

**TCVN EN 16907-4**

**Công tác đất**

**Phần 4: Gia cố nền đất bằng vôi và/hoặc chất kết dính thủy hóa**

***Earthworks***

***Part 4: Soil treatment with lime and/or hydraulic binders***

(14/11/2022)

**BẢN THẢO**

Lời nói đầu .....	7
Lời giới thiệu.....	8
<b>1 Phạm vi áp dụng</b> .....	10
<b>2 Tiêu chuẩn viện dẫn</b> .....	10
<b>3 Thuật ngữ và định nghĩa</b> .....	13
<b>4 Ký hiệu và viết tắt</b> .....	16
<b>5 Thành phần</b> .....	17
5.1 Vật liệu .....	17
5.1.1 Quy định chung .....	17
5.1.2 Đất tự nhiên và cốt liệu đã xử lý .....	17
5.1.3 Đá cường độ thấp, trung bình, cao và đá phan.....	17
5.1.4 Vật liệu tái chế .....	17
5.1.5 Vật liệu nhân tạo.....	18
5.2 Chất kết dính .....	18
5.2.1 Xi măng .....	18
5.2.2 Tro bay.....	18
5.2.3 Xi.....	18
5.2.4 Chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường .....	18
5.2.5 Vôi.....	18
5.2.6 Hỗn hợp .....	18
5.3 Nước.....	18
5.4 Các thành phần khác.....	18
<b>6 Phối trộn</b> .....	19
6.1 Quy định chung .....	19
6.2 Tỷ lệ trộn (phối liệu).....	19
<b>7 Phương pháp thí nghiệm trong phòng</b> .....	19
7.1. Quy định chung .....	19
7.2. Thí nghiệm nhận dạng.....	19
7.2.1 Nhận dạng các vật liệu cần xử lý.....	19
7.2.2 Xác định chất kết dính .....	20
7.3. Tính khả thi của xử lý .....	20
7.4. Thời gian công tác.....	20
7.5. Đặc tính phục vụ thi công .....	21
7.5.1 Gia cố.....	21

7.5.2	Cải tạo.....	21
7.6.	Tính năng cơ học .....	21
7.6.1	Điều kiện dưỡng hộ.....	21
7.6.2	Khả năng chịu nước.....	21
7.6.3	Cường độ bảo đảm giao thông thi công trực tiếp.....	22
7.6.4	Performance classification testing Thí nghiệm phân loại tính năng.....	22
7.6.5	Các thí nghiệm tính năng khác .....	22
7.7.	Chuẩn bị mẫu thử.....	22
7.7.1	Kích thước hạt của vật liệu.....	22
7.7.2	Trộn mẫu.....	23
7.7.3	Kích thước mẫu thử .....	23
7.7.4	Quy trình đầm chặt.....	23
7.7.5	Dưỡng hộ.....	23
7.8.	Nội dung nghiên cứu trong phòng thí nghiệm.....	23
7.8.1	Giới thiệu.....	23
7.8.2	Nhận dạng các thành phần.....	24
7.8.3	Gia cố.....	24
7.8.4	Cải tạo.....	24
7.9.	Báo cáo thí nghiệm trong phòng.....	25
<b>8</b>	<b>Phân loại tính năng của hỗn hợp .....</b>	<b>26</b>
8.1.	Quy định chung .....	26
8.2.	Gia cố.....	26
8.2.1	Quy định chung .....	26
8.2.2	Chỉ số chịu tải tức thời.....	26
8.2.3	Giá trị điều kiện độ ẩm.....	27
8.2.4	Mức độ đầm chặt.....	27
8.2.5	Trương nở.....	28
8.3.	Cải tạo.....	28
8.3.1	Yêu cầu đối với hỗn hợp tươi.....	28
8.3.2	Phân loại tính năng cơ học trong phòng thí nghiệm.....	31
8.3.3	Khả năng chịu nước.....	36
8.3.4	Cường độ bảo đảm giao thông thi công trực tiếp.....	38
8.3.5	Các tính năng khác.....	38
<b>9</b>	<b>Thi công và kiểm soát .....</b>	<b>38</b>
9.1.	Giới thiệu.....	38
9.1.1	Khái quát .....	38
9.1.2	Điều kiện tiên quyết.....	39
9.2.	Kiểm tra kỹ thuật sơ bộ.....	39

9.2.1	Quy định chung .....	39
9.2.2	Khảo sát hiện trường.....	40
9.2.3	Sunfua, sunfat, chất hữu cơ và các chất độc hại khác.....	40
9.2.4	Các thông số ảnh hưởng.....	40
9.2.5	Thí nghiệm trước trong phòng .....	40
9.3.	Chất kết dính .....	40
9.4.	Loại thiết bị xử lý đất .....	41
9.5.	Gia cố nền đất .....	41
9.5.1	Quy định chung .....	41
9.5.2	Vật liệu thích hợp cho gia cố .....	41
9.5.3	Gia cố trong quá trình đào .....	42
9.5.4	Gia cố vùng đất đắp .....	42
9.5.5	Rải chất kết dính.....	42
9.5.6	Trộn tại hiện trường.....	42
9.5.7	Đảm chặt.....	42
9.5.8	Bảo vệ bề mặt .....	43
9.5.9	Lưu ý về thời tiết.....	43
9.6.	Cải tạo nền đất .....	43
9.6.1	Quy định chung .....	43
9.6.2	Vật liệu phù hợp cho cải tạo .....	44
9.6.3	Chuẩn bị đất .....	44
9.6.4	Các quy trình cải tạo cho lớp phủ và nền đắp.....	45
9.6.5	Các ứng dụng khác .....	48
9.6.6	Bề mặt phân chia các lớp và tổ chức thi công .....	48
9.7.	Kiểm tra và tính tuân thủ.....	48
9.7.1	Yêu cầu kỹ thuật.....	48
9.7.2	Kiểm tra tuân thủ và hồ sơ.....	49
9.7.3	Báo cáo hoàn thành .....	50
9.8.	Lưu ý về thời tiết và thực tiễn .....	51
<b>Phụ lục A (tham khảo) Chế tạo mẫu thử cho vật liệu cần xử lý .....</b>		<b>52</b>
A.1	Giới thiệu.....	52
A.2	Lấy mẫu .....	52
A.3	Độ ẩm.....	52
A.4	Kích thước lớn nhất của các hạt.....	52
A.5	Xử lý.....	53
A.6	Ủ mẫu và đảm chặt vật liệu đã xử lý trong khuôn mẫu .....	54
A.7	Dưỡng hộ và bảo quản.....	54
A.8	Lấy mẫu ra khỏi khuôn .....	55

A.9	Báo cáo .....	56
<b>Phụ lục B (tham khảo) Tốc độ gia tải cho các thí nghiệm về cường độ và mô đun.....</b>		<b>57</b>
<b>Phụ lục C (tham khảo) Phương pháp thí nghiệm chấn động không phá hủy đối với tính năng cơ học.....</b>		<b>59</b>
C.1	Giới thiệu.....	59
C.2	Phạm vi .....	59
C.3	Thiết bị thí nghiệm .....	59
C.4	Các định nghĩa và lý thuyết .....	60
C.5	Nguyên tắc của phương pháp thí nghiệm.....	61
C.6	Ý nghĩa và việc sử dụng .....	62
C.7	Đo đạc.....	62
C.8	Tài liệu tham khảo .....	64
<b>Phụ lục D (tham khảo) Ví dụ về đánh giá sự thay đổi tính năng của đất được xử lý do sự thay đổi trong quá trình thực hiện - Điều chỉnh tỷ lệ phần trăm chất kết dính và phương pháp bù đắp .....</b>		<b>65</b>
<b>Phụ lục E (tham khảo) Ví dụ về tuổi phân loại và chế độ dưỡng hộ đối với tính năng cơ học của vật liệu đã xử lý cho công tác đất .....</b>		<b>67</b>
<b>Phụ lục F (tham khảo) Các đặc tính tính năng khác đối với vật liệu đã xử lý.....</b>		<b>68</b>
<b>Phụ lục G (tham khảo) Nhận dạng các khoáng chất sunfua và sulfat thông thường tại hiện trường và phòng thí nghiệm.....</b>		<b>69</b>
G.1	Nhận dạng tại hiện trường.....	69
G.1.1	Pyrit ( $\text{FeS}_2$ - Sắt Sunfua) .....	69
G.1.2	Marcasite ( $\text{FeS}_2$ - Sắt Sunfua) .....	69
G.1.3	Thạch cao ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - Canxi sunfat) .....	69
G.2	Nhận dạng tại phòng thí nghiệm.....	69
G.2.1	Quy định chung .....	69
G.2.2	Khoáng chất sunfua.....	70
G.2.3	Khoáng chất sulfat.....	70
G.3	Tham khảo .....	70
<b>Phụ lục H (tham khảo) Các loại thiết bị xử lý đất.....</b>		<b>71</b>
H.1	Quy định chung .....	71
H.2	Thiết bị lưu giữ chất kết dính .....	71
H.3	Phương tiện rải chất kết dính .....	71
H.4	Máy thi công đất .....	72
H.5	Trạm trộn tại hiện trường.....	73
H.6	Trạm trộn cố định hoặc bán di động .....	74

H.6.1	Quy định chung .....	74
H.6.2	Phễu đầu vào .....	74
H.6.3	Phễu đầu ra.....	75
H.6.4	Silo .....	75
H.6.5	Máy trộn .....	75
H.6.6	Bồn nước .....	75
H.6.7	Băng tải .....	75
H.6.8	Thiết bị điều khiển và giám sát .....	76
H.6.9	Hiệu chỉnh máy móc .....	76
H.7	Cung cấp nước.....	76
H.8	Máy đầm.....	76
<b>Phụ lục I (tham khảo) Trình tự và quy trình xử lý .....</b>		<b>77</b>
<b>Phụ lục J (tham khảo) Các ứng dụng khác cho vật liệu cải tạo .....</b>		<b>83</b>
J.1	Quy định chung .....	83
J.2	Đắp vào những nơi hẹp.....	83
J.3	Thi công các lớp dưới thấp trong các nền đắp cao được xây dựng bằng đất nhạy cảm với nước hoặc đá biến chất có thể đôi khi bị ngập lụt .....	84
J.4	Mái dốc có độ dốc lớn của nền đắp .....	84
J.5	Sửa chữa mái dốc .....	85
J.6	Gia cố mái dốc.....	85
J.7	Nền móng.....	86
J.8	Nền truyền tải .....	86
J.9	Công trình giữ nước .....	86
J.10	Đất bị ô nhiễm .....	86
<b>Phụ lục K (tham khảo) Danh sách kiểm tra cải tạo .....</b>		<b>88</b>
<b>Phụ lục L (tham khảo) Các lưu ý về an toàn .....</b>		<b>92</b>
L.1	Quy định chung .....	92
L.2	Thiết bị bảo hộ cụ thể .....	92
<b>Phụ lục M (tham khảo) Lưu ý về thời tiết và thực tế .....</b>		<b>93</b>
M.1	Quy định chung .....	93
M.2	Thời tiết .....	93
M.2.1	Quy định chung .....	93
M.2.2	Mưa trong quá trình thực hiện công việc .....	93
M.2.3	Gió.....	93
M.3	Phát thải bụi chất kết dính .....	93
M.3.1	Quy định chung .....	93
M.3.2	Khu vực lưu giữ chất kết dính.....	94

M.3.3 Khu xử lý .....	94
M.3.4 Các công trường nhạy cảm .....	94
M.4 Chảy tràn ra ngoài và rò rỉ .....	94
<b>Phụ lục N (tham khảo) Phương pháp và đồ thị để xác định lượng vôi cần thiết để đạt được giá trị</b> <b><i>IPI</i> mục tiêu.....</b>	<b>96</b>

BẢN THẢO

## Lời nói đầu

Tài liệu này là một trong những tiêu chuẩn trong loạt khuôn khổ của TCVN EN 16907 về công tác đất. Bộ tiêu chuẩn được chia thành nhiều phần, tương ứng với các bước khác nhau của việc lập kế hoạch, thực hiện và kiểm tra công tác đất và nên được coi chung là một nhóm các tiêu chuẩn để thi công công tác đất. Bộ các tiêu chuẩn thành phần bao gồm:

- TCVN EN 16907-1 *Công tác đất – Phần 1: Quy định chung;*
- TCVN EN 16907-2 *Công tác đất – Phần 2: Phân loại vật liệu;*
- TCVN EN 16907-3 *Công tác đất – Phần 3: Quy trình thi công;*
- TCVN EN 16907-4 *Công tác đất – Phần 4: Xử lý đất bằng vôi và/hoặc chất kết dính xi măng;*
- TCVN EN 16907-5 *Công tác đất – Phần 5: Kiểm tra chất lượng;*
- TCVN EN 16907-6 *Công tác đất – Phần 6: Công tác đất lán bờ bằng bồi đắp với nạo vét thủy lục.*

Trong tiêu chuẩn này, các tham chiếu đến các phần cụ thể của tiêu chuẩn được viết bằng tài liệu tham khảo đầy đủ (ví dụ: “TCVN EN 16907-2”).

Các tiêu chuẩn về công tác đất này không áp dụng cho quy hoạch môi trường và thiết kế địa kỹ thuật nhằm xác định hình dáng và tính chất cần thiết của công trình đất sẽ được xây dựng. Chúng áp dụng cho việc thiết kế vật liệu công tác đất, thi công, giám sát và kiểm tra quá trình thực hiện công tác đất để đảm bảo rằng công trình đất hoàn thành đáp ứng thiết kế địa kỹ thuật.



## Lời giới thiệu

Trong bối cảnh của tiêu chuẩn hiện tại, việc xử lý vật liệu chỉ định các hoạt động bao gồm trộn, theo yêu cầu kỹ thuật đã thỏa thuận, vật liệu với chất kết dính, ví dụ như vôi, hoặc chất kết dính thủy hóa, hoặc cả hai, và tùy chọn với nước bổ sung. Mục đích là tăng cường các đặc tính của vật liệu có đặc tính xấu để sử dụng trong các công trình đất. Nó cũng có thể là để nâng cao các đặc tính của vật liệu để cho phép sử dụng chúng trong các trường hợp cụ thể (như lớp đáy móng, đắp mố, nền móng, ...).

Mặc dù kỹ thuật này đã được sử dụng từ lâu, nhưng việc áp dụng nó ở quy mô lớn, để xây dựng các công trình đất, bắt đầu từ những năm 1960. Kể từ đó, kỹ thuật này đã có phát triển đáng kể nhờ vào nhiều ưu điểm của nó, trong số đó là:

- tăng cường các đặc tính cơ học của vật liệu;
- loại bỏ việc vận chuyển khi xử lý vật liệu tại công trường;
- giảm vận chuyển phục vụ nhập khẩu vật liệu xây dựng;
- giảm tiếng ồn và phiền toái cho dân cư địa phương;
- giảm hao mòn và hư hỏng mạng lưới đường địa phương;
- không mất phí xử lý hoặc thuế chôn lấp;
- duy trì khả năng chôn lấp;
- không lãng phí tài nguyên cốt liệu (cát sỏi) không tái tạo có giá trị;
- nói chung giảm thời gian và chi phí xây dựng.

Sau khi được xử lý đúng cách, vật liệu có thể được sử dụng trong nền đắp, lớp đáy móng hoặc bất kỳ phần nào của công trình, miễn là nó đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của dự án.

Các sản phẩm xử lý được xem xét trong tiêu chuẩn này được giới hạn trong các sản phẩm tiêu chuẩn hóa sau: xi măng, tro bay, xỉ hạt lò cao, chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường và vôi.

Theo mục đích của tiêu chuẩn này, các sản phẩm xử lý này sẽ được chỉ định làm chất kết dính.

Theo mục đích của tiêu chuẩn này, xi măng, xỉ hạt lò cao và chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường sẽ được chỉ định là chất kết dính thủy hóa.

Tro bay bao gồm tro bay silic và tro bay vôi. Tro bay silic là một vật liệu yêu cầu nguồn canxi oxit, ví dụ: vôi hoặc xi măng, để tạo ra phản ứng thủy hóa. Tro bay canxi có chứa oxit canxi và có thể so sánh với chất kết dính thủy hóa. Theo mục đích của tiêu chuẩn này, cả hai loại tro bay sẽ được chỉ định là chất kết dính thủy hóa.

Vôi là vôi đóng rắn trong không khí và không có đặc tính thủy hóa. Theo mục đích của tiêu chuẩn này, nó sẽ được chỉ định làm chất kết dính.

Thường sử dụng các chất kết dính như sau:

- vôi thường được sử dụng để làm khô vật liệu ướt và/hoặc để tăng cường tính năng của vật liệu kết dính;

- chất kết dính thủy hóa chủ yếu được sử dụng để tăng nhanh và đáng kể tính năng cơ học của vật liệu rời;
- khi có vật liệu kết dính và phụ thuộc vào việc sử dụng, vôi và chất kết dính thủy hóa có thể được sử dụng cùng nhau, theo hai bước tại hiện trường, hoặc thông qua dạng trộn sẵn như chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường;

Các vật liệu được xem xét trong tiêu chuẩn này là: đất, đá yếu, đá trung bình, đá phần, vật liệu tái chế, vật liệu nhân tạo. Chúng cũng có thể là hỗn hợp của các loại khác nhau.

Sự thành công của một công tác xử lý dựa trên sự tôn trọng các yêu cầu kỹ thuật cũng như thi công tốt phụ thuộc chặt chẽ vào điều kiện địa chất và khí hậu của địa phương. Do đó, ngoài các yêu cầu của tiêu chuẩn này, có thể viện dẫn các hướng dẫn thi công tốt có hiệu lực tại địa phương sử dụng. Một trong số chúng bao gồm các chú thích trong tiêu chuẩn hoặc trong các phụ lục ở cuối tiêu chuẩn này.

## 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho việc xử lý bằng chất kết dính đối với đất tự nhiên, đá yếu, đá cứng vừa, đá phấn, vật liệu tái chế và vật liệu nhân tạo để thực hiện công tác đất trong quá trình xây dựng và bảo trì đường bộ, đường sắt, sân bay, sân ga, đê điều, ao hồ và các loại công trình đất khác.

Tiêu chuẩn áp dụng cho việc xử lý lớp bề mặt, không áp dụng cho các trường hợp xử lý sâu.

Tiêu chuẩn đưa ra các yêu cầu đối với thành phần hỗn hợp, thí nghiệm trong phòng ở giai đoạn sơ bộ, phân loại tính năng trong phòng thí nghiệm, thi công và nghiệm thu.

CHÚ THÍCH 1: Ví dụ về thi công và nghiệm thu được trình bày trong các phụ lục.

Phân loại tính năng trong phòng thí nghiệm được quy định trong tiêu chuẩn này bao gồm hai loại xử lý: gia cố và cải tạo.

Đối với gia cố, phân loại liên quan đến sự làm việc ngắn hạn. Đối với cải tạo, việc phân loại liên quan đến sự làm việc trung và dài hạn.

CHÚ THÍCH 2: Đối với cải tạo, phân loại tính năng được quy định trong TCVN EN 16907-4 thường sử dụng cùng một phân loại tính năng trong phòng thí nghiệm được quy định trong EN 14227-15., ngoại trừ sơ đồ phân loại tính năng theo " $R_f$  và  $E$ " cụ thể cho mặt đường trong EN 14227-15, đã được thay thế trong TCVN EN 16907-4 bằng một sơ đồ phân loại tính năng theo " $R_f$  và  $E$ " cụ thể cho công tác đất (Hình 1).

## 2 Tiêu chuẩn viện dẫn

Các tài liệu sau đây được đề cập đến trong tiêu chuẩn theo cách mà một số hoặc tất cả nội dung của chúng tạo thành các yêu cầu của tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu ghi năm, chỉ áp dụng cho bản được nêu. Đối với các tài liệu tham khảo không ghi ngày tháng, áp dụng cho phiên bản mới nhất của tài liệu được tham chiếu (bao gồm mọi sửa đổi).

EN 197-1, *Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements* (Xi măng - Phần 1: Thành phần, thông số kỹ thuật và tiêu chí phù hợp cho các loại xi măng thông thường)

EN 450-1, *Fly ash for concrete - Part 1: Definition, specifications and conformity criteria* (Tro bay dùng cho bê tông - Phần 1: Định nghĩa, thông số kỹ thuật và tiêu chí phù hợp)

EN 459-1, *Building lime - Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria* (Vôi xây dựng - Phần 1: Định nghĩa, thông số kỹ thuật và tiêu chí phù hợp)

EN 13282-1, *Hydraulic road binders - Part 1: Rapid hardening hydraulic road binders - Composition, specifications and conformity criteria* (Chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường - Phần 1: Chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường đóng rắn nhanh - Thành phần, thông số kỹ thuật và tiêu chí phù hợp)

EN 13282-2, *Hydraulic road binders - Part 2: Normal hardening hydraulic road binders - Composition, specifications and conformity criteria* (Chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường - Phần 2: Chất kết

dính thủy hóa chuyên biệt cho đường đông rắn thông thường - Thành phần, thông số kỹ thuật và tiêu chí phù hợp)

EN 13286-2, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 2: Test methods for laboratory reference density and water content - Proctor compaction* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 2: Phương pháp thử đối với khối lượng thể tích và độ ẩm tham chiếu trong phòng thí nghiệm – Cối đầm chặt Proctor)

EN 13286-3, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 3: Test methods for laboratory reference density and water content - Vibrocompression with controlled parameters* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 3: Phương pháp thí nghiệm đối với khối lượng thể tích và độ ẩm tham chiếu trong phòng thí nghiệm – Nén rung với các thông số được kiểm soát)

EN 13286-4, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 4: Test methods for laboratory reference density and water content - Vibrating hammer* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 4: Phương pháp thí nghiệm đối với khối lượng thể tích và độ ẩm tham chiếu trong phòng thí nghiệm – Đầm rung)

EN 13286-5, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 5: Test methods for laboratory reference density and water content - Vibrating table* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 5: Phương pháp thí nghiệm đối với khối lượng thể tích và độ ẩm tham chiếu trong phòng thí nghiệm - Bảg rung)

EN 13286-40, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 40: Test method for the determination of the direct tensile strength of hydraulically bound mixtures* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 40: Phương pháp thí nghiệm để xác định cường độ chịu kéo trực tiếp của hỗn hợp liên kết thủy hóa)

EN 13286-41, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 41: Test method for the determination of the compressive strength of hydraulically bound mixtures* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 41: Phương pháp thí nghiệm để xác định cường độ chịu nén của hỗn hợp liên kết thủy hóa)

EN 13286-42, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 42: Test method for the determination of the indirect tensile strength of hydraulically bound mixtures* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 42: Phương pháp thí nghiệm để xác định cường độ chịu kéo gián tiếp của hỗn hợp liên kết thủy hóa)

EN 13286-43, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 43: Test method for the determination of the modulus of elasticity of hydraulically bound mixtures* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 43: Phương pháp thử để xác định mô đun đàn hồi của hỗn hợp liên kết thủy hóa)

EN 13286-45, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 45: Test method for the determination of the workability period of hydraulically bound mixtures* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 45: Phương pháp thí nghiệm để xác định thời gian công tác của hỗn hợp liên kết thủy hóa)

EN 13286-46, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 46: Test method for the determination of the moisture condition value* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 46: Phương pháp thí nghiệm để xác định giá trị điều kiện độ ẩm)

EN 13286-47, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 47: Test method for the determination of California bearing ratio, immediate bearing index and linear swelling* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 47: Phương pháp thí nghiệm để xác định chỉ số mang tải CBR, chỉ số chịu tải tức thời và độ trương nở tuyến tính)

EN 13286-48, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 48: Test method for the determination of degree of pulverisation* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 48: Phương pháp thí nghiệm để xác định mức độ làm nhỏ (nghiền))

EN 13286-49, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 49: Accelerated swelling test for soil treated by lime and/or hydraulic binder* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 49: Thí nghiệm trương nở nhanh chóng đối với đất được xử lý bằng vôi và/hoặc chất kết dính thủy hóa)

EN 13286-50, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 50: Method for the manufacture of test specimens of hydraulically bound mixtures using Proctor equipment or vibrating table compaction* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 50: Phương pháp chế tạo mẫu thử của hỗn hợp liên kết thủy hóa bằng thiết bị cối Proctor hoặc máy đầm bàn rung)

EN 13286-51, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 51: Method for the manufacture of test specimens of hydraulically bound mixtures using vibrating hammer compaction* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 51: Phương pháp chế tạo mẫu thử của hỗn hợp liên kết thủy hóa bằng cách sử dụng búa đầm rung)

EN 13286-52, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 52: Method for the manufacture of test specimens of hydraulically bound mixtures using vibrocompression* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 52: Phương pháp chế tạo mẫu thử của hỗn hợp liên kết thủy hóa sử dụng máy đầm rung)

EN 13286-53, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 53: Methods for the manufacture of test specimens of hydraulically bound mixtures using axial compression* (Hỗn hợp không liên kết và liên kết thủy hóa - Phần 53: Phương pháp chế tạo mẫu thử của hỗn hợp liên kết thủy hóa sử dụng lực ép dọc trục)

EN 14227-2, *Hydraulically bound mixtures - Specifications - Part 2: Slag bound granular mixtures* (Hỗn hợp liên kết thủy hóa – Yêu cầu kỹ thuật - Phần 2: Xi liên kết hỗn hợp dạng hạt)

EN 14227-4, *Hydraulically bound mixtures - Specifications - Part 4: Fly ash for hydraulically bound mixtures* (Hỗn hợp liên kết thủy hóa – Yêu cầu kỹ thuật - Phần 4: Tro bay cho hỗn hợp liên kết thủy hóa)

EN 14227-15, *Hydraulically bound mixtures - Specifications - Part 15: Hydraulically stabilized soils* (Hỗn hợp liên kết thủy hóa – Yêu cầu kỹ thuật - Phần 15: Đất cải tạo thủy hóa)

EN 15167-1, *Ground granulated blast furnace slag for use in concrete, mortar and grout - Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria* (Xi hạt lò cao nghiền để sử dụng trong bê tông, vữa và vữa lỏng - Phần 1: Định nghĩa, yêu cầu kỹ thuật và tiêu chí phù hợp)

EN ISO 17892-7, *Geotechnical investigation and testing - Laboratory testing of soil - Part 7: Unconfined compression test (ISO/FDIS 17892-7) (Khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật - Thí nghiệm đất trong phòng thí nghiệm - Phần 7: Thử nghiệm nén một trục nở hông (ISO/FDIS 17892-7))*

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Ngoài các thuật ngữ định nghĩa có trong tiêu chuẩn TCVN EN 16907-1 và TCVN EN 16907-2 trong tiêu chuẩn này còn sử dụng các thuật ngữ sau đây:

#### 3.1

##### **Cải tạo nền đất (soil stabilization)**

Hoạt động bao gồm việc tạo ra một hỗn hợp đồng nhất giữa đất với chất kết dính và có thể với nước nếu cần, được đầm chặt đạt yêu cầu để làm thay đổi đáng kể các đặc tính (thường trong trung hạn hoặc dài hạn) của đất làm cho nó bền vững, đặc biệt là về mặt tác động của nước.

CHÚ THÍCH 1: Cải tạo đất mang một đặc tính dài hạn có thể đo được bằng các phương pháp thông thường của vật liệu rắn.

#### 3.2

##### **Chất kết dính (binder)**

Là sản phẩm hoặc hỗn hợp các sản phẩm, khi trộn với vật liệu để cải thiện các đặc tính ngắn hạn hoặc dài hạn của vật liệu đó.

CHÚ THÍCH 1: Các chất kết dính trong tiêu chuẩn này giới hạn bởi các sản phẩm sau: xi măng, tro bay, xỉ lò cao, chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường và vôi cho xây dựng.

#### 3.3

##### **Chất kết dính thủy hóa (hydraulic binder)**

Chất kết dính mà khi trộn với nước sẽ có khả năng tự đóng rắn cả ở trong môi trường không khí hoặc môi trường nước, và vẫn ở trạng thái rắn ngay cả khi ở dưới nước.

#### 3.4

##### **Chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường (hydraulic road binder)**

Chất kết dính thủy hóa được sản xuất tại nhà máy, có thể sử dụng luôn, có các đặc tính đặc biệt thích hợp để gia cố vật liệu làm nền, lớp móng dưới và lớp đáy móng cũng như cho công tác đất trong đường bộ, đường sắt, sân bay và một loại công trình hạ tầng khác.

#### 3.5

##### **Gia cố nền đất (soil improvement)**

Hoạt động làm thay đổi các đặc tính vật lý của vật liệu - chẳng hạn như độ ẩm, độ dẻo, tính nhạy cảm với nước, khả năng đầm chặt và trương nở - bằng cách bổ sung chất kết dính.

CHÚ THÍCH 1: Khối lượng chất kết dính được thêm vào có thể không đủ để tạo ra các đặc tính dài hạn đáng kể.

### 3.6

#### **Giai đoạn ủ** (mellowing period)

Khoảng thời gian mà vật liệu kết dính và hỗn hợp vôi không bị xáo trộn sau khi đầm nhẹ, để cho phép vôi di chuyển vào các cục vật liệu được tạo ra trong quá trình trộn và để quá trình gia cố diễn ra.

### 3.7

#### **Máy rải chất kết dính** (binder spreading unit)

Thiết bị dùng để phân phối đều chất kết dính lên đất cần xử lý.

CHÚ THÍCH 1: Các thiết bị này bao gồm các máy rải có khả năng phân phối chất kết dính dưới dạng bột hoặc huyền phù thành dung dịch.

### 3.8

#### **Silo**

Thiết bị lưu giữ thường có hình trụ, nằm ngang hoặc dọc, trong đó lưu giữ chất kết dính.

CHÚ THÍCH 1: Silo có thể di động hoặc cố định.

### 3.9

#### **Tỷ lệ độ mảnh** (slenderness ratio)

Tỷ lệ giữa chiều cao và đường kính mẫu.

### 3.10

#### **Thời gian công tác** (workability period)

Khoảng thời gian được tính từ khi kết thúc quá trình trộn (khi độ ninh kết của chất kết dính vẫn ở mức không hoặc rất thấp) và trong thời gian đó tất cả các hoạt động thi công phải được hoàn thành, bao gồm cả đầm chặt và đào cắt.

### 3.11

#### **Thời gian dưỡng hộ** (curing period)

Khoảng thời gian mà hỗn hợp đã xử lý không bị xáo trộn sau lần đầm chặt cuối cùng, trong các điều kiện quy định để hạn chế bay hơi, để cho phép các quá trình cải tạo tiếp tục.

### 3.12

#### **Trạm trộn đất tại hiện trường** (in situ soil mixing plant)

Thiết bị dùng để trộn kỹ các chất kết dính với đất.

CHÚ THÍCH 1: Trạm trộn có nhiều kích thước khác nhau, chủ yếu bao gồm hai loại thiết bị: máy trộn cố định (máy cày) và máy trộn di động (máy quay, máy làm tơi đất, ...).

### 3.13

#### **Tro bay** (fly ash)

Bột mịn được tạo ra từ quá trình đốt than nghiền thành bột hoặc than non có hoặc không có nguyên liệu cùng đốt trong các nhà máy nhiệt điện và được thu giữ bằng thiết bị lọc bụi cơ học hoặc tĩnh điện.

