

## **BRL 9322**

**NATIONALE BEOORDELINGSRICHTLIJN**  
**VOOR HET NL BSB<sup>®</sup>-PRODUCTCERTIFICAAT VOOR**  
**MENGSELS VAN CEMENTGEBONDEN MINERALE RESTSTOFFEN**

*Techniekgebied BSB*

***Vastgesteld door het CvD “Grondstoffen en Milieu” d.d. 2016-01-22***

***Aanvaard door de Harmonisatie Commissie Bouw  
van de Stichting Bouwkwiteit d.d. 2016-02-29***

**Uitgave:**  
**SGS INTRON Certificatie B.V.**

## ALGEMENE INFORMATIE

### Bouwstoffen uit reststoffen

Producenten van cementgebonden minerale reststoffen maken van afvalstoffen nuttige bouwstoffen. Hiermee wordt een bijdrage geleverd aan het verminderen van het storten van afvalstoffen en tevens vermindert hierdoor de behoefte aan de winning van primaire grondstoffen. Minerale reststoffen kunnen geschikt zijn als grondstof voor zulke bouwstoffen. De minerale reststof kan zijn verontreinigde grond, baggerspecie, AEC bodemas, industriële afvalstoffen en/of steenachtige materialen uit bouw- en sloopval. In een menginstallatie, waarin grondstoffen gecontroleerd gedoseerd worden, mengt de producent de minerale reststoffen met cement/cementvervangers en eventueel additieven. Mixed-in-place immobilisatie (infrezen) valt niet onder deze BRL.

Door de binding met cement/cementvervangers ontstaat een bouwstof, waarin de verontreinigingen vastgelegd zijn (zie definitie later). Deze bouwstof wordt immobilisaat genoemd. De producenten van cementgebonden minerale reststoffen leveren een niet-uitgehard immobilisaat. Het gehele proces valt onder deze BRL. Na aanbrengen in de toepassing hardt het immobilisaat uit en ontstaat een uitgehard immobilisaat. Het aanbrengen van het immobilisaat in het werk valt buiten het kader van deze beoordelingsrichtlijn. De producent geeft verwerkingsinstructies ten aanzien van het verwerken van het immobilisaat in het werk.

### Toepassingen van cementgebonden minerale reststoffen (immobilisaten)

Deze BRL richt zich op de volgende buitentoepassingen: als fundatielaag onder wegen, parkeerterreinen, bedrijfsterreinen en als constructief vormgegeven bouwstof (b.v. toepassing als taludversteving, grondkerende constructies en verankering van civiele constructies).

### Besluit bodemkwaliteit

Voor de toepassing van immobilisaten als bouwstof dient voor de milieuhygiënische kwaliteit te worden voldaan aan de eisen gesteld in het Besluit bodemkwaliteit. Om aan te tonen dat het uitgeharde immobilisaat naar verwachting aan het Besluit bodemkwaliteit voldoet, heeft de producent de keuze om het product te certificeren. In dit verband gelden door de Minister 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 certificatie van het immobilisaat vindt evenals bij andere bouwstoffen, die pas in de toepassing verharden, plaats op het niet-uitgeharde product. Indien de door de producent voorgeschreven verdichting wordt gevolgd, is het gerechtvaardigd vertrouwen aanwezig dat het uitgeharde immobilisaat in zijn toepassing voldoet aan de eisen gesteld in het Besluit bodemkwaliteit. De basis voor certificering wordt vastgelegd in een beoordelingsrichtlijn (BRL). Een BRL beschrijft de eisen waaraan zowel de producent (certificaathouder) als de certificerende instelling zich dienen te houden.

## NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat

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 de Minister 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.

De op basis van deze beoordelingsrichtlijn af te geven kwaliteitsverklaring wordt aangeduid als NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat voor de toepassing in funderingslagen en als constructief vormgegeven bouwstof. Het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat heeft betrekking op het niet-uitgeharde mengsel (immobilisaat) en geeft aan dat het product na verdichting en uitharding, conform de door de producent aangegeven verwerkingsinstructies, voldoet aan de daarop van toepassing zijnde milieuhygiënische kwaliteit. De borging van deze eigenschappen vindt plaats op basis van de ontwerp druksterkte. De eis voor de druksterkte is afgeleid van de eis voor gebonden funderingen uit paragraaf 80.22 van de vigerende standaard RAW bepalingen.

Voor de technische eigenschappen van het product zijn andere relevante producteigenschappen van belang, die echter niet door middel van deze BRL worden geborgd. Voor de milieuhygiënische kwaliteit gelden de eisen van het Besluit bodemkwaliteit, de asbestregelgeving, de kwik regelgeving en de regeling "Gevaarlijke afvalstoffen". Om de milieuhygiënische kwaliteit volgens het Besluit bodemkwaliteit duurzaam te borgen zijn in deze BRL eisen opgenomen ten aanzien van de duurzaamheid van het immobilisaat. Dit betreft eisen aan de duurzame vormvastheid, de nat-droog bestandheid en de vorst-dooi bestandheid.

Deze beoordelingsrichtlijn is gericht op de borging van de milieuhygiënische kwaliteit van de vormgegeven bouwstof, zoals opgenomen in hoofdstuk 3. Aan vormgegeven bouwstoffen kunnen aanvullende (civiel)technische eisen worden gesteld. De aanvullende eisen dienen te worden vastgelegd in de leveringsovereenkomst tussen producent en afnemer.

## Eisen aan de minerale reststoffen

De afvalstoffen die conform deze BRL verwerkt kunnen worden tot immobilisaten, moeten minerale reststoffen zijn. Het product bestaat uit cement of een cementvervanger, water en verder alleen uit minerale reststoffen. Producenten zoeken naar een optimale mix van reststoffen, die tot een goed product leidt. Om tot een goed product te komen zijn de korrelopbouw en het vochtgehalte van het mengsel belangrijke parameters. De producenten die deze beoordelingsrichtlijn volgen, stellen bewust eisen aan de te immobiliseren reststoffen, die in hun product verwerkt worden.

Het gaat hierbij om reststoffen die gebonden kunnen worden in een cementmatrix. Gevaarlijke afvalstoffen, teerhoudend asfalt en teerhoudende minerale afvalstoffen zijn in deze beoordelingsrichtlijn expliciet uitgesloten, ook als ze in principe wel immobiliseerbaar zijn. Afvalstoffen met stoffen die op basis van overheidsbeleid (Landelijk Afvalbeheersplan) uit de keten verwijderd moeten worden, zijn ook niet toegelaten voor verwerking tot product. Hierbij gaat het om afvalstoffen met persistente organische verbindingen en kwik (kwikregeling/wet). Ook aan de niet gevaarlijke afvalstoffen worden nadere eisen gesteld om te voorkomen dat reststoffen, met hoge concentraties van bepaalde componenten, in kleine hoeveelheden worden weggemengd.

## Variaties in mengselontwerp

De productie van immobilisaten begint met een vooronderzoek naar het mengselontwerp (receptuur). In dit vooronderzoek wordt getest of het gekozen mengselontwerp, inclusief de daarbij behorende bandbreedte in samenstellingvarianties, aan de (technische en milieuhygiënische) eisen voldoet. In het vooronderzoek worden ook de variaties getest die later bij productie mogelijk kunnen voorkomen. Variaties kunnen ontstaan door spreiding in bijvoorbeeld de korrelopbouw, de variatie in de meetwaarden van de aanwezige componenten en vochtgehalte. Het vooronderzoek is een essentieel onderdeel voor de kwaliteitsborging van het immobilisaat en dient, voor de betreffende receptuur, voldoende garantie te geven voor de milieuhygiënische kwaliteit van het te produceren immobilisaat.

## Einde levensduur

Indien het immobilisaat haar functie heeft verloren, is het vrijkomende materiaal (na breken) recyclebaar. Het gebroken materiaal is wederom een grondstof voor de bereiding van nieuw immobilisaat. Hiermee wordt invulling gegeven aan het overheidsbeleid om tot sluiting van de afvalstofketen te komen.

Indien door de afnemer aanvullende eisen worden gesteld ten aanzien van de recyclebaarheid van het immobilisaat na beëindiging van haar functie (bijvoorbeeld recyclebaar na breken/frezen tot een niet-vormgegeven bouwstof), dienen de aanvullende eisen schriftelijk te worden vastgelegd in de overeenkomst voor levering. Er dient dan een aanvullend onderzoek naar de aanvullende eisen te worden uitgevoerd. Het aanvullend onderzoek dient zodanig te worden opgezet dat het een voldoende kwaliteitsborging geeft voor de aanvullende eisen. Dit valt buiten de scope van deze BRL.

De techniek van immobilisatie garandeert dat tijdens de levensduur geen diffuse verspreiding van componenten plaatsvindt buiten de toegestane uitloging. Aan het eind van de levensduur zijn de immobilisaten nog steeds als een vormgegeven materiaal herkenbaar en terugneembaar, zoals door het Besluit bodemkwaliteit wordt voorgeschreven.

Niets uit deze uitgave mag verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers. Het gebruik van deze beoordelingsrichtlijn door derden voor welk doel dan ook, is uitsluitend toegestaan nadat een schriftelijke overeenkomst met SGS INTRON Certificatie is gesloten waarin het gebruiksrecht is geregeld. Deze beoordelingsrichtlijn is door SGS INTRON Certificatie bindend verklaard per 01-03-2016.

SGS INTRON Certificatie B.V.  
Venusstraat 2  
Postbus 267  
4100 AG Culemborg  
telefoon: 0345 580 733  
telefax: 0345 580 208  
e-mail: [nl.intron@sgs.com](mailto:nl.intron@sgs.com)  
website: [www.sgs.com/intron](http://www.sgs.com/intron)

## INHOUDSOPGAVE

	pagina
1. INLEIDING .....	8
1.1. Algemeen.....	8
1.2. Toepassingsgebied .....	9
1.3. Eisen te stellen aan onderzoekinstellingen .....	9
1.4. Kwaliteitsverklaring .....	10
1.5. Leeswijzer .....	10
2. TERMEN EN DEFINITIES .....	11
3. PRODUCTEISEN .....	15
3.1. Milieuhygiënische producteisen.....	15
3.1.1. Besluit bodemkwaliteit (Bbk).....	15
3.1.2. Samenstelling .....	15
3.1.3. Emissie .....	15
3.1.4. Asbest .....	15
3.2. Fysische producteisen .....	15
3.2.1. Massaverlies .....	15
3.2.2. Druksterkte.....	16
3.2.3. Bestandheid tegen nat-/droogwisselingen.....	16
3.2.4. Bestandheid tegen vorst-/dooiwisselingen .....	16
3.3. Inhoud van het certificaat .....	16
4. BEPALINGSMETHODEN .....	17
4.1. Vervaardigen proefstukken.....	17
4.1.1. Benodigdheden.....	17
4.1.2. Aanmaak van proefstukken .....	17
4.1.3. Conservering van de proefstukken .....	17
4.2. Samenstelling .....	17
4.3. Emissieproef .....	18
4.4. Alternatieve meetmethoden.....	18
4.5. Massaverlies.....	19
4.6. Druksterkte .....	19
4.7. Vochtgehalte.....	19
4.8. Bestandheid tegen nat-/droogwisselingen .....	19
4.9. Bestandheid tegen vorst-/dooiwisselingen .....	19
5. EISEN TE STELLEN AAN HET KWALITEITSSYSTEEM VAN DE PRODUCENT .....	21
5.1. Directieverantwoordelijkheid.....	21
5.1.1. Beleid.....	21
5.1.2. Organisatie.....	21
5.1.2.1. Taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden .....	21
5.1.2.2. Middelen en personeel voor verificaties .....	21
5.1.2.3. Directievertegenwoordiger .....	21
5.1.3. Beoordeling door de directie van de beheersing en borging van de kwaliteit van het product .....	21
5.2. Het kwaliteitssysteem .....	22
5.3. Beheersing van documenten.....	22

5.4.	Identificatie en naspeurbaarheid van producten .....	22
5.5.	Acceptatie van grond en baggerspecie .....	22
5.6.	Acceptatie van minerale reststoffen .....	22
5.7.	Procesbeheersing.....	23
5.8.	Toepassingsvoorschriften en controle bij toepassing van het immobilisaat in het werk .....	23
5.9.	Keuring en beproevingen .....	24
5.9.1.	Ingangskeuring van minerale reststoffen.....	24
5.9.2.	Ingangskeuring van cement/cementvervangers en additieven .....	24
5.9.3.	Keuring en beproeving van producten.....	24
5.9.4.	Registratie van keuringen en beproevingen .....	24
5.9.5.	Keurings-, meet- en beproevingsmiddelen.....	24
5.9.6.	Uitbesteding monsterneming en analyses.....	25
5.10.	Beheersing van producten met tekortkomingen.....	25
5.10.1.	Voorkomen van het leveren van product met tekortkomingen .....	25
5.10.2.	Informeren na leveren van product met tekortkomingen .....	25
5.11.	Corrigerende maatregelen.....	26
5.12.	Klachtenbehandeling .....	26
5.13.	Aflevering.....	26
5.14.	Registratie van de beheersing en borging.....	26
5.15.	Interne beoordeling van de beheersing van de borging .....	27
5.16.	Opleiding.....	27
6.	CONTROLE DOOR DE PRODUCENT.....	28
6.1.	Toelatingsonderzoek. ....	28
6.1.1.	Product beschrijven (Receptuur) .....	29
6.1.2.	Bepaling van de receptuur door middel van een vooronderzoek .....	29
6.1.3.	Vaststellen van het receptuur, procesparameters en acceptatiecriteria. ....	30
6.1.4.	Praktijkproef.....	30
6.1.5.	Productiepartijen.....	30
6.1.6.	Gesloten depots.....	30
6.1.7.	Controle en keuring van de grondstoffen .....	31
6.1.8.	Keuring gereed product .....	31
6.1.9.	Onderzoek gereed product in het werk .....	32
6.2.	Verbreden bandbreedte van een receptuur .....	32
6.3.	Nieuwe receptuur .....	33
6.4.	Toelichting op keuring van gereed product .....	33
6.5.	Productiecontrole.....	34
6.5.1.	Ingangscntrole .....	35
6.5.1.1.	Acceptatie van grond en baggerspecie .....	35
6.5.1.2.	Acceptatie van overige minerale reststoffen .....	35
6.5.2.	Grondstoffencontrole bij opslag/depotvorming .....	36
6.5.3.	Dagelijkse proces- en productcontroles .....	36
6.5.3.1.	Dagelijkse procescontrole .....	37
6.5.3.2.	Dagelijkse productcontrole .....	37
6.5.3.3.	Vrijgave product.....	38
6.6.	Periodieke productie controle .....	38
6.6.1.	Periodieke productie controle algemeen .....	38
6.6.1.1.	Monstername uit de productstroom.....	38
6.6.1.2.	Grepen en proefstukken .....	39
6.6.1.3.	Aantallen proefstukken .....	39

