

**SỬ DỤNG BIẾN ĐỔI NHANH FOURIER (FFT)
NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC BÃO VÀ SỰ PHÁT TRIỂN XOÁY BÃO
TRONG SƠ ĐỒ BAN ĐẦU HÓA XOÁY ĐỘNG LỰC**

Phạm Ngọc Bách⁽¹⁾, Nguyễn Văn Hiệp⁽²⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

⁽²⁾Viện Vật lý địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài 16/5/2018; ngày chuyển phản biện 17/5/2018; ngày chấp nhận đăng 26/6/2018

Tóm tắt: Bài báo này nghiên cứu cấu trúc và sự phát triển xoáy bão trong sơ đồ ban đầu hóa xoáy động lực thông qua việc phân tích các trường thành các sóng thành phần sử dụng biến đổi nhanh Fourier (Fast Fourier Transform - FFT). Kết quả phân tích sóng của các trường gió mực 10 m, khí áp mực biển cho thấy các thành phần sóng số 0 và sóng số 1 là hai thành phần sóng chính quyết định độ lớn các trường khí tượng bên trong cơn bão. Trong đó thành phần sóng đối xứng (sóng số 0) đóng vai trò quan trọng nhất cho sự phát triển của cường độ xoáy bão. Trong quá trình chạy vòng lặp, các thành phần phổ sóng với số sóng lớn hơn 1 chỉ phát triển đáng kể trong 30 - 40 vòng lặp ban đầu, sau đó giữ ở trạng thái ổn định.

Từ khóa: Biến đổi nhanh Fourier (FFT), ban đầu hóa xoáy động lực.

1. Mở đầu

Trong dự báo thời tiết bằng các mô hình số, ngoài cấu trúc toán lý và độ phân giải của mô hình thì trường ban đầu là một trong những yếu tố quyết định tới chất lượng và độ chính xác của dự báo. Ban đầu hóa xoáy là một bài toán được đặt ra để nâng cao chất lượng điều kiện ban đầu của mô hình dự báo bão. Năm 2002, Phan Văn Tân và cộng sự [1] đã nghiên cứu kỹ thuật phân tích xoáy tạo ra trường ban đầu cho mô hình chính áp dụng dự báo quỹ đạo bão. Mục đích của ban đầu hóa là loại bỏ một cách cẩn thận xoáy yếu, sai vị trí khỏi trường ban đầu và cài vào một xoáy nhân tạo với vị trí và cường độ phù hợp với xoáy thực. Quá trình phân tích này cần được thực hiện sao cho thông tin trong tập số liệu toàn cầu được giữ lại càng nhiều càng tốt. Phan Văn Tân và CS [1] đã chỉ ra rằng xoáy nhân tạo được xây dựng dựa trên cơ sở kết hợp các thành phần đối xứng của xoáy phân tích và thành phần đối xứng giả; thành phần phi đối xứng sinh ra bởi hiệu ứng β thay thế xoáy phân tích ban đầu sẽ tạo ra trường ban đầu tốt hơn. Năm 2002, Phan Văn Tân và cộng sự [2] đã khảo sát ảnh hưởng của quá

trình ban đầu hóa tới quỹ đạo dự báo bão bằng việc chạy mô hình dự báo WBAR ứng với 9 trường hợp cho 3 cơn bão Durian (2001), Kajiki (2001), Wukong (2000). Kết quả cho thấy trường ban đầu được xây dựng bằng các phương pháp khác nhau sẽ có những ảnh hưởng rõ rệt khác nhau đến quỹ đạo dự báo của bão. Với cơn bão mạnh và xa bờ thì quá trình ban đầu hóa cần thiết loại bỏ thành phần phi đối xứng phân tích và những nhiễu động quy mô nhỏ trong trường môi trường quy mô nhỏ, ngược lại, với những cơn bão yếu và gần bờ nên được duy trì thành phần phi đối xứng phân tích trong trường ban đầu [2].

Phép biến đổi Fourier có nhiều ứng dụng trong vật lý, số học, xử lý tín hiệu,... Trong xử lý tín hiệu, biến đổi Fourier thường được áp dụng dạng chuyển đổi tín hiệu thành các thành phần biên độ và tần số. Biến đổi Fourier rời rạc có thể được tính toán nhanh hơn nhờ kỹ thuật biến đổi nhanh Fourier (Fast Fourier Transform - FFT).

Trong khí tượng học, theo nghiên cứu của Raaf và Adane năm 2012 [3], FFT được sử dụng để xác định và theo dõi sự phát triển của bão trong các hình ảnh radar thời gian thực. FFT được áp dụng cho các hình ảnh đã được lọc cho thấy các phổ Fourier đặc trưng các đám mây đối lưu có sự khác

Liên hệ tác giả: Nguyễn Văn Hiệp
Email: hieppwork@gmail.com

biệt đáng kể so với mây tầng tầng. Sự khác biệt này được ứng dụng để phát hiện ra các cơn dông mạnh từ thông tin ảnh radar.

Trong khi FFT có nhiều ứng dụng trên thế giới, việc ứng dụng FFT trong nghiên cứu khí tượng ở Việt Nam còn hạn chế. Trong nghiên cứu này kỹ thuật FFT được sử dụng để nghiên cứu cấu trúc và sự phát triển của xoáy bão trong một sơ đồ ban đầu hóa xoáy động lực nhằm chỉ ra sự phát triển của các sóng khác nhau và vai trò của chúng trong quá trình phát triển xoáy bão trong mô hình.

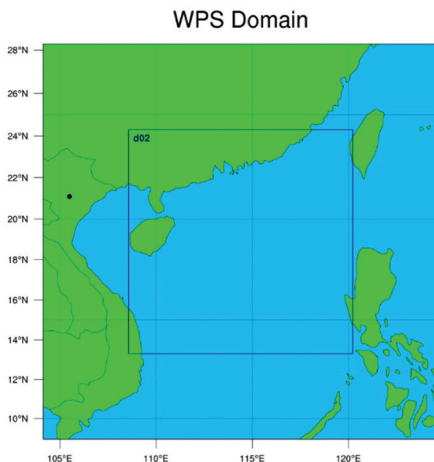
2. Phương pháp và số liệu

2.1. Thiết kế thí nghiệm và số liệu mô hình

Bài báo sử dụng mô hình nghiên cứu và dự báo thời tiết WRF (Weather Research and Forecasting) phiên bản 3.7 mô phỏng cơn bão Mujigae (2015) với phương pháp ban đầu hóa xoáy động lực NC2011 của hai tác giả Nguyễn Văn Hiệp và Yi-Leng Chen [4]. Bão Mujigae bắt nguồn từ một nhiễu động nhiệt đới ở gần đảo Palau, phía Đông Philippines vào ngày 28/9. Bão Mujigae là cơn bão mạnh ảnh hưởng tới Phillipines, phía Nam Trung Quốc và miền Bắc Việt Nam vào đầu tháng 10 năm 2015.

Mô hình WRF được chạy với hai miền tính với độ phân giải theo phương ngang lần lượt là 18 km và 6 km, tương ứng với số nút lưới theo phương ngang là 121×121 và 205×205. Số mực thẳng đứng trong mô hình là 38 mực (Hình 1).

Số liệu sử dụng là số liệu tái phân tích toàn cầu CFSR với độ phân giải ngang là 0,5°×0,5°. Thời điểm chạy ban đầu hóa xoáy là 06Z ngày 03/10/2015.



Hình 1. Miền tính cho mô phỏng cơn bão Mujigae

2.2. Phương pháp và các bước xử lý

Nghiên cứu sử dụng phép biến đổi Fourier để phân tích các thành phần sóng, các nhóm sóng của yếu tố khí tượng được lấy từ kết quả đầu ra của mô hình WRF. Phương pháp biến đổi nhanh Fourier FFT cơ số 2 được sử dụng với các bước cơ bản sau [5, 6, 7].

Phép biến đổi Fourier của một hàm $f(t) \in L^1(R)$ được định nghĩa bởi công thức:

$$\hat{f}(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt, \omega \in R \quad (1)$$

Phép biến đổi ngược của biến đổi Fourier được cho bởi công thức:

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{f}(\omega) e^{i\omega t} d\omega \quad (2)$$

Tiến hành tính gần đúng các tích phân trên, trước tiên, ta giả thiết rằng các số a, b có giá trị tuyệt đối đủ lớn: $a < b, b > 0$ ta được (3) là xấp xỉ tốt của tích phân Fourier (1):

$$\int_a^b f(t) e^{-i\omega t} dt \quad (3)$$

Tiếp tục, áp dụng biến đổi rời rạc (DFT) của một chuỗi $x(n)$ chu kỳ N :

$$X(k) = X_N [x(n)](k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{kn},$$

$$k = \overline{0; N-1} \quad (4)$$

$$\text{Với: } W_N = e^{-\frac{2\pi i}{N}}$$

Sử dụng FFT cơ số 2, chuỗi có N điểm thỏa mãn $N=2^s, (s \in \mathbb{Z}^+)$

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{kn} = \sum_{m=0}^{\frac{N}{2}-1} f_1(m) W_{N/2}^{km} + W_N^k \sum_{m=0}^{\frac{N}{2}-1} f_2(m) W_{N/2}^{km}$$

$$\text{Trong đó: } f_1(m) = x(2m)$$

$$f_2(m) = x(2m+1)$$

$$\Rightarrow X(k) = F_1(k) + W_N^k F_2(k)$$

$$k = \overline{0, N-1}$$

Áp dụng tính chất tuần hoàn theo chu kỳ $\frac{N}{2}$ của $F_1 k$ và $F_2 k$ ta có:

$$\Rightarrow \begin{cases} F_1\left(k + \frac{N}{2}\right) = F_1(k) \\ F_2\left(k + \frac{N}{2}\right) = F_2(k) \end{cases}$$

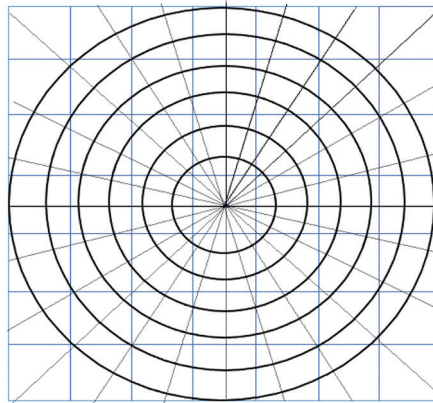
$$\text{Ngoài ra ta có: } W_N^{k + \frac{N}{2}} = -W_N^k$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X(k) = F_1(k) + W_N^k \cdot F_2(k) & k = 0, \frac{N}{2} - 1 \\ X\left(k + \frac{N}{2}\right) = F_1(k) - W_N^k \cdot F_2(k) & k = 0, \frac{N}{2} - 1 \end{cases}$$

Như vậy, thay vì việc tính DFT của N điểm thì ta chia $X(k)$ thành 2 DFT của $\frac{N}{2}$ điểm. Tiếp tục quá trình trên cho đến khi được biến đổi của DFT của 2 điểm (cơ bản), ta sẽ có được $\frac{N}{2} \log_2 N$ biến đổi DFT 2 điểm. Mặt khác, mỗi DFT của 2 điểm chỉ phải tính 1 phép nhân phức và 2 phép cộng phức. Suy ra, để tính DFT của $N=2^s$ điểm ban đầu bằng thuật toán

FFT chỉ cần tính $\frac{N}{2} \log_2 N$ phép nhân phức (thay vì N^2) và $N \log_2 N$ phép cộng phức (thay vì $N(N-1)$). Nếu N càng lớn, khối lượng phép tính theo thuật toán FFT giảm đi càng nhiều so với phép DFT.

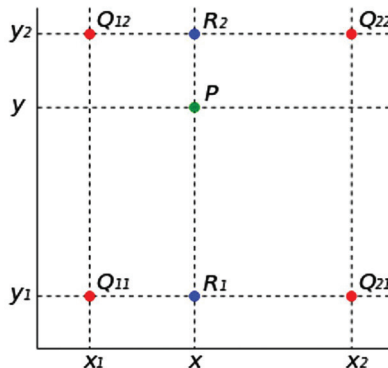
Trong nghiên cứu này, biến đổi Fourier được áp dụng cho các sóng gần tâm bão. Để áp dụng FFT, từ một lưới vuông ban đầu, một lưới giả định là các đường tròn đồng tâm với tâm được đặt trùng với vị trí tâm bão. Mỗi đường tròn bao gồm 64 điểm nút lưới (Hình 2).



Hình 2. Minh họa lưới tọa độ tròn giả định

FFT sẽ được áp dụng cho các chuỗi $N=64$ điểm tương ứng với mỗi đường tròn là một chuỗi các số liệu. Để xác định số liệu trên lưới tròn từ lưới kinh vĩ của mô hình, trong nghiên cứu sử dụng phương pháp nội suy Bilinear [8]

(Hình 3), là một phần mở rộng của phương pháp nội suy tuyến tính nội suy hàm 2 biến trên lưới 2 chiều (lưới vuông) nhằm mục đích để nội suy các giá trị từ các điểm nút lưới vuông ban đầu về lưới tròn giả định vừa tạo ra.



Hình 3. Phương pháp nội suy Bilinear [8]

Bốn điểm màu đỏ trên Hình 3 hiển thị các dữ liệu và điểm màu xanh lá cây là điểm muốn nội suy.

Sau khi thu được toàn bộ các hàm sóng thành phần, chia các sóng thành 5 nhóm phổ sóng:

- Phổ sóng số 0: Bao gồm sóng số 0, ứng với

tần số $f(0) = 0$

- Phổ sóng số 1: Bao gồm sóng số 1, ứng với tần số $f(1)$

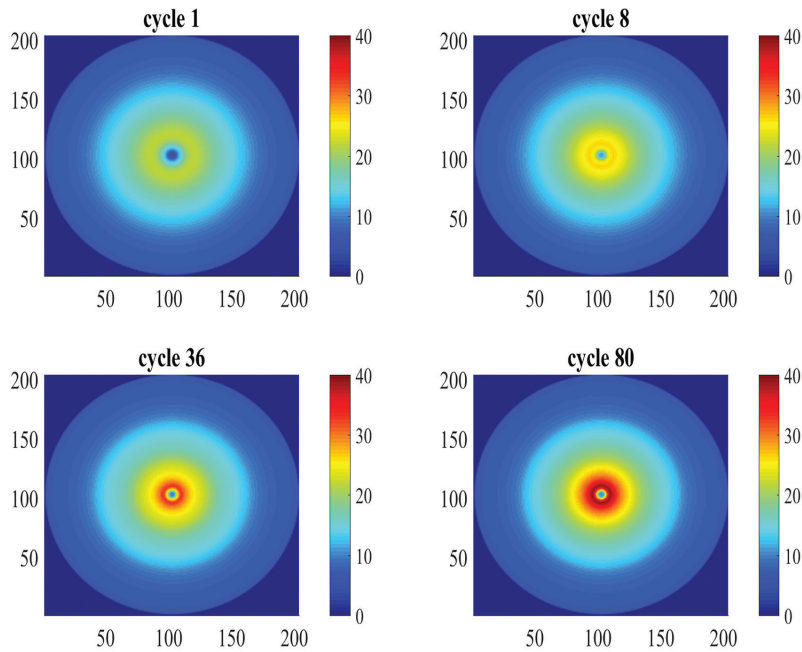
- Phổ sóng số 2: Bao gồm sóng số 2, ứng với tần số $f(2)$

- Phổ sóng số 3: Bao gồm các sóng có tần số $f(2) < f(k) \leq f(4)$
- Phổ sóng số 4: Là phổ sóng gồm các hàm có tần số còn lại.

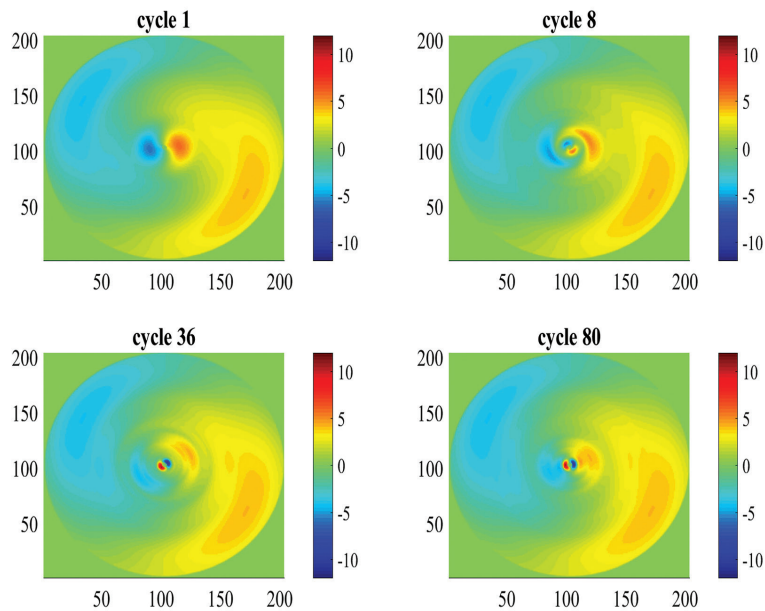
3. Kết quả phân tích sóng

Phần dưới đây sẽ trình bày kết quả tính toán, đánh giá sự thay đổi của trường tốc độ gió mực 10 m, trường khí áp mực biển trong trường hợp bão Mujigae năm 2015 (Hình 4 - Hình 12).

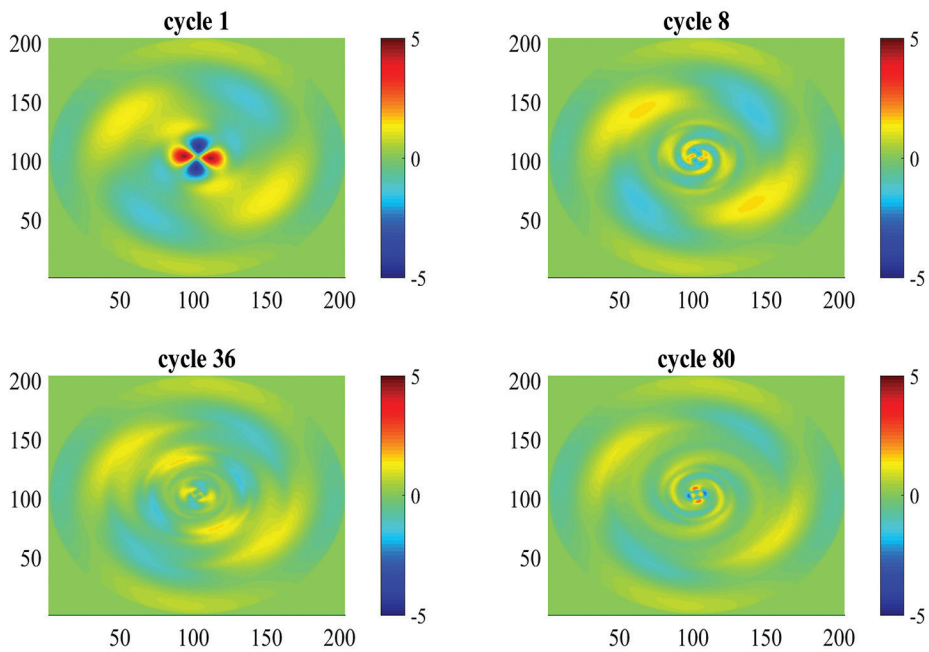
a. Trường tốc độ gió mực 10 m



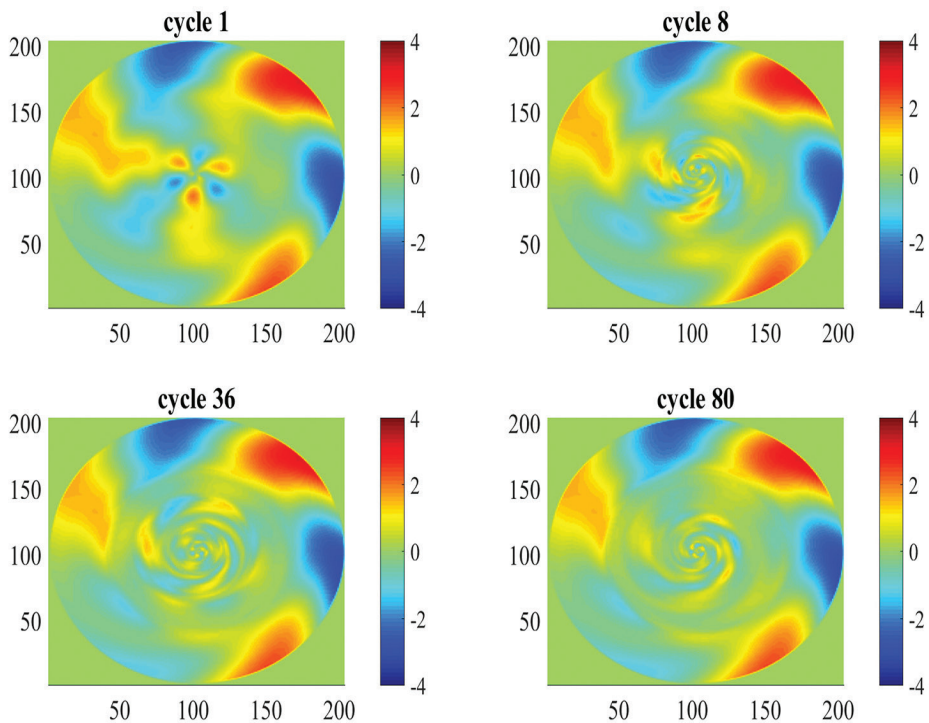
Hình 4. Tốc độ gió mực 10 m (m/s) phổ sóng số 0 với các vòng lặp thứ 1, thứ 8, thứ 36 và thứ 80



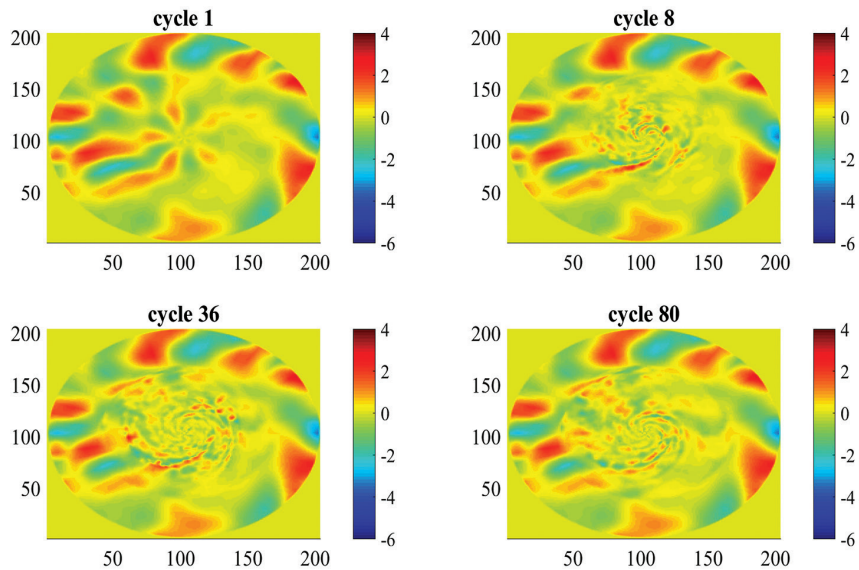
Hình 5. Tốc độ gió mực 10 m (m/s) phổ sóng số 1 với các vòng lặp thứ 1, thứ 8, thứ 36 và thứ 80



Hình 6. Tốc độ gió mực 10 m (m/s) phổ sóng số 2 với các vòng lặp thứ 1, thứ 8, thứ 36 và thứ 80



Hình 7. Tốc độ gió mực 10 m (m/s) phổ sóng số 3 với các vòng lặp thứ 1, thứ 8, thứ 36 và thứ 80

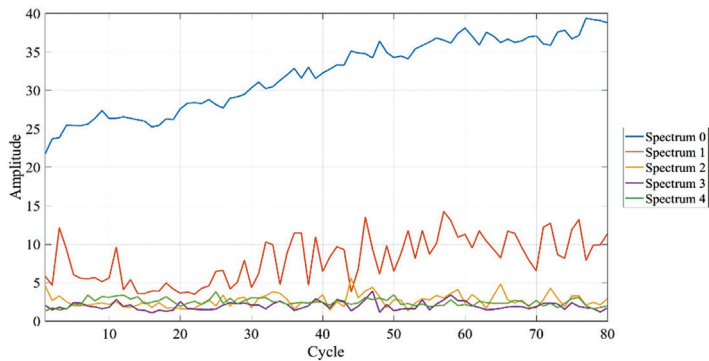


Hình 8. Tốc độ gió mực 10 m (m/s) phổ sóng số 4 với các vòng lặp thứ 1, thứ 8, thứ 36 và thứ 80

Có thể thấy được sự thay đổi của xoáy bão trong quá trình phát triển ở các phổ sóng trong trường tốc độ gió 10 m. Biên độ dao động thì có vẻ

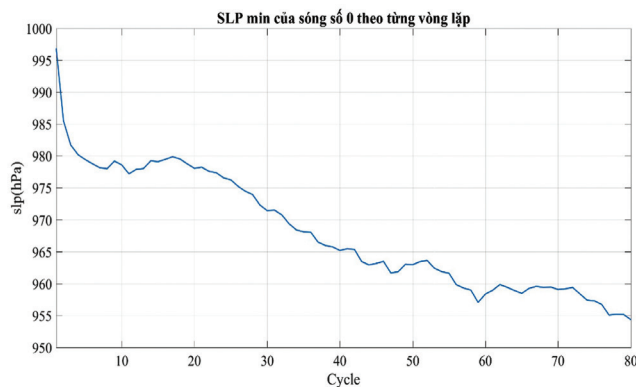
như thành phần phổ sóng số 0 và 1 là lớn hơn hẳn các thành phần sóng (phổ sóng) khác.

b. Tốc độ gió cực đại gần tâm

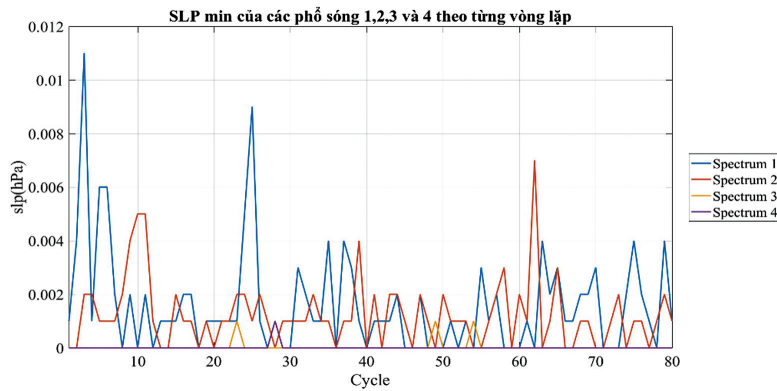


Hình 9. Tốc độ gió cực đại từng vòng lặp trong vòng bán kính 200 km tính từ tâm bão

c. Trường khí áp mực biển



Hình 10. Khí áp mực biển theo từng vòng lặp của phổ sóng số 0



Hình 11. Khí áp mực biển theo từng vòng lặp của phổ sóng số 1, 2, 3 và số 4

Hình 10 thể hiện sự thay đổi khí áp mực biển theo từng vòng lặp của phổ sóng số 0. Có thể thấy được sự thay đổi mạnh của khí áp mực biển theo từng vòng lặp, giảm từ 996,8 hPa (trước khi ban đầu hóa xoáy) xuống còn 954,3 hPa (ở vòng lặp thứ 80) (Hình 10).

Hình 11 thể hiện sự thay đổi của khí áp mực biển theo từng vòng lặp của phổ sóng số 1, 2, 3, 4. Có thể thấy mức độ ảnh hưởng của phổ sóng số 1, phổ sóng số 2, phổ sóng số 3 và phổ sóng số 4 đối với sự thay đổi khí áp mực biển cực tiểu là không đáng kể.

4. Kết luận

Từ những phân tích trên có thể rút ra một số kết luận:

Về sự phát triển của xoáy bão trong sơ đồ ban đầu hóa xoáy động lực: Các thành phần sóng số 0, sóng số 1 phát triển mạnh nhất trong quá trình chạy lặp. Nghĩa là vai trò đóng góp của thành phần

sóng số 0 và sóng số 1 vào sự phát triển xoáy bão là quan trọng hơn các thành phần còn lại. Các thành phần sóng số 0 và số 1 là hai thành phần chính quyết định độ lớn các trường tốc độ gió cực đại và khí áp mực biển cực tiểu bên trong xoáy bão.

Thành phần sóng đối xứng thay đổi liên tục trong quá trình phát triển của xoáy bão (80 vòng lặp). Các thành phần phi đối xứng chỉ phát triển đáng kể trong khoảng 30 - 40 vòng lặp đầu tiên và sau đó giữ ở trạng thái ổn định. Vì vậy, với nghiên cứu này nhóm tác giả khuyến nghị, quá trình chạy ban đầu hóa xoáy của phương pháp NC2011 có thể dừng lại ở khoảng 40 vòng lặp đầu tiên nhằm tiết kiệm thời gian tính toán cũng như dung lượng máy tính. Cường độ xoáy đưa vào điều kiện ban đầu của mô hình có thể xác định từ thành phần phi đối xứng ở khoảng vòng lặp 40 kết hợp với thành phần đối xứng ở vòng lặp này nhân một tỉ lệ xác định từ cường độ bão quan trắc.

Tài liệu tham khảo

1. Phan Văn Tân, Kiều Thị Xin, Nguyễn Văn Sáng và Nguyễn Văn Hiệp (2002), "Kỹ thuật phân tích xoáy tạo trường ban đầu cho mô hình chính áp dự báo quỹ đạo bão", Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 493, 13-22.
2. Phan Văn Tân, Kiều Thị Xin và Nguyễn Văn Sáng (2002), "Mô hình chính áp WBAR và khả năng ứng dụng vào dự báo quỹ đạo bão khu vực Tây bắc Thái bình dương và Biển Đông", Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 498, 27-33,55.
3. O. Raaf and A. E. H. Adane (2012), "Pattern recognition filtering and bidimensional FFT-based detection of storms in meteorological radar images", Digit. Signal Process. A Rev. J., 22(5), 734-743.
4. C.-Y. Chen, Y.-L. Chen, and H. Van Nguyen (2014), "The Spin-up Process of a Cyclone Vortex in a Tropical Cyclone Initialization Scheme and Its Impact on the Initial TC Structure", Sola, 10(0), 93-97.
5. G. Bachman, L. Narici, and E. Beckenstein (2000), *Fourier and wavelet analysis*, Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg.
6. Athanasios Papoulis (1977), *Signal analysis*, McGraw-Hill Book Company.

7. E. Brigham (1988), *The Fast Fourier Transform and its applications*.
8. "https://en.wikipedia.org/wiki/Bilinear_interpolation."

APPLICATION OF FAST FOURIER TRANSFORM (FFT) ON INVESTIGATING STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF A TROPICAL CYCLONE VORTEX IN A DYNAMICAL VORTEX INITIALIZATION SCHEME

Pham Ngoc Bach⁽¹⁾, Nguyen Van Hiep⁽²⁾

⁽¹⁾*Ha Noi University of Science, Viet Nam National University Ha Noi*

⁽²⁾*Institute of Geophysics, Viet Nam Academy of Science and Technology*

Received: 16 May 2018; Accepted: 10 June 2018

Abstract: *This research investigated the structure and development of tropical cyclone vortex in a dynamical vortex initialization scheme using Fast Fourier Transform (FFT) technique. The results of wave analysis of the meteorological fields in storms such as winds at 10 m level, sea level pressure showed that the wave number 0 and 1 are the two major components contributing to the developments of meteorological fields in the storm inner core region. In addition, the study also found that the symmetric wave component plays the most important role on the vortex development. All other waves with wave number greater than 0 only significantly develops in the first 30 - 40 cycles. This allows us to use the vortex at the 40th cycle as initial condition to save computing resources and time for possible application of the dynamical vortex initialization scheme in operational real time forecast.*

Keywords: *Fast Fourier Transform, dynamical vortex initialization.*

PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ NĂNG LƯỢNG BÃO DỰA TRÊN CÁC CHỈ SỐ NĂNG LƯỢNG

Trịnh Hoàng Dương⁽¹⁾, Hoàng Đức Cường⁽²⁾, Dương Văn Khảm⁽¹⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Quốc gia

Ngày nhận bài 04/5/2018; ngày chuyển phản biện 05/5/2018; ngày chấp nhận đăng 15/6/2018

Tóm tắt: Các chỉ số năng lượng bão đã được cộng đồng nghiên cứu bão sử dụng như: Đánh giá năng lượng trong mùa bão, nghiên cứu bổ sung cho phân cấp bão, dự báo xu thế hoạt động của bão trong mùa bão, nghiên cứu tác động của bão và giải thích về sự tác động nóng lên toàn cầu đến hoạt động của bão. Bài báo nhằm nghiên cứu đánh giá diễn biến năng lượng bão, tìm kiếm mối quan hệ của các đặc trưng khí tượng đến năng lượng bão và dự báo hạn mùa về hoạt động của bão trên Biển Đông bằng các chỉ số năng lượng bão. Bên cạnh đó, bài báo giới thiệu các phương pháp đánh giá năng lượng bão dựa trên chỉ số năng lượng bão và một số ưu điểm, hạn chế và khả năng ứng dụng trong đánh giá hoạt động của bão trong mùa bão trên Biển Đông.

Từ khóa: Đánh giá năng lượng bão, chỉ số năng lượng bão.

1. Mở đầu

Nhóm tác giả Jia-Yuh Yu (2012) [3] cho rằng trong các chỉ số đánh giá năng lượng bão khác nhau thường được sử dụng để đo hoạt động bão, "áp thấp nhiệt đới và bão (gọi chung là bão)" có lẽ là phổ biến nhất, nhưng nó chưa có sự đóng góp về khía cạnh cường độ và thời gian hoạt động của bão, do đó "ngày bão" thường được sử dụng như một sự hỗ trợ cho số cơn bão. Thêm nữa, hầu hết các nghiên cứu đã chỉ ra mối quan hệ mạnh mẽ giữa biến động khí hậu và hoạt động của bão theo mùa, nhưng đôi khi kết luận về xu thế hoạt động của bão có sự khác nhau trong cùng một thời kỳ. Sự bất đồng này, gợi ý thiếu một sự hiểu biết vững chắc về các thước đo hoạt động của bão để đáp ứng với cả hai biến động khí hậu thường xuyên và không thường xuyên. Do đó, lựa chọn chỉ số đánh giá năng lượng bão phù hợp, mang tính đặc trưng chung và đại diện tổng thể cho hoạt động của bão (một chỉ số phản ánh tổng thể cả về số lượng, cường độ và thời gian hoạt động của bão) là mong muốn của cộng đồng nghiên cứu.

Liên hệ tác giả: Trịnh Hoàng Dương
Email: hoangduongktnn@gmail

Bên cạnh đó, đánh giá năng lượng bão với nhiều chỉ số khác nhau sẽ thuận lợi hơn trong việc hỗ trợ đưa ra những kết luận về hoạt động của bão.

Gần đây, chỉ số "năng lượng bão tích lũy" (Accumulated Cyclone Energy Index-ACE), do NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) đề xuất đã được sử dụng khá phổ biến trong cộng đồng nghiên cứu bão, nó như một thước đo biểu thị tổng thể về hoạt động của bão [1]. Chỉ số này đã được tác giả Jia-Yuh Yu (2009) [3] đề xuất sửa đổi, gọi là chỉ số RACE. Cùng mục đích như ACE, tác giả Emanuel (2005) [5] đã đề xuất chỉ số mới cho hoạt động bão dựa trên sự "tiêu tán năng lượng" (Power Dissipation), từ đó một chỉ số tiêu tán năng lượng đơn giản (PDI) đã được giới thiệu. PDI cũng đã được tác giả Jia-Yuh Yu (2012) [3] đề xuất sửa đổi, gọi là chỉ số RPDI.

Nhóm tác giả Carl Drews (2007) [4] cho rằng, mặc dù phân loại bão theo thang Saffir-Simpson (SS) là rất hữu ích trong việc truyền tải thông tin đến công chúng, nhưng gán một số nguyên duy nhất từ cấp 1 đến 5 cho từng cơn bão không phải là một cơ sở tốt để phân tích thêm. Một ví dụ ở Đại Tây Dương (ĐTD) cho cơn bão Mitch và Ivan đều là phân loại cấp 5 theo SS, nhưng

profile gió của 2 cơn bão mô tả hình ảnh khác biệt; cơn bão Mitch chỉ kéo dài một vài ngày ở cường độ cao, sau đó duy trì gió cấp thấp trong thời gian dài, trong khi cơn bão Ivan có cường độ cao kéo dài khoảng 10 ngày. Nếu đánh giá chúng theo phân loại là cấp 5, rõ ràng đã làm mất các thông tin có giá trị. Trong năm 2004 và 2005, hoạt động bão khá cao và sự tàn phá gây ra cho bang Louisiana và Mississippi bởi cơn bão Katrina đã dẫn đến nhiều mối lo ngại của cộng đồng nghiên cứu bão về tính hiệu quả của phân cấp gió SS trong việc cảnh báo đến công chúng một cách chính xác về tiềm năng nguy hiểm của bão. Do đó, một số tác giả như Katherine (2008) [9] và Powell (2007) [5] đã đề xuất chỉ số Tích hợp động năng (Integrated Kinetic Energy - IKE) để nghiên cứu bổ sung cho SS và thể hiện sự tàn phá của bão.

Nhận thấy, các chỉ số này, vừa phục vụ nghiên cứu bão và phân tích dự báo xu thế năng lượng cho mùa bão, vừa có thể sử dụng để tìm kiếm giải thích tác động của sự nóng lên toàn cầu đến bão và nó đã được sử dụng trong Báo cáo đánh giá lần thứ tư (AR4) của Ban liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC) năm 2007, mục 3.8.3 về biểu hiện của biến đổi của bão nhiệt đới, trang 304 [14] và trong Báo cáo về cơ sở khoa học của biến đổi khí hậu của IPCC năm 2013, mục 2.6.3 về bão nhiệt đới, trang 216 [15]. Do vậy, để hướng tới mục tiêu ứng dụng các chỉ số năng lượng bão nhằm bổ sung thêm về thước đo trong đánh giá, nghiên cứu mùa bão, bài báo giới thiệu các chỉ số năng lượng bão đã và đang được sử dụng trong nghiên cứu, dự báo hạn mùa về hoạt động của bão.