CHÚ THÍCH 1: Tro bay có thể là:

- silic trong đó các thành phần hóa học thiết yếu là silicat, alumin và oxit sắt;
- đá vôi trong đó các thành phần hóa học thiết yếu là silicat, alumin, oxit canxi và sunfat.

CHÚ THÍCH 2: Tro bay silic là vật liệu pozzolan và yêu cầu nguồn canxi oxit, ví dụ vôi hoặc xi măng, để tạo ra phản ứng thủy hóa.

### 3.14

#### **Trộn (mixture)**

Sự kết hợp giữa vật liệu với chất kết dính, nước và các thành phần khác nếu có.

### 3.15

#### **Vật liệu Pozzolan (pozzolanic material)**

Vật liệu không tự đông rắn khi trộn với nước nhưng phản ứng ở nhiệt độ môi trường bình thường với canxi hòa tan để tạo thành các hợp chất kết dính phát triển cường độ.

### 3.16

#### **Vôi (lime)**

Vôi có thể là calci oxide ( $\text{CaO}$ ) hoặc calci hydroxid ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), calcium-magnesium oxide ( $\text{CaMgO}_2$ ), calcium magnesium hydroxide ( $\text{CaMg(OH)}_4$ ) được tạo ra bởi sự phân hủy nhiệt (nung) của canxi cacbonat có trong tự nhiên (ví dụ đá vôi, đá phấn, vỏ sò) hoặc canxi magie cacbonat tự nhiên (ví dụ đá vôi dolomitic, dolomite).

CHÚ THÍCH 1: Vôi có thể là vôi sống, vôi tôi hoặc nước vôi.

CHÚ THÍCH 2: Tất cả các tham chiếu đến vôi trong tiêu chuẩn này dành cho Vôi xây dựng tuân theo EN 459-1.

### 3.17

#### **Vôi đông rắn trong không khí (air lime)**

Vôi calci có khả năng kết hợp và đông rắn với carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) có trong không khí.

### 3.18

#### **Nước vôi (lime slurry)**

Huyền phù của vôi tôi được sản xuất từ vôi sống hoặc vôi tôi trong một thiết bị cụ thể tại nhà máy hoặc tại công trường.

### 3.19

#### **Xi (slag)**

Tất cả các tham chiếu đến xỉ trong tiêu chuẩn này là xỉ hạt lò cao.



### 3.20

#### **Xi măng (cement)**

Là chất kết dính thủy hóa được nghiền mịn từ vật liệu vô cơ, khi trộn với nước tạo thành vữa có khả năng đóng rắn do các phản ứng thủy hóa và sau khi đóng rắn vẫn giữ được cường độ và ổn định ngay cả khi ở dưới nước

### 3.21

#### **Xử lý đất (soil treatment)**

Thuật ngữ chung để chỉ một quá trình nhằm mục đích thay đổi một loại đất cụ thể để hỗn hợp tạo ra từ việc bổ sung chất kết dính hoặc sự kết hợp của chất kết dính với đất có thể đáp ứng mục đích đã định.

CHÚ THÍCH 1: Xử lý bao gồm cả công tác gia cố và cải tạo nền.

### 3.22

#### **Xử lý tại chỗ hoặc hiện trường (mix-in-place or in-situ treatment)**

Phương pháp xử lý được thực hiện bằng thiết bị di động (máy rải và máy trộn).

### 3.23

#### **Xử lý trong nhà máy (treatment in plant)**

Phương pháp xử lý tại nhà máy cố định.

CHÚ THÍCH 1: Nhà máy có thể bán di động.

CHÚ THÍCH 2: Vật liệu và chất kết dính được trộn qua máy trộn đất. Sau đó, hỗn hợp này được xả vào xe tải hoặc đến kho lưu giữ.

## 4 Ký hiệu và viết tắt

Trong tiêu chuẩn này các ký hiệu và chữ viết tắt sau đây được sử dụng.

$w$  là độ ẩm

$P$  là mức độ làm nhỏ (nghiền)

$I_{PI}$  là chỉ số chịu tải tức thời

$I_{MCV}$  là giá trị điều kiện độ ẩm

$I_{CBR}$  là chỉ số mang tải CBR

$R$  là cường độ chịu nén hoặc chịu kéo

$R_c$  là cường độ chịu nén

$R_t$  là cường độ chịu kéo

$R_{it}$  là cường độ chịu kéo gián tiếp

$R_i$  là cường độ chịu nén hoặc chịu kéo sau khi ngâm nước

$E$  là mô đun đàn hồi

$E_c$  là mô đun đàn hồi khi nén

$E_t$  là mô đun đàn hồi khi kéo trực tiếp

$E_{it}$  là mô đun đàn hồi khi kéo gián tiếp

$I_r$  là tỷ lệ cường độ sau khi ngâm nước ( $\frac{R_i}{R}$ )

$L_s$  là biên độ trương nở tuyến tính (dùng khuôn CBR)

$G_v$  là thể tích trương nở

## 5 Thành phần

### 5.1 Vật liệu

#### 5.1.1 Quy định chung

Các loại vật liệu của công tác đất cần được xử lý bằng chất kết dính trong tiêu chuẩn này bao gồm:

- đất tự nhiên;
- cốt liệu đã được xử lý;
- đá cường độ thấp, trung bình, cao và đá phấn;
- vật liệu tái chế;
- vật liệu nhân tạo.

và có thể là hỗn hợp của các vật liệu trên.

CHÚ THÍCH: Một số vật liệu có thể được xử lý trước, ví dụ như bằng vôi để điều chỉnh độ ẩm và/hoặc để keo tụ đất sét.

Các vật liệu này phải tuân theo các yêu cầu sau:

- a) kích thước lớn nhất của hạt phải phù hợp với tính năng của thiết bị (máy trộn, xe lu, máy máy san gạt, ...) cũng như phù hợp với các yêu cầu về hình học, đặc biệt là chiều dày của các lớp sau khi đầm chặt;
- b) tỷ lệ các thành phần không được ảnh hưởng bất lợi đến quá trình ninh kết, đóng rắn, tính năng và độ ổn định thể tích của vật liệu được xử lý.

#### 5.1.2 Đất tự nhiên và cốt liệu đã xử lý

Các loại đất và cốt liệu đã xử lý được phân loại theo TCVN EN 16907-2.

#### 5.1.3 Đá cường độ thấp, trung bình, cao và đá phấn

Các loại đá cường độ thấp, trung bình, cao và đá phấn được phân loại tuân theo TCVN EN 16907-2.

#### 5.1.4 Vật liệu tái chế

Vật liệu tái chế phát sinh từ quá trình phá dỡ/loại bỏ các công trình nhà ở hoặc công trình hạ tầng hoặc từ việc đào đất. Hầu hết các vật liệu tái chế thường tro về mặt hóa học. Nên đánh giá về mặt môi trường khi sử dụng các vật liệu này.

### **5.1.5 Vật liệu nhân tạo**

Vật liệu nhân tạo thường được tạo ra từ các quá trình sản xuất công nghiệp có dùng nhiệt hoặc biến đổi khác (ví dụ như tro bay, tro cặn, ...). Các vật liệu này không nhất thiết trở về mặt hoá học.

## **5.2 Chất kết dính**

### **5.2.1 Xi măng**

Xi măng phải tuân thủ EN 197-1.

### **5.2.2 Tro bay**

Tro bay có thể là silic theo EN 450-1, hoặc đá vôi theo EN 14227-4.

CHÚ THÍCH: Tro bay silic là vật liệu pozzolan và nên cần nguồn canxi oxit, ví dụ vôi hoặc xi măng, để tạo ra phản ứng thủy hóa.

### **5.2.3 Xi**

Xi có thể xi hạt lò cao tuân theo EN 15167-1 hoặc một phần là xi hạt lò cao theo EN 14227-2.

CHÚ THÍCH: Thông thường các thành phần khác cần được bổ sung để tăng cường thủy hoá xi.

### **5.2.4 Chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường**

Chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường phải tuân theo EN 13282-1 hoặc EN 13282-2.

### **5.2.5 Vôi**

Vôi đóng rắn trong không khí phải tuân theo EN 459-1, có thể là vôi sống, hoặc vôi tôi hoặc nước vôi.

### **5.2.6 Hỗn hợp**

Hỗn hợp các chất kết dính chuẩn hóa được mô tả trong 5.2.1 đến 5.2.5 có thể sử dụng với điều kiện nó được trộn trong nhà máy theo thành phần đã công bố và được kiểm soát với hồ sơ đầy đủ.

## **5.3 Nước**

Nước không được chứa bất kỳ thành phần nào có thể ảnh hưởng xấu đến quá trình ninh kết, đóng rắn và tính năng của hỗn hợp.

## **5.4 Các thành phần khác**

Các thành phần khác bao gồm cốt liệu, thạch cao, đất, các vật liệu và các phụ gia khác, ví dụ như phụ gia làm chậm, phụ gia cần thiết cho phản ứng thủy hoá, hoặc để tăng cường phản ứng thủy hoá, tăng tính công tác, khả năng vận chuyển hoặc tính năng.

## **6 Phối trộn**

### **6.1 Quy định chung**

Phối trộn với các thành phần được liệt kê ở Điều 5.

Trong trường hợp các thành phần được thêm vào vật liệu tại các thời điểm khác nhau (ví dụ xử lý bằng vôi, sau đó bổ sung thành phần khác), khoảng thời gian giữa các lần bổ sung tương ứng phải được báo cáo.

### **6.2 Tỷ lệ trộn (phối liệu)**

Tỷ lệ của các thành phần, bao gồm cả chất kết dính, được biểu thị bằng phần trăm khối lượng khô so với tổng khối lượng khô của hỗn hợp và phải tuân theo Điều 7.

Độ ẩm được biểu thị bằng phần trăm khối lượng so với tổng khối lượng khô của hỗn hợp.

## **7 Phương pháp thí nghiệm trong phòng**

### **7.1. Quy định chung**

Việc xác định hỗn hợp phải tuân theo phương pháp thí nghiệm trong phòng được xác định rõ ràng và được báo cáo. Mục này đưa ra các yêu cầu tối thiểu cần thiết như một phần của phương pháp đó để có được thiết kế có tính khả thi cho hỗn hợp.

Trong mục này mô tả nguyên tắc của phương pháp là chế tạo trong phòng thí nghiệm, từ (các) mẫu của (các) vật liệu đại diện từ (các) mỏ đã chọn để xử lý, một (hoặc nhiều) hỗn hợp với một (hoặc nhiều) (các) chất kết dính ở một (hoặc nhiều) liều lượng tương ứng với một (hoặc nhiều) thành phần được xác định trước.

Các đặc tính của (các) hỗn hợp được đo bằng các thí nghiệm khác nhau đại diện cho ứng xử của vật liệu đã xử lý tại chỗ.

Đối với mỗi thành phần được nghiên cứu, kết quả của các thí nghiệm được sử dụng để thiết lập các giá trị các thông số phục vụ việc phối trộn hỗn hợp và để phân loại tính năng cơ học phù hợp với phân loại tại Điều 8.

### **7.2. Thí nghiệm nhận dạng**

#### **7.2.1 Nhận dạng các vật liệu cần xử lý**

Vật liệu cần xử lý được xác định theo các yêu cầu thí nghiệm về nhận dạng và phân loại vật liệu của TCVN EN 16907-2.

Các thí nghiệm nhận dạng sẽ được thực hiện trên các mẫu đại diện của khu vực.

### 7.2.2 Xác định chất kết dính

Các chất kết dính phải đáp ứng các yêu cầu của các tiêu chuẩn nêu trong 5.2.

Khi cần thiết xác định hoặc kiểm tra thêm, các mẫu chất kết dính cần được lưu giữ và bảo quản đầy đủ.

### 7.3. Tính khả thi của xử lý

Tính khả thi của việc xử lý phụ thuộc vào cấp phối và bản chất của các thành phần vật liệu.

a) Cấp phối (bao gồm kích thước hạt lớn nhất làm chỉ thị) phải phù hợp với tính năng của thiết bị (máy trộn, xe lu, máy san gạt, ...) cũng như với các yêu cầu hình học, đặc biệt là về chiều dày của các lớp sau khi đầm chặt.

Đối với việc cải tạo, phụ thuộc vào độ cứng của các hạt, kích thước hạt lớn nhất phải nhỏ hơn 150 mm, trừ khi thiết bị có khả năng dễ dàng đạt được các thông số quy định với các hạt lớn hơn.

Kích thước cuối của hạt trong hỗn hợp trộn phải tuân thủ các nguyên tắc về đầm chặt.

CHÚ THÍCH 1: Để biết các tùy chọn về phương pháp loại bỏ các hạt quá kích thước, tham khảo 9.6.3 - Hiệu chỉnh kích thước hạt.

b) Hỗn hợp không được chứa bất kỳ thành phần nào có tỷ lệ mà có thể ảnh hưởng bất lợi đến tính năng và độ ổn định thể tích của vật liệu được xử lý.

Việc đánh giá rủi ro do tồn tại các thành phần độc hại được trình bày trong Điều 8 của tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH 2: Thành phần hữu cơ có thể làm giảm hoặc ngăn cản quá trình ninh kết và đóng rắn. Công việc thiết kế hỗn hợp trong phòng thí nghiệm sẽ xác định xem đất có chứa thành phần hữu cơ trong phạm vi cho phép hay không. Khối lượng hữu cơ cho phép phụ thuộc vào loại thành phần hữu cơ.

CHÚ THÍCH 3: Đất chứa hoặc nghi ngờ có chứa lưu huỳnh, sunfua hoặc sunfat có thể làm cho hỗn hợp giãn nở. Công việc thiết kế hỗn hợp trong phòng thí nghiệm bao gồm "thí nghiệm khả năng chịu nước" sẽ xác định xem vật liệu có khả năng gây trương nở có phù hợp không. Các giá trị giới hạn của sự trương nở do sự có mặt của lưu huỳnh và sunfat được xác định thông qua đo lường độ trương nở theo 8.2.5. Tỷ lệ giới hạn của các vật liệu độc hại này cũng có thể được quy định theo thông lệ quốc gia.

CHÚ THÍCH 4: Phụ lục G cung cấp các ví dụ về quy trình xác định tại hiện trường và trong phòng thí nghiệm đối với các khoáng chất lưu huỳnh và sunfat thông thường.

### 7.4. Thời gian công tác

Khi cần thiết, thời gian công tác phải được xác định theo EN 13286-45, hoặc theo các phương pháp thay thế phụ thuộc vào thực tiễn địa phương hoặc dựa trên thông tin do nhà sản xuất chất kết dính cung cấp.

## 7.5. Đặc tính phục vụ thi công

### 7.5.1 Gia cố

Việc gia cố thường được thực hiện để giảm độ ẩm trong vật liệu để tăng cường các đặc tính của vật liệu đó.

Các đặc tính phục vụ thi công sẽ được xác định bởi:

- chỉ số chịu tải tức thời ( $I_{IPI}$ );
- hoặc giá trị điều kiện độ ẩm ( $MCV$ );
- hoặc mức độ đầm chặt.

### 7.5.2 Cải tạo

Các đặc tính thi công một mặt phụ thuộc vào độ ẩm của hỗn hợp tương thích với sự thủy hóa của chất kết dính, mặt khác phụ thuộc vào khả năng chịu tải trọng giao thông trong quá trình thi công.

Các đặc tính này sẽ được xác định theo:

- mức độ đầm chặt và độ ẩm cần thiết để thủy hoá chất kết dính; hoặc
- độ ẩm so với độ ẩm tối ưu với giá trị độ ẩm thấp hơn, và độ ẩm tương ứng với chỉ số chịu tải tức thời dự kiến ( $I_{IPI}$ ) với giá trị trên; hoặc
- giá trị điều kiện độ ẩm ( $MCV$ ).

## 7.6. Tính năng cơ học

### 7.6.1 Điều kiện dưỡng hộ

Trong trường hợp không có các điều kiện cụ thể, phụ thuộc vào môi trường khí hậu tại nơi thi công, điều kiện dưỡng hộ của mẫu phải như sau:

a) trong không khí:

- nhiệt độ:  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- trong các điều kiện để tránh bay hơi (nén, hoặc các hộp kín, hoặc các tủ đặc biệt có độ ẩm  $\geq 90\%$ );

b) trong nước:

- nhiệt độ:  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 7.6.2 Khả năng chịu nước

Khi cần thiết, khả năng chịu nước sẽ được kiểm tra bằng một trong các quy trình bất kỳ nào phù hợp sau:

- cường độ còn lại sau khi ngâm trong nước;
- độ trương nở tuyến tính sau khi ngâm trong nước;
- độ trương nở thể tích sau khi ngâm trong nước.

### 7.6.3 Cường độ bảo đảm giao thông thi công trực tiếp

#### 7.6.3.1 Gia cố

Các đặc tính phục vụ thi công (được nêu trong 7.5.1) phải cho phép giao thông thi công trực tiếp, phụ thuộc vào tải trọng và loại phương tiện.

#### 7.6.3.2 Cải tạo

Khi cần thiết, cường độ bảo đảm giao thông thi công sẽ được xác định thông qua chỉ số  $MCV$  hoặc  $I_{PI}$  hoặc  $I_{CBR}$  hoặc  $R_c$  của mẫu, được đo sau thời gian dưỡng hộ phù hợp.

### 7.6.4 Performance classification testing Thí nghiệm phân loại tính năng

Khi cần thiết, tính năng của hỗn hợp đã cải tạo phải được kiểm tra bằng một trong các quy trình phù hợp sau:

- bằng chỉ số mang tải CBR;
- bằng cường độ chịu nén  $R_c$  tuân theo EN 13286-41 (kiểm soát ứng suất) hoặc EN ISO 17892-7 (kiểm soát biến dạng). Tham khảo Phụ lục B để biết thêm thông tin;
- bằng cách kết hợp cả 2 chỉ số về cường độ chịu kéo  $R_t$  và mô đun đàn hồi  $E$  tuân theo EN 13286-43.

Tuổi phân loại và điều kiện dưỡng hộ áp dụng cho các mẫu trước khi thí nghiệm phải được quy định phù hợp với thực tế tại nơi thi công.

### 7.6.5 Các thí nghiệm tính năng khác

Phụ thuộc vào việc áp dụng, các thí nghiệm khác có thể được thực hiện để đặc trưng hóa tính năng của hỗn hợp.

CHÚ THÍCH 1: Phụ lục C cung cấp ví dụ về việc sử dụng phương pháp chấn động để xác định tính năng cơ học của vật liệu đã xử lý, được đo trong phòng thí nghiệm cũng như tại hiện trường.

CHÚ THÍCH 2: Phụ lục F đưa ra ví dụ về các thí nghiệm tính năng có thể khác.

## 7.7. Chuẩn bị mẫu thử

### 7.7.1 Kích thước hạt của vật liệu

$D_{max}$  phụ thuộc vào tiêu chuẩn thí nghiệm áp dụng.

CHÚ THÍCH: Một số loại đất có quá nhiều các hạt tròn, hoặc có đường cong thành phần hạt không liên tục do thiếu kích thước hạt như hạt mịn, có thể không ổn định trong điều kiện giao thông thi công, hoặc có thể cần tỷ lệ chất kết dính cao để lấp đầy các khoảng trống. Có thể cần hiệu chỉnh sơ bộ thành phần hạt bằng cách bổ sung một vật liệu khác để cải thiện khả năng giao thông (đi lại) trong quá trình thi công xây dựng hoặc giảm tỷ lệ chất kết dính được sử dụng.

### 7.7.2 Trộn mẫu

Quy trình chế tạo hỗn hợp để thí nghiệm mẫu vật liệu đã xử lý được trình bày tại Phụ lục A.

Hỗn hợp nên được trộn bằng máy trộn.

Trộn bằng tay có thể chấp nhận được trong một số trường hợp nhất định theo các yêu cầu cụ thể hoặc đối với đất dính. Hỗn hợp phải được trộn cho đến khi không thể tăng độ đồng nhất lên nữa.

Trong bất cứ trường hợp nào, quá trình trộn phải được ghi lại trong báo cáo thí nghiệm trong phòng.

### 7.7.3 Kích thước mẫu thử

Kích thước mẫu phụ thuộc vào  $D_{max}$  của hỗn hợp trộn và vào các đặc tính cần đo phù hợp với các tiêu chuẩn có liên quan.

CHÚ THÍCH: Phụ thuộc vào thí nghiệm,  $D_{max}$  được xác định theo một trong các tiêu chuẩn sau: EN 13286-50, EN 13286-51, EN 13286-52 và EN 13286-53.

Kích thước mẫu phải được ghi lại trong báo cáo thí nghiệm trong phòng.

### 7.7.4 Quy trình đầm chặt

Quy trình đầm chặt phụ thuộc vào kích thước của mẫu, vào mục tiêu cần đạt được (năng lượng đầm hoặc độ chặt) và vào các đặc tính cần được đo theo các tiêu chuẩn có liên quan.

Quy trình đầm chặt phải được ghi lại trong báo cáo thí nghiệm trong phòng.

CHÚ THÍCH 1: Các phương pháp chế tạo mẫu cho phép tạo ra các mẫu có hình dạng và độ chặt khác nhau, do đó đối với cùng một hỗn hợp sẽ có các cường độ khác nhau. Vì vậy, điều quan trọng, trên cơ sở kinh nghiệm và việc sử dụng, không được tách rời cường độ khỏi phương pháp chế tạo mẫu.

CHÚ THÍCH 2: Phụ thuộc vào thí nghiệm, quy trình đầm chặt được xác định theo một trong các tiêu chuẩn sau: EN 13286-50, EN 13286-51, EN 13286-52 và EN 13286-53.

### 7.7.5 Dưỡng hộ

Thời gian dưỡng hộ có thể được yêu cầu nằm giữa quá trình chế tạo và thí nghiệm mẫu, bao gồm việc bảo quản mẫu trong một khoảng thời gian xác định tại điều kiện cụ thể (nhiệt độ, độ ẩm, ...).

Thông tin thêm về các điều kiện dưỡng hộ được trình bày tại Phụ lục A.

Phụ lục E cung cấp các ví dụ về tuổi phân loại và chế độ dưỡng hộ đối với tính năng cơ học của vật liệu đã xử lý.

## 7.8. Nội dung nghiên cứu trong phòng thí nghiệm

### 7.8.1 Giới thiệu

Mục này quy định những khảo sát tối thiểu phải được thực hiện trong phòng thí nghiệm để xác định các đặc tính và tính năng của vật liệu sẽ được sử dụng trong công tác đất sau khi gia cố hoặc cải tạo.



## 7.8.2 Nhận dạng các thành phần

Phải nhận dạng vật liệu, chất kết dính và bất kỳ thành phần nào khác.

Với bất kỳ mục tiêu nào của việc xử lý (gia cố hay cải tạo) thì tính đại diện của các vật liệu phải được thiết lập.

## 7.8.3 Gia cố

Nghiên cứu về gia cố sẽ gồm một trong các quy trình thí nghiệm sau:

- chỉ số mang tải CBR;
- giá trị điều kiện độ ẩm;
- mức độ đầm chặt.

Khi cần thiết, có thể dùng các thí nghiệm khác (ví dụ thí nghiệm trương nở).

## 7.8.4 Cải tạo

### 7.8.4.1 Quy định chung

Mục này mô tả ba cấp độ nghiên cứu cải tạo có thể được lựa chọn phụ thuộc vào quy mô của dự án.

### 7.8.4.2 Cấp độ 0

#### Mục tiêu

Nghiên cứu cấp độ 0 được giới hạn trong việc xác minh tính khả thi của việc cải tạo.

#### Nội dung

a) Các hành động bắt buộc:

- 1) tính phù hợp của việc xử lý bằng chất kết dính đang được đề xuất;
- 2) đặc điểm thi công;

b) Các hành động không bắt buộc (tùy chọn):

- 1) thời gian công tác.

### 7.8.4.3 Cấp độ 1

#### Mục tiêu

Mục tiêu của nghiên cứu cấp độ 1 là kiểm tra mức độ phù hợp của hỗn hợp, được lựa chọn trước dựa trên kinh nghiệm đã có với (các) vật liệu tương tự.

#### Nội dung

a) Các hoạt động bắt buộc:

- 1) sự phù hợp của việc xử lý bằng (các) chất kết dính được đề xuất;
- 2) đặc điểm thi công;
- 3) cường độ bảo đảm giao thông trực tiếp;

4) tính năng dài hạn.

b) Các hoạt động không bắt buộc:

- 1) thời gian công tác;
- 2) khả năng chịu nước.

#### **7.8.4.4 Cấp độ 2**

##### Mục tiêu

Mục tiêu của nghiên cứu cấp độ 2 là tối ưu hóa (các) hàm lượng chất kết dính có xét đến tác động của sự thay đổi của (các) hàm lượng chất kết dính trong quá trình rải, mức độ đầm chặt và độ ẩm đến tính năng của hỗn hợp.

Kết quả cho phép xác định liều lượng tối thiểu cần thiết để có được hỗn hợp như dự kiến cũng như liều lượng thích hợp để bù đắp sự phân tán trong quá trình thực hiện.

##### Nội dung

Nghiên cứu cấp độ 2 bao gồm:

- mức độ nghiên cứu cấp độ 1 về hỗn hợp được gọi là “công thức cơ bản”, được lựa chọn theo kinh nghiệm;
- nghiên cứu sự thay đổi tính năng cơ học dài hạn của hỗn hợp theo hàm lượng chất kết dính. Nghiên cứu này được thực hiện với ít nhất hai liều lượng chất kết dính (về mỗi phía của liều lượng “công thức cơ bản”);
- nghiên cứu về tác động của sự thay đổi, trong quá trình thi công (tỷ lệ, mức độ đầm chặt, độ ẩm), đến tính năng cơ học dài hạn của hỗn hợp. Để làm được điều này, các mẫu thử được tạo ra để tái tạo sự phân tán và thí nghiệm để xác định tính năng dài hạn về mặt cơ học của chúng.

CHÚ THÍCH: Phụ lục D cung cấp ví dụ về đánh giá sự thay đổi tính năng của các vật liệu đã xử lý, được phân loại theo  $R_f$  và  $E$ .

#### **7.9. Báo cáo thí nghiệm trong phòng**

Phụ thuộc vào việc sử dụng và cấp độ nghiên cứu, báo cáo thí nghiệm trong phòng thí nghiệm cần có:

- a) tham chiếu tới tiêu chuẩn này, như tiêu chuẩn TCVN EN 16907-4;
- b) nguồn gốc, đặc tính và tính đồng nhất của vật liệu trước khi xử lý;
- c) mô tả về các thành phần;
- d) tỷ lệ trộn bao gồm độ ẩm;
- e) đối với gia cố đất:
  - 1) nếu phù hợp, hoạt động trong phòng thí nghiệm, bao gồm năng lượng đầm được sử dụng, khi cần thiết;

f) đối với cải tạo đất:

- 1) nếu phù hợp, các loại hỗn hợp tươi được lựa chọn (ví dụ  $w$ ,  $P$ ,  $I_{IP1}$ ,  $MCV$ ) bao gồm năng lượng đầm được sử dụng để xác định  $I_{IP1}$  cho cải tạo nền đất từ 8.3.1;
- 2) nếu phù hợp, việc phân loại tính năng từ 8.3.2;
- 3) nếu phù hợp, loại chịu nước (ví dụ  $I_r$ ,  $L_S$  hoặc  $G_v$ ) từ 8.3.3;
- 4) nếu phù hợp, cường độ bảo đảm giao thông thi công trực tiếp từ 8.3.4;
- 5) nếu phù hợp, các yêu cầu khác từ 8.3.6;
- 6) ngoài ra, nếu phù hợp, các hoạt động trong phòng thí nghiệm cùng với phương pháp chế tạo (bao gồm cả khoảng thời gian thích hợp giữa các lần bổ sung các thành phần vào vật liệu), điều kiện dưỡng hộ, thời gian dưỡng hộ, khối lượng thể tích khô và độ ẩm của các mẫu.

g) các thông tin khác cần thiết cho việc sử dụng chính xác hỗn hợp trộn và thiết kế của công tác đất.

## 8 Phân loại tính năng của hỗn hợp

### 8.1. Quy định chung

Đối với mỗi chế phẩm được nghiên cứu, kết quả của các thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp nêu tại Điều 7, có thể được sử dụng để thiết lập giá trị các thông số phục vụ việc phối trộn và hoặc để phân loại hỗn hợp theo tính năng:

- hoặc ngắn hạn (gia cố), thường tương ứng với thời gian thi công;
- hoặc trung và dài hạn (cải tạo), thường là sau giai đoạn thi công.

### 8.2. Gia cố

#### 8.2.1 Quy định chung

Đất được gia cố bằng chất kết dính phải phù hợp với một trong các loại tại 8.2.2, 8.2.3, hoặc 8.2.4 tương ứng với chỉ số chịu tải tức thời, giá trị điều kiện độ ẩm và mức độ đầm chặt.

Ngoài các loại được liệt kê ở trên và chi tiết bên dưới, các giới hạn về lỗ rỗng chứa khí hoặc đường cong đẳng bão hòa có thể được chỉ định theo thông lệ địa phương nơi sử dụng.

#### 8.2.2 Chỉ số chịu tải tức thời

Khi cần thiết, chỉ số chịu tải tức thời của hỗn hợp được xác định tuân theo EN 13286-47, phải phù hợp với một trong các loại tại Bảng 1.

**Bảng 1 – Chỉ số chịu tải tức thời**

Chỉ số chịu tải tức thời ( $I_{IPI}$ theo %)	Loại
$\geq 5$	$IPI_5$
$\geq 7$	$IPI_7$
$\geq 10$	$IPI_{10}$
$\geq 15$	$IPI_{15}$
$\geq 20$	$IPI_{20}$
$\geq 25$	$IPI_{25}$
$\geq 30$	$IPI_{30}$
giá trị kê khai	$IPI_{DV}$

**8.2.3 Giá trị điều kiện độ ẩm**

Khi cần thiết, giá trị điều kiện độ ẩm của hỗn hợp, được xác định theo EN 13286-46, phải phù hợp với một trong các loại tại Bảng 2.

**Bảng 2 – Giá trị điều kiện độ ẩm**

Giá trị điều kiện độ ẩm ( $I_{MCV}$ )	Loại
$8 \leq I_{MCV} \leq 12$	$MCV_{8/12}$
các giá trị kê khai	$MCV_{DV}$

CHÚ THÍCH: Việc kiểm tra giá trị điều kiện độ ẩm đặc biệt phù hợp với đất dính.

**8.2.4 Mức độ đầm chặt**

Khi cần thiết, mức độ đầm chặt của hỗn hợp phải phù hợp với một trong các loại tại Bảng 3.