6.6.1.4 Rapportage monsterneming .....	40
6.6.1.5 Aantallen uit te voeren bepalingen .....	40
6.6.1.6 Milieuhygiënische samenstelling .....	40
6.6.1.7 Emissie .....	40
6.6.1.8 Duurzame vormvastheid.....	41
6.6.2. Periodieke productie controle partijkeuringregime .....	41
6.6.3. Periodieke productie controle steekproefregime .....	41
6.6.3.1 Afbakening partijen product.....	41
6.6.3.2 Kwaliteitscontrole geleverd product middels steekproefregime .....	41
6.7. Transport en toepassing.....	42
<b>7. CONTROLE DOOR DE CERTIFICATIE-INSTELLING .....</b>	<b>43</b>
7.1. Verlening, gebruik en geldigheidsduur van de NL BSB <sup>®</sup> -productcertificaat.....	43
7.1.1. Algemeen .....	43
7.1.2. Verlening van de NL BSB <sup>®</sup> -productcertificaat .....	43
7.1.3. Erkenning van het NL BSB <sup>®</sup> -productcertificaat .....	43
7.1.4. Geldigheidsduur van het certificaat .....	43
7.2. Toelatingsonderzoek .....	44
7.2.1. Beoordeling van het kwaliteitssysteem en het vooronderzoek. ....	44
7.2.2. Beoordeling van de praktijkproef en de monsterneming.....	44
7.2.3. Beoordeling van de productpartijen uit gesloten depots .....	44
7.2.3.1. Algemeen.....	44
7.2.3.2. Beoordeling van het product.....	44
7.2.3.3. Kwaliteit van het uitgeharde producti in situ .....	45
7.2.3.4. Toelatingsonderzoek nieuwe receptuur .....	45
7.2.3.5. Receptuuruitbreidingsonderzoek.....	45
7.3. Periodieke beoordeling.....	45
7.3.1. Algemeen .....	45
7.3.3. Onderzoek bij klachten .....	46
7.3.3.1. Samenstelling en emissie.....	47
7.3.3.2. Massaverlies .....	47
7.3.3.3. Druksterkte .....	47
7.3.3.4. Nat-droog bestandheid en vorst-dooibestandheid .....	47
7.4. Eisen te stellen aan de certificatie-instelling en certificatiepersoneel .....	48
<b>8. LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN.....</b>	<b>50</b>
<b>BIJLAGE A SAMENSTELLINGSWAARDEN .....</b>	<b>52</b>
<b>BIJLAGE B EMISSIEWAARDEN.....</b>	<b>53</b>
<b>BIJLAGE C KWALITEITSCONTROLE MIDDELS STEEKPROEF CONFORM BESLUIT BODEMKWALITEIT .....</b>	<b>54</b>
<b>BIJLAGE D BEPALING VAN NAT-/DROOGWISSELINGEN.....</b>	<b>58</b>
<b>BIJLAGE E. BEPALING VAN DE BESTANDHEID TEGEN VORST/DOOI-WISSELINGEN.....</b>	<b>60</b>
<b>BIJLAGE F VOORBEELD VERWERKINGSVOORSCHRIFT.....</b>	<b>73</b>

## 1. INLEIDING

### 1.1. Algemeen

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.

De milieuhygiënische eigenschappen en de minimale druksterkte per receptuur hebben een relatie met elkaar. Indien deze minimale druksterkte in de dagelijkse productiecontrole wordt behaald, voldoet het immobilisaat ook aan de milieuhygiënische eisen zoals in een toelatingsonderzoek of receptuurverbredingsonderzoek wordt vastgesteld.

In deze BRL geldt dan ook de druksterkte, zoals beschreven in deelhoofdstuk 80.21 van de vigerende standaard RAW bepalingen als eis. Andere civieltechnische eigenschappen van funderingslagen of constructieve vormgegeven bouwstoffen, die in het contract tussen producent en opdrachtgever worden geregeld maken geen deel uit van deze beoordelingsrichtlijn.

Deze beoordelingsrichtlijn bevat ook eisen ten aanzien van de technische duurzaamheid van het product, zodat het product duurzaam voldoet aan de milieuhygiënische eisen. Het gaat er hierbij om dat het product tijdens het hele gebruik als bouwstof het karakter van een vormgegeven bouwstof behoudt, zoals bedoeld in het Besluit bodemkwaliteit. Deze beoordelingsrichtlijn is gericht op de borging van de kwaliteitsaspecten zoals opgenomen in hoofdstuk 3. Eventuele aanvullende eisen dienen te worden vastgelegd in de leveringsovereenkomst tussen producent en afnemer.

De cementgebonden minerale reststoffen worden geproduceerd met als basis verontreinigde grond, baggerspecie, AEC bodemas, industriële afvalstoffen en/of steenachtige materialen uit bouw- en sloopval. Daarnaast maken vocht (water) en de toegevoegde bindmiddelen/additieven hier deel van uit. Teerhoudend asfaltgranulaat, teerhoudende minerale afvalstoffen en gevaarlijke afvalstoffen zijn uitgesloten.

Indien de producent verontreinigde grond of baggerspecie verwerkt, moet hij tevens een procescertificaat hebben conform de BRL SIKB 7500, protocol 7510, "procesmatige ex situ reiniging en immobilisatie van grond en baggerspecie" met de bewerkingstechniek immobilisatie. De acceptatie, opslag, overslag en verwerking van verontreinigde grond worden geregeld door protocol 7510. De eisen ten aanzien van de productkwaliteit worden voor zowel de (minerale) reststoffen grond en baggerspecie als voor de overige minerale reststoffen in deze BRL geregeld.

Het immobilisaat is een vormgegeven bouwstof, die in werken kan worden toegepast. Indien een producent grond of baggerspecie heeft geïmmobiliseerd is de grond of baggerspecie overgegaan in een bouwstof die als zodanig wordt beoordeeld.

De bereiding van het niet-uitgeharte mengsel vindt plaats in een menginstallatie. Door de CI wordt gecontroleerd of productiecontrole van de producent voldoet. De productie van immobilisaat op een andere wijze, bijvoorbeeld door frezen van cement in grond of een minerale reststof, valt niet onder deze BRL.



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

De algemene procedure-eisen van certificatie zijn vastgelegd in het algemene certificatiereglement van het betreffende instituut (certificatie-instelling).

Volgens de wet- en regelgeving moet de potentiële kwaliteit van een immobilisaat bekend zijn voordat het daadwerkelijk wordt toegepast. Het is niet toegestaan om middels een partijkeuring tijdens en/of na afloop van de toepassing het toegepaste immobilisaat van een certificaat te voorzien. Bij levering onder het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaten erkenning conform deze beoordelingsrichtlijn is de omvang en inspanning van het vooronderzoek van de betreffende receptuur zodanig robuust, dat bij levering voldoende zekerheid bestaat dat het geproduceerde immobilisaat (volgens de receptuur van het vooronderzoek) voldoet aan de eisen voor duurzame vormvaste bouwstof conform het Besluit bodemkwaliteit.

## 1.2. Toepassingsgebied

Het toepassingsgebied omvat gebonden toepassingen in buitentoepassingen, zoals bedoeld in het Besluit bodemkwaliteit. In het kader van het Besluit bodemkwaliteit betreft het duurzaam vormvaste bouwstof:

- Gebonden fundering in de GWW, zoals omschreven in paragraaf 80.21 van de vigerende standaard RAW bepalingen en vergelijkbare toepassingen. Vergelijkbare toepassingen zijn de toepassing als fundering onder parkeerterreinen en bedrijfslocaties onder verhardingslagen;
- Constructieve vormgegeven bouwstoffen, in toepassing als taludversteving, grondkerende constructies en verankering van civiele constructies.

Voor beide toepassingen kan het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat worden verkregen.

Het oogmerk bij de toepassingen van de onderhavige producten van mengsels van cementgebonden minerale reststoffen is, dat het product alleen wordt toegepast op plaatsen waar het kan worden teruggenomen.

## 1.3. Eisen te stellen aan onderzoekinstellingen

Indien door een aanvrager (producent/leverancier) in het kader van de externe controle rapporten van onderzoekinstellingen of laboratoria worden overlegd om aan te tonen dat aan de eisen van deze beoordelingsrichtlijn wordt voldaan, zal moeten worden aangetoond dat deze zijn opgesteld door een instelling die voor het betreffende onderwerp voldoet aan de van toepassing zijn de accreditatienorm, te weten:

EN-ISO/IEC 17025 voor laboratoria;

EN-ISO/IEC 17065 voor certificatie-instellingen die producten certificeren.

Een instelling wordt geacht aan deze criteria te voldoen wanneer een accreditatie-certificaat voor het betreffende onderwerp kan worden overlegd, afgegeven door de raad voor Accreditatie (RvA) of een accreditatieinstelling waarmee de RvA een overeenkomst van wederzijdse acceptatie heeft gesloten. Indien geen accreditatie-certificaat kan worden overlegd zal de certificatie-instelling zelf verifiëren of aan de accreditatiecriteria is voldaan.

## **1.4. Kwaliteitsverklaring**

Op basis van de systematiek die van toepassing is voor deze beoordelingsrichtlijn wordt een NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat afgegeven voor het voldoen aan de publiekrechtelijke eisen van het Besluit bodemkwaliteit. Op de website van de Stichting Bouwkwiteit ([www.bouwkwiteit.nl](http://www.bouwkwiteit.nl)) staan modelteksten voor NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaten vermeld die voor deze beoordelingsrichtlijn van toepassing zijn. Het af te geven NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat moet hiermee overeenkomen. De kwaliteitsverklaring dient voorts de specificaties te vermelden op een wijze overeenkomstig het model zoals door SBK is goedgekeurd.

## **1.5. Leeswijzer**

Deze beoordelingsrichtlijn is als volgt opgebouwd:

Hoofdstuk 2 bevat termen en definities.

Hoofdstuk 3 bevat de producteisen.

Hoofdstuk 4 bevat de bij de producteisen uit hoofdstuk 3 behorende bepalingmethoden.

Hoofdstuk 5 bevat de eisen die gesteld zijn aan het kwaliteitssysteem van de producent. Dit betreft de noodzakelijke procedures en documenten.

Hoofdstuk 6 bevat de inhoud van de controle door de producent.

Hoofdstuk 7 bevat de controle door de certificatie-instelling.

## 2. TERMEN EN DEFINITIES

### **Additieven**

Materiaal dat gedurende het mengproces wordt toegevoegd om de eigenschappen van het "uitgeharde immobilisaat" te veranderen.

### **AEC bodemas**

AEC bodemas ontstaat als restfractie na verbranding van huishoudelijk afval en bedrijfsafvalstoffen in een roosteroven of in een wervelbed-oven. Nadat de onbehandelde bodemas uit de verbrandingsoven is afgevoerd, vindt een nabehandeling/opwerking plaats. Hierbij wordt het materiaal gebroken en ontdaan van ferro- en non-ferro metalen. Daarnaast worden onverbrande delen verwijderd. Na de aanvullende behandeling resteert AEC bodemas (0/31 mm, of deelfracties hiervan).

### **Afleverbon**

Een leveringsdocument dat bij een partij niet-uitgeharde immobilisaat wordt meegeleverd en waarop ondermeer is vermeld welk product (kenmerk van de receptuur), aan wie en welke hoeveelheid is geleverd.

### **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 millimeter en organische stof in een verhouding en met een structuur zoals deze in de bodem van nature worden aangetroffen, alsmede van nature in de bodem voorkomende schelpen en grind met een korrelgrootte van 2 tot 63 millimeter.

### **Bandbreedte van het recept**

De bandbreedte van een recept bestaat uit meerdere parameters. Fysische parameters kunnen zijn: organische stof gehalte, lutum, vochtgehalte, druksterkte etc. Milieuhygiënische parameters zijn de verontreinigingen in de minerale reststoffen. Door de producent wordt op basis van onderzoek een boven- en ondergrenswaarde aangegeven. Dit is dan voor de betreffende parameter de bandbreedte.

### **Bouwstof**

Materiaal waarin de totaalgehalten aan silicium, calcium of aluminium samen meer dan 10 gewichtsprocent van dat materiaal bedragen, uitgezonderd vlakglas, metallisch aluminium, grond of baggerspecie, dat is bestemd om te worden toegepast.

### **Bestanddelen**

De bestanddelen van het mengsel van verontreinigde grond/baggerspecie en/of minerale reststoffen die de basis vormen van het recept. Minimaal 80% van de bestanddelen wordt op het certificaat vermeld. 100% van de bestanddelen is door de producent vastgelegd in het mengselontwerp en daarmee in het kwaliteitssysteem.

### **Cement en cementvervanger**

Cement en cementvervanger zijn een hydraulisch bindmiddel, dat wil zeggen een fijngemalen anorganische stof, dat 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. De te gebruiken cementen voldoen aan de NEN-EN 197. Cementvervangers hebben hetzelfde werkingsmechanisme als cement.

### **Componenten**

Anorganische of organische parameters waaronder de parameters waaraan eisen gesteld zijn in bijlage A van de Regeling bodemkwaliteit.

### **Constructief vormgegeven toepassingen**

Toepassing als taludversteving, grondkerende constructie en verankering van civiele constructies.

### **Continue industriële processen**

Productieprocessen op industriële schaal, die gedurende lange periode plaatsvinden.

### **Depot**

Opgeslagen hoeveelheid van een minerale reststof.

### **Duurzame vormvastheid**

Onder duurzame vormvastheid van een bouwstof wordt verstaan dat een vormgegeven bouwstof gedurende zijn levensduur in het werk onder normale gebruiksomstandigheden zijn vorm behoudt.

### **Emissie**

Stoffen, trillingen, warmte of geluid dat direct of indirect vanuit een bron in de lucht, het water of de bodem worden gebracht. In deze BRL betreft het de emissie van stoffen naar water of bodem.

### **Gebonden fundering**

Gebonden fundering in de GWW, zoals omschreven in paragraaf 80.21 van de vigerende standaard RAW bepalingen en vergelijkbare toepassingen. Vergelijkbare toepassingen zijn de toepassing als fundering onder parkeerterreinen en bedrijfslocaties onder verhardingslagen

### **Gehalte 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.

### **Gesloten depot**

Dit is een depot minerale reststoffen welke opgebouwd is uit één of meer partijen. Op enig moment wordt dit depot gebruikt voor de bemonstering in het kader van het toelatingsonderzoek. Vanaf dit moment mogen geen minerale reststoffen meer worden toegevoegd of weggehaald. De omvang, hoeveelheid en ligging is definitief vastgesteld.

