G&M 11-05

BRL 9322
d.d. 2011-xx-xx

NATIONALE BEOORDELINGSRICHTLIJN

VOOR HET KOMO® PRODUCTCERTIFICAAT EN HET NL BSB® PRODUCTCERTIFICAAT VOOR

CEMENTGEBONDEN MINERALE RESTSTOFFEN ALS GEBONDEN FUNDERING IN DE GWW EN IN DE BETONBOUW

Techniekgebied BSB

Vastgesteld door het CvD "Grondstoffen en Milieu" d.d. 2011-xx-xx

Aanvaard door de Harmonisatie Commissie Bouw van de Stichting Bouwkwaliteit d.d. 2011-xx-xx

Uitgave: SGS INTRON Certificatie B.V.

Uitgave:
SGS INTRON Certificatie B.V.
Venusstraat 2
Postbus 270
4105 AG Culemborg
telefoon: 0345 580 733
telefax: 0345 580 208
e-mail: info@intron.nl
internet: www.intron.nl

ALGEMENE INFORMATIE

Het beleid van de Nederlandse overheid is gericht op het verantwoord toe te passen van afval en het storten van afvalstoffen zoveel mogelijk te voorkomen. In het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP) is aangegeven dat afvalstoffen, indien mogelijk, moeten worden hergebruikt, eventueel na reiniging of bewerking. Immobilisatie is een technologie die past in dit beleid. Door immobilisatie kan uit een afvalstof een bouwstof worden vervaardigd, waardoor zowel minder afvalstoffen behoeven te worden gestort als minder natuurlijke grondstoffen hoeven te worden gedolven.

Voor de toepassing van immobilisaten als bouwstof dient te worden voldaan aan de eisen gesteld in het Besluit bodemkwaliteit. Om aan te tonen dat het geproduceerde immobilisaat aan het Besluit bodemkwaliteit voldoet, heeft de producent de keuze om het product te certificeren. In dit verband gelden door het Ministeries van Infrastructuur & Milieu (I&M) erkende kwaliteitsverklaringen voor het bevoegd gezag als afdoende bewijs dat een gecertificeerde bouwstof daadwerkelijk aan het Besluit bodemkwaliteit voldoet.

De basis voor certificering wordt vastgelegd in de beoordelingsrichtlijn (BRL). Een BRL geeft de “spelregels” waaraan zowel de producent als de certificerende instelling zich dienen te houden. Zonder BRL is certificatie niet mogelijk.
De Handleiding certificering Besluit bodemkwaliteit biedt schrijvers van beoordelingsrichtlijnen een uniform kader voor de invulling van de eisen die vanuit het Besluit bodemkwaliteit worden gesteld. In deze handleiding wordt een minimaal beoordelings- en kwaliteitsniveau voor gecertificeerde bouwstoffen beschreven en worden regels gegeven voor de opzet en invulling van de milieuparagraaf van beoordelingsrichtlijnen. Om als erkende kwaliteitsverklaring door het Ministeries van I&M te worden aangemerkt, dient de BRL op zodanige wijze te zijn ingevuld dat het beoordelings- en kwaliteitsniveau van de te certificeren bouwstof tenminste gelijkwaardig is aan wat in voornoemde handleiding is beschreven. Bij de invulling van de BRL is deze handleiding als leidraad gebruikt. Naast bovengenoemde milieuhygiënische eisen zijn in de BRL ook civieltechnische en duurzaamheidseisen opgenomen voor de beoogde toepassingen.

De op basis van deze beoordelingsrichtlijn af te geven kwaliteitsverklaring wordt aangeduid als KOMO productcertificaat voor de toepassing in funderingslagen en daarmee vergelijkbare toepassingen als NL-BSB certificaat voor de overige toepassingen. Het KOMO productcertificaat heeft betrekking op de technische en milieuhygiënische eigenschappen van de cementgebonden minerale reststoffen. Het NL-BSB certificaat uitsluitend op de milieuhygiënische eigenschappen.

INHOUDSOPGAVE

pagina

1. INLEIDING 9
1.1. Onderwerp 9
1.2. Toepassingsgebied 10
1.3. Kwaliteitsborging 10

2. TERMEN EN DEFINITIES 12

3. PRODUCTEISEN 15
3.1. Emissie en samenstelling 15
3.1.1. Emissie 15
3.1.2. Samenstelling 15
3.1.3. Asbest 15
3.2. Civieltechnische producteisen 15
3.2.1. Duurzame vormvastheid 15
3.2.2. Druksterkte 15
3.2.3. Duurzaamheid van de cementgebonden minerale reststoffen 15
3.3. Inhoud van het certificaat 16

4. BEPALINGSMETHODEN 17
4.1. Aanmaak proefstukken 17
4.2. Samenstelling 17
4.3. Emissie (diffusieproef) 17
4.4. Emissie (kolomproef) 18
4.5. Massaverlies 19
4.6. Druksterkte 19
4.7. Bestandheid tegen nat/droogwisselingen 19
4.8. Bestandheid tegen vorst/dooiwisselingen 19

5. EISEN TE STELLEN AAN HET KWALITEITSSYSTEEM VAN DE PRODUCENT 20
5.1. Directieverantwoordelijkheid 20
5.1.1. Beleid 20
5.1.2. Organisatie 20
5.1.2.1. Taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden 20
5.1.2.2. Middelen en personeel voor verificaties 20
5.1.2.3. Directievertegenwoordiger 20
5.1.3. Beoordeling door de directie van de beheersing en borging van de productie van het immobilisaat 20
5.2. Het kwaliteitssysteem 20
5.3. Beheersing van documenten 21
5.4. Identificatie en naspeurbaarheid van producten 21
5.5. Acceptatie van grond en baggerspecie 21
5.6. Acceptatie van minerale reststoffen 21
5.7. Procesbeheersing 22
5.8. Keuring en beproeving 22
5.8.1. Ingangskeuring en beproeving 22
5.8.2. Keuring en beproeving 22
5.8.3. Registratie van keuringen en beproevingen 22
5.8.4. Keurings-, meet- en beproevingsmiddelen 23

5.8.5. Uitbesteding monsterneming en analyses 23
5.9. Beheersing van producten met tekortkomingen....23
5.10. Corrigerende maatregelen 23
5.11. Klachtenbehandeling....23
5.12. Opslag en aflevering....24
5.13. Registratie van de beheersing en borging 24
5.14. Interne beoordeling van de beheersing en borging....24
5.15. Opleiding 24

6. CONTROLE DOOR DE PRODUCENT....25
6.1. Algemeen 25
6.2. Ingangscontrole....25
6.2.1. Acceptatie van grond- en baggerspecie....25
6.2.2. Acceptatie van andere hoofdbestanddelen....26
6.2.3. Acceptatie nevenbestanddelen 26
6.2.4. Acceptatie cement en hulpstoffen 27
6.3. Grondstoffencontrole (bij depotvorming)....27
6.4. Opzet van de productiecontrole 28
6.5. Dagelijkse controle 28
6.6. Te bepalen eigenschappen in de productiecontrole 29
6.6.1. Samenstelling en emissie....29
6.6.2. Duurzame vormvastheid....29
6.6.3. Druksterkte 29
6.6.4. Duurzaamheid 29
6.7. Monsterneming bij productiecontrole 29
6.7.1. Algemeen....29
6.7.2. Definitie van partijen 30
6.7.3. Grepen....30
6.7.4. Monsters 31
6.7.5. Wijze van monsterneming 31
6.7.6. Monsternemingsplan 31
6.7.7. Rapportage monsterneming 31
6.7.8. Monstervoorbehandeling ter plekke 31
6.7.9. Verpakking en opslag 31
6.7.10. Monsteroverdracht....32
6.8. Monstervoorbehandeling in het laboratorium....32
6.9. Te bepalen componenten (emissie en samenstelling)....32
6.10. Keuringsfrequentie productstromen 33
6.10.1. Samenstelling en emissie....33
6.10.1.1. Principe bij het vaststellen van de keuringsfrequentie....33
6.10.1.2. Initiële keuringsfrequentie 33
6.10.1.3. Frequentie steekproefregime 34
6.10.1.4. Frequentie partijkeuringsregime....35
6.10.2. Duurzame vormvastheid....35
6.10.3. Druksterkte 35
6.10.4. Duurzaamheid 35
6.11. Toetsing....36
6.11.1. Samenstelling en emissie....36
6.11.1.1. Toetsingen steekproefregime....36
6.11.1.2. Toetsingen partijkeuringsregime....36
6.11.1.3. Omgaan met meetwaarden die kleiner zijn dan de bepalingsgrens....36

6.11.2. Duurzame vormvastheid 36
6.11.3. Druksterkte 37
6.11.4. Duurzaamheid 37
6.12. Wijzigingen in het productieproces 37
6.13. Transport en toepassing 37

7. CONTROLE DOOR DE CERTIFICATIE-INSTELLING 38
7.1. Verlening, gebruik en geldigheidsduur van het certificaat 38
7.1.1. Algemeen 38
7.1.2. Verlening van het certificaat 38
7.1.3. Erkenning van het certificaat 38
7.1.4. Geldigheidsduur van het certificaat 39
7.2. Toelatingsonderzoek 39
7.2.1. Beoordeling van het kwaliteitssysteem 39
7.2.2. Beoordeling van de monsterneming 39
7.2.3. Beoordeling van het product – emissie, samenstelling en duurzame vormvastheid 39
7.2.3.1. Algemeen 39
7.2.3.2. Geldigheid van onderzoeksresultaten 40
7.2.3.3. Te bepalen componenten 40
7.2.3.4. Toetsing 40
7.2.4. Beoordeling van het product – druksterkte en duurzaamheid 40
7.3. Periodieke beoordeling 41
7.3.1. Algemeen 41
7.3.2. Gebruik van mobiele menginstallaties 42
7.3.3. Onderzoek bij klachten 42
7.3.3.1. Samenstelling en emissie 42
7.3.3.2. Duurzame vormvastheid 42
7.3.3.3. Druksterkte 43
7.3.3.4. Duurzaamheid 43
7.4. Eisen te stellen aan de auditors 43

8. LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN 44

BIJLAGE A. SAMENSTELLINGSWAARDEN 46

BIJLAGE B. EMISSIEWAARDEN 47

BIJLAGE C. MODEL KWALITEITSVERKLARING KOMO 1

BIJLAGE D. MODEL KWALITEITSVERKLARING NL-BSB 52

BIJLAGE E. BEPALING VAN DE BESTANDHEID TEGEN NAT/DROOG-WISSELINGEN 56

BIJLAGE F. BEPALING VAN DE BESTANDHEID TEGEN VORST/DOOI-WISSELINGEN 58

1. INLEIDING

1.1. Onderwerp

In deze beoordelingsrichtlijn zijn alle relevante eisen opgenomen met betrekking tot de milieuhygiënische eigenschappen van de cementgebonden minerale reststoffen in de betreffende toepassing, zoals in het Besluit bodemkwaliteit en de Regeling bodemkwaliteit zijn gesteld. Voor de toepassing in gebonden funderingen, zoals beschreven in paragraaf 28.2 van de standaard RAW bepalingen 2010 en daarmee vergelijkbare toepassingen zijn tevens de technische eisen opgenomen. Dit leidt tot een KOMO-productcertificaat. Voor de overige toepassingen in de betonbouw kan een NI-BSB certificaat worden verkregen.
De cementgebonden minerale reststoffen moeten producten zijn met voorspelbare technische en milieuhygiënische eigenschappen. Door zorgvuldige acceptatie en depotvorming wordt zorggedragen voor een grondstof met de relevante eigenschappen op een constant niveau. Met een nauw omschreven receptuur wordt hieruit in een beheerst productieproces een bouwstof met voorspelbare eigenschappen bereid.

De cementgebonden minerale reststoffen worden geproduceerd met als hoofdbestanddeel verontreinigde grond (eventueel met aanhangend steenachtig bouw- en sloopafval), baggerspecie of een minerale reststof. Het hoofdbestanddeel is minimaal 80% m/m van de totale hoeveelheid minerale grondstof. Het hoofdbestanddeel kan ook een specifiek mengsel van minerale reststoffen zijn. Het hoofdbestandeel wordt gespecificeerd op het certificaat. Als het hoofdbestandeel een specifiek mengsel is van minerale reststoffen en de mengverhouding hiervan wijzigt meer dan 10% absoluut, dan is er sprake van een nieuw hoofdbestanddeel. Daarnaast kunnen overige minerale reststoffen deel uitmaken van de te immobiliseren grondstof, mits ze geen negatieve invloed hebben op de kwaliteit (niet meer voldoen aan de gestelde prestatie-eisen). Naast deze prestatie-eis worden aan de nevenbestandelen ook additionele eisen gesteld, die voorkomen, dat er sprake is van wegmengen. Deze grenswaarden zijn opgenomen in paragraaf 6.2

Indien de producent verontreinigde grond of baggerspecie verwerkt, moet hij een procescertificaat hebben conform de BRL 7500, protocol 7510, “procesmatige ex situ reiniging en immobilisatie van grond en baggerspecie”. De acceptatie, opslag, overslag en verwerking van verontreinigde grond worden geregeld door protocol 7510. Voor overige minerale reststoffen wordt dat in deze BRL geregeld. De eisen ten aanzien van de productkwaliteit worden voor zowel de grondstoffen grond en baggerspecie als voor overige minerale reststoffen in deze BRL geregeld.
Het immobilisaat is een vormgegeven bouwstof, die in werken kan worden toegepast. Indien de producent verontreinigde grond of baggerspecie gebruikt, gaat de grond dus over in een bouwstof, die als zodanig beoordeeld wordt.

Het aanbrengen van het immobilisaat in het werk valt buiten het kader van deze beoordelingsrichtlijn. Wel moet de producent instructies geven ten aanzien van het aanbrengen van het immobilisaat in het werk.

Naast de eisen die in deze BRL zijn vastgelegd, worden door de certificatie-instelling aanvullende eisen gesteld in de zin van algemene procedure-eisen van certificatie, zoals vastgelegd in het algemene certificatiereglement van het betreffende instituut.

De erkende kwaliteitsverklaring maakt het mogelijk, dat de kwaliteit van de bouwstof bekend is voorafgaand aan de prodcutie en de daadwerkelijke toepassing van het immobilisaat in een werk.

Volgens het bevoegd gezag moet de kwaliteit van een immobilisaat bekend zijn voordat ze toegepast wordt (site Bodemplus/bodembeleid/overzicht FAQ's nummer 17). Dit betekent, dat als er een partijkeuring van een partij immobilisaat worden uitgevoerd, terwijl de bouwstof (nog) niet is gecertificeerd, de resultaten van de partijkeuring bekend moeten zijn alvorens ze wordt toegepast.

1.2. Toepassingsgebied

Het toepassingsgebied omvat gebonden toepassingen:

- Gebonden funderingen, zoals beschreven in paragraaf 28.2 van de Standaard RAW bepalingen 2010 en vergelijkbare toepassingen. Vergelijkbare toepassingen zijn funderingen in bouwwwerken, vormvaste massa (ballastmateriaal achter keerwanden, drukverdelende lagen, afdekkingslagen, opvullingen en dergelijke). Voor deze toepassing kan een KOMO®-productcertificaat worden verkregen.
- Overige gebonden toepassingen in de betonbouw. In het kader van het Besluit bodemkwaliteit betreft het een vormgegeven toepassing. Overige toepassingen zijn bijvoorbeeld blokken en, wegverhardingsmateriaal. In deze toepassingen kan een NL-BSB certificaat worden verkregen.

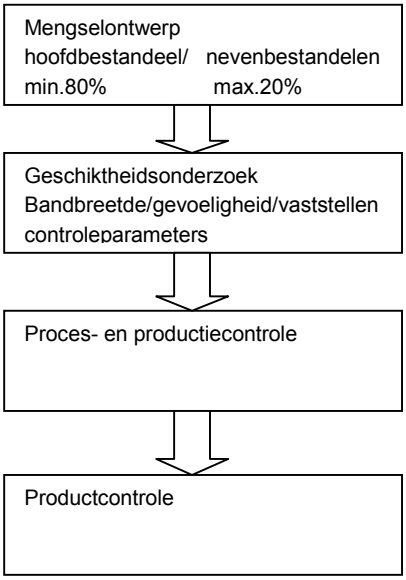
Kwaliteitsborging

Bij de start van een nieuw product begint de producent met een mengselontwerp. In een geschiktheidsonderzoek optimaliseert hij de receptuur van het mengsel ten aanzien van de verwerkbaarheid, de gewenste producteigenschappen en de economie van het proces. In dit geschiktheidsonderzoek legt hij de ook de bandbreedte vast van zijn receptuur en stelt hij de proces- en productcontroleparameters vast, waarmee hij de dagelijke productiecontrole uitvoert. In het geschiktheidsonderzoek stelt hij ook vast, hoe hij moet reageren op veranderingen in de omgevingscondities, zoals uitdroging van het verse mengsel tijdens transport, temperatuurveranderingen en dergelijke. Het doel hiervan is te komen tot een beheerste kwaliteit van het eindproduct.

Tijdens de productie worden het proces en het product dagelijks gecontroleerd. De in het geschiktheidsonderzoek vastgestelde kritische factoren worden hierin gemonitord en zo nodig wordt het proces op basis van de beschikbare informatie bijgesteld om het juiste product te blijven leveren. De producteigenschappen worden steekproefsgewijs of batchgewijs gecontroleerd volgens de systematiek zoals die in deze BRL beschreven staat.

Schema kwaliteitsborging:

vooraf



dagelijks
tijdens productie

steekproefsgewijs
of per partij

2. TERMEN EN DEFINITIES

Baggerspecie

Materiaal dat is vrijgekomen uit de bodem of oever van een oppervlaktewaterlichaam en dat bestaat uit minerale delen met een maximale korrelgrootte van 2 milllimeter en organsche stof in een verhouding en met een structuur zoals die in de bodem van nature worden aangetroffen, alsmede van nature in de bodem voorkomede schelpen en grind met een korrelgrootte van 2 tot 63 millimeter.

Beoordelingsrichtlijn

Een beoordelingsrichtlijn (BRL) is een document dat alle benodigde informatie bevat over een certificatiesysteem voor een bepaald onderwerp van certificatie. Dit kan zowel attesten betreffen, als product-, proces- en kwaliteitssysteemcertificatie en betreft zowel publiekrechtelijke eisen als privaatrechtelijke eisen. Voor niet-onderwerp gebonden informatie kan zijn verwezen naar het algemene certificatiereglement van de betreffende certificatie-instelling.

Cement en cementvervanger

Cement en cementcervanger zijn een hydraulisch bindmiddel, d.w.z. een fijngemalen anorganische stof, die gemengd met water een pasta vormt, die bindt en verhardt door middel van hydratatiereacties en -processen en die na verharding zijn sterkte en stabiliteit behoudt, zelfs onder water. Gewone cementen vallen onder de norm EN 197. Cementvervangers hebben hetzelfde werkingsmechanisme als cement. In de toekomst zal hiervoor wellicht EN 13282 (hydraulic road binders) gehanteerd kunnen worden (nu nog niet gemandateerd).

Certificatiesysteem

Een certificatiesysteem is een algemeen stelsel van voorschriften en procedures voor het beheren en uitvoeren van certificatie.

Emissie

Onder emissie wordt verstaan het vrijkomen van een stof in een van de milieucompartimenten water, lucht of bodem.

Gewogen asbest

Het gehalte gewogen asbest is de serpentijn asbestconcentratie vermeerderd met 10 maal de amfiboolasbestconcentratie

Gevaarlijke afvalstof

Een gevaarlijke afvalstof is een afvalstof die volgens de Eural classificatie is geclassificeerd als gevaarlijke afvalstof.

Grond

Vast materiaal dat bestaat uit minerale delen met een maximale korrelgrootte van 2 millimeter en organsche stof in een verhouding en met ee structuur zoals die in de bodem van nature worden aangetroffen, aslmede van nature in de bodem voorkomende schelpen en grind met een korrelgrootte van 2 tot 63 millimeter, niet zijnde baggerspecie.

Immobilisaat

Het product verkregen door immobilisatie van reststoffen.

(Koude) immobilisatie

Immobilisatie is een technologische ingreep waarbij de fysische en/of chemische eigenschappen van een reststof worden gewijzigd, zodanig dat de kans op verspreiding van milieuverontreinigende stoffen door uitloging, erosie of verstuiving op de korte en lange termijn wordt verminderd. In het kader van deze BRL is uitsluitend sprake van koude immobilisatie.
Bij koude immobilisatie bestaat de technologische ingreep uit het vastleggen van de reststof met een bindmiddel. In deze BRL is het bindmiddel cement of cementvervanger.

Kwaliteitsverklaring

Een kwaliteitsverklaring is een document dat is uitgegeven volgens de regels van een certificatiesysteem en dat uitspraken doet over het onderwerp van certificatie.

Menginstallatie

Een menginstallatie is een installatie waarin de grondstoffen voor het immobilisaat ex situ worden gemengd, zodat het mengsel ontstaat, dat na uitharden het product wordt. De menginstallatie kan zowel een cotinu menger zijn, als een batchmenger. De grondstoffen moeten gedoseerd ingebracht kunnen worden via on-line of off-line weging.

Minerale reststof

Een materiaal met een gehalte aan droge stof van tenminste 30 % (m/m), gekenmerkt door een matrix die overwegend is opgebouwd uit silicium- en aluminium(hydr)oxiden en/of calciumverbindingen en waarin één of meer anorganische en/of organische componenten als bedoeld in bijlage A van de Regeling Bodemkwaliteit aanwezig kunnen zijn door ontstaanswijze, door productie en beheer of door verontreiniging.

Productcertificaat

Een productcertificaat is een document dat verklaart dat de specificaties van een product in overeenstemming zijn met de eisen van het Besluit bodemkwaliteit en de Regeling bodemkwaliteit en met technische producteisen.

Productielocatie

De locatie waar de menginstallatie staat en het product wordt geproduceerd. Er kan sprake zin van een vaste producttielocatie of van een tijdelijke productielocatie. Bij een tijdelijke productielocatie vindt gedurende korte tijd de productie plaats van immobilisaat, die op één projectlocatie wordt toegepast.

Productiepartij

Een productiepartij is een identificeerbare hoeveelheid product van vergelijkbare kwaliteit.

Projectlocatie

De locatie waar het product wordt toegepast in een werk.

Receptuur

Een receptuur is de vastgestelde bereidingswijze van een immobilisaat, waarin de hoeveelheden van de reststoffen (hoofdbestandeel en nevenbestanddelen) en van het bindmiddel zijn beschreven.
Indien een hoofdbestandeel meer dan 10% absoluut afwijkt (berekend op het totale immobilisaat), is er sprake van een andere receptuur.

Toetsingswaarde

De maximale samenstelling en emissie in overeenstemming met bijlage A van de Regeling Bodemkwaliteit

Niet-vormgegeven bouwstof

Een bouwstof, niet zijnde een vormgegeven bouwstof.

Vormgegeven bouwstof

Een vormgegeven bouwstof is een bouwstof met een volume per kleinste eenheid van tenminste 50 cm^3, die onder normale omstandigheden een duurzame vormvastheid heeft.

Vormvaste massa

Toepassing van het immobilisaat met als kenmerken de vomvastheid en de massa. Voorbeelden zijn de toepassing als ballastmateriaal achter keerwanden, als drukverdelende lagen, als afdekkingslagen en als opvullingen.

3. PRODUCTEISEN

3.1. Emissie en samenstelling

3.1.1. Emissie

De emissiewaarden, bepaald overeenkomstig paragraaf 4.3 of 4.4, mogen de maximum waarden voor vormgegeven bouwstoffen in bijlage A, tabel 1 van de Regeling bodemkwaliteit niet overschrijden.

3.1.2. Samenstelling

De samenstellingswaarden, bepaald overeenkomstig paragraaf 4.2, mogen de maximum waarden voor bouwstoffen in bijlage A, tabel 2 van de Regeling bodemkwaliteit niet overschrijden.