**Bảng 3 – Mức độ đầm chặt**

Tỷ lệ % của khối lượng thể tích khô ở hiện trường so với khối lượng thể tích khô thí nghiệm Proctor (xem CHÚ THÍCH) được xác định theo EN 13286-2	Loại
≥ 95	DC <sub>95,SPT</sub>
≥ 97	DC <sub>97,SPT</sub>
≥ 98	DC <sub>98,SPT</sub>
≥ 100	DC <sub>100,SPT</sub>
≥ 95	DC <sub>95,MPT</sub>
≥ 97	DC <sub>97,MPT</sub>
giá trị kê khai	DC <sub>DV</sub>
CHÚ THÍCH 1: SPT viện dẫn đến thí nghiệm Proctor và tương ứng với mức năng lượng xấp xỉ 0.6 MJ/m <sup>3</sup> , phù hợp với EN 13286-2.	
CHÚ THÍCH 2: MPT viện dẫn đến thí nghiệm Proctor cải tiến và tương ứng với mức năng lượng xấp xỉ 2.7 MJ/m <sup>3</sup> , phù hợp với EN 13286-2.	

### 8.2.5 Trương nở

Khi cần thiết, mức độ trương nở của hỗn hợp phải được kiểm tra bằng cách sử dụng độ trương nở tuyến tính hoặc trương nở thể tích được mô tả tại 8.3.3.3 và 8.3.3.4.

CHÚ THÍCH: Các thí nghiệm này đo tổng mức trương nở do sự tồn tại của đất sét trương nở còn lại cũng như sự tồn tại của các chất độc hại như sulphat.

## 8.3. Cải tạo

### 8.3.1 Yêu cầu đối với hỗn hợp tươi

#### 8.3.1.1 Độ ẩm

Khi cần thiết, độ ẩm của hỗn hợp phải phù hợp với loại đã chọn từ Bảng 4 để có giá trị nhỏ nhất.

Độ ẩm phải được chọn để cho phép đầm chặt tại hiện trường bằng cách cán/lu và để tối ưu hóa tính năng cơ học của hỗn hợp. Độ ẩm phải được xác định bằng phương pháp phù hợp với EN 13286-2, EN 13286-3, EN 13286-4 và EN 13286-5, và các giới hạn được đặt ra để cung cấp khoảng khả thi tại hiện trường tương ứng với mức độ đầm chặt và tính năng mong muốn của hỗn hợp.

**Bảng 4 – Độ ẩm tối thiểu**

<b>Độ ẩm tối thiểu</b>	<b>Loại</b>
0.9 độ ẩm tối ưu của hỗn hợp được xác định theo phương pháp đầm chặt được lựa chọn từ EN 13286-2, EN 13286-3, EN 13286-4 và EN 13286-5	$W_{0,9}$
0.95 độ ẩm tối ưu của hỗn hợp được xác định theo phương pháp đầm chặt được lựa chọn từ EN 13286-2, EN 13286-3, EN 13286-4 và EN 13286-5	$W_{0,95}$
Độ ẩm tối ưu của hỗn hợp được xác định theo phương pháp đầm chặt được lựa chọn từ EN 13286-2, EN 13286-3, EN 13286-4 và EN 13286-5	$W_{1,0}$
1.05 độ ẩm tối ưu của hỗn hợp được xác định theo phương pháp đầm chặt được lựa chọn từ EN 13286-2, EN 13286-3, EN 13286-4 và EN 13286-5	$W_{1,05}$
Giá trị kê khai	$W_{DV}$
Phương pháp đầm chặt lựa chọn phải được báo cáo.	

**8.3.1.2 Mức độ làm nhỏ (nghiền)**

Khi cần thiết, mức độ làm nhỏ của hỗn hợp được xác định theo EN 13286-48, phải phù hợp với một trong các loại tại Bảng 5.

**Bảng 5 – Mức độ làm nhỏ**

<b>Mức độ làm nhỏ (<math>P</math> theo %)</b>	<b>Loại</b>
$\geq 30$	$P_{30}$
$\geq 40$	$P_{40}$
$\geq 50$	$P_{50}$
$\geq 60$	$P_{60}$
giá trị kê khai	$P_{DV}$

**8.3.1.3 Chỉ số chịu tải tức thời**

Khi cần thiết, chỉ số chịu tải tức thời của hỗn hợp, được xác định theo EN 13286-47, phải phù hợp với một trong các loại tại Bảng 6. Độ ẩm của hỗn hợp tương ứng với loại đã chọn của chỉ số chịu tải tức thời phải được báo cáo.

**Bảng 6 – Chỉ số chịu tải tức thời**

Chỉ số chịu tải tức thời ( $I_{IPI}$ theo %)	Loại
$\geq 10$	$IPI_{10}$
$\geq 15$	$IPI_{15}$
$\geq 20$	$IPI_{20}$
$\geq 25$	$IPI_{25}$
$\geq 30$	$IPI_{30}$
$\geq 40$	$IPI_{40}$
$\geq 50$	$IPI_{50}$
giá trị kê khai	$IPI_{DV}$

**8.3.1.4 Giá trị điều kiện độ ẩm**

Khi cần thiết, giá trị điều kiện độ ẩm của hỗn hợp được xác định theo EN 13286-46 phải phù hợp với một trong các loại tại Bảng 7.

**Bảng 7 – Giá trị điều kiện độ ẩm**

Giá trị điều kiện độ ẩm ( $I_{MCV}$ )	Loại
$6 \leq I_{MCV} \leq 10$	$MCV_{6/10}$
$7 \leq I_{MCV} \leq 11$	$MCV_{7/11}$
$8 \leq I_{MCV} \leq 12$	$MCV_{8/12}$
$9 \leq I_{MCV} \leq 13$	$MCV_{9/13}$
giá trị kê khai	$MCV_{DV}$

**8.3.1.5 Thời gian công tác**

Khi cần thiết, với mục đích sử dụng và điều kiện thời tiết, thời gian công tác, được xác định theo EN 13286-45, hoặc theo các phương pháp thay thế phụ thuộc vào thực tế địa phương hoặc dựa trên thông tin do nhà sản xuất chất kết dính cung cấp, và phải được báo cáo.

### 8.3.1.6 Mức độ đầm chặt

Khi cần thiết, mức độ đầm chặt của hỗn hợp phải phù hợp với một trong các loại tại Bảng 8.

Ngoài ra, các giới hạn về lỗ rỗng chứa khí hoặc đường cong đẳng bão hòa có thể được xác định theo thông lệ địa phương nơi thi công.

**Bảng 8 – Mức độ đầm chặt**

Tỷ lệ % của khối lượng thể tích khô ở hiện trường so với khối lượng thể tích khô thí nghiệm Proctor (xem CHÚ THÍCH) được xác định theo EN 13286-2	Loại
$\geq 95$	$DC_{95,SPT}$
$\geq 96$	$DC_{96,SPT}$
$\geq 97$	$DC_{97,SPT}$
$\geq 98$	$DC_{98,SPT}$
$\geq 98,5$	$DC_{98,5SPT}$
$\geq 95$	$DC_{95,MPT}$
$\geq 96,5$	$DC_{96,5,MPT}$
$\geq 97$	$DC_{97,MPT}$
giá trị kê khai	$DC_{DV}$

CHÚ THÍCH 1: SPT viện dẫn đến thí nghiệm Proctor và tương ứng với mức năng lượng xấp xỉ 0.6 MJ/m<sup>3</sup>, phù hợp với EN 13286-2.

CHÚ THÍCH 2: MPT viện dẫn đến thí nghiệm Proctor cải tiến và tương ứng với mức năng lượng xấp xỉ 2,7 MJ/m<sup>3</sup>, phù hợp với EN 13286-2.

### 8.3.2 Phân loại tính năng cơ học trong phòng thí nghiệm

#### 8.3.2.1 Quy định chung

Tính năng cơ học trong phòng thí nghiệm của hỗn hợp có đặc tính và được phân loại theo một trong ba phương pháp sau:

- bằng chỉ số mang tải  $I_{CBR}$  theo EN 13286-47;
- bằng cường độ chịu nén  $R_c$  theo EN 13286-41 (kiểm soát ứng suất) hoặc EN ISO 17892-7 (kiểm soát biến dạng);
- bằng cách kết hợp cả 2 chỉ số về cường độ chịu kéo  $R_t$  theo EN 13286-40 hoặc theo EN 13286-42, và mô đun đàn hồi  $E$  theo EN 13286-43.



CHÚ THÍCH 1: Không có mối tương quan nào được dự định hoặc được giả định giữa ba phương pháp đặc trưng hóa.

CHÚ THÍCH 2: Phụ thuộc vào cách áp dụng, các phương pháp phân loại khác có thể được chỉ định thêm vào hoặc thay thế cho một trong ba phương pháp dưới đây.

### 8.3.2.2 Chỉ số mang tải CBR

Chỉ số CBR ngâm nước ( $I_{CBRi}$ ) của hỗn hợp, được xác định theo EN 13286-47 với tải trọng phụ thêm nếu được yêu cầu, phải phù hợp với loại đã chọn từ Bảng 9 và các điều sau.

Sau khi chế tạo, các mẫu phải trải qua thời gian dưỡng hộ 1 giờ, 3 ngày hoặc khoảng thời gian đã chọn khác, trong thời gian này, các mẫu phải tránh bị khô và phải được duy trì ở nhiệt độ 20 °C, hoặc theo các quy định nhiệt cụ thể khác,  $\pm 2$  °C.

Sau khi dưỡng hộ, các mẫu phải trải qua thời gian ngâm 4 ngày hoặc lâu hơn trước khi thí nghiệm, trong thời gian này, chúng phải được duy trì ở nhiệt độ 20 °C hoặc theo các quy định nhiệt cụ thể khác,  $\pm 2$  °C.

Thời gian dưỡng hộ và thời gian ngâm nước phải được ghi lại trong báo cáo thí nghiệm.

Các tải trọng phụ thêm phải được ghi chép lại trong báo cáo thí nghiệm.

**Bảng 9 – Chỉ số mang tải CBR**

Chỉ số $I_{CBRi}$ yêu cầu sau 4 ngày ngâm nước (hoặc thời gian cụ thể dài hơn khác)	Loại
$\geq 5$	$CBR_5$
$\geq 10$	$CBR_{10}$
$\geq 12$	$CBR_{12}$
$\geq 15$ và $\geq I_{IPI}$	$CBR_{15}$
$\geq 20$ và $\geq I_{IPI}$	$CBR_{20}$
$\geq 30$ và $\geq I_{IPI}$	$CBR_{30}$
$\geq 40$ và $\geq I_{IPI}$	$CBR_{40}$
$\geq 50$ và $\geq I_{IPI}$	$CBR_{50}$
giá trị kê khai	$CBR_{DV}$

CHÚ THÍCH: Chỉ số  $I_{CBRi}$  sau khi ngâm nước và chỉ số chịu tải tức thời  $I_{IPI}$  được đo trên các mẫu được chuẩn bị tại cùng một thời điểm có cùng độ ẩm, cùng hàm lượng chất kết dính và cùng khối lượng thể tích.

### 8.3.2.3 Phân loại theo cường độ chịu nén

Hỗn hợp được phân loại theo cường độ chịu nén, phải phù hợp với EN 13286-41 (kiểm soát ứng suất) hoặc EN ISO 17892-7 (kiểm soát biến dạng), và phải được thực hiện trên các mẫu chế tạo phù hợp với EN 13286-50, hoặc EN 13286-51, hoặc EN 13286-52, hoặc EN 13286-53.

Phương pháp được sử dụng cho tốc độ gia tải cũng như thời gian phá hoại phải được báo cáo. Tham khảo Phụ lục B để biết thêm thông tin.

Loại cường độ chịu nén phải được lựa chọn từ Bảng 10 kết hợp với phương pháp chế tạo mẫu đã chọn.

Tuổi phân loại và điều kiện dưỡng hộ được sử dụng cho các mẫu trước khi thí nghiệm phải được quy định phù hợp với thực tế tại nơi sử dụng.

Để xác định giá trị đặc trưng hoặc thiết kế hỗn hợp trong phòng thí nghiệm, cường độ chịu nén phải là kết quả trung bình từ ít nhất ba mẫu. Nếu một giá trị thay đổi lớn hơn 20 % giá trị trung bình, thì giá trị đó sẽ bị loại bỏ và cường độ chịu nén được tính là giá trị trung bình của các giá trị khác.

CHÚ THÍCH 1: Phụ lục E đưa ra các ví dụ về tuổi phân loại và chế độ dưỡng hộ mẫu.

CHÚ THÍCH 2: Các phương pháp chế tạo mẫu cho phép tạo ra các mẫu có hình dạng và độ chặt khác nhau, do đó đối với cùng một hỗn hợp sẽ có các cường độ khác nhau. Vì vậy, điều quan trọng, trên cơ sở kinh nghiệm và việc sử dụng, không được tách rời độ bền khỏi phương pháp chế tạo mẫu.

**Bảng 10 – Phân loại cường độ chịu nén**

$R_c$ tối thiểu tính bằng MPa đối với mẫu hình trụ có tỷ lệ độ mảnh 2 <sup>a</sup>	$R_c$ tối thiểu tính bằng MPa đối với mẫu hình trụ có tỷ lệ độ mảnh 1 <sup>a</sup> và mẫu lập phương	Phân loại $R_c$
0,4	0,5	C <sub>0,4/0,5</sub>
0,5	0,6	C <sub>0,5/0,6</sub>
0,8	1	C <sub>0,8/1</sub>
1,0	1,2	C <sub>1/1,2</sub>
1,2	1,5	C <sub>1,2/1,5</sub>
1,5	2	C <sub>1,5/2</sub>
2	2,5	C <sub>2/2,5</sub>
2,5	3,2	C <sub>2,5/3,2</sub>
3	4	C <sub>3/4</sub>

$R_c$ tối thiểu tính bằng MPa đối với mẫu hình trụ có tỷ lệ độ mảnh 2 <sup>a</sup>	$R_c$ tối thiểu tính bằng MPa đối với mẫu hình trụ có tỷ lệ độ mảnh 1 <sup>a</sup> và mẫu lập phương	Phân loại $R_c$
4	5	C <sub>4/5</sub>
5	6	C <sub>5/6</sub>
giá trị kê khai	giá trị kê khai	C <sub>DV</sub>

<sup>a</sup> Nếu sử dụng các mẫu hình trụ có tỷ lệ độ mảnh khác 1 hoặc 2, thì mối tương quan với các mẫu hình trụ có tỷ lệ độ mảnh 1 hoặc 2 phải được thiết lập trước khi sử dụng, ngoại trừ các mẫu hình trụ Proctor có tỷ lệ độ mảnh 1,2 và 0,83 phải được xem xét tương đương với tỷ lệ độ mảnh 1.

### 8.3.2.4 Phân loại theo cường độ chịu kéo và mô đun đàn hồi ( $R_t, E$ )

#### 8.3.2.4.1 Quy định chung

Loại  $R_t, E$  sẽ được chọn từ Hình 1.

Tuổi phân loại và điều kiện dưỡng hộ đối với các mẫu phải được quy định phù hợp với thực tế địa phương nơi sử dụng.

Để xác định giá trị đặc trưng và thiết kế hỗn hợp trong phòng thí nghiệm,  $R_t$  và  $E$  phải là kết quả trung bình từ ít nhất ba mẫu thử. Nếu một giá trị thay đổi lớn hơn 20 % giá trị trung bình thì giá trị đó sẽ bị loại bỏ và giá trị  $R_t$  và  $E$  được tính là giá trị trung bình của các giá trị khác.

$R_t$  và  $E$  phải được thiết lập bằng cách sử dụng một trong các phương pháp tương đương được mô tả tại 8.3.2.4.2, 8.3.2.4.3 và 8.3.2.4.4.

CHÚ THÍCH: Phụ lục E đưa ra các ví dụ về tuổi phân loại và các chế độ dưỡng hộ tính năng cơ học của vật liệu đã xử lý.

#### 8.3.2.4.2 Phương pháp thí nghiệm kéo trực tiếp

$R_t$  được xác định phù hợp với EN 13286-40.

$E$  được xác định theo mô đun đàn hồi khi kéo trực tiếp  $E_t$  phù hợp với EN 13286-43.

Các mẫu phải được chế tạo bằng máy đầm rung phù hợp với EN 13286-52.

#### 8.3.2.4.3 Phương pháp thí nghiệm kéo gián tiếp

$R_t$  được xác định từ cường độ chịu kéo gián tiếp  $R_{it}$  phù hợp với EN 13286-42 thông qua mối tương quan  $R_t = 0,8 \cdot R_{it}$ .

$E$  được xác định từ  $E_{it}$  ( $E$  được đo bằng lực kéo gián tiếp) theo EN 13286-43 thông qua mối tương quan  $E = E_{it}$ .

Các mẫu thí nghiệm  $R_t$  và  $E$ , phải được chế tạo bằng cách:

- hoặc đầm chặt bằng thí nghiệm Proctor theo EN 13286-50;
- hoặc đầm rung Proctor theo EN 13286-51;
- hoặc nén rung theo EN 13286-52;
- hoặc nén dọc trục theo EN 13286-53.

CHÚ THÍCH: Các phương pháp chế tạo mẫu được phép, tuổi thí nghiệm và điều kiện dưỡng hộ, tạo ra các mẫu có hình dạng và độ chặt khác nhau, do đó đối với cùng một hỗn hợp sẽ có các cường độ khác nhau. Vì vậy, điều quan trọng, trên cơ sở kinh nghiệm và việc sử dụng, không được tách rời cường độ khỏi phương pháp chế tạo mẫu.

#### 8.3.2.4.4 Phương pháp thí nghiệm kéo gián tiếp và thí nghiệm nén gián tiếp

$R_t$  sẽ xác định từ  $R_{it}$  phù hợp với EN 13286-42 thông qua mối tương quan  $R_t = 0,8 \cdot R_{it}$ .

$E$  phải được xác định từ  $E_c$  được đo khi nén theo EN 13286-43, hoặc theo EN 13286-43 ngoại trừ tốc độ gia tải/mỗi phút phải từ 1 % đến 2 % chiều cao của mẫu (xem Phụ lục B), thông qua mối tương quan  $E = k \cdot E_c$  với  $k \geq 1$ .

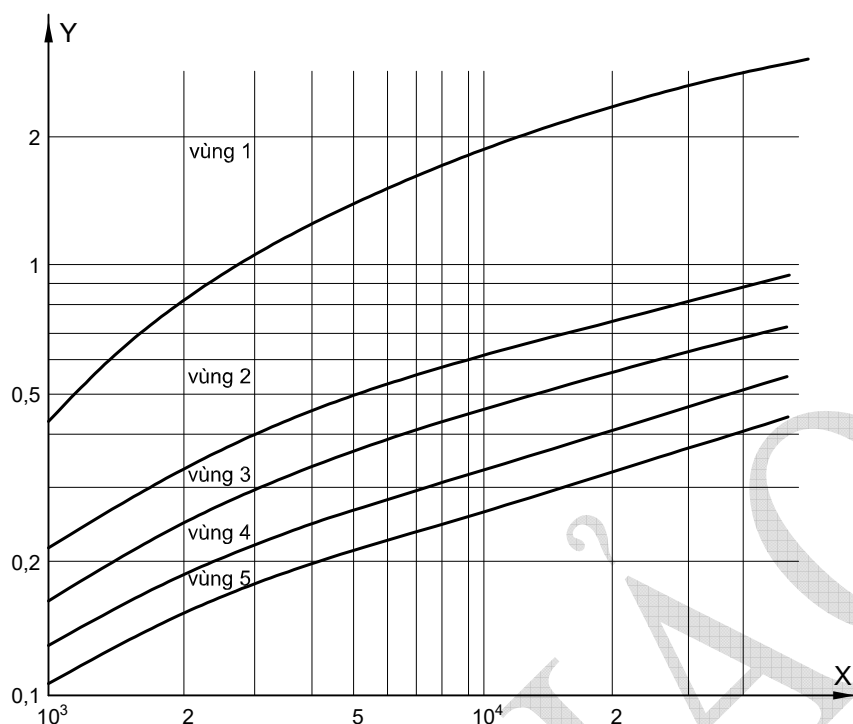
Phương pháp sử dụng tốc độ gia tải cũng như thời gian phá hoại phải được báo cáo.

CHÚ THÍCH 1: Giá trị  $k$  phụ thuộc vào bản chất của đất và chế độ chuẩn bị mẫu. Điều này có thể được xác định từ các nghiên cứu so sánh được thực hiện tại địa phương theo các điều kiện chuẩn bị mẫu giống hệt nhau (độ ẩm và mức độ đầm chặt) và được kiểm chứng bằng cách thí nghiệm chéo.

Các mẫu thí nghiệm  $R_t$  và  $E$ , phải được chế tạo bằng cách:

- hoặc đầm chặt bằng thí nghiệm Proctor theo EN 13286-50;
- hoặc đầm rung theo EN 13286-51;
- hoặc nén rung theo EN 13286-52;
- hoặc nén dọc trục theo EN 13286-53.

CHÚ THÍCH 2: Các phương pháp chế tạo mẫu được phép, tuổi thí nghiệm và điều kiện dưỡng hộ, tạo ra các mẫu có hình dạng và độ chặt khác nhau, do đó đối với cùng một hỗn hợp sẽ có các cường độ khác nhau. Vì vậy, điều quan trọng, trên cơ sở kinh nghiệm và việc sử dụng, không được tách rời cường độ khỏi phương pháp chế tạo mẫu.



CHÚ DẪN:

Y là cường độ chịu kéo trực tiếp  $R_t$ , theo MPa

X là mô đun đàn hồi  $E$ , theo MPa

$E$ , MPa	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000	40 000
Giới hạn dưới của loại	$R_t$ , MPa					
Vùng 1	0,420	0,810	1,400	1,900	2,30	2,80
Vùng 2	0,210	0,330	0,500	0,610	0,73	0,90
Vùng 3	0,160	0,250	0,370	0,455	0,56	0,68
Vùng 4	0,126	0,188	0,270	0,335	0,41	0,51
Vùng 5	0,105	0,152	0,215	0,270	0,33	0,41
	CHÚ THÍCH: Bảng này đưa ra giá trị của $R_t$ và $E$ được sử dụng để vẽ các đường cong giới hạn các loại của vùng 1, 2, 3, 4, 5.					

Hình 1 – Phân loại theo  $R_t$ ,  $E$

### 8.3.3 Khả năng chịu nước

#### 8.3.3.1 Quy định chung

Khi cần thiết, khả năng chịu nước phải được kiểm tra theo: 8.3.3.2, 8.3.3.3 hoặc 8.3.3.4, tùy theo điều kiện nào phù hợp.

CHÚ THÍCH: 8.3.3.3 và 8.3.3.4 đo tổng mức độ trương nở do có phần còn lại của đất sét giãn nở cũng như do tồn tại các chất độc hại như sulphat.

### 8.3.3.2 Cường độ sau khi ngâm nước

Hỗn hợp phải thỏa mãn điều kiện phân loại theo cường độ sau khi ngâm nước tại Bảng 11.

Trong Bảng 11,  $R_i$  là cường độ trung bình của không ít hơn 3 mẫu thử sau  $Z$  ngày dưỡng hộ kín, sau đó là  $Q$  ngày ngâm hoàn toàn trong nước có sục khí, và  $R$  là cường độ trung bình của không ít hơn 3 mẫu sau  $(Z + Q)$  ngày dưỡng hộ kín. Tất cả các mẫu thử phải được chế tạo từ cùng một lô hỗn hợp, sử dụng cùng một phương pháp chế tạo và phải được dưỡng hộ ở cùng một nhiệt độ.

Loại được chọn phải phản ánh bản chất của thành phần chính, cụ thể là vật liệu có chứa sunfat hoặc vật liệu có khả năng giãn nở khác, mục đích sử dụng của hỗn hợp, điều kiện khí hậu và thời tiết trong quá trình thi công.

CHÚ THÍCH: Phụ lục E đưa ra các ví dụ về tuổi phân loại và các chế độ dưỡng hộ đối với tính năng cơ học của vật liệu đã xử lý.

**Bảng 11 – Cường độ sau khi ngâm nước**

$I_r = \frac{R_i}{R} (\%)$	Loại
$\geq 0,5$	$I_{0,5}$
$\geq 0,6$	$I_{0,6}$
$\geq 0,7$	$I_{0,7}$
$\geq 0,8$	$I_{0,8}$
giá trị kê khai	$I_{DV}$

### 8.3.3.3 Trương nở tuyến tính sau khi ngâm nước

Khi cần thiết, mức độ trương nở tuyến tính, được xác định trên ít nhất 3 mẫu thử CBR được ngâm (ngập) nước hoàn toàn phù hợp với EN 13286-47, sử dụng nước được sục khí liên tục, phải phù hợp với loại đã chọn từ Bảng 12. Việc ngâm phải tuân theo quy định về thời gian dưỡng hộ. Độ trương nở phải được kiểm tra trong ít nhất 28 ngày hoặc cho đến khi hết trương nở nếu lâu hơn. Các mẫu phải được chế tạo từ cùng một lô hỗn hợp.

CHÚ THÍCH: Thời gian dưỡng hộ thường sẽ giống với thời gian được chọn để xác định chỉ số mang tải CBR trong 8.3.2.

**Bảng 12 – Độ trương nở tuyến tính ( $L_S$ )**

<b>Độ trương nở tuyến tính trung bình lớn nhất (<math>L_S</math>) của các mẫu thử</b>	<b>Độ trương nở tuyến tính lớn nhất (<math>L_S</math>) của các mẫu thử riêng lẻ</b>	<b>Loại</b>
5 mm	10 mm	$LS_5$
1 mm	2 mm	$LS_1$
2 %	4 %	$LS_2$ %
giá trị kê khai	giá trị kê khai	$LS_{DV}$

#### **8.3.3.4 Trương nở thể tích sau khi ngâm nước**

Khi cần thiết, mức độ trương nở thể tích  $G_v$  không được lớn hơn 5 % khi thí nghiệm theo EN 13286-49.

CHÚ THÍCH: Trường hợp mức độ trương nở thể tích lớn hơn 5 % nhưng không vượt quá 10 %, việc sử dụng hỗn hợp nói chung là không thể; tuy nhiên, có thể nghiên cứu bổ sung theo kinh nghiệm địa phương nơi sử dụng.

#### **8.3.4 Cường độ bảo đảm giao thông thi công trực tiếp**

Khi cần thiết, “cường độ bảo đảm giao thông thi công trực tiếp” phải được chỉ định phù hợp với các quy định có hiệu lực tại nơi sử dụng.

CHÚ THÍCH: Phụ thuộc vào mức độ khắc nghiệt của giao thông thi công, cường độ chịu nén tối thiểu là 1 MPa hoặc 1,2 MPa hoặc 1,5 MPa ở tuổi có thể hỗ trợ giao thông thi công.

#### **8.3.5 Các tính năng khác**

Khi cần thiết, các tính năng khác phải được kiểm tra theo các tiêu chuẩn hoặc quy định liên quan có hiệu lực tại nơi sử dụng.

CHÚ THÍCH: Phụ lục F đưa ra các ví dụ về các phép thử tính năng khác đối với vật liệu đã xử lý.

### **9 Thi công và kiểm soát**

#### **9.1. Giới thiệu**

##### **9.1.1 Khái quát**

Mục này đặc biệt tập trung vào việc thi công và kiểm soát các công việc xử lý. Nó bao gồm hướng dẫn về sự phù hợp của chất kết dính, máy móc và các thử nghiệm để đạt được tính năng phù hợp trong quá trình thi công.

Các Phụ lục H, I, J, K, L và M cũng cung cấp hướng dẫn về lựa chọn, thiết kế và thi công các lớp gia cố và cải tạo cho khối đắp, nền đắp và lớp đáy móng, cũng như để duy trì và phục hồi các lớp hiện có.

Việc kiểm tra và tuân thủ (xem 9.7) được giới hạn trong việc kiểm soát chất lượng các hoạt động xử lý và báo cáo kết quả sau đó.

### 9.1.2 Điều kiện tiên quyết

Mục đích của các điều kiện tiên quyết này là để bảo đảm rằng khả năng xử lý vật liệu bằng chất kết dính được xem xét ngay từ đầu.

Trước khi bắt đầu công tác đất, một nghiên cứu sơ bộ cần được thực hiện theo Điều 7 và Điều 9.2 để kiểm tra và cập nhật dữ liệu có trong thiết kế của công tác đất. Vì mục đích đó, việc khảo sát hiện trường và khảo sát nền đất có thể được thực hiện bổ sung.

Đối với việc gia cố nền đất phải đặc biệt chú trọng xác nhận độ ẩm và kiểm tra sự tồn tại của các chất độc hại. Để cải tạo đất, trọng tâm là xác nhận loại vật liệu, số lượng sẵn có và sự phân bố, đồng thời kiểm tra lại sự tồn tại của các chất độc hại.

CHÚ THÍCH: Sự phù hợp của vật liệu dự kiến cho việc xử lý tại hiện trường có thể được chú thích trên bản vẽ. Điều này cho phép một đánh giá tổng quát ban đầu về số lượng vật liệu có thể sẵn sàng cho cải tạo.

## 9.2. Kiểm tra kỹ thuật sơ bộ

### 9.2.1 Quy định chung

Trước khi tiến hành xử lý đất, điều quan trọng là các vấn đề liên quan đến công tác đất phải được xem xét:

- sự phù hợp của việc xử lý đất so với các phương án thay thế khác. Điều này phải được xem xét ở cấp độ 0 trong quá trình thiết kế (xem phương pháp tại Điều 7) và có thể được xem xét thêm trong giai đoạn tiếp theo;
- dữ liệu sẵn có trong giai đoạn thiết kế để xác nhận tính phù hợp của việc xử lý đất;
- sự cần thiết của việc khảo sát nền đất và các thí nghiệm trong phòng bổ sung, đặc biệt là do sự thay đổi của độ ẩm hoặc sự thiếu đồng nhất của các vật liệu tự nhiên;
- kinh nghiệm trước đây của địa phương khi xử lý các vật liệu hoặc công việc tương tự.

Các nguyên tắc và phương pháp giúp quyết định các vấn đề này được mô tả trong Điều 7 của tiêu chuẩn này và người sử dụng nên tham khảo các nguyên tắc này để biết thêm thông tin.

CHÚ THÍCH: Mục đích của việc kiểm tra sơ bộ này là để xác nhận tính khả thi và tính năng của quy trình (thi công và kiểm soát) và để điều chỉnh thiết kế cuối cùng khi cần thiết. Nghiên cứu sơ bộ này có thể cho thấy sự cần thiết phải sửa đổi một hoặc nhiều giai đoạn của trình tự thiết kế và thi công có liên quan đến:

- khảo sát hiện trường để xác định đặc tính của đất;
- tác động của môi trường;
- nghiên cứu thiết kế kết hợp;
- tính năng cơ học được yêu cầu;
- rủi ro tiềm ẩn liên quan đến bản chất của công việc (sự thay đổi của kiến thức trước về đất đã được xử lý, sự không chắc chắn về ứng xử dài hạn do các yếu tố bên ngoài, ...).



### 9.2.2 Khảo sát hiện trường

Phụ thuộc vào các vấn đề được mô tả ở trên, có thể cần khảo sát thêm hiện trường để đặc trưng hóa đất.

Số lượng khảo sát nền đất tối thiểu cần thiết phải được phân tích trong giai đoạn này để cung cấp đầy đủ thông tin nhằm đưa ra các giá trị đặc tính kỹ thuật cho thiết kế và thực hiện công việc.

