



HỆ THỐNG CÁC PHƯƠNG PHÁP PIEVC©

» QUY TRÌNH PIEVC XANH «

Tích hợp Thích ứng dựa trên hệ sinh thái
vào Đánh giá rủi ro khí hậu cho cơ sở hạ tầng

Được xuất bản bởi đối tác toàn cầu PIEVC



**Viện Giảm thiểu
Tổn thất thảm họa**
Xây dựng cộng đồng thích ứng

**VIỆN KHÍ
RỦI RO HẠU**

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Được hỗ trợ bởi



Bộ liên bang
kinh tế và hành
động Khí hậu



**SÁNG KIẾN
KHÍ HẬU
QUỐC TẾ**



**Bộ Kế hoạch và Đầu
Tư, Việt Nam**



**Viện Quy hoạch Thủy
lợi Miền Nam**

Căn cứ quyết định của
German Bundestag

Bộ tài liệu PIEVC – Quy trình PIEVC xanh





Xuất bản bởi Đối tác toàn cầu PIEVC:

- Tổ chức hợp tác phát triển Đức (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ) GmbH là một doanh nghiệp thuộc sở hữu liên bang, GIZ hỗ trợ Chính phủ Đức đạt được các mục tiêu trong lĩnh vực hợp tác quốc tế nhằm mục đích phát triển bền vững.
- Viện Nghiên cứu về Giảm thiểu Tồn thất Thảm họa
- Viện Rủi ro Khí hậu

Liên hệ:

Email: climate@giz.de

Website: www.giz.de/climate;

www.adaptationcommunity.net

Nhóm tác giả:

Stephanie Austin (NIRAS)

Wolfram Lange (NIRAS)

Nguyễn Trung Nam, Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam, Hiệu đính và điều chỉnh theo bối cảnh của Việt Nam trong bản Tiếng Việt



Chịu trách nhiệm sản xuất:

Benjamin Hodick, benjamin.hodick@giz.de

Thiết kế bố cục:

Ira Olaleye dựa trên thiết kế của NIRAS

Nguồn ảnh:

Trang tiêu đề, hàng trên cùng, l. đến r.: Hệ thống 'bức tường sống'. Ảnh: ©Flickr/[La Citta Vita](https://www.flickr.com/photos/la-citta-vita/4764065473),

www.flickr.com/photos/la-citta-vita/4764065473, được cấp phép theo CC BY-SA 2.0;

Bảng màu cho khách hàng. Ảnh: ©Flickr/[Jeremy Levine](https://www.flickr.com/photos/jeremylevinedesign/17336542691),

www.flickr.com/photos/jeremylevinedesign/17336542691, được cấp phép theo CC BY 2.0; Tata

somba. Ảnh: ©Flickr/[Raini Svensson](https://www.flickr.com/photos/53106173@N05/49008464983), www.flickr.com/photos/53106173@N05/49008464983, được

cấp phép theo [Public Domain Mark 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/); Những ngôi nhà thân thiện với môi trường. Ảnh:

©Flickr/[Frank Pickavant](https://www.flickr.com/photos/lordskully/17067942389), www.flickr.com/photos/lordskully/17067942389, được cấp phép theo

CC BY-ND 2.0; Cân bằng sinh thái. Ảnh: ©Flickr/[mer_m](https://www.flickr.com/photos/43266179@N00/380600430),

<https://www.flickr.com/photos/43266179@N00/380600430>, được cấp phép theo CC BY 2.0; ảnh lớn:

©GIZ/Katharina Lotzen

Tháng 11 năm 2022.

Lời cảm ơn

Hướng dẫn này được biên soạn dựa trên nhiều năm kinh nghiệm chuyên môn sử dụng Quy trình PIEVC cùng các phương pháp đánh giá rủi ro và tính dễ bị tổn thương của cơ sở hạ tầng do khí hậu khác.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ và đóng góp cho tài liệu này của các chuyên gia và thành viên nhóm biên soạn. Cụ thể, chúng tôi cảm ơn Erinda Pubill Panen, Katharina Schmidt, Erik Sparling, Joel Nodelman, Joan Nodelman, Harald Lossack, Benjamin Hodick, Niklas Baumert, Katharina Lotzen, Glenn Milner, Vladimir Naranjo, Nazareth Rojas Morales, Mike Woning, Diego Luis Tedesco Dandolini, Kirsten MacMillan, Sami Osman Eltoum, Jeff O'Driscoll, Vivian Josette Monge Alvarado, Jacira Prichula, Francisco Veiga Lima và Daniela Bodden.



PIEVC là gì?



Năm 2005, Hiệp hội kỹ sư Canada đã thành lập một ủy ban quốc gia có tên là Ủy ban đánh giá tính dễ bị tổn thương của Hệ thống Cơ sở hạ tầng công cộng (PIEVC) nhằm xem xét quá trình phát triển và đưa ra quy trình để đánh giá các rủi ro liên quan đến tác động của biến đổi khí hậu đối với cơ sở hạ tầng ở Canada. Các quy trình PIEVC đã được sử dụng trong hơn 100 đánh giá đối với các loại cơ sở hạ tầng riêng lẻ, cơ sở hạ tầng quy mô lớn và danh mục đầu tư cơ sở hạ tầng.

Phương pháp PIEVC được sở hữu và triển khai thông qua quan hệ hợp tác giữa Viện Giảm thiểu Tổn thất do Thảm họa (ICLR), Viện Rủi ro Khí hậu (CRI) và Tổ chức Hợp tác Phát triển Đức (GIZ) GmbH. Sổ tay hướng dẫn này là một phần trong nhóm hệ thống dữ liệu PIEVC đang được tiếp tục phát triển nhằm hỗ trợ các tổ chức đạt được khả năng thích ứng khí hậu.

Về bản Tiếng Việt

Với mục tiêu thúc đẩy hoạt động đánh giá rủi ro khí hậu sử dụng công cụ PIEVC thuận tiện hơn ở Việt Nam. Phiên bản Tiếng Việt này là một trong những bước hỗ trợ mục tiêu đó. Trong quá trình chuyển ngữ, và điều chỉnh nội dung phù hợp với bối cảnh của Việt Nam đồng thời vẫn giữ nguyên được bản chất của phương pháp PIEVC. Mặc dầu đã rất cố gắng trong thực hiện, diễn giải ý nghĩa về mặt kỹ thuật có thể không thể phổ quát chung cho các loại cơ sở hạ tầng khác nhau. Chính vì vậy, nhóm tác giả rất mong nhận được sự góp ý chân thành, mang tính xây dựng để các phiên bản sau được cải tiến hơn nữa.



Nội dung

Lời cảm ơn	ii
PIEVC là gì?	iii
Phần A Thiết lập bối cảnh	1
1 Giới thiệu	2
2 Khái niệm chính	6
3 Nguyên tắc cơ bản của đánh giá rủi ro	16
4 Giao tiếp liên ngành	20
Phần B Đánh giá Rủi ro Khí hậu: Hướng dẫn từng bước.....	22
Bước 1 Định nghĩa dự án	25
Bước 2 Thu thập và đánh giá mức độ đầy đủ của dữ liệu.....	27
Bước 3 Đánh giá rủi ro	41
Bước 4 Phân tích Kỹ thuật.....	45
Bước 5 Khuyến nghị và Kết luận.....	46
Điểm mấu chốt ba: Xác định và đánh giá các kịch bản thích ứng	48
Bước 6 Xác định các kịch bản thích ứng.....	49
Bước 7 Đánh giá các kịch bản thích ứng.....	53
Bước 8 Khuyến nghị và thực hiện các bước tiếp theo	57
Tài liệu bổ sung.....	58
Nguồn tham khảo	59

Phụ lục

Phụ lục A Bảng thuật ngữ.....	66
Phụ lục B Cân nhắc ứng phó với cơ sở hạ tầng.....	71
Phụ lục C So sánh cách giải thích thuật ngữ trong cộng đồng kỹ thuật và khí hậu.....	74
Phụ lục D Nhóm.....	78
Phụ lục E Thông tin khí hậu để đánh giá rủi ro khí hậu cơ sở hạ tầng.	80
Phụ lục F Hướng dẫn bổ sung về thiết lập điểm khả năng.	82
Phụ lục G Hội thảo đánh giá rủi ro khí hậu.	87
Phụ lục H Hướng dẫn bổ sung về thiết lập mức độ nghiêm trọng của điểm tác động.....	89
Phụ lục I Danh sách các tiêu chí và tiêu chí phụ liên quan đến phân tích điểm mấu chốt ba Đánh giá rủi ro khí hậu về Cơ sở hạ tầng.	93





Danh sách các bảng

Bảng 1 Ví dụ về các chỉ số độ nhạy cảm và thiếu hụt thích ứng	35
Bảng 2 Sơ đồ phân loại đối với các biến số có thang đo theo thứ bậc	36
Bảng 3 Ví dụ về phương pháp tính điểm.....	39
Bảng 4 Ngưỡng chấp nhận rủi ro tham chiếu.....	41
Bảng 5 Ví dụ về ma trận điểm đánh giá cho ba yếu tố	55

Danh sách các số liệu

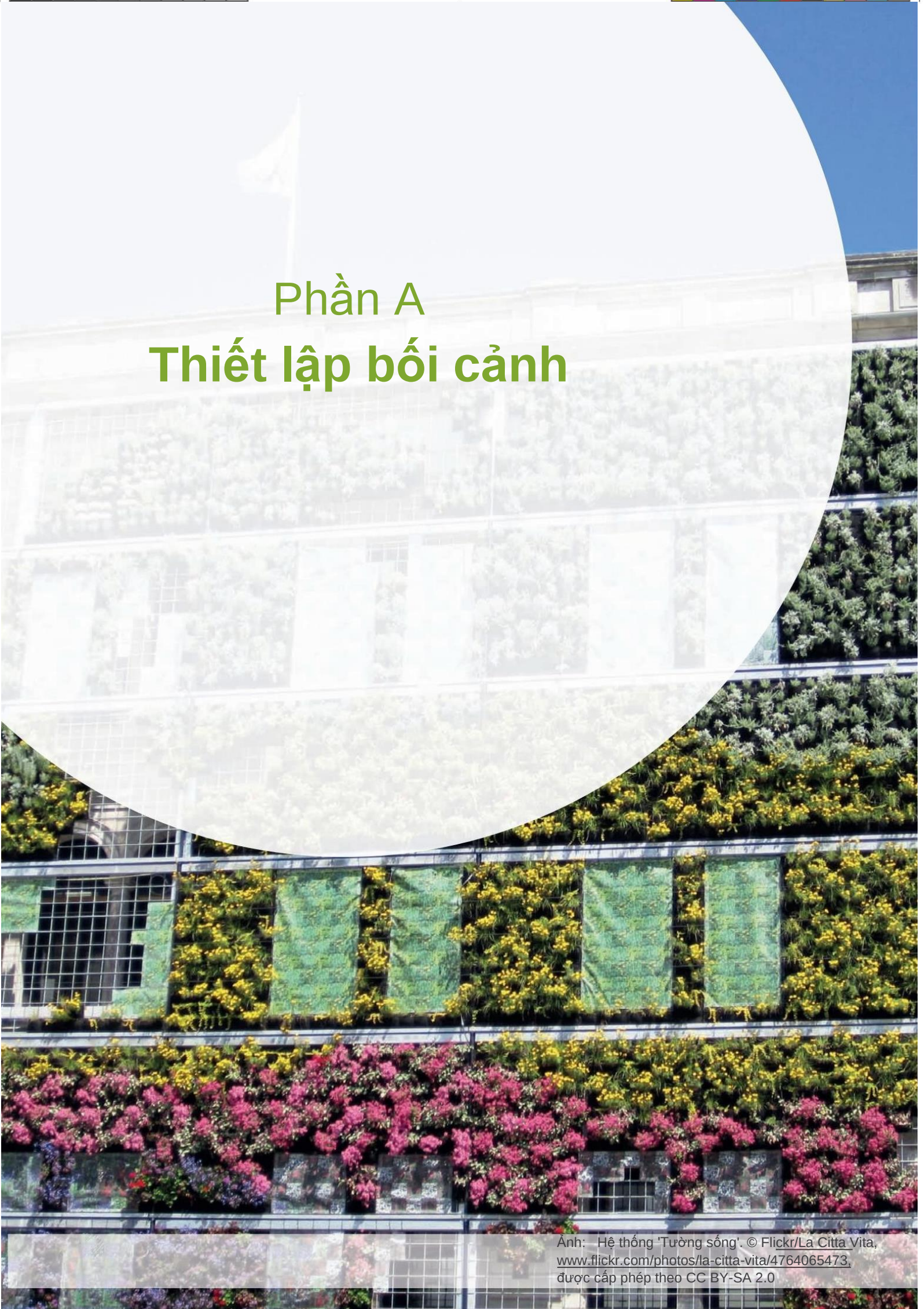
Hình 1 Cấu trúc của Quy trình PIEVC xanh	3
Hình 2 Mối quan hệ giữa cơ sở hạ tầng và rộng hơn Hệ thống xã hội - sinh thái đối với rủi ro khí hậu.....	7
Hình 3 Phổ chung của cơ sở hạ tầng “xanh” đến “xám”	9
Hình 4 EbA và cơ sở hạ tầng liên quan đến nước.....	10
Hình 5 Mối quan hệ giữa các khái niệm rủi ro.....	11
Hình 6 Thiệt hại đối với Đường hầm Tank Hill trên Quốc lộ 1 ở British Columbia, Canada, do mưa cực đoạn vào tháng 11 năm 2021.....	15
Hình 7 Cấu trúc và các yếu tố chính của chuỗi tác động	18
Hình 8 Ví dụ về ma trận rủi ro	20
Hình 9 Tổng quan về quy trình đánh giá rủi ro khí hậu	24
Hình 10 Các hoạt động chính của bước 1	25
Hình 11 Các hoạt động chính của Bước 2.....	27
Hình 12 Ví dụ chuỗi tác động, dựa trên ví dụ British Columbia trong Phần A, với một số khía cạnh được thêm vào cho mục đích giáo dục.....	32
Hình 13 Đề xuất thứ tự các hoạt động phát triển chuỗi tác động	32
Hình 14 Các hoạt động liên quan đến các chỉ số dễ bị tổn thương ở Bước 2 và 3	34
Hình 15 Các hoạt động chính của Bước 3	41
Hình 16 Ví dụ về ma trận rủi ro.....	43
Hình 17 Các hoạt động chính của Bước 5	46
Hình 18 Các bước phân tích Điểm mấu chốt ba và các hoạt động chính.....	48





Phần A

Thiết lập bối cảnh



Ảnh: Hệ thống 'Tường sống'. © Flickr/La Citta Vita,
www.flickr.com/photos/la-citta-vita/4764065473/,
được cấp phép theo CC BY-SA 2.0





1 Giới thiệu

Quy trình PIEVC Xanh đưa ra một quy trình đánh giá sơ bộ các phản ứng của hạng mục cơ sở hạ tầng đối với các tác động của biến đổi khí hậu, đồng thời xem xét các hệ thống xã hội và môi trường rộng hơn tại vị trí mà hạng mục cơ sở hạ tầng đó được xây dựng. Thông tin được phát triển thông qua quá trình đánh giá sẽ hỗ trợ chủ sở hữu, nhà điều hành và các chuyên gia khác kết hợp hiệu quả việc thích ứng với biến đổi khí hậu vào thiết kế, phát triển và quản lý cơ sở hạ tầng hiện có hoặc đã được quy hoạch và môi trường xung quanh, bao gồm cả các hệ sinh thái.

Thông thường, các kỹ sư dựa vào các dữ liệu khí hậu lịch sử được lưu trữ để thiết kế cơ sở hạ tầng. Với sự thay đổi của khí hậu, các dữ liệu này có thể không còn phù hợp nếu chỉ dùng riêng để cung cấp thông tin cho thiết kế cơ sở hạ tầng, vì nó không phản ánh được biến đổi khí hậu đang diễn ra. Điều này có thể dẫn đến nhiều ảnh hưởng do biến đổi khí hậu mà thiết kế cơ sở hạ tầng chưa tính trước. Do đó, cơ sở hạ tầng có thể dễ bị tổn thương và có thể không có đủ khả năng phục hồi. Thậm chí, cơ sở hạ tầng mới có thể không được thiết kế đủ khả năng chịu tải. Quy trình PIEVC Xanh được thiết kế để hỗ trợ các nhà thực thi xác định đặc điểm rủi ro của cơ sở hạ tầng do biến đổi khí hậu đồng thời xem xét ảnh hưởng của hệ thống xã hội - sinh thái rộng hơn và các tác động tiềm ẩn sau đó đối với hệ thống xã hội - sinh thái nếu cơ sở hạ tầng bị gián đoạn hoạt động hoặc bị hư hỏng. Đánh giá rủi ro khí hậu trong bối cảnh rộng hơn về chống chịu khí hậu (đây là cách tiếp cận có phương pháp luận nhằm kết hợp biến đổi khí hậu vào quy hoạch và phát triển dự án).

Bằng cách áp dụng cách tiếp cận tư duy hệ thống để đánh giá rủi ro khí hậu đối với cơ sở hạ tầng, từ đó lồng ghép vào các khía cạnh xã hội - sinh thái, giá trị nội tại của các hệ sinh thái bao quanh có thể được khai thác để tối ưu hóa tính toàn vẹn cấu trúc cũng như độ tin cậy về dịch vụ của các dự án cơ sở hạ tầng “xám”. Ngoài ra, các tác động có thể có của biến đổi khí hậu đối với môi trường tự nhiên xung quanh có thể tăng tính dễ bị tổn thương của môi trường xây dựng, điều này có thể được tính đến ở giai đoạn đầu của quy trình PIEVC. Ví dụ: nếu bạn đang đánh giá rủi ro khí hậu cho ngôi nhà của mình, bạn cũng sẽ muốn xem xét cái cây bên cạnh ngôi nhà và cách mà cái cây này có thể làm tăng rủi ro khí hậu cho ngôi nhà (ví dụ: khả năng đổ sập vào nhà do bão) hoặc giảm rủi ro khí hậu của ngôi nhà (ví dụ: khả năng làm mát không khí xung quanh trong những đợt nắng nóng). Quy trình PIEVC Xanh cho phép tiếp cận lập kế hoạch tổng thể, trong đó một dự án được xem xét trong một hệ thống lớn hơn. Qua đó, nó cung cấp những yếu tố cần thiết để giải quyết rủi ro hệ thống của các hệ thống xã hội - sinh thái nhằm hướng đến sự phát triển dựa trên rủi ro.



Quy trình PIEVC Xanh mô tả từng bước trong phương pháp đánh giá rủi ro và phân tích kỹ thuật tùy chọn để đánh giá rủi ro của biến đổi khí hậu đối với cơ sở hạ tầng. Khi xem xét cả môi trường bao quanh cơ sở hạ tầng theo cách tiếp cận toàn diện, quá trình này sẽ bao gồm một số yếu tố phức tạp hơn và do đó, cần có sự tham gia rộng rãi hơn của các bên liên quan. Các quan sát, kết luận và khuyến nghị rút ra từ việc áp dụng Quy trình PIEVC Xanh sẽ cung cấp một khuôn khổ để hỗ trợ việc ra quyết định về vận hành, bảo trì, lập kế hoạch và phát triển cơ sở hạ tầng một cách hiệu quả.

Cốt lõi của tài liệu Quy trình PIEVC Xanh này là phương pháp gồm năm bước để đánh giá rủi ro khí hậu của cơ sở hạ tầng (có xem xét hệ thống xã hội - sinh thái rộng lớn hơn) và ba bước bổ sung để xác định và đánh giá khả năng thích ứng. Các thủ tục đánh giá này được kết hợp với các khái niệm và hướng dẫn bổ sung (Hình 1). Quy trình PIEVC Xanh bắt đầu bằng cách thiết lập bối cảnh với phần giải thích về các khái niệm chính, bao gồm phần giới thiệu về các nguyên tắc cơ bản của đánh giá rủi ro khí hậu và xem xét về các cách thức phối hợp của các nhóm liên ngành. Các phụ lục của tài liệu bao gồm các chi tiết bổ sung, hướng dẫn về phương pháp luận, tài liệu tham khảo và bảng thuật ngữ.

Các bước cốt lõi của Quy trình PIEVC Xanh trình bày trong (Hình 1):

- **Bước 1: Xác định dự án** - Xác định các tham số dự án và điều kiện biên để đánh giá rủi ro khí hậu.
- **Bước 2: Thu thập và phân tích, đánh giá tính đầy đủ của dữ liệu** - Tiếp tục xác định hệ thống cơ sở hạ tầng, các xu hướng và dự báo khí hậu cụ thể đang được xem xét trong quá trình đánh giá bằng cách phát triển chuỗi tác động, tiến hành thu thập dữ liệu và đánh giá mức độ đầy đủ của dữ liệu.
- **Bước 3: Đánh giá rủi ro** - Kết hợp các thông tin về tính dễ bị tổn thương, mức độ tiếp xúc và khả năng xảy ra để đánh giá rủi ro khí hậu.
- **Bước 4: Phân tích kỹ thuật (tùy chọn)** – Thực hiện phân tích kỹ thuật tập trung vào các tương tác giữa khí hậu và cơ sở hạ tầng cần phải đánh giá thêm.
- **Bước 5: Khuyến nghị và kết luận** – Đề xuất các khuyến nghị và kết luận dựa trên kết quả đánh giá rủi ro khí hậu.

Hình 1 – Cấu trúc của Quy trình PIEVC xanh





- **Yêu cầu đối với tiêu chuẩn ba thành tố cốt lõi dựa trên: Xác định và đánh giá các kịch bản thích ứng**

- **Bước 6: Xác định các kịch bản thích ứng** - Tạo ra các kịch bản thích ứng khác nhau để giải quyết các rủi ro được xác định trong Bước 1-5.
- **Bước 7: Đánh giá các kịch bản thích ứng** - So sánh và đánh giá các kịch bản thích ứng được tạo ra ở Bước 6.
- **Bước 8 : Khuyến nghị và kết luận** - Đưa ra khuyến nghị cho các kịch bản thích ứng chuẩn bị tài liệu cuối cùng và trình bày kết quả.

Sự phát triển từ Quy trình PIEVC gốc:

Quy trình PIEVC Xanh được xây dựng dựa trên Quy trình PIEVC gốc¹ bằng cách lồng ghép tư duy hệ thống và tích hợp các khái niệm Thích ứng dựa trên Hệ sinh thái (EbA) như một công cụ để đánh giá rủi ro khí hậu toàn diện trong bối cảnh làm việc Xanh - Xám.

Cấu trúc của Quy trình PIEVC Xanh giống với Quy trình PIEVC gốc, với năm bước đánh giá chính cộng với các bước phân tích ba thành tố cốt lõi.

So với Quy trình PIEVC gốc, điểm khác biệt chính trong Quy trình PIEVC Xanh là:

- Mở rộng phạm vi đánh giá từ hệ thống cơ sở hạ tầng đơn thuần tới việc xem xét cả hệ thống xã hội - sinh thái và các hướng dẫn bổ sung có liên quan.
- Tích hợp các khái niệm Thích ứng dựa trên Hệ sinh thái (EbA) và dịch vụ hệ sinh thái.
- Cập nhật các khái niệm và thuật ngữ về rủi ro khí hậu phù hợp với Báo cáo đánh giá lần thứ sáu của Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC).
- Một quy trình đầy đủ: Phương pháp luận chính của Mô-đun đánh giá tính dễ bị tổn thương của PIEVC và Mô-đun phân tích ba thành tố cốt lõi đều được tích hợp vào Quy trình PIEVC Xanh.
- Nội dung được rút gọn để tiện sử dụng.
- Tích hợp phương pháp PIEVC gần đây, ví dụ Hướng dẫn sàng lọc cấp cao PIEVC.
- Mở rộng khả năng áp dụng cho các khu vực bên ngoài Canada.
- Ít mô tả hơn về dữ liệu và thông tin khí hậu.
- Nhấn mạnh hơn vào lợi ích chung của các phương án thích ứng.

¹ Quy trình PIEVC gốc được phát triển với sự tài trợ từ Bộ Tài nguyên Thiên nhiên Canada dưới sự chỉ đạo của Ủy ban đánh giá tính dễ bị tổn thương của hệ thống cơ sở hạ tầng công cộng (PIEVC). PIEVC là một ban chỉ đạo quốc gia do Hiệp hội Kỹ sư Canada thành lập vào năm 2005. Ủy ban bao gồm các đại diện cấp cao từ các cấp chính quyền liên bang, tỉnh và thành phố ở Canada cùng với một số tổ chức phi chính phủ. Nó giám sát dự án Đánh giá tính dễ bị tổn thương của Kỹ thuật Quốc gia đầu tiên, một sáng kiến dài hạn của ngành Kỹ thuật Canada nhằm đánh giá tính dễ bị tổn thương của cơ sở hạ tầng công cộng trước tác động của các điều kiện khí hậu thay đổi. Quy trình này là một sản phẩm chính từ hoạt động của PIEVC. Quy trình PIEVC có hiệu lực từ ngày 30 tháng 3 năm 2020 và được điều hành bởi Viện Giảm thiểu Tồn thất do Thảm họa (ICLR), Viện Rủi ro Khí hậu (CRI) và Tổ chức hợp tác quốc tế Đức (GIZ).





Những thay đổi chính đối với các bước thực hiện đánh giá là:

- Ở Bước 2: Thu thập và cung cấp đầy đủ dữ liệu:
 - Phát triển các chuỗi tác động
 - Xác định, lựa chọn và chuẩn hóa các chỉ số dễ bị tổn thương
- Ở Bước 3: Đánh giá Rủi ro Khí hậu:
 - Cân nhắc và tổng hợp các chỉ số dễ bị tổn thương

Hệ thống tài nguyên phương pháp PIEVC

Hệ thống tài nguyên phương pháp PIEVC² chứa nhiều phương pháp và nguồn dữ liệu khác nhau bao gồm phát triển thông tin khí hậu, sàng lọc cấp cao, đánh giá chi tiết, đào tạo và chứng nhận (Chương trình PIEVC, 2021a). Ba ví dụ về nguồn dữ liệu được mô tả dưới đây:

Quy trình PIEVC gốc đề ra một quy trình đánh giá các phản ứng của cơ sở hạ tầng đối với biến đổi khí hậu. Thông tin được phát triển thông qua quá trình đánh giá giúp chủ sở hữu và nhà điều hành áp dụng tính thích ứng vào thiết kế, phát triển và quản lý cơ sở hạ tầng hiện có hoặc quy hoạch. **Quy trình PIEVC Xanh** có mục tiêu tương tự nhưng với phạm vi rộng hơn, bổ sung hướng dẫn lồng ghép về việc xem xét hệ thống xã hội - sinh thái rộng hơn và được cập nhật vào các khái niệm Báo cáo Đánh giá lần thứ 6 của IPCC, cùng với những điểm khác biệt đã được đề cập ở trên.

Trong khi đó, **Hướng dẫn sàng lọc nhanh (HLSG) của PIEVC** được thiết kế nhằm giúp chủ sở hữu cơ sở hạ tầng có được các đánh giá nhanh về các rủi ro tiềm ẩn do biến đổi khí hậu (cùng các yếu tố liên quan khác) gây ra đối với cơ sở hạ tầng (Chương trình PIEVC, 2021b). Nói chung, sự khác biệt giữa PIEVC HLSG và Quy trình PIEVC là mức độ chi tiết ở mỗi bước. Quy trình PIEVC HLSG được viết sao cho thông tin có thể được lấy từ các nguồn sẵn có và dựa trên đánh giá chuyên môn ở mức độ cao. Quy trình PIEVC HLSG cũng có thể là bước sàng lọc ban đầu trước khi tiến hành các quy trình khác hoặc đánh giá chi tiết hơn.

Sàng lọc theo danh mục cơ sở hạ tầng PIEVC trình bày chi tiết các phương pháp tiếp cận chung để sử dụng Quy trình PIEVC (Quy trình PIEVC, Hướng dẫn Sàng lọc nhanh PIEVC) đối với danh mục cơ sở hạ tầng (Chương trình PIEVC, 2022). Mỗi một danh mục cơ sở hạ tầng được kiểm soát bởi một chủ thể duy nhất. Điều này giúp tránh gây nhầm lẫn khi đánh giá các tài sản tương tự thuộc sở hữu của các chủ thể khác nhau. Một yếu tố quan trọng của đánh giá danh mục cơ sở hạ tầng là sự kiểm soát được thiết lập bởi một cơ quan chủ quản, đảm bảo tính nhất quán về phạm vi, bối cảnh và tiêu chuẩn.



² Để biết thêm chi tiết và thêm dữ liệu, tham khảo tại pievc.ca.





2 Khái niệm chính

Trong các nội dung tiếp theo, chúng tôi sẽ giải thích một cách ngắn gọn các khái niệm chính. Bên cạnh đó, bảng chú giải các thuật ngữ được sử dụng trong Quy trình được trình bày trong Phụ lục A.

Cách tiếp cận hệ thống xã hội - sinh thái

Cách tiếp cận hệ thống nhằm đánh giá rủi ro khí hậu đối với cơ sở hạ tầng (còn được gọi là tư duy hệ thống) sẽ nhìn nhận và xem xét cách thức mà hệ thống xã hội - sinh thái rộng hơn xung quanh vị trí xây dựng của dự án tương tác với rủi ro khí hậu lên cơ sở hạ tầng.

Các hệ thống xã hội - sinh thái có thể được định nghĩa là “các hệ thống phức tạp của con người và tự nhiên, nhấn mạnh rằng con người phải được coi là một phần của tự nhiên chứ không phải tách rời” (Berkes và Folke 1998). Bằng cách xem xét các hệ thống phức tạp của con người và tự nhiên, các phương pháp tiếp cận hệ thống xã hội - sinh thái đặc biệt chú ý đến sự phụ thuộc của con người (trong bối cảnh kinh tế - xã hội - văn hóa) vào các dịch vụ hệ sinh thái (ESS). Dịch vụ hệ sinh thái là những lợi ích của thiên nhiên đối với cuộc sống của con người, bao gồm:

- Dịch vụ cung cấp (ví dụ: thực phẩm, nguyên liệu thô, nguồn nước)
- Dịch vụ điều tiết (ví dụ: chống xói mòn đất, chức năng làm sạch của vùng đất ngập nước, điều hòa khí hậu, vùng đệm cho các sự kiện thời tiết cực đoan)
- Môi trường sống hoặc các dịch vụ hỗ trợ (ví dụ: duy trì đa dạng di truyền)
- Dịch vụ văn hóa (ví dụ: du lịch, giải trí)

Các dịch vụ hệ sinh thái, và đặc biệt là các dịch vụ điều tiết, là trụ cột cho EbA và có tầm quan trọng bậc nhất trong bối cảnh giảm thiểu rủi ro và thích ứng. Các dịch vụ hệ sinh thái là một lăng kính hữu ích để áp dụng trong việc xem xét mối quan hệ giữa cơ sở hạ tầng được phân tích trong đánh giá rủi ro khí hậu và hệ thống xã hội - sinh thái xung quanh nó.

Cách tiếp cận hệ thống xã hội - sinh thái xem xét cả các tác nhân rủi ro do con người gây ra và các tác nhân từ tự nhiên, giúp theo đuổi các chiến lược thích ứng tận dụng lợi ích do hệ sinh thái mang lại. Ranh giới địa lý của hệ thống cho mục đích đánh giá rủi ro khí hậu có thể là ranh giới hành chính (ví dụ: khu vực tài phán địa phương) hoặc ranh giới về môi trường (ví dụ: một tiểu lưu vực).

Những rủi ro chính của biến đổi khí hậu gây nên những tác động nghiêm trọng đối với hệ thống xã hội - sinh thái do sự tương tác của các nguy cơ liên quan đến khí hậu (bao gồm các sự kiện và xu hướng nguy hiểm) đối với mức độ tiếp xúc và tính dễ bị tổn thương của các hệ thống tự nhiên và con người (IPCC, 2022a).



Sự tương tác giữa rủi ro khí hậu của cơ sở hạ tầng và hệ thống xã hội - sinh thái có thể bao gồm (Hình 2):

- **Cách mà hệ thống giảm thiểu rủi ro khí hậu của cơ sở hạ tầng** bằng cách bảo vệ, hỗ trợ hoặc thay thế cơ sở hạ tầng đó. Ví dụ, thảm thực vật ổn định sườn dốc bên cạnh một con đường sẽ bảo vệ và làm giảm nguy cơ sạt lở sườn dốc do các trận mưa lớn.
- **Cách mà hệ thống làm tăng rủi ro khí hậu của cơ sở hạ tầng**, rõ ràng là một hệ sinh thái dễ bị tổn thương và không thích ứng tốt có thể góp phần làm gián đoạn, đe dọa hoặc gây hư hỏng cơ sở hạ tầng. Ví dụ, sự suy thoái hệ sinh thái rừng ngập mặn làm giảm khả năng bảo vệ cơ sở hạ tầng ven biển, do đó gia tăng rủi ro khí hậu đối với cơ sở hạ tầng trước nguy cơ nước dâng do bão. Một ví dụ khác, các loài cây dễ bị tổn thương với tỷ lệ sống sót thấp trong hạn hán và cháy rừng có thể giảm khả năng thấm nước của đất và tăng khả năng xói mòn hoặc sạt lở đất.
- **Nếu rủi ro khí hậu của dự án cơ sở hạ tầng được phát hiện (nghĩa là một tác động xảy ra), nó có thể có những tác động đi kèm đối với hệ thống xã hội - sinh thái xung quanh như thế nào.** Ví dụ, sự gián đoạn kinh tế và rủi ro an toàn cho cộng đồng do cầu hoặc đường bị lũ cuốn trôi (xem thêm các ví dụ về sự xem xét khả năng ứng phó của cơ sở hạ tầng tại Phụ lục B).

Hình 2 **Mối quan hệ giữa cơ sở hạ tầng và hệ thống xã hội - sinh thái xung quanh đối với rủi ro khí hậu**





Thích ứng dựa trên hệ sinh thái

Thích ứng dựa trên hệ sinh thái (EbA) là “việc sử dụng đa dạng sinh học và các dịch vụ của hệ sinh thái như một phần của chiến lược thích ứng tổng thể nhằm giúp con người thích ứng với các tác động bất lợi của biến đổi khí hậu” (CBD, 2009, trang 9). EbA đã được công nhận là có hiệu quả đầu tư và tạo ra các lợi ích chung về cả xã hội, kinh tế, y tế và văn hóa (chẳng hạn như sức khỏe và hạnh phúc, các nguồn thu nhập bổ sung, làm sạch nước, lưu trữ carbon, sự thụ phấn và các dịch vụ giải trí), đồng thời góp phần bảo tồn đa dạng sinh học (CBD 2009). Trong những năm gần đây, các biện pháp EbA ngày càng được thúc đẩy phát triển và thí điểm nhằm giúp người dân thích ứng với biến đổi khí hậu và giảm thiểu rủi ro thiên tai liên quan đến khí hậu. Các ví dụ về EbA đối với cơ sở hạ tầng ngành nước ở lưu vực sông Nile được trình bày trong Hộp 1.

Hộp 1 Ví dụ về EbA cho cơ sở hạ tầng nước ở bối cảnh lưu vực sông Nile

Ở Lưu vực sông Nile, các giải pháp EbA phù hợp nhất cho cơ sở hạ tầng ngành nước chống biến đổi khí hậu là những giải pháp giảm thiểu tác động của việc bồi lắng gia tăng do xói mòn, thiệt hại do lũ lụt, điều kiện dòng chảy thấp, bốc hơi và nồng độ các chất ô nhiễm, vì những tác nhân này gây ra rủi ro lớn nhất đến cơ sở hạ tầng ngành nước và các dịch vụ mà chúng cung cấp.

Ví dụ về các giải pháp EbA có thể hỗ trợ quản lý các tác động này bao gồm khôi phục độ uốn khúc vốn có của các dòng sông, đào mới hoặc khôi phục các kênh nhánh, mở rộng khu vực ngập lũ ven sông, sử dụng kè sinh thái, trồng cây ven sông và phục hồi rừng, thay đổi loại hình sử dụng đất, phục hồi đất ngập nước, và xây dựng các hồ sinh học cho hệ thống thoát nước đô thị.

Nguồn: Trung tâm Kiểm soát Khí hậu thuộc tổ chức Sáng kiến Lưu vực sông Nile (NBI), 2022.

Trong khi đó, giải pháp dựa trên thiên nhiên (NbS) là một khái niệm bao trùm cho các phương pháp tiếp cận khác nhau liên quan đến hệ sinh thái được định nghĩa là “các hành động nhằm bảo vệ, bảo tồn, phục hồi, sử dụng bền vững và quản lý các hệ sinh thái (trên cạn, nước ngọt, ven biển và dưới biển) tự nhiên hoặc đã bị biến đổi, qua đó giải quyết các thách thức xã hội, kinh tế và môi trường một cách hiệu quả và mang tính thích ứng, đồng thời mang lại lợi ích cho cuộc sống của con người, dịch vụ hệ sinh thái, khả năng phục hồi và đa dạng sinh học” (UNEA, 2022, trang 2). Các biện pháp thích ứng dựa trên hệ sinh thái (EbA) nằm trong khuôn khổ thuật ngữ chung này được coi là NbS nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu, mà trong Quy trình PIEVC Xanh này, chúng tôi sử dụng thuật ngữ EbA để mô tả.