### **Greep**

Te nemen hoeveelheid product/monster materiaal ten behoeve van het vervaardigen van proefstukken op een aselekt tijdstip.

### **Grond**

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

## Grondstoffen

De bestanddelen van het mengsel, dat door immobilisatie omgezet wordt tot een vormgegeven bouwstof. Zowel de minerale reststoffen als de cement/cementvervanger en additieven zijn grondstoffen voor de productie van immobilisaat.

## Immobilisaat

Producten verkregen door immobilisatie van minerale reststoffen. Het niet-uitgeharde immobilisaat is het product, dat door de producent aan de afnemer geleverd wordt; het uitgeharde immobilisaat is de bouwstof in zijn toepassing, die duurzaam vormvast is.

## (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. Bij koude immobilisatie bestaat de technologische ingreep uit het vastleggen van de reststof met een bindmiddel.

*Noot: In het kader van deze BRL is uitsluitend sprake van koude immobilisatie van minerale reststoffen. In deze BRL is het bindmiddel cement of een cementvervanger.*

## Menginstallatie

Een menginstallatie is een installatie waarin de grondstoffen voor het immobilisaat ex situ worden gemengd, zodat het mengsel ontstaat, dat na uitharden het uitgeharde immobilisaat wordt. De menginstallatie kan zowel een continue menger zijn, als een batchmenger.

## Mengsel

In deze BRL wordt onder "mengsel" verstaan een receptuur bestaande uit verontreinigde grond, baggerspecie, AEC bodemas, industriële afvalstoffen en/of steenachtige materialen uit bouw- en sloopval. Daarnaast maken vocht (water) en de toegevoegde bindmiddelen/additieven deel uit van het "mengsel". Het "mengsel" is gelijk aan het onuitgeharde product.

## Minerale reststof

Minerale reststoffen zijn alle minerale (afval)stoffen die als grondstoffen in immobilisaten worden gebruikt. De minerale reststof kan zijn verontreinigde grond, baggerspecie, AEC bodemas, industriële afvalstoffen en/of steenachtige materialen uit bouw- en sloopval. In deze BRL worden grond en/of baggerspecie specifiek benoemd van wege de koppeling naar de BRL 7500. Minerale reststoffen niet zijnde grond en baggerspecie worden aangeduid als overige minerale reststoffen.

## Monster

Verzameling proefstukken uit afzonderlijke grepen ten behoeve van de te bepalen eigenschap(pen) van het product.

## Partij

Een partij product is een identificeerbare hoeveelheid bouwstof van vergelijkbare milieuhygiënische kwaliteit, die is bedoeld om als geheel te worden verhandeld of toegepast. Deze definitie wijkt af van de definitie in het Besluit bodemkwaliteit, waar partij beperkt is tot de hoeveelheid die is bedoeld om als geheel te worden verhandeld of toegepast. Bij productie in een inrichting verdeelt de producent zijn jaarproductie in partijen ten behoeve van de steekproefsgewijze productcontrole. Deze zijn niet bedoeld om als geheel te worden toegepast of verhandeld.

### **Partij minerale reststof**

Een partij minerale reststof is de hoeveelheid die op één afvalstroomnummer gedurende maximaal één jaar op een project of inrichting wordt aangevoerd.

### **Product**

Het product, dat door de producent wordt geleverd is het niet-uitgeharde immobilisaat.

### **Productielocatie**

De locatie waar de menginstallatie staat opgesteld en het product wordt vervaardigd. Er kan sprake zijn van een vaste productlocatie of van een tijdelijke productielocatie. Bij een tijdelijke productielocatie vindt gedurende korte tijd (< 6 maanden) de productie plaats van immobilisaat die op een projectlocatie wordt toegepast.

### **Proefstuk**

Inhoud van één mal na verharding van het verdichte mengsel genomen tijdens de productie uit de materiaalstroom (na de menger).

### **Projectlocatie**

De locatie waar het product wordt toegepast in een werk.

### **Receptuur**

Een receptuur is de vastgestelde bereidingswijze van een niet uitgehard immobilisaat, waarin de hoeveelheden van de minerale reststoffen en van het bindmiddel en eventuele additieven zijn beschreven. Per receptuur is in het vooronderzoek een bandbreedte vastgelegd, waarbinnen de hoeveelheden van de minerale reststoffen mogen variëren.

### **Toetsingswaarde**

De maximaal toegelaten samenstellingswaarden voor organische en overige parameters en emissiewaarden in overeenstemming met bijlage A van de Regeling Bodemkwaliteit en de eisen gesteld aan duurzame vormvastheid.

### **Vormgegeven bouwstof**

Een vormgegeven bouwstof is een bouwstof met een volume per kleinste eenheid van ten minste 50 cm<sup>3</sup>, die onder normale omstandigheden een duurzame vormvastheid heeft.

### 3. PRODUCTEISEN

Dit hoofdstuk omvat de eisen, waaraan het product volgens de beoordeling van deze BRL moet voldoen. De bijbehorende bepalingsmethoden zijn opgenomen in hoofdstuk 4.

#### 3.1. Milieuhygiënische producteisen

De milieuhygiënische producteisen dienen te voldoen aan de samenstelling- en de emissie eisen van Bijlage A van de Regeling bodemkwaliteit voor vormgegeven bouwstoffen.

##### 3.1.1. Besluit bodemkwaliteit (Bbk)

De BRL richt zich alleen op producten die vallen onder de reikwijdte van het Besluit bodemkwaliteit en de Regeling bodemkwaliteit. De BRL borgt de milieuhygiënische kwaliteit op samenstelling van stoffen, de uitloging van stoffen en de duurzame vormvastheid van het uitgeharde immobilisaat. De BRL richt zich op vormgegeven bouwstoffen die voornamelijk buiten worden toegepast en mogelijk in contact kunnen komen met water.

##### 3.1.2. Samenstelling

De samenstellingswaarden van het product (mengsel), bepaald overeenkomstig paragraaf 4.2, mogen de maximumwaarden voor bouwstoffen uit Bijlage A, tabel 2 van de Regeling bodemkwaliteit niet overschrijden.

##### 3.1.3. Emissie

De emissiewaarden van het vormgegeven uitgeharde product, bepaald overeenkomstig paragraaf 4.3, mogen de maximumwaarden voor vormgegeven bouwstoffen uit Bijlage A tabel 1 van de Regeling bodemkwaliteit niet overschrijden.

##### 3.1.4. Asbest

Het gewogen gehalte aan asbest in de afzonderlijke minerale reststoffen en andere grondstoffen alsook in het daaruit samengestelde product mag niet groter zijn dan 100 mg/kg ds. aan gewogen asbest, zijnde het gehalte serpentijnasbest plus tienmaal het gehalte amfiboolasbest.

#### 3.2. Fysische producteisen

De cementgebonden minerale reststoffen dienen volgens deze BRL te voldoen aan de onderstaande eisen.

##### 3.2.1. Massaverlies

De cementgebonden minerale reststof dient duurzaam vormvast te zijn. Onderdeel van deze beoordeling is dat bij het uitgeharde product, bij een ouderdom van 28 dagen, het totale massaverlies na 64 dagen, bepaald overeenkomstig paragraaf 4.5, maximaal 200 g/m<sup>2</sup> mag bedragen in de

toepassing als gebonden fundering. Dit betreft de toepassingen in gebonden funderingen in de GWW. Voor toepassing als constructieve bouwstof geldt een eis van maximaal 30 g/m<sup>2</sup>.

### 3.2.2. Druksterkte

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

*Opmerking: deze eis geldt voor cilindrische proefstukken. Bij gebruik van kubusvormige proefstukken moet de druksterkte tenminste 1,6 MPa bedragen.*

### 3.2.3. Bestandheid tegen nat-/droogwisselingen

Het massaverlies van het uitgeharde immobilisaat (proefstukken), bepaald zoals beschreven in paragraaf 4.8, moet minder zijn dan 1% (m/m). Tevens moet de afname in ultrasone voortplantingssnelheid, bepaald volgens de methode beschreven in paragraaf 4.8, minder bedragen dan 25%.

### 3.2.4. Bestandheid tegen vorst-/dooiwisselingen

De verzadigingsgraad na 7 dagen capillaire waterabsorptie door het uitgeharde immobilisaat moet kleiner zijn dan de kritische verzadigingsgraad van het uitgeharde immobilisaat, bepaald conform RILEM aanbeveling 4CDC3. Beide eigenschappen dienen te worden bepaald zoals is omschreven in paragraaf 4.9.

## 3.3. Inhoud van het certificaat

Het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat verklaart dat het niet-uitgeharde product na verwerking een uitgehard product oplevert, dat voor het beoogde toepassingsgebied of de beoogde toepassingsgebieden voldoet aan de producteisen genoemd in de paragraaf 3.1 en 3.2 van deze BRL.

Indien er op basis van de emissie van anionen sprake is van een toepassingsbeperking tot brakke gebieden, wordt dit op het certificaat vermeld.

Voor de in deze BRL genoemde toepassingen kan een NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat worden verkregen.



## 4. BEPALINGSMETHODEN

Dit hoofdstuk bevat de bepalingmethoden waarmee aangetoond kan worden dat het product uit de menginstallatie aan de eisen uit hoofdstuk 3 voldoet. De aanmaak van de proefstukken is beschreven in paragraaf 4.1.2, de bepalingmethoden zelf zijn weergegeven in de daarop volgende paragrafen.

### 4.1. Vervaardigen proefstukken

#### 4.1.1. Benodigdheden

Metalen of kunststof cilinders met een wanddikte van minimaal 3,0 mm en een inwendige diameter van 102 mm ( $\pm 5$  mm) of 152 mm ( $\pm 5$  mm). Bij de keuze van de diameter dient rekening gehouden te worden met de maximale korrelgrootte (D95) van de minerale reststoffen en/of de voorwaarden die worden gesteld voor uitvoering van de betreffende beproevingen. De minimumdiameter dient groter te zijn dan 4 maal de maximale korrelgrootte (D95). Voor de bepaling van de vorst/dooi proeven kan, afhankelijk van de gestelde eisen in het voorschrift van deze bepaling, hiervan worden afgeweken. Voor de overige apparatuurspecificaties wordt verwezen naar de NEN-EN 13286-2.

#### 4.1.2. Aanmaak van proefstukken

Vervaardig de proefstukken door het cementgebonden mengsel (bemonstering na de menger) te verdichten volgens de normale protorproef, verzwaarde protorproef (NEN-EN-13286-2) of een producenteigenmethode mits de vergelijkbaarheid van de meetresultaten met de normale/verzwaarde protorproef zijn aangetoond. In afwijking van de NEN-EN-13286-2 wordt aan het geproduceerde mengsel geen extra water toegevoegd en/of vooraf niet gedroogd.

*Opmerking: Omwille van het verkrijgen van een vlakke bovenzijde is het toegestaan om bij het vullen van de proefstukken grovere stukken handmatig te verwijderen uit het bovenste gedeelte 3 cm. van de cilinder.*

#### 4.1.3. Conservering van de proefstukken

Bewaar de cilinders luchtdicht verpakt bij 20 °C (+ of - 2 °C). Voor het vaststellen van de ondergrens van de kwaliteit (worst case) mag de opslag ook buiten de klimaatkamer plaatsvinden mits de proefstukken luchtdicht met kunststoffolie verpakt zijn en mits de buitentemperatuur niet hoger is dan 20 °C.

### 4.2. Samenstelling

De samenstellingswaarden van de organische stoffen (standaard stoffenpakket voor vormgegeven en/of niet-vormgegeven bouwstoffen) worden bepaald conform het Besluit bodemkwaliteit door een daartoe geaccrediteerd laboratorium onder AP-04 accreditatie. Indien op basis van de voorinformatie van de grondstoffen verwacht kan worden dat ook andere organische stoffen (in kritische gehalten) aanwezig kunnen zijn, dan worden de te analyseren organische stoffen hiermee uitgebreid. De voorbehandeling van de proefstukken (verkleinen) wordt eveneens door het laboratorium onder AP-04 accreditatie uitgevoerd.

*Opmerking: Het is ook toegestaan om voor het samenstellingsonderzoek proefstukken te selecteren die niet zijn verdicht/verhard of proefstukken met een kortere verhardingstijd dan 28 dagen.*

### 4.3. Emissieproef

Bepaling van de uitloging (emissie) en de uitloogkarakteristieken (diffusieproef) van anorganische componenten dienen te worden uitgevoerd conform de NEN 7375. De diffusieproef heeft als doel om de uitloging van anorganische componenten uit vormgegeven bouwstoffen, onder aerobe omstandigheden te simuleren als functie van de tijd over een periode van 64 dagen (8 fracties). Bij de proef worden tevens de eigenschappen van de te onderzoeken matrix bepaald. De diffusieproef dient te worden uitgevoerd, conform het Besluit bodemkwaliteit, door een daartoe geaccrediteerd laboratorium, op de voorgeschreven 15 metalen en 4 anionen. De proef wordt uitgevoerd met uitgeharde proefstukken. Bij de preparatie van het proefstuk is het toegestaan los en aanhangend materiaal te verwijderen door het oppervlak licht te borstelen.

De gemiddelde gemeten cumulatieve uitloging (per component) worden getoetst conform Bijlage A van de Regeling bodemkwaliteit. Conform de NEN 7375 wordt bij de diffusieproef berekend en/of vastgelegd:

- de gemeten uitloging van de individuele componenten per fractie;
- de gemeten cumulatieve uitloging van de individuele componenten over 64 dagen;
- de berekende cumulatieve uitloging van de individuele componenten over 64 dagen;
- het opgetreden uitloogmechanisme;
- de oppervlakteafspoeling in combinatie met de diffusiebepalende uitloging;
- de bovengrens van de uitloging voor componenten gerapporteerd onder de onderste rapportagegrens van het laboratorium.

Indien op basis van de resultaten van de diffusieproef is vastgesteld dat de matrix oplost, kunnen alleen schattingen van de bovengrens voor uitloging worden verkregen door het uitvoeren van de kolomproef volgens NEN 7373 (bij een LS-waarde van 10) of NEN 7383, of de beschikbaarheidsproef volgens NEN 7371. Alternatieve meetmethoden voor de bepaling van de emissie zijn weergegeven in paragraaf 4.4.