### 9.2.3 Sunfua, sunfat, chất hữu cơ và các chất độc hại khác

Cả đất hoặc nước ngầm đều không được chứa các thành phần với tỷ lệ có khả năng gây phân rã hoặc độc hại mà sau khi thêm chất kết dính sẽ làm giảm tính năng và/hoặc sự trương nở quá mức của hỗn hợp.

Việc đánh giá rủi ro do sự tồn tại của các chất độc hại được nêu tại Điều 8 của tiêu chuẩn này.

Các giá trị giới hạn của độ trương nở do sự có mặt của sulfua và sunfat được xác định thông qua việc đo độ trương nở theo 8.2.5.

CHÚ THÍCH 1: Phụ lục G cung cấp thông tin tham khảo cho việc nhận dạng tại hiện trường và phòng thí nghiệm các khoáng chất sulfua và sunfat thông thường. Phụ lục K trình bày danh sách kiểm tra các công việc sẽ được thực hiện, đặc biệt đối với các chất độc hại.

CHÚ THÍCH 2: Các giới hạn đối với tỷ lệ các chất độc hại này cũng có thể được quy định trong thông lệ quốc gia.

### 9.2.4 Các thông số ảnh hưởng

Khi áp dụng các kỹ thuật xử lý đất, cần lưu ý những điều sau:

- tính đồng nhất của vật liệu “chưa được xử lý”;
- vật liệu có thể đã được xử lý trước bằng vôi, với khoảng thời gian thay đổi trước khi đặt/thi công hoặc xử lý lần cuối bằng chất kết dính thứ hai;
- việc gia cố hoặc cải tạo thường được thực hiện bằng cách trộn tại hiện trường.

Do đó, độ ẩm và thành phần hạt trở nên khó kiểm soát hơn, và sự thay đổi (của các yếu tố này) có thể xuất hiện trong công tác xử lý đất. Vì những lý do đó, trước khi tiến hành bất kỳ công việc xử lý tại hiện trường nào, cần tiến hành phân tích tất cả các thông số có khả năng ảnh hưởng, chẳng hạn như độ ẩm, hoặc kích thước hạt lớn nhất.

### 9.2.5 Thí nghiệm trước trong phòng

Khi cần thiết hoặc khi có yêu cầu, phải thực hiện thí nghiệm trước trong phòng để xác nhận thành phần của (các) hỗn hợp. Loại thí nghiệm phải được thực hiện phù hợp với công tác xử lý đất (gia cố hoặc cải tạo) và được chọn tại Điều 7.

## 9.3. Chất kết dính

Chất kết dính thường có sẵn và được phân phối ở dạng bột. Đối với các nhu cầu cụ thể, vôi cũng có thể được cung cấp dưới dạng nước vôi, được chuẩn bị riêng tại nhà máy hoặc tại hiện trường.

Chất kết dính phải đáp ứng các yêu cầu tại 5.2 của tiêu chuẩn này.

Tính tuân thủ của chất kết dính phải được kiểm tra theo các quy trình được trình bày tại 7.2.2.

Trong trường hợp tiêu chuẩn xung đột, các thí nghiệm bổ sung nêu trong 7.2.2 phần b) sẽ được thực hiện trên các mẫu được lấy trong quá trình giao hàng.

Khi cần thiết, để nhận dạng hoặc kiểm tra thêm, các mẫu chất kết dính phải được lưu giữ và bảo quản đầy đủ.

#### **9.4. Loại thiết bị xử lý đất**

Xử lý đất có thể yêu cầu một số hoặc tất cả các loại máy móc sau đây, phụ thuộc vào điều kiện thực tế sẵn có và yêu cầu của hiện trường:

- thiết bị lưu giữ chất kết dính;
- thiết bị rải chất kết dính;
- máy thi công đất;
- máy trộn đất tại hiện trường;
- trạm trộn cố định hoặc bán di động;
- vòi phun nước;
- máy đầm.

Tham khảo Phụ lục H để biết thông tin và mô tả về thiết bị liên quan đến xử lý đất.

#### **9.5. Gia cố nền đất**

##### **9.5.1 Quy định chung**

Gia cố nền đất được thực hiện khi vật liệu thi công gặp khó khăn trong việc xử lý, đặt, vận chuyển hoặc đầm chặt vì độ ẩm và hoặc độ dẻo quá cao. Những loại đất này có thể được gia cố bằng cách sử dụng chất kết dính, thường là vôi, ở dạng vôi sống.

Mục đích là giúp đất có thể cung cấp được một hoặc nhiều đặc tính sau:

- khả năng xử lý bằng máy thi công đất thông thường;
- khả năng thỏa mãn việc đầm chặt theo lớp;
- khả năng giao thông và cung cấp nền làm việc cho lớp bên trên;
- chuẩn bị vật liệu cho lần xử lý tiếp theo.

Gia cố đất cũng có thể được coi như giai đoạn đầu tiên trong việc cải tạo khi sử dụng nhiều hơn một chất kết dính.

Tiêu chuẩn đưa ra các quy trình cần tuân thủ để thi công và kiểm soát việc gia cố đất.

##### **9.5.2 Vật liệu thích hợp cho gia cố**

Các vật liệu phải được phân loại theo TCVN EN 16907-2.

Các hạt có kích thước lớn hơn kích thước mà trạm trộn chấp nhận, phải được loại bỏ trước khi trộn hoặc có khả năng bị phá vỡ trong quá trình trộn.

### 9.5.3 Gia cố trong quá trình đào

Phương pháp xử lý khu vực bị đào, cắt là rải chất kết dính lên bề mặt và sau đó trộn nó hoặc bằng máy trộn có trống nằm ngang hoặc bằng máy kéo có bộ phận cày trước khi đào bằng máy thi công đất thông thường.

### 9.5.4 Gia cố vùng đất đắp

Đất cần xử lý được rải ra bằng máy thi công đất thông thường và chất kết dính được rải trên mặt đất. Sau đó, chất kết dính được trộn với đất bằng máy trộn với đủ số lượt trộn (đi qua) để bảo đảm đạt được hỗn hợp quy định. Khi lớp xử lý đã được đầm chặt thì có thể đắp và xử lý lớp tiếp theo. Chiều dày lớp và chiều sâu xử lý nên được chọn sao cho quá trình trộn cắt được vào lớp dưới nhằm bảo đảm toàn bộ khối đắp là đồng nhất.

### 9.5.5 Rải chất kết dính

Cần tính toán khối lượng chất kết dính yêu cầu (tính bằng  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) và tiến hành kiểm tra mức độ rải.

CHÚ THÍCH 1: Liều lượng cụ thể của chất kết dính có thể được rải bằng cách sử dụng một máy rải cụ thể như được mô tả tại H.3 hoặc bằng cách đặt các túi chất kết dính trên một lưới xác định để trộn vào đất.

CHÚ THÍCH 2: Tham khảo H.3 để biết chi tiết về độ rải chính xác của chất kết dính trong các tình huống đòi hỏi độ chính xác cao hơn.

CHÚ THÍCH 3: Tỷ lệ của chất kết dính có thể được biểu thị bằng phần trăm khối lượng khô trên tổng khối lượng khô của hỗn hợp hoặc tính bằng  $\text{kg}/\text{m}^3$  đất trước khi trộn và phải được thực hiện theo Điều 7. Độ ẩm được biểu thị bằng phần trăm khối lượng trên tổng khối lượng khô của hỗn hợp hoặc phần trăm khối lượng trên khối lượng khô của đất.

### 9.5.6 Trộn tại hiện trường

Với các phương pháp trộn đất khác nhau để gia cố, lưu ý lớn nhất khi lựa chọn thiết bị là bảo đảm rằng nó đạt được các yêu cầu cần thiết để xử lý đất càng hiệu quả càng tốt. Điều này có thể đạt được các tiêu chí như  $I_{MCV}$ , độ ẩm hoặc  $I_{PI}$ .

Đối với trường hợp cần trộn và làm nhỏ chính xác, ví dụ: để xử lý đất ban đầu trước khi bổ sung chất kết dính thứ cấp, hoặc phần trên của khối đắp, tham khảo H.4 về máy trộn có trống nằm ngang.

### 9.5.7 Đầm chặt

Khi chất kết dính đã kết hợp với đất chưa xử lý thì điều quan trọng là hỗn hợp được đầm chặt theo đúng yêu cầu của dự án. Điều này có thể bao gồm giới hạn thời gian cho việc đầm chặt phụ thuộc vào chất kết dính được sử dụng, chất kết dính này cần nằm trong yêu cầu kỹ thuật. Nếu công việc được thực hiện trong thời tiết ẩm áp thì khối lượng chất kết dính được sử dụng, thường là vôi sống, có thể

giảm xuống và vật liệu không bị đầm chặt trong một khoảng thời gian để cho phép việc làm khô diễn ra trước hoặc sau khi kết hợp với sống. Thời gian đầm chặt cũng phải xét đến sự thủy hóa của chất kết dính.

#### **9.5.8 Bảo vệ bề mặt**

Đối với tất cả các hoạt động đào đắp, việc làm kín bề mặt và tạo hình là cần thiết giữa các ca làm việc hoặc trong thời gian ngừng thi công và chúng không phải là quy tắc chung giữa các lớp.

Cần phải bảo đảm việc bố trí xả nước phù hợp tại hiện trường.

#### **9.5.9 Lưu ý về thời tiết**

Trước khi bắt đầu các công việc gia cố, cần xem xét các điều kiện khí hậu hiện hành. Cần phải thừa nhận rằng các thay đổi khí hậu theo mùa sẽ đặt ra những hạn chế khác nhau đối với các công việc gia cố và sẽ phụ thuộc vào các vùng khác nhau.

Tuy nhiên, việc gia cố đất có thể làm tăng thời gian thi công. Gia cố đất có thể được sử dụng để làm cho các vật liệu chưa phù hợp trở nên phù hợp tại các thời điểm trong năm khi sự bay hơi không làm được điều này. Hơn nữa, việc gia cố đất có thể được tiến hành sau khi mưa để bắt đầu công việc sớm hơn so với các thiết bị thi công đất thông thường.

### **9.6. Cải tạo nền đất**

#### **9.6.1 Quy định chung**

Sự cải tạo của đất có thể thông qua việc bổ sung một chất kết dính duy nhất hoặc hai chất kết dính, được thêm vào riêng biệt (ví dụ: vôi sau đó xi măng), phụ thuộc vào loại đất và hóa chất. Cần có phương pháp thiết kế chi tiết hơn trong việc lập kế hoạch và thực hiện các công việc so với phương pháp gia cố đất.

Mục đích là giúp đất nền có một hoặc nhiều tính chất sau:

- khả năng chịu tải trọng tĩnh thẳng đứng, ngang hoặc xiên;
- khả năng chịu tải trọng động;
- khả năng chịu nước.

Tiêu chí quan trọng để cải tạo là đạt được mức độ đồng nhất cần thiết, độ ẩm, liều lượng chất kết dính và độ chặt của đất được xử lý để bảo đảm tính năng của vật liệu được xử lý.

CHÚ THÍCH: Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, tính năng bao gồm tính năng dài hạn (cường độ, khả năng chống chịu thời tiết, ...), độ bền lâu, ...

Mục này của tiêu chuẩn phác thảo các quy trình cần thực hiện để thi công và kiểm soát sự cải tạo của nền đất.

### 9.6.2 Vật liệu phù hợp cho cải tạo

Bất kỳ vật liệu nào được xem xét cho việc cải tạo đều phải thử nghiệm theo một nghiên cứu sơ bộ như mô tả tại Điều 7 của tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Một loại đất cụ thể là vật liệu đã xử lý trước bằng vôi. Nó thường là một vật liệu đã được trộn với vôi để làm thay đổi các đặc tính thông thường thông qua quá trình keo tụ để nó được xử lý bằng một sản phẩm khác như xi măng, chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường, tro bay hoặc xỉ hạt lò cao. Trong trường hợp đó, điều quan trọng là phải xem xét khía cạnh tương thích giữa các chất kết dính.

### 9.6.3 Chuẩn bị đất

Để tối ưu hóa hoặc cho phép cải tạo vật liệu, các yêu cầu chuẩn bị đất để xử lý có thể được đưa ra.

Có một số lựa chọn khả thi để chuẩn bị vật liệu cho cải tạo. Cụ thể như sau:

- trước khi xử lý. Quá trình chuẩn bị ban đầu có thể là xử lý vật liệu bằng chất kết dính ban đầu, ví dụ: vôi để chuẩn bị vật liệu cho việc bổ sung chất kết dính thứ hai;
- xử lý cơ học. Dự án có thể có các vật liệu phù hợp cho cải tạo nhưng cần điều chỉnh thành phần hạt. Điều này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng máy nghiền để giảm các vật liệu quá khổ, trộn các loại vật liệu khác nhau, tức là kết hợp vật liệu mịn hơn với vật liệu thô hơn, sàng để loại bỏ vật liệu quá khổ. Trong trường hợp đá yếu hoặc một số vật liệu dạng hạt, có thể phá vỡ các tảng/viên đá lớn bằng cách sử dụng tác động cơ học của lưỡi quay, máy đầm hoặc máy xới/máy cày. Kích thước hạt lớn nhất cho phép đối với vật liệu được xử lý phải được nêu trong yêu cầu kỹ thuật của công việc. Tất cả các vật liệu lớn hơn kích thước này sẽ bị loại bỏ. Hiện nay, hầu hết các thiết bị phục vụ cho cải tạo sẽ hoạt động đối với đất có chứa các hạt lên đến 150 mm;
- hiệu chỉnh độ ẩm. Nếu vật liệu cần xử lý đặc biệt khô thì việc bổ sung nước sẽ được yêu cầu để bảo đảm thủy hóa chất kết dính hoặc nếu vật liệu quá ướt thì cần phải làm khô bằng cách làm khô không khí hoặc xử lý bằng vôi sống. Đôi khi để bổ sung nước ban đầu, một máy trộn được sử dụng để trộn nước với đất. Thông thường, để cải tạo, độ ẩm càng gần với độ ẩm được thiết lập trong thí nghiệm trước càng tốt. Tốt hơn là ẩm hơn một chút so với độ ẩm tối ưu. Giới hạn độ ẩm được trình bày tại Điều 8 của tiêu chuẩn này;

CHÚ THÍCH: Đối với vật liệu dính, việc hiệu chỉnh độ ẩm có thể cần các hành động cụ thể và một khoảng thời gian để cho phép nước ngấm vào vật liệu.

- loại bỏ các vật liệu độc hại về mặt vật lý. Nếu đất cần xử lý có chứa các mảnh vật chất lạ, ví dụ: gỗ, kim loại hoặc các vật liệu khác có thể ảnh hưởng đến thành công của việc cải tạo, những vật liệu này nên được loại bỏ khi cần thiết.

Trong trường hợp có tồn tại các chất hóa học độc hại, ví dụ: sunfat, hoặc chất hữu cơ ảnh hưởng đến tính năng của đất cần xử lý, nghiên cứu tiền xử lý, như được trình bày tại 9.2, sẽ chỉ ra liệu loại đất này có thể được xử lý thành công hay không và bằng cách nào.

Một khi vật liệu được coi là phù hợp cho cải tạo và phương pháp xử lý đã được xác định, vật liệu sẽ phải được rải trước hoặc sau để xử lý.

#### **9.6.4 Các quy trình cải tạo cho lớp phủ và nền đắp**

##### **9.6.4.1 Quy định chung**

Mục đích của việc xử lý vật liệu để tạo thành lớp phủ hoặc nền đắp là để đạt được các yêu cầu kỹ thuật bằng cách tạo một cấu trúc đồng nhất. Các quy trình và trình tự liên quan đến sản xuất vật liệu cải tạo được trình bày tại Phụ lục I.

##### **9.6.4.2 Cải tạo trong quá trình đào**

Phương pháp xử lý trong khu vực đào là rải chất kết dính lên bề mặt và sau đó trộn bằng máy trộn có trống nằm ngang trước khi đào bằng máy làm đất thông thường và vận chuyển vật liệu đến khu vực đắp trước khi rải và đầm chặt lần cuối trong thời gian công tác.

##### **9.6.4.3 Gia cố vùng đắp**

Đất cần xử lý được rải ra bằng thiết bị đào đắp thông thường và chất kết dính được rải trên đất. Chất kết dính sau đó được trộn với đất bằng máy trộn với đủ số lượt trộn để bảo đảm đạt được hỗn hợp quy định. Khi lớp xử lý đã được đầm chặt thì có thể rải, bố trí và xử lý lớp đắp tiếp theo.

##### **9.6.4.4 Cải tạo tại đáy hố đào**

Trường hợp này xảy ra khi nền của một hố đào phải được cải tạo như một lớp đáy móng chẳng hạn. Trong trường hợp này, khi vật liệu đã xử lý, nó sẽ không bị loại bỏ. Đất cần xử lý được xén phẳng bằng thiết bị thi công đất và chất kết dính được rải trên đất. Sau đó, chất kết dính được trộn với đất bằng máy trộn với đủ số lượt trộn để bảo đảm đạt được hỗn hợp quy định. Sau khi trộn, lớp đất được đầm chặt trong khoảng thời gian công tác và được cung cấp mọi biện pháp bảo vệ cần thiết.

##### **9.6.4.5 Rải chất kết dính**

Đối với việc rải chất kết dính cho công việc cải tạo, việc bố trí chất kết dính đóng bao là không thích hợp trừ khi không thể tránh được trong những trường hợp đặc biệt.

Mục này liên quan đến các thiết bị rải riêng biệt.

CHÚ THÍCH 1: Có một số thiết bị trộn cải tạo có các phễu tích hợp và rải chất kết dính với liều lượng được kiểm soát ngay trước thùng trộn trên toàn bộ chiều rộng của thùng trộn.

Thiết bị rải phải có tốc độ xả/rải phù hợp với tốc độ di chuyển. Khoảng cách phân phối chất kết dính càng xa càng tốt, đủ để số lượng chất kết dính cần thiết được phân phối trong một lần rải.

Để ngăn chặn dòng chảy ngang của chất kết dính dưới bánh xe máy trộn, nơi liều lượng cao chất kết dính, nên thêm chất kết dính vào 2 hoạt động rải và trộn riêng biệt. Thử nghiệm hiện trường sẽ xác định liều lượng lớn nhất.

Chất kết dính phải được rải trên toàn bộ khu vực để trộn thành các dải song song với khoảng chùng lên nhau nhỏ, khoảng vài cm.

CHÚ THÍCH 2: Việc rải đều chất kết dính là cần thiết vì máy trộn trực quay không thể phân phối lại vật liệu trong quá trình trộn.

Hoạt động trải chất kết dính yêu cầu sự kiểm soát cẩn thận, khả năng hiển thị cho người vận hành và việc kiểm tra rải phải được thực hiện theo 9.7 để bảo đảm sự phù hợp với yêu cầu kỹ thuật.

#### **9.6.4.6 Trộn tại chỗ**

Thiết bị được sử dụng cho trộn tại chỗ phải có khả năng thiết lập và duy trì chính xác chiều sâu trộn:

- chiều sâu này thường được điều chỉnh bởi các yêu cầu về đầm chặt của vật liệu đã xử lý chứ không phải khả năng trộn của thiết bị cải tạo. Chiều sâu lớp đầm chặt không được lớn hơn 350 mm trừ khi có thể chứng minh được rằng đạt được mức độ đầm chặt đồng nhất yêu cầu trong lớp được bằng các thí nghiệm hiện trường;
- khi trộn, thiết bị nên vận hành theo các dải song song, có sự chùng lún giữa các dải để bảo đảm toàn bộ khu vực dự kiến được trộn. Khi sử dụng máy trộn tích hợp với chất kết dính, điều này sẽ bảo đảm đạt được độ phủ hoàn chỉnh của chất kết dính;
- mức độ làm nhỏ, khi có yêu cầu, phải tuân theo Bảng 5 trong 8.3.1.2 của tiêu chuẩn này hoặc được kiểm tra bằng trực quan trong quá trình thực hiện công việc. Với một số vật liệu nhất định, đặc biệt là đất sét, có thể cần trộn vật liệu trong nhiều lượt di chuyển của máy, với thời gian chờ có thể giữa các lượt di chuyển, phụ thuộc vào tính công tác của chất kết dính, để đạt được mức độ làm nhỏ cần thiết;
- khi công tác cải tạo được thực hiện nhiều hơn một lớp, điều quan trọng là chiều sâu trộn của lớp trên lún một chút vào lớp bên dưới để bảo đảm rằng toàn bộ lớp được trộn là khối đất đồng nhất được tạo ra và không có mặt phân cách giữa các lớp.

CHÚ THÍCH: Các yêu cầu thông số kỹ thuật của vật liệu cải tạo trước khi đóng rắn (dưỡng hộ) là việc trộn chỉ có thể đạt được khi sử dụng máy trộn cát xói (làm nhỏ) dạng trống quay hoặc trục. Các loại máy khác chỉ có khả năng thực hiện các công việc gia cố, không thể đạt được mức độ làm nhỏ cao cần thiết trong quá trình cải tạo.

#### **9.6.4.7 Đầm chặt**

Vật liệu đã xử lý phải được đầm chặt trong thời gian công tác để đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật.

CHÚ THÍCH: Việc đầm chặt vật liệu đã xử lý thường được thực hiện bằng cách sử dụng xe lu đất thông thường. Các tiêu chí lựa chọn thiết bị phụ thuộc vào chiều dày lớp và các yêu cầu của thông số kỹ thuật. Tham khảo 9.6.6 để biết thông tin về mặt phân cách giữa các lớp.

#### 9.6.4.8 Bảo vệ các lớp bên dưới và lớp bề mặt, bảo vệ chung của các công việc

Trong và sau quá trình thi công cải tạo lớp đáy móng hoặc thi công nền đắp, các lớp bên dưới và lớp bề mặt phải được bảo vệ chống lại thời tiết (cả ẩm ướt và khô) và/hoặc tác động của giao thông thi công.

Do việc cải tạo vật liệu dựa trên việc hình thành các liên kết “xi măng”, nên điều quan trọng là các lớp đã xử lý không phải chịu giao thông đi lại trực tiếp trong thời gian đóng rắn bởi thiết bị thi công đất rải lớp tiếp theo. Vật liệu nên được đổ bằng xe và đẩy vào vị trí bằng máy ủi hoạt động trên lớp được đặt/rải trước khi xử lý. Chiều dày của lớp được rải phải được chọn để bảo đảm rằng lớp dưới không bị ảnh hưởng bởi hoạt động của thiết bị.

Đối với tất cả các hoạt động đào đắp, việc làm kín bề mặt và tạo hình là cần thiết giữa các ca làm việc hoặc trong thời gian ngừng thi công và chúng không phải là quy tắc chung giữa các lớp. Cũng phải cẩn thận để bảo đảm rằng vị trí bốc dỡ được bố trí phù hợp.

Có thể dùng nhũ tương bitum phun lên bề mặt để ngăn nước thấm qua bề mặt, và trong điều kiện ẩm hơn và/hoặc có gió, nó cũng có tác dụng như lớp kín ngăn chặn sự bay hơi của nước từ lớp được cải tạo. Tuy nhiên, điều này thường không được áp dụng cho việc xây dựng nền đắp. Việc phun nước lên lớp hoàn thiện cũng có thể được sử dụng để ngăn chặn sự bay hơi có thể gây bất lợi trong quá trình đóng rắn.

Các công việc cải tạo cần được lên kế hoạch để ngăn không cho các vật liệu đã xử lý bị hư hỏng do nước. Nước sinh ra từ hai nguồn: nước ngầm và nước mưa. Nếu nước không được kiểm soát, nó có thể làm hỏng đất đã xử lý và công việc cải tạo có thể yêu cầu làm lại.

Việc kiểm soát nước thường được thực hiện bằng cách bảo đảm rằng các công việc được định hình để không bị đọng nước, bề mặt được làm kín bằng lu bánh nhẵn để ngăn thấm và bằng cách lắp đặt các mương/rãnh/cống và những thứ tương tự. Trong một số trường hợp, các hệ thống thoát nước tự chảy này sẽ được hỗ trợ bởi hệ thống thoát nước chủ động, tức là các máy bơm. Trong mọi trường hợp, phải cẩn thận để bảo đảm rằng việc bố trí xả thải được áp dụng phù hợp để ngăn ngừa thiệt hại về môi trường.

Khi lớp đáy móng được làm bằng vật liệu cải tạo cần một thời gian đóng rắn, lớp được xử lý phải bảo đảm hoạt động giao thông tối thiểu để tránh hư hỏng công việc.

CHÚ THÍCH 1: Nếu kế hoạch vận chuyển số lượng lớn trên lớp nền hoặc lớp đáy móng (ví dụ từ đào đến đắp), khối lượng vận chuyển và loại thiết bị dự kiến phải được xem xét cẩn thận trong việc thiết kế lớp nền hoặc lớp đáy móng. Thật vậy, tải trọng có thể lớn hơn nhiều so với tải trọng được xem xét trong thiết kế mặt đường về dài hạn.

CHÚ THÍCH 2: Khi bố trí lớp nền ít nhất phải xem xét việc vận chuyển bên trên lớp đáy móng. Thực tế, những vật liệu này thường được vận chuyển phổ biến bằng xe tải đường bộ.

Việc lựa chọn biện pháp bảo vệ bề mặt phù hợp phụ thuộc vào vai trò được giao cho nó, bản chất của vật liệu được xử lý, ứng suất cơ học và khí hậu mà nó phải chịu, và thông lệ địa phương.



CHÚ THÍCH 3: Các giải pháp khác nhau giữa việc nước phun để bảo vệ trong thời gian rất ngắn khi không có giao thông, đến phủ bề mặt bằng nhũ tương bitum và đá dăm để bảo vệ tốt hơn khỏi giao thông thi công đồng đúc. Thành phần của lớp bảo vệ bề mặt được xác định theo thông lệ địa phương.

### 9.6.5 Các ứng dụng khác

Cải tạo đất trong khối đắp có thể được xem xét khi xây dựng các phần nhất định của các nền đắp đặc biệt. Mục tiêu trong trường hợp này là thay đổi dài hạn các đặc tính của vật liệu chủ khi được xử lý để mang lại cho nó các đặc tính cơ học nâng cao có thể được sử dụng trong thiết kế công trình. Hiệu ứng này có thể được tìm thấy trong các ứng dụng được trình bày trong Phụ lục J.

### 9.6.6 Bề mặt phân chia các lớp và tổ chức thi công

Khi lập kế hoạch thực hiện việc cải tạo đất, điều quan trọng là các công việc phải được lập kế hoạch chính xác và cần xét đến các yếu tố sau. Nhiều lý do khiến những yếu tố này trở nên quan trọng được đề cập ở những nơi khác trong tiêu chuẩn này. Những điểm nổi bật nhất cần được xem xét bao gồm.

- Phân kỳ của các công việc. Các công việc nên được lập kế hoạch để tránh giao thông vận chuyển qua các công việc đã hoàn thành một cách không cần thiết, giảm nguy cơ thiệt hại cho các khu vực đã hoàn thành.
- Lựa chọn thiết bị. Điều này phụ thuộc vào quy mô của dự án, vật liệu cần xử lý và yêu cầu về sản phẩm cuối.
- Thiết bị đầm. Thiết bị này nên được lựa chọn để bảo đảm rằng có thể đạt được độ đầm chặt hoàn toàn đồng nhất trên toàn bộ chiều sâu của lớp và không gây hư hại cho các lớp bên dưới.  
CHÚ THÍCH: Việc sử dụng lu chân cừu có thể hỗ trợ tương tác cơ học giữa các lớp và làm giảm sự phân lớp.
- Trộn qua ranh giới lớp. Quá trình này phải bảo đảm rằng có sự xâm lấn vào các lớp bên dưới để bảo đảm tính nhất quán và liên tục của vật liệu.
- Rải vật liệu phủ lên trên bằng cách nghiêng thùng xe và đẩy ra ngoài để tránh đi lại trên công việc đã hoàn thành nên là phương pháp thi công được ưu tiên.

## 9.7. Kiểm tra và tính tuân thủ

### 9.7.1 Yêu cầu kỹ thuật

9.7.1.1 Đối với công việc gia cố, cần quy định rõ những điều sau:

- giá trị cần đạt về độ ẩm, hoặc chỉ số dẻo, hoặc giá trị điều kiện độ ẩm, hoặc chỉ số *IPI* hoặc mức độ đầm chặt và các giới hạn dung sai đối với giá trị này. Lượng chất kết dính cần thiết để đạt được giá trị này có thể được chỉ ra thông qua đồ thị thể hiện tỷ lệ phần trăm của chất kết dính so với độ ẩm ban đầu và cuối cùng, hoặc dưới dạng bảng;

CHÚ THÍCH: Phụ lục N trình bày ví dụ về phương pháp và đồ thị để xác định lượng vôi cần thiết để đạt được chỉ số *IPI* mục tiêu.

- chiều dày của lớp được xử lý.

**9.7.1.2** Đối với công việc cải tạo, nên sử dụng một trong hai lựa chọn sau để xác định công việc:

- lựa chọn đầu tiên là chỉ rõ đặc tính và số lượng chất kết dính được sử dụng và quy trình thi công vật liệu (chiều dày lớp, độ ẩm, phương pháp đầm chặt, thiết bị);
- lựa chọn thứ hai là xác định tính năng cơ học yêu cầu đối với vật liệu đã xử lý như khả năng chịu lực, hoặc cường độ, hoặc độ cứng, hoặc thông số liên quan khác.

## **9.7.2 Kiểm tra tuân thủ và hồ sơ**

### **9.7.2.1 Công việc gia cố**

Do mục tiêu của công việc gia cố nói chung là giảm độ ẩm hoặc chỉ số dẻo của vật liệu, các thí nghiệm được thực hiện sau khi xử lý phải bao gồm một hoặc nhiều điều sau:

- độ ẩm;
- giá trị điều kiện độ ẩm;
- độ chặt (khối lượng thể tích);
- chỉ số chịu tải tức thời;
- các thí nghiệm phù hợp khác.

### **9.7.2.2 Công việc cải tạo**

Các kiểm tra sẽ được thực hiện ở hai giai đoạn.

Ở giai đoạn đầu, các thí nghiệm sẽ được thực hiện để xác nhận rằng tất cả các thông số đã được kiểm tra để kết luận việc xử lý thành công hay chưa.

Các thí nghiệm này được lựa chọn phù hợp từ danh sách dưới đây:

- độ ẩm và độ đồng nhất của vật liệu trước khi trộn với chất kết dính (tại hiện trường hoặc trong nhà máy);
- khối lượng chất kết dính rải theo mét vuông (nếu trộn tại hiện trường) hoặc được kiểm tra tại thiết bị trộn trong trường hợp trộn tại nhà máy;
- độ ẩm của hỗn hợp trước khi đầm chặt;
- mức độ làm nhỏ;
- chiều dày của lớp được xử lý;
- điều kiện đầm (loại máy đầm, tốc độ, tần số và phạm vi rung, số lượt đầm);
- giá trị điều kiện độ ẩm;
- chỉ số chịu tải tức thời;
- độ chặt (khối lượng thể tích).

Ở giai đoạn thứ hai, các thí nghiệm sẽ được thực hiện để kiểm tra xem các đặc tính cơ học được chỉ định đã đạt hay chưa. Một số thí nghiệm này sẽ được thực hiện ngay sau khi kết thúc quá trình xử lý và đầm chặt, một số sẽ được thực hiện sau một khoảng thời gian (từ vài giờ đến vài ngày hoặc vài tuần).