Trong bối cảnh cơ sở hạ tầng, EbA (hoặc “hạ tầng xanh”) cũng có thể được kết hợp trên một dải phổ với “hạ tầng xám”, tạo nên loại hình “Cơ sở hạ tầng xanh - xám” hoặc “Cơ sở hạ tầng hỗn hợp” (Hình 3). Điều quan trọng cần lưu ý là loại hình cơ sở hạ tầng này cũng có thể gặp rủi ro do biến đổi khí hậu.

Hình 3 Dải phổ của cơ sở hạ tầng từ “Xanh” đến “Xám”



Nguồn: Cộng đồng thực hành Green-Grey, 2020.

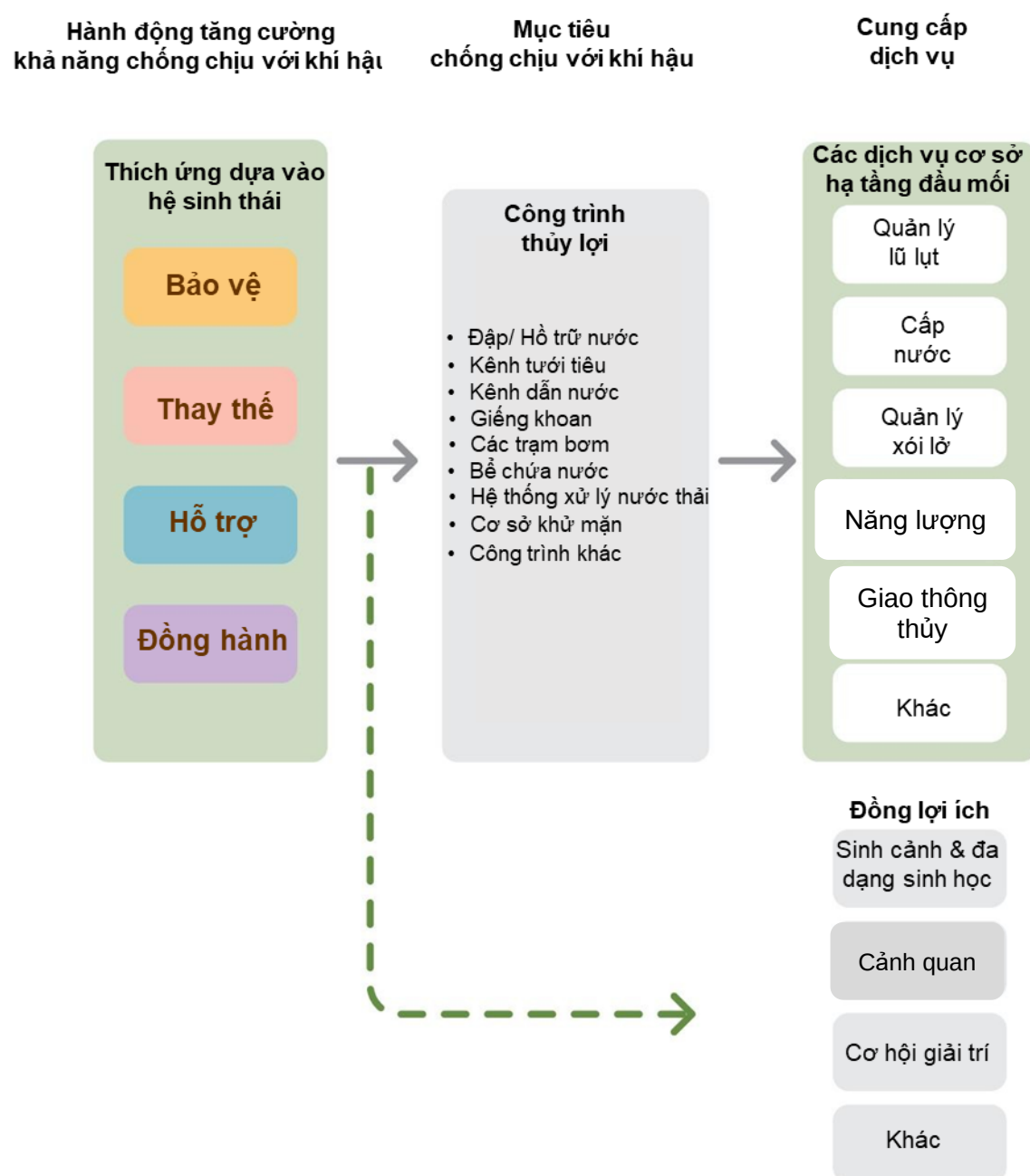
Như minh họa ở Hình 4, một số hành động thích ứng dựa trên hệ sinh thái có thể được áp dụng đối với các cơ sở hạ tầng cung cấp các dịch vụ sinh thái khác nhau. Những hành động này có thể được phân thành các loại khác nhau (các hình oval có màu sắc trong Hình 4) dựa trên cách mà chúng tương tác với các dự án cơ sở hạ tầng cứng/xám:

- **Phương án bảo vệ** cung cấp các dịch vụ sinh thái để bảo vệ trực tiếp dự án cơ sở hạ tầng cứng/xám khỏi các hiểm họa khí hậu, tăng tuổi thọ và giảm chi phí vận hành/bảo trì, đồng thời mang lại các lợi ích chung.
- **Phương án thay thế** cung cấp các dịch vụ sinh thái nhằm thay thế hoàn toàn một dự án cơ sở hạ tầng cứng/xám, đem lại khả năng chống chịu tốt hơn trước các hiểm họa khí hậu, đồng thời mang lại các lợi ích chung.



- **Phương án hỗ trợ** cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái bổ sung cho dự án cơ sở hạ tầng cứng/xám bằng cách tăng cường cung cấp dịch vụ trọng yếu ngoài khả năng sẵn có của dự án, qua đó nâng cao khả năng tiếp tục cung cấp dịch vụ khi bị ảnh hưởng bởi các hiểm họa khí hậu, đồng thời mang lại các lợi ích chung.
- **Phương án đồng hành** không cung cấp các dịch vụ trực tiếp hoặc gián tiếp cải thiện khả năng thích ứng của dự án cơ sở hạ tầng cứng/xám hoặc các dịch vụ trọng yếu của dự án nhưng có thể được triển khai như một phần của dự án để mang lại các lợi ích chung giúp tăng khả năng thích ứng tổng thể của xã hội trước các hiểm họa khí hậu.

Hình 4 EbA và cơ sở hạ tầng ngành nước





Tòa nhà xanh của Ban quản lý dịch vụ công ích thành phố Đồng Hới Quảng Bình, Việt Nam, công trình điển hình cho việc kết hợp EbA Phương án bảo vệ. Giải pháp này sẽ giảm tiêu thụ năng lượng và gia tăng tuổi thọ, mỹ quan cho công trình. Đây là một trong 3 công trình trong Dự án "Hỗ trợ Việt Nam thực hiện Thỏa thuận Paris" (VN-SIPA) của Tổ chức Hợp tác phát triển Đức (GIZ).

Các giải pháp kết hợp và EbA có thể không phải là giải pháp tối ưu trong mọi trường hợp, vì thế các tiêu chí khác nhau nên được sử dụng để xác định và ưu tiên các giải pháp chống chịu khí hậu tốt nhất. Ví dụ, nếu mục tiêu quản lý duy nhất là bảo vệ cơ sở hạ tầng ngành nước chống lại lũ lụt với tần suất xuất hiện là 10.000 năm, thì nhiều giải pháp EbA sẽ không khả thi vì chúng không có hiệu quả bảo vệ đáng kể đối với một sự kiện cực đoan như vậy. Các tiêu chí quyết định như tính khả thi, mức độ phù hợp, chi phí, lợi ích và nhiều tiêu chí khác có thể được áp dụng, đồng thời đóng góp của EbA vào các lợi ích tích lũy nên được cân nhắc (Ngân hàng Thế giới 2017, ADB 2019).

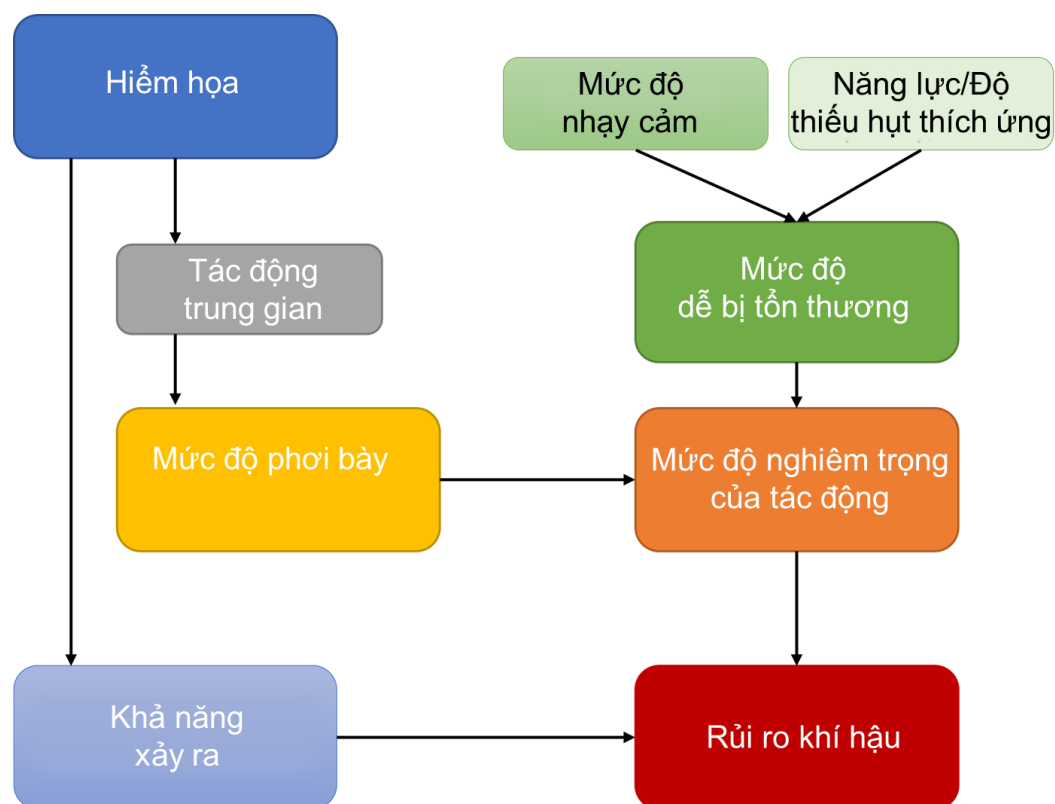
Rủi ro khí hậu

Rủi ro trong bối cảnh biến đổi khí hậu được định nghĩa là “Khả năng gây ra hậu quả tiêu cực cho con người hoặc các hệ sinh thái, thừa nhận sự đa dạng của các giá trị và mục tiêu liên quan đến các hệ thống này. [...] Trong bối cảnh tác động của biến đổi khí hậu, **rủi ro** là kết quả của “tương tác động” giữa các hiểm họa liên quan đến khí hậu với **mức độ phơi bày** và tính **đễ bị tổn thương** của con người hoặc hệ sinh thái bị ảnh hưởng trước các hiểm họa [...]” (IPCC, 2022b, tr.2921).

Các diễn giải sau đây cùng với Hình 5 minh họa mối tương tác giữa các khái niệm chính để hình thành rủi ro. Nguy cơ, mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương (độ nhạy cảm và năng lực/độ thiếu hụt thích ứng) được gọi là các thành phần và mỗi yếu tố của thành phần rủi ro là một hệ số rủi ro.

Hình 5 Mối quan hệ giữa các khái niệm trong rủi ro khí hậu







Nguy cơ

Nguy cơ được định nghĩa là “Khả năng xảy ra của một sự kiện hoặc xu hướng vật lý tự nhiên hoặc do con người gây ra có thể dẫn đến thiệt hại về người, thương tích hoặc các tác động sức khỏe khác, cũng như thiệt hại và mất mát đối với tài sản, cơ sở hạ tầng, sinh kế, sự cung cấp dịch vụ hệ sinh thái, hệ sinh thái và tài nguyên môi trường”(IPCC, 2022b, tr.2911).

Một hiểm họa không nhất thiết phải là một sự kiện thời tiết cực đoan (ví dụ: bão nhiệt đới, lũ lụt), nó cũng có thể là một xu hướng khởi phát chậm (ví dụ: ít nước hơn do tuyết tan, nhiệt độ trung bình tăng, mực nước biển dâng, xâm nhập mặn).

Quan niệm sai lầm: “Hiểm họa là rủi ro.” Thường có sự nhầm lẫn khi hình dung một hiểm họa với rủi ro của nó. Trên thực tế thì có sự phân biệt giữa khả năng xảy ra hiểm họa và rủi ro, đó là sự kết hợp của cả khả năng xảy ra hiểm họa VÀ tác động nghiêm trọng.

Sự phơi bày

Sự phơi bày được định nghĩa là “Sự hiện diện của con người; sinh kế; loài hoặc hệ sinh thái; các chức năng, dịch vụ và tài nguyên môi trường; cơ sở hạ tầng; hoặc hạ tầng kinh tế, xã hội, văn hóa ở những bối cảnh có thể chịu ảnh hưởng tiêu cực” (IPCC, 2022b, tr.2908).

‘Sự phơi bày’ đề cập đến các yếu tố liên quan của hệ thống (ví dụ: các hạng mục cơ sở hạ tầng, con người, sinh vật sống, cơ sở vật chất, loài, hệ sinh thái) có thể bị ảnh hưởng xấu bởi các hiểm họa.

Tính dễ bị tổn thương

Tính dễ bị tổn thương được định nghĩa là “Xu hướng hoặc khuynh hướng bị ảnh hưởng tiêu cực. Tính dễ bị tổn thương bao gồm nhiều khái niệm và yếu tố khác nhau, bao gồm cả sự nhạy cảm hoặc dễ bị tổn hại và thiếu khả năng đối phó và thích ứng” (IPCC AR6 WGII tr.2926).

Quy trình PIEVC Xanh bao gồm hướng dẫn về cả tính dễ bị tổn thương về mặt kỹ thuật (các yếu tố thuộc sự quản lý trực tiếp và kiểm soát ngân sách của chủ sở hữu cơ sở hạ tầng) và tính dễ bị tổn thương theo nghĩa rộng hơn trong đó xem xét các hệ thống xã hội - sinh thái.

Mặc dù có nhiều cách để định nghĩa tính dễ bị tổn thương, nhưng ở đây nó được coi là sự tổng hợp của độ nhạy cảm và khả năng/sự thiếu hụt thích ứng.

Tính nhạy cảm

Tính nhạy cảm được định nghĩa là “Mức độ mà một hệ thống hoặc loài bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi hoặc biến đổi khí hậu theo hướng bất lợi hoặc có lợi. Tác động có thể là trực tiếp (ví dụ: thay đổi năng suất cây trồng do thay đổi giá trị trung bình, phạm vi hoặc sự biến thiên của nhiệt độ) hoặc gián tiếp (ví dụ: thiệt hại gây ra bởi sự gia tăng tần suất ngập lụt ven biển do mực nước biển dâng)” (IPCC, 2022b, tr.2922).





Tính nhạy cảm có thể bao gồm các đặc tính sinh thái hoặc vật lý của một hệ thống (ví dụ: khả năng giữ nước để kiểm soát lũ lụt, vật liệu dùng để xây dựng cơ sở hạ tầng, trạng thái của các hệ sinh thái để cung cấp các dịch vụ) cũng như các đặc tính xã hội, kinh tế và văn hóa địa phương (ví dụ: cấu trúc về tuổi tác, thu nhập) từ đó hình thành độ vững chắc, khả năng bảo vệ và khả năng ứng phó với các sự kiện nguy hiểm.

Năng lực thích ứng và sự thiếu hụt thích ứng

Năng lực thích ứng được định nghĩa là “Khả năng của các hệ thống, thể chế, con người và các sinh vật khác điều chỉnh theo thiệt hại tiềm ẩn, tận dụng các cơ hội hoặc ứng phó với hậu quả” (IPCC, 2022b, tr.2899). Năng lực thích ứng có thể bao gồm năng lực chuẩn bị, ngăn chặn, đối phó hoặc thích nghi.

Năng lực thích ứng có thể bao gồm các tính năng và năng lực của hệ thống tập trung vào việc giảm khả năng dễ bị tổn thương thông qua các quá trình chuyển đổi để giảm mức độ nguy hiểm và giảm khả năng dễ bị tổn thương (tăng cường sức mạnh, khả năng bảo vệ và quản lý rủi ro còn lại như chuẩn bị, cảnh báo, ứng phó và sự phục hồi của hệ thống). Ví dụ, các chỉ số về năng lực thích ứng có thể bao gồm việc có một hệ thống quản lý liên tục và cảnh báo hoạt động tốt, hoặc có các cơ chế cứu trợ và phục hồi (ví dụ: dự phòng, bảo hiểm). Xem xét trong một hệ thống xã hội - sinh thái rộng hơn, năng lực thích ứng cũng có thể bao gồm khả năng của các xã hội và cộng đồng trong việc chuẩn bị và ứng phó với các tác động khí hậu hiện tại và tương lai. Điều này không bao gồm năng lực của các hệ sinh thái để ứng phó với các tác động nhưng có thể bao gồm cả năng lực quản lý các hệ sinh thái.

Trong khi năng lực thích ứng là một đặc điểm tích cực thì tính nhạy cảm, thành phần dễ bị tổn thương còn lại, là một đặc điểm tiêu cực. Để nhất quán, chỉ cần xem xét các thuộc tính tích cực hoặc tiêu cực. Điều này đảm bảo rằng các phân tích trong quá trình đánh giá rủi ro khí hậu không đi theo các hướng khác nhau và tạo ra kết quả không thống nhất. Vì lý do này, các phân tích trong Bước 2 và 3 của Quy trình PIEVC Xanh sẽ chỉ xem xét các thuộc tính tiêu cực của khả năng thích ứng, khả năng không thích ứng hoặc thiếu thích ứng, và khả năng phục hồi trong hệ thống. Điều này được gọi là thiếu hụt thích ứng. Ví dụ, thay vì sử dụng chỉ số về khả năng thích ứng là “tỷ lệ phần trăm dòng sông có các vùng đệm dọc hai bên bờ”, thì một chỉ số về thiếu hụt thích ứng sẽ được sử dụng thay thế là “tỷ lệ phần trăm dòng sông không có các vùng đệm dọc hai bên bờ”.

Tác động

Tác động được định nghĩa là “Hậu quả của những rủi ro đã nhận biết đối với các hệ thống tự nhiên và con người, trong đó rủi ro là kết quả của sự tương tác giữa các hiểm họa liên quan đến khí hậu (bao gồm các hiện tượng thời tiết/khí hậu cực đoan), mức độ tiếp xúc và tính dễ bị tổn thương” (IPCC, 2022b, tr.2912). Ví dụ về các tác động có thể là hư hỏng cơ sở hạ tầng, thiệt hại về người và tổn thất kinh tế, suy thoái hệ sinh thái.





Trong Quy trình PIEVC xanh, chúng tôi cũng sử dụng hai thuật ngữ bổ sung liên quan đến tác động:

- “Mức độ nghiêm trọng của tác động” đề cập đến sự kết hợp giữa mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương (nếu tác động đó xảy ra).
- “Tác động trung gian” đề cập đến các tác động được kích hoạt bởi các thông số khí hậu gây ra một chuỗi các tác động trung gian (ví dụ: sự xói mòn ở thượng lưu góp phần gây lũ lụt ở hạ lưu). Bản thân các tác động trung gian không phải là một thành phần rủi ro mà chỉ là một công cụ phụ trợ để xem xét đầy đủ chuỗi nguyên nhân - kết quả dẫn đến rủi ro.

Quan niệm sai lầm: “Mức độ nghiêm trọng của tác động là rủi ro.” Mức độ nghiêm trọng của tác động của một sự kiện đôi khi bị nhầm lẫn với rủi ro của nó. Các tác động có mức độ nghiêm trọng cao được coi là rủi ro cao bất kể khả năng xảy ra của chúng là bao nhiêu. Tương tự như vậy, các tác động có mức độ nghiêm trọng thấp được coi là rủi ro thấp mặc dù chúng có thể xảy ra khá thường xuyên. Nếu bỏ qua một hệ số then chốt của rủi ro thì rủi ro thực sự có thể không được đánh giá hoặc quản lý đúng cách.

Khả năng

Khả năng xảy ra, đôi khi còn được gọi là xác suất, được định nghĩa là “Khả năng xảy ra một kết quả cụ thể mà có thể được ước tính theo xác suất” (IPCC, 2022b, p.2914).

Trong quy trình đánh giá rủi ro khí hậu, bạn sẽ chỉ định khả năng xảy ra hiểm họa khí hậu. Điều này có thể được thực hiện bằng cách xác định các hiểm họa là các sự kiện hoặc tác động vật lý nghiêm trọng (ví dụ: 'sự kiện mưa lớn' thay vì 'mưa' hoặc 'ngày nắng nóng' thay vì 'nhiệt độ').

Thông thường sẽ có một số điểm không chắc chắn trong việc đánh giá khả năng xảy ra, vì chúng ta không biết xã hội sẽ giảm phát thải khí nhà kính bao nhiêu và biến đổi khí hậu sẽ tiến triển như thế nào trong tương lai. Những điểm không chắc chắn này có thể theo cấp bậc, theo đó sự không chắc chắn trong những thay đổi kinh tế xã hội trong tương lai dẫn đến các kịch bản phát thải (Lộ trình kinh tế xã hội chung), từ đó cung cấp thông tin cho các mô hình khí hậu, tiếp theo là đánh giá rủi ro rồi sau đó lập kế hoạch thích ứng, nghĩa là không có sự chắc chắn ở mỗi cấp độ này. Vì thế, việc phối hợp với một nhà khoa học khí hậu trong nhóm có thể hỗ trợ hiểu biết và quản lý sự không chắc chắn này.

Quan niệm sai lầm: “Khả năng xảy ra là rủi ro.” Khả năng xảy ra chỉ là một yếu tố hình thành rủi ro. Khi khả năng xảy ra bị nhầm lẫn với rủi ro, mức độ nghiêm trọng của tác động sẽ bị bỏ qua. Nếu coi tác động có khả năng xảy ra cao - mức độ nghiêm trọng thấp là rủi ro cao thì có thể dẫn đến hành động quản lý không cần thiết. Ngược lại, nếu coi các sự kiện có tác động nghiêm trọng - khả năng xảy ra thấp là rủi ro thấp, có thể dẫn đến ít hoặc không có hành động giảm thiểu khi hành động đó thực sự cần thiết. Ví dụ, khả năng trải qua trận mưa tần suất 200 năm của một đập dâng có thể nhỏ, nhưng mức độ nghiêm trọng của sự kiện có thể dẫn đến sự cố vỡ đập thảm khốc. Nếu chỉ dựa trên khả năng xảy ra, sự kiện này có thể được xác định là rủi ro rất thấp; trong khi phân tích kỹ lưỡng hơn sẽ cho thấy mức độ rủi ro đáng kể hơn nhiều.





Các ví dụ thực tế điển hình: Lũ lụt và thời tiết khắc nghiệt năm 2021 ở British Columbia, Canada

Nhằm mục đích minh họa rõ hơn, các khái niệm chính về rủi ro mô tả ở trên được áp dụng vào một ví dụ từ British Columbia, Canada.

Vào tháng 11 năm 2021, một lượng mưa lớn được ví như một dòng sông từ không trung trút xuống vùng Tây Nam British Columbia, Canada, gây ra lũ lụt và sạt lở đất khiến hệ thống cơ sở hạ tầng như đường cao tốc và đường sắt bị cuốn trôi hoặc hư hỏng nghiêm trọng (Hình 6). Một phần nguyên nhân có thể do các vụ cháy rừng gần đây trong khu vực này dẫn đến sự gia tăng khả năng hình dòng chảy. Đã có năm người thiệt mạng và các tuyến đường bộ và đường sắt kết nối thành phố Vancouver với các vùng khác của

Canada bị cắt đứt hoàn toàn, dẫn đến thiệt hại lớn về kinh tế, và làm gián đoạn chuỗi cung ứng (Cảng Vancouver là cửa ngõ của Canada vào thị trường châu Á). Nghiên cứu sau đó cho thấy biến đổi khí hậu do sự phát triển của con người đã làm gia tăng đáng kể khả năng xảy ra những sự kiện như vậy (Gillett et al. 2022).

Nếu một đánh giá rủi ro khí hậu cho tuyến đường cao tốc được tiến hành trước khi xảy ra hiện tượng mưa lớn này, thì một số vấn đề có thể đã được phát hiện (trong một ví dụ rất đơn giản):

- **Hiểm họa** mưa lớn với cường suất cao (được ví như một dòng sông từ không trung)
- **Các tác động trung gian** là lũ lụt và sạt lở đất
- Tuyến đường cao tốc có thể **bị ảnh hưởng (phơi bày)** bởi lũ lụt và sạt lở đất
- **Tính dễ bị tổn thương** bao gồm cả 2 yếu tố:
 - **Tính nhạy cảm**, chẳng hạn như thiếu rừng ở một số sườn núi do một số vụ cháy rừng thời gian gần đây có thể làm giảm độ ổn định hoặc giảm khả năng thấm của mặt đất
 - **Thiếu khả năng thích ứng**, chẳng hạn như thiếu hệ thống giám sát và cảnh báo
- **Mức độ nghiêm trọng của tác động** là cơ sở hạ tầng như đường cao tốc bị gián đoạn, bị hư hỏng hoặc bị cuốn trôi hoàn toàn
- **Khả năng xảy ra** sự kiện như vậy tăng lên do biến đổi khí hậu
- Đó có thể là **rủi ro khí hậu** cao do mức độ nghiêm trọng của tác động và khả năng xảy ra đều cao
- **Tác động kèm theo** của việc cơ sở hạ tầng đường cao tốc hư hỏng hoặc bị cuốn trôi hoàn toàn là khả năng gây ra bệnh tật, tỷ lệ tử vong và sự gián đoạn kinh tế

Áp dụng cách tiếp cận tư duy hệ thống sẽ xem xét cách hệ thống xã hội - sinh thái có thể tăng hoặc giảm rủi ro khí hậu đối với các hạng mục của đường cao tốc (ví dụ: mất dịch vụ hệ sinh thái do cháy rừng làm tăng rủi ro) cũng như tác động kèm theo đối với hệ thống nếu đường cao tốc bị hư hại (ví dụ, gián đoạn kinh tế và chuỗi cung ứng).

Việc xem xét tính dễ bị tổn thương sẽ tính đến các yếu tố nhạy cảm và năng lực thích ứng/thiếu hụt thích ứng liên quan đến cả hệ thống xã hội - sinh thái và cả bản thân cơ sở hạ tầng.

Hình 6 Thiệt hại đối với Hàm chui Đồi Tank trên Quốc lộ 1 ở British Columbia, Canada, do sự kiện mưa cực đoan vào tháng 11 năm 2021





3 Những nguyên tắc cơ bản khi đánh giá rủi ro

Đánh giá rủi ro khí hậu là một hạng mục quan trọng để hướng dẫn, thiết kế và vận hành cơ sở hạ tầng và hệ thống có khả năng phục hồi trước những ảnh hưởng của thời tiết khắc nghiệt và biến đổi khí hậu. Đánh giá rủi ro khí hậu là một quá trình xác định cách mà các công trình sẽ phản ứng và phục hồi sau tác động của nhiều loại hiểm họa khí hậu. Nhiều chính phủ và tổ chức đang sử dụng hoặc yêu cầu đánh giá rủi ro khí hậu để cung cấp thông tin cho hành động thích ứng.

Trong đánh giá rủi ro, bạn sẽ trả lời ba câu hỏi (Bedford và Cooke, 2006):

1. Điều gì có thể xảy ra và nguyên nhân/tại sao nó có thể xảy ra? (hiểm họa khí hậu, tính dễ bị tổn thương)
2. Nó có khả năng xảy ra như thế nào? (khả năng)
3. Nếu nó xảy ra, tác động sẽ như thế nào? (mức độ nghiêm trọng của tác động)

Thông thường, cơ sở hạ tầng sẽ phải đối mặt với nhiều nguy cơ khí hậu. Do đó, khi bắt đầu đánh giá rủi ro khí hậu, cần xác định rõ (các) rủi ro mà nghiên cứu tập trung vào, xác định các yếu tố góp phần gây ra (các) rủi ro và làm rõ ai hoặc cái gì có thể bị ảnh hưởng. Đặc biệt là khi kết hợp cách tiếp cận hệ thống xã hội - sinh thái để đánh giá rủi ro cho cơ sở hạ tầng, các nguyên nhân gây ra rủi ro được tìm kiếm bên ngoài phạm vi xây dựng hoặc hoạt động của cơ sở hạ tầng. Khi đó, câu hỏi đặt ra là các đặc điểm của hệ thống xã hội - sinh thái (và các dịch vụ hệ sinh thái của nó) góp phần như thế nào vào các rủi ro đối với cơ sở hạ tầng về mặt chức năng hoặc mất đi tính toàn vẹn vật lý. Ví dụ về các rủi ro bao gồm sự suy giảm khả năng hoạt động của đập gây ra bởi bồi lắng do xói mòn trong lưu vực (tức là mất chức năng bảo vệ của đất) và hư hỏng cơ sở hạ tầng giao thông do mưa lớn gây sạt lở đất và lũ lụt. Mặt khác, nhiệt độ cực cao có thể góp phần gây cháy rừng khiến giao thông bị gián đoạn. Nhưng trong nhiều trường hợp, chúng ta cũng đang gặp phải các mối nguy hiểm kết hợp và các tác động trung gian, ví dụ, cháy rừng dẫn đến đất kỵ nước, không thể giữ nước và tiếp theo là mưa xói xả dẫn đến sạt lở đất trở nên nghiêm trọng hơn, v.v.

Chỉ số rủi ro hàm chứa "kết quả không chắc chắn". Ví dụ như các tác động của biến đổi khí hậu là không chắc chắn, bởi vì lộ trình phát triển kinh tế - xã hội trong tương lai và các hoạt động phát thải khí nhà kính là không chắc chắn. Trong đánh giá rủi ro khí hậu, sự không chắc chắn này có thể được giải quyết theo nhiều cách khác nhau. Các phương pháp tiếp cận tùy theo kịch bản thường được áp dụng, chẳng hạn như các tác động khí hậu khác nhau được áp dụng cho các kịch bản phát thải khí nhà kính khác nhau (tức là Lộ trình kinh tế - xã hội chung của IPCC). Chúng tôi xem xét rủi ro khí hậu như là một hàm số của hiểm họa, sự phơi bày, tính dễ bị tổn thương và khả năng xảy ra như IPCC đã đề xuất trong báo cáo AR6 (IPCC 2022), nhưng thêm khuyến nghị làm rõ sự không chắc chắn bất cứ khi nào có thể (xem Corner et al. 2015, để biết hướng dẫn về cách truyền đạt sự không chắc chắn).





Trong Quy trình PIEVC xanh, trọng tâm chính của đánh giá rủi ro khí hậu là cơ sở hạ tầng, bao gồm các tương tác của hệ thống xã hội - sinh thái xung quanh với cơ sở hạ tầng trong bối cảnh rủi ro khí hậu. Lưu ý rằng mục đích của Quy trình PIEVC xanh không phải là tiến hành đánh giá rủi ro khí hậu cho toàn bộ hệ thống xã hội - sinh thái. Tiến hành đánh giá rủi ro khí hậu cho toàn bộ hệ thống xã hội - sinh thái đòi hỏi một cách tiếp cận hơi khác với sự nhấn mạnh vào các khía cạnh không gian. Để biết thêm thông tin về vấn đề này, vui lòng xem sách hướng dẫn của GIZ “Đánh giá rủi ro khí hậu để thích ứng dựa trên hệ sinh thái: Sách hướng dẫn dành cho các nhà lập kế hoạch và thực hành” (2018).

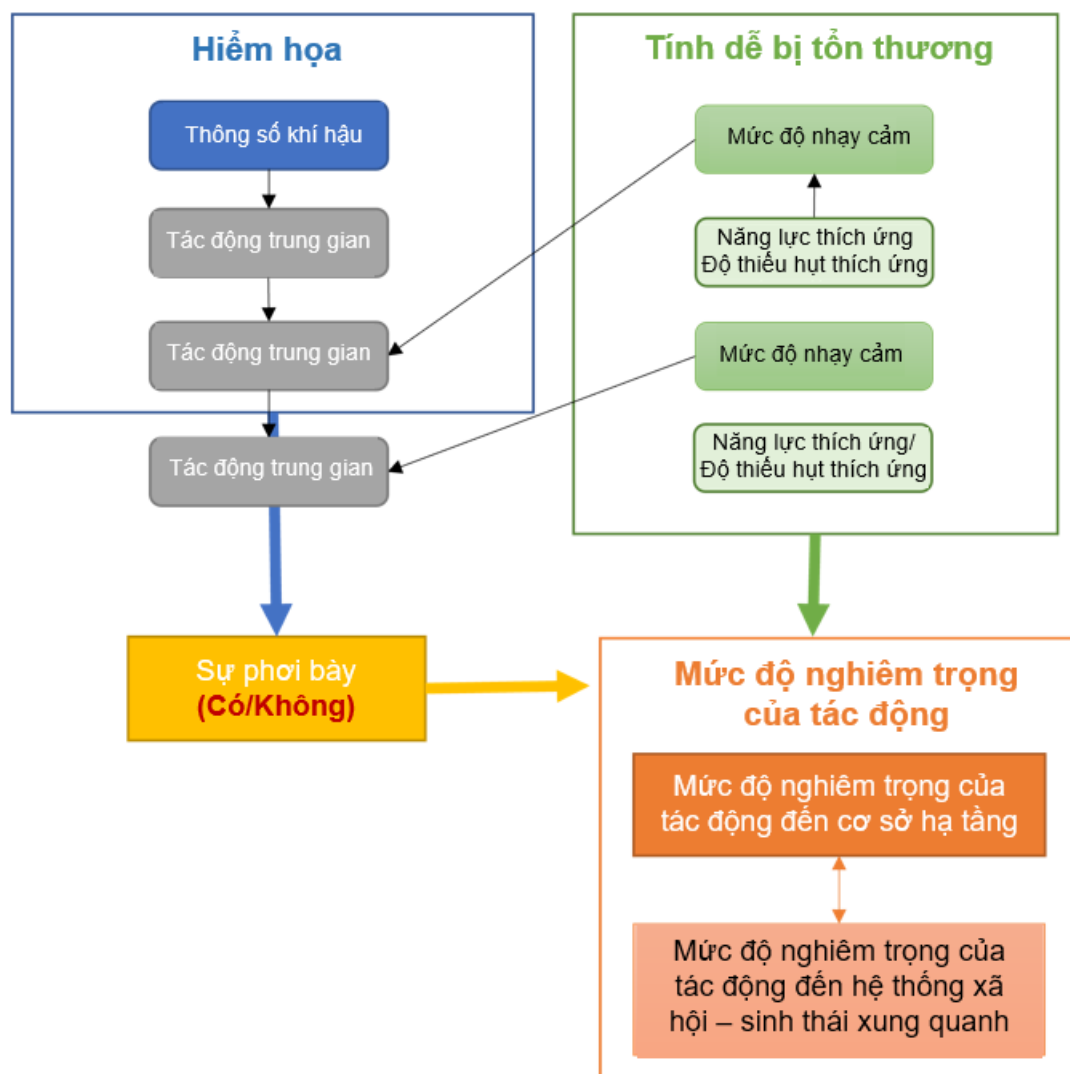
Chuỗi tác động

Sự phát triển của chuỗi tác động, hay chuỗi nguyên nhân - kết quả, có thể được sử dụng như một công cụ phân tích giúp bạn hiểu rõ hơn, hệ thống hóa và ưu tiên các yếu tố dẫn đến rủi ro trong hệ thống cần quan tâm, chẳng hạn như hệ thống xã hội - sinh thái nơi có hệ thống cơ sở hạ tầng gắn liền với hệ sinh thái xung quanh và các dịch vụ của nó (Hình 7). Các chuỗi tác động luôn có cấu trúc giống nhau: một thông số khí hậu (ví dụ: mưa lớn) có thể dẫn đến tác động vật lý trực tiếp, gây ra một chuỗi các tác động trung gian (ví dụ: dòng chảy cao hơn góp phần gây lũ lụt ở hạ lưu ảnh hưởng đến nguồn nước của hồ chứa), dẫn đến một hoặc nhiều rủi ro - do tính dễ bị tổn thương của các thành phần thuộc cơ sở hạ tầng hoặc hệ thống xã hội - sinh thái - khi mức độ nghiêm trọng của tác động được kết hợp với khả năng xảy ra. Và quá trình này không phải là một quá trình tuyến tính, chẳng hạn các vòng lặp bên trong có thể dẫn đến những thay đổi trong lộ trình của chuỗi tác động và một mắt xích không phải lúc nào cũng dẫn đến mắt xích tiếp theo. Thay vào đó, chuỗi tác động phụ thuộc vào chức năng tại một thời điểm nhất định trong một hệ thống nhất định.