2. Phương pháp đánh giá năng lượng bão

2.2.1. Các chỉ số đánh giá năng lượng bão

a) Nhóm chỉ số ACE, PDI, RACE và RPTI

+ Chỉ số Năng lượng bão tích lũy (Accumulated Cyclone Energy Index - ACE):

Tác giả Bell và cộng sự (2000) [1], đề xuất chỉ số “năng lượng bão tích lũy” nhằm cung cấp một thước đo định lượng về tổng hoạt động của bão, được định nghĩa là tổng bình phương tốc độ gió cực đại. Động năng tỉ lệ với bình phương vận tốc, và bằng cách cộng các năng lượng trên một số khoảng thời gian, năng lượng tích lũy

được tìm thấy. Khi thời gian của một cơn bão tăng lên, nhiều giá trị được cộng lại và ACE cũng tăng, như vậy bão với thời gian dài hơn có thể tích lũy ACE lớn hơn đối với bão mạnh nhưng có thời gian hoạt động ít hơn..

$$ACE_i = \sum_{t_{oi}}^{t_{fi}} (v_{max}^2)_t \quad (1)$$

Theo NOAA, chỉ số ACE là một chỉ số năng lượng gió, được định nghĩa như là tổng bình phương của tốc độ gió bề mặt cực đại được đo với bước thời gian 6 tiếng cho tất cả các cơn bão khi chúng ít nhất là cấp bão nhiệt đới (tốc độ gió >35 knot (18 m/s), hoặc cao hơn). Nếu một cơn bão bất kỳ xảy ra ngang qua các năm thì tính ACE cho các năm trước đó. Giá trị ACE thường được chia cho 10^4 . Đơn vị của ACE là 10^4 knots^2 .

$$ACE_i = 10^{-4} \sum (v_{max}^2)_t \quad (2)$$

Trong biểu thức 1 và 2: $v_{max}(t)$ là tốc độ gió cực đại tại thời điểm t ; t là bước thời gian 6 giờ của số liệu quỹ đạo bão; i biểu thị cho một cơn bão; t_{oi} và t_{fi} là thời gian bắt đầu và kết thúc của hoạt động cơn bão i ; N là số cơn bão trong thời kỳ xem xét (tháng/mùa/năm). Đơn vị của ACE là Joules/kg, hoặc knot^2 , hoặc m^2/s^2 .

Trong một bài báo của tác giả Carl Drews (2007) [8] cũng tham chiếu đến ACE được đề xuất của tác giả Bell (2000), nhưng đưa ra biểu thức tính như sau:

$$ACE = \sum_{time} v_{max}^2 \Delta t \quad (3)$$

Đơn vị ACE của NOAA thường được thể hiện là 10^4 knot^2 . Tuy nhiên, theo tác giả Carl Drews (2007), khoảng thời gian đo 6 giờ là tiềm ẩn trong các chỉ số ACE, và tác giả tin rằng công thức này là chưa chuẩn. Theo tác giả, đơn vị của chỉ số ACE là $\text{knot}^2\text{-ngày}$ vì ba lý do: 1) Nhấn mạnh rằng ACE là tích phân của chuỗi thời gian; 2) Để sử dụng một đơn vị tiêu chuẩn thời gian (ngày); 3) Thuận lợi cho việc sử dụng chuỗi thời gian mà không phụ thuộc vào bước thời gian 6 giờ (như đầu ra mô hình có phân giải thời gian cao hơn). Để chuyển đổi $\text{knot}^2\text{-ngày}$, công thức ACE của NOAA được nhân với 4, ngày bão được xác định $\sum_{time} dt$.

+ Chỉ số Tiêu tán năng lượng (Power Dissipation Index-PDI):

Tác giả Emanuel (2005) [6] đã tham chiếu tới chỉ số ACE và cho rằng trong một cơn bão ổn định tốc độ sinh ra động năng cũng tương đương với tốc độ tiêu hao động năng và đưa ra biểu thức “Tiêu tán năng lượng-PD”. Phương trình về PD như sau:

$$PD = 2\pi \int_0^t \int_0^{r_0} \rho C_D |V|^3 r dr dt \quad (4)$$

Ở đây: C_D là hệ số ma sát (drag), ρ là mật độ không khí, r là bán kính, V là độ lớn tốc độ gió, r_0 là bán kính ngoài, t là thời gian hoạt động của bão. Đơn vị của PD là (Joules) và nó phản ánh tổng năng lượng tiêu tán trong cả thời gian hoạt động của nó.

Tác giả Emanuel (2005) cho rằng công thức (4) là khó khăn trong việc sử dụng dữ liệu lịch sử sẵn có, vì số liệu kích thước bão ít khi có trong bộ dữ liệu. Mặt khác, nghiên cứu chi tiết cho thấy profile của tốc độ gió xuyên tâm nói chung đồng dạng về phương diện hình học, trong khi mối tương quan giữa tốc độ gió cao và các kích thước của cơn bão ít khi được biểu diễn. Mật độ không khí bề mặt khác nhau khoảng 15%, trong khi hệ số ma sát được cho là tăng, nhưng chừng lại ở gió tốc độ gió vượt quá khoảng 30 ms^{-1} . Do đó, tác giả thiết rằng kích thước bão cố định và coi $C_D \rho$ là hằng số, dẫn đến định nghĩa chỉ số “tiêu tán năng lượng” (PDI) như sau:

$$PDI = \int_t V^3 \max dt \quad (5a)$$

$$PDI_i = \sum_{t_{oi}}^{t_{fi}} v_{\max}^3 \Delta t \quad (5b)$$

$$PDI_i = \sum_{t_{oi}}^{t_{fi}} (v_{\max}^3) t \quad (5c)$$

Ở đây: v_{\max} là tốc độ gió cực đại tại thời điểm t ; t là bước thời gian 6 giờ của số liệu quỹ đạo bão; i biểu thị cho một cơn bão, t_{oi} và t_{fi} là thời gian bắt đầu và kết thúc của hoạt động bão. Đơn vị của PDI sẽ là m^3/s^2 (công thức 5b).

Theo Alvaro Corral (2012) [10], trung bình các giá trị của bán kính gió tối đa cho bão ở Bắc Đại Tây Dương $\cong 35 \text{ km}$, khi đó, năng lượng tiêu tán $PD = 4,9.10^6 \text{ PDI}$. Điều này cho thấy, nếu tính trung bình bán kính gió cực đại của các cơn bão ở Bắc Đại Tây Dương, thì giá trị trung bình PDI sẽ khuyết thiếu $4,9.10^6$. Đơn vị của PD sẽ là

(Joules) khi PDI là m^3/s^2 . Đối với những cơn bão đơn ở Bắc Đại Tây Dương, PDI khoảng từ 5.10^8 đến $2.10^{11} \text{ m}^3/\text{s}^2$, ước tính năng lượng tiêu tán là khoảng từ 3.10^{15} đến 10^{18} J , tương đương từ 0,6 và 200 megaton ($1 \text{ megaton} = 4,18 \times 10^{15} \text{ J}$). Tuy nhiên, phạm vi thực sự của biến động sẽ lớn hơn, như sự thay đổi của bán kính đã bỏ qua, làm tăng tính biến động của năng lượng tiêu tán.

Mặc dù theo tác giả Emanuel, đơn vị của PDI là m^3/s^2 (công thức 5b), nhưng một công trình nghiên cứu sử dụng đơn vị là m^3/s^3 (công thức 5c). Hai cách tính này chỉ khác nhau một hằng số; nếu tính PDI theo công thức 5b sẽ lớn hơn PDI tính theo công thức 5c với hằng số là 21.600. Điều này cho thấy hai cách tính tương đồng về mức độ phản ánh cho hoạt động của bão hàng năm, chỉ khác nhau về giá trị và đơn vị.

+ Chỉ số Năng lượng bão tích lũy sửa đổi (Revised Accumulated Cyclone Energy - RACE)

Do cấu trúc gió xuyên tâm của bão thay đổi đáng kể tùy thuộc vào cường độ bão, có thể dẫn đến ACE cho ước tính giả về hoạt động của bão. Để khắc phục vấn đề này, nhóm tác giả Jia-Yuh Yu (2009) [2] đã đề xuất sửa đổi ACE, gọi là chỉ số RACE. Chỉ số RACE được sửa đổi dựa trên cấu trúc xoáy Rankine.

$$RACE = k_{mrv} = \frac{v_{\max}^2}{r_c^2} \left[\frac{1}{2} + \frac{r_c^{(2-2\alpha)}}{1-\alpha} \right] \quad (6)$$

Ở đây r_c (không thứ nguyên) biểu thị bán kính giới hạn (cut-off radius) mà tại đó năng lượng gió được xác định. Hệ số α , được xác định từ dữ liệu quỹ đạo bão, là thước đo mức độ bão toàn động lượng. Số hạng đầu và thứ hai trong ngoặc vuông của công thức (6) là phần đóng góp từ hoàn lưu bên trong và bên ngoài bán kính gió cực đại r_{\max} .

So sánh công thức (6) với công thức (1) có thể nhận thấy rằng chỉ số RACE có một tỉ lệ với chỉ số ACE. Chỉ số RACE thể hiện giá trị động năng trung bình, là động năng trên một đơn vị khối lượng (đơn vị sẽ là Joule/kg, hoặc knot^2 , hoặc m^2/s^2 giống như ACE).

Dựa trên cấu trúc xoáy Rankine, tác giả đưa ra biểu thức tính r_c như sau:

$$\tilde{r}_c = (v_{\max} / v_c)^{1/\alpha} \quad (7)$$

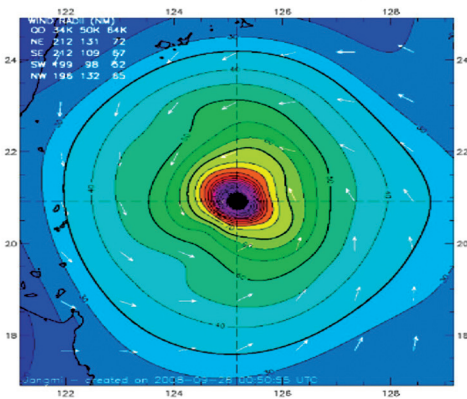
Ở đây: V_c là tốc độ gió giới hạn (cut-off), nếu xem xét diện tích hình tròn tại gió là 35 knot ($v_c = 35$ knot), r_c có thể tính toán theo biểu thức (7) với $\alpha \approx 0,51$ cho vùng Tây Bắc Thái Bình Dương. Từ biểu thức (6), ngoại trừ $\alpha = 1$, RACE mô tả mối quan hệ phi tuyến giữa r_c và v_{max} .

+ Chỉ số Tiêu tán năng lượng sửa đổi (Revised Power Dissipation Index - RPDI)

Cũng như chỉ số RACE, nhóm tác giả Jia-Yuh Yu (2012) [3] tiếp tục sửa đổi chỉ số PDI với lý do tương tự ACE. Sự sửa đổi PDI cũng dựa cấu trúc xoáy gió Rankine sửa đổi, dẫn đến biểu thức tương tự như RPDI như sau:

$$RPDI = k_{mrv} = \frac{v_{max}^3}{r_c^2} \left[\frac{2}{5} + \frac{2r_c^{(2-3\alpha)}}{(2-3\alpha)} \right] \quad (8)$$

Ở đây: Các ký hiệu được sử dụng trong công thức (8) là giống với của phương trình (6) và tham chiếu giống như RACE cho chỉ số này là “chỉ số tiêu hao công suất được sửa đổi”, gọi là chỉ số RPDI. Đơn vị là m^3/s^2 nếu tính tổng PDI theo bước thời gian 6 giờ giống như công thức 5b, và đơn vị là m^3/s^3 nếu tính RPDI giống như công thức 5c.



a) Phân tích gió H*wind của NOAA

b) Nhóm chỉ số IKE, KE, TIKE và SHI

+ Chỉ số IKE/TIKE (Track Integrated Kinetic Energy)

Xuất phát từ thực tế, nhóm các tác giả Powell (2007) [5], đặt vấn đề là tại sao bão Katrina ở Đại Tây Dương có cường độ yếu hơn Camille khi đổ bộ, nhưng lại có sức tàn phá lớn. Do đó, nhóm tác giả đã xây dựng chỉ số “động năng tích hợp” (Integrated Kinetic Energy, “IKE”). IKE được tính toán từ trường gió bề mặt bằng cách tích hợp các động năng ở mức 10 m/đơn vị thể tích qua các phần của khối lượng miền bão (v) có chứa tốc độ gió (U), dV được lấy từ phân tích khách quan trường gió miền bão, đơn vị là Joule.

$$IKE = \int_V 1/2\rho U^2 dV \quad (9)$$

Để tính toán IKE cần số liệu từ phân tích gió bão H*Wind của NOAA, đối với mỗi ảnh gồm 3 bán kính (1 nm = 1.852 km) tại các tốc độ gió 34 knot, 50 knot, 64 knot theo 4 hướng chính NW, NE, SE và SW (Hình 1a), bán kính gió cực đại (R_{max}) và tốc độ gió cực đại (v_{max}). Một phần mềm tính toán IKE cũng đã được xây dựng và tích hợp trên website, do đó thuận lợi cho việc tính toán IKE (Hình 1b).

b) Phần mềm tính toán IKE

Hình 1. Ví dụ minh họa cho phương pháp tính IKE [13]

Để tạo một thước đo cho hoạt động và nghiên cứu biến động mùa của bão ở Đại Tây Dương, Misra và các nhà khoa học từ Đại học bang Florida (2013) [11] đã tham chiếu tính toán tương tự ACE, và gọi chỉ số là “chỉ số động năng tích hợp quỹ đạo” (TIKE - Track Integrated Kinetic Energy).

$$TIKE = \sum_{t_{oi}}^{t_{fi}} (IKE_i) t \quad (10)$$

Ở đây, i biểu thị cho một cơn bão; t_{oi} và t_{fi}

là thời gian bắt đầu và kết thúc hoạt động bão. TIKE cũng có thể được tính tùy vào độ phân giải thời gian hoặc dựa trên số liệu quỹ đạo với bước thời gian 6 giờ như ACE.

+ Các chỉ số KE (Kinetic Energy)

Với mục đích đưa ra phân loại bổ sung cho phân cấp SS và thể hiện sự tàn phá của bão, nhóm tác giả Katherine Maclay và cộng sự (2008) [9] đã đề xuất chỉ số KE. Các thông số chênh lệch

KE theo thời gian 6 tiếng là liên quan chặt chẽ với cường độ. Độ lệch KE theo bước thời gian sẽ tiết lộ sự thay đổi cấu trúc quan trọng; KE nhiều hơn (ít hơn) được cho là cường độ lớn (nhỏ) theo thời gian của bão.

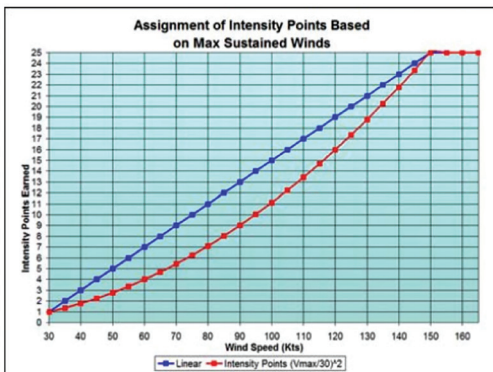
Để ước tính KE từ một mực đơn, tác giả xem xét trong một vòng tròn. Tổng KE được tìm thấy bằng cách tích phân động năng cho một phần tử không khí đơn so với khối lượng của đĩa mỏng. Việc tính KE khá tương tự như IKE của tác giả Powell, chỉ khác ở chỗ IKE được tính toán trên một diện tích lớn hơn (lưới 8°x8°) sử dụng phân tích H*Wind, trong khi trường gió phân tích của KE là sử dụng số liệu từ thám sát máy bay (từ tâm bão đến 200 km):

$$KE = \frac{\rho_0 \Delta z}{2} \int_{z_1}^{z_2} \int_0^{2\pi} \int_0^R \rho(u^2 + v^2) r dr d\theta dz \quad (11)$$

Dữ liệu thu nhận từ thám sát máy bay được giả định là đại diện cho cấu trúc qua độ sâu 1 km và thường có sẵn cho khoảng cách bán kính từ tâm đến 200 km. Giả định mật độ không khí trong khối lượng này là nhỏ (ρ). Do đó, phương trình (11) trở thành:

$$KE = \frac{\rho_0 \Delta z}{2} \int_0^{2\pi} \int_0^R (u^2 + v^2) r dr d\theta \quad (12)$$

Ở đây: KE là động năng (đơn vị của KE là Joule) u là gió xuyên tâm, v là gió tiếp tuyến, ρ là mật độ không khí, r là bán kính, θ là góc phương vị, và z là chiều cao. Gió được giả thuyết là đại diện của cấu trúc bão độ dày 1 km, vì vậy Δz là



a) Điểm cường độ

Hình 2. Minh họa về phương pháp tính chỉ số HSI [12]

2.2.2. Tính toán hoạt động của bão theo mùa dựa trên chỉ số năng lượng bão

Để tính toán theo tháng hoặc mùa, năm, công thức sẽ là:

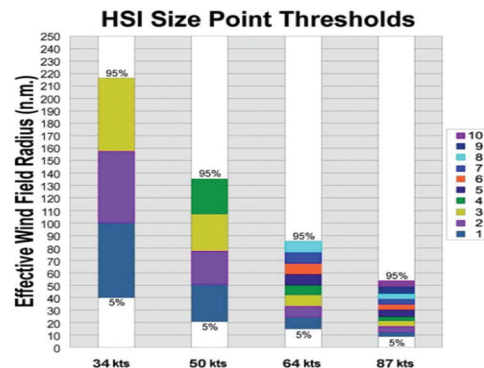
1.000 m. Khoảng cách xuyên tâm của các dữ liệu phân tích của do thám bằng máy bay (Mueller, 2006) là 4 km, và góc phương vị là 22,5°. Tên miền xuyên tâm là từ tâm bão ra đến 200 km.

+ Chỉ số HSI (Hurricane Severity Index):

Nhằm mục đích sử dụng kích thước trường gió để bổ sung thêm vào phân cấp SS phục vụ dự báo bão đổ bộ, nhóm tác giả Hebert và cộng sự (2010) [12] đã đề xuất “chỉ số bão nghiêm trọng” (Hurricane Severity Index, “HSI”). Chỉ số HSI được xác định dựa trên xấp xỉ 50 điểm, một nửa dựa trên cường độ và một nửa dựa trên kích thước trường gió. Chỉ số HSI là không có thứ nguyên, HSI lớn hơn thể hiện mức độ nguy hiểm cao hơn, cụ thể tính toán là:

- Điểm cường độ bão (HSI intensity points) được xác định: Nếu $V_{max} < 30$ knot, điểm cường độ HSI = 0, Nếu $30 \text{ knot} \leq V_{max} \leq 150$ knot, điểm cường độ HSI = $(V_{max}/30)^2$ và nếu $V_{max} > 150$ knot, điểm cường độ HSI = 25 điểm (Hình 2a);

- Bán kính ảnh hưởng được xác định: $Re = 0,5 \times SQRT(RNE^2 + RSE^2 + RSW^2 + RNW^2)$ theo các tốc độ gió 34, 50, 65 và 87 knot (trong đó RNE, RSE, RSW, RNW là bán kính ở các góc phần tư hình tròn phía Đông Bắc, Đông Nam, Tây Nam và Tây Bắc), sau đó gán mức độ từ 1-10 tương ứng với tốc độ gió theo các góc phần tư của hình tròn dựa trên phân tích gió H*wind [13] (Hình 2b). Tổng số có 25 điểm/theo 4 tốc độ gió được gọi là điểm kích thước (HSI size points).



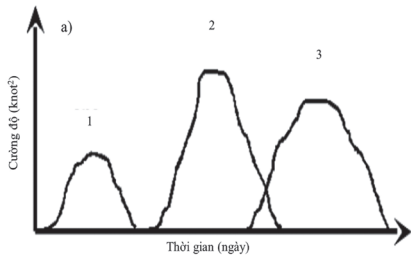
b) Ảnh hưởng của bán kính trường gió

$$ACE = \sum_i ACE_i \quad (14)$$

Ở đây: i là mỗi cơn bão, N là số cơn bão trong tháng/mùa/năm được xem xét. Các chỉ số khác công tính toán hoàn toàn tương tự như chỉ số ACE.

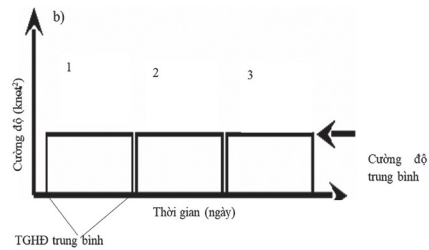
Theo tác giả Carl Drews(2007) [4], nếu chúng ta thừa nhận rằng chỉ số ACE là biểu thức phù hợp để sử dụng cho đánh giá hoạt động mùa bão, thì nó có thể được thể hiện:

$$\text{Hoạt động mùa bão} = \text{Số cơn bão} \times \text{cường độ}$$



$$\times \text{thời gian hoạt động của bão} \quad (15)$$

Một ví dụ đơn giản về chỉ số ACE (mùa/năm) là tổng diện tích theo ba cơn bão (Hình 3a), sự chồng chéo nhỏ giữa cơn bão số hai và ba là đều được tính.



Hình 3. Mùa bão đơn giản với 3 cơn bão trung bình [4]

Trong Hình 3b, ba "cơn bão trung bình" giống hệt nhau, có cùng thời gian và cường độ, nhưng diện tích kết hợp của chúng cũng giống như trong Hình 3a. Chúng ta có thể sử dụng Hình 3 để đặc trưng cho mỗi mùa bão. Từ định nghĩa của tác giả Carl Drews (2007) [4], ta có thể biểu diễn các thành phần của chỉ số ACE dưới dạng biểu thức toán học như sau:

$$D_i = \sum_{t_{oi}}^{t_{fi}} \Delta t; D = \frac{1}{N} \sum_1^N D_i; I = \frac{\sum_1^N \sum_{t_{oi}}^{t_{fi}} v_{\max}^2 \Delta t}{\sum_1^N D_i} \quad (16)$$

Ở đây: i là mỗi cơn bão; Δt là bước thời gian 6 giờ; D_i là thời gian hoạt động cơn bão thứ i ($D_i/24$ sẽ tính là ngày bão); t_{oi} và t_{fi} là thời gian bắt đầu và kết thúc hoạt động cơn bão thứ i ; D là thời gian hoạt động trung bình cho mùa bão/năm đối với N cơn bão; I là cường độ trung bình cho mùa bão/năm.

ACE được tính từ biểu thức 3 tương đương với:
 $ACE \text{ (knot}^2\text{-ngày)} = N \times D \text{ (ngày)} \times I \text{ (knots}^2\text{)}.$

Một cách tương tự cho ba thành phần là N , D và I của PDI cũng đã được tác giả Emanuel (2007) [7] tách thành công thức toán học như công thức 16. Các chỉ số khác cũng tách tương tự như chỉ số ACE và PDI.

4. Kết luận

Trên cơ sở phân tích và nhận xét của các tác giả Camargo (2004), Jia-Yuh Yu (2009, 2012), Carl Drews (2007), Katherine (2007) và Misra (2013) cho thấy:

+ Mục đích của các chỉ số năng lượng bão là

bổ sung thêm về thước đo phản ánh cho hoạt động mùa bão, lý do các tác giả thường sử dụng các chỉ số này, vì nó là biến liên tục, thuận lợi trong việc sử dụng chuỗi thời gian và hữu ích cho việc tính toán tương quan và hồi quy với các biến khí hậu như các chỉ số khí hậu đại dương, các trường khí áp, độ cao địa thế vị,... vì nó là biến liên tục. Thêm nữa, nó được tính từ tổng các cường độ bão của mỗi cơn bão theo bước thời gian 6 tiếng, cũng như tất cả các cơn bão, do đó nó thích hợp cho đánh giá ảnh hưởng của điều kiện khí quyển - đại dương đến hoạt động của bão nhiệt đới;

+ Phương pháp tính toán ACE, RACE, PDI, RPDI đơn giản và đang được sử dụng khá phổ biến trong nghiên cứu hoạt động của bão ở trên thế giới, nguồn số liệu quỹ đạo bão (best track) để tính toán các chỉ số này là sẵn có cho khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương, do đó có thể sử dụng thuận lợi cho nghiên cứu hoạt động của bão trên Biển Đông;

+ ACE (PDI) là năng lượng gió bão được đánh giá ở bán kính gió cực đại (nơi Entropy tăng chủ yếu ở lớp biên), nhưng chưa xem xét đến kích thước của bão. Chỉ số RACE/RPDI có xem xét đến kích thước bão nhưng cũng chưa xem xét đến thành phần bất đối xứng của cấu trúc bão theo chiều ngang. IKE (TIKE), HSI đã xem xét đến kích thước và sự bất đối xứng của bão theo chiều ngang, nhưng nguồn số liệu phân tích về bán kính bão cho khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương là chưa sẵn có.

Tài liệu tham khảo

1. Bell, G. D., and Coauthors (2000), "Climate assessment for 1999", *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 81, S1-S50.
2. Jia-Yuh Yu, C. Chou, và P.-G. Chiu (2009), "A revised accumulated cyclone energy index", *Geophys. Res. Lett.*, 36, L14710, doi: 10.1029/2009GL039254.
3. Jia-Yuh Yu and Ping-Gin Chiu (2012), "Contrasting Various Metrics for Measuring Tropical Cyclone Activity", *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, Vol. 23, No. 3, 303-316, doi: 10.3319/TAO.2011.11.23.01(A).
4. Carl Drews (2007), *Separating the ACE Hurricane Index into Number, Intensity, and Duration*, Atmospheric Chemistry Division NCAR Earth System Laboratory National Center for Atmospheric Research Boulder, Colorado USA.
5. Powell, M.D., and T.A. Reinhold (2007), "Tropical Cyclone Destructive Potential by Integrated Kinetic Energy", *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 88, 513-526.
6. Emanuel, K. A. (2005), "Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years", *Nature*, 436, 686-688. doi:10.1038/nature03906.
7. Emanuel, K. (2007), "Environmental factors affecting tropical cyclone power dissipation", *J. Climate*, 20, 5497-5509, doi: 10.1175/2007JCLI1571.1.
8. Katherine S. Maclay and Mark DeMaria Thomas H. Vonder Haar (2007), "Tropical Cyclone Inner-Core Kinetic Energy Evolution", *J. Climate*, 336, 4882-4898. DOI: <http://dx.doi.org/10.1175/2008MWR2268.1>.
9. Alvaro Corral, Antonio Turiel (2012), *Variability of North Atlantic hurricanes: seasonal versus individual-event features*, Chapter: *Extreme Events and Natural Hazards: The Complexity Perspective*, edited by A. S. Sharma, A. Bunde, V. P. Dimri y D. N. Baker (eds.), AGU, *Geophysical Monograph Series*, 196 (2012), tr 111-125.
10. V. Misra., DiNapoli S., and M Powell (2013), "The Track Integrated Kinetic Energy of Atlantic Tropical Cyclones", *Mon. Wea. Rev.*, 141, 2383-2389. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/MWR-D-12-00349.1>.
11. Hebert, C., Weinzapfel, B. & Chambers, M (2010), *Hurricane Severity Index: A New Way of Estimating a Tropical Cyclone's Destructive Potential*, Paper presented at the 29th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology.
12. Suzana J. Camargo (2004), "Western North Pacific Tropical Cyclone Intensity and ENSO", *Journal of Climate*. Volume 18.
13. <http://storm.aoml.noaa.gov/hwind/aboutwind.html>
14. IPCC (2007), *Climate Change 2007: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
15. IPCC (2013), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

ASSESSMENT METHOD FOR STORM ENERGY BASED ON ENERGY INDICATORS

Trinh Hoang Duong⁽¹⁾, Hoang Duc Cuong⁽²⁾, Duong Van Kham⁽¹⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾The National Center for Hydro-Meteorological Forecasting

Received: 04 May 2018; Accepted: 16 June 2018

Abstract: Cyclone energy indexes are used by the cyclone research community, such as cyclone energy

assessments, additional studies on cyclone classification, prediction seasonal cyclone activity, impact of cyclone and global warming on storm activity. The purpose of seasonal cyclone energy assessment, looking for the relationship of climate characteristics to seasonal cyclone activity and prediction of seasonal cyclone activity base on cyclone energy indexes. This paper presents the assessment methods of cyclone energy base on energy indexes and some comments on the applicability for East Sea.

Keywords: Assessing cyclone energy, cyclone energy index.

THỰC TRẠNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN MẠNG LƯỚI QUAN TRẮC KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP Ở VIỆT NAM

Dương Văn Khảm, Nguyễn Hồng Sơn

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

Ngày nhận bài 08/5/2018; ngày chuyển phản biện 09/5/2018; ngày chấp nhận đăng 20/6/2018

Tóm tắt: Sản xuất nông nghiệp khác với các ngành kinh tế khác là mọi quá trình sản xuất hầu như được tiến hành ở ngoài trời. Vì vậy, chế độ thời tiết, khí hậu và thủy văn có ý nghĩa rất lớn và quyết định đối với sản xuất nông nghiệp (SXNN). Với tầm quan trọng của thông tin khí tượng thủy văn (KTTV) đối với SXNN, ở nhiều nước trên thế giới, công tác khí tượng nông nghiệp (KTNN) đã được hình thành, phát triển rất sớm và hiện nay vẫn đang được duy trì và hiện đại hóa. Ngành KTTV ở các nước tuy có sự khác nhau về các mô hình tổ chức và hoạt động, nhưng lĩnh vực KTNN đều bao gồm các hoạt động quan trắc, điều tra, khảo sát, nghiên cứu và phục vụ. Để đánh giá khả năng phục vụ cho SXNN của ngành KTTV, bài báo này đề cập đến hai vấn đề: Thực trạng mạng lưới quan trắc KTNN và định hướng phát triển mạng lưới quan trắc KTNN ở Việt Nam.

Từ khóa: Khí tượng nông nghiệp, mạng lưới quan trắc.

1. Mở đầu

Sản xuất nông nghiệp khác với các ngành kinh tế khác là mọi quá trình sản xuất nông nghiệp phục vụ nhu cầu lương thực, thực phẩm cho con người được tiến hành ở ngoài trời, luôn bị chi phối và chịu ảnh hưởng trực tiếp của các điều kiện thời tiết, khí hậu và thiên tai. Vì vậy, chế độ khí hậu và thủy văn có ý nghĩa rất lớn và quyết định đối với quy hoạch và phát triển SXNN của quốc gia.

Với tầm quan trọng của thông tin khí tượng thủy văn đối với SXNN, ở nhiều nước trên thế giới, công tác khí tượng nông nghiệp (KTNN) đã được hình thành và phát triển rất sớm. Ngành KTTV ở các nước có sự khác nhau về các mô hình tổ chức và hoạt động, nhưng lĩnh vực KTNN đều bao gồm các hoạt động quan trắc, điều tra, khảo sát, nghiên cứu và phục vụ.

Ở Việt Nam, công tác KTNN đã được hình thành và phát triển từ những năm 60, qua nhiều năm ngày càng được nâng cao, có hiệu quả tốt đối với SXNN và an ninh lương thực quốc gia (ANLTQG).

Tuy nhiên, trong thời kỳ đổi mới, công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước, đặc biệt là các vấn

đề như ANLTQG, tam nông, xoá đói giảm nghèo, phát triển bền vững và hội nhập quốc tế thì lĩnh vực KTNN của Việt Nam chưa thực sự đáp ứng được những yêu cầu đổi mới trong hiện tại và tương lai.

Quyết định số 929/QĐ/TTg về phê duyệt Chiến lược phát triển ngành Khí tượng Thủy văn đến năm 2020 đã nêu rõ: “Tăng cường thông tin KTNN đáp ứng yêu cầu cho một nền nông nghiệp đa dạng bền vững thích ứng với biến đổi khí hậu, đảm bảo an ninh lương thực quốc gia”[1].

Để công tác phục vụ của lĩnh vực KTNN có hiệu quả, đáp ứng được đổi mới của kinh tế - xã hội nói chung và sản xuất nông nghiệp nói riêng và thực hiện theo Quyết định số 929/QĐ/TTg thì vấn đề đánh giá và quy hoạch lại mạng lưới quan trắc KTNN là bước đi đầu tiên và hết sức cần thiết.

2. Mạng lưới quan trắc khí tượng nông nghiệp trên thế giới

Tại nhiều nước trên thế giới như Trung Quốc, Nga, Israel,... mạng lưới quan trắc KTNN được quan tâm và phát triển [1], [5]:

Trung Quốc: Phân thành 3 hạng trạm KTNN: (i) Các trạm thực nghiệm KTNN (70 trạm) quan trắc theo đặt hàng của các đề tài, dự án nghiên cứu; các thực nghiệm về khí nhà kính, thiên tai KTNN đối với cây trồng, vật nuôi, độ ẩm đất,

Liên hệ tác giả: Dương Văn Khảm
Email: dvkham.kttv@gmail.com

chống hạn; (ii) Các trạm KTNN cơ bản (672 trạm) quan trắc các yếu tố khí tượng, trạng thái sinh trưởng và phát triển của cây trồng, độ ẩm đất, thiên tai KTNN; và (iii) Các trạm điều tra, khảo sát KTNN là các trạm KTNN tự động để quan trắc các yếu tố khí tượng phục vụ dự báo sinh trưởng và phát triển của cây trồng và cảnh báo, dự báo 17 loại sâu bệnh đối với 11 loại cây trồng và vật nuôi.

- Cộng hoà Liên bang Nga và các nước thuộc Liên Xô cũ: Hệ thống quan trắc KTNN được trang bị bài bản. Tuy các thiết bị quan trắc thường được thao tác thủ công nhưng dễ sử dụng và có độ chính xác cao, không hay hỏng hóc. Hiện nay một số trạm quan trắc đã được trang bị các thiết bị tự động, sử dụng công nghệ truyền tin tự động và công nghệ viễn thám, GIS trong quan trắc các yếu tố khí tượng, KTNN.

- Israel: Các trạm KTNN cơ bản và thực nghiệm thường quan trắc các yếu tố khí tượng, cây trồng, độ ẩm đất,... và thực nghiệm đáp ứng nhu cầu phục vụ KTNN và các nghiên cứu, dự án,...; trong khi đó, các trạm KTNN điều tra, khảo sát chủ yếu phục vụ công tác cảnh báo, dự báo KTNN.

- Ấn Độ: Có 211 trạm KTNN các loại; 216 chậu đo bốc hơi (Class A); 43 trạm đo độ ẩm đất; 39 trạm đo bốc thoát hơi (ET); và 83 trạm đo điểm sương.

- Ở Mexico có 1000 trạm quan trắc KTNN...



Hình 1. Mạng lưới quan trắc KTNN ở Trung Quốc

2. Mạng lưới quan trắc khí tượng nông nghiệp ở Việt Nam

2.1. Thực trạng mạng lưới quan trắc khí tượng nông nghiệp

a) Mạng lưới trạm quan trắc KTNN [5]

Ngay từ những năm 1960, Nha Khí tượng đã

triển khai việc xây dựng và phát triển mạng lưới trạm KTNN ở địa phương để thu thập thông tin, số liệu KTNN.

Năm 1975, ở miền Bắc đã xây dựng và đưa vào hoạt động 40 trạm KTNN.

Sau năm 1975, Tổng cục KTTV đã tập trung đầu tư và xây dựng mới thêm 7 trạm KTNN ở các tỉnh phía Nam, đồng thời tinh giảm một số trạm KTNN ở các tỉnh phía Bắc, thiết lập được một mạng lưới trạm KTNN mới gồm 40 trạm phân bố trên lãnh thổ cả nước.

Đến cuối những năm 80, mạng lưới trạm KTNN bao gồm: 27 trạm (trong đó có 15 trạm KTNN cơ bản và 12 trạm KTNN phổ thông).

Trước yêu cầu phát triển nông nghiệp và quy hoạch lại mạng lưới trạm KTNN, 2 trạm thực nghiệm KTNN đại diện cho 2 vùng đồng bằng lớn của đất nước là đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) và đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã được thành lập, nâng tổng số trạm KTNN của Việt Nam lên 29 trạm. Đặc biệt là từ đầu năm 1990 Dự án VIE 86/025 “*Tăng cường năng lực khí tượng nông nghiệp*” được triển khai, đã đầu tư tăng cường thiết bị cho 2 trạm thực nghiệm KTNN vùng đồng bằng Bắc Bộ (Hoài Đức) và vùng đồng bằng sông Cửu Long (Trà Nóc) và 6 trạm KTNN cơ bản: Hải Dương, Đô Lương, Phú Hộ, An Nhơn, Eakmat, Xuân Lộc. Trong đó 2 trạm thời tiết tự động (MILOS-500) dùng cho quan trắc, thực nghiệm KTNN với nhiều đầu đo đã được lắp đặt tại 2 Trạm thực nghiệm KTNN Hoài Đức và Trà Nóc.

Một điều dễ nhận thấy, phần lớn các trạm quan trắc đều tập trung ở các vùng đồng bằng, mật độ phân bố không đều, vị trí các trạm không gắn liền với quy hoạch phát triển của ngành nông nghiệp. Vì vậy, để cung cấp thông tin quan trắc đầy đủ, phù hợp cho công tác phục vụ khí tượng nông nghiệp, năm 2007, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 16/2007/QĐ-TTg về việc phê duyệt quy hoạch tổng thể mạng lưới trạm quan trắc tài nguyên môi trường quốc gia đến năm 2020 [3]. Trong quyết định này, mạng lưới trạm quan trắc KTNN tăng từ 29 trạm lên đến 79 trạm. Tuy nhiên, đến năm 2015, vì nhiều lý do mà mạng lưới quan trắc KTNN vẫn chưa được bổ sung và vẫn duy trì 29 trạm.

Đến đầu năm 2016, Thủ tướng Chính phủ đã

ký Quyết định số 90/QĐ-TTg về việc phê duyệt quy hoạch mạng lưới quan trắc tài nguyên và môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2025, tầm nhìn đến năm 2030 thay thế Quyết định số 16/2007/QĐ-TTg. Trong quyết định này, mạng lưới trạm quan trắc KTNN vẫn được quy hoạch là 79 trạm.

b) Nội dung quan trắc KTNN

Để phục vụ công tác quan trắc KTNN, các tiêu chuẩn, quy phạm quan trắc KTNN đã được xây dựng ngay từ khi được thành lập và đến nay đã 8 lần sửa chữa, bổ sung, tái bản Quy phạm quan trắc KTNN [6]. Đến năm 2001, đã xây dựng và xuất bản Quy phạm khảo sát KTNN trên đồng ruộng và năm 2008 hoàn thành việc ban hành Quy chuẩn Kỹ thuật quốc gia về Mã luật KTNN.

Hiện tại, công tác quan trắc, điều tra khảo sát và thực nghiệm KTNN vẫn đang được duy trì thường xuyên ở các trạm KTNN theo các nội dung của Quy chuẩn kỹ thuật Mã luật KTNN từ năm 2008.

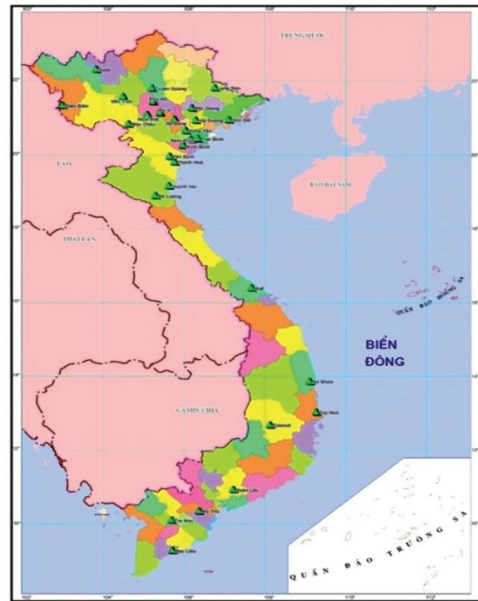
Ngoài những quan trắc theo Quy chuẩn kỹ thuật Mã luật KTNN, để đáp ứng thực tế sản xuất nông nghiệp các đơn vị KTNN đã đẩy mạnh việc phối hợp với các Viện nghiên cứu của ngành nông nghiệp, như: Viện Khoa học nông nghiệp Việt Nam, Viện Nghiên cứu Ngô, Viện Di truyền nông nghiệp, Viện Nghiên cứu Rau quả, Viện Lúa ĐBSCL để triển khai quan trắc, thực nghiệm KTNN với nhiều nội dung đổi mới mang tính chuyên đề theo yêu cầu của các Viện. Đã chú ý đến những quan trắc, thực nghiệm để cải tiến các phương pháp tính cân cân ẩm, bức xạ. Triển khai đo đạc và tính toán, đánh giá lượng phát thải khí mê-tan (CH_4) từ ruộng lúa tại trạm Thực nghiệm KTNN vùng ĐBBB (Hoài Đức) và ở Phân viện KTTV&ĐKH phía Nam phục vụ nghiên cứu về biến đổi khí hậu.

