

Tăng cường khả năng chống chịu với khí hậu cho cơ sở hạ tầng các tỉnh miền núi phía Bắc

Báo cáo kỹ thuật – Đội Kỹ thuật CSHT - Hợp phần UNDP

**BÁO CÁO ĐANH GIÁ MỨC ĐỘ TỒN THƯƠNG CỦA
CƠ SỞ HẠ TẦNG NÔNG THÔN TRƯỚC CÁC TÁC
ĐỘNG DO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU GÂY RA TẠI CÁC TỈNH
MIỀN NÚI PHÍA BẮC**



Hà nội tháng Sáu năm 2015

Chú thích

Báo cáo này được Ban quản lý dự án trung ương (trực thuộc Ban quản lý các dự án nông nghiệp) đệ trình Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (NN&PTNT) và Chương trình phát triển Liên hợp quốc (UNDP). Những quan điểm, kết luận và khuyến nghị trong báo cáo này không đại diện cho quan điểm của Bộ NN&PTNT hoặc UNDP.

Để biết thêm thông tin, vui lòng liên hệ:

Ông Trần Văn Lam, Giám đốc quốc gia
Ban quản lý các dự án nông nghiệp
16 Thụy Khuê, Tây Hồ, Hà Nội
pcrinmp@apmb.gov.vn

hoặc ông Jorge Alvarez-Sala

Chuyên gia quốc tế về Kỹ thuật cơ sở hạ tầng nông thôn
jorge.alvarezsala@gmail.com
01242961635

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin gửi lời cảm ơn tới những người đã đóng góp ý kiến cho tài liệu này. Trước hết tôi xin cảm ơn nhóm công tác của UNDP và Ban Quản lý dự án đã tạo cơ hội cho tôi tham gia công việc lý thú này.

Trước hết, tôi muốn được gửi lời cảm ơn tới ông Trần Văn Lam, bà Hoàng Thị Kim Cúc, ông Marcello Arosio, ông Nguyễn Gia Vượng, bà Bùi Viết Hiền, bà Jenty Kirsch - Wood và ông Koos Neefjes đã hỗ trợ đưa ra các hướng dẫn có giá trị, rà soát tập trung trong khi lập kế hoạch và phát triển các chính sách.

Tôi cũng xin cảm ơn nhóm công tác hợp phần UNDP (đặc biệt là bà Ujala Qadir, ông Đỗ Hoài Nam, bà Trần Kim Cúc, ông Nguyễn Thanh Hùng và ông Đỗ Duy Đình) về các hỗ trợ, hướng dẫn cũng như sự chia sẻ thông tin của các cán bộ ICEM.

Tôi cũng xin cảm ơn các lãnh đạo cấp tỉnh và địa phương tại 15 tỉnh mục tiêu đã chia sẻ kinh nghiệm với nhóm công tác, đặc biệt là chính quyền địa phương tỉnh Sơn La và Bắc Kạn trong các chuyến đi thực địa tiến hành vào tháng 1 và tháng 2 năm 2015.

Chúng tôi sẽ không thể thực hiện công việc nếu thiếu sự hợp tác chặt chẽ của các cán bộ thuộc Bộ NN&PTNT, Bộ GT-VT và Bộ TN-MT – những người đã cung cấp cho chúng tôi những thông tin chuyên môn hết sức giá trị về thực trạng cũng như những thách thức của hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu tại Việt Nam.

TÓM TẮT

Tài liệu này đề xuất một phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương của hạ tầng nông thôn tại 15 tỉnh thuộc dự án "Tăng cường năng lực chống chịu với biến đổi khí hậu của hạ tầng nông thôn các tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam".

Gói đầu thầu các công cụ này bao gồm một công cụ dành cho giao thông nông thôn, một công cụ cho công trình thủy lợi cấp huyện và một công cụ cho hợp phần đê kè sông. Các công cụ này đã được xây dựng trên cơ sở xem xét đến các phương pháp luận hiện có, ví dụ phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu do Tư vấn ICEM (thuộc hợp phần ADB) xây dựng và sử dụng công cụ bản đồ, kiểm soát rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng có thể được áp dụng trên diện rộng (kiểm kê các hạ tầng trên quy mô lớn) với chi phí rất thấp.

Các chỉ số bao gồm chỉ số về tính dễ bị tổn thương của hạ tầng theo định tính và định lượng đã được chuyển đổi thành chỉ số định lượng với giá trị từ 0.1 đến 0.5. Quy trình sử dụng công cụ đánh giá tính dễ bị tổn thương tương tự, cơ sở so sánh và trọng số giữa các hạ tầng khác nhau.

Kết quả mong đợi cuối cùng là một công cụ cho phép so sánh giữa hai hạ tầng, ví dụ giữa đường giao thông nông thôn này với đường giao thông khác trong cùng một tỉnh/khu vực. Công cụ được mong đợi cung cấp một phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương nhanh hạ tầng hiện có cho chính quyền cấp tỉnh giúp họ ưu tiên phân bổ nguồn lực hiện tại luôn bị hạn chế.

Bằng cách so sánh chỉ số tính dễ bị tổn thương của hạ tầng có được từ một danh sách hạ tầng, người ra quyết định sẽ có thể quyết định hạ tầng nào được ưu tiên hơn. Ngoài ra, công cụ này có một ứng dụng khác. Bằng cách rà soát các thành phần chính tạo nên chỉ số dễ bị tổn thương của hạ tầng nông thôn, và các yếu tố có thể dễ bị tổn thương nhất của hạ tầng nông thôn, người ra quyết định có thể xác định ưu tiên yếu tố nào của hạ tầng (ví dụ đập tràn mái dốc, vận hành bảo dưỡng v.v.).

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

ADB	Ngân hàng Phát triển châu Á
CC	Biến đổi khí hậu
CCA	Thích ứng với biến đổi khí hậu
CCFSC	Ban chỉ đạo phòng chống lụt bão trung ương
CO2	Khí CO2
DARD	Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn
DoT	Sở Giao thông – Vận tải
EU	Liên minh châu Âu
EC	Ủy ban châu Âu
GCM	Mô hình khí hậu toàn cầu
GDP	Tổng sản phẩm quốc nội
GIS	Hệ thống thông tin địa lý
GHG	Khí nhà kính
IPCC	Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu
MARD	Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn
MoC	Bộ Xây dựng
MoT	Bộ Giao thông – Vận tải
M&E	Giám sát – Đánh giá
NC	Truyền thông quốc gia (về biến đổi khí hậu)
NGO	Tổ chức phi chính phủ
PPC	Ủy ban nhân dân tỉnh
RCM	Mô hình khí hậu khu vực
SDC	Cơ quan hợp tác phát triển Thụy Sĩ
SREX	Báo cáo đặc biệt về các sự kiện cực đoan (của Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu)
UNDP	Chương trình phát triển Liên hợp quốc
UNFCCC	Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu
VWU	Hội Phụ nữ
WASH	Nước sạch và vệ sinh
WB	Ngân hàng thế giới

GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ

Thích ứng: Trong các thiết chế của con người, đây là quá trình điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện khí hậu thực tế hoặc dự báo và các tác động của nó nhằm giảm nhẹ tác hại hoặc khai thác những cơ hội thuận lợi. Trong những hệ thống tự nhiên, đây là quá trình điều chỉnh cho phù hợp điều kiện khí hậu thực tế và những tác động của nó; sự can thiệp của con người có thể tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình điều chỉnh trước điều kiện khí hậu dự báo.

Thích ứng với biến đổi khí hậu: Là sự điều chỉnh trong các hệ thống tự nhiên hoặc con người nhằm ứng phó với các tác nhân khí hậu dự báo, nhằm giảm nhẹ tác hại hoặc khai thác những cơ hội thuận lợi.

Năng lực thích ứng: Là sự kết hợp những thế mạnh, thuộc tính và nguồn lực sẵn có của một cá nhân, cộng đồng, xã hội hoặc tổ chức để chuẩn bị và thực hiện các hành động nhằm giảm bớt những tác động tiêu cực, giảm nhẹ tác hại hoặc khai thác những cơ hội thuận lợi. Năng lực thích ứng là khả năng dự báo và chuyển đổi cấu trúc, chức năng hoặc tổ chức nhằm vượt qua các rủi ro một cách hiệu quả hơn.

Năng lực: Là sự kết hợp mọi thế mạnh, thuộc tính và nguồn lực sẵn có của một cá nhân, cộng đồng, xã hội hay tổ chức để đạt tới những mục tiêu đã định. Năng lực là một thành tố quan trọng trong hầu hết các mô hình khái niệm về tình trạng dễ bị tổn thương và rủi ro. Năng lực là những mặt tích cực của tính cách con người giúp giảm bớt nguy cơ của một hiểm họa nhất định. Nâng cao năng lực thường được coi là mục tiêu của các chính sách và dự án, dựa trên ý niệm rằng củng cố năng lực sẽ giúp giảm bớt rủi ro. Rõ ràng năng lực có vai trò trong việc giảm bớt tác động của biến đổi khí hậu.

Biến đổi khí hậu Là sự thay đổi tình trạng khí hậu có thể được xác định (chẳng hạn bằng cách sử dụng các phép thử thống kê) qua những thay đổi trung bình và/hoặc sự biến thiên của các thuộc tính của khí hậu, và sự thay đổi diễn ra trong một thời gian dài, thường là thập kỷ hoặc lâu hơn. Biến đổi khí hậu có thể bắt nguồn từ các tiến trình nội tại tự nhiên hoặc do các yếu tố bên ngoài như sự biến đổi của các chu kỳ mặt trời, sự phun trào núi lửa và những thay đổi lâu dài có nguyên nhân từ con người trong sự kiến tạo không khí hoặc sử dụng đất. Lưu ý rằng trong Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC), tại Điều 1, biến đổi khí hậu được định nghĩa là “sự thay đổi khí hậu có nguyên nhân trực tiếp hoặc gián tiếp từ hoạt động của con người, làm biến

đổi thành phần không khí toàn cầu và, bên cạnh sự biến thiên khí hậu tự nhiên, sự thay đổi này được quan sát trong các giai đoạn so sánh.” Theo đó, Công ước khung phân biệt biến đổi khí hậu do hoạt động của con người làm thay đổi thành phần không khí và biến thiên khí hậu do các nguyên nhân tự nhiên.

Mô hình khí hậu: Là sự thể hiện bằng số hệ thống khí hậu dựa trên các thuộc tính vật lý, hóa học và sinh học của các thành tố của hệ thống, sự tương tác giữa các thành tố, và các quá trình hồi đáp, và mô hình này lý giải tất cả hoặc một số thuộc tính đã biết của hệ thống. Hệ thống khí hậu có thể được thể hiện qua các mô hình phức hợp biến thiên, nghĩa là đối với bất kỳ một cấu phần nào hoặc kết hợp nhiều cấu phần đều có thể xác định một chuỗi hoặc trật tự các mô hình, khác nhau xét về những khía cạnh như số chiều không gian, mức độ thể hiện rõ ràng các quá trình vật lý, hóa học hoặc sinh học, hay mức độ liên quan của các tham số hóa thực nghiệm. Các mô hình khí hậu toàn cầu khí quyển – đại dương (AOGCMs), còn được gọi là mô hình hoàn lưu chung khí quyển – đại dương, là một mô hình khí hậu gần như bao quát nhất của hệ thống mô hình hiện nay. Các mô hình đang phát triển hướng tới mức độ phức tạp hơn, trong đó có sự tương tác hóa – sinh. Các mô hình khí hậu được sử dụng với vai trò là một công cụ nghiên cứu nhằm tìm hiểu và mô phỏng khí hậu, và dành cho những mục đích cụ thể như dự báo khí hậu tháng, mùa và hàng năm.

Kịch bản khí hậu: Là sự thể hiện hợp lý và đơn giản hóa điều kiện khí hậu tương lai, dựa trên tập hợp thống nhất các mối quan hệ khí hậu được xây dựng để áp dụng vào việc tìm hiểu những hệ quả tiềm ẩn của sự biến đổi khí hậu do con người, thường đóng vai trò là nguồn dữ liệu đầu vào cho các mô hình đánh giá tác động. Các dự báo khí hậu thường là nguồn nguyên liệu thô để xây dựng các kịch bản khí hậu, tuy nhiên các kịch bản này thường cần thêm những thông tin như điều kiện khí hậu hiện tại đã được quan sát.

Đối phó với biến đổi khí hậu: Là việc sử dụng những kỹ năng, nguồn lực và cơ hội hiện có để xác định, quản lý và khắc phục những điều kiện bất lợi, nhằm mục tiêu đảm bảo vận hành cơ bản trong ngắn và dài hạn. Khái niệm đối phó thường được sử dụng để nói về những hành động diễn ra sau sự kiện, trong khi thích ứng thường gắn với những hành động xảy ra trước sự kiện. Điều này có nghĩa năng lực đối phó cũng là khả năng phản ứng lại và giảm bớt những tác động tiêu cực của các rủi ro.

Mức độ phơi nhiễm: Là sự hiện diện của con người, sinh kế, các loài hoặc hệ sinh thái, chức năng về môi trường, dịch vụ, nguồn lực, cơ sở hạ tầng, hoặc tài

sản kinh tế, xã hội hay văn hóa tại những địa điểm hoặc hoàn cảnh có thể bị tác động một cách tiêu cực.

Hiểm họa: Là khả năng một sự kiện tự nhiên hoặc do con người hay xu hướng hoặc tác động thực tiễn có thể xảy ra và gây tổn thất về người, thương tích, hay những ảnh hưởng khác về sức khỏe cũng như thiệt hại, mất mát tài sản, cơ sở hạ tầng, sinh kế, dịch vụ, hệ sinh thái, và các tài nguyên thiên nhiên. Trong báo cáo này, khái niệm *hiểm họa* thường dùng để nói tới các sự kiện hoặc xu hướng thực tiễn có liên quan tới khí hậu hoặc các tác động thực tiễn của các sự kiện này.

Tác động: Là những ảnh hưởng đối với những hệ thống tự nhiên hoặc của con người. Trong báo cáo này, thuật ngữ tác động được sử dụng chủ yếu để nói tới những ảnh hưởng đối với những hệ thống tự nhiên và của con người của các sự kiện thời tiết và khí hậu cực đoan và của biến đổi khí hậu. Nói chung, tác động là những ảnh hưởng đối với đời sống, sinh kế, sức khỏe, hệ sinh thái, nền kinh tế, xã hội, văn hóa, dịch vụ và cơ sở hạ tầng do sự tương tác của biến đổi khí hậu hoặc các sự kiện khí hậu nguy hiểm diễn ra trong một khoảng thời gian cụ thể và tình trạng dễ bị tổn thương của một hệ thống hoặc một xã hội có phơi nhiễm. Tác động còn là hậu quả và kết quả. Tác động của biến đổi khí hậu đối với các hệ địa vật lý, bao gồm lũ lụt, hạn hán và mực nước biển dâng, là phân nhóm của những tác động được gọi là tác động thực tiễn.

Sạt lở đất : Một khối lớn vật liệu dịch từ đỉnh đồi xuống theo trọng lực, thường được hỗ trợ bởi dòng nước khi vật liệu bão hòa. Sự di chuyển của đất, đá, bụi dọc một sườn dốc có thể xảy ra nhanh hoặc có thể chậm, từ từ

Giảm nhẹ: Là sự giảm bớt mức độ biến đổi khí hậu bằng cách quản lý các tác nhân gây ra (phát thải khí nhà kính từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch, nông nghiệp, thay đổi trong sử dụng đất, sản xuất xi măng, v.v.)

Sự chống chịu: Là khả năng một hệ thống hoặc các thành tố của nó dự báo trước, hấp thụ, điều tiết, hoặc phục hồi từ những tác động của một sự kiện nguy hiểm một cách kịp thời, hiệu quả, thông qua việc đảm bảo bảo tồn, phục hồi, hoặc nâng cấp các công trình và công năng thiết yếu của hệ thống.

Chu kỳ lặp lại: Là ước tính khoảng thời gian trung bình giữa các lần xảy ra của một sự kiện (ví dụ lượng mưa hoặc mực lũ cực đại) có quy mô hoặc cường độ đã được xác định (dưới/trên).

Rủi ro: Là hậu quả tiềm ẩn khi một công trình có giá trị bị đe dọa và khi kết quả không chắc chắn, với nhiều giá trị khác nhau. Rủi ro thường được thể hiện qua xác suất xảy ra của các sự kiện hoặc xu hướng nguy hiểm nhân lên với tác động

nếu các sự kiện hoặc xu hướng này xảy ra. Rủi ro xuất phát từ sự kết hợp của tình trạng dễ bị tổn thương, mức độ phơi nhiễm, và hiểm họa. Trong báo cáo này, thuật ngữ rủi ro được sử dụng chủ yếu để nói tới rủi ro của những tác động của biến đổi khí hậu.

Lưu lượng: Phần của lượng mưa không bay hơi và không thấm vào nước ngầm mà chảy trên mặt đất hoặc tràn trên mặt đất và chảy ra sông

Tính bất định: Là mức độ không nhận biết được một giá trị hoặc một mối quan hệ. Tính bất định có thể bắt nguồn từ sự thiếu thông tin hoặc do sự thiếu thống nhất giữa những cái đã biết hoặc thậm chí có thể biết được. Tính bất định có thể nảy sinh từ nhiều nguồn, như lỗi dữ liệu định tính, những khái niệm hoặc thuật ngữ được định nghĩa mơ hồ, hoặc sự dự báo thiếu chắc chắn về hành vi con người. Do đó, tính bất định có thể được thể hiện bằng những thước đo định tính, chẳng hạn một chuỗi giá trị được tính bằng các mô hình khác nhau, hoặc bằng những báo cáo định tính, ví dụ phản ánh sự đánh giá của một nhóm các chuyên gia.

Tình trạng dễ bị tổn thương: Là xu hướng có thể bị tác động tiêu cực. Tình trạng dễ bị tổn thương bao gồm nhiều khái niệm và thành tố bao gồm mức độ nhạy cảm hoặc khả năng tổn thương trước mối nguy hại hoặc thiếu năng lực để đối phó và thích ứng.

Mục lục

Lời cảm ơn	2
Tóm tắt.....	3
Danh sách từ viết tắt.....	4
Giải thích thuật ngữ.....	5
Chú thích.....	9
1. GIỚI THIỆU	11
1.1. Nội dung.....	11
1.2. Nghiên cứu	12
2. BỐI CẢNH	12
2.1. Kinh nghiệm về đánh giá hạ tầng nông thôn	12
2.2. Bài học kinh nghiệm.....	Error! Bookmark not defined.
3. XÁC ĐỊNH PHẠM VI NGHIÊN CỨU	14
3.1. Xác định tình trạng dễ bị tổn thương.....	14
3.2. Xác định phạm vi công việc.....	16
3.3. Xác định làm thế nào đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương (và rủi ro). ..	18
3.4. Xác định đánh giá những gì	20
3.5. Xác định khi nào đánh giá	24
3.6. Xác định đối tượng sử dụng thông tin và đối tượng tiến hành việc đánh giá ..	24
4. CÔNG CỤ ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG DỄ BỊ TỔN THƯƠNG ĐƯỢC ĐỀ XUẤT ĐỐI VỚI HẠ TẦNG NÔNG THÔN Ở VIỆT NAM	26
4.1. Đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương đường giao thông nông thôn.....	27
4.2. Đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương công trình thủy lợi.....	58
4.3. Đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương kè bảo vệ bờ sông.....	83
5. ĐỀ XUẤT HƯỚNG TIẾP THEO	Error! Bookmark not defined.
5.1. Hiệu lực của công cụ chỉ số tình trạng dễ bị tổn thương.....	96
5.2. Các chỉ số rủi ro được tích hợp (IRI).....	Error! Bookmark not defined.
4. CÁC KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ.....	100
PHỤ LỤC 1. VÍ DỤ VỀ CÔNG CỤ ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG DỄ BỊ TỔN THƯƠNG TRÊN THỰC TẾ.....	102

PHỤ LỤC 2. TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	107
------------------------------------	-----

1. GIỚI THIỆU:

1.1. Nội dung

Đánh giá tính dễ bị tổn thương của hạ tầng nông thôn đối với biến đổi khí hậu không phải là một công việc dễ dàng. Hạn chế chính để tiến hành nhiệm vụ đó là:

- Năng lực hạn chế (cả năng lực hậu cần và kỹ thuật) của cán bộ địa phương để tiến hành đánh giá một cách đầy đủ và chính xác.
- Đánh giá các cơ sở hạ tầng. Hệ thống đường giao thông nông thôn ở miền Bắc Việt Nam có hơn 42.000 km (không bao gồm đường giao thông nông thôn). Dọc đường giao thông nông thôn, có hàng trăm ngàn các công trình (ví dụ cầu, cống, mái dốc) sẽ là tài sản gắn với đường. Có hàng ngàn công trình tưới tiêu cấp huyện trong khu vực.
- Các kịch bản biến đổi khí hậu khó có thể biết trước Do vậy, đánh giá tính dễ bị tổn thương của điều kiện khí hậu trong tương lai có mức độ bất định cao.
- Thiếu công cụ phù hợp để đánh giá tính dễ bị tổn thương của hạ tầng nông thôn. Các công cụ đã được sử dụng ở các nước phát triển khó có thể sử dụng Việt Nam. Ở cấp quốc gia, một số công cụ đã được kiểm tra trong các can thiệp Quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng, tuy nhiên, việc sử dụng các công cụ này trong hạ tầng và trên quy mô lớn có thể khó khăn.
- Hạn chế trong thực hiện công việc, và caajo nhật đánh giá tính dễ bị tổn thương. Khí hậu biến đổi , nhưng cũng kèm theo sự biến đổi của hạ tầng và các điều kiện khác tại địa phương. Do vậy, đánh giá tính dễ bị tổn thương cần phải được cập nhật thường xuyên. Ngân sách eo hẹp có thể hạn chế khả năng tiến hành phân tích tính dễ bị tổn thương quy mô lớn, và việc cập nhật các phân tích có liên quan.
- Phương tiện và thông tin sẵn có Tiếp cận thông tin (chính xác) có thể là một trong các yếu tố hạn chế nhất để tiến hành đánh giá tính dễ bị tổn thương. Đặc biệt ở Việt Nam, nơi thông tin không dễ bị tiếp cận hay không sẵn có. Bên cạnh đó, phần lớn công cụ phân tích tính dễ bị tổn thương sử dụng các hệ thống dựa vào hệ thống thông tin toàn cầu có thể làm việc với các đối tượng riêng (cấu trúc dữ liệu dạng ô và cột), trường

liên tục (vector) hoặc kết hợp cả hai. Kỹ thuật về GIS rất hữu ích, nhưng cũng rất chuyên sâu về nguồn thu thập dữ liệu và xử lý chính xác.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

Hai mục tiêu chính của công việc này là:

1. Phát triển một quy trình đánh giá tính dễ bị tổn thương của hạ tầng nông thôn đối với biến đổi khí hậu, bao gồm phân tích xu hướng dựa vào bằng chứng từ công cụ theo dõi khí hậu thủy văn đối với các tỉnh miền núi phía Bắc tại Việt Nam.
2. Đánh giá tính dễ bị tổn thương của hạ tầng nông thôn (đường giao thông nông thôn, thủy lợi và kè bảo vệ bờ sông) đối với biến đổi khí hậu theo những kịch bản khác nhau.

2. BỐI CẢNH

2.1. Kinh nghiệm về đánh giá tính dễ bị tổn thương của hạ tầng nông thôn là gì

Có một số sáng kiến để đánh giá tính dễ bị tổn thương ở Việt Nam, và đặc biệt là tại các tỉnh miền núi phía Bắc. Tuy nhiên, tác giả đã không thể tìm thấy bất kỳ phân tích tính dễ bị tổn thương với biến đổi khí hậu của hạ tầng nông thôn cụ thể nào và có thể áp dụng hoàn toàn với điều kiện địa phương trong khu vực (ngoại trừ phương pháp CAM của ICEM).

Việc rà soát tài liệu quốc tế đưa ra một số ví dụ về đánh giá tính dễ bị tổn thương của hạ tầng - phần lớn ở các quốc gia đã phát triển - cũng như đánh giá tính dễ bị tổn thương tại cấp cộng đồng - kết nối với quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng. Có những mô hình phân tích tính dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu, nhưng ứng dụng đối với các điều kiện cụ thể của các tỉnh miền núi phía Bắc rất hạn chế.

Một số công cụ và phương pháp phân tích tính dễ bị tổn thương của hạ tầng có thể phải sử dụng quá nhiều nguồn lực để tiến hành trên quy mô lớn. Ví dụ, phân tích cụ thể một đường giao thông sẽ cần có một chuyên gia về địa kỹ thuật/đất dốc để rà soát tính ổn định của đất dọc dọc đường giao thông. Bên cạnh tính phức hợp của công việc (yêu cầu một chuyên gia trong lĩnh vực này), cần có thời gian để kiểm kê mái dốc với rủi ro tiềm năng mà chính quyền địa phương hoàn toàn không kiểm soát được. Ví dụ Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

(Bộ Tài nguyên và Môi trường) đang tiến hành xây dựng một bản đồ sạt lở đất trên toàn bộ lãnh thổ với tổng số đầu tư 50 triệu đô la trong giai đoạn 5 năm.

Hệ thống thủy lợi không khác nhau. Một phân tích hoàn chỉnh về an toàn đập sẽ cần nguồn lực đáng kể nêu ra đặc điểm chung của lưu vực sông và đánh giá chế độ dòng chảy. Việc sử dụng phần mềm đặc biệt và yêu cầu thực hiện trong hàng ngàn hệ thống tưới tiêu nhỏ dường như không thực tế đối với điều kiện địa phương của các tỉnh miền núi phía Bắc.

Xem xét đến các kinh nghiệm hiện có và các sáng kiến trong chủ đề này, tư vấn đã phát triển một công cụ đánh giá tính dễ bị tổn thương được mô tả trong phần sau.

3. XÁC ĐỊNH PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Việc phân tích, chi tiết kết quả đầu ra trong báo cáo này cũng sẽ phù hợp với đánh giá tính dễ bị tổn thương và các phân tích có liên quan đã được chuyên gia quốc tế về biến đổi khí hậu và Đơn vị tư vấn trong nước phụ trách về đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương và lập bản đồ rủi ro tiến hành.

3.1. Xác định tính dễ bị tổn thương

Hầu hết các định nghĩa về “Rủi ro” có liên quan giữa nguy cơ (hiểm họa), tính dễ bị tổn thương như được nêu trong công thức sau.

$$Rủi\ ro = Nguy\ cơ * Tính\ dễ\ bị\ tổn\ thương$$

Trong nội dung của thích ứng với biến đổi khí hậu, “tính dễ bị tổn thương” có thể được xác định như là mức độ mà hệ thống dễ bị tổn thương hay không thể đối phó với ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, bao gồm các hiện tượng thời tiết cực đoan và khác nhau. Tính dễ bị tổn thương là một chức năng về đặc điểm, cường độ và tỷ lệ của các loại hình khí hậu trong đó một hệ thống được xem xét về năng lực thích ứng, độ nhạy (Füsse, 2006; IPCC 2001).

Tính dễ bị tổn thương, theo định nghĩa IPCC, là một biện pháp tích hợp trên quy mô lớn các ảnh hưởng bất lợi cho một hệ thống do một mức độ các tác nhân bên ngoài nào đó gây ra. Định nghĩa này bao gồm một quy mô bên ngoài, được thể hiện bằng sự tiếp xúc của một hệ thống với các loại hình khí hậu khác nhau, cũng như kích thước bên trong, bao gồm "độ nhạy" và "năng lực thích ứng" đối với các tác nhân này.

Theo Füsse (2006) thuật ngữ “tính dễ bị tổn thương” có liên quan hay khái niệm tương đương, khó trồng trọt, thích ứng, dễ bị hư hại, rủi ro, tiếp xúc, nhạy cảm, năng lực đối phó và mức độ rủi ro. Phần giải thích thuật ngữ đã được trình bày ở phần đầu của báo cáo, đưa ra một định nghĩa về các khái niệm, tuy nhiên, có một số phần chưa rõ cần phải giải thích và đóng góp thêm để xác định phạm vi công việc:

Các phần chưa rõ về ngữ nghĩa và khái niệm quan trọng bao gồm các câu hỏi sau:

- Xác định liệu tính dễ bị tổn thương là điểm ban đầu, một yếu tố trung gian hay kết quả đầu ra của một đánh giá. Tác giả cho rằng đánh giá tính dễ bị tổn thương sẽ được xem như một công cụ cho việc đưa ra quyết định hoàn chỉnh, và vì vậy là điểm bắt đầu.
- Mặc dù các liên quan đến các tác nhân bên ngoài như biến đổi khí hậu, hoặc trong mối liên quan đến một kết quả đầu ra không mong đợi như hạn hán nên được xác định, tác giả gợi ý nên bao gồm các hậu quả cụ thể do biến đổi khí hậu (ví dụ hạn hán, lũ quét, sạt lở đất).
- Dù đây là một đặc tính vốn có của một hệ thống hay ngẫu nhiên trên một kịch bản về tác nhân bên ngoài, đáp ứng nội lực, tác giả gợi ý xem các lĩnh vực biến đổi khí hậu như là tác nhân bên ngoài (nguy cơ).
- Dù là khái niệm động hay tĩnh, bằng phương pháp giới thiệu, xem xét biến đổi khí hậu, nhiệm vụ xem xét là khái niệm động sẽ tham gia sau này, tuy nhiên, không chỉ có yếu tố biến đổi khí hậu mà cả hạ tầng và môi trường sẽ có liên quan.

