



Đánh giá các tác động của biến đổi khí hậu đến hoạt động giao thông vận tải

NGUYỄN PHƯƠNG NGỌC

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Đà Nẵng

ĐOÀN THỤY KIM PHƯƠNG

Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng

1. MỞ ĐẦU

Hoạt động giao thông vận tải trên toàn thế giới được coi là nguồn thải chính gây nên hiện tượng ô nhiễm môi trường. Số liệu thống kê cho thấy, trong năm 2006 chỉ tính riêng lượng khí cacbon dioxide (CO₂) có trong lượng khí thải của phương tiện giao thông đã chiếm tới 23% từ tổng khối lượng khí thải do tất cả các hoạt động từ con người tạo ra. [1]

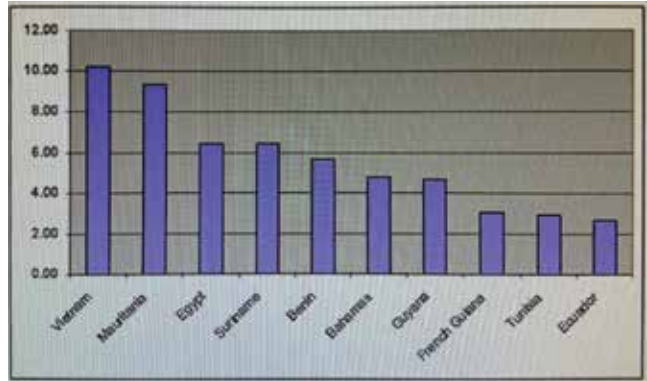
Để đánh giá được lượng phát thải khí nhà kính từ phương tiện giao thông và xây dựng các biện pháp nhằm giảm thiểu tác động của nó đến biến đổi khí hậu cần có dữ liệu tin cậy về các hoạt động giao thông vận tải nói chung, từ đó đưa ra các biện pháp về an toàn môi trường vùng lãnh thổ dựa trên các nghiên cứu quy mô lớn về tình trạng tổn thương, rủi ro của khí hậu và các hoạt động ngăn chặn sự phá hủy cảnh quan do tác động của các hoạt động giao thông vận tải đến môi trường xung quanh [1].

Ghi nhận báo cáo của Ủy ban liên Chính phủ về biến đổi khí hậu của Liên hợp quốc (LHQ) được công bố vào tháng 10 năm 2018, trong đó cảnh báo, các nước chỉ có 12 năm để thực hiện các bước quyết định nhằm chống lại biến đổi khí hậu trước khi xảy ra những tình huống quá muộn, đồng thời hoan nghênh các bước đã đạt được từ Hội nghị về biến đổi khí hậu của LHQ tại Paris (COP 21) năm 2015, cũng như việc tổ chức Hội nghị thượng đỉnh về các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu của LHQ tại New York vào ngày 23/9/2019 đã đạt được các kết quả, Hội đồng nghị viện LHQ nhắc lại lời kêu gọi tất cả các quốc gia tăng gấp đôi nỗ lực nhằm tìm kiếm và thực hiện các phương pháp tiếp cận tổng hợp để ứng phó với những thách thức chung về môi trường và kinh tế, vấn đề an ninh lương thực và nước sạch, biến đổi khí hậu, an ninh năng lượng... [8]

Định hướng trong các chương trình đối với các quốc gia không chỉ có liên quan đến việc giảm thiểu các tác động của con người đối với khí hậu mà còn áp dụng cho sự thích ứng của các hoạt động đó với biến đổi khí hậu.

Theo báo cáo phân tích từ nghiên cứu của tác giả Đỗ Nam Thắng cho thấy, với mực nước biển dâng cao thêm 1 m sẽ có 10.8 triệu người ở đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng sông Hồng chịu ảnh hưởng [5].

Dựa trên nghiên cứu của Dasgupta et al 2007 cho thấy, so sánh với 10 nước đang phát triển chịu tác động của biến đổi khí hậu thì Việt Nam là quốc gia chịu thiệt hại tính trên GDP cao nhất.



▲ Hình 1. Dự báo tác động của mực nước biển dâng 1m đến GDP (tỷ lệ thiệt hại GDP) [6]

Năm 2017 số lượng cơn bão bất thường (16 cơn bão) theo tính toán của Ban chỉ đạo Trung ương về phòng chống thiên tai và Tổng cục Thống kê thiệt hại khoảng 38.7 nghìn tỷ đồng tương đương 2.7 tỷ USD.

Ngành nông nghiệp là ngành bị ảnh hưởng lớn nhất từ biến độ khí hậu. Riêng năm 2016 hạn hán và xâm nhập mặn ảnh hưởng đến 527,7 nghìn ha lúa bị thiệt hại, trong đó khoảng 44% diện tích bị thiệt hại hoàn toàn.