3.1.3. Asbest

Het gewogen gehalte aan asbest in de cementgebonden minerale reststoffen mag niet groter zijn dan het gehalte dat berekend wordt uit de maximale waarde voor de grondstoffen grond, bouw- en sloopafval en AVI-bodemas (100 mg/kg d.s. aan gewogen asbest) en het gehalte waarin deze bestanddelen in het product aanwezig zijn. Als het immobilisaatproduct bestaat uit 80% grond, is het maximale gehalte asbest in het product dus 80 mg/kg d.s. aan gewogen asbest

Opmerking: omdat asbest alleen kan voorkomen in de minerale reststoffen die worden gebruikt voor de immobilisatie, vindt in deze BRL de controle op de aanwezigheid van asbest plaats bij de acceptatie van de minerale reststoffen en niet op het eindproduct

3.2. Civieltechnische producteisen

3.2.1. Duurzame vormvastheid

De cementgebonden minerale reststof dient duurzaam vormvast te zijn. Hiertoe mag bij een ouderdom van 28 dagen het totale massaverlies na 64 dagen, bepaald overeenkomstig paragraaf 4.5 maximaal 200 g/m^2 bedragen in de toepassing als gebonden fundering. Dit betreft de toepasingen in funderingen (in GWW en in bouwwerken) en als vormvaste massa (ballastmateriaal achter keerwanden, drukverdelende lagen, afdekkingslagen, opvullingen en dergelijke). Voor overige toepassingen, bijvoorbeeld blokken, is het massaverlies maximaal 30 g/m^2.

3.2.2. Druksterkte

De druksterkte van de cementgebonden minerale reststof, bepaald overeenkomstig paragraaf 4.6, moet bij een ouderdom van 28 dagen tenminste 1,5 MPa bedragen.

3.2.3. Duurzaamheid van de cementgebonden minerale reststoffen

Indien de cementgebonden minerale reststof in de betreffende toepassing is blootgesteld aan nat/droog- of vorst/dooiwisselingen moet respectievelijk aan de volgende eisen worden voldaan:

- **Bestandheid tegen nat/droogwisselingen**
  Het massaverlies van de cementgebonden minerale reststof bepaald volgens de methode beschreven in paragraaf 4.7 moet minder zijn dan 1 % (m/m). Tevens moet de afname in ultrasone voortplantingssnelheid bepaald volgens de methode beschreven in paragraaf 4.7 minder zijn dan 25 %.

- **Bestandheid tegen vorst/dooiwisselingen**
  De verzadigingsgraad na 7 dagen capillaire waterabsorptie door de cementgebonden minerale reststof moet kleiner zijn dan de kritische verzadigingsgraad van het immobilisaat. Beide eigenschappen dienen te worden bepaald zoals omschreven in paragraaf 4.8.

3.3. Inhoud van het certificaat

Het productcertificaat verklaart dat de cementgebonden minerale reststoffen voldoen aan de producteisen genoemd in paragraaf 3.1 en 3.2.

De kwaliteitsverklaring dient overeenkomstig het model in bijlage C en D te worden opgesteld.

4. BEPALINGSMETHODEN

4.1. Aanmaak proefstukken

Vervaardigen proefstuk (proctorcylinder)
Benodigdheden:
Metalen of kunststof cilinders met een wanddikte van tenminste 3 mm en een inwendige diameter van 101 ± 2 mm, of 152 ± 2 mm indien de maximale korrelgrootte (D95) van de te immobiliseren reststoffen groter is dan 25 mm.

Werkwijze:
Vervaardig de proefstukken door de cementgebonden minerale reststof te verdichten volgens de proctorproef (RAW 2010 proef 9 of NEN-EN 13286-2 mal A) of de proctorproef (RAW 2010 proef 10 of NEN-EN 13286-2 mal B) indien D95 groter is dan 25 mm.
De massa van de hamer is 2,5 kg. De valhoogte is 30,5 cm.
Indien de aanmaak van de proefstukken plaatsvindt bij het werk, moet ze plaatsvinden op een ondergrond met voldoende stijfheid, bijvoorbeeld op een betonnnen blok van 50 kg.
Indien sprake is van een natte specie worden de mallen gevuld zonder verdichting met de hamer. De proefstukken mogen verdicht worden met dezelfde verdichtingsmethode die in de productie wordt toegepast (bv. trilnaad). In dit gevallen mogen ook kubussen worden gemaakt in plaats van cilinders.

In afwijking van NEN-EN 13286-2 wordt geen extra water toegevoegd, noch wordt de cementgebonden minerale reststof vooraf gedroogd. De verdichting vindt daarom plaats bij het vochtgehalte van de cementgebonden minerale reststof zoals het op het werk bemonsterd is.
Bepaal het vochtgehalte van een deelmonster van tenminste 250 g, of tenminste 500 g indien de D95 groter is dan 16 mm, door droging tot constante massa bij 110 ± 5 °C. Bereken het vochtgehalte tot op 0,1 % m/m nauwkeurig en rapporteer samen met de druksterktes.
Het materiaal wordt niet gezeefd, voorafgaand aan de proef. De verdichting vindt plaats op al het bemonsterde materiaal, inclusief steenstukken > 31,5 mm. Wel is het toegestaan om omwille van het verkrijgen van een vlakke bovenzijde grove steenstukken handmatig te verwijderen uit het bovenste gedeelte van ca. 3 cm. Eindafwerkingen waarbij extra verdichtingsenergie in de proefstukken wordt gebracht zijn niet toegestaan.
Bewaar de cilinders bij maximaal 20 °C in een afgesloten luchtdichte plastic zak tot het moment van beproeven.

4.2. Samenstelling

Het gehalte aan organische stoffen (samenstellingswaarde) dient te worden bepaald in overeenstemming met NEN 7330.

4.3. Emissie (diffusieproef)

De emissie (uitloging van anorganische componenten) dient te worden bepaald in overeenstemming met NEN 7375 (diffusieproef) door een voor deze verrichting conform AP04 erkend laboratorium.

Is de onderzoeksfrequentie voor de betreffende component hoger dan 1 maal per jaar, dan is het onder steekproefregime ook toegestaan de emissie op basis van de eerste vijf trappen van de diffusieproef te

bepalen, zoals hierna beschreven. Bij de toetsing vervangt in dat geval de emissiewaarde van de verkorte diffusieproef, omgerekend naar de emissiewaarde over 64 dagen, de emissiewaarde van de volledige diffusieproef.
Onder de emissie wordt verstaan:

- In geval van diffusie; de cumulatief berekende uitloging over 64 dagen; de emissie wordt berekend over 64 dagen volgens 9.4 van NEN 7375;
- In geval van diffusie gevolgd door uitputting; de cumulatief gemeten uitloging over 64 dagen;
- In geval dat voor een bepaalde parameter geen diffusiegecontroleerd traject kan worden vastgesteld; de bovenschatting voor T = 36500 dagen voor de bijzondere situaties zoals vastgelegd in 9.6 van NEN 7375, gedeeld door 24.

Indien het materiaal oplossingsbepaald uitloogt en/of niet duurzaam vormvast gedrag vertoont, dan zal het alsnog moeten worden getoetst als niet-vormgegeven bouwstof. Daartoe wordt de kolomproef volgens 4.4 uitgevoerd.

De emissie kan ook worden bepaald in overeenstemming met paragraaf 4.4.

Alternatieve of verkorte meetmethoden zijn toegestaan die ten opzichte van de genormaliseerde uitloogproef een correleerbaar resultaat opleveren. De correleerbaarheid wordt als volgt vastgesteld:
Er moet worden uitgegaan van een lineair verband:

$$e = b + a \times e' \qquad (1)$$

waarbij e = emissie op basis van de diffusieproef [mg/m^2],
e' = emissie op basis van de verkorte meetmethode [mg/kg d.s.].
a = constante [-],
b = constante [-].

Voorwaarden voor het toepassen van een verkorte meetmethode zijn:

- de correlatie dient op basis van minimaal 15 analyseresultaten te zijn vastgesteld;
- alleen waarden die ten minste gelijk zijn aan 3 maal de detectielimiet kunnen worden gebruikt;
- de determinatiecoëfficiënt r^2 tussen e en e' dient minimaal 0,7 te bedragen;
- $0{,}2 \leq a \leq 5$;
- $b = 0$ (het 90 %-betrouwbaarheidsinterval van b dient de waarde 0 te bevatten). In het geval dat $b \neq 0$, vervangt de bovengrens van het 2-zijdig 80%-betrouwbaarheidsinterval voor het lineaire regressieverband de op basis van vergelijking 1 berekende waarde (de emissie op basis van de standaard uitloogproef is dan met een betrouwbaarheid van 90% kleiner of gelijk aan de emissie op basis van de verkorte meetmethode);

Berekening van e_{64} door extrapolatie is niet toegestaan. Valt e'_{64} buiten het bereik waarvoor het verband is afgeleid, dan dient de emissie alsnog met de volledige diffusieproef te worden vastgesteld.

4.4. Emissie (kolomproef)

Voor vormgegeven bouwstoffen mag de uitloging ook met de kolomproef worden getoetst. De uitloogwaarde van de kolomproef geldt als bovenafschatting van de uitloogwaarde met de diffusieproef. De kolomproef moet worden uitgevoerd conform NEN 7383 of NEN 7373 door een voor deze verrichting conform AP04 erkend laboratorium.

4.5. Massaverlies

Het massaverlies dient te worden bepaald in overeenstemming met artikel 3.2.3 van de Regeling bodemkwaliteit.
Bij de preparatie van het proefstuk is het toegestaan los en aanhangend materiaal te verwijderen door het oppervlak licht te borstelen.

4.6. Druksterkte

Bepaal op de voorgeschreven ouderdom van het proefstuk de volumieke massa van het proefstuk (op 5 kg/m^3 nauwkeurig) als quotiënt van de massa en het volume van het proefstuk. Het volume kan worden berekend uit de uitwendige afmetingen van het proefstuk.
Indien de bovenkant niet volledig vlak is door het uitsteken van grovere bestanddelen van het immobilisaat, kan door middel van een zachtboard plaatje op het bovenvlak gezorgd worden voor een gelijkmatige krachtoverbrenging naar het proefstuk. Nabewerkingen van de proefstukken zijn niet toegestaan.
Bepaal vervolgens de druksterkte van het proefstuk volgens NEN-EN 13286-41 (op 0,1 MPa nauwkeurig) met behulp van een hydraulische pers.

4.7. Bestandheid tegen nat/droogwisselingen

De bestandheid tegen nat/droogwisselingen dient te worden bepaald in overeenstemming met de wijze beschreven in bijlage E.

4.8. Bestandheid tegen vorst/dooiwisselingen

De bestandheid tegen vorst/dooiwisselingen dient te worden bepaald in overeenstemming met de RILEM aanbeveling 4CDC3, zoals beschreven in bijlage F.

5. EISEN TE STELLEN AAN HET KWALITEITSSYSTEEM VAN DE PRODUCENT

5.1. Directieverantwoordelijkheid

5.1.1. Beleid

De directie van de producent moet met betrekking tot de productie van cementgebonden minerale reststoffen hebben omschreven en vastgelegd:

- het kwaliteitsbeleid;
- de bijbehorende doelstellingen;
- de verplichtingen ten aanzien van de kwaliteit.

De directie moet bewerkstelligen dat dit beleid begrepen, in praktijk gebracht en op peil gehouden wordt op alle niveaus binnen zijn bedrijfsorganisatie.

5.1.2. Organisatie

5.1.2.1. Taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden

De producent moet ten aanzien van het personeel dat betrokken is bij de beheersing en borging van de productie van cementgebonden minerale reststoffen de volgende zaken schriftelijk hebben vastgelegd:

- taken;
- verantwoordelijkheden;
- bevoegdheden;
- onderlinge verhoudingen.

5.1.2.2. Middelen en personeel voor verificaties

De producent moet interne eisen voor verificatie aangeven, zorgen voor passende middelen en geschoold personeel aanwijzen voor de uitvoering van verificaties.

5.1.2.3. Directievertegenwoordiger

De producent dient een directievertegenwoordiger aan te wijzen, die er voor moet zorgen dat de beheersing en borging van de productie van cementgebonden minerale reststoffen wordt ingevoerd en vervolgens op peil blijft. De taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden van de directievertegenwoordiger moeten zijn vastgelegd.

5.1.3. Beoordeling door de directie van de beheersing en borging van de productie van het immobilisaat

De beheersing en borging van de productie van cementgebonden minerale reststoffen moet minimaal 1× per jaar intern worden beoordeeld en zo nodig worden aangepast om te zorgen dat de doeltreffendheid en juiste toepassing ervan blijvend verzekerd is.

5.2. Het kwaliteitssysteem

De producent moet over een op schrift gesteld kwaliteitssysteem (kwaliteitshandboek) beschikken en dit op peil houden om te bewerkstelligen dat de producten aan welomschreven eisen voldoen.
Het kwaliteitssysteem moet omvatten:

- het opstellen en schriftelijk vastleggen van de procedures en de instructies van het kwaliteitssysteem, overeenkomend met de in deze beoordelingsrichtlijn gestelde eisen;

- de doeltreffende invoering en toepassing van deze procedures en instructies van kwaliteitssysteem;
- de opzet van het onderzoek, waarin op duidelijke wijze is aangetoond dat het betreffende immobilisatieproces de van toepassing zijnde reststoffen of combinaties daarvan adequaat immobiliseert. Dit betreft tenminste de spreiding in samenstelling van de reststoffen, de mengselrecepturen en de homogeniteit van mengen.

5.3. Beheersing van documenten

De producent moet over procedures beschikken en deze op peil houden voor de beheersing van alle documenten die betrekking hebben op de in deze beoordelingsrichtlijn vermelde eisen. De documenten moeten vóór uitgifte worden beoordeeld en goedgekeurd door daartoe bevoegde personen op geschiktheid en doelmatigheid.

De beheersing van documenten moet resulteren in:
- beoordeling en goedkeuring van documenten voor bevoegde personen;
- de aanwezigheid van geldende uitgaven van documenten op die plaatsen waar de beheersing en borging van de productie van cementgebonden minerale reststoffen tot stand komt;
- een overzichtelijk en toegankelijk register voor het bijhouden van de geldende uitgaven van de documenten;
- een archivering van de documenten van minimaal 5 jaar.

5.4. Identificatie en naspeurbaarheid van producten

De producent moet beschikken over procedures en deze op peil houden voor identificatie van de producten. Deze identificatie van de producten moet tot het moment van levering mogelijk zijn.

5.5. Acceptatie van grond en baggerspecie

De vooracceptatie en de eindacceptatie van te immobiliseren grond en baggerspecie wordt geregeld in protocol 7510 “Procesmatige ex situ reiniging en immobilisatie van grond en baggerspecie”, in paragrafen 6.3 en 6.4 van dit protocol.

5.6. Acceptatie van minerale reststoffen

De producent dient te beschikken over procedures voor de acceptatie van de minerale reststoffen. Hierin zijn opgenomen de criteria, waaraan de geaccepteerde minerale reststoffen moeten voldoen. Hierin moeten duidelijke criteria zijn opgenomen voor het maximale gehalte en/of uitloging van de relevante componenten in het kader van het Besluit bodemkwaliteit. Specifiek dienen de minerale reststoffen te worden gecontroleerd op de aanwezigheid van asbest. Naast de componenten uit de Regeling bodemkwaliteit moet ook gekeken worden naar de mogelijke kritische stoffen, die vanuit het productieproces, waaruit de minerale reststoffen voortkomen te verwachten zijn.

5.7. Procesbeheersing

De producent moet de werkzaamheden voor zover die direct invloed hebben op de kwaliteit vaststellen en vastleggen. De producent moet bewerkstelligen dat deze werkzaamheden onder beheerste omstandigheden plaatsvinden. Beheerste omstandigheden moeten de volgende elementen inhouden:

- op schrift gestelde werkvoorschriften (werkplan), die de wijze van vervaardiging beschrijven, indien het ontbreken hiervan een nadelige invloed zou kunnen hebben op:
  - § de kwaliteit; hierbij de kritische stappen duidelijk identificeren,
  - § het gebruik van fabricagemiddelen en installatie-uitrusting,
  - § de werkomstandigheden,
  - § het voldoen aan bepaalde normen of voorschriften,
  - § het voldoen aan bepaalde kwaliteitsplannen;
- de bewaking en beheersing van daartoe in aanmerking komende proces- en productkenmerken gedurende de vervaardiging (kwaliteitsplan);
- het gebruik van statistische technieken.

De producent dient een beschrijving van het productieproces van cementgebonden minerale reststoffen in het handboek op te nemen. Hierbij dienen ook de mengselsamenstelling(en) te worden vermeld, evenals de grondstoffen die worden gebruikt. Onder grondstoffen wordt verstaan alle bestanddelen van de cementgebonden minerale reststoffen: de reststoffen, cementen, additieven, hulpstoffen e.d.

5.8. Keuring en beproeving

5.8.1. Ingangskeuring en beproeving

De producent moet ervoor zorg dragen dat ontvangen grondstoffen niet worden gebruikt of verwerkt voordat is vastgesteld dat deze voldoen aan de daaraan gestelde eisen. De producent dient te beschikken over procedures voor de ingangskeuring van de grondstoffen.

5.8.2. Keuring en beproeving

De producent moet alle keuringen en beproevingen uitvoeren volgens het kwaliteitsplan of schriftelijk vastgelegde procedures, om het volledige bewijs te kunnen leveren dat het gerede product inderdaad aan de gestelde eisen voldoet. De keuringen bestaan uit dagelijkse keuringen van de procescontroleparameters en uit geschiktheidsonderzoek bij elke wijziging in het productieproces, de productsamenstelling, hulpstoffen en/of grondstoffen, tenzij al met bekende gegegvens kan worden aangetoond, dat er geen invloed van deze wijziging is op de kwaliteit van het product. In het kwaliteitsplan dient onder meer te worden aangegeven, dat levering van de cementgebonden minerale reststoffen niet mag plaatsvinden voordat door middel van een geschiktheidsonderzoek van representatieve monsters in combinatie met de registratie van relevante proceskenmerken is vastgesteld, dat producten voldoen aan de prestatie- en producteisen uit hoofdstuk 3.
Zowel in de procedure voor de dagelijkse procescontrole, als in de procedure voor het geschiktheidsonderzoek zijn vastgesteld:

- wijze en frequentie van bemonsteren;
- wijze van onderzoek (intern/extern);
- vastlegging van de keuringsresultaten.

5.8.3. Registratie van keuringen en beproevingen

De producent moet over een registratie beschikken en deze op peil houden om hiermede het bewijs te kunnen leveren dat de desbetreffende producten zijn gekeurd en/of beproefd volgens het kwaliteitsplan.

5.8.4. Keurings-, meet- en beproevingsmiddelen

De producent moet zorgen voor de beheersing, de kalibratie en het onderhoud van alle keurings-, meet- en beproevingsmiddelen.
De producent moet:

- vaststellen welke metingen moeten worden verricht, met welke nauwkeurigheid en de daarbij passende keurings-, meet- en beproevingsmiddelen kiezen;
- op voorgeschreven tijden alle keurings-, meet- en beproevingsmiddelen kalibreren;
- over schriftelijk vastgelegde en op peil gehouden procedures voor kalibratie beschikken.

5.8.5. Uitbesteding monsterneming en analyses

De uitbesteding van de monsterneming dient te geschieden aan een instelling die door de Ministeries van Binenlandse Zaken en V&W erkend is voor monsterneming in het kader van het Besluit bodemkwaliteit. De erkenning door het ministerie betreft monsterneming van vormgegeven bouwstoffen tijdens het productieproces (ten behoeve van partijkeuringen).
De uitbesteding van milieuhygiënische bepalingen dient te geschieden aan een laboratorium, dat door het ministerie van I & M is erkend voor onderzoek in het kader van het Besluit bodemkwaliteit voor de betreffende verrichting.
De uitbesteding van technische bepalingen dient te geschieden aan een laboratorium, dat voldoet aan ISO 17025 en aantoonbaar in staat is de betreffende bepaling conform de betreffende norm uit te voeren. Laboratoria die voor de betreffende bepaling erkend zijn door de Raad van Accreditatie, worden geacht aan deze eisen te voldoen.

5.9. Beheersing van producten met tekortkomingen

De producent moet beschikken over procedures (en deze op peil houden) die moeten voorkomen dat ten onrechte immobilisaten met tekortkomingen worden afgeleverd. Ten aanzien van deze tekortkomingen moet het volgende zijn vastgelegd:

- wat men onder tekortkomingen verstaat;
- waar het product met tekortkomingen zich bevindt;
- de wijze waarop het product met tekortkomingen wordt behandeld;
- wie de beslissingsverantwoordelijkheid heeft.

5.10. Corrigerende maatregelen

De producent moet beschikken over procedures (en deze op peil houden) met betrekking tot het uitvoeren van corrigerende maatregelen om te voorkomen dat tekortkomingen opnieuw optreden.

5.11. Klachtenbehandeling

Klachten van derden moeten volgens een vastgelegde procedure zorgvuldig worden onderzocht. De indiener van de klacht moet een schriftelijke bevestiging van ontvangst krijgen waarin wordt aangegeven binnen welke termijn de uitslag van het onderzoek zal worden medegedeeld. Als de klacht gegrond blijkt, moet met de klager een regeling worden getroffen. De producent moet een register bijhouden van alle ontvangen klachten en de op grond daarvan genomen maatregelen.

5.12. Opslag en aflevering

De producent moet over procedures beschikken (en deze op peil houden) voor de opslag van de grondstoffen, het wegen en de aflevering van de cementgebonden minerale reststoffen. Daarbij dient te worden voorkomen dat de kwaliteit van de grondstoffen meer dan normaal afneemt ten gevolge van de opslag. Onverlet blijft de eis dat voldaan dient te worden aan de minimale eisen.
Voor de opslag en overslag van grond en baggerspecie moet worden voldaan aan de eisen uit protocol 7510.

Bij elke geleverde partij dient de producent een afleveringsbewijs te verstrekken waarin wordt verwezen naar het certificaat. De afleveringsbon bevat tevens de volgende verplichte aanduidingen:

- het certificaatnummer
- KOMO® merk of NL-BSB merk
- leverancier
- producent
- product
- productielocatie
- menginstallatie (gecodeerd)
- grootte van de geleverde partij
- toepassing
- klasse: vormgegeven bouwstof

5.13. Registratie van de beheersing en borging

De producent moet over procedures beschikken en deze op peil houden ten behoeve van de registratie van gegevens in het kader van de beheersing en borging. De registratie moet aantonen dat aan de gestelde eisen is voldaan en dat de beheersing en borging doeltreffend werkt.

5.14. Interne beoordeling van de beheersing en borging

De producent moet over procedures beschikken en deze op peil houden voor het uitvoeren van interne beoordelingen. Deze beoordelingen worden uitgevoerd om te verifiëren of activiteiten op het gebied van kwaliteit overeenkomen met de geplande maatregelen en om de doeltreffendheid van het kwaliteitssysteem vast te stellen. Het resultaat en de bevindingen van de interne beoordelingen moeten op schrift worden gesteld.

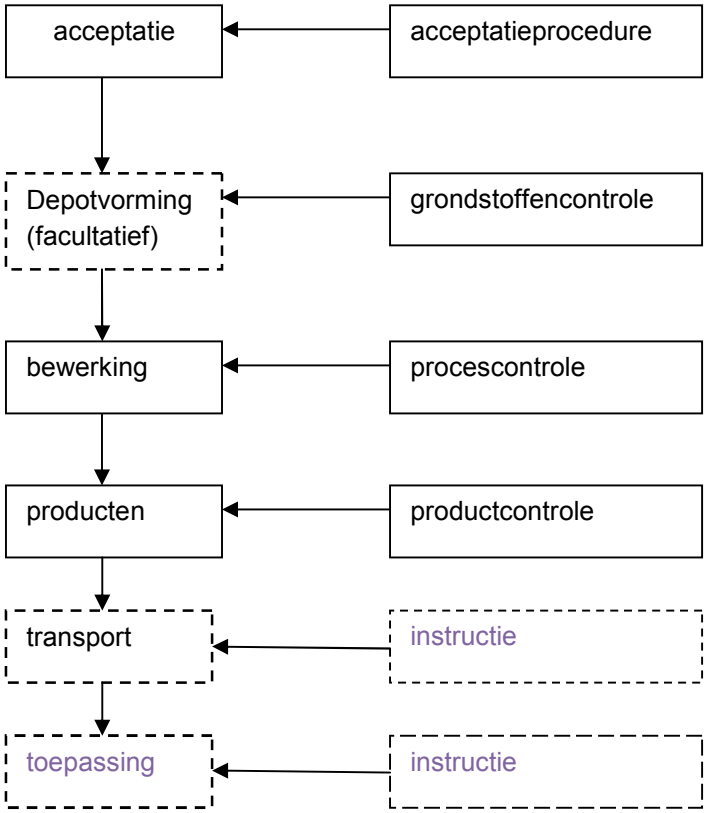
5.15. Opleiding

De producent moet over procedures beschikken en deze op peil houden voor het vaststellen van de opleidingsbehoeften en het voorzien in opleiding van alle personen die betrokken zijn bij de beheersing en borging van de vervaardiging. Alle betrokkenen bij acceptatie van de reststoffen dienen aantoonbaar een cursus asbestherkenning te hebben gevolgd.