Do vậy, mục đích của công việc này, "tính dễ bị tổn thương" có thể được xem xét như mối liên quan đến các yếu tố được trình bày trong công thức sau:

$$\text{Tính dễ bị tổn thương} = \text{Chỉ số "Mở rộng"} * \text{Độ nhạy} * \text{Năng lực đối phó}$$

Trong đó:

- Chỉ số “Mở rộng” chỉ mức độ trong đó các yếu tố rủi ro tiếp xúc với nguy cơ cụ thể nào đó. Một số tác giả có thể gọi đó là “sự phơi nhiễm” (exposure) hay “sự phơi nhiễm nội tại”, tuy nhiên, liên quan đến biến đổi khí hậu, thuật ngữ “sự phơi nhiễm” đã bao gồm cả việc xem xét "nguy cơ" (hazards), do vậy trong trường hợp này thuật ngữ chỉ số "Mở rộng" dường như thích hợp hơn để xác định độ lớn của hạ tầng (công trình “lớn” hoặc “dài” như thế nào).
- Độ nhạy là mức độ mà một hệ thống (hay một hạ tầng) có thể bị ảnh hưởng tiêu cực bởi một đe dọa khi tích hợp hay hoạt động. Trong trường hợp hạ tầng nông thôn, chúng tôi sẽ xét độ nhạy về vật lý của hạ tầng (ví dụ việc mở rộng quy mô tài sản hạ tầng có thể ảnh hưởng bởi một đe dọa), nhưng độ nhạy về kinh tế xã hội của các dịch vụ cơ bản này (ví dụ như khi mở rộng chức năng của hạ tầng có thể ảnh hưởng đến dân số được hưởng lợi.)

- Năng lực¹ là sự kết hợp tất cả sức mạnh và nguồn lực sẵn có trong một cộng đồng hay tổ chức có thể giảm mức rủi ro, hoặc ảnh hưởng của thiên tai. Nó có thể bao gồm ý nghĩa kinh tế, xã hội, thể chế, thực tế cũng như cá nhân có kỹ năng, hay đóng góp tập thể như quản lý hoặc lãnh đạo. Năng lực cũng có thể được mô tả như là khả năng (UN-ISDR, 2004).

Với ý nghĩa đó, “tính dễ bị tổn thương” có đặc tính : Đa chiều , động (thay đổi theo thời gian), quy mô phụ thuộc (phụ thuộc vào quy mô sử dụng, từ hộ gia đình đến mức độ toàn cầu) và cụ thể (yêu cầu thích ứng cho mỗi bối cảnh)

Trong bối cảnh hạ tầng nông thôn, tính dễ bị tổn thương sẽ không được nhìn từ khía cạnh vật chất (tính dễ bị tổn thương trên tài sản thực tế), mà còn bao gồm các lĩnh vực như:

- Tính dễ bị tổn thương về kinh tế: lên tài sản hay quy trình kinh tế. Ví dụ, sự rối loạn khi một con đường bị tắc nghẽn do sạt lở đất sẽ tạo ra gián đoạn về thương mại.
- Tính dễ bị tổn thương về xã hội: có liên quan đến tính dễ bị tổn thương về kinh tế (ví dụ ảnh hưởng lên những người nông dân nghèo bị mất mùa) nhưng cũng có thể là khả năng những nhóm người bị đứng ngoài lề xã hội được hồi phục hay chống chịu với các nguy cơ có liên quan đến biến đổi khí hậu.
- Tính dễ bị tổn thương về môi trường: có liên quan đến ảnh hưởng của rủi ro biến đổi khí hậu.

Tuy nhiên, chỉ số dễ bị tổn thương về hạ tầng (IVI) phải đặt trọng tâm vào lĩnh vực thực tế khiến cho hạ tầng dễ bị tổn thương.

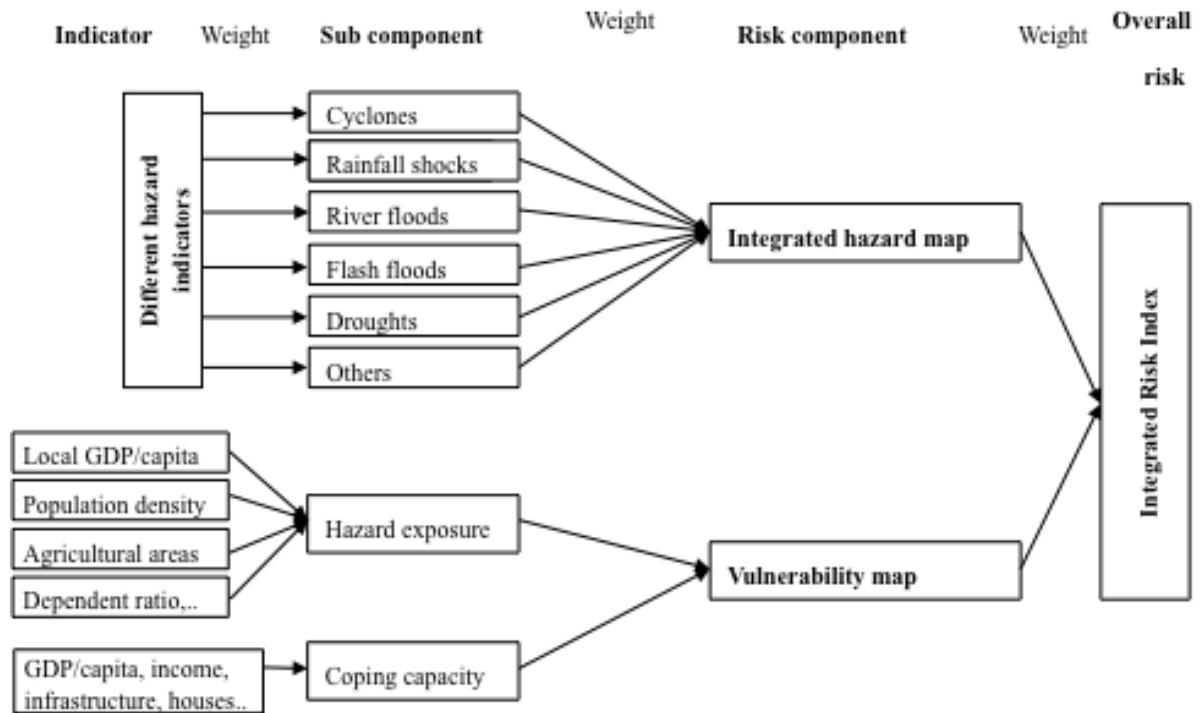
3.2. Xác định phạm vi công việc

Công việc này song song với phân tích tính dễ bị tổn thương đang được tiến hành bởi Tư vấn quốc tế về biến đổi khí hậu và Tư vấn trong nước phụ trách về đánh giá và lập bản đồ tính dễ bị tổn thương. Để phối hợp và điều chỉnh với tất cả nỗ lực trong công việc, hướng trọng tâm vào việc **phát triển một công cụ có thể sử dụng và so sánh tính dễ bị tổn thương của ba loại hình hạ tầng: đường giao thông nông thôn, hệ thống thủy lợi và đê kè sông.**

¹ Một số tác giả định nghĩa Rủi ro = Nguy cơ * Tính dễ bị tổn thương/năng lực . Tuy nhiên, chúng tôi đã quyết định bao gồm năng lực như là một phần của tính dễ bị tổn thương (ít nhất như một phần của những gì sau này chúng tôi xem là “Chỉ số dễ bị tổn thương”).

Công cụ sẽ đưa ra **cấp độ lớn nhất về chi tiết được tiến hành một cách khả thi so với mức dễ bị tổn thương của các hạ tầng khác nhau trong một huyện/tỉnh nào đó.**

Phương pháp luận được sử dụng chịu ảnh hưởng bởi chương trình kiểm soát rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng của chính phủ xác định 600 xã dễ bị tổn thương tại Việt Nam có sử dụng chỉ số rủi ro kết hợp.



Kết quả đầu ra cuối cùng được **tạo ra một chỉ số rủi ro tích hợp (IRI) đối với mỗi hạ tầng (ví dụ đường giao thông nông thôn, huyện được tưới tiêu hay đê kè sông).**

Chỉ số rủi ro tích hợp là sản phẩm được tích hợp **Chỉ số rủi ro** (có liên quan đến nguy cơ biến đổi khí hậu) với **Chỉ số dễ bị tổn thương** (có liên quan đến việc mở rộng, độ nhạy và năng lực đối phó).

Trong trường hợp này, phạm vi công trình được giới hạn đến sự phát triển chỉ số dễ bị tổn thương, và việc sử dụng chỉ số dễ bị tổn thương như một chỉ số định lượng cho các hạ tầng ở các tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam.

Công cụ cũng có **ứng dụng tiềm năng khác để xác định các loại tài sản (ví dụ, đập, mái dốc, kênh, trạm bơm) dễ bị tổn thương nhiều hơn trong một hạ tầng**

Các công cụ đang được các thành viên khác của nhóm đánh giá sẽ cung cấp chỉ số nguy cơ và bản đồ nguy cơ được kết hợp với chỉ số dễ bị tổn thương để quyết định chỉ số rủi ro tích hợp (IRI).

Sự khác nhau chút ít về khái niệm trong quy trình, so với 6000 bản đồ xã hoặc tài liệu khác, đã được thống nhất với chủ đầu tư. Chuyên gia quốc tế về biến đổi khí hậu và Tư vấn trong nước đã sử dụng khung khái niệm tương tự, do vậy, các thuật ngữ về chỉ số nguy cơ, chỉ số dễ bị tổn thương và các chỉ số rủi ro khác được sử dụng theo cùng một phương pháp.

Bên cạnh đó, để tạo điều kiện cho việc thu thập dữ liệu, cả chuyên gia quốc tế về biến đổi khí hậu và tác giả của tài liệu này (Chuyên gia quốc tế về Kỹ thuật cơ sở hạ tầng) đã cùng nhau nỗ lực hợp tác.

Công cụ chỉ số tính dễ bị tổn thương về hạ tầng (IVI) đã được tham vấn với chính quyền địa phương và người tham gia ở hai tỉnh (Sơn La và Bắc Kạn). Những tư vấn này đã được tiến hành để kiểm tra tính khả thi của công cụ, và đưa ra phản hồi hiệu quả để tính toán công cụ tốt hơn cho các điều kiện và nhu cầu địa phương.

Đồng thời, kết quả của chỉ số nguy cơ đang được chuyên gia quốc tế về biến đổi khí hậu phát triển có thể được sử dụng để quyết định một chỉ số về rủi ro tích hợp (IRI) đối với mỗi hạ tầng.

Do vậy, tài liệu này **cung cấp một công cụ để phân tích tính dễ bị tổn thương của một hạ tầng cụ thể.**

Trong một giai đoạn khác, việc kết hợp chỉ số dễ bị tổn thương và chỉ số nguy cơ sẽ quyết định chỉ số rủi ro tích hợp, sẽ là một công cụ bao gồm một loạt các chỉ số tiếp xúc nguy cơ và trọng số dễ bị tổn thương theo một cách cho phép so sánh **Mức độ rủi ro** giữa hai hợp phần đã cho (ví dụ đường giao thông nông thôn này với một đường giao thông nông thôn khác).

Do vậy, tài liệu tập trung vào việc xây dựng chỉ số dễ bị tổn thương và đề xuất một số yếu tố khác sẽ được bao gồm trong chỉ số nguy cơ để quyết định chỉ số rủi ro tích hợp.

3.3. Xác định làm thế nào để định lượng được tính dễ bị tổn thương (và rủi ro)

Khung Hành động Hyogo nhấn mạnh sự cần thiết phải xây dựng các chỉ số dễ bị tổn thương như là một hoạt động chính (key activity), tập trung vào thực tế là các ảnh hưởng của thiên tai về điều kiện xã hội, kinh tế và môi trường phải được kiểm tra thông qua các chỉ số như vậy. Do vậy, tính dễ bị tổn thương có đặc tính

đa quy mô, mang tính “động” về thời gian, phụ thuộc vào quy mô và thực địa cụ thể, các chỉ số khác nhau được lựa chọn trong các nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương khác nhau.

Có một số phương pháp đo tính dễ bị tổn thương và rủi ro:

Nhóm	Phương pháp	Mô tả	Nhận xét
Phương pháp theo kinh nghiệm	Phân tích các hư hại được quan sát (trước đây)	Dựa trên việc thu thập và phân tích hư hại xảy ra trong các thiên tai lịch sử và gần đây. Tính dễ bị tổn thương có liên quan đến tăng cường nguy cơ khác nhau.	Phương pháp này có thể là lựa chọn chi phí thấp để phân tích rủi ro các hạ tầng. Hư hại được quan sát từ các sự kiện trước có thể đóng góp để ước tính các hư hại tiềm ẩn trong tương lai.
	Ý kiến chuyên gia	Dựa vào việc hỏi ý kiến nhóm chuyên gia về tính dễ bị tổn thương đưa ra ý kiến ví dụ về phần trăm thiệt hại ước tính đối với các hạ tầng khác nhau có cường độ nguy cơ khác nhau. Để có thể đánh giá về tính dễ bị tổn thương tốt, nhiều chuyên gia đã được phỏng vấn và có thể mất nhiều thời gian để đạt được mục đích.	"Ý kiến của chuyên gia" bao gồm, không chỉ là ý kiến của chuyên gia kỹ thuật mà còn liên quan đến các lãnh đạo cộng đồng. Các cộng đồng địa phương biết rõ hơn về khu vực họ sinh sống và có thể cung cấp đầu vào có ích bổ sung cho ý kiến chuyên gia.
	Phương pháp cho điểm	Phương pháp sử dụng bảng hỏi với các thông số khác nhau để đánh giá các hư hại tiềm ẩn có liên quan đến các mức nguy cơ khác nhau. Phương pháp cho điểm dễ cập nhật	
Các phương	Mô hình phân tích	Nghiên cứu các đặc trưng công trình dựa trên tiêu chí thiết kế kỹ thuật, và sử	Một phân tích hoàn chỉnh về lũ lụt có thể quá phức

pháp phân tích	đơn giản	dùng kỹ thuật máy tính đồng thời để phân tích (ví dụ phân tích lũ lụt sử dụng phương pháp dựa trên máy tính (HEC-RAS).	tạp, và khó khăn (tốn kém) khi thu thập thông tin cho mỗi hạ tầng.
	Mô hình phân tích chi tiết	Sử dụng phương pháp phức hợp Công việc này cần nhiều thời gian, cần nhiều dữ liệu chi tiết và sẽ được sử dụng để đánh giá từng kết cấu.	Sử dụng những phương pháp này nằm ngoài phạm vi của công việc và sẽ không phù hợp với bối cảnh địa phương.

Đối với bối cảnh các tỉnh miền núi phía Bắc và xem xét ngân sách, giới hạn thời gian, các phương pháp được đề xuất thường dựa trên kinh nghiệm. **Kết hợp ba phương pháp kinh nghiệm mô tả ở trên, lựa chọn chính xác nhất mỗi chỉ số được mô tả sau đây.**

3.4. Xác định những yếu tố cần đánh giá

Đường giao thông nông thôn và hệ thống thủy lợi được xem là **các tài sản khác nhau hay thành phần có các** mức độ về tính dễ bị tổn thương khác nhau với cùng một nguy cơ.

Trong trường hợp thời tiết cực đoan, các phần khác nhau của đường giao thông nông thôn có thể có mức độ chống chịu và ảnh hưởng khác nhau. Trong một số trường hợp, một hạng mục **yếu nhất của một** đường giao thông có thể tổn thương đến cấp độ dịch vụ của toàn bộ hạ tầng. Ví dụ, một cơn mưa có lượng mưa 100 mm có thể làm sập một cây cầu và do vậy, làm gián đoạn giao thông trong hàng tháng. Nếu một tài sản khác của đường giao thông chống chịu được một sự kiện thời tiết, nhưng có một tài sản "yếu" trong hạ tầng, có thể là yếu tố **hạn chế**.

Tuy nhiên, trong phần lớn các trường hợp thời tiết gây hư hại về tài sản khác nhau của một hạ tầng, và việc **hư hại tích lũy dần dần** là vấn đề được xem xét chính. Ví dụ, cùng một cơn mưa có lượng mưa 100 mm có thể gây ra sạt lở đất nhiều nơi nhưng không nhất thiết làm tắc đường giao thông, xe ô tô loại 4WD (2 cầu) (4x4) có thể đi được hoặc phải giảm tốc độ.

Khi phân tích sâu tất cả các tài sản khác nhau trong một hạ tầng có thể phân tích tính dễ bị tổn thương với chi phí cao và mất nhiều thời gian. Mục đích của công cụ đề xuất cung cấp cho người ra quyết định và kỹ sư phụ trách vận hành bảo dưỡng hạ tầng - **một công cụ đánh giá nhanh có thể quyết định ưu tiên về hạ tầng và thậm chí loại tài sản được ưu tiên trong một hạ tầng**. Một phân tích sâu mỗi loại tài sản nói riêng sẽ là công việc của kỹ sư thiết kế phụ trách thiết kế dự án để nâng cấp hạ tầng.

3.4.1 Phân tích tài sản của các hạ tầng nông thôn

Các hạ tầng, như đường giao thông nông thôn, bao gồm các tài sản khác nhau (ví dụ, mái dốc, mái dốc đắp, cống, mặt đường). Mỗi loại hạ tầng này có tầm quan trọng khác nhau liên quan đến tính dễ bị tổn thương của hạ tầng.

Tầm quan trọng của tài sản được quyết định phần lớn bởi ảnh hưởng tiềm ẩn của hạ tầng do không đáp ứng được mức độ dịch vụ (khả năng giao thông của đường bộ). Phân tích nguyên nhân sâu xa được chuyên gia trong nước về đường nông thôn, thủy lợi và đê kè sông tiến hành đã được sử dụng như cơ sở để phát triển bảng dưới đây:

Bảng sau cung cấp tóm tắt về phân tích các tài sản khác nhau bao gồm đường giao thông nông thôn, thủy lợi và đê kè, quyết định mức độ quan trọng tiềm năng của mỗi loại tài sản đối với hạ tầng được phân tích:

Hạ tầng	Tài sản	Tầm quan trọng tiềm năng của tài sản có liên quan đến tính dễ bị tổn thương của hạ tầng	Lĩnh vực xem xét đối với tính dễ bị tổn thương vật lý	Các lĩnh vực dễ bị tổn thương khác được xem xét (ví dụ, xã hội, kinh tế, môi trường)
Đường giao thông	Mái đắp	Rất cao	Dễ bị tổn thương đối với sạt lở đất, lưu ý đặc biệt đến nguyên nhân gây ra tắc nghẽn hoàn toàn đường giao thông.	Tắc nghẽn đường bộ và giai đoạn phục hồi An toàn đối với người sử dụng có thể bị ảnh hưởng bởi sạt lở đất và đá rơi.

	Mái đào	Rất cao	Dễ bị tổn thương đối với sạt lở đất, lưu ý đặc biệt đến nguyên nhân gây ra tắc nghẽn hoàn toàn đường giao thông.	Tắc nghẽn đường bộ và giai đoạn phục hồi (thường là cao đối với mái dốc đắp đất hơn là mái dốc đào) An toàn đối với người sử dụng có thể bị ảnh hưởng bởi đất sụt.
	Tường chắn đất	Cao	Dễ bị tổn thương đối với sạt lở đất, trong ngắn hạn/dài hạn	An toàn đối với người sử dụng có thể bị ảnh hưởng bởi sạt lở đất và sập tường.
	Hệ thống thoát nước dọc đường	Cao	Dòng chảy của nước mưa và xói lở ngắn hạn/dài hạn đối với mặt đường	An toàn đối với người sử dụng có thể bị ảnh hưởng bởi mặt đường bị ngập lụt.
	Cống	Rất cao	Hư hại ngay lập tức / ngắn hạn (ví dụ phá hủy cống) hay hư hại trung và dài hạn (ví dụ dòng nước mưa chảy và ăn mòn mặt đường).	Tắc nghẽn đường bộ và mất nhiều thời gian phục hồi
	Cầu	Rất cao	Hư hại ngắn hạn/ngay lập tức (ví dụ sập cầu) hoặc hư hại trung hạn/dài hạn (ví dụ sự ổn định của cầu dễ bị tổn thương)	Tắc nghẽn đường bộ và mất nhiều thời gian phục hồi An toàn đối với người sử dụng có thể bị ảnh hưởng khi cầu sập.
	Mặt đường	Rất cao	Khả năng của đường	Ảnh hưởng lên khả năng thông đường (đặc biệt là xe máy) và tốc độ
Thủy lợi	Đập	Rất cao	Tính ổn định của đập và khả năng ứng phó với lũ lụt /lũ quét	Ảnh hưởng kinh tế và xã hội khi vỡ đập (lên sản lượng mùa màng và khu vực hạ lưu) Ảnh hưởng về môi trường khi đập bị hỏng.
	Đập tràn	Rất cao	Tính ổn định của đập tràn và khả năng ứng	Ảnh hưởng kinh tế và xã hội khi vỡ đập tràn

			phó với lũ lụt /lũ quét	(lên sản lượng mùa màng và khu vực hạ lưu) Ảnh hưởng về môi trường khi đập tràn bị hỏng.
Tràn xả lũ	Rất cao		Do tầm quan trọng của tràn xả lũ, tài sản này được phân tích tách riêng với đập Công suất của tràn xả lũ đôi phó với lũ lụt.	Ảnh hưởng về kinh tế xã hội khi tràn xả lũ bị sự cố Ảnh hưởng về môi trường khi đập bị hỏng.
Đường thoát nước và kênh chính	Cao		Xem xét mức độ hư hại trung bình sau mùa tưới tiêu (ví dụ giảm công suất của kênh, và duy trì các yêu cầu) và hư hại tiềm ẩn của lũ lụt	Ảnh hưởng về kinh tế xã hội khi bảo trì công trình Ảnh hưởng về kinh tế xã hội (sản xuất) khi công trình hư hại
Kênh phân phối nước	Trung bình		Xem xét mức độ hư hại trung bình sau mùa tưới tiêu (ví dụ giảm công suất của kênh, và duy trì các yêu cầu) và hư hại tiềm ẩn của lũ lụt	Ảnh hưởng về kinh tế xã hội khi bảo trì công trình Ảnh hưởng về kinh tế xã hội (sản xuất) khi công trình hư hại
Cửa cống và các yếu tố “động” khác của cống	Trung bình		Xem xét mức độ hư hại của mùa tưới tiêu sau đó và hư hại tiềm ẩn do lũ lụt	Ảnh hưởng về kinh tế xã hội khi bảo trì công trình Ảnh hưởng về kinh tế xã hội (sản xuất) khi công trình hư hại
Trạm bơm (bao gồm bơm nước mặt và nước ngầm)	Trung bình		Xem xét mức độ hư hại của mùa tưới tiêu sau đó và hư hại tiềm ẩn do lũ lụt	Ảnh hưởng về kinh tế xã hội khi bảo trì công trình Ảnh hưởng về kinh tế xã hội (sản xuất) khi công trình hư hại

Kè bảo vệ bờ sông	Kè bảo vệ bờ sông (tự nhiên hoặc nhân tạo)	Rất cao	Xem xét mức độ hư hại của mùa tưới tiêu sau đó và hư hại tiềm ẩn do lũ lụt	Ảnh hưởng môi trường và kinh tế xã hội lên dân số và tài sản được đề cập ở khu vực Ảnh hưởng môi trường và kinh tế xã hội lên dân số và tài sản tại lưu vực Chi phí kinh tế xã hội khi bảo trì công trình
-------------------	--	----------------	--	---

Bảng 1: Tầm quan trọng tiềm năng của tài sản có liên quan đến tính dễ bị tổn thương của hạ tầng

Các kết luận từ phân tích được sử dụng để xác định tầm quan trọng có liên quan đến mỗi loại tài sản, để bố trí công cụ phù hợp.

3.5. Xác định thời điểm đánh giá

Thích ứng với biến đổi khí hậu chịu ảnh hưởng của các bất định ở mức cao và không kiểm soát, ước tính được. Không chỉ có biến đổi về khí hậu mà hạ tầng, cộng đồng và môi trường cũng biến đổi. Do vậy, đánh giá tính dễ bị tổn thương trong một thời điểm có thể không có hiệu lực nếu các điều kiện thay đổi (ví dụ tăng chặt phá rừng, nâng cấp hạ tầng) hay nếu có các bằng chứng khoa học và các điều kiện tiên quyết thay đổi (ví dụ, dự báo biến đổi khí hậu chính xác hơn).

Do vậy, tính dễ bị tổn thương sẽ được đánh giá thường xuyên. Một số tác giả gợi ý rằng đánh giá tính dễ bị tổn thương cập nhật về hạ tầng mỗi 10 năm, tuy nhiên tốc độ thay đổi của hạ tầng nông thôn ở các tỉnh miền núi phía Bắc năng động hơn và có thể yêu cầu cập nhật thường xuyên hơn. Công cụ sẽ được điều chỉnh thường xuyên bằng kinh nghiệm, cung cấp ước tính chính xác hơn về tính dễ bị tổn thương đối với một can thiệp trong một khu vực hay hạ tầng cụ thể.

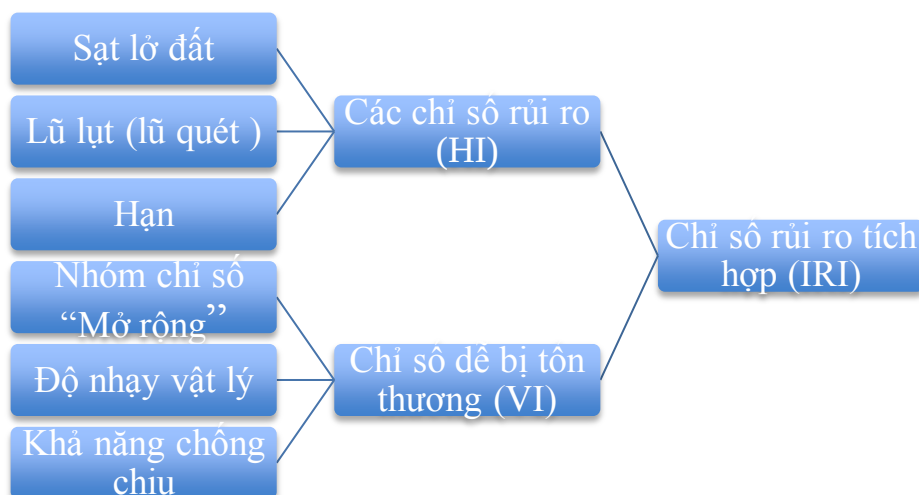
3.6. Xác định đối tượng sử dụng thông tin và tiến hành đánh giá

Mục tiêu chính của đánh giá tính dễ bị tổn thương của hạ tầng là cung cấp phân tích về mức độ tính dễ bị tổn thương của tất cả hạ tầng trong một khu vực. Ở Việt Nam, phần lớn các quyết định có liên quan đến đầu tư hạ tầng nông thôn được thực hiện ở cấp tỉnh. Do vậy, công cụ này có thể được sử dụng ở cấp tỉnh để quyết định **ưu tiên đầu tư khi nâng cấp hạ tầng**

Tuy nhiên, thu thập dữ liệu, vận hành và quản lý hàng ngày của hạ tầng nông thôn thường xuyên được tiến hành ở cấp huyện. Đối với lý do đó, công cụ đã được thiết kế được cán bộ nhà nước cấp huyện có trình độ trung bình có thể sử dụng được. Với đào tạo cơ bản, cán bộ Sở NN & PTNT cấp huyện có khả năng sử dụng công cụ để tiến hành đánh giá nhanh, cung cấp cho người ra quyết định cấp cao hơn thông tin đáng tin cậy về ưu tiên và tính dễ bị tổn thương.

4. CÔNG CỤ ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG DỄ BỊ TỔN THƯƠNG HẠ TẦNG NÔNG THÔN TẠI CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM ĐƯỢC ĐỀ XUẤT

Mô hình được đề xuất về tính dễ bị tổn thương được dựa trên ba hợp phần: Các yếu tố mở rộng, độ nhạy vật lý và năng lực ứng phó như được chỉ ra trong hình sau:



Hình 1: Khung công tác chung về phân tích rủi ro

Một trong những mục đích của công cụ này là để quyết định chỉ số tính dễ bị tổn thương (VI) của từng hạ tầng. Phạm vi công việc không bao gồm ước tính chỉ số nguy cơ (HI) hay chỉ số rủi ro tích hợp (IRI), tập trung vào phân tích tính dễ bị tổn thương của từng hạ tầng, hướng trọng tâm vào loại tài sản là thành phần của hạ tầng đó.

Công cụ đánh giá tính dễ bị tổn thương đã được phát triển cho mỗi loại hạ tầng: đường giao thông nông thôn, thủy lợi, kè bảo vệ bờ sông. Công cụ cung cấp chỉ số dễ bị tổn thương của hạ tầng (IVI) tạo điều kiện so sánh giữa hạ tầng nông thôn cùng loại (ví dụ giữa các đường giao thông), nhưng cũng đưa ra một đại diện về tính dễ bị tổn thương của các nhóm tài sản khác nhau là thành phần của hạ tầng đó.