Biến đổi khí hậu của Việt Nam ảnh hưởng trên cả 3 miền của đất nước. Đối với vùng Đồng bằng sông Cửu Long cùng nền nhiệt tăng khoảng 3,4°C, mực nước biển tăng 1m sẽ khiến 40% diện tích đất bị ngập vĩnh viễn. Các hiện tượng hạn hán, xâm nhập mặn, sạt lở và nhiều hệ lụy đi kèm khiến cho cuộc sống của người dân bị ảnh hưởng nặng nề.

Đối với khu vực ven biển, đặc biệt là Bắc Trung bộ, Nam Trung bộ và Đông Nam bộ ảnh hưởng của biến đổi khí hậu là bão và áp thấp nhiệt đới, lũ lụt, sạt lở đất, xâm nhập mặn là những vấn đề khiến chính quyền và các cơ quan quan tâm, tập trung giải quyết.

Đối với khu vực miền núi ảnh hưởng của biến đổi khí hậu có tính dị thường, nhiệt độ tăng cao khiến vấn đề thiếu nước về mùa khô trở nên trầm trọng. Ngoài ra, ảnh hưởng của biến đổi khí hậu gây ra lũ quét, lở xoáy, sạt lở đất, mưa đá là những hiện tượng khá phổ biến ở thời gian gần đây.

Chiến lược phát triển giao thông của đất nước nhằm giảm những tác động của hoạt động giao thông vận tải đến môi trường, hay được gọi là phát triển bền vững cần được định hướng dựa trên việc thiết lập sự cân bằng giữa lợi ích kinh tế - xã hội của giao thông và các hậu quả xảy ra khi khai thác giao thông đến xã hội và môi trường xung quanh có tính đến tất cả các nghĩa vụ quốc tế. Các biện pháp thích ứng cũng cần xây dựng dựa trên mục đích tăng khả năng phục hồi của hệ thống giao thông trước các tác động của yếu tố khí hậu. Trong lĩnh vực giao thông vận



tải điều này bao hàm yếu tố bền vững vật lý, độ bền của cơ sở hạ tầng, khả năng chống chịu trước các tác động bất lợi mà không làm mất khả năng thực hiện các chức năng cơ bản, khả năng phục hồi nhanh chóng với mức chi phí thấp nhất.

Do đó, các tác động tiềm ẩn của biến đổi khí hậu phải được tính đến trong công tác quy hoạch, thiết kế, xây dựng và vận hành, cũng như trong các chính sách kinh tế và phát triển đất nước có liên quan đến lĩnh vực giao thông vận tải [2].

Việc triển khai các chiến lược thích ứng hiệu quả đòi hỏi phải có các biện pháp phù hợp của chính sách nhà nước, chính sách đầu tư và nghiên cứu khoa học hợp tác. Bước cần thiết đầu tiên là cần xác định các lĩnh vực ưu tiên hành động như tập trung nghiên cứu thực nghiệm và đánh giá các rủi ro có thể xảy ra cùng các chi phí liên quan.

2. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRONG LĨNH VỰC GIAO THÔNG VẬN TẢI

Được đánh giá là 1 trong những ngành kinh tế phụ thuộc nhiều nhất vào khí hậu, ngành giao thông vận tải đặc biệt dễ bị tổn thương trước các hiện tượng cực đoan có mức độ thảm khốc [3], và quá trình tác động lâu dài của biến đổi khí hậu (thay đổi đáng kể về nhiệt độ, tăng lượng mưa, gió mạnh, hạn hán và xói mòn đất,...).

Tác động do sự thay đổi nhiệt độ không khí

Các vấn đề chính phát sinh do ảnh hưởng của chế độ nhiệt chủ yếu là công tác bảo trì hệ thống đường, sự an toàn và tính liên tục của hệ thống giao thông vào mùa nóng, mùa lạnh, mùa mưa và mùa khô.

Vào mùa mưa, sự nguy hiểm trên mặt đường do trơn trượt xuất hiện. Lượng mưa kéo dài cũng góp phần phá hủy và ăn mòn mặt đường. Sự thay đổi nhiệt độ không khí đột ngột cùng là một nguyên nhân làm lão hóa mặt đường.

Việc gia tăng nhiệt độ vào mùa hè sẽ dẫn đến một số lượng lớn các ngày có nhiệt độ cực cao.

Năm 2023 chúng kiến những đợt nắng nóng gay gắt diện rộng và trải đều trên cả 3 miền của Việt Nam. Hiện tượng El Nino xảy ra khiến các nước Đông Nam Á trong đó có Việt Nam sẽ có ít mưa hơn và nóng hơn so với trung bình nhiều năm.

Các chuyên gia khí tượng nhận định, năm 2023, tại Việt Nam nắng nóng đến sớm và có xu hướng gay gắt hơn hẳn so với những năm trước. Nắng nóng có thể xuất hiện nhiều hơn so với năm 2022 [6].