2.2. Đánh giá mạng lưới trạm quan trắc KTNN

a) Hiệu quả hoạt động quan trắc KTNN

- Hiện nay ở Việt Nam đã có một mạng lưới trạm KTNN bao gồm 15 trạm cơ bản, 12 trạm phổ thông, 2 trạm thực nghiệm và 34 trạm phát báo điện Agromet đại diện cho các vùng trong cả nước. Đây là nền tảng quan trọng để phát triển mạng lưới trạm KTNN gồm 79 trạm đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2030 [4].

- Công tác quan trắc được duy trì có nề nếp và



Hình 2. Mạng lưới quan trắc KTNN Việt Nam

phát triển tốt từ trung ương cho tới địa phương.

Sau hơn 50 năm quan trắc KTNN đã tích lũy và lưu trữ được một khối lượng lớn số liệu và tư liệu KTNN đối với cây trồng ở các vùng sinh thái nông nghiệp chủ yếu của đất nước (như lúa, ngô, khoai tây, khoai lang, đậu tương, lạc, chè, bông, cà phê, cao su, thuốc lá, mía, đay, cỏ chăn nuôi,...). Tất cả các số liệu đó, trở thành nguồn số liệu cần thiết cho công tác nghiên cứu và phục vụ KTNN từ trung ương đến các địa phương. Song song với các số liệu khí tượng, vật hậu và năng suất cây trồng nói trên là số liệu độ ẩm đất, các hằng số thủy văn nông nghiệp của các loại đất ở các trạm KTNN: Mộc Châu, Phú Hộ, Bắc Giang, Ba Vì, Yên Định, Eakmat, Xuân Lộc, Hoài Đức. Đồng thời, cũng đã xác định được các hằng số thủy văn nông nghiệp của các loại đất khác nhau trên phạm vi cả nước, một tư liệu rất cần thiết cho công tác nghiên cứu tính toán độ ẩm đất và cân cân ẩm đồng ruộng, vườn đồi cho các loại cây trồng cạn khác nhau. Đó là nền tảng, để đạt được các kết quả nghiên cứu KTNN trong những năm qua.

b) Tồn tại

Mặc dù đã được tăng cường đầu tư trong những năm qua nhưng nhìn chung hệ thống quan trắc KTNN hiện nay chủ yếu vẫn là quan

trắc thủ công, các thiết bị quan trắc hiện đại và tự động còn ít và không đồng bộ.

- Hiện tại mạng lưới trạm KTNN trên toàn quốc chỉ có tổng số 29 trạm, số lượng còn ít ỏi so với yêu cầu, lại phân bố không đều, tập trung chủ yếu ở các vùng đồng bằng, ở các vùng trung du miền núi còn quá thưa thớt: khu vực Tây Nguyên chỉ có 1 trạm, khu vực Trung Trung Bộ có 1 trạm, khu vực Nam Trung Bộ có 2 trạm, khu vực đồng bằng Nam Bộ chỉ có 3 trạm,...

- Trong số 29 trạm hiện có của mạng lưới trạm KTNN thì chất lượng công trình quan trắc KTNN, nhà trạm làm việc,... của nhiều trạm đã xuống cấp cần được sửa chữa nâng cấp.

- Hầu hết các máy, thiết bị ở các trạm KTNN hiện tại được trang bị từ những năm 90, chủ yếu là quan trắc thủ công, không đồng bộ, một số đã bị lạc hậu, chất lượng hoạt động không ổn định,... Với tình trạng máy móc thiết bị như hiện tại, mạng lưới trạm KTNN chưa thể đáp ứng thoả đáng nhu cầu phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai trong nông nghiệp.

- Lực lượng quan trắc viên của mạng lưới trạm quan trắc KTNN hiện tại còn thiếu về số lượng, yếu về trình độ chuyên môn.

- Quy trình, quy phạm quan trắc khí tượng nông nghiệp còn thiếu và chậm được cải tiến: Thiếu những quy định trách nhiệm tổ chức thực hiện quan trắc; thiếu quy định cụ thể những yếu tố vật lý KTNN cần quan trắc và đánh giá tổng kết theo định kỳ; thiếu quy định tổ chức thực hiện giám sát thanh kiểm tra đánh giá. Bên cạnh đó, tồn tại những quy định không còn phù hợp với hoàn cảnh hiện tại. Trong những năm gần đây có tiến hành đổi mới công nghệ, đổi mới máy móc, thiết bị quan trắc nhưng nội dung quy phạm quan trắc KTNN chưa được nghiên cứu sửa đổi lại cho phù hợp. Mặt khác, cần tiến hành biên soạn lại Quy phạm quan trắc KTNN.

- Cơ cấu tổ chức quản lý mạng lưới trạm KTNN chưa tối ưu. Sự phối hợp giữa các trạm quan trắc và các cơ quan sử dụng số liệu để nghiên cứu và phục vụ chưa được gắn kết dẫn đến việc triển khai các nội dung quan trắc KTNN chưa kịp thời, đồng bộ.

Đánh giá chung: Công tác quan trắc, điều tra khảo sát và thực nghiệm KTNN trên toàn mạng lưới KTNN vẫn được duy trì thường xuyên. Tuy nhiên, điều kiện cơ sở vật chất, máy móc và thiết

bị đo đạc của nhiều trạm KTNN đã bị lạc hậu và xuống cấp. Đối tượng quan trắc là cây trồng, vật nuôi trên thực tế đã có rất nhiều thay đổi. Trình độ chuyên môn của các cán bộ quan trắc viên còn nhiều hạn chế, ít được đào tạo lại.

3. Định hướng phát triển mạng lưới quan trắc khí tượng nông nghiệp ở Việt Nam

3.1. Định hướng phát triển nông nghiệp đến năm 2030

Kể từ khi đổi mới đến nay, sản xuất trồng trọt tiếp tục phát triển theo hướng hàng hóa, nâng cao năng suất, chất lượng và hiệu quả; đảm bảo vững chắc an ninh lương thực quốc gia; ngành trồng trọt đã hình thành các vùng sản xuất hàng hoá tập trung gắn liền với công nghiệp chế biến [2]: Vùng lúa gạo ở đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng sông Hồng; vùng ngô ở Sơn La và các tỉnh Tây Nguyên; vùng mía ở Thanh Hóa, Nghệ An, Quảng Ngãi, Phú Yên và các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long; các vùng cây ăn quả tập trung như: Nhãn lồng Hưng Yên; vải thiều Bắc Giang, Hải Dương; cam, quýt Hà Giang, Tuyên Quang, Nghệ An, Vĩnh Long; các vùng cây ăn quả tập trung vùng Đông Nam Bộ và đồng bằng sông Cửu Long; vùng cây công nghiệp lâu năm gắn với công nghiệp chế biến như cao su, cà phê, điều ở Đông Nam Bộ và Tây Nguyên, vùng chè ở trung du miền núi phía Bắc và Lâm Đồng, làm cho sản phẩm trồng trọt có giá trị kinh tế ngày càng cao

Trên cơ sở quan điểm phát triển nông nghiệp giai đoạn 2010 - 2020, tầm nhìn đến năm 2030, ngành nông nghiệp vẫn giữ vai trò quan trọng đảm bảo an ninh lương thực, góp phần làm cho nền kinh tế đất nước phát triển ổn định và bền vững, trong đó chú trọng đảm bảo đủ lương thực là lúa gạo cho toàn xã hội, phát triển nông nghiệp theo hướng tập trung chuyên canh:

+ Lúa gạo: Dự kiến đất canh tác lúa là 3,8 triệu ha, trong đó đất chuyên lúa nước 3,2 triệu ha, sản lượng 44 triệu tấn;

+ Ngô: Diện tích ổn định ở mức 1,44 triệu ha, sản lượng 10 triệu tấn;

+ Cao su: Dự kiến diện tích là 800 ngàn ha, diện tích thu hoạch 740 nghìn ha, năng suất 1,9 tấn/ha, sản lượng 1.406 nghìn tấn;

+ Cà phê: Diện tích là 479 nghìn ha, diện tích thu hoạch 468,2 nghìn ha, năng suất 2,4 tấn

nhân/ha, sản lượng 1.123 nghìn tấn;

+ Điều: Diện tích là 400 nghìn ha, diện tích cho sản phẩm 350 nghìn ha, năng suất 1,5 tấn/ha, đạt sản lượng 525 nghìn tấn;

+ Hồ tiêu: Diện tích 50 nghìn ha, diện tích cho sản phẩm 49 nghìn ha, sản lượng 134 nghìn tấn;

+ Chè: Diện tích trồng 140 nghìn ha, diện tích cho sản phẩm 130 nghìn ha, năng suất 10 tấn/ha, sản lượng 1,3 triệu tấn búp tươi;

+ Mía: Diện tích khoảng 300 nghìn ha, năng suất bình quân ước đạt 90 tấn/ha;

+ Rau đậu các loại: Diện tích 1,4 triệu ha, sản lượng 25,2 triệu tấn;

+ Cây ăn quả: Dự kiến diện tích ổn định khoảng 1,1 triệu ha, sản lượng 12 - 13 triệu tấn.

Như vậy, để đáp ứng yêu cầu phát triển một nền nông nghiệp đa dạng, bền vững, thích nghi với điều kiện biến đổi khí hậu, bảo đảm an ninh lương thực quốc gia thì công tác KTNN cần có sự đổi mới ngay từ việc quy hoạch mạng lưới trạm quan trắc và các nội dung quan trắc.

3.2. Định hướng phát triển mạng lưới trạm quan trắc KTNN

Một trong những chỉ tiêu mà lĩnh vực KTNN Việt Nam cần phải đạt được đến năm 2020 là xây dựng được một mạng lưới trạm KTNN gồm 79 trạm theo Quyết định số 90/QĐ-TTg [4], trong đó, có 9 trạm KTNN cơ bản và thực nghiệm (trạm KTNN hạng I), 20 trạm KTNN phổ thông (trạm KTNN hạng II), 50 trạm KTNN bổ trợ (trạm KTNN hạng III) phù hợp với mục tiêu phát triển của ngành nông nghiệp. Để thực hiện, trước tiên cần:

- Tăng mật độ trạm quan trắc KTNN tương đương với các nước phát triển, các trạm phải được gắn liền với các vùng sản xuất chuyên canh.

- Tăng cường trang thiết bị, hệ thống đo đạc từ xa, tự động hoá trên 90% số trạm quan trắc, bảo đảm theo dõi liên tục các biến động về thời tiết, khí hậu, thâm phủ thực vật, độ ẩm đất, cây trồng và vật nuôi,...

- Đổi mới nội dung quan trắc, thực nghiệm, điều tra và khảo sát, nghiên cứu và phục vụ thông tin KTNN đáp ứng cơ bản các yêu cầu quản lý Nhà nước và phát triển kinh tế - xã hội của đất nước.

- Phát triển đội ngũ quan trắc viên đủ về số lượng, hợp lý về cơ cấu và đạt chuẩn nghề nghiệp.

3.3. Định hướng về nội dung quan trắc

Nhiệm vụ quan trắc, khảo sát, thực nghiệm KTNN là thu thập và cung cấp đầy đủ 3 loại số liệu sau đây:

1) Số liệu bảo đảm cho yêu cầu của công tác phục vụ, tư vấn, dự báo KTNN đối với các vùng và các tỉnh cụ thể, là số liệu khí tượng và đặc biệt là các số liệu vật hậu cây trồng, mô tả quá trình sinh trưởng phát triển của cây trồng vật nuôi đại diện cho vùng, tỉnh nơi đặt trạm. Nguồn số liệu này phải phản ánh thực trạng của các điều kiện KTNN, hiện trạng SXNN, quá trình sinh trưởng phát triển và hình thành năng suất cây trồng, vật nuôi ở địa phương tại thời điểm quan trắc.

2) Số liệu bảo đảm cho công tác nghiên cứu KTNN trong các lĩnh vực:

- Nghiên cứu cải tiến các phương pháp tính toán cân nhiệt, ẩm, bức xạ quang hợp, bốc thoát hơi tiềm năng và đánh giá điều kiện và tài nguyên khí hậu nông nghiệp (KHNN) theo yêu cầu của cây trồng, vật nuôi và SXNN ở Việt Nam nói chung và ở từng vùng, tỉnh nói riêng.

- Nghiên cứu khả năng thích nghi và khả năng phân bố các loại cây trồng (kể cả các giống mới được lai tạo và nhập nội), khả năng chuyển đổi và bố trí lại cơ cấu mùa vụ, cơ cấu cây trồng, vật nuôi ở từng vùng sinh thái, từng tỉnh, huyện cụ thể, để thích ứng với biến đổi khí hậu, giảm thiểu tác hại của thiên tai;

- Nghiên cứu đánh giá tài nguyên KHNN, xác định các tiêu chí rủi ro đối với SXNN do biến đổi khí hậu và thiên tai, xu thế biến đổi của các tiêu chí, các lợi thế, bất lợi về thiên tai khí hậu đối với SXNN của từng vùng.

- Xây dựng các mô hình tính toán dự báo KTNN, dự báo khả năng thiệt hại do thiên tai gây ra phục vụ ANLTQG và phát triển nông nghiệp bền vững.

3) Số liệu kiểm tra, kiểm chứng kết quả nghiên cứu khoa học và công nghệ về KTNN và kết quả chuyển giao, áp dụng vào thực tế những tư vấn, cảnh báo và dự báo KTNN.

4. Kết luận

Đến nay, thông tin khí tượng nông nghiệp có ý nghĩa vô cùng quan trọng cho việc ổn định và phát triển bền vững của ngành nông nghiệp theo hướng chuyên canh, đa dạng hóa cây trồng, vật nuôi.

Sau hơn 50 năm, mạng lưới quan trắc KTNN đã tích lũy và lưu trữ được một khối lượng lớn các số liệu và tư liệu, đó là nền tảng để đạt được các kết quả nghiên cứu và phục vụ KTNN góp phần phát triển kinh tế - xã hội nói chung và ngành nông nghiệp nói riêng.

Mặc dù đã được tăng cường đầu tư trong những năm qua nhưng nhìn chung hệ thống quan trắc KTNN hiện nay vẫn còn nhiều hạn chế: Mạng lưới trạm còn thưa, phân bố không đều, cơ sở hạ tầng xuống cấp, thiết bị lạc hậu, không

đồng bộ. Lực lượng quan trắc viên còn thiếu, yếu về trình độ chuyên môn.

Để nâng cao năng lực phục vụ kinh tế - xã hội tốt hơn, đảm bảo được sự phát triển bền vững của ngành nông nghiệp thì cần phải bổ sung trạm quan trắc, trang thiết bị máy móc, nâng cao trình độ quan trắc viên, đổi mới nội dung quan trắc, thực nghiệm, điều tra và khảo sát đủ năng lực đáp ứng cơ bản các yêu cầu quản lý Nhà nước và phát triển kinh tế - xã hội của đất nước.

Tài liệu tham khảo

1. Quyết định số 929/QĐ/TTg ngày 22/6/2010 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt Chiến lược phát triển ngành Khí tượng Thủy văn đến năm 2020.
2. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2009), *Chiến lược nông nghiệp Việt Nam đến 2020*, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.
3. Quyết định số 16/2007/QĐ-TTg ngày 29/01/2007 về phê duyệt quy hoạch tổng thể mạng lưới quan trắc tài nguyên môi trường quốc gia đến năm 2020.
4. Quyết định số 90/QĐ-TTg ngày 12/01/2016 về phê duyệt Quy hoạch mạng lưới quan trắc tài nguyên và môi trường quốc gia giai đoạn 2016-2025, tầm nhìn đến năm 2030.
5. Nguyễn Văn Việt, Ngô Sỹ Giai, Nguyễn Văn Liêm (2009), "*Nghiên cứu xây dựng chiến lược phát triển khí tượng nông nghiệp Việt Nam đến 2020*", Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Số 578.
6. Lưu Đăng Thứ (2002), "*Tăng cường năng lực công tác thu thập số liệu KTNN phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững và an ninh lương thực cho thế kỷ 21*", Tạp chí Khí tượng Thủy văn.

CURRENT SITUATION AND DEVELOPMENT STRATEGIES OF AGRO-METEOROLOGY MONITORING NETWORK IN VIET NAM

Duong Van Kham, Nguyen Hong Son

Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 08 May 2018; Accepted: 16 June 2018

Abstract: *Agricultural production differs from other economic sectors, as almost every production process is carried out outdoors. So the weather, climate and hydrology are very significant and decisive for agricultural production. With the importance of hydro-meteorological information for agricultural production, in many countries in the world, agro-meteorology has been formed and developed very early. Hydrological and meteorological services in different countries differ in their organizational and operational models, but the agro-meteorological sector includes monitoring, survey, research, and service. To assess serviceability of meteorological and hydrographical divisions to agricultural production, this paper addresses two issues: Current state of the agro-meteorology monitoring network and development orientation of agro-meteorology monitoring network of Vietnam.*

Keywords: *Agricultural meteorology, monitoring network.*

TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG CỦA VIỆT NAM

Huyền Thị Lan Hương⁽¹⁾, Nguyễn Thị Liễu⁽¹⁾, Trần Văn Trà⁽¹⁾, Trần Thanh Thủy⁽¹⁾

Vũ Đức Đàm Quang⁽²⁾, Trần Tiến Dũng⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Cục Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 09/5/2018; ngày chuyển phản biện 10/5/2018; ngày chấp nhận đăng 20/6/2018

Tóm tắt: Biến đổi khí hậu tác động đến các ngành, các lĩnh vực và người dân, tác động đến phát triển kinh tế-xã hội, do đó, tác động đến các mục tiêu phát triển bền vững của đất nước. Việt Nam đã xây dựng “Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững” và “Đóng góp do quốc gia tự quyết định”. Có sự hài hòa và đồng lợi ích trong việc thực hiện các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu và các mục tiêu phát triển bền vững. Bài báo này phân tích tác động của biến đổi khí hậu và sự gia tăng rủi ro khí hậu đến việc đạt mục tiêu phát triển bền vững, cũng như phân tích sự đóng góp của giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu trong Đóng góp do quốc gia tự quyết định cho việc đạt được các mục tiêu phát triển bền vững. Kết quả cho thấy, biến đổi khí hậu và cực đoan gia tăng sẽ gây trở ngại lớn nhất cho việc đạt được mục tiêu 6 về “Đảm bảo đầy đủ và quản lý bền vững tài nguyên nước và hệ thống vệ sinh cho tất cả mọi người” và mục tiêu 13 về “Ứng phó kịp thời, hiệu quả với biến đổi khí hậu và thiên tai”. Giải pháp 13 về “Đảm bảo an ninh lương thực thông qua bảo vệ, duy trì hợp lý và quản lý bền vững quỹ đất cho nông nghiệp; chuyển đổi cơ cấu cây trồng, vật nuôi; tạo giống mới thích ứng với BĐKH; hoàn thiện hệ thống kiểm soát, phòng chống dịch bệnh” và giải pháp 17 về “Quy hoạch đô thị và sử dụng đất, cơ sở hạ tầng, khu công nghiệp, khu tái định cư ven biển và hải đảo trên cơ sở kịch bản nước biển dâng” có mức đóng góp cao nhất cho việc đạt được các mục tiêu phát triển bền vững.

Từ khóa: Thích ứng với biến đổi khí hậu, mục tiêu phát triển bền vững, đóng góp do quốc gia tự quyết định.

1. Mở đầu

Khí hậu đã và đang biến đổi và có những tác động tiềm tàng, bất lợi đến phát triển. Biến đổi khí hậu (BĐKH) không chỉ là vấn đề môi trường, không còn là vấn đề của một ngành riêng lẻ mà chính là vấn đề của phát triển bền vững (PTBV).

Việt Nam được đánh giá là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề bởi BĐKH. Trong những năm qua, dưới tác động của BĐKH, nhiệt độ tăng, nước biển dâng, tần suất và cường độ các thiên tai ngày càng gia tăng. BĐKH sẽ tác động mạnh mẽ không chỉ trong sự gia tăng tính bất ổn của khí hậu mà còn trong cường độ và tần suất của những hiện tượng khí hậu cực

đoan. BĐKH tác động đến những yếu tố cơ bản của đời sống con người như nước, lương thực, năng lượng, sức khỏe và môi trường. Hàng triệu người có thể phải lâm vào nạn đói, thiếu nước, ngập lụt tại vùng đồng bằng và ven biển do nhiệt độ tăng và nước biển dâng. BĐKH có thể sẽ là trở ngại lớn cho việc đạt được các mục tiêu PTBV của đất nước [2].

“Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững của Việt Nam” bao gồm 17 mục tiêu tổng quát và 115 mục tiêu cụ thể [1]. Hợp phần thích ứng với BĐKH trong Đóng góp do quốc gia tự quyết định của Việt Nam (NDC) đã xác định 20 giải pháp thích ứng với BĐKH [2].

Việc đánh giá sự hài hòa và đồng lợi ích của các hành động thích ứng với BĐKH và các mục tiêu PTBV là rất cần thiết nhằm xác định được

Liên hệ tác giả: Nguyễn Thị Liễu
Email: lieuminh2011@gmail.com

các ưu tiên trước mắt và lâu dài trong ứng phó với BĐKH và PTBV.

2. Tác động của biến đổi khí hậu đến phát triển bền vững

2.1. Tình trạng dễ bị tổn thương và phơi bày trước hiểm họa đang gia tăng

Tình trạng dễ bị tổn thương và mức độ phơi bày trước hiểm họa đang gia tăng được xác định trong từng bối cảnh cụ thể, tương tác với hiểm họa tạo nên các rủi ro. BĐKH làm thay đổi hiện tượng cực đoan, thông qua đó làm thay đổi mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương của hệ sinh thái tự nhiên và hệ sinh thái nhân sinh. Ở Việt Nam, BĐKH làm gia tăng hiện tượng cực đoan và thiên tai, mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương. Tùy thuộc vào điều kiện của từng vùng, chịu tác động của các yếu tố khác nhau mà đối tượng bị tổn thương và mức độ bị tổn thương cũng khác nhau, các lĩnh vực dễ bị tổn thương nhất là nông nghiệp và an ninh lương thực, các hệ sinh thái tự nhiên, đa dạng sinh học, tài nguyên nước, sức khỏe cộng đồng, nơi cư trú và hạ tầng kỹ thuật. Tất cả các vùng đều bị tổn thương do thiên tai gia tăng, trong đó đồng bằng sông Cửu Long, đồng bằng sông Hồng, khu vực ven biển Miền Trung là các vùng dễ bị tổn thương nhất [4].

Trong mỗi vùng, nhóm người nghèo, dân tộc

thiểu số, những người có thu nhập phụ thuộc vào khí hậu, người già, phụ nữ, trẻ em, người bị bệnh tật bị tổn thương cao nhất do BĐKH.

2.2. Sự gia tăng rủi ro do biến đổi khí hậu

Sự gia tăng rủi ro và tác động tiềm tàng của BĐKH đối với các lĩnh vực, các khu vực, cộng đồng và cơ sở hạ tầng liên quan bao gồm:

Dải ven bờ với chiều dài hơn 3.000 km và các vùng biển hải đảo Việt Nam là vùng sẽ chịu nhiều rủi ro gia tăng và các nguy cơ, tác động tiềm tàng nhiều nhất liên quan đến BĐKH và nước biển dâng.

Tương tự như vậy, rủi ro sẽ ngày càng gia tăng đối với các vùng đồng bằng châu thổ và đô thị lớn, đặc biệt là các đô thị ven biển do mật độ dân cư cao, quy hoạch đô thị và quy hoạch không gian chưa xét đến giảm nhẹ rủi ro thiên tai và thích ứng với BĐKH. Đây cũng là nơi tập trung nhiều tài sản, công trình hạ tầng và các nhóm dân cư dễ bị tổn thất nhất.

Vùng núi phía Bắc và duyên hải Trung Bộ sẽ chịu nhiều rủi ro hơn do lũ quét và trượt lở đất khi chế độ mưa thay đổi, với tần suất và cường độ mưa lớn ngày càng nhiều.

Những vùng có rủi ro cao hơn và dễ bị tổn thương hơn do hạn hán và thiếu nước dẫn đến hoang mạc hoá bao gồm: Duyên hải Trung Bộ và Nam Trung Bộ, đồng bằng Bắc Bộ, trung du và khu vực Tây Nguyên [4].

Bảng 1. Phơi bày trước hiểm họa và gia tăng rủi ro do biến đổi khí hậu

Phơi bày trước hiểm họa và tính dễ bị tổn thương	Thay đổi quan sát được và dự tính đến 2100	Rủi ro gia tăng
Nhiệt độ tăng		
Mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương gia tăng đối với các vùng trên cả nước; các lĩnh vực kinh tế - xã hội; các đối tượng người dân, đặc biệt là người già, trẻ em, người nghèo và những người có sinh kế chủ yếu dựa vào nông nghiệp.	<u>Quan sát được:</u> Nhiệt độ trung bình tăng 0,62°C trong thời kỳ 1958 - 2014. Trong 20 năm gần đây tăng 0,38°C so với thời kỳ 1981-1990. <u>Dự tính:</u> Theo kịch bản RCP4.5: Nhiệt độ trung bình năm toàn quốc vào đầu, giữa và cuối thế kỷ tăng tương ứng là: 0,6-0,8°C, 1,3-1,7°C, và 1,7-2,4°C.	Nhiệt độ ở phía Bắc có xu thế tăng cao hơn so với phía Nam gây nên rủi ro cao hơn.
Nước biển dâng		

Phơi bày trước hiểm họa và tính dễ bị tổn thương	Thay đổi quan sát được và dự tính đến 2100	Rủi ro gia tăng
<p>Vùng ven biển và đồng bằng dễ bị tổn thương đối với mực nước biển dâng, đặc biệt là nước dâng do bão hoặc kết hợp với triều cường.</p> <p>Các hiện tượng này gây ra xói lở, ngập lụt, thay đổi đường bờ biển, xâm nhập mặn và các tác động đối với cộng đồng ven biển, du lịch, giao thông vận tải và các doanh nghiệp, các hệ sinh thái, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Kết quả là dẫn đến thiệt hại kinh tế và di dân.</p>	<p><u>Quan sát được:</u> Tại các trạm ven biển Việt Nam tăng khoảng 2,45 mm/năm giai đoạn 1960 - 2014.</p> <p><u>Dự tính:</u> Đến cuối thế kỷ 21, theo kịch bản cao, mực nước biển dâng trung bình cho toàn dải ven biển là 73 cm (49 - 103 cm).</p>	<p>Thay đổi về tần suất và cường độ bão có thể góp phần làm thay đổi mực nước cực đoan ven biển, nhưng các nghiên cứu cho các vùng còn ít nên chưa thể đánh giá đầy đủ được các ảnh hưởng của sự thay đổi của bão đến sự thay đổi của nước dâng do bão.</p>
Bão		
<p>Gia tăng do tăng dân số và tăng các giá trị vật chất phơi bày trước hiểm họa, đặc biệt là ở những thành phố ven biển. Nhiều khu tái định cư có thể phải được điều chỉnh thay đổi do nơi ở mới không đảm bảo sinh kế bền vững và môi trường sống không ổn định dưới tác động của thiên tai.</p>	<p><u>Quan sát được:</u> Những cơn bão mạnh có xu thế tăng nhẹ. Mùa bão kết thúc muộn hơn và đường đi của bão có xu thế dịch chuyển về phía Nam với nhiều cơn bão đổ bộ vào khu vực phía Nam.</p> <p><u>Dự tính:</u> Số lượng bão giảm trong các tháng đầu mùa bão, nhưng tăng ở cuối mùa. Bão có xu thế dịch chuyển về cuối mùa bão. Số lượng bão yếu và trung bình giảm, nhưng bão mạnh đến rất mạnh tăng.</p>	<p>Hơn 3.000 km bờ biển của Việt Nam bị phơi bày trước những rủi ro bão, đặc biệt là khu vực miền Trung. Các khu vực định cư ven biển, đặc biệt là các thành phố lớn, phải cân nhắc kỹ đến những rủi ro này trong các quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội.</p>
Lũ lụt		
<p>Tại khu vực ĐBSCL, trung bình khoảng 4 đến 6 năm lại xảy ra một trận lũ lớn. Các nguyên nhân chính gây lũ lụt ở khu vực này là do mưa lớn, xả lũ từ các đập thủy điện ở thượng nguồn, nạn phá rừng, các hệ thống kênh thủy nông và đê ngăn mặn, phát triển đô thị không hợp lý,... Trong gần 45 năm qua, có các năm 1961, 1978, 1984, 1991, 1994, 1996, 2000, 2001 và 2011 là những năm lũ lụt lớn.</p>	<p><u>Quan sát được:</u> Mưa lớn diện rộng có xu thế tăng mạnh trong 20 năm gần đây, cao nhất là năm 2008 với 56 đợt. Mưa lớn diện rộng gây lũ thường xuyên, bất thường và tác động trên diện rộng, bao trùm cả một khu vực, vùng miền.</p> <p><u>Dự tính:</u> Số ngày mưa lớn hơn 50 mm tăng trong thế kỷ 21 trên khu vực miền Bắc và miền Nam, nhưng khu vực miền Trung giảm nhẹ.</p>	<p>ĐBSCL cũng luôn phải đối mặt với lũ lụt. Lũ lụt ở ĐBSCL có đặc điểm riêng, nên mặc dù diện dân cư và phạm vi bị tác động kéo dài nhiều tháng nhưng mức độ tác động không nặng nề như lũ lụt miền Trung và đồng bằng Bắc Bộ.</p>
Lũ quét		
<p>Mưa lớn, cường độ mạnh gây lũ quét tại nhiều tỉnh miền núi ở Việt Nam, đặc biệt là các tỉnh miền núi phía Bắc. Lũ quét xảy ra bất ngờ, đe dọa tính mạng con người, phá hủy cơ sở hạ tầng và ảnh hưởng đến sự phát triển kinh tế - xã hội và đời sống người dân</p>	<p><u>Quan sát được:</u> Lũ quét có xu hướng ngày càng nghiêm trọng. Trung bình thời kỳ 1990-2010, mỗi năm có khoảng 12 trận lũ quét.</p> <p><u>Dự tính:</u> Mưa cực đoan gia tăng sẽ làm tăng rủi ro xảy ra lũ quét trong tương lai. Đặc biệt là vùng Tây Bắc và Nam Tây Nguyên.</p>	<p>Lũ quét thường xảy ra trên diện hẹp và có ít thông tin quan trắc và đo đạc. Vì vậy, khả năng đưa ra các dự báo về lũ quét ở quy mô địa phương là hạn chế.</p>
Mưa cực đoan và ngập lụt đô thị		
<p>Mức độ phơi bày trước hiểm họa ngập lụt đô thị gia tăng do gia tăng mưa cực đoan cùng với quá trình đô thị hóa và quy hoạch không gian thiếu đồng bộ.</p>	<p><u>Quan sát được:</u> Lượng mưa 1 ngày và 5 ngày lớn nhất tăng ở Nam Bộ và tăng đáng kể ở Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên.</p> <p><u>Dự tính:</u> Số ngày có mưa lớn có xu thế tăng mạnh ở hầu hết khu vực.</p>	<p>Rủi ro đang ngày càng gia tăng do khả năng thích ứng còn hạn chế.</p>

Phơi bày trước hiểm họa và tính dễ bị tổn thương	Thay đổi quan sát được và dự tính đến 2100	Rủi ro gia tăng
Hạn hán		
<p>Hạn hán có xu thế gia tăng trên cả nước. Các phương thức nông nghiệp ít tiên tiến vì thế dễ bị tổn thương trước biến đổi về lượng mưa, hạn hán theo mùa và các sự kiện thời tiết cực đoan. Khả năng dễ bị tổn thương trở nên nghiêm trọng hơn do tăng dân số, suy thoái hệ sinh thái và sử dụng quá mức tài nguyên thiên nhiên, cũng như các tiêu chuẩn về y tế, giáo dục và quản lý điều hành kém.</p>	<p><u>Quan sát được:</u> Các đợt hạn nặng đã xuất hiện nhiều hơn ở nhiều vùng, đặc biệt trong giai đoạn 2000 - 2017.</p> <p><u>Dự tính:</u> Hạn hán có thể xuất hiện nhiều hơn và kéo dài hơn ở hầu hết các vùng khí hậu của Việt Nam. Hạn hán sẽ tăng lên trong suốt thế kỷ 21, với tốc độ cao và với mức độ khắc nghiệt hơn và kéo dài hơn ở các khu vực hạn hán nhiều như Nam Trung Bộ, Tây Nguyên.</p>	<p>Hạn vào mùa đông chủ yếu xảy ra ở khu vực Bắc Bộ, Nam Bộ, Tây Nguyên; hạn mùa hè phổ biến ở Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ. Trang thiết bị đo đạc và số liệu quan trắc đã được cải thiện, song thông tin đến người dân bị rủi ro còn nhiều hạn chế.</p>
Nắng nóng		
<p>Các yếu tố ảnh hưởng bao gồm tuổi tác, tình trạng sức khỏe, mức độ hoạt động ngoài trời và các yếu tố KT-XH như nghèo đói, cô lập xã hội, thích ứng và các cơ sở hạ tầng đô thị.</p> <p>Các đợt nắng nóng cũng gây thiệt hại về kinh tế và sản xuất nông nghiệp. Ở Bắc Bộ, nắng nóng thường xảy ra vào mùa hè, gây thiếu nước tưới và sinh hoạt, ảnh hưởng nghiêm trọng tới sức khỏe và tiêu tốn nhiều năng lượng cho việc bơm tưới và làm mát. Ở Nam Bộ và Tây Nguyên thường xảy ra nắng nóng, khô hạn trong giai đoạn cuối mùa khô, làm ảnh hưởng tới sản xuất. Ở duyên hải Trung Bộ, nắng nóng khô hạn kéo dài thường xuất hiện vào giữa mùa hè, làm thiếu hụt nước gieo cấy vụ mùa.</p>	<p><u>Quan sát thấy:</u> Số ngày và số đợt nắng nóng hàng năm có xu thế tăng lên trên hầu khắp toàn quốc, nhất là khu vực miền Trung. Nắng nóng diện rộng thường phát triển theo quy luật từ Bắc vào Nam và từ Tây sang Đông. Các tỉnh ven biển Trung Bộ, nhất là Bắc Trung Bộ, là nơi có tần suất nắng nóng lớn nhất và gay gắt nhất ở Việt Nam.</p> <p><u>Dự tính:</u> Số đợt nắng nóng tăng ở hầu hết khu vực, đặc biệt ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên với mức tăng 6 đến 10 đợt; các khu vực còn lại tăng từ 2 đến 6 đợt. Số ngày nắng nóng đến giữa thế kỷ 21 tăng từ 20 - 30 ngày so với thời kỳ 1980 - 1999 ở Nam Bộ; đến cuối thế kỷ 21, tăng khoảng từ 60 - 70 ngày ở Đông Bắc, Đồng bằng Bắc Bộ, Trung Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Nam Bộ.</p>	<p>Số đợt nắng nóng tăng lên trong suốt thế kỷ 21, đặc biệt là tại các khu vực như Nam Bộ và Nam Tây Nguyên.</p>
Xâm nhập mặn		
<p>Xâm nhập mặn xảy ra khá phổ biến ở khu vực ven biển, trong đó vùng có nguy cơ cao là các tỉnh ven biển Tây Nam Bộ, duyên hải miền Trung và hạ lưu sông Đồng Nai.</p>	<p><u>Quan sát được:</u> Trong đợt hạn hán 2015 - 2016, 13 tỉnh đồng bằng sông Cửu Long bị xâm nhập mặn nghiêm trọng; 10 tỉnh công bố thiên tai; xâm nhập mặn lấn sâu vào đất liền, có nơi tới 70 - 90 km, ảnh hưởng lớn đến cuộc sống của hơn 20 triệu người, gây thiệt hại nặng nề cho khoảng 160.000 ha lúa.</p> <p><u>Dự tính:</u> Dưới tác động của nước biển dâng và thay đổi nguồn nước ở thượng lưu do ĐBKH, ở đồng bằng sông Hồng - Thái Bình, Đồng Nai và ĐBSCL, mặn xâm nhập vào đất liền sâu hơn.</p>	<p>Xâm nhập mặn vào sông là do mùa khô nước sông cạn kiệt khiến nước biển theo các sông, kênh dẫn tràn vào gây mặn. Hiện tượng tự nhiên này xảy ra hàng năm và do đó có thể được dự báo trước. Nhưng bên cạnh đó, những vùng đất ven biển cũng có nguy cơ nhiễm mặn do thẩm thấu hoặc do tiềm sinh.</p>

2.3. Tác động của biến đổi khí hậu đến việc đạt được các mục tiêu phát triển bền vững

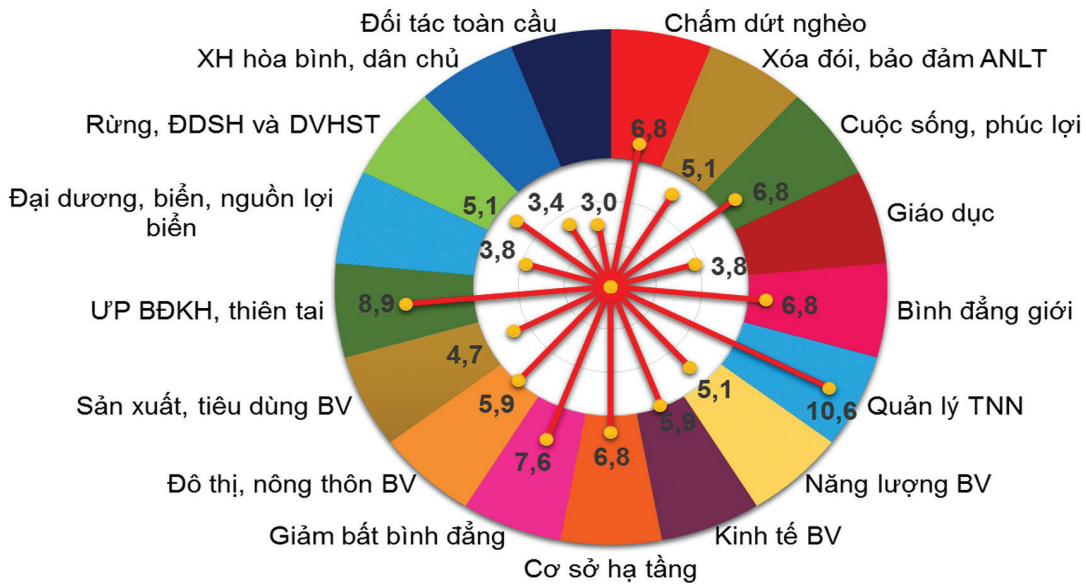
BĐKH có thể tác động đến việc đạt được các mục tiêu PTBV thể hiện qua các quá trình: (1) Quá trình diễn ra từ từ, bao gồm các yếu tố: Nhiệt độ tăng, nước biển dâng; và (2) Quá trình diễn ra nhanh thông qua việc gia tăng các cực đoan, bao gồm các yếu tố: Bão; lũ lụt; lũ quét; mưa lớn và ngập lụt đô thị; hạn hán; nắng nóng; rét hại; xâm nhập mặn.