Ví dụ, trong trường hợp đường giao thông nông thôn của các nhóm tài sản bao gồm mái dốc, mặt đường, rãnh thoát nước bên đường, cống và cầu. Do vậy, người sử dụng công cụ sẽ có thể quyết định mức dễ bị tổn thương của hạ tầng, và mức dễ bị tổn thương của nhóm tài sản là một phần của tài sản đó.

Với ý nghĩa này, công cụ có thể được sử dụng để quyết định yếu tố góp phần làm hạ tầng dễ bị tổn thương hơn, giúp cho việc lập ưu tiên cho yếu tố nào của hạ tầng là chính đối với bất kỳ công trình nào!

Một ứng dụng nữa của công cụ có thể so sánh tính dễ bị tổn thương của tài sản trong một nhóm hạ tầng. Một con số hạ tầng được phân tích trong khu vực dự án, có thể cho phép kỹ thuật viên quyết định nếu các mức dễ bị tổn thương cao được thấy trong cùng một loại hạ tầng (ví dụ mái dốc), và do đó có thể tạo điều kiện cho quy hoạch đầu tư tốt hơn, ưu tiên đầu tư loại tài sản dễ bị tổn thương hơn.

4.1. Đánh giá tính dễ bị tổn thương đường giao thông nông thôn.

Trong trường hợp cụ thể của đường giao thông nông thôn, tính dễ bị tổn thương được dựa trên các hợp phần và tiểu hợp phần sau:

Hợp phần	Tiểu hợp phần
Nhóm chỉ số “Mở rộng”	
Độ nhạy vật lý	Mái dốc (bao gồm mái dốc đào, mái dốc đắp và tường giữ)
	Mặt đường
	Hệ thống thoát nước dọc đường
	Hệ thống thoát nước ngang đường (Cầu và cống)
Khả năng chống chịu	

Các chỉ số cho mỗi hợp phần

Bộ chỉ số này quyết định mức dễ bị tổn thương được bao gồm trong bảng sau:

Tiểu hợp phần	Chỉ số
1) Nhóm chỉ số “Mở rộng”	1.1 Chiều dài của đường
	1,2. Phân loại đường
	1,3. Dân số được hưởng lợi
2) Mái dốc	2,1. Điều tra về hư hại mái dốc gây ra sự tắc nghẽn đường hoàn toàn trong vòng 10 năm gần đây
	2,2. Đặc điểm mái dốc
	2,3. Biện pháp ổn định mái dốc
	2,4. Đặc điểm địa chất và tính chất của đất theo loại hình

	sạt lở đất
	2,5. Các yếu tố môi trường và con người ảnh hưởng đến độ ổn định của mái dốc
3) Mặt đường	3,1. Loại mặt đường
	3,2. Vấn đề thoát nước cho mặt đường
	3,3. Hiện trạng mặt đường
4) Hệ thống thoát nước dọc đường	4,1. Độ lớn (mức độ bao phủ) của hệ thống thoát nước dọc tuyến đường
	4,2. Phân loại hệ thống thoát nước dọc đường
	4,3. Các chức năng của hệ thống thoát nước dọc đường
5) Hệ thống thoát nước ngang đường (Cầu và cống)	5,1. Khả năng chịu lực về kết cấu của hệ thống thoát nước ngang đường
	5,2. Khả năng thoát nước của hệ thống thoát nước ngang đường
	5,3. Chức năng của hệ thống thoát nước ngang đường
	5,4. Bảo vệ phía thượng lưu và hạ lưu các công trình thoát nước ngang đường (hiện trạng các cầu, cống và các cửa vào /cửa ra ...)
6) Khả năng chống chịu	6,1. Khả năng của đường
	6,2. Ngân sách dành cho Vận hành và Bảo dưỡng (tính theo km đường) bao gồm ngân sách dành cho khắc phục các sự cố của đường trong các trường hợp khẩn cấp
	6,3. Các loại công việc Vận hành và Bảo dưỡng
	6,4. Mật độ đường (số km đường trên diện tích 1 km ² của xã)

Quyết định chỉ số dễ bị tổn thương của hạ tầng (IVI)

Để quyết định chỉ số dễ bị tổn thương của Hạ tầng đường giao thông nông thôn, chúng tôi đã đề xuất một bộ 24 chỉ số. Một vài chỉ số có thể được xem như định lượng (ví dụ, chiều dài của con đường) trong khi những chỉ số khác phụ thuộc vào số liệu định tính.

Để cung cấp một trọng số tương đương với mỗi chỉ số, tất cả các chỉ số đã được sắp xếp vào năm phạm trù với các giá trị xếp hạng từ 0.1 đến 0.5. Do vậy, giá trị tối thiểu đối với mỗi chỉ số sẽ là 0.1 (tính bị tổn thương rất thấp) và tối đa sẽ là 0.5 (tính dễ bị tổn thương rất cao). Hệ thống này sẽ cho phép định lượng các chỉ

số định tính, và sẽ điều chỉnh ảnh hưởng của các giá trị định lượng trong mỗi chỉ số dễ bị tổn thương.

Tất cả các chỉ số sẽ có cùng trọng số, như được điều chỉnh trong chương phương pháp luận. Trong trường hợp này, mỗi chỉ số thể hiện 4.17% đóng góp cho hợp phần IVI.

Giá trị cuối cùng của Chỉ số dễ bị tổn thương của Hạ tầng (IVI) sẽ được quyết định như phần bổ sung vào các giá trị của tất cả các chỉ số thành phần.

Khoảng giá trị có thể nhận được chỉ số dễ bị tổn thương của hạ tầng (IVI) sẽ là 2.4 đối với chỉ số dễ bị tổn thương thấp nhất và 12 đối với chỉ số dễ bị tổn thương cao nhất.

Kết quả của chỉ số dễ bị tổn thương hạ tầng có thể so sánh với bảng sau đây trong đó kết quả trung bình được tính toán:

Các chỉ số dễ bị tổn thương tích hợp	Giá trị
Rất thấp	2.40 - 3.60
Thấp	3.61 - 6.00
Trung bình	6.01 - 7.20
Cao	7.21 - 10.80
Rất cao	10.81 - 12.00

Bộ chỉ số cho đường nông thôn

Định nghĩa giá trị của mỗi chỉ số được mô tả như sau: Mỗi chỉ số sẽ có 5 giá trị có thể xếp hạng từ 0.1 (tính dễ bị tổn thương thấp nhất) đến 0.5 (tính dễ bị tổn thương cao nhất).

1) Nhóm chỉ số “Mở rộng”

Chỉ số 1.1.: Chiều dài của đường

Chú thích

Chiều dài của đường liên quan đến quy mô của cơ sở hạ tầng giao thông; tuyến đường càng dài, càng dễ bị ảnh hưởng bởi các yếu tố bên ngoài như biến đổi khí hậu.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
-------------	----------	-----------------

Chỉ số định lượng (đo bằng số Km)	Chỉ số này xác định độ dài của tuyến đường tính theo số Km sẽ được phân tích.	Điều tra các con đường hiện có ở nông thôn tại cấp tỉnh và/hoặc huyện tại Sở Giao thông vận tải (Sở GTVT). Đối với việc xác định độ dài các tuyến đường, sẽ sử dụng phân loại đường bộ và thuật ngữ theo việc sử dụng của MOC/MARD.
Giá trị		
1	Nhỏ hơn 5 Km	
2	5 - 10 Km	
3	10 - 20 Km	
4	20 - 30 Km	
5	Lớn hơn 30 Km	

Chỉ số 1.2.: Phân loại đường

Chú thích

Phân loại đường liên quan đến việc xác định nhóm chỉ số “mở rộng” của cơ sở hạ tầng; phân loại đường có thể cung cấp những tham khảo tốt về tầm quan trọng của tuyến đường. Ví dụ nếu đường cấp huyện mà phục vụ cho một lượng lớn dân cư thì những ảnh hưởng do đường bị tắc nghẽn sẽ càng lớn hơn.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này xác định dựa theo Quyết định số 315/QĐ-BGTVT về các loại đường (huyện, xã,	Phòng Kinh tế hạ tầng Công thương huyện. Điều tra / thống kê về các tuyến đường

	làng) và cấp đường.	nông thôn.
Giá trị		
1	Đường “làng”, hoặc các đường giao thông nông thôn khác không đáp ứng bất cứ cấp đường nào	
2	Đường xã/huyện cấp B (Quyết định số 315/QĐ-BGTVT)	
3	Đường huyện cấp B (Quyết định số 315/QĐ-BGTVT)	
4	Đường huyện cấp A (Quyết định số 315/QĐ-BGTVT)	
5	Đường huyện cấp AH (Quyết định số 315/QĐ-BGTVT) tương đương với loại đường cấp VI (TCVN 4054 2005).	

Chỉ số 1.3.: Dân số được hưởng lợi

Chú thích

Số dân được hưởng lợi cũng cung cấp những tham khảo tốt về tầm quan trọng của tuyến đường. Đối với trường hợp tuyến đường càng phục vụ được số lượng lớn người dân càng dễ bị tổn thương do những ảnh hưởng tiêu cực như tuyến đường bị tắc nghẽn.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định lượng	Chỉ số này xác định số lượng người dân sử dụng tuyến đường. Để đơn giản, có thể coi như tất cả các tuyến đường trong một xã được toàn bộ người dân trong xã sử dụng.	Số liệu điều tra dân số trong một xã của Tổng cục thống kê.
Giá trị		
1	Ít hơn 1000	
2	1000-2000	
3	2000-3000	

4	3000-4000
5	Nhiều hơn 4000

2) Mái dốc

Chỉ số 2.1.: Điều tra về hư hại mái dốc gây ra sự tắc nghẽn đường hoàn toàn trong vòng 10 năm gần đây

Chú thích

Những ghi chép về sạt lở đất đã xảy ra trong quá khứ, gây tắc nghẽn hoàn toàn tuyến đường trong một khoảng thời gian nhất định, trong trường hợp này là xét 10 năm gần đây, có thể là tài liệu để ước tính tính dễ bị tổn thương của mái dốc liên quan đến sạt lở đất. Điều quan trọng là dưới sự thay đổi của các kịch bản khí hậu, tần suất của sạt lở đất có thể tăng lên; do đó, các dữ liệu về sạt lở đất trong quá khứ là cần thiết nhưng không đủ để dự đoán sạt lở đất trong tương lai.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Đại diện UBND xã được kỳ vọng sẽ cung cấp phần lớn các thông tin hữu ích về các sự việc sạt lở đất và gây ra việc tắc nghẽn đường trong quá khứ. Khoảng thời gian điều tra là 10 năm. Trong trường hợp tuyến đường tồn tại ít hơn 10 năm, đề nghị điều chỉnh khoảng thời gian.	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Không có sạt lở/hoặc sạt lở ít nhưng chưa bao giờ làm tắc nghẽn đường.	
2	Một vài sạt lở đất làm giảm khả năng của đường (ví dụ xe ô tô 2WD (1 cầu) không thể đi) nhưng xe 4WD (2 cầu) (4x4) và xe máy có thể đi được. Để giải quyết vấn đề chỉ cần dọn sạch đất sạt lở.	

3	Sạt lở đất nghiêm trọng, một vài trường hợp gây nên tắc nghẽn đường hoàn toàn (lên đến 1 – 2 ngày) (ví dụ sau một trận mưa lớn). Yêu cầu phải dọn đất đá bị sạt bằng nhân công.
4	Sạt lở đất nghiêm trọng gây nên tắc nghẽn đường hoàn toàn (ví dụ sau một trận mưa lớn). Yêu cầu phải máy móc để sửa chữa lại (ví dụ lấp mái dốc bị sạt).
5	Thường xuyên có sạt lở đất gây tắc nghẽn hoàn toàn trong năm.

Chỉ số 2.2.: Đặc điểm mái dốc

Chú thích

Sạt lở đất gây ra bởi rất nhiều các yếu tố trong đó bao gồm hình thái của mái dốc. Các mái dốc có độ dốc lớn thì dễ bị sạt lở đất hơn.

Loại chỉ số	Định nghĩa	Nguồn thông tin
Định tính	Đặc điểm mái dốc xem xét tỉ lệ phần trăm của tuyến đường với độ dốc mặt cắt ngang tự nhiên (độ dốc ngang sườn dốc) lớn hơn 30°. Mái dốc này được xét đến như độ dốc của địa hình tự nhiên. Đối với mái dốc đất đào, khuyến nghị độ dốc là 1:0.75 cho đất sét, 1:0. 5 cho đất mềm, và 1:0.75-1:0.75 cho đá (theo Quyết định số 315/QĐ-BGTVT), vì lý do đó, mái dốc đất đào cũng được xem xét trong xác định giá trị.	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương, cùng với sự hỗ trợ của Mô hình cao độ số hóa khi có thể.
Giá trị		
1	Không có mái dốc với độ dốc trên 30°. Tất cả các mái dốc đất đào trên tuyến đường đáp ứng tiêu chuẩn xây dựng đường tại Quyết định số 315/QĐ-BGTVT (tối đa 1:0.75 đối với đất sét; 1:0. 5 đối với đất mềm, và 1:0.25-1:0.75 đối với đá)	

2	Ít hơn 20% độ dài tuyến đường cắt ngang qua mái dốc cao ($>30^\circ$); và tất cả mái dốc đất đào đáp ứng với tiêu chuẩn xây dựng đường nông thôn tại Quyết định số 315/QĐ-BGTVT (tối đa 1:0.75 đối với đất sét; 1:0.5 đối với đất mềm, và 1:0.25-1:0.75 đối với đá)
3	Ít hơn 20% độ dài tuyến đường cắt ngang qua mái dốc cao ($>30^\circ$); và một số mái dốc đất đào không đáp ứng với tiêu chuẩn xây dựng đường nông thôn tại Quyết định số 315/QĐ-BGTVT (tối đa 1:0.75 đối với đất sét; 1:0.5 đối với đất mềm, và 1:0.25-1:0.75 đối với đá)
4	20-50 % độ dài tuyến đường cắt ngang qua mái dốc cao ($>30^\circ$); và các loại mái dốc đất đào khác nhau không đáp ứng tiêu chuẩn xây dựng đường nông thôn tại Quyết định số 315/QĐ-BGTVT (tối đa 1:0.75 đối với đất sét; 1:0.5 đối với đất mềm, và 1:0.25-1:0.75 đối với đá)
5	Hơn 50% độ dài tuyến đường cắt ngang qua mái dốc cao ($>30^\circ$); và các loại mái dốc đất đào khác nhau không đáp ứng tiêu chuẩn xây dựng đường nông thôn tại Quyết định số 315/QĐ-BGTVT (tối đa 1:0.75 đối với đất sét; 1:0.5 đối với đất mềm, và 1:0.25-1:0.75 đối với đá).

Chỉ số 2.3.: Biện pháp ổn định mái dốc

Chú thích

Biện pháp ổn định mái dốc như tường chắn, hoặc các biện pháp công nghệ sinh học có thể góp phần làm giảm thiểu tính nhạy cảm của các mái dốc đối với sạt lở đất.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Đặc điểm của các biện pháp ổn định mái dốc bao gồm điều tra các giải pháp kỹ thuật khác nhau (ví dụ xây tường chắn, kè đá, công nghệ sinh học, trồng rừng tự	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương

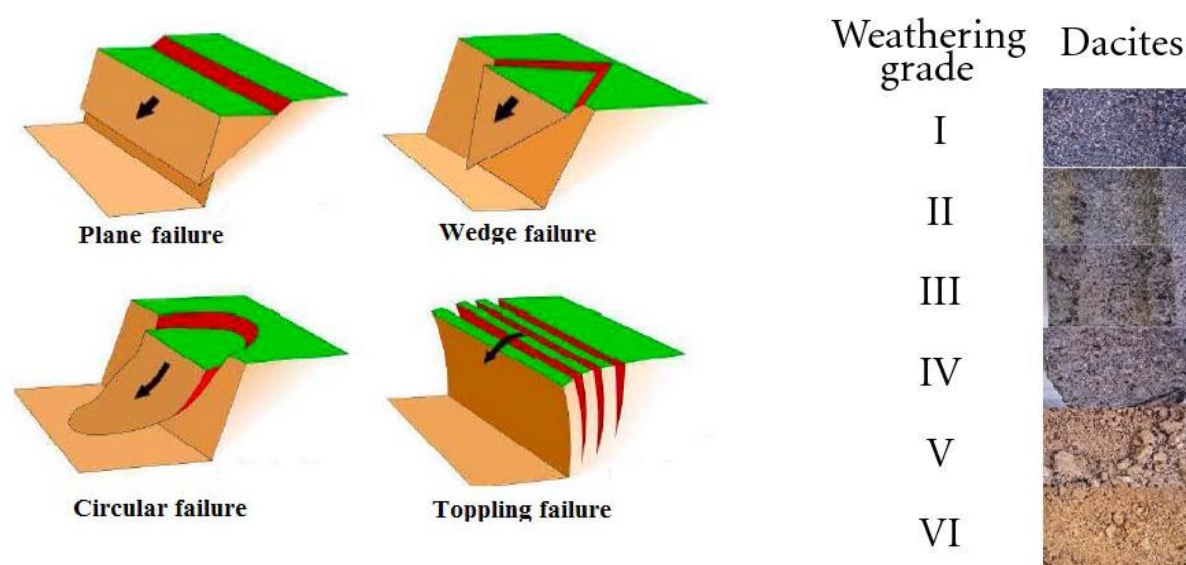
nhiên,...)	
Giá trị	
1	Toàn bộ tuyến đường được bảo vệ bởi các biện pháp ổn định mái dốc một cách hiệu quả. Sạt lở đất nhẹ (nếu xảy ra) không ảnh hưởng đến tuyến đường.
2	Có một số biện pháp ổn định mái dốc, như xây tường chắn và/hoặc các kỹ thuật về công nghệ sinh học trong khu vực có những rủi ro đáng kể về sạt lở đất. Các sạt lở đất nhỏ có ảnh hưởng đến những khu vực không được bảo vệ bởi các biện pháp ổn định mái dốc.
3	Có một số biện pháp ổn định mái dốc, như xây tường chắn và/hoặc các kỹ thuật về công nghệ sinh học trong khu vực có những rủi ro đáng kể về sạt lở đất. Tuy nhiên, những biện pháp này không đảm bảo thực hiện đầy đủ chức năng và không cung cấp được những bảo vệ toàn diện và một số sạt lở đất làm ảnh hưởng đến tuyến đường. Sạt lở đất cũng ảnh hưởng đến những khu vực không được bảo vệ bởi các biện pháp ổn định mái dốc, một vài hiện tượng sạt lở đất làm tắc nghẽn hoàn toàn tuyến đường.
4	Nhỏ và/hoặc không có các biện pháp ổn định mái dốc. Một vài đoạn đường có yêu cầu đưa ra các biện pháp hoặc cải thiện những biện pháp hiện có khi có những bằng chứng về việc sạt lở đất xảy ra thường xuyên.
5	Không có bất cứ biện pháp ổn định mái dốc nào, ngay cả khi có một số đoạn khuyến cáo cần phải có các biện pháp này (như đã từng có hiện tượng sạt lở đất). Chỉ có sự phục hồi đất một cách tự nhiên của những đoạn mái dốc đào/đắp đất.

Chỉ số 2.4.: Đặc điểm địa chất và tính chất của đất theo loại hình sạt lở đất

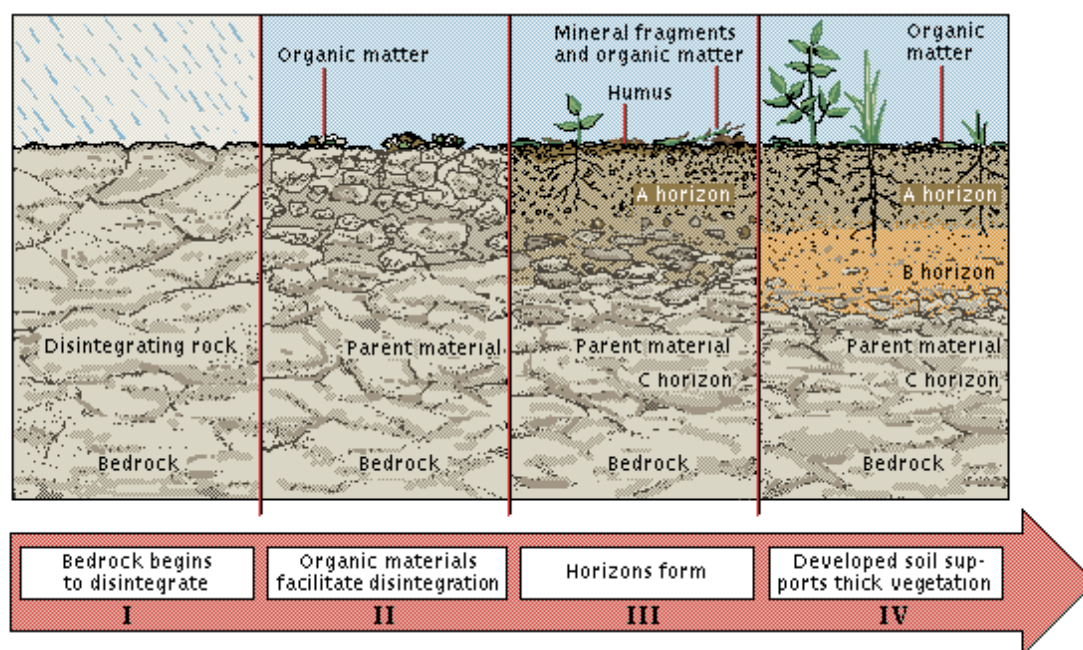
Chú thích

Sạt lở đất được gây ra bởi đa dạng các yếu tố bao gồm đặc điểm của địa chất và đất. Đưa ra được đặc điểm đầy đủ của đất và đá sẽ đưa ra được phạm vi của công cụ này (và cả nhiệm vụ), khi nó được kỳ vọng là một phần của quá trình thiết kế dự án. Chỉ số này cung cấp một số định hướng về loại đất, đá có thể dễ nhạy cảm hơn đối với sạt lở đất, xem xét trong hoàn cảnh của địa phương.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Đặc điểm địa chất và đất dựa theo phân loại đất, đá đơn giản gồm đất sét bùn, cát-sỏi) và đá (đá có kết hoặc phong hóa)	Cán bộ huyện sẽ thu thập số liệu tại thực địa với sự tham vấn và hỗ trợ của các xã về bản đồ địa chất và bản đồ đất (khi sẵn có)
Giá trị		
1	Đá có kết (ví dụ đá vôi) không có dấu hiệu ảnh hưởng của phong hóa (cấp I trong bảng thang đo mức độ phong hóa); và đất sét bùn ổn định không có dấu hiệu của dòng chảy qua.	
2	Đá phong hóa trung bình, đá tự nhiên hoặc đá bạc màu được giới thiệu hoặc như khuôn khổ liên tục hoặc như đá cốt yếu (cấp III trong bảng thang đo mức độ phong hóa); và đất có độ ổn định trung bình (hoặc đất sét bùn hoặc cát sỏi). Không có bằng chứng hoặc những rủi ro do các khối đá lớn, hình nêm hoặc đá lở được xác định trong khu vực.	
3	Đá phong hóa từ trung bình đến cao (lên tới 50%) với bất cứ loại nào của đất. Một số khối đá với diện “nhỏ” (<100 m ³) dạng phiến, dạng nêm đã được tìm thấy hoặc lở đá đã xảy ra trong khu vực.	
4	Đá phong hóa lớn tương đối (20-50% bị phong hóa) với đất cát sỏi. Một số đá khối lớn (>100 m ³), dạng phiến, dạng nêm hoặc đá lở đã xảy ra trong khu vực.	
5	Hỗn hợp đá phong hóa cao (hơn 50% bị phong hóa) với đất cát sỏi. Có các dữ liệu ghi chép lịch sử của đá khối lớn (>100 m ³), dạng phiến, dạng nêm hoặc đá lở đã xảy ra trong khu vực..	



Nguồn: trang web *Hindawi*



Nguồn : <http://sjsearthscience.blogspot.com>

Chỉ số 2.5.: Các yếu tố môi trường và con người ảnh hưởng đến độ ổn định của mái dốc

Chú thích

Bên cạnh các yếu tố nội tại ảnh hưởng đến độ ổn định của mái dốc, ví dụ

như địa chất, đất đá hay độ dốc, có những yếu tố ảnh hưởng khác trong nhiều trường hợp liên quan đến con người như độ bao phủ của cây cối, trong nhiều trường hợp khác liên quan đến yếu tố môi trường, như sự thấm nước, hoặc các hoạt động địa chấn

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Đặc điểm của các yếu tố môi trường và con người bao gồm điều tra các vấn đề bổ sung mà góp phần làm tăng các rủi ro của sạt lở đất. Các yếu tố tiềm ẩn gây ra những ảnh hưởng tiêu cực là: • Phá rừng có thể quan sát được trên mái đào/ đắp • Sản xuất nông nghiệp và/hoặc các hoạt động nông trại quan sát được trong khu vực mái dốc đào/đắp đất có thể làm tổn hại đến sự ổn định của mái dốc và các khu vực xung quanh (ví dụ vùng lầy bùn) • Sự hiện diện của vùng đọng nước (các vũng nước quan sát được) trong mái dốc đất đào/ đắp • Các hoạt động địa chấn trong khu vực (kiểm tra bản đồ địa chấn) • Đường đứt gãy chính cắt ngang qua đường (kiểm tra	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương Hỗ trợ từ bản đồ hoạt động địa chấn Việt Nam (sẵn có tại www.seis.nagoya-u.ac.jp/kimata/jica/duong_job.pdf) và bản đồ địa chất với các đường đứt gãy chính.

	bằng mắt hoặc cùng với bản đồ địa chất) Các hoạt động tăng cường gần khu vực trơn trượt (ví dụ nhà xây dựng gần khu vực trơn trượt) .Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương. Hỗ trợ từ bản đồ hoạt động địa chấn của Việt Nam (sẵn có tại trang web www.seis.nagoya-u.ac.jp/kimata/jica/duong_job.pdf) và bản đồ địa chất với những đường đứt gãy lớn
Giá trị	
1	Không xác định được yếu tố tiềm năng nào dọc theo tuyến đường
2	Chỉ xác định được 1 yếu tố tiềm năng dọc tuyến đường
3	Xác định có 2 yếu tố tiềm năng dọc tuyến đường
4	Xác định có 3 yếu tố tiềm năng dọc tuyến đường
5	Nhiều hơn 3 yếu tố tiềm năng dọc tuyến đường

3) Mặt đường

Chỉ số 3.1.: Loại mặt đường

Chú thích

Loại mặt đường là chỉ số rõ ràng nhất về tính dễ bị tổn thương của mặt đường. Theo việc phân tích nguyên nhân cốt lõi của sự việc, đường bê tông được nhận định như là loại đường có khả năng chống chịu và tồn tại lâu dài nhất, trong khi đường đất được xem xét là có khả năng chống chịu thấp nhất. Sự phân loại mặt đường dựa trên tiêu chuẩn thi công đối với

đường giao thông nông thôn là tiêu chuẩn ngành số 22 TCN 210-92 và cũng dựa theo những phát hiện về phân tích nguyên nhân cốt lõi của những tổn thất và hư hại của đường giao thông nông thôn.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	“Loại mặt đường” trong chỉ số này là nói đến loại vật liệu để trải mặt đường, và trong các trường hợp chưa lát mặt đường, dựa theo các trường hợp cơ sở (nếu có)	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Mặt đường bê tông xi măng	
2	Đường nhựa (đường lát bitum)	
3	Các loại vật liệu tổng hợp được lựa chọn và đầm chặt (được xử lý trong nhà máy)	
4	Các loại vật liệu cơ sở sản xuất từ nguyên liệu địa phương (tổng hợp và các loại khác)	
5	Đường đất không trải cấp phối hoặc chưa được tôn tạo	

Chỉ số 3.2.: Vấn đề thoát nước cho mặt đường

Chú thích

Nước đọng lại trên mặt đường, đặc biệt đối với những tuyến đường chưa lát mặt, được xem xét như là một trong những yếu tố chính ảnh hưởng đến tuổi thọ của đường giao thông. Trong các trường hợp này, việc thoát nước mặt đường liên quan trực tiếp đến điều kiện thời tiết cũng như với điều kiện của mái dốc đường (ngang và dọc).