Thời tiết nắng nóng kéo dài và lặp đi lặp lại vào mùa hè có thể gây hư hỏng đường do sự biến đổi biến dạng của nhựa đường (làm mềm và chảy nhão) gây hiện tượng lún vệt bánh xe khi có mật độ giao thông đông đúc. Thời tiết mùa hè khô và nóng khiến mặt đường xuống cấp và sụt lún, dẫn đến giảm hiệu quả hoạt động. Điều này đặc biệt quan trọng đối với những con đường dân cư không được thiết kế với xe có tải trọng lớn, bề mặt đường có điểm nóng chảy tương đối thấp.

Bảng 1 cho thấy, các đặc tính thiết kế của vật liệu mặt đường - mô đun đàn hồi của vật liệu có chứa chất kết dính hữu cơ thay đổi tùy thuộc vào nhiệt độ dựa trên kết quả của nhiều năm sử dụng. Từ Bảng 1 cho thấy, với sự gia tăng nhiệt độ của mặt đường, mô đun của các lớp chịu lực của mặt đường có thể giảm đi một nửa.

Nhiệt độ trên 30°C có thể dẫn đến việc hư hỏng các thiết bị giao thông. Có thể xuất hiện xác vấn đề quá nóng của động cơ xe và mòn lốp.

Bảng 1: Sự phụ thuộc của mô đun đàn hồi ngắn hạn của vật liệu vào nhiệt độ mặt đường [9]

STT	Vật liệu	Mức bitum trong thành phần vật liệu	Các giá trị tính toán của mô đun đàn hồi ngắn hạn E, MPA, ở nhiệt độ của mặt đường bê tông nhựa, °C			
			+20	+30	+40	+50
1	Bê tông asphalt đặc và nóng	Bitum có độ quán 40/60	2600	1300	690	430
2		Bitum có độ quán 60/90	1800	900	550	380
3		Bitum có độ quán 90/130	1200	660	440	350
4		Bitum có độ quán 90/130	800	560	380	320
5		Bitum có độ quán 130/200	1700	900	540	390
6	Bê tông asphalt nóng rỗng và rất rỗng	Bitum có độ quán 40/60	1700	900	540	390
7		Bitum có độ quán 60/90	1200	700	460	360
8		Bitum có độ quán 90/130	800	510	380	350
9		Bitum có độ quán 130/200	590	410	340	340

Nhiệt độ không khí cao cũng tác động tiêu cực đến hoạt động của vận tải đường sắt. Hiện tượng quá nhiệt và biến dạng đường ray xảy ra có thể khiến tàu trật bánh và yêu cầu giới hạn tốc độ.

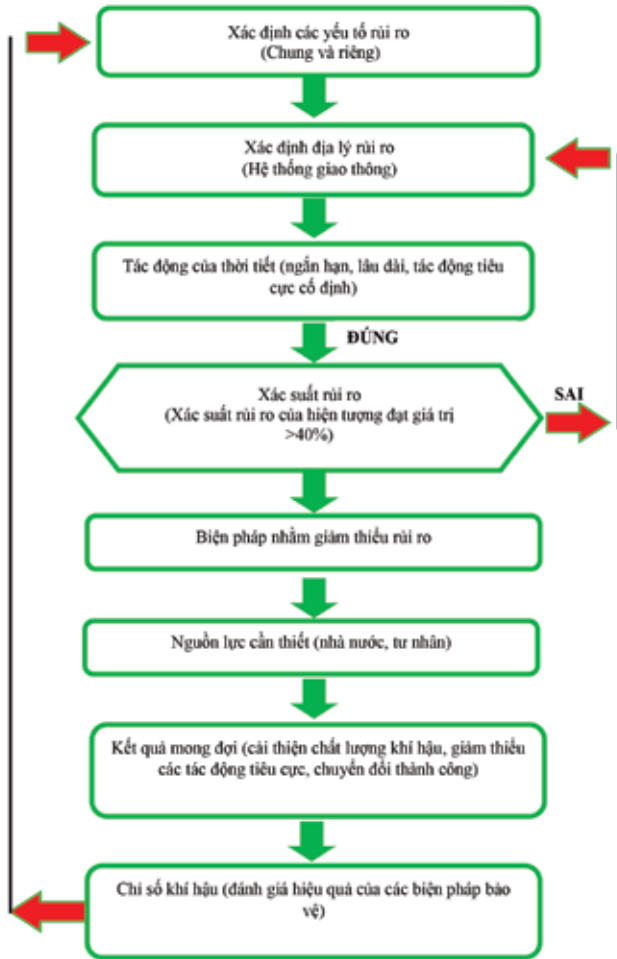
Kết quả phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động giao thông được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2: Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động giao thông do nhiệt độ cao, tác động bởi ánh nắng trực tiếp [10]