Các thí nghiệm này phải được lựa chọn phù hợp từ danh sách được liệt kê sau đây:

- độ chặt tại hiện trường, được so sánh với giá trị dự kiến của nghiên cứu trong phòng thí nghiệm. Thí nghiệm này phải được thực hiện càng sớm càng tốt trước khi hỗn hợp đông rắn để kiểm tra mức độ đầm chặt đạt được;
- thí nghiệm gia tải tấm nén phẳng để xác định khả năng chịu lực của vật liệu đã xử lý (thí nghiệm này không thích hợp cho lớp đáy móng do có thể bị hư hỏng hoặc phá hủy vì thí nghiệm). Thí nghiệm phải được thực hiện ở độ tuổi xác định và luôn phải sau khi kết thúc thời gian ninh kết;
- độ võng dưới tải một trục. Mục đích của thí nghiệm độ võng là đo biến dạng tạm thời của lớp gây ra bởi một tải trọng xác định (do trục sau của xe tải tác dụng). Thí nghiệm có thể thực hiện ở độ tuổi xác định và luôn luôn sau khi kết thúc thời gian ninh kết;
- mô đun đàn hồi, hoặc cường độ chịu kéo gián tiếp, hoặc thí nghiệm cường độ chịu nén không nở hông;
- thí nghiệm CBR;
- thử nghiệm độ trương nở;
- thí nghiệm thích hợp khác.

Ngoại trừ độ chặt tại hiện trường, các thí nghiệm phải được thực hiện ở độ tuổi xác định và luôn phải sau khi kết thúc thời gian ninh kết.

CHÚ THÍCH: Mô đun đàn hồi cũng có thể được đo lường theo thí nghiệm địa chấn không phá hủy (xem Phụ lục C).

### 9.7.3 Báo cáo hoàn thành

**9.7.3.1** Đối với các công việc gia cố, báo cáo hoàn thành cần bao gồm những nội dung sau:

- ngày xử lý;
- điều kiện thời tiết (nhiệt độ địa phương, nhiều mây hoặc nắng...);
- địa điểm của khu vực xử lý;
- nhận dạng vật liệu (phân loại hoặc mô tả);
- chất kết dính sử dụng;
- chiều dày hoặc chiều sâu của lớp.

Báo cáo cũng có thể bao gồm một số dữ liệu tùy chọn sau:

- liều lượng chất kết dính;
- độ ẩm trước và/hoặc sau khi xử lý;
- chỉ số độ dẻo trước và/hoặc sau khi xử lý;
- chỉ số *MCV* trước và/hoặc sau khi xử lý;
- chỉ số chịu tải tức thời;
- độ chặt;
- hàm lượng sunfat và/hoặc lưu huỳnh.

**9.7.3.2** Đối với các công việc cải tạo, báo cáo hoàn thành nên bao gồm những nội dung sau:

- ngày xử lý;
- điều kiện thời tiết (nhiệt độ địa phương, nhiều mây hoặc nắng,...);
- địa điểm của khu vực xử lý;
- nhận dạng vật liệu (phân loại hoặc mô tả);
- sử dụng (các) chất kết dính;
- chiều dày hoặc chiều sâu của lớp xử lý;
- mục đích của việc xử lý (kết cấu công trình, lớp đáy móng ...);
- mục tiêu cuối cùng về tính năng cơ học (khả năng chịu lực, hoặc cường độ, hoặc độ cứng, hoặc độ chặt, hoặc  $I_{CBR}$  ...);
- các tính năng cơ học hoặc vật lý cuối cùng (ngày tháng và giá trị).

Báo cáo có thể bao gồm thêm một số dữ liệu tùy chọn sau:

- (các) liều lượng chất kết dính;
- độ ẩm trước và sau khi xử lý;
- chỉ số dẻo trước và sau khi xử lý;
- chỉ số  $MCV$  ;
- độ chặt;
- hàm lượng sunfat và/hoặc lưu huỳnh;
- phương pháp thực hiện (xử lý tại nhà máy hoặc tại chỗ);
- tham chiếu chi tiết về chất kết dính và số mẫu (nhằm điều tra thêm nếu cần);
- giờ bắt đầu và kết thúc quá trình xử lý (giờ trộn đất và chất kết dính khi bắt đầu và kết thúc đầm chặt);
- ngày và giờ dự kiến kết thúc giai đoạn ninh kết (không được phép đầm chặt sau đó);
- ngày giả định (tham khảo nghiên cứu trong phòng thí nghiệm) để biết khả năng vận chuyển.

### **9.8. Lưu ý về thời tiết và thực tiễn**

Những lưu ý cần được thực hiện khi lập kế hoạch hoặc khi thực hiện các công việc xử lý được trình bày tại Phụ lục M.

## Phụ lục A

(tham khảo)

### Chế tạo mẫu thử cho vật liệu cần xử lý

#### A.1 Giới thiệu

Phụ lục này đưa ra các khuyến nghị về việc chuẩn bị mẫu thử cho các vật liệu được xử lý bằng chất kết dính (vôi, xi măng, chất kết dính thủy hóa chuyên biệt cho đường, xỉ, tro bay) cho các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm. Phụ lục này liên quan đến việc lấy mẫu, việc đồng nhất, bổ sung (các) chất kết dính, trộn, đầm chặt và dưỡng hộ.

#### A.2 Lấy mẫu

Các mẫu được thu thập sẽ đại diện cho lớp đất được đặc trưng hóa.

Các tiêu chí lựa chọn và vị trí của các điểm lấy mẫu cũng như phương pháp chuẩn bị trước khi thí nghiệm sẽ được ghi chép lại. Tất cả những điều này phụ thuộc vào:

- mục tiêu của cuộc khảo sát và giai đoạn của dự án;
- thông tin sơ bộ sẵn có;
- tình trạng tại thực địa.

Các biện pháp phòng ngừa thích hợp, càng sớm càng tốt, sẽ được thực hiện để bảo đảm rằng mẫu không có bất kỳ thay đổi nào trong khoảng thời gian từ khi lấy mẫu đến khi thí nghiệm. Các vật liệu sẽ được bảo quản trong các túi hoặc hộp kín có dán nhãn để ngăn chặn sự thay đổi của độ ẩm.

Các mẫu sẽ được đặc trưng hóa theo các thí nghiệm nhận dạng thích hợp và được nhóm thành các nhóm vật liệu có các đặc tính tương tự để thực hiện nghiên cứu khả thi cho việc xử lý.

#### A.3 Độ ẩm

Độ ẩm tự nhiên của vật liệu sẽ được đo và báo cáo trước khi xử lý.

#### A.4 Kích thước lớn nhất của các hạt

Các mẫu sẽ tuân theo các kích thước được cho trong Bảng A.1.

**Bảng A.1 – Kích thước tối đa của các hạt cho phép trong mẫu so với kích thước mẫu và phương pháp đầm chặt theo thí nghiệm sẽ được thực hiện**

Thông số	Phương pháp đầm chặt	Kích thước của khuôn (mm)	Kích thước các hạt lớn nhất được phép trong mẫu (mm)
$\frac{I_{CBR}}{I_{PI}}$ (EN 13286-47)	Thí nghiệm Proctor (EN 13286-2)	$d 150 \pm 1$ h $120 \pm 1$	22,4
$R_c$ (EN 13286-41)	Thí nghiệm Proctor hoặc	$d 100 \pm 1$ h $120 \pm 1$	16 (hoặc 22,4)

Thông số	Phương pháp đầm chặt	Kích thước của khuôn (mm)	Kích thước các hạt lớn nhất được phép trong mẫu (mm)
$R_{it}$ (EN 13286-42)	Bàn rung EN 13286-50	$d 150 \pm 1$ h $120 \pm 1$	31,5
$E_c$ và $E_{it}$ (EN 13286-43)	Máy đầm nén rung EN 13286-51	$d 100 \pm 1$ h $100 \pm 1$	22,4
		$d 150 \pm 1$ h $150 \pm 1$	31,5
	Nén rung EN 13286-52	$d 100$ h $100$ hoặc $200$	22,4
		$d 160$ h $160$ hoặc $320$	31,5
	Nén tĩnh EN 13286-53	$d 50$ h $50$ hoặc $100$	11,2
		$d 100$ h $100$ hoặc $200$	22,4
$I_{MCV}$ (EN 13286-46)		$d 100-100,10$ mm h min. $200$ mm	20

CHÚ THÍCH: Đối với việc đo  $R_c$ , ưu tiên chỉ số độ mảnh bằng 2. Đối với việc đo  $R_{it}$ , chỉ số độ mảnh bằng 1 được ưu tiên.

## A.5 Xử lý

### A.5.1 Quy định chung

Khối lượng chính xác của vật liệu và chất kết dính được xác định bằng cách cân. Liều lượng chất kết dính được tính trên trọng lượng ở trạng thái khô của các thành phần (vật liệu + chất kết dính).

$$d\% = 100 \cdot \frac{Q}{Q + M_{dr} + m_{cg}}$$

trong đó:

$d$  là liều lượng;

$Q$  là khối lượng chất kết dính;

$M_{dr}$  là khối lượng vật liệu khô;

$m_{cg}$  là khối lượng của kích thước hạt điều chỉnh nếu có.

### A.5.2 Trộn

Một lượng vật liệu đủ để chuẩn bị số lượng mẫu yêu cầu, được đưa vào máy trộn.

Quá trình trộn cần tạo ra một vật liệu đồng nhất với hỗn hợp đồng đều. Thiết bị trộn phải đạt được chất lượng trộn như nhau giữa các mẻ nguyên liệu. Thời gian sử dụng để trộn cần được lưu ý.

Chi tiết về phương pháp chuẩn bị, chẳng hạn như loại máy trộn và dụng cụ trộn, công suất và tốc độ quay của máy trộn, thời gian trộn, ... không được quy định, nhưng sẽ được lựa chọn dựa trên kinh nghiệm tại địa phương với vật liệu và thiết bị có sẵn.

CHÚ THÍCH: Sự khác biệt về đặc tính của vật liệu, chất kết dính và máy trộn dẫn đến không thể quy định thời gian trộn cố định. Biện pháp đáng tin cậy nhất và có thể lặp lại để đánh giá tính đồng nhất của việc trộn là hình thức bên ngoài. Điều này đòi hỏi nhân viên phòng thí nghiệm có tay nghề cao.

Trước khi bổ sung chất kết dính, hai mẫu được lấy ra để xác định độ ẩm của chúng. Vật liệu đã xử lý cần được bảo vệ để không bị khô trước khi sử dụng để tạo mẫu thử.

### **A.5.3 Xử lý theo hai giai đoạn**

Xử lý theo hai giai đoạn bao gồm xử lý ban đầu bằng vôi, sau đó xử lý lần hai bằng chất kết dính thủy hóa. Chất kết dính thủy hóa được thêm vào ít nhất 2 giờ sau khi trộn vật liệu với vôi. Trong giai đoạn này, vật liệu đã xử lý bằng vôi sẽ được bảo quản trong các túi hoặc hộp kín để ngăn nước bay hơi.

Trước khi thêm chất kết dính thủy hóa, các mẫu sẽ được lấy để đo độ ẩm của vật liệu được xử lý bằng vôi.

### **A.6 Ủ mẫu và đầm chặt vật liệu đã xử lý trong khuôn mẫu**

Để xử lý bằng vôi, hỗn hợp này sẽ được bảo quản để ủ ít nhất 1 giờ trong túi kín hoặc hộp kín trước khi đầm chặt. Phụ thuộc vào trường hợp áp dụng, thời gian ủ lâu hơn của vật liệu được xử lý bằng vôi trước khi đầm chặt có thể thay đổi thích hợp. Việc đầm chặt phải được hoàn thành 30 phút sau khi ủ. Khoảng thời gian ủ được áp dụng sẽ được nêu trong báo cáo thí nghiệm trong phòng.

Đối với việc xử lý chất kết dính thủy hóa, việc đầm chặt phải được hoàn thành trong vòng 90 phút sau khi trộn vật liệu với chất kết dính thủy hóa.

Đối với việc xử lý hai giai đoạn, ví dụ: vôi cộng với chất kết dính thủy hóa, vật liệu đã xử lý phải được đầm chặt trong vòng 90 phút sau khi trộn vật liệu với chất kết dính thủy hóa. Thời gian ủ của vật liệu được xử lý bằng vôi trước khi trộn với chất kết dính thủy hóa phải được nêu trong báo cáo thí nghiệm trong phòng.

Quy trình đầm chặt (EN 13286-50 đến 53) phụ thuộc vào kích thước của mẫu thử, vào mục tiêu cần đạt được (độ chặt hoặc năng lượng) và vào các đặc tính được đo bằng các tiêu chuẩn liên quan (xem Bảng A.1).

Phương pháp đầm chặt được sử dụng sẽ được nêu trong báo thí nghiệm trong phòng.

### **A.7 Dưỡng hộ và bảo quản**

#### **A.7.1 Quy định chung**

Phụ thuộc vào vật liệu và các thí nghiệm được thực hiện, các mẫu thử được dưỡng hộ trong khuôn hoặc lấy ra khỏi khuôn sau khi đầm chặt.

CHÚ THÍCH: Thông thường mẫu thử không chịu tải trọng ngoài trong quá trình dưỡng hộ và bảo quản. Cường độ của vật liệu cải tạo thường tăng lên nếu có tải trọng trong quá trình dưỡng hộ.

Việc dưỡng hộ, có thể được yêu cầu giữa quá trình chế tạo mẫu thử và thí nghiệm, phải bao gồm việc bảo quản mẫu thử trong một khoảng thời gian xác định ở một trong các trạng thái sau:

- a) trong điều kiện ngăn cản sự bay hơi dẫn đến mất khối lượng đáng kể;
- b) trong điều kiện cho phép ngấm toàn bộ mẫu (ngấm nước);
- c) trong điều kiện ngăn cản sự bay hơi (như điểm a) sau đó ngấm hoàn toàn trong nước.

Trong mỗi trường hợp, kiểu dưỡng hộ, nhiệt độ trung bình và thời gian bảo quản sẽ được ghi lại và nêu trong báo cáo thí nghiệm.

#### **A.7.2 Dưỡng hộ bằng cách ngăn chặn sự bay hơi**

Dưỡng hộ bằng cách ngăn thất thoát nước do bay hơi sẽ được thực hiện theo một trong các phương pháp sau:

- a) bảo quản trong tủ hoặc phòng điều hòa có độ ẩm tương đối ít nhất là 90 %, trừ khi các giá trị cụ thể được quy định trong tiêu chuẩn thí nghiệm liên quan;
- b) phủ sáp lên các đầu của mẫu khi bảo quản mẫu trong khuôn;
- c) bọc một màng nhựa xung quanh mẫu vật;
- d) các phương pháp phù hợp khác.

Các mẫu sẽ được bảo quản ở nhiệt độ  $(20 \pm 2)$  °C hoặc nhiệt độ quy định khác.

CHÚ THÍCH: Nhiệt độ được chọn sẽ ảnh hưởng đến tốc độ tăng cường độ.

#### **A.7.3 Dưỡng hộ cho phép ngấm nước hoàn toàn**

Khi có quy trình ngấm cụ thể trong tiêu chuẩn liên quan (ví dụ: thí nghiệm CBR) thì quy trình này sẽ được tuân theo.

Trong các trường hợp khác, mẫu trong hoặc ngoài khuôn sẽ được ngấm cẩn thận vào nước ở  $(20 \pm 2)$  °C hoặc nhiệt độ quy định khác.

#### **A.7.4 Dưỡng hộ bao gồm ngăn ngừa bay hơi sau khi ngấm**

Việc dưỡng hộ bao gồm ngăn ngừa bay hơi sau khi ngấm nước sẽ được thực hiện như mô tả trong A.7.2 và A.7.3, ngoại trừ sau khi bảo quản theo A.7.2, sáp hoặc nắp đậy hoặc lớp bảo vệ khác sẽ được loại bỏ khỏi mẫu nếu thích hợp trước khi bảo quản trong điều kiện ngấm nước.

### **A.8 Lấy mẫu ra khỏi khuôn**

Sau thời gian dưỡng hộ quy định, lưu ý chiều cao của mẫu so với mặt trên của khuôn, và độ nhám của bề mặt của mẫu. Việc lấy mẫu ra khỏi khuôn phải được thực hiện với mức độ xáo trộn tối thiểu. Ví dụ, trong trường hợp đã sử dụng khuôn với khe được băng, hãy tháo băng ra khỏi khe và cạy khe hở để cho phép lấy mẫu ra. Trong trường hợp khuôn bằng bìa cứng, hãy bóc bìa cứng.



## A.9 Báo cáo

Một báo cáo đầy đủ sẽ cung cấp về các điều kiện chuẩn bị mẫu, như sau:

- phân loại vật liệu;
- nguồn gốc và số lượng của vật liệu;
- việc loại bỏ các hạt quá to khỏi vật liệu;
- thông số kỹ thuật của máy trộn, và dụng cụ trộn được sử dụng, công suất, vòng/phút, thời gian trộn, điều kiện và thời gian ủ và bảo quản;
- độ ẩm của vật liệu đồng nhất;
- đường kính mẫu được chọn;
- tiêu chuẩn, loại, lớp, thông số kỹ thuật, ... của từng chất kết dính do nhà sản xuất hoặc nhà cung cấp cấp;
- liều lượng chất kết dính;
- điều kiện và thời gian bảo quản;
- loại khuôn sử dụng;
- các mô tả của máy nén khí cần thiết: đường kính và hình dạng của khuôn dập, áp lực nén, ...;
- độ ẩm của vật liệu đã xử lý sau khi trộn;
- điều kiện bảo quản (nhiệt độ và độ ẩm, khoảng thời gian) và những sai lệch của nó trong quá trình dưỡng hộ;
- ...

Đối với mỗi mẫu thí nghiệm, thông tin sau sẽ được báo cáo:

- khối lượng thể tích sau khi đầm chặt và cắt nhỏ vào trong khuôn;
- chiều cao của mẫu so với đỉnh khuôn sau khi dưỡng hộ;
- độ nhám của mặt trên của mẫu sau khi dưỡng hộ;
- khó khăn trong quá trình lấy mẫu ra khỏi khuôn sau khi dưỡng hộ;
- các điểm bất thường của mẫu, ví dụ các lỗ có thể nhìn thấy và khoảng rỗng lớn, hoặc mặt dưới không hoàn toàn bằng phẳng và vuông góc;
- xử lý bề mặt bên trên trước khi làm thí nghiệm khác;
- khối lượng thể tích sau khi lấy ra khỏi khuôn;
- ...

Ảnh chụp mẫu trước và sau khi dưỡng hộ và/hoặc trước và sau khi thí nghiệm có thể được thêm vào báo cáo thí nghiệm nếu có liên quan.

## **Phụ lục B**

(tham khảo)

### **Tốc độ gia tải cho các thí nghiệm về cường độ và mô đun**

EN 13286-41 quy định rằng việc gia tải phải được thực hiện một cách liên tục và không đổi để không có đột biến để xảy ra hiện tượng phá hoại trong vòng 30 giây đến 60 giây kể từ khi bắt đầu gia tải. Tất cả các mẫu bị vỡ trước 30 giây hoặc sau 60 giây phải bị loại bỏ. Giới hạn thời gian phá hoại này là như nhau cho bất kể loại thí nghiệm nào, tức là cho cả kiểm soát ứng suất hoặc kiểm soát biến dạng.

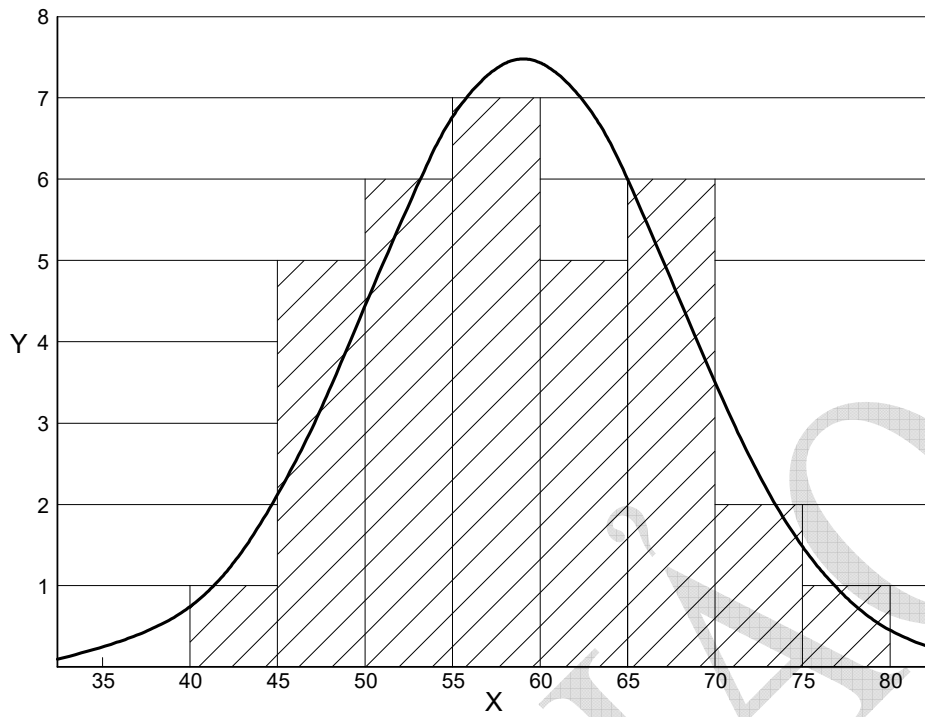
Việc sử dụng giới hạn thời gian này đối với đất đã xử lý dẫn đến việc bổ sung thêm các mẫu để hiệu chỉnh thời gian phá hủy. Nó dẫn đến khả năng có nhiều mẫu bổ sung cho các hàm lượng chất kết dính khác nhau hoặc sự kết hợp của các chất kết dính. Điều này là không thực tế đối với chương trình thí nghiệm trước và thí nghiệm thống nhất nên được thực hiện. Nó cũng có thể dẫn đến việc mẫu được lấy từ lõi khoan tại hiện trường cần bị loại bỏ do giới hạn thời gian phá hủy.

Do đó, một phương pháp thay thế được đề xuất dựa trên tốc độ biến dạng đơn duy nhất để khắc phục vấn đề này.

Một lý do khác để chọn tốc độ biến dạng đơn là sự khác biệt về kích thước mẫu thử và hình dạng của các mẫu thử. Điều này là do các phương pháp chế tạo mẫu khác nhau. Kích thước của mẫu phụ thuộc vào phương pháp đã chọn, ví dụ: kích thước của khuôn được sử dụng (xem Phụ lục A). Điều này có nghĩa là tỷ lệ độ mảnh sẽ thay đổi theo phương pháp đầm đã chọn. Để cho phép sự khác biệt về tỷ lệ độ mảnh (chiều cao/đường kính mẫu), tốc độ biến dạng được đề xuất là từ 1 % đến 2 % chiều cao mẫu mỗi phút (ví dụ: mẫu có chiều cao 200 mm phải có tốc độ biến dạng là 2 mm/phút nếu 1 % được chọn).

Tốc độ biến dạng 1 % chiều cao mẫu thử mỗi phút tuân theo một số thông lệ hiện hành của quốc gia và biểu đồ bên dưới cho thấy rằng phần lớn kết quả đối với vật liệu được thí nghiệm ở tốc độ biến dạng 1 % sẽ bị phá hủy trong vòng từ 30 giây đến 60 giây. Đối với các thí nghiệm vật liệu đã xử lý, tốc độ biến dạng 1 % là thích hợp vì không có hư hỏng nào xảy ra trước 30 giây và do đó tất cả các kết quả đều phù hợp. Những kết quả không đạt sau 60 giây sẽ mang lại giá trị cao hơn nếu tốc độ biến dạng được tăng lên và do đó các kết quả sau 60 giây có thể được coi là thận trọng.

Hình B.1 cho thấy thời gian phá hủy đối với các mẫu vật liệu đã xử lý.



**CHÚ DẪN:**

X là thời gian phá hủy

Y là số lượng thí nghiệm

**Hình B.1 – Thời gian phá hủy tính bằng giây đối với vật liệu đã cải tạo với tốc độ biến dạng là 1 % chiều cao của mẫu mỗi phút**

Kết luận: Sử dụng tốc độ biến dạng 1 % chiều cao của mẫu mỗi phút để xác định tính năng cơ học của vật liệu đã xử lý là thích hợp.

## Phụ lục C

(tham khảo)

### Phương pháp thí nghiệm chấn động không phá hủy đối với tính năng cơ học

#### C.1 Giới thiệu

Phụ lục này đưa ra đề xuất về phương pháp thí nghiệm không phá hủy để đo gián tiếp tính năng cơ học của vật liệu đã xử lý. Nó có thể được áp dụng trong phòng thí nghiệm để nghiên cứu sơ bộ hoặc kiểm soát chất lượng, cũng như kiểm soát chất lượng tại hiện trường. Thí nghiệm được trình bày trong tiêu chuẩn này vì nó là một ví dụ về quy trình thí nghiệm thay thế có thể áp dụng cho đất đã xử lý.

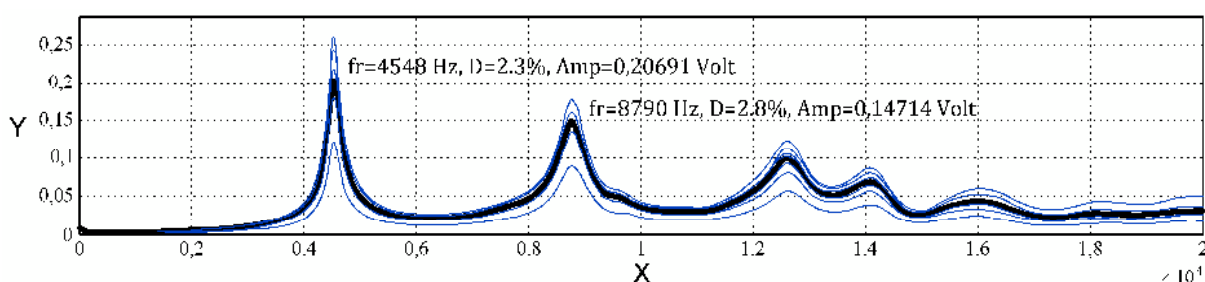
Thí nghiệm sử dụng các kỹ thuật thông thường hiện có cho bê tông và đá, và sử dụng mở rộng cho các vật liệu đã xử lý.

#### C.2 Phạm vi

Phương pháp thí nghiệm này bao gồm việc xác định các đặc tính đàn hồi động của vật liệu cải tạo. Các mẫu vật liệu cải tạo có tần số cộng hưởng cơ học cụ thể được xác định bằng mô đun đàn hồi, khối lượng và hình dạng của mẫu thử. Do đó, các đặc tính đàn hồi động của vật liệu có thể được tính toán nếu có thể đo được dạng hình học, khối lượng và tần số cộng hưởng cơ học của mẫu thử phù hợp (hình dáng hình chữ nhật hoặc hình trụ) của vật liệu đó. Mô đun đàn hồi động được xác định bằng cách sử dụng tần số cộng hưởng ở chế độ rung uốn hoặc kéo nén. Mô đun chịu cắt động, hoặc mô đun độ cứng, được xác định bằng cách sử dụng dao động cộng hưởng xoắn. Mô đun đàn hồi động và mô đun chịu cắt động được sử dụng để tính toán hệ số Poisson.

#### C.3 Thiết bị thí nghiệm

Đo tần số cộng hưởng có thể được thực hiện bằng nguồn rung và máy thu rung (máy đo gia tốc tiếp xúc hoặc micro không tiếp xúc). Máy thu có thể được kết nối với máy đo dao động hoặc máy tính để thu thập dữ liệu, ví dụ: thẻ thu thập dữ liệu (DAQ) hoặc thẻ âm thanh. Mẫu được thí nghiệm có thể được kích thích bằng xung nhất thời hoặc nguồn rung liên tục. Phương pháp được sử dụng phổ biến nhất là sử dụng một nguồn xung (thí nghiệm cộng hưởng tác động). Rung động trong mẫu được đo dưới dạng một hàm của thời gian và được biến đổi thành tần số thông qua máy tính hoặc máy đo dao động. Trong miền tần số, các tần số cộng hưởng có thể được xác định là các đỉnh rõ ràng trong phổ đo được (xem Hình C.1).



## CHÚ DẪN:

X là thời gian (giây)/tần số (Hz)

Y là biên độ (V)

### Hình C.1 – Ví dụ từ phép đo tần số cộng hưởng kéo nén trên đất cải tạo với tỷ số độ mảnh bằng

2

Chế độ đầu tiên (cơ bản) có tần số cộng hưởng là 4548 Hz và độ tắt dần trong mẫu là 2,3 %.

## C.4 Các định nghĩa và lý thuyết

### C.4.1 Tần số cộng hưởng tự nhiên

Tần số cộng hưởng tự nhiên ( $f_n$ , còn được gọi là tần số riêng tự nhiên) là số dao động trong một giây (Hz) trong mẫu được phép dao động tự do mà không có bất kỳ sự tắt dần nào. Một mẫu có tần số cộng hưởng không giới hạn ( $i$ ) và tần số thấp nhất được gọi là chế độ cơ bản hoặc chế độ nền. Tất cả các tần số cộng hưởng tự nhiên có thể liên quan đến hằng số đàn hồi, mô đun  $E$  ( $E$ ) và hệ số Poisson ( $\nu$ ) hoặc vận tốc địa chấn.

### C.4.2 Giảm chấn

Giảm chấn tổng hợp tất cả các tác dụng làm cho dao động tự do tắt dần theo thời gian. Có các hệ số khác nhau mô tả giảm chấn và ở đây là hệ số giảm chấn ( $\xi$ ) được sử dụng. Hệ số giảm chấn ( $\xi$ ) có liên quan đến hệ số tổn thất ( $\eta$ ) như  $\xi = 2 \cdot \eta$ .

### C.4.3 Tần số cộng hưởng giảm chấn

Tần số cộng hưởng đo được từ vật liệu có giảm chấn được gọi là tần số cộng hưởng giảm chấn ( $f_d$ ) và thấp hơn một chút so với  $f_n$ . Hệ số giảm chấn ( $\xi$ ) trong vật liệu giảm  $f_n$  thành  $f_d$  theo công thức sau:

$$f_d = f_n \cdot \sqrt{1 - \xi^2}$$

Giá trị đo được của trên bê tông hoặc vật liệu cải tạo là thấp ( $\sim 0,02$ ) và do đó có ảnh hưởng nhỏ đến kết quả.

### C.4.4 Vận tốc sóng cắt và mô đun cắt

Vận tốc sóng cắt ( $V_s$ ) trong vật liệu liên quan đến sóng cắt địa chấn (hoặc cơ học) ( $S$ ) và nó được kết hợp trực tiếp với mô đun cắt động ( $G$ ) theo công thức

$$G = \rho \cdot V_s^2$$

trong đó

$\rho$  là khối lượng thể tích ướt của mẫu thử.