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Vấn đề thoát nước mặt đường đề cập đến hiệu quả của các biện	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn

pháp kiểm soát thoát nước mặt để địa phương thoát nước từ lòng đường	
Giá trị	
1	Nước được thoát đúng cách (và thoát luôn) từ lòng đường. Mái dốc dọc và đặc biệt là mái dốc ngang của lòng đường tạo điều kiện cho nước thoát nhanh mà không làm xói mòn lòng đường hay lề đường.
2	Nước được thoát ra khỏi lòng đường trong các trận mưa nhưng chưa xác định được các vấn đề về độ xói mòn mặt đường (không quan sát được bằng mắt thường với các biểu hiện xói mòn, rửa trôi do nước mặt gây ra)
3	Một vài vị trí (ít hơn 5 km) cho thấy nước không được thoát và tạo nên sự xói mòn cục bộ (ví dụ như vũng hoặc các rãnh trên mặt đường có thể thấy bằng mắt thường).
4	Một vài điểm (nhiều hơn 5 km) cho thấy nước chưa được thoát. Nước tồn đọng trên mặt đường trong thời gian dài, có thể hàng tuần (trong mùa mưa) và/hoặc tạo thành các vũng lớn trên lòng đường.
5	Nước đọng trên một số phần lòng đường (trừ những đoạn qua sông, suối) trong suốt vài tháng trong năm, xuất hiện những khu vực đọng bùn làm giảm nghiêm trọng khả năng của đường (chỉ có ô tô 4WD (hai cầu) có thể qua)

Chỉ số 3.3.: Hiện trạng mặt đường

Chú thích

Hiện trạng mặt đường cung cấp các thông tin về việc tồn tại những ảnh hưởng của yếu tố ngoại sinh (phần lớn là nước và trọng tải lớn) đến bề mặt đường. Tình trạng của bề mặt đường cũng có thể được xem xét như là một chỉ số của bảo dưỡng, tuy nhiên trong trường hợp này nhấn mạnh vào những bằng chứng gây ra những thiệt hại do quá trình sử dụng gây ra hơn là hiệu quả của các biện pháp bảo dưỡng.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này cung cấp định hướng về khả năng chống chịu của mặt đường để chống chịu lại những yếu tố ngoại sinh (ví dụ nước và giao thông tải trọng lớn) được đo bằng những chứng cứ nhìn thấy về những thiệt hại. Người điều tra phải xem xét không chỉ là thiệt hại trực quan tại thời điểm thực hiện các phân tích (như đường gần đây có thể đã được sửa chữa hay không), mà là mức độ thiệt hại gây ra trong điều kiện bình thường.	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Không có những bằng chứng trực quan về những thiệt hại bề mặt đường. Không có những dấu vết, rãnh hay biến dạng đối với mặt đường. Đối với đường bê tông hay trải nhựa không có các vết nứt.	
2	Có những bằng chứng nhỏ về những phá hủy mặt đường. Có những dấu vết và/hoặc sự biến dạng nhỏ đối với mặt đường. Đối với đường bê tông và đường nhựa, có những vết nứt nhỏ.	
3	Có những bằng chứng rõ ràng về những phá hủy mặt đường. Các dấu vết và rãnh dễ dàng được nhận dạng dọc theo tuyến đường và có những bằng chứng về sự biến dạng mặt đường, làm cho người điều khiển xe máy phải chú ý, cẩn thận hơn khi đi trên đường.	
4	Có sự phá hủy mặt đường nghiêm trọng, bao gồm những rãnh và những biến dạng sâu trên mặt đường yêu cầu phải bảo dưỡng (hàng năm) (bằng cách lấp các lỗ gà / vũng / hố trên đường) để duy trì tuyến hoạt động bình thường.	
5	Các ảnh hưởng nghiêm trọng trên nền đường, bao gồm những rãnh sâu và những biến dạng sâu trên mặt đường mà chỉ có ô tô	

4WD (xe hai cầu) mới có thể đi hoặc cần phải bảo dưỡng (hàng năm) (bằng cách lắp các hố / ổ trên đường) để duy trì tuyến đường hoạt động hàng năm.

4) Hệ thống thoát nước dọc đường

Chỉ số 4.1.: Độ lớn (mức độ bao phủ) của hệ thống thoát nước dọc tuyến đường

Chú thích

Một yếu tố đóng góp vào các chức năng của thoát nước hai bên đường là có các rãnh thoát nước dọc theo tuyến đường. Mặc dù có vài đoạn trên tuyến đường có thể không cần, bố trí rãnh thoát nước dọc đường là cần thiết cho hầu hết chiều dài tuyến đường giao thông nông thôn tại khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
	Độ lớn của hệ thống thoát nước dọc đường là tỷ lệ ước tính của hệ thống thoát nước dọc đường so với chiều dài đường, được đo bằng số lượng km cống, rãnh thoát nước dọc đường chia cho số km đường. Rãnh thoát nước dọc có thể là rãnh đất hoặc rãnh được lát. Các chỉ số giá trị được ước tính trong xem xét các điều kiện trung bình của đường giao thông nông thôn trong khu vực dự án, tuy nhiên độ lớn của hệ thống thoát nước dọc đường phù hợp có thể được thay đổi từ cơ sở hạ tầng này	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương Hỗ trợ bởi điều tra các tuyến đường cấp huyện (cho tổng chiều dài đường)
Định tính		

sang CSHT khác. Người điều tra phải linh hoạt khi sử dụng chỉ số này.	
Giá trị	
1	Hơn 90% chiều dài tuyến đường có hệ thống thoát nước dọc đường. Hệ thống thoát nước dọc đường được bố trí đủ và không xác định được thêm vị trí nào cần bố trí bổ sung hệ thống thoát nước.
2	70-90% chiều dài tuyến đường có hệ thống thoát nước dọc đường. Về cơ bản, hệ thống thoát nước được bố trí đủ, tuy nhiên có vài đoạn có thể cần bổ sung hệ thống thoát nước.
3	50-70% chiều dài tuyến đường có hệ thống thoát nước dọc đường. Về cơ bản, hệ thống thoát nước được bố trí đủ, tuy nhiên có vài đoạn có thể cần bổ sung hệ thống thoát nước.
4	Từ 20-50% chiều dài tuyến đường có hệ thống thoát nước dọc đường; Về cơ bản hệ thống thoát nước được bố trí tại hầu hết các vị trí quan trọng, tuy nhiên có vài đoạn được khuyến cáo cần thiết phải bổ sung hệ thống thoát nước.
5	Ít hơn 20% chiều dài tuyến đường có hệ thống thoát nước dọc đường; Có những bằng chứng rõ ràng cho thấy hệ thống thoát nước bên đường là chưa đủ và tại một vài vị trí bên đường có các vấn đề về đọng nước cần được giải quyết bằng cách bổ sung hệ thống thoát nước.

Chỉ số 4.2.: Phân loại hệ thống thoát nước dọc đường

Chú thích

Loại hệ thống thoát nước bên đường là một yếu tố cơ bản để xác định hiệu quả của hệ thống đó để thoát nước từ lòng đường và để ngăn chặn nước chảy từ các khu vực lân cận (sườn) dẫn đến ngập đường.

Loại chỉ số

Xác định

Nguồn thông tin

Định tính	Các giá trị của loại hệ thống thoát nước được xem xét theo tiêu chuẩn thi công cho đường giao thông nông thôn tiêu chuẩn 22 TCN 210-92 kết hợp với các yếu tố khác có đóng góp cho đặc tính của công thoát nước bên đường Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị	
1	Hệ thống thoát nước bên đường được xây dựng tuân thủ theo tiêu chuẩn 22 TCN 210-92 và khả năng thoát nước an toàn đối với cống ít nhất là 500m. Các biện pháp kiểm soát xói mòn, như đê mương, hoặc các thiết kế phù hợp của hệ thống cống giúp ngăn chặn xói mòn (không có bằng chứng cụ thể về xói mòn hoặc ngập lụt).
2	Hệ thống thoát nước bên đường được xây dựng tuân thủ theo tiêu chuẩn 22 TCN 210-92. Độ thoát nước an toàn qua cống không được đảm bảo thường xuyên. Có những bằng chứng nhỏ về sự xói mòn và ngập lụt.
3	Hệ thống thoát nước bên đường nhỏ hơn theo tiêu chuẩn 22 TCN 210-92 và/hoặc yêu cầu nâng cấp một số chỗ. Các phần của cống bị tắc một phần hoặc hoàn toàn, hoặc trong một số trường hợp có sự xói mòn (rãnh) và/hoặc ngập lụt.
4	Hệ thống thoát nước bên đường cần được bảo dưỡng/nâng cấp khẩn cấp. Các phần của hệ thống cống bị tắc một phần hoặc hoàn toàn, hoặc một số trường hợp bị xói mòn nghiêm trọng và/hoặc bị ngập lụt. Hệ thống công không đáp ứng tiêu chuẩn 22 TCN 210-92.
5	Thiếu hệ thống thoát nước bên đường làm chúng không thực hiện được các chức năng và ảnh hưởng đến lòng đường.

Chỉ số 4.3.: Các chức năng của hệ thống thoát nước dọc đường

Chú thích

Một trong những cách tốt nhất để đảm bảo khả năng chống chịu của hệ thống thoát nước bên đường là phân tích các chức năng hiện có của hệ thống. Nếu chúng không thực hiện tốt chức năng trong điều kiện bình thường thì không chắc nó sẽ làm việc tốt hơn trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chức năng của hệ thống thoát nước bên đường đề cập đến tính hiệu quả của hệ thống để thoát nước từ lòng đường và các khu vực xung quanh (ví dụ mái dốc)	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Nước được thoát đúng (và ngay lập tức) từ lòng đường thông qua hệ thống thoát nước, kể cả trong điều kiện mưa bão. Không có hiện tượng ngập úng.	
2	Nước luôn được thoát đúng cách thông qua hệ thống thoát nước. Tuy nhiên, trong điều kiện mưa bão, một số hệ thống thoát nước có thể bị ngập úng ảnh hưởng đến lòng đường. Hệ thống thoát nước bên đường thường được vệ sinh sạch sẽ.	
3	Có một số vấn đề nhỏ về chức năng của hệ thống thoát nước. Một vài vị trí (ít hơn 5 km) nước không được thoát kịp thời dẫn đến xói mòn cục bộ (ví dụ các ổ gà và/hoặc rãnh trên mặt đường. Sạt lở đất và đá làm giảm hiệu quả của việc thoát nước (về mặt thủy lực).	
4	Một vài điểm (hơn 5 km) nước không thoát kịp thời. Nước trên mặt đường tồn tại trong suốt tuần (vào mùa mưa) và/hoặc các vũng lớn trên lòng đường.	
5	Hệ thống thoát nước không có chức năng (hoặc không có) và/hoặc nước trên lòng đường trong suốt vài tháng trong năm và/hoặc rãnh trên lòng đường làm giảm nghiêm trọng khả năng của đường (ví dụ chỉ có xe 4WD có khả năng qua được)	

5) Hệ thống thoát nước ngang đường (Cầu và cống)

Chỉ số 5.1: Khả năng chịu lực về kết cấu của hệ thống thoát nước ngang đường**Chú thích**

Chỉ số này đề cập đến các thông số kỹ thuật và khả năng chịu lực về kết cấu của hệ thống cầu và cống trên đường. Các phân tích nguyên nhân gốc rễ của hệ thống đường giao thông nông thôn chỉ ra rằng nhiều trong số những cơ sở hạ tầng này đã được thiết kế cho tải trọng giao thông nhẹ (tải trọng đơn) tuân theo tiêu chuẩn xây dựng hiện hành được áp dụng cho đường giao thông nông thôn. Tuy nhiên, trong hầu hết các trường hợp, các con đường nông thôn được sử dụng bởi các xe hạng nặng (xe tải).

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Khả năng chịu lực về kết cấu xem xét cả tiêu chuẩn xây dựng hiện hành áp dụng cho đường giao thông nông thôn và các loại xe vận tải hàng ngày vượt quá năng lực thiết kế. Khó có thể thu thập được các thông tin về đặc điểm cấu trúc của cầu và cống. Vì những lý do đó mà các giá trị bên dưới đây chỉ mang tính chất minh họa.	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Tất cả các cống và cầu dọc theo tuyến đường đã được xây dựng theo tiêu chuẩn TCVN 9845:2013 về đặc điểm dòng chảy cũng như tiêu chuẩn TCVN 4054:2005 cho đường ô tô. Không có những hình ảnh về những thiệt hại cấu trúc trên tất cả các cầu và cống, không có kết cấu nào hiện tại bị những phá hủy về kết cấu và phải thay thế.	
2	Tất cả các cống và cầu dọc theo tuyến đường đã được xây dựng theo tiêu chuẩn TCVN 9845:2013 về đặc điểm dòng chảy cũng như tiêu chuẩn 22TCN-2010-92 cho đường giao thông nông thôn.	

	Không có những hình ảnh về những thiệt hại cấu trúc trên tất cả các cầu và cống, không có kết cấu nào hiện tại bị những phá hủy về kết cấu và phải thay thế.
3	Trong khoảng 10 năm gần đây, một số cầu và cống dọc theo tuyến đường bị sụp đổ và/hoặc phải thay thế bằng các kết cấu khác tốt hơn. Tất cả cống/cầu phải sửa chữa/cải tạo, do đó các vấn đề đã được giải quyết.
4	Trong khoảng 10 năm gần đây, một số cầu và cống dọc theo tuyến đường bị sụp đổ và/hoặc phải thay thế bằng các kết cấu khác tốt hơn. Tuy nhiên chỉ có một số ít cầu/cống được sửa chữa/cải tạo, do đó có thể những tài sản khác sẽ bị rủi ro.
5	Một số cầu và cống dọc theo tuyến đường có những hình ảnh cho thấy kết cấu bị thiếu hụt/hư hỏng (ví dụ các vết nứt gãy trong cấu trúc bê tông) mà được khuyến cáo phải thay thế hoặc cải tạo. Trong quá khứ, một số tài sản dọc theo tuyến đường bị sụp đổ và phải thay thế/sửa chữa.

Chỉ số 5.2: Khả năng thoát nước của hệ thống thoát nước ngang đường

Chú thích

Chỉ số này đề cập đến các thông số kỹ thuật và khả năng thoát nước của cống và cầu dọc đường. Biến đổi khí hậu được dự kiến sẽ tăng cả về tần suất và mức độ nghiêm trọng của các sự kiện thời tiết cực đoan (bao gồm bão), do đó làm tăng thêm những áp lực cho công suất thủy lực của hệ thống thoát nước. Các ghi chép lịch sử của các dòng chảy vượt ngưỡng không thể dự đoán tác động của các kịch bản khí hậu trong tương lai, nhưng là một chỉ số gần đúng về tính dễ bị tổn thương đến các cơ sở hạ tầng hiện tại. Nếu tài sản hiện đang bị ngập lụt, nó có thể sẽ tồi tệ hơn trong tương lai.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Khả năng thoát nước xem xét cả việc thỏa mãn tiêu chuẩn xây dựng hiện hành (TCVN 9845:	Xem xét các tài liệu thiết kế dự án để xác định tiêu chí thiết kế và các qui định về thi

	2013, tính toán các đặc trưng dòng chảy lũ) cũng như các ghi chép lịch sử của dòng chảy vượt ngưỡng	công được sử dụng. Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương về các ghi chép lũ lụt.
Giá trị		
1	Tất cả các cầu và cống dọc theo tuyến đường được xây dựng tuân theo TCVN 9845: 2013, tính toán các đặc trưng dòng chảy lũ, cũng như tiêu chuẩn TCVN 4054:2005 cho đường ô tô (cấp V và VI). Không có những ghi chép lịch sử về dòng chảy vượt ngưỡng của bất cứ cơ sở hạ tầng nào.	
2	Tất cả các cống và cầu dọc theo tuyến đường đã được xây dựng theo tiêu chuẩn TCVN 9845:2013 về đặc điểm dòng chảy cũng như tiêu chuẩn 22TCN-2010-92 cho đường giao thông nông thôn. Dòng chảy vượt ngưỡng đối với cống xảy ra tối đa một lần một năm và nguyên nhân chủ yếu là thiếu việc bảo dưỡng/nạo vét	
3	Tất cả các cống và cầu dọc theo tuyến đường đã được xây dựng theo tiêu chuẩn TCVN 9845:2013 về đặc điểm dòng chảy cũng như tiêu chuẩn 22TCN-2010-92 cho đường giao thông nông thôn. Dòng chảy vượt ngưỡng đối với cống xảy ra vài lần một năm và không nhất thiết phải mở rộng khẩu độ mà chủ yếu là do thiếu việc bảo dưỡng/nạo vét	
4	Dòng chảy vượt ngưỡng xảy ra thường xuyên trong các trận mưa to; yêu cầu các cầu và cống có kích thước lớn hơn ở nhiều vị trí.	
5	Các cầu và cống bị tràn vượt ngưỡng ít nhất một lần trong suốt 10 năm qua. Các báo cáo về thiệt hại về kết cấu đối với cầu hoặc cống như một hậu quả của các trận bão lớn.	

Ghi chú: Nếu cầu bị tràn vượt ngưỡng (mặc dù chỉ một lần trong 10 năm qua) sẽ đánh dấu ở mức cao nhất (5)

Chỉ số 5.3.: Chức năng của cống và cầu

Chú thích

Khi xảy ra dòng chảy vượt ngưỡng, các nguyên nhân có thể liên quan đến

tính toán thủy lực (chỉ số 5.2) hoặc do việc giảm các tiết diện thủy lực như một hệ quả của việc lắng đọng và tắc nghẽn một phần/hoàn toàn. Tiến hành bảo dưỡng thường xuyên cơ sở hạ tầng có thể giải quyết vấn đề giảm mất cắt thủy lực. Chỉ số này đánh giá cấp độ chức năng của CSHT đối với hiệu quả của phần thủy lực.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Cống và cầu là các kết cấu thoát nước từ suối cắt ngang qua đường hoặc từ vai cống. Mô tả các giá trị khác nhau cung cấp những định hướng để xác định tình trạng cống và cầu nói chung của một con đường nhất định. Giá trị "4" được đánh giá cho cơ sở hạ tầng không có đầy đủ các chức năng (bảo dưỡng/nạo vét kém) và ảnh hưởng đến bề mặt đường gần như mọi năm. Trong khi giá trị "3" tương ứng với công trình thoát nước ngang đường không có đầy đủ chức năng nhưng không nhất thiết có các tác động đến bề mặt đường.	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Cống và cầu vẫn hoạt động và không có những sự cố trong 10 năm qua. Cống được nạo vét và/hoặc bảo dưỡng đầy đủ.	
2	Cống và cầu có một chút bồi lắng bùn và có những đoạn bị tắc nghẽn một phần nhưng vẫn thực hiện được chức năng. Không có những ghi chép về việc dòng chảy vượt ngưỡng.	
3	Một vài cống không thực hiện các chức năng do chúng bị tắc nghẽn một phần/toàn phần hoặc do chúng có kích cỡ không đủ lớn.	
4	Mưa lớn (các trận mưa hàng năm trung bình lớn nhất) có thể là vượt công suất của cống và/hoặc cầu do chúng bị tắc nghẽn một phần/hoàn toàn. Ít nhất 1 lần trong năm xảy ra dòng chảy vượt ngưỡng tại một số cống và cầu gây ra do giảm tiết diện (không phải do thiết kế thủy lực)	

5	Hơn 10 năm qua, ít nhất một lần mưa lớn gây sập đổ hệ thống thoát nước (cống và cầu) chặn giao thông hoặc gây thiệt hại tài sản nghiêm trọng và ảnh hưởng đến sự an toàn cơ sở hạ tầng, mà có thể liên quan trực tiếp đến giảm chức năng của cơ sở hạ tầng (phần thủy lực bị tắc nghẽn một phần hoặc hoàn toàn)
---	---

Chỉ số 5.4.: Bảo vệ phía thượng lưu và hạ lưu các công trình thoát nước ngang đường (hiện trạng các cầu, cống và các cửa vào /cửa ra ...)

Chú thích

Một yếu tố quan trọng để đảm bảo tuổi thọ lâu dài của hệ thống thoát nước ngang đường và bảo vệ chúng khỏi bị xói mòn do lũ quét là tình trạng và sự hiện diện của các kết cấu bảo vệ phía thượng hạ lưu, chẳng hạn như bộ phận tiêu năng, cửa vào / cửa ra.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này phân tích sự hiện diện của những công trình nêu trên cũng như việc quan sát trực quan được các tác động xói mòn ở khu vực gần đó.	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương

Giá trị

1	Tất cả các cống và cầu dọc theo tuyến đường bao gồm các kết cấu bảo vệ thượng hạ lưu như bộ phận tiêu năng, cửa vào/ cửa ra, v.v... Không có những hình ảnh cho thấy sự xói mòn xung quanh khu vực cửa vào/ cửa ra của cống và/hoặc trong/xung quanh móng cầu.
2	Tất cả các cống và cầu dọc theo tuyến đường bao gồm các kết cấu bảo vệ thượng hạ lưu như bộ phận tiêu năng, cửa vào vào/ cửa ra ra. Có sự xói mòn nhỏ được xác định xung quanh khu vực cửa vào/ cửa ra của cống và/hoặc trong/xung quanh móng cầu; tuy nhiên nó không thể hiện bất cứ rủi ro nào về cấu trúc đối với CSHT.

3	Phần lớn các cống và cầu dọc theo tuyến đường bao gồm các kết cấu bảo vệ thượng, hạ lưu như bộ phận tiêu năng, khoang cửa vào/ cửa ra. Một vài chỗ bị xói mòn được xác định xung quanh khu vực cửa vào/ cửa ra của cống và/hoặc trong/ xung quanh móng cầu. Xói mòn xung quanh khu vực CSHT này (đặc biệt đối với cầu) có thể nên được giám sát thường xuyên để đảm bảo rằng năng lực cấu trúc không bị tổn hại.
4	Rất ít/ không có kết cấu bảo vệ thượng, hạ lưu như bộ phận tiêu năng, khoang cửa vào/ cửa ra được xây dựng để bảo vệ cống và cầu. Sự xói mòn gần khu vực cống và cầu rất rõ ràng nhưng cho đến nay chưa có những báo cáo về những thiệt hại nghiêm trọng.
5	Rất ít/ không có kết cấu bảo vệ thượng, hạ lưu như bộ phận tiêu năng, khoang cửa vào/ cửa ra được xây dựng để bảo vệ cống và cầu. Sự xói mòn gần khu vực cống và cầu rất rõ ràng và có những vấn đề gây ra trong quá khứ (cống bị quét trôi hay thiệt hại về nền móng cầu).

6) Khả năng chống chịu

Chỉ số 6.1.: Khả năng của đường

Chú thích

Khái niệm về khả năng của đường được xác định như là khả năng của tuyến đường để phục vụ việc đi lại của tất cả các phương tiện trong mọi thời điểm, có thể là một chỉ số tốt về sức chống chịu của tuyến đường đối với các yếu tố ngoại sinh. Trong một số trường hợp, hiện tượng thời tiết cực đoan có thể gây nên tình trạng sạt lở đất nhưng không nhất thiết ảnh hưởng đến mức độ phục vụ của tuyến đường.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Khả năng của tuyến đường có thể được xác định như là năng lực phục vụ việc đi lại của tất cả các phương tiện tại mọi thời điểm. Áp dụng với các cấp đường AH,	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương

A, B và C có thể có các vấn đề về lưu thông của một số phương tiện (ví dụ sự lưu thông của ô tô 2WD sau trận mưa to) nhưng nó sẽ là những điều kiện đủ cho mỗi nhóm đường khi mở rộng định kỳ các tuyến đường bị tắc nghẽn.	
Giá trị	
1	Đường có thể đi lại tất cả các năm và trong mọi trường hợp cho tất cả các phương tiện.
2	Đường có thể bị tắc nghẽn một phần trong điều kiện thời tiết cực đoan (xảy ra ít nhất 1 lần trong vòng 10 năm). Ít nhất 1 lần trong 10 năm, đường có thể bị tắc nghẽn một phần cho một số loại phương tiện (ví dụ ô tô 2WD)
3	Đường có thể bị tắc nghẽn một phần trong điều kiện thời tiết cực đoan (xảy ra hàng năm ở mức trung bình). Hàng năm có một số loại phương tiện có thể không lưu thông được trong một khoảng thời gian nhất định (ví dụ ô tô 2WD sau trận mưa to)
4	Đường có thể bị tắc nghẽn hoàn toàn trong điều kiện thời tiết cực đoan (xảy ra ít nhất 1 lần trong vòng 10 năm).
5	Đường có thể bị tắc nghẽn một phần trong điều kiện thời tiết cực đoan (xảy ra hàng năm ở mức trung bình).

Chỉ số 6.2.: Đầu tư cho Vận hành và Bảo dưỡng (O&M) trên 1 km

Chú thích

Đường được bảo dưỡng đầy đủ sẽ có tuổi thọ dài hơn, phục vụ tốt hơn và những gì là quan trọng hơn sẽ có khả năng chống chịu tốt hơn. Với ý nghĩa đó chỉ số này ước tính áng chừng mức kỳ vọng của tính dễ bị tổn thương dựa trên các khoản đầu tư cho vận hành và bảo dưỡng (O&M). Ngân sách bao gồm trong mỗi loại được ước tính chi phí có sự tham khảo chi phí cho một con đường nông thôn mới trung bình trong khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam (100,000 USD/km tương đương khoảng 2 tỷ VNĐ/km)). Tỷ lệ đầu tư O&M dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế cho mức

(cao, trung bình và thấp của đầu tư) với một sự điều chỉnh nhỏ cho hoàn cảnh địa phương.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chi phí đầu tư cho O&M đã ước tính bao gồm: ngân sách hàng năm do UBND huyện phê duyệt cho việc vận hành và bảo dưỡng đường, chi phí cho cải tạo của con đường (ví dụ như nâng cấp/ cải tạo bề mặt vỉa hè), đóng góp dự kiến bằng hiện vật của cộng đồng địa phương (thường được giới hạn ở nhân lực) và ngân sách dành cho "khôi phục công trình" trong các trường hợp khẩn cấp. Chỉ số này không bao gồm ngân sách đầu tư cho "nâng cấp" cơ sở hạ tầng khi việc nâng cấp này làm thay đổi đáng kể toàn bộ con đường (ví dụ như mở rộng toàn bộ tuyến đường, thay đổi hiện trạng	Báo cáo đầu tư đường hàng năm của huyện. Các hồ trợ của các cán bộ thu thập số liệu của huyện thông qua tham vấn địa phương Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Ngân sách dành cho vận hành và bảo dưỡng (O&M) cao và có cả ngân sách dự phòng (hơn 10% của chi phí thi công): hơn 10.000 USD / km / năm	
2	Ngân sách trung bình (3-10% chi phí thi công trung bình). 63-210 triệu VND/km/năm (3000-10,000 USD)	
3	Ngân sách thấp (1-3% chi phí thi công trung bình). 21-63 triệu VND/km (1000-3000 USD)	
4	Ngân sách tối thiểu (ít hơn 1% chi phí thi công trung bình). Ghi chú: đối với đường giao thông nông thôn ước tính cho 100,000 USD/km: 21 triệu VND/km (1000 USD)	
5	"Không có chi phí". Chỉ bao gồm đóng góp bằng hiện vật của cộng đồng.	

Chỉ số 6.3.: Các loại công việc Vận hành và Bảo dưỡng**Chú thích**

Như được đề cập tại chỉ số 6.2, đường giao thông mà được bảo dưỡng đầy đủ sẽ có tuổi thọ dài hơn, phục vụ tốt hơn và những gì là quan trọng hơn sẽ có khả năng chống chịu tốt hơn. Với ý nghĩa đó, chỉ số này ước tính ảnh hưởng mức độ kỳ vọng của tính dễ bị tổn thương dựa trên loại công việc vận hành và bảo dưỡng được thực hiện. Trong khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc, đóng góp của cộng đồng thông qua hiện vật (nhân lực / ngày công) không nên đánh giá thấp. Vì lý do đó chỉ số này tích hợp các khía cạnh sự tham gia của cộng đồng cũng như việc sử dụng các lao động có tay nghề và các công ty để thực hiện công tác bảo dưỡng công trình thường xuyên.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này quyết định các hoạt động vận hành và bảo dưỡng (O&M) được thực hiện như thế nào và mở rộng đến mức nào thì sự tham gia của cộng đồng được hỗ trợ bởi các phương tiện bổ sung khác (ví dụ như máy móc hạng nặng, vật liệu xây dựng, hoặc công ty tư nhân thực hiện hầu hết các hoạt động bảo trì).	Báo cáo đầu tư đường hàng năm của huyện. Các hỗ trợ của các cán bộ thu thập số liệu của huyện thông qua tham vấn địa phương Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Vận hành và bảo dưỡng thường xuyên được thực hiện trên cơ sở hàng năm với sự hỗ trợ từ các công ty bên ngoài.	
2	Vận hành và bảo dưỡng được thực hiện hầu hết bởi các công ty bên ngoài khi cần (ví dụ sửa chữa các yếu tố về cấu trúc như tường chắn, cống,...) có/không có sự đóng góp của cộng đồng. Hoạt động O&M không bao gồm những cải tạo lớn hoặc nâng cấp giao thông nông thôn (ví dụ cải tạo toàn bộ mặt đường), sẽ không được xem xét như là “bảo dưỡng” mà gọi là “cải tiến”.	

3	Vận hành và bảo dưỡng được thực hiện bởi cộng đồng khi có yêu cầu với một số hỗ trợ vật liệu (không bao gồm máy móc hạng nặng). Cộng đồng thực hiện bảo dưỡng hàng năm/ định kỳ và chỉ có sự tham gia hạn chế của các vật liệu và các công cụ thi công, không bao gồm máy móc hạng nặng.
4	Vận hành và bảo dưỡng thường xuyên được cộng đồng thực hiện một mình và không có sự tham gia của máy móc hay vật liệu của chính quyền địa phương.
5	Vận hành và bảo dưỡng ở mức tối thiểu. Chỉ có sự tham gia kịp thời của cộng đồng khi nào con đường bị chặn để loại bỏ đất. Huy động cộng đồng còn hạn chế.