### 4.4. Alternatieve meetmethoden

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

$$\varepsilon = \beta + \alpha \times \varepsilon'$$

waarbij  $\varepsilon$  = emissie op basis van de diffusieproef [mg/m<sup>2</sup>]  
 $\varepsilon'$  = emissie op basis van de verkorte meetmethode [mg/kg d.s.]  
 $\alpha$  = constante [-]  
 $\beta$  = 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 aantoonbaarheidsgrens kunnen worden gebruikt;
- de determinatiecoëfficiënt  $r^2$  tussen  $\varepsilon$  en  $\varepsilon'$  dient minimaal 0,7 te bedragen;
- $0,2 \leq \alpha \leq 5$ ;

- $\beta = 0$  (het 90 %-betrouwbaarheidsinterval van  $\beta$  dient de waarde 0 te bevatten). In het geval dat  $\beta \neq 0$ , vervangt de bovengrens van het tweezijdig 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  $\varepsilon_{64}$  door extrapolatie is niet toegestaan. Valt  $\varepsilon'_{64}$  buiten het bereik waarvoor het verband is afgeleid, dan dient de emissie alsnog met de volledige diffusieproef te worden vastgesteld.

#### 4.5. Massaverlies

De duurzame vormvastheid, conform het Besluit bodemkwaliteit, dient te worden bepaald door vaststelling van het massaverlies van het proefstuk tijdens de diffusieproef volgens de NEN 7375, gedurende 64 dagen.

#### 4.6. Druksterkte

De druksterkte van het proefstuk dient te worden bepaald volgens de NEN-EN 13286-41 met behulp van een hydraulische pers (drukbank). De meetwaarden dienen te worden afgerond op 1 decimaal). Indien de bovenkant van het proefstuk niet volledig vlak is, kan door middel van een zachtboardplaatje op het bovenvlak gezorgd worden voor een gelijkmatige krachtoverbrenging naar het proefstuk. Bij de uitvoering van de druksterkte wordt tevens de ouderdom van het proefstuk vastgelegd en de volumieke massa van het proefstuk bepaald.

#### 4.7. Vochtgehalte

Het vochtgehalte van een deelmonster van tenminste 250 gram of tenminste 500 gram indien de D95 groter is dan 22,4 mm., wordt bepaald door droging tot een constante massa in een geventileerde oven volgens NEN-EN 1097-5. Als alternatieve methode is drogen tot constante massa in een magnetron toegestaan. Het vochtgehalte wordt afgerond op 0,1% nauwkeurig. Het vochtgehalte wordt in combinatie met de druksterkte gerapporteerd. Het vochtgehalte wordt bepaald volgens:

$$\frac{\text{nat gewicht} - \text{droog gewicht}}{\text{nat gewicht}} \times 100 \% = \text{vochtpercentage (\%)}$$

#### 4.8. Bestandheid tegen nat-/droogwisselingen

De bestandheid tegen nat/droogwisselingen dient te worden bepaald in overeenstemming met de wijze beschreven in Bijlage D. De methode is gebaseerd op ASTM D 559.

#### 4.9. Bestandheid tegen vorst-/dooiwisselingen

De bestandheid tegen vorst/dooiwisselingen dient te worden bepaald in overeenstemming met de RILEM aanbeveling 4CDC3. Zie Bijlage E. In afwijking van Bijlage E paragraaf 3.2 wordt de capillaire

waterabsorptie  $S_{cap}$  niet bepaald aan gezaagde schijven met een hoogte van 25 tot 30 mm, maar aan de gehele proefstukken. Dit in verband met de hogere permeabiliteit van immobilisaat proefstukken in vergelijking met beton proefstukken.

De capillaire waterabsorptie wordt initieel bepaald met 3 proefstukken. Indien de capillaire waterabsorptie te hoog is door een hoge spreiding tussen de proefstukken onderling, mogen aanvullend 3 proefstukken bepaald worden. De toetsing wordt dan uitgevoerd over het gemiddelde van de 6 proefstukken.

## 5. EISEN TE STELLEN AAN HET KWALITEITSSYSTEEM VAN DE PRODUCENT

Dit hoofdstuk omvat de eisen aan het kwaliteitssysteem van de producent. De inhoudelijke invulling van de controle door de producent is weergegeven in hoofdstuk 6.

### 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 haar 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 niet-uitgehard immobilisaat (mengsel) 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 kwaliteit van het product

De beheersing en borging van de kwaliteit van het product moet minimaal 1 maal per jaar door de directie worden beoordeeld en zo nodig worden aangepast. De beoordelingen moeten worden geregistreerd en gearchiveerd.

## 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 voldoen aan de eisen uit deze BRL.

Het kwaliteitssysteem moet omvatten:

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

## 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 deze beoordelingsrichtlijn. De documenten moeten worden bijgehouden en uitgegeven door een daartoe bevoegde persoon. De bevoegdheid van de deze personen moet zijn vastgelegd.

De beheersing van documenten moet resulteren in:

- beoordeling en goedkeuring van documenten door bevoegde personen;
- de aanwezigheid van geldende uitgaven van documenten op die plaatsen waar de beheersing en borging van de productie van niet-uitgehard immobilisaten (mengsels) 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 7 jaar.

## 5.4. Identificatie en naspeurbaarheid van producten

De producent moet beschikken over procedures en deze op peil houden voor identificatie van de producten en individuele grondstoffen. Deze identificatie van de producten en individuele grondstoffen moet tot het moment van levering mogelijk zijn. De identificatie van minerale reststoffen moet minimaal 7 jaar bewaard blijven.

## 5.5. Acceptatie van grond en baggerspecie

Indien de producent verontreinigde grond of baggerspecie verwerkt, moet hij een procescertificaat hebben conform de BRL SIKB 7500, protocol 7510, "procesmatige ex situ reiniging en immobilisatie van grond en baggerspecie" met als bewerkingstechniek immobilisatie. De acceptatie, opslag, overslag en verwerking van verontreinigde grond worden geregeld door protocol 7510.

## 5.6. Acceptatie van minerale reststoffen

De producent dient te beschikken over procedures voor de acceptatie van minerale reststoffen, niet vallend onder par. 5.5. Hierin zijn opgenomen de criteria, waaraan de geaccepteerde minerale reststoffen moeten voldoen. Hierin moeten duidelijke criteria zijn opgenomen voor de maximaal

toegelaten gehalten en/of uitloging van stoffen in de op de productielocatie ingenomen minerale reststoffen. Hierbij moet in ieder geval worden voldaan aan de eisen in paragraaf 6.5.1.

## 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:

- de registratie van de gebruikte minerale reststoffen;
- 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;
  - het uitvoeren van een gedegen vooronderzoek naar de juiste receptuur;
  - het voldoen aan van toepassing zijnde normen of voorschriften;
  - het voldoen aan het vastgestelde kwaliteitsplannen;
  - de bewaking en beheersing van daartoe in aanmerking komende proces- en productkenmerken gedurende de vervaardiging;
  - het gebruik van statistische technieken.

De producent dient een beschrijving van het productieproces in het handboek op te nemen. Hierbij dienen ook de beoogde producten en hun wijzen van toepassing te worden vermeld, evenals de grondstoffen die worden gebruikt en de bereidingswijze.

## 5.8. Toepassingsvoorschriften en controle bij toepassing van het immobilisaat in het werk

De producent dient te beschikken over verwerkingsinstructievoorschriften voor het transport en de verwerking van het product in het werk.

De verwerkingsinstructie moet aantoonbaar aansluiten bij omstandigheden, functionele eisen, en bij de eigenschappen van het materiaal en mede gebaseerd zijn op de ervaring in praktijkprojecten. Een voorbeeldinstructie voor de toepassing van het product in een fundering is gegeven in Bijlage F. In de verwerkingsinstructie zijn minimaal de volgende items opgenomen:

- Laagdikte
- Weersomstandigheden waarbij verwerking mag plaats vinden
- Minimale verdichtingsgraad
- Wijze van verwerking
- Maximale verwerkingstijd na productie

De producent dient in de verwerkingsinstructie tevens aan te geven, dat het immobilisaat niet bestand is tegen slijtage en erosie en daarom in de toepassing afgedekt dient te worden.

## **5.9. Keuring en beproevingen**

### **5.9.1. Ingangskeuring van minerale reststoffen**

De producent moet ervoor zorgdragen dat ontvangen minerale reststoffen niet worden gebruikt of verwerkt voordat is vastgesteld dat deze voldoen aan de daaraan gestelde eisen. De producent dient te beschikken over procedures voor deingangskeuring (indien deze reststoffen niet worden aangeleverd onder een kwaliteitscertificaat) van de minerale reststoffen en andere grondstoffen. Bij de analyse van de samenstelling van minerale reststoffen moet zo veel mogelijk aansluiting gezocht worden bij de analysemethoden uit de Regeling bodemkwaliteit. De producent moet verifiëren of de aan hem aangeleverde rapporten van uitgevoerde analyses representativiteit zijn voor de beoordeling van de te accepteren minerale reststoffen.

### **5.9.2 Ingangskeuring van cement/cementvervangers en additieven**

De producent moet de werking van cement/cementvervangers en additieven vaststellen of vastgesteld hebben door middel van uitvoering van een vooronderzoek. De producent moet ervoor zorg dragen dat bij vaststelling van afwijkingen de grondstoffen niet worden gebruikt of verwerkt.

### **5.9.3 Keuring en beproefing van producten**

De producent moet alle keuringen en beproevingen uitvoeren volgens het vastgelegde keuringsplan, om het bewijs te kunnen leveren dat het geleverde product aan de gestelde eisen voldoet. De controle door de producent wordt uitgevoerd volgens hoofdstuk 6. In het kwaliteitssysteem dient onder meer te worden aangegeven dat levering van het niet-uitgeharde immobilisaat niet mag plaatsvinden voordat de producent het product vrijgeeft. Hij geeft het geproduceerde mengsel vrij voor toepassing, nadat hij heeft vastgesteld, dat het product wordt geacht te voldoen aan de producteisen uit hoofdstuk 3 op basis van de resultaten van het vooronderzoek, de controle van de gebruikte grondstoffen, de controle op de receptuur en de waarde van de overige relevante procesparameters. De producent dient een procedure voor vrijgave vast te stellen.

Zowel in de procedure voor de dagelijkse procescontrole, als in de procedure voor het vooronderzoek zijn minimaal opgenomen:

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

### **5.9.4. Registratie van keuringen en beproevingen**

De producent moet over een registratie beschikken en deze op peil houden om hiermee het bewijs te kunnen leveren dat de desbetreffende producten zijn gekeurd en/of beproefd volgens het kwaliteitssysteem. De resultaten van de keuringen en beproevingen dienen te worden vastgelegd.

### **5.9.5. Keurings-, meet- en beproevingsmiddelen**

De producent moet zorgen voor de beheersing, de kalibratie en het onderhoud van alle keurings-, meet- en beproevingsmiddelen. Dit betreft in ieder geval de mallen voor het maken van de proefstukken, de proctorhamer voor de verdichting van de proefstukken, de droogoven voor het



bepalen van het vochtgehalte, de weegapparatuur ter vaststelling van de volumieke massa en de hydraulische druksterktemeter (alleen indien de bepaling van de druksterkte door de producent wordt uitgevoerd).

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, minimaal 1x per jaar danwel in een andere frequentie zodanig dat zekerheid bestaat over het voldoen aan de relevante eisen van de keurings-, meet- en beproevingsmiddelen;
- over schriftelijk vastgelegde en op peil gehouden procedures voor kalibratie beschikken;
- beschikken over procedures hoe te handelen bij een waarneming dat keurings-, meet- en beproevingsmiddelen niet voldoen of hebben voldaan aan de gestelde eisen. Vastgesteld dient te worden wat de gevolgen voor geleverde producten zijn en op welke wijze de opdrachtgever hiervan op de hoogte dient te worden gesteld conform het gestelde onder 5.10.2.

### **5.9.6. Uitbesteding monsterneming en analyses**

De uitbesteding van de monsterneming, bestemd voor een partijkeuring conform het Besluit bodemkwaliteit, dient te geschieden aan een gecertificeerde onafhankelijke intermediair conform de BRL SIKB 1000. Monsternamen uit de mengselstroom (na de menger), ten behoeve van het vullen van de cilinders, dient plaats te vinden door een, door de Minister van I&M, erkende monsternemer volgens protocol 1003 van de BRL SIKB 1000. Het protocol 1003 verwijst voor monsterneming van N-bouwstof naar protocol 1002.

De uitbesteding van milieuhygiënische bepalingen van het product dient te geschieden aan een laboratorium, dat is erkend in het kader van het Besluit bodemkwaliteit (AP04 accreditatie voor de betreffende verrichting).

## **5.10. Beheersing van producten met tekortkomingen**

### **5.10.1. Voorkomen van het leveren van product met tekortkomingen**

De producent moet beschikken over procedures (en deze op peil houden) die moeten voorkomen dat ten onrechte niet-uitgeharde immobilisaten met tekortkomingen worden afgeleverd. Ten aanzien van deze tekortkomingen moeten de volgende gegevens worden 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.

Hierbij dient er ook rekening mee te worden gehouden of de opdrachtgever, bijv. gelet op het tijdstip van of omstandigheden bij aflevering redelijkerwijs in staat is om het niet-uitgeharde immobilisaat op de vereiste wijze te verwerken.

### **5.10.2. Informeren na leveren van product met tekortkomingen**

Indien een tekortkoming wordt geconstateerd, nadat het product is afgeleverd aan de opdrachtgever, dan moet de producent de opdrachtgever hiervan op de hoogte stellen.

## 5.11. 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 kunnen optreden.

## 5.12. 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 meegedeeld. 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.

## 5.13. Aflevering

Bij elke geleverde partij dient de producent een afleveringsbon te verstrekken waarin wordt verwezen naar het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat. De afleveringsbon bevat tevens de volgende verplichte aanduidingen:

- het certificaatnummer;
- NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat merk;
- product: kenmerk van de receptuur;
- Leverdatum/periode van de partij;
- leverancier;
- producent;
- productielocatie(s): locatie(s) waar de niet-uitgeharde immobilisaten worden geproduceerd;
- projectlocatie: locatie waar het uitgeharde immobilisaat wordt toegepast;
- grootte van de geleverde partij;
- toepassing: funderingslaag / constructief vormgegeven bouwstof;
- klasse: vormgegeven bouwstof.

## 5.14. 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 gegevens in deze registratie moeten aantonen dat aan de eisen uit deze beoordelingsrichtlijn is voldaan en dat de beheersing en borging doeltreffend werkt.

