

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13935:2024

**VẬT LIỆU VÀ KẾT CẤU XÂY DỰNG
– PHƯƠNG PHÁP THỬ NGHIỆM NGÂM NƯỚC VÀ
LÀM KHÔ ĐỂ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU HƯ HẠI KHI
NGẬP LỤT**

*Standard test method for water immersion and drying
for evaluation of flood damage resistance*

HÀ NỘI – 2024

Mục lục

	Trang
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Tài liệu viện dẫn.....	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	6
4 Nguyên tắc và ý nghĩa của phương pháp thử.....	6
5 Thiết bị, dụng cụ.....	6
6 Thuốc thử, vật liệu.....	7
7 Điều kiện thử nghiệm.....	8
8 Cách tiến hành thử nghiệm.....	8
9 Báo cáo thử nghiệm.....	10
Phụ lục A.....	11
THƯ MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	19

Lời nói đầu

TCVN 13935:2024 được xây dựng dựa trên cơ sở tham khảo ASTM E3075-18 *Standard test method for water immersion and drying for evaluation of flood damage resistance* (Phương pháp thử nghiệm ngâm nước và làm khô để đánh giá khả năng chịu hư hại khi ngập lụt).

TCVN 13935:2024 do Viện Vật liệu Xây dựng – Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Vật liệu và kết cấu xây dựng – Phương pháp thử ngâm nước và làm khô để đánh giá khả năng chịu hư hại khi ngập lụt

Standard test method for water immersion and drying for evaluation of flood damage resistance

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định phương pháp thử ngâm nước và làm khô áp dụng cho vật liệu xây dựng sử dụng trong các công trình xây dựng có khả năng ngập trong nước lũ, bao gồm, nhưng không giới hạn: các loại vật liệu xây dựng và kết cấu xây dựng, kết cấu xây dựng là các phần không thể tách rời khi xây dựng hoàn thiện tòa nhà bao gồm tường, sàn, trần, cầu thang, vách ngăn bên trong, vật liệu hoàn thiện, vật liệu ốp và các hạng mục có kết cấu và kiến trúc kết hợp tương tự.

1.2 Các yêu cầu đánh giá các yếu tố gây ra sự hư hại do lũ lụt bao gồm, nhưng không giới hạn: tác động cơ học của các mảnh vỡ, tốc độ lũ, tác động của sóng, chênh lệch áp suất nước, xói mòn, ăn mòn, ô nhiễm hóa học và sinh học trong nước lũ và các yếu tố khác có tác động lâu dài đến sức khỏe con người và độ bền khi tiếp tục sử dụng các kết cấu xây dựng sau lũ lụt.

1.3 Quy trình thử nghiệm ngâm nước, làm khô và làm sạch trong tiêu chuẩn này đưa ra các điều kiện tiêu chuẩn quy mô phòng thí nghiệm để đánh giá đặc tính của mẫu thử khi ngâm nước, làm khô và làm sạch. Quy trình này không đại diện cho loại nước, thời gian ngâm nước, hoặc điều kiện làm khô trong điều kiện lũ lụt thực tế bởi vì với các trận lũ lụt khác nhau thì các yếu tố như loại nước, chiều sâu và thời gian ngập nước, cũng như nhiệt độ và độ ẩm môi trường là khác nhau. Kết quả thử nghiệm của phương pháp thử này chỉ ra đặc tính kỹ thuật của vật liệu xây dựng khi ngâm nước, làm khô và khả năng làm sạch. Từ kết quả thử nghiệm trong phòng thí nghiệm, có thể dự báo các yêu cầu đặc tính kỹ thuật của vật liệu xây dựng cần có trong điều kiện sử dụng thực tế.

1.4 Quy trình làm sạch trong tiêu chuẩn này mô phỏng quy trình làm sạch bề mặt thường xảy ra sau lũ lụt và không thay thế các tiêu chuẩn hoặc phương pháp làm sạch bề mặt sau lũ lụt theo khuyến nghị của nhà sản xuất.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau cần thiết khi áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố áp dụng thì áp dụng bản được nêu. Đối với tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 9254-1:2012 (ISO 6707-1:2004) *Nhà và công trình dân dụng – Từ vựng – Phần 1: Thuật ngữ chung.*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa chung liên quan đến xây dựng công trình được nêu trong TCVN 9254-1:2012.

4 Nguyên tắc và ý nghĩa của phương pháp thử

4.1 Phương pháp thử này quy định quy trình ngâm nước, làm khô và làm sạch để xác định độ bền khi ngập nước của các loại vật liệu xây dựng đã nêu tại Điều 1.1. Phương pháp thử này được áp dụng để đánh giá đặc tính riêng của từng loại vật liệu xây dựng khi ngâm nước, làm khô và làm sạch; đặc tính của từng loại vật liệu cụ thể khi nằm trong kết cấu xây dựng; và đặc tính của toàn bộ kết cấu xây dựng.

4.2 Phương pháp thử nghiệm đặt mẫu thử ngâm trong nước và làm khô nhằm mô phỏng các tác động của quá trình làm ướt và khô đến mẫu thử có thể xảy ra khi có lũ lụt. Sau khi ngâm ướt và làm khô, mẫu thử sẽ tiếp tục được làm sạch bề mặt. Phương pháp thử nghiệm này là một biện pháp để đánh giá đặc tính của mẫu thử khi bị ngâm nước, làm khô, làm sạch bề mặt sau lũ lụt.