### C.4.5 Vận tốc sóng nén và mô đun động $E$

Vận tốc sóng nén ( $V_p$ ) trong vật liệu liên quan đến sóng nén địa chấn (hoặc cơ học) ( $P$ ) và nó được kết hợp trực tiếp với mô đun động  $E$  trong không gian hoặc bán không gian theo công thức:

$$E = \rho \cdot V_p^2 \cdot \frac{(1+\nu) \cdot (1-2\nu)}{(1-\nu)}$$

CHÚ THÍCH:  $E$  cũng có thể được tính từ  $G$  theo:  $E = 2 \cdot G \cdot (1+\nu)$

Khi mẫu thử có hình trụ và bước sóng có cùng độ lớn với đường kính ( $D$ ) của mẫu,  $V_p$  bị ảnh hưởng bởi biên tự do (diện tích bề mặt). Nó giảm xuống một chiều và trở thành  $V_{p1D}$ . Trong trường hợp này, mô đun  $E$  có thể được xác định mà không chịu bất kỳ ảnh hưởng nào từ hệ số Poisson ( $\nu$ ) và trở thành:

$$E = \rho \cdot V_{p1D}^2$$

Công thức này có thể được đơn giản hóa hơn nữa đối với các mẫu thử có  $L/D \geq 2$  ( $L$  = chiều dài). Trong trường hợp này, sự truyền sóng có thể được đơn giản hóa thành sự truyền sóng một chiều và  $V_{p1D}$  có thể được tính như sau:

$$V_{p1D} = 2 \cdot L \cdot f_d$$

Trong trường hợp đặc biệt này,  $E$  - mô đun có thể được xác định trực tiếp từ  $f_d$ .

### C.4.6 Hệ số Poisson

Hệ số Poisson ( $\nu$ ) là thành phần mở rộng chia cho thành phần nén, đối với các giá trị nhỏ của những thay đổi này. Hệ số Poisson cũng có thể được xác định bằng tỷ số giữa vận tốc địa chấn,  $V_p$  và  $V_s$ , trong vật liệu đàn hồi theo:

$$\nu = \frac{0,5 \cdot \left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

## C.5 Nguyên tắc của phương pháp thí nghiệm

Nguyên tắc của phương pháp thí nghiệm này là đo tần số cộng hưởng cơ bản của các mẫu hình trụ thí nghiệm có tỷ số độ mảnh bằng 2 bằng cách kích thích chúng về mặt cơ học bằng một cú đập từ dụng cụ xung lực. Một bộ chuyển đổi (ví dụ, gia tốc kế tiếp xúc hoặc micro không tiếp xúc) cảm nhận được các rung động cơ học của mẫu và biến chúng thành tín hiệu điện. Giá đỡ mẫu, vị trí xung và điểm thu tín hiệu được lựa chọn để tạo ra và đo các chế độ cụ thể của dao động tạm thời. Các tín hiệu được phân tích, và tần số cộng hưởng cơ bản được tách ra và đo bằng máy phân tích tín hiệu, cung cấp số

đọc (hoặc tỷ lệ với) tần số hoặc chu kỳ của rung động mẫu thử. Các tần số, kích thước và khối lượng cộng hưởng cơ bản thích hợp của mẫu được sử dụng để tính toán mô đun đàn hồi động, mô đun cắt động và hệ số Poisson. Nó cũng có thể được sử dụng để liên hệ vận tốc sóng nén ( $V_p$ ) với  $R_c$ . Phương pháp luận này cũng có thể được sử dụng để thí nghiệm tại hiện trường các loại đất cải tạo.

## C.6 Ý nghĩa và việc sử dụng

Phương pháp thí nghiệm này có thể được sử dụng cho các mục đích thí nghiệm vật liệu, mô tả đặc tính và kiểm tra chất lượng.

Phương pháp thí nghiệm này đặc biệt thích hợp để xác định mô đun của vật liệu cải tạo. Nó cũng có thể được sử dụng để đo sự tăng cường độ của mẫu theo thời gian. Phương pháp thí nghiệm này có bản chất không phá hủy và có thể được sử dụng trên các mẫu thử được chuẩn bị cho các thí nghiệm khác. Các mẫu thử bị biến dạng rất nhỏ; do đó, các mô đun được đo tại hoặc gần điểm gốc của đường cong ứng suất - biến dạng, với khả năng nứt vỡ tối thiểu.

Thí nghiệm kích thích xung sử dụng một công cụ tác động và các giá đỡ đơn giản cho mẫu thử nghiệm. Không có yêu cầu đối với các hệ thống giá đỡ phức tạp đòi hỏi thiết lập hoặc căn chỉnh tinh vi.

Kỹ thuật này có thể được sử dụng để đo riêng tần số cộng hưởng cho mục đích kiểm tra chất lượng và nghiệm thu các mẫu thử có hình dạng thông thường và hình dạng phức tạp. Nếu việc xử lý nhiệt hoặc tiếp xúc với môi trường có ảnh hưởng đến phản ứng đàn hồi của mẫu thử, thì phương pháp thử này có thể thích hợp để xác định các ảnh hưởng cụ thể của lịch sử nhiệt, tiếp xúc với môi trường, ... Mô tả mẫu phải bao gồm bất kỳ phương pháp xử lý nhiệt hoặc tiếp xúc môi trường cụ thể nào mà mẫu chịu tác động.

## C.7 Đo đạc

### C.7.1 Chuẩn bị mẫu

Việc xác định chính xác hình học của mẫu (chiều dài  $L$  và đường kính  $D$ ) có tầm quan trọng lớn. Mẫu phải đối xứng và bề mặt các đầu mẫu phải song song và vuông góc với trục của trụ. Sau khi chuẩn bị,  $L$  và  $D$  được đo với dung sai tối đa là 1 %.

### C.7.2 Chuẩn bị đo đạc

Mẫu thử phải được đặt trên giá đỡ mềm, có thể dùng xốp mềm (xem Hình C.2 đến Hình C.4). Một xung lực được tạo ra trong mẫu bằng một cú gõ ngắn bằng búa nhỏ hoặc bi thép. Đối với các mẫu thử nhỏ, nên sử dụng nguồn nhỏ. Đối với các mẫu lớn hơn, có thể sử dụng lực lớn hơn/nặng hơn để tạo ra nhiều năng lượng hơn với các tần số nhỏ hơn.

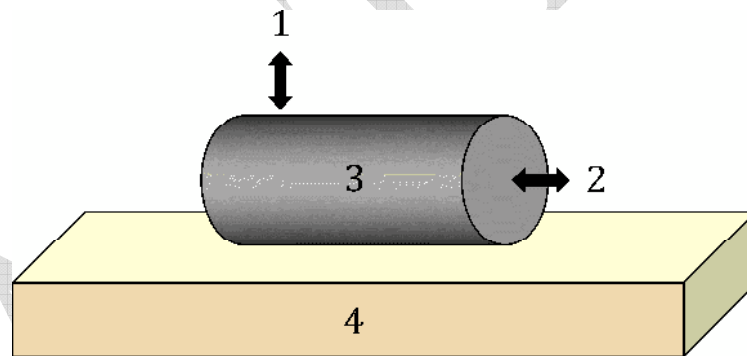


Hình C.2 – Các dụng cụ tạo xung khác nhau cho các kích thước mẫu khác nhau



Hình C.3 – Mẫu được đặt trên xốp mềm để bảo đảm giảm chấn nhỏ nhất

Lưu ý rằng gia tốc kế được bôi trơn bằng mỡ ở bề mặt dưới của mẫu thử.



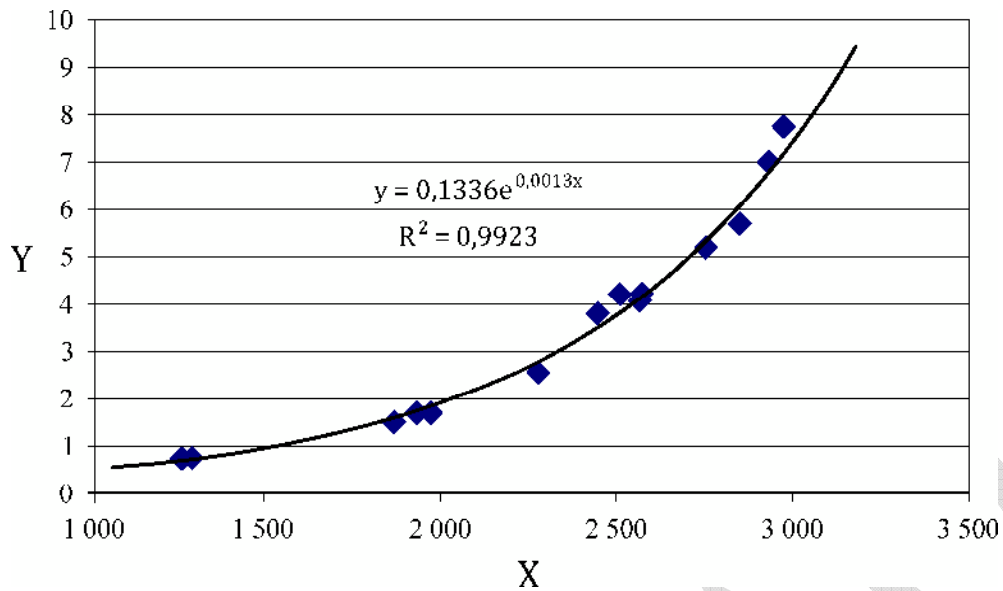
**CHÚ DẪN:**

- 1 tác động và ghi nhận số liệu theo kiểu dọc trục
- 2 tác động và ghi nhận số liệu theo kiểu uốn
- 3 mẫu thử
- 4 xốp mềm

Hình C.4 – Thiết lập thí nghiệm cho mẫu thử hình trụ có tỷ lệ độ mảnh ( $L/D$ )  $\geq 2$

Trong Hình C.5, sóng nén tính toán ( $V_p$ ) được vẽ biểu đồ cùng với cường độ nén  $R_c$  đo được đối với các mẫu khác nhau được chế tạo từ cùng một loại đất có hàm lượng chất kết dính khác nhau.





**CHÚ DẪN:**

X vận tốc sóng trong thanh (m/s)

Y lực nén (MPa)

**Hình C.5 – Sự tương quan giữa  $V_p$  và  $R_c$  đối với đất nền đã được cải tạo bằng xi măng**

**C.8 Tài liệu tham khảo**

- E1876 – 09: Standard test method for dynamic Young’s modulus, shear modulus, and Poisson’s ratio by impulse excitation of vibration (ASTM).
- ANSI S2.22 1998: Resonance method for measuring the dynamic mechanical properties of visco - elastic materials.
- Determination of dynamic modulus on cylindrical by resonant frequency measurements – Methodology (In preparation) - Swedish Transport Administration. (*SpecimensBestämning av dynamisk styvhetsmodul på cylindriska provkroppar genom resonansfrekvensmätningar - Metodbeskrivning - TrV xx*).

## Phụ lục D

(tham khảo)

### Ví dụ về đánh giá sự thay đổi tính năng của đất được xử lý do sự thay đổi trong quá trình thực hiện - Điều chỉnh tỷ lệ phần trăm chất kết dính và phương pháp bù đắp

Việc đánh giá ảnh hưởng của sự thay đổi trong quá trình thực hiện đối với tính năng của vật liệu đã xử lý và khả năng bù đắp nó bằng cách điều chỉnh tỷ lệ (phần trăm) chất kết dính có thể được nghiên cứu từ sơ đồ ( $E - R_i$ ) thể hiện trong Hình D.1 và theo quy trình được mô tả dưới đây.

Hình D.1 cho thấy phương pháp phân loại tính năng như được giải thích trong 8.3.2.4.4 Phương pháp bằng thí nghiệm kéo và nén gián tiếp. Theo biểu đồ này, vùng 1 tương ứng với mức tính năng cao hơn, vùng 5 tương ứng với mức tính năng thấp hơn.

Điểm A, A<sup>+</sup> và A<sup>-</sup> đại diện cho các cặp ( $E - R_i$ ) được đo cho các tỷ lệ chất kết dính khác nhau.

Điểm A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> và A<sub>3</sub> đại diện cho các cặp ( $E - R_i$ ) thu được sau các điều chỉnh đối với các đặc tính của mẫu như được trình bày trong bảng của Hình D.1.

Từ biểu đồ này có thể xác định được đâu là điều kiện chuẩn bị cho tính năng thấp nhất. Trong ví dụ này, các điều kiện được đại diện bởi A<sub>1</sub> (0,9d; 96 %  $\rho_{dOPN}$ ; 1,1  $W_{OPN}$ ) cho tính năng thấp nhất.

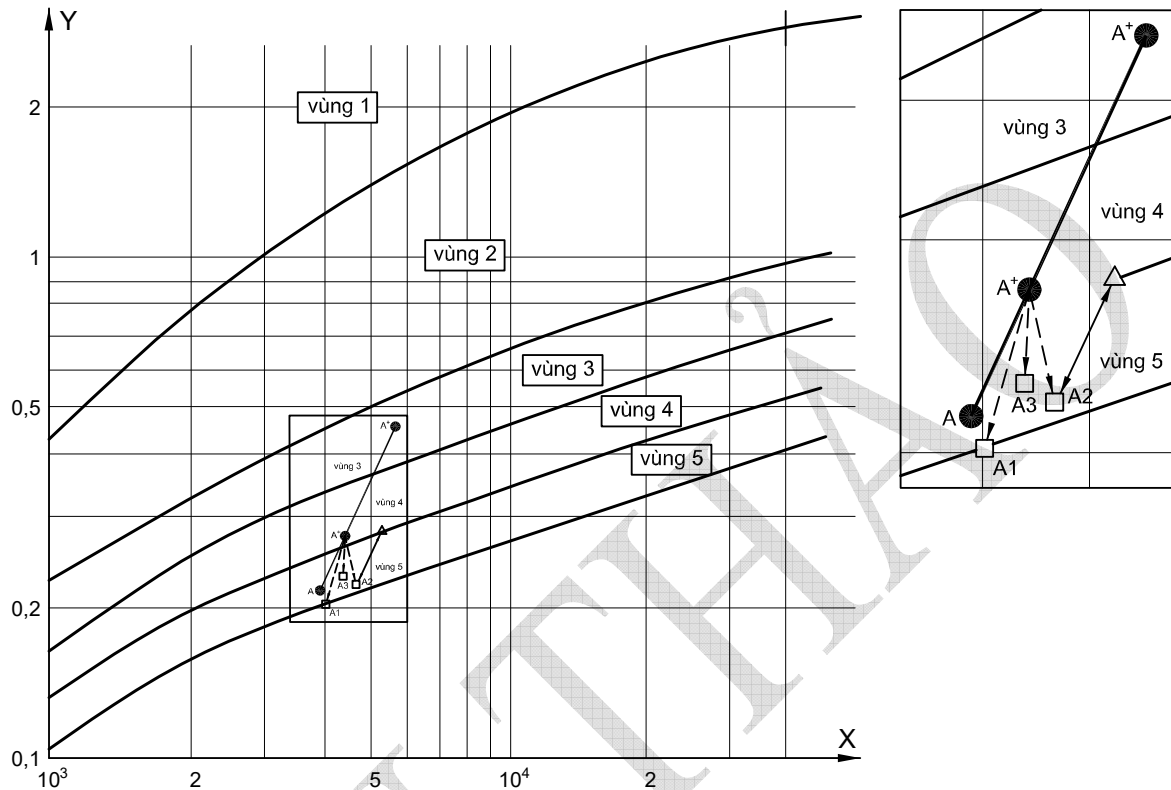
Do đó, có thể so sánh tác động tương đối của sự thay đổi của các yếu tố khác nhau đến tính năng cuối cùng. Nó có thể dẫn đến việc tìm kiếm sự kiểm soát chặt chẽ độ chặt của vật liệu được xử lý và/hoặc độ ẩm của nó hơn là bù đắp bằng tăng tỷ lệ chất kết dính.

Tuy nhiên, nếu sự bù đắp của việc giảm tính năng vượt quá tỷ lệ chất kết dính, thì tăng tỷ lệ chất kết dính được xem là phù hợp nhất có thể được tính như sau:

- Chấp nhận rằng sự tiến triển của các điểm đại diện cho các cặp ( $E - R_i$ ) là tuyến tính khi tỷ lệ chất kết dính thay đổi từ d<sup>-</sup> đến d<sup>+</sup> (như thể hiện trong Hình D.1 bởi đường thẳng A<sup>-</sup> A<sup>+</sup>).
- Theo giả thiết này, nếu bắt đầu từ các điều kiện được đại diện bởi A<sub>2</sub>, tỷ lệ chất kết dính tăng từ d lên d<sup>+</sup>, thì có thể xem như các điểm đại diện cho các cặp ( $E - R_i$ ) di chuyển song song với A<sup>-</sup> A<sup>+</sup> do A<sub>2</sub> mang lại.
- Để tính toán việc tăng tỷ lệ chất kết dính để bù đắp các tác động bất lợi của sự thay đổi trong thi công, do đó, nên vẽ qua A<sub>2</sub> song song với A<sup>-</sup> A<sup>+</sup>, cắt ranh giới vùng 4 tại điểm Z (là vị trí được giả định nhằm vào). Sau đó giá trị tỷ lệ chất kết dính đã hiệu chỉnh  $d_c$  có thể được tính theo mối tương quan tỷ lệ thuận giữa độ dài đoạn A<sub>2</sub>Z và A<sup>-</sup> A<sup>+</sup> theo công thức:

$$d_c = d + \left( (d^+ - d) \cdot \frac{A_2 \cdot Z}{A \cdot A^+} \right)$$

Ngược lại, nếu không có điểm nào trong số các điểm  $A_1$ ,  $A_2$  và  $A_3$  nằm dưới giới hạn của vùng được nhắm mục tiêu là nơi đặt điểm A (có nghĩa là tỷ lệ thêm vào được chọn cho khảo sát độ nhạy được đánh giá quá cao), thì có thể thực hiện theo cùng một phương pháp để tính toán giảm tỷ lệ bổ sung phù hợp với mức tính năng được tìm kiếm.



### CÁC CHẾ ĐỘ ĐƯỢC CHẤP NHẬN TRONG THIẾT KẾ ĐỘ NHẠY

Điểm	Tỷ lệ chất kết dính	Khối lượng thể tích	Độ ẩm
$A^-$	$d^-$	96 % $\rho_{d \max OPN}$	$W_{OPN}$
$A^+$	$d^+$	96 % $\rho_{d \max OPN}$	$W_{OPN}$
$A^a$	$d$	96 % $\rho_{d \max OPN}$	$W_{OPN}$
$A_1$	0,9d	96 % $\rho_{d \max OPN}$	$1,1W_{OPN}$
$A_2$	0,9d	94 % $\rho_{d \max OPN}$	$W_{OPN}$
$A_3$	0,9d	96 % $\rho_{d \max OPN}$	$0,9W_{OPN}$

<sup>a</sup> Điểm A thể hiện tính năng của hỗn hợp tham chiếu.

CHÚ DẪN:

$$X = E \text{ (MPa)}$$

$$Y = R_t \text{ (MPa)}$$

Hình D.1 – Phương pháp đồ thị để tính toán tỷ lệ chất kết dính bổ sung cần thiết để bù đắp sự thay đổi trong quá trình thực hiện

## Phụ lục E

(tham khảo)

Ví dụ về tuổi phân loại và chế độ dưỡng hộ đối với tính năng cơ học của vật liệu đã xử lý cho công tác đất

Dưỡng hộ kín (ngày) CHÚ THÍCH 1 (Z trong 9.1.2)	Ngâm trong nước dưỡng hộ (ngày) CHÚ THÍCH 2 (Q trong 9.1.2)	Tổng (ngày)	Ví dụ về các trường hợp điển hình
0	4	4	Thí nghiệm CBR
3	4	7	Thí nghiệm CBR
7	–	7	Thí nghiệm $R_t, R_{it}, R_c$
7	7	14	Thí nghiệm $R_t, R_{it}, R_c$
14	–	14	Thí nghiệm $R_t, R_{it}, R_c$
7	21	28	Kiểm tra CBR
14	14	28	Thí nghiệm $R_t, R_{it}, R_c$
28	-	28	Thí nghiệm $R_t, R_{it}, R_c$
3	28	31	Thí nghiệm CBR
28	32	60	Kiểm tra $R_t, R_{it}, R_c$
28	62	90	Thí nghiệm $R_t, R_{it}, R_c$
90	-	90	Thí nghiệm $R_t, R_{it}, R_c$
180	-	180	Thí nghiệm $R_t, R_{it}, R_c$

CHÚ THÍCH 1: Dưỡng hộ kín, thường được sử dụng cho mục đích phân loại, chỉ định điều kiện ngăn ngừa sự mất mát hoặc tăng thêm nước và áp dụng cho cả thời gian nằm trong khuôn.

CHÚ THÍCH 2: Nhiệt độ trong quá trình dưỡng hộ kín hoặc ngâm thường là  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Nó có thể được điều chỉnh theo khí hậu địa phương.

## Phụ lục F

(tham khảo)

### Các đặc tính tính năng khác đối với vật liệu đã xử lý

Các đặc tính tính năng khác theo 8.3 của tiêu chuẩn này có thể phải tuân theo các yêu cầu trong tiêu chuẩn thi công liên quan đến việc sử dụng vật liệu đã xử lý, hoặc theo yêu cầu của người sử dụng.

Dưới đây là các ví dụ về tính năng:

- a) lực dính và góc ma sát;
- b) độ lún;
- c) tính thấm;
- d) khả năng chống xói mòn (bên trong hoặc bên ngoài);
- e) khả năng chống lại chu kỳ ướt và khô;
- f) khả năng chống lại sự mối;
- g) biến dạng co ngót;
- h) biến dạng từ biến;
- i) đo mô đun  $E$  theo thí nghiệm cường độ chịu nén ( $R_c$ ,  $E$ );
- j) ...

Nếu có thể, báo cáo thí nghiệm trong phòng (xem 7.9 của tiêu chuẩn) phải nêu các đặc tính tính năng khác cùng với tham chiếu của phương pháp thí nghiệm và phương pháp chế tạo mẫu thử (bao gồm cả khoảng thời gian giữa các lần bổ sung các thành phần vào vật liệu nếu thích hợp), điều kiện dưỡng hộ, thời gian dưỡng hộ, khối lượng thể tích khô và độ ẩm.

## **Phụ lục G**

(tham khảo)

### **Nhận dạng các khoáng chất sunfua và sunfat thông thường tại hiện trường và phòng thí nghiệm**

#### **G.1 Nhận dạng tại hiện trường**

##### **G.1.1 Pyrit ( $\text{FeS}_2$ - Sắt Sunfua)**

Pyrit là khoáng chất sunfua phổ biến nhất có màu vàng đồng thau rất đặc biệt với ánh kim loại dưới ánh sáng phản chiếu. Nó có thể được nhận ra khi xuất hiện với một lượng lớn. Pyrit phổ biến là các tinh thể hình lập phương và các mặt của tinh thể có vân. Nó cũng xuất hiện như các hạt và khối lượng không đều. Nó đặc biệt phổ biến trong đá phiến sét, đá phiến, đá bùn và đất sét quá cố kết.

Nếu pyrit có trong các hạt quá nhỏ để nhận dạng tại hiện trường, thì chỉ có thể nhận dạng bằng kính hiển vi kép hoặc phân tích nhiễu xạ tia X.

##### **G.1.2 Marcasite ( $\text{FeS}_2$ - Sắt Sunfua)**

$\text{FeS}_2$  cũng có thể xuất hiện dưới dạng marcasit có các đặc điểm tương tự như pyrit nhưng có cấu trúc tinh thể khác, có dạng phiến hơn. Nó ít phổ biến hơn nhiều so với pyrit và thường được tìm thấy dưới dạng các hạt nhỏ trong các lớp than. Marcasite có khả năng gây vấn đề như pyrit về mặt kỹ thuật và cần được xử lý hết sức thận trọng.

##### **G.1.3 Thạch cao ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - Canxi sunfat)**

Các tinh thể thạch cao thường có màu trắng, xám hoặc trong, mặc dù xảy ra hiện tượng đổi màu vàng, đỏ và nâu. Các tinh thể của thạch cao có dạng hình cột, dạng phiến và hình kim với kích thước từ thô đến mịn. Thạch cao xuất hiện trong các loại đá trầm tích bay hơi và là sản phẩm phong hóa của các sunfua trong đá trầm tích. Nó đặc biệt phổ biến ở một số loại đất sét quá cố kết và xuất hiện thành từng đám, một số lớn và ở dạng tấm không liên tục. Thạch cao có thể bị vỡ khi ấn tay (hư hại bởi móng tay) và khi nó ở dạng tinh thể phát triển tốt, nó thường được gọi là selen.

#### **G.2 Nhận dạng tại phòng thí nghiệm**

##### **G.2.1 Quy định chung**

Cần nhấn mạnh rằng các mô tả vật liệu từ lõi khoan, hoặc từ hoặc trong hố thử, là các phương pháp chính để xác định sự có mặt của sunfua và sunfat. Thí nghiệm trong phòng sẽ đưa ra một con số chính xác về hàm lượng lưu huỳnh, cả sunfua và sunfat, tại một vị trí cụ thể nhưng sẽ không đưa ra đánh giá tổng thể về sự phân bố của các khoáng chất lưu huỳnh.

### G.2.2 Khoáng chất sunfua

Khoáng chất sunfua không có phản ứng trương nở với vôi hoặc chất kết dính thủy hóa nhưng có khả năng ôxy hóa thành sunfat. Ngoài ra, bản thân quá trình oxy hóa có thể gây ra sự trương nở vì phản ứng tạo ra axit sulfuric phản ứng với bất kỳ canxi hoặc magiê cacbonat nào có mặt và dẫn đến sự hình thành thạch cao (canxi sunfat) hoặc epsomit (magiê sunfat): cả hai đều chiếm một thể tích lớn hơn thành phần hóa học ban đầu. Canxi và magiê cacbonat có thể có trong chính đất chứa sunfua hoặc được nằm liền kề với nó. Ví dụ, cả canxi và magiê cacbonat đều có thể xuất hiện trong đá vôi. Các khoáng chất natri sunfat cũng có đặc tính trương nở ít phổ biến hơn các khoáng chất canxi sunfat và có tính hòa tan cao như magiê sunfat.

### G.2.3 Khoáng chất sunfat

Ettringite ( $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12}$ ) được hình thành do sự kết hợp của các sunfat hòa tan, từ thạch cao, và alumin hòa tan, được tạo ra do tác dụng của độ pH cao kết hợp với việc thêm vôi. Sự kết tinh của ettringite là trương nở và ngoài ra, có thể thay đổi thể tích lớn hơn nữa khi nó diễn ra trong nước. Thaumassite ( $\text{Ca}_3\text{Si}(\text{CO}_3)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$ ) cũng sẽ hình thành từ ettringite nhưng không thay đổi về thể tích. Mặc dù ettringite và thaumasite xuất hiện trong tự nhiên, chúng không phổ biến và đặc tính trương nở của chúng chủ yếu chỉ được nhận ra khi ettringite hình thành do thêm vôi và nước vào đất chứa sunfat. Cả ettringite và thaumasite khó có thể được xác định tại hiện trường trong quá trình khảo sát nền đất. Việc nhận dạng chỉ cần thiết sau khi các mẫu trong phòng thí nghiệm đã được ổn định và quan sát thấy hiện tượng phồng lên, vì điều này cho thấy dấu hiệu về ứng xử có thể xảy ra trong quá trình cải tạo.

Ettringite và thaumasite có thể được nhận dạng trong vật liệu cải tạo dưới dạng tinh thể kim không màu và màu trắng với ánh thủy tinh.

### G.3 Tham khảo

Vì khả năng hư hỏng do đất chứa sunfua và sunfat là đáng kể, nên tham khảo các hướng dẫn quốc gia liên quan đến việc xử lý đất.

**Phụ lục H**  
(tham khảo)  
**Các loại thiết bị xử lý đất**

### **H.1 Quy định chung**

Xử lý đất có thể yêu cầu một số hoặc tất cả các loại máy sau đây phụ thuộc vào điều kiện thực tế sẵn có và yêu cầu của địa điểm:

- thiết bị lưu giữ chất kết dính;
- thiết bị rải chất kết dính;
- máy thi công đất;
- máy trộn đất tại hiện trường;
- trạm trộn cố định hoặc bán di động;
- vòi phun nước;
- thiết bị đầm;
- thiết bị dưỡng hộ.

### **H.2 Thiết bị lưu giữ chất kết dính**

Trong hầu hết các thông lệ quốc gia, chất kết dính được sử dụng cho các công việc xử lý thường ở dạng bột, được vận chuyển trong các thùng chứa. Đối với các công trường nhỏ, chất kết dính có thể được giao trong bao, thường dưới 1 tấn. Trong trường hợp này, các túi sẽ được bảo quản dưới mái che, bảo vệ khỏi mưa và nước chảy.

Việc vận chuyển số lượng lớn chất kết dính sẽ được lưu giữ trong các silo hoặc trong thùng chứa và cần xem xét các vấn đề trong việc lựa chọn và tổ chức hệ thống lưu giữ như sau:

- đối với các dự án lớn, khả năng lưu giữ thông thường là ít nhất một ngày hoạt động xử lý trung bình. Sức chứa thông thường của một silo trong khoảng từ 25 tấn đến 200 tấn. Các silo lưu giữ nói chung là di động nhưng cũng có thể có các silo cố định. Tính di động của các thiết bị lưu giữ cũng nên được xem xét phù hợp với các đặc điểm không gian của hiện trường vì cần tránh khoảng cách di chuyển quá xa của các phương tiện rải chất kết dính;
- trong một số trường hợp nhất định, việc phân phối chất kết dính có thể phù hợp với tốc độ sản xuất và trong trường hợp này, đơn vị vận chuyển có thể giao một xe bồn đầy và lấy đi một xe bồn rỗng;
- vị trí và sự chuẩn bị của khu vực lưu giữ để giao hàng là rất quan trọng, vì nên cần có khả năng chịu được sự vận chuyển hàng hóa của đơn vị vận tải và xe hàng trong mọi điều kiện thời tiết.

### **H.3 Phương tiện rải chất kết dính**

Việc sử dụng thiết bị gia cố hoặc cải tạo tại hiện trường gần như luôn đòi hỏi phải sử dụng máy rải thích hợp cho chất kết dính được vận chuyển trong các thùng chứa. Có một số phương tiện trộn cải tạo có các phần tích hợp và rải chất kết dính với liều lượng được kiểm soát ngay trước trống trộn.