Chỉ số 6.4.: Mật độ đường

Chú thích

Trong bối cảnh khác, khả năng chống chịu của một con đường (hoặc mạng lưới đường bộ) được đo lường dựa trên khả năng sử dụng các tuyến đường thay thế trong trường hợp một con đường bị chặn (không đi lại được vì một lý do nào đó). Với ý nghĩa đó mật độ đường trong một khu vực nhất định có thể là một chỉ số thay thế để xác định khả năng sử dụng các tuyến đường thay thế để đảm bảo giao thông thông suốt. Ở những nơi có mật độ đường cao, người ta cho rằng một con đường bị chặn có thể có tác động ít hơn ở các khu vực có mật độ đường thấp.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Mật độ đường được đo bằng số lượng km đường giao thông nông thôn (đường huyện và xã) cho mỗi khu vực (km ²). Giá trị này có thể tính được bằng cách lấy tổng số km đường giao thông nông thôn trong một xã chia cho diện tích xã	Điều tra các tuyến đường cấp huyện và xã hiện có tại huyện (Phòng giao thông). Diện tích xã có thể thu thập từ bản đồ 1:25.000 hoặc từ Tổng cục thống kê.
Giá trị		
1	Hơn 1.5 km/km ² (mật độ rất cao)	

2	1-1.5 km/km2 (mật độ cao)
3	0.5-1 km/km2 (mật độ trung bình)
4	0.2-0.5 km/km2 (mật độ thấp)
5	Ít hơn 0.2 km/km2 (mật độ rất thấp)

4.2. 2. Đánh giá tính dễ bị tổn thương đối với hệ thống thủy lợi

Trong trường hợp cụ thể của các kế hoạch thủy lợi, tính dễ bị tổn thương được dựa trên các hợp phần và tiểu hợp phần sau:

Hợp phần	Tiểu hợp phần
Nhóm chỉ số “Mở rộng”	
Độ nhạy vật lý	Cấp nước: đập, đập tràn và trạm bơm, đập
	Kênh
	Ruộng đồng và các tài sản khác
Khả năng chống chịu	

Các chỉ số cho mỗi hợp phần

Bộ chỉ số này quyết định mức dễ bị tổn thương được bao gồm trong bảng sau:

Tiểu hợp phần	Chỉ số
1) Nhóm chỉ số “Mở rộng”	Diện tích tưới (ha)
	Số lượng các hộ gia đình sử dụng hệ thống thủy lợi
2.) Dung tích chứa	
a) Năng lực kết cấu đập	a.2.1. Dung tích chứa
	a.2.2. Năng lực kết cấu đập
	a.2.3. An toàn đập (theo mã tiêu chuẩn xây dựng)
	a.2.4. Năng lực đập tràn
	a.2.5. Cộng đồng và các tài sản khu vực hạ lưu :
b) Đập tràn	b.2.1. Năng lực cấp nước
	b.2.2. Năng lực kết cấu đập tràn
	b.2.3. An toàn đập tràn (theo mã tiêu chuẩn xây dựng)
	b.2.4. Khả năng chống chịu lũ quét
c) Trạm bơm	c.2.1. Năng lực cấp nước
	c.2.2. Hiệu quả hoạt động của trạm bơm
	c.2.3. Khả năng chống chịu lũ quét
3) Kênh	3,1. Loại kênh
	3.2. Chức năng của kênh

4) Ruộng đồng và các tài sản khác	4,1. Công suất tưới tiêu
	4.2. Tính thích ứng và quản lý
5) Khả năng chống chịu	5,1. Đầu tư cho vận hành và bảo dưỡng (O&M) cho mỗi ha (bao gồm cả chi phí phục hồi trong trường hợp khẩn cấp)
	5.2. Các loại công việc Vận hành và Bảo dưỡng

Quyết định chỉ số dễ bị tổn thương của hạ tầng (IVI)

Để quyết định chỉ số dễ bị tổn thương của Hạ tầng thủy lợi, chúng tôi đã đề xuất một bộ chỉ số. Trong trường hợp hệ thống thủy lợi đập nước, số chỉ số là 13, đối với đập tràn là 12 và trạm bơm là 11. Một số chỉ số có thể được xem định lượng (ví dụ diện tích tưới tiêu) trong khi chỉ số khác phụ thuộc vào dữ liệu định tính.

Để cung cấp một trọng số tương đương với mỗi chỉ số, tất cả các chỉ số đã được sắp xếp vào năm phạm trù với các giá trị xếp hạng từ 0.1 đến 0.5. Do vậy, giá trị tối thiểu đối với mỗi chỉ số sẽ là 0.1 (tính bị tổn thương rất thấp) và tối đa sẽ là 0.5 (tính dễ bị tổn thương rất cao). Hệ thống này sẽ cho phép định lượng các chỉ số định tính, và sẽ điều chỉnh ảnh hưởng của các giá trị định lượng trong mỗi chỉ số dễ bị tổn thương.

Tất cả các chỉ số sẽ có cùng trọng số, như được điều chỉnh trong chương phương pháp luận. Trong trường hợp này, mỗi chỉ số thể hiện 7.69% đóng góp cho hợp phần IVI đối với hệ thống thủy lợi có đập nước. Đối với hệ thống thủy lợi có đập tràn (bộ 12 chỉ số), trọng số tương ứng của mỗi chỉ số cao hơn một chút là 8.33%. Đối với hệ thống thủy lợi có trạm bơm (bộ 11 chỉ số), trọng số tương ứng của mỗi chỉ số cao hơn một chút là 9.09%.

Giá trị cuối cùng của Chỉ số dễ bị tổn thương của Hạ tầng (IVI) sẽ được quyết định như phần bổ sung vào các giá trị của tất cả các chỉ số cá nhân.

Khoảng giá trị có thể nhận được chỉ số tính dễ bị tổn thương của hạ tầng (IVI) như sau:

- Đập 1.3 đối với chỉ số dễ bị tổn thương thấp nhất, và 6.5 đối với chỉ số dễ bị tổn thương cao nhất.
- Đập tràn 1.2 đối với chỉ số dễ bị tổn thương thấp nhất, và 6 đối với chỉ số dễ bị tổn thương cao nhất.
- Trạm bơm 1.1 đối với chỉ số dễ bị tổn thương thấp nhất, và 5,5 đối với chỉ số dễ bị tổn thương cao nhất.

Kết quả của chỉ số dễ bị tổn thương hạ tầng có thể so sánh với bảng sau đây trong đó kết quả trung bình được tính toán:

Hệ thống thủy lợi có đập

Các chỉ số dễ bị tổn thương tích hợp	Giá trị
Rất thấp	1.30 – 1.95
Thấp	1.96 – 3.25
Trung bình	3.26 – 4.55
Cao	4.56 – 5.85
Rất cao	5.86 – 6.50

Hệ thống thủy lợi có đập tràn

Các chỉ số dễ bị tổn thương tích hợp	Giá trị
Rất thấp	1,20 – 1,80
Thấp	1.81 -3.00
Trung bình	3,01 – 4,20
Cao	4,21 - 5,40
Rất cao	5,41 - 6,00

Hệ thống thủy lợi có trạm bơm

Các chỉ số dễ bị tổn thương tích hợp	Giá trị
Rất thấp	1,10 - 1,65
Thấp	1,66 - 2,75
Trung bình	2,76 – 3,85
Cao	3,82 – 4,95
Rất cao	4,96 – 5,50

Bộ chỉ số cho hạ tầng thủy lợi

Định nghĩa giá trị của mỗi chỉ số được mô tả như sau: Mỗi chỉ số sẽ có 5 giá trị có thể xếp hạng từ 0.1 (tính dễ bị tổn thương thấp nhất) đến 0.5 (tính dễ bị tổn thương cao nhất).

1) Nhóm chỉ số “Mở rộng”

Chỉ số 1.1.: Diện tích tưới (ha)

Chú thích

Diện tích tưới tiêu (tính bằng hec ta) là một trong những chỉ số tốt nhất để

phân tích "mở rộng" của các cơ sở hạ tầng và theo đó tính dễ bị tổn thương của tài sản. Diện tích tưới tiêu càng lớn càng dễ bị ảnh hưởng bởi các yếu tố bên ngoài như biến đổi khí hậu

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Chỉ số định lượng (đo bằng Km)	Chỉ số này để xác định tổng diện tích được hạ tầng tưới tiêu Trong trường hợp hệ thống tưới tiêu lớn (một kênh lớn cung cấp nước tưới cho các huyện), diện tích được tưới tiêu sẽ được xem xét đối với mỗi hệ thống thủy lợi riêng. Trong trường hợp đó, trạm bơm sẽ được xem như là một trạm nhận nước	Điều tra về các công trình thủy lợi trên toàn huyện sẵn có tại văn phòng Sở NN & PTNT cấp tỉnh và huyện. các bản đồ chính thức (tỷ lệ 1:25.000) có thể được sử dụng. Tuy nhiên những người sử dụng các công cụ này sẽ phải xác nhận hệ thống tưới tiêu trên các bản đồ đó. Một cách khác là sử dụng "bản đồ không chính thức" của địa phương (cấp huyện)
Giá trị		
1	Ít hơn 5 hecta	
2	5-20 ha	
3	20-50 ha	
4	50-100 ha	
5	Hơn 100 hecta	

Chỉ số 1.2.: Số lượng các hộ gia đình sử dụng hệ thống thủy lợi

Chú thích

Số hộ gia đình sử dụng hệ thống tưới tiêu cũng là một chỉ số khác để phân tích sự mở rộng của cơ sở hạ tầng và theo đó tính dễ bị tổn thương của tài sản. Càng nhiều hộ gia đình hưởng lợi từ hạ tầng, ảnh hưởng trong trường hợp thiên tai sẽ càng lớn hơn.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
-------------	----------	-----------------

Định tính	Chỉ số này quyết định số hộ gia đình sử dụng và hưởng lợi từ hệ thống thủy lợi (số hộ nông dân)	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Ít hơn 20 hộ gia đình	
2	20-40 hộ gia đình	
3	40-100 hộ gia đình	
4	100-200 hộ gia đình	
5	Hơn 200 hộ gia đình	

2.) Dung tích chứa

a) Năng lực kết cấu đập

Chỉ số a 2.1 Dung tích chứa		
Chú thích		
Năng lực “trữ nước ” được đo khoogn chỉ là mức nước được dự trữ mà còn là lượng nước sẵn có quanh năm. Hồ chứa nước lớn có thể đem lại ấn tượng chống chịu tốt hơn với biến đổi khí hậu, tuy nhiên, điều quan trọng là xem xét mức nước tiêu thụ, với lý do đó, các giá trị được lập công thức để xem xét về nhu cầu.		
Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này xác định năng lực trữ nước trong hồ chứa và cung cấp nước chảy thông thường trong năm Chỉ số không chỉ tham chiếu đến lượng nước chứa trong hồ mà còn là lượng nước sẵn có trong các giai đoạn khác nhau trong năm.	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Lưu lượng đầy đủ và dòng chảy thông thường vượt quá nhu cầu	

	dùng nước tại tất cả mọi thời gian trong năm và hàng năm
2	Lưu lượng đầy đủ và dòng chảy thông thường vượt quá nhu cầu dùng nước trung bình hàng năm nhưng nước sẽ hạn chế vào mùa khô.
3	Lưu lượng đầy đủ và dòng chảy thông thường cung cấp đủ nước trong trường hợp điều tiết và quản lý (ví dụ nước sẽ được cung cấp lần lượt cho / hai cánh đồng vào một thời điểm). Có sự hạn chế nước lớn trong mùa khô..
4	Dung tích nước lưu trữ và dòng chảy thông thường cung cấp không đủ nước vào một số tháng nhất định, đặc biệt các tháng quan trọng trong mùa khô. Trong các năm khô hạn, một vài khu vực không được tưới (hoặc tưới không đầy đủ) ảnh hưởng đến toàn bộ sản xuất mùa vụ.
5	Dung tích lưu trữ và dòng chảy thông thường cung cấp không đủ nước để trồng lúa. "Tưới Bấp bênh", cho phép phát triển một vụ mùa khác.

Chỉ số a.2.2: Năng lực kết cấu đập

Chú thích

Đập là một tài sản quan trọng có ảnh hưởng đến không chỉ các chức năng của toàn bộ hệ thống thủy lợi mà còn cộng đồng và tài sản khu vực hạ lưu. Việc đánh giá năng lực kết cấu đập vượt quá phạm vi của công cụ này. Tuy nhiên công cụ này có thể cung cấp một ước tính ban đầu của tính dễ bị tổn thương và đóng góp để ưu tiên cơ sở hạ tầng nào sẽ có một phân tích đầy đủ và chi tiết.

Theo các báo cáo phân tích nguyên nhân cốt lõi, 49% của các đập và đập tràn báo cáo có thảm "bình thường". Để đảm bảo khả năng kết cấu của đập tràn đối với sự vỡ đập, rất cần thiết phải chi tiết hơn về những gì được coi là "bình thường" (an toàn). Nghị định của Việt Nam về an toàn đập sẽ được xem xét phân tích cũng như hướng dẫn về an toàn đập DSE (DSE, 2007, Phụ lục B).

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này xác định tính nhạy cảm về kết cấu của đập tràn để đối phó với lũ quét cũng như sự hiện diện của những tổn thất có thể nhìn thấy, rò rỉ và nứt gãy có thể ảnh hưởng đến độ ổn định của đập.	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương và đi thực địa khu vực có tài sản
Giá trị		
1	Đập tràn được xây dựng tốt, đập không bao giờ vượt quá sức chứa tối đa và không có những thiệt hại nhìn thấy, như xói mòn các mái dốc, rò rỉ, nứt gãy trên cấu trúc đập.	
2	Đập tràn được xây dựng tốt và vượt quá sức chứa tối đa (vài lần qua các năm) nhưng không có những tổn hại về kết cấu. Không có hoặc tổn thất rất nhỏ, như xói mòn các mái dốc, rò rỉ, nứt gãy trên kết cấu đập	
3	Đập tràn có một số những thiếu sót (ví dụ như không đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn hiện hành). Trong quá khứ (vài lần trong các năm) đã có thiệt hại về cấu trúc ảnh hưởng đến các bộ phận quan trọng (ví dụ như nền, mái dốc, đỉnh)	
4	Đập có những khiếm khuyết / thiếu sót rõ ràng (ví dụ xói mòn giữa đập đổ đá và lượng bê tông đầu vào và / hoặc kết cấu đập tràn). Các kết cấu bị hư hại thường xuyên cần phải được sửa chữa hàng năm (ví dụ như sửa chữa các mái dốc, đỉnh, nền, vv).	
5	Đập có những thiếu sót nghiêm trọng. Đập hoặc các bộ phận cần được sửa chữa/ xây lại hàng năm hoặc nó đã bị đổ sập trong quá khứ và hiện nay đã được xây dựng lại. Các yếu tố quan trọng khác về năng lực kết cấu đập bao gồm: • Dòng nước tràn qua tường đá đổ bảo vệ phía trên đập tràn do năng lực đập tràn không đủ hoặc trục trặc hoặc tắc nghẽn cửa đập tràn • Sự lún địa chất quá mức của đập đá gây nên tràn đỉnh. • Xói mòn bên trong (tạo thành các hốc) • Hư hại giữa các điểm nối giữa đập đá và trạm thu nước bằng bê tông • và kết cấu đập tràn gây ra cho ống nước	

*Có sự dịch chuyển lớn vào hồ chứa gây ra sóng và tràn đập xây bằng đá

Ghi chú: trong trường hợp ở cấp độ 4 và 5 chỉ số này, khuyến cáo phân tích đầy đủ về an toàn đập. Nghị định của Việt nam về an toàn đập cũng như hướng dẫn an toàn đập DES (DSE, 2007, Phụ lục B) sẽ được xem xét để phân tích.

Chỉ số a.2.3: An toàn đập

Chú thích

Như đã nêu tại chỉ số trước, đập là một cơ sở hạ tầng chính có ảnh hưởng đến cả chức năng của toàn bộ hệ thống thủy lợi cũng như cộng đồng và các tài sản khu vực hạ lưu. Đánh giá an toàn đập vượt quá phạm vi của công cụ này. Tuy nhiên công cụ có thể cung cấp những ước tính đầu tiên về tính dễ bị tổn thương và đóng góp để ưu tiên cho những cơ sở hạ tầng nào sẽ có một sự phân tích an toàn và hoàn chỉnh.

An toàn đập ở đây đề cập đến 3 khía cạnh: giám sát an toàn đập (hướng dẫn cho các nhân viên phụ trách về các thiết bị đo đạc, giám sát phân tích số liệu, v.v.,...); vận hành đập an toàn (hướng dẫn cho các nhân viên vận hành, cán bộ, nhân viên bảo dưỡng, v.v..) và lập kế hoạch khẩn cấp (các kế hoạch hành động khẩn cấp, hệ thống cảnh báo, kế hoạch sơ tán...).

Chỉ số tuân theo nghị định của Việt Nam về an toàn đập bao gồm:

- Kiểm tra thường xuyên thông qua phân tích và đánh giá các dữ liệu đo đạc, quan sát và trực quan tại hiện trường
- Giám sát định kỳ trước và sau mùa mưa hàng năm

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	An toàn đập” ở đây đề cập đến rủi ro của việc vỡ đập/thiệt hại đập như là hệ quả của việc giám sát không đầy đủ và/hoặc vận hành không phù hợp	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương Và đi thực địa khu vực có tài sản

Giá trị

1	Đập có một hệ thống giám sát an toàn đập tại chỗ (với thiết bị tối thiểu (gia tốc) ở chân đập, đỉnh đập và các vị trí tự do), được hỗ trợ bởi ít nhất là quan sát bằng mắt hàng năm. Bên cạnh đó có một kế hoạch vận hành và kế hoạch ứng phó khẩn cấp, và các đập được điều hành bởi đội ngũ nhân viên có trình độ.
2	Đập có một hệ thống giám sát an toàn đập tại chỗ, nhưng các thiết bị đo đặc là không đủ (xem giá trị trước đó) hoặc là không có chức năng. Hoặc không có quy trình vận hành, hoặc không có kế hoạch ứng phó khẩn cấp, hoặc đập không được điều hành bởi đội ngũ nhân viên có trình độ.
3	Đập chỉ có một hệ thống giám sát trực quan tại chỗ, thực hiện bởi đội ngũ nhân viên có trình độ. Việc giám sát thực hiện tốt các Nghị định về an toàn của Việt Nam bao gồm: • Kiểm tra thường xuyên thông qua phân tích và đánh giá các dữ liệu đo đặc, quan sát và trực quan tại hiện trường • Giám sát định kỳ trước và sau mùa mưa hàng năm
4	Không có giám sát thường xuyên về sự an toàn đập. Giám sát được thực hiện bởi đội ngũ nhân viên địa phương (không đủ điều kiện) chỉ khi một sự kiện xảy ra.
5	Không có giám sát an toàn đập

Ghi chú: trong trường hợp ở cấp độ 4 và 5 chỉ số này, khuyến cáo phân tích đầy đủ về an toàn đập. Nghị định của Việt nam ² về an toàn đập cũng như hướng dẫn an toàn đập DES (DSE, 2007, Phụ lục B) sẽ được xem xét để phân tích.

² Nghị định của Việt nam về an toàn đập như sau:

Sau khi nhận bàn giao để quản lý, chủ đập tổ chức các biện pháp, quan sát hoặc ký hợp đồng với các đơn vị chuyên môn thực hiện đo đặc quan trắc, thu thập các yếu tố khí tượng, thủy văn trên khu vực hồ chứa, các diễn tập về thấm, rò rỉ nước qua thân đập, nền đập, vai đập, chuyển vị của đập, diễn biến nứt nẻ, sạt trượt tại chân, nền và phạm vi lân cận khu vực, tình hình bồi lắng của hồ.

Đối với giám sát đập, chủ đập phải tiến hành các nhiệm vụ sau đây:

1. Kiểm tra thường xuyên thông qua phân tích và đánh giá dữ liệu đo đặc, quan trắc đập và bằng trực quan tại hiện trường

Chỉ số a.2.4: Năng lực đập tràn

Chú thích

Đập tràn là một phần thiết yếu của đập. Một đập tràn không được thiết kế và bảo dưỡng đúng đắn có thể gây nên những thiệt hại đến cấu trúc đập và độ ổn định của đập.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Đề cập đến năng lực đập tràn để ứng phó với lũ quét có ảnh hưởng đến đập/đập tràn và không gây thiệt hại đến các yếu tố gần đó (ví dụ kè sông hoặc lòng sông)	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Đập tràn được thiết kế và thi công tốt, đập tràn không bao giờ vượt quá công suất tối đa, không bao giờ bị thiệt hại.	
2	Đập tràn được thiết kế và thi công tốt, đập tràn vượt quá công suất tối đa (vài lần qua các năm) nhưng không làm tổn hại tới kết cấu đập	
3	Đập tràn có vài thiếu sót (ví dụ không đáp ứng tiêu chuẩn an toàn hiện hành). Trong quá khứ, đập tràn vượt quá công suất tối đa (vài lần qua các năm) gây ra tổn hại đến kết cấu đập.	
4	Đập tràn với những thiếu sót rõ ràng. Đập tràn phải gánh chịu những tổn thất cần được sửa chữa hàng năm.	
5	Đập tràn với những thiếu sót nghiêm trọng. Cấu trúc cần được sửa chữa hàng năm hoặc nó đã bị vỡ trong quá khứ và đã được	

2. Kiểm tra định kỳ trước và sau mùa mưa lũ hàng năm: •

a) Hàng năm, vào thời điểm trước khi bước vào mùa lũ, tiến hành kiểm tra, đánh giá chung về ổn định đập; phối hợp chặt chẽ với Ban Chỉ huy phòng, chống lụt, bão của các Bộ, ngành, địa phương để xây dựng hoặc cập nhật, bổ sung phương án phòng, chống lụt, bão của đập và phương án phòng chống lũ, lụt vùng hạ du

b) Vào thời điểm sau khi kết thúc mùa lũ, tiến hành kiểm tra nhằm phát hiện các hư hỏng (nếu có); theo dõi diễn biến các hư hỏng đã có của đập; rút kinh nghiệm công tác phòng chống lũ, bão; đề xuất biện pháp và kế hoạch sửa chữa, khắc phục các hư hỏng, tổn tại

xây dựng lại.		
Chỉ số a.2.5: Cộng đồng và các tài sản khu vực hạ lưu :		
Chú thích		
Chỉ số này cung cấp những thông tin về ảnh hưởng tiềm năng đến cộng đồng và các tài sản khu vực hạ lưu trong trường hợp đập/đập tràn bị phá hủy. Chỉ số này phân tích mức độ dễ bị tổn thương của dân cư sống tại khu vực hạ lưu, không nhất thiết phải sử dụng cơ sở hạ tầng nhưng là nạn nhân tiềm năng trong trường hợp có thiên tai.		
Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Để đơn giản hóa việc đo lường, các chỉ số được xây dựng để đo diện tích tiếp xúc với 1 m nước dâng lên từ mực nước sông tối đa. Khoảng cách được đo là 1 km. Tuy nhiên, trong trường hợp đập sụp đổ dân số bị ảnh hưởng tại hạ lưu có thể vượt quá 1 km và 1 m nước dâng	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương và xem xét bản đồ địa hình tỉ lệ 1:25,000.
Giá trị		
1	Không có cộng đồng nào hoặc tài sản đáng kể nào tại khu vực hạ lưu dọc theo 1 km (thêm 1km cho mỗi 100,000 m³ dung tích chứa) tại trên 1m từ mực nước sông tối đa. Hệ thống thủy lợi không có hồ chứa (không có nước được chứa trên khu vực thượng lưu)	
2	Chỉ có các trang trại nằm dọc theo 1 km (thêm 1km cho mỗi 100.000 m³ dung tích lưu trữ) tại trên 1 m so với mực nước sông tối đa	
3	Các trang trại và nhà rải rác (ít hơn 20) nằm dọc theo 1 km (thêm 1km cho mỗi 100.000 m³ dung tích lưu trữ) tại hơn 1 m so với mực nước sông tối đa.	
4	Các trang trại và làng (20-500 hộ bị ảnh hưởng) nằm dọc theo 1 km (thêm 1km cho mỗi 100.000 m³ dung tích lưu trữ) tại trên 1 m so với mực nước sông tối đa.	

- 5 Trang trại, làng lớn và / hoặc thị trấn (hơn 500 hộ) nằm dọc theo 1 km (thêm 1km cho mỗi 100.000 m³ dung tích lưu trữ) tại trên 1 m so với mực nước sông tối đa.

b) Đập tràn

Chỉ số b.2.1: Năng lực cấp nước

Chú thích

Năng lực cấp nước” được đo lường như một khả năng của đập tràn để cung cấp đủ nước trong năm. Chỉ số này giống như chỉ số “a.2.1 Dung tích lưu trữ” cho đập, nhưng được điều chỉnh cho đập tràn

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này xác định năng lực để cung cấp nước chảy thông thường trong năm	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương

Giá trị

1	Lưu lượng đầy đủ và dòng chảy thông thường vượt quá nhu cầu dùng nước tại tất cả mọi thời gian trong năm và hàng năm
2	Lưu lượng đầy đủ và dòng chảy thông thường vượt quá nhu cầu dùng nước trung bình hàng năm nhưng nước sẽ hạn chế vào mùa khô.
3	Lưu lượng đầy đủ và dòng chảy thông thường cung cấp đủ nước trong trường hợp điều tiết và quản lý (ví dụ nước sẽ được cung cấp lần lượt cho / hai cánh đồng vào một thời điểm). Có sự hạn chế nước lớn trong mùa khô..
4	Dung tích nước lưu trữ và dòng chảy thông thường cung cấp không đủ nước vào một số tháng nhất định, đặc biệt các tháng quan trọng trong mùa khô. Trong các năm khô hạn, một vài khu vực không được tưới (hoặc tưới không đầy đủ) ảnh hưởng đến toàn bộ sản xuất mùa vụ.

5	Dung tích lưu trữ và dòng chảy thông thường cung cấp không đủ nước để trồng lúa. "Tưới Bấp bênh", cho phép phát triển một vụ mùa khác.	
Chỉ số b.2.2: Năng lực kết cấu đập tràn		
Chú thích		
Đập tràn là một tài sản quan trọng có ảnh hưởng đến không chỉ các chức năng của toàn bộ hệ thống thủy lợi mà còn cộng đồng và tài sản khu vực hạ lưu. Việc đánh giá năng lực kết cấu c đập vượt quá phạm vi của công cụ này. Tuy nhiên công cụ này có thể cung cấp một ước tính ban đầu của tính dễ bị tổn thương và đóng góp để ưu tiên cơ sở hạ tầng nào sẽ có một phân tích đầy đủ và chi tiết. Theo các báo cáo phân tích nguyên nhân cốt lõi, 49% của các đập và đập tràn báo cáo có thảm "bình thường". Để đảm bảo khả năng kết cấu của đập tràn đối với sự vỡ đập, rất cần thiết phải chi tiết hơn về những gì được coi là "bình thường" (an toàn). Nghị định về an toàn đập sẽ được xem xét để phân tích an toàn đập, cũng như các hướng dẫn về an toàn đập DSE (DSE, 2007, Phụ lục B)		
Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này xác định tính nhạy cảm về kết cấu của đập tràn để đối phó với lũ quét cũng như sự hiện diện của những tổn thất có thể nhìn thấy, rò rỉ và nứt gãy có thể ảnh hưởng đến độ ổn định của đập.	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương và đi thực địa khu vực có tài sản
Giá trị		
1	Đập tràn được xây dựng tốt, đập không bao giờ vượt quá sức chứa tối đa và không có những thiệt hại nhìn thấy, như xói mòn các mái dốc, rò rỉ, nứt gãy trên cấu trúc đập.	
2	Đập tràn được xây dựng tốt và vượt quá sức chứa tối đa (vài lần qua các năm) nhưng không có những tổn hại về kết cấu. Không có hoặc tổn thất rất nhỏ, như xói mòn các mái dốc, rò rỉ, nứt gãy trên kết cấu đập	

3	Đập tràn có một số những thiếu sót (ví dụ như không đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn hiện hành). Trong quá khứ (vài lần trong các năm) đã có thiệt hại về cấu trúc ảnh hưởng đến các bộ phận quan trọng (ví dụ như nền, mái dốc, đỉnh)
4	Đập có những khiếm khuyết / thiếu sót rõ ràng (ví dụ xói mòn giữa đập đổ đá và lượng bê tông đầu vào và / hoặc kết cấu đập tràn). Các kết cấu bị hư hại thường xuyên cần phải được sửa chữa hàng năm (ví dụ như sửa chữa các mái dốc, đỉnh, nền, vv).
5	Đập có những thiếu sót nghiêm trọng. Đập hoặc các bộ phận cần được sửa chữa/ xây lại hàng năm hoặc nó đã bị đổ sập trong quá khứ và hiện nay đã được xây dựng lại. Các yếu tố quan trọng khác về năng lực kết cấu đập bao gồm: • Dòng nước tràn qua tường đá đổ bảo vệ phía trên đập tràn do năng lực đập tràn không đủ hoặc trực tiếp hoặc tác nghẽn cửa đập tràn • Sự lún địa chất quá mức của đập đá gây nên tràn đỉnh. • Xói mòn bên trong (tạo thành các hốc) • Hư hỏng phần tiếp xúc giữa tường đá đổ bảo vệ và và phần bê tông đầu vào và / hoặc kết cấu đập tràn tạo thành ống

Ghi chú: trong trường hợp ở cấp độ 4 và 5 chỉ số này, khuyến cáo là cần phân tích đầy đủ về an toàn đập. Nghị định của Việt nam về an toàn đập cũng như hướng dẫn an toàn đập DES (DSE, 2007, Phụ lục B) sẽ được xem xét để phân tích

Chỉ số b.2.3: An toàn đập tràn

Chú thích

Như đã nêu tại chỉ số trước, đập tràn là một cơ sở hạ tầng chính có ảnh hưởng đến cả chức năng của toàn bộ hệ thống thủy lợi cũng như cộng đồng và các tài sản khu vực hạ lưu. Đánh giá an toàn đập tràn vượt quá phạm vi của công cụ này. Tuy nhiên công cụ có thể cung cấp những ước tính đầu tiên về tính dễ bị tổn thương và đóng góp để ưu tiên cho những cơ sở hạ tầng nào sẽ có một sự phân tích an toàn và hoàn chỉnh.