4.3 Phương pháp thử nghiệm này xác định tính chất hút nước của các mẫu thử khác nhau theo đơn vị phần trăm độ tăng của khối lượng mẫu thử, tính chất khô sau khoảng thời gian làm khô tới khối lượng cân bằng và sự thay đổi hình thái vật lý của mẫu thử sau khi ngâm nước và làm sạch bề mặt.

4.4 Có thể dùng phương pháp thử nghiệm này để so sánh đặc tính hút nước của các mẫu thử khác nhau, đặc tính khô và sự thay đổi hình thái vật lý sau khi ngâm nước và làm sạch bề mặt. Phương pháp thử nghiệm này cũng có thể sử dụng để so sánh kích thước vật lý của mẫu thử tại các thời điểm sau khi ngâm nước, ngay sau khi đưa mẫu thử ra ngoài không tiếp xúc với nước, sau khi làm khô và làm sạch.

4.5 Các kết quả thử nghiệm có thể được so sánh trực tiếp với nhau, phụ thuộc vào các yếu tố bao gồm kích thước của mẫu thử và cấu tạo của mẫu thử là từng loại vật liệu xây dựng riêng hoặc là kết cấu/tổ hợp các loại vật liệu xây dựng.

4.6 Khả năng làm sạch bao gồm: khả năng loại bỏ tất cả sự phát triển của nấm mốc và vi khuẩn có thể nhìn thấy trên bề mặt mẫu thử mà không làm ảnh hưởng đến hình dạng ngoại quan và tính năng của mẫu thử.

5 Thiết bị, dụng cụ

5.1 Bình hoặc thùng chứa để ngâm mẫu thử, phải được chế tạo từ vật liệu chịu ăn mòn, sạch và không có cặn bẩn và phải có kích thước phù hợp để ngâm mẫu thử trong nước theo yêu cầu của phương pháp thử này.

5.2 Giá đỡ mẫu thử, là các thanh thủy tinh hoặc các vật liệu phù hợp, có thể giữ cho mẫu thử không tiếp xúc với bề mặt đáy của dụng cụ chứa nước trong suốt quá trình ngâm mẫu hoặc tiếp xúc với mặt

sản trong quá trình làm khô. Vật liệu chế tạo giá đỡ không làm ảnh hưởng đến các đặc tính của mẫu thử như gây vết ố màu, biến dạng cục bộ, hoặc phá hủy mẫu thử do vật nặng chèn mẫu hoặc các nguyên nhân khác.

5.3 Hệ thống giá đỡ, không tạo lực tác động vào phần kết nối giữa các loại vật liệu xây dựng trong mẫu thử. Mẫu thử kết cấu sàn và tường có thể có giá đỡ ở phía dưới. Mẫu thử kết cấu trần nên được treo sao cho hệ thống giá đỡ không tạo lực tác động đến các phần kết nối.

5.4 Cân, có khả năng cân với độ chính xác đến $\pm 1g$.

6 Thuốc thử, vật liệu

6.1 Nước ngâm mẫu, phải là nước ăn uống sau khi lọc, có nhiệt độ $(27 \pm 2) ^\circ C$, pH nằm trong khoảng $(6,0 \div 9,0)$, loại bỏ hơn 95 % lượng Cl^- và F^- có trong nước và thêm vào các chất đại diện nước thải, chất đại diện nấm mốc và chất dinh dưỡng như sau:

6.1.1 Chất đại diện nước thải, $10^6 \pm 0,05 \times 10^6$ MPN/L *Escherichia coli*.

E. coli là loại vi khuẩn lành tính đại diện cho các vi khuẩn có mặt trong nước thải và đất. Pha loãng nối tiếp và đo nồng độ cho đến khi ước tính đạt nồng độ vi khuẩn theo yêu cầu, nồng độ ước tính này gọi là số lượng có thể xảy ra nhất (Most Probable Number – MPN). Nồng độ MPN thường được sử dụng khi nồng độ các vi sinh vật còn thấp ($<100/g$), đặc biệt trong sữa, nước và các loại thực phẩm có thể làm ảnh hưởng đến số lượng khuẩn lạc chính xác. MPN là số lượng vi sinh vật có thể quan sát được. Nồng độ dung dịch λ , có thể tính toán bằng cách lặp lại theo phương trình sau:

$$\sum_{j=1}^k \frac{g_j m_j}{1 - \exp(-\lambda m_j)} = \sum_{j=1}^k t_j m_j \quad (A.1)$$

trong đó :

$\exp(x)$: e^x ;

k : Số lần pha loãng

g_j : Số lượng ống dương tính (có vi sinh vật sinh trưởng) tương ứng với lần pha loãng thứ j ;

m_j : Nồng độ mẫu ban đầu cho vào mỗi ống tương ứng với lần pha loãng thứ j ;

t_j : Số lượng ống tương ứng với lần pha loãng thứ j .

6.1.2 Chất đại diện nấm mốc, $10^6 \pm 0,05 \times 10^6$ cfu/L *Penicillium brevicompactum*, $10^6 \pm 0,05 \times 10^6$ cfu/L *Aureobasidium pullulans* và $10^6 \pm 0,05 \times 10^6$ cfu/L *Eurotium herbariorum*.