6. CONTROLE DOOR DE PRODUCENT

6.1. Algemeen

De controle door de producent richt zich op de acceptatie van grondstoffen (verontreinigde grond, baggerspecie, AVI-bodemas, overige minerale reststoffen, cement en hulpstoffen), op de controle van de uiteindelijke grondstoffen na eventuele homogenisatie en depotvorming, op de procescontroles van het bewerkingsproces en op de daadwerkelijke productcontrole.
In het vooronderzoek (mengselontwerp en geschiktheidsonderzoek) heeft de producent de receptuur van het mengsel vastgesteld en heeft hij vastgesteld, dat het mengsel voldoet aan de eisen. Tevens heeft hij vastgesteld, wat de meest geschikte proces- en productcontroleparameters zijn, waarmee hij de kwaliteit van zijn product kan borgen.
In het vooronderzoek moet de producent vastleggen hoe de resultaten van dit vooronderzoek en de productiecontrole voor langdurende en laagfrequente duurzaamheidssproeven worden gekoppeld aan de geleverde mengsels. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door voor de duurzaamheid een link te leggen met de korrelopbouw van de grondstof.



6.2. Ingangscontrole

6.2.1. Acceptatie van grond- en baggerspecie

De acceptatie van te immobiliseren grond en baggerspecie wordt geregeld in protocol 7510. De criteria uit dit protocol gelden voor grond en baggerspecie.

6.2.2. Acceptatie van andere hoofdbestanddelen

Voor minerale reststoffen die deel uitmaken van het hoofdbestanddeel van het product geldt, dat ze regelmatig worden aangevoerd. Deze minerale reststoffen die afkomstig zijn uit continue industriële processen moeten goed gekarakteriseerd zijn. Dit betreft in ieder geval de samenstelling van de parameters waaraan de Regeling bodemkwaliteit eisen stelt. De analyseresultaten dienen afkomstig te zijn van grondstofpartijen die aantoonbaar representatief zijn voor de geaccepteerde grondstoffen. Voor minerale reststoffen die voortkomen uit een productieproces waarvan aanvullende kritische stoffen te verwachten zijn, dienen de beschikbare analysegegevens ook deze stoffen te bevatten. Het gaat hier om minerale reststoffen van een voorspelbare kwaliteit die gedurende langere tijd als grondstof gebruikt worden. Van de parameters waarvan op basis van de kennis van het productieproces of op basis van het vooronderzoek vastgesteld wordt, dat die mogelijk kritisch zijn, moet van elke geleverde partij de samenstelling bepaald worden. Voor AVI-bodemas geldt aanvullend, dat het maximaal gehalte los metallisch ijzer ten hoogste 3,0 % m/m is en dat metallisch aluminium niet visueel aantoonbaar mag zijn. Alleen niet-gevaarlijke reststoffen worden geaccepteerd. In de acceptatieprocedure dient te zijn opgenomen hoe de minerale reststoffen worden getoetst aan de Eural.
Teerhoudend asfaltgranulaat mag niet worden geaccepteerd als grondstoffen voor immobilisatie.

6.2.3. Acceptatie nevenbestanddelen

Voor minerale reststoffen geldt dat het eindproduct moet voldoet aan de maximale samenstellingswaarden voor bouwstoffen uit de Regeling bodemkwaltiteit, bijlage A. Dezelfde acceptatiecriteria gelden als voor de hoofdbestanddelen. Als aanscherping hiervan geldt, dat het product bij toepassing van 10% minerale reststof in het eindproduct nog voldoet. Dit leidt voor organische verontreinigingen tot de algemene acceptatiegrenswaarden in tabel 1. Deze eisen zijn alleen relevant voor minerale reststoffen, die in geringe percentages worden toegepast. Voor de hoofdbestanddelen geldt, dat de maximale waarden gelimiteerd zijn, doordat het product, het immobilisaat moet voldoen aan de eisen voor vormgegeven bouwstoffen uit de Regeling bodemkwaliteit.
Tevens wordt rekening gehouden met het aangescherpte stoffenbeleid van het LAP 2. Dit betekent, dat er grenswaarden gesteld wroden aan persistente organochloorhoduende verbindingen (PCB's en PCDD's (dioxines) en PCDFF's (dibenzofuranen). In de toelichting van LAP sectorplan 89 staat vemeld, dat het voor kwik niet gewenst is om dat in enige vorm in het milieu te verspreiden. Op basis hiervan is een accceptatie-eis voor kwik opgenomen.
Teerhoudend asfaltgranulaat mag niet worden geaccepteerd als grondstoffen voor immobilisatie.

Tabel 1. Algemene acceptatiegrenswaarden voor overige minerale reststoffen (organische verontreinigingen)

parameter	Maximum waarde
	(mg/kg d.s.)
asbest	100[1]
minerale olie	5000[2]
som-PAK	500
benzeen	10
tolueen	12,5
ethylbenzeen	12,5
xylenen (som)	12,5
fenol	12,5
som-PCB	5
som-PCDD's/PCDF's	0,015 mg TEQ
kwik	50

1: eis geldt alleen voor gehalte gewogen asbest in grond, baggerspecie, bouw- en sloopafval en AVI-bodemas, voor alle overige minerale reststoffen bedraagt de eis 0 mg/kg d.s. aan gewogen asbest
2:eis mag niet leiden tot een classificatie van de overige minerale reststof als een gevaarlijke afvalstof volgens de Eural. Deze classificatie is afhankelijk van de samenstelling van de minerale olie. De masximum waarde is altijd lager dan leidt tot de classificatie als niet-gevaarlijke afvalstof.

Voor anorganische verontreinigingen geldt ook, dat het product bij toepassing van 10% minerale reststof in het eindproduct nog voldoet. Bij 10% toepassing moet voldaan zijn aan de uitlooggrenswaarden. In het daadwerkelijke product kan dan een lager gehalte van de betreffende minerale reststof worden toegepast.
Van elke geaccepteerde individuele partij minerale reststoffen dienen de analysegegevens beschikbaar te zijn. De analysegegevens betreffen de resultaten van het samenstellingonderzoek van de relevante componenten uit het Besluit bodemkwaliteit Van elke partij dient duidelijk te zijn dat het asbestgehalte voldoet aan de eis van paragraaf 3.1.3 . Dit kan worden aangetoond door middel van een bij de partij behorend onderzoeksrapport op basis van SIKB protocol 2018, een geldig certificaat op basis van BRL 2307 (AVI-bodemas) of door middel van een visuele controle bij de acceptatie. Van elke geaccepteerde partij dient een registratie plaats te vinden.

6.2.4. Acceptatie cement en hulpstoffen

Voor cement, additieven en hulpstoffen kan de kwaliteit worden getest door in het laboratorium met een testbatch grondstof onder reproduceerbare condities een immobilisaat te produceren, en de eigenschappen hiervan te vergelijken met die van een referentiebatch van de te testen grondstof. Voor de milieuhygienische eigenschappen van deze stoffen gelden dezelfde eisen als voor nevenbestanddelen.

6.3. Grondstoffencontrole (bij depotvorming)

De grondstoffen verontreinigde grond/baggerspecie en overige minerale reststoffen kunnen direct toegepast worden of worden toegevoegd aan een bestaand depot om later te worden verwerkt. De producent moet aangegeven welke criteria gelden voor de indeling van de depots ten aanzien van relevante eigenschappen: gehalte organische stof, vochtgehalte, korrelopbouw inclusief lutumgehalte en sulfaatgehalte. De criteria uit hoofdstuk 6 van protocol 7510 zijn daarnaast van toepassing voor de overslag en opslag van grond en baggerspecie.

Indien de grondstoffen worden opgeslagen in depots dient de producent vast te leggen op welke wijze hij zorg draagt voor een homogene samenstelling van de depots. De producent dient de inhoud van de depots te onderzoeken op samenstelling- en/of uitloging van de relevante componenten uit het Besluit bodemkwaliteit met een vastgelegde frequentie. De producent dient per depot vast te leggen binnen welke grenzen deze waarden zich dienen te bevinden.

6.4. Opzet van de productiecontrole

De productiecontrole bestaat uit twee aspecten: de dagelijkse controles (proces- en productcontroles) en de eindcontroles van de prestatie- en producteigenschappen. De producent dient procescontroleparameters en productcontroleparameters vast te stellen die hem in staat stellen producten die duidelijk niet voldoen te onderscheppen. In het vooronderzoek (geschiktheidsonderzoek) stelt hij vast wat de relatie is tussen de proces- en productcontroleparameters en de te realiseren productkwaliteit.

De eindcontrole bestaat uit het steekproefsgewijs controleren van de productstroom. De frequentie van deze controles hangt af van het niveau en de constantheid van de productkwaliteit. Bij de beoordeling van de milieuhygiënische eigenschappen wordt onderscheid gemaakt in een steekproef-regime of partijkeuringsregime (zie paragraaf 6.10). De producent kan ook zelf de keuze maken voor een partijkeuringsregime. Bij de beoordeling van de technische eigenschappen geldt een altijd een partijkeuringsregime.
Ten behoeve van de controle wordt de productstroom onderverdeeld in eenheden die als partijen worden beschouwd (zie paragraaf 6.7.2). De keuring bestaat standaard uit het bepalen van een of meer eigenschappen van 1 monster per partij.
Onder het steekproefregime voor samenstelling en emissie worden opeenvolgende analyseresultaten gebruikt voor het vaststellen van de onderzoeksfrequentie. Er dienen aparte monsters te worden samengesteld voor de bepaling van de emissie van anorganische componenten en de bepaling van de samenstelling van organische componenten.

6.5. Dagelijkse controle

De dagelijkse controles bestaan uit proces- en productcontroles. De procescontroles omvatten minimaal het wegen van de grondstoffen (dosering), het vaststellen van het vochtgehalte, het meten van de temperatuur, het vaststellen van de mengtijd (bij een batchmenger) en het vaststellen van de doorzet (bij een continue menger) en het vaststellen van de productiehoeveelheid. De procescontroles dienen minimaal enkele keren per dag te worden uitgevoerd. De producent dient de resultaten van de procescontrole vast te leggen. De productcontroles omvatten minimaal de druksterkte en de maximale verdichting. De productcontroles dienen elke productiedag minimaal eenmaal te worden vastgesteld.
Bij veranderde procesomstandigheden (bijvoorbeeld temperatuur, vochtigheid) dient de producent indien nodig de procesparameters aan te passen, zodat de kwaliteit van het eindproduct gelijk blijft. Bij de beoordeling van deze omstandigheden moet hij ook aantoonbaar rekening houden met de invloed van het transport van de specie naar de projectlokatie, bijvoorbeeld door de uitdroging te verdisconteren die optreedt bij transport onder droge omstandigheden van de prodcutielocatie naar de projectlocatie.

6.6. Te bepalen eigenschappen in de productiecontrole

6.6.1. Samenstelling en emissie

Tijdens de productie dient de milieuhygiënische kwaliteit van de cementgebonden minerale reststoffen te worden gecontroleerd. Hiertoe dient de producent conform paragraaf 6.7 monsters te nemen en te onderzoeken op samenstelling en/of emissie. Uitvoering vindt plaats confrom paragraaf 4.3 en 4.4.
Ten behoeve van een vroegtijdig inzicht in de mate van uitloging kan de uitloging met een verkorte diffusieproef worden bepaald, bijvoorbeeld door extrapolatie van de eerste 5 fracties van de diffusieproef.
Toetsing vindt plaats overeenkomstig paragraaf 6.11.

6.6.2. Duurzame vormvastheid

Tijdens de productie dient de duurzame vormvastheid te worden gecontroleerd. Hiertoe dient de producent conform paragraaf 6.7 monsters te nemen en deze te onderzoeken conform paragraaf 4.5. De bepaling van de diffusieproef en de duurzame vormvastheid geschiedt op dezelfde monsters. Toetsing vindt plaats per monster op basis van de in hoofdstuk 3 gegeven eisen.

6.6.3. Druksterkte

In het kader van de productiecontrole dienen de cementgebonden minerale reststoffen conform paragraaf 4.6 te worden onderzocht op druksterkte. Er dienen minimaal drie proefstukken te worden onderzocht.
Ten behoeve van een vroegtijdiger inzicht in het potentiële niveau van de druksterkte kan naast een ouderdom van 28 dagen tevens op een jongere leeftijd (bijvoorbeeld 2 dagen) de druksterkte conform paragraaf 4.6 worden bepaald.
De eis voor toetsing op de jongere leeftijd van de proefstukken dient uit de relatie tussen de druksterkte op beide ouderdommen, zoals bepaald in het toelatingsonderzoek en de daarop volgende productiecontrole, te worden verkregen.
Indien er sprake is van een te verwachten verandering van het vochtgehalte tussen het moment van productie (mengen) en het moment van aanbrengen, kan hiermee rekening gehouden worden bij de productie. De druksterkte bij de productie wordt dan bepaald bij een vochtgehalte, dat afwijkt van het vochtgehalte in het werk. De eis van toetsing bij dit afwijkende vochtgehalte volgt uit de relatie tussen de druksterkte bij beide vochtgehaltes, die vastgesteld dient te worden.

6.6.4. Duurzaamheid

Tijdens de productie dienen de duurzaamheidsaspecten (nat/droogwisselingen en/of vorst/dooiwisselingen) van de cementgebonden minerale reststoffen te worden gecontroleerd. Hiertoe dient de producent conform paragraaf 6.7 monsters te nemen en deze te onderzoeken op de betreffende duurzaamheidsaspecten overeenkomstig de in hoofdstuk 4 aangegeven methoden (respectievelijk paragraaf 4.7 en 4.8). Toetsing vindt plaats per monster op basis van de in paragraaf 3.2.3 vermelde eisen.

6.7. Monsterneming bij productiecontrole

6.7.1. Algemeen

Alle activiteiten die met monsterneming samenhangen (voorbereidingen, monsterneming, monster-voorbehandeling, verpakking, transport en opslag) dienen in procedures te worden omschreven en overeenkomstig AP04 te worden uitgevoerd.

Tenminste 1 op de 5 monsternemingen dient te geschieden door een daartoe erkende instelling. De monsterneming ten behoeve van de bepaling van de druksterkte vormt een uitzondering op voorgenoemde eis. Het aantal monsternemingen door een daartoe erkende instelling van proefstukken ter bepaling van de druksterkte is gelijk aan die voor de bepaling van de samenstelling en emissie.

Toelichting:
Bij uitbesteding van de monsterneming aan een daarvoor erkende instelling, dan wel in het geval dat de producent zelf daarvoor erkend is, vervalt de externe controle op de monsterneming.

In aanvang (direct na productie) wordt de cementgebonden minerale reststoffen als niet-vormgegeven product aangemerkt. Pas na de verwerking in de gebonden fundering zal de cementgebonden minerale reststoffen verharden, waardoor uiteindelijk een duurzaam vormvast, vormgegeven product kan ontstaan. Bij de productiecontrole dient het product in het kader van de monsterneming zodoende als niet-vormgegeven bouwstof te worden behandeld. Hierbij dient protocol 1003 partijkeuringen van vormgegeven bouwstoffen van BRL 1000 als uitgangspunt te worden gehanteerd (onderdeel monsterneming van verse mengsels).

6.7.2. Definitie van partijen

Ten behoeve van de productiecontrole wordt de productstroom verdeeld in partijen. De producent dient vooraf aan de certificatie-instelling op te geven wat de producent in dit geval als partij beschouwt. Voor de bepaling van de samenstelling en emissie mag de te definiëren partijgrootte maximaal 10 % van de jaarproductie van dat product bedragen zodat minimaal 10 toetsingen per jaar kunnen worden uitgevoerd. Indien de producent ervoor kiest om de productiecontrole blijvend met partijkeuringen uit te voeren kan de partijdefinitie aansluiten bij de daadwerkelijk geleverde partijen van variabele omvang.

6.7.3. Grepen

Monsters worden samengesteld uit meerdere proefstukken. Proefstukken worden per stuk vervaardigd uit één greep. Het aantal proefstukken (grepen) per monster bij de productiecontrole door de producent is afhankelijk van de te bepalen eigenschappen.
Bij de bepaling van de samenstelling, de emissie en de duurzame vormvastheid dient het aantal proefstukken per te onderzoeken monster tenminste 3 te bedragen.

Toelichting:
Dit houdt in, dat (tenminste) 3 proefstukken uit afzonderlijke batches van één partij als één mengmonster worden gebruikt bij de bepaling van bovengenoemde eigenschappen. Bij de diffusieproef worden dus tenminste 3 proefstukken in één diffusietest beproefd.

Bij de bepaling van de druksterkte dient het aantal proefstukken per te onderzoeken monster tenminste 3 te bedragen.
Bij de bepaling van de bestandheid tegen nat/droogwisselingen en vorstdooiwisselingen is het aantal proefstukken per te onderzoeken monster tenminste 3, respectievelijk 12.

te bepalen eigenschap	aantal grepen (=proefstukken) per monster
samenstelling	restanten proefstukken druksterkte[1)]
	≥ 3
emissie	≥ 3
duurzame vormvastheid	proefstukken emissie
duurzaamheid:	

- nat/droog	≥ 3
- vorst/dooi	≥ 12
druksterkte	≥ 3

[1)] Indien geen contaminatie voor de te meten component is opgetreden.

6.7.4. Monsters

Bij de uitvoering van de productiecontrole wordt één monster per partij onderzocht. Zoals aangegeven in de paragraaf 6.7.3 bestaat één monster uit meerdere proefstukken (grepen).

Indien bij de toetsing van de emissie of samenstelling in het kader van het toelatingsonderzoek (paragraaf 7.2.3) of in het kader van de verlenging van het certificaat (paragraaf 7.1.4) wordt vastgesteld, dat het product voor één van de componenten niet voldoet, dient het product voor de betreffende component bij de productiecontrole onder partijkeuringsregime te worden gecontroleerd, waarbij, in afwijking van het bovenstaande, minimaal 2 monsters per partij moeten worden onderzocht op de betreffende component. Dit geldt zolang de productiecontrole voor deze component vanaf het moment van toetsen onder partijkeuringsregime plaatsvindt. Bij de keuring onder partijkeuringsregime vanuit het steekproefregime mag gebruik gemaakt worden van 1 monster. Dit monster dient dan wel te bestaan uit minimaal 12 proefstukken.

6.7.5. Wijze van monsterneming

De producent dient over een procedure te beschikken waarin de wijze van monsterneming is uitgewerkt. De wijze van monsterneming dient te voldoen aan BRL 1000 protocol 1003 en AP04, het onderdeel monsterneming (AP04-M). De partij wordt gedefinieerd overeenkomstig paragraaf 6.7.2.

6.7.6. Monsternemingsplan

De producent dient te beschikken over een uitgewerkt monsternemingsplan. Het monsternemingsplan dient te voldoen aan protocol 1003 van BRL 1000 voor zover relevant voor de wijze van monsterneming.

6.7.7. Rapportage monsterneming

Van iedere monsterneming dienen de eventuele bijzonderheden te worden gerapporteerd, alsmede:

- datum,
- tijdstip,
- locatie van monsterneming,
- greep- en/of monstercodering(en),
- te bepalen eigenschap(pen),
- een verwijzing naar het monsternemingsplan.

6.7.8. Monstervoorbehandeling ter plekke

Voor de bepaling van de samenstelling, emissie (beoordeling als vormgegeven materiaal), duurzame vormvastheid en druksterkte wordt direct na de monsterneming ter plekke proefstukken vervaardigd zoals beschreven in paragraaf 4.1. De proefstukken worden luchtdicht in folie verpakt, van een éénduidige codering voorzien en vervolgens naar het laboratorium getransporteerd.

6.7.9. Verpakking en opslag

De verpakking en de opslag van proefstukken - dienen te voldoen aan NVN 7311. In afwijking van NVN 7311 dienen de proefstukken gedurende de verhardingsperiode van 28 dagen te worden opgeslagen in een afgesloten luchtdichte plastic zak.

6.7.10. Monsteroverdracht

De monsteroverdracht dient te voldoen aan NEN 5861.

6.8. Monstervoorbehandeling in het laboratorium

BEPALING VAN DE SAMENSTELLING

De restanten van de proefstukken gebruikt voor de bepaling van de druksterkte mogen worden benut voor de bepaling van de samenstelling, mits geen contaminatie van de te meten componenten is opgetreden.

Opmerking:
Vermijd contaminatie met deeltjes PVC bij het openzagen van de mallen.

De monstervoorbehandeling bestaat uit het verkleinen van het deelmonster door middel van breken, malen en monsterverdelen. De monstervoorbehandeling dient verder te voldoen aan NVN 7313 en AP04, het onderdeel monstervoorbehandeling (AP04-V).

BEPALING VAN DE EMISSIE, DUURZAME VORMVASTHEID, DRUKSTERKTE EN DUURZAAMHEID

De proefstukken dienen conform paragraaf 6.6 te worden vervaardigd. Voor het toelatingsonderzoek en voor verificatie onderzoek dienen de proefstukken worden - luchtdicht opgeslagen bij 20 ± 1°C en ≥ 95 % R.V. gedurende tenminste 28 dagen voor bepaling emissie, duurzame vormvastheid, duurzaamheid en druksterkte. Voor vaststellen van de ondergrens van de kwaliteit (worst case situatie) mag de opslag ook buiten de klimaatkamer plaatsvinden, mits de proefstukken met kunststoffolie luchtdicht verpakt zijn. De eigenschappen van proefstukken die onder de optimale condities zijn opgeslagen worden geacht beter te zijn. Voor vroegtijdig inzicht in de potentiële druksterkte kan aanvullend een jongere leeftijd van het proefstuk worden gekozen. Opslag onder water is niet toegestaan. Per afzonderlijke monsterneming worden tenminste 3 proefstukken aangemaakt (één voor de bepaling van de emissie en duurzame vormvastheid, één voor de bepaling van de druksterkte na 28 dagen verharden en één als reserve). Indien de druksterkte tevens op jongere leeftijd wordt bepaald en/of duurzaamheidsaspecten moeten worden onderzocht, dan dient het aantal proefstukken in overeenstemming met het gestelde in paragraaf 6.7.4 te worden verhoogd. De monstervoorbehandeling dient verder te voldoen aan NVN 7312 en AP04, het onderdeel monstervoorbehandeling (AP04-V).

6.9. Te bepalen componenten (emissie en samenstelling)

Alle anorganische componenten waaraan in het Besluit bodemkwaliteit emissie-eisen zijn gesteld (zie ook bijlage B), dienen te worden bepaald.
Tevens dienen alle organische componenten waaraan in het Besluit bodemkwaliteit samenstellingseisen zijn gesteld (zie ook bijlage A) te worden bepaald.
Bij productiecontrole onder steekproefregime hoeven alleen de kritische componenten te worden bepaald, zoals aangegeven in paragraaf 6.10.

De bepalingen dienen overeenkomstig AP04 te worden uitgevoerd. Indien de bepalingen worden uitgevoerd door een voor de betreffende verrichtingen AP04 erkende instelling, voldoen de bepalingen aan AP04.