Chuỗi tác động bao gồm các thành phần rủi ro (hiểm họa, sự phơi bày, tính dễ bị tổn thương), cùng các yếu tố hàm ẩn của từng thành phần đó và các tác động trung gian như là công cụ hỗ trợ. Hiểm họa bao gồm các yếu tố liên quan đến các thông số khí hậu. Tính dễ bị tổn thương bao gồm các yếu tố liên quan đến tính nhạy cảm của hệ thống xã hội - sinh thái và năng lực/sự thiếu hụt thích ứng. Tính dễ bị tổn thương có thể bao gồm độ nhạy cảm và năng lực /sự thiếu hụt thích ứng của chính cơ sở hạ tầng và của hệ thống xã hội - sinh thái, do hệ thống này góp phần vào tính dễ bị tổn thương của cơ sở hạ tầng đang đánh giá. Bạn cũng có thể thêm các hộp bổ sung vào chuỗi tác động để xem xét các nguyên nhân của tính nhạy cảm. Trái ngược với hiểm họa, sự phơi bày và tính dễ bị tổn thương, bản thân tác động trung gian không phải là một thành phần rủi ro mà chỉ là một công cụ phụ trợ để xem xét đầy đủ chuỗi nguyên nhân - kết quả dẫn đến rủi ro. Theo định nghĩa, các tác động trung gian là một chức năng của cả hai yếu tố hiểm họa và tính dễ bị tổn thương. Điều này có nghĩa là tất cả các tác động được xác định không chỉ phụ thuộc vào thông số khí hậu mà còn phụ thuộc vào một hoặc một số yếu tố dễ bị tổn thương cần thiết. Trái ngược với thông số khí hậu, tác động trung gian có thể bị ảnh hưởng bởi các giải pháp.



Hình 7 Cấu trúc và các yếu tố chính của chuỗi tác động



Sử dụng thuật ngữ rủi ro dựa trên các định nghĩa AR6 của IPCC, chuỗi tác động như được mô tả ở đây trên thực tế là một chuỗi kiểm tra mức độ nghiêm trọng của tác động thay vì bản thân tác động vì nó không tính đến khả năng xảy ra. Tuy nhiên, chúng tôi sử dụng thuật ngữ 'chuỗi tác động' vì sự phát triển của chuỗi tác động là một thuật ngữ phương pháp phân tích được biết đến rộng rãi.

Phát triển chuỗi tác động: các bước chính và nguyên tắc cơ bản

Sự phát triển của các chuỗi tác động bao gồm bốn bước theo thứ tự như sau:

1. Xác định mức độ nghiêm trọng của (các) tác động nếu chúng xảy ra.
2. Xác định (các) hiểm họa và tác động trung gian.
3. Xác định các yếu tố phơi bày của hệ thống xã hội - sinh thái.
4. Xác định tính dễ bị tổn thương của hệ thống xã hội - sinh thái.



Bằng cách đánh giá hiểm họa, sự phơi bày và tính dễ bị tổn thương, bạn có thể thực hiện một phân tích về các nguyên nhân gây nên mức độ nghiêm trọng của tác động.

Một hiểu biết đúng đắn về hệ thống đang nghiên cứu cùng với sự kết hợp chuyên môn/kiến thức địa phương thông qua một quá trình có sự tham gia (ví dụ: hội thảo, thảo luận nhóm tập trung) tạo cơ sở cho sự phát triển của các chuỗi tác động. Việc xây dựng các chuỗi tác động như vậy là một quá trình lặp đi lặp lại mà trong đó các khía cạnh liên quan mới có thể xuất hiện.

Có một số nguyên tắc cơ bản cần xem xét khi bạn lên ý tưởng về các yếu tố khác nhau (các yếu tố trong một thành phần rủi ro) để tạo ra một chuỗi tác động:

- Để tránh sự tính toán bị lặp lại, một yếu tố chỉ nên được phân bổ cho một thành phần rủi ro
- Các yếu tố được phân bổ cho một thành phần nên độc lập với các yếu tố của các thành phần khác (nhiều nhất có thể).
- Các yếu tố đại diện cho các sự kiện nguy hiểm tiềm ẩn có thể được phân bổ cho thành phần hiểm họa (khi các sự kiện này là yếu tố kích hoạt bên ngoài, khó bị ảnh hưởng bởi sự thích ứng trong hệ thống) hoặc được phân loại là các tác động trung gian (khi chúng bị ảnh hưởng bởi tính dễ bị tổn thương và có thể được giảm bớt bằng cách thích ứng).

Ma trận rủi ro

Trong đánh giá rủi ro, các kết quả rủi ro thông thường được trình bày trong một ma trận rủi ro.

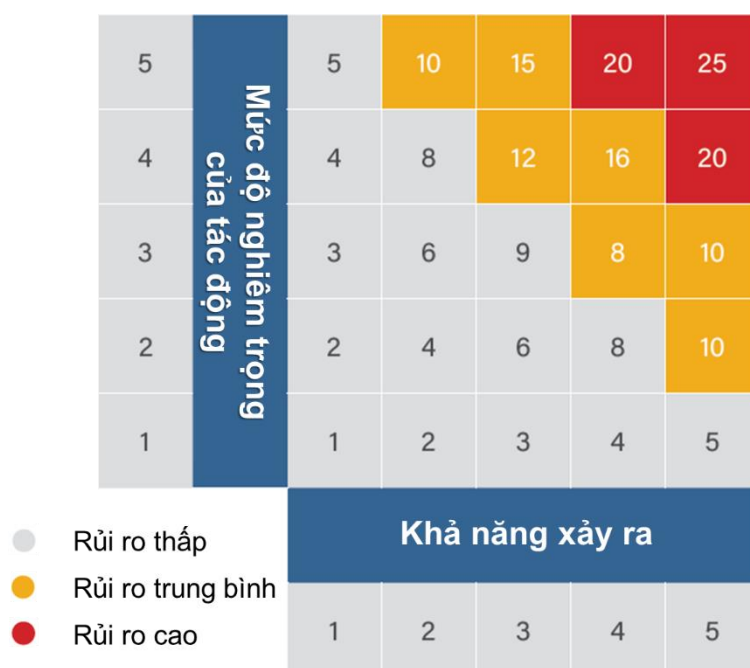
Ma trận rủi ro là biểu đồ Descartes với điểm số khả năng được liệt kê trên trục hoành và mức độ nghiêm trọng của điểm số tác động được liệt kê trên trục tung. Điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động bao gồm cả tính dễ bị tổn thương và khả năng tiếp xúc, được tính toán trong Bước 3 của Quy trình PIEVC xanh. Điểm số rủi ro được trình bày trong phần thân của biểu đồ. Trong đó, các khu vực có rủi ro thấp, trung bình và cao có thể được phân biệt bằng các mã màu sắc (Hình 8).

Ma trận rủi ro là sự diễn đạt một cách trực quan về lược đồ rủi ro của cơ sở hạ tầng và các thành phần của nó, bao gồm các hạng mục công trình “xanh” và “xám” liên quan. Nó có thể được sử dụng như một công cụ đánh giá rủi ro thông qua sự tham gia và đồng thuận của các bên liên quan trong quá trình thực hiện tính toán và đánh giá rủi ro. Nó biểu thị rõ ràng các trường hợp dẫn đến các tương tác có rủi ro cao đối với mối quan tâm ưu tiên và các tương tác rủi ro thấp đối với một số ít mối quan tâm tức thời, cho thấy mức độ ưu tiên dành cho việc thích ứng. Đây là một công cụ hữu ích giúp bạn có thể xác định các tương tác có khả năng nhạy cảm cao với các giả định làm cơ sở cho đánh giá chuyên môn.

Ví dụ: với trường hợp được nêu trong Hình 8 dưới đây, các tương tác nhận được điểm rủi ro là 15 hoặc 16 có thể cần được chú ý kỹ hơn. Trong những trường hợp này, những thay đổi rất nhỏ trong các giả định sẽ làm thay đổi điểm số về khả năng xảy ra và mức độ nghiêm trọng, và có thể chuyển một tương tác từ rủi ro trung bình sang rủi ro cao.



Hình 8 Ví dụ về ma trận rủi ro



4 Thảo luận liên ngành

Ngôn ngữ và cách nghiên cứu từ khí hậu, khoa học tự nhiên (ví dụ: các nhà thực nghiệm đa dạng sinh học, nhà sinh thái học), quản lý rủi ro, khoa học xã hội (ví dụ: nhà kinh tế học, chuyên gia bảo vệ xã hội) và cộng đồng nghiên cứu có thể khác nhau, đôi khi dẫn đến những trở ngại trong giao tiếp, kỳ vọng cũng như trong các giai đoạn đánh giá rủi ro khí hậu (xem thêm Phụ lục C để so sánh cách giải thích thuật ngữ trong cộng đồng kỹ thuật và khí hậu). Hơn nữa, thậm chí trước khi các thành viên trong nhóm (ví dụ: kỹ sư, nhà khoa học khí hậu, nhà sinh thái học, nhà lập kế hoạch) ngồi vào bàn, họ có thể có những quan điểm (hoặc định kiến) khác nhau về các vấn đề như biến đổi khí hậu là gì, tại sao nó lại xảy ra, các yếu tố góp phần gây ra tình trạng dễ bị tổn thương và rủi ro, và vai trò sự thích ứng (Fünfgeld & McEvoy, 2011). Xem thêm Phụ lục D để biết các vấn đề cần quan tâm về thành phần của nhóm nghiên cứu.

Các nhà khoa học có thể có những cách hiểu hoàn toàn khác nhau về cùng một thuật ngữ rủi ro, dẫn đến các thông tin sai lệch và sự hiểu lầm có khả năng ảnh hưởng đến kết quả đánh giá rủi ro khí hậu. Đối với nhiều chuyên gia biến đổi khí hậu, các báo cáo đánh giá gần đây nhất của IPCC là nguồn quan trọng nhất cho các khái niệm và định nghĩa về rủi ro khí hậu, dựa trên cách tiếp cận chặt chẽ và sự đồng thuận khoa học. Trong khi đó, đối với nhiều chuyên gia về quản lý rủi ro, các tiêu chuẩn quốc tế như ISO 31000, ISO 14090 hay ISO 14091 có thể là tài liệu tham khảo cốt lõi cho cách tiếp cận nhất quán giữa các cá nhân có cùng chuyên môn. Quy trình PIEVC xanh tuân theo các định nghĩa và khái niệm hóa các thuật ngữ rủi ro theo Báo cáo đánh giá lần thứ 6 của IPCC, do đó điều quan trọng là phải xem xét cách các thành viên của nhóm từ các ngành nghề hoặc lĩnh vực khác nhau sử dụng các thuật ngữ khi tuân theo Quy trình này.



Ví dụ, đối với một nhà khoa học, “thận trọng” có nghĩa là về cơ bản không đưa ra kết luận vượt quá những gì có thể được suy ra một cách chắc chắn từ phân tích khoa học. Ví dụ, trong trường hợp mực nước biển dâng, một nhà khoa học đưa ra kết luận một cách thận trọng có nghĩa là sử dụng “ước tính thấp” (ví dụ: 0,5 m). Tuy nhiên, đối với một kỹ sư, chủ yếu quan tâm đến việc bảo vệ, thì “thận trọng” thường có nghĩa là ngược lại (nghĩa là sử dụng các ước tính cao, chẳng hạn như 1,0 m).

Ngay cả việc xác định phạm vi của hệ thống xã hội - sinh thái cũng có thể là một thách thức đối với một nhóm làm việc liên ngành và cần có sự thảo luận một cách thận trọng. Ví dụ, một nhà quy hoạch có thể coi hệ thống được xác định bởi các ranh giới quyền tài phán, trong khi một nhà sinh thái học có thể coi hệ thống được xác định bởi một tiểu lưu vực. Những khác biệt cơ bản này cần phải được giải quyết một cách trực tiếp.

Để bảo vệ tính hợp lệ của đánh giá rủi ro, sẽ rất hữu ích nếu tiến hành các cuộc thảo luận sớm để xác định các vấn đề về thuật ngữ của nhóm và những khác biệt khác trong cách tiếp cận sao cho tất cả các thành viên của nhóm đều hiểu rõ các thuật ngữ chính xác và hướng dẫn dự án.

Sự căng thẳng có thể tránh được bằng cách khuyến khích các thành viên trong nhóm thực hiện thảo luận ban đầu về các khái niệm, ngôn ngữ, nguyên tắc, cách thực hiện và khung thời gian áp dụng cho dự án. Đặc biệt, điều quan trọng là các thành viên trong nhóm phải xác định rõ ràng những yêu cầu của họ về phạm vi, độ chính xác và mức độ chi tiết cần thiết để họ thực hiện các nhiệm vụ được giao một cách chuyên nghiệp. Các nhóm phải nỗ lực tránh việc cho rằng tất cả các thành viên đều có cùng hiểu biết về thuật ngữ kỹ thuật, ngôn ngữ chuyên môn, ngữ cảnh và phạm vi thông tin cần thiết cho công việc của họ. Những quan điểm này về một dự án có thể khác nhau đáng kể giữa các nhóm chuyên gia và các cuộc thảo luận về yêu cầu của mỗi chuyên gia nhằm thực hiện một cách có trách nhiệm đối với dự án là điều cần thiết và nên được duy trì trong suốt quá trình đánh giá.

Đừng đánh giá thấp tác động của sự khác biệt trong cách sử dụng ngôn ngữ giữa các ngành khác nhau đối với việc thực hiện hiệu quả một đánh giá liên ngành (xem thêm các ví dụ trong Phụ lục C).

Những khác biệt này thường có thể dẫn đến sự nhầm lẫn và xung đột có thể tránh được trừ khi các thành viên đặc biệt nhạy cảm với các sắc thái ngôn ngữ và văn hóa nghề nghiệp khi quản lý nhóm của họ và làm việc với các bên liên quan khác.





Phần B

Đánh giá Rủi ro Khí hậu: Hướng dẫn từng bước



Phần B - Đánh giá rủi ro khí hậu: Hướng dẫn chi tiết

Ảnh: Những ngôi nhà thân thiện với môi trường. © Flickr/Frank Pickavant,
www.flickr.com/photos/lordskully/17067942389/,
được cấp phép do CC BY-ND 2.0





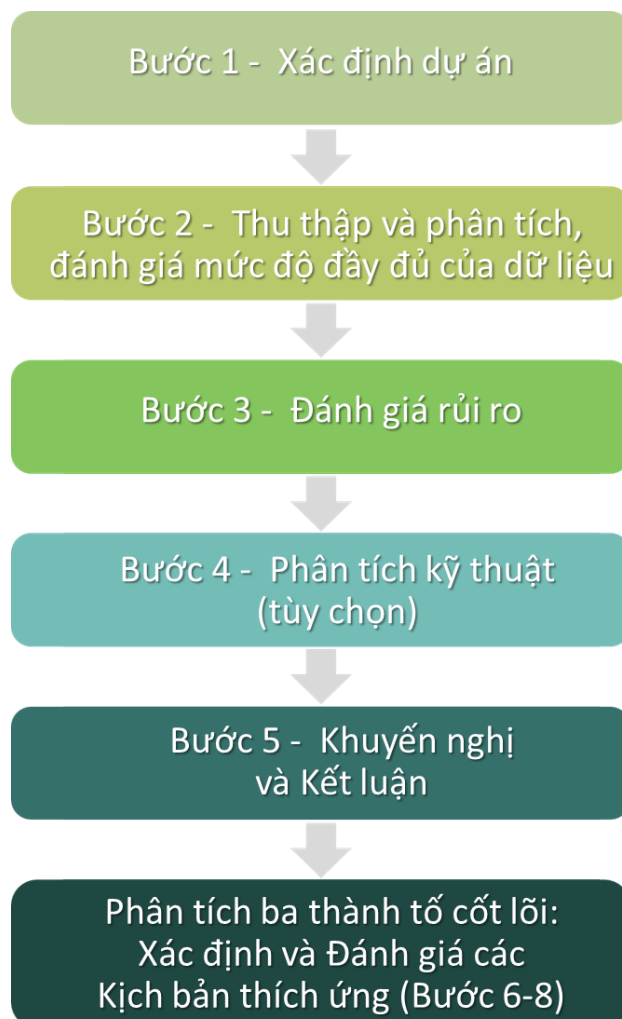
Phần này cung cấp hướng dẫn từng bước về cách hoàn thành đánh giá rủi ro khí hậu đối với cấu trúc cơ sở hạ tầng cũng như xem xét hệ thống xã hội - sinh thái rộng hơn.

Quy trình PIEVC xanh bao gồm 5 bước chính, với 3 bước bổ sung trong Mô-đun ba thành tổ cốt lõi dựa trên nhu cầu để xác định và đánh giá các phương án thích ứng (Hình 9):

- **Bước 1: Xác định dự án** - xác định các tham số dự án và điều kiện biên để đánh giá rủi ro khí hậu.
 - **Bước 2: Thu thập và phân tích, đánh giá mức độ đầy đủ của dữ liệu** – tiếp tục xác định cơ sở hạ tầng và các xu hướng và dự báo khí hậu cụ thể đang được xem xét trong quá trình đánh giá bằng cách phát triển chuỗi tác động, tiến hành thu thập dữ liệu và đánh giá mức độ đầy đủ của dữ liệu.
 - **Bước 3: Đánh giá rủi ro** - kết hợp thông tin về tình trạng dễ bị tổn thương, sự tiếp xúc và khả năng xảy ra để đánh giá rủi ro khí hậu.
 - **Bước 4: Phân tích kỹ thuật (tùy chọn)** - tiến hành phân tích kỹ thuật tập trung vào các tương tác khí hậu và cơ sở hạ tầng cần đánh giá thêm.
 - **Bước 5: Khuyến nghị và kết luận** – đề xuất các khuyến nghị và kết luận dựa trên kết quả đánh giá rủi ro khí hậu.
-
- **Mô-đun ba thành tổ cốt lõi dựa trên nhu cầu: Xác định và đánh giá các kịch bản thích ứng**
 - **Bước 6: Xác định các kịch bản thích ứng** – xây dựng các kịch bản thích ứng khác nhau để giải quyết những rủi ro được xác định trong các Bước 1-5.
 - **Bước 7: Đánh giá các kịch bản thích ứng** - so sánh và đánh giá các kịch bản thích ứng được xây dựng ở Bước 6.
 - **Bước 8: Khuyến nghị và kết luận** – đề xuất khuyến nghị cho các kịch bản thích ứng, soạn thảo báo cáo và trình bày kết quả.



Hình 9 Tổng quan về quy trình đánh giá rủi ro khí hậu



Các bước thực hiện trong Quy trình PIEVC xanh phù hợp với Quy trình PIEVC ban đầu, với chỉ dẫn chính về việc xem xét hệ thống xã hội - sinh thái, một số công cụ phương pháp luận mới (ví dụ: chuỗi tác động) và được cập nhật các khái niệm rủi ro trong Báo cáo đánh giá lần thứ sáu của IPCC. Xem thêm phần so sánh giữa Quy trình PIEVC xanh và Quy trình PIEVC trong Phần A.

Trong mỗi bước có một số hoạt động cần hoàn thành. Mặc dù các bước này (và các hoạt động có trong đó) được trình bày theo kiểu tuyến tính cho rõ ràng, nhưng trên thực tế, đánh giá rủi ro khí hậu là một quá trình lặp đi lặp lại, chứ không phải là một quá trình tuyến tính. Đôi khi các bước hoặc hoạt động trước đó sẽ cần được xem xét lại khi có thêm thông tin được thu thập hoặc bối cảnh thay đổi. Ngoài ra, một số hoạt động cũng có thể bị bỏ qua nếu không liên quan.

Lưu ý rằng bạn có thể chọn tiến hành sàng lọc nhanh trước hoặc thay vì thực hiện đánh giá rủi ro khí hậu chi tiết (xem Hướng dẫn sàng lọc nhanh của PIEVC [HLSG] để biết thêm chi tiết). Quy trình PIEVC HLSG cũng có thể là bước sàng lọc ban đầu trước các quy trình khác hoặc đánh giá chi tiết hơn.



Bước 1 Xác định dự án

Trong bước này, bạn sẽ xác định các tham số dự án và điều kiện biên để đánh giá rủi ro khí hậu. Bước này thu hẹp trọng tâm để cho phép thu thập dữ liệu và đánh giá rủi ro khí hậu hiệu quả. Các thông tin được xác định trong bước này bao gồm:

- Cơ sở hạ tầng đang được đánh giá
- Vị trí của cơ sở hạ tầng
- Công dụng của cơ sở hạ tầng
- Các đặc điểm về khí hậu và địa lý
- Mức độ nghiêm trọng của các tác động khí hậu và rủi ro tiềm ẩn được đánh giá chi tiết

Các hoạt động chính của Bước 1 được trình bày trong Hình 10, trong các bước của Quy trình PIEVC xanh và được mô tả chi tiết hơn bên dưới:

1. Xác định cơ sở hạ tầng

- Lựa chọn cơ sở hạ tầng để đánh giá rủi ro biến đổi khí hậu.
- Cung cấp một mô tả chung về cơ sở hạ tầng.
- Tham khảo các nguồn thông tin cơ bản và chi tiết bổ sung, chẳng hạn như bản vẽ kỹ thuật, năng lực hạng mục cơ sở hạ tầng và thông số hiệu suất, phỏng vấn người vận hành, các chính sách và thủ tục quản lý.

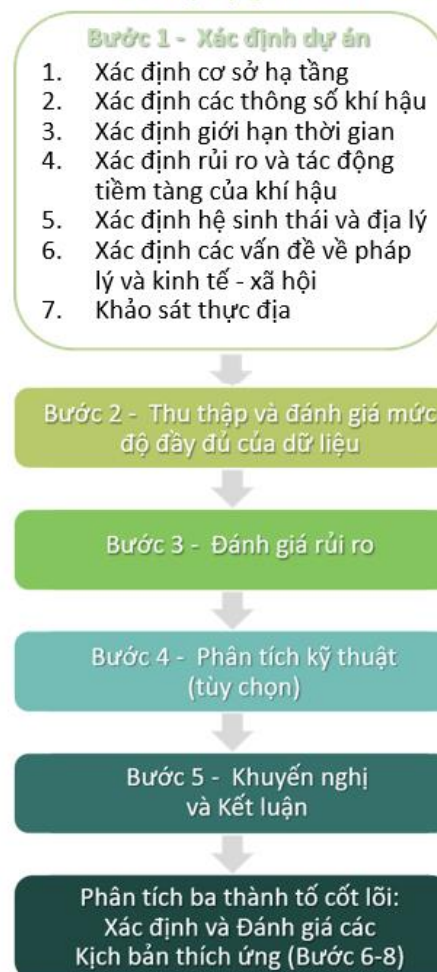
2. Xác định các thông số khí hậu

- Nêu các thông số khí hậu sẽ được xem xét trong quá trình đánh giá.
 - Dựa trên đánh giá chuyên môn, xác định những hiểm họa khí hậu có thể góp phần gây ra tình trạng dễ bị tổn thương của cơ sở hạ tầng.
 - Dựa trên đánh giá chuyên môn, xác định những hiểm họa khí hậu có thể kết hợp gây ra tình trạng dễ bị tổn thương của cơ sở hạ tầng (Hộp 1).
- Xem thêm Phụ lục E để biết hướng dẫn bổ sung về thông tin khí hậu

3. Xác định khung thời gian

- Đối với đánh giá rủi ro khí hậu, cần xác định khoảng thời gian mà cơ sở hạ tầng phải hoạt động và các hiểm họa khí hậu sẽ được dự báo trong khoảng thời gian đó.

Hình 10 Các hoạt động chính của Bước 1



Hộp 1 - Các nguy cơ khí hậu kết hợp có thể xảy ra tuần tự, chẳng hạn như hiện tượng tuyết rơi sau đó là nhiệt độ không khí tăng cao, hoặc xảy ra đồng thời, chẳng hạn như hiện tượng mưa đá kết hợp với lượng mưa cực lớn. Mặc dù các nguy cơ khí hậu riêng lẻ có thể không tạo thành rủi ro, nhưng các sự kiện kết hợp có thể tạo nên các điều kiện dẫn đến tình trạng dễ bị tổn thương.



4. Xác định mức độ nghiêm trọng của tác động khí hậu

- a. Để làm cơ sở cho các bước tiếp theo, bao gồm phát triển chuỗi tác động, tiến hành xác định mức độ nghiêm trọng của các tác động và rủi ro khí hậu (ví dụ: nguy cơ hư hại cơ sở hạ tầng do sạt lở đất do các hiện tượng mưa cực đoan gây ra), mà không định lượng mức độ nghiêm trọng. Xem giải thích về 'mức độ nghiêm trọng của tác động' trong Phần A nếu cần thiết.
- b. Mức độ nghiêm trọng của các tác động và rủi ro có thể đối với chính cơ sở hạ tầng hoặc hệ thống nếu ngưỡng chịu đựng của cơ sở hạ tầng và hệ thống bị vượt quá và các tác động tiếp theo xảy ra (ví dụ: rủi ro đối với an toàn cộng đồng nếu mực nước phía sau đập tràn quá cao và tràn qua đập).

5. Xác định hệ sinh thái và địa lý

- a. Tóm tắt các đặc điểm đặc thù tại địa phương, hệ sinh thái, các dịch vụ hệ sinh thái và/hoặc đặc điểm địa lý liên quan đến cơ sở hạ tầng và từ đó đánh giá:
 - i. Quyết định phạm vi địa lý của đánh giá (ví dụ: một cộng đồng, một vùng đồng bằng lưu vực sông) và liệu có quy mô không gian cụ thể nào cần được xem xét hay không. Lưu ý: phạm vi địa lý cần được lựa chọn dựa trên bản chất của cơ sở hạ tầng trọng tâm (ví dụ: một con đập so với một đoạn đường nhỏ) và ranh giới hệ sinh thái của hệ thống phụ thuộc chặt chẽ vào cơ sở hạ tầng.
 - ii. Hoạt động này là một cơ hội để bắt đầu xác định cách mà hệ sinh thái xung quanh hệ thống có thể làm tăng hoặc giảm rủi ro khí hậu đối với cơ sở hạ tầng; hoặc cách mà hệ thống sinh thái có thể gặp rủi ro theo những cách khác nhau nếu cơ sở hạ tầng bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu.
- b. Cung cấp tài liệu tham khảo.

6. Xác định các vấn đề cần quan tâm về pháp lý và kinh tế xã hội

- a. Liệt kê các quá trình pháp lý, luật, quy định, hướng dẫn và thủ tục hành chính được áp dụng cho cơ sở hạ tầng.
- b. Liệt kê các bên liên quan, cả trong và ngoài tổ chức có thể bị ảnh hưởng trực tiếp bởi rủi ro và các biện pháp thích ứng của tổ chức.
- c. Bắt đầu xác định hệ thống kinh tế xã hội xung quanh có thể làm tăng hoặc giảm rủi ro khí hậu của cơ sở hạ tầng như thế nào hoặc hệ thống kinh tế xã hội (ví dụ: cộng đồng địa phương) có thể gặp rủi ro theo những cách khác nhau như thế nào nếu cơ sở hạ tầng bị tác động bởi biến đổi khí hậu.
- d. Cung cấp tài liệu tham khảo.

7. Khảo sát thực địa

- a. Tổ chức khảo sát thực địa.
- b. Dựa trên thông tin thu thập được đến thời điểm xem xét, tiến hành phỏng vấn chủ sở hữu công trình và nhân viên vận hành để kiểm chứng thực tế và xác nhận những định nghĩa ban đầu của dự án.
- c. Nếu có thể, tiến hành phỏng vấn cộng đồng để hiểu rõ hơn về các tương tác với rủi ro về cơ sở hạ tầng, hệ sinh thái và khí hậu.
- d. Kiểm tra cơ sở hạ tầng cùng với các đặc điểm địa lý và hệ sinh thái địa phương vì chúng có thể áp dụng cho đánh giá rủi ro khí hậu.
- e. Ghi chú các vấn đề khảo sát chính và các khu vực để theo dõi trong các bước đánh giá sau.



Bước 2 Thu thập và đánh giá mức độ đầy đủ của dữ liệu

Trong bước này, bạn sẽ cung cấp thêm định nghĩa về cơ sở hạ tầng, xu hướng khí hậu, dự báo khí hậu và hệ thống xã hội - sinh thái đang được xem xét trong đánh giá, dựa trên sự phát triển của chuỗi tác động. Bên cạnh đó, bạn sẽ thực hiện thu thập dữ liệu và xác định nội dung nào không đầy đủ dữ liệu dựa trên đánh giá chuyên môn. Dữ liệu không đầy đủ có thể do các nguyên nhân:

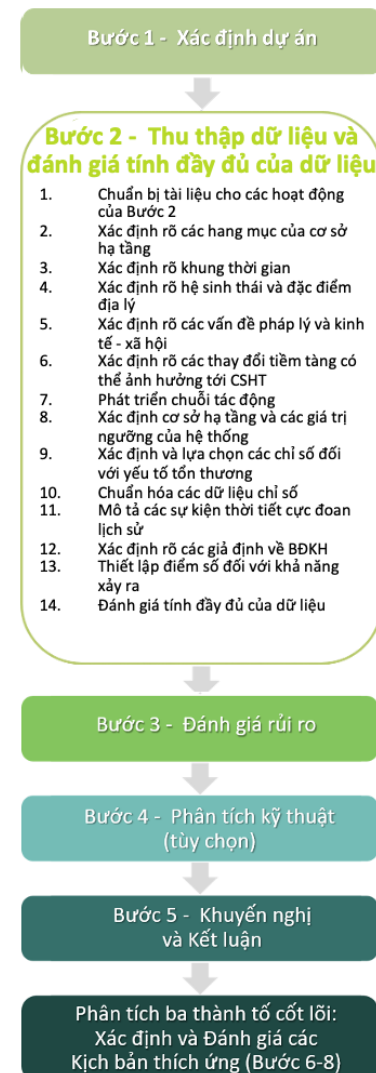
- Chất lượng kém
- Mức độ không chắc chắn cao
- Thiếu hoàn toàn dữ liệu

Bước này tiếp tục tập trung vào việc đánh giá và bắt đầu thiết lập các hoạt động để bổ sung dữ liệu kém chất lượng hoặc còn thiếu.

Để có thể hiểu được các tương tác với hệ thống xã hội - sinh thái xung quanh cơ sở hạ tầng, cần phải có một lượng thông tin phong phú và đa dạng. Do đó, các kiến thức bản địa, truyền thống hoặc địa phương rất có giá trị trong suốt quá trình đánh giá theo Quy trình PIEVC xanh.

Toàn bộ Quy trình PIEVC xanh và đặc biệt là Bước 2 là các quá trình lặp đi lặp lại. Trong khi các hoạt động được sắp xếp theo một thứ tự cụ thể, các yếu tố mới cũng có thể xuất hiện đòi hỏi phải quay lại các hoạt động trước đó. Các hoạt động chính của Bước 2 được trình bày trong Hình 11, và được mô tả chi tiết hơn bên dưới:

Hình 11 – Các hoạt động chính của Bước 2



1. Chuẩn bị tài liệu cho các hoạt động của Bước 2

- a. Tài liệu thực hành PHẢI ghi chi tiết từng nhiệm vụ được nêu trong bước này của Quy trình.

2. Xác định rõ các hạng mục của cơ sở hạ tầng

- a. Liệt kê các thành phần chính của cơ sở hạ tầng chịu ảnh hưởng của khí hậu.
 - i. Chỉ chọn những thành phần cơ sở hạ tầng mà theo đánh giá chuyên môn của bạn là liên quan đến đánh giá này.
 - ii. Nếu có thể, hãy xem xét các báo cáo sự cố hoạt động, nhật ký hàng ngày và báo cáo để hỗ trợ xác định các thành phần cơ sở hạ tầng có lịch sử liên quan đến tính dễ bị tổn thương và đến quy trình này.





- iii. Phỏng vấn chủ sở hữu cơ sở hạ tầng, nhà điều hành và nhân viên bảo trì để xác định các sự kiện lịch sử có thể không được ghi lại, hoặc có thể truy xuất được từ cơ sở dữ liệu, sau đó đánh giá xem những sự kiện này có liên quan đến đánh giá này hay không.

b. Cung cấp tài liệu tham khảo.

Cơ sở hạ tầng bao gồm toàn bộ tổ chức các hệ thống thiết bị, quy trình hoặc cấu trúc. Đối với việc đánh giá này, cần phải xem xét và chia nhỏ hệ thống tổng thể thành các thành phần hợp lý (cơ sở hạ tầng chi tiết). Trong một số hệ thống, có thể đánh giá các phần riêng lẻ của thiết bị hoặc kết cấu như các thành phần cơ sở hạ tầng. Ví dụ như các cống riêng lẻ trên đường hoặc hệ thống thoát nước. Trong các trường hợp khác, có thể gộp các thiết bị hoặc kết cấu thành các nhóm công trình. Ví dụ, tất cả các cống trong hệ thống cơ sở hạ tầng có thể được nhóm lại và đánh giá là một tiểu hợp phần. Trong một số trường hợp, toàn bộ cơ sở hạ tầng có thể được phân loại thành một thực thể duy nhất để đánh giá. Điều này có thể được thực hiện nếu theo đánh giá chuyên môn của nhóm, là không có sự khác biệt về rủi ro khí hậu nếu xác định cơ sở hạ tầng ở cấp độ thành phần.

Việc lựa chọn hợp phần, tiểu hợp phần phải dựa trên đánh giá chuyên môn và được quy định bởi phạm vi đánh giá rủi ro khí hậu. Những lựa chọn này có thể quyết định mức độ phân tích của đánh giá. Nếu có quá nhiều tiểu hợp phần, việc đánh giá có thể trở nên tốn kém và khó quản lý. Mặt khác, nếu việc lựa chọn các tiểu hợp phần không đủ chi tiết, việc đánh giá có thể bỏ sót các tiểu hợp phần cơ sở hạ tầng dễ bị tổn thương.

Bước 2: Thu thập và xác định
tính đầy đủ của dữ liệu

3. Xác định rõ khung thời gian cho đánh giá

- Chỉ rõ khoảng thời gian mà cơ sở hạ tầng phải hoạt động.
- Chỉ rõ tuổi thọ thiết kế của các thành phần cơ sở hạ tầng.
- Ghi lại lịch trình bảo trì và sửa chữa nhằm duy trì thời gian hoạt động hiệu quả của cơ sở hạ tầng.
- Chỉ rõ thời hạn hoạt động hiệu quả còn lại của các thành phần cơ sở hạ tầng.

Các đặc điểm địa lý địa phương có thể dẫn đến các tác động tiếp theo sau tác động của khí hậu đối với cơ sở hạ tầng. Ví dụ, sự hư hỏng của một cống nhỏ do mưa có thể dẫn đến mất ổn định mái dốc và gây ra sạt lở đất. Bạn có thể đánh giá sự cố xảy ra với cống là rủi ro thấp nhưng đóng góp của nó vào tác động sau đó đối với hệ thống xã hội - sinh thái xung quanh có thể khá đáng kể. Bạn nên xem xét chuỗi sự kiện phát sinh từ các hư hỏng dự kiến như một yếu tố của đánh giá rủi ro, như một phần của quá trình phát triển chuỗi tác động. Hiểu biết về điều kiện địa lý địa phương là một yếu tố chính của phân tích này.





4. Xác định rõ hệ sinh thái và đặc điểm địa lý

- a. Liệt kê các đặc điểm chính của các hệ sinh thái và địa lý địa phương có khả năng ảnh hưởng hoặc làm giảm các tác động phụ đối với các thành phần khác nhau của cơ sở hạ tầng được xác định trong Hoạt động 5 ở Bước 1.
 - i. Cố gắng tìm ra hệ sinh thái nào đóng vai trò chính góp phần gây ra rủi ro, khả năng giảm thiểu rủi ro và cách chúng được quản lý. Những dịch vụ hệ sinh thái chính nào (ví dụ: điều tiết nước, ngăn lũ, kiểm soát xói lở) của cơ sở hạ tầng có thể giảm thiểu rủi ro? Ví dụ: xác định các khu rừng, vùng đất ngập nước, đồi, thung lũng, hệ thống sông, hồ, vùng duyên hải có thể cân bằng rủi ro của cơ sở hạ tầng và các thông số khí hậu được xem xét trong quá trình đánh giá.
 - ii. Chỉ chọn những đặc điểm địa lý và hệ sinh thái nằm trong phạm vi địa lý vùng nghiên cứu và liên quan đến đánh giá rủi ro khí hậu theo đánh giá chuyên môn của bạn.
 - iii. Chỉ rõ các nguồn thông tin về môi trường và địa lý.
- b. Cung cấp tài liệu tham khảo.