An toàn đập tràn ở đây đề cập đến 3 khía cạnh: giám sát an toàn đập (hướng dẫn cho các nhân viên phụ trách về các thiết bị đo đạc, giám sát

phân tích số liệu, v.v.,...);

Chỉ số tuân theo nghị định của Việt Nam về an toàn đập bao gồm:

- **1. Kiểm tra thường xuyên thông qua phân tích và đánh giá dữ liệu đo đạc, quan trắc đập và bằng trực quan tại hiện trường**
- **Giám sát định kỳ trước và sau mùa mưa hàng năm**

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	“An toàn đập tràn” ở đây đề cập đến rủi ro của việc đổ sập/thiệt hại đập như là hệ quả của việc giám sát không đầy đủ và/hoặc vận hành không phù hợp	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương Và đi thực địa khu vực có tài sản
Giá trị		
1	Đập tràn có một hệ thống giám sát an toàn đập tại chỗ, được thực hiện bởi đội ngũ nhân viên có trình độ. Việc giám sát thực hiện tốt các Nghị định về an toàn của Việt Nam bao gồm: • 1. Kiểm tra thường xuyên thông qua phân tích và đánh giá dữ liệu đo đạc, quan trắc đập và bằng trực quan tại hiện trường • Giám sát định kỳ trước và sau mùa mưa hàng năm	
2	Đập tràn có hệ thống giám sát an toàn cơ bản tại chỗ, được hỗ trợ bởi ít nhất giám sát trực quan hàng năm, và được điều hành bởi đội ngũ nhân viên có trình độ.	
3	Đập tràn có hệ thống giám sát an toàn đập tại chỗ, những việc giám sát không được thực hiện theo kế hoạch và/hoặc được thực hiện bởi đội ngũ nhân viên có trình độ	
4	Giám sát được thực hiện bởi đội ngũ nhân viên địa phương (không đủ điều kiện) chỉ khi một sự kiện xảy ra.	
5	Không có giám sát an toàn đập	

Chỉ số b.2.4: Khả năng chống chịu lũ quét

Chú thích

Chỉ số này xác định tính nhạy cảm của cấu trúc của đập tràn để ứng phó với lũ quét và ước tính đến mở rộng đến mức độ nào đập tràn có thể đối phó với hiện tượng lũ

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này xác định tính nhạy cảm của cấu trúc của đập tràn để ứng phó với lũ quét. Chỉ số này phần lớn dựa trên các ghi chép lịch sử về thiệt hại.	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Đập được xây dựng tốt và được bảo vệ khỏi những thiệt hại của lũ quét, đập chưa bao giờ bị phá hủy do lũ quét.	
2	Đập được xây dựng tốt và được bảo vệ khỏi những thiệt hại của lũ quét, đập tràn đã từng gánh chịu những hư hỏng gây ra bởi lũ quét. Không có/ những hư hại nhỏ được nhìn thấy, rò rỉ, nứt gãy	
3	Đập tràn có một số những thiếu sót (ví dụ như không đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn hiện hành). Trong quá khứ (vài lần trong các năm) có những tổn hại về cấu trúc ảnh hưởng đến những phần quan trọng (ví dụ đập tràn) hoặc thậm chí năng lực cấu trúc.	
4	Đập có những thiếu sót rõ ràng. Đập tràn (thậm chí cả tường cánh) gánh chịu những thiệt hại thường xuyên và cần phải được sửa chữa hàng năm.	
5	Đập có những thiếu sót nghiêm trọng. Đập có những thiếu sót nghiêm trọng. Đập cần được sửa chữa/xây lại hàng năm.	

c) Trạm bơm

Chỉ số c.2.1: Năng lực cấp nước

Chú thích

Khả năng cấp nước cho trạm bơm đo đặc khả năng sẵn có của nước đối với trạm bơm để cung cấp đủ nước trong năm. Chỉ số này tương tự như chỉ số “b.2.1. Dung tích trữ nước” của đập tràn

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
-------------	----------	-----------------

Định tính	Chỉ số này xác định năng lực để cung cấp nước chảy thông thường trong năm	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Lưu lượng đầy đủ và dòng chảy thông thường vượt quá nhu cầu dùng nước tại tất cả mọi thời gian trong năm và hàng năm	
2	Lưu lượng đầy đủ và dòng chảy thông thường vượt quá nhu cầu dùng nước trung bình hàng năm nhưng nước sẽ hạn chế vào mùa khô.	
3	Lưu lượng đầy đủ và dòng chảy thông thường cung cấp đủ nước trong trường hợp điều tiết và quản lý (ví dụ nước sẽ được cung cấp lần lượt cho / hai cánh đồng vào một thời điểm). Có sự hạn chế nước lớn trong mùa khô..	
4	Dung tích nước lưu trữ và dòng chảy thông thường cung cấp không đủ nước vào một số tháng nhất định, đặc biệt các tháng quan trọng trong mùa khô. Trong các năm khô hạn, một vài khu vực không được tưới (hoặc tưới không đầy đủ) ảnh hưởng đến toàn bộ sản xuất mùa vụ.	
5	Dung tích lưu trữ và dòng chảy thông thường cung cấp không đủ nước để trồng lúa. "Tưới Bấp bênh", cho phép phát triển một vụ mùa khác.	
Chỉ số c.2.2: Hiệu quả hoạt động của trạm bơm		
Chú thích		
Định nghĩa hiệu quả hoạt động của trạm bơm dựa trên ba yếu tố: các thông số kỹ thuật về thiết kế đáp ứng nhu cầu; sử dụng trạm bơm (bao gồm cả số giờ hoạt động và tuổi thọ), và tính dễ bị tổn thương dẫn đến việc hỏng trạm bơm (được đo lường như việc tồn tại trạm bơm thứ hai)		
Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này xác định chức năng của trạm bơm để cung cấp đủ nước nhằm đạt hiệu quả năng lượng cao và hạn chế thấp nhất	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương

các rủi ro (ví dụ như hỏng máy bơm / ngừng hoạt động) đặt hoạt động của trạm bơm trong trạng thái đối mặt với các rủi ro	
Giá trị	
1	Trạm bơm được xây dựng tốt và máy bơm cung cấp lượng nước theo yêu cầu tưới với mức độ cao về hiệu quả năng lượng. Máy bơm tương đối mới (dưới 10 năm) thích nghi với điều kiện hiện trường. Giai đoạn bơm trong mùa từ 8-18 giờ /ngày. Ít nhất hai máy bơm được lắp đặt.
2	Trạm bơm được xây dựng tốt và máy bơm cung cấp lượng nước theo yêu cầu tưới với hiệu quả năng lượng mức độ thấp. Máy bơm cũ (trên 10 năm) với các thông số kỹ thuật phù hợp với điều kiện địa phương. Giai đoạn bơm trong mùa từ 8-18 giờ /ngày. Ít nhất hai máy bơm được lắp đặt.
3	Trạm bơm được xây dựng tốt và máy bơm cung cấp lượng nước theo yêu cầu tưới với hiệu quả năng lượng mức độ thấp. Máy bơm rất cũ (trên 20 năm) với các thông số kỹ thuật không đáp ứng điều kiện địa phương. Giai đoạn bơm trong mùa từ 8-18 giờ /ngày. Một hoặc 2 máy bơm được lắp đặt.
4	Trạm bơm với những thiếu sót rõ ràng (ít nhất ba trong số các vấn đề sau): hiệu quả năng lượng rất thấp, máy bơm rất cũ (trên 20 năm), các thông số kỹ thuật không đáp ứng điều kiện địa phương, thường xuyên hỏng hóc và/hoặc bơm trong mùa hơn 18giờ/ ngày, chỉ có 1 máy bơm được lắp đặt.
5	Trạm bơm không cung cấp đủ nước tưới và/hoặc có nhiều hơn 4 trong số các vấn đề sau: hiệu quả năng lượng rất thấp, máy bơm rất cũ (trên 20 năm), các thông số kỹ thuật không đáp ứng điều kiện địa phương, thường xuyên hỏng hóc và/hoặc bơm trong mùa hơn 18giờ/ ngày, chỉ có 1 máy bơm được lắp đặt.
Chỉ số c.2.3: Khả năng chống chịu lũ quét	
Chú thích	
Chỉ số này xác định tính nhạy cảm về cấu trúc của trạm bơm để đối phó	

với lũ quét và ước lượng cần mở rộng trạm bơm đến mức nào để có thể đối phó được với lũ quét.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này xác định tính nhạy cảm về cấu trúc của trạm bơm để đối phó với lũ quét. Chỉ số này bao gồm các tiêu chí tương tự như chỉ số “c.2.3. khả năng chống chịu lũ quét” của đập, và hầu như dựa theo các ghi chép lịch sử của các tổn thất.	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Trạm bơm được xây dựng tốt và bể hút (hoặc khu vực lấy nước vào trạm bơm) được bảo vệ khỏi những thiệt hại từ lũ quét, khoang nước vào chưa bao giờ bị hư hỏng bởi lũ quét	
2	Trạm bơm được xây dựng tốt và bể hút được bảo vệ khỏi những thiệt hại từ lũ quét, khoang nước vào phải gánh chịu hư hỏng do một vài trận lũ quét. Không có / rất nhỏ những dấu hiệu thiệt hại, rò rỉ, nứt vỡ	
3	Trạm bơm có một số những hư hỏng (ví dụ không đáp ứng tiêu chuẩn an toàn hiện hành). Trước đây (vài lần trong các năm) có những tổn thất về cấu trúc ảnh hưởng đến những phần quan trọng (ví dụ bể hút) hoặc thậm chí máy bơm.	
4	Trạm bơm có những thiếu sót rõ ràng. bể hút (và thậm chí là cấu trúc xây dựng) gánh chịu những thiệt hại thường xuyên cần được sửa chữa hàng năm (ví dụ sửa chữa khoang nước vào)	
5	Trạm bơm có những thiếu sót nghiêm trọng. bể hút được sửa chữa/ xây lại hàng năm hoặc nhà trạm bơm bị ảnh hưởng bởi lũ.	

3) Kênh

Chỉ số 3.1.: Loại kênh

Chú thích

Loại kênh dựa trên các loại vật liệu khác nhau để thi công kênh và ảnh hưởng đến chức năng của hệ thống thủy lợi.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
	Hệ thống thủy lợi huyện có thể bao gồm các kênh làm bằng các loại vật liệu khác nhau. Người sử dụng công cụ này sẽ tập trung vào các vật liệu thông dụng nhất sử dụng trong thi công kênh chính và kênh nhánh. Tình trạng tốt đề cập đến việc không có sự vỡ, rò rỉ, và sạt lở đất. Tình trạng xấu liên quan đến sự hiện diện của những vấn đề trên của kênh.	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương và đi thực địa
Định tính		
Giá trị		
1	Hầu hết kênh bê tông, gạch hoặc đá trong tình trạng tốt	
2	Hầu hết kênh bê tông, gạch hoặc đá xây trong tình trạng yếu.	
3	Hầu hết kênh đá hoặc gạch xây trong tình trạng yếu, thường xuyên vỡ, rò rỉ và sạt lở đất	
4	Kênh đất	
5	Kênh đất không được nạo vét và/hoặc trong tình trạng kém	
Chỉ số 3.2.: Chức năng của kênh		
Chú thích		
Chức năng của kênh được dựa trên việc sử dụng tối ưu của các tài sản, nhưng ước tính có đề cập đến ảnh hưởng của các kênh mất chức năng và tác động của nó trong việc làm tăng bảo trì.		
Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin

Định tính	Chỉ số này xác định các chức năng của hệ thống kênh để cung cấp đủ nước với những thất thoát nước nhỏ và có bảo dưỡng	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Kênh và công trình thoát nước hoạt động tốt và được bảo dưỡng thường xuyên	
2	Kênh và công trình thoát nước hoạt động tốt và được bảo dưỡng thường xuyên, nhưng yêu cầu bảo dưỡng nhiều hàng năm (nhiều hơn 10 ngày công/ hộ gia đình)	
3	Kênh và công trình thoát nước được bảo dưỡng thường xuyên, nhưng yêu cầu bảo dưỡng nhiều hàng năm (nhiều hơn 20 ngày công/ hộ gia đình) và sửa chữa của kênh lót, cửa cống, và các yếu tố con người khác.	
4	Kênh và công trình thoát nước có thể bị thiệt hại do lũ lớn (xảy ra ít nhất 1 lần trong 10 năm)	
5	Kênh và công trình thoát nước có thể bị thiệt hại nghiêm trọng mỗi mùa mưa và yêu cầu xây dựng lại lớn (hơn 30 ngày công/ hộ gia đình)	

4) Ruộng đồng và các tài sản khác

Chỉ số 4.1 Công suất tưới tiêu

Chú thích

Công suất tưới tiêu cung cấp thông tin về mức độ thường xuyên được tưới tiêu của đất. Hệ thống sử dụng thường xuyên nhất được mong đợi để bị tổn thương hơn khi có các thay đổi nhỏ (ví dụ việc giảm mức nước trong một giai đoạn chính) trong khi hệ thống sử dụng ít hơn có xu hướng chống chịu tốt hơn với các thay đổi bất ngờ. Trong trường hợp này, khái niệm về “năng suất” được nối liền với ba yếu tố chính: mức độ sử dụng, năng suất và sự phụ thuộc của nông dân. Các yếu tố này đã thích ứng với bối cảnh địa phương,

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Các giá trị khác nhau dưới đây	Nhân viên thu thập số liệu

	được tham chiếu tới các mức độ tăng cường và năng suất cũng như sự phụ thuộc và đất đai của nông dân. Tăng cường canh tác và sản lượng được dựa trên sản xuất lúa gạo (hoặc giá tương ứng nếu canh tác loại cây trồng khác). Mức độ phụ thuộc vào đất tham chiếu tới các loại đất khác sẵn có do cùng một người nông dân canh tác (ví dụ người nông dân sở hữu ruộng đồng trong hai huyện được tưới tiêu hay một ruộng lúa cộng thêm một diện tích chè/cà phê/rừng hoặc cây trồng khác)	huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Sản lượng /tính không nhạy trung bình thấp (ít hơn 5.000 Kg lúa/hecta/ năm tương đương) và nông dân ít phụ thuộc vào đất đai (có sinh kế hoặc đất đai khác).	
2	Sản lượng trung bình (5.000 -7.000 Kg lúa/hecta/ năm tương đương) và nông dân phụ thuộc vào đất đai ở mức độ trung bình (có đất đai khác).	
3	Sản lượng trung bình (5.000 -7.000 Kg lúa/hecta/ năm tương đương) và nông dân phụ thuộc nhiều vào đất đai(hầu như chỉ có diện tích đất hiện tại).	
4	Sản lượng trung bình cao (2 vụ và 7.000 -9.000 Kg lúa/hecta/ năm tương đương) và nông dân phụ thuộc nhiều vào đất đai (hầu như chỉ có diện tích đất hiện tại).	
5	Sản lượng cao (2 vụ và hơn 9.000 Kg lúa/hecta/ năm tương đương) và nông dân phụ thuộc nhiều vào đất đai (hầu như chỉ có diện tích đất hiện tại).	
Chỉ số 4.2.: Khả năng thích ứng và quản lý		
Chú thích		
Khả năng thích ứng và quản lý của hệ thống cung cấp một ý tưởng về năng lực của hệ thống thủy lợi cung cấp nước ngay cả trong trường hợp gián		

đoạn cấp nước tạm thời (ví dụ do nguyên nhân sự cố) hoặc trong trường hợp tăng thêm nhu cầu sử dụng nước của người dùng.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Trong trường hợp này, khả năng thích ứng và quản lý dựa trên 3 yếu tố sau: cung cấp nước theo yêu cầu hoặc quay vòng lần lượt (như một chỉ số về tính linh hoạt); tác động tiềm năng của việc dừng cấp nước có kế hoạch để bảo trì (mà có thể chỉ ra sự linh hoạt trong trường hợp gián đoạn không có kế hoạch); và linh hoạt để cung cấp tăng nước trong trường hợp đột xuất.	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Hệ thống thủy lợi có thể cung cấp nước theo nhu cầu với tính linh hoạt cao. Không cần phải lần lượt khi người nông dân có thể tưới bất cứ khi nào. Ngay cả việc ngừng cấp nước một tuần có kế hoạch để bảo dưỡng (ví dụ thay thế máy bơm) trong suốt mùa thủy lợi cũng không ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất.	
2	Hệ thống thủy lợi có thể cung cấp nước (hầu hết nhu cầu) với tính linh hoạt cao. Có một hệ thống quay vòng linh hoạt mà người nông dân đồng ý trước. Tuy nhiên có tính linh hoạt để tăng và/hoặc thay đổi lần lượt nếu có yêu cầu. Việc ngừng cấp nước một tuần có kế hoạch để bảo dưỡng (ví dụ thay thế máy bơm) trong mùa cấp nước sẽ ảnh hưởng đến sản xuất.	
3	Sự gián đoạn nhỏ trong việc cung cấp (ví dụ như gây ra bởi sự vỡ trong một kênh) lên đến 3 ngày sẽ không ảnh hưởng nhiều đến sản xuất. Hệ thống quay vòng hiện tại có thể đối phó với các loại gián đoạn này mà không có bất kỳ tác động đến sản xuất.	

4	Nước được cung cấp gần như 24/7 trong thời gian tưới. Sự gián đoạn nhỏ trong việc cung cấp (ví dụ như gây ra bởi một sự cố trong một kênh) nhỏ hơn 2 ngày sẽ ảnh hưởng đến sản xuất.
5	Nước được cung cấp 24/7 trong thời gian tưới, do đó không có sự linh hoạt trong hệ thống quay vòng. Sự gián đoạn nhỏ trong việc cung cấp (ví dụ như gây ra bởi một sự cố trong một kênh) chỉ trong 1 ngày sẽ ảnh hưởng đến sản xuất.

5) Khả năng chống chịu

Chỉ số 5.1.: Đầu tư cho vận hành và bảo dưỡng (O&M) cho mỗi ha (bao gồm cả chi phí phục hồi trong trường hợp sau khẩn cấp)

Chú thích

Ngân sách đầu tư vào O & M là một trong những chỉ số tốt nhất để phân tích các cơ chế khả năng chống chịu của cơ sở hạ tầng để phục hồi sau một trận lụt lớn và / hoặc kết thúc của mùa mưa. Tỷ lệ phần trăm của O & M đầu tư dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế cho (mức cao, trung bình và thấp của đầu tư) có điều chỉnh một chút để thích ứng với hoàn cảnh địa phương. Hệ thống thủy lợi được cấp kinh phí đầy đủ, có thể phản ứng nhanh hơn và cải thiện mức độ phục vụ.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Việc đầu tư cho O & M được ước tính bao gồm: ngân sách hàng năm đã được các nhà điều hành cơ sở hạ tầng (UBND huyện, công ty, hợp tác xã, UBND xã hoặc cộng đồng) phân bổ, những cải tiến cuối cùng của cơ sở hạ tầng (ví dụ như cải thiện / lát kênh), có được thông qua thủy lợi phí hoặc qua các phương tiện khác: sự đóng góp ước tính "bằng hiện vật" của các cộng đồng địa phương (thường được giới hạn bằng nhân lực) và ngân sách dành cho "phục hồi công trình" cho các tình trạng khẩn cấp. Tỷ lệ phần trăm của O & M đầu tư	Báo cáo hàng năm của người vận hành hạ tầng Các hỗ trợ của các cán bộ thu thập số liệu của huyện thông qua tham vấn địa phương Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương

	dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế cho (mức cao, trung bình và thấp của đầu tư) có điều chỉnh một chút để thích ứng với hoàn cảnh địa phương.
Giá trị	
1	Ngân sách cao và dự phòng (khoảng 3-10% tổng chi phí của cơ sở hạ tầng), bao gồm cả cải tạo thường xuyên của cơ sở hạ tầng cũ (hơn 8 triệu đồng / ha / năm) (bao gồm cả việc tham gia đóng góp của cộng đồng)
2	Ngân sách trung bình (dưới 3% tổng chi phí của cơ sở hạ tầng), bao gồm cải tạo cơ sở hạ tầng xuống cấp (4-8 triệu đồng / ha / năm) (bao gồm cả việc tham gia đóng góp của cộng đồng)
3	Ngân sách thấp, bao gồm cải tạo cơ sở hạ tầng cũ khi xuống cấp hoặc không đảm bảo các chức năng hoạt động (2-4 triệu đồng / ha / năm) bao gồm cả việc tham gia đóng góp của cộng đồng (ước tính hơn 20 ngày công /ha/năm)
4	Ngân sách tối thiểu (chỉ sửa chữa tài sản đó khi nó trở nên hoàn toàn không đảm bảo chức năng hoạt động (ví dụ như vỡ kênh). Chủ yếu là sự đóng góp tham gia của cộng đồng (1-2 triệu đồng / ha / năm) (xấp xỉ. 10-20 ngày công / ha / năm)
5	"Không có" ngân sách (chỉ có sự tham gia của cộng đồng một cách hạn chế) có giá trị nhỏ hơn 10 người / ngày / ha (đóng góp ít hơn 1 triệu đồng / ha)

Chỉ số 5.2.: Loại công trình O&M

Chú thích

Khả năng chống chịu không chỉ liên quan đến các mức độ đầu tư, mà còn với các loại O & M được thực hiện. Trong ý nghĩa đó, sự tham gia của cộng đồng một cách chủ động được củng cố bởi các loại hỗ trợ khác (máy móc, nguyên vật liệu, hoặc tư vấn kỹ thuật từ chính quyền tỉnh)

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
-------------	----------	-----------------

Định tính	Chỉ số này xác định các hoạt động O & M được thực hiện như thế nào và mở rộng đến mức nào thì sự tham gia của cộng đồng được hỗ trợ bởi các phương tiện bên ngoài khác (ví dụ như thợ xây, máy móc, hoặc một công ty tư nhân thực hiện hầu hết các hoạt động bảo trì).	Báo cáo hàng năm về hoạt động của cơ sở hạ tầng và hỗ trợ của cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	O & M dự phòng. Chủ yếu là quản lý của chính quyền cấp trung ương / tỉnh	
2	O & M được thực hiện bởi cộng đồng thông qua sự hợp tác hoặc quản lý. O&M bao gồm sự tham gia của cộng đồng hoặc của cán bộ có kỹ năng (ví dụ như lát lại kênh bởi thợ xây, di chuyển tài sản bởi các cán bộ kỹ thuật) trên cơ sở thường xuyên.	
3	O & M được quản lý bởi sự hợp tác hoặc sở hữu cộng đồng. O&M được thực hiện bởi cộng đồng với sự hỗ trợ vật chất (ví dụ như lớp lót kênh cơ bản) (không có máy móc hoặc các cán bộ có kỹ năng).	
4	O & M được quản lý và thực hiện chỉ bởi cộng đồng (không có máy móc hay vật liệu) (ví dụ như chỉ nạo vét kênh).	
5	Hạn chế/ không có O&M	

4.3. Đánh giá tính dễ bị tổn thương của kè sông

Trong trường hợp cụ thể của các kè sông, tính dễ bị tổn thương được dựa trên các hợp phần và tiểu hợp phần sau:

Hợp phần	Tiểu hợp phần
Nhóm chỉ số “Mở rộng”	
Độ nhạy vật lý	Mái dốc
	Đặc điểm thủy lực của bờ sông
Khả năng chống chịu	

Các chỉ số cho mỗi hợp phần

Bộ chỉ số này quyết định mức dễ bị tổn thương được bao gồm trong bảng sau:

Tiểu hợp phần	Chỉ số
1) Nhóm chỉ số “Mở rộng”	1.1. Chiều dài của kè sông (m)
	1.2. Diện tích của kè sông (m ²)
	1.3. Cộng đồng và các tài sản được bảo vệ bởi kè sông
2) Mái dốc	2.1. Loại kè
	2.2. Năng lực kết cấu của kè
3) Đặc điểm thủy lực của kè sông	3.1. Công suất thủy lực của kè
	3.2. Đặc điểm sông và lũ
4) Khả năng chống chịu	4.1. Ngân sách vận hành bảo dưỡng
	4.2. Loại công trình O&M

Quyết định chỉ số dễ bị tổn thương của hạ tầng (IVI)

Để quyết định chỉ số dễ bị tổn thương của Hạ tầng đê kè, chúng tôi đã đề xuất một bộ chỉ số. Trong trường hợp đê kè sông, số lượng chỉ số là 9. Một số chỉ số có thể được xem như định lượng (ví dụ, chiều dài của kè bờ sông) trong khi những chỉ số khác phụ thuộc vào số liệu định tính.

Để cung cấp một trọng số tương đương với mỗi chỉ số, tất cả các chỉ số đã được sắp xếp vào năm phạm trù với các giá trị xếp hạng từ 0.1 đến 0.5. Do vậy, giá trị tối thiểu đối với mỗi chỉ số sẽ là 0.1 (tính bị tổn thương rất thấp) và tối đa sẽ là 0.5 (tính dễ bị tổn thương rất cao). Hệ thống này sẽ cho phép định lượng các chỉ số định tính, và sẽ điều chỉnh ảnh hưởng của các giá trị định lượng trong mỗi chỉ số dễ bị tổn thương.

Tất cả các chỉ số sẽ có cùng trọng số, như được điều chỉnh trong chương phương pháp luận. Trong trường hợp này, mỗi chỉ số thể hiện 11.11% đóng góp cho hợp phần IVI đối với đê kè sông (bộ 9 chỉ số).

Giá trị cuối cùng của Chỉ số dễ bị tổn thương của Hạ tầng (IVI) sẽ được quyết định như phần bổ sung vào các giá trị của tất cả các chỉ số cá nhân.

Khoảng giá trị có thể nhận được chỉ số dễ bị tổn thương của hạ tầng (IVI) sẽ là 0.9 đối với chỉ số dễ bị tổn thương thấp nhất và 4.5 đối với chỉ số dễ bị tổn thương cao nhất.

Kết quả của chỉ số dễ bị tổn thương hạ tầng có thể so sánh với bảng sau đây trong đó kết quả trung bình được tính toán:

Các chỉ số dễ bị tổn thương tích hợp	Giá trị
Rất thấp	0,90 – 1,35
Thấp	1,36 – 2,25
Trung bình	2,26 – 3,15
Cao	3,16 – 4,05
Rất cao	4,06 – 4,50

Định nghĩa giá trị các chỉ số

1) Nhóm chỉ số “Mở rộng”

Chỉ số 1.1.: Chiều dài của kè sông (m)

Chú thích

Chiều dài của kè sông là một trong những chỉ số tốt nhất để phân tích "mở rộng" của các cơ sở hạ tầng và theo đó tính dễ bị tổn thương của tài sản. Các kè sông càng dài, càng dễ bị ảnh hưởng bởi các yếu tố ngoại sinh như biến đổi khí hậu.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn số liệu
Không gian (vector) để định lượng (số m)	Chỉ số này để xác định tổng chiều dài của kè sông	Điều tra về các kè bờ sông tại tỉnh và /hoặc cấp huyện tại văn phòng Sở NN & PTNT. Đối với mục đích xây dựng bản đồ, các bản đồ chính thức (tỷ lệ 1:25.000) có thể được sử dụng. Tuy nhiên những người sử dụng các

			công cụ này sẽ phải chỉ ra những cơ sở hạ tầng trong những bản đồ. Một cách khác là sử dụng "bản đồ không chính thức" của địa phương (cấp huyện) nếu bờ sông được nêu trong đó.
Giá trị			
1	Ít hơn 50 m		
2	50-100 m		
3	100-200 m		
4	200-300 m		
5	Nhiều hơn 300 m		
Chỉ số 1.2.: Diện tích kè			
Chú thích			
Diện tích kè bờ sông (theo m ²) cũng là một chỉ số khác để phân tích sự mở rộng của cơ sở hạ tầng và theo đó tính dễ bị tổn thương của tài sản. Kè bờ sông càng rộng càng dễ bị ảnh hưởng bởi các yếu tố bên ngoài như biến đổi khí hậu			
Loại chỉ số	Xác định		Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này xác định tổng diện tích của kè bờ sông được tính bằng chiều dài của bờ sông nhân với bề rộng từ chân kè đến đỉnh kè (bao gồm các khu vực ngập nước)		Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị			
1	Ít hơn 250 m ²		
2	250-500 m ²		
3	500-1.000 m ²		
4	1.000-1.500 m ²		

5	Nhiều hơn 1.500 m ²	
Chỉ số 1.3.: Cộng đồng và các tài sản được bảo vệ bởi bờ sông		
Chú thích		
Chỉ số này cung cấp thông tin về các tác động tiềm năng đối với cộng đồng và các tài sản được bảo vệ bởi các bờ sông. Chỉ số này phân tích mức độ tính dễ tổn thương của dân cư dọc bờ sông. Trong trường hợp đó bờ sông được coi là cấu trúc chống lụt bão như đê điều, ngay cả trong trường hợp bờ sông chỉ bảo vệ sườn dốc tự nhiên của địa hình.		
Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này cung cấp thông tin về các tác động tiềm năng đối với cộng đồng và các tài sản được bảo vệ bởi các bờ sông.	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương và xem xét bản đồ địa hình tỉ lệ 1:25,000.
Giá trị		
1	Không có cộng đồng hoặc tài sản quan trọng nằm ở mức 0,5 m trên đỉnh bờ. Chỉ có trang trại nằm ở mức 0,5 m trên đỉnh bờ.	
2	Các trang trại và nhà rải rác (dưới 20) nằm ở mức 0,5 m trên đỉnh bờ.	
3	Trang trại, đường giao thông và làng (ít hơn 20 hộ bị ảnh hưởng) nằm ở mức 0,5 m trên đỉnh bờ.	
4	Trang trại, làng lớn và / hoặc thị trấn (từ 20 đến 500 hộ) nằm ở mức 0,5 m trên đỉnh bờ.	
5	Trang trại, đường giao thông và làng (hơn 500 hộ bị ảnh hưởng) nằm ở mức 0,5 m trên đỉnh bờ.	