STT	Dạng vận tải	Các chỉ số	Yếu tố tác động	Mức độ nhạy cảm
1	Vận tải đường bộ	Bức xạ năng lượng mặt trời	Phát huỷ bề mặt đường sớm hơn thời gian phục vụ thiết kế (vết hằn bánh xe, sụt lún)	Làm giảm vận tốc di chuyển, mức độ thoải mái của hành khách, chi phí tu sửa mặt đường.
2	Vận tải đường bộ, vận tải đường sắt, vận tải đường hàng không, vận tải đường thủy	Số lượng ngày nắng nóng, chỉ số thâm hụt lạnh (CDD) - số ngày liên tục có nhiệt độ không khí từ 30°C trở lên;	Nhu cầu làm mát của hành khách và hàng hoá tăng cao	Giảm lưu lượng giao thông, mức độ thoải mái của hành khách
3	Vận tải đường bộ, vận tải đường hàng không	Số lượng ngày nắng nóng, chỉ số thâm hụt lạnh (CDD) - số ngày liên tục có nhiệt độ không khí từ 30°C trở lên;	Tăng mức tiêu thụ nhiên liệu để làm mát buồng lái	Giảm khoảng cách vận chuyển được của phương tiện
4	Vận tải đường bộ, vận tải đường sắt, vận tải đường hàng không	Nhiệt độ không khí trong khí quyển	Tăng tải cho thiết bị, chi phí sửa chữa bộ sung	Giảm số lượng và lưu lượng phương tiện vận tải.
5	Vận tải đường bộ, vận tải đường sắt.	Cấp độ nguy hiểm hoá hoạn	Khởi tử đám cháy làm giảm tầm nhìn	Va chạm phương tiện giao thông, làm cản trở quá trình vận chuyển của các phương tiện giao thông khác
6	Vận tải đường sắt.	Bức xạ năng lượng mặt trời	Biến dạng của đường ray	Thời gian dừng tàu dài, tuyến đường đóng cửa
7	Vận tải đường bộ, vận tải đường sắt.	Nhiệt độ không khí trong khí quyển	Quá nhiệt hệ thống phanh đĩa máy toa xe	Gia tăng tai nạn, ùn tắc
8	Vận tải đường hàng không, vận tải đường sắt, vận tải đường thủy	Số lượng ngày nắng nóng, chỉ số thâm hụt lạnh (CDD) - số ngày liên tục có nhiệt độ không khí từ 30°C trở lên;	Lỗi thiết bị phát tín hiệu	Vận chuyển chậm trễ, kéo dài, tăng tỷ lệ tai nạn, hỏng thiết bị định vị
9	Vận tải đường hàng không	Nhiệt độ không khí trong khí quyển	Tăng mây mù, giảm tầm nhìn	Tăng mức tiêu thụ nhiên liệu, giảm tải trọng của phương tiện vận tải
10	Vận tải đường bộ, vận tải đường sắt.	Số lượng ngày nắng nóng, chỉ số thâm hụt lạnh (CDD) - số ngày liên tục có nhiệt độ không khí từ 30°C trở lên;	Tăng biến dạng ở các cấu trúc của công trình do sụt lún đất nền	Lún nền, phá huỷ kết cấu chịu lực
11	Vận tải đường hàng không	Nhiệt độ không khí trong khí quyển	Giảm lực nâng và lực đẩy động cơ	Mở rộng đường băng.
12	Vận tải đường bộ, vận tải đường sắt, vận tải đường hàng không, vận tải đường thủy	Nhiệt độ không khí trong khí quyển	Tác động của nhiệt độ với con người trong quá trình sửa chữa và các công việc khác	Giới hạn giờ làm việc, tăng thời gian sửa chữa
13	Vận tải đường bộ, vận tải đường sắt	Nhiệt độ không khí trong khí quyển	Làm khô các hệ thực vật và gia súc trên đất	Sạt lở, đứ, đường bị chặn
14	Vận tải đường bộ, vận tải đường sắt	Số lượng ngày nắng nóng, chỉ số thâm hụt lạnh (CDD) - số ngày liên tục có nhiệt độ không khí từ 30°C trở lên;	Làm hỏng đường điện, viễn thông, sự cố máy biến áp, thiết bị chiếu sáng.	Mất điện, lỗi trong hệ thống kiểm soát và báo tri
15	Vận tải đường bộ, vận tải đường sắt, vận tải đường hàng không, vận tải đường thủy	Số lượng ngày nắng nóng, chỉ số thâm hụt lạnh (CDD) - số ngày liên tục có nhiệt độ không khí từ 30°C trở lên	Suy giảm sức khoẻ hành khách ở nhiệt độ khác nhau	Ngủ hàng loạt, khát nước, khó khăn trong việc chăm sóc y tế.
16	Vận tải đường bộ	Nhiệt độ không khí trong khí quyển	Tăng nhiệt ở động cơ và hệ thống làm mát khi ở vận tốc còn thấp	Sự hình thành tắc đường, chi phí cho việc thành lập các đơn vị cứu hộ cứu nạn.
17	Vận tải đường bộ, vận tải đường sắt, vận tải đường hàng không, vận tải đường thủy	Số lượng ngày nắng nóng, chỉ số thâm hụt lạnh (CDD) - số ngày liên tục có nhiệt độ không khí từ 30°C trở lên	Lây lan các bệnh nhiễm trùng và các bệnh truyền nhiễm khác, gia tăng số lượng côn trùng	Tỷ lệ mắc bệnh viêm não và số ca nhiễm trùng đường ruột cấp tính tăng cao
18	Tổng	4 chỉ số	17 yếu tố tác động	17 loại hậu quả (độ nhạy cảm)