Mục này đề cập đến các phương tiện rải độc lập. Có nhiều loại máy rải khác nhau và phổ biến nhất như sau:

- máy rải có đo khối lượng theo thời gian, trong đó một lượng vật liệu được rải từ việc quay cánh khuấy hoặc cửa xả, tỷ lệ với khoảng thời gian đã trôi qua: tốc độ rải cho việc này được kiểm soát bằng cách điều chỉnh tốc độ di chuyển của máy rải. Phương pháp này có thể không chính xác vì nó phụ thuộc vào tốc độ của phương tiện kéo là không đổi, tuy nhiên với các bộ điều khiển thủy lực tinh vi trên máy kéo thì việc điều khiển chính xác này có thể đạt được;
- máy rải có đo khối lượng tương ứng với tốc độ di chuyển: trên loại máy rải này, bộ điều khiển trống hoặc băng tải chuyển động được kết nối với tốc độ di chuyển của phương tiện và một khối lượng chất kết dính nhất định được trải trên một đơn vị diện tích. Vì nó được kết nối tương ứng với tốc độ của máy rải nên liều lượng được duy trì ở mức chính xác;
- máy rải có đo khối lượng được điều chỉnh bằng thiết bị cân: các bộ phận này cũng được kết nối với tốc độ di chuyển của phương tiện, nhưng có một hệ thống để cân thùng chứa và đo quãng đường di chuyển. Điều này có nghĩa là chúng có khả năng ghi lại việc rải chất kết dính làm giảm nhu cầu kiểm tra phần rải bên ngoài;
- máy rải chất kết dính dạng lỏng: loại máy rải này được thiết kế cho chất kết dính thể huyền phù, thường là vô pha với nước. Để kiểm soát tốt hơn việc rải, nên sử dụng máy rải cho chất lỏng có bơm vừa vào vật liệu cần xử lý. Liều lượng được kiểm soát thông qua một máy bơm được kết nối với thiết bị đo khối lượng liên quan đến phép đo quãng đường di chuyển.

#### **H.4 Máy thi công đất**

Một số vật liệu có thể yêu cầu chuẩn bị trước khi kết hợp chất kết dính để gia cố hoặc cải tạo. Các hoạt động cần xem xét bao gồm:

- xới vật liệu để tăng hiệu quả của trạm trộn và cũng giúp làm khô vật liệu thông qua bay hơi bằng cách tăng diện tích bề mặt tiếp xúc;
- loại bỏ các vật cản cứng. Trạm trộn có thể bị hư hại khi trộn các vật liệu cứng. Đường kính lớn nhất có thể xử lý phụ thuộc vào loại máy trộn đang được sử dụng và được trình bày trong Điều 4 về trạm trộn. Do đó, điều quan trọng là các vật thể này phải được loại bỏ trước khi trộn. Phương pháp loại bỏ có thể bao gồm các bước sau: đào, xới và làm sạch các phát sinh, sàng lọc vật liệu hoặc nghiền. Chiều sâu mà các vật cản được loại bỏ phụ thuộc vào chiều dày của lớp được xử lý;
- trộn vật liệu để có được một vật liệu đồng nhất. Thiết bị thi công đất truyền thống có thể được sử dụng để đào và trộn vật liệu;
- tất cả các hoạt động này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng máy thi công đất hoặc máy nông nghiệp thông thường, ví dụ như máy xới, máy cày, máy đào, máy sàng. Các thiết bị thích hợp đặc biệt cũng có thể được sử dụng khi cần thiết.

## H.5 Trạm trộn tại hiện trường

Dưới đây là những loại trạm trộn phổ biến nhất được sử dụng để trộn đất tại hiện trường. Các bộ phận khác của trạm trộn có thể được sử dụng với điều kiện chúng đạt được các yêu cầu của thông số kỹ thuật áp dụng cho công việc đang được thực hiện.

Sự lựa chọn của trạm trộn tại hiện trường chủ yếu bao gồm hai loại thiết bị: máy trộn không chuyên và máy cắt xới quay.

- Máy trộn không chuyên ở dạng máy cày được chia thành máy cày dạng đĩa hoặc dạng lưỡi.
- Máy cày đĩa có hai hàng đĩa được đặt ở một góc có thể điều chỉnh được và chúng trộn đều các vật liệu khi chúng thường được kéo phía sau máy kéo nông nghiệp hoặc máy ủi bánh xích. Hoạt động trộn của máy cày có thể chấp nhận được bằng cách tăng số lượt di chuyển của máy, nhưng có thể không đạt được mức độ làm nhỏ cần thiết cho cải tạo. Một hạn chế của máy cày đĩa là chúng chỉ có thể trộn đến chiều sâu 20 cm vào vật liệu và chúng đòi hỏi lực kéo để bảo đảm chiều sâu trộn này. Ngoài ra, hoạt động trộn có thể bị cản trở bởi đá hoặc các vật cản khác nằm giữa các đĩa. Tuy nhiên, nó có khả năng trộn một khối lượng lớn vật liệu trong ngày với điều kiện thiết bị kéo có đủ công suất và tốc độ. Lưỡi cày hoặc lưỡi xới thường là các phụ kiện được gắn ở mặt sau của máy ủi bánh xích. Chúng có khả năng trộn vật liệu đến chiều sâu 50 cm. Thông thường có tối đa 5 lưỡi cày hoặc lưỡi xới riêng lẻ ở phía sau máy ủi và cần nhiều lượt đi lại có được hỗn hợp đồng nhất vì có giới hạn hiệu quả cắt và trộn trên mỗi lượt di chuyển. Kiểu trộn này chỉ nhằm mục đích gia cố và có khả năng xử lý các hạt có kích thước lên đến khoảng 350 mm. Nhược điểm của máy kéo có lưỡi cày là nó phải sử dụng một máy kéo rất mạnh và cần di chuyển nhiều lượt đối với vật liệu có độ dẻo cao. Phương pháp này có thể được sử dụng để xử lý sơ bộ vật liệu với vôi sống.
- Thiết bị trộn di chuyển là thiết bị làm nhỏ đất chuyên dụng với trống quay hoặc thiết bị cắt quay nông nghiệp.
- Máy cắt xới kiểu trống ngang hoặc trục ngang. Các máy trộn này bao gồm một bộ phận có trống với trục nằm ngang và vuông góc với hướng di chuyển. Trống trộn có nhiều răng được lắp vào nó và chính những răng này sẽ trộn nguyên liệu. Trống được dẫn động thông qua một bộ truyền động thủy lực hoặc cơ học và có thể đưa vật liệu đến chiều sâu trộn yêu cầu. Trống được bọc trong một thùng chứa có tác dụng giữ vật liệu và hoạt động trộn liên quan trực tiếp đến tốc độ di chuyển, tốc độ quay của trống cũng như thể tích và cấu hình của khoảng trống trong buồng trộn.
- Có hai loại máy nghiền kiểu trống ngang hoặc trục ngang. Loại đầu tiên là thiết bị tự hành độc lập trong đó trống trộn nằm giữa trục trước và trục sau và loại thứ hai là các thiết bị được kéo bằng máy kéo. Mức độ kiểm soát và duy trì tính nhất quán (chiều sâu, mức độ làm nhỏ) thường tốt hơn với thiết bị tự hành mặc dù điều này phụ thuộc vào tuổi của máy và số lượng công nghệ liên quan.
- Nhìn chung cần lưu ý những điểm sau về loại máy trộn này:
  - + tính đồng nhất của hỗn hợp: với vật liệu dạng hạt, chất lượng của hỗn hợp có thể so sánh với chất lượng đạt được trong một trạm trộn cố định. Cũng hợp lý khi nói rằng hỗn hợp đạt được với vật liệu kết dính có thể so sánh với hỗn hợp đạt được trong vật liệu dạng hạt và cao hơn so với hỗn hợp đạt được bằng máy trộn không chuyên;

- + chiều sâu và mức độ đồng đều của các lớp hỗn hợp là nhất quán;
- + độ mịn xốp được tạo ra trong quá trình trộn khi trống quay theo hướng ngược lại với chuyển động quay của các bánh xe buộc vật liệu đi qua không gian hạn chế xung quanh trống. Điều này được hỗ trợ bởi số lượng răng nhiều trên trống;
- + trong điều kiện thực tế sử dụng, chiều sâu trộn lớn nhất đối với máy nghiền đất lớn hơn là 500 mm nhưng điều này chỉ nên được sử dụng nếu có sẵn máy đầm có khả năng làm việc đến chiều sâu này và vật liệu bên dưới có đủ cường độ. Chiều sâu tối đa thông thường là 350 mm.
- + máy quay rôto là máy nông nghiệp có một loạt các mũi đục trên trục khuấy để cắt vật liệu và ép chúng vào đĩa để trộn. Chất lượng trộn nằm giữa máy nghiền và các dụng cụ cố định. Tuy nhiên, chúng đặc biệt thích hợp với các vật liệu dính ướt.
- + máy thi công đất. Gia cố vật liệu có thể được thực hiện bằng cách kết hợp chất kết dính với vật liệu bằng máy đào, máy xúc, và máy cạp. Vật liệu và chất kết dính được trộn lẫn khi quá trình đào diễn ra và việc trộn thêm diễn ra khi vật liệu được rải trong khu vực đắp. Chất lượng hỗn hợp có thể thay đổi nhiều và do đó không nên sử dụng trong các công việc đòi hỏi chuyên môn cao.

## **H.6 Trạm trộn cố định hoặc bán di động**

### **H.6.1 Quy định chung**

Việc sử dụng trạm trộn nói chung là cần thiết khi yêu cầu các sản phẩm cuối cùng chính xác và đồng nhất và/hoặc khi liều lượng của chất kết dính và nước cần rất chính xác.

Phụ thuộc vào loại trạm trộn, vật liệu để cải tạo có thể cần được xử lý trước bằng vôi để giảm chỉ số dẻo và/hoặc độ ẩm của chúng để dễ dàng đi qua các phễu đầu vào.

Vị trí và công suất của trạm trộn và năng lực thực hiện tại hiện trường nên được xem xét cùng nhau.

Các bộ phận chính của máy trộn là:

- một hoặc một vài phễu đầu vào;
- một phễu đầu ra;
- một hoặc một vài silo chứa chất kết dính;
- máy trộn;
- bể chứa nước và máy bơm có thiết bị phun;
- một vài băng tải (cho vật liệu thô, cho chất kết dính và cho vật liệu hỗn hợp);
- thiết bị giám sát và kiểm soát.

### **H.6.2 Phễu đầu vào**

Các phễu đầu vào phải có kích thước để cho phép trạm trộn hoạt động liên tục, có xét đến thời gian cần thiết để đưa nguyên liệu thô từ kho lưu giữ đến các phễu bằng máy xúc, cũng như đầu ra của trạm trộn.

Đặc biệt cần chú ý bề mặt bên trong của phễu càng nhẵn càng tốt để tránh nguyên liệu bị dính. Máy rung thường cần thiết để tách vật liệu từ phễu đến băng tải nguyên liệu thô.

Một lưới nghiêng có thể được đặt trên đỉnh của phễu để tránh sự xâm nhập của vật liệu quá kích thước có thể gây tắc nghẽn đầu ra.

### **H.6.3 Phễu đầu ra**

Phụ thuộc vào loại trạm trộn, phễu đầu ra có thể được trang bị để cho phép trạm trộn sản xuất liên tục bằng cách trữ lại vật liệu hỗn hợp nếu không có xe tải để chở. Công suất của phễu đầu ra sẽ được thiết kế tùy theo sản lượng của trạm trộn và năng lực vận chuyển.

Phễu cũng được trang bị máy rung và cửa được điều khiển bởi bộ phận điều khiển của trạm trộn.

Phễu đầu ra sẽ được làm rộng và làm sạch theo thời gian và ít nhất một lần mỗi ngày.

### **H.6.4 Silo**

Các silô để chứa (các) chất kết dính sẽ có dung tích được thiết kế phù hợp với công suất của trạm trộn và liều lượng yêu cầu. Việc cung cấp chất kết dính sẽ được lên kế hoạch có tính đến thời gian đắp.

Vì trong các silo thường được có áp, chúng sẽ được trang bị cửa nạp vào và cửa xả chất kết dính an toàn.

### **H.6.5 Máy trộn**

Máy trộn thường có trục kép được trang bị cánh khuấy hoặc với vô số cánh vít. Máy trộn có thể được điều chỉnh để tăng hoặc giảm tốc độ của hỗn hợp đi qua máy trộn để điều chỉnh độ đồng nhất của hỗn hợp.

Máy trộn sẽ được trang bị thiết bị khẩn cấp để dừng nó ngay lập tức nếu cần.

### **H.6.6 Bồn nước**

Cần có bể chứa nước nếu không có mạng lưới nước gần trạm trộn. Đối với các silo, dung tích của nó sẽ được thiết kế phù hợp với công suất và liều lượng của trạm trộn.

### **H.6.7 Băng tải**

Ba loại băng tải cần thiết là:

- băng tải vận chuyển nguyên liệu thô từ phễu đầu vào đến máy trộn: nói chung là băng tải cao su được trang bị thiết bị điều khiển, theo trọng lượng hoặc thể tích, để điều chỉnh khối lượng nguyên liệu thô được gửi đến máy trộn theo liều lượng chất kết dính;
- băng tải để đưa chất kết dính từ silo đến máy trộn được trang bị thiết bị điều khiển, theo trọng lượng hoặc theo thể tích, để điều chỉnh khối lượng cần thiết;
- băng tải cao su để đưa hỗn hợp từ đầu ra máy trộn đến phễu đầu ra hoặc kho lưu giữ.

Tất cả các băng tải cao su sẽ được trang bị các thiết bị khẩn cấp để dừng chúng ngay lập tức nếu cần thiết.

### **H.6.8 Thiết bị điều khiển và giám sát**

Bộ phận điều khiển và giám sát sẽ có thể điều chỉnh và ghi lại tất cả các thông số của hỗn hợp:

- tổng khối lượng đầu vào và thi công (vật liệu thô, chất kết dính, nước, vật liệu hỗn hợp);
- chất kết dính và liều lượng nước dự kiến và thực tế.

Tất cả các thông số này sẽ được ghi lại theo thời gian.

Thiết bị điều khiển sẽ được trang bị để lưu và in tất cả các dữ liệu này.

Trong trường hợp hỏng bộ phận ghi, máy móc phải ngừng hoạt động cho đến khi được sửa chữa.

### **H.6.9 Hiệu chỉnh máy móc**

Trạm trộn cần được hiệu chuẩn khi bắt đầu hoạt động và kiểm tra định kỳ theo kế hoạch chất lượng đã công bố.

### **H.7 Cung cấp nước**

Phần lớn các bồn nước được sử dụng trong công việc cải tạo có nguồn gốc từ bồn được kéo từ xe kéo nông nghiệp hoặc máy thi công đất tương ứng. Cả xe cạp tự hành và xe ben siêu trọng có khớp nối đều đã được sửa đổi để kết hợp các thùng kín chứa nước.

Việc xả nước từ các thiết bị này thường thông qua việc sử dụng tấm xả hoặc thanh phun phía sau máy. Điều này có thể dẫn đến không kiểm soát được lượng nước thêm vào. Trong các trường hợp cần bổ sung nước cụ thể, nước có thể được thêm qua thiết bị trộn một cách có kiểm soát, phụ thuộc vào loại máy trộn đang được sử dụng hoặc bằng cách phun trực tiếp vào vật liệu từ bộ phận phụ trợ phía sau vòi phun nước.

### **H.8 Máy đầm**

Lựa chọn máy đầm cho vật liệu đã xử lý phải được thực hiện phù hợp với yêu cầu của dự án và có xét đến loại vật liệu và chiều sâu của lớp xử lý sẽ được đầm.

Do mục đích của việc cải tạo đất là tạo ra một nền vật liệu có "liên kết xi măng", điều quan trọng là trong việc lựa chọn máy đầm là đạt được mức độ đầm chặt đầy đủ của vật liệu cho lớp hoàn chỉnh và không có sự khác biệt trong lớp.

Việc lựa chọn máy đầm không nên được chỉ định quá mức do năng lượng đầm của máy ảnh hưởng đến các lớp dưới của vật liệu, nơi các liên kết "xi măng" đã được hình thành và có thể bị phá vỡ.

## Phụ lục I

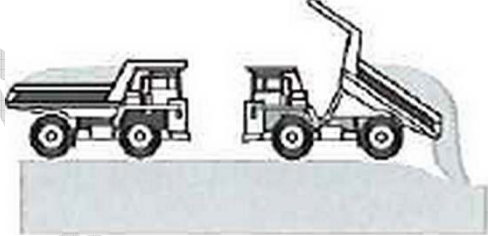
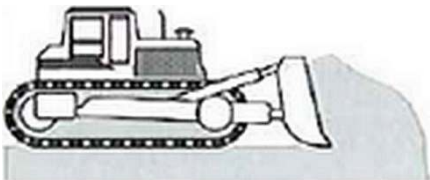
(tham khảo)





### Trình tự và quy trình xử lý

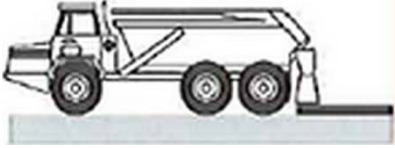
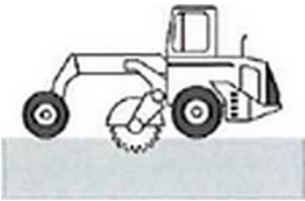

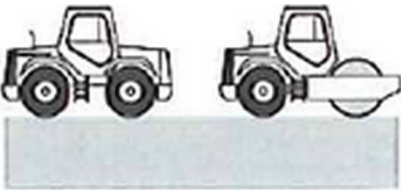
Bảng dưới đây được cung cấp như một minh họa thực hành tốt để hỗ trợ sự hiểu biết về trình tự và các quy trình liên quan đến việc cải tạo vật liệu làm đáy móng và nền đắp.

- Bảng thể hiện trình tự quy trình 2 giai đoạn (vôi + chất kết dính thủy hóa) sử dụng phương pháp trộn tại chỗ.
- Nếu chỉ yêu cầu hoạt động một giai đoạn thì chỉ các quy trình liên quan được sử dụng.
- Nếu vật liệu đã được chuẩn bị trong trạm trộn cố định thì chỉ cần rải và đầm chặt.
- Bảng cũng giả định rằng chỉ có một lớp duy nhất đang được xử lý.
- Nếu cần nhiều hơn một lớp thì phần liên quan của quá trình được lặp lại.


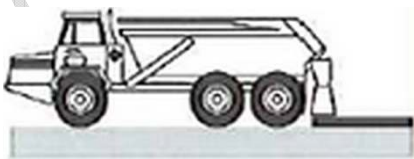

**Bảng I.1 – Các quy trình cải tạo đối với đáy móng và nền đắp**


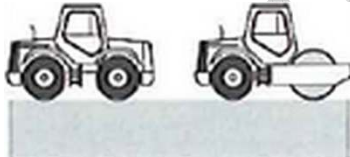
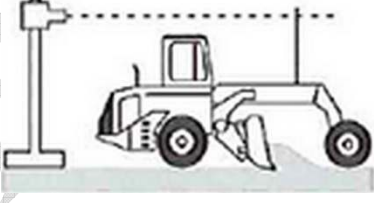
Giai đoạn	Hoạt động	Diễn giải	Quy trình đáy móng		Quy trình đắp nền
			Đắp	Đào	
1	Chuẩn bị vật liệu	Chuẩn bị vật liệu sao cho phù hợp với các yêu cầu quy định trước khi cải tạo	Nếu cần thiết	Nếu cần thiết	Nếu cần thiết
2	Giao vật liệu	Thông thường với máy thi công đất hoặc có thể là máy vận chuyển bằng đường bộ cho trạm cố định cung cấp vật liệu 	Luôn luôn	N/A	Luôn luôn
3	Rải vật liệu	Thông thường với máy ủi bánh xích. Có thể yêu cầu kiểm tra chiều sâu của lớp được rải 	Luôn luôn	N/A	Luôn luôn
4	Đầm chặt	Sử dụng xe lu tự hành hoặc xe lu kéo. Cần kiểm tra chiều dày lớp đầm chặt	Thông thường	N/A	Thông thường


Giai đoạn	Hoạt động	Diễn giải	Quy trình đáy móng		Quy trình đắp nền
			Đắp	Đào	
					
5	San gạt, cắt gạt	<p>Thường được thực hiện bằng máy ủi hoặc máy san để bảo đảm bề mặt bằng phẳng và chiều dày lớp chính xác. Lần san đầu tiên này sẽ tạo ra một lớp dày hơn so với yêu cầu cuối cùng để bảo đảm rằng vật liệu được loại bỏ trong hoạt động cắt gạt cuối cùng sau khi thêm chất kết dính</p> 	Thông thường	Thông thường	Chỉ khi không có thêm lớp nào được thêm
6	Đàn nén	<p>Thông thường đàn nhẹ để làm kín lại các lớp bề mặt trên</p> 	Thông thường	Thông thường	Chỉ khi không có thêm lớp nào được thêm
7	Xói <sup>a</sup>	<p>Phụ thuộc vào vật liệu được xử lý, lớp có thể được xói để cho phép việc kết hợp chất kết dính với ít công hơn</p> 	Nếu cần thiết	Nếu cần thiết	Nếu cần thiết
8	Rải chất kết dính đầu tiên - vôi	<p>Kiểm tra việc rải sẽ được thực hiện để bảo đảm yêu cầu kỹ thuật được tuân thủ</p>	Luôn luôn	Luôn luôn	Luôn luôn

Giai đoạn	Hoạt động	Diễn giải	Quy trình đáy móng		Quy trình đắp nền
			Đắp	Đào	
					
9	Trộn <sup>b</sup>	<p>Kiểm tra mức độ làm nhỏ và chiều sâu trộn được thực hiện</p> 	Luôn luôn	Luôn luôn	Luôn luôn
10	Điều chỉnh nước <sup>c</sup> và trộn lại	<p>Nếu cần điều chỉnh nước, có thể thực hiện bằng cách sử dụng các thiết bị phun kéo theo hoặc thông qua việc bổ sung nước cho máy trộn. Bổ sung nước phải được thực hiện đối với vật liệu chưa đầm chặt để giúp bảo đảm rằng sự lan tỏa nước phải đều nhằm bảo đảm thủy hóa hoàn toàn chất kết dính ban đầu</p> 	Nếu cần thiết	Nếu cần thiết	Nếu cần thiết
11	Thêm nước	<p>Thêm nước vào vật liệu để bảo đảm có sẵn nước để thủy hóa chất kết dính thứ hai và đạt được độ ẩm tối ưu</p>	Nếu cần thiết	Nếu cần thiết	Nếu cần thiết
12	Đầm chặt	<p>Sử dụng lu tự hành hoặc được kéo. Cần kiểm tra thường xuyên chiều dày lớp đầm chặt và sự phân bố độ chặt trong lớp</p> 	Luôn luôn	Luôn luôn	Luôn luôn
13	San gạt /	Thường được thực hiện bằng máy ủi	Luôn luôn	Luôn luôn	Chỉ khi không



Giai đoạn	Hoạt động	Diễn giải	Quy trình đáy móng		Quy trình đắp nền
			Đắp	Đào	
	cắt gạt	<p>hoặc máy san để bảo đảm bề mặt bằng phẳng và chiều dày lớp chính xác. Lần san đầu tiên này sẽ tạo ra một lớp dày hơn so với yêu cầu cuối cùng để bảo đảm rằng vật liệu được loại bỏ trong hoạt động cắt gạt cuối cùng sau khi thêm chất kết dính</p> 			có thêm lớp nào được thêm
14	Đàn chặt	Thông thường đàn nhẹ để làm kín lại các lớp bề mặt trên	Thông thường	Thông thường	Nếu cần thiết
15	Ủ	Khoảng thời gian xác định để với phản ứng với vật liệu chủ	Nếu cần thiết	Nếu cần thiết	Nếu cần thiết
16	Xới <sup>a</sup>	Phụ thuộc vào vật liệu được xử lý, lớp có thể được xới để cho phép việc kết hợp chất kết dính với ít công hơn	Nếu cần thiết với quy trình 2 chất kết dính	Nếu cần thiết với quy trình 2 chất kết dính	Nếu cần thiết với quy trình 2 chất kết dính
17	Rải chất kết dính thứ hai	<p>Kiểm tra việc rải sẽ được thực hiện để bảo đảm yêu cầu kỹ thuật được tuân thủ</p> 	Luôn luôn với quy trình 2 chất kết dính	Luôn luôn với quy trình 2 chất kết dính	Luôn luôn với quy trình 2 chất kết dính
18	Trộn <sup>b</sup>	<p>Kiểm tra mức độ làm nhỏ và chiều sâu trộn được thực hiện</p> 	Luôn luôn với quy trình 2 chất kết dính	Luôn luôn với quy trình 2 chất kết dính	Luôn luôn với quy trình 2 chất kết dính
19	Điều chỉnh	Nếu cần điều chỉnh độ ẩm thì có thể	Thông	Thông	Nếu cần thiết

Giai đoạn	Hoạt động	Diễn giải	Quy trình đáy móng		Quy trình đắp nền
			Đắp	Đào	
	nước <sup>d</sup> và trộn lại	<p>thực hiện bằng cách sử dụng các thiết bị phun kéo theo hoặc thông qua việc bổ sung nước cho máy trộn. Bổ sung nước phải được thực hiện đối với vật liệu chưa đầm chặt để giúp bảo đảm rằng sự lan tỏa nước phải đều.</p> 	thường	thường	
20	Đầm chặt	<p>Sử dụng lu tụt hành hoặc kéo. Cần kiểm tra thường xuyên chiều dày lớp đầm chặt và sự phân bố độ chặt trong lớp</p> 	Luôn luôn	Luôn luôn	Luôn luôn
21	Cắt gạt/san phẳng cuối cùng	<p>Thường được thực hiện bằng máy ủi hoặc máy san để bảo đảm bề mặt bằng phẳng và chiều dày lớp chính xác</p> 	Luôn luôn	Luôn luôn	Chỉ khi không có thêm lớp nào được thêm
22	Đầm chặt	<p>Thông thường đầm nhẹ để làm kín lại các lớp bề mặt bên trên. Các công việc cần hoàn thành trong giới hạn thời gian công tác. Xem ghi chú bên dưới</p>	Luôn luôn	Luôn luôn	Chỉ khi không có thêm lớp nào được thêm
23	Bảo vệ bề mặt	<p>Bề mặt phải được tạo hình/làm kín để ngăn chặn sự xâm nhập/chảy ra của nước và bảo vệ khỏi bị hư hại do giao thông đi lại trong thời gian đóng rắn</p>	Luôn luôn	Luôn luôn	Luôn luôn được yêu cầu vào cuối ngày làm việc hoặc

Giai đoạn	Hoạt động	Diễn giải	Quy trình đáy móng		Quy trình đắp nền
			Đắp	Đào	
		(dưỡng hộ). 			khi có kế hoạch nghỉ trước khi tiếp tục đắp nền

CHÚ THÍCH 1: N/A có nghĩa là Không áp dụng phần này của quy trình.

CHÚ THÍCH 2: Để cải tạo đất bằng chất kết dính thủy hóa, có một khoảng thời gian công tác xác định, thường chỉ vài giờ phụ thuộc vào chất kết dính và điều kiện thời tiết, bắt đầu từ khi trộn chất kết dính với đất. Điều quan trọng là vật liệu phải được trộn, cắt gạt và đầm chặt trong thời gian công tác nếu không có thể xảy ra hư hỏng đối với các liên kết hình thành trong đất và quá trình này sẽ không thành công.

<sup>a</sup> Điều này có thể cần thiết đối với một số vật liệu đã được đầm chặt trước đây hoặc vật liệu tự nhiên tại chỗ, đặc biệt là đá phan.

<sup>b</sup> Đôi khi cần nhiều hơn một lượt di chuyển để đạt được mức độ làm nhỏ cần thiết.

<sup>c</sup> Mức điều chỉnh nước này thường nhỏ hơn 2 %.

<sup>d</sup> Nếu liều lượng chất kết dính thứ hai > 6 % thì việc rải và trộn phải được thực hiện theo 2 giai đoạn.

## **Phụ lục J**

(tham khảo)

### **Các ứng dụng khác cho vật liệu cải tạo**

#### **J.1 Quy định chung**

Phụ lục này giới thiệu ví dụ về các ứng dụng khác để sử dụng vật liệu cải tạo ngoài việc đắp nền và đáy móng truyền thống. Do các đặc tính tăng cường của vật liệu cải tạo, chúng có thể được sử dụng trong các khu vực để tối ưu hóa việc sử dụng vật liệu địa phương.

Trước khi sử dụng các vật liệu cải tạo trong các ứng dụng khác này, cần tiến hành nghiên cứu sơ bộ địa kỹ thuật để bảo đảm khả năng xử lý của vật liệu. Như một điều kiện tiên quyết, các nghiên cứu sơ bộ về địa kỹ thuật này sẽ được thực hiện bằng cách:

- xác định trên hồ sơ địa kỹ thuật sự phân vùng của từng hệ tầng và trong từng khu, xác định phạm vi biến động của tính chất đất và độ ẩm;
- lấy mẫu đại diện từ mỗi vùng (hoặc hỗn hợp từ nhiều vùng) để thực hiện các nghiên cứu công thức (đo lường tính năng).

Như đã nêu, bước đầu tiên là bảo đảm khả năng xử lý cho vật liệu sẽ được xử lý.

Bước thứ hai là luôn bảo đảm rằng vật liệu được tạo ra không nhạy cảm với nước do xử lý. Sự không nhạy cảm với nước này phải được xác nhận bằng thí nghiệm làm trước trong phòng và lấy mẫu trong quá trình làm việc.

Tất cả các phương pháp và yêu cầu kỹ thuật thí nghiệm được nêu trong Điều 7 và Điều 8 của tiêu chuẩn này.

Cải tạo cường độ đất bằng cách tăng cường chủ yếu tính kết dính của nó. Tuy nhiên, nó phải được xem xét:

- sự ninh kết có thể đi kèm với hiện tượng nứt phải được xem xét trong ứng xử tổng thể của đất cải tạo;
- để đạt được tính năng cao, một độ chặt cao được yêu cầu;
- khi một số lớp được cải tạo nằm trên lớp khác, mặt phân cách giữa các lớp phải được xem xét;
- cần chắc chắn rằng sự đầm chặt của lớp trên không làm ảnh hưởng đến ninh kết của lớp trước nó.

#### **J.2 Đắp vào những nơi hẹp**

Điều này chủ yếu liên quan đến công tác đất gần cầu, lấp lại rãnh, lấp lại xung quanh các đường ống ngầm và nói chung là tất cả các trường hợp lấp đất ở những khu vực hạn chế, nơi không thể sử dụng máy rải và đầm chặt theo cách thông thường. Trong trường hợp này, mục đích của việc xử lý là tạo cho vật liệu một sự kết dính lâu dài để bù đắp cho bất kỳ điểm cục bộ nào do đầm chặt không đầy đủ mà khó có thể tránh khỏi trong những điều kiện như vậy.

Trong trường hợp này, thí nghiệm được xem xét là  $R_c$  ở 28 ngày. Các thí nghiệm được thực hiện trên các mẫu có độ mảnh bằng 2, được đầm chặt đến  $\rho_d = 95 \% \rho_d$  của thí nghiệm Proctor tối ưu (thí nghiệm Proctor hoặc Proctor cải tiến theo EN 13286-2). Giá trị cần đạt được sau 14 ngày đóng rắn + 14 ngày ngâm là từ 0,5 đến 1 MPa (tùy thuộc vào khối lượng đắp).

Vật liệu đào hoặc mượn (khai thác) sẽ được chuẩn bị tại chỗ bằng máy làm nhỏ (nghiền) hạng nặng, hoặc trong trạm cố định, và vận chuyển đến khu vực làm việc.

Trong chừng mực có thể, việc đầm chặt sẽ tuân theo chỉ dẫn của phương pháp đầm chặt hoặc thử nghiệm đầm chặt.