6.10. Keuringsfrequentie productstromen

6.10.1. Samenstelling en emissie

6.10.1.1. Principe bij het vaststellen van de keuringsfrequentie

Bij het vaststellen van de keuringsfrequentie voor de kritische componenten onder steekproefregime kan worden uitgegaan van een toetsing op variabelen of een toetsing op attributen. Het is toegestaan beide methoden te gebruiken. Dit geldt voor alle onderdelen van deze BRL.
Naast het steekproefregime kan de producent ook kiezen voor het blijvend uitvoeren van partijkeuringen.
De productiecontrole van meerdere recepturen mag worden gecombineerd, mits in het geschiktheidsonderzoek per receptuur wordt vastgesteld, dat de kwaliteit van de recepturen vergelijkbaar is. Dit betekent, dat de k-waarden (zie beneden) in dezelfde klasse vallen.

TOETSING OP VARIABELEN

De frequentie waarmee partijen op emissie en samenstelling worden gekeurd, wordt vastgesteld aan de hand van de grootheid k:

$$k = \frac{ln(T) - \overline{y}}{s_y}, \qquad (1)$$

waarin: T = toetsingswaarde,
$\overline{y}$ = voortschrijdend gemiddelde van ln-getransformeerde waarnemingen ($y_i = ln(x_i)$, met x_i = waarneming i),
s_y = voortschrijdende standaarddeviatie van ln-getransformeerde waarnemingen.

De grootheid k dient voor iedere te bepalen component (zie paragraaf 6.9) te worden vastgesteld.

Toelichting:
Een keuring van een partij bestaat uit de analyse van een of meerdere monsters. Het minimum aantal monsters per te keuren partij is gegeven in paragraaf 6.7.4.

Opmerking:
Bovenstaande formule is gebaseerd op de aanname dat de waarnemingen lognormaal zijn verdeeld. Indien de waarnemingen in werkelijkheid normaal verdeeld zijn, kan het gunstiger zijn dit ook in de berekening van k tot uiting te laten komen. Hiertoe dient te worden aangetoond dat de waarnemingen normaal zijn verdeeld. Richtlijnen hiervoor zijn opgenomen in de “Handleiding certificering Besluit bodemkwaliteit”.

TOETSING OP ATTRIBUTEN

De frequentie waarmee partijen op emissie en samenstelling worden gekeurd, wordt vastgesteld aan de hand van het aantal overschrijdingen.

Toelichting:
Een keuring van een partij bestaat uit de analyse van een of meerdere monsters. Het minimum aantal monsters per te keuren partij is gegeven in paragraaf 6.7.4.

6.10.1.2. Initiële keuringsfrequentie

KEURING OP VARIABELEN

De initiële keuringsfrequentie voor emissie en samenstelling wordt bepaald uit de resultaten van het toelatingsonderzoek. Uit de waarnemingen wordt conform paragraaf 6.10.1.1 de grootheid k berekend.

TOETSING OP ATTRIBUTEN

De frequentie waarmee partijen op emissie en samenstelling worden gekeurd, wordt vastgesteld aan de hand van het aantal overschrijdingen. Omdat in de meeste gevallen het aantal waarnemingen in

het toelatingsonderzoek minder is, dan het genoemde minimale aantal van 7, zal dienen te worden gestart met een toetsing op variabelen.

6.10.1.3. Frequentie steekproefregime

KEURING OP VARIABELEN

Het voortschrijdend gemiddelde en de voortschrijdende standaarddeviatie worden bepaald op basis van de laatste 5 of 10 waarnemingen. Een waarneming is in dit geval de gemiddelde emissie of samenstelling per partij. Hierbij geldt voor de frequentie van onderzoek (= aantal partijkeuringen per jaar) de volgende indeling:

waarde voor k bij n waarnemingen		frequentie
n = 5	n = 10	
k > 6,11	k > 4,63	1× per 3 jaar
4,67 < k ≤ 6,11	3,52 < k ≤ 4,63	1× per jaar
2,74 < k ≤ 4,67	2,07 < k ≤ 3,52	1 op 10 partijen, doch tenminste 5× per 3 jaar
1,46 < k ≤ 2,74	1,07 < k ≤ 2,07	1 op 4 partijen, doch tenminste 10× per 3 jaar
0,69 < k ≤ 1,46	0,44 < k ≤ 1,07	1 op 2 partijen, doch tenminste 5× per jaar
k ≤ 0,69	k ≤ 0,44	overeenkomstig het partijkeuringsregime, doch tenminste 10 x per jaar

k = zie paragraaf 6.10.1.1.
n = aantal waarnemingen waarover k wordt berekend.

Bij een productiecontrole onder steekproefregime middels keuring op variabelen wordt steeds gebruik gemaakt van de laatste vijf waarnemingen of tien. Bij aanvang zijn er nog onvoldoende waarnemingen beschikbaar. Derhalve kan gebruik worden gemaakt van de meest recente waarnemingen uit het toelatingsonderzoek, zolang er nog onvoldoende waarnemingen uit de productiecontrole zijn.

Toelichting:

Bij het beschikbaar komen van een nieuwe waarneming valt steeds de oudste waarneming af. Zo gebruikt men de vier meeste recente waarnemingen van het toelatingsonderzoek wanneer de eerste waarneming bij de productiecontrole beschikbaar komt. Komt er weer een nieuwe waarneming beschikbaar (totaal dus twee waarnemingen uit de productiecontrole), dan gebruikt men nog maar de drie meest recente waarnemingen van het toelatingsonderzoek. Etc.

GAMMAREGELING (ALLEEN BIJ KEURING OP VARIABELEN)

In het geval dat de laatste n waarnemingen alle kleiner zijn dan $\gamma \times$ de toetsingswaarde geldt een keuringsfrequentie conform onderstaande tabel:

eigenschap	n	γ	frequentie
emissie bepaald met de diffusieproef	5	0,29	1× per 3 jaar
	10	0,37	1× per 3 jaar
	5	0,41	1× per jaar
emissie bepaald met de kolomproef	5	0,17	1× per 3 jaar
	10	0,26	1× per 3 jaar
	5	0,27	1× per jaar
samenstelling	5	0,17	1× per 3 jaar
	10	0,26	1× per 3 jaar
	5	0,27	1× per jaar

In het geval dat de laatste 5 waarnemingen alle kleiner zijn dan de bepalingsgrens geldt eveneens een frequentie van 1× per 3 jaar.

De waarde voor k hoeft in deze gevallen dan niet te worden berekend.

KEURING OP ATTRIBUTEN
Op basis van het aantal overschrijdingen in de voortschrijdende reeks van laatste waarnemingen wordt per geproduceerde kwaliteit de volgende indeling aangehouden:

aantal overschrijdingen	totaal aantal in de reeks laatste n waarnemingen		frequentie
0	van	229, of	1× per jaar
≤ 1	van	387	
0	van	22, of	1 op 10 partijen, doch tenminste 5× per 3 jaar
≤ 1	van	38	
0	van	7, of	1 op 4 partijen, doch tenminste 10× per 3 jaar
≤ 1	van	12	
≤ 1	van	7, of	1 op 2 partijen, doch tenminste 5× per jaar
≤ 3	van	12	
≥ 2	van	7 en	overeenkomstig het partijkeuringsregime, doch tenminste 10 x per jaar
≥ 4	van	12	

n = aantal waarnemingen waarover het aantal overschrijdingen van de toetsingswaarde wordt vastgesteld.

6.10.1.4. Frequentie partijkeuringsregime
Bij een productiecontrole onder partijkeuringsregime dient iedere partij, zoals is vastgelegd in paragraaf 6.7.2., te worden onderzocht.

6.10.2. Duurzame vormvastheid
De vormvastheid dient tenminste één maal per jaar te worden gecontroleerd.
De bepaling van de emissie middels de diffusieproef en het massaverlies kunnen hiertoe gelijktijdig worden uitgevoerd op dezelfde monsters (zie paragraaf 4.5).
Indien niet voldaan wordt aan de eisen (zie paragraaf 3.2), dient de bepaling ten minste vijf maal per jaar te worden uitgevoerd.
Indien het product bij vijf opeenvolgende bepalingen voldoet aan de eisen, kan de frequentie worden verlaagd tot tenminste één maal per jaar. Zolang hieraan niet wordt voldaan, dient het product als niet-duurzaam vormvast te worden aangemerkt.

6.10.3. Druksterkte
De druksterkte van de cementgebonden minerale reststoffen dient tenminste 1x per productiedag door de producent te worden gecontroleerd op minimaal drie proefstukken.

6.10.4. Duurzaamheid
De duurzaamheidsaspecten dienen tenminste één maal per jaar te worden gecontroleerd per recept. Indien niet voldaan wordt aan de eisen gesteld in paragraaf 3.3, dient de bepaling tenminste drie maal per jaar te worden uitgevoerd. Indien de cementgebonden minerale reststoffen bij drie opeenvolgende bepalingen voldoet aan de gestelde eisen, kan de frequentie worden verlaagd tot tenminste één maal per jaar. Zolang hieraan niet wordt voldaan, dient de cementgebonden minerale reststoffen als niet bestand tegen het betreffende duurzaamheidsaspect te worden aangemerkt.
De productiecontrole van meerdere recepturen mag worden gecombineerd, mits in het geschiktheidsonderzoek per receptuur wordt vastgesteld, dat de kwaliteit van de recepturen vergelijkbaar is, qua druksterkte, korrelopbouw en duurzaamheid. De combinatie van de productiecontrole van meerdere recepturen betekent, dat de recepturen afwisselend worden onderzocht. De duurzaamheid kan dan indirect worden geborgd door proces- en productiecontroleparameters, zoals de korrelopbouw van de grondstof.

6.11. Toetsing

6.11.1. Samenstelling en emissie

6.11.1.1. Toetsingen steekproefregime

OVERSCHRIJDING WAARSCHUWINGSGRENS

Indien de laatste waarneming tot gevolg heeft dat k kleiner wordt dan 1,04 (bij 5 waarnemingen) dient de producent na te gaan of het proces bijsturing nodig heeft en zo nodig actie te ondernemen. Indien bij toetsing met de kolomproef *k* kleiner wordt dan 1,04 (bij 5 waarnemingen, dan dient de diffusie-proef te worden uitgevoerd voor de betreffende component.

Toelichting:

Een overschrijding van de waarschuwingsgrens kan een indicatie zijn dat het proces bijsturing nodig heeft om te voorkomen dat moet worden overgegaan op het partijkeuringsregime.
Bij gebruik van zowel de kolomproef als de diffusieproef voor de bepaling van de emissie van een specifieke component is de keuringsfrequentie die berekend wordt uit de resultaten van de diffusieproef bepalend voor de minimale keuringsfrequentie.

OVERGANG VAN STEEKPROEFREGIME NAAR PARTIJKEURINGSREGIME

Indien $k \leq 0{,}69$ (bij 5 waarnemingen) dient te worden overgegaan van het steekproefregime op het partijkeuringsregime. In dat geval worden individuele partijen gekeurd (zie paragraaf 6.10.1.4).

6.11.1.2. Toetsingen partijkeuringsregime

ACCEPTATIE VAN PARTIJEN ONDER PARTIJKEURINGSREGIME

Onder partijkeuringsregime worden partijen daadwerkelijk goed- of afgekeurd. Partijen worden goedgekeurd indien het gemiddelde van de waarnemingen per partij kleiner of gelijk is aan de toetsingswaarde *T.*

OVERGANG VAN PARTIJKEURINGSREGIME NAAR STEEKPROEFREGIME

Alvorens eventueel over te gaan naar het steekproefregime dienen tenminste vijf opeenvolgende partijkeuringen onder partijkeuringsregime te hebben plaatsgevonden. Hierna kan na iedere partijkeuring de grootheid k worden berekend over de laatste tien waarnemingen conform paragraaf 6.10.1.

Indien $k > 0{,}44$ (10 waarnemingen) kan worden teruggegaan van het partijkeuringsregime naar het steekproefregime.

Opmerking:

Zolang er onder partijkeuringsregime niet tien of meer partijkeuringen hebben plaatsgevonden, kunnen de laatste vijf (of minder) waarnemingen van het steekproefregime worden gebruikt voor de berekening van k.

6.11.1.3. Omgaan met meetwaarden die kleiner zijn dan de bepalingsgrens

Bij de berekening van de grootheid k met formule 2 en bij de berekening van de gemiddelde waarde ten behoeve van de toetsing van partijen onder partijkeuringsregime, dienen de meetwaarden die kleiner zijn dan de bepalingsgrens gelijk te worden gesteld aan de bepalingsgrens.

Opmerking:

De bepalingsgrens dient conform AP04 te zijn vastgesteld.

6.11.2. Duurzame vormvastheid

Per bepaling dient te worden voldaan aan de eis (zie paragraaf 3.2).

6.11.3. Druksterkte

Het gemiddelde van 3 metingen per monster dient te voldoen aan de in paragraaf 33.2 genoemde eis.

6.11.4. Duurzaamheid

Het resultaat per monster dient te voldoen aan de gestelde eis (zie paragraaf 3.2.3).

6.12. Wijzigingen in het productieproces

Indien wijzigingen in het productieproces, de productsamenstelling, de hulpstoffen en/of grondstoffen zijn aangebracht dient te worden vastgesteld, dat het product voldoet aan de criteria gesteld in hoofdstuk 3 . Het resultaat van dit geschiktheidsonderzoek wordt toegevoegd aan dat van de laatste waarnemingen en een nieuwe waarde van k dient te worden berekend. Op basis van de nieuwe waarde voor k wordt de keuringsfrequentie vastgesteld.
Bij wijzigingen in het productieproces dient de producent aan te kunnen tonen, dat ook voldaan wordt aan de eisen ten aanzien van duurzaamheid. Hij kan dit doen door het uitvoeren van het onderzoek volgens paragrafen 4.7 en 4.8, dan wel, dat op andere wijze wordt aangetoond, dat de resultaten ten aanzien van de duurzaamheid ook van toepassing zijn op de gewijzigde condities. Dat kan bijvoorbeeld gedaan zijn, doordat uit onderzoek de relatie tussen de korrelopbouw en de duurzaamheid bekend is,

Wijzigingen in het productieproces, de productsamenstelling, de hulpstoffen en/of grondstoffen en de gevolgen hiervan voor de milieuhygiënische kwaliteit van het product dienen terstond te worden gemeld aan de certificatie-instelling.
Wijzigingen in de projectlocatie dienen twee weken te voren worden schriftelijk of per e-mail te worden gemeld bij de certificatieinstelling.

Grote wijzigingen in het productieproces die gevolgen hebben voor het certificaat zelf betreffen:

- **Hoofdbestanddeel.** Het hoofdbestandeel wordt gespecificeerd op het certificaat. Als het hoofdbestandeel een specifiek mengsel is van minerale reststoffen en de mengverhouding hiervan wijzigt meer dan 10% absoluut, dan is er sprake van een nieuw hoofdbestanddeel.
- **Menginstallatie**. Bij aanwezigheid van meerdere menginstallaties bij één producent worden deze menginstallaties met een unieke code weergegeven op het certificaat.
- **Productielocatie**. De tijdelijke productielocaties en de menginstallaties worden door de certificatieinstelling bijgehouden in een register.

Bij grote wijzigingen in het productieproces moet een nieuw geschiktheidsonderzoek worden uitgevoerd. Dit geschiktheidsonderzoek bestaat uit het milieukundig onderzoek van een tweetal partijen per product en het duurzaamheidsonderzoek van één partij per product.

6.13. Transport en toepassing

De cementgebonden minerale reststof krijgt pas in zijn toepassing de gewenste prodcuteigenschappen. Bij toepassing van een cementgebonden minerale reststof in een gebondenfundering in de GWW wordt het product uit de menger getransporteerd naar de toepassingslokatie en daar in het werk gebracht.
De producent dient zorg te dragen voor een duidelijke instructie aan de toepasser aangaande het transport en het in het werk brengen van de cementgebonden minerale reststof. De verwerkignsinstructie meot aantoonbaar aansluiten bij de kwaliteit van het materiaal en gebaseerd zijn op de ervaring in praktijkprojecten. Bij voorkeur zal de producent zelf de toepassing van de cementgebonden minerale reststof in het werk begeleiden. De producent dient te beschikken over deskundigheid ten aanzien van de toepassing van de cementgebonden minerale reststof.

7. CONTROLE DOOR DE CERTIFICATIE-INSTELLING

7.1. Verlening, gebruik en geldigheidsduur van het certificaat

7.1.1. Algemeen

Het certificatiereglement van de betreffende certificatie-instelling bevat de algemene procedure met betrekking tot de aanvraag, de beoordeling en op grond daarvan de verlening en de verlenging van het certificaat.

7.1.2. Verlening van het certificaat

Het certificaat (KOMO productcertificaat of NL-BSB certificaat) wordt conform het certificatiereglement van de betreffende certificatie-instelling afgegeven wanneer het toelatingsonderzoek in positieve zin is afgerond.
In het geval dat het toelatingsonderzoek op één of meerdere onderdelen niet in positieve zin is afgerond en de certificatie-instelling op grond van de onderzoeksresultaten niet tot afgifte van het certificaat is overgegaan, bestaat de mogelijkheid de procedure ter verkrijging van het betreffende certificaat opnieuw te doorlopen. Het opnieuw doorlopen van het toelatingsonderzoek is slechts éénmaal mogelijk voor hetzelfde product.

Certificaten dienen per vestiging of per bedrijf te worden afgegeven onder vermelding van de vestigingslocatie. Bij aanwezigheid van meerdere menginstallaties bij één producent worden deze menginstallaties met een unieke code weergegeven op het certificaat. De tijdelijke productielocaties en de menginstallaties worden door de certificatieinstelling bijgehouden in een register. Het certificaat dient conform het model in bijlage C en D te worden opgesteld.

Het hoofdbestandeel van het grondstoffenmengsel, dat voor minimaal 80% in het product aanwezig is, dient op het certificaat te worden vermeld conform bijlage C en D. Indien een nieuwe receptuur in het gebruik wordt genomen, dient een nieuw toelatingsonderzoek te worden uitgevoerd op dit nieuwe product. Voor het nieuwe product wordt een nieuwe versie van het certificaat verleend, waarbij het nieuwe product wordt vermeld. Het nieuwe toelatingsonderzoek bestaat uit keuring van een tweetal partijen op de milieuhygienische eisen en van één partij op de duurzaamheidseisen. Indien de milieuhygienische eisen vallen binnen de bandbreedte van het reeds gecertificeerde product, kunnen de data worden toegevoegd en wordt hiermee een nieuwe k-waarde berekend.

Bij uitbreiding van het certificaat met een nieuwe productielocatie of een nieuwe menginstallatie kan worden volstaan met een tweetal partijkeuringen (in plaats van vijf, zoals voor een eerste toelatingsonderzoek).

7.1.3. Erkenning van het certificaat

Na afgifte van het certificaat wordt dit door de certificatie-instelling ter registratie aangemeld bij de Stichting Bouwkwaliteit (SBK) en bij Agentschap NL. De certificaathouder dient zelf het certificaat en uittreksel uit het register van de Kamer van Koophandel aan Agentschap NL te sturen. Dit is nodig voor de erkenning door het Ministerie van I & M. De erkenning van het certificaat wordt bekend gemaakt middels een publicatie op de website van Agentschap NL

7.1.4. Geldigheidsduur van het certificaat

Het certificaat is in principe geldig voor onbepaalde tijd. Periodiek wordt door de certificatie-instelling vastgesteld of het certificaat kan worden voortgezet.

In het geval de productie van de cementgebonden minerale reststoffen (tijdelijk) is gestopt, zal bij een onderbreking van langer dan 1 jaar het certificaat worden opgeschort. Bij heraanvang van de productie zal door middel van een extra periodieke beoordeling worden nagegaan of het certificaat kan worden behouden. Bij een onderbreking langer dan 3 jaar komt het certificaat te vervallen.

7.2. Toelatingsonderzoek

7.2.1. Beoordeling van het kwaliteitssysteem

De certificatie-instelling beoordeelt de documentatie en de doeltreffendheid en juiste toepassing van het kwaliteitssysteem op de productielocatie. De certificatie-instelling verifieert of het kwaliteitssysteem voldoet aan de in hoofdstuk 5 gestelde eisen. De tijdsbesteding voor dit toelatingsonderzoek bedraagt minimaal 2 mandagen. Indien de organisatie gecertificeerd en erkend is voor de BRL SIKB 7500 met het techniekgebied immobilisatie, kan er een tijdsreductie van 0,5 dag worden toegepast. Bij toevoeging van een extra productielocatie aan een bestaand certificaat voert de certificerende instelling een toelatingsonderzoek van minimaal een auditdag uit op deze extra productielocatie.

7.2.2. Beoordeling van de monsterneming

De monsterneming kan volledig aan een daartoe door de minister van I & M in het kader van het Besluit bodemkwaliteit aangewezen instantie worden uitbesteed, dan wel de producent neemt zelf de monsters onder verantwoordelijkheid van de certificatie-instelling.
In het laatste geval dient tenminste één partij door een externe, daartoe aangewezen instantie te worden bemonsterd. Per component dient het analyseresultaat voor deze partij dan binnen het interval van de analyseresultaten voor de overige partijen liggen:

$$\bar{y}_{producent} - 3 \times s_{y,producent} \leq y_{extern} \leq \bar{y}_{producent} + 3 \times s_{y,producent} \qquad (2)$$

waarin: $y_{extern} = \ln(x)$, met x = analyseresultaat voor de extern bemonsterde partij,

$\bar{y}_{producent}$ = gemiddelde van de ln-getransformeerde analyseresultaten voor de door de producent bemonsterde partijen,

$s_{y,producent}$ = standaarddeviatie van de ln-getransformeerde analyseresultaten voor de door de producent bemonsterde partijen.

De monsterneming moet worden uitgevoerd met inachtneming van het gestelde in paragraaf 6.7 en 6.8.

7.2.3. Beoordeling van het product – emissie, samenstelling en duurzame vormvastheid

7.2.3.1. Algemeen

De certificatie-instelling onderzoekt of de specificaties van ieder product in overeenstemming zijn met hoofdstuk 3. Hiertoe beoordeelt de certificatie-instelling de kwaliteit van tenminste 5 verschillende partijen uit de productstroom die in een bepaalde periode zijn geproduceerd.
Partijen worden gedefinieerd als aangegeven in paragraaf 6.7.2. De producent dient te onderbouwen dat zowel de onderzochte partijen als de productieperiode representatief zijn voor de productie van de cementgebonden minerale reststoffen. Het is niet toegestaan een partij meer dan één maal te onderzoeken.

Voor partijkeuringen die in het kader van het toelatingsonderzoek worden uitgevoerd, dient in afwijking van paragraaf 6.7.4 iedere partij conform paragraaf 3.3 van de Regeling bodemkwaliteit te worden onderzocht (minimaal 2 monsters per deelpartij).

7.2.3.2. Geldigheid van onderzoeksresultaten
De onderzoeksresultaten dienen volledig conform AP04 en de NEN 73xx-serie te worden verkregen. Dit geldt voor de monsterneming, monstervoorbehandeling, uitloogproeven, analyses e.d.

7.2.3.3. Te bepalen componenten
Het product dient te worden onderzocht op de componenten die worden genoemd in paragraaf 6.9. De bepalingen dienen door een voor de betreffende verrichtingen AP04 geaccrediteerde instantie te worden uitgevoerd.

7.2.3.4. Toetsing
EMISSIE EN SAMENSTELLING
Voor ieder product wordt voor iedere onderzochte component getoetst of voldaan wordt aan het volgende criterium:

$$\bar{y} + F \times s_y \leq \ln(T) \qquad (3)$$

waarin: T = toetsingswaarde,
$\bar{y}$ = gemiddelde van de ln-getransformeerde waarnemingen ($y_i = ln(x_i)$, met x_i = gemiddelde waarde van partij i),
s_y = standaarddeviatie van de ln-getransformeerde waarnemingen,
F = factor die afhankelijk is van het aantal waarnemingen:

aantal waarnemingen	F	aantal waarnemingen	F
5	0,69	13	0,38
6	0,60	14	0,36
7	0,54	15	0,35
8	0,50	16	0,34
9	0,46	17	0,32
10	0,44	18	0,31
11	0,41	19	0,31
12	0,39	≥ 20	0,30

Het product kan worden toegelaten indien een of meer componenten niet voldoen aan de toelatingseisen. Het gevolg is wel dat deze component(en) direct in het partijkeuringsregime vallen bij de productiecontrole.