Để đánh giá được độ nhạy cảm và khả năng thích ứng của hoạt động giao thông vận tải cần thực hiện dựa trên các



▲ Hình 2. Mô hình tính toán xác định các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu (Nguồn: Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook, IPCC AR5)

quy trình sau (Hình 2):

- 1) Xác định phạm vi cần đánh giá;
- 2) Mô tả sự phân bố các yếu tố tác động và độ nhạy cảm của ngành giao thông đối với các yếu tố khí hậu tại thời điểm hiện tại;
- 3) Xác định và mô tả các chiến lược, chính sách và biện pháp cần có để giảm thiểu các tác động của biến đổi khí hậu, trong trường hợp cần sửa đổi và bổ sung cần quay lại giai đoạn 1 “xác định phạm vi cần đánh giá”.
- 4) Nghiên cứu các tác động tiềm ẩn của biến đổi khí hậu đối với các lĩnh vực hoạt động khác của con người, và nếu cần bổ sung thêm vào giai đoạn (2) “mô tả sự phân bố...”.
- 5) Ước tính các tác động đến sức khỏe của con người trong tương lai bằng các kịch bản biến đổi khí hậu, gia tăng dân số và những yếu tố khác có thể trong tương lai;
- 6) Tổng hợp kết quả và lập báo cáo đánh giá khoa học;
- 7) Xác định các chính sách và các biện pháp thích ứng để giảm thiểu các tác động tiêu cực tiềm ẩn, bao gồm các quy trình đánh giá kết quả đối với các biện pháp thực hiện.

Nếu rủi ro đối với vận tải đường bộ cao hơn mức trung bình, những vấn đề sau có thể xảy ra: hỏng hóc phương tiện giao thông công cộng, ngất xỉu và say nắng của hành khách, hoả hoạn, cháy lan sang lề đường, cháy toà nhà và phương tiện, hỏng thiết bị điều khiển vận hành.

Nếu rủi ro trên mức trung bình đối với vận tải đường sắt có thể dẫn đến các vấn đề như: phá hủy khớp nối đường ray, thay đổi hình dạng của đường ray, trật bánh toa xe, thay đổi tín hiệu đèn giao thông, va chạm tàu hỏa....

Tác động do lượng mưa tăng, mực nước dâng cao, lượng mưa lớn

Sự gia tăng lượng mưa có thể gây xói mòn đường và cầu, dẫn đến việc thay đổi dòng chảy của sông và ảnh hưởng đến tình trạng của đường bộ và đường sắt, hoạt động khai thác kho bãi, bến tàu cảng hàng không, bến xe, nhà ga đường sắt. Theo ghi nhận của báo Thanh niên, chiều ngày 29/6/2023, mưa lớn xuất hiện khiến nhiều tuyến đường ở TP. HCM “thành sông”. Xe chết máy la liệt, người dân dầm mình trong nước dẫn xe qua đoạn ngập.

Hàng loạt chuyến bay bị trì hoãn nhiều giờ, thậm chí buộc hạ cánh ở sân bay khác do mưa lớn ngày 18/12/2022. Thiệt hại có thể xảy ra ngay tức trong hoặc sau thời gian mưa lớn, đòi hỏi các biện pháp hành động tức thì.

Vấn đề cần quan tâm nữa là sự gia tăng lượng mưa cục đoạn mà hệ thống thoát nước không xử lý được. Khối lượng nước mưa quá lớn có thể khiến nâng cao mực nước ngầm gây ra sự dịch chuyển đất nền ở những khu vực xây dựng công trình.

Trong môi trường đô thị, hệ thống cống thoát nước của thành phố có xu hướng không thể chống trả kịp với dòng chảy của nước trong những trận mưa lớn. Hậu quả có thể được quan sát thấy ở các thành phố ven biển các thành phố nằm dọc theo các vùng nước lớn (sông, hồ).

Công tác cảnh báo bão dựa vào sức tăng cường gió

Thang đo Saffir-Simpson, được thiết kế để đánh giá những tổn thất có thể xảy ra do bão. Ngoài ra, còn sử dụng phổ biến thang sức gió Beaufort, vì thang này phân loại cả các tình trạng thời tiết thông thường dựa vào tốc độ gió, độ cao sóng và tình trạng mặt biển. Đối với việc đánh giá tổn thất của công trình giao thông thông thường sẽ sử dụng thang đo Saffir-Simpson (Hình 3,4).3.

KẾT LUẬN

Tính dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu trong các hoạt động giao thông chủ yếu liên quan đến các khía cạnh môi trường toàn cầu: hoạt động giao thông đi kèm với việc phát thải các hợp chất làm suy giảm tầng ôzôn ở tầng bình lưu; giao thông vận tải là một trong những nguồn gây ô nhiễm môi trường với các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy gây rối loạn nghiêm trọng hoạt động của các cơ thể sống.