Penicillium brevicompactum, *Aureobasidium pullulans* và *Eurotium herbariorum* là các loại nấm mốc có thể sinh trưởng trên vật liệu xây dựng bị hư hỏng do nước, có thể dễ dàng nuôi cấy và phân biệt với nhau. Nồng độ nấm mốc được biểu thị theo đơn vị hình thành khuẩn lạc, phản ánh số lượng tế bào có khả năng tăng theo cấp số nhân có kiểm soát.

6.1.3 Chất dinh dưỡng, dịch chiết khoai tây có nồng độ 1 g/L.

Dịch chiết khoai tây thay thế chất hữu cơ có trong nước lủ, cung cấp chất dinh dưỡng làm đẩy nhanh quá trình phát triển của nấm mốc.

6.2 Mẫu thử

6.2.1 Mẫu thử phải được mô tả đầy đủ nhất có thể các thông tin sau: loại vật liệu xây dựng, các chi tiết của kết cấu xây dựng, phương pháp chế tạo mẫu, các chi tiết có thể ảnh hưởng đến đặc tính của mẫu thử khi ngâm nước, làm khô và làm sạch.

CHÚ THÍCH 1: Có thể thay đổi kích thước và cấu tạo mẫu thử tùy thuộc vào mục đích của thử nghiệm. Nếu mục đích của thử nghiệm để đánh giá đặc tính của một loại vật liệu xây dựng cụ thể sau lủ lụt thì mẫu thử sẽ chỉ gồm 1 loại vật liệu xây dựng đó. Mẫu thử đơn như vậy cho phép đánh giá riêng đặc tính của vật liệu xây dựng mà không bị ảnh hưởng bởi đặc tính hút nước, đặc tính khô và thay đổi kích thước của các loại vật liệu khác như khi thử nghiệm với mẫu thử là tổ hợp các loại vật liệu xây dựng khác nhau. Nếu mục đích của thử nghiệm để đánh giá đặc tính của một tổ hợp các loại vật liệu xây dựng thì đây là mẫu thử đại diện trong thực tế khi có lũ lụt, mẫu thử có thể bao gồm một tổ hợp các loại vật liệu xây dựng như kết cấu tường và sàn.

6.2.2 Dựa vào mục đích của thử nghiệm, mẫu thử sẽ bao gồm các mối nối, dây buộc, chất kết dính và các loại vật liệu khác (ví dụ: vữa xây, bột matit và chất kết dính) và các mẫu thử kết cấu xây dựng cho phép đánh giá đặc tính của vật liệu xây dựng trong thực tế hơn là mẫu thử chỉ bao gồm một loại vật liệu, phù hợp với mục đích sử dụng trong thực tế. Kích thước của mẫu thử sẽ thay đổi phụ thuộc vào loại vật liệu xây dựng cần thử nghiệm, ví dụ: kích thước mẫu thực tế khi sử dụng, tiêu chuẩn đánh giá vật liệu xây dựng trong mẫu thực tế sử dụng, mục đích của thử nghiệm là đánh giá đặc tính của từng loại vật liệu xây dựng hay đặc tính của các vật liệu sử dụng trong kết cấu xây dựng.

7 Điều kiện thử nghiệm

Nhiệt độ và độ ẩm trong buồng dưỡng hộ mẫu phải phù hợp với quy định như sau:

- Nhiệt độ không khí trong buồng là (27 ± 2) °C;
- Độ ẩm tương đối trong buồng không nhỏ hơn 90 %.

8 Cách tiến hành thử nghiệm

8.1 Chuẩn bị mẫu thử

Trước khi ngâm mẫu thử, mẫu thử phải được ổn định trong buồng dưỡng hộ mẫu cho đến khi mẫu thử đạt khối lượng cân bằng. Khối lượng cân bằng ban đầu, W_{bd} , phải được xác định trước khi ngâm mẫu thử. Khối lượng cân bằng ban đầu được xác định bằng cách cân khối lượng mẫu thử định kỳ.

CHÚ THÍCH 2: Trong thực tế, độ ẩm tương đối thường không được kiểm soát chính xác mà có sự dao động trong thời gian điều hòa mẫu thử. Sự thay đổi khối lượng mẫu thử do sự dao động độ ẩm tương đối thường nhỏ so với tổng sự thay đổi khối lượng mẫu thử trong thực tế, chắc chắn sự tăng hoặc giảm khối lượng của mẫu thử sẽ diễn ra trong suốt thời gian điều hòa mẫu thử. Khi mẫu thử đạt khối lượng cân bằng, sự thay đổi khối lượng mẫu thử liên quan đến sự dao động độ ẩm tương đối

có thể làm thay đổi chiều tăng hoặc giảm khối lượng mẫu thử, đây là dấu hiệu nhận biết mẫu thử đã đạt khối lượng cân bằng. Khối lượng cân bằng có thể được xác định khi có sự thay đổi chiều tăng hay giảm khối lượng mẫu thử. Nên sử dụng tối thiểu 03 kết quả để xác định có sự thay đổi chiều tăng giảm khối lượng mẫu thử hay không.

8.2 Ngâm mẫu

Ngâm mẫu thử trong nước ở nhiệt độ (27 ± 2) °C và độ ẩm tương đối trong buồng không nhỏ hơn 90 %, hướng đặt ngâm mẫu thử tại 8.2.1 và thời gian ngâm mẫu trong khoảng 72 h đến 80 h.

8.2.1 Hướng đặt mẫu thử

8.2.1.1 Vật liệu/kết cấu làm việc theo phương thẳng đứng (ví dụ mẫu kết cấu tường) thì đặt mẫu theo phương thẳng đứng đảm bảo nước ngập (50 ± 10) % chiều cao của mẫu thử.