Voor de bepaling van de uitloging met de diffusieproef volgens NEN 7375 wordt vastgesteld of er sprake is van bijzondere gevallen, zoals genoemd in tabel 4 van NEN 7375),

DUURZAME VORMVASTHEID
Van iedere onderzochte partij dient het gemiddelde massaverlies van de proefstukken te voldoen aan de eis genoemd in paragraaf 3.2 Is dit niet het geval dan dient het product als niet-duurzaam vormgegeven te worden aangemerkt en als zodanig te worden onderzocht.

7.2.4. Beoordeling van het product – druksterkte en duurzaamheid
DRUKSTERKTE

De certificatie-instelling onderzoekt of de specificaties van ieder product in overeenstemming zijn met hoofdstuk 3. Hiertoe beoordeelt de certificatie-instelling de kwaliteit van tenminste 3 verschillende partijen uit de productstroom die in een bepaalde periode zijn geproduceerd. Partijen worden gedefinieerd als aangegeven in paragraaf 6.7.2. De producent dient te onderbouwen dat zowel de onderzochte partijen als de productieperiode representatief zijn voor de productie van de cementgebonden minerale reststoffen. Het is niet toegestaan een partij meer dan éénmaal te onderzoeken.
In principe worden 5 monsters per partij onderzocht. Het resultaat van elk monster moet voldoen aan de gestelde eis.

DUURZAAMHEID
De certificatie-instelling onderzoekt of het product wat betreft de geclaimde duurzaamheidsaspecten voldoet aan de eisen gesteld in paragraaf 3.2.3. Hiertoe beoordeelt de certificatie-instelling de kwaliteit van tenminste 3 verschillende partijen waarvan eveneens onderzoek aan druksterkte heeft plaatsgevonden. Per partij dient tenminste één monster te worden onderzocht. Het resultaat van elk monster wordt afzonderlijk getoetst aan de gestelde eisen.
De certificatieinstelling beoordeelt de bandbreedte in samenstelling en korrelopbouw waarvoor deze resultaten volgens opgave van de producent van toepassing zijn.

7.3. Periodieke beoordeling

7.3.1. Algemeen

Na verlening van de kwaliteitsverklaring en het ondertekenen van de certificatie-overeenkomst wordt door de certificatie-instelling een beoordelingsprogramma uitgevoerd dat bestaat uit:

- het 1 × per jaar gedurende minimaal 1 mandag beoordelen van de doeltreffendheid en juiste toepassing van het kwaliteitssysteem, waaronder de monsterneming, op de productielocatie. Indien het bedrijf reeds gecertificeerd is overeenkomstig ISO 9001 door een daartoe door de Raad van Accreditatie erkende instantie en gecertificeerd en erkend is voor de BRL SIKB 7500 met techniekgebied immobilisatie dan kan er een reductie van 0,5 dag worden toegepast en en dient bij de vaststelling van het beoordelingsprogramma en beoordelingstijd hiermee rekening gehouden te worden (“single assessment” principe); de beoordelingsfrequentie blijft 1x per jaar.
- het 4× per jaar gedurende minimaal een halve mandag beoordelen van de producten, de resultaten van de productiecontrole en de daaraan verbonden conclusies op de productielocatie. Hierbij dienen alle geproduceerde recepturen te worden beoordeeld. Bij elke extra productielocatie worden 2 extra beoordelingen per jaar uitgevoerd op deze productielocatie. Bij tijdelijke productielocaties dient bij tenminste 1 op 3 tijdelijke productielocaties een beoordeling te worden uitgeboerd. Bij een periodieke productiestop van tenminste 3 maanden kan een reguliere audit vervallen;
- het tenminste 1× per jaar verifiëren van de resultaten van de productiecontrole middels een laboratoriumonderzoek per receptuur. Hierbij dient de monsterneming door de producent te worden uitgevoerd in het bijzijn van de certificatie-instelling of te worden uitbesteed aan een voor de betreffende verrichtingen AP04 geaccrediteerde instantie. De monsters dienen door een extern laboratorium te worden onderzocht dat voldoet aan de criteria van paragraaf 5.8.5. Bij de monsterneming moet verder het gestelde in paragraaf 6.7 en 6.8 in acht worden genomen. De resultaten van de verificatie kunnen bij de productiecontrole worden gebruikt.

Indien bij de productiecontrole de monsterneming èn de analyses (voor zover van toepassing) aan een extern, voor de betreffende verrichtingen AP04 geaccrediteerde instantie worden uitbesteed, vervalt de verificatie van de producten en de productiecontrole door de certificatie-instelling voor de betreffende producteigenschappen.

De genoemde frequenties zijn vastgelegd bij de vaststelling van deze beoordelingsrichtlijn. Op aanwijzing van het College van Deskundigen kunnen deze frequenties tussentijds worden gewijzigd.

De resultaten van de periodieke beoordelingen worden tussentijds gerapporteerd. Indien niet wordt voldaan aan deze beoordelingsrichtlijn kunnen sancties, vastgelegd in het certificatiereglement van de betreffende certificatie-instelling, worden doorgevoerd.

7.3.2. Gebruik van mobiele menginstallaties

Voor elke projectlocatie dient de producent de inzet van een mobiele menginstallatie minimaal twee weken vooraf schriftelijk bij de certificatie-instelling te melden. Hierbij dienen tenminste de volgende gegevens te worden vermeld:

- Bedrijfsgegevens (naam, adres, contactpersoon, telefoonnummer, e-mail)
- Adresgegevens productielocatie
- Dag en tijdstip van aanvang van de werkzaamheden
- Verwachte dag en tijdstip van de beëindiging van de werkzaamheden
- Hoeveelheid en soort grondstof
- Welk product wordt geproduceerd

Wijzigingen dienen onmiddellijk bij de certificatie-instelling te worden gemeld.

7.3.3. Onderzoek bij klachten

7.3.3.1. Samenstelling en emissie

Indien naar het oordeel van de certificatie-instelling klachten van derden en/of de verificatie van de resultaten van de productiecontrole en de daaraan verbonden conclusies aanleiding geven tot nader onderzoek naar de samenstelling en/of emissie dienen de door de certificatie-instelling uit te voeren onderzoeken aan een externe, voor de betreffende verrichtingen AP04 erkende instantie te worden uitbesteed. Dit betreft monsterneming, analyses e.d. Bij de monsterneming moet verder het gestelde in paragraaf 6.7 en 6.8 in acht worden genomen.

Het onderzoek bestaat uit de keuring van tenminste één partij, waarbij drie monsters worden onderzocht, ieder bestaande uit 4 proefstukken. Het is niet toegestaan bij deze onderzoeken gebruik te maken van verkorte meetmethoden.

Tot goedkeuring van een partij wordt overgegaan als:

$$\bar{x} \leq 1{,}4 \times T \qquad (6)$$

waarin: T = toetsingswaarde,
$\bar{x}$ = gemiddelde van de waarnemingen per partij.

7.3.3.2. Duurzame vormvastheid

Indien naar het oordeel van de certificatie-instelling klachten van derden en/of de verificatie van de resultaten van de productiecontrole en de daaraan verbonden conclusies aanleiding geven tot nader onderzoek naar het duurzaam vormgegeven zijn, dient het door de certificatie-instelling uit te voeren onderzoek aan een externe, voor de betreffende verrichtingen AP04 erkende instantie te worden uitbesteed. Dit betreft monsterneming, analyses e.d. Bij de monsterneming moet verder het gestelde in paragraaf 6.7 en 6.8 in acht worden genomen.
Het onderzoek bestaat uit de keuring van tenminste één partij, waarbij drie monsters worden onderzocht. Tot goedkeuring van een partij wordt overgegaan als het gemiddelde massaverlies voldoet aan de eis (zie paragraaf 3.2).

7.3.3.3. Druksterkte
Indien naar het oordeel van de certificatie-instelling klachten van derden en/of de verificatie van de resultaten van de productiecontrole en de daaraan verbonden conclusies aanleiding geven tot nader onderzoek naar de druksterkte, dient het door de certificatie-instelling uit te voeren onderzoek aan een externe, voor de betreffende bepaling door een door de RvA geaccrediteerde instantie te worden uitbesteed.
Het onderzoek bestaat uit de keuring van tenminste één partij, waarbij minimaal drie proefstukken worden onderzocht. Bij de monsterneming moet het gestelde in paragraaf 6.7 en 6.8 in acht worden genomen.
Tot goedkeuring van een partij wordt overgegaan als het gemiddelde van de meetwaarden aan de gestelde eis in paragraaf 3.2 voldoet.

7.3.3.4. Duurzaamheid
Indien naar het oordeel van de certificatie-instelling klachten van derden en/of de verificatie van de resultaten van de productiecontrole en de daaraan verbonden conclusies aanleiding geven tot nader onderzoek naar de duurzaamheid, dient het door de certificatie-instelling uit te voeren onderzoek aan een externe instantie te worden uitbesteed.
Het onderzoek bestaat uit de keuring van tenminste één partij, waarbij minimaal één monster wordt onderzocht. Bij de monsterneming moet het gestelde in paragraaf 6.7 en 6.8 in acht worden genomen.
Tot goedkeuring van een partij wordt overgegaan als het resultaat aan de gestelde eis in paragraaf 3.2.3 voldoet.

7.4. Eisen te stellen aan de auditors

Auditors die producenten overeenkomstig deze beoordelingsrichtlijn beoordelen, dienen ten minste aan de volgende eisen te voldoen:

- een cursus te hebben gevolgd over de beoordeling van kwaliteitssystemen;
- aantoonbare kennis/ervaring te bezitten op het gebied van immobilisatie en daarmee vervaardigde producten;
- aantoonbare kennis/ervaring te bezitten op het gebied van monsterneming en bekend te zijn met de NEN 7300-serie voor monsterneming;
- aantoonbare kennis van het accreditatieprogramma AP04;
- aantoonbaar inhoudelijk bekend te zijn met het Besluit bodemkwaliteit en de Regeling bodemkwaliteit,
- een cursus asbestherkenning te hebben gevolgd.

8. LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN

Besluit bodemkwaliteit	*Besluit van 22 november 2007, houdende regels inzake de kwaliteit van de bodem (Besluit bodemkwaliteit).* Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden 469, jaargang 2007. Geldige versie
Regeling bodemkwaliteit	*Regeling bodemkwaliteit*, Staatscourant nr. 247, 20-12-2007+ *Wijzigingen.* Geldige versie.
NEN 5861:1999	*Milieu. Procedures voor de monsteroverdracht*, NNI, Delft, juli 1999.
NEN 2560: 1998/A1:2000	*Controlezeven: draadzeven en plaatzeven met ronde en vierkante gaten*, NNI, Delft, februari 1998.
NEN 7300:1999 Ontw. NL	*Uitloogkarakteristieken van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Monsterneming. Algemene aanwijzingen*, NNI, Delft, 01 november 1999.
NEN 7310:1995 NL	*Uitloogkarakteristieken van bouwmaterialen en vaste afvalstoffen. Monstervoorbehandeling. Algemene aanwijzingen*, NNI, Delft, 01 juni 1995.
NVN 7311:1995 NL	*Uitloogkarakteristieken van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Monstervoorbehandeling. Monsteropslag en -conservering*, NNI, Delft, 01 juni 1995.
NVN 7312:1995 NL	*Uitloogkarakteristieken van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Monstervoorbehandeling. Monstervoorbehandeling voor de bepaling van het uitlooggedrag en het gehalte van anorganische componenten*, NNI, Delft, 01 juli 1995.
NVN 7313:1995 NL	*Uitloogkarakteristieken van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Monstervoorbehandeling. Monstervoorbehandeling voor de bepaling van het uitlooggedrag en het gehalte van organische componenten*, NNI, Delft, 01 juli 1995.
NEN 7330:2001	*Uitloogkarakteristieken van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Bepaling van het gehalte aan organische componenten. Algemene aanwijzingen*, NNI, Delft, mei 2001.
NEN 7340:2000	*Uitloogkarakteristieken van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Karakteriserignsproeven. Algemene aanwijzingen*, NNI, Delft, maart 2000.
NEN 7371:2004	*Vaste grond- en steenachtige bouw- en reststoffen. Uitloogkarakteristieken. Bepaling van de beschikbaarheid voor uitloging van anorganische componenten, NEN, Delft, 1 januari 2004.*
NEN 7373:2004	*Vaste grond- en steenachtige bouw- en reststoffen. Uitloogkarakteristieken. Bepaling van de uitloging van anorganische*

componenten uit poeder- en korrelvormige materialen met de kolomproef, NEN, Delft, 1 januari 2004.

NEN 7375:2004 *Uitloogkarakteristieken. Bepaling van de uitloging van anorganische componenten uit vormgegeven en monolitische materialen met een diffusieproef*, *Vaste grond- en steenachtige materialen, NEN, Delft, 1 januari 2004*

NEN 7383:2004 *Uitloogkarakteristieken. Bepaling van de cumulatieve uitloging van anorganische componenten uit poeder- en korrelvormige materialen met een vereenvoudigde procedure voor de kolomproef. Vaste grond- en steenachtige materialen, NEN, Delft, 1 januari 2004.*

NEN-EN-ISO 9001:2008 *Kwaliteitsmanagementsystemen. Eisen, NEN, Delft, 1 november 2008.*

NEN-EN 13286-2:2004 *Ongebonden en hydraulisch gebonden mengsels - Deel 2: Beproevingsmethoden voor de laboratoriumreferentiedichtheid en het watergehalte, proctorverdichting*
NEN, Delft, juli 2004

NEN-EN 13286-41:2003 en *Ongebonden en hydraulisch gebonden mengsels - Deel 41: Bepaling van de druksterkte van hydraulisch gebonden mengsels, NEN, Delft, oktober 2003*

NEN-EN ISO170252005/C1:2007 en *Algemene eisen voor de bekwaamheid van beproevings- en kalibratielaboratoria, NEN, Delft, 01-01-2007*

AP04 *Accreditatieprogramma Besluit bodemkwaliteit AP04*, versie 5, Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, 2008

CUR-rapport 183 *Handleiding voor het beoordelen van immobilisaten*, CUR, Gouda, december 1995.

Eural Europese afvalstoffenlijst, april 2002.

Handleiding certificering Besluit bodemkwaliteit, SBK, Rijswijk, 21 december 2007.

Standaard RAW Bepalingen *Standaard RAW Bepalingen 2010*, Stichting CROW, Ede.

SIKB-protocol 2018 *Locatie-inspectie en monsterneming van asbest in bodem,* geldige versie, Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer.

BRL SIKB 7500 Beoordelingsrichtlijn Bewerken van verontreinigde grond en baggerspecie

Protocol 7510 Procesmatige ex situ reiniging en immobilisatie van grond en baggerspecie

BIJLAGE A. SAMENSTELLINGSWAARDEN

Deze bijlage is bijgevoegd ter informatie. Geldig zijn de samenstellingswaarden voor bouwstoffen zoals genoemd in bijlage A van de vigerende Regeling bodemkwaliteit.

Tabel A.1. Maximum samenstellingswaarden van organische stoffen

component	samenstellingswaarde (mg/kg d.s.)
benzeen	1
ethylbenzeen	1,25
tolueen	1,25
xylenen (som 3) [1]	1,25
fenol	1,25
naftaleen	5
fenantreen	20
antraceen	10
fluorantheen	35
chryseen	10
benzo(a)antraceen	40
benzo(a)pyreen	10
benzo(k)fluorantheen	40
indeno(1,2,3cd)pyreen	40
benzo(ghi)peryleen	40
PAK's totaal (som 10) [2]	50
PCB's (som 7) [3]	0,5
minerale olie	500
asbest [4]	100

[1] Som van m-xyleen, p-xyleen en o-xyleen.
[2] Som van naftaleen, fenantreen, antraceen, fluorantheen, chryseen, benzo(a)antraceen, benzo(a)pyreen, benzo(k)fluorantheen, indeno(1,2,3cd)pyreen en benzo(ghi)peryleen.
[3] Som van PCB 28,52,101,118,138,153,180.
[4] Zijnde het gehalte van de concentratie serpentijnasbest plus tienmaal het gehalte amfiboolasbest.

BIJLAGE B. EMISSIEWAARDEN

Deze bijlage is bijgevoegd ter informatie. Geldig zijn de emissiewaarden zoals genoemd in bijlage A van de vigerende Regeling bodemkwaliteit.

Tabel B.1. Maximum emissiewaarden van anorganische stoffen

component	Emissiewaarde (E_{64d} in mg/m^2)
antimoon (Sb)	8,7
arseen (As)	260
barium (Ba)	1.500
cadmium (Cd)	3,8
chroom (Cr)	120
kobalt (Co)	60
koper (Cu)	98
kwik (Hg)	1,4
lood (Pb)	400
molybdeen (Mo)	144
nikkel (Ni)	81
seleen (Se)	4,8
tin (Sn)	50
vanadium (V)	320
zink (Zn)	800
bromide	670
chloride	110.000
fluoride	2.500
sulfaat	165.000

KOMO® productcertificaat

(gegevens certificatie-instelling) (logo CI/accreditatie-instelling)

Cementgebonden minerale reststoffen voor toepassing in gebonden fundering in de GWW en in bouwwerken en als vormvaste massa

Nummer:
..-.../.
Uitgegeven:
....-..-..
Geldig tot:
....-..-..
Vervangt:
..-.../.
d.d. ....-..-..

Producent:

[Naam bedrijf]

[Straatnaam]
[Postcode + plaatsnaam]
[Postbus]
[Postcode + plaatsnaam]
Telefoon ()
Telefax ()
E-mail:
Website:

Productielocatie
Naam
Adres
Vestigingsplaats

Producten:

Verklaring van ……(naam certificatie-instelling)
Dit productcertificaat is op basis van BRL 9322 conform het (naam certificatie-instelling) (naam Reglement) afgegeven door (naam certificatie-instelling).

(naam certificatie-instelling) verklaart dat het gerechtvaardigd vertrouwen bestaat dat de door de producent vervaardigde cement gebonden minerale reststoffen bij voortduring aan de in dit productcertificaat vastgelegde milieuhygiënische en technische specificaties voldoen, mits zij voorzien zijn van het hieronder afgebeelde KOMO®-merk op een wijze als aangegeven in dit productcertificaat.

(naam certificatie-instelling) verklaart dat op dit product geen controle plaatsvindt op het gebruik in werken en op de melding- en/of informatieplicht van de gebruiker aan het bevoegd gezag .

Voor het Besluit bodemkwaliteit is dit een door de Minister van I&M erkend certificaat, indien het certificaat is opgenomen in het “Overzicht van erkende Kwaliteitsverklaringen in de bouw “, op de websites van SBK: www.bouwkwaliteit.nl en van Bodem+: www.bodemplus.nl

Voor (naam certificatie-instelling)

(naam)
(functie)

Gebruikers van dit productcertificaat wordt geadviseerd om bij (naam certificatie-instelling) te informeren of dit document nog geldig is. Controleer of er sprake is van een door de Ministers van VROM en V&W erkende kwaliteitsverklaring

Dit productcertificaat bestaat uit .. bladzijden

Besluit bodemkwaliteit

Beoordeeld is:
Kwaliteitssysteem
Product
Periodieke controle

® is een collectief merk van Stichting Bouwkwaliteit

1. MILIEUHYGIËNISCHE EN TECHNISCHE SPECIFICATIE

1.1. Onderwerp

Dit productcertificaat heeft betrekking op de milieuhygiënische en technische eigenschappen van de door ..... (producent) geproduceerde cementgebonden minerale reststoffen voor toepassing [omschrijving toepassingen].

1.2. Merken

Het afleveringsbewijs van het cementgebonden minerale reststoffen wordt gemerkt met het KOMO-merk (zie voorzijde van dit productcertificaat).
De afleveringsbon bevat tevens de volgende verplichte aanduidingen:

- het certificaatnummer: ..-…../...;
- leverancier: ……. (de naam van de leverancier);
- producent: ……. (naam van de producent);
- product: ……. (hoofdbestanddeel van de minerale reststoffen);
- productielocatie: ……(locatie waar de cementgebodnen minerale reststoffen worden geproduceerd);
- menginstallatie: ……(code van de gebruikte menginstallatie)
- grootte van de geleverde partij: ……. ton;
- toepassing: ……..(gebonden fundering onder waterdichte deklaag zonder contact met grond- of oppervlaktewater/ gebonden fundering onder (deels) waterdoorlatende laag);
- klasse: vormgegeven bouwproduct.

1.3. Materiaaleigenschappen

1.3.1. Samenstelling en emissie

De gemiddelde samenstellingswaarden bepaald overeenkomstig NEN 7330/AP 04-SB voldoen aan de grenswaarden van bijlage A, tabel 2 van de Regeling Bodemkwaliteit.

De gemiddelde emissiewaarden bepaald overeenkomstig NEN 7375/AP 04-U voldoen aan de grenswaarden van bijlage A, tabel 1 van de Regeling Bodemkwaliteit.

Het gewogen gehalte aan asbest is niet groter dan 100 mg/kg d.s.

1.3.2. Duurzame vormvastheid

Het massaverlies, bepaald overeenkomstig artikel 3.2.3 van de Regeling bodemkwaliteit bedraagt maximaal 200 g/m^2.

1.3.3. Druksterkte

De gemiddelde druksterkte, bepaald volgens NEN-EN 13286-41 bedraagt bij een ouderdom van 28 dagen ten minster 1,5 MPa.

1.3.4. Bestandheid tegen nat/droog- en vorst/dooiwisselingen

De cementgebonden minerale reststoffen voldoen aan de in de BRL opgenomen eisen inzake bestandheid tegen nat/droog- en vorst/dooiwisselingen
Dit productcertificaat doet geen uitspraak over de bestandheid van de cementgebonden minerale reststoffen tegen nat/droog- en vorst/dooiwisselingen in de toepassing.

2. TOEPASSINGSVOORWAARDEN

De cementgebonden minerale reststoffen dienen te worden toegepast in overeenstemming met artikel 5, 6, 7 en 33 van het Besluit bodemkwaliteit (functionaliteit, zorgplicht en herneembaarheid).

3. WENKEN VOOR DE TOEPASSER

Bij aflevering inspecteren of:

- geleverd is wat is overeengekomen;
- het merk en de wijze van merken juist zijn;
- de afleveringsbon alle gegevens bevat;
- het afgegeven certificaat betrekking heeft op de geleverde partij, indien de partij niet direct van de producent is afgenomen;
- de producten geen zichtbare tekortkomingen vertonen.

2. Indien op grond van het onder 1 gestelde tot afkeuring wordt overgegaan, dient contact te worden opgenomen met:
   - ..... (certificaathouder),

   en zo nodig met
   - ..... (certificatie-instelling).
3. Controleren of voldaan wordt aan de voorwaarden voor toepassing.
4. Nagaan of en door wie melding moet worden gedaan aan het bevoegd gezag.
5. Het bewijsmiddel (afleverbonnen en eventueel het certificaat) dient aan de opdrachtgever ter beschikking te worden gesteld. Dat geldt niet bij levering aan natuurlijke personen anders dan in de uitoefening van beroep of bedrijf.
6. De opdrachtgever moet het bewijsmiddel (certificaat en afleverbonnen) ten minste 5 jaar ter beschikking houden voor inzage door het bevoegd gezag. Dat geldt niet bij levering aan natuurlijke personen anders dan in de uitoefening van beroep of bedrijf.

4. LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN

Besluit bodemkwaliteit	*Besluit van 22 november 2007, houdende regels inzake de kwaliteit van de bodem (Besluit bodemkwaliteit).* Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden 469, jaargang 2007 en aanvullende wijzigingen
Regeling bodemkwaliteit	*Regeling bodemkwaliteit*, Staatscourant nr. 247, 20-12-2007 en aanvullende wijzigingen
AP04	*Accreditatieprogramma Besluit bodemkwaliteit AP04*, huidige versie, SIKB Gouda
NEN-EN 13286-41	*Ongebonden en hydraulisch gebonden mengsels – Deel 41: Bepaling van de druksterkte van hydraulisch gebonden mengsels,* NEN, Delft, oktober 2003

BIJLAGE D. MODEL KWALITEITSVERKLARING NL-BSB

NL BSB® productcertificaat

(gegevens certificatie-instelling) (logo CI/accreditatie-instelling)

NUMMER:
..-.../.
Uitgegeven:
....-..-..
Geldig tot:
....-..-..
Vervangt:
..-.../.
d.d. ....-..-..

[Straatnaam]
[Postcode + plaatsnaam]
[Postbus]
[Postcode + plaatsnaam]
Telefoon ()
Telefax ()
E-mail:
Website:

Productielocatie
Naam
Adres
Vestigingsplaats

Producten:

VERKLARING VAN **……(naam certificatie-instelling)**
Dit NL BSB® productcertificaat is op basis van BRL 9322 conform het (naam certificatie-instelling) (naam Reglement) afgegeven door (naam certificatie-instelling).

(naam certificatie-instelling) verklaart dat het gerechtvaardigd vertrouwen bestaat dat de door de producent vervaardigde cement gebonden minerale reststoffen bij voortduring aan de in dit productcertificaat vastgelegde milieuhygiënische voldoen, mits zij voorzien zijn van het hieronder afgebeelde NL-BSB®-merk op een wijze als aangegeven in dit productcertificaat.

(naam certificatie-instelling) verklaart dat op dit product geen controle plaatsvindt op het gebruik in werken en op de melding- en/of informatieplicht van de gebruiker aan het bevoegd gezag .\ met uitzondering van de melding aan Agentschap NL

Voor het Besluit bodemkwaliteit is dit een door de Minister van I&M erkend certificaat, indien het certificaat is opgenomen in het "Overzicht van erkende Kwaliteitsverklaringen in de bouw ", op de websites van SBK: www.bouwkwaliteit.nl en van Bodem+: www.bodemplus.nl

GEBRUIKERS VAN DIT PRODUCTCERTIFICAAT WORDT GEADVISEERD OM BIJ (naam certificatie-instelling)
te informeren of dit document nog geldig is. Controleer of er sprake is van een door de Minister van I&M erkende kwaliteitsverklaring

Besluit bodemkwaliteit

BEOORDEELD IS:
KWALITEITSSYSTEEM
Product
Periodieke controle

1. MILIEUHYGIËNISCHE EN TECHNISCHE SPECIFICATIE

1.1. Onderwerp

Dit productcertificaat heeft betrekking op de milieuhygiënische van de door ..... (producent) geproduceerde cementgebonden minerale reststoffen voor toepassing [omschrijving toepassingen].

1.2. Merken

Het afleveringsbewijs van het cementgebonden minerale reststoffen wordt gemerkt met het Nl_BSB-merk (zie voorzijde van dit productcertificaat).
De afleveringsbon bevat tevens de volgende verplichte aanduidingen:

- het certificaatnummer: ..-…../...;
- leverancier: ……. (de naam van de leverancier);
- producent: ……. (naam van de producent);
- product: ……. (hoofdbestanddeel van de minerale reststoffen);
- productielocatie: ……(locatie waar de cementgebonden minerale reststoffen worden geproduceerd);
- menginstallatie: ……(code van de gebruikte menginstallatie)
- grootte van de geleverde partij: ……. ton;
- toepassing: ……..(gebonden fundering onder waterdichte deklaag zonder contact met grond- of oppervlaktewater/ gebonden fundering onder (deels) waterdoorlatende laag);
- klasse: vormgegeven bouwproduct.

1.3. Materiaaleigenschappen

1.3.1. Samenstelling en emissie

De gemiddelde samenstellingswaarden bepaald overeenkomstig NEN 7330/AP 04-SB voldoen aan de grenswaarden van bijlage A, tabel 2 van de Regeling Bodemkwaliteit.

De gemiddelde emissiewaarden bepaald overeenkomstig NEN 7375/AP 04-U voldoen aan de grenswaarden van bijlage A, tabel 1 van de Regeling Bodemkwaliteit.

Het gewogen gehalte aan asbest is niet groter dan 100 mg/kg d.s.

1.3.2. Duurzame vormvastheid

Het massaverlies, bepaald overeenkomstig artikel 3.2.3 van de Regeling bodemkwaliteit bedraagt maximaal … g/m^2.

1.3.3. Druksterkte

De gemiddelde druksterkte, bepaald volgens NEN-EN 13286-41 bedraagt bij een ouderdom van 28 dagen ten minste 1,5 MPa.

1.3.4. Bestandheid tegen nat/droog- en vorst/dooiwisselingen

De cementgebonden minerale reststoffen voldoen aan de in de BRL opgenomen eisen inzake bestandheid tegen nat/droog- en vorst/dooiwisselingen
Dit productcertificaat doet geen uitspraak over de bestandheid van de cementgebonden minerale reststoffen tegen nat/droog- en vorst/dooiwisselingen in de toepassing.

2. TOEPASSINGSVOORWAARDEN

De cementgebonden minerale reststoffen dienen te worden toegepast in overeenstemming met artikel 5, 6, 7 en 33 van het Besluit bodemkwaliteit (functionaliteit, zorgplicht en herneembaarheid).

3. WENKEN VOOR DE TOEPASSER

Bij aflevering inspecteren of:

- geleverd is wat is overeengekomen;
- het merk en de wijze van merken juist zijn;
- de afleveringsbon alle gegevens bevat;
- het afgegeven certificaat betrekking heeft op de geleverde partij, indien de partij niet direct van de producent is afgenomen;
- de producten geen zichtbare tekortkomingen vertonen.

2. Indien op grond van het onder 1 gestelde tot afkeuring wordt overgegaan, dient contact te worden opgenomen met:
   - ..... (certificaathouder),

   en zo nodig met
   - ..... (certificatie-instelling).
3. Controleren of voldaan wordt aan de voorwaarden voor toepassing.
4. Nagaan of en door wie melding moet worden gedaan aan het bevoegd gezag.
5. Het bewijsmiddel (afleverbonnen en eventueel het certificaat) dient aan de opdrachtgever ter beschikking te worden gesteld. Dat geldt niet bij levering aan natuurlijke personen anders dan in de uitoefening van beroep of bedrijf.
6. De opdrachtgever moet het bewijsmiddel (certificaat en afleverbonnen) ten minste 5 jaar ter beschikking houden voor inzage door het bevoegd gezag. Dat geldt niet bij levering aan natuurlijke personen anders dan in de uitoefening van beroep of bedrijf.

4. LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN

Besluit bodemkwaliteit	*Besluit van 22 november 2007, houdende regels inzake de kwaliteit van de bodem (Besluit bodemkwaliteit).* Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden 469, jaargang 2007 en aanvullingen
Regeling bodemkwaliteit	*Regeling bodemkwaliteit*, Staatscourant nr. 247, 20-12-2007 en aanvullingen
AP04	*Accreditatieprogramma Besluit bodemkwaliteit AP04*, actuele versie, SIKB Gouda
NEN-EN 13286-41	*Ongebonden en hydraulisch gebonden mengsels – Deel 41: Bepaling van de druksterkte van hydraulisch gebonden mengsels,* NEN, Delft, oktober 2003

BIJLAGE E. BEPALING VAN DE BESTANDHEID TEGEN NAT/DROOG-WISSELINGEN

NAT/DROOG TESTMETHODE VOOR VORMGEGEVEN MATERIALEN

Onderwerp en toepassingsgebied

De testmethode behelst de procedure voor een nat/droog testmethode om de bestendigheid onder wisselende nat/droog-omstandigheden te bepalen.

Beginsel van de test

De monsters worden in een cyclus eerst gedurende 5 uur ondergedompeld in water en vervolgens gedurende 42 uur gedroogd bij 70 ^{o}C. De test omvat totaal 6 cycli. Na beëindiging van iedere cyclus wordt na de droge stap zowel de massa als de voortplantingssnelheid in de monsters gemeten. Daarna worden de relatieve massavermindering en de relatieve verandering van de voortplantingssnelheid bepaald. Aan de hand van de resultaten kan vervolgens vastgesteld worden of het betreffende monster bestendig is tegen nat/droog omstandigheden.

Eisen te stellen aan de monsters en de metingen

Bij deze test wordt uitgegaan van 3 representatieve monsters van dezelfde samenstelling, geconditioneerd bij 20 ± 2 ^{o}C, luchtdicht verpakt in plastic folie en opgeslagen bij > 95% RV, zodat het eigen vochtgehalte wordt gehandhaafd.

De zojuist genoemde monsters dienen cilindrisch van vorm te zijn met diameter 100 ± 5 mm en hoogte 115 ± 5 mm.

Alle bepalingen van de massa worden met een nauwkeurigheid van 0,1 gram uitgevoerd. Alle metingen met een ultrasoonmeter (40kHz) worden uitgevoerd door de meetkop in contact te brengen met het vlakke gedeelte van het monster met behulp van vaseline.

Uitvoering van de test

Voor aanvang van de test wordt de massa van de 3 monsters gemeten (m_o). Verder wordt van de individuele monsters met behulp van ultrasoonmeter (40kHz) de voortplantingssnelheid (v_o) gemeten.

Vervolgens worden de 3 monsters gedurende 5 uur bij 20 ± 2 ^{o}C in water ondergedompeld (natte stap).

De monsters worden daarna in een droogstoof gedurende 42 uur bij 70° C gedroogd (droge stap). De droogstoof moet voorzien zijn van een goed functionerende ventilatie. Bovendien mag de droogstoof tijdens de droge stap geen andere monsters bevatten. Daarna wordt de massa gemeten (m_1). Verder wordt dan de voortplantingssnelheid gemeten (v_1).

Afwisselend worden nu de droge- en de natte stap in totaal zesmaal uitgevoerd, tenzij de metingen verstoord worden door afbrokkelende delen van de monsters. In het laatste geval kan eerder met de test gestopt worden als de vermindering van de massa ten opzichte van de vorige cyclus meer dan 5% bedraagt.

massa's: m_2 ……..m_6
voortplantingssnelheid: v_2 ……..v_6

Daarna worden de gemeten waarden van de massa en de voortplantingssnelheid uitgezet (Y-as) tegen de overeenkomstige cycli (X-as). In het algemeen zal de vermindering van de massa en van de voortplantingssnelheid tijdens de eerste cycli het grootst zijn. Als de vermindering van de massa en de voortplantingssnelheid echter tijdens de laatste cycli groter is dan bij de eerste cyclus, dan dienen de natte en de droge stap met de bijbehorende bepalingen nog afwisselend zesmaal uitgevoerd te worden.

Als de test uit 12 nat/droog cycli heeft bestaan, moet de subschrift 6 bij m_6 en v_6 veranderd worden in 12. Als het aantal uitgevoerde cycli minder dan 6 is, dan moet het subschrift 6 bij m_6 en v_6 veranderd worden in het nummer van de laatste cyclus.

N.B. Na beëindiging van een natte stap kan de test in principe onderbroken worden. De monsters moeten dan in luchtdicht plastic folie verpakt worden opdat het eigen vochtgehalte gehandhaafd blijft.

Berekening

Uit de metingen van de massa kan de relatieve massaverandering berekend worden:

$\Delta m / m = (m_1 – m_6) / m_1$

Uit de metingen van de voortplantingssnelheid kan de relatieve verandering van de voortplantingssnelheid berekend worden:

$\Delta v / v = (v_1 – v_6) / v_1$

In het verslag dient tenminste te worden opgenomen:
- codering van de geteste monsters
- de resultaten van de massa- en voortplantingsbepalingen die tijdens de test uitgevoerd zijn.
- de relatieve verandering van de massa, $\Delta m / m$, en van de voortplantingssnelheid $\Delta v / v$.

BIJLAGE F. BEPALING VAN DE BESTANDHEID TEGEN VORST/DOOI-WISSELINGEN

The critical degree of saturation method of assessing the freeze/thaw resistance of concrete

Prepared on behalf of RILEM Committee 4 CDC by G. FAGERLUND (1)

The texts presented hereunder are drafts which are published in order to be submitted to comments. The final text will be drawn from the draft with regard to the possible comments.

1. TEST PRINCIPLES

The test is based upon the existence of critical degrees of saturation at freezing. Degree of saturation is defined

$$S = \frac{V_w}{V_p}, \qquad (1)$$

where V_w is the total water volume evaporable at + 105°C and V_p is the total open pore volume before freezing. (*Very important note:* in V_p are also included *the entrained air pores, the compaction pores* and *the aggregate pores*. Hence, $S=1$ corresponds to a complete waterfilling of *all pore space* in the concrete.)

The freeze/thaw resistance is defined

$$F = S_{CR} - S_{ACT}, \qquad (2)$$

where S_{CR} is the critical and S_{ACT} the actual degree of saturation.

S_{CR} is supposed to be independent of outer climatic conditions. It can, therefore, be regarded as a *material characteristic analogous to the fracture strength in static design*. At moisture contents higher than S_{CR}, the material will be seriously damaged by freezing. Below S_{CR} no damage occurs even after a large number of freeze/thaw cycles.

S_{ACT} is the moisture content prevailing in the material at the actual instant. S_{ACT} will for a certain material be a function of the way the material is utilized, of the environment and of time. Hence, S_{ACT} is dependent on environmental and constructional factors only and *is therefore analogous to the actual stress in static design*.

The test is divided into two parts according to equation (2) :

- part 1: a freeze/thaw test for determination of S_{CR};
- part 2: a moisture absorption test for determination of S_{ACT}.

The freeze/thaw test is the same irrespectively of where and how the material is used.

In designing the *moisture absorption test*, strict consideration must be taken from a theoretical point of view, of the actual environment and the way of utilizing the material. This is, however, normally impossible in practice since the environment cannot be exactly analyzed and transferred to laboratory. Moreover, even if this was possible, such a test should be very time-consuming and expensive.

Therefore, one has to resort to simplified tests of which many are imaginable (*see* note *a* below).

In the actual test method, only capillary water uptake at constant temperature is considered. The main reason for this is that frost damage normally occurs in materials which have frequent access to liquid water. Moreover, this test is simple to perform, it is highly reproducible and relatively rapid.

Hence, S_{ACT} in equation (2) is replaced by the capillary degree of saturation, S_{CAP}. The freeze/thaw resistance obtained by the actual test method is therefore:

$$F = S_{CR} - S_{CAP}. \qquad (3)$$

(1) Swedish Cement and Concrete Research Institute, Fack, 100 44 Stockholm 70.

Equation (2) is the general expression which can always be used while equation (3) yields a sort of *potential freeze/thaw resistance*. Theoretically, for each concrete type, each environment could be translated to a certain water uptake time of the actual water absorption specimens and, hence, to a certain S_{CAP}.

The test principles are probably new except to a small group of laboratories. Therefore, in appendix 2, a practical example of an assessment is shown.

Notes: a) The capillary water uptake test suggested in the test method can in principle be abandoned in favour of another moisture uptake test, for example:

- capillary water uptake at a cyclically varying temperature above 0°C;
- capillary water uptake in connection with freeze/thaw in presence of water;
- condensation tests;
- model tests reproducing the actual structure and climatic conditions.

The method of assessing S_{CR} is, however, kept unchanged. *b*) The test method is especially well suited for a strict valuation of the quality of an air-pore system; viz. the value of S_{CR} gives information of the *maximum admissible* water-filling of the air-pore system; the value of S_{CAP} gives information of the *susceptibility* to water absorption in the same pore-system. *c*) The method is also well suited for valuation of concrete aggregates; viz. in S_{CR} of a concrete is also included the admissible water absorption in the aggregate while in S_{CAP} is included the ability for water absorption in embedded aggregate particles. In a very strict test, it must be separated between the effect of aggregate and the effect of paste or mortar. This can be done by an additional test in which the freeze/thaw resistance of the actual paste or mortar, eventually mixed with nonporous, sound aggregate, is investigated with the S_{CR}-method.

(The test could also be performed directly with the aggregate in which case S_{CR} must normally be detected by special means; e. g. a strength test or sieve analysis made before and after freeze/thaw.) *d*) The method can also be applied to other types of materials which makes a fair comparison between quite different materials possible.

2. METHODS OF ASSESSING THE CRITICAL DEGREE OF SATURATION-S_{CR}

2.1. Characteristics of the two methods

S_{CR} can be determined by multi-cycle freeze/thaw (2.3), or by a single-cycle freeze/thaw (2.4). In the first method, damage is detected by measurements of the dynamic E-modulus before and after the cycles. In the second method, the length-changes are continuously registered during the cycle.

Graphical representations of the two methods are shown in figures 1 and 2.

2.2. Full test and shortened test

It is possible to execute a *full test* or a *shortened test*. In a full test, the total pore-volume is determined for every specimen after freeze/thaw (see *fig.* 1). Hence, *the exact value of S* can be calculated for each specimen. In a shortened test, only the dry weight is determined for every specimen. Mean values of porosity and density are determined instead on specimens not subjected to freeze/thaw. Those mean values are used for calculation of *approximate values of S* for each freeze/thaw specimen.

It is assumed that the mean porosity and density determination is going on simultaneously with the freeze thaw test in which case the shortened test implies a time-gain of up to 1 week.

The full test should normally be used, especially when a very accurate value of the freeze/thaw resistance is required. The shortened test normally gives a more approximate value.

It is necessary to use a shortened test for materials containing a significant fraction of *initially closed pores* which might be more or less opened up as a result of freeze/thaw. The open pore volumes *after freezing* can in such cases not be used for definition of S_{CR}. Materials of this type are for example concretes with some types of sintered lightweight aggregates.

Note:

Another type of shortened test is imaginable: only the *critical moisture ratio*, U_{CR}, is utilized. The freeze/thaw resistance, F^1 is then defined as.

$$F^1 = U_{CR} - U_{CAP}. \quad (4)$$

In this case, no information of porosity and density is needed. Equation (4) is inferior to equation (3); materials with different porosities could not be compared in a fair way with equation (4) (*see* also section 4, note *a*).

2.3. Method 1 of assessing S_{CR}—multi-cycle freeze/thaw *(fig.* 1)

2.3.1 *Specimens*

- *Origin:* the specimens may come from laboratory, factory or building site.
- *Number:* It is preferable to have more than 15 specimens as this expedites the assessment (*see* section 2.3.2, point 5).
- *Size:* The minimum dimensions should be 3 to 4 times the largest aggregate which normally means 75 to 120 mm for concrete. These values should preferably not exceed too much since the difficulties in obtaining an equal moisture distribution and simultaneous ice-formation in the whole specimen increases with the size.

The length/depth ratio should be at least 2.

- *Storage and conditioning:* The storage and conditioning of the specimens before the test starts is of no importance. However, it must be noticed that *the measured S_{CR} will be valid only for the actual concrete specimens and not for the same concrete stored in another way or for a longer time*.

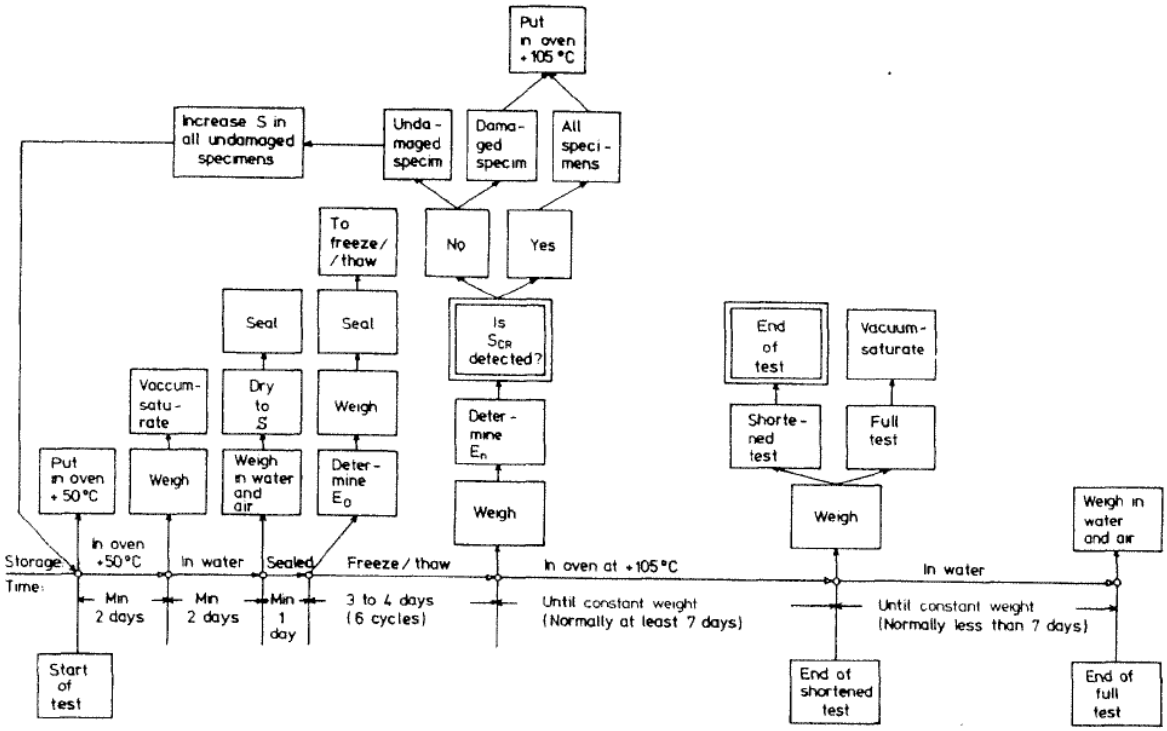


Fig. 1. – Graphical representation of an assessment of S_{CR} by method 1-multi-cycle freeze/thaw. All specimens are assumed to be teste simultaneously.

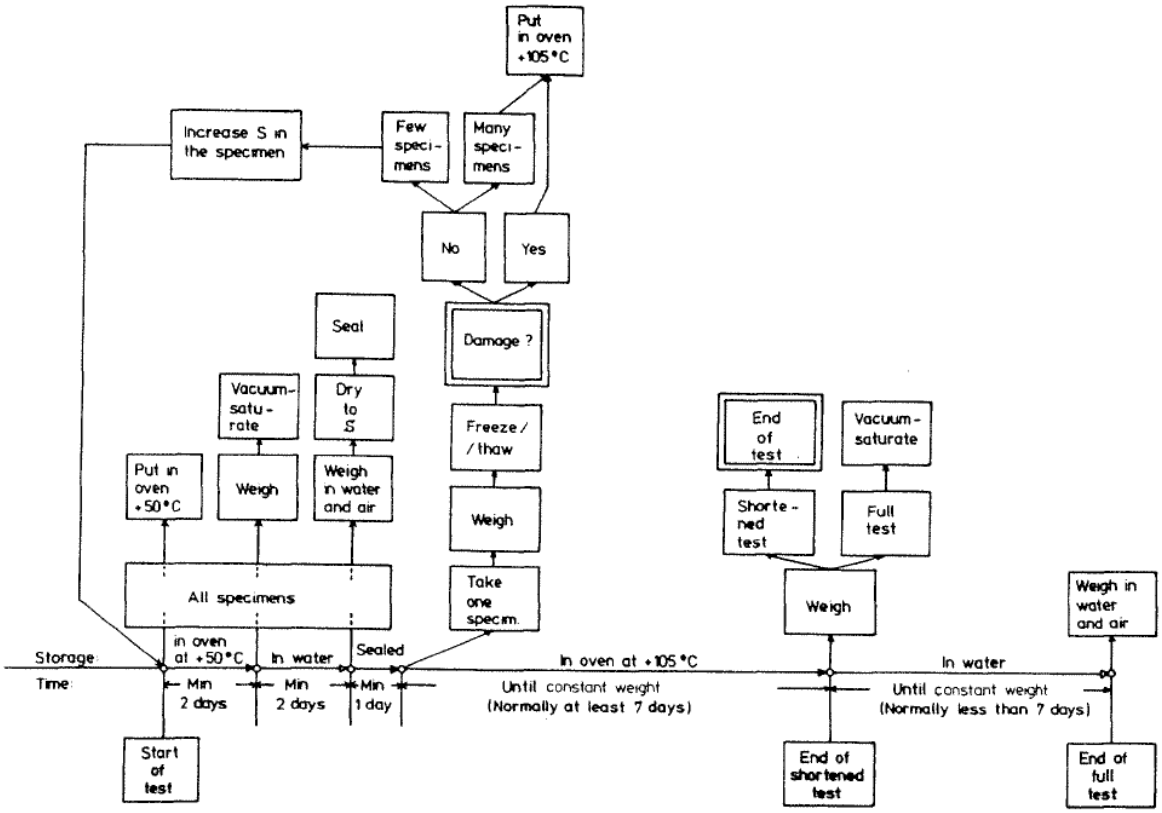


Fig. 2. – Graphical representation of an assessment of S_{CR} by method 2-single-cycle freeze/thaw. It is assumed that one specimen at a tim is tested.