5. Xác định rõ các vấn đề về pháp lý và kinh tế - xã hội

- a. Dựa trên những điều được xác định trong Bước 1, nếu có thể, hãy phân chia thành các mục như sau:
 - i. Các khu vực pháp lý có quyền kiểm soát/ảnh hưởng trực tiếp đến cơ sở hạ tầng
 - ii. Các điều luật và văn bản dưới luật có liên quan đến cơ sở hạ tầng
 - iii. Các quy định có liên quan đến cơ sở hạ tầng
 - iv. Các tiêu chuẩn liên quan đến thiết kế, vận hành và bảo trì cơ sở hạ tầng
 - v. Các hướng dẫn liên quan đến thiết kế, vận hành và bảo trì cơ sở hạ tầng
 - vi. Các quy trình và chính sách quản lý cơ sở hạ tầng của chủ sở hữu/nhà điều hành.
- b. Cung cấp thông tin chi tiết về các bên liên quan và các điều kiện kinh tế - xã hội trong phạm vi khu vực nghiên cứu, và cách mà chúng ảnh hưởng tới rủi ro khí hậu đối với cơ sở hạ tầng.
- c. Cung cấp tài liệu tham khảo.

Thông tin này là cần thiết để đánh giá các hoạt động khác có khả năng ảnh hưởng đến việc quản lý, vận hành và bảo trì cơ sở hạ tầng. Những yếu tố này có khả năng ảnh hưởng đến tính dễ bị tổn thương hoặc khả năng phục hồi của cơ sở hạ tầng và phải được xem xét khi đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đối với cơ sở hạ tầng.





6. Xác định rõ các thay đổi tiềm tàng khác có thể ảnh hưởng đến cơ sở hạ tầng

- a. Xác định và ghi lại các yếu tố khác có thể ảnh hưởng đến thiết kế, vận hành và bảo trì cơ sở hạ tầng:
 - i. Ghi lại những thay đổi trong kiểu vận hành làm tăng/giảm năng lực của cơ sở hạ tầng (ví dụ: thay đổi dân số).
 - ii. Ghi lại các hoạt động vận hành và bảo trì làm tăng/giảm năng lực hoặc thời gian hoạt động hiệu quả của cơ sở hạ tầng.
 - iii. Ghi lại những thay đổi trong chính sách quản lý ảnh hưởng đến kiểu tải trọng tác dụng lên cơ sở hạ tầng
 - iv. Ghi lại những thay đổi về luật, quy định và tiêu chuẩn ảnh hưởng đến kiểu tải trọng tác dụng lên cơ sở hạ tầng.

7. Phát triển các chuỗi tác động

Để hiểu rõ hơn về chuỗi tác động, vui lòng xem phần giải thích về các khái niệm trong Phần A và một ví dụ giả định trong Hình 12. Việc phát triển các chuỗi tác động cần phải được thực hiện và thảo luận bởi các bên liên quan trong khuôn khổ hội thảo liên ngành.

- a. Dựa trên các thông tin thu thập được từ các hoạt động 1-6 trong Bước 1 và Bước 2, xác định mức độ nghiêm trọng của (các) tác động, hiểm họa khí hậu, các tác động trung gian, tính dễ bị tổn thương và xác định xem cơ sở hạ tầng có khả năng tiếp xúc với hiểm họa khí hậu hay không (xem trình tự đề xuất trong Hình 13):
 - i. Xác định mức độ nghiêm trọng của (các) tác động.
 1. Nhớ rằng mức độ nghiêm trọng của các tác động có thể là đối với chính cơ sở hạ tầng, với một thành phần cơ sở hạ tầng đơn lẻ hoặc với cả hệ thống xã hội - sinh thái.
 2. Cân nhắc mức độ nghiêm trọng của tác động nếu cơ sở hạ tầng hoặc (các) thành phần của nó tương tác với các hiểm họa khí hậu và cách mà nó phản ứng lại tác động đó.
 3. Nếu việc đánh giá bao gồm nhiều loại rủi ro (ví dụ: tăng mức độ xói mòn và rủi ro thiệt hại cho các cơ sở hạ tầng quan trọng do bão nhiệt đới), các chuỗi tác động khác nhau có thể được lựa chọn để phát triển cho từng loại rủi ro. Ví dụ, một chuỗi tác động khác có thể được phát triển cho từng thành phần cơ sở hạ tầng trong Hoạt động 2 ở Bước 2. Sau đó, chúng có thể được kết hợp lại ở giai đoạn tiếp theo (xem Bước 3).
 - ii. Xác định hiểm họa khí hậu.
 1. Cân nhắc các thông số khí hậu có thể gây rủi ro cho cơ sở hạ tầng và hệ thống cả hệ thống xung quanh được quan tâm, và các tác động trung gian giữa thông số khí hậu với mức độ nghiêm trọng của (các) tác động.





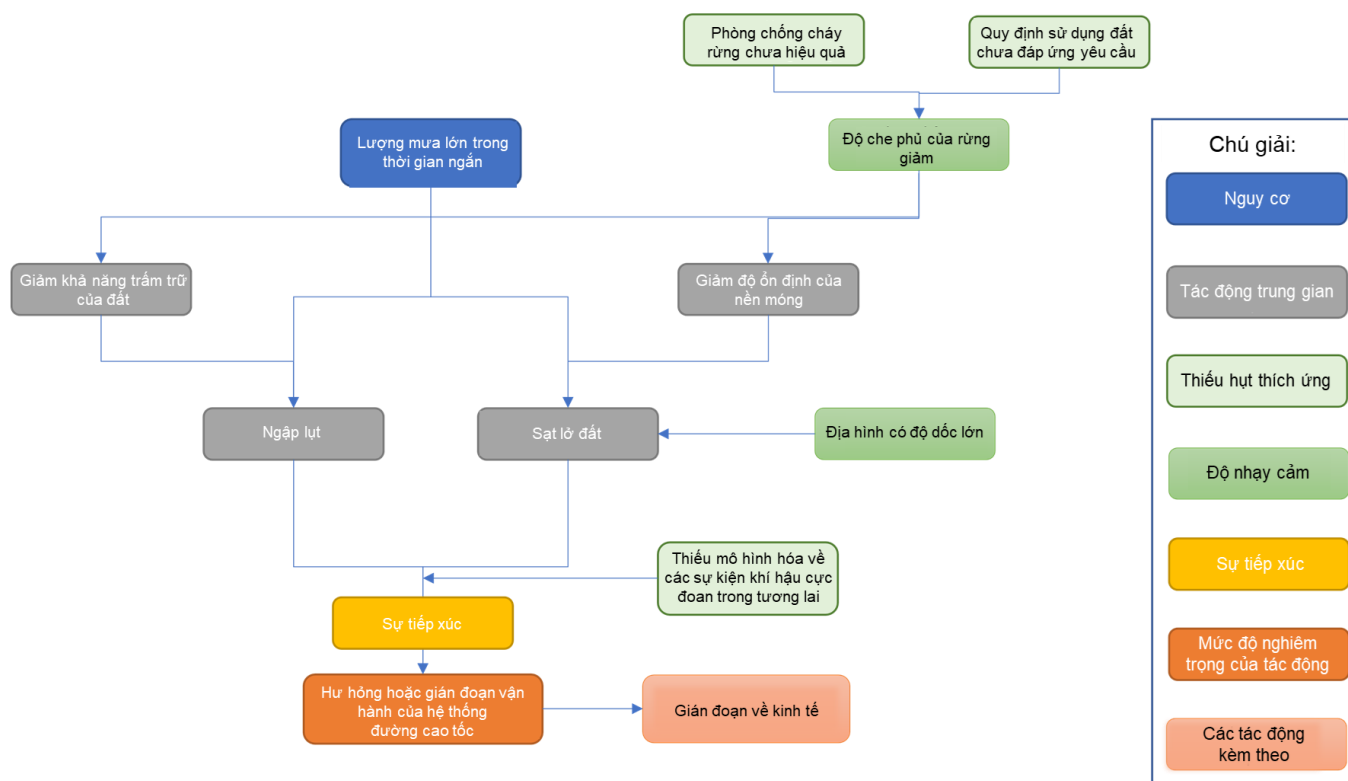
2. Xác định (các) thông số khí hậu liên quan (ví dụ: lượng mưa quá lớn) gây nên mức độ nghiêm trọng của (các) tác động đã được xác định trước đó trong quá trình phát triển chuỗi tác động. Các thông số khí hậu sẽ dẫn đến một chuỗi các tác động trung gian (có thể bị ảnh hưởng một phần bởi tính dễ bị tổn thương của hệ thống xã hội - sinh thái), chẳng hạn như mực nước quá cao hoặc sự gia tăng tốc độ dòng chảy hoặc ngập lụt.
 - a. Đối với tất cả các thông số khí hậu và các yếu tố tác động trung gian, hãy cố gắng sử dụng từ ngữ ngụ ý trạng thái nghiêm trọng, ví dụ: 'lượng mưa quá lớn' thay vì 'lượng mưa'.
- iii. Xác định các tác động trung gian (Tiềm năng tích lũy hoặc tác động tổng hợp) liên kết giữa thông số khí hậu với mức độ nghiêm trọng của tác động.
 1. Xem xét lại các thông số khí hậu đã chọn và đánh giá tác động tích lũy tiềm năng của việc kết hợp hoặc sắp xếp thứ tự các sự kiện thời tiết và/hoặc xu hướng khí hậu để đánh giá khả năng các sự kiện kết hợp này tạo ra một sự kiện tổng hợp có tác động lớn hơn.
 2. Xem xét khả năng xảy ra rủi ro tổng hợp nếu môi trường xung quanh cơ sở hạ tầng không được xem xét. Ví dụ, có thể xảy ra rủi ro tổng hợp do sự xói mòn ở thượng nguồn từ một cơn đập đồng thời với lũ lụt.
- iv. Xác định tính dễ bị tổn thương của cơ sở hạ tầng hoặc các hạng mục công trình đã chọn
 1. Các yếu tố được phân chia cho các thành phần dễ bị tổn thương phải thể hiện hai khía cạnh, độ nhạy cảm và độ thiếu hụt thích ứng³ (xem định nghĩa về độ nhạy cảm và khả năng/độ thiếu hụt thích ứng trong Phần A).
 2. Cân nhắc hiện trạng của các hệ sinh thái liên quan, các dịch vụ của chúng (đặc biệt là dịch vụ điều hòa) và cách chúng có thể góp phần làm tăng (các) rủi ro khí hậu và/hoặc giúp giảm thiểu (các) rủi ro của cơ sở hạ tầng hoặc các hạng mục công trình đã chọn.
 3. Cũng cần xem xét thêm vào chuỗi tác động những yếu tố có thể quyết định độ nhạy cảm.
- v. Xác định xem cơ sở hạ tầng hoặc các hạng mục công trình đã chọn có tiếp xúc hay không (có/không) đối với (các) hiểm họa khí hậu đã xác định.
 1. Nếu có, hãy tiếp tục các hoạt động và bước tiếp theo.
- b. Hãy nhớ rằng phát triển chuỗi tác động là một quá trình lặp đi lặp lại, nghĩa là bạn có thể quay lại các bước hoặc hoạt động trước đó bất cứ lúc nào.
- c. Xem tài liệu hướng dẫn Đánh giá Rủi ro Khí hậu cho Thích ứng dựa trên Hệ sinh thái của GIZ để hiểu thêm các ví dụ bổ sung về chuỗi tác động (GIZ, EURAC & UNU-EHS, 2018).

Nếu có thể, cũng cần xem xét biến đổi khí hậu có thể tác động như thế nào đến khả năng của các hệ sinh thái và dịch vụ của chúng theo thời gian để giảm thiểu rủi ro của biến đổi khí hậu đối với cơ sở hạ tầng.

³ Ở đây thuật ngữ độ thiếu hụt thích ứng được sử dụng thay vì khả năng thích ứng, bởi vì độ nhạy cảm là một đặc điểm tiêu cực và để có thể phân tích phù hợp, việc cả hai thành phần dễ bị tổn thương đều là tiêu cực sẽ đơn giản hơn.

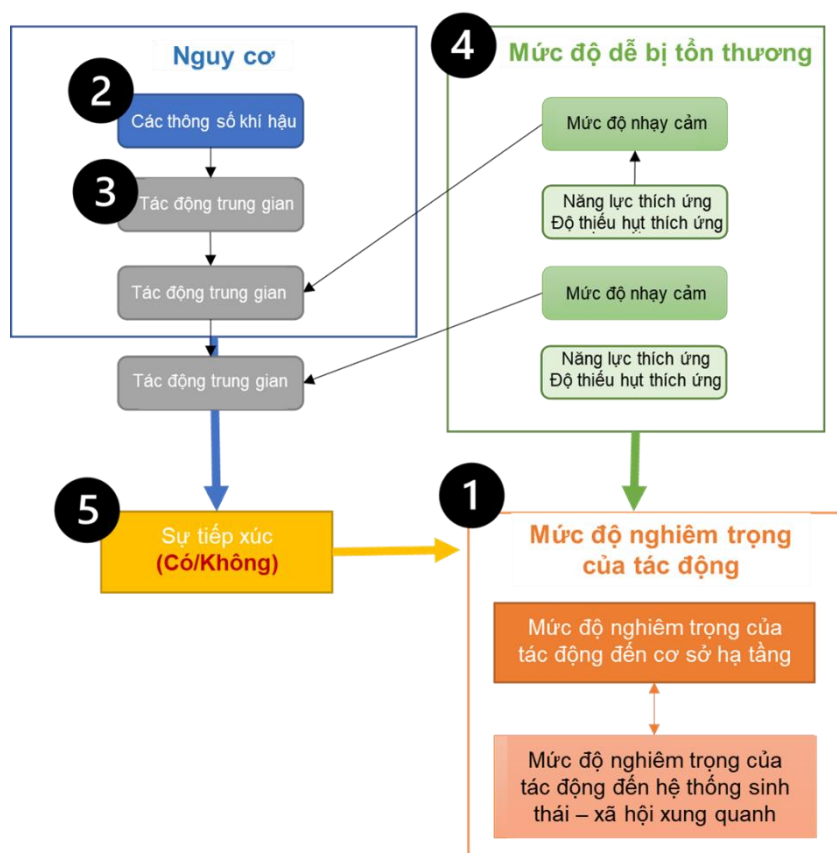


Hình 12 Ví dụ về chuỗi tác động, dựa trên ví dụ của British Columbia trong Phần A, với một số khía cạnh được thêm vào với mục đích giáo dục



Bước 2: Thu thập và xác định tính đầy đủ của dữ liệu

Hình 13 Đề xuất thứ tự các hoạt động cho quá trình phát triển chuỗi tác động





Hai hoạt động sau đây liên quan đến các chỉ số dễ bị tổn thương. Hình 14 liệt kê tất cả ba hoạt động liên quan đến các chỉ số dễ bị tổn thương, được mô tả trong Bước 2 và 3.

8. Xác định các giá trị ngưỡng của cơ sở hạ tầng và hệ thống xã hội – sinh thái

- a. Đối với mỗi thông số khí hậu được chọn, hãy xác định giá trị ngưỡng mà trên hoặc dưới ngưỡng đó, hiệu suất cơ sở hạ tầng sẽ bị ảnh hưởng.
 - i. Giá trị ngưỡng có thể dựa trên:
 1. Luật
 2. Tiêu chuẩn
 3. Hướng dẫn kỹ thuật
 4. Quy trình vận hành hoặc bảo trì
 5. Đánh giá chuyên môn
 6. Các yếu tố thích hợp khác
 - ii. Khi thích hợp, một số ngưỡng khác nhau có thể được xác định cho một thông số khí hậu cụ thể dựa trên các mức độ phản ứng khác nhau của cơ sở hạ tầng phát sinh do thay đổi các thông số trong một phạm vi rộng hơn.
 1. Trong những trường hợp này, mỗi cặp ngưỡng - thông số sẽ được coi là một sự kiện riêng biệt đặt trong bối cảnh của dự án.
- b. Xác định các ngưỡng hoặc điểm tới hạn cho việc thực hiện hiệu quả các dịch vụ hệ sinh thái, nếu có thể. Ví dụ, có thể thiết lập ngưỡng ổn định của đất với đặc tính và độ dốc nhất định, ngưỡng khả năng hấp thụ nước của đất tùy thuộc vào mục đích sử dụng đất hoặc ngưỡng cây bị đổ do tốc độ gió.
- c. Ghi chép rõ ràng nguồn gốc của giá trị ngưỡng.
- d. Đưa ra lý do cho việc lựa chọn giá trị ngưỡng.
- e. Sửa đổi chuỗi tác động dựa trên thông tin về các ngưỡng này nếu thấy cần thiết.

Ví dụ, tác động riêng lẻ của các trận mưa và mưa đá có thể được coi là rủi ro rất thấp, trong khi tác động tích lũy của một trận mưa đá xảy ra sau một trận mưa khác có thể tạo ra rủi ro tổng thể cao hơn nhiều. Bên cạnh đó, một trận bão với tần suất 100 năm duy nhất được coi là nhỏ trong khi hai trận bão như vậy trong khoảng thời gian 48 giờ được đánh giá là rất nghiêm trọng.



9. Xác định và lựa chọn các chỉ số về tính dễ bị tổn thương

- a. Lựa chọn các chỉ số về mức độ nhạy cảm và thiếu hụt thích ứng để xác định khả năng mô tả tính dễ bị tổn thương (xem ví dụ trong Bảng 1).
 - i. Tích hợp các giá trị ngưỡng cho cơ sở hạ tầng đã xác định (Hoạt động 8 của Bước 2) vào các chỉ số cơ sở hạ tầng.
 - ii. Nhớ rằng các chỉ số từ hệ thống xã hội - sinh thái xung quanh có thể được đưa vào, chẳng hạn như các ngưỡng của hệ thống được xác định trong Hoạt động 8 của Bước 2 bởi chúng góp phần làm tăng hoặc giảm độ nhạy cảm hoặc thiếu hụt thích ứng của cơ sở hạ tầng, hoặc các thành phần của nó (ví dụ: thiếu vùng đệm – tỷ lệ phần trăm các dòng sông được bảo trợ bởi các vùng đệm).
- b. Kiểm tra sự chi tiết của các hệ số
 - i. Kiểm tra lại xem mỗi chỉ số có phải là một mô tả phù hợp về yếu tố rủi ro hay không, có được diễn đạt và định hướng một cách rõ ràng về rủi ro đang xem xét hay không.
- c. Tạo danh sách các chỉ số tạm thời cho từng hệ số rủi ro
 - i. Đến lúc này, ít nhất một chỉ số cho mỗi yếu tố rủi ro trong chuỗi tác động sẽ được xác định.
 - ii. Tổng hợp tất cả các chỉ số vào một bảng tính với các thông tin liên quan đối với từng chỉ số: lý do lựa chọn, phạm vi về không gian và thời gian, đơn vị tính, thời đoạn cập nhật và các nguồn dữ liệu có khả năng được yêu cầu.

Hình 14 Các hoạt động liên quan đến các chỉ số dễ bị tổn thương ở Bước 2 và 3



Bước 2: Thu thập và xác định tính đầy đủ của dữ liệu



Bảng 1 Ví dụ về các chỉ số độ nhạy cảm và thiếu hụt thích ứng

Thành phần	Nhân tố	Chỉ số
Độ nhạy cảm	Thiếu thảm thực vật trên sườn dốc bên cạnh cơ sở hạ tầng	Phần trăm độ dốc không được bao phủ bởi thảm thực vật
Độ nhạy cảm	Vật liệu mặt đường của đường cao tốc	Chỉ số tình trạng bề mặt
Độ thiếu hụt thích ứng	Phục hồi hệ sinh thái	Không có chương trình phục hồi hệ sinh thái
Độ thiếu hụt thích ứng	Bảo trì cơ sở hạ tầng	Thiếu vốn đầu tư cho việc bảo trì

10. Chuẩn hóa dữ liệu chỉ số

Các bộ dữ liệu chỉ số khác nhau cần được chuyển (chuẩn hóa) thành các giá trị không có đơn vị với thang đo chung từ 0 (tối ưu, không cần hoặc có thể cải thiện) đến 1 (giới hạn, hệ thống không còn hoạt động) (xem Hộp 2).

- Xác định thang đo lường cho từng chỉ số (ví dụ: đơn vị đo, thứ tự cho các lớp mô tả).
- Chuẩn hóa giá trị các chỉ số bằng một trong hai cách tiếp cận sau, tùy thuộc vào thang đo:
 - Đối với các giá trị chỉ số
 - Kiểm tra 'hướng' của phạm vi giá trị và xác định ngưỡng.
 - Giá trị của các chỉ số trong thang đo này được phân bổ theo các số từ 0 đến 1, với '0' đại diện cho trạng thái tối ưu và '1' đại diện cho trạng thái tới hạn. Các ngưỡng được xác định chỉ ra miền giá trị số liệu đại diện cho mức độ tới hạn này.
 - Các chỉ số được xác định bởi các giá trị phân loại và thang đo thứ bậc (ví dụ: lớp phủ đất, đất loại, hiệu quả của chính phủ):
 - Áp dụng sơ đồ đánh giá năm bậc theo thang xếp hạng bằng cách xác định các loại có ý nghĩa áp dụng cho đánh giá rủi ro từ giá trị loại 1 = tối ưu đến giá trị loại 5 = tới hạn (Bảng 2).



Hộp 2 Chuẩn hóa dữ liệu chỉ số

Quá trình chuẩn hóa chuyển đổi các con số thành một ý nghĩa bằng cách đánh giá mức độ quan trọng của một giá trị chỉ số đối với rủi ro. Việc gán giá trị chỉ số cho các số nằm trong khoảng từ 0 đến 1 yêu cầu phải thiết lập ngưỡng. Đối với một số chỉ số, các ngưỡng này khá là rõ ràng. Ví dụ: trong trường hợp 'tỷ lệ phần trăm diện tích được bao phủ bởi rừng tự nhiên', giá trị '0 %' là rất quan trọng và thể hiện ngưỡng trên của phạm vi chuẩn hóa: trong quá trình chuẩn hóa, giá trị này sẽ được chuyển đổi thành giá trị '1'. Giá trị '100 %' là tối ưu và đại diện cho ngưỡng thấp hơn của phạm vi chuẩn hóa: nó sẽ được chuyển thành giá trị '0'.

Trong các trường hợp khác, việc phân bổ ngưỡng là ít rõ ràng hơn. Ví dụ: ở khu vực dễ bị hạn hán, khu vực có lượng mưa hàng năm là 600 mm/năm có thể là '0' (tối ưu), trong khi khu vực có lượng mưa 200 mm có thể là '1' (tối hạn). Giá trị lượng mưa từ 200 mm đến 600 mm sẽ được phân bổ cho các giá trị tương ứng trong khoảng từ 0 đến 1. Các giá trị vượt quá phạm vi này sẽ được phân bổ thành 0 (trong ví dụ này, tất cả các giá trị > 600 mm sẽ nhận số 0) hoặc thành 1 (tất cả các giá trị < 200 mm) (xem thêm Bước 2). Đối với bước chuẩn hóa này, nên có sự thống nhất giữa các chuyên gia để có được một khung đánh giá phù hợp.

Bước 2: Thu thập và xác định tính đầy đủ của dữ liệu

Bảng 2 Sơ đồ phân loại đối với các biến số theo thang đo thứ bậc

Giá trị phân loại theo lớp trong phạm vi từ 1 đến 5	Giá trị theo lớp trong phạm vi từ 0 đến 1	Mô tả
1	0,1	Tối ưu (không cần hoặc không thể cải tiến)
2	0,3	Khá tích cực
3	0,5	Trung bình
4	0,7	Khá tiêu cực
5	0,9	Tối hạn (có thể dẫn đến (các) tác động nghiêm trọng cao)





Các hoạt động 11-13 sau đây liên quan đến việc thiết lập điểm số khả năng và thu thập thông tin liên quan cần thiết. Xem Phụ lục F để biết hướng dẫn bổ sung về thiết lập điểm số khả năng.

11. Mô tả các hiện tượng thời tiết cực đoan trong lịch sử

- a. Liệt kê các hiện tượng thời tiết cực đoan trong lịch sử:
 - i. Xác định tần suất của các sự kiện
 - ii. Xác định khoảng thời gian xảy ra của các sự kiện
 - iii. Xác định (các) thời điểm diễn ra các sự kiện
 - iv. Xác định độ lớn/cường độ của các sự kiện
- b. Nếu không có dữ liệu:
 - i. Dựa trên đánh giá chuyên môn, bổ sung dữ liệu còn thiếu bằng cách sử dụng các giả định hợp lý
 - ii. Giải thích/chứng minh bằng văn bản cho các giả định.
- c. Liệt kê các giá trị được lựa chọn.
- d. Cung cấp tài liệu tham khảo

Thông thường, chủ sở hữu cơ sở hạ tầng sẽ có cơ sở dữ liệu liên tục về thông tin khí hậu liên quan đến thiết kế, vận hành và bảo trì cơ sở hạ tầng. Họ có thể đã truy cập các nguồn được xác định ở trên để tạo cơ sở dữ liệu này. Bạn nên xem xét nhu cầu dữ liệu khí hậu với chủ sở hữu và nhà điều hành cơ sở hạ tầng trước khi tham gia vào các hoạt động thu thập dữ liệu khác.

Việc lập mô hình khí hậu có thể tốn kém về cả thời gian và kinh phí. Vì thế, nên đưa ra đánh giá ban đầu dựa trên các xu hướng quan sát được, thông tin thay thế và đánh giá chuyên môn trước khi bắt tay vào lập mô hình khí hậu khu vực. Bằng cách này, bạn có thể đưa ra quyết định một cách có cơ sở về nhu cầu lập mô hình khí hậu trong đánh giá cụ thể này, đồng thời có thể tập trung vào quy mô của mô hình để đảm bảo ứng dụng kịp thời và sử dụng nguồn kinh phí hiệu quả hơn.

12. Đề ra các giả định về biến đổi khí hậu

- a. Đánh giá mức độ liên quan và khả năng ứng dụng của các xu hướng khí hậu được ghi nhận ở quy mô toàn cầu, khu vực hoặc một địa điểm cụ thể đối với cơ sở hạ tầng.
 - i. Ghi chép lại cách mà những xu hướng này ảnh hưởng đến cơ sở hạ tầng.
- b. Xem xét những thay đổi nhỏ đối với các điều kiện chuẩn của khí hậu dựa trên các xu hướng được xác định trong mục (a) ở trên (nếu phù hợp).
- c. Sử dụng thông tin thay thế từ các khu vực địa lý khác để đáp ứng các dữ liệu thiếu hụt và không chắc chắn (nếu phù hợp).
 - i. Ghi lại nguồn gốc của dữ liệu thay thế.
 - ii. Giải thích/chứng minh bằng văn bản cho việc sử dụng dữ liệu thay thế.
- d. Sử dụng tập hợp nhiều mô hình biến đổi khí hậu trên toàn cầu hoặc khu vực để dự đoán khí hậu của khu vực nghiên cứu sẽ thay đổi như thế nào (nếu phù hợp).
 - i. Kiểm tra cơ sở và các giả định cơ bản của các mô hình.
 - ii. Giải thích/chứng minh bằng văn bản cho việc sử dụng các mô hình trong đánh giá và lựa chọn các kịch bản phát thải.





13. Thiết lập điểm số khả năng xảy ra

- a. Sử dụng thông tin thu thập được trong quá trình xây dựng chuỗi tác động (Hoạt động 7 của Bước 2), xác định các thông số khí hậu, chỉ số khí hậu và chỉ số khí hậu quan tâm đối với các thành phần cơ sở hạ tầng được đánh giá.
 - i. Xác định các hiểm họa khí hậu liên quan đến sự cố hoặc hỏng hóc tiềm tàng của từng thành phần cơ sở hạ tầng.
 - ii. Xác định tất cả khả năng kết hợp của các hiểm họa khí hậu có thể dẫn đến sự cố hoặc hư hỏng cho cơ sở hạ tầng.
 1. Ví dụ về các sự kiện kết hợp bao gồm mưa trên tuyết, nhiệt độ cao kết hợp với độ ẩm cao
 - iii. Thiết lập cho mỗi hiểm họa khí hậu ít nhất một chỉ số thể hiện cường độ và/hoặc thời gian của hiểm họa có thể dẫn đến sự cố hoặc hỏng hóc thiết bị trong (các) thành phần cơ sở hạ tầng được đánh giá.
 1. Đối với các sự kiện kết hợp, hãy xác định chỉ số liên quan đến việc góp phần gây ra các hiểm họa khí hậu (ví dụ: đối với các sự kiện mưa và tuyết, chỉ số có thể dựa trên một lượng mưa và tuyết nhất định hoặc được kết hợp thành tổng lượng nước-tuyết tương đương).
 2. Các chỉ số cho sự cố hoặc hư hỏng có thể dựa trên các quy tắc, tiêu chuẩn, giá trị thiết kế xây dựng, hướng dẫn kỹ thuật, quy trình vận hành hoặc bảo trì, đánh giá và kinh nghiệm chuyên môn hoặc thông tin liên quan khác. Cần giải thích hoặc đưa ra lý do hợp lý nhất có thể cho việc lựa chọn các chỉ số khí hậu.
- b. Đối với mỗi hiểm họa khí hậu, hãy xác định xem liệu một sự cố xảy ra hàng năm hoặc xảy ra trong khoảng thời gian nghiên cứu có đáng quan tâm nhất hay không.
 - i. Ví dụ, các trận mưa cực đoan có thể gây ra các lũ lụt định kỳ mà rủi ro của chúng sẽ được đánh giá tốt hơn nếu dựa trên khả năng xảy ra hàng năm.
 - ii. Mặt khác, các tổ chức cũng nên xem xét rủi ro của các sự kiện cực đoan, hiếm gặp hơn nhưng có sức tàn phá lớn hơn như bão tuyết hoặc lở xoáy. Điều quan trọng cần lưu ý là các mô hình khí hậu có thể không hỗ trợ tốt các ước tính về những thay đổi trong tương lai về tần suất hoặc cường độ của các hiện tượng như lở xoáy, và các kỹ thuật khác có thể được yêu cầu để đưa ra các ước tính đó.
 - iii. Đối với các loại hiểm họa này, khả năng xảy ra hàng năm với xác suất thấp ở một năm bất kỳ nhưng biết được khả năng xảy ra ít nhất một lần trong thời gian đánh giá có thể giúp hiểu rõ được rủi ro của nó gây ra.
- c. Sử dụng các phương pháp trong Bảng 3 để xác định điểm Khả năng (L). Quá trình này nên được lặp lại cho một giai đoạn khí hậu cơ sở và bất kỳ giai đoạn khí hậu nào trong tương lai được lựa chọn. Phương pháp chính được trình bày trong bảng dưới đây, được gọi là phương pháp tính điểm “đường cơ sở trung bình”, là phù hợp để đánh giá mức độ sàng lọc.
- d. Phương pháp tính điểm “đường cơ sở trung bình” gán khả năng xảy ra cho các chỉ số hiểm họa bằng cách thiết lập các điều kiện cơ sở trong giai đoạn quá khứ (ví dụ: 1981 – 2010), với các điều kiện trung bình trong giai đoạn này được biểu thị với giá trị điểm số bằng 3 trong hệ thống tính điểm. Ví dụ, nếu hiểm họa khí hậu được chọn là những ngày có nhiệt độ tối đa trên 35°C và trong quá khứ, xảy ra 5 lần mỗi năm, điều này sẽ được thể hiện trong giai đoạn cơ sở với điểm số bằng 3 trên thang khả năng.





- e. Sử dụng (các) khoảng thời gian được chọn cho các dự báo về biến đổi khí hậu, hệ thống tính điểm cho phép điểm số tăng hoặc giảm tùy thuộc vào phần trăm thay đổi so với tần suất đường cơ sở. Ví dụ: nếu số ngày có nhiệt độ tối đa trên 35°C tăng từ 5 lần mỗi năm lên 7 lần mỗi năm (tăng so với mức cơ sở là 40%), điểm số cho khoảng thời gian trong tương lai này là 4. Nếu chúng tăng lên 12 lần mỗi năm (140% so với đường cơ sở), điểm số cho khoảng thời gian trong tương lai là 5.
- f. Kích bản tính điểm “đường cơ sở trung bình” linh hoạt và cho phép nhóm thực hiện dự án có thể giải thích được.
- g. Ngoài ra cũng có thể sử dụng các hệ thống tính điểm khác, với tài liệu thích hợp và sự giải thích hợp lý cho sự lựa chọn của nhóm dự án.
- h. Xem thêm các vấn đề quan trọng trong việc thiết lập điểm số khả năng tại Hộp 3 và hướng dẫn chi tiết trong Phụ lục F.

Bảng 3 Ví dụ về phương pháp tính điểm

Điểm khả năng xảy ra (L)	Phương pháp tiếp cận đường cơ sở trung bình – Thiết lập cơ sở	Phương pháp	Cơ sở đề xuất
1		Có khả năng xảy ra ít thường xuyên hơn so với khí hậu hiện tại	Giảm 50 – 100% tần suất hoặc cường độ so với giá trị trung bình ban đầu
2			Giảm 10 – 50% tần suất hoặc cường độ so với giá trị trung bình ban đầu
3	Thiết lập Chuẩn Khí hậu Hiện tại cho mỗi Thông số	Có khả năng xảy ra thường xuyên như khí hậu hiện tại	Điều kiện trung bình của đường cơ sở, một thay đổi về tần suất hoặc cường độ $\pm 10\%$ so với giá trị trung bình của đường cơ sở
4			Tăng tần suất hoặc cường độ từ 10 – 50% so với giá trị trung bình ban đầu
5		Có khả năng xảy ra thường xuyên hơn khí hậu hiện tại	Tăng tần suất hoặc cường độ từ 50 – 100%+ so với Giá trị trung bình ban đầu



**Hộp 3 Các vấn đề quan trọng khác cho quá trình thiết lập điểm số khả năng xảy ra**

Thiết lập điểm số là một quá trình lặp đi lặp lại, trong đó các định nghĩa về hiểm họa và điểm số khả năng xảy ra được chuyên gia khí hậu phát triển và được nhóm dự án xem xét. Thời gian sửa đổi và tham khảo ý kiến nên được cân nhắc trong quá trình này.

Các hiểm họa không chỉ bao gồm các sự kiện đã xảy ra trong quá khứ, mà cả những hiểm họa có khả năng xuất hiện do tác động của biến đổi khí hậu trong tương lai. Ví dụ: nếu một khu vực chưa bao giờ trải qua nhiệt độ tối đa trên 40°C trong lịch sử nhưng có thể xảy ra trong khoảng thời gian đánh giá, thì mối nguy này nên được đưa vào phân tích.

Một số hiểm họa có thể yêu cầu nhiều chỉ số/ngưỡng vì mức độ nghiêm trọng của tác động không phải lúc nào cũng tỷ lệ thuận với khả năng xảy ra sự kiện.

Các ước tính về khả năng xảy ra đôi khi căn cứ vào các thông số khí hậu không hoàn toàn phù hợp với các thông số mà nhóm dự án quan tâm. Điều này có thể xảy ra vì điểm khả năng đại diện cho một loạt các khả năng xảy ra trong mỗi kịch bản.

Trong một số trường hợp, để tránh làm sai lệch quy trình cho điểm với sự kết hợp giữa những thay đổi về khả năng xảy ra và mức độ nghiêm trọng của tác động, việc giữ lại điểm số khả năng khí hậu cho đến sau khi hoàn tất việc cho điểm mức độ nghiêm trọng của tác động là phù hợp. Việc hai quy trình có được hoàn thành riêng biệt trước khi kết hợp các kết quả hay không là quyết định của nhóm dự án.

14. Đánh giá mức độ đầy đủ của dữ liệu

Xem lại tập dữ liệu đã xây dựng ở Bước 2 Hoạt động 1 đến 13.

- a. Đối với dữ liệu đã được chọn để sử dụng, đánh giá và nhận xét về:
 - i. Khoảng trống dữ liệu (bị thiếu hụt)
 - ii. Chất lượng dữ liệu
 - iii. Độ chính xác của dữ liệu
 - iv. Khả năng áp dụng các xu hướng
 - v. Độ tin cậy của (các) mô hình khí hậu được chọn
 - vi. Độ tin cậy của các giả định hoặc kịch bản biến đổi khí hậu
 - vii. Các yếu tố thích hợp khác
- b. Làm rõ và tóm tắt mức độ ưu tiên của tài liệu được tham khảo trong đánh giá
 - i. Trình bày dưới dạng bảng ưu tiên.
 - ii. Mục đích là để giảm thiểu sự nhầm lẫn trong việc áp dụng các tài liệu khác nhau có thể cung cấp thông tin, hướng dẫn hoặc khuyến nghị.
- c. Tài liệu không có đủ thông tin để tiến hành một phần cụ thể của đánh giá.
- d. Khi không có đủ thông tin, hãy thiết lập một quy trình để phát triển hoặc bổ sung dữ liệu đó.
- e. Khi dữ liệu không thể được phát triển thêm, hãy xác định khoảng trống dữ liệu như hướng dẫn trong Bước 5 của Quy trình PIEVC xanh – Khuyến nghị.



Bước 3 Đánh giá rủi ro

Trong phần này, bạn sẽ kết hợp thông tin về tính dễ bị tổn thương, mức độ tiếp xúc và khả năng xảy ra để đánh giá rủi ro khí hậu.

Các hoạt động chính của Bước 3 được trình bày trong Hình 15, và được mô tả chi tiết sau đây:

1. Chuẩn bị tài liệu cho các hoạt động của Bước 3

Tài liệu thực hiện PHẢI chi tiết từng nhiệm vụ được nêu trong bước này của Quy trình.