8.2.1.2 Vật liệu/kết cấu làm việc theo phương nằm ngang (ví dụ mẫu kết cấu trần và sàn) thì đặt mẫu theo phương nằm ngang sao mẫu thử ngập trong nước không nhỏ hơn 25 mm.

8.2.1.3 Các mẫu thử phải được đặt trên giá đỡ đảm bảo mẫu thử không chạm vào bề mặt đáy của dụng cụ chứa mẫu và giữ mẫu ngập đến độ sâu quy định. Với các mẫu thử nổi trên bề mặt nước, phải sử dụng vật nặng hoặc các biện pháp khác để giữ mẫu ngập đến độ sâu quy định.

8.3 Độ hút nước

Độ hút nước được tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng mẫu thử tăng lên sau khi ngâm nước so với khối lượng cân bằng của mẫu thử ban đầu, theo công thức sau:

$$WA = \frac{W_{ướt} - W_{bd}}{W_{bd}} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó:

WA : phần trăm khối lượng mẫu thử tăng lên sau khi ngâm nước (%);

$W_{ướt}$: khối lượng mẫu thử ướt cân được trong khoảng 1 h sau khi đưa mẫu thử ra ngoài (g);

W_{bd} : khối lượng của mẫu thử ở trạng thái cân bằng ban đầu trước khi ngâm nước (g).

CHÚ THÍCH 3: Sau khi ngâm nước, khối lượng tăng lên của mẫu thử được tính bằng cách lấy $W_{ướt}$ trừ đi W_{bd} . Trong báo cáo thử nghiệm, có thể biểu thị thêm các kết quả khác ngoài độ hút nước, ví dụ tỷ lệ tăng khối lượng trên thể tích khô của mẫu thử nếu có thể mô tả được cách xác định thể tích của mẫu thử. Mô tả bao gồm: thể tích mẫu thử có được xác định dựa trên các phần rỗng của vật liệu tạo nên mẫu thử hay không, thể tích khô được tính dựa trên kích thước khô thực tế được khi mẫu thử đạt khối lượng cân bằng hoặc tính dựa trên kích thước danh nghĩa của mẫu thử trong điều kiện khô.

8.4 Làm khô mẫu

Đưa mẫu thử ra khỏi thùng ngâm mẫu và để khô trong môi trường có nhiệt độ (27 ± 2) °C, độ ẩm tương đối không nhỏ hơn 90 % cho đến khi mẫu thử đạt khối lượng cân bằng.

8.4.1 Cân khối lượng mẫu thử trong khoảng thời gian 1 h sau khi đưa mẫu thử ra ngoài thùng chứa dung dịch ngâm mẫu và tiếp tục cân định kỳ để xác định thời điểm mẫu thử đạt khối lượng cân bằng kết thúc, W_{kt} .

8.4.2 Phải ghi lại khoảng thời gian mẫu thử đạt khối lượng cân bằng kết thúc, W_{kt} , tính từ thời điểm đưa mẫu thử ra ngoài thùng ngâm mẫu.

8.5 Làm sạch mẫu

Theo các biện pháp thông thường như sử dụng xà phòng diệt khuẩn và nước ăn uống, rửa sạch lại bằng nước ăn uống. Các sản phẩm bọc phủ tường được khuyến khích tháo rời để tạo điều kiện cho quá trình làm khô, có thể tiếp cận vệ sinh làm sạch phần góc tường, hoặc để kiểm tra các vật liệu bao phủ bên ngoài.

CHÚ THÍCH 4: Sử dụng vải sợi nhỏ hoặc bàn chải mềm (không chứa kim loại) cùng với nước đã được chứng minh là có thể loại bỏ nấm và các chất bẩn nhiễm vi khuẩn trên bề mặt mẫu thử đã tiếp xúc với dung dịch ngâm mẫu.

9 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm các thông tin như sau:

- a) Tên đơn vị thử nghiệm;
- b) Các thông tin cần thiết về mẫu thử: người (cơ quan) gửi mẫu, địa chỉ, ký hiệu mẫu, ngày gửi mẫu;
- c) Mô tả tổng quan mẫu thử: Bao gồm tất cả các bộ phận và thành phần, nhà sản xuất sản phẩm, tiêu chuẩn vật liệu xây dựng đã sử dụng, thông số kỹ thuật của vật liệu xây dựng đã sử dụng, chi tiết kết cấu xây dựng, bản vẽ hoặc hình ảnh mô tả chi tiết kết cấu xây dựng và số lượng mẫu thử nghiệm;
- d) Mô tả quy trình thử nghiệm, bao gồm cả dụng cụ ngâm mẫu và điều kiện môi trường làm khô mẫu;
- e) Kết quả thử nghiệm chi tiết bao gồm: Khối lượng cân bằng mẫu thử ban đầu trước khi ngâm nước, $W_{bđ}$; khối lượng mẫu thử ướt, $W_{ướt}$; phần trăm tăng khối lượng mẫu thử sau khi ngâm nước, WA ; thời gian ngâm nước; khối lượng cân bằng mẫu thử kết thúc, W_{kt} ; thời gian mẫu thử đạt khối lượng cân bằng kết thúc kể từ thời điểm đưa mẫu thử ra ngoài dụng cụ ngâm mẫu, kết quả thử nghiệm mẫu nấm mốc và chất thải còn lại trên bề mặt mẫu thử.
- f) Mô tả mẫu thử sau khi kết thúc từng phần của quy trình thử nghiệm (trước khi ngâm mẫu, ngay sau khi đưa mẫu ra khỏi dụng cụ ngâm mẫu, sau khi làm khô và sau khi làm sạch) bao gồm: bề mặt ngoại quan, sự thay đổi kích thước vật lý của mẫu thử và các quan sát trực quan khác cùng hình ảnh;
- g) Tên, chức danh của các người thí nghiệm cùng với người viết báo cáo thử nghiệm.