Đồng thời, thiệt hại do thiên tai, biến đổi khí hậu gây ra ở Việt Nam cao hơn nhiều so với chi phí liên quan đến việc loại bỏ các trường hợp khẩn cấp do con người gây ra. Chiến lược giao thông vận tải của đất nước nhằm giảm tác



Cấp 1	Gió kéo dài	33-42 m/s	74-95 mph	64-82 kt	119-153 km/h	
	Sóng cồn	4-5 ft 1.2-1.5 m				
	Áp suất tâm bão	29.94 inch Hg 735 mm Hg				
	Khả năng gây thiệt hại	Không có thiệt hại thực sự cho các cấu trúc xây dựng. Thiệt hại chủ yếu cho nhà cửa di động không neo chặt, cây cối và bụi rậm. Thiệt hại nhỏ cho cầu cảng và có thể gây ngập lụt				
	Mẫu bão	Bão Agnes – Bão Danny – Bão Diane – Bão Irene – Bão Gaston				
Cấp 2	Gió kéo dài	43-49 m/s	96-110 mph	83-95 kt	154-177 km/h	
	Sóng cồn	6-8 ft 1.8-2.4 m				
	Áp suất tâm bão	28.50-28.91 inch Hg 724-734 mm Hg				
	Khả năng gây thiệt hại	Làm hư hỏng một số mái nhà, cửa và cửa sổ. Thiệt hại đáng kể cho cây trồng, nhà cửa có cấu trúc kém. Có thể gây ngập lụt cầu cảng và những tàu thuyền nhỏ không cột bão vệ có thể bị gãy				
	Mẫu bão	Bão Bob – Bão Bonnie – Bão Dora – Bão Frances – Bão Juan				
Cấp 3	Gió kéo dài	50-56 m/s	111-130 mph	96-113 kt	178-209 km/h	
	Sóng cồn	9-12 ft 2.7-3.7 m				
	Áp suất tâm bão	27.91-28.47 inch Hg 709-723 mm Hg				
	Khả năng gây thiệt hại	Một số thiệt hại cấu trúc của nhà cửa nhỏ và các công trình xây dựng khác, một số màn cửa (bảng nhôm) bị gãy. Nhà cửa di động bị phá sập. Ngập lụt ven biển phá hủy các kết cấu xây dựng nhỏ, các công trình xây dựng lớn bị hư hại bởi các mảnh vụn do ngập lụt tạo ra. Có thể ngập lụt trong đất liền.				
	Mẫu bão	Bão Fran – Bão Tân Anh Cát Lợi (1938) – Bão Isidore – Bão Jeanne – Bão Opal				
Cấp 4	Gió kéo dài	59-69 m/s	131-155 mph	114-135 kt	210-249 km/h	
	Sóng cồn	13-18 ft 4.0-5.5 m				
	Áp suất tâm bão	27.17-27.88 inch Hg 690-708 mm Hg				
	Khả năng gây thiệt hại	Các màn cửa gãy đổ nhiều hơn, các mái của các ngôi nhà nhỏ bị phá hỏng. Xói mòn mạnh ven biển. Ngập lụt trong đất liền.				
	Mẫu bão	Bão Charley – Bão Donna – Bão Galveston (1900) – Bão Hugo – Bão Iris – Bão Gustav – Bão Ike – Bão Paloma				
Cấp 5	Gió kéo dài	≥70 m/s	≥156 mph	≥136 kt	≥250 km/h	
	Sóng cồn	≥19 ft ≥5.5 m				
	Áp suất tâm bão	<27.17 inch Hg <690 mm Hg				
	Khả năng gây thiệt hại	Các ngôi nhà nhỏ và công trình xây dựng công nghiệp bị cuốn bay mái. Các công trình nhỏ bị cuốn bay, thiệt hại nặng nề cho các công trình lớn. Ngập lụt gây thiệt hại cho các tầng thấp của mọi công trình ven biển. Có thể phát tán cư dân chúng.				
	Mẫu bão	Bão Andrew – Bão Camille – Bão Edith – Bão Gilbert – Bão Ivan – Bão Katrina – Bão Rita – Bão Wilma – Bão Dean – Bão Felix – Bão Haiyan (2013)				