2. Thiết lập các ngưỡng chấp nhận rủi ro của chủ sở hữu cơ sở hạ tầng và hệ thống xã hội - sinh thái

- Xem lại bộ giá trị ngưỡng chấp nhận rủi ro tham chiếu với chủ sở hữu cơ sở hạ tầng.
- Nếu sử dụng ma trận rủi ro 5x5, các giá trị ngưỡng tham chiếu được trình bày trong Bảng 4, nếu sử dụng ma trận khác, hãy điều chỉnh các giá trị phạm vi rủi ro.
- Đảm bảo rằng chủ sở hữu hiểu được ý nghĩa của các ngưỡng này.
- Đảm bảo rằng chủ sở hữu đồng ý với việc sử dụng các ngưỡng này trong việc đánh giá rủi ro.
- Khi thảo luận với chủ sở hữu, nếu các ngưỡng khác nhau được thiết lập, hãy ghi lại các ngưỡng này và sử dụng các giá trị ngưỡng của chủ sở hữu cơ sở hạ tầng trong các bước tiếp theo của Quy trình.
- Có được sự đồng thuận với chủ sở hữu cơ sở hạ tầng về các giá trị ngưỡng được sử dụng trong đánh giá rủi ro.

Hình 15 Các hoạt động chính của Bước 3



Bảng 4 Ngưỡng chấp nhận rủi ro tham chiếu

Phạm vi rủi ro	Ngưỡng	Phản ứng
<10	Rủi ro thấp	Không cần hành động
10 - 19	Rủi ro trung bình	Có thể yêu cầu hành động Có thể yêu cầu phân tích kỹ thuật
> 19	Rủi ro cao	Cần hành động



3. Tổ chức hội thảo đánh giá rủi ro

- Tổ chức hội thảo với sự tham gia của đội vận hành cơ sở hạ tầng, quản lý và kỹ thuật, tất cả các thành viên nhóm đánh giá rủi ro và các bên liên quan khác.
- Tại hội thảo, cần xác nhận thông tin sơ bộ đã xác định ở Bước 2.
- Thực hiện Hoạt động 4 đến 7 sau đây trong hội thảo.
- Xem Phụ lục G để biết những vấn đề chính khi tiến hành hội thảo.

Mặc dù Quy trình cho phép bạn tiến hành đánh giá rủi ro thông qua một loạt các cuộc họp trực tiếp, khi cần thiết, nhưng kinh nghiệm hiện tại cho thấy rằng một hội thảo được thực hiện đúng sẽ mang lại phân tích rủi ro mạnh mẽ nhất. Do đó, chúng tôi THỰC SỰ khuyến nghị nên tiến hành hội thảo trừ khi có những lý do quan trọng, thuyết phục và đối nghịch.

4. Hoàn thành phân tích mức độ tiếp xúc (có/không)

- Đánh giá xem cơ sở hạ tầng có khả năng bị ảnh hưởng bởi hiểm họa khí hậu hoặc tác động trung gian đã xác định hay không (có hoặc không).
- Trong trường hợp nhóm không thể quyết định liệu có thể tiếp xúc hay không, hãy tiến hành đánh giá thêm.
- Tiếp tục đánh giá thêm tất cả các trường hợp tiếp xúc được gắn thẻ “Có, khả năng tiếp xúc là khả thi.”

Phân tích Có/Không là một hoạt động sàng lọc. Trong trường hợp có nhiều thông số khí hậu và hạng mục cơ sở hạ tầng, số lượng các tương tác tiềm năng (tiếp xúc) có thể rất lớn. Phân tích Có/Không loại bỏ các tương tác không liên quan khỏi các phân tích sâu hơn. Điều này đảm bảo rằng hoạt động cho điểm rủi ro thực tế được thực hiện hiệu quả nhất có thể và tránh việc phân bổ nguồn lực không cần thiết cho các vấn đề không đóng góp vào lược đồ rủi ro tổng thể của cơ sở hạ tầng. Bên cạnh đó, phân tích Có/Không xác định khả năng tiếp xúc có thể xảy ra. Mức độ nghiêm trọng của những tương tác đó được giải quyết trong Hoạt động 6 của Bước 3.

5. Tổng hợp và đánh giá trọng số các chỉ số dễ bị tổn thương

Hoạt động này cho phép bạn đánh giá trọng số các chỉ số nếu một số chỉ số được coi là có ảnh hưởng lớn hơn hoặc nhỏ hơn đến mức độ nghiêm trọng của (các) tác động so với các chỉ số khác. Hãy nhớ rằng tính dễ bị tổn thương bao gồm sự nhạy cảm và độ thiếu hụt khả năng thích ứng. Có thể xem xét nhiều chỉ số cho từng mức độ nhạy cảm và độ thiếu hụt thích ứng và mỗi chỉ số nên được xây dựng tách biệt.

- Các chỉ số trọng số:
 - Gán trọng số cho từng chỉ số dựa trên tài liệu hiện có, thông tin từ các bên liên quan hoặc ý kiến chuyên gia.
 - Xem xét các cách thức khác nhau để ấn định trọng số, từ các phương pháp thống kê phức tạp (chẳng hạn như phân tích thành phần chính) đến các phương pháp có sự tham gia.
- Các chỉ tiêu tổng hợp:
 - Tính năng tổng hợp cho phép bạn kết hợp các chỉ số đã chuẩn hóa thành một chỉ số tổng hợp đại diện biểu thị một mức độ nghiêm trọng duy nhất của thành phần tác động.
 - Mặc dù có nhiều cách tiếp cận khác nhau, ở đây cách tiếp cận được đề xuất là 'tổng bình phương gia quyền':



1. Các chỉ số riêng lẻ được nhân với trọng số của chúng, cộng lại và sau đó chia cho tổng các trọng số của chúng để tính chỉ số tổng hợp của một thành phần rủi ro:

$$VI = \frac{(I_1 * W_1 + I_2 * W_2 + \dots I_n * W_n)}{\sum_1^n W}$$

Trong đó:

VI = chỉ số dễ bị tổn thương

I = chỉ số (độ nhạy hoặc thiếu hụt thích ứng)

W = trọng số

2. Nếu không có sự khác biệt về trọng số, các chỉ số chỉ được cộng lại và chia cho số lượng của chỉ số.

6. Xác định mức độ nghiêm trọng của tác động

- a. Các hoạt động tiếp theo chỉ dành cho cơ sở hạ tầng hoặc hạng mục cơ sở hạ tầng được đánh giá là có sự tiếp xúc (Hoạt động 4 của Bước 2), dựa vào công thức sau:

Mức độ ảnh hưởng =

Mức độ tiếp xúc * Tính dễ bị tổn thương

Trong đó:

Mức độ tiếp xúc = 1 (có) hoặc 0 (không)

- b. Nhân kết quả mức độ nghiêm trọng của tác động với 5 để chuyển đổi nó thành thang điểm 5 có thể được sử dụng cho ma trận rủi ro khi tính toán.
- c. Để được hướng dẫn thêm về việc thiết lập mức độ nghiêm trọng của điểm số tác động, vui lòng xem Phụ lục H.

Hình 16 Ví dụ về ma trận rủi ro

Mức độ nghiêm trọng của tác động	5	4	3	2	1
	5	10	15	20	25
	4	8	12	16	20
	3	6	9	8	10
	2	4	6	8	10
	1	2	3	4	5
Khả năng xảy ra					
	1	2	3	4	5

- Rủi ro thấp
- Rủi ro trung bình
- Rủi ro cao

7. Tính điểm rủi ro

- a. Đối với mỗi cơ sở hạ tầng hoặc thành phần cơ sở hạ tầng, tính toán rủi ro khí hậu bằng cách sử dụng phương trình sau và ma trận trong Hình 16:

$$R = L \times SI$$

Trong đó:

R = Rủi ro

L = Khả năng xảy ra sự kiện khí hậu hoặc thay đổi trong sự kiện khí hậu



SI = Mức độ nghiêm trọng của tác động
(hàm số của tính dễ bị tổn thương và mức độ tiếp xúc)

- b. Ghi lại các điểm số rủi ro được tính toán cho mỗi tương tác giữa khí hậu và cơ sở hạ tầng.

8. Xác định các bước tiếp theo

- a. Loại bỏ khỏi quá trình đánh giá:
 - i. Các tương tác có rủi ro thấp.
 - ii. Các tương tác có rủi ro trung bình không đóng góp vào mô hình rủi ro tổng thể.
 - iii. Các tương tác có rủi ro trung bình nếu bạn tin chắc vào độ tin cậy của điểm số được xác định thông qua đánh giá tính đầy đủ của dữ liệu.
- b. Cung cấp một báo cáo tóm tắt về các tương tác không được xem xét để đánh giá thêm và ghi lại điểm rủi ro của chúng.
- c. Đối với các tương tác có rủi ro cao, hãy chuyển ngay sang Bước 5 và đánh giá các khuyến nghị phù hợp để giải quyết tính dễ bị tổn thương đã xác định.
- d. Xác định các tương tác cho phân tích kỹ thuật Bước 4 nếu thích hợp, và chuyển sang Bước 4. Những tương tác này thường bao gồm:
 - i. Các yếu tố có rủi ro trung bình góp phần tạo nên mô hình rủi ro cao hơn.
 - ii. Các yếu tố có rủi ro trung bình có thể chuyển sang rủi ro cao hơn dựa trên sự gia tăng nhỏ về khả năng xảy ra hoặc mức độ nghiêm trọng.
 - iii. Các yếu tố có rủi ro cao góp phần tạo nên mô hình dễ bị tổn thương bao gồm các tương tác có rủi ro trung bình và cao. v.v.
 - iv. Các tương tác phù hợp khác theo sự chấp thuận của chủ sở hữu cơ sở hạ tầng.
- e. Xác định các vấn đề cần nghiên cứu hoặc đánh giá bổ sung ngoài đánh giá hiện tại và đưa vào nội dung đánh giá dưới dạng các khuyến nghị trong Bước 5. Những điều này thường bao gồm:
 - i. Các tương tác yêu cầu dữ liệu bổ sung không thể có được trong khuôn khổ của bản đánh giá rủi ro hiện tại.
 - ii. Đánh giá các sự kiện khí hậu đặc biệt góp phần làm tăng rủi ro cơ sở hạ tầng khi bạn và/hoặc chủ sở hữu cơ sở hạ tầng xác định rằng việc hiểu rõ hơn về các yếu tố góp phần gây ra sự kiện đó có thể giúp giải quyết các rủi ro đã xác định.
 - iii. Các lĩnh vực mà các mô hình rủi ro đã xác định có thể được giải quyết thông qua việc phát triển hoặc sửa đổi các luật, tiêu chuẩn, hướng dẫn, quy trình, v.v.
 - iv. Các tương tác trong trường hợp đặc biệt yêu cầu xác định tốt hơn mà không thể giải quyết trong phạm vi ngân sách và/hoặc khuôn khổ của đánh giá hiện tại.
 - v. Các vấn đề khác được cho là phù hợp.



Bước 4 Phân tích kỹ thuật

Trong Bước 4, bạn sẽ tiến hành phân tích kỹ thuật tập trung vào các tương tác khí hậu/cơ sở hạ tầng cần đánh giá thêm đã xác định trong Bước 3.

Bước này là tùy chọn. Nghĩa là không phải mọi tương tác đều yêu cầu phân tích kỹ thuật. Thông thường, bạn sẽ chỉ định các hạng mục cho việc phân tích kỹ thuật ở Bước 4 khi cho rằng việc phân tích bổ sung, tập trung hơn sẽ tiếp tục giải quyết rủi ro. Các hạng mục này có thể bao gồm:

- Các tương tác được cho là rủi ro trung bình trong Bước 3 nhưng đã tạo ra cuộc tranh luận đáng kể giữa các thành viên trong nhóm.
- Các tương tác được xem là một phần của mô hình dễ bị tổn thương, cho dù điểm đánh giá rủi ro như thế nào.
- Các khu vực bị thiếu hụt thông tin khiến cho việc đánh giá rủi ro ở Bước 3 trở nên khó khăn.
- Các khu vực mà công việc bổ sung giúp xác định các biện pháp giảm nhẹ có thể được thực hiện ngay lập tức.

Việc tiến hành phân tích Bước 4 về cơ bản được quyết định bởi nguồn kinh phí sẵn có, mức độ chuyên sâu cần thiết của nghiên cứu và các ràng buộc về khuôn khổ dự án. Mô-đun đánh giá tính dễ bị tổn thương của Quy trình PIEVC đưa ra các công thức hướng dẫn bạn đánh giá bằng số liệu về:

- Tổng tải trọng tác dụng lên cơ sở hạ tầng
- Tổng năng lực của cơ sở hạ tầng

Dựa trên phân tích số liệu về:

- Một yếu tố dễ bị tổn thương của cơ sở hạ tầng xuất hiện khi tổng tải trọng dự kiến vượt quá tổng năng lực dự kiến.
- Khả năng thích ứng của cơ sở hạ tầng khi tổng tải trọng dự kiến nhỏ hơn tổng năng lực dự kiến.

Ở giai đoạn này, bạn phải thực hiện một đánh giá cuối cùng về tính sẵn có và chất lượng của dữ liệu. Theo đánh giá chuyên môn của bạn, nếu chất lượng hoặc tính không chắc chắn của dữ liệu không giúp đi đến kết luận rõ ràng từ phân tích kỹ thuật, hãy xem lại Bước 2 để thu thập và tinh chỉnh dữ liệu đảm bảo cho việc phân tích kỹ thuật được tốt nhất. Bạn cũng có thể xác định rằng quá trình này yêu cầu công việc bổ sung ngoài phạm vi đánh giá. Khi đó, những kết luận này phải được đề xuất trong các khuyến nghị được nêu trong Bước 5.

Sau khi bạn đã có đủ sự tin tưởng vào kết quả phân tích kỹ thuật, hãy đưa ra khuyến nghị dựa trên các phân tích của bạn (Bước 5).

Để hiểu rõ và chi tiết hơn về cách tiến hành Phân tích Kỹ thuật Bước 4, hãy xem thêm Mô-đun đánh giá tính dễ bị tổn thương của PIEVC.



Bước 5 Khuyến nghị và Kết luận

Trong phần này, bạn sẽ đưa ra các kết luận và khuyến nghị, đồng thời chuẩn bị một tuyên bố về rủi ro.

Các hoạt động chính của Bước 5 được trình bày trong Hình 17, và được mô tả chi tiết hơn dưới đây:

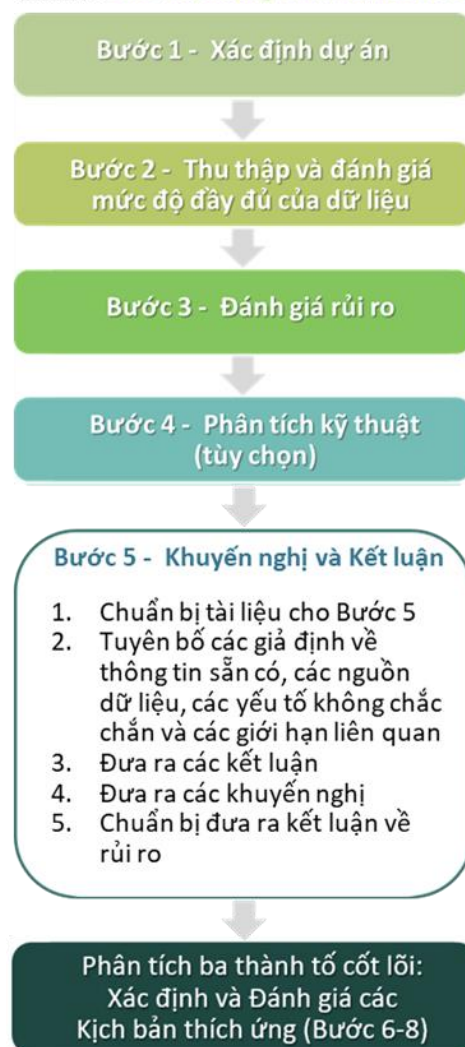
1. Chuẩn bị tài liệu cho các hoạt động của Bước 5

Tài liệu triển khai PHẢI chi tiết từng nhiệm vụ được nêu trong bước này của Quy trình.

2. Làm rõ các giả định về thông tin sẵn có, các nguồn dữ liệu, các yếu tố không chắc chắn và các giới hạn liên quan

- a. Nhận xét về những hạn chế của đánh giá rủi ro khí hậu. Chúng bao gồm các hạn chế liên quan đến:
 - i. Các giả định chính
 - ii. Thông tin cơ sở hạ tầng sẵn có và nguồn tài liệu
 - iii. Thông tin biến đổi khí hậu sẵn có và nguồn tài liệu
 - iv. Thông tin về những thay đổi khác sẵn có và nguồn tài liệu
 - v. Việc sử dụng các ví dụ chung hoặc cụ thể đại diện cho các cộng đồng
 - vi. Tính không chắc chắn và các khái niệm liên quan
 - vii. Phân tích hệ sinh thái xung quanh
 - viii. Các hạn chế liên quan khác nếu có
- b. Đây là các bước hướng dẫn cho các học viên, những người sẽ xem xét lại đánh giá của bạn về hệ thống cơ sở hạ tầng này trong tương lai.

Hình 17 Các hoạt động chính của Bước 5





3. Kết luận

- a. Trình bày các kết luận cụ thể phát sinh từ Bước 1 đến Bước 4.
 - i. Báo cáo về các thành phần cơ sở hạ tầng đã được đánh giá là dễ bị tổn thương.
 - ii. Tóm tắt các thành phần cơ sở hạ tầng đã được đánh giá là có khả năng phục hồi.
 - iii. Tóm tắt vai trò của hệ thống xã hội - sinh thái xung quanh có ảnh hưởng tích cực hoặc tiêu cực đến rủi ro của các thành phần cơ sở hạ tầng.
 - iv. Trình bày kết quả chuỗi tác động.

4. Kiến nghị

- a. Trình bày các kiến nghị cụ thể phát sinh từ Bước 1 đến Bước 4. Nếu được, hãy phân loại khuyến nghị thành các nhóm như sau:
 - i. Các biện pháp khắc phục
 - ii. Hoạt động giám sát
 - iii. Hoạt động quản lý
 - iv. Các hành động để bảo vệ hoặc củng cố các hệ sinh thái xung quanh làm giảm rủi ro cho cơ sở hạ tầng
- b. Báo cáo về sự thiếu hụt dữ liệu và tính khả dụng của công việc hoặc nghiên cứu yêu cầu bổ sung.
- c. Xác định các vấn đề cần có thêm hành động.
- d. Xác định và chia sẻ bài học kinh nghiệm.

5. Chuẩn bị Tuyên bố Rủi ro

- a. Dựa trên những hạn chế, kết luận và khuyến nghị nêu trên, hãy chuẩn bị một tuyên bố rủi ro.
- b. Đối với cơ sở hạ tầng được coi là có khả năng phục hồi nói chung, tuyên bố nên bao gồm:
 - i. Tuyên bố rằng cơ sở hạ tầng nhìn chung có khả năng phục hồi
 - ii. Tuyên bố về những hạn chế tổng thể của đánh giá
 - iii. Tuyên bố về khung thời gian đánh giá
 - iv. Tuyên bố về xu hướng khí hậu, dự báo hoặc tương tác khí hậu có thể góp phần gây ra rủi ro cho cơ sở hạ tầng
- c. Đối với cơ sở hạ tầng được coi là có nguy cơ rủi ro nói chung, tuyên bố nên bao gồm:
 - i. Tuyên bố rằng cơ sở hạ tầng nói chung dễ bị tổn thương
 - ii. Tuyên bố về những hạn chế tổng thể của đánh giá
 - iii. Tuyên bố về khung thời gian đánh giá
 - iv. Tuyên bố về xu hướng khí hậu, dự báo khí hậu hoặc tương tác đáng kể góp phần gây ra rủi ro cho cơ sở hạ tầng
 - v. Một tuyên bố về những rủi ro tiềm ẩn đối với hệ thống xã hội - sinh thái nếu cơ sở hạ tầng hoặc (các) thành phần của nó bị tác động.



Ba thành tố cốt lõi: **Xác định và đánh giá các kịch bản thích ứng**

Phân tích ba thành tố cốt lõi⁴ có thể được thực hiện như một giai đoạn tiếp theo sau khi hoàn thành đánh giá rủi ro khí hậu. Căn cứ vào nhu cầu, Mô-đun này (các bước 6 đến 8) là một hệ thống hỗ trợ ra quyết định được thiết kế để giúp các tổ chức xác định quá trình hành động nhằm giảm thiểu rủi ro của các cơ sở hạ tầng và dịch vụ trước các tác động của biến đổi khí hậu. Sau khi xác định được rủi ro (thông qua Bước 1 đến Bước 5), có thể xác định được các kịch bản để điều chỉnh hệ thống cơ sở hạ tầng. Nếu có nhiều hơn một kịch bản được đưa ra, có thể so sánh dựa trên các tiêu chí khác nhau bằng cách sử dụng công cụ như được nêu trong hướng dẫn này. Quá trình này phải minh bạch và có thể theo dõi được. Việc xác định và đánh giá các phương án thích ứng là một hoạt động sàng lọc và lập kế hoạch cấp cao, chủ yếu dựa vào đánh giá chuyên môn để thực hiện.

Các bước và hoạt động chính của mô-đun ba thành tố cốt lõi được trình bày trong Hình 18, và được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Hình 18 Các bước phân tích ba thành tố cốt lõi và các hoạt động chính



⁴ Khi thực hiện chiến lược thích ứng cơ sở hạ tầng mà đòi hỏi phải phân bổ một nguồn lực hạn chế, quá trình ra quyết định không chỉ tích hợp các tiêu chí kỹ thuật mà còn phải xem xét các yếu tố kinh tế, xã hội và môi trường, được gọi là yếu tố Ba thành tố cốt lõi (TBL) khi so sánh sự thích ứng và Các kịch bản hoạt động bình thường để đưa ra quyết định tối ưu hơn cho xã hội.



Bước 6 Xác định các kịch bản thích ứng

Mục tiêu của Bước 6 là tạo ra các kịch bản thích ứng khác nhau để so sánh. Cần nhớ rằng các Bước 1-5 thường dẫn đến việc xác định một số thành phần hoặc dịch vụ trong hệ thống cơ sở hạ tầng có nguy cơ chịu tác động của biến đổi khí hậu. Các kịch bản thích ứng, bao gồm cả các biện pháp trước mắt và trong tương lai, được thiết kế để giải quyết những rủi ro đó.

Các hoạt động chính trong Bước 6 bao gồm:

1. Thiết lập bối cảnh ra quyết định

- Xem lại kết quả của Bước 1 – Xác định dự án.
- Liệt kê các mục tiêu, chính sách, tuyên bố nhiệm vụ và giá trị có liên quan đến các thành phần và dịch vụ cơ sở hạ tầng đang được xem xét.
- Liệt kê mọi yêu cầu về việc vận hành, mức độ dịch vụ, kỹ thuật hoặc an toàn có liên quan đến cơ sở hạ tầng.
- Liệt kê các quy trình pháp lý, luật, quy định, hướng dẫn và hành chính được áp dụng cho cơ sở hạ tầng.
- Mô tả hệ thống xã hội - sinh thái xung quanh cơ sở hạ tầng.
- Liệt kê tất cả các tổ chức khác có thẩm quyền tại vị trí và khu vực dịch vụ của cơ sở hạ tầng.
- Liệt kê tất cả thay đổi và xu hướng tiềm năng khác (không liên quan đến biến đổi khí hậu) có thể ảnh hưởng đến cơ sở hạ tầng (ví dụ: thay đổi trong mô hình sử dụng ảnh hưởng đến năng lực của cơ sở hạ tầng, thay đổi trong hoạt động và công tác bảo trì, thay đổi trong chính sách quản lý; các thay đổi về luật, quy định và tiêu chuẩn).
- Liệt kê tất cả chương trình cấp quốc gia hoặc cấp tỉnh và các cơ hội tài trợ.

2. Xác định các thành phần chịu rủi ro cần phải thích ứng

- Liệt kê các thành phần và dịch vụ cơ sở hạ tầng chính chịu rủi ro cần phải thích ứng, dựa trên kết quả của các Bước 1-5.
- Đối với mỗi thành phần cơ sở hạ tầng dễ bị tổn thương, bao gồm cả các thành phần chức năng liên quan⁵ mà người đề xuất dự án muốn đánh giá. Nếu không chắc chắn liệu các hành động được thực hiện đối với thành phần chính có ảnh hưởng đến các thành phần chức năng liên quan hay không, hãy xem xét tại thời điểm đánh giá.
- Xác định mối quan hệ chức năng giữa các thành phần.
- Đối với mỗi thành phần hoặc dịch vụ cơ sở hạ tầng, hãy liệt kê các thông số khí hậu liên quan và các tác động trung gian gây ra rủi ro, cùng với các yếu tố dễ bị tổn thương có liên quan (tức là độ nhạy cảm và độ thiếu hụt thích ứng).
- Mô tả sự kiện khí hậu sẽ tác động như thế nào đến các thành phần dễ bị tổn thương.

⁵ Các thành phần cơ sở hạ tầng chức năng liên quan nói chung là những thành phần nằm liền kề với thành phần cơ sở hạ tầng đang được xem xét và được ràng buộc về mặt cấu trúc hoặc hoạt động và khi các hành động trên một thành phần này thường yêu cầu sửa đổi cả thành phần kia. Ví dụ, khi một cống cần được thay thế, đường và kè phía trên cống có thể được coi là các thành phần phụ thuộc. Trong một nhà máy xử lý nước, quy trình xử lý hóa học có thể phụ thuộc vào chức năng của hệ thống lọc.





3. Xác định các tác động kèm theo

- a. Liệt kê các tác động kèm theo có thể có đối với hệ thống xã hội - sinh thái nếu xảy ra rủi ro đối với các thành phần cơ sở hạ tầng, dựa trên kết quả của các Bước 1-5. Ví dụ, nếu một con đường bị ngập lụt, các hoạt động kinh tế của cộng đồng có thể bị gián đoạn, các thành viên cộng đồng có thể mất khả năng tiếp cận các dịch vụ y tế khẩn cấp và thảm thực vật có thể phá hủy.
- b. Đối với mỗi tác động kèm theo, hãy mô tả cách hệ thống xã hội - sinh thái tương tác với cơ sở hạ tầng, với thành phần của nó hoặc với hệ thống.

4. Phát triển các kịch bản thích ứng (xem các vấn đề chính trong Hộp 4)

- a. Xác định các kịch bản thích ứng, bao gồm một loạt các hành động thích ứng thay thế, có thể giải quyết các rủi ro đối với cơ sở hạ tầng được liệt kê trong Hoạt động 2 của Bước 6.
- b. Đề xuất các hành động thích ứng thay thế có thể giải quyết tính dễ bị tổn thương của từng thành phần được liệt kê. Nếu các hành động thích ứng thay thế là hoàn toàn độc lập, hãy tạo ra một kịch bản thích ứng mới cho chúng.
 - i. Xây dựng các kịch bản xử lý rủi ro của toàn hệ thống.
 - ii. Xem xét cả các hành động giải quyết rủi ro của các thành phần cơ sở hạ tầng phụ thuộc lẫn nhau.
- c. Phát triển càng nhiều kịch bản thay thế càng tốt để có phạm vi lựa chọn rộng nhất.
- d. Các chuỗi tác động được phát triển ở Bước 2 có thể cung cấp các dữ liệu đầu vào và hướng dẫn đầu tiên để xác định các phương án thích ứng.
 - i. Các chuỗi tác động có thể cần sửa đổi thêm vì các kịch bản thích ứng khác nhau được xác định.
- e. Xác định các lợi ích tiềm năng chung.
 - i. Đối với mỗi kịch bản thích ứng được xác định, hãy thảo luận về các lợi ích chung về xã hội, kinh tế và sinh thái có thể ảnh hưởng đến các thành phần rủi ro khác nhau (tác động trung gian, mức độ tiếp xúc, tính dễ bị tổn thương). Các yếu tố được xác định cho các thành phần này có thể đóng vai trò là điểm khởi đầu cho một hoạt động lên ý tưởng.
- f. Xác định các hậu quả hoặc hạn chế không lường trước được.
 - i. Đối với mỗi kịch bản thích ứng được xác định, hãy thảo luận về những hậu quả hoặc hạn chế tiềm ẩn khó lường trước về xã hội, kinh tế và sinh thái.
- g. Đặt tên cho các kịch bản thích ứng để phản ánh bản chất chung của các hành động có trong kịch bản đó.





Hộp 4 Những vấn đề chính trong quá trình xác định các hành động thích ứng khả thi

- Các tùy chọn thích ứng cho cơ sở hạ tầng thường được xác định cho các lĩnh vực thích ứng chung sau đây:
 - Giảm mức độ tiếp xúc của cơ sở hạ tầng với biến đổi khí hậu (ví dụ: quản lý thượng nguồn).
 - Bảo vệ cơ sở hạ tầng (ví dụ: hệ thống đê điều, rừng ngập mặn).
 - Tăng cường năng lực và vận hành của cơ sở hạ tầng (ví dụ: thiết kế/vật liệu, dự phòng).
 - Sử dụng các hệ thống cảnh báo và ứng phó phù hợp (ví dụ: chuỗi cảnh báo và ra quyết định cảnh báo dựa trên ngưỡng và thể chế hóa, bảo vệ tạm thời cơ sở hạ tầng, thay đổi quy trình vận hành, sơ tán).
 - Thể chế hóa các cơ chế và thủ tục quản lý kinh doanh liên tục (ví dụ: cơ chế phục hồi).
 - Sơ tán (ví dụ: của các cộng đồng, cơ sở hạ tầng) có thể trở thành một lộ trình thích ứng thực tế (mặc dù đây là biện pháp được lựa chọn cuối cùng).
 - Quyết định không hành động, hoặc duy trì cách tiếp cận hoạt động như bình thường cũng là một lựa chọn.
- Các phương án thích ứng luôn đi kèm với một loạt các biện pháp bổ sung (ví dụ như các kịch bản thích ứng)
 - Đối với mỗi phương án, nhiều phương án loại trừ lẫn nhau hoặc/và bổ sung cho nhau về xã hội, môi trường, kinh tế, các biện pháp thích ứng về thể chế và kết cấu có thể được xác định. Do đó, điều quan trọng cần lưu ý là sự khác biệt giữa các biện pháp bổ sung và loại trừ lẫn nhau.
 - Quản lý rủi ro khí hậu không chỉ đề cập đến việc thực hiện các điều chỉnh về kết cấu đối với cơ sở hạ tầng, mà còn đề cập đến việc điều chỉnh các quy trình vận hành và thể chế thường đi kèm với việc đưa vào sử dụng các thành phần công trình mới. Điều này đặc biệt đúng đối với việc điều chỉnh các kế hoạch bảo trì cho các cơ sở hạ tầng cụ thể.
 - Các giải pháp sinh thái có thể đi đôi với việc thực hiện các biện pháp công trình. Ví dụ, nhằm giảm thiểu hiện tượng bồi lắng lòng hồ chứa nước do biến đổi khí hậu gây ra, trồng rừng đầu nguồn là biện pháp bổ trợ cho việc thực hiện nạo vét lòng hồ bằng máy móc một cách hiệu quả.
- Các giải pháp thích ứng có thể bao gồm các giải pháp truyền thống ('xám') (ví dụ: công trình cứng), giải pháp mềm (ví dụ: đào tạo, bảo hiểm), giải pháp dựa trên hệ sinh thái ('xanh') và hỗn hợp (kết hợp giải pháp cứng và giải pháp mềm, sinh thái).
- Các hành động hiệu quả chống lại một loạt các sự kiện khí hậu được ưu tiên (ví dụ: chôn các đường dây điện thoại giúp chúng chống lại một loạt các tác động khí hậu trên mặt đất, bao gồm các tác động từ lốc xoáy, nhiệt độ cực đoan, gió mạnh, mưa đá).
- Ưu tiên các hành động hiệu quả chống lại một loạt các kịch bản biến đổi khí hậu trong tương lai.
- Các hành động nên tạo điều kiện thuận lợi cho khả năng thích ứng linh hoạt hoặc tránh làm hạn chế những thay đổi trong tương lai. Ví dụ, thực hiện một số dự án quy mô lớn có thể kém linh hoạt hơn so với việc thực hiện nhiều dự án quy mô nhỏ. Bằng cách này, việc quản lý thích ứng, hoặc quá trình ra quyết định và xem xét liên tục và thường xuyên, có thể được thông qua. Quản lý thích ứng là cần thiết, cho phép điều chỉnh hướng phát triển khi đối mặt với tính không chắc chắn của biến đổi khí hậu.
- Các hành động nên tăng cường cả nỗ lực thích ứng và giảm nhẹ, đồng thời không nên cản trở nỗ lực giảm thiểu khí nhà kính.
- Xem xét các hành động ở cấp độ chiến lược, chính sách, chương trình hoặc dự án.
- Xác định các hành động không hối tiếc hoặc ít hối tiếc (nghĩa là các hành động cải thiện khả năng phục hồi của hệ thống cơ sở hạ tầng hiện tại).
- Xem xét nhiều bên liên quan trong quá trình xác định các kịch bản thích ứng có thể thúc đẩy sự đổi mới và bổ sung những thiếu sót mà các thành viên trong nhóm không nhận ra.





5. Cung cấp các mô tả cơ bản và cấp cao đối với mỗi kịch bản thích ứng, bao gồm các thông tin (nếu có liên quan) như:

- a. Thiết kế cơ sở, vị trí, kích thước, hiệu suất, thời gian phục vụ hoặc tuổi thọ công trình trước khi phục hồi hoặc tái thiết.
- b. Tính khả thi về mặt kỹ thuật từ các khía cạnh kỹ thuật, quy định, pháp lý, xây dựng và/hoặc vận hành.
- c. Tiềm năng giải quyết biến đổi khí hậu. Dựa vào thời gian áp dụng của hành động được đề xuất, tiến hành đánh giá cấp cao bằng cách sử dụng dữ liệu dự báo khí hậu và thông tin thiết kế để đánh giá xem kịch bản thích ứng có xây dựng đủ năng lực cho cơ sở hạ tầng trong khoảng thời gian dự kiến trước khi phục hồi hoặc tái thiết hay không.
- d. Tính dễ bị tổn thương và rủi ro tiềm ẩn còn lại sau khi áp dụng kịch bản.
- e. Cơ quan chịu trách nhiệm.
- f. Các sở hoặc cơ quan liên quan khác nên tham gia vào việc lập và/hoặc thực hiện kế hoạch.
- g. Khung thời gian của kế hoạch hành động – nên bắt đầu hành động ngay lập tức hay trong thời gian ngắn, trung hạn hay dài hạn? Hành động là sự kiện diễn ra một lần hay định kỳ? Hành động yêu cầu hoàn thành trong thời gian ngắn, trung bình hay dài?
- h. Chi phí dự kiến của một hành động. Cân nhắc ước tính chi phí vòng đời, bao gồm các hoạt động xây dựng, vận hành, quản lý và giám sát.
- i. Các nguồn tài trợ cho hành động.
- j. Nếu/ hoặc Làm thế nào để các kịch bản có thể tận dụng lợi thế của thích ứng dựa trên hệ sinh thái, hoặc kết hợp biện pháp xanh - xám.
- k. Các hành động liên quan – những hành động khác cũng cần được thực hiện song song để giảm tính dễ bị tổn thương và đảm bảo chức năng của cơ sở hạ tầng?
- l. Các lợi ích chung tiềm năng và sự phối hợp với các mục tiêu quốc gia/quốc tế khác.

6. Sàng lọc các kịch bản thích ứng

- a. Xem xét các kịch bản thích ứng và loại bỏ bất kỳ kịch bản nào mà:
 - i. Không khả thi về mặt kỹ thuật, vận hành, an toàn, quy định và pháp lý.
 - ii. Không đáp ứng một cách rõ ràng các yêu cầu bắt buộc về an toàn, yêu cầu vận hành hoặc các mức độ dịch vụ.
 - iii. Không thể giải quyết các rủi ro liên quan đến biến đổi khí hậu đang được xem xét.
 - iv. Quá phức tạp hoặc tốn kém để thực hiện.
 - v. Có quá nhiều tác động tiêu cực tiềm ẩn (ví dụ: làm tăng phát thải khí nhà kính).
- b. Chuẩn bị một danh sách rút gọn các kịch bản thích ứng, nêu bật những điểm khác biệt chính.



Bước 7 Đánh giá các kịch bản thích ứng

Có nhiều cách tiếp cận khác nhau để đánh giá các kịch bản thích ứng, bao gồm phân tích chi phí - lợi ích (CBA), phân tích chi phí - hiệu quả (CEA) và phân tích đa yếu tố (MFA)⁶. Chúng có thể được kết hợp để xem xét các chi phí và lợi ích về môi trường, xã hội và kinh tế nhằm đưa ra các khuyến nghị tốt nhất. MFA được thiết kế cho các vấn đề đa chiều phức tạp và rất hữu ích khi các khía cạnh được đánh giá bao gồm cả định tính và định lượng (thường gặp khi đánh giá rủi ro cho cơ sở hạ tầng và hệ thống xã hội - sinh thái). Do đó, hướng dẫn này tập trung vào MFA, mặc dù CBA và CEA cũng có thể cân nhắc sử dụng (xem GIZ, 2013 để so sánh ba cách tiếp cận này).