Tác động của BĐKH đến các mục tiêu PTBV được xác định thông qua phân tích tác động của BĐKH đến các lĩnh vực và khu vực chủ yếu như: Tài nguyên nước, nông nghiệp và an ninh lương thực, lâm nghiệp, thủy sản, năng lượng, giao thông vận tải, công nghiệp, xây dựng, sức khỏe,

hệ sinh thái và đa dạng sinh học; vùng ven biển và hải đảo, vùng đồng bằng, vùng núi và trung du, vùng đô thị,...[2]

Ma trận tác động được xây dựng để xác định mức độ tác động của từng yếu tố đến từng mục tiêu PTBV. Chỉ số tác động của một yếu tố được xác định theo các mức: 4 = Tác động rất lớn; 3 = Tác động lớn; 2 = Tác động ở mức trung bình; 1 = Ít tác động; 0 = Không có tác động. Các chỉ số này được xác định trên cơ sở tham vấn chuyên gia về mức độ tác động của từng yếu tố đến mục tiêu PTBV. Tác động tổng cộng do sự gia tăng của các hiện tượng nêu trên đến từng mục tiêu PTBV được xác định là tổng tác động của từng yếu tố.

Hình 1 trình bày mức độ tác động của sự thay đổi của các yếu tố khí hậu, tính tương đối theo %, đến các mục tiêu PTBV.



Hình 1. Tác động của biến đổi khí hậu đến các mục tiêu phát triển bền vững của Việt Nam

Kết quả cho thấy, mức độ tác động của BĐKH đến các mục tiêu PTBV:

Mục tiêu 1: 6,8%; Mục tiêu 2: 5,1%; Mục tiêu 3: 6,8%; Mục tiêu 4: 3,8%; Mục tiêu 5: 6,8%; Mục tiêu 6: 10,6%; Mục tiêu 7: 5,1%; Mục tiêu 8: 5,9%; Mục tiêu 9: 6,8%; Mục tiêu 10: 7,6%; Mục tiêu 11: 5,9%; Mục tiêu 12: 4,7%; Mục tiêu 13: 8,9%; Mục tiêu 14: 3,8%; Mục tiêu 15: 5,1%; Mục tiêu 16: 3,4% và Mục tiêu 17: 3,0%.

Từ kết quả phân tích, có thể thấy các mục tiêu 6 và mục tiêu 13 là nhạy cảm nhất đối với

BĐKH, nói một cách khác, BĐKH và cực đoan gia tăng sẽ gây trở ngại lớn nhất cho việc đạt được mục tiêu 6 về “Đảm bảo đầy đủ và quản lý bền vững tài nguyên nước và hệ thống vệ sinh cho tất cả mọi người” và mục tiêu 13 về “Ứng phó kịp thời, hiệu quả với BĐKH và thiên tai”.

Mức độ tác động đến các mục tiêu PTBV do nhiệt độ tăng, nước biển dâng, bão và áp thấp nhiệt đới, mưa cực đoan và ngập lụt đô thị, lũ lụt, hạn hán, xâm nhập mặn, nắng nóng và rét hại, tương ứng là: 11,5%, 17,3%, 11,1%, 12,0%,

11,1%, 16,3%, 10,6%, 8,7%, và 1,4%. Từ kết quả phân tích, có thể thấy nước biển dâng và hạn hán có tác động lớn nhất đến các mục tiêu PTBV.

3. Thích ứng với biến đổi khí hậu để phát triển bền vững

3.1. Những nỗ lực của Việt Nam trong thích ứng với biến đổi khí hậu

BĐKH có tác động đến các ngành, các vùng miền của cả nước và các đối tượng người dân. Như đã phân tích ở trên, BĐKH là nguy cơ hiện hữu đối với các mục tiêu PTBV của Việt Nam.

Để có thể đảm bảo được các mục tiêu PTBV, Việt Nam đã có nhiều nỗ lực và thực hiện nhiều giải pháp thích ứng, từ các chính sách, chiến lược, kế hoạch đến các chương trình dự án cụ thể. Những hoạt động này có thể góp phần vào việc đạt được các mục tiêu PTBV. Trong đó, hợp phần thích ứng với BĐKH trong NDC đã thể hiện rõ nỗ lực và giải pháp trong thích ứng với BĐKH và PTBV.

Mối liên hệ giữa các nỗ lực của Việt Nam về thích ứng với BĐKH trong NDC và các mục tiêu PTBV của Việt Nam được phân tích trong Bảng 2.

Bảng 2. Các nỗ lực thích ứng với biến đổi khí hậu trong NDC và mối liên hệ với các mục tiêu phát triển bền vững

TT	Hoạt động thích ứng với BĐKH trong NDC	Liên hệ trực tiếp đến mục tiêu PTBV của Việt Nam
1. Chủ động ứng phó với thiên tai và tăng cường giám sát khí hậu		
1	Hiện đại hóa hệ thống quan trắc và công nghệ dự báo khí tượng thủy văn bảo đảm dự báo và cảnh báo sớm các hiện tượng thời tiết, khí hậu cực đoan và thiên tai; Xây dựng hệ thống đánh giá và giám sát BĐKH và nước biển dâng.	Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi. Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.1).
2	Xây dựng quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, quy hoạch ngành dựa trên kịch bản BĐKH có chú trọng đến các ngành và vùng trọng điểm.	Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.2).
3	Triển khai các phương án và giải pháp về phòng chống thiên tai, bảo vệ đời sống nhân dân, bảo đảm quốc phòng an ninh.	Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.1). Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi.
4	Củng cố, xây dựng các công trình phòng chống thiên tai trọng điểm, cấp bách; Tăng cường năng lực cho lực lượng tìm kiếm cứu hộ, cứu nạn.	Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.1). Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi.
5	Phát triển cơ sở hạ tầng và quy hoạch các khu dân cư; Di dời, sắp xếp lại các khu dân cư ở những vùng thường xuyên chịu tác động của bão, nước dâng do bão, lũ lụt, xói lở bờ sông, bờ biển hoặc có nguy cơ xảy ra lũ quét, sạt lở đất.	Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.1). Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi.
6	Phân bổ và huy động nguồn lực cho thích ứng với BĐKH và quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng; nâng cao nhận thức và tăng cường năng lực thích ứng với BĐKH và quản lý rủi ro thiên tai.	Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.1,13.3). Mục tiêu 4. Đảm bảo giáo dục chất lượng, toàn diện và công bằng và thúc đẩy các cơ hội học tập suốt đời cho mọi người (4.7).

TT	Hoạt động thích ứng với BĐKH trong NDC	Liên hệ trực tiếp đến mục tiêu PTBV của Việt Nam
2. Đảm bảo an sinh xã hội		
7	Rà soát, điều chỉnh và phát triển sinh kế và quá trình sản xuất phù hợp với điều kiện BĐKH gắn với xóa đói giảm nghèo, công bằng xã hội.	Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi. Mục tiêu 2. Xóa đói, đảm bảo an ninh lương thực, cải thiện dinh dưỡng và khuyến khích nông nghiệp bền vững (2.1 - 2.5). Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.1, 13.2).
8	Xây dựng các cơ chế, chính sách, tăng cường hệ thống bảo hiểm, chia sẻ rủi ro khí hậu và thiên tai.	Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi. Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.2).
9	Hoàn thiện các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật về cơ sở hạ tầng, các công trình công cộng và dân sinh phù hợp với bối cảnh BĐKH.	Mục tiêu 11. Xây dựng các đô thị và cộng đồng dân cư hiệu quả, an toàn, đồng bộ và bền vững (11.1, 11.2). Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.1, 13.2).
10	Thích ứng dựa vào hệ sinh thái, thông qua phát triển dịch vụ hệ sinh thái, bảo tồn đa dạng sinh học, trong đó ưu tiên bảo tồn nguồn gen, các loài có nguy cơ bị tuyệt chủng và các hệ sinh thái quan trọng.	Mục tiêu 2. Xóa đói, đảm bảo an ninh lương thực, cải thiện dinh dưỡng, và khuyến khích nông nghiệp bền vững (2.1, 2.4, 2.5). Mục tiêu 14. Bảo tồn và sử dụng bền vững các đại dương, biển và tài nguyên biển cho PTBV (14.4, 14.5). Mục tiêu 15. Bảo vệ, khôi phục và khuyến khích sử dụng bền vững các hệ sinh thái trên bề mặt trái đất, quản lý bền vững tài nguyên rừng, chống sa mạc hóa, chống xói mòn đất và ngăn chặn sự mất đa dạng sinh học (15.1, 15.3, 15.4, 15.5, 15.7, 15.8).
11	Thích ứng dựa vào cộng đồng, sử dụng kiến thức bản địa, ưu tiên cộng đồng dễ bị tổn thương nhất.	Mục tiêu 10. Giảm bất bình đẳng trong và giữa các quốc gia (10.3).
12	Quản lý tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông; bảo đảm an toàn hồ chứa; tăng cường hợp tác quốc tế giải quyết các vấn đề nước xuyên biên giới; đảm bảo an ninh nguồn nước.	Mục tiêu 6. Đảm bảo nguồn cung ứng và quản lý bền vững nguồn nước và các điều kiện vệ sinh môi trường cho tất cả mọi người (6.1, 6.3, 6.4, 6.5). Mục tiêu 3. Đảm bảo cuộc sống khỏe mạnh và nâng cao phúc lợi cho tất cả mọi lứa tuổi (3.9). Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.1). Bảo vệ, khôi phục và khuyến khích sử dụng bền vững các hệ sinh thái trên bề mặt trái đất, quản lý bền vững tài nguyên rừng, chống sa mạc hóa, chống xói mòn đất và ngăn chặn sự mất đa dạng sinh học (15.1).

TT	Hoạt động thích ứng với BĐKH trong NDC	Liên hệ trực tiếp đến mục tiêu PTBV của Việt Nam
13	Đảm bảo an ninh lương thực thông qua bảo vệ, duy trì hợp lý và quản lý bền vững quỹ đất cho nông nghiệp; chuyển đổi cơ cấu cây trồng, vật nuôi; Tạo giống mới thích ứng với BĐKH; hoàn thiện hệ thống kiểm soát, phòng chống dịch bệnh.	Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi. Mục tiêu 2. Xóa đói, đảm bảo an ninh lương thực, cải thiện dinh dưỡng, và khuyến khích nông nghiệp bền vững.
14	Quản lý rừng bền vững; nâng cao chất lượng rừng tự nhiên nghèo kiệt; Trồng và phục hồi rừng, chú trọng phát triển rừng trồng gỗ lớn; ngăn chặn mất rừng và suy thoái rừng.	Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động (13.1). Mục tiêu 15. Bảo vệ, khôi phục và khuyến khích sử dụng bền vững các hệ sinh thái trên bề mặt trái đất, quản lý bền vững tài nguyên rừng, chống sa mạc hóa, chống xói mòn đất và ngăn chặn sự mất đa dạng sinh học. Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi.
15	Bảo vệ, phục hồi, trồng mới và nâng cao chất lượng rừng ven biển (bao gồm rừng ngập mặn), đặc biệt là ở vùng cửa sông và ven biển đồng bằng sông Cửu Long và sông Hồng.	Mục tiêu 14. Bảo tồn và sử dụng bền vững các đại dương, biển và tài nguyên biển cho PTBV (14.2, 14.5). Mục tiêu 15. Bảo vệ, khôi phục và khuyến khích sử dụng bền vững các hệ sinh thái trên bề mặt trái đất, quản lý bền vững tài nguyên rừng, chống sa mạc hóa, chống xói mòn đất và ngăn chặn sự mất đa dạng sinh học (15.1,15.2).
3. Ứng phó với nước biển dâng và ngập lụt đô thị		
16	Quản lý tổng hợp dải ven bờ.	Mục tiêu 6. Đảm bảo nguồn cung cứng và quản lý bền vững nguồn nước và các điều kiện vệ sinh môi trường cho tất cả mọi người (6.1, 6.3, 6.4, 6.5). Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động của nó (13.1). Mục tiêu 14. Bảo tồn và sử dụng bền vững các đại dương, biển và tài nguyên biển cho PTBV (14.2, 14.5).
17	Quy hoạch đô thị và sử dụng đất, cơ sở hạ tầng, khu công nghiệp, khu tái định cư ven biển và hải đảo trên cơ sở kịch bản nước biển dâng.	Mục tiêu 9. Xây dựng cơ sở hạ tầng đồng bộ, khuyến khích quá trình công nghiệp hóa toàn diện và bền vững, thúc đẩy sự đổi mới (9.1, 9.4). Mục tiêu 11. Xây dựng các đô thị và cộng đồng dân cư hiệu quả, an toàn, đồng bộ và bền vững (11.1,11.3,11.6). Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động của nó (13.1).

TT	Hoạt động thích ứng với BĐKH trong NDC	Liên hệ trực tiếp đến mục tiêu PTBV của Việt Nam
18	Chống ngập cho các thành phố lớn ven biển; xây dựng các cơ sở hạ tầng đô thị chống chịu với tác động của BĐKH; Củng cố và xây mới các công trình cấp, thoát nước đô thị lớn.	Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi. Mục tiêu 6. Đảm bảo nguồn cung ứng và quản lý bền vững nguồn nước và các điều kiện vệ sinh môi trường cho tất cả mọi người (6.1, 6.4). Mục tiêu 9. Xây dựng cơ sở hạ tầng đồng bộ, khuyến khích quá trình công nghiệp hóa toàn diện và bền vững, thúc đẩy sự đổi mới (9.1). Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động của nó (13.1).
19	Củng cố, nâng cấp và hoàn thiện các tuyến đê biển, đê sông xung yếu.	Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi. Mục tiêu 2. Xóa đói, đảm bảo an ninh lương thực, cải thiện dinh dưỡng, và khuyến khích nông nghiệp bền vững (2.4). Mục tiêu 9. Xây dựng cơ sở hạ tầng đồng bộ, khuyến khích quá trình công nghiệp hóa toàn diện và bền vững, thúc đẩy sự đổi mới (9.1). Mục tiêu 11. Xây dựng các đô thị và cộng đồng dân cư hiệu quả, an toàn, đồng bộ và bền vững (11.1, 11.6). Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động của BĐKH (13.1).
20	Kiểm soát xâm nhập mặn các vùng bị ảnh hưởng nặng nề nhất.	Mục tiêu 1. Xóa nghèo ở mọi lĩnh vực ở mọi nơi. Mục tiêu 2. Xóa đói, đảm bảo an ninh lương thực, cải thiện dinh dưỡng, và khuyến khích nông nghiệp bền vững (2.4). Mục tiêu 9. Xây dựng cơ sở hạ tầng đồng bộ, khuyến khích quá trình công nghiệp hóa toàn diện và bền vững, thúc đẩy sự đổi mới (9.1). Mục tiêu 13. Triển khai các hành động khẩn cấp để giải quyết vấn đề BĐKH và các tác động của BĐKH (13.1).

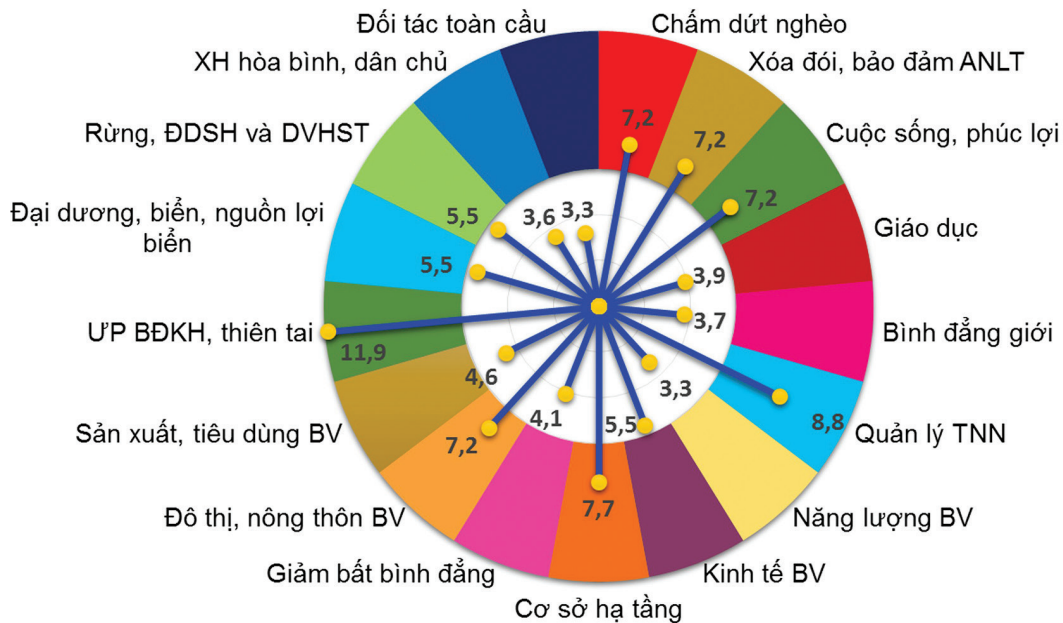
3.2. Đóng góp của các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu trong NDC đến việc đạt được các mục tiêu phát triển bền vững

Ma trận tác động được xây dựng để xác định mức độ đóng góp của từng giải pháp thích ứng với BĐKH trong NDC của Việt Nam đến từng mục tiêu PTBV. Chỉ số đóng góp của một giải pháp được xác định theo các mức: 4 = Đóng góp rất lớn; 3 = Đóng góp lớn; 2 = Đóng góp ở mức trung bình; 1 = Ít đóng góp; 0 = Không có đóng góp. Các chỉ số này được xác định trên cơ sở tham vấn chuyên gia về mức độ đóng góp của từng giải pháp đến mục tiêu PTBV. Đóng góp

tổng cộng của các giải pháp đến từng mục tiêu PTBV được xác định là tổng đóng góp của từng giải pháp.

Hình 2 trình bày đóng góp của các giải pháp thích ứng với BĐKH trong NDC, tính tương đối theo %, đến các mục tiêu PTBV.

Kết quả phân tích cho thấy, mức độ đóng góp của các giải pháp thích ứng với BĐKH trong NDC đối với các mục tiêu PTBV là: Mục tiêu 1: 7,2%; Mục tiêu 2: 7,2%; Mục tiêu 3: 7,2%; Mục tiêu 4: 3,9%; Mục tiêu 5: 3,7%; Mục tiêu 6: 8,8%; Mục tiêu 7: 3,3%; Mục tiêu 8: 5,5%; Mục tiêu 9: 7,7%; Mục tiêu 10: 4,1%; Mục tiêu 11: 7,2%;



Hình 2. Đóng góp của các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu trong NDC đến các mục tiêu phát triển bền vững của Việt Nam

Mục tiêu 12: 4,6%; Mục tiêu 13: 11,9%; Mục tiêu 14: 5,5%; Mục tiêu 15: 5,5%; Mục tiêu 16: 3,6%; Mục tiêu 17: 3,3%.

Từ kết quả phân tích, có thể thấy các giải pháp thích ứng với BĐKH trong NDC có đóng góp lớn nhất đến mục tiêu 6 về “Đảm bảo đầy đủ và quản lý bền vững tài nguyên nước và hệ thống vệ sinh cho tất cả mọi người”; và mục tiêu 13 về “Ứng phó kịp thời, hiệu quả với biến đổi khí hậu và thiên tai”.

Giải pháp 13 về “Đảm bảo an ninh lương thực thông qua bảo vệ, duy trì hợp lý và quản lý bền vững quỹ đất cho nông nghiệp; chuyển đổi cơ cấu cây trồng, vật nuôi; tạo giống mới thích ứng với BĐKH; hoàn thiện hệ thống kiểm soát, phòng chống dịch bệnh” và giải pháp 17 về “Quy hoạch đô thị và sử dụng đất, cơ sở hạ tầng, khu công nghiệp, khu tái định cư ven biển và hải đảo trên cơ sở kịch bản nước biển dâng” có mức đóng góp cao nhất cho việc đạt được các mục tiêu PTBV.

4. Kết luận

Việc đánh giá tác động của BĐKH đến các mục tiêu PTBV và đóng góp của các giải pháp

thích ứng với BĐKH trong NDC đến việc đạt được các mục tiêu PTBV là cần thiết để xác định sự hài hòa và đồng lợi ích giữa các hành động. Nhận định được sự hài hòa này sẽ giúp cho việc hoạch định chính sách đầu tư ứng phó với BĐKH và tận dụng các cơ hội mà BĐKH có thể mang lại. Kết quả phân tích cho thấy, BĐKH và sự gia tăng các cực đoan khí hậu sẽ gây trở ngại lớn nhất cho việc đạt được mục tiêu 6 về “Đảm bảo đầy đủ và quản lý bền vững tài nguyên nước và hệ thống vệ sinh cho tất cả mọi người” và mục tiêu 13 về “Ứng phó kịp thời, hiệu quả với BĐKH và thiên tai”. Giải pháp “Đảm bảo an ninh lương thực thông qua bảo vệ, duy trì hợp lý và quản lý bền vững quỹ đất cho nông nghiệp; chuyển đổi cơ cấu cây trồng, vật nuôi; tạo giống mới thích ứng với BĐKH; hoàn thiện hệ thống kiểm soát, phòng chống dịch bệnh” và giải pháp “Quy hoạch đô thị và sử dụng đất, cơ sở hạ tầng, khu công nghiệp, khu tái định cư ven biển và hải đảo trên cơ sở kịch bản nước biển dâng” có mức đóng góp cao nhất cho việc đạt được các mục tiêu PTBV.

Tài liệu tham khảo

1. Thủ tướng Chính phủ Việt Nam (2017), *Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững của Việt Nam*.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015), *Đóng góp do quốc gia tự quyết định của Việt Nam - NDC*.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015), *Biến đổi khí hậu và tăng trưởng xanh*, Nhà xuất bản Tài Nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam.
4. IMHEN và UNDP (2015), *Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu* [Trần Thực, Koos Neefjes, Tạ Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Thắng, Mai Trọng Nhuận, Lê Quang Trí, Lê Đình Thành, Huỳnh Thị Lan Hương, Võ Thanh Sơn, Nguyễn Thị Hiền Thuận, Lê Nguyễn Tường], Nhà xuất bản Tài Nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam.

THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN VIET NAM

Huynh Thi Lan Huong⁽¹⁾, Nguyen Thi Lieu⁽¹⁾, Tran Van Tra⁽¹⁾, Tran Thanh Thuy⁽¹⁾
Vu Duc Dam Quang⁽²⁾, Tran Tien Dung⁽²⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾Department of Climate Change

Received: 09 May 2018; Accepted: 20 June 2018

Abstract: *Climate change has impacts on all sectors, areas and people, affecting socio-economic development, thus has the potential to affect the nation's Sustainable Development Goals. Viet Nam has developed a "National Action Plan for the Implementation of the 2030 Sustainable Development Agenda" and the "Nationally Determined Contribution". There are harmony and co-benefits in implementing adaptation measures and Sustainable Development Goals. This paper analyzes the impacts of climate change and the increase in climate extremes on the ability to achieve the Sustainable Development Goals, as well as analyzing the contribution of climate change adaptation measures in the Nationally Determined Contributions in achieving the Sustainable Development Goals. The results showed that climate change and increased climate extremes will be the greatest obstacle in achieving Goal 6 on "Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all" and Goal 13: "Take urgent action to combat climate change and its impacts". Within the Nationally Determined Contribution, measure 13: "Ensure food security through protecting, sustainably-maintaining and managing agricultural land; restructuring of crops and livestock; create new climate change resilient varieties; complete the disease control and prevention system" and measure 17 "Use sea level rise scenarios in urban and land use planning for infrastructure, industrial parks, coastal and island resettlement areas" contribute most significantly towards achieving the Sustainable Development Goals.*

Key words: *Climate change, sustainable development goals, Nationally Determined Contributions.*

ĐÁNH GIÁ TÍNH BỊ TỔN THƯƠNG DO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TÁC ĐỘNG ĐẾN SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP TẠI HUYỆN CẦN GIỜ

Trần Nhật Nguyên⁽¹⁾, Trịnh Thị Minh Châu⁽¹⁾, Chu Phạm Đăng Quang⁽¹⁾, Nguyễn Kỳ Phùng⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Nghiên cứu phát triển TPHCM

⁽²⁾Sở Khoa học và Công nghệ TPHCM

Ngày nhận bài 18/5/2018; ngày chuyển phản biện 19/5/2018; ngày chấp nhận đăng 26/6/2018

Tóm tắt: Huyện Cần Giờ là vùng đất thấp ven biển tại TPHCM với nông nghiệp là ngành sản xuất chủ lực, là ngành kinh tế lệ thuộc rất lớn vào yếu tố biến đổi khí hậu (BĐKH). Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đánh giá định lượng tình trạng bị tổn thương đến sản xuất nông nghiệp bằng phương pháp xây dựng chỉ số dễ bị tổn thương cho từng xã/thị trấn của huyện Cần Giờ. Chỉ số dễ bị tổn thương của nông nghiệp được tính dựa trên bộ tham số cho từng thành phần của hàm bị tổn thương. Do các tham số không cùng thứ nguyên nên nghiên cứu sử dụng phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con người (HDI) của UNDP (2006) để chuẩn hóa tham số từ 0 ÷ 1 và lựa chọn phương pháp trọng số không bằng nhau của Iyengar & Sudarshan (1982) để xếp hạng các địa phương theo khả năng phát triển nông nghiệp. Kết quả tính toán cho thấy có 2 xã có mức tổn thương cao bao gồm xã Lý Nhơn và Tam Thôn Hiệp, 4 xã có mức tổn thương trung bình bao gồm xã Long Hòa, Bình Khánh, An Thới Đông, Thạnh An và 1 thị trấn có mức tổn thương thấp là Cần Thạnh. Nghiên cứu cũng đề xuất một số giải pháp thích ứng đối với những khu vực bị tổn thương do BĐKH.

Từ khóa: Tính dễ bị tổn thương, sản xuất nông nghiệp, Cần Giờ

1. Mở đầu

Cần Giờ là một trong 5 huyện ngoại thành của TPHCM. Cần Giờ có 7 đơn vị hành chính gồm thị trấn Cần Thạnh và 6 xã: Long Hòa, Thạnh An, Lý Nhơn, Tam Thôn Hiệp, An Thới Đông, Bình Khánh. Theo dự báo Cần Giờ sẽ chịu ảnh hưởng nặng nề bởi nước biển dâng, cụ thể là tình hình ngập úng, xâm nhập mặn, xói lở,... sẽ gia tăng, đe dọa đến đời sống và sinh kế của cộng đồng dân cư địa phương, cũng như sức chống chịu của toàn bộ hệ sinh thái rừng ngập mặn Cần Giờ.

Cần Giờ còn nhiều hộ nghèo (năm 2016, hộ nghèo chiếm 39,86% và hộ cận nghèo chiếm tỷ lệ 13,49% tổng hộ dân⁽¹⁾), là nhóm đối tượng rất nhạy cảm và bị ảnh hưởng lớn bởi BĐKH⁽²⁾. Ngoài ra, sản xuất nông nghiệp là ngành kinh tế chiếm tỷ trọng cao nhất trong tổng giá trị sản xuất của huyện (năm 2016 chiếm 48,6%), trong đó thủy sản là chủ lực với giá trị sản xuất trong năm 2016 đạt 97,7% trong tổng giá trị sản xuất

nông nghiệp. Đây là ngành lệ thuộc rất lớn vào điều kiện thiên nhiên.

Đánh giá tính bị tổn thương là một công cụ quan trọng để đánh giá mức độ bị tác động tạo cơ sở cho các nhà quản lý đưa ra quyết định lựa chọn phương pháp thích ứng phù hợp với đối tượng đánh giá. BĐKH tác động đến tất cả các lĩnh vực, từ tự nhiên đến kinh tế, xã hội⁽³⁾. Dân cư huyện Cần Giờ có sinh kế chủ yếu dựa vào nông nghiệp. Do đó, nghiên cứu tập trung đánh giá tính bị tổn thương của BĐKH đến sản xuất nông nghiệp để giúp chính quyền có cơ sở đưa ra những giải pháp thích hợp nhằm tăng cường khả năng thích ứng của người dân, giúp

⁽¹⁾Quyết định số 4249/QĐ-UBND ngày 17/8/2016 của UBND TPHCM về phê duyệt Đề án kinh tế - xã hội, nâng cao thu nhập, giảm nghèo bền vững cho người dân trên địa bàn huyện Cần Giờ giai đoạn 2016 - 2020

⁽²⁾UNDP, Báo cáo phát triển con người châu Á - Thái Bình Dương, 2012

⁽³⁾Tài liệu Hướng dẫn Đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, 2011.

Liên hệ tác giả: Trần Nhật Nguyên
Email: trannhatnguyen01@yahoo.com

họ phòng ngừa, giảm thiểu tác hại, ổn định cuộc sống và phát triển kinh tế trong điều kiện BĐKH.

2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp tính toán dễ bị tổn thương của IPCC được áp dụng khá phổ biến. Theo đó, tổn thương được xem là hàm của ba yếu tố:

Tính dễ bị tổn thương (V) = f (độ phơi nhiễm (E), độ nhạy (S), khả năng thích ứng (AC))

Để có thể đánh giá định lượng tình trạng dễ bị tổn thương, nhóm nghiên cứu sử dụng cách tiếp cận phổ biến là xây dựng chỉ số dễ bị tổn thương. Chỉ số dễ bị tổn thương của sản xuất nông nghiệp được tính dựa trên bộ tham số cho từng thành phần của tính dễ bị tổn thương. Bộ tham số dễ bị tổn thương do BĐKH được lựa chọn từ việc kế thừa kết quả nghiên cứu liên quan, Niên giám thống kê, và số liệu có thể khảo sát thực tế tại huyện. Các bước tính toán như sau:

+ Thiết lập các tham số

Bộ tham số được thiết lập theo 3 nhóm:

(1) Nhóm nhân tố phơi nhiễm hay là các tác động (E): Qua thống kê, nghiên cứu đưa ra 6 tham số phơi nhiễm của BĐKH tại Cần Giờ.

(2) Nhóm các nhân tố thể hiện mức độ nhạy cảm, dễ thay đổi do BĐKH (S): Nhóm nghiên cứu sử dụng các tham số độ nhạy về các yếu tố xã hội và yếu tố sinh kế trong nông nghiệp. Nghiên cứu đã lựa chọn 12 tham số độ nhạy.

(3) Nhóm các nhân tố thể hiện khả năng thích ứng (AC): Tham số thể hiện khả năng thích ứng đặc trưng cho khả năng chống đỡ và chịu đựng trước các yếu tố phơi nhiễm. Nghiên cứu lựa chọn 14 tham số đại diện về khả năng thích ứng.

+ Chuẩn hóa tham số

Trong nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con người (HDI) của UNDP (2006) để chuẩn hóa tham số, đưa về khoảng cho phép từ 0-1. Theo đó, các công thức được sử dụng để chuẩn hóa các tham số như sau:

$$\text{Quan hệ thuận: } X_{ij} = \frac{X_{ij} - \text{Min}X_{ij}}{\text{Max}X_{ij} - \text{Min}X_{ij}} \quad (1)$$

$$\text{Quan hệ nghịch: } X_{ij} = \frac{\text{Max}X_{ij} - X_{ij}}{\text{Max}X_{ij} - \text{Min}X_{ij}} \quad (2)$$

Trong đó: X_{ij} là giá trị của tham số j tương ứng với vùng i .

$\text{Max}X_{ij}$ và $\text{Min}X_{ij}$ là những giá trị tối đa và tối

thiểu của chỉ thị j cho khu vực thứ i .

+ *Xác định trọng số và tính chỉ số dễ bị tổn thương*

Sau khi số liệu đã được chuẩn hóa, các chỉ số cần được xác định trọng số. Để hướng tới mục đích định lượng hóa chỉ tiêu tổn thương, nhóm nghiên cứu lựa chọn phương pháp trọng số không bằng nhau của Iyengar & Sudarshan (1982). Mức độ tổn thương riêng của mỗi nhân tố sẽ được tính toán dựa trên trọng số của từng nhân tố và các tham số. Mức độ bị tổn thương trong mỗi nhân tố (E, S, AC) của vùng thứ i , gọi chung là y_i được xác định theo một tổng tuyến tính của X_{ij} như sau:

$$\bar{y}_i = \sum_{j=1}^K w_j \cdot x_{ij} \quad (3)$$

Trong đó $0 < w < 1$ và $\sum_{j=1}^K w_j$ là những trọng số. Theo phương pháp của Iyengar và Sudarshan thì các trọng số được giả định là tỉ lệ nghịch với phương sai của chỉ tiêu dễ bị tổn thương và được tính theo công thức:

$$w_j = \frac{c}{\sqrt{\text{var}_i(X_{ij})}} \quad (4)$$

Trong đó c là hằng số chuẩn hóa được xác định bởi:

$$c = \left[\sum_{j=1}^K \frac{1}{\sqrt{\text{var}_i(X_{ij})}} \right]^{-1} \quad (5)$$

Chỉ số dễ bị tổn thương được tính toán nằm trong phạm vi từ 0-1, với giá trị =1 chỉ mức dễ bị tổn thương là lớn nhất, với giá trị =0 là không bị tổn thương. Sau khi tính toán các giá trị của 3 nhóm yếu tố E_i, S_i, A_i , tiếp tục chuẩn hóa thuận và sau đó tính toán trọng số cho từng lĩnh vực theo công thức (4), được w_E, w_S, w_A là trọng số của các chỉ số tác động, độ nhạy và khả năng thích ứng. Trong đó:

$$w_E + w_S + w_A = 1 \quad (6)$$

Chỉ số dễ bị tổn thương cho mỗi khu vực (xã/thị trấn) tương ứng cho từng lĩnh vực được tính theo công thức sau:

$$V_i = E_i \times w_E + S_i \times w_S + A_i \times w_A \quad (7)$$

Trong đó V_i là chỉ số dễ bị tổn thương tính cho vùng i . Phân cấp mức độ tổn thương trong nghiên cứu này theo hàm phân bố đều như trong Bảng 1.

Bảng 1. Phân cấp trạng thái dễ bị tổn thương

$0 < V_i \leq 0,20$	RT	Tổn thương rất thấp
$0,20 < V_i \leq 0,40$	T	Tổn thương thấp
$0,40 < V_i \leq 0,60$	TB	Tổn thương trung bình
$0,60 < V_i \leq 0,80$	C	Tổn thương cao
$0,80 < V_i \leq 1,00$	RC	Tổn thương rất cao

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Chuẩn hóa tham số

Chỉ số bị tổn thương do biến đổi khí hậu tại huyện Cần Giờ được tính cho giai đoạn hiện nay (giai đoạn nền) và trong tương lai. Giai đoạn nền được chọn là thời điểm năm 2016 và tương lai được chọn là mốc năm 2025. Các số liệu ở giai đoạn nền được sử dụng từ các dữ liệu hiện có của địa phương, của Niên giám thống kê, tham khảo từ

các nghiên cứu đã thực hiện liên quan đến huyện Cần Giờ. Số liệu giai đoạn 2025 được xác lập dựa trên các cơ sở pháp lý hiện có của huyện và các nghiên cứu liên quan. Các thông tin sau khi được tổng hợp và liệt kê tương ứng chỉ số phơi nhiễm, độ nhạy và khả năng ứng phó được tính toán chuẩn hóa theo công thức (1) đối với tham số phơi nhiễm và độ nhạy và công thức (2) đối với tham số khả năng thích ứng. Kết quả được chuẩn hóa thể hiện trong Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2. Tham số được chuẩn hóa (giai đoạn nền)

Chỉ thị	Kí hiệu	Xã Bình Khánh	An Thới Đông	Lý Nhơn	Long Hòa	Thạnh An	Tam Thôn Hiệp	Cần Thạnh
Tham số phơi nhiễm								
Lượng mưa TB năm	E1	1,00	1,00	0,75	0,50	0,25	1,00	0,00
Nhiệt độ TB năm	E2	1,00	0,67	0,50	0,33	0,50	0,67	0,00
Diện tích ngập	E3	0,26	0,46	1,00	0,69	0,58	0,80	0,00
Tỷ lệ ngập	E4	0,88	0,45	0,99	0,62	0,56	1,00	0,00
Ranh mặn cao nhất xuất hiện tại địa bàn	E5	0,00	0,47	0,82	0,82	0,82	0,47	1,00
Tỷ lệ hộ bị ảnh hưởng bởi ngập	E6	0,00	0,75	0,84	0,58	0,60	1,00	0,08
Tham số độ nhạy								
Dân số	S1	1	0,57	0,08	0,41	0,00	0,06	0,47
Diện tích	S2	0,14	0,59	1,00	0,81	0,80	0,65	0,00
Số hộ dân	S3	1,00	0,58	0,11	0,46	0,00	0,10	0,56
Cỡ hộ gia đình	S4	1	0,82	0,17	0,42	0,22	0,00	0,25
Mật độ dân số	S5	0,95	0,21	0,01	0,10	0,00	0,03	1,00
Tỷ lệ hộ nghèo (chuẩn 21 triệu đồng/năm)	S6	0,76	1,00	0,28	0,00	0,75	0,63	0,30
Tỷ lệ hộ dân có nhà ở đạt chuẩn	S7	0,46	0,46	1,00	0,36	0,46	0,46	0,00
Diện tích đất trồng trọt	S8	1,00	0,89	0,56	0,42	0,00	0,26	0,20

Chỉ thị	Kí hiệu	Xã Bình Khánh	An Thới Đông	Lý Nhơn	Long Hòa	Thạnh An	Tam Thôn Hiệp	Cần Thạnh
Diện tích đất nông nghiệp/ đầu người	S9	0,20	0,27	1,00	0,07	0,13	0,15	0,00
Diện tích mặt nước nuôi trồng thủy sản	S10	0,49	0,53	1,00	0,13	0,00	0,06	0,00
Tỷ lệ hộ gia đình làm nông nghiệp	S11	0,10	0,05	0,97	0,53	1,00	0,43	0,00
Số lượng học sinh trên địa bàn	S12	1,00	0,43	0,21	0,41	0,00	0,23	0,40
Tham số khả năng thích ứng								
Sản lượng cây trồng	A1	0,59	0,00	0,93	0,69	1,00	1,00	0,74
Sản lượng chăn nuôi	A2	0,59	0,00	0,86	0,91	1,00	0,73	0,90
Sản lượng thủy sản nuôi trồng	A3	0,81	0,16	0,80	0,00	0,92	1,00	0,92
Tỷ lệ hộ dân có hiểu biết về biến đổi khí hậu	A4	0,32	0,00	1,00	0,15	0,24	0,84	0,88
Tỷ lệ hộ dân biết đến các chương trình tuyên truyền về BĐKH	A5	0,62	0,60	0,78	0,39	1,00	1,00	0,00
Số người có trình độ học vấn (tốt nghiệp cấp 3)	A6	0,00	0,46	0,90	0,65	1,00	0,86	0,53
Số lượng cơ sở y tế	A7	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00
Số trường học	A8	0,00	0,00	0,80	0,60	1,00	1,00	0,00
Đường giao thông xã, liên xã	A9	0,70	0,00	0,33	0,00	1,00	0,87	0,70
Tỷ lệ đường giao thông nông thôn được cứng hóa	A10	0,73	0,22	1,00	0,00	0,00	0,58	0,00
Tỷ lệ đường giao thông	A11	0,32	0,65	0,72	0,75	1,00	0,80	0,00
Tỷ lệ dân số ở độ tuổi lao động	A12	0,80	0,38	1,00	0,10	0,25	0,00	0,18
Tỷ lệ lao động có việc làm thường xuyên	A13	0,44	0,39	0,00	0,92	0,10	1,00	0,12
Tỷ lệ lao động qua đào tạo trên tỷ lệ lao động đang làm việc	A14	0,47	0,85	1,00	0,30	0,00	0,86	0,87

Bảng 3. Tham số được chuẩn hóa (giai đoạn 2025)

Chỉ thị		Xã Bình Khánh	An Thới Đông	Lý Nhơn	Long Hòa	Thạnh An	Tam Thôn Hiệp	Cần Thạnh
Tham số phơi nhiễm								
Lượng mưa TB năm	E1	1,00	0,55	0,36	0,09	0,91	0,91	0,00
Nhiệt độ TB năm	E2	1,00	0,80	0,40	0,20	0,00	0,40	0,00
Diện tích ngập	E3	0,20	0,61	1,00	0,84	0,52	0,85	0,00
Tỷ lệ ngập	E4	0,58	0,48	0,80	0,61	0,00	1,00	0,39
Ranh mặn cao nhất xuất hiện tại địa bàn	E5	0,00	0,56	0,78	0,89	0,89	0,56	1,00
Tỷ lệ hộ bị ảnh hưởng bởi ngập	E6	1,00	0,89	0,72	0,72	0,31	0,99	0,00
Tham số độ nhạy								
Dân số	S1	1,00	0,55	0,12	0,98	0,00	0,16	0,68
Diện tích	S2	0,05	0,55	1,00	0,87	0,78	0,61	0,00
Số hộ dân	S3	0,92	0,52	0,13	1,00	0,00	0,18	0,72
Cỡ hộ gia đình	S4	1,00	0,82	0,17	0,42	0,22	0,00	0,25
Mật độ dân số	S5	1,00	0,23	0,03	0,29	0,00	0,06	0,79
Diện tích đất trồng trọt	S8	1,00	0,84	0,40	0,36	0,00	0,25	0,21
Diện tích đất nông nghiệp / người	S9	0,08	0,17	1,00	0,01	0,14	0,11	0,00
Diện tích mặt nước nuôi trồng thủy sản	S10	0,37	0,46	1,00	0,07	0,01	0,04	0,00
Tham số khả năng thích ứng								
Sản lượng cây trồng	A1	0,00	0,66	0,28	0,83	0,99	0,91	1,00
Sản lượng chăn nuôi	A2	0,40	0,08	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
Sản lượng thủy sản nuôi trồng	A3	0,58	0,42	0,00	0,93	0,95	0,96	1,00
Số người có trình độ học vấn (tốt nghiệp cấp 3)	A6	0,27	0,45	0,73	0,00	1,00	0,83	0,35
Số lượng cơ sở y tế	A7	0,00	0,50	1,00	0,00	1,00	0,50	0,00
Số trường học	A8	0,00	0,59	1,00	0,12	0,94	0,94	0,53
Đường giao thông xã, liên xã	A9	0,14	0,18	0,19	0,00	1,00	0,77	0,59
Tỷ lệ đường giao thông	A11	0,00	0,62	0,76	0,66	1,00	0,90	0,42
Tỷ lệ dân số ở độ tuổi lao động	A12	0,00	0,45	0,88	0,02	1,00	0,84	0,32

3.2. Xác định trọng số

Kết quả các chỉ số sau khi được chuẩn hóa, sẽ được thực hiện tính trọng số. Trọng số được giả

định là tỉ lệ nghịch với phương sai của chỉ tiêu để bị tổn thương và được tính theo công thức (4). Kết quả tính toán trọng số của các chỉ số thành phần chi tiết trong Bảng 4.