Phụ lục A

(tham khảo)

MỘT SỐ THÔNG TIN BỔ SUNG CHO TIÊU CHUẨN

Phân loại vật liệu/kết cấu có độ bền ngập nước dựa trên các nghiên cứu và báo cáo của Cơ quan quản lý tình trạng khẩn cấp liên bang FEMA của Mỹ [1] như sau:

- Vật liệu có độ bền ngập nước theo Chương trình phòng chống lũ lụt quốc gia (NFIP) của Mỹ được định nghĩa là "các sản phẩm xây dựng bao gồm vật liệu, kết cấu hoặc hệ kết cấu có khả năng chịu được khi tiếp xúc trực tiếp và kéo dài với nước lũ mà không chịu bất kể thiệt hại đáng kể nào". Thời gian tiếp xúc trực tiếp và kéo dài ít nhất 72 h, và không chịu bất kể thiệt hại đáng kể nào khi vật liệu/kết cấu xây dựng chỉ cần làm sạch, vệ sinh và cải tạo bề mặt để lấy lại hiện trạng như ban đầu. Chi phí vệ sinh, làm sạch và cải tạo ít hơn chi phí thay thế vật liệu/ kết cấu xây dựng. Ngoài ra vật liệu có độ bền ngập nước không gây hư hỏng cho các loại vật liệu và kết cấu đi kèm.

- Tất cả các loại vật liệu xây dựng nằm ở dưới độ cao lũ lụt cơ sở đều phải là vật liệu có độ bền ngập nước, kể cả đó là vị trí lũ được dự báo. Ví dụ: các tòa nhà ở khu vực ven biển gặp các trận lụt tương đối ngắn (thời gian ngập trong lũ ít hơn 24 h) cũng đều phải được xây dựng bằng các vật liệu có độ bền ngập nước.

- NFIP phân thành 05 loại vật liệu có độ bền ngập nước trình bày tại Bảng A.1.

Bảng A.1. Mô tả phân loại vật liệu

NFIP	Phân loại	Mô tả
Có độ bền ngập lũ	5	Có độ bền ngập nước cao trong nước đen ¹ , có thể có thiệt hại trong nước có tạo dòng chảy qua ² . Vật liệu có thể sử dụng sau một quá trình ngập nước và làm khô, có thể làm sạch hoàn toàn các chất ô nhiễm sau 1 trận lũ. Các vật liệu này thuộc nhóm được phép sử dụng một phần hoặc bên ngoài các kết cấu có khả năng tiếp xúc trực tiếp với lũ lụt.
	4	Có độ bền ngập nước trong nước đen ¹ sau một quá trình ngập nước và làm khô, nhưng kém bền khi nước có tạo dòng chảy qua ² . Vật liệu có thể sử dụng sau một quá trình ngập nước và làm khô, có thể làm sạch hoàn toàn hầu hết các chất ô nhiễm ³ sau 1 trận lũ. Các vật liệu này thuộc nhóm có thể tiếp xúc/hoặc ngập trong nước lũ, sử dụng bên trong các cấu kiện và không cần yêu cầu bảo vệ chống thấm đặc biệt.
Không có độ bền ngập lũ	3	Có độ bền khi sử dụng ngập trong nước sạch ⁴ , không bền khi sử dụng ngập trong nước lũ. Vật liệu có độ bền khi sử dụng ngập trong nước sạch với thời gian tương tự như ngập trong nước lũ ít nhất 72 h. Vật liệu sau thời gian ngập nước và làm khô, không thể làm sạch hoàn toàn để loại bỏ hết các chất ô nhiễm ³ .

Bảng A.1. Mô tả phân loại vật liệu (kết thúc)

NFIP	Phân loại	Mô tả
Không có độ bền ngập lũ	2	Không có độ bền khi sử dụng ngập trong nước sạch ¹ . Vật liệu này thuộc nhóm sử dụng tại vị trí khô ráo, thỉnh thoảng có thể có hơi nước hoặc bị thấm nước nhẹ. Vật liệu không có độ bền khi trải qua quá trình ngập nước và làm khô.
	1	Không có độ bền khi ngập nước sạch và bị hư hỏng khi có ẩm. Vật liệu này thuộc nhóm chỉ sử dụng tại vị trí khô ráo hoàn toàn. Vật liệu không có độ bền khi trải qua quá trình ngập nước và làm khô.

¹ Nước lũ được gọi là nước đen khi có chứa các chất ô nhiễm như nước thải, hóa chất, kim loại nặng hoặc các chất nguy hại có khả năng gây nguy hiểm cho con người.

² Nước có tạo dòng chảy qua được định nghĩa là dòng nước chuyển động với tốc độ thấp từ 5 feet/ giây (fps) (1,50m/s) trở xuống. Dòng nước khi chuyển động với vận tốc lớn hơn 5 feet/ giây có thể gây hỏng cấu trúc của vật liệu xây dựng.