Các hoạt động chính trong Bước 7 bao gồm:

1. Lựa chọn các yếu tố đánh giá

- a. Xác định các yếu tố để đánh giá hiệu suất của các kịch bản thích ứng.
- b. Việc lựa chọn các yếu tố đánh giá và các yếu tố phụ thích hợp sẽ phụ thuộc vào bối cảnh của cơ sở hạ tầng, bao gồm:
 - i. Các khu vực môi trường vật lý và tự nhiên xung quanh cơ sở hạ tầng (ví dụ: cơ sở hạ tầng nằm cạnh các vùng nước có thể cần xem xét môi trường thủy sinh và các yếu tố chất lượng nước, trong khi các cơ sở hạ tầng khác nằm trong khu vực đô thị sẽ cần xem xét đặc điểm bất động sản).
 - ii. Loại hành động có trong các kịch bản thích ứng và tác động tiềm ẩn của chúng (ví dụ: một số biện pháp có thể trực tiếp tạo ra khí nhà kính và gây ô nhiễm không khí).
 - iii. Dân cư được hưởng lợi từ cơ sở hạ tầng và dân cư sống gần cơ sở hạ tầng (ví dụ: tác động đến sức khỏe và an toàn của cộng đồng, dịch vụ khẩn cấp, chất lượng cuộc sống, cảnh quan, tiếng ồn).
 - iv. Mục đích và mục tiêu của tổ chức, cũng như mục tiêu phát triển xã hội và môi trường xung quanh và các vấn đề cần quan tâm.
 - v. Lợi ích chung của các kịch bản thích ứng, chẳng hạn như đáp ứng các mục tiêu môi trường hoặc mục tiêu quốc gia/quốc tế khác.
- c. Đánh giá mức độ phù hợp của các yếu tố và tiêu chí đánh giá (xem Hộp 5).

⁶ Hướng dẫn này sử dụng thuật ngữ phân tích đa yếu tố (MFA) khi mô tả kỹ thuật được sử dụng để so sánh các kịch bản thích ứng trong phân tích TBL này. MFA đồng nghĩa với phân tích đa tiêu chí (MCA), thuật ngữ thường được các tài liệu nghiên cứu vận hành sử dụng. Thuật ngữ MFA được tạo ra để phân biệt giữa các yếu tố và tiêu chí, điều này cần thiết cho sự phát triển của phân tích TBL trong Bước 7.



Hộp 5 Lựa chọn tiêu chí

Để đánh giá sự phù hợp giữa các yếu tố và tiêu chí đánh giá với quy trình MFA, chúng cần được sàng lọc về các yếu tố chất lượng sau (Dodgson, et al. 2001):

- **Tính đầy đủ** – tất cả các vấn đề quan trọng đã được tính đến chưa? Lưu ý rằng một Danh sách các yếu tố “hoàn chỉnh” không nhất thiết phải đầy đủ hoặc rộng rãi.
- **Dư thừa** – các yếu tố không nên dư thừa để tránh bị nhấn mạnh thêm trong MFA. Tuy nhiên, bạn có thể chọn đánh giá một số yếu tố từ hai quan điểm khác nhau (ví dụ: sử dụng thước đo chi phí và yếu tố tham chiếu định tính).
- **Sự tham chiếu độc lập** – các yếu tố và tiêu chí của chúng có độc lập với nhau không? Xem xét loại bỏ một trong các yếu tố hoặc xem xét hợp nhất cả hai.
- **Các yếu tố về thời gian** – hiểu rõ các tác động xem chúng là một lần hay định kỳ, tạm thời hay vĩnh viễn, hiện tại hay tương lai. Các yếu tố và tiêu chí đánh giá nên phản ánh sự cân nhắc rõ ràng đối với các khía cạnh thời gian. Điều này có thể được thực hiện thông qua một tuyên bố ưu tiên về việc các tác động tạm thời hay vĩnh viễn, một lần hay định kỳ là tốt hơn hay xấu hơn. Việc áp dụng tỷ lệ chiết khấu cho các chi phí hoặc tác động trong tương lai cũng có thể được sử dụng.
- **Kết quả kỳ vọng so với yêu cầu** – các yếu tố đánh giá và yếu tố phụ trợ sẽ giúp bạn đánh giá mức độ đáp ứng của các kịch bản thích ứng so với các kết quả mà tổ chức quản lý cơ sở hạ tầng mong muốn đạt được (“kỳ vọng”). Trong MFA, các mục tiêu và yêu cầu bắt buộc (“phải”) không được sử dụng để so sánh các kịch bản vì chúng nên được đánh giá ngay khi sàng lọc các kịch bản.

2. Thiết lập ma trận đánh giá

- Đối với mỗi yếu tố hoặc yếu tố phụ được xác định trong hoạt động trước đó, hãy xác định tiêu chí đánh giá và chỉ số hiệu quả. Cung cấp các nguồn tài liệu tham khảo đã được sử dụng, nếu có. Vui lòng xem thêm Phụ lục I để biết danh sách các tiêu chí và tiêu chí phụ liên quan đến phân tích ba thành tố cốt lõi.
- Bạn cần phải thiết lập một thang điểm cho mỗi yếu tố hoặc yếu tố phụ. Hướng dẫn này khuyến nghị sử dụng thang điểm 5, nếu sử dụng thang điểm khác, hãy giải thích lý do và đưa ra nguồn tài liệu. Xác định ngưỡng hiệu quả giữa các điểm số và cung cấp các nguồn tham chiếu cho ngưỡng hiệu suất, nếu có.
- Thiết lập ma trận đánh giá cho từng yếu tố hoặc yếu tố phụ (xem ví dụ ở Bảng 5).



Bảng 5 Ví dụ về ma trận điểm đánh giá cho ba yếu tố

Hệ số	An toàn công cộng	Chất lượng nước	Chi phí về mặt kinh tế
Các tiêu chí	Dự án nên giảm thiểu việc gián đoạn các dịch vụ khẩn cấp trong thời gian xảy ra điều kiện thời tiết khắc nghiệt	Dự án cần giảm thiểu tác động của nước thải đối với chất lượng nước	Dự án nên giảm thiểu chi phí xây dựng, vận hành và bảo trì
Chỉ số hiệu quả	% dân số có khả năng bị ảnh hưởng do gián đoạn các dịch vụ khẩn cấp	Đánh giá định tính tác động đến chất lượng nước	Đánh giá định tính hoặc giá trị tài chính
Thang điểm	Ngưỡng hiệu quả		
1	> 95%	Nghiêm trọng, Cực đoan, tới hạn	Rất cao >\$1.000.000
2	<75%	Cao, đáng lưu ý	Cao \$500.000 < \$1.000.000
3	<50%	Vừa phải	Vừa phải \$100.000 < \$500.000
4	< 25%	Thấp	Thấp \$25.000 < \$100.000
5	< 5%	Không đáng kể	Rất thấp <\$25.000

Nguồn: AECOM Consulting Inc. 2011

3. Xác định tầm quan trọng tương đối của các yếu tố đối với toàn bộ đánh giá

- Lựa chọn người tham gia (các thành viên trong nhóm và/hoặc những người tham gia nghiên cứu), những người sẽ đóng góp vào bộ trọng số.
- Thu nhận các bộ trọng số từ các cá nhân tham gia đã lựa chọn.
 - Trọng số chỉ định cho ba loại TBL: xã hội, môi trường và kinh tế.
 - Trọng số chỉ định của từng loại trên các yếu tố của nó. Nếu sử dụng các yếu tố phụ, hãy phân phối trọng số của từng yếu tố cho các yếu tố phụ của nó.
 - Yêu cầu những người tham gia đưa ra lời giải thích cho các bộ trọng số của họ, chẳng hạn như cách các yếu tố hoặc yếu tố phụ đóng góp vào các mục tiêu và hiệp ước quốc tế, hỗ trợ sinh kế, sức khỏe và hạnh phúc nói chung, đa dạng sinh học và chất lượng nước/đất/không khí, đồng thời cung cấp tài liệu tham khảo.
- Phát triển một bộ trọng số đại diện cho “quan điểm của nhóm”. Hướng dẫn này khuyến nghị rằng quan điểm nhóm nên dựa trên các giá trị trung bình cho từng loại TBL, yếu tố và yếu tố phụ.
- Phát triển các bộ trọng số nhằm để kiểm tra độ nhạy cảm. Các giá trị tối thiểu và tối đa có thể được sử dụng để xác định phạm vi kiểm tra. Trong một số trường hợp, những người tham gia hoặc bản thân bạn có thể quyết định rằng một số giá trị quá cực đoan (ngoại lệ) và chọn bỏ qua chúng. Soạn thảo tài liệu về các bộ trọng số để kiểm tra độ nhạy và giải trình khi cần thiết.



4. Đánh giá hiệu quả của các kịch bản thích ứng

- a. Đánh giá hiệu quả của các kịch bản bằng cách sử dụng ma trận đánh giá được phát triển trong phần trước:
 - i. Đầu tiên, đánh giá hiệu quả bằng cách sử dụng các từ mô tả hoặc giá trị số như được nêu trong ma trận đánh giá, và cung cấp ý kiến khi cần thiết để hỗ trợ đánh giá.
 - ii. Chuyển hiệu quả thành điểm số bằng cách sử dụng thang điểm ma trận đánh giá.
- b. Khi không có đủ thông tin để đánh giá hiệu quả tương đối của bản, hãy áp dụng một trong các cách sau đây:
 - i. Thu thập thêm thông tin để xác định đầy đủ (các) khía cạnh liên quan của kịch bản thích ứng, thời gian cho phép.
 - ii. Áp dụng điểm hiệu quả thấp nhất cho yếu tố, dẫn đến điểm tổng thể thấp hơn cho kịch bản thích ứng. Thực tế, điều này khiến cho tính không chắc chắn trở thành lý do cho việc kịch bản thích ứng kém hiệu quả.
- c. Thông tin tài liệu không đầy đủ hoặc các nhận xét khác liên quan đến đánh giá hiệu quả.
- d. Kiểm tra sự độc lập lẫn nhau của các tài liệu tham khảo. Nếu điểm hiệu quả của một yếu tố không thể đánh giá khi không có kiến thức về yếu tố khác, thì sẽ sinh ra sự phụ thuộc lẫn nhau. Khi đó, hãy điều chỉnh các yếu tố và tiêu chí đánh giá nếu cần thiết.

5. Tích hợp các điểm số hiệu suất dựa trên thang cho điểm trọng số

- a. Tính điểm hiệu quả tổng hợp:

Điểm hiệu quả có trọng số tổng thể = $\sum W_i / S_i$

Nói cách khác, điểm hiệu quả có trọng số tổng thể là tổng của W_i chia cho S_i .

Trong đó:

i đại diện cho từng yếu tố trong danh sách đang được xem xét

W_i đại diện cho trọng số của yếu tố i

S_i đại diện cho điểm hiệu suất được gán cho yếu tố i

6. Rà soát các kết quả xếp hạng

- a. Xem lại thứ hạng đã tính toán từ các bước trước đó. Nếu đã thực hiện xếp hạng trực quan, hãy so sánh với xếp hạng được tính toán.
- b. Quyết định xem có nên lặp lại MFA hay không. Các yếu tố sau đây có thể được sửa đổi trong mỗi lần lặp lại:
 - i. Mô tả kịch bản hoặc hành động cho phù hợp với thông tin mới
 - ii. Tiêu chí hoặc chỉ số đánh giá để phản ánh dữ liệu hoặc quan điểm mới
 - iii. Ngưỡng hiệu quả nếu hiệu quả của kịch bản thích ứng của các yếu tố nhất định không có sự phân định rạch ròi
 - iv. Các trọng số của một yếu tố nhất định nếu sự khác biệt về hiệu quả kịch bản thích ứng đối với các yếu tố đó là nhỏ
- c. Tiến hành lặp lại MFA, nếu có thể.



Bước 8 Khuyến nghị và các bước tiếp theo

Ở giai đoạn này, bạn đã phát triển được một tập hợp các kịch bản thích ứng, so sánh chúng bằng quy trình MFA và đang đối mặt với một trong số các kết quả có thể xảy ra. Ở Bước 8, bạn sẽ đề xuất các khuyến nghị dựa trên kết quả, chuẩn bị tài liệu hoàn chỉnh và trình bày kết quả cho những người tham gia. Cuối cùng, trình bày các phương pháp để tiếp tục với các kết quả phân tích TBL. Phân tích TBL và vai trò của bạn về cơ bản kết thúc vào thời điểm này. Quyết định về định hướng tương lai cho tổ chức quản lý cơ sở hạ tầng sau đó sẽ được giao cho người ra quyết định.

Các hoạt động chính trong Bước 8 là:

1. Trình bày kết quả MFA và các khuyến nghị

- Tóm tắt các kết quả của đánh giá và tổng hợp hiệu quả.
- Đề xuất các kiến nghị cho phân tích TBL, có thể bao gồm một hoặc nhiều kịch bản để phân tích và triển khai thêm.
- Soạn thảo và trình bày kết quả MFA và khuyến nghị cho những người đề xuất và tham gia nghiên cứu. Kiểm tra xem mô tả của (các) kịch bản được khuyến nghị có đầy đủ không. Các khuyến nghị nên phản ánh tất cả các khía cạnh của (các) kịch bản thích ứng, không chỉ các yếu tố được đưa ra thông qua MFA.

2. Các bước tiếp theo

- Bạn nên cố gắng đưa vào khuyến nghị các đề xuất sau:
 - Cập nhật các hoạt động giám sát và hệ thống thông tin hiện có (hoặc tạo mới khi cần thiết), nhằm tính đến các thay đổi về kết cấu và vận hành được đề xuất.
 - Khi cần thực hiện nghiên cứu, phân tích hoặc thiết kế bổ sung, hãy đặt ra phạm vi và thông số của công việc tiếp theo trong khi kiến thức thu được vẫn còn mới.
 - Xác định xem có nên thực hiện phân tích TBL lại hay không và khi nào cần thực hiện đối với các hoạt động giám sát và nghiên cứu tiếp theo.
 - Xác định bước thời gian cần đánh giá các hành động thích ứng có đang thực hiện đúng như mong đợi hay không và các cơ sở hạ tầng và dịch vụ của chúng có tiếp tục hoạt động một cách đáng tin cậy hay không. Để thực hiện, thông tin từ các hoạt động giám sát cần được đánh giá một cách thường xuyên. Việc đánh giá lại tính dễ bị tổn thương của cơ sở hạ tầng trong tương lai bằng cách sử dụng Quy trình PIEVC xanh cũng có thể được tiến hành.

Bằng cách áp dụng cách tiếp cận tư duy hệ thống để đánh giá rủi ro khí hậu đối với cơ sở hạ tầng và bao gồm cả các khía cạnh xã hội - sinh thái, bạn sẽ có thể tích hợp giá trị nội tại của các hệ sinh thái xung quanh để tối ưu hóa tính toàn vẹn cấu trúc của các dự án cơ sở hạ tầng “xám” cũng như độ tin cậy của dịch vụ. Ngoài ra, các tác động có thể có của biến đổi khí hậu đối với môi trường tự nhiên xung quanh mà có thể làm nghiêm trọng hoá các yếu tố dễ bị tổn thương của môi trường xây dựng, cũng sẽ được tính đến ở giai đoạn đầu của quy trình PIEVC nhằm hướng tới sự phát triển toàn diện và nhận thức rõ về rủi ro.



Tài liệu bổ sung

Thích ứng dựa trên hệ sinh thái

GIZ. (2017). *Đánh giá lợi ích, chi phí và tác động của các biện pháp thích ứng dựa trên hệ sinh thái: Một nguồn tài liệu về các phương pháp ra quyết định*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

GIZ, EURAC & UNU-EHS (2018): *Đánh giá rủi ro khí hậu cho việc thích ứng dựa trên hệ sinh thái – Sách hướng dẫn dành cho các nhà lập kế hoạch và thực hành*. Bonn: GIZ.

GIZ (2021). *Hướng tới Thích ứng dựa trên Hệ sinh thái có đáp ứng giới tính: Tại sao lại cần thiết và làm thế nào để đạt được điều đó*. Tác giả: A. Dazé (IISD) và A. Terton (IISD). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bonn, Đức.

Cộng đồng Thực hành Xanh-Xám. (2020). *Hướng dẫn Thực hành Triển khai cấu trúc Hạ tầng Xanh-Xám*. <https://www.conservation.org/projects/global-green-gray-community-of-practice>

Kennedy, M.; Fox-James, L.; Capizzi, P.; Nâu, A.; Dethier, S., (2019), 'Nghiên cứu điển hình về tích hợp các dịch vụ hệ sinh thái và khả năng phục hồi khí hậu trong phát triển cơ sở hạ tầng: Bài học về vận động chính sách', WWF và Arup, Washington DC, 2019

Nguồn dữ liệu PIEVC

Hiệp hội Kỹ sư Canada. (2016). *Phương pháp Kỹ thuật PIEVC để Đánh giá Tính dễ bị tổn thương của Cơ sở hạ tầng và Thích ứng với Biến đổi Khí hậu: Nguyên tắc và Hướng dẫn* (Phiên bản PG-10.11 (Tháng 6 năm 2016)).

Chương trình PIEVC. (2021). *Danh mục hệ thống dữ liệu PIEVC: Hướng dẫn lựa chọn các phương pháp, dữ liệu và tài liệu hỗ trợ đánh giá rủi ro khí hậu*.

Chương trình PIEVC. (2021). *Hướng dẫn sàng lọc cấp cao của PIEVC: Hướng dẫn hoàn thành đánh giá rủi ro biến đổi khí hậu ở cấp độ sàng lọc bằng Quy trình PIEVC*.

Phụ lục

Các phụ lục sau đây cung cấp hướng dẫn bổ sung cho phương pháp luận của Quy trình PIEVC Xanh được trình bày ở trên:

- Phụ lục A. Bảng chú giải thuật ngữ
- Phụ lục B. Cân nhắc ứng phó với cơ sở hạ tầng
- Phụ lục C. So sánh cách giải thích thuật ngữ trong cộng đồng kỹ thuật và khí hậu



- Phụ lục D. Nhóm nghiên cứu
- Phụ lục E. Thông tin khí hậu để đánh giá rủi ro khí hậu cho cơ sở hạ tầng
- Phụ lục F. Thiết lập điểm số khả năng xảy ra
- Phụ lục G. Hội thảo đánh giá rủi ro khí hậu
- Phụ lục H. Thiết lập điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động
- Phụ lục I. Danh sách các chỉ tiêu và chỉ tiêu phụ liên quan đến việc phân tích ba thành tố cốt lõi trong đánh giá rủi ro khí hậu cho cơ sở hạ tầng

Tài liệu tham khảo

ADB. (2019). *Khu vực: Bảo vệ và Đầu tư vào Vốn tự nhiên ở Châu Á và Thái Bình Dương* (Số dự án: 50159-001). Ngân hàng Phát triển Châu Á, Deltares.

Công ty tư vấn AECOM (2011). *Phát triển Mô-đun hỗ trợ quyết định ba thành tố cốt lõi cho Quy trình kỹ thuật PIEVC, Nghiên cứu phạm vi giai đoạn 1.*

Bedford, T., & Cooke, R. (2006). *Phân tích rủi ro xác suất: Nền tảng và phương pháp: Nền tảng và Phương pháp* (In lần thứ tư). Nhà xuất bản Đại học Cambridge.

Berkes, F., & Folke, C. (1998). *Liên kết các Hệ thống Xã hội và Sinh thái: Thực tiễn quản lý và cơ chế xã hội để xây dựng khả năng phục hồi.* Nhà xuất bản Đại học Cambridge.

CBD. (2009). *Kết nối Đa dạng sinh học với Giảm thiểu và Thích ứng với Biến đổi khí hậu: Báo cáo đặc biệt lần thứ 2 của Nhóm chuyên gia kỹ thuật về Đa dạng sinh học và Biến đổi khí hậu.* Sê ri kỹ thuật CBD số 41.

Corner, A., Lewandowsky, S., Phillips, M., & Roberts, O. (2015). *Sổ tay về tính không chắc chắn.* Đại học Bristol.

Dodgson, J., Spackman, M., Pearman, A., & Phillips, L. (2001). *Hướng dẫn phân tích đa tiêu chí DTLR.* Trung tâm nghiên cứu chung của Ủy ban châu Âu.

Fünfgeld, H., & McEvoy, D. (2011). *Định hình thích ứng với biến đổi khí hậu trong chính sách và thực tiễn.* Trung tâm Nghiên cứu Thích ứng Biến đổi Khí hậu Victoria, Tài liệu làm việc 1. apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2011-04/apo-nid239046.pdf

Gillett, NP, Cannon, AJ, Malinina, E., Schnorbus, M., Anslow, F., Sun, Q., Kirchmeier Young, M., Zwiers, F., Seiler, C., Zhang, X., Flato, G., Wan, H., Li, G., & Castellan, A. (2022). Ảnh hưởng của con người đối với lũ lụt năm 2021 ở British Columbia. *Thời tiết và Khí hậu Cực đoan*, 36, 100441. doi.org/10.1016/j.wace.2022.100441

GIZ. (2013). *Các phương pháp tiếp cận kinh tế để đánh giá các phương án thích ứng với biến đổi khí hậu trong điều kiện không chắc chắn: Các công cụ Excel để Phân tích Chi phí-Lợi ích và Đa Tiêu chí.* Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.



GIZ, EURAC & UNU-EHS (2018): *Đánh giá rủi ro khí hậu để thích ứng dựa trên hệ sinh thái – Sách hướng dẫn dành cho các nhà lập kế hoạch và thực hành*. Bonn: GIZ.

Cộng đồng Thực hành Xanh-Xám. (2020). *Hướng dẫn thực hành để triển khai Cơ sở hạ tầng Xanh - Xám*. www.conservation.org/projects/global-green-gray-community-of-practice

IPCC, 2022a: *Biến đổi khí hậu 2022: Tác động, Thích ứng và Tính dễ bị tổn thương*. Đóng góp của Nhóm công tác II cho Báo cáo đánh giá lần thứ sáu của Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu [H.-O. Pörtner, DC Roberts, M. Tignor, ES Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Nhà xuất bản Đại học Cambridge. Nhà xuất bản Đại học Cambridge, Cambridge, Vương quốc Anh và New York, NY, Hoa Kỳ, 3056 trang., doi:10.1017/9781009325844.

IPCC, 2022b: Phụ lục II: Thuật ngữ [Möller, V., R. van Diemen, JBR Matthews, C. Méndez, S. Semenov, JS Fuglestedt, A. Reisinger (eds.)]. Trong: *Biến đổi khí hậu 2022: Tác động, Thích ứng và Tính dễ bị tổn thương*. Đóng góp của Nhóm công tác II cho Báo cáo đánh giá lần thứ sáu của Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu [H.-O. Pörtner, DC Roberts, M. Tignor, ES Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Nhà xuất bản Đại học Cambridge, Cambridge, Vương quốc Anh và New York, NY, Hoa Kỳ, trang 2897–2930, doi:10.1017/9781009325844.029.

Hội đồng nghiên cứu quốc gia và Bàn tròn quốc gia về cơ sở hạ tầng bền vững. (2009). *Khung Mô hình Đánh giá Nhà nước, Hiệu suất và Quản lý Cơ sở hạ tầng Công cộng Cốt lõi của Canada*. NRTSI NRC.

Sáng kiến lưu vực sông Nile. (2022). *Sổ tay chống biến đổi khí hậu: Các khái niệm chính*. ikp.nilebasin.org/en/climate-proofing-page/key-concepts

Chương trình PIEVC. (2021a). *Danh mục hệ thống dữ liệu PIEVC: Hướng dẫn lựa chọn các phương pháp, dữ liệu và tài liệu hỗ trợ đánh giá rủi ro khí hậu*.

Chương trình PIEVC. (2021b). *Hướng dẫn sàng lọc cấp cao của PIEVC: Hướng dẫn hoàn thành đánh giá rủi ro biến đổi khí hậu ở cấp độ sàng lọc bằng Quy trình PIEVC*.

Chương trình PIEVC. (2022). *Cẩm nang đánh giá danh mục đầu tư lớn của PIEVC (BETA): Hướng dẫn ưu tiên danh mục đầu tư lớn dựa trên tình trạng dễ bị tổn thương do khí hậu*.

Hội đồng Môi trường Liên hợp quốc của Chương trình Môi trường Liên hợp quốc. (2022). *Nghị quyết được Hội đồng Môi trường Liên hợp quốc thông qua vào ngày 2 tháng 3 năm 2022 (UNEP/ EA.5/Res.5)*.

WMO. (2017). *Hướng dẫn của WMO về tính toán chuẩn khí hậu (WMO-No. 1203)*.

Ngân hàng thế giới. (2017). *Thực hiện chống ngập dựa vào thiên nhiên: Nguyên tắc và cách thực hiện hướng dẫn*.



Phụ lục A Thuật ngữ

Sự thích ứng	Trong các hệ thống nhân tạo, sự thích ứng là quá trình điều chỉnh để ứng phó những tác động ở thực tại hoặc tương lai của khí hậu nhằm giảm nhẹ tác hại hoặc tận dụng những lợi ích mang lại. Trong các hệ thống tự nhiên, sự thích ứng là quá trình điều chỉnh để ứng phó những tác động ở thực tại khí hậu; sự can thiệp của con người có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc điều chỉnh để ứng phó những tác động ở tương lai của khí hậu. (IPCC, 2022b, tr.2898)
Khả năng thích ứng	Khả năng của các hệ thống, tổ chức, con người và các sinh vật khác có thể điều chỉnh với thiệt hại tiềm ẩn, để tận dụng cơ hội hoặc để ứng phó với hậu quả (IPCC, 2022b, tr.2899)
Thiếu hụt thích ứng	Thiếu hụt thích ứng là mức độ thiếu hụt về khả năng thích ứng. Do mức độ nhạy cảm, một yếu tố dễ bị tổn thương khác, là một đặc điểm tiêu cực, nên mức độ thiếu hụt thích ứng được sử dụng để đơn giản hóa, hơn là khả năng thích ứng để phân tích trong Quy trình đánh giá PIEVC xanh, do đó cả hai yếu tố dễ bị tổn thương đều là yếu tố tiêu cực.
Khí hậu	Theo nghĩa hẹp, khí hậu thường được định nghĩa là thời tiết trung bình - hay chính xác hơn, là mô tả thống kê về giá trị trung bình và tính biến thiên của các đại lượng liên quan - trong một khoảng thời gian từ vài tháng đến hàng nghìn hoặc hàng triệu năm. Khoảng thời gian quá khứ để lấy giá trị trung bình các biến số này là 30 năm, theo định nghĩa của Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO). Các đại lượng liên quan thường là các biến số trên bề mặt như nhiệt độ, lượng mưa và gió. Khí hậu theo nghĩa rộng hơn là trạng thái, bao gồm cả mô tả thống kê, của hệ thống khí hậu. (IPCC, 2022b, tr.2902)
Chuẩn khí hậu	Chuẩn khí hậu được sử dụng cho hai mục đích chính. Chúng đóng vai trò là giá trị chuẩn để so sánh với các quan trắc gần đây hoặc hiện tại, bao gồm cả việc cung cấp cơ sở cho nhiều bộ dữ liệu khí hậu dựa trên sự bất thường (ví dụ: nhiệt độ trung bình toàn cầu). Chúng cũng được sử dụng rộng rãi, ngầm định hoặc rõ ràng, như một dự đoán về các điều kiện có nhiều khả năng xảy ra ở một địa điểm nhất định. Khuyến nghị chung là sử dụng khoảng thời gian tham chiếu 30 năm. Khoảng thời gian từ năm 1961 đến năm 1990 đã được sử dụng như một khoảng thời gian tham chiếu tiêu chuẩn cho các đánh giá biến đổi khí hậu dài hạn. (WMO, 2017, tr.1)
Biến đổi khí hậu	Sự thay đổi về trạng thái của khí hậu có thể được xác định (ví dụ: bằng cách sử dụng các kiểm định thống kê) bằng những thay đổi về giá trị trung bình và/hoặc sự thay đổi của các đặc tính của nó và tồn tại trong một thời gian dài, thường là hàng thập kỷ hoặc lâu hơn. Biến đổi khí hậu có thể là do các quá trình tự nhiên nội tại hoặc các tác động bên ngoài như sự biến đổi của các chu kỳ mặt trời, các vụ phun trào núi lửa và những thay đổi liên tục do con người gây ra đối với thành phần của khí quyển hoặc sử dụng đất. Lưu ý rằng tại Điều 1 của Khung Công ước của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC), biến đổi khí hậu được định nghĩa là: “sự biến đổi của khí hậu do hoạt động trực tiếp hoặc gián tiếp của con người làm thay đổi thành phần của khí quyển toàn cầu và là nguyên nhân thêm vào sự biến đổi khí hậu tự nhiên được quan trắc trong các khoảng thời gian so sánh”. Do đó, UNFCCC phân biệt giữa biến đổi khí hậu do các hoạt động của con người làm thay đổi thành phần khí quyển và sự biến đổi khí hậu do các nguyên nhân tự nhiên. (IPCC, 2022b, tr.2900)
Mô hình khí hậu	Một sự biểu diễn định tính hoặc định lượng của hệ thống khí hậu dựa trên các đặc tính vật lý, hóa học và sinh học của các thành phần trong hệ thống, các quá trình tương tác và phản hồi cùng các luận giải đối với một số đặc tính đã biết của hệ thống. Hệ thống khí hậu có thể được biểu diễn bằng các mô hình có độ phức tạp khác nhau, nghĩa là, đối với bất kỳ một thành phần hoặc tổ hợp các thành phần nào, có thể xác định một phổ hoặc hệ thống phân cấp của các mô hình, khác nhau về các khía cạnh như số chiều không gian, mức độ mà các quá trình vật lý, hóa học hoặc sinh học được biểu diễn rõ ràng hoặc cấp độ mà tại đó các tham số thực nghiệm có liên quan. Luôn có sự tiến hóa tạo nên các mô hình phức tạp hơn đối với các tương tác hóa học và sinh học. Các mô hình khí hậu được áp dụng như một công cụ để nghiên cứu và mô phỏng khí hậu và cho các mục đích vận hành, bao gồm dự đoán khí hậu hàng tháng, dự đoán theo mùa và theo năm. (IPCC, 2022b, tr.2903)



Thông số khí hậu	Một tập hợp cụ thể các điều kiện thời tiết hoặc xu hướng khí hậu được coi là có liên quan đến cơ sở hạ tầng đang đánh giá. Thông số khí hậu có thể là một biến đơn lẻ, chẳng hạn như nhiệt độ trung bình hàng tháng hoặc là sự kết hợp của nhiều biến số, chẳng hạn như nhiệt độ thấp kết hợp với lượng mưa. Trong bối cảnh đánh giá rủi ro khí hậu, việc lựa chọn thông số khí hậu được điều chỉnh cho phù hợp với các đặc điểm thiết kế, vận hành và bảo trì cụ thể của cơ sở hạ tầng được đánh giá.
Dự báo khí hậu	Phản ứng được mô phỏng của hệ thống khí hậu đối với kịch bản phát thải hoặc nồng độ khí nhà kính (GHG) và các sol khí trong tương lai cũng như những thay đổi trong sử dụng đất, thường là kết quả từ các mô hình khí hậu. Các dự báo khí hậu phụ thuộc vào kịch bản phát thải/nồng độ/bức xạ, kịch bản này lại dựa trên các giả định liên quan, ví dụ, sự phát triển kinh tế xã hội và công nghệ trong tương lai có thể hoặc không thành hiện thực (IPCC, 2022b, tr.2903)
Rủi ro khí hậu	Khả năng gây ra những hậu quả bất lợi cho con người hoặc các hệ thống sinh thái, xem xét sự đa dạng của các giá trị và mục tiêu liên quan đến các hệ thống đó. [...] Trong bối cảnh tác động của biến đổi khí hậu, rủi ro là kết quả của sự tương tác qua lại giữa các hiểm họa khí hậu với mức độ tiếp xúc và tính dễ bị tổn thương của con người hoặc hệ sinh thái bị ảnh hưởng trước các hiểm họa (IPCC 2022b, tr.2921).
Tuổi thọ thiết kế	Khoảng thời gian mà cơ sở hạ tầng dự kiến sẽ hoạt động theo các thông số thiết kế. Thông thường, đó là khoảng thời gian giữa vận hành thử và bắt đầu hao mòn. Tuổi thọ thiết kế thường ngắn hơn khoảng thời gian từ khi đưa vào vận hành và thời gian hư hỏng thực tế dự kiến. Trong một số trường hợp, tuổi thọ thiết kế được nêu dưới dạng thời gian hoàn vốn kinh tế của một dự án kỹ thuật. Tuổi thọ thiết kế của toàn bộ cơ sở hạ tầng có thể khác với các bộ phận riêng lẻ hình thành nên cơ sở hạ tầng dựa trên việc tân trang hoặc thay thế định kỳ các bộ phận trong suốt thời gian sử dụng hiệu quả của cơ sở hạ tầng.
Thích ứng dựa trên hệ sinh thái (EbA)	Việc sử dụng đa dạng sinh học và các dịch vụ hệ sinh thái như một phần của chiến lược thích ứng tổng thể để giúp mọi người thích ứng với các tác động bất lợi của biến đổi khí hậu. (CBD, 2009, tr.9)
Dịch vụ hệ sinh thái	Dịch vụ hệ sinh thái là những lợi ích của thiên nhiên đối với sự thịnh vượng của con người, bao gồm: • Dịch vụ cung cấp (ví dụ: thực phẩm, nguyên liệu thô) • Dịch vụ điều tiết (ví dụ: chống xói mòn đất, xử lý nước vùng đất ngập nước) • Môi trường sống hoặc các dịch vụ hỗ trợ (ví dụ: duy trì đa dạng nguồn gen) • Dịch vụ văn hóa (ví dụ: du lịch, giải trí)
Tiếp xúc	Sự hiện diện của con người; sinh kế; loài hoặc hệ sinh thái; các chức năng, dịch vụ và tài nguyên môi trường; cơ sở hạ tầng; hoặc tài sản kinh tế, xã hội hoặc văn hóa ở những địa điểm và bối cảnh có thể bị ảnh hưởng bất lợi (IPCC, 2022b, tr.2908)
Cơ sở hạ tầng chức năng	Các thành phần cơ sở hạ tầng chức năng nói chung là những thành phần nằm liền kề với thành phần cơ sở hạ tầng đang được đánh giá, ràng buộc với nhau về mặt cấu trúc hoặc hoạt động, và các hành động trên thành phần này thường yêu cầu sửa đổi thành phần kia. Ví dụ, khi một cống cần được thay thế, đường và kè phía trên cống có thể được coi là các thành phần phụ thuộc; trong một nhà máy xử lý nước, quy trình xử lý hóa học có thể phụ thuộc vào chức năng của hệ thống lọc.
Hiểm họa	Khả năng xảy ra một sự kiện hoặc xu hướng vật lý tự nhiên hoặc do con người gây ra có thể gây ra thiệt hại về người, thương tích hoặc các tác động sức khỏe khác, cũng như thiệt hại và tổn thất về tài sản, cơ sở hạ tầng, sinh kế, sự cung cấp dịch vụ, hệ sinh thái và tài nguyên môi trường. (IPCC, 2022b, tr.2911)



Tác động	Hậu quả của những rủi ro hiện hữu đối với các hệ thống tự nhiên và con người, trong đó rủi ro là kết quả của sự tương tác của các hiểm họa liên quan đến khí hậu (bao gồm các sự kiện thời tiết/khí hậu cực đoan), mức độ tiếp xúc và tính dễ bị tổn thương. (IPCC, 2022b, tr.2912) Xem thêm mức độ nghiêm trọng của tác động.
Năng lực của cơ sở hạ tầng	Tải trọng tác động mà một cơ sở hạ tầng hoặc thành phần cơ sở hạ tầng được thiết kế để đảm.
Thành phần cơ sở hạ tầng	Một trong số các tính năng vật lý, quy trình, thủ tục và/hoặc nguồn nhân lực tạo nên cơ sở hạ tầng. Ví dụ, khe co giãn là một thành phần cơ sở hạ tầng của một cây cầu.
Chủ sở hữu cơ sở hạ tầng	Công ty hoặc cơ quan chính phủ có quyền kiểm soát cơ sở hạ tầng. Trong đánh giá rủi ro, người quản lý dự án thường đóng vai trò là đại diện của chủ sở hữu cơ sở hạ tầng. Tuy nhiên, người quản lý dự án có thể trì hoãn đưa ra quyết định đối với các vấn đề chiến lược hoặc chính sách cho các nhà quản lý chủ chốt trong tổ chức sở hữu cơ sở hạ tầng. Tùy thuộc vào tổ chức sở hữu, những quyết định này có thể được chuyển cho nhóm quản lý cấp cao hoặc một số tổ chức quản lý của địa phương/thành phố.
Phản ứng của cơ sở hạ tầng	Các tác động được dự đoán phát sinh do sự tương tác giữa khí hậu và các tham số thay đổi khác với các thành phần cơ sở hạ tầng.
Giá trị ngưỡng của cơ sở hạ tầng	Một giá trị đại diện cho một hiểm họa khí hậu cụ thể đối với cơ sở hạ tầng gây ra phản ứng không mong muốn. Trong đánh giá rủi ro khí hậu, thông số khí hậu thiết lập các điều kiện thời tiết hoặc khí hậu trong khi ngưỡng của cơ sở hạ tầng biểu thị một giá trị cụ thể để những điều kiện đó không được kích hoạt. Các ngưỡng này có thể là cực đại hoặc cực tiểu tùy thuộc vào thông số khí hậu. Trong một số trường hợp, một đánh giá có thể dự tính một số giá trị ngưỡng cho một thông số khí hậu cụ thể. Điều này được thực hiện để xác định tác động của một loạt các hiểm họa khí hậu có thể gây ra các phản ứng khác nhau của cơ sở hạ tầng, thường là nghiêm trọng hơn.
Khả năng xảy ra	Khả năng xảy ra một kết quả cụ thể mà có thể được ước tính theo xác suất. (IPCC, 2022b, tr.2914)
Phân tích đa yếu tố (MFA)	Thuật ngữ MFA được áp dụng khi mô tả kỹ thuật được sử dụng để so sánh các kịch bản thích ứng trong phân tích ba thành tố cốt lõi (TBL) tại Bước 7. Thuật ngữ này đồng nghĩa với phân tích đa tiêu chí (MCA), một thuật ngữ được sử dụng phổ biến hơn bởi tài liệu nghiên cứu hoạt động. MFA được tạo ra để phân biệt giữa các yếu tố và tiêu chí, cần thiết cho việc phát triển phân tích TBL ở Bước 7.
Mức độ nghiêm trọng của tác động	Mức độ nghiêm trọng của tác động đề cập đến sự kết hợp giữa mức độ tiếp xúc và tính dễ bị tổn thương trong Quy trình PIEVC xanh. Xem thêm mục tác động.
Đánh giá chuyên môn	Việc áp dụng sự đào tạo, kiến thức, kinh nghiệm và kỹ năng có được trong một thời gian dài hoạt động chuyên môn. Trong quá trình đánh giá rủi ro khí hậu, đánh giá chuyên môn đề cập đến đánh giá kết hợp của nhóm chuyên gia, chủ sở hữu và nhân viên vận hành cơ sở hạ tầng. Các cá nhân có thể đóng góp một quan điểm độc đáo về các tương tác giữa cơ sở hạ tầng và khí hậu dựa trên lịch sử xử lý các tình huống tương tự hoặc kinh nghiệm của họ.