▲ Hình 3. 5 Cấp bão được phân loại theo thang Saffir - Simpson

Cấp độ	Tên cấp bão	Sức gió (km/h)	Hiện tượng hậu quả gây ra
0		< 1	Gió nhẹ
1		> 1 - 5	Gió bắt đầu phấp phất
2		6 - 11	Gió thoáng qua trên người.
3		12 - 19	Cây cỏ tay động, lá xào xạc trên cây.
4		20 - 25	Bụi bắt đầu có dấu hiệu phát tán.
5	Xoáy thấp	29 - 38	Cây cỏ có dấu hiệu xào xạc, biển đầy sóng.
6	Áp thấp nhiệt đới	39 - 49	Các cửa sổ trên nhà cao tầng có dấu hiệu va đập, biển nổi cồn trắng.
7		50 - 61	Cản angien, các biển hiệu, biển báo động dấy, sóng nhấp nhô.
8	Bão nhiệt đới	62 - 74	Các cây to bắt đầu nghiêng ngã. Biển động, nguy hiểm với tàu thuyền.
9		75 - 88	Gió làm gãy cành nhỏ, tốc mái nhà, gây thiệt hại nhà cửa. Biển động rất mạnh.
10	Bão	89 - 102	Làm đổ cây cối, cột điện gây thiệt hại nặng. Biển động dữ dội làm đắm tàu thuyền.
11		103 - 117	Mưa rất to, gây ngập úng, sạt lở đất có lũ quét và lũ ống ở vùng cao, vùng rừng.
12		118 - 133	Gây nguy cơ vỡ đê không kiên cố. Sóng biển cao từ 7 - 9m (không tính triều cường)
13		134 - 149	Sức tàn phá ghê gớm, các nhà mái tôn bị bay nóc, làm sập nhà gỗ tương bao. Lúc này mắt bão đã hiện rõ ràng
14		150 - 166	Đẩy lùi các xe ô tô con, cây cỏ thụ rễ sâu 3 - 5m bật gốc. Bão biển hãi hùng
15	Siêu bão	167 - 183	Nhà cửa hư hại nặng nề. Thời điểm này mắt bão đã quá sắc nét, đường kính gió mạnh trải rộng trên 200 km.
16		184 - 201	Sóng biển ngập trời, sức phá hoại cực kỳ lớn. Làm chìm tàu có trọng tải lớn.
17		202 - 220	Bão lên cơn cuồng phong thịnh nộ, nhiều công trình xây dựng hư hại nặng nề. Mưa vũ bão, tầm nhìn hạn chế mức tối đa.
18	Siêu cuồng phong	221 - 240	Phá nát các toa xe Picnic và xe Container... giết tàu hỏa ra khỏi đường ray, hay thổi bay các căn nhà cấp 4 dạng vừa.
19		241 - 261	Các tòa nhà hàng vài chục tầng nguy cơ "ngiêng ngã" và "chao đảo". Sóng biển kinh hoàng cao trên 20m.
20		262 - 293	Thảm họa khủng khiếp với sức gió ghê gớm, nhấc hết hệ thống ngầm dưới đất lên mặt đất
21		284 - 306	Các ngôi nhà không chắc chắn chỉ còn lại móng, cảnh báo nguy hiểm đến mức "Rất Tồi Đã"
22		307 - 330	Đánh sập các cầu treo, dây văng quăng xuống sóng xuống biển. Gây ra trận bão tồi tệ chưa từng có.
23		331 - 355	Xé nát các ngôi nhà kiên cố và chơi trò tung hứng xe đạp xe máy, hay quăng ném ô tô.
24		356 - 381	Bão kinh hoàng, tàn phá mọi vật thể. Làm vô hiệu hóa vệ tinh, cắt đứt liên lạc tín hiệu ra đi, vô tuyến ...
25		382 - 408	Nhấc bổng các tòa nhà cũng như ô tô hàng nặng lên không khí, và phá hủy chúng một cách "chông vánh".
26		409 - 436	Cả khu bị bão "chiếm đóng" như 1 cảnh hoang tàn, các công trình kiên cố hoàn toàn bị san phẳng.
27		437 - 465	Nguy cơ sập núi, xê dịch "đảo nhân tạo" nhỏ không bám trụ. Biển động "Sóng thần" với những cơn sóng trên 40m.
28	Siêu bão hủy diệt	466 - 495	Hút các vật ở dưới mặt đất có trọng tải hàng tấn quăng ra xa hàng vài trăm mét. Sóng biển mịt mù.
29		496 - 526	Bão có sức công phá lớn, "vứt" máy bay và các vật nặng xa hàng vài km, cuốn bay mọi thứ xung quanh.
30 - Max		> 527	Sức gió hủy diệt, xóa sổ san bằng toàn bộ khu vực... và không thể "miêu tả" được.

▲ Hình 4. 31 Cấp bão mới được phân loại theo thang sức gió Beaufort

(Xem tiếp trang 63)



and Sustainable Energy Reviews. 52 (2015) 623-634.

3. D.N. Pham, Phát triển công trình xanh ở Việt Nam - Thực trạng và đề xuất [Developing green building in Vietnam - status quo and recommendations], in Tạp Chí Kiến Trúc Việt Nam [Journal of Vietnamese Architecture] Hanoi. 2015.

4. Deutsche Bekleidungswerke (DBW)

5. E.H.W. Chan, Q.K. Qian, and P.T.I. Lam, The market for green building in developed Asian cities—the perspectives of building designers. Energy Policy. 37(8) (2009) 3061-3070.