³ Vật liệu có thể được làm sạch hoàn toàn các chất ô nhiễm thường có trong nước lũ. Tuy nhiên có một số chất ô nhiễm như dầu khó có thể làm sạch trên bề mặt bê tông chưa có phủ lớp bảo vệ. Những vật liệu này sẽ có độ bền ngập nước nếu không phải tiếp xúc với một số chất ô nhiễm không thể làm sạch.

⁴ Nước sạch bao gồm nước máy cũng như nước xám; nước xám là nước thải từ các hoạt động sinh hoạt thông thường của con người (ví dụ: nước giặt, tắm rửa, bồn rửa...)

- Bảng A.1 liệt kê các loại vật liệu kết cấu và vật liệu hoàn thiện thường sử dụng trong xây dựng tường, sàn và trần nhà. Trong đó, vật liệu loại 1, loại 2 và loại 3 không được phép sử dụng dưới độ cao lũ lụt cơ sở bởi các lý do như sau:

+ Chất kết dính thông thường có thể bị hòa tan trong nước và/hoặc không bền kiềm/axit, bao gồm cả vật liệu chống thấm và chống ẩm.

+ Vật liệu/kết cấu có chứa gỗ hoặc giấy hoặc vật liệu có thể bị hòa tan, biến chất, phá hủy khi ngập trong nước.

+ Lớp phủ sàn dạng tấm (vải, cao su) hoặc lớp phủ tường (giấy dán tường) gây cản trở quá trình thoát nước/ẩm khi làm khô lớp vật liệu bên trong lớp phủ.

+ Vật liệu không có độ ổn định về kích thước.

+ Vật liệu hấp thụ hoặc giữ nước sau khi bị ngập trong nước.

Bảng A.2: Tên, phân loại vật liệu và mục đích sử dụng

Tên vật liệu xây dựng	Mục đích sử dụng		Phân loại vật liệu xây dựng				
			Có độ bền		Không có độ bền		
	Sàn	Tường/ trần nhà	5	4	3	2	1
Vật liệu kết cấu (sàn nhà, dầm, sàn lót, nội ngoại thất)							
Tấm lợp amiăng		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Bảng A.2: Tên, phân loại vật liệu và mục đích sử dụng (tiếp theo)

Tên vật liệu xây dựng	Mục đích sử dụng		Phân loại vật liệu xây dựng				
			Có độ bền		Không có độ bền		
	Sàn	Tường/ trần nhà	5	4	3	2	1
Vật liệu kết cấu (sàn nhà, dầm, sàn lót, nội ngoại thất)							
Gạch							
Gạch ốp lát		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Các loại gạch khác (gạch đỏ)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Bê tông đúc sẵn (bê tông chống thấm)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Tấm xi măng/ xi măng - sợi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Xi măng/ vữa (latex), chế tạo tại chỗ	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			
Gạch ngói đất sét, có tráng men		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Bê tông, đúc sẵn hoặc đúc tại chỗ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Gạch bê tông		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Sản phẩm thạch cao							
Tấm thạch cao có chứa giấy		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Tấm thạch cao không chứa giấy		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Tấm thạch cao tái chế		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Vữa hoặc xi măng Keene's		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Tấm thạch cao không cách âm		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Tấm ốp bên ngoài		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Tấm ốp bên ngoài, có sợi gia cường, chống thấm.		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Tấm carton cứng/ tấm ván sợi ép mật độ cao							
Tấm carton cứng được phủ nhựa, tráng men, gia nhiệt		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Các loại tấm carton cứng khác		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
Tấm sợi khoáng Ghi chú: Tấm sợi khoáng có cấu tạo từ bông khoáng tan sinh học, đá núi lửa, tinh bột và đất sét, và các hợp chất có chức năng phân hủy các chất độc hại trong môi trường.		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
Ván gỗ dăm định hướng (OSB) Ghi chú: Ván OSB (Oriented Strand Board) là một sản phẩm ván gỗ công nghiệp có thành phần cấu tạo từ vỏ bào và các chất kết dính							
Ván ốp bên ngoài	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Ván chịu lực ở các cạnh	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Tất cả các loại ván dăm định hướng OSB	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
Ván gỗ dăm trơn PB	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>

Bảng A.2: Tên, phân loại vật liệu và mục đích sử dụng (tiếp theo)

Tên vật liệu xây dựng	Mục đích sử dụng		Phân loại vật liệu xây dựng				
			Có độ bền		Không có độ bền		
	Sàn	Tường/ trần nhà	5	4	3	2	1
Ván gỗ dán (Polywood) Ghi chú: Polywood hay còn gọi là gỗ dán, là gỗ công nghiệp tạo thành từ việc ép nhiều lát gỗ mỏng với nhau.							
Ván gỗ dán dùng ở vùng biển	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Ván xử lý bằng chất bảo quản, hợp chất chứa kiềm-đồng (alkaline copper quaternary ACQ) hoặc nitơ-đồng (copper azole C-A)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Ván xử lý bằng chất bảo quản, Borate ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Ván ốp bên ngoài/ Ván ốp vị trí tiếp xúc với ánh sáng (WBP – ván chịu thời tiết và chịu nhiệt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Các loại ván gỗ dán (polywood) khác	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
Gỗ tái chế (recycled plastic lumber – RPL)							
Gỗ tái chế với 80 – 90% Polyethylene (PE)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Gỗ tái chế được gia cường bằng sợi thủy tinh	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Gỗ ép Polyethylene (HDPE) (tỷ lệ HDPE > 95%)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Gỗ chứa chất làm đầy, tỷ lệ mùn cưa hoặc sợi gỗ là 50%	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		
Đá (Stone)							
Tám hoặc khối đá tự nhiên hoặc nhân tạo không chứa chất hấp thụ, vữa chống thấm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Các loại đá khác		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Phụ kiện kết cấu xây dựng (Structural Building Components)							
Khung sàn, gỗ, khối rắn (2*4s), có độ bền chống phân hủy (decay-resistant) hoặc xử lý bằng chất bảo quản	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Khung sàn, thép ³	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Thanh đỉnh và dầm, khối rắn hoặc gỗ dán polywood, làm lớp bảo vệ bên ngoài hoặc sử dụng chất bảo quản. Ghi chú: Thanh đỉnh là thanh nằm ngang bên trên ô cửa trong tường.		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			