2.3.2. *Procedures before freeze/thaw*

The procedures in chronological order are as follows-

(0: Weigh the specimens if information of their initial moisture condition is desired.)

1. Dry the specimens at + 50°C in an oven with forced ventilation for at least 2 days. (This step is necessary for making the subsequent vacuum-saturation as complete as possible.)

2. Weigh the dried specimens.

3. Vacuum-saturate the specimens (appendix 1).

4. Weigh the specimens when immersed in water and in air after at least two days of water storage (appendix 1).

5. Choose the S-values to be tested. Two principles can be applied:

- *One single freeze/thaw series:* The number of specimens is large enough to permit an immediate, precise determination of S_{CR}. At least 5 S-values on both sides of the S_{CR}-value should be tested. The mean difference in S between different specimens should not be more than $\simeq 0.025$. Hence, since S_{CR} is unknown, normally 15 to 20 specimens are needed.

Note: The normal S_{CR}-range is 0.75 to 0.90 for ordinary concretes; the value is decreasing with increasing air content. S_{CR}'s for lightweight aggregate concretes are lower.

- *Two or more freeze/thaw series:* The number of specimens is small. The choice of S-values is undertaken as above; i. e. at first 15 to 20 values are selected. The first freeze/thaw series is performed with the lowest S-values. If S_{CR} is not obtained by the method described in section 2.3.7, all *undamaged* specimens are dried at + 50°C, resaturated to the nearest higher S-values and freeze/thaw tested again. This continues until S_{CR} is reached.

Note: Damaged specimens, by which is meant specimens with $E_n/E_o < 0{,}90$ (*see* section 2.3.7), cannot be re-used. Hence, it is essential not to use specimens too wet in the first freeze/thaw series.

6. Calculate the required specimen weights [appendix 2, equations (A.2) or (A.2')].

7. Dry each specimen to the required weight in an oven. The specimens are not allowed to be warmer than + 50°C. Immediately after drying, each specimen is wrapped in a thick plastic bag which is sealed with tape.

8. No earlier than the next day, the specimens are unsealed and their fundamental frequency of transverse vibration determined. They are immediately weighed, re-sealed and placed in the freeze/thaw cabinet.

Note: Instead of being dried, specimens can be wetted to different S-values; predried specimens are allowed to absorb water after evacuation to different residual pressures. S_{CR} determined in this way might differ somewhat from S_{CR} determined in the normal way, especially for concretes with porous aggregate. The two S_{CR}-values define the bounds within which the real value of S_{CR} must lie. The real S_{CR} will depend on the outer moisture conditions.

2.3.3 *Freeze/thaw procedure*

The following requirements should be met:

- the specimens are freeze/thaw tested in sealed condition in air;
- the minimum number of freeze/thaw cycles is 6;
- the air in the freeze/thaw cabinet shall be circulated by at least one fan;
- the freeze/thaw cycle is registered by measurements of the centre-temperature in *the wettest specimen* or in a saturated dummy specimen of about the same size and quality as the test specimens;
- a specimen temperature of —10°C shall be reached 5 to 6 hours and —20°C 8 to 9 hours from start of the cycle;
- thawing starts immediately when —20°C is reached;
- the specimens should be kept in the closed cabinet during thawing. By this step, the slight evaporation of pore-water through the plastic envelope is further diminished;
- thawing proceeds until the specimen temperature is +5°C again. Then, the air temperature must be +5°C too (it may be higher during earlier parts of the thawing period in order to expedite the cycle);
- a new cycle is started immediately when +5°C is reached in both specimen and air;
- for manual regulation, a cycle is extended to 24 hours or more. Each extension must be located to the lowest temperature, —20°C, in order to minimize autogenous healing.

After 6 cycles (or more) the specimens are allowed to reach room-temperature and are treated according to 2.3.4.

Notes: a) The freezing-curve specified above is supposed to be representative for the most severe conditions likely to occur in pratice. The curve may be changed in order to better suit local climatic conditions.

b) The freeze/thaw equipment could be built up in an ordinary domestic deep-freeze cabinet. It is desirable to supplement the cabinet with even a simple automatic time-temperature regulation in order to expedite the assessment. A cycle will normally last 15 to 21 hours. Therefore, the total automated test will last 3 to 4 days.

2.3.4. *Procedures after freeze/thaw*

The procedures in chronological order are as follows:

1. Unseal and weigh the specimens immediately after last thawing.

2. Determine the fundamental frequency of transverse vibration.

3. If, after a plotting according to 2.3.7, a value of S_{CR} is not detected, *all undamaged* specimens ($E_n/E_o > 0.90$) are used again for a new determination of S_{CR} after resaturation to higher degrees of saturation (*see* section 2.3.2, point 5).

4. When the value of S_{CR} has been obtained, dry *all* specimens at +105°C in an oven with forced ventilation.

5. Weigh the specimens after drying to constant weight. The drying-time should normally be no shorter than 1 week.

Notes: a) It is very essential that the drying is complete since the dry weight directly determines the pore-volume and hence the degree of saturation. The drying must also be exactly the same for the freeze/thaw-specimens as for the water-absorption specimens since freeze/thaw resistance is defined as the difference between 2 degrees of saturation [*see* equation (3)]. *b)* A specimen dried at +105° cannot be used again for an S_{CR}-determination since its pore-structure has been changed.

6. In case of a full test, vacuum-saturate the dry specimens; appendix 1.

Note: In some cases, the saturation is complete already at the vacuum-treatment before freeze/thaw (*see* section 2.3.2, point 3). Then, the final vacuum-saturation can be omitted [*see* appendix 1, equation (A.7), note *b*].

7. In case of a full test, weigh the specimens when immersed in water and in air after water storage to constant weight; appendix 1.

Note: The required time of water storage between vacuum-saturation and weighings is normally less than 1 week except for concretes with very low water-cement ratios.

2.3.5. *Shortened test-complementary procedures*

In a shortened test, individual values of pore volume for each specimen are not determined after freeze/thaw. Instead, a mean porosity and density are determined on specimens not used in the freeze/thaw test.

The procedures in chronological order are as follows:

1. Dry at least three representative specimens to constant weight at + 105°C (*see* section 2.3.4, point 5).

2. Vacuum-saturate the specimens (appendix 1).

3. Weigh the specimens when immersed in water and in air after water storage to constant weight (*see* section 2.3.4, point 7).

2.3.6. *Final calculations*

Refer to equations in appendix 1.

Full test: The following calculations are made for each freeze/thaw specimen:

- volume, before and after freeze/thaw [equations (A.1) and (A.4)];
- volume change caused by freeze/thaw [equation (A.6)];
- pore-volume, before and after freeze/thaw [equations (A.7) and (A.5)];
- porosity, before freeze/thaw [equation (A.8)];
- moisture ratio at full saturation, before freeze/thaw [equation (A.9)];
- degree of saturation and moisture ratio during freeze/thaw [equations (A.10) and (A.11)];
- Residual dynamic E-modulus after freeze/thaw [equation (A.12)].

The following mean-values and standard deviations are calculated:

- porosity, before freeze/thaw;
- moisture ratio at full saturation, before freeze/thaw.

Shortened test: The following calculations are made for specimens used for determination of porosity and density (*see* section 2.3.5):

- volume and pore-volume [equations (A.13) and (A.14)];
- mean value and standard deviation of porosity determined by equation (A.15);
- mean value and standard deviation of moisture ratio at full saturation determined by equation (A.16);
- mean value and standard deviation of true density of the nonporous phase determined by equation (A.17).

The following calculations are made for each freeze/thaw specimen:

- volume before freeze/thaw [equation (A.1)];
- pore-volume, before freeze/thaw [equation (A.18)];
- degree of saturation and moisture ratio during freeze/thaw [equations (A.10) and (A.11)];
- residual dynamic E-modulus after freeze/thaw [equation (A.12)].

2.3.7. *Determination of S_{CR}*

The following plots are made:

1. Residual dynamic *E*-modulus against degree of saturation.

2. Residual dynamic *E*-modulus against moisture ratio.

Note: It is also possible to plot volume change against degree of saturation or moisture ratio. The validity of such a plot is limited since the volume changes are normally less well-defined than the residual *E*-moduli.

Examples of such plots are shown in figures 3 and 4.

S_{CR} and the critical moisture ratio, U_{CR}, are defined as the nick-point-values indicated by rings in the figures. Normally, specimens with losses in *E* of more than 10 % are considered to be "damaged" and are therefore assigned to the steeper line.

The nick-point can be obtained graphically or analytically by means of linear regression.

Two S_{CR}-values are obtained. Normally, the two values agree fairly well;

1. A *primary* S_{CR} obtained directly from a diagram of type figure 3.

2. A *secondary* S_{CR} obtained indirectly from the U_{CR}-value found in a diagram of type figure 4. The following equation is used for transformation of U_{CR} to S_{CR}:

$$S_{CR} = \frac{U_{CR}}{(\overline{U}_s)_0}.$$

where $(\overline{U}_s)_0$ is the mean value for all freeze/thaw specimens of moisture ratio at full saturation before freezing.

As most relevant value of S_{CR} is used:

- *in a full test:* The primary S_{CR}.
- *in a shortened test:* The mean value of the primary and secondary S_{CR}.

Notes: a) Badly cracked specimens, e. g. specimens, frozen with $S = 1.00$, should normally not be used in defining the inclined line yielding the nick-point. *b)* Complementary information with regard to the sensivity for a transgression of the S_{CR}-value is obtained by the slope of the inclined lines; i. e. tg α and tg β in figures 3 and 4.

2.4. Method 2 of assessing S_{CR}-single-cycle freeze/thaw (*fig.* 2)

2.4.1. *Specimens*

The directions in section 2.3.1 apply. Each specimen must be provided with a thermocouple in the centre and with reference points in the ends fitting the length-change measurement apparatus.

2.4.2. *Procedures before freeze/thaw*

The directions in section 2.3.2 apply. It is, however, not necessary to measure the fundamental frequency.

It is quite possible even to use a single specimen and then increase its degree of saturation after each freeze/thaw cycle until S_{CR} has been detected. This is done after drying the specimen at +50°C, re-saturating it and drying to the new S-value.

Note: The assessment can be rather time-consuming if only one length change measurement apparatus is available. Therefore, steps must be taken in order to minimize the effects of different specimen age. A possibility is, at the same time, to adjust only one or two specimens to the required S-value and keep the others dry as long as possible.

2.4.3. *Freeze/thaw procedure*

The sealed specimen is put in a length-change measurement apparatus, which in turn is placed in a freeze/thaw cabinet.

The freeze/thaw cycle is to meet the requirements listed in section 2.3.3. However, after thawing, the specimen is warmed directly to room-temperature. The cycle must be automated in order to enable one run a day.

The length-measurement apparatus can be designed in different ways. The following points must, however, be observed:

- the length changes over the whole specimen length shall be measured;
- the gauge must be insensitive to temperature changes or placed outside the freeze/thaw cabinet;
- the gauge must be able to detect specimen-strains of less than 0.005 ‰;
- the length-change and specimen temperature must be continuously recorded.

Note: The assessment is expedited considerably if two or more apparatus are used simultaneously.

2.4.4. *Procedures after freeze/thaw*

After completion of a freeze/thaw-cycle, the specimen is either rewetted to a higher degree of saturation or dried at +105°C dependent on whether it is undamaged or damaged by the freezing; a "damaged" specimen dilated during freezing (*see* section 2.4.7). When S_{CR} has been detected, all specimens are dried at +105°C. The procedures at drying and other treatments after freeze/thaw are described in section 2.3.4, points 4 to 7.

2.4.5. *Shortened test-complementary procedures*

The directions in section 2.3.5 apply.

2.4.6. *Final calculations*

All calculations according to section 2.3.6 are made.

The gauge-readings are transformed to relative specimen-strains.

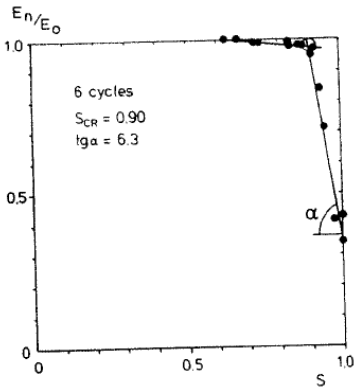


Fig. 3

2.4.7. *Determination of S_{CR}*

The specimen-strain against temperature is plotted for each single experiment, resulting in curves of the type seen in figure 5. (The melting is omitted since it is not used for a regular determination of S_{CR}.)

Curve A is typical when $S < S_{CR}$; it shows a contraction larger than the normal thermal contraction.

Curve B is typical when $S > S_{CR}$; it shows a large expansion.

The differences, $\Delta\varepsilon_{-20}$, between the normal thermal contraction of the unfrozen specimen and the measured curve at —20°C are plotted versus the degree of saturation resulting in a curve of the type seen in figure 6.

S_{CR} is defined as the intersection between the curve and the horizontal line; $\Delta\varepsilon_{-20} = 0$.

A similar plot is made with moisture ratio on the horizontal axis.

A *primary* and a *secondary* S_{CR} are obtained and utilized in the same manner as described in section 2.3.7.

Note: Complementary information can be obtained by the residual length-change after completion of a

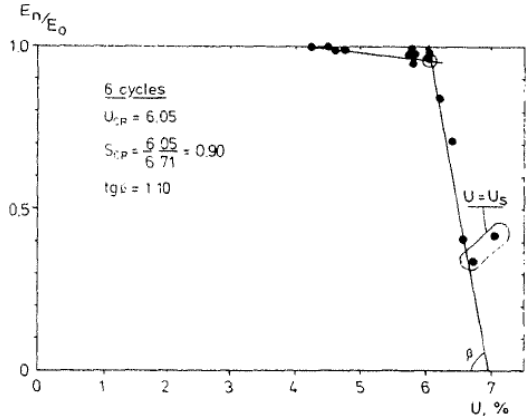


Fig. 4

cycle. It can be plotted versus the degree of saturation. The nick-point in such a diagram (*cf.* section 2.3.7) will provide a third value of S_{CR}. The specimens might, however, show considerable expansion during freezing without having any significant residual length change after one single cycle. Hence, this third plot can be dubious. (The residual length-change after two or more consecutive cycles might yield a better criterion of damage.)

3. METHOD OF ASSESSING THE CAPILLARY DEGREE OF SATURATION-S_{CAP}

3.1. Introduction

A graphical representation of the method is shown in figure 7.

It is differentiated between a "full test" and a "shortened test" in the same way as is the case for determination of S_{CR} (*see* section 2.2). It is reasonable to perform a full test for determination of S_{CAP} in all cases where S_{CR} is determined by a full test in order not to loose in accuracy when the freeze/thaw resistance is calculated by equation (3).

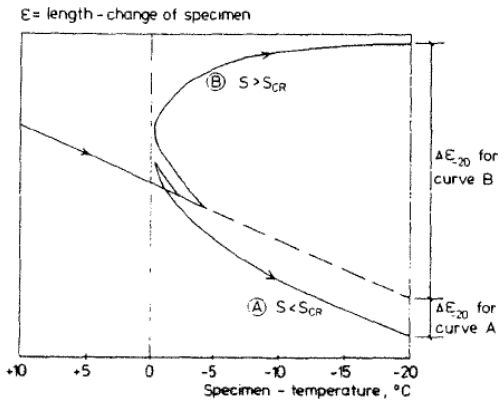


Fig. 5

3.2. Specimens

- *Origin:* The specimens used for determination of S_{CAP} must belong to the same population as those used for determination of S_{CR} and be representative of this population.
- *Number:* At least three specimens shall be used.

Note: The water uptake test can be considerably prolonged without delaying the regular test results, if many water uptake specimens are used (*see* section 3.4). By this, extra valuable information with regard to the freeze/thaw resistance can be obtained.

- *Size:* The surface to be put in contact with water must have a minimum width of 3 to 4 times the largest aggregate. The height should be 25 to 30 mm and be the same for all specimens.

Note: It is suitable to prepare the specimens by sawing slices from specimens of the type used for determination of S_{CR}.

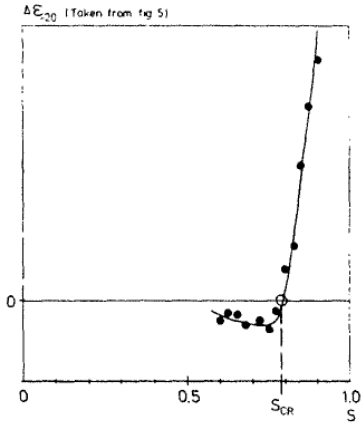


Fig. 6

- *Surfaces:* The surface to be put in contact with water should be sawn and free from any impurity affecting the permeability such as oil, fat, etc.

Note: In case of a lightweight aggregate concrete, a saw cut exposes some aggregate particles which therefore normally absorb more water than is the case when they are embedded in cement paste. In such concretes the water-uptake specimens should, therefore, if possible, be cast directly and the water uptake surface only be slightly ground.

- *Storage and conditioning:* The specimens must be treated exactly as those used for determination of S_{CR} (*see* section 2.3.1). For long-time storage before test, the water uptake specimens must, however, also be protected against carbonation, which might influence the water absorption characteristics.

3.3. Procedures before water uptake

The specimens are dried at +50°C in an oven with forced ventilation for at least 2 days. They are then put in a desiccator containing silica-gel where they are

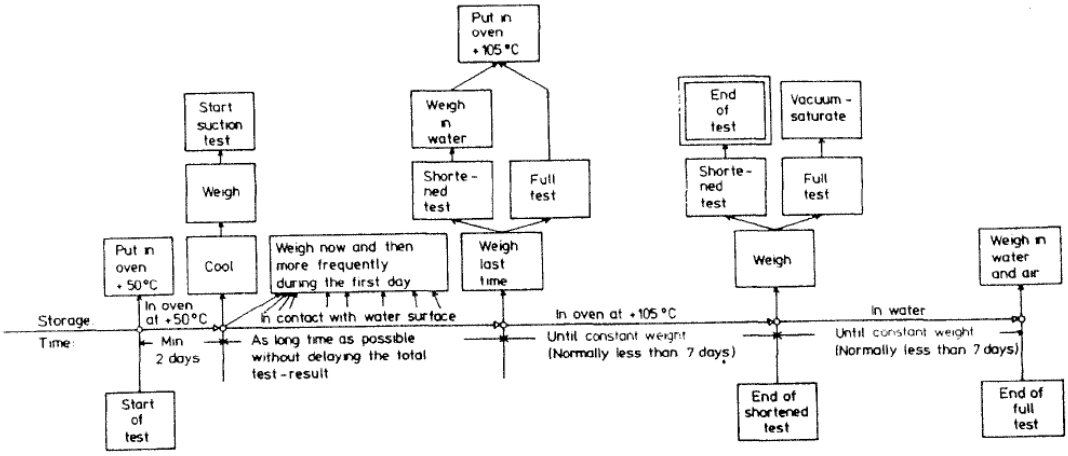


Fig. 7. – Graphical representation of a determination of S_{CAP}. All specimens are assumed to be tested simultaneously.

cooled to room temperature and stored until the start of the test.

3.4. Water uptake

The procedures in chronological order are as follows;

1. Weigh the specimens.

2. Put the bottom surface of the specimens in *contact* with water contained in a tray.

Notes: a) It is suitable to place the specimens on a support, e. g. a stainless steel lattice, situated in such a way that 1 to 3 mm of the specimen is immersed in water. *b*) Water loss from the tray must be compensated when necessary. *c*) The water temperature is allowed to vary ±2°C about a mean value lying in the range of +18 to +24°C.

3. Cover the tray with a plate of glass or transparent plastics or with a plastic foil, so that evaporation from the specimens is completely avoided and the specimens can be inspected easily.

4. Take up and weigh the specimens at suitable intervals; for example 1/4; 1/2; 1; 2; 3; 4; 6; 24; 48; 72; 96; etc. hours counted from the test-start. Before each weighing, the bottom surface is wiped with a moist sponge.

The test should be carried on as long as possible without delaying the result of the total test. This means that the water uptake should be interrupted the same day or 1 or 2 days after the day when the last freeze thaw specimens are put in oven to be dried at +105°C. Hence, the time of water uptake will normally be one to 2 weeks dependent on whether the freeze/thaw cycle is automated or not and dependent on the extra drying-time needed for the freeze/thaw specimens in comparison to the water uptake specimens.

Note: It is in principle desirable to measure the water absorption for a longer time. This can be done by using many water uptake specimens. Water uptake is interrupted for at least three specimens after the time stated above. Hence, frost-resistance can be calculated for up to one or 2 weeks of water uptake. The remaining specimens are kept in the tray. Their water uptake is interrupted at desired points of time. Then, the freeze/thaw resistance can be calculated for successively increasing times of water uptake.

3.5. Procedures after water uptake

The procedures in chronological order are as follows:

1. In case of a shortened test, weigh the specimen when immersed in water. This must be done immediately after interruption of the water uptake test.

2. In all cases, dry the specimens at +105°C in an oven with forced ventilation.

3. Weigh the specimens after drying to constant weight (*see* section 2.3.4, point 5, note *a*).

4. In case of a full test, vacuum-saturate the specimens; appendix 1.

5. In case of a full test, weigh the specimens when immersed in water and in air after water storage to constant weight; appendix 1.

3.6. Shortened test-complementary procedures

In a shortened test, individual values of pore volume for each specimen are not determined after water uptake. Instead, a mean porosity and density are determined on specimens not used in the water uptake test.

The directions in section 2.3.5 apply.

3.7. Final calculations

Refer to equations in appendix 1.

Full test: The following calculations are made for each water uptake specimen:

- volume [equation (A.13)];
- pore-volume [equation (A.14)];
- porosity [equation (A.15)];
- moisture ratio at full saturation [equation (A.16)];
- degree of saturation for every water uptake time [equation (A.19)].

Then, the *mean values* and standard deviations for all specimens of porosity, moisture ratio at full saturation and degree of saturation for every water uptake time are calculated.

Shortened test: Concerning the specimens used for determination of porosity and density it is referred to section 2.3.6 and equations (A.13)-(A.17) in appendix 1.

Concerning the water uptake specimens, the following calculations are made for each specimen.

- volume [equation (A.13)];
- pore-volume [equation (A.20)];
- degrees of saturation, S_1 and S_2, for every water uptake time [equations (A.19) and (A.21)];
- mean value of S_1 and S_2 for every water uptake time [equation (A.22)].

Then, the *mean value* for all specimens of degree of saturation defined by equation (A.22) is calculated for every water uptake time.

3.8. Determination of S_{CAP}

The mean values for all specimens of degree of saturation are plotted against the square-root of water uptake time. A curve of the type shown in figure 8 is obtained. The nick-point in the diagram corresponds to the "nick-point absorption" which occurs at the "nick-point time". These values can be obtained graphically or analytically by means of linear regression for the two intersecting lines.

S_{CAP} is defined as the degrees of saturation for water uptake times *longer* than the nick-point time. The calculated degrees of saturation for shorter times cannot be used since an upper part of the specimen is still dry and, consequently, the values are not representative of the lower, wet part.

In many cases, S_{CAP} can be expressed analytically; viz. the water absorption-time curve for water uptake times longer than the nick-point time is often linear in a lin-log diagram. Hence:

$$S_{CAP} = c + b \cdot \log t, \qquad (6)$$

where the constants c and b are obtained by linear regression or graphically, t is the time in hours.