De producent moet een registratie bijhouden waarin alle relevante gegevens met betrekking tot de receptuur, de productie, de productieomstandigheden, de toegepaste minerale reststoffen, cement/cementvervangers en additieven enzovoorts actueel van een productiedag worden bijgehouden en geregistreerd.

Bij aanwezigheid van meerdere menginstallaties bij 1 producent worden deze menginstallaties met een unieke code bijgehouden in een register welke bij de Certificatie-Instelling bekend is. Het register

wordt door de certificaathouder actueel gehouden. Dit geldt eveneens voor de tijdelijke productielocaties

### **5.15. Interne beoordeling van de beheersing van de borging**

De producent moet over procedures beschikken en deze op peil houden voor het uitvoeren van interne beoordelingen. De interne beoordelingen worden uitgevoerd door een persoon, die hiertoe door de directie wordt aangewezen. 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. Indien afwijkingen zijn geconstateerd dienen deze te worden opgelost. De directievertegenwoordiger dient hier toezicht op te houden.

### **5.16. Opleiding**

De producent dient voor alle personen die betrokken zijn bij de beheersing en borging van de vervaardiging van het product, de vereiste kwalificaties vast te stellen. Op basis van deze vereiste kwalificaties moet voor al deze personen een opleidingsplan worden vastgesteld.

Voor de persoon die bevoegd is tot het bijhouden en voorleggen van de documenten van het kwaliteitssysteem gelden de volgende eisen:

- opleiding MBO-milieukunde of procestechniek of gelijkwaardig;
- kennis van de relevante aspecten BRL 9322;
- kennis van het eigen kwaliteitssysteem en vigerende (milieu)vergunning(en)
- kennis van de hoofdlijnen van het Besluit bodemkwaliteit.

Alle betrokkenen bij acceptatie van de reststoffen dienen aantoonbaar een cursus asbestherkenning te hebben gevolgd.

Tijdens de werkzaamheden acceptatie en productie moet altijd een persoon beschikbaar zijn die kennis heeft van de BRL 9322 en die minimaal 1 jaar ervaring heeft.

Minimaal één persoon dient te beschikken over de deskundigheid ten aanzien van de toepassing van het immobilisaat in het werk.

## 6. CONTROLE DOOR DE PRODUCENT.

Dit hoofdstuk beschrijft de te doorlopen stappen om een NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat te verkrijgen en de wijze om de bandbreedte van een product (receptuur) te vergroten alsmede de reguliere productiecontrole. Tevens zijn er eisen gesteld aan de (toekomstige) certificaathouders om (nieuwe) producten (recepturen) onder certificaat te brengen.

Het is raadzaam om in in het kader van het Besluit bodemkwaliteit in een vroeg stadium contact te leggen met de Certificatie-Instelling teneinde de voorbereidingen op het toelatingsonderzoek kenbaar te maken.

### 6.1. Toelatingsonderzoek.

In deze paragraaf wordt het onderzoek beschreven dat de producent moet uitvoeren om een product (receptuur) onder certificaat te brengen. Een gedegen vooronderzoek is de voorwaarde om een gerechtvaardigd vertrouwen te verkrijgen dat het product bij voortdurende zal voldoen aan het Besluit bodemkwaliteit.

Het toelatingsonderzoek bestaat uit diverse stappen. In hoofdstuk 7 staat beschreven op welke momenten de CI de diverse stappen beoordeelt. Pas nadat het gehele toelatingsonderzoek als voldoende is beoordeeld door de CI wordt een certificaat afgegeven.

De eerste stap bestaat uit het beschrijven van het product (par. 6.1.1). Hierna kan de producent zijn vooronderzoek gaan uitvoeren en hiermee chemisch en fysisch de grenzen van zijn receptuur bepalen (6.1.2). Dit vooronderzoek wordt afgesloten met het vaststellen van het receptuur en de chemische en fysische bandbreedtes, acceptatiecriteria en procescontrole parameters (par 6.1.2).

#### *Toelichting:*

*Een producent stelt zelf de grootte en uitgebreidheid van het vooronderzoek vast. Hiermee wordt geborgd dat ook producenten die geen grote hoeveelheden product produceren op jaarbasis gebruik gaan maken van deze BRL.*

*De inspanning die een producent levert in het vooronderzoek, heeft z'n weerslag op de bandbreedte van de in te zetten grondstoffen.*

Voordat een producent kan starten met productie dienen de benodigde procedures en instructie te zijn vastgesteld en vastgelegd in een kwaliteitshandboek (par 6.1.4) en zal de producent moeten aantonen een beheerst mengproces en productiecontrole te kunnen voeren (par. 6.1.5).

Daarna kan de producent twee productie partijen gaan produceren en uitleveren die vooraf uitgebreid gekeurd zijn (par. 6.1.5). Voor de twee productiepartijen mogen niet dezelfde minerale reststoffendepots gebruikt worden. Hierbij dient te zijn vastgesteld dat het product voldoet aan de eisen van de BRL en het Besluit bodemkwaliteit voordat er daadwerkelijk product wordt uitgeleverd. Tijdens de productie dient ten minste de dagelijkse procescontrole gevoerd te worden. Op het moment dat de druksterkte van de proefstukken voldoet aan de eis mag worden verwacht dat het immobilisaat aan alle eisen voldoet.

### 6.1.1 Product beschrijven (Receptuur)

De producent wil met minerale reststoffen een vormgegeven bouwstof maken. De producent benoemt op basis van de door hem gekozen minerale reststoffen de bestanddelen van het product en legt dit vast. Middels dit vooronderzoek bepaalt de producent de kwaliteit en de bandbreedte van het receptuur, zowel milieuhygiënisch als civieltechnisch. Dit staat uitgewerkt in paragraaf 6.1.2. en 6.1.3.

De producent heeft in zijn kwaliteitssysteem vastgelegd waaruit het volledige product is samengesteld. Desgevraagd wordt aan afnemers/opdrachtgevers en toezichthouders/handhavers op eerste aanvraag inzage gegeven in de volledige samenstelling van de grondstoffen.

### 6.1.2 Bepaling van de receptuur door middel van een vooronderzoek

Het doel van het vooronderzoek is om te bepalen en vast te stellen dat het product voldoet aan alle eisen die in deze BRL worden gesteld, inclusief het vaststellen van de bandbreedte van de receptuur en de acceptatiecriteria van de grondstoffen.

Het onderzoek wordt uitgevoerd met de grondstoffen waaruit het product wordt samengesteld. De producent draagt zorg voor de representativiteit van de te gebruiken monsters van de grondstoffen, die bij het vooronderzoek gebruikt worden.

De herkomst en de wijze van bemonstering worden vastgelegd.

De producent doet dit onderzoek door het vervaardigen van proefstukken op laboratoriumschaal (cilinders of kubussen). Waarmee de bandbreedte van de receptuur wordt onderbouwd. Het onderzoek bestaat minimaal uit de volgende elementen:

- Bepalen van fysische samenstelling, korrelopbouw, mineraal aandeel en milieuhygiënische kwaliteit op basis van samenstelling van de grondstoffen.
  - En na 28 dagen uitharding van de proefstukken:
    - Bepalen van de druksterkte na uitharding.
    - Bepaling samenstelling, uitloging/diffusie en massaverlies (AP-04).
    - Bepaling van de duurzaamheidseigenschappen, zijnde gedrag nat-/droog en vorst-/dooi bestandheid.
    - Bepalen bindings-/hydraulische eigenschappen na toevoeging van bindmiddelen (bv cement), uithardingssnelheid en druksterkte.
    - Bepalen van het bindmiddel gehalte in relatie met het vochtgehalte.

In het vooronderzoek stelt de producent ook vast, hoe hij moet reageren op veranderingen in de omgevingscondities, zoals uitdroging van het verse mengsel tijdens transport en temperatuurveranderingen. Het doel hiervan is te komen tot een beheerste en betrouwbare kwaliteit van het uitgeharte product. Dit is gebaseerd op onderzoeksresultaten.

#### *Toelichting:*

*Met de bandbreedten worden zowel chemisch- als fysische parameters vastgelegd. Hierbij kan door de producent gekozen worden voor een kleine bandbreedte, waarbij een mindere inspanning qua onderzoek wordt geleverd of juist voor een grote bandbreedte, waarbij een grote onderzoeksinspanning wordt geleverd.*

### 6.1.3 Vaststellen van het receptuur, procesparameters en acceptatiecriteria.

De verkregen onderzoeksresultaten worden getoetst aan de eisen van de BRL. Op basis hiervan worden voor het receptuur het volgende vastgesteld en vastgelegd:

- de fysische bandbreedte.
- de chemische bandbreedte en de acceptatiecriteria.
- de proces parameters.

Alle onderzoeks gegevens met toetsingen en conclusies worden in een rapport vastgelegd.

### 6.1.4 Praktijkproef

Een nog niet-gecertificeerd producent moet in een praktijkproef nagaan of hij de productie (mengen) en de productiecontroles conform zijn kwaliteitssysteem en de BRL beheerst. De producent dient aan te tonen dat hij in staat is om op praktijkschaal een product te maken, conform zijn receptuur.

Hiertoe dient de producent met een menginstallatie gedurende minimaal een uur en een minimale hoeveelheid van minimaal 100 ton product te maken, conform de door de producent vastgestelde receptuur.

Tijdens deze praktijkproef dient de producent aan te tonen het mengproces en dagelijkse procescontrole te beheersen op minimaal de volgende punten:

- Een juiste dosering van de minerale reststoffen.
- Een juiste dosering van de bindmiddelen en mogelijke additieven.
- De controle en juiste sturing op het vochtgehalte.
- De controle op productievolume (in ton per uur).
- Het nemen van monsters ten behoeve van het maken van proefstukken.
- Het maken en conditioneren van de proefstukken.
- Het na 7 of 28 dagen beproeven van de proefstukken op druksterkte. De druksterkte dient overeen te komen met de te verwachten waarden uit het vooronderzoek.

De werkzaamheden dienen te worden uitgevoerd in aanwezigheid en ter beoordeling van de CI.

### 6.1.5 Productiepartijen

Om de NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat te verkrijgen moet de producent twee partijen (met verschillende grondstoffen) produceren en toepassen in een werk. Hierbij toont de producent ter beoordeling van de CI aan dat het gehele proces van acceptatie van de grondstoffen tot en met de levering van het gereede product wordt beheerst. Deze partijen worden geproduceerd vanuit gesloten depots.

*Toelichting:*

*Door te werken met gesloten depots wordt voor productie zeker gesteld dat het product aan de eisen van het Besluit bodemkwaliteit voldoet.*

### 6.1.6 Gesloten depots

De producent maakt depots ten behoeve van het te realiseren project. De projectgrootte is minimaal 1.000 ton en maximaal 10.000 ton. De te maken depots moeten qua hoeveelheid hierop afgestemd zijn. Inname en acceptatie van de grondstoffen dient uitgevoerd te worden, conform het kwaliteitshandboek van de producent.

### 6.1.7 Controle en keuring van de grondstoffen

Voorafgaande aan de productie dienen alle individuele grondstoffen depots gekeurd te worden. Om tot een representatief monster te komen van de grondstoffen dient de monstername van iedere grondstof te worden uitgevoerd door een erkende monsternemer (BRL SIKB 1000, Protocol 1003). Indien gegevens ouder dan 5 jaar zijn dient de betreffende partij herkeurd te worden of aantoonbaar gemaakt door de producent dat de betreffende gegevens representatief zijn voor de betreffende partij grondstof.

*Toelichting:*

*De monstername wordt uitgevoerd, conform het bouwstof protocol (2 x 6 grepen), omdat met de genomen monsters een bouwstof wordt gemaakt.*

De hoeveelheid monstermateriaal wordt afgestemd op de uit te voeren onderzoeken en bedraagt minimaal 250 kg. Bij het gebruik van meerdere gesloten depots, dient de hoeveelheid te nemen monstermateriaal hierop afgestemd te worden. De hoeveelheid monstermateriaal per depot bedraagt minimaal 100 kg. De monsters blijven ten alle tijden onder toezicht en beheer van de erkende monsternemingsinstantie.

De mengmonsters dienen per depot op samenstelling geanalyseerd/getoetst te worden op de volgende parameters: PAK (10 VROM), BTEX, fenol, minerale olie, PCB, fluoride, chloride, bromide, sulfaat en 15 metalen (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Sb, Se, Sn, Pb, V en Zn). Alle analyses dienen te worden uitgevoerd conform AP-04. Toetsing van de organische parameters vindt plaats conform de paragraaf 6.5.1. Voor metalen en anionen vindt geen toetsing plaats.

*Toelichting:*

*Deze monsters worden voor de metalen en anionen op samenstelling geanalyseerd om een correlatie te kunnen maken met de uitloging van het gereede product.*

### 6.1.8 Keuring gereed product

Met het monstermateriaal van de gesloten depots, zoals verkregen in paragraaf 6.1.6 voor de twee partijen, zoals aangegeven in paragraaf 6.1.5, worden conform het receptuur, proefstukken gemaakt op het laboratorium van de producent. Het maken van de proefstukken wordt uitgevoerd in aanwezigheid en toezicht van een erkende monsternemer (BRL SIKB 1000, Protocol 1003). Hierbij worden minimaal 33 - 36 proefstukken gemaakt.

*Toelichting:*

*Zowel bij monstername par. 6.1.8 als tijdens het maken van de proefstukken blijft het monstermateriaal onder toezicht en verantwoording van de erkend monsternemer om onafhankelijkheid en transparantie te waarborgen.*

De proefstukken worden door de erkende monsternemer voorzien van een specifiek kenmerk/code en vervolgens onder zijn toezicht en beheer geconditioneerd opgeslagen voor uitharding. Na uitharding (> 28 dagen) worden de proefstukken geselecteerd voor onderzoek. De selectie (bijvoorbeeld door loting) wordt uitgevoerd door de erkende monsternemer (BRL SIKB 1000, Protocol 1003). De overdracht van de proefstukken aan het laboratorium dient plaats te vinden in overeenstemming met de voorschriften van de BRL SIKB 1000 en haar protocollen.

De geselecteerde proefstukken worden vervolgens volgens onderstaande verdeling geanalyseerd:

- 2 x 3 proefstukken (verdeeld over 2 mengmonsters) op samenstelling conform het Besluit bodemkwaliteit voor vormgegeven bouwstoffen (conform AP-04);
- 2 x 3 proefstukken (verdeeld over 2 mengmonsters) op uitloging (diffusie proef) en massaverlies conform het Besluit bodemkwaliteit voor vormgegeven bouwstoffen (conform AP-04, NEN 7375). Analyse acht eluaten per diffusieproef op 15 metalen en 4 anionen;
- 6 proefstukken ten behoeve van de bepaling van de druksterkte
- 3 proefstukken voor de bepaling van de bestandheid tegen nat/droog-wisselingen.
- 12-15 proefstukken voor de bepaling van de bestandheid tegen vorst/dooi-wisselingen.