Bảng A.2: Tên, phân loại vật liệu và mục đích sử dụng (tiếp theo)

Tên vật liệu xây dựng	Mục đích sử dụng		Phân loại vật liệu xây dựng				
			Có độ bền		Không có độ bền		
	Sàn	Tường/ trần nhà	5	4	3	2	1
Thanh đỉnh và dầm (Headers and beam), OSB – Ván gỗ dầm định hướng, làm lớp bảo vệ bên ngoài hoặc chịu lực ở các cạnh.		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Thanh đỉnh và dầm, thép ³		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Dầm chữ I (I-joists)	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	
Tấm Panel tường (Wall panels), gỗ dán plywood, làm lớp bảo vệ bên ngoài (exterior grade) hoặc sử dụng chất bảo quản.		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Tấm Panel tường (Wall panels), OSB – Ván gỗ dầm định hướng, làm lớp bảo vệ bên ngoài hoặc chịu lực ở các cạnh.		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Tấm Panel tường (Wall panels), thép ³		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Gỗ (Wood)							
Khối rắn, tiêu chuẩn, có kích thước (2*4s)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Khối rắn, tiêu chuẩn, sản phẩm hoàn thiện/cắt xén		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Khối rắn, có độ bền chống phân rã	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Khối rắn, có xử lý bằng chất bảo quản, hợp chất ACQ hoặc C-A		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Khối rắn, có xử lý bằng chất bảo quản, hợp chất Borate ²		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Vật liệu hoàn thiện (phủ sàn, hoàn thiện tường và trần, cách nhiệt, tủ/hộp (cabinets), cửa ra vào, vách ngăn và cửa sổ)							
Gạch ngói asphalt ⁵ (Asphalt tile)							
Sử dụng chất kết dính asphalt	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	
Các loại khác	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Tủ/hộp, tích hợp – built in							
Gỗ		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Ván gỗ dầm trơn PB		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
Kim loại ³		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Thảm (Carpeting)	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Gạch ngói gốm sứ							
Sử dụng chất đồng kết	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Sử dụng chất kết dính hữu cơ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Gạch ngói bê tông, sử dụng chất đồng kết	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				

Bảng A.2: Tên, phân loại vật liệu và mục đích sử dụng (tiếp theo)

Tên vật liệu xây dựng	Mục đích sử dụng		Phân loại vật liệu xây dựng				
			Có độ bền		Không có độ bền		
	Sàn	Tường/ trần nhà	5	4	3	2	1
Ván cách nhiệt và âm Corkboard Ghi chú: Vật liệu chế tạo bằng li-e ép, dùng để cách điện và làm bằng tin		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Cửa ra vào							
Gỗ, có cấu trúc rỗng		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Gỗ, có kết cấu nhẹ		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Gỗ, có cấu trúc rắn		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Kim loại ³ , có cấu trúc rỗng		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Kim loại ³ , có cấu trúc lõi bằng gỗ		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Kim loại ³ , có cấu trúc lõi chứa đầy bọt		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Sợi thủy tinh, lõi bằng gỗ		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Epoxy, sử dụng tại chỗ.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Kính (dạng tấm, có màu, panel)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Khối kính (glass blocks)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Vật liệu cách nhiệt							
Sử dụng chất tạo bọt kín hoặc bọt phun polyurethane (SPUF - Sprayed polyurethane foam)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Sợi thủy tinh – vô cơ, bông khoáng: được phun, bao phủ hoặc làm tấm cách ly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Các loại khác (cellulose, cotton, sử dụng chất tạo bọt hở...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
Linoleum – Vải phủ sàn Ghi chú: Linoleum là một loại sàn riêng biệt được làm chủ yếu từ vật liệu polyme, thường bán ở dạng cuộn.	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
<i>Magnesit (Magnesium oxychloride)</i> Ghi chú: <i>Magnesit</i> được hình thành thông qua quá trình cacbonat hóa olivin có mặt của nước và cacbon dioxit ở nhiệt độ và áp suất cao	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vật liệu phủ sàn đánh mastic	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Phủ sàn mastic, chế tạo tại chỗ	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Kim loại, không chứa sắt (nhôm, đồng hoặc kẽm)		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Kim loại							
Không chứa sắt (nhôm, đồng hoặc kẽm)		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Kim loại ³ , có chứa sắt		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			

Bảng A.2: Tên, phân loại vật liệu và mục đích sử dụng (tiếp theo)

