Hồ Chí Minh (Hình 7). Đây là nguồn dữ liệu chính xác nhất khi biểu diễn độ cao của bề mặt đất. Trong thời gian tới, cần tiếp tục cập nhật nguồn số liệu địa hình này để tiếp tục chính xác hóa hơn bản đồ nguy cơ ngập lụt cho thành phố Hồ Chí Minh.



Hình 7. Sơ đồ bay chụp vùng quét Lidar hai phân khu thành phố Hồ Chí Minh (Nguồn: Cục Đo đạc Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam)

Nhận xét

Có thể thấy các kết quả dự tính của Climate Central dựa trên số liệu quy mô toàn cầu, độ

chính xác không cao và các kịch bản cực đoan nên đã đưa ra các cảnh báo có mức độ trầm trọng hơn. Kết quả tính toán của các nhà khoa

học Việt Nam được dựa trên các nguồn số liệu chi tiết, chính xác và cập nhật hơn nên có mức độ cảnh báo ít trầm trọng hơn. Tuy nhiên, cũng cần lưu ý rằng trong tất cả các dự tính đều có sự chưa chắc chắn do các mô hình chưa thể mô phỏng đầy đủ và chính xác các quá trình nhiệt động lực học băng và nhiều nguyên nhân khác.

Hiện nay, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã công bố Kịch bản BĐKH phiên bản năm 2020. Trong đó, các bản đồ nguy cơ ngập đã được xây dựng dựa trên số liệu mô hình số độ cao tỉ lệ

1:2.000 chi tiết và cập nhật đến năm 2020. Theo các dữ liệu dự tính của các nhà khoa học Việt Nam thì khu vực ĐBSCL và thành phố Hồ Chí Minh vẫn là khu vực có nguy cơ cao nhất chịu tác động của nước biển dâng do BĐKH. Về mức độ và thời gian chưa đến mức nguy cơ báo động như thông báo của Climate Central. Tuy nhiên, đây cũng là một thông điệp cần quan tâm để có chiến lược, phương án quy hoạch hợp lý phòng chống tác động của nước biển dâng đang hiện hữu và có thể nghiêm trọng hơn trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam, (2016), *Đo kiểm tra hệ thống mốc độ cao hạng I, II, III Nhà nước khu vực thành phố Hồ Chí Minh và Đồng bằng sông Cửu Long*.
2. Cục Quản lý Tài nguyên nước, (2018), *Điều tra, đánh giá việc khai thác, sử dụng nước dưới đất, tác động đến sụt lún bề mặt đất khu vực thành phố Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh và Đồng bằng sông Cửu Long, định hướng quản lý khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên nước dưới đất*.
3. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (IMHEN), (2021), *Dự thảo Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*.

Tài liệu tiếng Anh

4. IPCC, (2021), *The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report (AR6)*.
5. Kopp, R.E., et al. (2014), "Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites". *Earth's Future*, 2, no. 8, 383-406, doi:10.1002/2014EF000239.
6. Kulp S A and Strauss B H, (2018), "CoastalDEM: A global coastal digital elevation model improved from SRTM using a neural network Remote Sens". *Environ*. 206 231–9.
7. Kulp S A and Strauss B H, (2019), *New elevation data triple estimates of global vulnerability to sea-level rise and coastal flooding*, *Nat. Commun.* 10 4844.
8. Minderhoud, P.S.J. et al, (2017), "Impacts of 25 years of groundwater extraction on subsidence in the Mekong delta, Vietnam". *Environmental Research Letters*, 12(6), 64006, doi:10.1088/1748-9326/aa7146.
9. Muis, S. et al, (2016), *A global reanalysis of storm surges and extreme sea levels*. *Nat. Commun.* 7:11969 doi: 10.1038/ncomms11969.
10. https://coastal.climatecentral.org/map/3/0.1016/51.5289/?theme=sea_level_rise&map_type=year&basemap=roadmap&contiguous=true&elevation_model=best_available&forecast_year=2030&pathway=ssp3rcp70&percentile=p50&refresh=true&return_level=return_level_0&rl_model=gtsr&slr_model=ipcc_2021_med.

In this issue

- 1 **Tran Do Bao Trung, Tran Do Tra My:** Calculating GHG mitigation potential and co-benefits of mitigation measures in public transport sector in Ha Noi
- 11 **Vuong Mai Thi, Tran Hau Vuong, Dinh Xuan Thang, Nguyen Nhat Toa:** Research on establishment of an index list for assessment of low-carbon industrial park of Trang Bang, in Tay Ninh province
- 18 **Nguyen Van Khiem, Huynh Thi Lan Huong, Mai Van Khiem, Do Thi Huong, Nguyen Quang Huy:** Solutions to improve the effectiveness of response to climate change, natural disaster prevention and search and rescue of the people's Public Security Force
- 28 **Nguyen Thi Ngoc Anh, Tran Dang Hung, Le Phuong Ha:** Applying the method of machine learning - decision tree in assessing the mangrove forest changes in Dat Mui commune
- 35 **Huynh Phu, Nguyen Ly Ngoc Thao, Huynh Thi Ngoc Han:** Sustainable development of domestic water supply in Long An province in the context of climate change
- 46 **Nguyen Xuan Loc, Dang Dinh Duc, Nguyen Hong Thuy:** Development of the support flood forecasting system on the basis of deflt fews for Ma River basin
- 56 **Nghiem Trung Hau, Bui Minh Tuan:** The distinction between stability parameters associated with thunderstorm inducing heavy rainfall in Ha Noi
- 65 **Tu Anh Nguyen, Tra Van Tran, Ngoc Bich Thi Do, Linh Van Le, Ha Duong Vo, Nguyen Quang Huy:** Research on the application of the DELPHI survey method in assessing the degree of integrated water resources management
- 78 **Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change:** Report on projected sea water level and flooding in Ho Chi Minh city



VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 024.38344469; Fax: 024.38355993

Email: imhen@imh.ac.vn

Website: www.imh.ac.vn