Cơ sở hạ tầng cộng đồng	Theo mục đích của dự án này, cơ sở hạ tầng cộng đồng được định nghĩa là những cơ sở, mạng lưới và công trình được vận hành vì lợi ích cộng đồng tập thể bao gồm sức khỏe, an toàn, văn hóa hoặc kinh tế của cộng đồng, cho dù được vận hành bởi các cơ quan chính phủ và/hoặc phi chính phủ.
Khả năng chống chịu	Khả năng của các hệ thống xã hội, kinh tế và sinh thái được kết nối với nhau để ứng phó với một sự kiện, xu hướng hoặc sự xáo trộn nguy hiểm, phản ứng hoặc tổ chức lại theo cách duy trì chức năng, bản sắc và cấu trúc thiết yếu của chúng. Khả năng chống chịu là một thuộc tính tích cực khi nó duy trì khả năng thích ứng, học hỏi và/hoặc chuyển đổi. (IPCC, 2022b, tr.2920-2921)
Lược đồ rủi ro	Mô hình rủi ro cao, trung bình và thấp được thiết lập thông qua đánh giá rủi ro. Lược đồ rủi ro dựa trên điểm số rủi ro được tính toán bởi đánh giá được đặt trong bối cảnh ngưỡng chấp nhận rủi ro do chủ sở hữu cơ sở hạ tầng thiết lập. Thông qua lược đồ, bạn có thể xác định các tương tác giữa cơ sở hạ tầng và khí hậu thường dẫn đến mức độ rủi ro cao hơn. Mỗi cơ sở hạ tầng sẽ có một lược đồ rủi ro duy nhất trong một khoảng thời gian xác định.
Ngưỡng chấp nhận rủi ro	Các giá trị điểm rủi ro do chủ sở hữu cơ sở hạ tầng thiết lập để xác định điểm rủi ro cao, trung bình, thấp và trường hợp đặc biệt.
Mức độ nhạy cảm	Mức độ mà một hệ thống hoặc loài bị ảnh hưởng, bất lợi hoặc có lợi, bởi sự biến đổi hoặc thay đổi khí hậu. Tác động có thể là trực tiếp (ví dụ: thay đổi năng suất cây trồng do thay đổi giá trị trung bình, phạm vi hoặc sự thay đổi của nhiệt độ) hoặc gián tiếp (ví dụ: thiệt hại do gia tăng tần suất ngập lụt ven biển do mực nước biển dâng). (IPCC AR6 WGII tr.2922)
(Các) hệ thống xã hội - sinh thái	Hệ thống con người và thiên nhiên, nhấn mạnh rằng con người phải được coi là một phần không tách rời của thiên nhiên. (Berkas và Folke 1998)
Tác động kèm theo	Một tác động kèm theo có thể xảy ra khi các đặc điểm địa lý địa phương dẫn đến các sự kiện tiếp theo sau hiểm họa khí hậu. Ví dụ, sự cố xảy ra do mưa đối với một cống nhỏ có thể dẫn đến mất ổn định mái dốc và sạt lở đất. Sự cố đối với cống có thể được đánh giá là rủi ro thấp nhưng đóng góp cho tác động kèm theo có thể khá đáng kể.
Thông tin thay thế	Thông tin từ các mô hình, khu vực hoặc đánh giá khác được sử dụng để thay thế cho những dữ liệu thiếu hụt trong đánh giá hiện tại. Quy trình đánh giá cho phép bạn sử dụng thông tin từ các khu vực có điều kiện khí hậu và địa lý tương tự như một nguồn thay thế cho thông tin hiện không có sẵn cho khu vực đánh giá.
Khung thời gian	Khoảng thời gian được xem xét trong đánh giá. Khung thời gian thường sẽ tính đến nhiều năm sau so với thời điểm thực hiện đánh giá. Thường thì khoảng thời gian này sẽ là thời gian hoạt động hiệu quả còn lại của cơ sở hạ tầng đang được đánh giá.
Ba thành tố cốt lõi (TBL)	Một thuật ngữ được phát triển để đáp ứng nhận thức ngày càng tăng rằng các tổ chức cần giải quyết ba khía cạnh (xã hội, môi trường và kinh tế) của phát triển bền vững theo cách tích hợp.



Thời gian hoạt động hiệu quả	Khoảng thời gian từ khi vận hành cơ sở hạ tầng hoặc thành phần cơ sở hạ tầng đến lúc cần tân trang hoặc thay thế. Thời gian hoạt động hiệu quả thường được xác định bằng thời gian trung bình giữa các lần hỏng hóc và dài hơn tuổi thọ thiết kế của cơ sở hạ tầng hoặc thành phần cơ sở hạ tầng.
Tính dễ bị tổn thương	Xu hướng hoặc khuynh hướng bị ảnh hưởng bất lợi. Tính dễ bị tổn thương bao gồm nhiều khái niệm và yếu tố khác nhau, bao gồm sự nhạy cảm hoặc dễ bị tổn hại, thiếu khả năng ứng phó và thích nghi. (IPCC, 2022b, tr.2926) Trong Quy trình PIEVC xanh, tính dễ bị tổn thương là tổng hợp của độ nhạy cảm và khả năng thích ứng/sự thiếu hụt thích ứng.
Thời tiết	Trạng thái của bầu khí quyển tại một thời điểm và địa điểm nhất định, liên quan đến các biến số như nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió và áp suất khí quyển. Nhìn chung, thời tiết đề cập đến hoạt động nhiệt độ và lượng mưa hàng ngày, trong khi khí hậu đề cập đến các điều kiện khí quyển trung bình trong thời gian dài hơn.
Sự kiện thời tiết	Các điều kiện khí quyển cụ thể liên quan đến nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió và áp suất khí quyển. Trong bối cảnh đánh giá rủi ro, một sự kiện thời tiết được xác định bằng một giá trị đối với các điều kiện khí quyển cụ thể có khả năng vượt quá các giá trị ngưỡng của cơ sở hạ tầng.
Bộ trọng số	Phân phối trọng số giữa các loại TBL, các yếu tố đánh giá và các yếu tố phụ.



Phụ lục B Những cân nhắc đối với phản ứng của cơ sở hạ tầng

Khi thiết lập các phản ứng có thể hình dung được của cơ sở hạ tầng, hãy xem xét tác động có thể xảy ra nhất của hiểm họa khí hậu đối với cơ sở hạ tầng hoặc thành phần cơ sở hạ tầng. Điều này dựa trên đánh giá chuyên môn và kinh nghiệm của bạn. Danh sách sau đây được cung cấp nhằm mục đích định hướng. Trong quá trình đánh giá rủi ro khí hậu, bạn được khuyến khích xác định tất cả các biện pháp ứng phó hợp lý và có thể hình dung được cho cơ sở hạ tầng.

Các tiêu chí ứng phó với cơ sở hạ tầng thiết lập một loạt các kết quả về cơ sở hạ tầng - khí hậu phù hợp với đánh giá cụ thể và cung cấp cơ sở để cho điểm mức độ nghiêm trọng của tác động được nêu trong Quy trình PIEVC xanh và hỗ trợ bạn xác định các kết quả hợp lý từ một tương tác đã xác định.

Các phản ứng về cơ sở hạ tầng có thể bao gồm (nhưng không giới hạn):

Vấn đề cần cân nhắc đối với cơ sở hạ tầng	Đối với cơ sở hạ tầng hoặc thành phần công trình được đánh giá, tác động từ khí hậu có thể ảnh hưởng đến:
Thiết kế cấu trúc	- Sự an toàn - Sức chịu tải - Nguy cơ lật - Nguy cơ trượt - Đứt gãy - Độ mỏi cơ học - Khả năng phục vụ - Độ lệch - Biến dạng vĩnh viễn - Nứt và hư hỏng - Rung động - Thiết kế móng - Đóng băng vĩnh viễn
Chức năng	- Năng lực hiệu quả của cơ sở hạ tầng (ngắn hạn, trung hạn và dài hạn) - Thiết bị - Lựa chọn thành phần (cân nhắc về thiết kế, quy trình và công suất)
Khả năng phục vụ	- Khả năng tiến hành các hoạt động bảo trì và tân trang định kỳ và/hoặc theo kế hoạch - Ngắn hạn, trung hạn và dài hạn - Tần suất thay thế thiết bị - linh kiện - Cân nhắc về thiết kế, quy trình và công suất



Vấn đề cần cân nhắc đối với cơ sở hạ tầng	Đối với cơ sở hạ tầng hoặc thành phần công trình được đánh giá, tác động từ khí hậu có thể ảnh hưởng đến:
Lưu vực, nước mặt và nước ngầm	• Xói lở ven sông suối, kênh mương • Xói mòn của các công trình đất kết hợp hoặc hỗ trợ • Ổn định mái dốc của kè • Vận chuyển trầm tích và sự lắng đọng • Chính trị sông • Chất lượng và lưu lượng nguồn nước • Nhu cầu tài nguyên nước • Tài nguyên nước sử dụng cho công cộng, thủy điện, công nghiệp, nông nghiệp • Đặc điểm bổ sung nước ngầm • Dòng chảy • Bổ cập tài nguyên nước • Đặc tính nhiệt của tài nguyên nước
Vận hành, bảo trì và hiệu suất vật liệu	• An toàn lao động • Khả năng tiếp cận nơi làm việc • Tính toàn vẹn cấu trúc • Hiệu suất thiết bị • Chu kỳ bảo trì và thay thế • Nhu cầu điện • Sử dụng nhiên liệu • Chức năng và năng lực hiệu quả • Hiệu suất vật liệu • Thay đổi so với mong đợi về mặt thiết kế • Hiệu suất mặt đường • Mưa đá, mềm hóa, nứt do đóng băng - tan băng và các nguyên nhân khác
Phản ứng khẩn cấp	• Các quy trình và hệ thống để giải quyết, ví dụ, các trận bão nghiêm trọng, lũ lụt, nứt do băng tan, bồi tụ băng và thiệt hại do nước
Cân nhắc về bảo hiểm	• Tỷ lệ bảo hiểm • Khả năng mua bảo hiểm • Các giới hạn và loại trừ trong hợp đồng bảo hiểm

Vấn đề cần cân nhắc đối với cơ sở hạ tầng	Đối với cơ sở hạ tầng hoặc thành phần công trình được đánh giá, tác động từ khí hậu có thể ảnh hưởng đến:
Cân nhắc chính sách	• Luật và các quy định • Hướng dẫn • Tiêu chuẩn • Các chính sách và thủ tục vận hành và bảo trì nội bộ • Chính sách công • Quy hoạch sử dụng đất
Hiệu ứng xã hội	• Khả năng tiếp cận các cơ sở quan trọng như bệnh viện, dịch vụ cứu hỏa và cảnh sát • Vận chuyển hàng hóa đến cộng đồng • Cung cấp năng lượng cho cộng đồng • Di dời người dân bị ảnh hưởng • Cung cấp các dịch vụ cơ bản như phân phối nước sạch và thu gom nước thải • Đóng cửa trường học và các dịch vụ công cộng khác • Khả năng kinh doanh cộng đồng • Phá hủy hoặc làm hư hại các tòa nhà di sản, di tích, v.v. • Phá hủy hoặc làm hư hại tài nguyên khảo cổ • Phá hủy hoặc làm hư hại các nguồn tài nguyên lịch sử quan trọng
Tác động môi trường	• Giải phóng các chất độc hại hoặc bị cấm • Suy giảm chất lượng không khí • Thiệt hại cho các hệ sinh thái nhạy cảm • Tác động xấu đến các loài chim và động vật • Gây ô nhiễm nguồn nước sinh hoạt • Nhận thức và tương tác của công chúng



Phụ lục C So sánh giải thích thuật ngữ trong cộng đồng kỹ thuật và khí hậu

Dưới đây là một so sánh đơn giản hóa về cách các cộng đồng kỹ thuật và khí hậu giải thích các thuật ngữ khác nhau, dựa trên quan sát về những cách hiểu khác nhau này.

Thuật ngữ	Giải thích của “Cộng đồng các chuyên gia kỹ thuật”	Giải thích của “Cộng đồng các chuyên gia khí hậu”
Khí hậu và Thời tiết	Trong hoạt động nghề nghiệp, một số chuyên gia kỹ thuật có thể không phân biệt rõ ràng giữa khí hậu và thời tiết. Họ có thể sử dụng các thuật ngữ này thay thế cho nhau, đặc biệt khi đề cập đến các sự kiện cực đoan. Các hệ thống có xu hướng được lên kế hoạch và thiết kế dựa trên khí hậu nhưng được vận hành và quản lý theo thời tiết hàng ngày.	Theo Tổ chức Khí tượng Thế giới, khí hậu theo nghĩa hẹp có thể được định nghĩa là điều kiện thời tiết trung bình cho một địa điểm và khoảng thời gian cụ thể. Theo nghĩa rộng hơn, đó là trạng thái của hệ thống khí hậu. Khí hậu có thể được miêu tả dưới dạng mô tả thống kê về xu hướng trung tâm và tính biến đổi của các yếu tố liên quan như nhiệt độ, lượng mưa, áp suất khí quyển, độ ẩm và gió hoặc thông qua sự kết hợp của các yếu tố, chẳng hạn như các loại thời tiết và hiện tượng đặc trưng cho một địa điểm, khu vực, hoặc toàn cầu trong bất kỳ thời kỳ nào. Khoảng thời gian cổ điển được sử dụng trong quá khứ là 30 năm. Thuật ngữ thời tiết được sử dụng để mô tả các sự kiện khí quyển rời rạc theo thời gian. Thời tiết chủ yếu xem xét các hiện tượng trong một phần của hệ thống khí hậu trái đất tồn tại trong thời gian ngắn hơn, có khả năng sinh nhiệt thấp nhất, tính biến đổi thống kê nhiều nhất và quá trình chuyển đổi pha ngưng tụ lớn xộn nhất.
Thay đổi khí hậu và Biến đổi khí hậu	Sự khác biệt giữa thay đổi khí hậu, biến đổi khí hậu đang diễn ra, và những thay đổi tiềm năng trong tương lai về biến đổi khí hậu có thể không được nhìn nhận đúng mức trong đánh giá. Những thách thức trong việc quy các sự kiện cực đoan cụ thể cho sự thay đổi khí hậu đang diễn ra hoặc cho biến đổi khí hậu cũng có thể không được nhìn nhận đúng mức. Đôi khi, một sự kiện hoặc chuỗi sự kiện chưa từng có tiền lệ (hoặc chưa được ghi lại trước đây) xảy ra có thể là một phần của sự biến đổi khí hậu tự nhiên.	Thay đổi khí hậu được định nghĩa là sự thay đổi về trạng thái trung bình và các số liệu thống kê khác của khí hậu cả về không gian và thời gian, ngoài các sự kiện thời tiết riêng lẻ. Biến đổi khí hậu đề cập đến sự thay đổi có ý nghĩa thống kê về trạng thái trung bình của khí hậu hoặc tính biến đổi của nó, xảy ra trong một thời gian dài (hàng thập kỷ hoặc lâu hơn). Thay đổi khí hậu xem xét những thay đổi xảy ra trong các khung thời gian nhỏ hơn, chẳng hạn như một tháng, một mùa hoặc một năm, còn biến đổi khí hậu xem xét những thay đổi xảy ra trong một khoảng thời gian dài hơn, thường là trong nhiều thập kỷ hoặc lâu hơn. Cần phải cẩn thận để không nhầm lẫn giữa sự thay đổi với sự biến đổi. Điểm khác biệt chính giữa thay đổi khí hậu và biến đổi khí hậu là ở sự tồn tại liên tục của các điều kiện “dị thường” - chỉ một loạt các sự kiện bất thường kéo dài diễn ra trong bối cảnh các thông số khí hậu khu vực mới có thể cho thấy một sự biến đổi khí hậu tiềm tàng đã xảy ra.



Thuật ngữ	Giải thích của “Cộng đồng các chuyên gia kỹ thuật”	Giải thích của “Cộng đồng các chuyên gia khí hậu”
Dữ liệu khí hậu và Phân tích khí hậu	Các kỹ sư sẽ chủ yếu xác định hầu hết mọi tập hợp số liệu và sự kiện dưới dạng dữ liệu.	Các giá trị dựa trên phép đo thực tế hoặc giá trị nội suy (ví dụ: dữ liệu dạng lưới). Nhà khoa học có thể gọi các kết quả đầu ra từ các lần chạy mô hình là “thông tin” thay vì “dữ liệu” vì các giá trị này dựa trên các kết quả và giả định tính toán chứ không dựa trên các phép đo vật lý thực tế.
Chuẩn, Chỉ số và Điểm số	Đối với hầu hết các kỹ sư, “Chuẩn” và “Chỉ số” không phải là thuật ngữ phổ biến (theo ngữ cảnh cụ thể). Trong bối cảnh của Quy trình, “điểm số” được xác định trên thang điểm từ 0 đến 7.	Các giá trị được xác định cho bối cảnh khí hậu cụ thể. Ví dụ, “Chuẩn” được Tổ chức Khí tượng Thế giới định nghĩa là mức trung bình trong 30 năm của các biến số khí hậu lịch sử. Nhóm chuyên gia nghiên cứu toàn cầu về “Chỉ số giám sát và phát hiện BĐKH” đã xác định một bộ chỉ số cốt lõi gồm 27 chỉ số cực đoan mô tả các đặc điểm của nhiệt độ và lượng mưa cực đoan đã chọn, bao gồm tần suất, biên độ và trường độ.
Ứng xử với sự không chắc chắn	Nhiều kỹ sư có thể sử dụng thuật ngữ “không chắc chắn” theo nghĩa chung chung hoặc phi số học. Họ thường xuyên thiết kế trong điều kiện không chắc chắn. Ví dụ như trong địa chất và các thiết kế kỹ thuật khác dựa trên các hiện tượng vật lý được mô hình hóa. Các tham chiếu về sự không chắc chắn của thông tin có thể chỉ ra độ chính xác và độ chuẩn xác của bộ dữ liệu cũng như tất cả các yếu tố được sử dụng để tạo ra thông tin. Nguyên tắc phòng ngừa dựa trên ý tưởng rằng hiểu biết chưa đầy đủ không phải là lý do để không hành động. Do đó, các ứng dụng kỹ thuật thường sử dụng các yếu tố an toàn khoa học để tính đến các sự không chắc chắn.	Cũng như các ngành khoa học khác, khoa học khí hậu liên quan đến sự không chắc chắn của khoa học, điều đó không có nghĩa là một điều gì đó chưa biết. Để minh bạch, các nhà khoa học khí hậu muốn chỉ ra mức độ không chắc chắn của họ để làm nổi bật mức độ biết (hoặc chưa biết) của một dự báo hoặc hiện tượng. Mặc dù các nhà khoa học đã đạt được hiểu biết sâu sắc về cách thức hoạt động của hệ thống khí hậu, nhưng họ không tin tưởng 100% vào các dự đoán về biến đổi khí hậu của mình - và họ sẽ không bao giờ tin như vậy. Khoa học về biến đổi khí hậu giải thích cho sự không chắc chắn trong các dự đoán của nó bằng cách đề cập đến một loạt các giá trị khí hậu tương lai hợp lý phụ thuộc vào các giả định phát thải khí nhà kính trong tương lai, trong số các ảnh hưởng khác.
Tập hợp	Tập hợp không phải là một từ thường được sử dụng trong hoạt động kỹ thuật. Về mặt kết quả nhóm, các kỹ sư khá quen thuộc với các tập hợp dữ liệu, nhưng họ sẽ coi tập hợp đó là một tổng thể thống nhất và hoàn toàn thoải mái khi tính toán trung bình, nội suy và ngoại suy trong tập dữ liệu.	Nhà khoa học khí hậu sẽ đề cập đến một tập hợp như một nhóm kết quả từ các mô hình khí hậu và kịch bản phát thải khác nhau. Giá trị trung bình của tập hợp có thể được sử dụng để báo cáo những thay đổi chung. Tuy nhiên, nhà khoa học có thể khuyên các học viên xem xét từng kết quả mô hình riêng lẻ và lưu ý đến ảnh hưởng của việc sử dụng các tập hợp bao gồm các kịch bản phát thải khác nhau.

Thuật ngữ	Giải thích của “Cộng đồng các chuyên gia kỹ thuật”	Giải thích của “Cộng đồng các chuyên gia khí hậu”
Sự xác thực và tính không chắc chắn	Kỹ sư có thể sử dụng thuật ngữ xác thực một cách tổng quát. Họ có thể đề cập đến việc xác thực hoặc xác nhận một tài liệu. Thông thường, họ sẽ không sử dụng thuật ngữ này đối với thông tin “thực nghiệm” hoặc hiệu chỉnh dữ liệu đo đạc. Ngoài ra, trong lĩnh vực kỹ thuật, thuật ngữ “xác thực” có thể được sử dụng để xác định rằng phân tích kỹ thuật phù hợp đang được sử dụng trong quy trình tính toán. Đây là cách sử dụng phổ biến của thuật ngữ này trong các hoạt động giảm phát thải khí nhà kính, trong đó các tính toán bù đắp khí nhà kính được xác thực để đảm bảo rằng các quy trình phân tích thích hợp đã được áp dụng.	Nhà khoa học về khí hậu sẽ sử dụng thuật ngữ “xác thực” để chỉ quá trình dữ liệu mô hình khí hậu “thực nghiệm” và việc thu hẹp quy mô của nó trong một giai đoạn lịch sử so với dữ liệu khí tượng lịch sử thực tế (thường được lập thành lưới).
Khí thải và Giảm thiểu	Một kỹ sư, đặc biệt là người có kinh nghiệm với các quy trình đánh giá rủi ro và tác động môi trường, sẽ sử dụng thuật ngữ “giảm thiểu” để chỉ quy trình thực hiện hành động nhằm giảm thiểu các rủi ro đã xác định.	Nhà khoa học về khí hậu có thể sử dụng thuật ngữ “giảm thiểu” như nó thường xuất hiện trong tài liệu về biến đổi khí hậu, đề cập đến việc giảm thiểu như các hoạt động liên quan đến giảm phát thải khí nhà kính.
Độ tin cậy	Sự tin tưởng hoàn toàn với một bộ dữ liệu. Điều này vượt ra ngoài phương sai thống kê và bao gồm toàn bộ quá trình thiết lập dữ liệu, gồm cả tính xác thực của các giả định đã nêu và chưa được nêu. Các kỹ sư càng ít tin cậy vào tập dữ liệu, thì họ sẽ thêm vào dự án càng nhiều giới hạn an toàn và dự phòng.	Các nhà khoa học khí hậu thường dựa vào số liệu thống kê để nói rõ mức độ tin cậy của thông tin khí hậu. Họ tập trung vào khả năng tái tạo kết quả và sẽ có xu hướng coi mức độ tin cậy là thước đo xem nhiều bằng chứng có dẫn đến một kết quả nhất quán hay không.
Độ chính xác so với Độ chuẩn xác	Hầu hết các kỹ sư sẽ sử dụng các từ “độ chính xác” và “độ chuẩn xác” thay thế cho nhau trong công việc hàng ngày của họ.	Các chuyên gia về khí hậu và thời tiết có yêu cầu khác nhau về độ chính xác và độ chuẩn xác. Độ chính xác thường đề cập đến sự gần đúng của ước tính với giá trị thực tế, trong khi độ chuẩn xác sẽ đề cập đến tính nhất quán hoặc phân tán của các ước tính. Các nhà khoa học về biến đổi khí hậu hướng đến độ chính xác cao nhất khi tham số hóa các quá trình khí hậu chi tiết trong các mô hình để dự đoán những thay đổi trong tương lai từ các điều kiện khí hậu cơ sở. Độ chuẩn xác là rất quan trọng để theo dõi và phát hiện những thay đổi trong khí hậu. Lý tưởng nhất là sự hiểu biết về các tác động và rủi ro của biến đổi khí hậu đòi hỏi những nỗ lực tốt nhất về cả độ chính xác và độ chuẩn xác, mặc dù cả hai đều không thể thực hiện được. Một cách tiếp cận thận trọng đối với việc ra quyết định thường nhấn mạnh rằng tốt hơn hết là đúng một cách chung chung hơn là sai một cách chuẩn xác.



Thuật ngữ	Giải thích của “Cộng đồng các chuyên gia kỹ thuật”	Giải thích của “Cộng đồng các chuyên gia khí hậu”
Đánh giá chuyên môn	Việc sử dụng các tiêu chuẩn kỹ thuật, quy trình, phương pháp luận, khoa học và các công cụ khác thu được qua nhiều năm đào tạo và hoạt động nghề nghiệp. Đó là một quá trình hình thành ý kiến hoặc đánh giá cho tình huống hiện tại bằng cách phân biệt và so sánh trong khi tuân thủ các tiêu chuẩn kỹ thuật hoặc đạo đức của nghề nghiệp khi yêu cầu áp dụng kiến thức chuyên ngành và thường là sự chuẩn bị về mặt học thuật lâu dài và chuyên sâu.	Nhà khoa học thường coi đánh giá chuyên môn là một quá trình chủ quan. Khi dữ liệu không có sẵn, nó sẽ đòi hỏi phải áp dụng các giả định định lượng, nội suy và ngoại suy cần thiết để tiếp tục. Nhà khoa học có thể không thoải mái về việc áp dụng đánh giá theo cách này và có thể muốn thực hiện công việc bổ sung để kiểm tra và/hoặc thay thế thông tin dựa trên đánh giá bằng các kết quả được đo lường hoặc tính toán.
Bảo toàn	Đối với hầu hết các kỹ sư, thuật ngữ “bảo toàn” thường đề cập đến giá trị thiết kế hoặc ước tính khác có chứa yếu tố tường minh hoặc hàm ẩn để đảm bảo rằng hệ thống sẽ hoạt động theo thông số kỹ thuật trong mọi điều kiện hợp lý. Ví dụ: việc áp dụng hệ số an toàn cho giá trị thiết kế khí hậu cơ sở (tường minh) hoặc sử dụng giá trị cực đoan nhất trong một tập dữ liệu nhất định (hàm ẩn) sẽ đảm bảo rằng thiết kế có tính bảo toàn.	Đối với các nhà khoa học khí hậu, giá trị bảo toàn thường là giá trị nhỏ hơn một chút so với điểm cao nhất trong phạm vi dữ liệu. Một ước tính thận trọng sẽ đảm bảo rằng giá trị được bao phủ trong toàn bộ phạm vi dữ liệu được trích dẫn và do đó, có thể bảo vệ được nhiều hơn là một giá trị cực đoan hơn. Khi không có cơ sở khoa học để ước tính, nhà khoa học sẽ có xu hướng loại trừ thông tin đó.
Mức độ đầy đủ của dữ liệu	Một kết quả dựa trên dữ liệu hoặc thông tin đầy đủ đối với các mục đích của dự án.	Một kết quả dựa trên dữ liệu hoặc thông tin chính xác và chuẩn xác càng gần với giá trị “thực” càng tốt.





Phụ lục D Nhóm chuyên gia

Điều tối quan trọng trong việc giải quyết các loại câu hỏi do Quy trình PIEVC xanh nêu ra là một nhóm các chuyên gia phù hợp dành riêng cho việc thực hiện đánh giá rủi ro. Sự kết hợp đúng đắn giữa kiến thức chuyên môn và hiểu biết địa phương có thể hỗ trợ và xác thực các giả định cho phép bạn bù đắp các dữ liệu bị thiếu hoặc có chất lượng kém cũng như cho việc thiếu các nguồn tài nguyên kỹ thuật khác. Thành phần nhóm và bề dày kinh nghiệm có ảnh hưởng rất lớn đến tính xác thực của báo cáo đánh giá cuối cùng.

Ví dụ về các nguồn lực cho nhóm có thể bao gồm (* bắt buộc):

- **Chuyên gia đánh giá rủi ro:** (Các) chuyên gia đánh giá rủi ro* có kiến thức chuyên sâu về các nguyên tắc cơ bản của rủi ro và quy trình đánh giá rủi ro. Họ có những kỹ năng mạnh mẽ về điều hành và giao tiếp giúp củng cố kiến thức và chuyên môn của các thành viên khác trong nhóm và hướng dẫn quy trình.
- **Chuyên gia khí hậu:** (Các) chuyên gia khí hậu* có hiểu biết sâu sắc về khí hậu phù hợp với bối cảnh địa phương. Họ có thể giải thích dữ liệu khí hậu và truyền đạt sự không chắc chắn một cách hiệu quả với các thành viên khác của nhóm.
- **Chuyên gia lập kế hoạch:** Các cá nhân hoặc nhóm có kiến thức về lập kế hoạch cộng đồng, quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch cơ sở hạ tầng và chuyên môn khác liên quan đến phạm vi đánh giá (như giao thông vận tải) có thể cung cấp hiểu biết rộng rãi về các mục tiêu của nhiều tổ chức và chính sách liên quan.
- **Kỹ thuật viên/ Kỹ sư:** (Các) kỹ sư chuyên nghiệp* và (các) chuyên gia về chủ đề kỹ thuật hoặc kỹ thuật viên có kinh nghiệm liên quan làm việc với cơ sở hạ tầng hoặc hệ thống được đánh giá.
- **Chuyên gia về Môi trường tự nhiên:** Các chuyên gia về chủ đề môi trường tự nhiên có kinh nghiệm làm việc và quản lý các hệ thống tự nhiên. Chuyên môn cần thiết sẽ khác nhau tùy thuộc vào phạm vi đánh giá nhưng có thể bao gồm kiến thức về tính bền vững, thủy văn, kiến trúc cảnh quan, sinh thái học, thủy sinh học hoặc quản lý rừng.
- **Vận hành & Bảo trì:** Các cá nhân hoặc nhóm tham gia vận hành và bảo trì có thể cung cấp thông tin chi tiết có giá trị về hệ thống đang được đánh giá hoặc các hệ thống tương tự mà họ đã làm việc trước đây.
- **Quản lý, Tài chính:** Các cá nhân hoặc nhóm liên quan đến đóng góp tài chính hoặc quản lý cơ sở hạ tầng có thể hỗ trợ mua cổ phần và khuyến khích điều chỉnh các mục tiêu của dự án phù hợp với các mục tiêu và chiến lược của tổ chức.





- **Pháp lý, Bảo hiểm:** Các cá nhân hoặc nhóm có chuyên môn về pháp lý và bảo hiểm có thể cung cấp thông tin chuyên sâu về các chủ đề như trách nhiệm pháp lý, mức độ chấp nhận rủi ro, khả năng mua bảo hiểm và chính sách liên quan.
- **Khoa học xã hội:** Các cá nhân hoặc nhóm có chuyên môn về xã hội học, khoa học chính trị hoặc chính sách công có thể củng cố các khía cạnh xã hội và quản trị của đánh giá.
- **Người bản địa và/hoặc người dân địa phương:** Sự tham gia có ý nghĩa với cộng đồng và những người có kiến thức có thể nâng cao hiểu biết về điều kiện khí hậu và tác động của nó trong các khu vực và cộng đồng được đánh giá.
- **Các bên liên quan khác:** Các bên liên quan phi tổ chức phụ thuộc vào các dịch vụ của hệ thống hoặc cơ sở hạ tầng được đánh giá sẽ có các quan điểm đóng góp quan trọng về sự gián đoạn cũng như mức độ dịch vụ.

Không thể phóng đại tầm quan trọng của kiến thức địa phương trong việc tiến hành đánh giá rủi ro khí hậu. Kiến thức địa phương thông qua chuyên môn tổng thể của nhóm đánh giá thường sẽ bù đắp cho những dữ liệu thiếu sót và cung cấp cơ sở vững chắc cho đánh giá chuyên môn về tính dễ bị tổn thương của cơ sở hạ tầng.

Việc có một nhóm cân bằng về giới tính cũng có thể nâng cao kết quả đánh giá và thúc đẩy đổi mới bằng cách xem xét nhiều quan điểm và giải pháp đa dạng, đặc biệt khi đề cập đến các cộng đồng bị ảnh hưởng.





Phụ lục E Thông tin khí hậu để đánh giá rủi ro khí hậu cho cơ sở hạ tầng

Trong các ứng dụng kỹ thuật trước đây, người ta thường giả định rằng các điều kiện khí hậu cho một vùng địa lý nhất định từ những thập kỷ trước có thể được ngoại suy cho những thập kỷ tới, đặc biệt là khi đề cập đến các điều kiện khắc nghiệt. Mặc dù giả định này đã hoạt động tốt, nhưng nó ngày càng có ít giá trị hơn. Cần có các công cụ mô hình hóa biến đổi khí hậu bao gồm ảnh hưởng của phát thải khí nhà kính và các thay đổi về sử dụng đất để tính đến những thay đổi tiềm ẩn trong điều kiện thiết kế. Những thay đổi về tính thời vụ của các sự kiện do khí quyển, chẳng hạn như lưu lượng dòng chảy cực đại, hoặc về tần suất và cường độ của các sự kiện cực đoan, chẳng hạn như lượng mưa cực đoan, cần được xem xét trong bối cảnh biến đổi khí hậu tương lai do chúng tác động trực tiếp đến cơ sở hạ tầng.

Dưới đây là một số nguyên tắc hướng dẫn sử dụng thông tin khí hậu để hỗ trợ đánh giá rủi ro khí hậu cho cơ sở hạ tầng:

- Thông tin khí hậu liên quan đến tất cả các thông số khí hậu có thể được dự đoán một cách hợp lý sẽ tương tác với cơ sở hạ tầng đang được nghiên cứu. Điều này không chỉ giới hạn ở nhiệt độ và lượng mưa mà còn có thể bao gồm vô số thông số khác nhau, từ các sự kiện cực đoan có tính cục bộ cao (ví dụ: lốc xoáy) đến các thông số dài hạn diễn ra trong nhiều năm hoặc nhiều thập kỷ (ví dụ: sự phong hóa).
- Tiêu điểm thường là các giá trị cực trị chứ không phải giá trị trung bình, mặc dù các quá trình thay đổi thời tiết phức tạp hàng ngày có thể cũng quan trọng.
- Thông tin khí hậu mong muốn có thể không có sẵn hoặc phạm vi phân tích khí hậu có thể bị hạn chế bởi ngân sách và các nguồn lực khác.
- Một vấn đề quan trọng cần chú ý đối với khí hậu là khả năng vượt quá các giá trị hoặc ngưỡng khí hậu một hoặc nhiều lần trong khoảng thời gian quan tâm trong tương lai (chứ không phải là tổng số lần vượt quá).
- Các sự kiện khí hậu có chu kỳ lặp lại ngắn (ví dụ: 2-3 năm, 1 năm hoặc ít hơn) cũng có thể quan trọng, đặc biệt đối với các xem xét về vận hành và bảo trì.
- Dữ liệu khí hậu lịch sử thường không có sẵn cho địa điểm nghiên cứu chính xác; tuy nhiên, trạm khí hậu đại diện nhất hay gần nhất, hoặc mạng lưới dữ liệu khí hậu đại diện và được hiệu chỉnh có thể cung cấp dữ liệu tốt nhất hiện có cho việc đánh giá.
- Khí hậu cơ sở và các dự báo khí hậu trong tương lai sẽ được tính điểm theo thang đo khả năng của PIEVC với mỗi mức tăng của thang đo thu được một loạt các giá trị khí hậu. Trong nhiều trường hợp, điều này sẽ làm giảm các yêu cầu về độ chính xác của khí hậu.
- Các tài liệu và đánh giá về khí hậu của chuyên gia đối với các biến số của khí hậu và biến đổi khí hậu có thể cần thiết, đặc biệt là các sự kiện tương đối phức tạp về bản chất (ví dụ: các sự kiện thời tiết khắc nghiệt cục bộ).
- Sự hợp tác giữa các chuyên gia kỹ thuật, môi trường, xã hội và khí hậu, bao gồm cả việc đánh giá liên tục sự đầy đủ của dữ liệu nhằm xác định thông tin khí hậu phù hợp nhất, sẽ rất quan trọng trong việc xác định các biến số khí hậu và ngưỡng cho đánh giá.