2) Mái dốc

Chỉ số 2.1.: Loại bờ
Chú thích
Đề cập đến năng lực của bờ để đối phó với lũ quét mà không ảnh hưởng đến phương diện bờ (ổn định mái dốc và xói lở bờ); và không có ảnh hưởng đến các yếu tố được kỳ vọng sẽ bảo vệ phía bên kia của bờ.

Các giá trị khác nhau bao gồm trong chỉ số này được dựa trên hai thành phần quan trọng của hệ thống kè sông là móng và đỉnh. Các khía cạnh khác, chẳng hạn như các vật liệu được sử dụng để bảo vệ kè không được xem xét bởi vì các biến đổi lớn: bờ sông với các vật liệu tương tự nhưng trong điều kiện thủy lực khác nhau có thể là phù hợp / không phù hợp.

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Các giá trị khác nhau bao gồm trong chỉ số này được dựa trên hai thành phần chính: nền móng và đỉnh. Trong cả hai trường hợp, các giá trị xem xét cả các điều kiện hiện tại của tài sản, như những thiệt hại của bờ sông có thể phản ánh khả năng chống chịu hạn chế để đối phó với đặc điểm thủy lực dòng sông (lũ lụt).	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Kè bờ sông có nền móng tốt (dưới mực nước) và đỉnh thích hợp và trong điều kiện tốt.	
2	Kè bờ sông có nền móng tốt (dưới mực nước) và đỉnh thích hợp và trong điều kiện có thể chấp nhận được (một số bằng chứng cho thấy có những thiệt hại trong quá khứ nhưng vẫn giữ được chức năng của nó)	
3	Kè bờ sông có nền móng yếu (dưới mực nước) và / hoặc đỉnh yếu (ví dụ các lỗ sình và sụt lún,...), nhưng vẫn có chức năng	
4	Kè bờ sông với kết cấu không phù hợp (ví dụ như sạt lở đất) và vật liệu bảo vệ bị cuốn trôi, do bảo dưỡng không đầy đủ.	
5	Kè bờ sông với những khiếm khuyết đáng kể (ví dụ như sạt lở, hỏng hóc và / hoặc các vết nứt trong cấu trúc đê) mà không thể đảm bảo được bảo vệ trong trường hợp lũ lụt.	
Chỉ số 2.2.: Năng lực kết cấu của kè		

Chú thích		
Chỉ số này xác định năng lực của các bờ sông để thực hiện chức năng của nó là bảo vệ lũ lụt, chống xói mòn. Tuy nhiên trong trường hợp này, các giá trị khác nhau chỉ nói tới khía cạnh đầu tiên của năng lực kết cấu cho phòng, chống lũ		
Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Trong trường hợp này, năng lực cấu trúc đề cập đến khả năng của hai bên bờ sông để bảo vệ một khu vực nhất định khỏi lũ lụt. Năng lực có xem xét đến các ghi chép lịch sử về dòng chảy vượt ngưỡng.	Cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Kè bờ sông không bao giờ bị ngập lụt (vượt qua đỉnh)	
2	Kè bờ sông bị ngập lụt bất thường (ít nhất 1 lần trong 10 năm)	
3	Kè bờ sông bị ngập lụt một vài lần nhưng vẫn giữ được điều kiện cấu trúc của nó (không có thiệt hại nghiêm trọng của bờ sông). Hoặc kè bờ sông không bị ngập lụt nhưng có vài thiệt hại trên kè sông.	
4	Kè bờ sông bị ngập lụt một vài lần (hơn 10 năm) gây nên những tổn hại đến kè bờ sông.	
5	Kè bờ sông bị ngập lụt hàng năm và/hoặc thiệt hại hàng năm đến bờ kè sông.	

3) Đặc điểm thủy lực của kè sông

Chỉ số 3.1.: Công suất thủy lực của kè

Chú thích		
Một đặc điểm sông toàn diện sẽ rất phức tạp và tốn kém. Chỉ số này chỉ cung cấp một số thông tin về năng lực của kè để đối phó với tốc độ cao của các dòng gây ra bởi lũ quét. Công suất thủy lực được dựa trên các hiệu ứng của các dòng tốc độ cao trong khu vực.		
Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin

Định tính	Các cấp độ khác nhau thay đổi từ tốc độ "chậm" của dòng đến bất thường nhất và hướng đến lũ quét. Trong trường hợp này các giá trị so sánh năng lực của bờ sông để đối phó với sự xói mòn với các khu vực không được bảo vệ bởi bờ sông khác.	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Không có dấu hiệu xói mòn trong kè sông và ở các khu vực lân cận (không được bảo vệ bởi bờ sông).	
2	Không có dấu hiệu xói mòn trong kè sông. Trên các bờ không được bảo vệ tương tự, có một số chỉ số về xói mòn sông (đất). Có cây cối (hơn 10 năm) sống trên bờ sông không được bảo vệ.	
3	Có những dấu hiệu nhỏ về xói mòn trên kè sông. Lòng sông không được bảo vệ cho thấy những bằng chứng rõ ràng của xói mòn đất. Chỉ có cây bụi và cỏ trên sống trên bờ sông không được bảo vệ.	
4	Có những dấu hiệu rõ ràng về xói mòn trên một số phần của kè sông. Trong khi lòng sông không được bảo vệ cho thấy sự xói mòn đất nghiêm trọng (chỉ có cây bụi và cỏ sống trên bờ sông không được bảo vệ).	
5	Bờ sông bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi lũ quét (một vài lần trong một mùa mưa), gây ra những thiệt hại rõ ràng trên kè. Mặt khác, các kè sông không được bảo vệ khác ít bị ảnh hưởng bởi xói mòn hơn so với kè bờ sông đã được phân tích.	
Chỉ số 3.2.: Đặc điểm sông và lũ		
Chú thích		
Đánh giá một cách toàn diện các đặc tính lũ và sông sẽ rất phức tạp và tốn kém. Chỉ số này cung cấp năm chế độ nước khác nhau ở các sông, đã được điều chỉnh cho phù hợp với các điều kiện địa phương của miền núi Bắc Việt Nam.		
Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin

Định tính	Các con sông chảy "chậm" hiếm khi bị ảnh hưởng bởi các con lũ đến một cách bất thường nhất hoặc hiện tượng lũ quét	Nhân viên thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Sông hiện tại chảy “chậm”, thường rộng với những uốn lượn	
2	Sông hiện tại thường xuyên chảy chậm . Trên các bờ không được bảo vệ tương tự, có một số chỉ số về xói mòn sông (đất). Có các cây cối (trên 10 tuổi) sinh sống tại bờ sông không được bảo vệ.	
3	Các sông bị ảnh hưởng đáng kể vào mùa mưa (và ngoại trừ lũ quét). Lòng sông không được bảo vệ cho thấy những bằng chứng rõ ràng của xói mòn đất. Chỉ có cây bụi và cỏ trên sông trên bờ sông không được bảo vệ.	
4	Các công thường bị ảnh hưởng bởi lũ quét. Phần bờ sông không được bảo vệ có thể thấy rõ ràng sự xói mòn đất (chỉ có cây bụi và cỏ mọc ở hai bên bờ sông không được bảo vệ). Dọc bờ sông không được bảo vệ, thấy một số chỗ bị sạt lở.	
5	Các con sông bị ảnh hưởng nặng nề do lũ quét (trung bình vài lần trong mùa mưa), các thiệt hại được thấy rõ trên các bờ sông không được bảo vệ. Lòng sông chủ yếu là đá (đường kính đá > 5cm) và nhiều đoạn, lòng sông không có các cây cỏ sinh sống. Độ dốc lòng sông (<1:60) và rất nguy hiểm với các dòng chảy lũ có vận tốc lớn.	

4) Khả năng chống chịu

Chỉ số 4.1.: Ngân sách vận hành bảo dưỡng

Chú thích

Ngân sách chi cho O & M là một trong những chỉ số tốt nhất để phân tích các cơ chế khả năng chống chịu các cơ sở hạ tầng để phục hồi sau một trận lụt lớn và / hoặc kết thúc của mùa mưa. Tỷ lệ phần trăm của O & M đầu tư dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế cho (mức cao, trung bình và thấp của đầu tư) có điều chỉnh một chút để thích ứng với hoàn cảnh địa phương. Kê sông được cấp kinh phí đầy đủ để bảo dưỡng kịp thời và tăng khả năng

chống chịu hơn.		
Loại chỉ số	Định nghĩa	Nguồn thông tin
Định tính	Đầu tư cho O & M được ước tính bao gồm: ngân sách hàng năm đã được các cấp liên quan phê duyệt, nâng cấp cuối cùng của cơ sở hạ tầng, sự đóng góp bằng "hiện vật" của cộng đồng địa phương (thường được giới hạn bằng nhân lực) và ngân sách dành cho "phục hồi công trình" khi có trường hợp khẩn cấp	Báo cáo hàng năm của Sở NN & PTNT hỗ trợ của cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	Ngân sách cao và có bố trí ngân sách dự phòng để bảo dưỡng hàng năm đối với các cơ sở hạ tầng (hơn 15 triệu đồng / km / năm) (bao gồm cả việc tham gia của cộng đồng)	
2	Ngân sách trung bình (dưới 3% tổng chi phí của cơ sở hạ tầng), bao gồm cải tạo kè bờ sông khi rất xấu (8-15 triệu đồng / km / năm) (bao gồm cả việc tham gia của cộng đồng)	
3	Ngân sách thấp, bao gồm chủ yếu là sự tham gia của cộng đồng để bảo dưỡng cơ bản (làm sạch cây bụi) và sửa chữa một phần hoặc toàn bộ các khu vực bị hư hại (ví dụ như lở đất, các khối kè bị cuốn trôi). 4-8. triệu đồng / km năm	
4	Ngân sách tối thiểu (chỉ sửa chữa các đoạn kè bờ sông đã hoàn toàn mất chức năng). Chủ yếu là sự tham gia đóng góp của cộng đồng (2-4 triệu đồng / km / năm).	
5	"Không có" ngân sách (chỉ tham gia cộng đồng hạn chế) có giá trị dưới 2 triệu đồng / km / năm	
Chỉ số 4.2.: Loại công trình O&M		
Chú thích		
Khả năng chống chịu không chỉ liên quan đến các mức độ đầu tư, mà còn với các loại O & M được thực hiện. Trong ý nghĩa đó, sự tham gia của cộng đồng một cách chủ động được củng cố bởi các loại hỗ trợ khác (máy móc, nguyên vật liệu, hoặc tư vấn kỹ thuật từ chính quyền tỉnh)		

Loại chỉ số	Xác định	Nguồn thông tin
Định tính	Chỉ số này xác định các hoạt động O & M được thực hiện như thế nào và mở rộng đến mức nào thì sự tham gia của cộng đồng được hỗ trợ bởi các phương tiện bên ngoài khác (ví dụ như thợ xây, máy móc, hoặc một công ty tư nhân thực hiện hầu hết các hoạt động bảo trì).	Báo cáo hàng năm của Sở NN & PTNT hỗ trợ của cán bộ thu thập số liệu huyện thông qua tham vấn địa phương
Giá trị		
1	O & M dự phòng. Chủ yếu là quản lý của chính quyền cấp trung ương / tỉnh	
2	O & M bao gồm hỗ trợ bên ngoài (ví dụ như sử dụng thợ xây, thay thế các khối) để sửa chữa cơ bản thường xuyên.	
3	O & M thực hiện bởi cộng đồng với sự hỗ trợ vật chất (ví dụ như những khối bê tông) nhưng không có máy móc. Được quản lý bởi cộng đồng với sự hỗ trợ hạn chế từ các cơ quan chức năng huyện.	
4	O & M được quản lý và thực hiện bởi cộng đồng đơn lẻ (không có máy móc hay vật liệu)	
5	Hạn chế/ không có O&M	

5. PHƯƠNG PHÁP

Phương pháp phát triển công cụ được xác định vào khi bắt đầu giao việc; tuy nhiên, có một số thay đổi nhỏ trong quy trình được mô tả trong chương này.

Nhiệm vụ đầu tiên được tiến hành để phát triển công cụ là tìm kiếm công cụ có thể được thích ứng và sử dụng cho mục đích công việc này. Như đã được giải thích ở phần đầu tài liệu, tác giả không thể tìm thấy bất kỳ một công cụ thích hợp nào và do vậy đã tự phát triển công cụ như đã trình bày ở trên.

Việc phát triển công cụ bao gồm một phân tích những công cụ nào sẽ được sử dụng trong tương lai (và người sử dụng), và do vậy, tích hợp với các sản phẩm khác đang được phát triển đồng thời với công tác này. Vấn đề xem xét kỹ lưỡng đánh giá tính dễ bị tổn thương cấp tỉnh và cấp vùng đã được giao cho nhiệm vụ được chuyên gia quốc tế về Biến đổi khí hậu tiến hành. Các thảo luận với Chuyên gia này cũng như Nhóm Đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương đã được tiến hành và thống nhất về các lĩnh vực chính, như thời hạn và khái niệm được sử dụng trong tài liệu (ví dụ rủi ro đối với tính dễ bị tổn thương) và phạm vi của công việc, tránh trùng lặp giữa hai sản phẩm.

Phiên bản đầu tiên của tài liệu được nộp vào ngày 10 tháng 10 và đã được cán bộ dự án của UNDP đọc rà soát. Phản hồi nhận được từ phiên bản đó là có một số trùng lặp giữa hai tư vấn; tác giả được yêu cầu mô phỏng công cụ mà cán bộ kỹ thuật cấp xã sử dụng để phân tích từng kết cấu.

Kết quả của việc rà soát là một số các chỉ số đã tăng lên đáng kể, cũng như số lượng thông tin được cán bộ cấp huyện thu thập. Trong trường hợp này, cán bộ cấp huyện sẽ yêu cầu việc tiến hành tham vấn cộng đồng, và trong phần lớn trường hợp tiến hành tham quan hạ tầng để phân tích.

Công cụ ban đầu bao gồm một số trọng số. Tuy nhiên để đơn giản hóa việc tính toán và tránh mắc lỗi, các trọng số đã được loại trừ khỏi công thức, và tất cả các chỉ số có trọng số tương tự.

Trong khi phát triển phiên bản thứ hai của công cụ, một cuộc kiểm tra đã được tiến hành trong ba lựa chọn khác nhau:

1. Các tiêu hợp phần có trọng số và chỉ số trọng số.
2. Các chỉ số trọng số
3. Tất cả các chỉ số có cùng trọng số

Kết quả giữa ba lựa chọn này rất giống nhau, do vậy, các kết quả giữa tất cả lựa chọn không điều chỉnh việc sử dụng các trọng số.

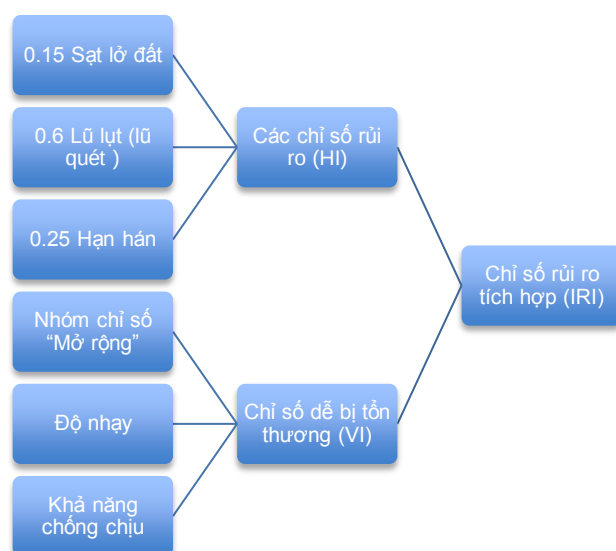
Bộ chỉ số mới đã được tham vấn với lãnh đạo và cán bộ kỹ thuật trong 4 huyện: Thuận Châu và Vân Hồ (tỉnh Sơn La) và Bạch Thông, Chợ Mới (tỉnh Bắc Kạn). Quy trình tham vấn diễn ra từ tháng 1 đến tháng 2 năm 2015. Sau khi tham vấn, tác giả bao gồm phản hồi trong phiên bản mới của công cụ.

6. ĐỀ XUẤT HƯỚNG TIẾP THEO

Công cụ chỉ số dễ bị tổn thương trong chương 4 chỉ là một trong những chỉ số được bao gồm để quyết định chỉ số rủi ro được tích hợp (IRI).

Điều khoản tham chiếu đối với công việc này được giới hạn để phát triển chỉ số dễ bị tổn thương (VI), tuy nhiên, để có một công cụ chức năng về chỉ số rủi ro cũng sẽ được xem xét.

Đối với đường giao thông nông thôn, chỉ số rủi ro được tích hợp sẽ được ước tính như sau:



Như một phần của nhiệm vụ này, tư vấn đã phát triển một danh sách chỉ số và trọng số để quyết định các chỉ số tính dễ bị tổn thương của hạ tầng và gợi ý một trọng số có thể đối với các nguy cơ. Tuy nhiên, việc này nằm ngoài phạm vi quyết định danh sách của các chỉ số đối với chỉ số nguy cơ hoặc trọng số.

Chuyên gia quốc tế về biến đổi khí hậu, cũng như đơn vị tư vấn trong nước phụ trách về phân tích tính dễ bị tổn thương và bản đồ được mong đợi đề xuất một danh sách chỉ số đối với phân tích rủi ro tại cấp khu vực (15 tỉnh), cấp tỉnh (2 tỉnh thí điểm) và cấp huyện (1 huyện thí điểm). Với ý nghĩa đó, các chỉ số được đề xuất của họ đối với chỉ số nguy cơ tại cấp huyện có thể được sử dụng để hoàn thành công cụ này,

Tiến độ của việc xác định các chỉ số hiểm họa

Việc xác định các chỉ số hiểm họa là một phần của gói Lập bản đồ do đơn vị Tư vấn trong nước thực hiện. Vào cuối thời gian huy động (7 tháng Mười năm 2014), chuyên gia quốc tế về thích ứng biến đổi khí hậu đề xuất sử dụng dữ liệu thứ cấp sau đây để tạo ra chỉ số hiểm họa.

- **Sạt lở đất :**

Có hai cơ quan của nhà nước xây dựng bản đồ sạt lở đất: Viện Khoa học Địa lý và Khoáng sản Việt Nam (IGMR) trực thuộc Bộ Tài nguyên Môi trường (MONRE), Viện Địa lý (IoG) trực thuộc Học viện Khoa học Kỹ thuật Việt Nam. IGMR đã đầu tư các nguồn lực kinh tế và nhân lực đáng kể vào bản đồ sạt lở đất tại 15 tỉnh, phát triển một phương pháp kết hợp giải thích địa lý với khảo sát thực địa trên diện rộng và bản đồ lịch sử sạt lở đất.

Sử dụng các bản đồ sạt lở đất của IGMR dường như là giải pháp hiệu quả nhất về chi phí để quyết định chỉ số đó.

- **Lũ quét**

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu (IMHEN) trực thuộc Bộ TNMT có dữ liệu đáng tin cậy nhất về lũ quét. IMHEN cũng đã tiến hành một nghiên cứu chi tiết về chỉ số lũ quét.

IMHEN đã chuẩn bị các bản đồ này dựa trên thông tin do Ủy ban phòng chống lụt bão trung ương (CCFSC) cung cấp cho hơn 600 trận lũ quét đã xảy ra trong 20 năm qua. Phương pháp sử dụng để tạo ra các bản đồ này không được xác định, do một bản đồ dựa trên các sự kiện trước đây có thể chỉ có giá trị hạn chế để phân tích ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Hơn nữa, cơ sở dữ liệu của Ủy ban phòng chống lụt bão trung ương có thể không có ghi chép về các trận lũ quét khác gây hư hại cho hạ tầng nhỏ và thường không được báo cáo.

Rõ ràng là các bản đồ được xây dựng dựa trên các thông tin khác như lượng mưa tối đa hàng ngày, mô hình nâng kỹ thuật số, sử dụng đất đai và đặc tính thổ nhưỡng.

Trong trường hợp của IGMR, Viện không thể cung cấp dữ liệu thô được sử dụng để xây dựng bản đồ và chỉ có thể tạo ra bản đồ lũ quét hoàn thiện bản cuối (dạng ảnh).

Sử dụng bản đồ lũ quét của IMHEM như nguồn dữ liệu thứ cấp có thể là một giải pháp tốt đối với quy trình thu thập dữ liệu trên diện rộng có thể ít hiệu quả về chi phí hơn; tuy nhiên phương pháp do IMHEM sử dụng đã được rà soát lại cho phù hợp với phương pháp và việc sử dụng những bản đồ này.

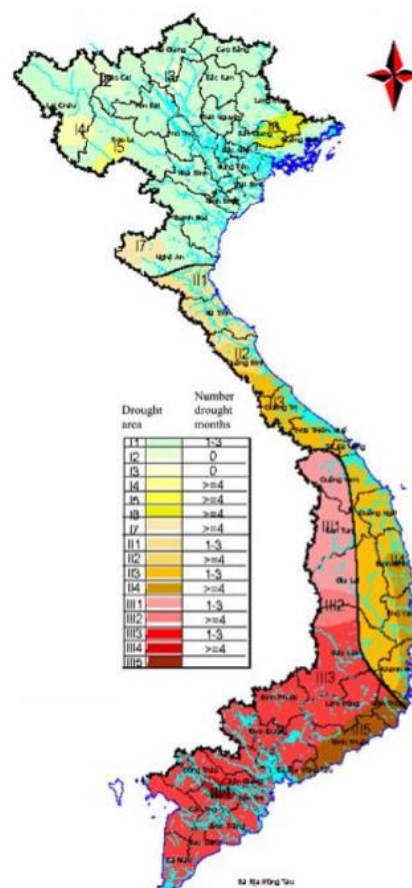
• Hạn hán

IMHEN đã sử dụng một số phương pháp đối với việc nhận biết hạn hán dựa trên một số chỉ số phức tạp về hạn hán. Một số chỉ số về hạn hán bao gồm Chỉ số mức độ nghiêm trọng của hạn hán Palmer (PDSI) (Palmer, 1965), chỉ số cung cấp nước mặt (SWSI) (Shafer và Dezman, 1982), chỉ số lượng mưa (SPI) (McKee, Doesken và Kleist, 1993) và chỉ số độ ẩm mùa vụ (CMI) (Palmer, 1965).

Những chỉ số hạn hán này cần báo cáo dữ liệu khí hậu dài hạn, và cần thêm nguồn lực để xây dựng một bản đồ hiệu quả, rõ ràng cho đến nay vẫn chưa được thực hiện ở Việt Nam.

Nguồn : Các khu vực hạn hán ở Việt Nam.

Nguyễn (2010) và Nguyễn Huy , Rajib Shaw (2011)



INHEM cũng đã thí điểm ở tỉnh Ninh Thuận một bản đồ chống chịu hạn hán (DRM) là một công cụ được trường đại học tổng hợp Kyoto phát triển (Habiba và các đồng nghiệp , 2011). Phương pháp bản đồ chống chịu hạn hán (DRM) đo mức hiện tại của môi trường khác nhau, lĩnh vực xã hội, sinh kế của khu vực nghiên cứu và cách họ đối phó với hạn hán như thế nào. Tuy nhiên, phương pháp xếp xét các lĩnh vực có thể được xem xét là một phần của chỉ số tính dễ bị tổn thương (VI) do vậy không được khuyến nghị để sử dụng phương pháp này đối với hợp phần nguy cơ.

Nguyễn Huy và Rajib Shaw (2011) đã đề xuất các phương pháp lựa chọn rất đơn giản như : “giai đoạn hạn hán ” hay giai đoạn lượng mưa ít hơn 20mm trong một khoảng thời gian 20 ngày ; “tuần hạn hán ” đi khi lượng mưa ít hơn 5 mm trong một tuần ; và “tháng hạn ” được đo bằng tổng lượng mưa ít hơn 10 mm trong một tháng.

Công ty tư vấn trong nước đã đánh giá các lựa chọn khác nhau và chọn một. Tác giả của báo cáo này gợi ý sử dụng các phương pháp đơn giản do Nguyễn Huy và Rajib Shaw đề xuất.

7. CÁC KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Sau khi rà soát một số công cụ và phương pháp phân tích tính dễ bị tổn thương, tư vấn kết luận rằng không có phương pháp nào khả thi đối với điều kiện địa phương của các tỉnh miền núi phía Bắc, hay thích hợp để nghiên cứu tính dễ bị tổn thương của các hạ tầng nông thôn đối với biến đổi khí hậu. Vì lý do đó, tư vấn đã phát triển một công cụ đặc biệt cho mục đích này.

Đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương chưa bao giờ là một công việc dễ dàng, không đề cập tới tính dễ bị tổn thương của hạ tầng nông thôn. Khái niệm “tính dễ bị tổn thương” thường có nhiều cách diễn giải và hiểu khác nhau và cho các chủ đề khác nhau, một mái dốc có thể được xem như rất dễ bị tổn thương đối với một nhà địa chất nhưng ít bị tổn thương hơn đối với người khác. Công cụ được đề xuất đã cố gắng giảm rủi ro của chủ thể nghiên cứu và nhu cầu có các chuyên gia có kinh nghiệm đánh giá tính dễ bị tổn thương của hạ tầng. Công cụ đã được phát triển để các cán bộ huyện có trình độ trung bình tại các tỉnh miền núi phía Bắc có thể sử dụng được.

Mục tiêu cuối cùng của công cụ là cung cấp cho người đưa ra quyết định một công cụ đánh giá nhanh giúp họ so sánh mức độ dễ bị tổn thương giữa các hạ tầng khác nhau trong một khu vực địa lý (ví dụ huyện), và sau đó đưa ra ưu tiên hạ tầng nào cần các hoạt động xử lý ngay.

Công cụ này đã cố gắng tìm ra một sự thỏa hiệp giữa những gì được yêu cầu tiến hành trong một đánh giá tính dễ bị tổn thương hoàn chỉnh (tại cấp thiết kế dự án) và những gì khả thi được thực hiện với điều kiện và phương tiện hiện tại ở các tỉnh miền núi phía Bắc ở Việt Nam. Tuy nhiên, sự đơn giản của công cụ này không ngoại trừ nhu cầu tiến hành đánh giá chuyên sâu hơn các tài sản cụ thể của hạ tầng nông thôn khi quyết định về nhu cầu tăng sức chống chịu của hạ tầng (nâng cấp hạ tầng) được đưa ra.

Đập được xem là một trong những tài sản dễ bị tổn thương và rủi ro nhất (do các hư hại tiềm ẩn của nó đối với người dân sống gần hạ lưu), tuy nhiên, đánh giá an toàn đập đòi hỏi yêu cầu tiến hành phân tích kỹ về công suất của hạ tầng ứng phó với biến đổi môi trường (ví dụ, nhiều hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra thường xuyên hơn, thay đổi về sử dụng đất) và phân tích độ ổn định và trạng thái của đập. Trong phần lớn các trường hợp, một chẩn đoán về đập cũng yêu cầu được các kỹ sư có kinh nghiệm kiểm tra bằng mắt. Đường dẫn sau (<http://www.damsafety.com/showcase/monitoring/>) cho thấy làm thế nào để an toàn đập là một phần của hệ thống quản lý nguồn nước được tích hợp. Mặc dù đánh giá tổn thương đặc biệt như vậy không nằm trong phạm vi công việc này,

đây sẽ là một quy trình lý tưởng để đảm bảo các hạ tầng này được an toàn hiện tại và trong tương lai.