6. Green Building Standards | US EPA

7. Green Building Performance (gsa.gov)Home - EDGE Buildings

8. Green building certification in Vietnam - VGBC

9. Hong-Trang Nguyen and Matthew Gray: General Statistics office of Vietnam. Average population by province. 2015; Procedia Engineering 142 (2016) 314 - 321

10. Hong-Trang Nguyen, Matthew Gray, A Review on Green Building in Vietnam, Procedia Engineering, Volume 142, 2016, Pages 314-321, ISSN 1877-7058.

11. Hướng dẫn Xanh hóa ngành dệt may ở Việt Nam | WWF (panda.org)

12. K.J. Oneill and D.C. Gibbs, Towards a sustainable economy? Socio-technical transitions in the green building sector. Local Environment. 19(6) (2014) 572-590.

13. L. Steer and K. Sen, Formal and Informal Institutions in a Transition Economy: The Case of Vietnam. World Development. 38(11) (2010) 1603-1615.

Đánh giá các tác động của biến đổi khí hậu...

(Tiếp theo trang 41)

động có hại đến không khí trong khí quyển nhằm mục đích thiết lập sự cân bằng giữa lợi ích kinh tế - xã hội của giao thông vận tải và những hậu quả tiêu cực do hoạt động của nó đối với xã hội và môi trường, có tính đến các nghĩa vụ quốc tế.

Các biện pháp thích ứng nhằm mục đích tăng khả năng phục hồi của các hệ thống trước tác động của các yếu tố khí hậu. Trong lĩnh vực giao thông vận tải, điều này không chỉ bao hàm sức mạnh vật chất và độ bền của cơ sở hạ tầng, cho phép nó chịu được các tác động bất lợi mà không làm mất khả năng thực hiện các chức năng cơ bản mà còn là khả năng khôi phục nhanh chóng với chi phí tối thiểu.

Là một trong những ngành phụ thuộc nhiều nhất vào khí hậu của nền kinh tế, ngành giao thông vận tải đặc biệt dễ bị tổn thương không chỉ trước các hiện tượng cực đoan có mức độ thảm khốc, mà còn trước các quá trình bất lợi “chậm chạp” do biến đổi khí hậu: nhiệt độ thay đổi đáng kể, lượng mưa tăng, gió mạnh, hạn hán và xói mòn đất,... Để phát triển các chiến lược thích ứng hiệu quả, cần có một nghiên cứu có mục tiêu về các yếu tố dễ bị tổn thương■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kapskii, D.V., Ivanov, V.P., Vigerina, T.V., Kot, E.N., Kuz'menko, V.N., Mozalevskii, D.V. ... Kuznetsova, A.A. (2021). *Marshrutnyi transport gorodov Polotska i Novopolotska: effektivnost' i tendentsii razvitiya*. Novopolotsk: PGU. (In Russ.).
2. Kapskii, D.V., Bogdanovich, S.V. & Buryt', Yu.V. (2022). *Metodologiya otsenki vozdeistviya izmeneniya klimata, uyazvimosti i klimaticheskikh riskov v transportnoi sisteme Respubliki Belarus'*. Minsk: BNTU. (In Russ.).
3. Loginov, V.F., Kuznetsov, G.P. & Mikutskii, V.S. (2003). *Analiz i modelirovanie klimaticheskii protsessov v Belarusi*, 3 (47), 112-116. (In Russ., abstr. in Engl.).
4. Betz, H.D., Schumann, U. & Laroche, P. (2009). *Lightning: Principles, Instruments and Applications*. Berlin: Springer.
5. Đỗ Nam Thắng: *Phân tích kinh tế về tác động của biến đổi khí hậu: các trường phái học thuật và định hướng nghiên cứu ở Việt Nam* (<https://hdl.vn/vi/nghien-cuu--trao-doi/anh-huong-cua-bien-doi-khi-hau-doi-voi-nuoc-ta-thuc-trang-nhung-van-de-moi-dat-ra-va-giai-phap.html>).
6. Năm 2023 nắng nóng sẽ vượt ngưỡng kỷ lục cũ đã từng được quan trắc. (<https://vov.vn/xa-hoi/nam-2023-nang-nong-se-vuot-nguong-ky-luc-cu-da-tung-duoc-quan-trac-post1018244.vov>).
8. Люксембургская декларация и резолюции, принятые Парламентской ассамблеей ОБСЕ на XXVIII ежегодной сессии, Люксембург, 4-8 июля 2019г. URL: <https://www.oscepa.org/en/documents/annual-sessions/2019-luxembourg/3880-luxembourg-declaration-rus/file>.
9. ВСН 46-83. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. - М.: М-во транспорт. стр-ва СССР, Транспорт, 1995. - 135 с.
10. Д. В. Капский С. В. Богданович Ю. В. Буртыль. *Методология оценки воздействия изменения климата, уязвимости и климатических рисков в транспортной системе республики беларусь*. Минск БНТУ 2022.