Bảng 4. Trọng số của các chỉ số thành phần của các giai đoạn

Chỉ thị	$W_{\text{nền}}$	W_{2025}	Ghi chú
Chỉ số phơi nhiễm			
E1	0,145	0,147	
E2	0,189	0,158	
E3	0,174	0,165	
E4	0,164	0,191	
E5	0,172	0,178	
E6	0,156	0,161	
Chỉ số độ nhạy cảm			
S1	0,084	0,115	
S2	0,081	0,121	
S3	0,084	0,118	
S4	0,081	0,130	
S5	0,067	0,120	
S6	0,085		Giai đoạn 2025, giá trị của các xã/thị trấn giống nhau nên không đưa vào tính toán
S7	0,102		
S8	0,081	0,133	
S9	0,088	0,135	
S10	0,080	0,129	
S11	0,071		Giai đoạn 2025, không thu thập được thông tin
S12	0,096		
Tham số khả năng thích ứng			
A1	0,079	0,112	
A2	0,081	0,093	
A3	0,068	0,115	
A4	0,068		Giai đoạn năm 2025, giá trị của các xã/thị trấn giống nhau nên không đưa vào tính toán
A5	0,078		
A6	0,081	0,124	
A7	0,052	0,097	
A8	0,058	0,107	
A9	0,068	0,116	
A10	0,067		Giai đoạn năm 2025, giá trị của các xã/thị trấn giống nhau nên không đưa vào tính toán
A11	0,082	0,130	
A12	0,074	0,105	
A13	0,069		Giai đoạn 2025, không thu thập được thông tin
A14	0,074		

Giá trị các trọng số này được sử dụng để tính toán các chỉ tiêu thành phần. Tiếp tục chuẩn hóa thuận và sau đó tính toán trọng số cho từng lĩnh

vực theo các công thức (3) và (4), được w_E, w_S, w_A là trọng số của các chỉ số tác động, độ nhạy và khả năng thích ứng.

Bảng 5. Giá trị các trọng số tính toán chỉ số dễ bị tổn thương

Trọng số	Giai đoạn nền - 2016	Năm 2025
W_E	0,3059	0,3886
W_S	0,3806	0,3546
W_A	0,3135	0,2568

3.3. Tính toán chỉ số bị tổn thương

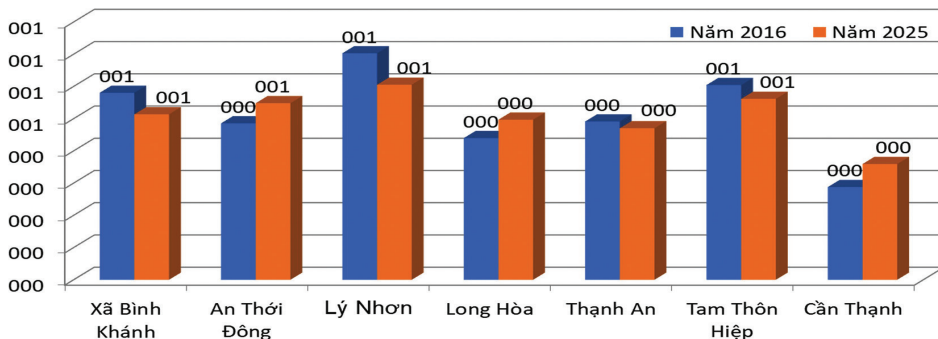
Chỉ số dễ bị tổn thương cho mỗi khu vực (xã/ thị trấn) tương ứng cho từng lĩnh vực được tính theo công thức sau:

$$V_i = E_i \times w_E + S_i \times w_S + A_i \times w_A$$

Kết quả chỉ số bị tổn thương do biến đổi khí hậu ở lĩnh vực nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản được trình bày tại Bảng 6.

Bảng 6. Chỉ số bị tổn thương qua các giai đoạn tại huyện Cần Giờ

Giai đoạn	Chỉ số	Xã Bình Khánh	An Thới Đông	Lý Nhơn	Long Hòa	Thạnh An	Tam Thôn Hiệp	Cần Thạnh
Giai đoạn nền (2016)	E	0,524	0,623	0,812	0,589	0,560	0,811	0,185
	S	0,676	0,542	0,539	0,343	0,277	0,262	0,253
	A	0,519	0,281	0,795	0,411	0,684	0,819	0,430
	V	0,58	0,49	0,70	0,44	0,49	0,60	0,29
	Mức độ TT	TB	TB	Cao	TB	TB	Cao	Thấp
Năm 2025	E	0,609	0,642	0,689	0,575	0,427	0,786	0,252
	S	0,670	0,518	0,494	0,484	0,143	0,173	0,319
	A	0,153	0,446	0,632	0,396	0,987	0,759	0,576
	V	0,51	0,55	0,61	0,50	0,47	0,56	0,36
	Mức độ TT	TB	TB	Cao	TB	TB	TB	Thấp



Hình 1. Chỉ số bị tổn thương của các xã huyện Cần Giờ qua các giai đoạn

-> Giai đoạn nền:

Kết quả tính toán chỉ số bị tổn thương tại các xã/thị trấn trên địa bàn huyện Cần Giờ cho thấy chỉ số tổn thương trong giai đoạn hiện nay nằm trong khoảng 0,31 đến 0,66, tương ứng mức độ

tổn thương thấp đến mức độ tổn thương cao.

+ Thị trấn Cần Thạnh có mức tổn thương thấp: Đây là khu vực có diện tích ngập và tỷ lệ ngập thấp nhất trên toàn huyện. Với sự phát triển kinh tế ổn định và cơ sở hạ tầng tốt nên

đây là khu vực chịu tổn thương do biến đổi khí hậu thấp nhất.

+ 4 xã có mức tổn thương trung bình thuộc các xã Bình Khánh, An Thới Đông, Long Hòa và Thạnh An. Các xã này có địa hình tương đối cao, không thường xuyên chịu tác động của nguy cơ lũ lụt. Xã Bình Khánh và xã An Thới Đông là địa phương còn hộ nghèo nhiều, diện tích đất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản lớn so với các địa phương khác. Trong thời gian qua kinh tế phát triển tại các địa phương trên khá tốt, trong đó Long Hòa và Bình Khánh là 2 địa phương có giá trị sản xuất kinh tế cao nhất huyện, kể đến là xã An Thới Đông. Các yếu tố về cơ sở hạ tầng, dân sinh cũng không bị tác động nhiều. Xã Thạnh An có chỉ số độ nhạy với BĐKH thấp do dân số không nhiều, diện tích đất nông nghiệp không lớn, trong những năm qua do chuyển đổi mô hình từ đánh bắt hải sản sang nuôi hàu nên kinh tế của xã Thạnh An cũng tăng trưởng khá tốt. Tuy nhiên chỉ số thích ứng lại không cao do chỉ số giao thông rất thấp, cơ sở hạ tầng ở mức trung bình nên đánh giá chỉ số tổn thương chung của Thạnh An vẫn ở mức trung bình.

+ 2 xã có chỉ số tổn thương cao là xã Lý Nhơn và Tam Thôn Hiệp. Lý Nhơn và Tam Thôn Hiệp là địa phương có chỉ số phơi nhiễm với BĐKH rất cao, khu vực này có tỷ lệ diện tích ngập cao so với các địa phương khác nên nhiều hộ dân chịu ảnh hưởng bởi tình trạng ngập nước. Ngoài ra, khả năng thích ứng với BĐKH thấp do tỷ lệ hộ nghèo cao, tốc độ tăng trưởng kinh tế thấp so với các địa phương khác. Diện tích đất nông nghiệp lớn, đối tượng bị tổn thương như học sinh và nông dân chiếm tỷ lệ lớn, cơ sở hạ tầng giao thông chưa tốt,... đây là nguyên nhân khiến chỉ số tổn thương ở các địa phương này cao hơn so với các địa phương khác.

-> *Giai đoạn 2025:*

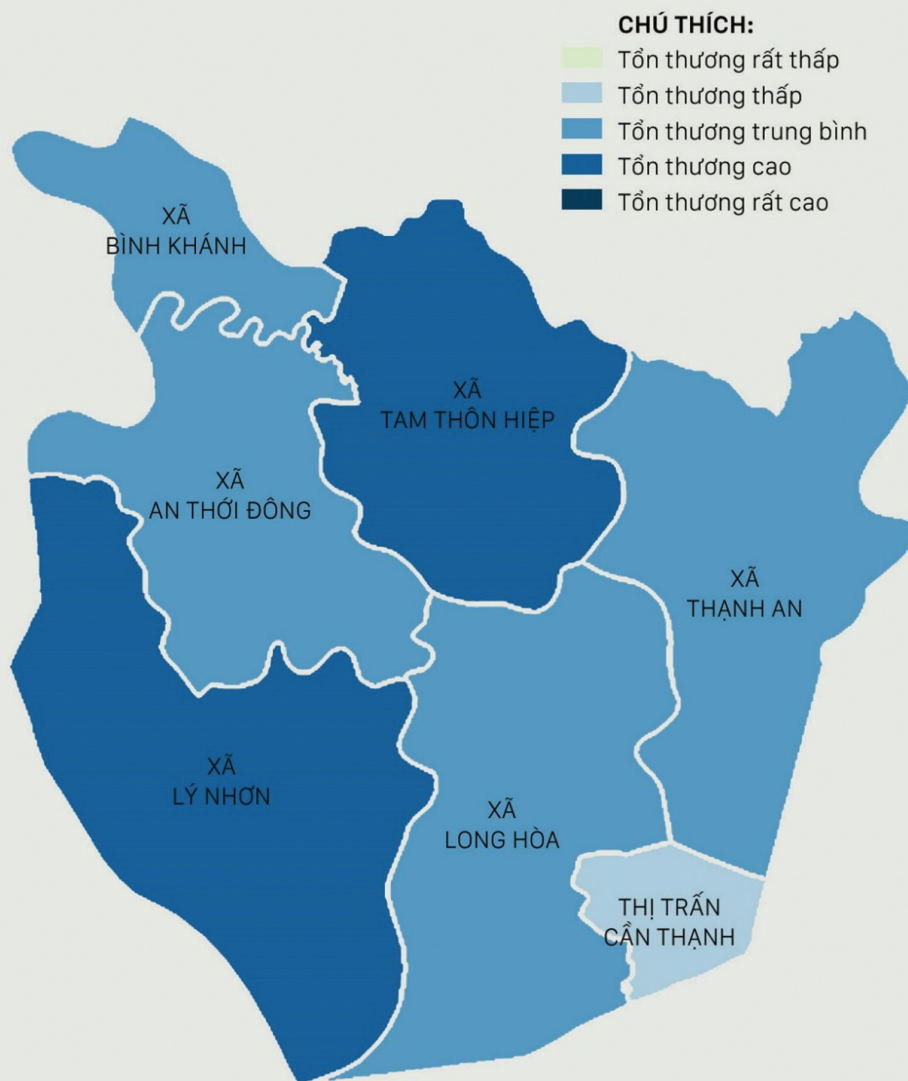
Trong giai đoạn năm 2025, Lý Nhơn vẫn là địa phương có chỉ số tổn thương cao nhất. Tiếp theo là xã Tam Thôn Hiệp, An Thới Đông và xã Bình Khánh. Ngoài ra, đến năm 2025, một số xã chỉ số bị tổn thương có xu hướng gia tăng so với giai đoạn hiện nay như xã An Thới Đông, xã Long Hòa và Thị trấn Cần Thạnh. Cần lưu ý là đối với

kịch bản tác động của biến đổi khí hậu đến ngập lụt (RCP4.5) của huyện Cần Giờ năm 2050, tỷ lệ ngập lớn nhất là thị trấn Cần Thạnh với 6,26%, tiếp đến là xã Bình Khánh với 5,71%. Đây là 2 địa phương tốc độ đô thị hóa cao và phát triển kinh tế nổi trội của khu vực. Như vậy, khi quy hoạch phát triển, cũng như quy hoạch ngành cần chú trọng đến các khu vực có chỉ số bị tổn thương và kịch bản ngập lụt để đảm bảo sự phát triển bền vững.

4. Kết luận và kiến nghị

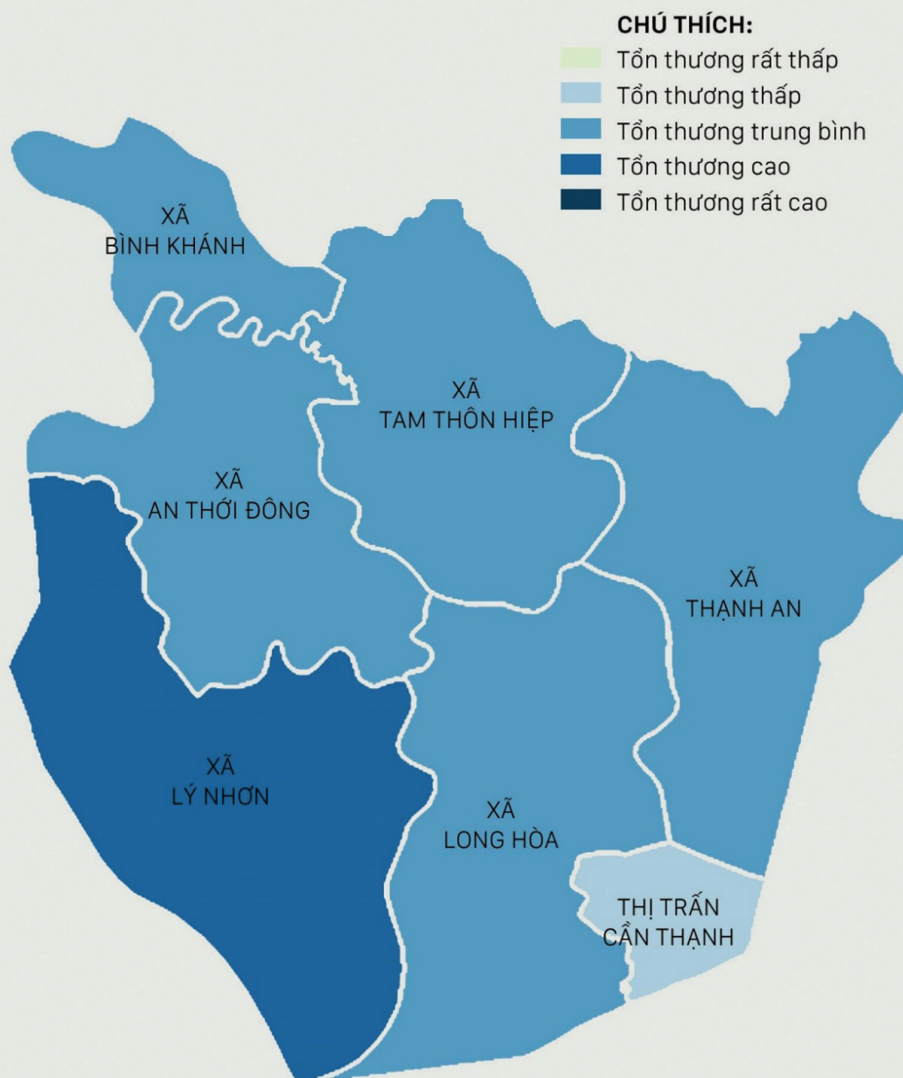
Kết quả tính toán cho thấy giai đoạn hiện nay có 2 xã có mức tổn thương cao bao gồm xã Lý Nhơn và Tam Thôn Hiệp, 4 xã có mức tổn thương trung bình bao gồm xã Long Hòa, Bình Khánh, An Thới Đông, Thạnh An và 1 thị trấn có mức tổn thương thấp là Cần Thạnh. Đến năm 2025, xã Lý Nhơn vẫn có mức tổn thương cao, 5 xã có mức tổn thương trung bình và thị trấn Cần Thạnh vẫn là địa phương có mức tổn thương thấp. Đối với xã có mức tổn thương cao và trung bình do BĐKH, bên cạnh sản xuất nông nghiệp để giảm tính tổn thương do BĐKH, địa phương cần đa dạng ngành nghề hơn bằng việc tăng tỷ lệ các ngành công nghiệp, dịch vụ hay nghề phụ,... để giảm khả năng tổn thương, ngoài ra cần lưu ý nghiên cứu các giải pháp phòng tránh ngập lụt. Cần phải xem xét lại quy hoạch vùng nuôi kết hợp với xem xét hệ thống thủy lợi cho phù hợp. Chính quyền cần lưu ý kiểm soát quá trình bê tông hóa, tình trạng san lấp một số rạch hiện hữu để tránh làm giảm khả năng thoát nước, mất đi vùng đệm là nơi chứa nước mưa và nước triều,... Các quy hoạch phát triển kết cấu hạ tầng trong quá trình đô thị hóa của xã cũng cần cân nhắc đến vấn đề tiêu thoát nước, phòng chống ngập nước để tránh bị ảnh hưởng nặng nề bởi tình trạng ngập. Xã Long Hòa và Thị trấn Cần Thạnh mặc dù là địa phương có chỉ số tổn thương bởi biến đổi khí hậu ở mức trung bình và thấp. Tuy nhiên, đến năm 2025 chỉ số tổn thương của 2 khu vực này có xu hướng tăng so với giai đoạn hiện nay. Ngoài ra, xã Long Hòa và thị trấn Cần Thạnh là địa phương có Dự án lấn biển. Do đó, cần lưu ý các biện pháp ngăn triều, chống ngập cho khu vực này.

BẢN ĐỒ CHỈ SỐ TỔN THƯƠNG DO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU Ở LĨNH VỰC NÔNG NGHIỆP VÀ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN NĂM 2016



Hình 2. Bản đồ chỉ số tổn thương thuộc lĩnh vực nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản tại các xã của huyện Cần Giỏi năm 2016

BẢN ĐỒ CHỈ SỐ TỔN THƯƠNG DO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU Ở LĨNH VỰC NÔNG NGHIỆP VÀ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN NĂM 2025



Hình 3. Bản đồ chỉ số tổn thương thuộc lĩnh vực nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản tại các xã của huyện Cần Giờ năm 2025

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*, Hà Nội.
2. Huỳnh Thị Lan Hương (2015), *Nghiên cứu phát triển Bộ chỉ số thích ứng với BĐKH phục vụ công tác quản lý nhà nước về BĐKH*, Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu.
3. Lê Ngọc Tuấn (2017), *Nghiên cứu, cập nhật các kịch bản biến đổi khí hậu của thành phố Hồ Chí Minh theo phương pháp luận và kịch bản mới của ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) và Bộ Tài nguyên và Môi trường*, Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh.
4. Nguyễn Kỳ Phùng (2011), *Xây dựng mô hình tính toán một số thông số dưới tác động của biến đổi khí hậu phục vụ qui hoạch sử dụng đất, giao thông, tài nguyên nước, và hạ tầng cơ sở cho thành phố Hồ Chí Minh*, Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh.
5. Nguyễn Quốc Nghi (2016), *“Đánh giá sự tổn thương do biến đổi khí hậu tác động đến sinh kế của cộng đồng dân cư ven biển tỉnh Cà Mau”*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp số 4 - 2016.
6. Nguyễn Thị Thụy Hằng, Trần Thị Kim (2016), *Đánh giá sơ bộ chỉ số tổn thương xã hội do ngập ứng với các kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu tại xã Tam Thôn Hiệp huyện Cần Giờ*, Trung tâm Phát triển khoa học và công nghệ trẻ Thành phố Hồ Chí Minh.
7. Trần Duy Hiền (2016), *Nghiên cứu xây dựng mô hình đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến một số lĩnh vực kinh tế - xã hội cho Thành phố Đà Nẵng*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.
8. IPCC (2007), *Forth Assessment Report (AR4 2007)*.
9. Thuyết minh Quy hoạch vùng nuôi tôm thẻ chân trắng tại Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2020, tầm nhìn năm 2025.
10. Thuyết minh Điều chỉnh Quy hoạch chung xây dựng huyện Cần Giờ.
11. Đề án xây dựng Quy hoạch mạng lưới thủy lợi phục vụ phát triển thủy sản và diêm nghiệp trên địa bàn huyện Cần Giờ giai đoạn 2016 - 2020.
12. Các báo cáo kinh tế - xã hội của huyện Cần Giờ và các xã/thị trấn huyện Cần Giờ.

ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE VULNERABILITY TO AGRICULTURAL ACTIVITIES IN CAN GIO DISTRICT

Tran Nhat Nguyen⁽¹⁾, Trinh Thi Minh Chau⁽¹⁾, Chu Pham Dang Quang⁽¹⁾, Nguyen Ky Phung⁽²⁾

⁽¹⁾Ho Chi Minh City Institute for Development Study

⁽²⁾Ho Chi Minh City Department of Science and Technology

Received: 18 May 2018; Accepted: 26 June 2018

Abstract: *Can Gio is a low coastal suburban district of Ho Chi Minh City with agriculture as the main economic sector. Agriculture is heavily dependent on climate change. Vulnerability assessment is a tool to identify impact level of climate change on agriculture. Quantitative assessment of vulnerability is usually done by constructing a “vulnerability index”. This index is based on several set of indicators that result in agricultural vulnerability of each commune/town in Can Gio District. The indicators will be in different units and scales. The methodology used in UNDP Human Development Index (HDI) (UNDP, 2006) is followed to normalize them between 0 and 1 and method with unequal weights (Iyengar & Sudarshan (1982)’s method). As a result, Ly Nhon and Tam Thon Hiep commune is vulnerable at the high level in climate change condition. Long Hoa, Binh Khanh, An Thoi Dong, Thanh An Commune are vulnerable at the medium level. Can Thanh town is vulnerable at the low level. The study also proposes some adaptation solutions for areas affected by climate change.*

Keywords: *Vulnerability, agriculture activities, Can Gio district.*

KIỂM KÊ KHÍ NHÀ KÍNH CHO LĨNH VỰC NĂNG LƯỢNG CỦA VIỆT NAM NĂM 2014 THEO CÁCH TIẾP CẬN TỪ TRÊN XUỐNG

Hoàng Tùng⁽¹⁾, Vương Xuân Hòa⁽¹⁾, Trần Thị Bích Ngọc⁽²⁾, Vũ Thành Nhân⁽³⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Cục Biến đổi khí hậu

⁽³⁾Văn phòng Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài 26/2/2018; ngày chuyển phản biện 29/2/2018; ngày chấp nhận đăng 20/3/2018

Tóm tắt: Kiểm kê khí nhà kính quốc gia cho Việt Nam đã được thực hiện trong những năm gần đây thông qua các báo cáo cho Chính phủ và quốc tế. Bài báo này nghiên cứu tính toán phát thải khí nhà kính từ lĩnh vực năng lượng của Việt Nam năm 2014 bằng cách tiếp cận Bậc 1 trong Hướng dẫn kiểm kê khí nhà kính quốc gia của IPCC phiên bản 1996 sửa đổi và Hướng dẫn thực hành tốt về kiểm kê khí nhà kính quốc gia của IPCC phiên bản 2000 với nguồn số liệu thống kê quốc gia từ trên xuống. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, với cách tiếp cận và nguồn số liệu từ trên xuống, phát thải khí nhà kính của lĩnh vực năng lượng năm 2014 là khoảng 171,6 triệu tấn CO₂ tương đương. Kết quả này thấp hơn khoảng 0,4% so với cách tính toán tiếp cận theo số liệu ngành và thấp hơn khoảng 8,2% so với cách tính toán tiếp cận theo số liệu từ dưới lên. Với chênh lệch về kết quả không nhiều, phương pháp tính toán đơn giản và nguồn số liệu chính thống dễ thu thập, cách tiếp cận này có thể được sử dụng để cập nhật thường xuyên lượng phát thải khí nhà kính quốc gia cho lĩnh vực năng lượng nói riêng và tổng lượng phát thải khí nhà kính quốc gia nói chung để phục vụ công tác quản lý nhà nước và xây dựng chính sách.

Từ khóa: Khí nhà kính, lĩnh vực năng lượng, tiếp cận từ trên xuống.

1. Mở đầu

Giảm phát thải khí nhà kính (KNK) là một trong những mục tiêu của toàn cầu trong việc bảo vệ hệ thống khí hậu của trái đất và đạt mục tiêu tới năm 2030 nhiệt độ của trái đất không tăng quá 2°C so với thời kỳ tiền công nghiệp. Việt Nam đã xây dựng các chiến lược quốc gia nhằm góp phần vào mục tiêu giảm phát thải chung của toàn cầu. Báo cáo Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) của Việt Nam đã xác định các mục tiêu giảm phát thải tự nguyện (8% so với Kịch bản phát triển thông thường - BAU) và mục tiêu giảm phát thải khi có hỗ trợ quốc tế (25% so với Kịch bản phát triển thông thường - BAU) (Bộ TNMT, 2015).

Kiểm kê phát thải KNK quốc gia là một trong những hành động quan trọng nhằm thống kê và báo cáo mức độ phát thải KNK của một quốc

gia để theo dõi, kiểm soát và xây dựng các kế hoạch và giải pháp giảm nhẹ phù hợp. Theo các báo cáo kiểm kê KNK quốc gia trong những năm gần đây, phát thải từ lĩnh vực năng lượng ở Việt Nam có tỉ trọng cao nhất trong tổng phát thải KNK quốc gia với khoảng 51,6% trong năm 2013 (Bộ TNMT, 2015), đồng thời cũng là lĩnh vực có tiềm năng giảm phát thải lớn nhất, với mức giảm lên tới 8,4% so với kịch bản phát triển thông thường (BAU) vào năm 2030 (Bộ TNMT, 2015). Với tầm quan trọng như vậy, phát thải KNK từ lĩnh vực năng lượng không những được các nhà quản lý mà còn cả những nhà khoa học quan tâm và theo dõi sát sao. Do vậy, việc thực hiện kiểm kê phát thải KNK cho lĩnh vực năng lượng theo các hướng tiếp cận khác nhau với các nguồn số liệu khác nhau là rất cần thiết để có sự so sánh và làm cơ sở cho việc đánh giá và xây dựng chiến lược giảm phát thải KNK cho ngành. Bài báo này sẽ tính toán phát thải KNK từ lĩnh vực năng lượng theo cách tiếp cận Bậc 1 trong Hướng dẫn kiểm kê khí nhà kính quốc gia

Liên hệ tác giả: Hoàng Tùng

Email: tung204neu@gmail.com

của IPCC phiên bản 1996 sửa đổi với nguồn số liệu từ trên xuống.

2. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi của bài báo chỉ đề cập đến các vấn đề về kiểm kê KNK quốc gia cho lĩnh vực năng lượng trong năm 2014 với các nội dung như sau:

- Phát thải từ đốt cháy nhiên liệu trong các hạng mục:

+ Công nghiệp năng lượng: Bao gồm sản xuất điện, lọc hóa dầu và chế biến khí;

+ Công nghiệp sản xuất và xây dựng: Bao gồm sản xuất sắt thép, sản xuất phân bón, sản xuất hóa chất, sản xuất xi măng và vật liệu xây dựng, thực phẩm và đồ uống, dệt may và da giày, sản xuất giấy, sản xuất nhựa và các ngành công nghiệp khác;

+ Tiêu thụ nhiên liệu trong giao thông vận tải: Bao gồm đường hàng không, đường sắt, đường bộ và đường thủy;

+ Các ngành khác: Dịch vụ thương mại, dân sinh, nông nghiệp và phi năng lượng.

- Phát thải từ phát tán thông qua các hoạt động khai thác nhiên liệu hóa thạch:

+ Khai thác than;

+ Khai thác dầu và khí tự nhiên.

3. Nội dung kiểm kê khí nhà kính lĩnh vực năng lượng

a) Phương pháp luận

Kiểm kê KNK quốc gia cho lĩnh vực năng lượng năm 2014 được thực hiện theo Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia của IPCC phiên bản sửa đổi năm 1996 và Hướng dẫn thực hành tốt về kiểm kê KNK quốc gia của IPCC phiên bản năm 2000. Theo đó, có ba cách tiếp cận tính toán tùy thuộc vào các mức độ chi tiết khác nhau của số liệu. Ba cách tiếp cận này sử dụng các dữ liệu và công thức khác nhau để tính toán. Cách tiếp cận tính toán Bậc 1 sử dụng các số liệu thống kê quốc gia và các hệ số phát thải mặc định của IPCC; cách tiếp cận tính toán Bậc 2 cũng sử dụng các số liệu thống kê quốc gia nhưng lại sử dụng các hệ số phát thải đặc trưng quốc gia; cách tiếp cận tính toán Bậc 3 có mức độ chi tiết cao nhất, sử dụng các số liệu từ dưới lên, các thông số về công nghệ và các hệ số đặc trưng quốc gia. Hiện nay, số liệu về ngành năng lượng Việt Nam được công bố chính thức bởi Bộ Công Thương trong

Báo cáo thống kê năng lượng Việt Nam được thực hiện bởi Viện Năng lượng. Đây là nguồn số liệu chủ yếu cho công tác kiểm kê KNK cho lĩnh vực năng lượng. Bên cạnh đó, số liệu từ Niên giám thống kê năm 2015 cũng được thu thập và sử dụng. Nguồn số liệu này là số liệu chính thống cấp quốc gia, được phân chia theo ngành và loại nhiên liệu, do đó phù hợp cho cách tiếp cận tính toán Bậc 1 và Bậc 2. Hiện nay ở Việt Nam, số liệu về sản xuất năng lượng theo từng nhà máy điện có thể thu thập được. Tuy nhiên, cách tiếp cận tính toán Bậc 3 hiện nay vẫn chưa áp dụng được do chưa thống kê được số liệu tiêu thụ năng lượng ở cấp độ và quy mô từng đơn vị. Chi tiết về cách tiếp cận tính toán phát thải KNK cho từng tiểu lĩnh vực trong lĩnh vực năng lượng được trình bày trong Bảng 1.

Trong lĩnh vực năng lượng, phát thải KNK được gây ra bởi hai quá trình chính: (i) Đốt nhiên liệu hóa thạch; quá trình này gây phát thải các loại khí nhà kính CO_2 , CH_4 và N_2O ; và (ii) Khai thác và xử lý than, dầu và khí thiên nhiên; quá trình này chỉ phát thải phát tán khí CO_2 và CH_4 trong và sau quá trình khai thác.

Công thức tổng quát tính toán phát thải KNK từ hoạt động đốt nhiên liệu của lĩnh vực năng lượng theo cách tiếp cận Bậc 1 được biểu diễn theo Phương trình (1):

$$\text{Phát thải}_{ij} = \text{Tiêu thụ nhiên liệu}_j \times \text{Hệ số phát thải}_{ij} \quad (1)$$

Trong đó:

Phát thải_{ij} = phát thải KNK i từ đốt nhiên liệu j , tấn CO_2 đ;

$\text{Tiêu thụ nhiên liệu}_j$ = lượng nhiên liệu loại j được đốt (TJ);

$\text{Hệ số phát thải}_{ij}$ = hệ số phát thải mặc định theo loại KNK i và nhiên liệu j (kg/TJ);

i = loại KNK có thể phát thải trong quá trình đốt nhiên liệu (CO_2 , CH_4 , N_2O);

j = loại nhiên liệu.

Do hoạt động khai thác và xử lý than có hệ số phát thải KNK đặc trưng quốc gia được công bố bởi Bộ Công Thương, nên tiểu lĩnh vực này được áp dụng cách tiếp cận Bậc 2 để tính toán phát thải KNK. Công thức tổng quát tính toán phát thải KNK từ hoạt động này được lấy theo theo Hướng dẫn thực hành tốt của IPCC, được biểu diễn trong các phương trình (2), (3), (4) và (5).

Bảng 1. Cách tiếp cận tính toán phát thải khí nhà kính theo nguồn phát thải trong lĩnh vực năng lượng

Ký hiệu hạng mục	Các hạng mục	Cách tiếp cận
1A1	Công nghiệp năng lượng	Bậc 1
1A2	Công nghiệp sản xuất và xây dựng	Bậc 1
1A3	Giao thông vận tải	Bậc 1
1A4a	Thương mại/dịch vụ	Bậc 1
1A4b	Dân sinh	Bậc 1
1A4c	Nông nghiệp	Bậc 1
1A	Phi năng lượng	Bậc 1
1B1	Khai thác và xử lý than	Bậc 1 và 2
1B2	Khai thác dầu và khí thiên nhiên	Bậc 1

Khai thác hầm lò:

Phát thải CH₄ (Gg) = Hệ số phát thải CH₄ từ khai thác hầm lò (m³ CH₄/tấn than được khai thác) * Sản lượng than hầm lò (Mt) * Hệ số chuyển đổi (Gg/106 m³) (2)

Khai thác lộ thiên:

Phát thải CH₄ (Gg) = Hệ số phát thải CH₄ từ khai thác lộ thiên (m³ CH₄/tấn than được khai thác) * Sản lượng than lộ thiên (Mt) * Hệ số chuyển đổi (Gg/106 m³) (3)

Sau khai thác:

Phát thải CH₄ dưới lòng đất (Gg) = Hệ số phát thải CH₄ sau khai thác hầm lò (m³ CH₄/tấn than được khai thác) * Sản lượng than hầm lò (Mt) * Hệ số chuyển đổi (Gg/106 m³) (4)

Phát thải CH₄ bề mặt (Gg) = Hệ số phát thải CH₄ sau khai thác lộ thiên (m³ CH₄/tấn than được khai thác) * Sản lượng than lộ thiên (Mt) * Hệ số chuyển đổi (Gg/106 m³) (5)

Phát thải KNK từ hoạt động khai thác và xử lý dầu thô và khí tự nhiên được tính toán theo cách tiếp cận Bậc 1, với phương trình tổng quát sau:

Phát thải CO₂ (Gg) = Hệ số phát thải CO₂ từ xử lý dầu thô (Gg CO₂/nghìn tấn sản lượng dầu) * Sản lượng dầu (Gg) (6)

Phát thải CO₂ (Gg) = Hệ số phát thải CO₂ từ xử lý khí tự nhiên (Gg CO₂/103 m³ khí tự nhiên) * Sản lượng khí đốt (103 m³) (7)

Phát thải CH₄ (Gg) = Hệ số phát thải CH₄ từ xử lý dầu thô (Gg CH₄/nghìn tấn sản lượng dầu) * Sản lượng dầu (Gg) (8)

Phát thải CH₄ (Gg) = Hệ số phát thải CH₄ từ xử lý khí tự nhiên (Gg CH₄/103 m³ khí tự nhiên) * Sản lượng khí đốt (103 m³) (9)

b) Số liệu

Hiện nay, số liệu năng lượng tại Việt Nam được thu thập từ các bộ, công ty và tập đoàn như: Bộ Công thương (MOIT), Tổng cục Thống kê (GSO), Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN), Tập đoàn Than và Khoáng sản Việt Nam (VINACOMIN), Tập đoàn Dầu khí Việt Nam (PVN), Tổng công ty thép Việt Nam (VNSTEEL), Tập đoàn hóa chất Việt Nam (VINACHEM),... Bên cạnh đó, số liệu năng lượng còn được thu thập từ các cuộc điều tra phỏng vấn khách hàng. Số liệu năng lượng được phân chia thành ba dạng số liệu hoạt động chính, thuộc các hạng mục: *Nguồn cung sơ cấp, sản xuất và chuyển hoá thứ cấp, tiêu thụ cuối cùng.*

Năng lượng thuộc hạng mục nguồn cung sơ cấp:

* Sản xuất tại chỗ: Báo cáo về số lượng nhiên liệu được khai thác hoặc sản xuất, sau khi đã loại bỏ các tạp chất. Nhìn chung, sản lượng bao gồm cả lượng nhiên liệu tiêu thụ do các nhà sản xuất sử dụng trong quá trình khai thác sản xuất.

* Xuất nhập khẩu: Báo cáo về số lượng nhiên liệu nhập khẩu hoặc xuất khẩu cho các nước khác. Đối với lượng nhiên liệu xuất nhập khẩu, sẽ được tính toán khi mà lượng nhiên liệu đó được chuyển qua biên giới cho dù có làm thủ tục hải quan hay không.