Phụ lục

- Nhóm làm việc sẽ cần làm rõ các diễn giải về khí hậu và thuật ngữ kỹ thuật, tốt nhất là ngay từ đầu nghiên cứu, để đảm bảo rằng thông tin khí hậu liên quan đến quyết định sẽ được cung cấp cho đánh giá rủi ro khí hậu (xem Phần A Phần 3 và Phụ lục D).

Để có hướng dẫn chuyên sâu hơn về thông tin khí hậu và các ứng dụng của nó vào đánh giá rủi ro khí hậu cho cơ sở hạ tầng, hãy xem Quy trình PIEVC.

Một số nguồn ví dụ về dữ liệu khí hậu và các sản phẩm thông tin được cung cấp trong bảng dưới đây. Các dịch vụ khí tượng quốc gia hoặc các tổ chức dịch vụ khí hậu có thể là điểm khởi đầu hữu ích cho dữ liệu và thông tin. Chính quyền địa phương hoặc thành phố cũng có thể đã thu thập dữ liệu bổ sung cho địa phương hoặc khu vực. Thông tin thiết kế khí hậu hữu ích cũng có thể có sẵn từ việc lập bản đồ và giám sát khu vực ngập lụt, và từ các nghiên cứu mô hình hóa khí hậu cụ thể theo khu vực trong những nghiên cứu khác.

Ví dụ về các nguồn dữ liệu khí hậu và các sản phẩm thông tin.

Nguồn	Cơ quan	Liên kết
Bản đồ tương tác IPCC WGI	Nhóm công tác IPCC I (WGI): Báo cáo đánh giá lần thứ sáu	https://interactive-atlas.ipcc.ch/
Cổng thông tin kiến thức về biến đổi khí hậu cho các nhà thực hành phát triển và hoạch định chính sách	Ngân hàng thế giới	https://climateknowledgeportal.worldbank.org/
Danh mục dữ liệu khí hậu của WMO	Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO)	https://climatedata-catalogue.wmo.int/
Dữ liệu kịch bản khí hậu	Sáng kiến lưu vực sông Nile	http://ikp.nilebasin.org/en/content/climate-scenario-data
Dữ liệu khí tượng thủy văn và khí hậu lịch sử, hiện tại và tương lai	Dịch vụ thông tin và dữ liệu của Ủy hội sông Mê Kông (MRC)	https://portal.mrcmekong.org/home
Copernicus	Copernicus/ Liên minh châu Âu	https://www.copernicus.eu/en/access-data
Bộ dữ liệu khí hậu lịch sử và tương lai cho Canada, ban hỗ trợ, cổng dữ liệu khí hậu, thư viện tài nguyên	Trung tâm Dịch vụ Khí hậu Canada	https://www.canada.ca/climate-services
Dự đoán khí hậu của Brasil	Viện nghiên cứu vũ trụ quốc gia Brazil	http://pclima.inpe.br/
Cổng dịch vụ dữ liệu khí hậu	Cục Khí tượng Ấn Độ	https://cdsp.imdpune.gov.in/





Phụ lục F Hướng dẫn bổ sung về thiết lập điểm khả năng xảy ra

Cơ sở

Trước tiên, bạn phải xác định rõ tập hợp các tình huống mà điểm khả năng xảy ra được chỉ định. Kết quả từ các nghiên cứu trước đó chỉ ra một cách rõ ràng rằng phân tích này đòi hỏi nhiều hơn là chỉ đơn giản xác định liệu một thông số khí hậu cụ thể có thay đổi theo thời gian đánh giá hay không.

Ý tưởng xác định các hiểm họa giả định rằng có sự sàng lọc sơ bộ các sự kiện tiềm ẩn để xác định những sự kiện có thể khiến cơ sở hạ tầng (thành phần cơ sở hạ tầng) không đáp ứng được các mục tiêu hoạt động của nó. Việc sàng lọc sơ bộ này được thực hiện thông qua Phân tích Có/Không được nêu trong Quy trình. Nếu không, toàn bộ quá trình có thể trở nên rườm rà và tốn nhiều nguồn lực.

Định nghĩa

Khả năng xảy ra được định nghĩa là: “Khả năng xảy ra một kết quả cụ thể, mà có thể được ước tính theo xác suất” (IPCC, AR6, WGII, p.2914).

Vì có thể có những cách hiểu khác nhau về thuật ngữ Khả năng xảy ra (và thuật ngữ Xác suất liên quan) giữa các lĩnh vực, bạn nên xác định rõ ràng với nhóm rằng hoạt động cho điểm Khả năng xảy ra không phải là một Quy trình định lượng. Thay vào đó, nó là một quá trình dựa trên sự đánh giá và ra quyết định chuyên môn được báo trước. Nhóm chỉ định một số điểm cho Khả năng xảy ra của các sự kiện đang được xem xét.

Làm rõ

Hãy cẩn thận để không tập trung vào mức độ nghiêm trọng của tác động của sự kiện khi thiết lập điểm số khả năng xảy ra. Để xác định rõ hơn quy trình cho điểm khả năng xảy ra, bạn nên đánh giá cụ thể khả năng một thông số khí hậu kích hoạt một ngưỡng xác định trong khoảng thời gian đánh giá.

Đánh giá chuyên môn

Đánh giá chuyên môn là một yếu tố quan trọng trong việc ấn định điểm số khả năng xảy ra. Trong bối cảnh đánh giá rủi ro khí hậu, đánh giá chuyên môn sẽ là sự kết hợp về chuyên môn, kiến thức và trí tuệ chuyên ngành của toàn bộ nhóm. Điều quan trọng là càng có nhiều thông tin và hiểu biết sâu sắc từ các nền tảng chuyên môn khác nhau được áp dụng để hình thành đánh giá chuyên môn cuối cùng.





Các quyết định nếu chỉ dựa trên bất kỳ yếu tố chuyên môn nào của nhóm (ví dụ: khoa học khí hậu, kỹ thuật) có thể bỏ sót thông tin quan trọng từ các lĩnh vực chuyên môn khác và có thể dẫn đến đánh giá sai về khả năng xảy ra.

Xác định ngưỡng

Mỗi thông số khí hậu được gán một giá trị ngưỡng liên quan dành riêng cho cơ sở hạ tầng đang được xem xét, ví dụ: số ngày có nhiệt độ lớn hơn 30°C. Do đó, việc đánh giá không chỉ đơn giản là đánh giá tác động của nhiệt độ cao hơn đối với cơ sở hạ tầng. Thay vào đó, đánh giá sẽ xem xét tần suất và cường độ của các thông số khí hậu kích hoạt các giá trị ngưỡng đã xác định. Các ngưỡng này có thể được xác định từ nhiều nguồn khác nhau, bao gồm nhưng không giới hạn như sau:

- Tiêu chuẩn thiết kế
- Tiêu chuẩn hoạt động
- Quy tắc thực hành
- Hướng dẫn bảo trì
- Quy tắc thực hành
- Tài liệu thực hành kỹ thuật/thiết kế
- Kinh nghiệm (sự kiện trong quá khứ)
- Đánh giá chuyên môn

Lưu ý rằng một số giá trị ngưỡng xác định các điều kiện tối đa trong khi các giá trị khác xác định các điều kiện tối thiểu liên quan đến một mức độ dịch vụ cơ sở hạ tầng cụ thể. Ví dụ: ngưỡng có thể xác định nhiệt độ tối đa mà vượt trên ngưỡng đó thì cơ sở hạ tầng có thể bắt đầu có biểu hiện bị mất chức năng. Ngược lại, ngưỡng có thể là nhiệt độ tối thiểu mà ở dưới ngưỡng đó cơ sở hạ tầng có thể bắt đầu có biểu hiện bị mất chức năng. Vì lý do này, chúng tôi khuyên bạn nên tránh sử dụng từ “kích hoạt” khi thảo luận về những tương tác này. Điều này tránh sự nhầm lẫn về ngôn ngữ, ví dụ, có thể gợi ý rằng nhiệt độ tối thiểu vượt quá giá trị ngưỡng tối thiểu. Mặc dù ngôn ngữ này đúng về mặt kỹ thuật, nhưng nó có thể dẫn đến sự nhầm lẫn giữa các thành viên trong nhóm.

Đối với mỗi thông số khí hậu, cần phải xác định một giá trị ngưỡng tương ứng. Các giá trị ngưỡng này nên được chia sẻ với các chuyên gia khí hậu, những người sau đó có thể điều chỉnh công việc của họ để đưa ra các dự báo khí hậu phù hợp với ngưỡng đã chỉ định.

Ví dụ về các ngưỡng được trình bày trong **bảng dưới đây**. Lưu ý rằng các ngưỡng được áp dụng trong bất kỳ đánh giá cụ thể nào là dành riêng cho cơ sở hạ tầng đang được xem xét và khu vực xây dựng cơ sở hạ tầng đó (ngưỡng mưa hoặc nhiệt độ cao sẽ thay đổi tùy theo khu vực) và các ví dụ được cung cấp trong **bảng dưới đây** có thể không áp dụng cho tất cả các đánh giá cơ sở hạ tầng.

Những ví dụ này được cung cấp nhằm mục đích tham khảo.





Ví dụ về giá trị ngưỡng cơ sở hạ tầng

Thông số khí hậu	Chỉ số cơ sở hạ tầng
Nhiệt độ cao	Số ngày có nhiệt độ tối cao trên 30° C
Nhiệt độ thấp	Số ngày có nhiệt độ tối thấp dưới -24° C
Biến đổi nhiệt độ	Số ngày có nhiệt độ ngày biến thiên lớn hơn 24° C
Đóng băng/ Tan băng	17 ngày trở lên khi nhiệt độ cao nhất > 0° C và nhiệt độ thấp nhất < 0° C

Các thông số khí hậu không tương tác với cơ sở hạ tầng, không tạo cơ hội kích hoạt ngưỡng hoặc không liên quan đến hoạt động bình thường của cơ sở hạ tầng thì không được chỉ định điểm số rủi ro. Thông thường, những tương tác này được sàng lọc ra khỏi quy trình đánh giá ở Bước 3.

Khung tham chiếu

Nếu dự báo về khí hậu dẫn đến việc kích hoạt giá trị ngưỡng thường xuyên hơn, hãy chỉ định điểm khả năng xảy ra cao hơn. Tuy nhiên, nếu dự kiến thay đổi sẽ dẫn đến sự sụt giảm đáng kể về tín hiệu/sự kiện kích hoạt, hãy chỉ định điểm khả năng xảy ra thấp hơn.

Điều quan trọng là phải duy trì khung tham chiếu này trong suốt quá trình thực hiện đánh giá. Nếu kết quả khả năng tích cực và tiêu cực được trộn lẫn với nhau, việc đánh giá rủi ro tổng thể đối với cơ sở hạ tầng có thể trở nên rất sai lệch và khó hiểu.

Cân nhắc ảnh hưởng đến điểm số khả năng xảy ra

Chỉ định điểm số khả năng xảy ra là một quyết định sáng suốt dựa trên đánh giá chuyên môn của bạn được xác thực thông qua chuyên môn của những người tham gia tại hội thảo đánh giá rủi ro. Khi thích hợp, thông tin đầu vào từ các chuyên gia khí hậu có thể cải thiện đáng kể độ tin cậy tổng thể trong việc cho điểm.

Lưu ý rằng các quy trình này không phải là phép tính số học chính xác. Thay vào đó, đây là một quá trình tham vấn được thiết kế để tạo ra đối thoại giữa các chuyên gia khác nhau tham gia đánh giá. Mục đích là dựa trên đánh giá chuyên môn kết hợp của nhóm để ghi điểm (hoặc xếp hạng) khả năng xảy ra các sự kiện khí hậu dự báo. Điều này dựa trên các tiêu chuẩn kỹ thuật thực tiễn đánh giá các hạn chế về thống kê, công nghệ và nguồn lực nhằm gán các giá trị tham số chức năng cho phép cải thiện vấn đề. Thông thường, nó liên quan đến việc áp dụng các hệ số an toàn phù hợp với các tham số về tính không chắc chắn, đảm bảo thiết kế tính đến các sai sót về tính toàn vẹn tổng thể của hệ thống và quan trọng nhất là đảm bảo an toàn cộng đồng.





Nói chung, đánh giá chuyên môn để cho điểm khả năng xảy ra có thể được hướng dẫn bởi năm câu hỏi sau:

1. Các điều kiện khí hậu liên quan đến cơ sở hạ tầng có thay đổi theo thời gian đánh giá không?
2. Các ngưỡng được kích hoạt thường xuyên hơn, ngang bằng hay ít hơn trong điều kiện hiện tại?
3. Tác động của sự thay đổi dự kiến về độ lớn của sự kiện khí hậu đối với tần suất xảy ra các sự kiện kích hoạt là gì?
4. Tác động dự kiến của sự thay đổi tần suất của các hiện tượng khí hậu đối với tần suất của các sự kiện kích hoạt là gì?
5. Kết quả của các dự báo khí hậu chắc chắn đến mức độ nào?

Xem xét dữ liệu đầu vào từ một số nguồn (ví dụ: tài liệu đã xuất bản, kinh nghiệm) để đánh giá khả năng xảy ra, bao gồm, nhưng không giới hạn như sau:

- Khoa học thời tiết và khí hậu
 - Các kịch bản dựa trên đầu ra của mô hình khí hậu
 - Phân tích các mô hình thời tiết
 - Phân tích thống kê
 - Hiểu biết địa phương
- Đánh giá chuyên môn của các thành viên trong nhóm

Liên quan đến vấn đề thứ năm về tính chắc chắn của kết quả dự báo khí hậu, sự tin tưởng của bạn đối với dự báo khí hậu có thể có tác động giảm nhẹ đối với điểm số khả năng xảy ra tổng thể. Ví dụ, dự báo khí hậu khu vực có thể chỉ ra sự thay đổi trong các thông số khí hậu vượt quá ngưỡng thiết kế hoặc vận hành. Thông thường, điều này sẽ hỗ trợ một điểm số khả năng xảy ra cao hơn. Tuy nhiên, các chuyên gia khí hậu có thể cho rằng kết quả dự báo của mô hình rất hay thay đổi hoặc có mức độ không chắc chắn cao. Khi xem xét thông tin này, bạn có thể hạ thấp điểm khả năng xảy ra để giải thích cho sự không chắc chắn của dự đoán. Ngược lại, các chuyên gia về khí hậu có thể dự đoán sự cải thiện về điều kiện khí hậu nhưng với mức độ không chắc chắn cao. Điều này có thể dẫn đến việc tăng điểm khả năng xảy ra tổng thể.



Ví dụ về cho điểm khả năng xảy ra

Bảng dưới đây minh họa một ví dụ về hoạt động cho điểm khả năng xảy ra sử dụng dự báo khí hậu.

Ví dụ Hoạt động cho điểm khả năng xảy ra.

Thông số khí hậu	Chỉ số cơ sở hạ tầng	Tương tác liệu có thay đổi trong giới hạn thời gian được đánh giá?	Nhiều hơn- Giữ nguyên -ít hơn?	Thay đổi dự kiến về cường độ?	Thay đổi dự kiến về tần suất	Tính chắc chắn của dự đoán?	Đánh giá chuyên môn	Điểm số của khả năng xảy ra
		Có/Không	+ 0 -	h m L	h m L	h m L	Bình luận	0-5
		$\frac{L}{H}$	$\frac{L}{H}$	$\frac{L}{H}$	$\frac{L}{H}$	$\frac{L}{H}$	$L = f(A, B, C, D, \& E)$	
		a	b	C	Đ.	e	$\frac{L}{H}$	L
Nhiệt độ cao	Số ngày có nhiệt độ cực đại vượt quá 30 °C	Y	+	h	h	h	Dự báo mô hình khí hậu khu vực cho thấy cả tần suất và cường độ sẽ tăng từ mức trung bình 0,6 lên ~ 3 ngày mỗi năm. Các chuyên gia khí hậu tin cậy cao vào kết quả dự báo. Đây là một sự thay đổi đáng kể. Dự báo này phù hợp với các dự báo khác. Điều này cho thấy khả năng biến đổi của khí hậu là tương đối cao.	4

Chú thích: Y: Có; N: Không; H: Cao; M: Vừa; L: Thấp



Phụ lục G Hội thảo đánh giá rủi ro khí hậu

Bước 3 của Quy trình PIEVC xanh yêu cầu bạn tổ chức một hội thảo với các đại diện từ các nhóm vận hành và sở hữu cơ sở hạ tầng. Việc phát triển chuỗi tác động ở Bước 2 cũng sẽ thu được thông tin từ hội thảo. Đây là một cách để bạn tận dụng kinh nghiệm tổng hợp của những người có liên quan tiếp với cơ sở hạ tầng. Phương pháp này cho phép nhóm áp dụng đánh giá chuyên môn một cách minh bạch và nhất quán. Điều này có thể được thực hiện một cách nghiêm ngặt về mặt kỹ thuật và mang lại kết quả có thể đáp ứng được sự giám sát chuyên nghiệp.

Nếu bạn có dữ liệu, hãy sử dụng nó. Tuy nhiên, nếu dữ liệu bị thiếu hoặc nghi ngờ dưới bất kỳ hình thức nào, hãy dựa vào đánh giá chuyên môn của nhóm làm việc và những người tham gia hội thảo. Vì vậy, hội thảo đại diện cho giai đoạn quan trọng nhất của đánh giá.

Do tầm quan trọng của hội thảo, điều quan trọng là phải có sự kết hợp đúng đắn giữa kiến thức, kinh nghiệm và kỹ năng chuyên môn. Nếu nhóm làm việc đã được xây dựng phù hợp, các kỹ năng và kinh nghiệm chuyên môn sẽ sẵn sàng cho hội thảo. Tuy nhiên, nhóm làm việc có thể thiếu kinh nghiệm thực tiễn với cơ sở hạ tầng cụ thể này. Hiểu biết địa phương liên quan đến các sự kiện thời tiết và cách mà cơ sở hạ tầng và nhóm vận hành phản ứng với các sự kiện đó là thông tin quan trọng mà nhóm làm việc cần quan tâm. Những người tham gia hội thảo có thể bổ sung cho những thiếu sót này. Cần phải nhấn mạnh rằng chỉ bao gồm các nhân viên quản lý và kỹ thuật từ chủ sở hữu cơ sở hạ tầng là không đủ, mà các nhân viên vận hành và bảo trì cũng phải tham gia. Việc nhân viên vận hành và nhân viên quản lý/kỹ thuật có quan điểm khác biệt rõ rệt về tương tác giữa khí hậu và cơ sở hạ tầng là điều bình thường. Các sự kiện mà nhóm quản lý xem là rất quan trọng có thể đã được nhóm vận hành gặp phải và giải quyết. Đây là những thông tin đầu vào quan trọng cho bản đánh giá rủi ro khí hậu của bạn.





Nói chung, những người tham gia tại hội thảo nên bao gồm:

- Nhóm đánh giá
- Đại diện Ban quản lý cơ sở hạ tầng
- Đại diện đội kỹ thuật cơ sở hạ tầng
- Đại diện nhóm vận hành cơ sở hạ tầng
- Chuyên môn/kiến thức địa phương về các sự kiện thời tiết khắc nghiệt trong khu vực và các xu hướng khí hậu có thể ảnh hưởng đến cơ sở hạ tầng
- Đại diện từ tổ chức cung cấp thông tin khí hậu
- Đại diện từ bất kỳ nhóm tư vấn hoặc chuyên gia kỹ thuật nào có thể hỗ trợ đánh giá rủi ro khí hậu, ví dụ về các khía cạnh sinh thái, đa dạng sinh học, kinh tế hoặc xã hội
- Những vấn đề khác được chủ sở hữu cơ sở hạ tầng hoặc nhóm đánh giá cho là cần thiết

Quy trình này đã được sử dụng để đánh giá rủi ro khí hậu cho nhiều loại cơ sở hạ tầng khác nhau. Cách tiếp cận sử dụng hội thảo được nêu ở trên đã liên tục phát hiện ra những vấn đề mà nếu không có hội thảo, các thành viên sẽ không nhận thấy được. Vì lý do này, chúng tôi ĐẶC BIỆT khuyến nghị việc sử dụng hội thảo trong quy trình đánh giá rủi ro khí hậu. Chỉ trong những trường hợp có lý do thuyết phục và quan trọng để sử dụng các phương pháp thay thế thì những phương pháp thay thế này mới được xem xét. Ngay cả khi đó, chúng tôi khuyến nghị rằng những phát hiện thu được từ phương pháp thay thế vẫn được xem xét với chủ sở hữu cơ sở hạ tầng trong môi trường hội thảo.





Phụ lục H **Hướng dẫn bổ sung về thiết lập điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động**

Cơ sở

Việc cho điểm mức độ nghiêm trọng của tác động về cơ bản là một hoạt động trong việc áp dụng đánh giá và phán đoán chuyên môn. Điều này dựa trên kiến thức chuyên môn và kinh nghiệm của nhóm đánh giá và thông qua việc tham khảo ý kiến của nhân viên và chủ sở hữu cơ sở hạ tầng, những người có thể có kinh nghiệm xử lý các tình huống tương tự như những tình huống đang được xem xét.

Đừng bao giờ đánh giá thấp giá trị của trải nghiệm cụ thể tại địa điểm trong việc hoàn thiện việc cho điểm mức độ nghiêm trọng của tác động. Đồng thời, tránh mặc định rằng ý kiến của đa số về mức độ nghiêm trọng của tác động của một sự kiện là đúng. Đôi khi, chỉ một cá nhân có thể có kinh nghiệm thực tế liên quan đến mức độ ảnh hưởng nghiêm trọng cụ thể của chúng. Điều rất quan trọng là phải kiểm tra cơ sở của điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động được đề xuất cả trong nhóm đánh giá và từ các nguồn khác. Quá trình này có thể phát hiện ra những tình huống mà những người còn lại trong nhóm bỏ qua, và có thể thay đổi đáng kể kết quả cuối cùng của điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động.

Kinh nghiệm thực tế của nhân viên vận hành, bảo trì và quản lý cơ sở hạ tầng là rất quan trọng. Họ là những người sẽ phải chuyển điểm số lược đồ rủi ro thành các hành động trong thực tế. Nếu không có quan điểm của họ, toàn bộ quá trình có thể chỉ được xem như một nghiên cứu học thuật.

Định nghĩa

Quy trình PIEVC xanh định nghĩa mức độ nghiêm trọng của tác động là sự kết hợp giữa mức độ tiếp xúc và tính dễ bị tổn thương. Mức độ nghiêm trọng của tác động có thể đối với chính cơ sở hạ tầng, một thành phần cơ sở hạ tầng đơn lẻ hoặc đối với hệ thống xã hội - sinh thái.

Đánh giá chuyên môn và Nhóm làm việc

Đánh giá chuyên môn là một yếu tố quan trọng trong việc ấn định điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động. Trong bối cảnh đánh giá rủi ro khí hậu, đánh giá chuyên môn đề cập đến chuyên môn, kiến thức và trí tuệ chuyên môn kết hợp của toàn bộ nhóm làm việc. Điều quan trọng là càng có nhiều thông tin và hiểu biết sâu sắc từ các nền tảng chuyên môn khác nhau được áp dụng để hình thành đánh giá chuyên môn cuối cùng.

Nhân viên quản lý và vận hành cũng như các nhà sinh thái học có thể cung cấp thông tin chi tiết về hành vi “thực tế” của cơ sở hạ tầng và hệ thống xung quanh nó trong các điều kiện thời tiết tương tự như điều kiện do các chuyên gia khí hậu dự báo. Nhóm kỹ sư có thể cung cấp thông tin chi tiết về cách cơ sở hạ tầng hoạt động trong các điều kiện thiết kế và các giới hạn về khả năng hoạt động của cơ sở hạ tầng.





Các nhà sinh thái học hoặc nhà địa lý có thể ước tính có bao nhiêu yếu tố rủi ro của hệ thống xung quanh góp phần vào mức độ nghiêm trọng của tác động. Các quyết định chỉ dựa trên bất kỳ yếu tố chuyên môn nào của nhóm có thể bỏ sót thông tin quan trọng từ các lĩnh vực chuyên môn khác, dẫn đến đánh giá tiềm ẩn các sai lầm về mức độ nghiêm trọng của tác động.

Ngưỡng

Mỗi thông số khí hậu được gán một giá trị ngưỡng liên quan dành riêng cho cơ sở hạ tầng đang được xem xét. Các ngưỡng này có thể được xác định từ nhiều nguồn khác nhau, bao gồm nhưng không giới hạn như sau:

- Tiêu chuẩn thiết kế
- Tiêu chuẩn hoạt động
- Quy tắc thực hành chung
- Hướng dẫn bảo trì
- Quy tắc thực hành
- Tài liệu thực hành kỹ thuật/thiết kế
- Kinh nghiệm (sự kiện trong quá khứ)
- Đánh giá chuyên môn

Lưu ý rằng một số giá trị ngưỡng xác định các điều kiện tối đa trong khi các giá trị khác xác định các điều kiện tối thiểu liên quan đến một mức độ dịch vụ cơ sở hạ tầng cụ thể. Ví dụ: ngưỡng có thể xác định nhiệt độ tối đa mà vượt trên ngưỡng đó thì cơ sở hạ tầng có thể bắt đầu có biểu hiện bị mất chức năng. Ngược lại, ngưỡng có thể là nhiệt độ tối thiểu mà ở dưới ngưỡng đó cơ sở hạ tầng có thể bắt đầu có biểu hiện bị mất chức năng. Vì lý do này, chúng tôi khuyên bạn nên tránh sử dụng từ “kích hoạt” khi thảo luận về những tương tác này. Điều này tránh sự nhầm lẫn về ngôn ngữ, ví dụ, có thể gợi ý rằng nhiệt độ tối thiểu vượt quá giá trị ngưỡng tối thiểu. Mặc dù ngôn ngữ này đúng về mặt kỹ thuật, nhưng nó có thể dẫn đến sự nhầm lẫn giữa các thành viên trong nhóm.

Các sự kiện khí hậu không tương tác với cơ sở hạ tầng, không tạo cơ hội kích hoạt ngưỡng hoặc không liên quan đến hoạt động bình thường của cơ sở hạ tầng thì không cần gán điểm số rủi ro. Thông thường, những tương tác này được sàng lọc ra khỏi quy trình đánh giá thông qua Phân tích Có/Không.

Những vấn đề ảnh hưởng đến điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động

Quy trình cung cấp hai phương pháp tính điểm được đề xuất nhằm giúp tập trung thảo luận về điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động. Những phương pháp này chỉ ra hai cách nhìn khác nhau về hoạt động cho điểm. Bạn sẽ không bị giới hạn trong hai phương pháp này. Tuy nhiên, nếu bạn chọn một phương pháp thay thế, Quy trình yêu cầu phải làm rõ về phương pháp được sử dụng.

Bạn được hướng dẫn để bày tỏ ý kiến chuyên môn về mức độ nghiêm trọng của tác động. Không nên nhầm lẫn điều này với khả năng xảy ra sự kiện đó. Bạn được yêu cầu đánh giá khả năng xảy ra sự kiện một cách riêng biệt.



Các phương pháp này được trình bày trong bảng dưới đây:

Các khả năng của điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động

Điểm	Mức độ nghiêm trọng của tác động	
	Phương pháp A	Phương pháp B
1	Không tác động	Không đáng kể Không áp dụng
2	Tác động ít	Thấp Mất khả năng phục vụ ở mức nhẹ
3	Tác động vừa	Mất khả năng phục vụ ở mức trung bình Một phần bị mất năng lực
4	Tác động cao	Mất năng lực Mất chức năng
5	Thảm họa	Nghiêm trọng Mất cơ sở hạ tầng

Chỉ định điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động là một quyết định sáng suốt dựa trên đánh giá chuyên môn của bạn được xác thực thông qua chuyên môn của những người tham gia tại hội thảo đánh giá rủi ro.

Lưu ý rằng các quy trình này không phải là phép tính chính xác về mặt số học. Thay vào đó, đây là một quá trình tham vấn được thiết kế để tạo ra đối thoại giữa các chuyên gia khác nhau tham gia đánh giá. Mục đích là dựa trên đánh giá chuyên môn kết hợp của nhóm để ghi điểm (hoặc xếp hạng) mức độ nghiêm trọng của các sự kiện khí hậu dự kiến. Điều này dựa trên các tiêu chuẩn kỹ thuật thực tiễn đánh giá các hạn chế về thống kê, công nghệ và nguồn lực nhằm gán các giá trị tham số chức năng cho phép cải thiện vấn đề. Thông thường, điều này liên quan đến việc áp dụng các hệ số an toàn phải phù hợp các tham số về tính không chắc chắn, đảm bảo thiết kế đã tính đến các sai sót về tính toàn vẹn tổng thể của hệ thống và quan trọng nhất là đảm bảo được an toàn cộng đồng.

Cần xác định một tập hợp các phản ứng của cơ sở hạ tầng cho từng thành phần cơ sở hạ tầng. Chúng xác định những cách mà cơ sở hạ tầng phản ứng với các kích thích bên ngoài. Ví dụ, có thể cần bảo trì nhiều hơn. Thông thường, bạn sẽ xem xét các phản ứng của cơ sở hạ tầng đã xác định để xem xét một cách cẩn thận và sâu sắc về mức độ nghiêm trọng của một tương tác. Điều quan trọng là phải hiểu rằng bạn thường sẽ nhận được nhiều kết quả từ một tương tác đã xác định. Chúng có thể bao gồm một số trong các phản ứng của cơ sở hạ tầng. Ví dụ, sự kiện có thể yêu cầu bảo trì thường xuyên hơn và cũng làm thời gian phục vụ của cơ sở hạ tầng. Tất cả những yếu tố này được đưa vào đánh giá chuyên môn để ấn định điểm số mức độ nghiêm trọng của tác động.





Phụ lục

Nói chung, đánh giá chuyên môn để cho điểm mức độ nghiêm trọng có thể được hướng dẫn bởi năm câu hỏi sau:

- Bạn hoặc chủ sở hữu cơ sở hạ tầng đã trải qua các sự kiện tương tự trong quá khứ chưa?
- Chủ sở hữu cơ sở hạ tầng có các sáng kiến hoặc chương trình để giải quyết các vấn đề đó hay không?
- Các tổ chức khác đã trải qua sự kiện này hay chưa?
- Thông tin thiết kế có phản ánh chính xác cơ sở hạ tầng được xây dựng không?
- Các vấn đề về pháp lý địa phương có ảnh hưởng đến kết quả của một tương tác không?



Phụ lục I Danh sách các tiêu chí và tiêu chí phụ liên quan đến phân tích ba thành tố cốt lõi trong Đánh giá rủi ro khí hậu cho cơ sở hạ tầng

Bảng sau đây trình bày danh sách chưa đầy đủ các yếu tố và yếu tố phụ có thể được sử dụng trong phân tích TBL (danh sách được điều chỉnh từ Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia và Bàn tròn Quốc gia về Cơ sở Hạ tầng Bền vững, 2009). Một số yếu tố và yếu tố phụ có thể được lặp lại trong nhiều loại để phản ánh các sắc thái có thể có. Bạn không bắt buộc phải sử dụng tất cả các yếu tố hoặc yếu tố phụ được liệt kê dưới đây.

Xã hội	Môi trường	Kinh tế
Tác động đến cộng đồng - Số lượng người dùng bị ảnh hưởng - Hoạt động của người dùng bị ảnh hưởng Mức độ cung cấp dịch vụ - Mất khả năng sử dụng – thời gian - Mất sử dụng – tần suất - Gián đoạn dịch vụ theo kế hoạch - Hiệu suất khi cúp điện - Hiệu suất khi xảy ra thảm họa - Khu vực cung cấp dịch vụ quan trọng Khả năng chấp nhận của xã hội - Vị trí công trình - Con đường tiếp cận vị trí công trình - Nhận thức của cộng đồng - Giáo dục và nhận thức Công bằng xã hội - Khả năng tiếp cận cơ sở - Mức độ sẵn có của dịch vụ - Cơ cấu chi phí - Sự cố/chuyển tải Sức khỏe cộng đồng - Phát thải các chất ô nhiễm có hại – NOx, SOx, VOC, ozone - Khả năng tiếp xúc - Mức độ tiếp xúc với các chất độc hại - Mức độ tiếng ồn: thực tế so với chấp nhận được - Mức độ rung - Dung lượng lưu trữ/Dự trữ - Bệnh dịch và bệnh tật - Sự thoải mái của người sử dụng/người sở hữu An toàn cộng đồng - Tiếp cận các dịch vụ khẩn cấp - Thời gian đáp ứng dịch vụ khẩn cấp - An toàn cho người dùng/người vận hành - Thương tích/tử vong tính trên mỗi km, mỗi năm - Khả năng hiểu các dấu hiệu, biển báo và thông báo - Bảo vệ chống phá hoại Di sản chung - Tác động đến cảnh quan - Tác động đến di sản khảo cổ Tác động đến giao thông - Tác động đến hoạt động giao thông - Tác động đến hoạt động quá cảnh - Hạn chế về đường đi/tải trọng - Thời gian thi công - Chiều dài đường vòng - Mức độ tương thích với kế hoạch và chính sách - Cấp quốc gia, cấp tỉnh và cấp thành phố	Tác động đến môi trường vật lý hoặc môi trường xây dựng - Ô nhiễm không khí - Ô nhiễm tiếng ồn - Khả năng tiếp xúc với các chất có hại - Chất lượng nước thải/đầu ra Tác động đến môi trường tự nhiên - Chất lượng đất - Chất lượng đất nền - Chất lượng nước - Chất lượng không khí - Đất ngập nước - Vùng ngập lũ - Phát thải khí nhà kính Hệ động vật - Phân mảnh môi trường sống - Môi trường sống/bãi sinh sản/khu ương cá - Các loài bị đe dọa - Hành lang động vật hoang dã - Đa dạng sinh học - Khu vực làm tổ di cư Hệ thực vật - Thảm thực vật, lâm nghiệp, rừng cây - Thực vật thủy sinh - Đa dạng sinh học - Các loài bị đe dọa Bảo vệ môi trường - Các khu vực được chỉ định quan trọng Khả năng tương thích với quy định Khuôn khổ / chính sách Chứng nhận tiêu chuẩn - Chứng nhận LEED Tiêu thụ tài nguyên - Sử dụng năng lượng - Tiềm năng phát điện - Sử dụng nước - Sử dụng hóa chất - Nguồn nguyên liệu Bảo tồn tài nguyên - Tái sử dụng vật liệu - Tái chế vật liệu	Chi phí kinh tế - Vốn - Chi phí bảo trì - Chi phí vận hành - Giá trị thay thế của tài sản - Chi phí dịch vụ bình quân đầu người - Cơ cấu chi phí - Giáo dục và nhận thức - Liên lạc Tiềm năng doanh thu Nguồn tài trợ - Khả năng tài trợ - Ổn định nguồn vốn Thời gian - Dòng thời gian dự án - Thời gian thi công - Thời gian lãng phí - Thời gian phục vụ - Thời gian phục vụ còn lại - Tiết kiệm thời gian Mức độ dịch vụ - Cơ sở hạ tầng chính - Cơ sở hạ tầng phụ thuộc Tính linh hoạt của giải pháp Phạm vi của giải pháp Sử dụng đất đai - Ảnh hưởng đến kinh doanh, buôn bán - Tác động đến tài sản dân cư - Tác động đến tài sản nông nghiệp - Tác động đến tài sản công nghiệp - Tiềm năng phát triển trong tương lai Giá trị tài sản - Tác động đến giá trị tài sản - Giá trị mua tài sản Yêu cầu về tài sản Tiêu thụ tài nguyên - Sử dụng năng lượng - Sử dụng nước - Sử dụng hóa chất





Viện Giảm thiểu
Tổn thất thảm họa
Xây dựng cộng đồng thích ứng

VIỆN KHÍ
RỦI RO HẬU

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Được hỗ trợ bởi



Bộ liên bang
kinh tế và hành
động Khí hậu

IKI



SÁNG KIẾN
KHÍ HẬU
QUỐC TẾ

Căn cứ quyết định của
German Bundestag