De kwaliteits van het te leveren immobilisaat afkomstig van het toelatingsonderzoek dient te voldoen aan de eisen uit hoofdstuk 3.

Overzicht uit te voeren onderzoek (proefstukken)

Tabel 1

Omschrijving	Onderdeel	Onderzoek
Proefstukken, 6 stuks	Samenstellingsonderzoek, duplo standaard stoffenpakket	Analyses conform AP-04
Proefstukken, 6 stuks	Uitloging/diffusie onderzoek, in duplo -15 metalen en 4 anionen. Massaverlies proefstukken	Analyses conform AP-04 en NEN 7375
Proefstukken, 6 stuks	Sterkte van immobilisaat	Druksterkte in MPa volgens NEN 13286-41
Proefstukken, 3 stuks	Duurzaamheid	Proeven nat/droog conform Bijlage D
Proefstukken, 12-15 stuks	Duurzaamheid	Proeven vorst/dooi conform Bijlage E
Totaal 33-36 stuks		

### 6.1.9 Onderzoek gereed product in het werk

Op basis van de resultaten van paragraaf 6.1.8 mag de producent het product uitleveren. De productie vindt plaats conform kwaliteitshandboek.

Tijdens de productie vindt productiecontrole plaats door middel van het maken van proctors. Na 28 dagen wordt de druksterkte op deze proctors bepaald. Tevens worden in het gemaakte werk, ook na 28 dagen uitharding, minimaal 3 kern-boringen uitgevoerd. Van de verkregen kernen wordt de druksterkte bepaald. De druksterkte moet vergelijkbaar zijn met de druksterkte verkregen uit de productiecontrole. Dit wordt vastgelegd in een rapport en maakt deel uit van het toelatingsonderzoek.

## 6.2. Verbreden bandbreedte van een receptuur

Een producent kan de bandbreedte van een receptuur vergroten. Dit kan zowel de fysische en/of chemische bandbreedte zijn. De producent heeft om tot een receptuur te komen een vooronderzoek uitgevoerd. Hiermee zijn de bandbreedten van het receptuur onderbouwd. Om de bandbreedte te verbreden dient dan aanvullend vooronderzoek te worden uitgevoerd. Door de producent wordt in een



plan van aanpak onderbouwd aangegeven welke van de paragraaf 6.1.2. genoemde elementen wel en niet worden onderzocht. Het aanvullend onderzoek mag uitgevoerd worden op laboratoriumschaal en/of praktijkschaal. Tevens bestaat de mogelijkheid dat de producent middels interpretatie op basis van zijn ervaringen en opgebouwde data de verbreding van bandbreedte kan onderbouwen. Hierbij kan gebruik gemaakt worden verkorte meetmethoden, zie paragraaf 4.4, waarbij op basis van correlatie van gegevens kan worden volstaan om het eindresultaat verantwoord en goed onderbouwd te voorspellen.

*Toelichting correlatie:*

*Stel dat een producent een acceptatiegrens heeft voor sorteerzeefzand met maximale waarde van 10.000 mg/kg.ds aan sulfaat. Deze producent minimaal 10 waarnemingen heeft met verschillende samenstellingswaarden en er een duidelijk verband is met de uitloogwaarden, waarbij deze niet uitkomen boven de 100.000 mg/m<sup>2</sup>. Deze producent zijn bandbreedte kan verhogen naar 12.000 mg/kg.ds op basis van de waarnemingen zonder dat er risico bestaat dat de uitloognorm van 165.000 mg/m<sup>2</sup> wordt overschreden. Indien er geen duidelijk verbanden aanwezig zijn kan dit alleen maar op basis van laboratoriumonderzoek.*

De onderzoeksinspanning van het gehele vooronderzoek is zodanig opgesteld dat het voldoende betrouwbare gegevens oplevert van het uiteindelijk te produceren en te leveren product.

De verkregen onderzoeksresultaten worden getoetst aan de eisen van de BRL. Op basis hiervan worden de aanvullingen in bandbreedte voor het receptuur vastgesteld en vastgelegd. Alle onderzoeksgegevens met toetsingen en conclusies worden in een rapport vastgelegd en aan het dossier vooronderzoek gevoegd.

Na positieve beoordeling van de CI mag de producent aanpassingen doorvoeren conform paragraaf 6.1.3.

### **6.3. Nieuwe receptuur**

Een erkend en gecertificeerd producent kan na verloop van tijd nieuwe producten (recepturen) toevoegen. Hiervoor dient het vooronderzoek uitgevoerd te worden conform paragraaf 6.1.1 tot en met 6.1.3.

Vervolgens worden door de producent minimaal voor twee projecten het nieuwe product geproduceerd en geleverd. Van beide producties wordt van het product een partijkeuring uitgevoerd door een erkende monsternemer, conform BRL SIKB 1000, Protocol 1003. De analyses, beproevingen en toetsingen worden uitgevoerd conform par. 6.1.8.

Indien de milieuhygiënische eisen vallen binnen de bandbreedte van het reeds gecertificeerde product, kunnen de data worden toegevoegd en wordt hiermee een nieuwe *k*-waarde berekend.

### **6.4. Toelichting op keuring van gereed product**

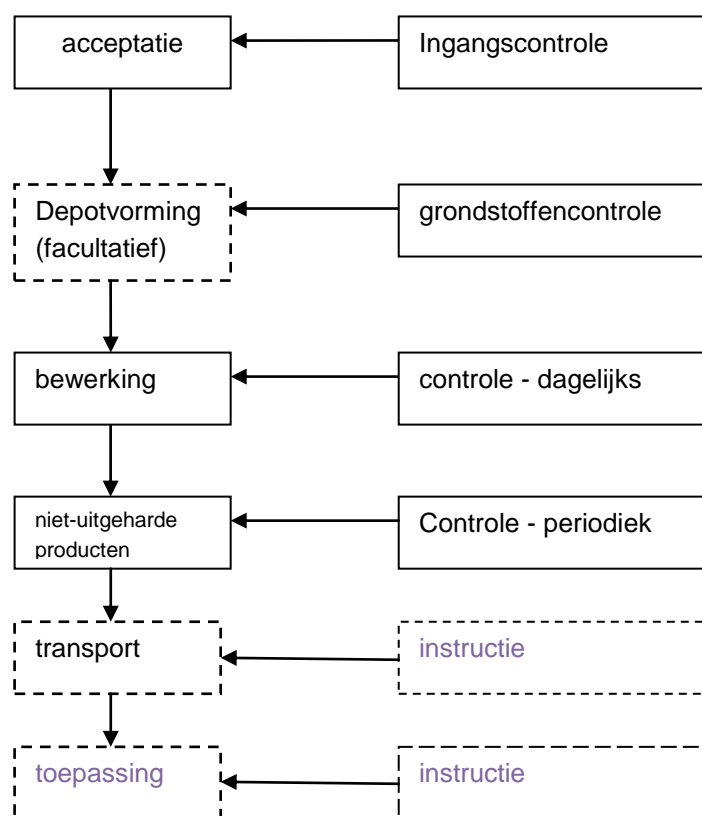
*De producent dient vanaf het moment dat hij gecertificeerd is aan de geven hoe de keuring op het gereede product zal verlopen (partijkeuringsregime of steekproefregime). Op dat moment is er een gerechtvaardigd vertrouwen dat de producent voldoende kennis en ervaring heeft om een product te maken, dat bij voortdurende voldoet aan de in het NL BSB®-productcertificaat vastgelegde productspecificaties. De eerste 3 partijen worden in ieder geval nog gekeurd met een partijkeuring*

volgens BRL SIKB 1000 protocol 1003. Dit zijn partijkeuringen van het product zoals dit uit de menginstallatie komt. Elke partij dient in duplo getoetst te worden op het volledige pakket conform bijlage A en B.

Na vijf partijkeuringen kan een producent besluiten over te gaan op een steekproefregime. De periodieke procesanalyses worden uitgevoerd conform het opgestelde keuringsplan.

## 6.5. Productiecontrole

De productiecontrole omvat het gehele traject van de ingangscategorie (acceptatie van de grondstoffen) tot de controle van het geleverde product en de verwerkingsinstructie aan de toepasser ten aanzien van het transport en het in het werk toepassen. De productiecontrole omvat de dagelijkse procescontrole en de periodieke productcontrole. In het onderstaande schema is het proces weergegeven, dit schema wordt in de volgende paragrafen nader uitgewerkt.



Tijdens de productie worden voldoende proefstukken gemaakt voor uitvoering van het milieuhygiënisch onderzoek en het civieltechnisch onderzoek. Deze gegevens dienen ter verificatie van het receptuur inclusief de bandbreedtes.

De producent dient elk project vooraf aan de certificatie-instelling te melden. Hierbij worden de projectnaam, de productielocatie, de verwerkingslocatie, te produceren hoeveelheid en de periode van uitvoering genoemd.

## 6.5.1 Ingangscontrole

Voor de ingangscontrole wordt onderscheid gemaakt in grond/baggerspecie en minerale reststoffen.

### 6.5.1.1 Acceptatie van grond en baggerspecie

De te accepteren grond en baggerspecie dienen te voldoen aan de betreffende eisen van de beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 7500, protocol 7510. De criteria uit dit protocol gelden voor de acceptatie van grond en van baggerspecie. De toetsing vindt plaats op basis van het standaard stoffenpakket. Indien uit de voorinformatie blijkt dat ook andere stoffen (buiten het standaard stoffenpakket) kritisch kunnen zijn voor de milieuhygiënische beoordeling, dienen deze stoffen eveneens te worden geanalyseerd en getoetst aan de hand van de Besluit bodemkwaliteit en de Regeling bodemkwaliteit.

### 6.5.1.2 Acceptatie van overige minerale reststoffen

Voor overige minerale reststoffen geldt dat ze regelmatig en/of projectmatig worden aangevoerd. Dit kan variëren van monostromen die continue vrijkomen, zoals sorteerzeefzand tot batch partijen van één afvalstof van één ontdoener. De aanvoer kan ook bestaan uit een naar aard en oorsprong gelijke afvalstof die op meerdere locaties vrijkomt zoals bijvoorbeeld snijzand van verschillende ontdoeners. Een minerale reststof wordt gekarakteriseerd door de euralcode en proces.

Het proces waarbij deze minerale reststoffen stoffen vrijkomen moet bekend zijn. Op basis hiervan wordt beoordeeld op andere stoffen dan opgenomen zijn in bijlage A en B, met kritische gehalten of uitloging te verwachten zijn. In dit geval dienen de beschikbare analysegegevens ook deze parameters te bevatten. De chemische analyse gegevens dienen afkomstig te zijn van representatieve onderzoeken.

*Opmerking: onder 'andere stoffen met kritische gehalten of uitloging' worden stoffen verstaan waarvoor in het Bbk geen toetswaarden zijn opgenomen, maar waarvoor, gezien het (mogelijke) niveau, aanleiding is om te controleren en te evalueren of het niveau schadelijk is en/of strijdig met algemene eisen m.b.t. die stof (zorgplicht.)*

Alle minerale reststoffen worden conform de acceptatie voorwaarden van de producent gekeurd. De keuringsfrequentie wordt door de producent bepaald. Minerale reststoffen die een risico vormen dat de bandbreedte van het vooronderzoek wordt overschreden, worden frequenter gekeurd dan minerale reststoffen die geen risico vormen. Elke partij minerale reststof wordt minimaal éénmaal per jaar gekeurd.

Alle minerale reststoffen worden per partij gekeurd. Partijen minerale reststoffen mogen ook gezamenlijk gekeurd worden, mits deze naar aard (milieuhygiënisch) en herkomst vergelijkbaar zijn. Dit dient altijd door analyses te worden onderbouwd, ook moet de vergunning van de verwerkingslocatie dit toestaan.

*Toelichting:*

*Straalgrit afkomstig van blank staal stralen voorafgaand aan de conservering van dit staal, heeft alle een zelfde samenstelling. Deze komt op veel verschillende projectlocaties vrij. Deze reststof is dus naar aard en herkomst vergelijkbaar.*

Alleen niet-gevaarlijke minerale reststoffen worden geaccepteerd. In de acceptatieprocedure dient te zijn opgenomen hoe de minerale reststoffen worden getoetst aan de Eural (Regeling gevaarlijke afvalstoffen).

Teerhoudend asfaltgranulaat (conform LAP) mag niet worden geaccepteerd als minerale reststof voor immobilisatie.

Bij acceptatie van minerale reststoffen gelden de maximale samenstellingswaarden zoals deze zijn opgenomen in tabel 2.

Tabel 2. Acceptatiegrenswaarden voor minerale reststoffen

Parameter	maximumwaarde
	(mg/kg ds.)
Asbest	100 <sup>1</sup> of visueel n.a.
Minerale olie	1.500
som-PAK	150 (2)
Benzeen	3
Tolueen	3
Ethylbenzeen	3
Xylenen (som)	3
Fenol	3
Som- PCB's (som 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180)	0,6
Kwik	4.8

- 1: Zijnde het gehalte de concentratie serpentijnasbest plus tienmaal het gehalte amfiboolasbest.
2. PAK: Tussen het Ministerie I&M en de immobilisatiebranche, vertegenwoordigd door de NVPG, vindt overleg plaats over de uiteindelijke PAK-norm voor acceptatie van minerale reststoffen m.u.v. teerhoudend asfaltgranulaat. Het resultaat van dit overleg zal worden gepubliceerd en gevolgd.

### 6.5.2 Grondstoffencontrole bij opslag/depotvorming

De ontvangen verontreinigde grond/baggerspecie en overige minerale reststoffen kunnen, na acceptatie en/of controle van de acceptatiecriteria, direct worden toegepast, worden opgeslagen in aparte opslagvakken of worden toegevoegd aan een bestaand depot om later te worden verwerkt. De producent moet aangeven welke criteria gelden voor de indeling van de depots ten aanzien van relevante eigenschappen: gehalte organische stof, vochtgehalte en korrelopbouw. De criteria van de BRL SIKB 7500, protocol 7510 zijn daarnaast van toepassing voor de overslag en opslag van grond en baggerspecie.

### 6.5.3 Dagelijkse proces- en productcontroles

Hieronder worden de dagelijkse proces- en productcontroles nader beschreven. Tevens is de in deze paragraaf de vrijgave van het product opgenomen.