* Thay đổi dự trữ: Báo cáo sự khác biệt giữa mức độ dự trữ mở và mức độ dự trữ đóng cho dự trữ trên lãnh thổ quốc gia. Lưu trữ vào kho được hiện thị như một số âm và xuất kho được hiển thị như một số dương.

Năng lượng thuộc hạng mục sản xuất, chuyển hóa thứ cấp:

- Lọc hóa dầu: Cho đến nay, Việt Nam chỉ có một nhà máy lọc dầu Dung Quất sản lượng 6,5 triệu tấn/năm ở tỉnh Quảng Ngãi, sử dụng dầu thô (nhiên liệu đầu vào) để sản xuất các sản phẩm dầu khí như: Xăng, dầu nhiên liệu máy bay, dầu diesel DO, dầu nhiên liệu FO và các sản phẩm khác.

- Nhà máy chế biến khí: Việt Nam có nhà máy chế biến khí Dinh Cố thuộc tỉnh Vũng Tàu, công suất khoảng 1,5 tỉ m³ khí/năm, sử dụng khí đồng hành từ mỏ Bạch Hổ để sản xuất khí khô, khí hóa lỏng và xăng nhẹ condensate.

- Các nhà máy điện: Cho đến nay Việt Nam có ba loại nhà máy sản xuất điện như sau:

+ Nhà máy điện do nhà nước sở hữu: Hoạt động chính của nhà máy là phát điện bán lên lưới để phân phối cho các bên thứ ba.

+ Nhà máy điện tự dùng: Sản xuất điện và sử dụng toàn bộ hoặc một phần cho hoạt động nội bộ trong nhà máy. Các nhà máy này có thể do nhà nước hoặc tư nhân sở hữu.

+ Các nhà máy CHP tự dùng: Kết hợp điện và nhiệt (CHP) là dạng nhà máy được thiết kế để sản xuất cả nhiệt và điện.

+ Tổn thất hoá dầu: Bao gồm tất cả các tổn thất xảy ra trong quá trình lọc hoá dầu.

+ Tổn thất Truyền tải và Phân phối: Bao gồm tất cả các tổn thất do quá trình truyền tải và phân phối điện.

+ Tự dùng: Bao gồm tất cả các dạng tiêu thụ điện sử dụng trong quá trình phát điện của nhà máy.

Năng lượng thuộc hạng mục tiêu thụ cuối cùng:

Số liệu về tiêu thụ năng lượng trong các phân ngành được thu thập và phân loại tương tự theo qui định của các cơ quan năng lượng quốc tế như: APEC, IEA. Các phân ngành của Việt Nam được xác định theo phân loại công nghiệp tiêu chuẩn quốc tế (ISIC) như sau:

- Công nghiệp: Bao gồm các phân ngành sản xuất như gang và thép; hóa chất và dầu lửa; xi măng và vật liệu xây dựng; thực phẩm và thuốc lá; dệt và da; giấy, bột giấy và in ấn; và các phân ngành khác.

- Nông nghiệp.

- Giao thông: Bao gồm đường hàng không; đường sắt; đường bộ và đường thủy.

- Thương mại và dịch vụ.

- Dân dụng.

- Sử dụng phi năng lượng.

Bảng cân bằng năng lượng (CBNL) đã được Viện Năng lượng xây dựng theo bố cục các loại nhiên liệu phân theo từng ngành chi tiết thuộc ba hạng mục chính như trình bày ở trên và là nguồn số liệu chính cho kiểm kê KNK lĩnh vực năng lượng 2014, ngoài ra số liệu còn được thu thập từ các nguồn bổ sung khác như niên giám thống kê, số liệu các công ty, tập đoàn và số liệu chuyên gia. Để thực hiện kiểm kê cho năng lượng 2014, theo Hướng dẫn kiểm kê khí nhà kính quốc gia của IPCC phiên bản sửa đổi năm 1996, các số liệu được phân thành các tiểu hạng mục sau:

b1. Hạng mục công nghiệp năng lượng

Số liệu tiêu thụ nhiên liệu cho hạng mục công nghiệp năng lượng được thu thập từ các nguồn số liệu đã được công bố chính thức như sau: Niên giám thống kê 2015, Báo cáo thường niên của Tập đoàn điện lực Việt Nam (EVN-2015), Bảng CBNL 2014 do Viện Năng lượng xây dựng (Bảng 2).

b2. Hạng mục công nghiệp sản xuất và xây dựng

Về cơ bản, số liệu về tổng tiêu thụ than được thu thập từ bảng cân bằng năng lượng năm 2014 của Viện Năng lượng. Tuy nhiên, than đã được phân chia bổ sung thành than an-tra-xít và than cốc, trong đó số liệu than coke có nhiệt trị cao được dùng trong công nghiệp luyện kim được thu thập theo ý kiến chuyên gia (Bảng 3).

b3. Hạng mục giao thông vận tải

Số liệu cho hạng mục giao thông vận tải được thu thập từ bảng CBNL của Viện Năng lượng và số liệu chuyên gia (Bảng 4).

b4. Hạng mục thương mại và dịch vụ

Các số liệu về tiêu thụ nhiên liệu trong ngành thương mại và dịch vụ đều được thu thập từ bảng CBNL năm 2014 của Viện Năng lượng (Bảng 5).

b5. Hạng mục dân dụng

Các số liệu tiêu thụ nhiên liệu trong hạng mục dân dụng được thu thập từ bảng CBNL của Viện Năng lượng (Bảng 6).

b6. Hạg mục nông nghiệp, lâm nghiệp và thủy sản

Các số liệu về tiêu thụ nhiên liệu trong nông/lâm/ngư nghiệp được lấy từ bảng CBNL của Viện Năng lượng (Bảng 7).

b7. Hạg mục phi năng lượng

Số liệu này được thu thập từ bảng CBNL của Viện Năng lượng, tuy nhiên được phân chia cụ thể thành từng loại nhiên liệu cụ thể (Bảng 8).

b8. Hạg mục khai thác than, dầu và khí tự nhiên.

Các số liệu cho hạg mục này được thu thập

từ bảng CBNL của Viện Năng lượng (Bảng 9).

c) Hệ số phát thải

Kiểm kê KNK cho lĩnh vực năng lượng năm 2014 áp dụng hệ số phát thải hầu hết là hệ số phát thải mặc định của IPCC, chỉ có duy nhất một hệ số phát thải của quốc gia được áp dụng là hệ số từ khai thác than hầm lò, do Bộ Công Thương đề xuất. Các hệ số phát thải được trình bày trong các Bảng 11, 12 13 và 14 theo thứ tự phân chia theo từng loại khí CO₂, CH₄, N₂O; riêng Bảng 13 và 14 trình bày hệ số phát thải do phát tán.

Bảng 2. Tiêu thụ nhiên liệu trong ngành công nghiệp năng lượng năm 2014

Loại nguồn	Than An-tra-xít (10 ³ tấn)	Than Bitum (10 ³ tấn)	Dầu thô (10 ³ tấn)	DO (10 ³ tấn)	FO (10 ³ tấn)	Khí tự nhiên (106 m ³)	Sinh khối (tỷ kcal)
Sản xuất điện	14.210,9	935,3		55,2	119,1	8.308,9	490,0
Lọc hóa dầu			6.232,4				
Chế biến khí						788,9	

Bảng 3. Tiêu thụ nhiên liệu trong ngành công nghiệp sản xuất và xây dựng năm 2014

	Than An-tra-xít (10 ³ tấn)	Than cốc (10 ³ tấn)	Dầu hỏa (10 ³ tấn)	DO (10 ³ tấn)	FO (10 ³ tấn)	Khí hóa lỏng (10 ³ tấn)	Khí tự nhiên (106 m ³)	Năng lượng phi thương mại (tỷ kcal)
Công nghiệp sản xuất và xây dựng	16.425,0	980,0	7,0	1.067,0	340,1	205,9	1.620,0	36.620,0
- Thép	714,9	980,0		50,0	12,2	4,2		
- Phân bón	1.240,9		0,1	6,5	2,4	1,6	1034,9	
- Hóa chất	704,7		0,4	51,7	11,3	1,3	585,1	
- Xi măng	1.876,1				1,9			10.261,8
- Vật liệu xây dựng	7.082,3		0,5	54,8	18,8	22,3		
- Đồ uống	61,1			77,4	60,4	2,8		
- Thực phẩm	1.156,6		0,6	197,2	104,5	8,2		26.358,2
- Dệt may và da	2.709,6		0,3	71,2		15,3		
- Sản xuất giấy	445,4			22,4	15,1	2,8		
- Bột giấy và in ấn	182,4		0,4	8,9	38,0	2,6		
- Sản xuất nhựa	0,3		0,1	2,3	0,2	1,0		
- Công nghiệp khác	250,6		4,6	524,5	75,3	143,7		

Bảng 4. Tiêu thụ nhiên liệu cho ngành giao thông vận tải năm 2014

Lĩnh vực giao thông	Xăng (10 ³ tấn)	Dầu nhiên liệu máy bay (10 ³ tấn)	DO (10 ³ tấn)	FO (10 ³ tấn)
Hàng không		876		
Đường bộ	4.373,3		4.561,7	
Đường sắt			37,6	
Đường sông và đường biển			319,9	234,1

Bảng 5. Tiêu thụ nhiên liệu trong ngành thương mại và dịch vụ năm 2014

Ngành	Than An-tra-xít (10 ³ tấn)	Dầu hỏa (10 ³ tấn)	DO (10 ³ tấn)	Khí hóa lỏng (10 ³ tấn)
Thương mại và dịch vụ	680,4	2,9	289,7	404,4

Bảng 6. Tiêu thụ nhiên liệu cho dân dụng năm 2014

Ngành	Than An-tra-xít (10 ³ tấn)	Dầu hỏa (10 ³ tấn)	DO (10 ³ tấn)	Khí hóa lỏng (10 ³ tấn)	Sinh khối (triệu kcal)
Dân dụng	2.005,4	16,5	14,8	730,7	90.340,0

Bảng 7. Tiêu thụ nhiên liệu trong ngành nông nghiệp, lâm nghiệp và thủy sản năm 2014

Ngành	Than An-tra-xít (10 ³ tấn)	Xăng (10 ³ tấn)	Dầu diesel (10 ³ tấn)
Nông nghiệp, Lâm nghiệp, Thủy sản	35,7	110,5	311,3

Bảng 8. Tiêu thụ nhiên liệu cho sử dụng phi năng lượng năm 2014

Ngành	Bitumen (10 ³ tấn)	Than cốc dầu mỏ (10 ³ tấn)	Lubricants (10 ³ tấn)	Các sản phẩm khác của dầu mỏ (10 ³ tấn)
Sử dụng phi năng lượng	610,5	1,0	516,6	107,0

Bảng 9. Tiêu thụ nhiên liệu khai thác nhiên liệu hóa thạch

Hoạt động	Sản lượng
Than hầm lò (10 ³ tấn)	22.368,5
Than lộ thiên (10 ³ tấn)	18.717,5
Dầu thô (10 ³ m ³)	15.550,0
Khí tự nhiên (10 ⁶ m ³)	10.210,0
Sử dụng phi năng lượng	610,5

Bảng 10. Hệ số phát thải CO₂ cho lĩnh vực năng lượng 2014

Ngành	Hệ số phát thải các-bon (tC/TJ)	Hệ số phát thải CO ₂ (kg CO ₂ /TJ)	Nguồn
Dầu thô	20,0	72.600,0	IPCC 1996 sửa đổi, tr.1.13, bảng 1-1
Xăng	18,9	68.607,0	
Xăng máy bay	19,5	70.785,0	
Dầu Kerosene khác	19,6	71.148,0	
Dầu DO	20,2	73.326,0	
Dầu FO	21,1	76.593,0	
Khí hóa lỏng	17,2	62.436,0	
Dầu hỏa	20,0	72.600,0	
Bitumen	22,0	79.860,0	
Dầu nhớt	20,0	72.600,0	
Than cốc dầu mỏ	27,5	99.825,0	
Các sản phẩm hóa dầu khác	20,0	72.600,0	
Than An-tra-xít	26,8	96.301,3	
Than bitum	25,8	92.708,0	
Than cốc lò luyện/Than cốc cứng	29,5	106.003,3	
Khí tự nhiên (Dry)	15,3	55.819,5	
Các loại sinh khối rắn sơ cấp	29,9	-	
Sinh khối khác	30,6	-	

Bảng 11. Hệ số phát thải N_2O cho kiểm kê lĩnh vực năng lượng 2014

Nhiên liệu	Công nghiệp năng lượng (N_2O kg/TJ)	Công nghiệp sản xuất (N_2O kg/TJ)	Giao thông vận tải						Lĩnh vực khác		
			Hàng không (N_2O kg/TJ)	Đường bộ (N_2O kg/TJ)	Đường sắt (N_2O kg/TJ)	Đường thủy (N_2O kg/TJ)	Thương mại (N_2O kg/TJ)	Dân sinh (N_2O kg/TJ)	Nông/lâm/ngư nghiệp (N_2O kg/TJ)		
Dầu thô	0,6	0,6	-	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	
Xăng	0,6	0,6	-	0,6	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Xăng máy bay	0,6	0,6	2	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	
Other Kerosene	0,6	0,6	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	
Dầu DO	0,6	0,6	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Dầu FO	0,6	0,6	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Khí hóa lỏng	0,6	0,6	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	
Dầu hỏa	0,6	0,6	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	
Bitumen	0,6	0,6	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	
Dầu nhớt	0,6	0,6	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	
Than cốc dầu mỏ	0,6	0,6	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	
Các sản phẩm hóa dầu khác	0,6	0,6	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	
Than An-tra-xít	1,4	1,4	-	-	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
Than bitum	1,4	1,4	-	-	-	-	1,4	1,4	1,4	1,4	
Lignite	1,4	1,4	-	-	-	-	1,4	1,4	1,4	1,4	
Than cốc lò luyện / Than cốc cứng	1,4	1,4	-	-	-	-	1,4	1,4	1,4	1,4	
Khí tự nhiên (Dry)	0,1	0,1	-	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	
Than bùn	1,5	1,5	-	-	-	-	1,4	1,4	1,4	1,4	
Các loại sinh khối rắn sơ cấp	4,0	4,0	-	-	-	-	4,0	4,0	4,0	4,0	
Sinh khối khác	4,0	4,0	-	-	-	-	4,0	4,0	4,0	4,0	

Nguồn: IPCC, 1996

Bảng 12. Hệ số phát thải CH₄ cho kiểm kê lĩnh vực năng lượng 2014 (IPCC)

Nhiên liệu	Công nghiệp năng lượng (CH ₄ kg/TJ)	Công nghiệp sản xuất (CH ₄ kg/TJ)	Giao thông vận tải			Lĩnh vực khác		
			Hàng không (CH ₄ kg/TJ)	Đường bộ (CH ₄ kg/TJ)	Đường sắt (CH ₄ kg/TJ)	Đường thủy (CH ₄ kg/TJ)	Thương mại (CH ₄ kg/TJ)	Dân sinh (CH ₄ kg/TJ)
Dầu thô	3	2	-	-	-	-	10	10
Xăng	3	2	-	20	-	5	10	10
Xăng máy bay	3	2	0,5	-	-	-	10	10
Other Kerosene	3	2	-	-	-	-	10	10
Dầu DO	3	2	-	5	5	5	10	10
Dầu FO	3	2	-	-	-	5	10	10
Khí hóa lỏng	3	2	-	-	-	-	10	10
Dầu hỏa	3	2	-	-	-	-	10	10
Bitumen	3	2	-	-	-	-	10	10
Dầu nhớt	3	2	-	-	-	-	10	10
Than cốc đầu mỏ	3	2	-	-	-	-	10	10
Các sản phẩm hóa dầu khác	3	2	-	-	-	-	10	10
Than An-tra-xít	1	10	-	-	10	10	10	300
Than bitum	1	10	-	-	-	-	10	300
Lignite	1	10	-	-	-	-	10	300
Than cốc lò luyện / Than cốc cứng	1	10	-	-	-	-	10	300
Khí tự nhiên (Dry)	1	5	-	50	-	-	5	5
Than bùn	1	10	-	-	-	-	10	300
Các loại sinh khối rắn sơ cấp	30	30	-	-	-	-	300	300
Sinh khối khác	30	30	-	-	-	-	300	300

Nguồn: IPCC, 1996

Bảng 13. Hệ số phát thải CH₄ cho khai thác than

	Hệ số phát thải CH ₄ (m ³ /tấn)	Nguồn
Khai thác than hầm lò (1.B.1.a.i.1)	3,8	Bộ Công Thương
Xử lý sau khai thác - hầm lò (1.B.1.a.i.2)	2,5	IPCC 1996 sửa đổi, tr.1.110, Equation4
Khai thác than lộ thiên (1.B.1.a.ii.1)	1,2	IPCC 1996 sửa đổi, tr.1.108, Equation2
Xử lý sau khai thác - lộ thiên (1.B.1.a.ii.2)	0,1	IPCC 1996 sửa đổi, tr.1.110, Equation4

Nguồn: IPCC, 1996

Bảng 14. Hệ số phát thải CO₂, CH₄ và N₂O cho khai thác, xử lý dầu và khí tự nhiên

Kí hiệu lĩnh vực	Tên lĩnh vực	Hệ số phát thải CO ₂ (Gg/10 ³ m ³)	Hệ số phát thải CH ₄ (Gg/10 ³ m ³)	Hệ số phát thải N ₂ O (Gg/10 ³ m ³)
Dầu thô				
1.B.2.a.i	Rò rỉ	2,15E-03	1,04E-02	NA
1.B.2.a.ii	Đốt	4,05E-02	2,50E-05	6,40E-07
1.B.2.a.iii.2	Khai thác và xử lý	2,49E-03	1,96E-02	NA
1.B.2.a.iii.3	Vận chuyển	4,90E-07	5,40E-06	NA
Khí tự nhiên				
1.B.2.b.i	Rò rỉ	6,75E-02	NA	NA
1.B.2.b.ii	Đốt	3,55E-03	2,40E-06	3,90E-08
1.B.2.b.iii.2	Khai thác	9,70E-05	1,22E-02	NA
1.B.2.b.iii.3	Xử lý	2,50E-04	7,90E-04	NA
1.B.2.b.iii.4	Vận chuyển và lưu trữ	1,44E-06	6,33E-04	NA
1.B.2.b.iii.5	Phân phối	9,55E-05	1,80E-03	ND

Nguồn: IPCC, 1996

4. Kết quả kiểm kê khí nhà kính lĩnh vực năng lượng năm 2014

Tổng lượng phát thải trong lĩnh vực năng lượng năm 2014 là 171,6 triệu tấn CO₂tđ. Nguồn phát thải lớn nhất là phát thải CO₂ từ đốt nhiên liệu, với lượng phát thải là 151 triệu tấn CO₂tđ. Nguồn phát thải lớn thứ hai là phát thải CH₄ từ phát thải do phát tán, với lượng phát thải là 20,9 triệu tấn CO₂tđ. Kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 15.

5. Kết luận

Cách tiếp cận tính toán phát thải KNK bậc 1 cho lĩnh vực Năng lượng theo Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia của IPCC phiên bản 1996 sửa đổi và Hướng dẫn thực hành tốt về kiểm kê KNK quốc gia của IPCC phiên bản năm 2000

có ưu điểm đơn giản hơn, dễ thực hiện hơn và sử dụng ít nguồn lực hơn so với các cách tiếp cận theo ngành vào theo cơ sở. Số liệu cần thiết cho cách tiếp cận này dễ thu thập và thường là số liệu thống kê quốc gia, có tính nhất quán và chính thống cao. Tuy nhiên, mức độ chi tiết của cách tiếp cận này không cao và sử dụng hệ số phát thải mặc định nên các kết quả thu được sẽ có độ không chắc chắn cao hơn so với các cách tiếp cận tính toán bậc 2 và bậc 3. Kết quả tính toán phát thải KNK cho lĩnh vực Năng lượng của Việt Nam năm 2014 theo cách tiếp cận bậc 1 đã chỉ ra rằng, tổng phát thải từ lĩnh vực này vào năm 2014 là khoảng 171,6 triệu tấn CO₂ tương đương. Kết quả này thấp hơn khoảng 0,4% so với cách tính toán tiếp cận theo số liệu ngành và thấp hơn khoảng 8,2% so với cách tính toán tiếp

Bảng 15. Lượng phát thải KNK trong lĩnh vực năng lượng năm 2014

Nguồn phát thải KNK và các dạng hấp thụ	2014			
	CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	Tổng (GgCO ₂ tđ)
1. Tổng phát thải trong lĩnh vực năng lượng	147.525	919	3,8	171.622,273
1A. Đốt nhiên liệu	145.979	144	3,7	150.692,024
1A1. Công nghiệp năng lượng	54.315	0,8	0,6	54.502,385
1A1a. Sản xuất điện	52.221	0,8	0,5	52.401,048
1A1b. Lọc hóa dầu	1.929	0,1	0	1.935,244
1A1c. Nhà máy xử lý khí	166	0	0	166,094
1A2. Công nghiệp sản xuất và xây dựng	48.768	9,2	1,2	49.368,287
1A2a. Thép	5.083	0,5	0,1	5.115,150
1A2b. Phân bón	5.011	0,5	0,1	5.036,816
1A2c. Hóa chất	3.024	0,3	0	3.038,944
1A2d. Xi măng	4.242	1,7	0,2	4.354,929
1A2e. Vật liệu xây dựng	16.286	1,7	0,2	16.398,093
1A2f. Đồ uống	579	0	0	581,413
1A2g. Thực phẩm	3.583	3,6	0,5	3.818,822
1A2h. Dệt may và da	6.384	0,6	0,1	6.427,656
1A2i. Giấy	1.131	0,1	0	1.138,723
1A2j. In ấn	569	0	0	572,485
1A2k. Nhựa	12	0	0	11,808
1A2l. Khác	2.862	0,1	0	2.873,450
1A3. Giao thông vận tải	30.352	5	0,3	30.552,314
1A3a. Đường hàng không	1.089	0	0	1.092,564
1A3b. Đường bộ	27.405	4,8	0,2	27.594,037
1A3c. Đường sắt	117	0	0	117,791
1A3d. Đường thủy	1.741	0,1	0	1.747,922
1A4. Các hạng mục khác	11.685	129	1,7	15.397,576
1A4a. Thương mại/dịch vụ	3.598	0,5	0	3.621,756
1A4b. Dân sinh	6.703	128	1,6	10.377,469
1A4c. Nông/Lâm/Ngư nghiệp	1.384	0,4	0	1.398,351
1A5. Phi năng lượng	860	0,1	0	871,462
1B. Phát thải do phát tán	1.546	775	0	20.930,249
1B1. Nhiên liệu rắn	0	109	0	2.733,600
1B1a. Khai thác than hầm lò		94		2.341,702
1B1b. Khai thác than lộ thiên		16		391,898
1B2. Dầu và khí tự nhiên	1.546	666	0	18.196,649
1B2a. Dầu	803	533	0	14.139,215
1B2b. Khí tự nhiên	743	133	0	4.057,434

cận theo số liệu từ dưới lên. Với chênh lệch về kết quả không nhiều, phương pháp tính toán đơn giản và nguồn số liệu chính thống dễ thu thập, cách tiếp cận này có thể được sử dụng để cập nhật thường xuyên lượng phát thải KNK quốc gia cho lĩnh vực năng lượng nói riêng và tổng phát thải KNK quốc gia nói chung để phục vụ công tác quản lý nhà nước và xây dựng chính sách.

Kiểm kê KNK cho lĩnh vực năm 2014 đã thực hiện được nhiều cải tiến so với những kỳ kiểm kê trước đây. Các số liệu được phân chia chi tiết theo từng loại nhiên liệu, số liệu về than được phân tách thành từng loại than riêng biệt, số liệu về dầu và khí tự nhiên được phân chia chi tiết, số liệu về năng lượng phi thương mại và phi năng lượng, bên cạnh đó, các số liệu cũng được phân ngành chi tiết hơn, bao gồm phân tổ ngành cho giao thông vận tải, phân tổ ngành

cho công nghiệp sản xuất xây dựng, công nghiệp năng lượng. Các hệ số được thu thập là các hệ số đặc trưng của quốc gia bao gồm nhiệt trị nhiên liệu, hệ số phát thải, và các hệ số khác. Và một số những cải tiến nhỏ khác như chuẩn hóa lại bảng cân bằng năng lượng, rà soát và tinh chỉnh các số liệu.

Tuy nhiên vẫn còn những khó khăn tồn tại và cũng là những thách thức đối với hệ thống kiểm kê của Việt Nam. Đó là Việt Nam chưa xây dựng được một hệ thống các hệ số phát thải cho từng loại nhiên liệu, vẫn phải sử dụng hệ số phát thải mặc định của IPCC. Về số liệu vẫn chỉ đáp ứng được nhu cầu tính toán theo cách tiếp cận Bậc 1, mức độ chi tiết của số liệu chưa cao, mới chỉ tiếp cận theo hướng từ trên xuống, cần cải tiến cho tương lai để áp dụng các phương pháp tính toán cấp cao hơn.

Tài liệu tham khảo

1. IPCC (1996), *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
2. IPCC (2000), *Good Practice Guidance for National Greenhouse Gas Inventories*.
3. IPCC (2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường (1994), *Thông báo quốc gia lần thứ nhất cho công ước khung của Liên hiệp Quốc*, Nhà xuất bản Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
5. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2000), *Thông báo quốc gia lần thứ hai cho công ước khung của Liên hiệp Quốc*, Nhà xuất bản Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
6. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015), *Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần đầu tiên (BUR1) của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về Biến đổi khí hậu (UNFCCC)*, Nhà xuất bản Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
7. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015), *Đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định (iNDC) của Việt Nam*, Nhà xuất bản Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
8. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2017), *Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ 2 (BUR2) của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về Biến đổi khí hậu (UNFCCC)*, Nhà xuất bản Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
9. Cục Biến đổi khí hậu (2018), *Báo cáo kiểm kê khí nhà kính quốc gia năm 2014*.
10. Viện Năng lượng (2014), *Thống kê năng lượng quốc gia năm 2014, IE 2016*.

GREENHOUSE GASES INVENTORY FOR ENERGY SECTOR IN VIET NAM IN 2014 BY APPLYING TOP-DOWN APPROACH

Hoang Tung⁽¹⁾, Vuong Xuan Hoa⁽¹⁾, Tran Thi Bich Ngoc⁽²⁾, Vu Thanh Nhan⁽³⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾Department of Climate Change

⁽³⁾Ministry office, Ministry of Natural Resources and Environment

Received: 14 May 2018; Accepted: 25 June 2018

Abstract: National greenhouse gas inventories for Viet Nam have been implemented in recent years and reported domestically and internationally. This paper examines the calculation of greenhouse gas emissions from Energy sector in Viet Nam for the year 2014 by Tier 1 method in accordant to revised 1996 IPCC National Greenhouse Gas Inventory Guidance and 2000 IPCC Good Practical Guide on National Greenhouse Gas Inventory with top-down national statistics. The results indicate that, with a top-down approach and data source, the GHG emissions in 2014 were about 171.6 MtCO₂ equivalent. This is about 0.4% lower than the sectoral approach and 8.2% lower than the bottom-up approach. With very little difference in results, simple calculation methods and easily accessible official data sources, this approach can be used to regularly update national GHG emissions for energy and other sectors to serve the state management and policy development.

Keywords: Greenhouse gases, energy sector, top-down approach.

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH VÀ CHI PHÍ - LỢI ÍCH CỦA GIẢI PHÁP THU HỒI KHÍ BÃI RÁC CHO PHÁT ĐIỆN: NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH CHO BÃI CHÔN LẤP NAM SƠN, HÀ NỘI

Vương Xuân Hòa⁽¹⁾, Đặng Quốc Việt⁽²⁾, Vũ Đình Nam⁽³⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Cơ quan hợp tác quốc tế Đức

⁽³⁾Văn phòng Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài 15/5/2018; ngày chuyển phản biện 16/5/2018; ngày chấp nhận đăng 26/6/2018

Tóm tắt: Chôn lấp chất thải rắn (CTR) với các thành phần hữu cơ trong điều kiện yếm khí sẽ gây phát thải khí nhà kính (KNK). Phát thải KNK từ lĩnh vực chất thải đóng góp khoảng 6% tổng lượng phát thải khí nhà kính quốc gia. Một trong những giải pháp giảm nhẹ được áp dụng đối với các bãi chôn lấp CTR sắp đóng cửa là lắp đặt các hệ thống ống nhằm thu hồi và đốt khí bãi rác. Nghiên cứu này nhằm đánh giá tiềm năng giảm phát thải KNK và chi phí lợi ích của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện bằng các phương pháp luận xây dựng cho các dự án trong khuôn khổ Cơ chế phát triển sạch (CDM) đã được Ban chấp hành quốc tế (EB) về CDM công nhận; và phương pháp phân tích chi phí lợi ích (CBA). Kết quả đánh giá chỉ ra rằng, hệ số giảm phát thải KNK của giải pháp này là khoảng 0,12 tấn CO₂/tấn rác được xử lý, tương đương với mức giảm khoảng 57% so với phương án cơ sở. Tuy nhiên, giải pháp này không có hiệu quả về kinh tế với chi phí giảm phát thải vào khoảng 0,54 USD/tCO₂đ. Nghiên cứu đã đánh giá được tiềm năng giảm phát thải KNK và chi phí lợi ích của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện ở mức độ chi tiết cho một phương án giảm phát thải cụ thể ở cấp độ cơ sở. Tuy nhiên, các tham số và hệ số phát thải KNK sử dụng cho tính toán vẫn là các hệ số mặc định của IPCC. Do đó, cần có những nghiên cứu sâu hơn về các hệ số đặc trưng quốc gia của Việt Nam cho lĩnh vực chất thải để có thể đạt được các kết quả chính xác hơn.

Từ khóa: Tiềm năng giảm phát thải KNK, chi phí - lợi ích, thu hồi khí bãi rác cho phát điện.

1. Mở đầu

Việt Nam hiện có khoảng 458 bãi rác với quy mô lớn, nhỏ khác nhau đang vận hành trên toàn quốc. Hiện có khoảng 98 bãi chôn lấp tập trung ở các thành phố lớn, trong đó chỉ có 16 bãi chôn lấp được coi là hợp vệ sinh. Còn lại phần lớn là bãi rác tạm, lộ thiên, không có hệ thống thu gom, xử lý nước rác đang là nguồn gây ô nhiễm môi trường và chiếm diện tích lớn. Từ các bãi rác này, một lượng KNK phát thải sẽ gây ô nhiễm môi trường và là một trong những tác nhân góp phần gây ra sự biến đổi khí hậu. Cụ thể, lĩnh vực chất thải đóng góp khoảng 6% tổng lượng phát thải KNK quốc gia (Bộ TNMT, 2017).

Chôn lấp CTR với các thành phần hữu cơ trong điều kiện yếm khí sẽ phát sinh ra khí bãi

rác (LFG) với thành phần chính là mê-tan (CH₄). Đây là một trong 03 loại KNK chính góp phần gây nên hiệu ứng KNK và làm gia tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu. Một trong những giải pháp giảm nhẹ được áp dụng đối với các bãi chôn lấp CTR sắp đóng cửa là lắp đặt các hệ thống ống nhằm thu hồi và đốt khí bãi rác nhằm hạn chế tối đa lượng CH₄ từ các bãi chôn lấp này phát thải vào khí quyển. Quá trình đốt CH₄ trong khí bãi rác sẽ phát sinh ra CO₂, tuy nhiên khối lượng các-bon trong CO₂ phát sinh này có nguồn gốc hữu cơ và nằm trong chu trình các-bon nên sẽ không tính là phát thải khí nhà kính.

Bài báo nghiên cứu áp dụng giải pháp chôn lấp CTR có thu hồi khí bãi rác để phát điện cho bãi chôn lấp Nam Sơn, Hà Nội. Từ đó, đánh giá tiềm năng giảm phát thải KNK và chi phí - lợi ích của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện thông qua nghiên cứu thí điểm nói trên.

Liên hệ tác giả: Vương Xuân Hòa

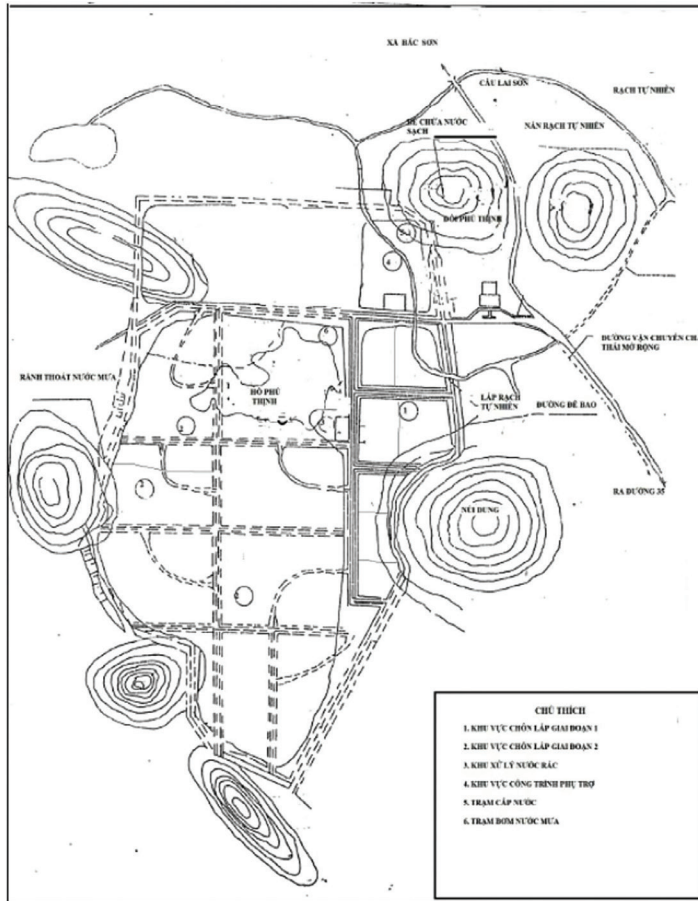
Email: hoa.vuongxuan@gmail.com

Các thông số thu thập được của nghiên cứu thí điểm sẽ được áp dụng để đánh giá tiềm năng giảm phát thải KNK của giải pháp này nếu được áp dụng trên phạm vi quốc gia.

Bãi chôn lấp (BCL) CTR Nam Sơn, Sóc Sơn, Hà Nội nằm cách trung tâm Hà Nội khoảng 45 km về phía Bắc, được thành lập và đi vào hoạt động năm 1999 với tổng diện tích gần 85 ha, công suất xử lý 4.200 tấn rác/ngày đêm, hoạt động 24/24h. Khu vực chôn lấp CTR hợp vệ sinh có

diện tích khoảng 56 ha với hệ thống giao thông nội bộ, nhà điều hành (Hình 1).

BCL Nam Sơn có tất cả 10 ô chôn lấp với thời gian vận hành khoảng 22 năm từ 1999 - 2020 với khả năng tiếp nhận cho chôn lấp tại khu liên hiệp xử lý rác là khoảng 9.587.292 m³. Sau khi đóng cửa vào năm 2020, BCL Nam Sơn sẽ áp dụng giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện với công suất là 5 MW. Giải pháp sẽ vận hành trong vòng 15 năm từ 2021 - 2035.



Hình 1. Sơ đồ bãi chôn lấp rác Nam Sơn

2. Phương pháp luận

Để tính toán tiềm năng giảm phát thải KNK từ giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện, phương pháp luận và công cụ tính toán được xây dựng bởi Ban chấp hành quốc tế (EB) cho việc tính toán tiềm năng giảm phát thải của các dự án thuộc Cơ chế phát triển sạch (CDM) sau được áp dụng:

- ACM0001 phiên bản 11.0 về “Phương pháp xây dựng đường cơ sở và giám sát các dự án thu

hồi khí bãi rác” (ACM0001: Consolidated baseline and monitoring methodology for landfill gas project activities);

- Công cụ xác định lượng phát thải mê-tan giảm được so với phương án chôn lấp (phiên bản 4.0, EB41);

- Công cụ xác định lượng phát thải KNK do đốt mê-tan cho phát điện (phiên bản 1.0, EB28);

- Công cụ xác định lượng phát thải cơ sở, phát thải theo phương án giảm nhẹ từ hoạt động tiêu

thụ điện năng (phiên bản 1.0, EB39);

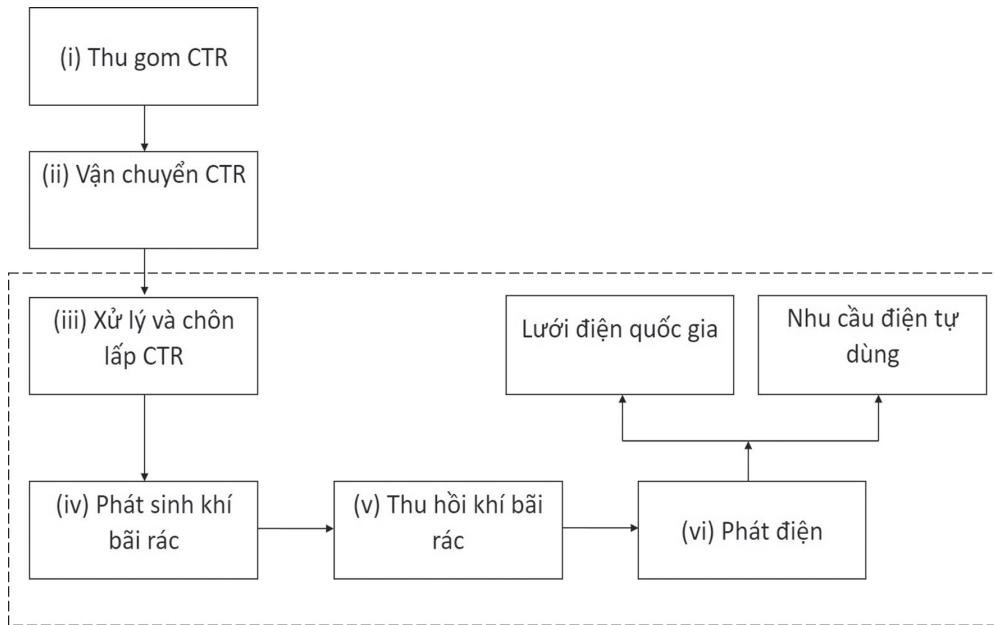
Để tính toán chi phí - lợi ích của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện, phương pháp phân tích chi phí lợi ích (CBA - Cost Benefit Analysis) được áp dụng.

a. Phạm vi nghiên cứu xác định tiềm năng giảm phát thải của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện

Quá trình xử lý CTR tại BCL Nam Sơn bao gồm các công đoạn (i) Thu gom CTR trong thành phố Hà

Nội; (ii) Vận chuyển CTR đến BCL Nam Sơn; (iii) Xử lý và chôn lấp CTR; (iv) Phát sinh khí bãi rác; (v) Thu hồi khí bãi rác; (vi) Sử dụng khí bãi rác phát điện cho nhu cầu tự dùng và phát điện lên lưới điện quốc gia. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, chỉ xem xét và đánh giá về lượng giảm phát thải của các hoạt động từ (iii) - (vi). (Hình 2).

Trong phạm vi nghiên cứu của bài báo, các nguồn phát thải KNK và các loại KNK được xem xét và đánh giá được thống kê trong Bảng 1.