Tên vật liệu xây dựng	Mục đích sử dụng		Phân loại vật liệu xây dựng					
			Có độ bền		Không có độ bền			
	Sàn	Tường/ trần nhà	5	4	3	2	1	
Sơn								
Sơn kỵ nước gốc dầu và polyester-epoxy		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Sơn nhựa cao su		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Vách ngăn, có thể uốn gấp được								
Gỗ		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		
Kim loại ³		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Bọc vải kỹ thuật		<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vách ngăn, cố định								
Khung bằng gỗ		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Kim loại ³		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Kính, không chịu lực		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Kính, cường lực		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Thạch cao, dạng khối rắn hoặc block		<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Polyurethane (vải polyurethane), chế tạo tại chỗ	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Xi măng có chứa nhũ tương polyvinyl acetate (PVA)	<input type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>
Cao su								
Tạo hình và hoàn thiện bằng chất kết dính epoxy polyamide hoặc chất kết dính cao su		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
Các loại khác		<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Tấm hoặc gạch/ngói ⁵ cao su								
Có chất kết dính/keo hóa học	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Các loại khác	<input type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>
Sàn silicone, chế tạo tại chỗ	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Thép (panels, dầm, phủ sàn/tấm lợp)								
Có phủ chất kỵ nước ³		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Không phủ chất kỵ nước		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		
Gạch Terazo Ghi chú: là vật liệu xây dựng không nung tổng hợp tạo thành từ các hạt nhỏ như đá granite, đá cẩm thạch, đá sỏi tự nhiên, thủy tinh, bê tông hoặc nhựa epoxy....	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				
Sàn/tấm lợp nhựa vinyl amiăng (bán vinyl) ⁵								
Có chất kết dính asphalt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Các ứng dụng khác	<input type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>

Bảng A.2: Tên, phân loại vật liệu và mục đích sử dụng (kết thúc)

Tên vật liệu xây dựng	Mục đích sử dụng		Phân loại vật liệu xây dựng				
			Có độ bền		Không có độ bền		
	Sàn	Tường/ trần nhà	5	4	3	2	1
Sàn/tấm nhựa vinyl (được phủ vật liệu cork hoặc phía sau sản phẩm gỗ)	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Sàn/tấm nhựa vinyl (đồng nhất) ⁵							
Có chất kết dính hóa học	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			
Các ứng dụng khác	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Lớp phủ tường							
Chế tạo từ giấy, vải bao bì, vải		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
Giấy dán tường, nhựa, vinyl		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
Lớp phủ sàn bằng gỗ							
Gỗ (khối rắn)	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Phủ sàn bằng gỗ kỹ thuật	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	
Phủ sàn bằng tấm nhựa	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	
Khối có thành phần gỗ, lát trên vữa xi măng	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	
Khối có thành phần gỗ, được đặt trên hoặc lát khí gia nhiệt hoặc bitume	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	

¹ Các khối bê tông chưa được điền đầy có thể tạo thành lỗ/vùng chứa nước sau lũ lụt, điều này gây cản trở khó khăn có quá trình làm sạch các khối bê tông đó nếu nước lũ bị ô nhiễm.

² Gỗ được xử lý bằng chất bảo quản Borate có thể đạt các yêu cầu kỹ thuật của NFIP về độ bền chống ngập lụt, tuy nhiên chất borate có thể bị rò rỉ/chiết ra bên ngoài môi trường.

³ Không nên sử dụng tại khu vực gần bờ biển.

⁴ Ví dụ các loại gỗ có khả năng chống phân hủy như gỗ đỏ, gỗ cây tuyết tùng... Tham khảo phần 2302 Tài liệu Mã xây dựng quốc tế (International Building Code® (IBC®)) và phần R202 của Hướng dẫn Mã xây dựng quốc tế (International Building Code® (IBC®) for guidance).

⁵ Sử dụng vật liệu phủ sàn cùng với chất kết dính thông thường, bao gồm chất sulfite (lignin hoặc "vữa dính linoleum"), cao su/chất phân tán nhựa, hoặc chất kết dính gốc ruyi (culmar, oleoresin).

⁶ Ví dụ bao gồm chất kết dính epoxy-polyamide hoặc chất kết dính cao su.

* Ngoài các yêu cầu của FEMA TB 2 về khả năng chống thiệt hại do lũ lụt, vật liệu xây dựng phải tuân thủ theo các yêu cầu kỹ thuật theo quy chuẩn xây dựng hiện hành. Ví dụ: đối với các sản phẩm gỗ như gỗ 2 x 4 đặc và ván ép, quy chuẩn xây dựng hiện hành quy định độ bền chống phân hủy và mối mọt, chỉ định phải sử dụng gỗ đã qua xử lý chất bảo quản hoặc chống phân hủy theo các ứng dụng nhất định. Tùy các ứng dụng thực tế sẽ yêu cầu các loại chất bảo quản hoặc chống phân hủy, vị trí gỗ tiếp xúc với mặt đất, vị trí sử dụng gỗ trong nhà hoặc ngoài trời.

THƯ MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] FEMA Technical Bulletin 2, *Flood-Damage Resistant Materials Requirements*, 2008, available from the FEMA Resource & Document Library at <https://www.fema.gov/resource-document-library>.
- [2] Micha de Jong (NEN), Ab de Buck (NEN), Marc Balder (NEN), Manfred Bogen (Fraunhofer), *Standardization in urban climate adaptation*, 2018, RESIN – Climate Resilient Cities and Infrastructures.
-