### 6.5.3.1 Dagelijkse procescontrole

De procescontroles omvatten minimaal:

- De hoeveelheidsregistratie van de grondstoffen (dosering).
- Het vaststellen van het vochtgehalte.
- Het vaststellen van de proctordichtheid.
- Het registreren van de buitentemperatuur.
- Het vaststellen van de mengtijd (bij een batchmenger).
- Het vaststellen van de doorzet (bij een continue menger).

De procescontroles dienen zo vaak te worden verricht dat aantoonbaar is dat de gehele dagproductie voldoet aan de vastgestelde receptuur (met inachtnaam van de vastgestelde tolerantie in samenstelling). De producent dient de resultaten van de procescontrole vast te leggen.

Bij veranderde procesomstandigheden (bijvoorbeeld temperatuur, vochtigheid) dient de producent indien nodig de procesparameters aan te passen, zodat de kwaliteit van het product gelijk blijft.

De monsters ten behoeve van de dagelijkse procescontrole kunnen door de producent zelf worden genomen.

### 6.5.3.2 Dagelijkse productcontrole

De productcontroles omvatten minimaal:

- Bepaling van de druksterkte.
- Bepaling van de proctordichtheid.

Ten behoeve van een vroegtijdig inzicht in het potentiële niveau van de druksterkte kan naast een ouderdom van 28 dagen tevens op een jongere leeftijd (bijvoorbeeld 2/7 dagen) de druksterkte conform paragraaf 4.6 worden bepaald.

Bij de beoordeling van de omstandigheden moet de producent ook aantoonbaar rekening houden met de invloed van het transport van het mengsel naar de projectlocatie, bijvoorbeeld door de uitdroging te verdisconteren die optreedt bij transport onder droge omstandigheden van de productielocatie naar de projectlocatie. De druksterkte bij de productie wordt dan bepaald bij een vochtgehalte dat afwijkt van het vochtgehalte in het werk. Het mengsel, respectievelijk het daaruit vervaardigde monster van het product voldoet dan mogelijk niet direct na de menger, maar wel in het werk. De producent moet dit aantonen door een aanvullende productcontrole van monsters, die op de projectlocatie tijdens de verwerking zijn genomen.

De bepaling van de druksterkte vindt plaats op proefstukken. Elke productiedag wordt ongeacht de productie hoeveelheid, minimaal drie proefstukken vervaardigd gespreid over de productie voor de bepaling van de druksterkte op 28 dagen. Hiertoe wordt één greep uit de productiestroom genomen. Indien ook voor afwijkende leeftijd proefstukken gemaakt worden mag dit met het monstermateriaal uit dezelfde greep gebeuren. De proefstukken worden gemaakt aansluitend aan de monsternamen.

De proefstukken worden luchtdicht verpakt en voorzien van een éénduidige codering. Vervolgens worden de proefstukken opgeslagen voor uitharding. Opslag onder water is niet toegestaan.

De druksterkte dient tenminste te voldoen aan de 1,5 Mpa bij proctors (cilindrische proefstukken) en 1,6 Mpa bij kubusvormige proefstukken.

### 6.5.3.3 Vrijgave product

De vrijgave van het product door de producent vindt plaats, voor product dat binnen de vastgestelde procesparameters is geproduceerd. Indien door storingen product wordt geproduceerd buiten de vastgestelde procesparameters wordt dit niet uitgeleverd. Deze afwijking wordt vastgelegd. De producent wijst binnen zijn organisatie de personen aan die verantwoordelijk zijn voor de vrijgave van het product.

## 6.6. Periodieke productie controle

De periodiek productiecontrole bestaat uit de volgende elementen:

- Bepaling samenstelling, uitloging en massaverlies.
- Bepaling van de duurzaamheidseigenschappen, zijnde gedrag nat-/droog en vorst-/dooi bestandheid.
- Druksterkte.

De frequentie van de bepalingen is vastgelegd in het keuringsplan conform 5.9.3. Voor de bepaling van samenstelling, uitloging/ en massaverlies, kan gebruik gemaakt worden van een partijkeuringsregime of steekproefregime.

Na vijf partijkeuringen kan een producent besluiten over te gaan op een steekproefregime.

### 6.6.1 Periodieke productie controle algemeen

In deze paragraaf wordt eerst ingegaan op de algemene zaken die zowel bij partijkeuring- als steekproefregime aanbod komen.

Alle activiteiten die met monsterneming samenhangen (voorbereidingen, monsterneming, monster-voorbehandeling, verpakking, transport en opslag) dienen in procedures te worden omschreven, conform de BRL SIKB 1000 en AP04.

#### 6.6.1.1 Monstername uit de productstroom

De kwaliteit van het geproduceerde en geleverde product wordt geborgd door tijdens de productie van het immobilisaat, op gestratificeerd aselekt gelote tijdstippen monsters te nemen van het niet-uitgeharde product en op te werken tot proefstukken

Bij partij keuringsregime moet de monstername uit de productiestroom worden uitgevoerd door een daartoe erkende onafhankelijke instelling (BRL SIKB 1000, protocol 1003, onderdeel verse mengsels).

Bij steekproefregime moet de monstername ten minste 1 op de 5 partijen uit de productiestroom worden uitgevoerd door een daartoe erkende monsternemer (BRL SIKB 1000, protocol 1003, onderdeel verse mengsels).

Voor de monstername bij steekproefregime van de overige partijen dient door de producent SIKB protocol 1003 partijkeuringen van vormgegeven bouwstoffen als uitgangspunt te worden gehanteerd (onderdeel monsterneming van verse mengsels).

### 6.6.1.2 Grepen en proefstukken

Het tijdstip van monsternamen is voor het partij- als steekproefregimé vastgelegd in het keuringsplan (.

Zowel cilinders als kubussen zijn proefstukken.

De proefstukken voor de periodieke productiecontrole worden per stuk vervaardigd uit één greep uit de productstroom. Afhankelijk van het uit te voeren onderzoek kunnen verschillende proefstukken worden samengevoegd.

De verpakking en opslag van proefstukken dienen te voldoen aan BRL SIKB protocol 1003. In afwijking van de hierin aangehaalde NVN 7311 dienen de proefstukken gedurende de verhardingsperiode worden opgeslagen in een afgesloten luchtdichte plastic zak, voorzien van een éénduidige codering.

Het vervaardigen en conditionering van de proefstukken geschied op een zodanige wijze dat deze niet van invloed is op de samenstelling en uitloging van product.

Bepaling van de emissie, massaverlies, druksterkte, nat-droogbestandheid en vorst-dooibestandheid

Voor vroegtijdig inzicht in de potentiële druksterkte kan aanvullend een jongere leeftijd van het proefstuk worden gekozen. Opslag onder water is niet toegestaan. De monstervoorbehandeling dient verder te voldoen aan NVN 7313 en AP04, het onderdeel monster-voorbehandeling (AP04-V).

De kwaliteitsborging van het product heeft betrekking op de milieuhygiënische samenstelling/uitloging en de civieltechnische eigenschappen.

### 6.6.1.3 Aantallen proefstukken

In het keuringsplan(monsterplan) is opgenomen op welk tijdstip er proefstukken gemaakt worden voor de verschillende te bepalen eigenschappen van het product.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van het aantal benodigde proefstukken voor de uitvoering van de periodieke productiecontrole.

Tabel 3 . Aantal benodigde proefstukken per te onderzoeken eigenschap

te bepalen eigenschap	aantal proefstukken per monster
samenstelling	restanten proefstukken druksterkte <sup>1)</sup>
	≥ 3
emissie	≥ 3
massaverlies	proefstukken emissie ≥ 3
nat/droog	≥ 3
vorst/dooi	≥ 12

Minimaal één bepaling per jaar

Indien de proefstukken worden aangewend voor AP04 partij keuring dienen voor de samenstelling en de emissie de proefstukken in duplo beproefd te worden.

De monsteroverdracht aan het laboratorium dient te voldoen aan NEN 5861.

#### 6.6.1.4 Rapportage monsterneming

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

- datum,
- tijdstip,
- monsternemer,
- locatie van monsterneming,
- greep- en/of monstercodering(en),
- verpakking en opslag
- eventuele opmerkingen.

#### 6.6.1.5 Aantallen uit te voeren bepalingen

In het keuringsplan wordt door de producent het minimaal aantal uit te voeren bepalingen vastgelegd. Het aantal is afhankelijk van het keuringsregime, productievolume en resultaat. Hieronder wordt aangegeven wat het minimaal aantal bepalingen is.

Voor de bepaling van samenstelling, uitloging/diffusie en massaverlies bij partijkeuringsregime per partij; minimaal twee stuks. Bij steekproefregime minimaal één stuk voor de partij waarop de bepaling volgens k-waarde moet worden uitgevoerd.

Voor de bepaling van de duurzaamheids eigenschappen, zijnde gedrag nat-/droog en vorst-/dooi bestandheid minimaal één keer per jaar per product.

Indien niet voldaan wordt aan de eisen voor massaverlies, nat/droog, vorstdooi dient de producent de volgende stappen te ondernemen:

- Nagaan of dit afwijkend meetresultaat verklaarbaar is
- Nagaan wat dit voor consequenties heeft voor afnemer
- Eventueel de proef herhalen met proefstukken die zijn overgebleven tijdens de productiecontroles of met proefstukken verkregen uit het werk.
- Indien de resultaten van deze herhaling niet voldoen of de producent niet meer kan beschikken over proefstukken, is de producent gehouden om de volgende drie partijen de bepaling te laten uitvoeren. Indien deze voldoen kan de producent terug naar éénmaal per jaar. Indien deze niet voldoen kan het product niet onder certificaat worden geleverd.

#### 6.6.1.6 Milieuhygiënische samenstelling

Het chemisch analytisch samenstellingsonderzoek, inclusief de voorbehandeling van de proefstukken, dient te worden verricht door een laboratorium, dat is erkend in het kader van het Besluit bodemkwaliteit (AP04 accreditatie voor de betreffende verrichting). Het samenstellingsonderzoek richt zich op het vaststellen van de concentraties van de organische verbindingen voor niet-vormgegeven en/of vormgegeven bouwstoffen (zie bijlage A). Indien op basis van voorinformatie ook andere kritische organische verbindingen in de grondstoffen aanwezig zijn dient het samenstellingsonderzoek te worden uitgebreid met de betreffende kritische verbindingen. De analyseresultaten dienen getoetst te worden aan de maximale samenstellingswaarde zoals is opgenomen in bijlage A van de Regeling bodemkwaliteit.

#### 6.6.1.7 Emissie

De diffusieproeven dienen te worden verricht door een laboratorium, dat is erkend in het kader van het Besluit bodemkwaliteit (AP04 accreditatie voor de betreffende verrichting).. Het emissieonderzoek



richt zich op het vaststellen van de uitloging van een vijftiental zware metalen en vier anionen (zie Bijlage B). Indien op basis van voorinformatie ook andere uitloogkritische parameters in de grondstoffen aanwezig zijn dient het onderzoek te worden uitgebreid met de betreffende uitloogkritische parameters. De analyseresultaten dienen getoetst te worden aan de maximale emissiewaarden zoals is opgenomen in bijlage A van de Regeling bodemkwaliteit.

#### 6.6.1.8 Duurzame vormvastheid

De duurzame vormvastheid van het product wordt bepaald door:

- vaststelling van de hoeveelheid massaverlies van de proefstukken bij de diffusieproef (64 dagen). Voor duurzame vormvastheid dient het massaverlies bij de toepassing als gebonden fundering kleiner te zijn dan 200 g/m<sup>2</sup>. In overige toepassingen dient het massaverlies kleiner te zijn dan 30 g/m<sup>2</sup>;
- vaststelling van nat-droogbestandheid;
- vaststelling vorst-dooibestandheid.

#### 6.6.2. Periodieke productie controle partijkeuringregime

In deze paragraaf wordt ingegaan op het partijkeuringsregime

Bij de definitie van de partijgrootte voor samenstelling en emissie wordt onderscheid gemaakt tussen vaste productielocaties en projectlocaties. De grootte van een partij kan variëren en is in het algemeen afhankelijk van een projectomvang.

Voor projectlocaties wordt één project tenminste als één partij beschouwd. Bij grote projecten van meer dan 25.000 ton product dient een onderverdeling plaats te vinden in deelpartijen van maximaal 25.000 ton.

Voor vaste productielocaties wordt een partij gedefinieerd in een tijdseenheid en hoeveelheid. Vanuit deze partij mag naar diverse projecten geleverd worden. De partijgrootte bedraagt maximaal 10.000 ton.

#### 6.6.3. Periodieke productie controle steekproefregime

##### 6.6.3.1 Afbakening partijen product

In het keuringsplan wordt door de producent voor elk product een geschatte jaar productie opgenomen. Voor de bepaling van de samenstelling en emissie mag de te definiëren partijgrootte maximaal 10 % van de jaarproductie van dat product met die receptuur uur bedragen. Het aantal toetsingen per jaar is afhankelijk van de k-waarde.

Onder het steekproefregime voor samenstelling en emissie worden opeenvolgende analyseresultaten gebruikt voor het vaststellen van de onderzoeksfrequentie (zie bijlage C).

##### 6.6.3.2 Kwaliteitscontrole geleverd product middels steekproefregime

De k-waardensystematiek is afkomstig uit het Besluit bodemkwaliteit en is uitgebreid beschreven in de Handleiding certificering Besluit bodemkwaliteit. Het gebruik van het steekproef-regime voor meerdere recepturen mag worden gecombineerd, mits in het toelatingsonderzoek per receptuur wordt vastgesteld, dat de kwaliteit van de recepturen vergelijkbaar is. Dit betekent, dat de k-waarden in

dezelfde klasse vallen. In bijlage C is een volledige beschrijving opgenomen voor de methode van uitvoering, de berekening van de keuringsfrequenties en de toetsingen van de meetwaarden.

## **6.7. Transport en toepassing**

De cementgebonden minerale reststof krijgt pas in zijn toepassing de gewenste producteigenschappen. Bij toepassing van een minerale reststof als gebonden fundering onder wegen, parkeerterreinen en bedrijfslocaties onder een verhardingslaag en als constructief vormgegeven ophoog materiaal wordt het niet-uitgeharde immobilisaat uit de menger getransporteerd naar de toepassingslocatie en daar in het werk gebracht.

De producent dient zorg te dragen voor een duidelijke verwerkingsinstructie aan de toepasser aangaande het transport en het in het werk brengen van de cementgebonden minerale reststof. Hiertoe gebruikt hij de verwerkingsinstructie, zoals aangegeven in 5.8

Bij voorkeur zal de producent zelf de toepassing van het immobilisaat in het werk en de uitharding begeleiden. De producent dient te beschikken over deskundigheid ten aanzien van de toepassing van het immobilisaat in het werk.