PHỤ LỤC 1 VÍ DỤ VỀ CÔNG CỤ ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG DỄ BỊ TỔN THƯƠNG TRÊN THỰC TẾ

Chỉ số sau đây cho thấy làm thế nào chỉ số tính dễ bị tổn thương nên được đánh giá trên thực tế.

Ví dụ 1 Kế hoạch thủy lợi ở huyện Thuận Châu (tỉnh Sơn La)



Bước 1 Thu thập dữ liệu thứ cấp

Một phần của thông tin được yêu cầu để quyết định chỉ số dễ bị tổn thương sẵn có tại địa phương. Bước này sẽ thu thập số liệu thứ cấp, hoặc ở cấp quốc gia (ví dụ dữ liệu thủy văn, hay mô hình nâng kỹ thuật số, bản đồ vv) hay cấp huyện (kiểm kê công trình thủy lợi trong huyện).

Bước 2 Thu thập dữ liệu tại hiện trường

Bước này được mong đợi do một cán bộ cấp huyện từ Phòng NN & PTNT - người có thể đến khu vực và tư vấn với lãnh đạo xã, tiến hành hoặc trong trường hợp kiểm kê hạ tầng trên diện rộng với nguồn lực hạn chế, có thể gọi điện cho đại diện của xã triệu tập cuộc họp tại Ủy ban nhân dân xã, nơi cán bộ huyện có

thể thực hiện đối với một số hạng tầng mà không cần phải tham quan thực địa thực tế. Một chuyến tham quan thực địa (tuy nhiên) được khuyến nghị để xác nhận thông tin do lãnh đạo cấp xã cung cấp và trong một số trường hợp cần thu thập dữ liệu

Tiểu hợp phần	Chỉ số	Thu thập dữ liệu
Nhóm chỉ số “Mở rộng”	Diện tích tưới (ha)	Kiểm kê (thứ cấp) và thu thập dữ liệu thực địa (khu vực)
	Số lượng các hộ gia đình sử dụng hệ thống thủy lợi	Kiểm kê (thứ cấp) và thu thập dữ liệu thực địa (khu vực)
2.) Điểm lấy nước b) Đập tràn	b.2.1. Năng lực cấp nước	Thu thập số liệu thực địa (thông qua tham vấn địa phương)
	b.2.2. Năng lực kết cấu đập tràn	Thu thập số liệu thực địa (thông qua tham vấn địa phương)
	b.2.3. An toàn đập tràn (theo mã tiêu chuẩn xây dựng)	Thu thập số liệu thực địa (thông qua tham vấn địa phương và/hoặc tham quan thực địa)
	b.2.4. Khả năng chống chịu lũ quét	Thu thập số liệu thực địa (thông qua tham vấn địa phương)
3) Kênh	3.1. Loại kênh	Thu thập số liệu thực địa (thông qua tham vấn địa phương và/hoặc tham quan thực địa)
	3.2. Chức năng của kênh	Thu thập số liệu thực địa (thông qua tham vấn địa phương)
4) Ruộng đồng và các tài sản khác	4.1. Công suất tưới tiêu	Thu thập số liệu thực địa (thông qua tham vấn địa phương)
	4.2. Tính thích ứng và quản lý	Thu thập số liệu thực địa (thông qua tham vấn địa phương)
5) Khả năng	5.1. Đầu tư cho vận hành và bảo dưỡng (O&M) cho mỗi	Báo cáo hàng năm của người vận hành hạ tầng,

chống chịu	ha (bao gồm cả chi phí phục hồi trong trường hợp khẩn cấp	được hỗ trợ bằng thu thập dữ liệu thực địa
	5.2. Loại công trình O&M	Báo cáo hàng năm của người vận hành hạ tầng, được hỗ trợ bằng thu thập dữ liệu thực địa

Trong trường hợp đặc biệt này, các kết quả của thu thập dữ liệu thực địa như sau:

Tiểu hợp phần	Chỉ số	Giá trị	Mô tả
Nhóm chỉ số “Mở rộng”	Diện tích tưới (ha)	0.4	55 ha
	Số lượng các hộ gia đình sử dụng hệ thống thủy lợi	0.5	243 hộ gia đình
2.) Dung tích chứa b) Đập tràn	b.2.1. Năng lực cấp nước	0.4	Thiếu nước trong một số tháng nào đó
	b.2.2. Năng lực kết cấu đập tràn	0.5	Đập tràn cần phải xây dựng lại mỗi mùa
	b.2.3. An toàn đập tràn (theo mã tiêu chuẩn xây dựng)	0,5	Không có giám sát an toàn đập
	b.2.4. Khả năng chống chịu lũ quét	0,5	Đập tràn cần phải xây dựng lại mỗi mùa do lũ lụt
3) Kênh	3,1. Loại kênh	0,4	Kênh đất
	3.2. Chức năng của kênh	0,4	Một số kênh đất bị hư hại do lụt (3- 5 năm một lần)
4) Ruộng đồng và các tài sản khác	4.1. Công suất tưới tiêu	0.3	Sản lượng trung bình của 2 vụ 6.000 Kg lúa/hecta/ năm
	4.2. Tính thích ứng và quản lý	0.3	Gián đoạn chút ít trong khi cung cấp (tối đa 3 ngày) sẽ không ảnh hưởng đến sản xuất.
5) Khả năng	5.1. Đầu tư cho vận hành và	0.4	Ngân sách tối thiểu

chống chịu	bảo dưỡng (O&M) cho mỗi ha (bao gồm cả chi phí phục hồi trong trường hợp khẩn cấp)	cho Vận hành bảo dưỡng (O&M) (khoảng 15 ngày công/hecta/năm)
	5.2. Các loại công việc Vận hành và Bảo dưỡng	0.5 O&M chỉ do cộng đồng quản lý và thực hiện
TỔNG SỐ		4.9

Với kết quả đạt được từ việc bổ sung tất cả giá trị, chúng tôi quyết định rằng IVI (chỉ số dễ bị tổn thương của Hạ tầng) là **4.9**

Khi đó, chúng tôi so sánh chỉ số dễ bị tổn thương của Hạ tầng với hạng IVI đối với kế hoạch thủy lợi của các đập tràn đó.

Các chỉ số dễ bị tổn thương tích hợp	Giá trị
Rất thấp	1.20 – 1.80
Thấp	1,81 -3,00
Trung bình	3,01 – 4,20
Cao	4,21 - 5,40
Rất cao	5,41 - 6,00

Trong trường hợp đặc biệt này, chỉ số dễ bị tổn thương của Hạ tầng có thể được xem là **CAO**

Một công cụ khác được sử dụng để phân tích tính dễ bị tổn thương của mỗi nhóm tài sản. Trong trường hợp đó, chúng tôi ước tính tính dễ bị tổn thương trung bình của mỗi nhóm tài sản như sau:

Tiểu hợp phần	Chỉ số	Giá trị	Trung bình	Tình trạng dễ bị tổn thương:
Nhóm chỉ số “Mở rộng”	Diện tích tưới (ha)	0,4	0.45	Rất cao
	Số lượng các hộ gia đình sử dụng hệ thống thủy lợi	0,5		
2.) Dung tích chứa b) Đập tràn	b.2.1. Năng lực cấp nước	0.4	0,475	Rất cao
	b.2.2. Năng lực kết cấu đập tràn	0.5		
	b.2.3. An toàn đập tràn (theo mã tiêu chuẩn xây dựng)	0.5		
	b.2.4. Khả năng chống chịu lũ quét	0.5		

3) Kênh	3.1. Loại kênh	0.4	0,40	Cao
	3.2. Chức năng của kênh	0.4		
4) Ruộng đồng và các tài sản khác	4.1. Công suất tưới tiêu	0.3	0,30	Trung bình
	4.2. Tính thích ứng và quản lý	0.3		
5) Khả năng chống chịu	5.1. Đầu tư cho vận hành và bảo dưỡng (O&M) cho mỗi ha (bao gồm cả chi phí phục hồi trong trường hợp khẩn cấp)	0,4	0,45	Rất cao
	5.2. Loại công trình O&M	0.5		
TỔNG SỐ		4.9		

Trong một tỷ lệ 1.2 đến 6.0, chỉ số dễ bị tổn thương của hạ tầng thủy lợi ở huyện Thuận Châu là **4.90**. Chỉ số dễ bị tổn thương này có thể được so sánh với các huyện có hệ thống thủy lợi tương tự trong cùng khu vực.

Bên cạnh đó, việc phân tích các tài sản khác nhau chỉ ra rằng các yếu tố dễ bị tổn thương nhất có liên quan đến đập tràn (bị phá hủy mỗi mùa). Việc mở rộng và năng lực ứng phó cũng là tác nhân đóng góp vào việc tăng tính dễ bị tổn thương của hạ tầng.

PHỤ LỤC 2 TÀI LIỆU THAM KHẢO

ADB 2011 *Hướng dẫn về đầu tư chống biến đổi khí hậu trong ngành vận tải. Các dự án hạ tầng đường bộ*. Ngân hàng Phát triển châu Á Manila (Philippines)

Đạo luật của chính phủ 2012 *Khung đánh giá tính dễ bị tổn thương đối với hạ tầng*. Khu vực thủ đô Australian. Canberra (Australia).

ACTIA (không có ngày tháng) *Ma trận rủi ro trong Đạo luật của chính phủ*. Cơ quan bảo hiểm khu vực thủ đô Australian (ACTIA). Australia.

Bil M., Vodak R. Kubecek J., Rebok T., Svoboda T. Huneny P. (không có ngày tháng) *Phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương đối với các hệ thống đường bộ*. Thuyết trình PowerPoint. Trung tâm nghiên cứu Giao thông Vận tải và khoa học điện toán đám mây Cerit. Praha (cộng hòa Séc)

Hội đồng Kỹ sư chuyên môn Canadian 2008 *Thích ứng với biến đổi khí hậu. Đánh giá tính dễ bị tổn thương kỹ thuật quốc gia đối với hạ tầng công quốc gia đầu tiên ở Canada*. Kỹ sư Canada (Canada).

CCFSC 2009 *Kế hoạch thực hiện chiến lược quốc gia để phòng ngừa, đối phó và giảm nhẹ thiên tai đến năm 2020*. Ủy ban kiểm soát lũ lụt trung ương (CCFSC) Hà Nội (Việt Nam)

CCWG, DMWG, JANI 2011 *Phối hợp Giảm thiểu rủi ro thiên tai và thích ứng biến đổi khí hậu vào hướng dẫn chương trình phát triển*. CCWG (Nhóm làm việc Biến đổi khí hậu, Nhóm thích ứng nhiệt độ tăng), DMWG (Nhóm làm việc kiểm soát thiên tai), JANI (Sáng kiến về giáo dục giảm nhẹ rủi ro thiên tai). Hà Nội (Việt Nam)

CEDR 2012 *Thích ứng với biến đổi khí hậu* Hội thảo các giám đốc về đường giao thông châu Âu (CEDR). Oslo (Na Uy)

Chapagain A. 2009 *Kịch bản nguồn nước trong canh tác trồng lúa*. Định lượng cầu vòng của dòng nước ảo liên quan đến kinh doanh lúa gạo WWF: Thuyết trình PowerPoint tại hội thảo: Suy nghĩ lại về mô hình: nước và an ninh lương thực Santander (Tây Ban Nha).

CSIRO 2007 *Hạ tầng và đánh giá rủi ro biến đổi khí hậu bang Victoria*. Báo cáo cho chính quyền bang Victoria Tổ chức nghiên cứu Công nghiệp và Khoa học khối Thịnh vượng chung (CSIRO) Victoria (Australia)

Collier P., Kirchberger M., Soderbom M. 2013 *Chi phí hạ tầng đường bộ tại các quốc gia đang phát triển*. Bản dự thảo sơ bộ Trường Đại học Oxford (Anh quốc)

CREAT website (không có ngày tháng) *Đánh giá chống chịu với biến đổi khí hậu và công cụ nhận thức*(CREAT)

CPEIR 2014 *Chi phí công của Việt Nam dành cho biến đổi khí hậu và xem xét đầu tư*. Hà Nội (Việt Nam)

Cơ quan hợp tác phát triển quốc tế Anh quốc (DFID) 2012 *Rà soát Dự án hàng năm : Đối tác biến đổi khí hậu ở Việt Nam* DFID-Việt Nam Hà Nội (Việt Nam)

EPA 2012 *Thực hiện Đánh giá chống chịu với biến đổi khí hậu và công cụ nhận thức với chương trình cảng sông New York-New Jersey và cơ quan thoát thướt Bắc Hudson*. Sử dụng nguồn nước và cửa sông sẵn sàng ứng phó với biến đổi khí hậu Báo cáo thực hành CREAT Cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (Hoa Kỳ)

EPA 2012 *Đánh giá chống chịu với biến đổi khí hậu và công cụ nhận thức phiên bản 2.0. Một công cụ đánh giá rủi ro chống biến đổi khí hậu đối với việc sử dụng nước*. Cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (Hoa Kỳ)

Số liệu của tổng cục thống kê 2008. Tổng cục Thống kê (GSO) Hà Nội (Việt Nam)

FHWA 2009 *Báo cáo rà soát : đánh giá tính dễ bị tổn thương với biến đổi khí hậu , đánh giá rủi ro và tiếp cận thích ứng*. Cục Giao thông Vận tải Cơ quan đường cao tốc liên ban. Văn phòng môi trường và quy hoạch Washington DC, Mỹ

FHWA website (không có ngày tháng) *Biến đổi khí hậu và khung đánh giá tính dễ bị tổn thương của thời tiết cực đoan. 3 -Đánh giá tính dễ bị tổn thương* (USA) có trên đường dẫn tới trang web http://www.fhwa.dot.gov/environment/climate_change/adapta

FHWA website (không có ngày tháng) *Thí điểm đánh giá tính dễ bị tổn thương của biến đổi khí hậu. Đánh giá tính dễ bị tổn thương và rủi ro của ảnh hưởng biến đổi khí hậu lên hạ tầng giao thông vận tải: Thí điểm và nhận thức* (Hoa Kỳ)

Fowler H.J., Blenkinsop S., Tebaldi C. 2007 *Kết nối mô hình biến đổi khí hậu với nghiên cứu ảnh hưởng: các điểm mạnh trong kỹ thuật thu nhỏ đối với mô hình thủy văn*. Tạp chí khí hậu thủy văn quốc tế 27. 1547–1578. Xuất bản trên

mạng ngày 14 tháng 9 năm 2007 tại Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/joc.1556

Füssel, H. M., & Klein, R. J. 2006 *Đánh giá biến đổi khí hậu: một tiến trình của khái niệm ý tưởng*. Biến đổi khí hậu, 75(3), 301-329.

GFDRR 2013 *Cập nhật chương trình quốc gia* Ngân hàng thế giới. Washington DC, Mỹ Sẵn có tại www.gfdr.org

Nền dữ liệu rủi ro toàn cầu 2013 sẵn có tại : <http://preview.grid.unep.ch/index.php?preview=extract&lang=eng>

Holtz T., Singh A., Jones T., Pickens J. 2009 *Hướng dẫn người sử dụng nguồn nước về công cụ đánh giá tính dễ bị tổn thương* INTERA. Texas (USA)

ICEM. *Phương pháp giảm thiểu và thích ứng biến đổi khí hậu 2013 : Báo cáo tóm tắt ICEM CAM*, Trung tâm biến đổi khí hậu đối với kiểm soát môi trường. Hà Nội (Việt Nam)

ICEM. *Phương pháp thích ứng biến đổi khí hậu 2013 : Hướng dẫn hạ tầng*, Trung tâm biến đổi khí hậu đối với kiểm soát môi trường. Hà Nội (Việt Nam)

ICEM 2013 và 2014 *Báo cáo tiến độ quý số 1 đến số 6. Hỗ trợ kỹ thuật 8102-VIE Tăng cường Hạ tầng chống chịu biến đổi khí hậu tại miền Bắc Việt Nam*. Hà Nội (Việt Nam)

ICEM 2013 và 2014 *Báo cáo tiến độ quý số 1 đến số 5. Hỗ trợ kỹ thuật 8102-VIE Tăng cường Hạ tầng chống chịu biến đổi khí hậu tại miền Bắc Việt Nam*. Hà Nội (Việt Nam)

ICEM (không có ngày tháng) *Tập bản đồ Ấn phẩm trực tuyến Hà Nội (Việt Nam)*

INHEM 2011 *Tài liệu hướng dẫn đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng*. NARENCA. Hà Nội (Việt Nam)

IISD 2012 *CRYSTAL Hướng dẫn sử dụng phiên bản 5. Công cụ sàng lọc rủi ro dựa vào cộng đồng - Thích ứng và sinh kế*. Viện Phát triển bền vững quốc tế (IISD) Manitoba (Canada)

IPCC 2010 *Báo cáo đặc biệt “Quản lý rủi ro các sự kiện cực đoan và thiên tai đối với thích ứng biến đổi khí hậu tiên tiến (SREX) Báo cáo đặc biệt của Nhóm làm việc I và II của Ban quốc tế về biến đổi khí hậu Ấn phẩm của trường ĐHTH Cambridge, Anh quốc và New York (USA) Sẵn có tại : <http://www.ipcc-wg2.gov/SREX/>*

IPCC 2007 *Đóng góp của nhóm công tác số II cho báo cáo đánh giá lần thứ 4 của khung liên chính phủ về biến đổi khí hậu*. Ấn phẩm của trường ĐHTH

Cambridge , Anh quốc và New York (USA) Sẵn có tại :
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html

Báo cáo IPCC về Biến đổi khí hậu 2014: *Báo cáo đánh giá ảnh hưởng, thích ứng và tính dễ bị tổn thương lần thứ 5 (AR5)* Bản dự thảo tư vấn vào tháng 6 năm 2014. Sẵn có tại <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

IS 12094 (2000): Các hướng dẫn đối với quy hoạch, thiết kế kè sông [WRD 22: Công trình chính trị sông]. Chính phủ Ấn Độ Delhi (Ấn Độ).

JANI 2009 *Kiểm soát rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng ở Việt Nam*. Hệ thống sáng kiến giáo dục phòng chống thiên tai ở Việt Nam Trung tâm nghiên cứu và phát triển quốc tế Hà Nội (Việt Nam)

JICA 2002 *Hướng dẫn và tiêu chuẩn kỹ thuật đối với thiết kế và quy hoạch . Dự thảo Chương 1 Kiểm soát lũ lụt Dự án tăng cường năng lực kiểm soát lũ lụt và Kỹ thuật của DPWH JICA*. Tokyo (Nhật Bản)

Jung I.W., Moradkhani H., Chang H. 2012 *Đánh giá tính bất định của ảnh hưởng biến đổi khí hậu đối với khác biệt về thủy văn khu vực hạ lưu sông* . Báo Thủy văn số -466 -467 (2012) 73-87. Sẵn có tại www.elsevier.com/locate/jhydrol

Ketelsen T., Parameswaran A., Tilleard S., Kenny A., Vinh M.K., Thuy N.M., Taylor I. 2014 *Chỉ số rủi ro lũ lụt của hồ chứa nước - một công cụ đánh giá rủi ro lũ lụt và công suất chứa khi lũ lụt ở các hồ chứa nước thủy điện trên sông Mê Kông*. Lưu ý kỹ thuật: Chương trình thách thức về dự án Nguồn nước và lũ lụt sông Mê Kông 12 "Ảnh hưởng của thủy điện lên lũ lụt và hạn hán ở khu vực sông Mê Kông". ICEM. Hà Nội (Việt Nam)

Lê Xuân Quang 2014 *Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu lên hệ thống hạ tầng nông thôn và nông nghiệp - Các biện pháp giảm thiểu và thích ứng đối với khu vực miền núi phía Bắc*. Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường Hà Nội (Việt Nam)

Bộ NN & PTNN 2008 Quyết định số: 2730 /QĐ-BNN-KHCN. *Phát hành Khung kế hoạch hành động thích ứng với biến đổi khí hậu trong ngành phát triển nông thôn và nông nghiệp giai đoạn 2008-2020*. Bộ NN & PTNT Hà Nội (Việt Nam)

Bộ NN & PTNT 2012 *Tài liệu đào tạo Giảm rủi ro thiên tai và thích ứng với biến đổi khí hậu*. Bộ NN & PTNT - UNDP Hà Nội (Việt Nam)

Bộ NN & PTNT 2013-2014 *Các báo cáo đầu tư tiểu dự án. Số 1 đến 45 Các khoản vay Ngân hàng Phát triển châu Á - VIE: Dự án phát triển hạ tầng nông*

thôn bền vững tại các tỉnh miền núi phía Bắc. Bộ NN & PTNT Hà Nội (Việt Nam)

Biên bản được chuyên gia biến đổi khí hậu quốc tế ghi trong cuộc họp với các tổ chức chính phủ vào tháng Chín và tháng Mười năm 2014, và ghi chép từ các cuộc họp được tác giả thực hiện trong giai đoạn huy động trước đó đầu năm nay.

Bộ Tài nguyên và Môi trường 2007. *Chương trình mục tiêu quốc gia đối phó với Biến đổi khí hậu (Thực hiện giải pháp của chính phủ số 60/2007/NQ-CP ngày 3 tháng 12 năm 2007)*. Bộ Tài nguyên và Môi trường (MONRE). Hà Nội (Việt Nam)

Bộ Tài nguyên và Môi trường 2009. *Biến đổi khí hậu, kịch bản nước biển dâng đối với Việt Nam* Bộ Tài nguyên và Môi trường (MONRE). Hà Nội (Việt Nam)

MRC 2010. *Rà soát về phương pháp biến đổi khí hậu và công cụ giảm thiểu rủi ro do biến đổi khí hậu gây ra, báo cáo kỹ thuật số 34 tháng 12 năm 2010*. Ủy ban sông Mê Kông (MRC). Phnom Pehn (Cambodia)

Nguyễn Kim Lợi (không có ngày tháng) *Đánh giá tính dễ bị tổn thương bởi sạt lở đất ở Việt Nam: Khái niệm khung và kỹ thuật nghiên cứu được đề xuất* website Dai Hoc Hoa Sen .

Rajib Shaw và Nguyễn Huy 2011 *Hạn hán ở khu vực gió mùa châu Á. Chương 8. Kiểm soát rủi ro hạn hán ở Việt Nam* Kiểm soát rủi ro thiên tai và môi trường cộng đồng. Chương 8 141,161. Nhà xuất bản TNHH Emerald

RIBA ((không có ngày tháng) *Bộ công cụ biến đổi khí hậu 07. Thiết kế cho rủi ro lũ lụt* Viện Hoàng gia kiến trúc Anh (RIBA) London (UK)

Roy R., Braun M., Chaumont D. 2013 *Đập và thiết kế vận hành hồ chứa thích ứng với biến đổi khí hậu*. Trích dẫn nghiên cứu địa lý vật lý chương 15, EGU2013-1591-1, 2013 EGU Quốc hội 2013 Geneva (Thụy sỹ)

Sharma B 2012 *Đánh giá tính dễ bị tổn thương với biến đổi khí hậu sử dụng hệ thống định vị toàn cầu GPS*. Tạp chí địa không gian toàn cầu hàng tuần (ấn phẩm trực tuyến).

Snoover (không có ngày tháng) *Chuẩn bị cho biến đổi khí hậu. Sách hướng dẫn đối với chính phủ liên bang, khu vực và địa phương. Chương 8 Thực hiện một đánh giá dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu.*

Solano E. 2010 *Phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương của các hạ tầng cơ bản*. Viện giải pháp an ninh quốc gia (IHSS) (Mỹ)

STI 2012 *Thái Lan. Báo cáo đánh giá nhu cầu công nghệ đối với thích ứng biến đổi khí hậu* Văn phòng chính sách sáng kiến và kỹ thuật khoa học quốc gia Bangkok (Thái Lan). Sẵn có tại <http://www.sti.or.th>

Swinkels R., Turk C. 2007? Bản đồ phân loại vùng nghèo đói ở Việt Nam Ngân hàng thế giới. Hà Nội (Việt Nam)

Tadross M. 2013 *Công tác hỗ trợ kỹ thuật để tạo một tiếp cận phù hợp với đánh giá tính dễ bị tổn thương đối với dự án - “Tăng cường hạ tầng chống chịu biến đổi khí hậu ở các tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam”*. Báo cáo chưa xuất bản Hà Nội (Việt Nam)

Tadross M. 2013 *Mô hình ảnh hưởng biến đổi khí hậu và đánh giá rủi ro với hạ tầng nông thôn ở miền Bắc Việt Nam. Thuyết trình PowerPoint*. Hà Nội (Việt Nam)

Đàm Thị Tuyết, Pisaniello J.D., Burritt R.L. 2011 *Vấn đề an toàn đập nhỏ ở Việt nam và trách nhiệm, tính có thể giải trình có liên qua: bằng chứng từ một cộng đồng nông thôn*. Tạp chí Trung tâm châu Á Thái Bình Dương đối với tính có thể giải trình về môi trường. Tập 17 số 3, tháng Chín năm 2011. APCEA

UN-ECLAC (không có ngày tháng) *Sổ tay hướng dẫn ước tính ảnh hưởng môi trường và kinh tế xã hội về thiên tai. III- Giao thông vận tải và viễn thông Liên hiệp quốc - Ủy ban Kinh tế Mỹ La tinh và Caribe (UN-ECLAC).*

UNDP 2012 *Đánh giá đa nguy cơ rủi ro và quy hoạch kiểm soát lưu vực Sindhukhola*. Chương trình quản lý rủi ro thiên tai tổng quát, UNDP tại Nepal. Sáng kiến quản lý rủi ro bởi biến đổi khí hậu dựa vào cộng đồng. UNDP-Nepal.

UNDP-ADB 2010 *Hạ tầng nông thôn chống chịu với biến đổi khí hậu tại các tỉnh miền núi phía Bắc*. Tài liệu dự án Chương trình phát triển của Liên hiệp quốc (UNDP) và Ngân hàng phát triển châu Á (ADB). Hà Nội (Việt Nam)

UNEP-IVM 1998 *Hướng dẫn sử dụng đối với đánh giá biến đổi khí hậu và chiến lược thích ứng*. Chương trình môi trường của Liên hiệp quốc (UNEP) Viện nghiên cứu Môi trường, trường Đại học Tổng hợp Amsterdam (IVM). Nairobi (Kenya)

Van Dine D. 2012 *Kiểm soát rủi ro. Hướng dẫn kỹ thuật của Canada và kinh nghiệm kinh doanh tốt nhất có liên quan đến sụt lún đất: một sáng kiến quốc gia đối với sự giảm thất thoát*. Khảo sát địa lý ở Canada File mở 6996

Van Westen C.J., Alkema D., Damen M.C.J., Kerke N. Kingma N.C. 2011 *Đánh giá nguy cơ rủi ro Khó khăn giáo dục từ xa. Sách hướng dẫn* Trường Đại học Liên hiệp quốc - Trường ITC về kiểm soát thông tin địa lý thiên tai (UNU-ITC DGIM) Twente (Đức)

Ban Môi trường Bền vững chính phủ bang Victoria 2007. *Tài sản đập nước và trách nhiệm của bạn Hướng dẫn quản lý an toàn đập nông trại* Ban Môi trường Bền vững chính phủ bang Victoria. Melbourne (Australia)

Hội chữ thập Đỏ Việt Nam 2010 năng lực đánh giá tính dễ bị rủi ro (VCA) *Hướng dẫn sử dụng đối với người thực hiện của Hội chữ thập đỏ Việt Nam*. Phần 1 và Phần 2. Hội chữ thập đỏ Việt Nam (VRC) Hà Nội (Việt Nam)

Wang Y., Fang Y., Li W. Filcher W.C. Zhang L. 2014 *Phân tích tính dễ bị tổn thương của mạng lưới đường giao thông dựa vào cụm mã hóa*. Vấn đề toán học trong kỹ thuật Năm 2014 Số bài báo 356963.

Wilderspin I., Lê Đăng Trung 2013 *Xác định các cộng đồng dễ bị tổn thương đối với chương trình kiểm soát rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng (CBDRM) của chính phủ Việt Nam*. Thuyết trình gửi Ngân hàng thế giới Hội thảo học từ xa năm 2013. Phần 1 Kiểm soát rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng Bài học rút ra và phương hướng

Wood J.R. *Chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu đối với ngành nước và vệ sinh 2012*. Bến Tre (Việt Nam). Chương trình Nước sạch và vệ sinh - Ngân hàng thế giới Hà Nội (Việt Nam)

Ngân hàng thế giới. 2009 *Giao thông nông thôn ở Việt Nam Thuyết trình PowerPoint được thực hiện ở Khatmandu (Nepal) tháng 9 năm 2009*

Yusuf A.A., Francisco H. 2009 *Bản đồ tính dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu ở Đông Nam Á*. Chương trình Môi trường và Kinh tế đối với Đông Nam Á (EEPSEA). Singapore.

Zhang Y.G., Nearing M.A., Zhang X.C., Xie Y., Wei H. 2009 *Thay đổi ăn mòn do nước mưa bởi biến đổi khí hậu từ các dự án đa mô hình và đa kịch bản ở Đông Bắc Trung Quốc*. Báo Thủy văn số 384 (2010) 97-106.