Hình 2. Phạm vi nghiên cứu của bài báo

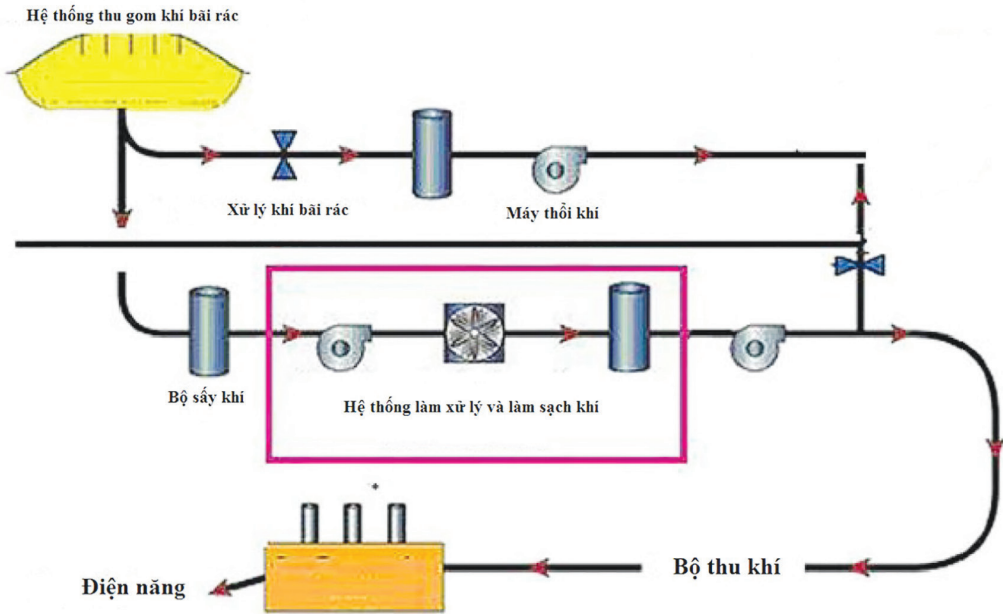
Bảng 1. Các nguồn phát thải và các loại khí nhà kính

	Nguồn	Khí nhà kính	Phạm vi xem xét	Ghi chú
Phương án cơ sở	Phát thải KNK từ phân hủy kỵ khí tại BCL	CH ₄	Có tính	Nguồn phát thải chính từ BCL
		CO ₂	Không tính	Phát thải nhỏ, có thể bỏ qua
		N ₂ O	Không tính	Phát thải nhỏ, có thể bỏ qua
	Phát thải KNK từ sản xuất hoặc tiêu thụ điện năng	CH ₄	Không tính	Tiêu thụ điện năng ít, có thể bỏ qua
		CO ₂	Không tính	
		N ₂ O	Không tính	
Phương án giảm nhẹ	Phát thải KNK từ sử dụng điện năng cho công nghệ giảm nhẹ	CH ₄	Không tính	Phát thải nhỏ, có thể bỏ qua
		CO ₂	Có tính	Nguồn phát thải chính
		N ₂ O	Không tính	Phát thải nhỏ, có thể bỏ qua
	Phát thải KNK từ đốt mê-tan cho phát điện	CH ₄	Không tính	Khí mê-tan đã được đốt để phát điện
		CO ₂	Có tính	
		N ₂ O	Không tính	Phát thải nhỏ, có thể bỏ qua

b. Mô tả phương án cơ sở và phương án giảm nhẹ phát thải khí nhà kính

Phương án cơ sở được xem xét là phương án xử lý toàn bộ CTR đưa đến BCL bằng phương pháp chôn lấp. Toàn bộ khí bãi rác phát thải trong giai đoạn 1999 - 2020 tại BCL Nam Sơn sẽ được tính là phát thải KNK cơ sở. Đây là lượng phát thải làm cơ sở để xác định tiềm năng giảm nhẹ của phương án giảm nhẹ (thu hồi khí bãi rác cho phát điện).

Phương án giảm nhẹ là phương án lắp đặt hệ thống thu hồi khí bãi rác và hệ thống phát điện từ đốt khí sinh học. Theo đó, một phần lượng khí bãi rác sẽ được thu hồi, xử lý và đốt cho phát điện. Do hệ số GWP của CH₄ trong khí bãi rác cao gấp 25 lần CO₂ nên quá trình đốt CH₄ sẽ làm giảm đáng kể phát thải KNK. Bên cạnh đó, điện năng sản xuất được cung cấp cho nhu cầu tự dùng và phát lên lưới điện quốc gia cũng sẽ góp phần làm giảm phát thải KNK (Hình 3).



Hình 3. Sơ đồ thiết bị hệ thống thu gom khí bãi rác và phát điện

c. Phương trình tính tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính

Tiềm năng giảm phát thải KNK của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện được tính toán theo phương trình (1) dưới đây.

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (1)$$

Trong đó:

ER_y = Lượng phát thải KNK giảm được trong năm y (tCO_2 tđ)

BE_y = Lượng phát thải KNK cơ sở trong năm y (tCO_2 tđ)

PE_y = Lượng phát thải KNK theo phương án giảm nhẹ trong năm y (tCO_2 tđ)

Lượng phát thải KNK theo phương án cơ sở trong nghiên cứu này chính là lượng phát thải KNK từ phân hủy kỵ khí tại BCL và được tính theo “Công cụ xác định lượng phát thải mê-tan giảm được so với phương án chôn lấp”.

$$CH_4\text{Emissions} = \left[\sum_x CH_4\text{generated}_{x,y} - R_y \right] \times (1 - OX_y) \quad (2)$$

Trong đó:

$CH_4\text{Emissions}$ = Lượng CH₄ phát thải trong năm y , tấn;

$CH_4\text{generated}$ = Lượng CH₄ tạo thành trong năm y , tấn;

y = Năm kiểm kê;

x = Loại vật liệu thải;

R_y = Tỷ lệ thu hồi CH₄ trong năm y , tấn;

OX_y = Hệ số oxy hóa trong năm y , (tỷ lệ).

(là lượng CH₄ bị oxy hóa trong đất hay trong các vật liệu khác và được thực hiện bởi vi khuẩn methanotrophic. Độ dày, đặc tính vật lý và độ ẩm của lớp đất bao phủ ảnh hưởng trực tiếp đến OX_y).

Công thức tính lượng CH₄ tạo thành trong năm y:

$$CH_{4,generated,y} = DDOC_{m,decomp,y} \times F \times 16/12 \quad (3)$$

Trong đó:

$DDOC_{m,decomp,y}$ = Lượng C hữu cơ bị phân hủy trong năm T, tấn;

F = Tỷ lệ CH₄ trong khí bãi rác (theo thể tích);

16/12 = Tỷ lệ khối lượng mol phân tử của CH₄ và C.

Công thức tính lượng C hữu cơ bị phân hủy trong năm y:

$$DDOC_{m,decomp,y} = DDOC_{ma,y-1} \times (1 - e^{-k}) \quad (4)$$

Trong đó:

$DDOC_{m,y-1}$ = Lượng C hữu cơ có thể phân hủy còn lại vào cuối năm (y-1), tấn;

k = Hằng số tốc độ phân hủy, năm⁻¹.

Công thức tính toán lượng C hữu cơ có thể phân hủy còn lại vào cuối năm (y-1):

$$DDOC_{ma,y} = DDOC_{md,y} + (DDOC_{ma,y-1} \times e^{-k}) \quad (5)$$

Trong đó:

$DDOC_{ma,y}$ = Lượng C hữu cơ có thể phân hủy, còn lại vào cuối năm y, tấn;

$DDOC_{md,y}$ = Lượng C hữu cơ có thể phân hủy, bổ sung vào bãi rác trong năm y, tấn.

Công thức tính toán lượng C hữu cơ có thể phân hủy trong lượng rác đem chôn lấp:

$$DDOC_m = W \times DOC \times DOC_f \times MCF \quad (6)$$

Trong đó:

$DDOC_m$ = Lượng C hữu cơ có thể phân hủy, tấn;

W = Lượng chất thải đem chôn lấp, tấn;

DOC = Tỷ lệ C hữu cơ trên một đơn vị chất thải, tấn C/tấn chất thải;

DOC_f = Tỷ lệ C hữu cơ có thể bị phân hủy;

MCF = Hệ số hiệu chỉnh (phụ thuộc vào điều kiện vận hành bãi).

Các tham số chính trong tính toán phát thải CH₄ từ bãi chôn lấp chất thải rắn gồm có: MCF, DOC, DOC_f , F, R, OX, $\gamma_{1/2}$.

Giá trị DOC tùy thuộc vào từng loại vật liệu khác nhau. Việc lựa chọn thông số DOC theo từng loại vật liệu được thực hiện theo hướng dẫn của IPCC (Bảng 2).

Bảng 2. Giá trị DOC cho các loại vật liệu khác nhau trong chất thải đi chôn lấp

Thành phần CTR đô thị	Tỷ lệ vật liệu khô/ướt (%)	Tỷ lệ DOC trong CTR ướt (%)		Tỷ lệ DOC trong CTR khô (%)		Tỷ lệ tổng C trong CTR khô (%)		Tỷ lệ C hóa thạch trong tổng C (%)	
		Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng
Giấy/các-tông	90	40	36-45	44	40-50	46	42-50	1	0-5
Vải	80	24	20-40	30	25-50	50	25-50	20	0-50
Rác thực phẩm	40	15	8-20	38	20-50	38	20-50	-	-
Gỗ	85	43	39-46	50	46-54	50	46-54	-	-
Rác thải vườn, công viên	40	20	18-22	49	45-55	49	45-55	0	0
Tã	40	24	18-32	60	44-80	70	54-90	10	10
Da, cao su	84	39	39	47	47	67	67	20	20
Nhựa	100	-	-	-	-	75	67-85	100	95-100
Kim loại	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
Kính	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
Loại khác, CT trợ	90	-	-	-	-	3	0-5	100	50-100

Nguồn: IPCC, 2006

Giá trị DOC_f mặc định theo hướng dẫn của IPCC là 0,5.

Giá trị MCF phụ thuộc vào điều kiện vận hành BCL và vị trí của chất thải trong BCL. Cơ sở để đưa ra hệ số hiệu chỉnh MCF chủ yếu dựa vào tỷ lệ chất hữu cơ được phân hủy trong điều kiện

yếm khí. MCF thay đổi từ 0 đến 1, càng nhiều chất hữu cơ được phân hủy trong điều kiện yếm khí thì MCF càng gần 1, và ngược lại. Bảng 3 cung cấp những chỉ số MCF mặc định do IPCC cung cấp cho 5 loại BCL, theo điều kiện vận hành và vị trí của chất thải trong BCL.

Bảng 3. Hệ số MCF theo điều kiện vận hành và vị trí của chất thải trong bãi chôn lấp

Kiểu chôn lấp	Giá trị MCF mặc định
Được quản lý - kị khí	1,0
Được quản lý - bán hiếu khí	0,5
Không được quản lý - sâu (>5 m chất thải) và/hoặc cao hơn mực nước ngầm	0,8
Không được quản lý - nông (<5 m chất thải)	0,4
Các bãi chưa được phân loại	0,6

Nguồn IPCC, 2006

F: tỷ lệ CH_4 trong khí bãi rác theo thể tích. Giá trị của F được IPCC khuyến cáo sử dụng là 0,5.

OX: hệ số oxy hóa. Bảng 4 đưa ra các giá trị của OX theo điều kiện vận hành của BCL.

Bảng 4. Giá trị OX theo điều kiện vận hành bãi chôn lấp

Kiểu chôn lấp	Giá trị hệ số oxy hóa (OX) mặc định
Được quản lý, không được quản lý, chưa được phân loại	0
Được quản lý, bao phủ bởi lớp vật liệu oxy hóa CH_4	0,1

Nguồn IPCC, 2006

R: tỷ lệ thu hồi CH_4 : là lượng khí CH_4 được thu hồi ở BCL.

Khí CH_4 thu hồi có thể đốt cháy trực tiếp hay sử dụng như một dạng năng lượng. Nếu khí CH_4 thu hồi được sử dụng như nguồn năng lượng, phát thải từ chúng sẽ được tính và báo cáo trong lĩnh vực năng lượng. Phát thải từ quá trình đốt cháy là không đáng kể, khi phát thải CO_2 là không được tính đến do chu trình các-bon, còn phát thải N_2O và CH_4 là không đáng kể, nên trong lĩnh vực chất thải không đòi hỏi phải tính lượng phát thải đó. Giá trị mặc định cho R là 0.

Chu kỳ bán rã $t_{1/2}$ là thời gian cần thiết để một lượng các-bon hữu cơ phân hủy hết một nửa lượng ban đầu. Trong mô hình động học bậc 1 (FOD) giá trị hằng số tốc độ phân hủy k được sử dụng. Mối liên hệ giữa k và $t_{1/2}$ là:

$$k = \ln 2 / t_{(1/2)} \quad (7)$$

Giá trị của chu kỳ bán rã phụ thuộc vào nhiều yếu tố liên quan đến thành phần của chất thải, điều kiện khí hậu tại BCL như vị trí, đặc điểm BCL. Việc tính toán giá trị $t_{1/2}$ cho một bãi chôn lấp có thể được thực hiện theo hai phương pháp chính:

Phương pháp 1: Tính toán giá trị $t_{1/2}$ trung bình cho toàn bộ khối chất thải hỗn hợp;

Phương pháp 2: Chia chất thải theo loại và tính toán theo khả năng phân hủy của chúng.

Bảng 5 đưa ra hướng dẫn lựa chọn các thông số k và $t_{1/2}$ của IPCC theo điều kiện về nhiệt độ và độ ẩm của khu vực chôn lấp và khả năng phân hủy của chất thải chôn lấp:

Theo phương pháp luận ACM0001, phát thải theo kịch bản giảm nhẹ khi áp dụng giải pháp thu hồi và đốt khí bãi rác sẽ bao gồm các phát thải thành phần sau:

- Phát thải từ tiêu thụ điện năng cho áp dụng giải pháp;
- Phát thải từ tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch khi áp dụng giải pháp;
- Phát thải từ vận chuyển và phân phối khí bãi rác bằng xe tải;
- Phát thải từ vận chuyển và phân phối khí bãi rác bằng đường ống.

Tuy nhiên, theo phạm vi áp dụng giải pháp ở cấp quốc gia, phát thải theo kịch bản giảm nhẹ sẽ chỉ còn lại phát thải từ tiêu thụ điện năng cho áp dụng giải pháp thu hồi và đốt khí bãi rác.

Bảng 5. Hướng dẫn lựa chọn giá trị k theo IPCC 2006

Loại chất thải		Điều kiện khí hậu							
		Phương Bắc và khí hậu ôn hòa (MAT<20°C)				Nhiệt đới (MAT>20°C)			
		Khô (MAP/PET<1)		Ướt (MAP/PET>1)		Khô (MAP<1000 mm)		Ướt (MAP>1000 mm)	
		Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng	Mặc định	Khoảng
Chất thải chậm phân hủy	Giấy/vải	0,04	0,03-0,05	0,06	0,05-0,07	0,045	0,04-0,06	0,07	0,06-0,085
	Gỗ/rom rạ	0,02	0,01-0,03	0,03	0,02-0,04	0,025	0,02-0,04	0,035	0,03-0,05
Chất thải phân hủy trung bình	Những chất hữu cơ có thể phân hủy khác (không phải thức ăn)	0,05	0,04-0,06	0,1	0,06-0,1	0,065	0,05-0,08	0,17	0,15-0,2
Chất thải phân hủy nhanh	Rác thực phẩm/bùn thải	0,06	0,05-0,08	0,185	0,1-0,2	0,085	0,07-0,1	0,4	0,17-0,7
Chất thải hỗn hợp		0,05	0,04-0,06	0,09	0,08-0,1	0,065	0,05-0,08	0,17	0,15-0,2

Nguồn: IPCC, 2006

Nguồn phát thải này được tính như sau:

$$PE_y = EC_y * EF_{grid} \quad (8)$$

Trong đó:

$PE_{EC,y}$ = Phát thải từ tiêu thụ điện năng cho áp dụng giải pháp (tCO₂tđ);

EC_y = Điện năng tiêu thụ cho áp dụng giải pháp trong năm y (kWh);

EF_{grid} = Hệ số phát thải của lưới điện quốc gia trong năm y (tCO₂tđ/kWh);

d. Phương pháp đánh giá lợi ích từ phí xử lý chất thải rắn

Nếu không được xử lý đúng quy trình, CTR từ sinh hoạt của người dân và từ hoạt động sản xuất công nghiệp sẽ gây rất nhiều tác động tiêu cực tới đời sống của người dân. Đối tượng thụ hưởng lợi ích trực tiếp từ quá trình chôn lấp CTR tại dự án là người dân tại khu vực lân cận BCL. Tổng lợi ích đạt được từ việc xử lý rác thải (B₁) sẽ được tính toán thông qua công thức:

$$B_1 = P * Q \quad (9)$$

Trong đó P là chi phí xử lý trung bình của CTR sinh hoạt và CTR công nghiệp vào năm t và Q là tổng lượng CTR mà dự án xử lý trong năm t.

e. Phương pháp đánh giá lợi ích từ sản xuất điện năng

Giả định giá điện không chịu ảnh hưởng bởi

sản lượng của một dự án đơn lẻ, lợi ích cho xã hội từ sản xuất điện năng sẽ trùng khớp với doanh thu của dự án. Như vậy, tổng lợi ích từ sản xuất điện đối với xã hội của dự án mỗi năm sẽ được tính toán theo công thức:

$$B_2 = P_e * Q \quad (10)$$

Trong đó: P_e là giá điện thu mua, Q là sản lượng điện mỗi năm của dự án.

g. Phương pháp xác định chi phí đầu tư ban đầu

Đối với chi phí đầu tư ban đầu, dữ liệu sẽ được thu thập thông qua bảng hỏi đối với các khu xử lý CTR. Chi phí đầu tư ban đầu (C₁) bao gồm chi phí xây dựng, mua sắm trang thiết bị ban đầu và các khoản phát sinh khác, được trả một lần vào thời điểm trước khi dự án đi vào hoạt động.

h. Phương pháp xác định chi phí vận hành

Chi phí vận hành (C₂) là những khoản chi nhằm đảm bảo hoạt động hiệu quả của dự án, được chi trả hàng năm trong suốt vòng đời. Chi phí vận hành (C₂) bao gồm tiền lương và bảo hiểm cho người lao động; tiền điện, nước, gas; chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị; chi phí nguyên vật liệu (phụ gia, men, vi sinh); chi phí liên quan tới đất (thuê, mua đất); và các khoản phát sinh. Trong phân tích chi phí lợi ích, thuế doanh nghiệp được coi là một khoản thanh toán

chuyển giao giữa doanh nghiệp và chính phủ, và không được tính vào lợi ích hoặc chi phí ròng của xã hội.

i. Phương pháp xác định hiệu quả kinh tế trên một đơn vị rác

Hiệu quả kinh tế trên một đơn vị rác được xác định bằng hiệu số của tổng lợi ích với tổng chi phí trên lượng rác giảm được. Công thức cụ thể:

$$NPV_{waste} = \frac{\sum B - \sum C}{W} \quad (11)$$

NPV_{waste} = lợi nhuận dòng trên một đơn vị rác

Bảng 6. Khối lượng rác xử lý tại bãi rác Nam Sơn giai đoạn 1999 - 2007

Năm	Khối lượng trung bình 01 ngày (tấn)	Tổng khối lượng rác được xử lý trong năm (tấn)	Tổng khối lượng rác cộng dồn qua các năm (tấn)
1999	3	1.080	1.080
2000	1.126	410.990	412.070
2001	1.304	475.960	888.030
2002	1.472	537.280	1.425.310
2003	1.606	586.190	2.011.500
2004	1.734	632.910	2.644.410
2005	1.918	700.200	3.344.610
2006	2.225	812.214	4.156.824
2007	2.556	932.764	5.089.588

Nguồn: UNRENCO, 2010

Bảng 7. Khối lượng rác xử lý tại bãi rác Nam Sơn giai đoạn 2008 - 2014

Năm	Khối lượng trung bình 01 ngày (tấn)	Tổng khối lượng rác được xử lý trong năm (tấn)	Tổng khối lượng rác cộng dồn qua các năm (tấn)
2008	2.551	930.958	6.020.547
2009	2.985	1.089.493	7.110.040
2010	3.372	1.230.726	8.340.766
2011	3.792	1.384.017	9.724.783
2012	4.062	1.486.593	11.211.377
2013	3.996	1.458.569	12.669.945
4/2014	3.963	1.204.734	13.874.679

Nguồn: UNRENCO, 2014

Giả định rằng khối lượng CTR trung bình 01 tại BCL Nam Sơn có xu thế tăng dần trong tương lai, lượng CTR được xử lý đến năm 2020 sẽ được ước tính bằng phương pháp ngoại suy dựa trên chuỗi số liệu lịch sử. Theo đó, lượng CTR được xử lý trong giai đoạn 2014 - 2020 được thể hiện

(triệu VND/tấn rác);

B = Lợi ích thu được từ xử lý rác (triệu VND);

C = Chi phí bỏ ra cho việc xử lý rác (triệu VND);

W = Lượng rác được xử lý (tấn rác).

3. Số liệu

a. Số liệu về khối lượng CTR được xử lý tại BCL Nam Sơn

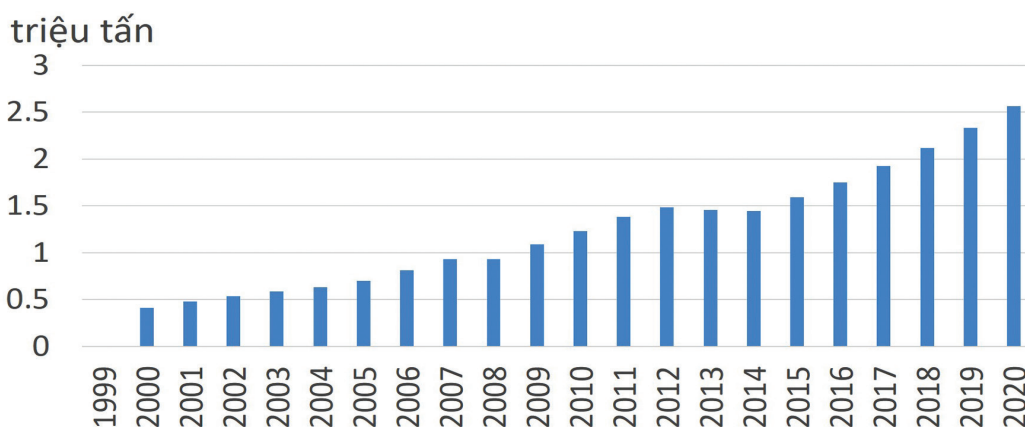
Theo URENCO (2010, 2014), khối lượng rác trung bình một ngày được xử lý tại bãi Nam Sơn qua các năm từ 1999 - 2014 ngày một tăng với tổng khối lượng tích lũy đến tháng 4/2014 là khoảng 13,9 triệu tấn (Bảng 6, Bảng 7).

trong Bảng 8 dưới đây.

Sau khi BCL đóng cửa vào năm 2020 thì lượng CTR tích lũy được xử lý sẽ không thay đổi. Khối lượng CTR được xử lý hàng năm tại BCL Nam Sơn được biểu diễn trong Hình 4.

Bảng 8. Khối lượng rác xử lý tại bãi rác Nam Sơn giai đoạn 2014 - 2020

Năm	Khối lượng trung bình 01 ngày (tấn)	Tổng khối lượng rác được xử lý trong năm (tấn)	Tổng khối lượng rác cộng dồn qua các năm (tấn)
2014	3.963	1.446.495	14.116.439
2015	4.359	1.591.145	15.707.584
2016	4.795	1.750.259	17.457.842
2017	5.275	1.925.285	19.383.127
2018	5.802	2.117.813	21.500.941
2019	6.382	2.329.595	23.830.535
2020	7.021	2.562.554	26.393.089



Hình 4. Khối lượng CTR được xử lý hàng năm tại BCL Nam Sơn

b. Số liệu về thành phần chất thải rắn

Thành phần CTR được xử lý được BCL Nam Sơn được thu thập từ UNRENCO (2012) thông qua điều tra, khảo sát trong khuôn khổ nghiên cứu xây dựng đề xuất NAMA cho lĩnh vực CTR

được thực hiện bởi Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2014). Theo đó, thành phần CTR được thể hiện trong Bảng 9. Thành phần CTR này được giả định là không thay đổi trong cả giai đoạn tính toán từ 1999 - 2020.

Bảng 9. Thành phần CTR và tỉ lệ CTR hữu cơ có thể phân hủy được

	j	Thực phẩm	Giấy	Gỗ	Vải	Thực vật	Nhựa, kim loại thủy tinh,...
Thành phần CTR	W _j	57,3%	5,96%	4,57%	3,79%	2,8%	25,58%
Tỉ lệ hàm lượng hữu cơ phân hủy được trong thành phần CTR (DOC)	DOC _j	15%	40%	43%	24%	20%	0%

Nguồn: URENCO, 2012

c. Số liệu về sản xuất điện năng

Các thông số sử dụng để toán lượng điện năng sản xuất được từ khí bãi rác được tham khảo từ phương pháp luận của CDM ACM0001, Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia phiên bản 2006 (Bảng 10).

Các loại chi phí cho việc thực hiện giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện bao gồm: (i) Chi phí đầu tư và (ii) Chi phí vận hành. Trong khi đó lợi ích thu được từ phương án giám nhẹ này chỉ là nguồn thu từ bán điện sản xuất được. Các số liệu về chi phí là lợi ích được thống kê trong Bảng 11, Bảng 12 và Bảng 13.

d. Số liệu đánh giá chi phí lợi ích

Bảng 10. Thông số sản xuất điện năng từ khí bãi rác

Thông số	Giá trị	Nguồn
Hệ số sẵn sàng của động cơ sản xuất điện khí sinh học	85%	Thông số động cơ Jenbacher
Hiệu suất của động cơ sản xuất điện khí sinh học	38%	Thông số động cơ Jenbacher
Nhiệt trị của Mê-tan	50.400 kJ/kg	IPCC, 2006
Khối lượng thể tích của khí mê-tan	0,7168 kg/m ³	IPCC, 2006
Hàm lượng CH ₄ trong khí bãi rác	50%	ACM0001

Bảng 11. Chi phí đầu tư cho giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện

Hạng mục thiết bị		Chi phí (tỉ VNĐ)
Hệ thống thu hồi khí	Hệ thống thu hồi khí	46,35
Nhà máy điện	Hệ thống sấy, đường ống, lắp đặt	10,19
	Than hoạt tính	8,15
	Các thiết bị điện	27,17
	Hệ thống giám sát	0,85
	Bộ tích hợp với lưới điện	3,26
	Nghiên cứu và điều phối kỹ thuật	6,55
	Máy phát điện khí sinh học	81,50
	Thuế nhập khẩu	26,21
	Vận chuyển	1,74
	Công xây dựng	2,72
	Nhà vận hành, bảo hiểm, đào tạo	1,36
	Tổng	169,65
Tổng		216

Nguồn: Tham khảo các dự án CDM về chất thải rắn

Bảng 12. Chi phí vận hành cho giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện

Hạng mục	Chi phí
(tỉ VNĐ/năm)	85%
Chi phí nhân công	0,69
Chi phí bảo dưỡng hệ thống thu khí	2,78
Chi phí bảo dưỡng nhà máy điện	3,37
Các tiêu dùng khác	2,72
Chi phí bảo hiểm	0,22
Chi phí bảo trì máy phát điện khí sinh học	15,69
Tổng	25,45

Nguồn: Tham khảo các dự án CDM về chất thải rắn

Một số các tham số khác được sử dụng để tính toán chi phí lợi ích của giải pháp thu hồi khí

bãi rác cho phát điện bao gồm:

Bảng 13. Các tham số tính toán chi phí lợi ích cho giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện

Hạng mục	Giá trị	Đơn vị
Số năm thực hiện giải pháp	15	năm
Tỉ lệ chiết khấu	7	%
Thuế thu nhập	25	%
Giá bán điện	949	VNĐ/kWh
Chi phí dự phòng	2	%

Nguồn: Tham khảo các dự án CDM về chất thải rắn

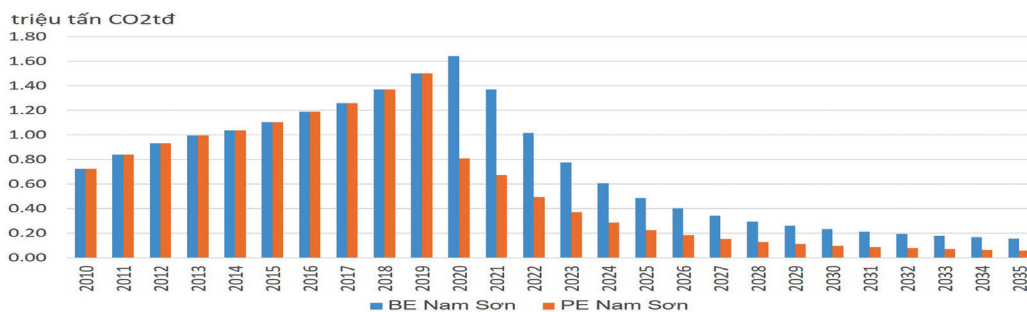
4. Kết quả và thảo luận

a. Tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính

Kết quả tính toán phương án cơ sở chỉ ra rằng tổng lượng phát thải KNK tích lũy của BCL Nam Sơn trong cả vòng đời là khoảng 24,8 triệu tấn CO₂đ, với lượng phát thải trung bình đạt 486 nghìn tấn CO₂đ/năm. Lượng phát thải này tăng dần và sẽ đạt đỉnh vào năm 2020 với khoảng 1,64 triệu tấn CO₂đ, sau đó sẽ giảm dần đến năm 2035. Điều này là do, sau năm 2020, BCL Nam Sơn đóng cửa và không nhận thêm lượng CTR mới. Kết quả tính toán này hoàn toàn phù hợp với kế hoạch xử lý CTR

của BCL Nam Sơn. Nếu xét lượng phát thải KNK trên một đơn vị rác thải được xử lý thì BCL có giá trị khoảng 0,12 tấn CO₂đ/tấn rác.

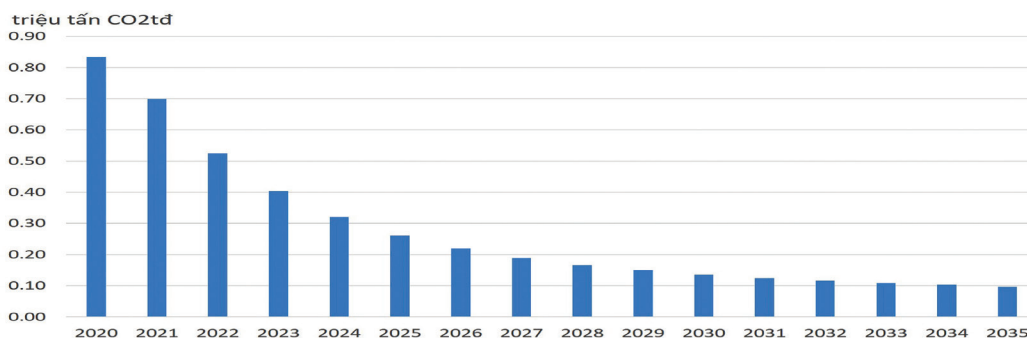
Theo phương án giảm nhẹ, lượng phát thải KNK trước năm 2020 là giống với phương án cơ sở. Từ năm 2020 đến năm 2035 khi giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện được áp dụng, một lượng khí bãi rác sẽ được thu hồi và đốt cho phát điện, do đó phát thải sẽ ít hơn so với phương án cơ sở. Cụ thể là năm 2020, phương án giảm nhẹ chỉ phát thải khoảng 0,81 triệu tấn CO₂đ và chỉ phát thải khoảng 0,06 triệu tấn CO₂đ vào năm 2035.



Hình 5. Phát thải theo phương án cơ sở và phương án giảm nhẹ tại BCL Nam Sơn

Tổng lượng phát thải giảm được theo phương án giảm nhẹ trong giai đoạn 2020 - 2035 là khoảng 4,5 triệu tấn CO₂đ, với lượng

giảm trung bình là khoảng 278 ngàn tấn CO₂đ/năm, tương đương với mức giảm khoảng 57% so với phương án cơ sở.



Hình 5. Phát thải theo phương án cơ sở và phương án giảm nhẹ tại BCL Nam Sơn

b. Chi phí lợi ích

Tổng chi phí đầu tư cho việc áp dụng giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện với công suất 5MW tại Nam Sơn tương đương 216 tỉ VNĐ, tương đương 9,3 triệu USD. Chi phí vận hành tính được khoảng 25,5 tỉ VNĐ/năm, tương đương với khoảng 1,1 triệu USD/năm.

Suất đầu tư cho một nhà máy điện rác tính được vào khoảng 43,2 tỉ VNĐ/MW tương đương khoảng 1,86 triệu USD/MW. Chi phí vận hành

tính được khoảng 5,1 tỉ VNĐ/MW/năm tương đương khoảng 0,22 triệu USD/MW/năm.

Giá trị hiện tại ròng (NPV) của giải pháp trong thời gian vận hành 15 năm từ 2021 - 2025 là -55,66 tỉ VNĐ, tương đương -2,4 triệu USD. Như vậy là phương án giảm nhẹ KNK áp dụng giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện không có hiệu quả về kinh tế. Bên cạnh đó, để giảm được 1 tấn CO₂tđ, giải pháp sẽ phải tiêu tốn 0,54 USD (Bảng 14).

Bảng 14. Chi phí lợi ích của giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện tại BCL Nam Sơn

Chi phí đầu tư (triệu USD)	Chi phí vận hành (triệu USD)	Giá trị hiện tại ròng (NPV) (triệu USD)	Chi phí giảm phát thải (USD/tCO ₂ tđ)
9,3	16,4	-2,4	0,54

5. Kết luận

Việc tính toán tiềm năng giảm phát thải và chi phí lợi ích là cơ sở cho việc đánh giá hiệu quả và tính khả thi của các giải pháp xử lý CTR thay thế chôn lấp CTR nói chung và các giải pháp giảm phát thải KNK nói riêng. Đồng thời, tiềm năng giảm phát thải và chi phí lợi ích cũng là những tiêu chí chính cho việc lựa chọn ưu tiên để thực hiện các giải pháp giảm phát thải KNK.

Đối với lĩnh vực CTR, việc áp dụng các phương pháp luận của CDM đã được EB công nhận và Hướng dẫn kiểm kê KNK của IPCC phiên bản 2006 là phù hợp với điều kiện Việt Nam. Các phương pháp luận này đủ chi tiết để đánh giá cho phạm vi từng dự án, giải pháp riêng lẻ, đồng thời cũng có thể đơn giản hóa để tính toán cho quy mô xử lý CTR của vùng hoặc quốc gia. Bên cạnh đó, để có thể tính toán chính xác hơn, cần

có những nghiên cứu sâu hơn về hệ số phát thải đặc trưng quốc gia của Việt Nam trong lĩnh vực chất thải rắn.

Kết quả tính toán tiềm năng giảm phát thải và chi phí lợi ích thí điểm cho việc áp dụng giải pháp thu hồi khí bãi rác cho phát điện tại BCL Nam Sơn chỉ ra rằng giải pháp này có tiềm năng giảm phát thải KNK đáng kể, với mức giảm tương đương 57% so với phương án cơ sở. Tuy nhiên, với chi phí thiết bị và mức chi phí đầu tư như hiện nay giải pháp này lại không có hiệu quả về mặt kinh tế. Nếu so sánh tương quan giữa lợi ích về giảm phát thải và hiệu quả kinh tế thì, chi phí giảm phát thải khí nhà kính của giải pháp này là không cao, chỉ khoảng 0,54 USD/tCO₂tđ. Do vậy, nếu có các cơ chế hỗ trợ phù hợp như giá tín chỉ các-bon hay thuế các-bon thì giải pháp này sẽ vừa có hiệu quả về kinh tế và vừa có hiệu quả giảm phát thải KNK.

Tài liệu tham khảo

1. IPCC (1996), *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
2. IPCC (2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
3. Bộ TN&MT (2017), *Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ 2 của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về Biến đổi khí hậu (UNFCCC)*, Nhà xuất bản Tài Nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
4. UNRENCO(2010), *Báo cáo khảo sát số liệu về hiện trạng xử lý chất thải rắn tại bãi chôn lấp Nam Sơn giai đoạn 1999 - 2007*.
5. URENCO (2012), *Báo cáo khảo sát số liệu về thành phần chất thải rắn tại bãi chôn lấp Nam Sơn*.
6. URENCO (2014), *Báo cáo khảo sát số liệu về hiện trạng xử lý chất thải rắn tại bãi chôn lấp Nam Sơn giai đoạn 2008 - 2014*.

EVALUATING MITIGATION POTENTIAL AND COST - BENEFIT OF LANDFILL GASES RECOVERING FOR ELECTRICITY GENERATION, CASE STUDY: NAM SON LANDFILL, HA NOI

Vuong Xuan Hoa⁽¹⁾, Dang Quoc Viet⁽²⁾, Vu Dinh Nam⁽³⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾German International Cooperation

⁽³⁾Ministry office, Ministry of Natural Resources and Environment

Received: 15 May 2018; Accepted: 26 June 2018

Abstract: Solid waste disposal (SWD) with organic components under anaerobic conditions will cause greenhouse gas (GHG) emissions. GHG emissions from the waste sector contribute about 6% of the country's total greenhouse gas emissions. One of the mitigation measures applied to closed-down landfills is the installation of piping systems for collecting and burning of landfill gas. This study aims to assess the potential for GHG emission reduction and the cost-benefit of landfill gas recovering for power generation using methodologies developed for CDM projects which has been recognized by the CDM Executive Board (EB); and cost-benefit analysis (CBA). The results show that the GHG emission reduction of this solution is about 0.12 tons CO₂e/ton of treated waste, equivalent to a reduction of about 57% compared to the baseline. However, this solution is not economically viable with a cost reduction of about 0.54 USD/tCO₂e. The study assessed the potential for GHG emission reductions and the cost benefits of landfill gas recovery solutions for a specific case. However, the parameters and GHG emission factors used for calculation are default. Therefore, more in-depth studies on Vietnam's country specific emission factors for the waste sector are needed in order to achieve more accurate results.

Keywords: Mitigation potential, cost - benefits, landfill gases recovering for electricity generation.

SỰ CẦN THIẾT HÌNH THÀNH THỊ TRƯỜNG CÁC-BON TẠI VIỆT NAM

Nguyễn Thị Liễu⁽¹⁾, Nguyễn Trung Anh⁽¹⁾, Vũ Đình Nam⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Văn phòng Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài 16/5/2018; ngày chuyển phản biện 17/5/2018; ngày chấp nhận đăng 27/6/2018

Tóm tắt: Hiện nay, việc phát triển thị trường các-bon được xem là yêu cầu cấp thiết, vừa góp phần những giá trị kinh tế nhất định, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững đất nước, đồng thời là sự kết nối hợp tác để mở rộng quan hệ ngoại giao thông qua việc đầu tư khoa học, công nghệ và tài chính giữa các quốc gia. Nghiên cứu chỉ ra một số mô hình thị trường các-bon tự nguyện điển hình trên thế giới, đồng thời đưa ra những phân tích và nhận định về tiềm năng cho việc hình thành và phát triển thị trường các-bon tại Việt Nam. Việc phân tích và đánh giá tổng quan về bối cảnh cấp thiết của quốc tế về thị trường các-bon cũng như tình hình thực hiện và triển khai thị trường các-bon trong nước tại các quốc gia điển hình trên thế giới kết hợp với những phân tích và nhận định về những điều kiện thuận lợi cho việc hình thành và phát triển thị trường các-bon tại Việt Nam sẽ là cơ sở quan trọng cho việc phát triển thị trường các-bon tại Việt Nam.