Notes: a) The nick-point time obtained is only valid for specimens of the actual height. The nick-point time for a specimen of the same material but with another height is easily calculated. It is closely proportional to the square of the height. In the same way is calculated the fictive nick-point time correspondent to the arrival of the water front inside a thicker specimen at a certain level above the water surface.

b) Another possible analytical expression is:

$$S_{CAP} = c' + b' \cdot \sqrt{t}. \qquad (7)$$

c) The validity of equations (6) and (7) is limited to the water uptake times investigated. The equations should not be used for extrapolation. Moreover, they are only valid for the actual specimen height.

4. CALCULATION OF THE FREEZE/THAW RESISTANCE

The freeze/thaw resistance, F, is calculated by equation (3);

$$F = S_{CR} - S_{CAP}, \qquad (3)$$

where S_{CR} is obtained by the freeze/thaw-test described in section 2 and S_{CAP} is obtained by the water uptake test described in section 3. The calculation is made for every investigated water uptake time exceeding the nick-point time.

The freeze/thaw resistance can in many instances be expressed analytically by inserting equation (6) [or (7)] in equation (3). Hence:

$$F = a - b \cdot \log t, \qquad (8)$$

where a is a constant defined by:

$$a = S_{CR} - c. \qquad (9)$$

In figure 9 is shown an application of equation (8) to the data of S_{CR} and S_{CAP} from figures 3 and 8.

Notes: a) Before calculation of the freeze/thaw resistance, it must be made sure the mean values of porosity and moisture ratio at full saturation for freeze/thaw specimens and water uptake specimens agree within reasonable limits. Too large deviations *might* depend on erroneous sampling or on errors in determination of dry

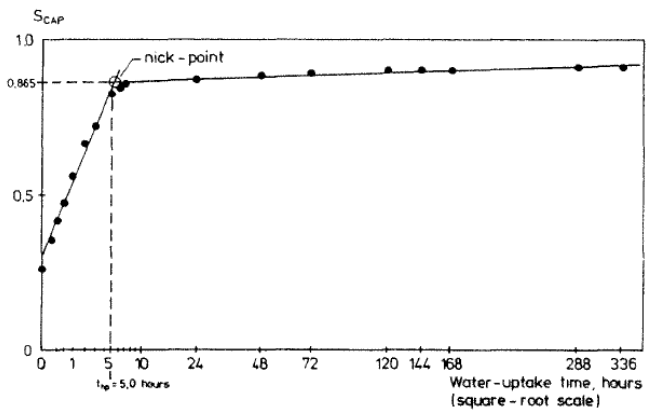


Fig. 8

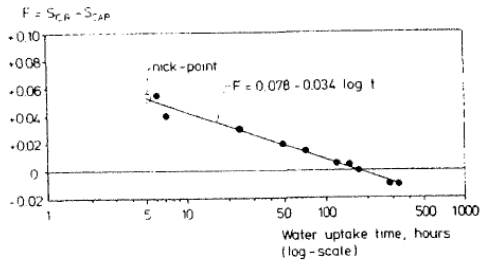


Fig. 9

weight and pore-volume. It must, however, be noted that in special cases, relatively large deviations in these properties occur purely because of different cement paste contents in the different types of specimens. In such cases, the deviations have no influence since they disappear during calculation of degree of saturation. [They do, however, not disappear during calculation of moisture ratio which further limits the validity of equation (4) as a definition of freeze/thaw resistance.] *b*) The same limitations hold for equation (8) as for equation (6); *see* section 3.8, note *c*.

5. REPORTING THE TEST RESULTS

In a test report should always be included:

1. Information on size, shape, age, curing conditions and other relevant characteristics of the specimens.

2. The mean values and standard deviations of porosity and moisture ratio at full saturation for freeze/thaw and water uptake specimens or, for a shortened test, the corresponding values for the specimens used especially for these determinations.

3. Characteristics of the freeze/thaw cycle.

4. The degree of saturation, moisture ratio and residual dynamic E-modulus or length change $\Delta\varepsilon_{-20}$ (section 2.4.7), for each freeze/thaw specimen. The diagrams of type 3 and 4 or 5 and 6 are attached.

5. The primary and secondary values of S_{CR}.

6. The mean value and standard deviation of S_{CAP} for each water uptake time. The diagram of type 8 is attached.

7. The freeze/thaw resistance for each water uptake time. The diagram of type 9 can also be attached.

In the report can also be included:

8. The values tg α and tg β found by linear regression; figures 3 and 4.

9. The constants a and b in equation (8) found by linear regression.

APPENDIX 1. DETAILED INSTRUCTIONS AND FORMULAE

1. Accuracy in weighings

The accuracy in the weighings should be such that a precision in degree of saturation of 0.005 is obtained. This means an accuracy of 1/2 to 1 g for normal-sized freeze/thaw concrete specimens (∅ 100×200 mm) and 0.1 to 0.2 g for normal-sized water uptake concrete specimens (∅ 100×25 to 30 mm).

2. Vacuum-saturation

The procedures in chronological order are:

1. The dried specimens are evacuated in dryness for 3 hours at a residual pressure of 100 to 250 N/m² (≃ 1 to 2 Torr).

2. Water of room-temperature is let into the vacuum-chamber while the pump is still running so that the specimens are covered with water within one minute. Tap-water can be used.

3. The pump is run for one hour with water in the vacuum-chamber.

4. Ordinary atmospheric pressure is let into the vacuum-chamber.

5. The specimens can be rapidly moved from the vacuum-chamber to another water-filled vessel where they are stored until determination of pore-volume and/or volume.

3. Weighing in water and air

The water saturated or water-stored specimens are weighed while immersed in water; consideration must be taken of the volume of the immersed part of the hanger. Then, the specimen surfaces are wiped with a moist sponge and the weight in air determined.

4. Collection or formulae

The formulae are listed in the same order as they appear in a test.

4.1. *Units*

The units grammes and cubic centimetre or, alternatively, kilogrammes and cubic decimetre, must be used in the equations below. These are, namely, in some cases erroneous with regard to dimensions, a consequence of the fact that the water density is assumed to be exactly 1 g/cm³ independently of the actual temperature. In this way, the calculations are facilitated without any error in the calculated degrees of saturation.

4.2. *Symbols*

Suffix 0 indicates a value valid "before first freezing". Suffix n indicates a value valid "after last thawing". No suffix indicates a general value; e. g. values for specimens not subjected to freeze/thaw.

E , dynamic E-modulus;

f , fundamental frequency of transverse vibration;

P , total (open) porosity (inclusive of entrained air-pores, compaction pores and aggregate pores);

$P_{0:50}$, approximate (open) porosity defined in equation (A.3);

Q , weight of unsealed specimen;
$Q_{d:50}$, weight of a specimen dried at +50°C before the first vacuum-saturation;
$Q_{d:105}$, weight of a completely dry specimen;
Q_S weight of a specimen saturated to the required degree of saturation, S;
$Q_{s:a}$ weight in air of a vacuum-saturated specimen;
$Q_{s:w}$ weight in water of a vacuum-saturated specimen;
Q_t , weight of a water uptake specimen at water uptake time t;
S , degree of saturation defined in equation (1);
U , moisture ratio;
U_s , moisture ratio at full saturation;
V , specimen volume;
V_p , total (open) pore volume (inclusive of entrained air-pores, compaction pores and aggregate pores);
ΔV , change in specimen volume caused by freeze/thaw;
ρ , true density;
$\bar{P}$, $\bar{\rho}$, $\bar{U}_s$, mean values for the special specimens used for determination of porosity and density in a shortened test.

4.3. *Determination of S_{CR}—full test*

Freeze/thaw specimens:

- $$V_0 = (Q_{s:a})_0 - (Q_{s:w})_0 ; \quad (A.1)$$
- $$Q_S = Q_{d:105} + S \cdot P_0 \cdot V_0 . \quad (A.2)$$

Note: $Q_{d:105}$ and P_0 are normally not known. An approximate value of Q_s can, however, be calculated by

$$Q_S \simeq Q_{d:50} + S \cdot P_{0:50} \cdot V_0 . \quad (A.2^1)$$

where:

$$P_{0:50} = \frac{(Q_{s:a})_0 - Q_{d:50}}{V_0} . \quad (A.3)$$

Q_s calculated by equation (A.2¹) is not completely correct. However, $Q_{d:50}$ is too high and $P_{0:50}$ normally too low for which reason the error is to a large extent reduced. An estimation of the error in S at use of equation (A.2¹) can be made by means of figure A.1:

- $$V_n = (Q_{s:a})_n - (Q_{s:w})_n ; \quad (A.4)$$
- $$(V_p)_n = (Q_{s:a})_n - Q_{d:105} ; \quad (A.5)$$
- $$\Delta V = V_n - V_0 ; \quad (A.6)$$
- $$(V_p)_0 = (V_p)_n - \Delta V . \quad (A.7)$$

Notes: a) In equation (A.7), it is assumed that no pores which were closed (inaccessible to water) before first freezing have been opened up because of freeze/thaw. This is normally true for ordinary concrete. For materials where closed pores exist, e. g. some light-weight aggregate concretes equation (A.7) cannot be used for calculation of $(V_p)_0$. In such cases, all specimens which are supposed to be undamaged are used for calculation of a mean porosity and true density according to equation (A.15) and (A.17) below. $(V_p)_0$ for all *damaged* specimens is then calculated by equation (A.18). Preferably, the whole test is performed as a shortened test. *b)* The reason why $(V_p)_0$ is not calculated directly from $(Q_{s:a})_0$, by analogy to calculation of $(V_p)_n$ by equation (A.5) is that the saturation is often incomplete after the introductory vacuum-treatment made with not fully dry specimens. If $(Q_{s:a})_0$ corresponds to complete saturation, then the final vacuum-saturation is unnecessary and $(V_p)_0$ is calculated by equation (A.5) with suffix "n" exchanged to "o":

- $$P_0 = \frac{(V_p)_0}{V_0} ; \quad (A.8)$$
- $$(U_s)_0 = \frac{(V_p)_0}{Q_{d:105}} \cdot 100\ \% ; \quad (A.9)$$
- $$S = \frac{Q_0 - Q_{d:105}}{(V_p)_0} ; \quad (A.10)$$
- $$U = \frac{Q_0 - Q_{d:105}}{Q_{d:105}} \cdot 100\ \% ; \quad (A.11)$$
- $$\frac{E_n}{E_0} = \left(\frac{f_n}{f_0}\right)^2 . \quad (A.12)$$

4.4. *Determination of S_{CR}—shortened test*

Special specimens used for determination of porosity and density

- $$V = Q_{s:a} - Q_{s:w} ; \quad (A.13)$$
- $$V_p = Q_{s:a} - Q_{d:105} ; \quad (A.14)$$
- $$P = \frac{V_p}{V} ; \quad (A.15)$$
- $$U_s = \frac{V_p}{Q_{d:105}} \cdot 100\ \% ; \quad (A.16)$$
- $$\rho = \frac{P \cdot 100}{U_s \cdot (1 - P)} . \quad (A.17)$$

Freeze/thaw specimens:

- V_0 [from equation (A.1)];
- $$(V_p)_0 = V_0 - \frac{Q_{d:105}}{\bar{\rho}} . \quad (A.18)$$

Note: Another possibility is to use the mean value of porosity. Hence

$$(V_p)_0 = \bar{P} \cdot V_0 . \quad (A.18^1)$$

Equation (A.18) is superior to equation (A.18¹) since it is based upon two experimentally determined quantities, V_0 and $Q_{d:105}$ for each freeze/thaw specimen.

- S, U and E_n/E_0 [from equation (A.10)-(A.12)].

4.5. *Determination of S_{CAP}—full test*

Water uptake specimens:

- V, V_p, P, U_s [from equations (A.13)-(A.16)];
- $$S = \frac{Q_t - Q_{d:105}}{V_p} . \quad (A.19)$$

4.6. *Determination of S_{CAP}—shortened test*

Special specimens used for determination of porosity and density:

- V, V_p, P, U_s, ρ [from equation (A.13)-(A.17)].

Water uptake specimens:

- V [from equation (A.13) ($Q_{s:w}$ is determined immediately after interruption of water uptake);

- $$V_p = V - \frac{Q_{d:105}}{\rho} \qquad (A.20)$$

[*cf.* Note to equation (A.18)];

- S_1 [from equation (A.19) ;
- $$S_2 = \frac{Q_t - Q_{d:105}}{Q_{d:105}} \cdot \frac{1}{U_s} \cdot 100; \qquad (A.21)$$
- $$S = \frac{S_1 + S_2}{2}. \qquad (A.22)$$

APPENDIX 2: PRACTICAL EXAMPLE

The test method has been investigated in an international cooperative test. The example in this appendix is taken directly from one of the test reports.

1. Material

The water/cement-ratio is 0.50; the cement content is 380 kg/m³; the air-content of fresh mix is 2.1 %; the specimens are stored for 2 months in lime-water before test.

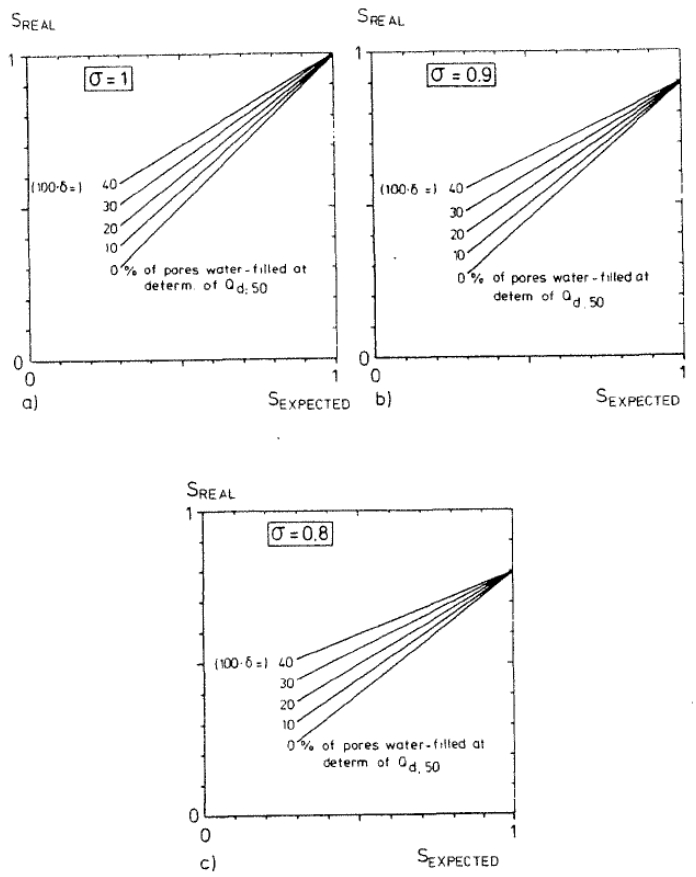
2. Determination of S_{CR}

- multi-cycle freeze/thaw was used (*see* section 2.1);
- the test was a full test (*see* section 2.2);
- specimens were 15 cylinders with a diameter of ≃ 100 mm and a length of 200 mm;
- one freeze/thaw series was sufficient;
- the total number of freeze/thaw cycles was 6;
- the freeze/thaw cycle fulfils the requirements listed in section 2.3.3.

The results of the determinations are listed in table A.1 and shown in figures 3 and 4.

The S_{CR}-and U_{CR}-values are calculated by linear regression in which the two wettest specimens are not included (*cf.* section 2.3.7, note *a*).

The primary and secondary values of S_{CR} are identical. The lines through points with $S > S_{CR}$ and $U > U_{CR}$ are steep indicating the true "critical character" of the values obtained.



$S_{REAL} = \delta + S_{EXPECTED}\,[\sigma - \delta]$

Fig. A 1

3. Determination of S_{CAP}

- the test was a full test (*see* section 3.1);
- specimens were 5 slices cut from cylinders of freeze/thaw-type. Their diameters were ≃ 100 mm and their heights ≃ 25 mm;
- the test went on for 14 days.

The specimen characteristics are listed in table A.2. The results of the water uptake test are listed in table A.3 and shown graphically in figure 8.

The nick-point is well-defined because of the relatively thin specimens. The nick-point time is 5,0 hours and the nick-point absorption corresponds to $S_{CAP} = 0.865$.

4. CALCULATION OF THE FREEZE/THAW RESISTANCE

The porosities and moisture ratios at full saturation are about the same for freeze/thaw and water uptake specimens (*see* tables A.1 and A.2). Hence, the drying and vacuum-saturation states seem to be almost identical for the two types of specimens, which is an important condition (*see* section 4, note *a*). The freeze/thaw resistance is calculated by equation (3) for all water uptake times longer than 5,0 hours which is the nick-point time. The result is listed in table A.3 and is shown graphically in figure 9.

The final results of the test can be expressed quantitatively by an equation of type (8);

$$F = 0{,}078 - 0{,}034 \,.\, \log t. \qquad (8^1)$$

which is valid for $5 < t < 336$ hours with the actual water uptake specimens.

The actual concrete must be considered to have a poor freeze/thaw resistance; S_{CAP} will exceed S_{CR} even after a short time of water uptake.

TABLE A 1

RESULT OF THE DETERMINATION OF S_{CR}.
(REFER IN THE TABLE HEAD TO EQUATIONS IN APPENDIX 1.)

Specimen No.	Pre-drying	Vacuum-saturation before freeze/thaw				Required weight		Measurement before freeze/thaw		after freeze/thaw	
	$Q_{d;50}$	$(Q_{s;a})_o$	$(Q_{s;w})_o$	V_o	$P_{o;50}$	S	Q_S	Q_o	f_o	Q_n	f_n
				(A.1)	(A.3)		(A.2[1])				
1	2953	3134	1833	1301	0.139	0.61	3063	3062	6518	3064	6506
2	2970	3146	1840	1306	0.135	0.64	3083	3083	6661	3085	6644
3	2959	3133	1836	1297	0.134	0.68	3077	3077	6596	3077	6552
4	3544	3755	2195	1560	0.135	0.71	3693	3690	6364	3689	6318
5	2944	3127	1828	1299	0.141	0.76	3083	3093	6717	3092	6670
6	2940	3120	1819	1301	0.138	0.82	3087	3088	6576	3088	6511
7	3037	3229	1884	1345	0.143	0.86	3202	3203	6825	3203	6743
8	2965	3141	1835	1306	0.135	0.89	3122	3118	6474	3118	6396
9	3557	3768	2206	1562	0.135	0.90	3747	3750	6560	3751	6472
10	3184	3367	1969	1398	0.131	0.92	3352	3350	6312	3350	6167
11	3577	3793	2215	1578	0.137	0.94	3780	3777	6414	3776	5873
12	2951	3129	1827	1302	0.137	0.96	3122	3120	6707	3119	5663
13	2927	3102	1814	1288	0.136	0.98	3099	3098	6843	3097	4357
14	2952	3139	1829	1310	0.143	1.00	3139	3139	6621	3141	4320
15	3019	3203	1881	1322	0.139	1.00	3198	3203	6713	3203	3914

No.	Final drying	Vacuum-saturation after freeze/thaw				Volume change	Properties before freeze/thaw			Water content during fr/thaw		Damage
	$Q_{d;105}$	$(Q_{s,a})_n$	$(Q_{s;w})_n$	V_n	$(V_p)_n$	ΔV	$(V_p)_o$	P_o	$(U_s)_o$	S	U	E_n/E_o
				(A.4)	(A.5)	(A.6)	(A.7)	(A.8)	(A.9)	(A.10)	(A.11)	(A.12)
1	2937	3137	1835	1302	200	1	199	0.153	6.78	0.628	4.26	1.00
2	2950	3149	1843	1306	199	0	199	0.152	6.75	0.668	4.51	1.00
3	2941	3128	1833	1295	187	-2	189	0.146	6.43	0.720	4.62	0.99
4	3523	3753	2194	1559	230	-1	231	0.148	6.56	0.723	4.74	0.99
5	2924	3130	1828	1302	206	3	203	0.156	6.94	0.813	5.78	0.99
6	2919	3120	1819	1301	201	0	201	0.154	6.89	0.841	5.79	0.98
7	3020	3229	1885	1344	209	-1	210	0.156	6.95	0.871	6.06	0.98
8	2947	3141	1835	1306	194	0	194	0.149	6.58	0.881	5.80	0.98
9	3536	3770	2207	1563	234	1	233	0.149	6.59	0.918	6.05	0.97
10	3166	3368	1970	1398	202	0	202	0.144	6.38	0.911	5.81	0.95
11	3556	3793	2216	1577	237	-1	238	0.151	6.69	0.929	6.21	0.84
12	2933	3133	1828	1305	200	3	197	0.151	6.72	0.949	6.38	0.71
13	2908	3107	1815	1292	199	4	195	0.151	6.71	0.974	6.53	0.41
14	2932	3151	1828	1323	219	13	206	0.157	7.03	1.005	7.06	0.42
15	3001	3218	1880	1338	217	16	201	0.152	6.70	1.005	6.73	0.34
							Mean values:	0.151	6.71			
							Standard deviations:	0.004	0.19			

TABLE A 2

CHARACTERISTICS OF THE WATER UPTAKE SPECIMENS. (REFER IN THE TABLE HEAD TO EQUATIONS IN APPENDIX 1.)

Specimen No.	Final drying	Vacuum-saturation after water uptake				Pore proportions	
	$Q_{d;105}$	$Q_{s;a}$	$Q_{s;w}$	V	V_p	P	U_s
				(A.13)	(A.14)	(A.15)	(A.16)
1	381.65	407.70	237.85	169.85	26.05	0.153	6.83
2	368.40	394.40	229.65	164.75	26.00	0.158	7.06
3	371.45	398.20	231.85	166.35	26.75	0.161	7.20
4	377.90	403.65	235.50	168.15	25.75	0.153	6.81
5	375.80	400.80	234.20	166.60	25.00	0.150	6.65
				Mean values		0.155	6.91
				Standard deviations		0.004	0.22

TABLE A 3

RESULTS OF THE DETERMINATION OF S_{CAP} AND FREEZE/THAW RESISTANCE F. (THE SPECIMEN WEIGHTS ARE ONLY REPORTED FOR NO. 1.)

Water uptake time (hours)	Water uptake								Freeze/thaw resistance
	Specimen No. 1		No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	All specimens		$F=S_{CR}-S_{CAP}$
	Q_t	S	S	S	S	S	S_{CAP}	Stand dev.	
0	388.30	0.255	0.257	0.249	0.251	0.280	0.260	0.012	Water uptake times shorter than nick-point time
0.083	390.95	0.357	0.349	0.336	0.343	0.382	0.355	0.018	
0.25	392.80	0.428	0.407	0.397	0.406	0.441	0.415	0.018	
0.50	394.40	0.489	0.461	0.452	0.464	0.495	0.470	0.018	
1	396.65	0.576	0.545	0.537	0.549	0.577	0.555	0.018	
2	399.60	0.689	0.658	0.651	0.664	0.679	0.670	0.016	
3	401.10	0.747	0.712	0.704	0.717	0.727	0.720	0.016	
5	403.80	0.850	0.813	0.812	0.824	0.821	0.825	0.015	
6	404.30	0.869	0.837	0.835	0.845	0.843	0.845	0.013	0.055
7	404.50	0.877	0.850	0.843	0.857	0.861	0.860	0.012	0.040
24	404.75	0.887	0.863	0.855	0.868	0.882	0.870	0.013	0.030
48	405.00	0.896	0.868	0.862	0.876	0.891	0.880	0.014	0.020
72	405.20	0.904	0.879	0.871	0.884	0.899	0.885	0.016	0.015
120	405.40	0.912	0.887	0.878	0.892	0.907	0.895	0.014	0.005
144	405.40	0.912	0.886	0.878	0.892	0.906	0.895	0.013	0.005
168	405.50	0.916	0.889	0.880	0.895	0.909	0.900	0.014	0
288	405.80	0.927	0.903	0.890	0.907	0.922	0.910	0.014	-0.010
366	405.80	0.927	0.902	0.890	0.906	0.920	0.910	0.014	-0.010