Tất cả các hoạt động chuẩn bị và đắp, rải sẽ được hoàn thành trong khi hỗn hợp vẫn còn tính công tác.

### **J.3 Thi công các lớp dưới thấp trong các nền đắp cao được xây dựng bằng đất nhạy cảm với nước hoặc đá biến chất có thể đôi khi bị ngập lụt**

Điều này chủ yếu liên quan đến đá phấn có khối lượng thể tích trung bình đến nhẹ và đá có cường độ thấp, đặc biệt là khi điều kiện thủy văn tại hiện trường xuất hiện khả năng phần dưới của nền đắp có thể tạm thời nằm dưới nước trong suốt tuổi thọ của nền đắp.

Hiệu quả dự kiến của việc xử lý trong trường hợp này là xi măng hóa các hạt vật liệu để ngăn ngừa sự biến dạng do sự sắp xếp lại của các hạt do sự nứt vỡ gây ra bởi tác động tổng hợp của nước và ứng suất cơ học.

Trong trường hợp này, thí nghiệm được xem xét là  $R_c$  ở 28 ngày như đã nêu trong phần trước. Giá trị mục tiêu cần đạt được sẽ phụ thuộc vào chiều cao đắp (ví dụ 0,5 hoặc 1 MPa). Ngoài ra, đối với các loại đá yếu, nó sẽ được kiểm tra để bảo đảm cường độ trên các cục lớn hơn giá trị mục tiêu.

Việc kiểm soát sản phẩm cuối cùng với việc đo độ chặt có hệ thống phải được thực hiện đối với các nền đắp có chiều cao lớn.

### **J.4 Mái dốc có độ dốc lớn của nền đắp**

Cải tạo đất có thể được sử dụng để làm tăng độ dốc của mái dốc nhằm chân móng của nền đắp khi cần thiết.

Các mái dốc của nền đắp chịu tác động của thời tiết thay đổi theo mùa (khô nóng vào mùa hè và mưa). Đối với một số vật liệu (ví dụ: đất sét), các đặc tính cơ học được xem xét trong thiết kế nhỏ hơn các đặc tính cơ học được đánh giá từ thí nghiệm nén ba trục thông thường (đặc tính của điểm cực đại). Ví dụ đối với đất sét có  $c' = 5$  kPa và  $\varphi' = 25^\circ$  tại thí nghiệm nén ba trục CU + u, thiết kế sẽ xem xét  $c' = 0$  và  $\varphi' = 20^\circ$  để làm giảm mạnh các hệ số an toàn. Cải tạo đất là một cách để cải thiện đáng kể lực dính, cường độ chịu cắt và các hệ số an toàn.

Ngoài ra, mái dốc đào đắp phải chịu ứng suất cắt, tăng theo chiều cao của nền đắp, có thể dẫn đến biến dạng lớn và méo mó (rối loạn độ dốc) về dài hạn.

Hai trường hợp sau có thể xem xét:

- giảm xói mòn vật liệu cát trong khi tăng độ dốc mà không làm giảm đáng kể độ ổn định tổng thể (ví dụ: từ 2H/1V xuống 3H/2V). Trong trường hợp này, vật liệu phải được xử lý ở mép nền đắp (rộng 3 m đến 4 m). Lúc này, việc xử lý vật liệu không nhạy cảm với nước bằng cách thông thường là đủ;
- tăng đáng kể độ dốc (ví dụ: từ 3H/1V đến 1H/2V). Trong trường hợp này, việc cải tạo đất có thể được xem xét và tiến hành kiểm tra thích hợp để bảo đảm sự ổn định.

Nếu nền đắp có độ dốc lớn được thi công với độ dốc cuối cùng, thiết kế sẽ xem xét các đặc tính cơ học ở thời điểm 2 ngày và 28 ngày. Tuy nhiên, sẽ xem xét giảm mạnh mức độ đầm chặt ở mép nền đắp.

Phương pháp thi công được ưu tiên là đắp quá và đầm thêm một dải chiều rộng của nền đắp và sau đó đào, gọt trả lại độ dốc thiết kế sau thời gian đóng rắn ban đầu.

Trong trường hợp này, thí nghiệm được coi là tối thiểu  $R_c$  ở 28 ngày và  $R_{it}$ .

$R_c$  được thí nghiệm trên các mẫu có tỷ lệ 2,  $R_{it}$  được thí nghiệm trên các mẫu với tỷ lệ 1, được đầm chặt đến độ chặt dự kiến. Giá trị đạt được sau 14 ngày dưỡng hộ + 14 ngày ngâm sẽ tuân theo thiết kế.

Lưu ý rằng từ  $R_c$  và  $R_{it}$  cho phép tính toán gián tiếp  $c'$  và  $\phi'$  bằng cách sử dụng lý thuyết cơ học đất. Một lựa chọn khác là thực hiện các thí nghiệm nén ba trục ứng suất hiệu quả trên đất đã xử lý để có được các giá trị trực tiếp của  $c'$  và  $\phi'$ . Việc kiểm soát sản phẩm cuối cùng bằng việc thí nghiệm độ chặt và kiểm tra các đặc tính cơ học là bắt buộc khi sử dụng đất cải tạo trong trường hợp này.

### **J.5 Sửa chữa mái dốc**

Trong khi đào, do vật liệu suy giảm lực dính và tính thấm, có thể dẫn tới sạt trượt mái dốc cả trong ngắn hạn và dài hạn. Những chỗ sạt trượt như vậy thường được sửa chữa bằng cách sử dụng vật liệu sỏi hoặc đá. Cải tạo đất là một cách thay thế để giảm chi phí và tác động đến môi trường.

Trong trường hợp mái dốc tương đối thoải, việc làm cho vật liệu không nhạy cảm với nước nói chung là đủ để sửa chữa mái dốc. Tuy nhiên, cách sửa chữa này yêu cầu:

- hệ thống thoát nước liên kết với phía sau và bên dưới lớp đất cải tạo (với sỏi hoặc vải địa kỹ thuật đặc biệt chịu được độ pH cao);
- khu vực nền thi công xử lý vật liệu.

### **J.6 Gia cố mái dốc**

Cải tạo đất làm tăng lực dính và do đó làm giảm mạnh áp lực đất sau tường chắn. Cũng có thể sử dụng đất cải tạo với hệ thống lưới địa kỹ thuật, vì lưới địa kỹ thuật có khả năng chịu độ pH cao.

Hệ thống thoát nước liên kết cũng phải được xem xét trong thiết kế vì đất đã xử lý thường có tính thấm rất thấp.

Việc kiểm soát sản phẩm cuối cùng với việc thí nghiệm độ chặt và kiểm tra các đặc tính cơ học là bắt buộc khi sử dụng đất cải tạo trong trường hợp này.

### **J.7 Nền móng**

Cải tạo đất làm tăng lực dính và do đó tăng khả năng chịu lực và giảm độ lún nền dưới móng.

Do khả năng chịu lực của đất cải tạo tăng lên, có thể giảm chiều sâu đặt móng.

Cải tạo đất cũng có thể được sử dụng để thay thế đất dưới cống hoặc đường hầm, ngay cả dưới mực nước mặt, với điều kiện việc hạ thấp mực nước ngầm tạm thời cho phép đầm chặt. Trong trường hợp này, tiến hành xem xét chặt chẽ cũng như các tiêu chí về độ rỗng chứa khí sẽ được đưa ra đối với nước có tính axit và sự tồn tại của sunfat và sunfua. Tiêu chí độ chặt tương đối sẽ được quy định để bảo đảm độ lún có thể chấp nhận được trong dài hạn để từ đó cho phép giảm tính năng của vật liệu cải tạo.

Kiểm soát sản phẩm cuối cùng với việc thí nghiệm độ chặt và kiểm tra các đặc tính cơ học (ví dụ: SPT, CPT, thí nghiệm nén ngang trong hố khoan Menard, ...) sẽ được sử dụng trong trường hợp này.

### **J.8 Nền truyền tải**

Nền truyền tải hiện đang được sử dụng như giao diện giữa nền đắp và các vật cứng. Vật liệu hạt có góc ma sát trong cao kết hợp với các lớp lưới địa kỹ thuật hiện là cấu tạo điển hình của các nền truyền tải.

Cải tạo đất làm tăng lực dính và do đó tăng khả năng chịu ứng suất cắt. Cải tạo đất có thể được sử dụng cho nền truyền tải kết hợp với lưới địa kỹ thuật với điều kiện:

- lưới địa kỹ thuật chịu được độ pH cao;
- giảm nứt vỡ càng nhiều càng tốt với việc tối ưu hóa loại và tỷ lệ chất kết dính;
- vết nứt được xem xét trong thiết kế thông qua việc giảm các đặc tính cơ học.

### **J.9 Công trình giữ nước**

Cải tạo đất làm tăng lực dính của các vật liệu và do đó tăng khả năng chống xói mòn, cả bên trong và bên ngoài. Có thể thực hiện các thí nghiệm xói mòn như thí nghiệm xói ống (HET), thí nghiệm xói tia và thí nghiệm xói tia di động (thí nghiệm MoJet) để đánh giá các đặc tính này có liên quan đến các công trình giữ nước.

Cải tạo đất kết hợp với đầm chặt thích hợp (lu chân cừu) và độ ẩm cao có thể dẫn đến tính thấm thấp.

Tỷ lệ (phần trăm) và loại chất kết dính phải được xem xét nghiêm ngặt để tránh nguy cơ nứt vỡ không thể chấp nhận được đối với các công trình nước.

### **J.10 Đất bị ô nhiễm**

Cải tạo đất có thể được xem xét vì nó hình thành các liên kết lâu dài với đất, dẫn đến:

- giảm khả năng rò rỉ;

- có khả năng bao bọc đất ô nhiễm;
- có khả năng kết dính đất bị ô nhiễm trong ngắn hạn và dài hạn.

Cải tạo đất có thể được coi là một lựa chọn để giảm ô nhiễm trên công trình đất hiện có (ví dụ: tái tạo một tuyến đường sắt cũ bị ô nhiễm).

CHÚ THÍCH: Điều quan trọng là phải kiểm tra xem có tồn tại các quy định quốc gia địa phương quản lý việc sử dụng cải tạo đất để xử lý đất bị ô nhiễm hay không.

BẢN THẢO



## Phụ lục K

(tham khảo)

### Danh sách kiểm tra cải tạo

Danh sách kiểm tra dưới đây là một ví dụ về cách bảo đảm kiểm soát chất lượng trong quá trình lập kế hoạch, thiết kế và thi công. Danh sách kiểm tra không nhằm mục đích thay thế một kế hoạch chất lượng để thực hiện các công việc mà là một lời nhắc nhở về các hạng mục cần được xem xét. Vẫn cần có một kế hoạch chất lượng chính thức để bảo đảm tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật.

Phần	Số	Chi tiết kiểm tra	Có/Không	Chú thích
<b>Nghiên cứu tại văn phòng và Nghiên cứu khả thi</b>				
1	1.1	Có bất kỳ "Hướng dẫn cho thực hiện tốt nhất" nào được tham khảo không ?		
	1.2	Khảo sát hiện trường có sẵn không ?		
	1.3	Có tài liệu nào trong khảo sát hiện trường (SI) gây lo ngại về khả năng xử lý không ?		
	1.4	Có sử dụng một quy trình đã được thiết lập để hướng dẫn việc lấy mẫu và thí nghiệm trong SI chưa?		
	1.5	Hàm lượng lưu huỳnh cao nhất được ghi lại trong SI là bao nhiêu ?		
	1.6	Tổng hàm lượng sulfate tiềm năng cao nhất trong SI là gì ?		
	1.7	Hàm lượng Sulfate cao nhất được ghi lại trong SI là bao nhiêu ?		
	1.8	Hàm lượng hữu cơ cao nhất được ghi lại trong SI là gì ?		
	1.9	Nếu những tài liệu này cao hơn mức khuyến nghị - khách hàng đã được thông báo chưa ?		
<b>Thí nghiệm trộn thử trong phòng</b>				
2	2.1	Đã lấy mẫu để thiết kế hỗn hợp tại phòng thí nghiệm hay chưa ?		
	2.2	Tần suất lấy mẫu là bao nhiêu ?		

Phần	Số	Chi tiết kiểm tra	Có/Không	Chú thích
	2.3	Chuyên gia có đủ điều kiện và kinh nghiệm phù hợp đã lấy tại hiện trường chưa ?		
	2.4	Đã lấy mẫu để phân tích hóa học chưa ?		
	2.5	Các mẫu đã được gửi đến một phòng thí nghiệm có kinh nghiệm và đủ điều kiện thích hợp chưa ?		
	2.6	Các mẫu đã được phân loại chưa ?		
	2.7	Đã chọn một loạt các chất kết dính chưa ?		
	2.8	Đã chọn thời gian ử chưa ?		
	2.9	Mức độ làm nhỏ (nghiền) đã được chọn chưa ?		
	2.10	Cường độ/CBR và/hoặc độ cứng phù hợp đã được chọn chưa ?		
	2.11	Đã chọn phạm vi nước phù hợp chưa ?		
	2.12	Các thí nghiệm trương nở thích hợp đã được tiến hành chưa ?		
	2.13			
	2.14	Phần còn lại của các mẫu đã được lưu giữ đủ thời gian theo quy trình đã thiết lập sau khi báo cáo được phát hành chưa ?		
	2.15	Báo cáo của phòng thí nghiệm đã được cấp cho khách hàng chưa ?		
	2.16	Khi nào báo cáo được đệ trình cho khách hàng ?		
<b>Thiết kế và yêu cầu kỹ thuật</b>				
3	3.1	Chuyên gia có trình độ phù hợp và kinh nghiệm đã đánh giá kết quả chưa?		
	3.2	Kết quả có được người thiết kế đề ra rõ ràng không ?		
	3.3	Đã tiến hành đánh giá môi trường về tiếng ồn, bụi và bất kỳ mối nguy hiểm tiềm ẩn nào khác chưa ?		
	3.4	Nguồn cung cấp nước có sẵn và phù hợp không ?		

Phần	Số	Chi tiết kiểm tra	Có/Không	Chú thích
	3.5	Hàm lượng lưu huỳnh lớn nhất đã được chọn chưa ?		
	3.6	Hàm lượng sulfate lớn nhất đã được chọn chưa ?		
	3.7	Hàm lượng hữu cơ lớn nhất đã được chọn chưa ?		
	3.8	Hàm lượng chất kết dính tối thiểu đã được chọn chưa ?		
	3.9	Chất lượng của chất kết dính đã được quy định chưa ?		
	3.10	Đã chọn phạm vi độ ẩm phù hợp chưa ?		
	3.11	Thời gian ủ tối thiểu đã được chọn chưa ?		
	3.12	Chiều sâu phù hợp đã được chọn chưa ?		
	3.13	Phần chồng lán phù hợp (ngang và dọc) đã được chọn chưa ?		
	3.14	Mức độ làm nhỏ (nghiền) đã được chọn chưa ?		
	3.15	Nhiệt độ làm việc tối thiểu đã được chọn chưa ?		
	3.16	Phương pháp đầm chặt (kích thước lu và số lượt lu lèn ?) đã được chọn chưa hoặc		
	3.17	Mục tiêu đầm chặt phù hợp (mục tiêu % của khối lượng thể tích khô lớn nhất hoặc hệ số rỗng chứaa khí lớn nhất) đã được chọn chưa ?		
	3.18	Thời gian làm việc tối đa phù hợp đã được chọn chưa ?		
	3.19	Cường độ tối thiểu, hoặc CBR và/hoặc độ cứng đã được chọn chưa ?		
	3.20	Đã chọn hệ số trương nở lớn nhất chưa ?		
	3.21	Tần suất kiểm tra phân loại và hóa chất đã được quy định chưa ?		
	3.22	Tần suất kiểm tra hàm lượng chất kết dính đã được quy định chưa ?		
	3.23	Tần suất kiểm tra chiều sâu đã được quy định chưa ?		

Phần	Số	Chi tiết kiểm tra	Có/Không	Chú thích
	3.24	Tần suất đo nước và kiểm tra chỉ số <i>MCV</i> đã được quy định chưa ?		
	3.25	Tần suất kiểm tra máy nghiền đã được quy định chưa ?		
	3.26	Tần suất của các lần thí nghiệm cường độ đã được quy định chưa ?		
	3.27	Tần suất thí nghiệm độ chặt tại hiện trường đã được quy định chưa ?		
	3.28	Tần suất của thí nghiệm trương nở đã được quy định chưa ?		
	3.29			
	3.30	Lớp che phủ đã được chọn chưa ?		
	3.31	Vật liệu có cần đồng nhất trước khi xử lý không ?		
	3.32	Đã chọn quy trình (trộn) đồng nhất chưa ?		

**Phụ lục L**  
(tham khảo)  
**Các lưu ý về an toàn**

**L.1 Quy định chung**

Các tiêu chuẩn về Sức khỏe và An toàn có liên quan cần được áp dụng khi thực hiện công việc này. Phụ lục này cung cấp hướng dẫn thi công tốt nhất hiện tại để hỗ trợ việc quản lý rủi ro cho người thực hiện và những người khác.

Việc sử dụng chất kết dính yêu cầu người làm việc với chúng phải có bảo hộ cá nhân đầy đủ (mặt nạ chống bụi, găng tay, kính bảo hộ, ...).

Để giảm thiểu rủi ro, cần tuân thủ các lời khuyên an toàn của nhà sản xuất. Nên tránh để da tiếp xúc với chất kết dính.

Rủi ro tối đa cho công nhân là trong quá trình đắp, rải và trộn. Công nhân không tham gia trong các hoạt động trên cũng nên được trang bị bảo hộ để đề phòng ảnh hưởng của bụi trong gió.

Không ai được phép đến gần khu vực trong khi thi công rải và trộn mà không có đánh giá rủi ro về nhu cầu bảo vệ mắt.

Cần cung cấp phương tiện rửa mắt tại các trạm được đánh dấu rõ ràng trong trường hợp khẩn cấp.

**L.2 Thiết bị bảo hộ cụ thể**

Các thiết bị bảo hộ cụ thể nên được đeo:

- a) bảo vệ mắt: Kính bảo vệ sẽ được đeo để ngăn bụi bay vào mắt. Có tầm nhìn rộng, ưu tiên sử dụng kính bảo hộ đầy đủ có đặc tính chống sương mù hoặc đội mũ bảo hiểm chống luồng khí (che mặt). Kính an toàn ít phù hợp hơn;
- b) bảo vệ đường hô hấp. Mặt nạ chống bụi được phê duyệt phải được đeo theo yêu cầu;
- c) quần áo bảo hộ. Nên mặc áo dài tay (thả xuống) và quần dài. Cũng nên đeo găng tay, tốt nhất là loại găng tay bằng vải dệt kim;
- d) phần da tiếp xúc. Bất kỳ bộ phận tiếp xúc nào của cơ thể, đặc biệt là những nơi tiết nhiều mồ hôi hoặc da nhạy cảm-có thể được bảo vệ bằng tấm chắn.

**Phụ lục M**  
(tham khảo)  
**Lưu ý về thời tiết và thực tế**

### **M.1 Quy định chung**

Có những lưu ý cần thực hiện liên quan đến các khía cạnh khí hậu và thực tế khi lập kế hoạch hoặc thực hiện các công việc xử lý đất và hướng dẫn thi công tốt nhất hiện tại cho việc này như sau.

### **M.2 Thời tiết**

#### **M.2.1 Quy định chung**

Điều quan trọng là phải nắm được dự báo thời tiết địa phương trước và trong khi thực hiện công việc. Các biện pháp phòng ngừa liên quan đến hệ thống thoát nước, hình dạng của công trình cần được thực hiện để hạn chế ảnh hưởng của thời tiết bất lợi:

- thoát nước bề mặt: để tránh đọng nước trên nền trong quá trình xử lý, nên lắp đặt hệ thống thoát nước ngang bằng rãnh, cống thoát nước. Khi cần thiết, nên tiến hành làm kín bề mặt với mức độ đầm chặt thích hợp;
- hình dạng: các nền phải được làm dốc với độ dốc ngang đủ để tránh đọng nước.
- Việc giám sát độ ẩm hoặc thông số thay thế phù hợp (ví dụ chỉ số *MCV*) của vật liệu, trước và sau khi xử lý có thể được thực hiện tùy theo điều kiện thời tiết.

#### **M.2.2 Mưa trong quá trình thực hiện công việc**

Việc rải nên được giới hạn ở những khu vực nhỏ trong trường hợp dự kiến có mưa, và sẽ dừng lại khi có mưa. Các hoạt động khác có thể tiếp tục hoàn thành quá trình xử lý với điều kiện có thể đạt được các yêu cầu kỹ thuật.

#### **M.2.3 Gió**

Để giảm nguy cơ gây hại do bụi cho các khu vực xung quanh, và phụ thuộc vào độ nhạy cảm của chúng, không nên rải chất kết dính nếu gió đủ mạnh để gây phiền toái hoặc nguy hại.

Thiết bị đo gió có thể được lắp đặt trên hiện trường làm việc để biết thông tin.

### **M.3 Phát thải bụi chất kết dính**

#### **M.3.1 Quy định chung**

Các khuyến nghị sau đây nên được thực hiện để giảm lượng bụi sinh ra, đặc biệt là ở các khu vực đô thị và nhạy cảm với môi trường.

### **M.3.2 Khu vực lưu giữ chất kết dính**

Các biện pháp phòng ngừa sẽ được thực hiện trong việc bố trí khu vực lưu giữ để hạn chế hoặc tránh phiền toái. Những điều sau đây cần được xem xét:

- gió chủ đạo;
- tính nhạy cảm với bụi của các tài sản, công trình xung quanh;
- sự hiện hữu của cảnh quan tự nhiên;
- bất kỳ biện pháp bổ sung cần thiết nào được thực hiện.

Khu vực lưu giữ sẽ được giữ sạch sẽ. Bất kỳ sự cố rò rỉ nào đáng kể sẽ được loại bỏ, đặc biệt là ở các khu vực giao thông.

### **M.3.3 Khu xử lý**

Các phương tiện không được phép lưu thông trên bề mặt mới được phủ chất kết dính. Việc trộn phải được thực hiện càng sớm càng tốt sau khi rải chất kết dính.

### **M.3.4 Các công trường nhạy cảm**

Các biện pháp phòng ngừa đặc biệt cần được xem xét để hạn chế sự phát thải bụi:

a) chất kết dính:

- sử dụng chất kết dính có khả năng bị thổi bay thấp;
- sử dụng vữa;

b) lưu giữ:

- lắp đặt các thiết bị ngăn chặn để giữ lại sự phát thải bụi tại những nơi quan trọng;

c) rải:

- việc rải sẽ bị dừng lại nếu gió thổi chất kết dính ra khỏi khu vực làm việc;
- bề mặt bất thường của đất được xử lý (chất kết dính rơi bất thường);
- máy rải được trang bị ống phun sương dọc theo chu vi để ép bụi thổi xuống khi sản phẩm rơi trên mặt đất;
- độ lệch của khí thải xe;

d) trộn:

- làm giảm tốc độ trộn;
- việc sử dụng máy trộn tích hợp;
- máy nghiền trục ngang có buồng trộn. Thực hiện trộn càng nhanh càng tốt sau khi rải;
- độ lệch của khí thải xe;
- xử lý trong trạm trộn cố định hoặc bán di động.

### **M.4 Chảy tràn ra ngoài và rò rỉ**

Các biện pháp phòng ngừa sẽ được thực hiện để tránh bất kỳ sự cố rò rỉ khỏi công trường.

Khả năng nước rỉ của chất kết dính khó có thể xảy ra như những gì đã biết hiện nay, bởi vì chúng được sử dụng một cách hiệu quả trong lớp đất gia cố để tạo thành vật liệu kết dính với gel gốc xi măng. Nếu nước rỉ xảy ra từ đất cải tạo, thì nước rỉ chất kết dính sẽ nhanh chóng tác dụng hết với đất xung quanh do phản ứng của nó với các khoáng chất trong đất.

CHÚ THÍCH: Nhận thấy khả năng vô số di chuyển qua đất sét là không đáng kể, tức là nhỏ hơn 50 mm.

BẢN THẢO



## Phụ lục N

(tham khảo)

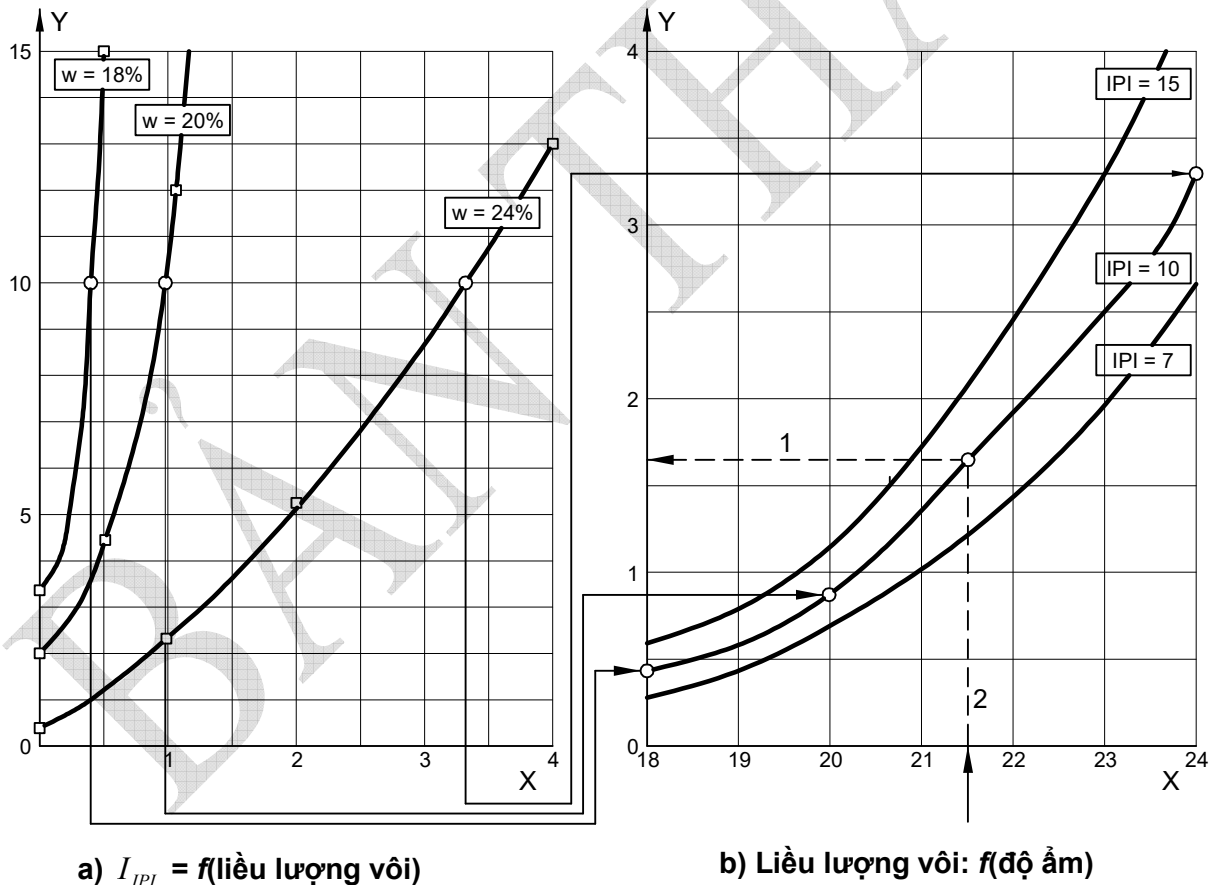
### Phương pháp và đồ thị để xác định lượng vôi cần thiết để đạt được giá trị $I_{PI}$ mục tiêu

Khi dự kiến gia cố đất ở vùng đất ẩm ướt trong quá trình xây dựng, tỷ lệ vôi phải được điều chỉnh cho phù hợp với độ ẩm tự nhiên của đất. Thiết kế có thể cố định các giá trị mục tiêu của  $I_{PI}$ ,  $I_{CBR}$  hoặc  $I_{MCV}$  cho phép giao thông và đầm chặt. Sau đó, biết được giá trị mục tiêu và thí nghiệm độ ẩm tự nhiên, phương pháp được trình bày này cho phép điều chỉnh nhanh chóng tỷ lệ vôi được yêu cầu.

Phương pháp này dựa trên thí nghiệm trong phòng có thể được thực hiện trước khi bắt đầu xây dựng. Nó cũng có thể được sử dụng trong giai đoạn thiết kế để dự đoán tổng số lượng vôi.

Phương pháp này phải được điều chỉnh để phù hợp với tác động của quá trình làm khô do bay hơi mạnh trong quá trình thi công.

Trong ví dụ sau, các giá trị  $I_{PI}$  được kiểm tra.



a)  $I_{PI} = f(\text{liều lượng vôi})$

b) Liều lượng vôi:  $f(\text{độ ẩm})$

CHÚ DẪN:

X (a) Tỷ lệ vôi (%), (b) độ ẩm (%)

Y (a) Chỉ số chịu tải tức thời ( $I_{PI}$ ), (b) tỷ lệ vôi (%)

1 tỷ lệ vôi trên công trường 2 độ ẩm trên công trường

**Hình N.1 – Ví dụ sử dụng kết quả của một nghiên cứu xử lý trong phòng thí nghiệm để xác định liều lượng vôi được sử dụng tại hiện trường phụ thuộc vào độ ẩm và mục tiêu khả năng chịu lực**

Để thiết lập đồ thị của Hình N.1 a) cần được xem xét:

- vật liệu có 3 độ ẩm khác nhau (ở đây là 18 %, 20 % và 24 %);
- đối với mỗi độ ẩm, 4 thí nghiệm  $I_{PI}$  được thực hiện, một thí nghiệm trên vật liệu tự nhiên và ba thí nghiệm trên hỗn hợp với các liều lượng vôi khác nhau (ví dụ: với  $w = 24 %$ , 1 %, 2 % và 4 % vôi đã được thêm vào). Việc lựa chọn các liều lượng khác nhau được thực hiện dựa trên kinh nghiệm.
- với 12 điểm này, có thể vẽ 3 đường cong.

Để thiết lập đồ thị của Hình N.1 b):

- giá trị của  $I_{PI}$  phải được chọn (ví dụ:  $I_{PI} = 7, 10$  và  $15$ );
- với mỗi giá trị của  $I_{PI}$ , đồ thị của liều lượng so với độ ẩm (Hình N.1 b)) có thể được vẽ bằng cách sử dụng kết quả của Hình N.1 a) (ví dụ: cho  $I_{PI} = 10$ : liều lượng là 0,4 % cho  $w = 18 %$ ; liều lượng là 1 % cho  $w = 20 %$  và liều lượng là 3,3 % cho  $w = 24 %$ );
- các Hình N.1 a) và b) là các đồ thị sẽ được sử dụng trong quá trình xây dựng để điều chỉnh tỷ lệ chất kết dính với độ ẩm tự nhiên nhằm đạt được  $I_{PI}$  mục tiêu.

Nếu  $I_{PI}$  mục tiêu là 10 %, liều lượng vôi cho độ ẩm tự nhiên là 21,5 % sẽ là 1,6 %.