Từ khóa: Thị trường các-bon, Nghị định thư Kyoto, Thỏa thuận Paris về BĐKH.

1. Mở đầu

Theo Điều 17 của Nghị định thư Kyoto, thị trường các-bon được hiểu là việc cho phép các quốc gia có dư thừa quyền phát thải được bán cho hoặc mua từ các quốc gia phát thải nhiều hơn/ít hơn mục tiêu cam kết. Do đó, trên thế giới đã xuất hiện một loại hàng hóa mới, được tạo ra dưới dạng chứng chỉ giảm/hấp thụ phát thải khí nhà kính. Do CO₂ là khí nhà kính (KNK) qui đổi tương đương của mọi KNK nên mọi người thường gọi đơn giản là mua bán, trao đổi các-bon. Việc mua bán các-bon hình thành nên thị trường các-bon (carbon market).

Từ khi Nghị định thư Kyoto ra đời, thị trường các-bon đã phát triển mạnh tại các quốc gia Châu Âu, Châu Mỹ và cả Châu Á với hai loại thị trường chính là thị trường các-bon bắt buộc và thị trường các-bon tự nguyện. Hiện nay, trong xu thế BĐKH toàn cầu, các quốc gia thông qua thỏa thuận Paris phải đệ trình Báo cáo Đóng góp do quốc gia tự quyết định(NDC), từ đó sẽ mở ra cơ hội lớn cho sự hình thành và phát triển thị trường các-bon trên thế giới nói chung cũng như thị trường các-bon tự nguyện nói riêng.

Liên hệ tác giả: Nguyễn Thị Liễu
Email: lieuminh2011@gmail.com

Việt Nam được đánh giá là quốc gia có nhiều lợi thế cho phát triển thị trường các-bon tự nguyện, trước hết là việc Việt Nam đã thể hiện sự cam kết của mình về việc cắt giảm KNK trong NDC lên Ban thư ký Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC) với lượng phát thải KNK khoảng 8% vào năm 2030 so với kịch bản phát triển thông thường bằng nguồn lực trong nước và có thể lên đến 25% nếu nhận được hỗ trợ quốc tế. Ngoài ra, trong hợp tác quốc tế liên quan đến giảm nhẹ, Việt Nam cũng đã nhận được một số hỗ trợ trực tiếp từ các tổ chức quốc tế như ADP, WB, GZ, UNDP. Một vấn đề quan trọng nữa là hiện nay Chính phủ Việt Nam cũng đang có chủ trương chuyển đổi nền kinh tế theo hướng bền vững, phát triển các-bon thấp sẽ là tiền đề quan trọng để hỗ trợ cho việc phát triển thị trường các-bon. Việt Nam tham gia vào việc phát triển thị trường các-bon nội địa sẽ góp phần chung tay với thế giới trong mục tiêu giảm KNK và phát triển kinh tế đất nước theo hướng xanh và bền vững.

2. Tổng quan về thị trường các-bon trên thế giới

Từ việc nhận định về thị trường các-bon trên thế giới, có thể hình dung rằng thị trường các-bon là một loại hình thị trường đặc thù, với hàng hóa được mua/bán trong thị trường là các đơn vị/

chứng chỉ giảm/hấp thụ phát thải KNK theo các cơ chế khác nhau. Các đối tượng tham gia mua/bán có thể là các doanh nghiệp và các quốc gia hoặc cũng có thể các tổ chức tài chính.

i. Thị trường bắt buộc (mandatory carbon market): là thị trường mà ở đó việc buôn bán các-bon dựa trên cam kết của các quốc gia trong UNFCCC để đạt được mục tiêu cắt giảm khí nhà kính. Thị trường này mang tính bắt buộc và chủ yếu dành cho các dự án trong cơ chế phát triển sạch (CDM) hoặc đồng thực hiện (JI)

ii. Thị trường tự nguyện (voluntary carbon market): thị trường này dựa trên cơ sở hợp tác thỏa thuận song phương hoặc đa phương giữa các tổ chức, công ty hoặc quốc gia

Nghị định thư Kyoto là đưa ra các mục tiêu mang tính bắt buộc đối với 37 nước công nghiệp trên thế giới và Liên minh Châu Âu (EU) về việc giảm lượng KNK. Theo đó, các nước này đến năm 2012 phải giảm lượng phát thải KNK, chủ yếu là carbon dioxide, ít nhất 5% so với mức phát thải năm 1990. Mức giảm cụ thể áp dụng cho từng quốc gia thay đổi khác nhau. Ví dụ, các nước EU là 8%, Mỹ 7%, Nhật Bản 6%, Australia 8%, trong khi New Zealand, Nga và Ucraina được duy trì mức phát thải hiện tại. Riêng một số quốc gia vốn có lượng phát thải KNK thấp được phép tăng lượng phát thải, như Na Uy được tăng 1% hay Iceland 10%.

Các nước tham gia vào Nghị định thư Kyoto phải chịu sự giám sát và quản lý bởi các nguyên tắc của Liên Hiệp Quốc về lượng khí thải cắt giảm. Các quốc gia được chia làm hai nhóm: nhóm các nước phát triển thuộc Phụ lục I (Annex I) theo phân loại của UNFCCC, buộc phải có bản đề trình thường niên về các hành động cắt giảm khí thải; và nhóm các nước đang phát triển không thuộc Phụ lục I (Non-Annex I) của UNFCCC, bao gồm đa số các nước đang phát triển và cả một số nền kinh tế lớn mới nổi như Ấn Độ, Trung Quốc, Brazil. Những nước này ít chịu ràng buộc hơn so với các nước thuộc nhóm Annex I.

Trong giai đoạn cam kết đầu của Nghị định thư Kyoto, từ năm 2008 - 2012, thị trường carbon hoạt động rất sôi nổi với Cơ chế tín chỉ chung (JCM). Tuy nhiên, trong giai đoạn từ 2013 - 2020, số lượng các dự án CDM đăng ký mới trên

thế giới đã giảm đi nhiều. Nguyên nhân chủ yếu do Bản sửa đổi, bổ sung Doha vào Nghị định thư Kyoto chưa có hiệu lực thi hành. Các nước phát triển (các quốc gia mua tín chỉ các-bon từ CDM) chưa bị bắt buộc giảm phát thải theo quy định. Mặc dù, đã có một số cơ chế mới được xây dựng và triển khai như JCM giữa Nhật Bản và một số đối tác nhưng các hoạt động mới chỉ ở giai đoạn thí điểm và tín chỉ các-bon thu được chưa thể giao dịch trên thị trường các-bon.

Tại COP21, các nước đã thông qua quy định về một cơ chế mới, cơ chế góp phần giảm nhẹ phát thải KNK và hỗ trợ phát triển bền vững. Theo đó, thị trường các-bon đang xu hướng phát triển mạnh mẽ toàn cầu và có nhiều đóng góp cho mục tiêu giảm phát thải của các quốc gia. Tính đến cuối năm 2016, thị trường các-bon (ETS) đã và đang được vận hành qua 4 lục địa, 40 quốc gia, 13 bang/tỉnh, 7 thành phố chiếm khoảng 40% GDP và ¼ phát thải toàn cầu. Tính đến thời điểm hiện tại đang có 17 hệ thống ETS đang được vận hành, đóng góp khoảng ½ tổng lượng phát thải, tương đương với 7 GtCO₂tđ (chiếm 12% tổng lượng phát thải toàn cầu). Trong đó, Châu Âu (EU), Hoa Kỳ, Trung Quốc, Hàn Quốc là những quốc gia đi đầu trên thế giới về việc thành lập thị trường các-bon, và xem đây là chính sách chủ đạo về biến đổi khí hậu của quốc gia. Hiện nay Việt Nam đang nằm trong nhóm 15 quốc gia trên thế giới đang xem xét, cân nhắc để xây dựng ETS. Chính vì vậy, việc nghiên cứu kinh nghiệm của các quốc gia đã và đang xây dựng, vận hành ETS sẽ rất quan trọng cung cấp các cơ sở thực tiễn trong việc nhìn nhận, đánh giá vai trò của ETS, cũng như nhận ra được các lỗ hổng về mặt lý thuyết và thực tiễn để làm căn cứ hoàn thiện cơ sở khoa học về ETS.

3. Tổng quan về thị trường các-bon tự nguyện tại một số quốc gia điển hình trên thế giới

Trên thế giới đã có nhiều quốc gia đã xây dựng và phát triển thị trường các-bon điển hình phải kể đến như Trung Quốc, Thái Lan, Hàn Quốc và đã mang lại một số thành công nhất định trong việc cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính và những lợi ích kinh tế nói chung.

3.1. Thị trường các-bon của Trung Quốc

Vào năm 2011, sau khi các quy định về thị

trường các-bon theo Nghị định thư Kyoto được công bố, Trung Quốc công bố 7 thị trường các-bon thử nghiệm, bao gồm Bắc Kinh, Thượng Hải, Quảng Đông, Trùng Khánh, Thiên Tân, Hồ Bắc, và Quảng Tây. Các thị trường chịu sự quản lý vận hành của Ủy ban Cải cách và Phát triển Quốc gia Cộng hòa Nhân dân Trung Hoa (NDRC) và được xây dựng bởi việc liên kết và phối hợp giữa các cơ quan cấp tỉnh, thành phố và thành lập các sàn giao dịch phát thải địa phương, cùng các lãnh đạo, chuyên gia tại các trường đại học và các viện nghiên cứu và có sự tham vấn ý kiến lãnh đạo cấp cao tại Bắc Kinh.

NDRC đã đưa ra một quy trình phát triển các thị trường thử nghiệm, bao gồm ba giai đoạn: bắt đầu với việc xây dựng các trụ cột của hệ thống như hệ thống đăng ký, nền tảng giao dịch và hệ thống giám sát, báo cáo và thẩm định (MRV); giai đoạn hai là giai đoạn vận hành thử nghiệm và cuối cùng là thực hiện giao dịch chính thức. Cả 7 tỉnh thành đều thiết lập mục tiêu giảm cường độ phát thải trong các nhà máy từ 15-20% trong các giai đoạn với năm gốc 2010 với mức độ giao động từ 17-20% so với năm gốc 2010. Kể từ lúc bắt đầu thiết lập 7 thị trường thí điểm vào tháng 6/2013 đến nay, đã có 94 triệu tấn các-bon đã được mua bán. Tính đến quý 2/2016, tổng giá trị giao dịch của thị trường đã lên tới 349 triệu USD với mức giá tín chỉ các-bon trung bình là 3,72 USD/tấn. Các giao dịch qua thị trường trực tuyến và OTC chiếm tỷ trọng lần lượt là 57% và 43% với giá trị giao dịch tương đương 56,7% và 34,3%.

Lựa chọn mô hình thiết kế các ETS thí điểm: Mỗi ETS được thiết kế khác nhau, tùy thuộc vào đặc điểm cụ thể của từng địa phương và được xây dựng bởi chính quyền địa phương với việc tư vấn thường xuyên với chính quyền trung ương ở Bắc Kinh.

Thiết lập hạn mức và phân bổ hạn mức phát thải cho phép: Các ETS ở Trung Quốc áp dụng kết hợp phân bổ hạn ngạch miễn phí và một phần được đưa ra đấu giá cho các doanh nghiệp tham gia dựa trên quá khứ phát thải của doanh nghiệp (giao động từ 3-10% tại các ETS và qua các năm khác nhau trong thời kỳ thực hiện). Sau đó, cho phép các doanh nghiệp đấu giá các hạn mức dư thừa/thiếu hụt của mình trên thị trường để có

được hạn mức phát thải mong muốn bổ sung. Hạn ngạch phát thải là mức tuyệt đối được thiết lập cho cả thời kỳ.

Đấu giá và cơ chế kiểm soát giá: Việc đấu giá được thực hiện tại sàn giao dịch chứng khoán địa phương, trong khi cơ quan chịu trách nhiệm quản lý thuộc về Hội đồng phát triển và cải cách tại mỗi địa phương.

MRV và kiểm soát thị trường: Với mức độ phức tạp của các ETS khác nhau và nhiều ngành, loại doanh nghiệp được đưa vào hệ thống, tuy nhiên MRV của Trung Quốc hoạt động rất thành công với sự hỗ trợ của Ngân hàng thế giới và Chính quyền trung ương. Việc kiểm soát sẽ được thực hiện bởi chính các doanh nghiệp và được gửi đến hệ thống MRV của quốc gia, các chi phí kiểm soát và các phương pháp được xây dựng để kiểm soát là một trong những ưu tiên quan trọng của chính phủ. Các báo cáo của doanh nghiệp được thực hiện bởi doanh nghiệp và được xác nhận bởi một bên thứ ba độc lập, các báo cáo phải được đính kèm các tài liệu, dữ liệu và phải theo một quy trình nghiêm ngặt về thời gian thực hiện. Các doanh nghiệp không hoàn thành mục tiêu được quy định khác nhau giữa các hệ thống ETS, chủ yếu tập trung vào hình phạt tiền, với mức giao động từ €1.500 đến €7.000/mỗi lần vi phạm, trong một số trường hợp có thể gia hạn thời gian hoàn thành. Một số các trừng phạt vi phạm khác cũng được ban hành đối với các doanh nghiệp vi phạm. Ví dụ ETS - Thượng hải sẽ cắt giảm các hỗ trợ ưu đãi, không cấp phép cho việc xây dựng dự án mới, bị tăng cường kiểm soát bởi cơ quan trung ương,...

Thiết lập các điều khoản linh hoạt và cơ chế hỗ trợ thực hiện: Một số ETS đã cho phép doanh nghiệp sử dụng cơ chế gửi ngân hàng một lượng phát thải nhất định để sử dụng trong tương lai. Việc thiết lập các can thiệp về giá giao động rất lớn ở các ETS. Trong một số trường hợp, các can thiệp giá chỉ được sử dụng khi có biến động lớn về giá trên thị trường. Trung Quốc chỉ chấp nhận các tín chỉ phát thải chỉ được hình thành ở Trung Quốc (CCERs) từ năm 2015 với một mức giới hạn nhất định.

3.2. Thị trường các-bon của Thái Lan

Trong INDC của Thái Lan có đề cập đến mục

tiêu cắt giảm phát thải khí nhà kính với mức 20% trong đóng góp dự kiến cho phép vào năm 2030, mức đóng góp này có thể tăng lên đến 25% tùy thuộc vào sự hỗ trợ tăng cường và phù hợp Thái Lan có được thông qua hiện định cân bằng toàn cầu. Thái Lan công nhận vai trò quan trọng của cơ chế thị trường nhằm tăng cường hiệu quả chi phí của các hành động giảm thiểu nên tiếp tục được khai phá tiềm năng và hiện nay ETS của Thái Lan và các cơ chế thị trường khác hiện vẫn chưa được đưa vào INDC.

Theo cơ quan Quản lý KNK Thái Lan (2017), tại Thái Lan, một số công cụ tạo động lực cho thị trường các-bon hiện nay phải kể đến:

- Chương trình giảm phát thải tự nguyện của Thái Lan (T-VER): Chương trình này được khởi công từ tháng 10/2013, hiện có 65 dự án, đây là cơ chế tạo tín chỉ các-bon trong nước dựa trên cách tiếp cận phát triển các dự án, sử dụng các phương pháp CDM, J-VER. Chương trình này có mục tiêu: (1) Khuyến khích phát triển các dự án giảm phát thải KNK với các khoản đồng lợi ích bằng các chứng chỉ tín chỉ các-bon; (2) Thúc đẩy thị trường các-bon nội địa của Thái Lan; (3) Nâng cao nhận thức về biến đổi khí hậu (BĐKH) và khuyến khích sự tham gia của khu vực Nhà nước và tư nhân.

- Chương trình trao đổi phát thải tự nguyện của Thái Lan (Thailand V-ETS): quy định về hệ thống mức trần và trao đổi tự nguyện được thử nghiệm nhằm kiểm tra hệ thống MRV và chu kỳ hoạt động từ tháng 10/2014;

- Chương trình cân đối bù trừ các-bon của Thái Lan (T-COP): được khởi động tháng 3/2013, nhằm sử dụng mức đóng góp của các bên tham gia hỗ trợ các hoạt động giảm phát thải khí nhà kính trong nước, đặc biệt là các dự án thuộc chương trình T-VER;

- Các dự án giảm phát thải tự nguyện (VER): tiêu chuẩn quốc tế.

Một số công cụ đề xuất khác hỗ trợ cho PMR của Thái Lan đó là:

- Chương trình chứng nhận hoạt động năng lượng (EPC): Chương trình nhằm mục tiêu đạt được hiệu suất năng lượng trong các tòa nhà và tòa nhà sử dụng nhiều năng lượng và nhằm xây dựng sự sẵn sàng của các hợp phần thị trường cốt lõi tạo nền móng xây dựng ETS

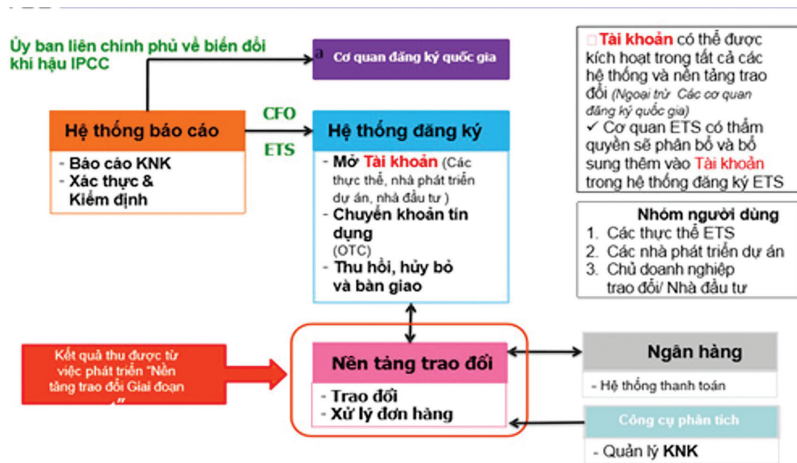
trong tương lai.

- Chương trình thành phố các-bon thấp (LCC): Cơ chế tín chỉ KNK sẽ là một phần trong chương trình T-VER nhằm đạt được phát thải KNK do các thành phố và cộng đồng địa phương cùng thực hiện.

Kế hoạch thực hiện và triển khai Chương trình V-ETS của Thái Lan trải qua các giai đoạn như sau: (1) Năm 2010: Tập trung nghiên cứu báo cáo KNK và MRV, tiềm năng giảm phát thải; (2) Năm 2011: Nghiên cứu và xác định các ngành công nghiệp; cách tiếp cận quy định mức trần và phân bổ cho phép; (3) Năm 2012: Nghiên cứu và đề xuất khung thể chế, nguyên tắc hoạt động, khuyến khích các hoạt động trao đổi phát thải tự nguyện; (4) Năm 2013 - 2014: Phát triển hệ thống MRV; nghiên cứu các nguyên tắc báo cáo KNK và khả năng kết nối; (5) Năm 2015: Nghiên cứu đánh giá tác động của hệ thống ETS và đánh giá tác động của BĐKH; (6) Năm 2018 - 2020: Cải thiện và phát triển các nguyên tắc hoạt động, bao gồm cả hệ thống đăng ký và đề xuất lộ trình và kiến nghị về chính sách.

Hệ thống MRV của Thái Lan được xây dựng trên ISO 1464-1, 14064-3 và 14065 với nền tảng trực tuyến, các nhà máy được lựa chọn thí điểm tập trung vào sản xuất điện, hóa dầu, xi măng, sắt, thép, bột giấy và giấy, lọc dầu, sản xuất kính, nhựa, gốm và thực phẩm - thức ăn.

- Về cơ chế giao dịch: Thái Lan áp dụng cơ chế giao dịch thường dùng trong các hệ thống giao dịch phát thải "Cap and Trade". Cụ thể, các cơ sở tham gia vào TVETS thử nghiệm sẽ phải nhận một mức trần phát thải KNK nhất định và mức trần này được quy định bởi Nhà nước, phân bổ dựa theo lượng phát thải KNK của cơ sở được báo cáo lại vào cuối mỗi năm. Nếu cơ sở phát thải vượt quá mức trần cho phép, cơ sở này sẽ phải mua thêm tín chỉ phát thải từ các cơ sở khác trong TVETS; hoặc tín chỉ từ các dự án giảm nhẹ KNK để bù vào lượng phát thải KNK đã vượt quá. Ngược lại, nếu một cơ sở sản xuất kinh doanh có mức phát thải ít hơn so với mức trần, cơ sở có thể "tiết kiệm" lượng tín chỉ phát thải đó cho năm sau, hoặc bán cho các cơ sở khác trong TVETS. Giá thành tín chỉ phát thải sẽ thay đổi tùy thuộc vào nguồn cung và cầu trên thị trường.



Hình 1: Hệ thống đăng ký, báo cáo phát thải của Thái Lan

Nguồn: Cơ quan Quản lý khí nhà kính Thái Lan (2013)

- Về Chế tài xử phạt: Theo PMR (2014) nhận định chế tài xử phạt là một con dao hai lưỡi trong thị trường tự nguyện Thái Lan. Cụ thể, chế tài xử phạt có thể giúp các cơ sở tham gia đúng theo quy định, tuy nhiên chế tài xử phạt cũng có thể ảnh hưởng tới mức độ tham gia của thị trường tự nguyện. Ngoài ra, e ngại xử phạt có thể khiến các doanh nghiệp đặt mục tiêu giảm thải “nhẹ nhàng”. Hiện nay, ở dự án thử nghiệm TVETS vẫn chưa có chế tài xử phạt nào được áp dụng: các cơ sở tham gia chỉ bị nhắc nhở để rút kinh nghiệm nhằm chuẩn bị tham gia hệ thống giao dịch phát thải bắt buộc vào năm 2020. Dù vậy, chế tài xử phạt được đề xuất hiện tại ở TVETS Thái Lan sẽ dựa theo Đạo luật Bảo tồn Năng lượng - đặt ra tiêu chuẩn và phương pháp hoạt động cũng như chế tài xử phạt cho các cơ sở sử dụng một lượng lớn năng lượng. Các cơ sở có sai phạm trong báo cáo tiêu thụ năng lượng hoặc các quy trình liên quan tới sử dụng năng lượng. Tuy nhiên, khó khăn hiện tại Thái Lan đang gặp phải trong việc xây dựng mục tiêu và quy chuẩn bắt buộc là thiếu số lượng và hệ thống thông tin, cũng như một tiêu chuẩn thẩm định các dữ liệu thu được.

- Về những chính sách của Nhà nước đối với thị trường: Theo PMR (2013) và Sumetchoengprachaya (2014), nhà nước Thái Lan - thông qua Tổ chức Quản lý KNK Thái Lan (TGO) đã có những động thái hỗ trợ quá trình phát triển thị trường như sau: Ngoài việc tổ chức các hoạt động nghiên cứu và vận hành thử nghiệm TVETS, năm 2014 nhà nước Thái Lan tiến hành áp mức trần phát thải tuyệt đối

cho các cơ sở. Ngoài ra, nhà nước còn chịu trách nhiệm kiểm soát giá như trần giá và giá sàn. Do TVETS 2014 là dự án thử nghiệm, nhà nước Thái Lan hiện chưa có động thái kiểm soát các cơ sở tham gia hoặc xử phạt các trường hợp vi phạm hay can thiệp sâu vào giá thành. Nhà nước Thái Lan còn tổ chức một số hoạt động hỗ trợ TVETS như: Chương trình Đền bù các-bon Thái Lan (T-COP): trong đó mỗi cơ sở có thể tự nguyện tham gia. Đây được coi là một nền tảng giúp các cơ sở đền bù lượng phát thải KNK bằng cách đóng góp tài chính để thu lại tín chỉ các-bon; Chứng chỉ Sử dụng Năng lượng (EPC): một chương trình theo cơ chế mức trần và giao dịch nhằm giúp các nhà máy và tòa nhà thương mại nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng. Đối tượng tham gia bao gồm các cơ sở, nhà máy và tòa nhà có cường độ tiêu thụ năng lượng cao. Các cơ chế MRV hay thông tin dữ liệu hoặc hệ thống đăng ký tại EPC sẽ được sử dụng trong Hệ thống Giao dịch Phát thải Chính thức trong tương lai.

3.3. Thị trường các-bon Hàn Quốc

Năm 2011, Hàn Quốc phát hành thông tin về mức phát thải sử dụng làm kịch bản cơ sở Năm 2011, Hàn Quốc phát hành thông tin về mức phát thải sử dụng làm kịch bản cơ sở và các mục tiêu giảm thải KNK cho mỗi lĩnh vực (GIR, 2011). Theo sau đó là Luật phân bổ và giao dịch hạn mức phát thải KNK vào năm 2012 (GIR, 2015) cho phép xây dựng và thực hiện thị trường các-bon. Năm 2014, Kế hoạch Chỉ đạo Xây dựng Hệ thống Giao dịch Phát thải và Pha 1 - Kế hoạch Phân phối Hạn ngạch

Quốc gia, cùng với Lộ trình Thực hiện Mục tiêu Giảm thiểu KNK Quốc gia (GIR, 2015). Dưới đây là một số mốc thời điểm quan trọng trong bối cảnh chính sách dẫn tới sự thành lập thị trường các-bon tại Hàn Quốc. Theo EDF (2015):

Năm 2009: Hàn Quốc tuyên thệ giảm 30% KNK so với mức của quốc gia năm 2020; Năm 2010: Khung luật pháp về Phát triển xanh và các-bon thấp đi vào hoạt động; Năm 2011: Tuyên bố về mức phát thải trong kịch bản cơ sở; Năm 2012: Đạo luật về Phân bổ và giao dịch quyền phát thải KNK đi vào hoạt động; Năm 2014: Tuyên bố về kế hoạch phân bổ hạn mức cho phép phát thải quốc gia; Năm 2015: Thị trường giao dịch phát thải KNK đi vào hoạt động.

Theo EDF (2015), các cơ sở có lượng phát thải thường niên cao hơn 125.000 tấn CO₂tđ, hoặc sở hữu cơ sở phát thải thường niên cao hơn 25.000 tấn CO₂tđ phải tham gia Hệ thống giao dịch phát thải và nhập hạn ngạch của mỗi tấn CO₂tđ sản xuất được. Đặc biệt, các cơ sở với mức phát thải cỡ trung và nhỏ được quyền tự nguyện tham gia Hệ thống giao dịch phát thải. Các loại khí nhà kính được phép giao dịch bao gồm CO₂, N₂O, HFC, PFC và SF₆. Cũng theo tính toán của EDF (2015), pha hoạt động đầu tiên của Hệ thống Giao dịch Phát thải Hàn Quốc (2017 - 2019) sẽ nhận được sự tham gia của 525 cơ sở ở 23 lĩnh vực nhỏ từ sản xuất thép, xi măng, hóa dầu, lọc dầu, năng lượng,...

Cũng giống như các quốc gia khác, thị trường các-bon Hàn Quốc giao dịch theo mô hình “cap and trade”, các cơ sở tham gia hệ thống có quyền mua và bán tín chỉ phát thải trong trường hợp thừa hoặc thiếu tín chỉ phát thải. Các cơ sở tại Hàn Quốc cũng có quyền lấy tín chỉ từ các dự án Phát triển sạch (GIR, 2015). Ngoài ra, hệ thống giao dịch phát thải Hàn Quốc còn cho phép các cơ sở tham gia được quyền vay mượn tín chỉ từ cơ sở khác; tuy nhiên hiệu lực của việc vay mượn chỉ tồn tại trong 1 pha hoạt động (hiện nay là pha 1: 2017 - 2019). Từ 15/1/2014, sàn giao dịch Korea Exchange là cơ quan điều phối thị trường các-bon Hàn Quốc (KME, 2014). Các cơ sở tham gia được yêu cầu thực hiện kiểm kê KNK. Sau khi hoàn thành báo cáo kiểm kê do bên thứ 3 kiểm chứng và báo cáo chính phủ (Republic of Korea, 2012). Một khi báo cáo được cấp phép, các cơ sở được sắp xếp vào danh sách

đăng ký hạn mức cho phép phát thải theo quy định của chính phủ (Republic of Korea, 2012). Ngoài ra các cơ sở tham gia cũng phải trừ hạn mức tương ứng với mức phát thải của năm trước đó (Republic of Korea, 2012). Cơ sở không tuân theo quy định của thị trường các-bon Hàn Quốc sẽ bị xử phạt không quá 3 lần mức giá mỗi tCO₂tđ. Mức phạt tối đa là 10.000 won mỗi tấn CO₂tđ, hoặc khoảng 91 USD/tCO₂tđ (Republic of Korea, 2015).

Các doanh nghiệp sẽ nằm trong danh sách quản lý của Hệ thống quản lý mục tiêu khí nhà kính (TMS) nếu vượt qua các giới hạn sau đây: phát thải từ 50.000 tCO₂tđ hoặc hơn mỗi năm và tiêu thụ hơn 200TJ năng lượng mỗi năm (đối với công ty), phát thải từ 15.000 tCO₂tđ hoặc hơn mỗi năm và tiêu thụ hơn 80TJ năng lượng mỗi năm (đối với cơ sở) (Republic of Korea, 2011). Công ty hay cơ sở đủ chuẩn trong danh sách ETS sẽ không nằm trong danh sách của TMS (Republic of Korea, 2012).

Đối với các chính sách hỗ trợ thị trường: Trong quá khứ, Hàn Quốc từng ban hành chính sách hỗ trợ thuế và tài chính cho một số hoạt động giảm thiểu phát thải như chính sách khuyến khích giá năng lượng tái tạo từ năm 2002 và 2011. Vào năm 2012, mục tiêu phát triển năng lượng tái tạo được thay thế chính sách khuyến khích, trên 14 ngành sản xuất năng lượng của Hàn Quốc có trách nhiệm gia tăng tỉ lệ năng lượng tái tạo, bao gồm năng lượng gió và mặt trời. Cũng trong năm 2012, mục tiêu phát triển năng lượng tái tạo chỉ ở mức 2%, sẽ tăng lên 10% vào năm 2022 (Han, 2012). Hàn Quốc có kế hoạch xây dựng tiêu chuẩn kinh tế xăng dầu cho các phương tiện hạng nhẹ. Vào năm 2020, các tiêu chuẩn này sẽ giúp giảm 31,1% lượng KNK phát thải từ xe cộ, và 15,2% phát thải từ xe tải, so với mức phát thải năm 2013. Ngoài các chiến lược nêu trên, chính phủ Hàn Quốc còn xây dựng các mục tiêu giảm thiểu theo lĩnh vực, để đảm bảo đạt mục tiêu giảm thiểu chung và ở riêng từng lĩnh vực.

4. Những thuận lợi của Việt Nam khi tham gia phát triển thị trường các-bon nội địa

Đối với Việt Nam, khi tham gia vào các thỏa thuận và hiệp ước quốc tế trong ứng phó với BĐKH toàn cầu sẽ có điều kiện thúc đẩy hoạt động mua bán và trao đổi tín chỉ các-bon trong

nước và quốc tế, do đó cùng với việc thực hiện CDM, tháng 11/2012, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 1775/QĐ-TTg phê duyệt Đề án quản lý phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính; quản lý các hoạt động kinh doanh tín chỉ các-bon ra thị trường thế giới với mục tiêu là quản lý phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính và quản lý các hoạt động kinh doanh tín chỉ các-bon ra thế giới. Trong NDC đệ trình Ban Thư ký UNFCCC, Việt Nam đã cam kết đến năm 2030 sẽ giảm 8% lượng phát thải KNK so với kịch bản phát triển thông thường và có thể giảm đến 25% nếu nhận được hỗ trợ quốc tế. Đây là một hành động thiết thực của Việt Nam trong việc chung tay với thế giới để giảm lượng phát thải KNK, góp phần xây dựng Thỏa thuận Khí hậu toàn cầu mới, nhằm giữ cho nhiệt độ trái đất tăng dưới 2 độ C vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ tiền công nghiệp, đồng thời là điều kiện quan trọng để thúc đẩy sự phát triển của thị trường các-bon tại Việt Nam.

Ngoài ra, Việt Nam cũng có thể mạnh dạn với tạo tín chỉ các-bon, điều này được thể hiện trong tiềm năng về giảm phát thải khí nhà kính của Việt Nam trong NDC đó là việc ước tính tiềm năng giảm phát thải đối với lĩnh vực như: lĩnh vực năng lượng tiềm năng giảm phát thải từ các phương án (khoảng 76 triệu tấn CO₂ tương đương); lĩnh vực nông nghiệp (khoảng 45 triệu tấn CO₂ tương đương); lĩnh vực sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp (khoảng 66 triệu tấn CO₂ tương đương); đối với lĩnh vực chất thải (khoảng 24 triệu tấn CO₂ tương đương). Bên cạnh đó, các dự án về trồng rừng làm tăng khả năng hấp thụ khí nhà kính, các dự án CDM hay các hành động giảm nhẹ BĐKH phù hợp với điều kiện quốc gia (NAMAs) khi được thực hiện cũng sẽ tạo một nguồn tín chỉ các-bon để thu hút đầu tư của các doanh nghiệp trong và ngoài nước.

Những nỗ lực trong việc cam kết cắt giảm phát thải KNK của Việt Nam đã nhận được sự quan tâm của các đối tác phát triển, trong đó có sự hỗ trợ tích cực của 2 nhà tài trợ như Ngân hàng Thế giới và Ngân hàng Phát triển châu Á thông qua Dự án “Sẵn sàng tham gia thị trường các-bon” (PMR) triển khai trong 3 năm (2015 - 2018). Dự án bao gồm 3 hợp phần: Xây dựng chính sách cho việc xây dựng thị trường các-bon

trong nước và tham gia thị trường các-bon quốc tế; Thí điểm xây dựng thiết kế tạo tín chỉ các-bon trong lĩnh vực sản xuất thép và quản lý chất thải rắn; Nghiên cứu và tăng cường năng lực. Dự án do Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ trì với sự tham gia của các Bộ: Kế hoạch và Đầu tư, Tài chính, Công Thương, Xây dựng và một số doanh nghiệp trong lĩnh vực sản xuất thép và quản lý chất thải rắn. Đây là một dự án thí điểm nhằm hướng tới phát triển của thị trường các-bon tại Việt Nam. Tuy nhiên, dự án đang triển khai ở giai đoạn đầu và hướng tới các dự án cụ thể, chưa đi sâu nghiên cứu và phân tích về cơ sở khoa học cho việc hình thành một thị trường các-bon nội địa tại Việt Nam.

Ở Việt Nam, trong quá trình phát triển, các ngành kinh tế vẫn chủ yếu sử dụng các công nghệ tương đối lạc hậu so với thế giới nên khả năng cải tiến công nghệ để giảm thiểu phát thải KNK cũng rất lớn (chi phí giảm 1 tấn KNK sẽ thấp), đặc điểm này vừa tạo điều kiện cho thị trường các-bon vừa thúc đẩy hoạt động đầu tư với các doanh nghiệp nước ngoài. Ngoài ra, Chính phủ đang có chủ trương chuyển đổi cơ cấu kinh tế theo hướng bền vững, có chú ý đến phát triển các ngành kinh tế ít các-bon cũng là yếu tố có lợi cho việc tham gia thị trường các-bon của Việt Nam.

Như vậy, có thể thấy việc xây dựng thị trường các-bon tại Việt Nam có ý nghĩa thực tiễn rất lớn, sẽ góp phần giúp Việt Nam cùng với thế giới đạt được mục tiêu giảm khí nhà kính. Bên cạnh đó sẽ tranh thủ sự huy động nguồn tài chính quốc tế, trong nước, các doanh nghiệp, các nhà đầu tư tư nhân vào lĩnh vực này, song song với nó là mục tiêu bảo vệ môi trường và phát triển bền vững. Tuy nhiên để thị trường các-bon hoạt động được một cách hiệu quả trước hết phải lưu ý một số điểm đó là: cần phải xác định được những ngành/lĩnh vực cụ thể có tiềm năng và dễ dàng sau này cho hệ thống MRV, một hệ thống bắt buộc để đảm bảo ETS có thể vận hành một cách minh bạch, rõ ràng. Bên cạnh đó, cần phải huy động mọi nguồn lực tham gia, đặc biệt là tạo ra động lực cho doanh nghiệp giảm phát thải và tạo ra cơ chế đồng có lợi cho các bên tham gia vào thị trường. Cơ chế tuân thủ cần phải có để đảm bảo tính công bằng cho sự hoạt động của thị trường,...

5. Kết luận

Từ những phân tích ở trên có thể nhận thấy, trên thế giới nhu cầu về mua bán tín chỉ các-bon đã trở nên cấp thiết và bắt buộc khi có Nghị định thư Kyoto với việc hình thị trường các-bon bắt buộc và thị trường các-bon tự nguyện, đặc biệt hiện nay, trong xu thế BĐKH toàn cầu, với việc phải đệ trình và thực hiện NDC, đây được xem là một yếu tố cơ bản và quyết định đối với hoạt động của thị trường các-bon trên thế giới cũng như thị trường các-bon nội địa. Một số quốc gia

đã thử nghiệm và vận hành mang lại một số hiệu quả nhất định phải kể đến như Trung Quốc, Thái Lan, Hàn Quốc. Tại Việt Nam. Việc phát triển thị trường các-bon nội địa sẽ góp phần mang lại một số thành tựu nhất định không chỉ ở mục tiêu giảm nhẹ phát thải khí nhà kính mà còn tận dụng được các cơ hội tài chính để phát triển kinh tế phục vụ mục tiêu bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015), *Báo cáo Đóng góp do quốc gia tự quyết định*, Nhà xuất bản Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
2. Bộ Tài Nguyên và Môi trường (2013), *Hướng dẫn kỹ thuật xây dựng các các hành động giảm nhẹ biến đổi khí hậu phù hợp với điều kiện quốc gia (NAMA)*, Nhà xuất bản Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
3. Bộ Tài Nguyên và Môi trường (2014), *Dự án VNPMR của Chương trình “Hợp tác chuẩn bị sẵn sàng cho xây dựng thị trường các-bon” quốc tế*.
4. Thủ tướng Chính phủ (2012), *Đề án “Quản lý phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính; quản lý các hoạt động kinh doanh tín chỉ các bon ra thị trường thế giới”* theo Quyết định số 1775/QĐ-TTg ngày 21 tháng 11 năm 2012.
5. <http://tapchimoitruong.vn>
6. Y.G. Wang, *China’s carbon emission trading scheme design research*, Economic Management Press, Beijing (2011).

THE NEED FOR CARBON MARKET IN VIETNAM

Nguyen Thi Lieu⁽¹⁾, Nguyen Trung Anh⁽¹⁾, Vu Dinh Nam⁽²⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾Ministry office, Ministry of Natural Resources and Environment

Received: 15 May 2018; Accepted: 26 June 2018

Abstract: Nowadays, development of carbon markets has been marked as an urgent need due to its corresponding economic gains, environmental protection merits, sustainable development goal, international relationship establishment via scientific, technology and financial investment activities. This research discusses voluntary carbon market model and its potential of application in Viet Nam. In addition, its general analysis and assessment of the international needs for carbon market, the current status of countries’ carbon market development, analysis and opinion on the advantages of Viet Nam’s context shall lend a strong ground for the country’s carbon market development.

Keywords: Carbon market, emission trading system, Kyoto Protocol, Paris Agreement.