## 7. CONTROLE DOOR DE CERTIFICATIE-INSTELLING

### 7.1. Verlening, gebruik en geldigheidsduur van de NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat

#### 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 de NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat.

#### 7.1.2. Verlening van de NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat

Het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat 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 1 of meerdere onderdelen niet in positieve zin is afgerond en de certificatie-instelling op grond van de onderzoeksresultaten niet tot afgifte van de NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat is overgegaan, bestaat de mogelijkheid de procedure ter verkrijging van het betreffende NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat opnieuw te doorlopen. Het opnieuw doorlopen van het toelatingsonderzoek is slechts éénmaal mogelijk voor hetzelfde product (receptuur).

Certificaten dienen per bedrijf te worden afgegeven onder vermelding van de vestigingslocatie.

Het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat dient conform het model van Stichting Bouwkwiteit te worden opgesteld.

De hoofdbestanddelen van het gespecificeerde mengsel minerale reststoffen, dat voor minimaal 80 % in het product aanwezig is, dient op het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat te worden vermeld.

#### 7.1.3. Erkenning van het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat

Na afgifte van het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat wordt dit door de certificatie-instelling ter registratie aangemeld bij Stichting Bouwkwiteit (SBK). De certificaathouder dient zelf de NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat en uittreksel uit het register van de Kamer van Koophandel aan Rijkswaterstaat Leefomgeving te sturen. Dit is nodig voor de erkenning. De erkenning van de NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat wordt bekend gemaakt middels een publicatie op de website van Rijkswaterstaat Leefomgeving.

#### 7.1.4. Geldigheidsduur van het certificaat

Het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat is in principe geldig voor onbepaalde tijd. Periodiek wordt door de certificatie-instelling vastgesteld of het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat kan worden voortgezet. In het geval de productie van een product (receptuur) van de cementgebonden minerale reststoffen (tijdelijk) is gestopt, zal bij een onderbreking van langer dan 1 jaar het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat worden opgeschort. Bij heraanvang van de productie zal door middel van een extra periodieke beoordeling (op de vestigingslocatie en op de productielocatie tijdens de productie) worden nagegaan

of het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat kan worden behouden. Bij een onderbreking van langer dan 3 jaar (inclusief de opschortingsperiode) komt het NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat te vervallen.

## 7.2. Toelatingsonderzoek

### 7.2.1. Beoordeling van het kwaliteitssysteem en het vooronderzoek.

De certificatie-instelling beoordeelt de documentatie en de doeltreffendheid en juiste toepassing van het kwaliteitssysteem op de vestigingslocatie. De certificatie-instelling verifieert of het kwaliteitssysteem voldoet aan de in hoofdstuk 5 gestelde eisen. De tijdsbesteding voor dit toelatingsonderzoek bedraagt minimaal 2 auditdagen. Indien de organisatie gecertificeerd en erkend is voor de BRL SIKB 7500 en voor de NEN-EN-ISO 9001 met het techniekgebied immobilisatie, kan er een tijdsreductie van 0,5 dag worden toegepast. In deze tijdsbesteding is rekening gehouden met één product (receptuur). Voor ieder volgend product (receptuur) bedraagt de aanvullende tijdsbesteding 1 auditdag. 1 Auditdag bestaat uit 8 uur.

Bij toevoeging van een extra productielocatie (vaste inrichting) aan een bestaand NL BSB<sup>®</sup>-productcertificaat voert de certificerende instelling een toelatingsonderzoek van minimaal een auditdag uit ten behoeve van deze extra productielocatie. De van toepassing zijnde onderdelen worden op de productielocatie beoordeeld.

### 7.2.2. Beoordeling van de praktijkproef en de monsterneming

De certificatie-instelling beoordeelt op locatie van de producent de praktijkproef volgens 6.1.4. De certificatie-instelling is bij deze praktijkproef aanwezig en beoordeelt de beheersing van het mengproces op praktijkschaal. Tevens beoordeelt de CI de procescontrole op de in paragraaf 6.5.3.1 genoemde punten. De CI beoordeelt tens de dagelijkse productcontrole op de in paragraaf 6.5.3.2 genoemde punten.

### 7.2.3. Beoordeling van de productpartijen uit gesloten depots

#### 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 ten minste 2 verschillende productiepartijen die in een bepaalde periode zijn geproduceerd uit gesloten depots.

Partijen worden gedefinieerd als aangegeven in paragraaf 6.6.2.1. De producent dient te onderbouwen dat zowel de onderzochte partijen als de productieperiode representatief zijn voor de productie van de immobilisaten. Het is niet toegestaan een partij meer dan 1 maal te onderzoeken.

De certificatie-instelling beoordeelt de resultaten van de ekuring van de grondstoffen van de gesloten depots conform 6.1.7 (minimaal 0,5 auditdag).

#### 7.2.3.2. Beoordeling van het product

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

De certificatie-instelling onderzoekt of de specificaties van ieder product in overeenstemming zijn met hoofdstuk 3. Hiertoe beoordeelt de certificatie-instelling de kwaliteit van ten minste 2 verschillende partijen die in een bepaalde periode zijn geproduceerd. Partijen worden gedefinieerd als aangegeven in paragraaf 6.6.2.1 De producent dient te onderbouwen dat zowel de onderzochte partijen als de productieperiode representatief zijn voor de productie van de cementgebonden immobilisaten.

Het is niet toegestaan een partij meer dan 1 maal te onderzoeken.

De certificatie-instelling beoordeelt de resultaten van partijkeuringen van de beide partijen uit gesloten depots op het voldoen aan de producteisen uit hoofdstuk 3. De certificatie-instelling stelt op locatie vast of voldaan wordt aan alle dagelijkse proces- en productcontroles (minimaal 2x 0,5 auditdag)

#### 7.2.3.3. Kwaliteit van het uitgeharde product in situ

De partijen immobilisaat die in het toelatingsonderzoek geproduceerd worden moeten partijen zijn die ook werkelijk in een werk aangebracht worden. De certificatie-instelling beoordeelt de toepasbaarheid van de verwerkingsinstructie die door de producent is opgesteld (zie paragraaf 5.8).

Hierbij worden door de producent per partij minimaal 3 geboorde cilinders uit het werk genomen om te beoordelen of de beoogde druksterkte in het werk (minimaal 1,5 MPa) gehaald wordt.

De certificatie-instelling beoordeelt de totale resultaten van de beide partijen uit gesloten depots (massabalans van het project, voldoen aan de bandbreedte van de receptuur, minimaal 0,5 auditdag).

#### 7.2.3.4. Toelatingsonderzoek nieuwe receptuur

Bij een nieuwe receptuur beoordeelt de certificatie-instelling het vooronderzoek dat de producent heeft uitgevoerd (minimaal 0,5 auditdag). Tevens beoordeelt de certificatie-instelling de resultaten van de beide partijkeuringen die de producent heeft laten uitvoeren conform paragraaf 6.3 (twee keer minimaal 0,5 auditdag).

#### 7.2.3.5. Receptuuruitbreidingsonderzoek

Bij een uitbreiding van de bandbreedte van de receptuur die al is gecertificeerd, beoordeelt de certificatie-instelling de resultaten van het vooronderzoek dat de producent heeft uitgevoerd conform paragraaf 6.2 (minimaal 0,5 auditdag).

## 7.3. Periodieke beoordeling

### 7.3.1. Algemeen

De certificatie-instelling voert periodieke beoordelingen uit om vast te stellen of het immobilisaat bij voortdurend blijft voldoen aan de eisen in deze beoordelingsrichtlijn. 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.

Na verlening van het certificaat wordt door de certificatie-instelling een beoordelingsprogramma uitgevoerd dat bestaat uit:

-het 1 maal per jaar gedurende minimaal 1 mensdag beoordelen van de doeltreffendheid en juiste toepassing van het kwaliteitssysteem op de vestigingslocatie. Indien het bedrijf reeds gecertificeerd is

overeenkomstig NEN-EN-ISO 9001 door een daartoe door de Raad van Accreditatie erkende instantie en erkend en gecertificeerd is voor de BRL SIKB 7500 met techniekgebied immobilisatie dan kan er een reductie van 0,5 auditdag worden toegepast en dient bij de vaststelling van het beoordelingsprogramma en beoordelingstijd hiermee rekening gehouden te worden ("single assessment" principe); de beoordelingsfrequentie blijft 1 maal per jaar.

-het per jaar gedurende minimaal een halve auditdag per product beoordelen van de resultaten van de productiecontroles en de daaraan verbonden conclusies.

Alle geproduceerde recepturen dienen jaarlijks te worden beoordeeld.

Het aantal productiecontroles per kalenderjaar van minimaal 0,5 auditdag worden conform onderstaand schema uitgevoerd. Deze tabel geldt per product (receptuur)

Aantal controles*	Productie hoeveelheid van	Productie hoeveelheid tot
2	1	20.000
2+1	20.000	50.000
2+1+1	50.000	100.000
2+1+1+1	100.000	200.000
2+1+1+1+1	200.000	400.000
2+1+1+1+1+1	> 400.000	-

*\*Toelichting: indien er 123.000 ton wordt geproduceerd dan vinden er 5 (2+1+1+1) controles plaats*

Met de bovenstaande tabel wordt geen onderscheid gemaakt tussen vaste productielocaties en/of tijdelijke productie locaties.

De certificaathouder verstrekt aan de certificatie-instelling in januari van elk jaar zijn beoogde productie per receptuur.

Ten minste 1 maal per jaar worden de resultaten van de productiecontrole geverifieerd 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 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.

Indien bij de productiecontrole de monsterneming en 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 desbetreffende producteigenschappen.

### 7.3.3. Onderzoek bij klachten

De kosten voor een onderzoeken naar aanleiding van gemelde klachten komen voor rekening van de certificaathouder.

#### 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..

Het onderzoek bestaat uit de keuring van ten minste één partij, waarbij 2 monsters worden onderzocht, ieder bestaande uit 6 proefstukken. Het is niet toegestaan bij deze onderzoeken gebruik te maken van verkorte meetmethoden.

Tot afkeuring van een partij wordt overgegaan als:

$$\bar{x} > 1,4 \times T$$

waarin:  $T$  = toetsingswaarde,

$\bar{x}$  = gemiddelde van de waarnemingen per partij.

#### 7.3.3.2. Massaverlies

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 massaverlies, 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 6.9 en 6.10 in acht worden genomen.

Het onderzoek bestaat uit de keuring van tenminste 1 partij, waarbij 2 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 ten minste 1 partij, waarbij minimaal drie proefstukken worden onderzocht. Bij de monsterneming moet het gestelde in paragraaf 6.9 en 6.10 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. Nat-droog bestandheid en vorst-dooibestandheid

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.

Tot goedkeuring van een partij wordt overgegaan als het resultaat aan de gestelde eis in paragraaf 3.2 voldoet.

## 7.4. Eisen te stellen aan de certificatie-instelling en certificatiepersoneel

### Certificatie-instelling

De certificatie-instelling moet voor het onderwerp van deze beoordelingsrichtlijn op basis van NEN-ENISO/IEC 17065 zijn geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie.

De certificatie-instelling moet beschikken over een reglement, of een daaraan gelijkwaardig document, waarin de algemene regels zijn vastgelegd die bij certificatie worden gehanteerd. In het bijzonder zijn dit:

- de algemene regels voor het uitvoeren van het toelatingsonderzoek, te onderscheiden naar:
  - de wijze waarop leveranciers worden geïnformeerd over de behandeling van een aanvraag;
  - de uitvoering van het onderzoek;
  - de beslissing naar aanleiding van het uitgevoerde onderzoek
- de algemene regels ten aanzien van de uitvoering van controles en de daarbij gehanteerde
- controleaspecten;
- de door de certificatie-instelling te treffen maatregelen bij tekortkomingen;
- de door de certificatie-instelling te ondernemen maatregelen bij oneigenlijk gebruik van kwaliteitsverklaringen, certificatiemerk, pictogrammen en logo's;
- de regels bij beëindiging van een certificaat;
- de mogelijkheid tot het instellen van beroep tegen beslissingen of maatregelen van de certificatie-instelling.

### Certificatiepersoneel

De kwalificatie-eisen zijn opgebouwd uit:

- kwalificatie-eisen voor het uitvoerende certificatiepersoneel van een CI die voldoen aan de in NEN-ISO/IEC 17065 gestelde eisen;
- kwalificatie-eisen voor het uitvoerende certificatiepersoneel van een CI die door het College van Deskundigen aanvullend zijn vastgesteld voor het onderwerp van deze BRL.

De competenties van het betrokken certificatiepersoneel moeten aantoonbaar zijn vastgelegd.

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

- een HBO-opleiding te hebben gevolgd op milieu-techniek of een andere HBO-opleiding in combinatie met vergelijkbare ervaring;
- een cursus te hebben gevolgd over de beoordeling van kwaliteitssystemen;
- aantoonbaar inhoudelijk bekend te zijn met het Besluit bodemkwaliteit en de Regeling bodemkwaliteit;
- aantoonbare kennis te hebben van het accreditatieprogramma AP04
- aantoonbare kennis/ervaring te bezitten op het gebied van monsterneming en bekend te zijn met de uitgangspunten bij monsterneming, zoals opgenomen in de Regeling bodemkwaliteit;
- een cursus asbestherkenning te hebben gevolgd
- deelname aan minimaal 4 inspectiebezoeken terwijl minimaal 1 inspectiebezoek zelfstandig werd uitgevoerd onder supervisie.



Het certificatie-onderzoek wordt inhoudelijk beoordeeld door de reviewer. Reviewers dienen ten minste aan de volgende eisen te voldoen:

- kennis en ervaring op het niveau van een auditor, met uitzondering van de auditervaring;
- geen betrokkenheid bij de directe uitvoering van het certificatieonderzoek van de betreffende certificaathouder.

De beslissing of een certificaat al dan niet wordt verleend of verlengd wordt genomen door de beslisser. Beslissers dienen ten minste aan de volgende eisen te voldoen:

- geen betrokkenheid bij de directe uitvoering van het certificatieonderzoek van de betreffende certificaathouder;
- door zijn organisatie bevoegd om certificatiebeslissingen te nemen.

Certificatiepersoneel moet aantoonbaar zijn gekwalificeerd door toetsing van kennis en kunde aan bovenvermelde eisen. De bevoegdheid om te kwalificeren ligt bij het Management van de certificatie-instelling.

## 8. LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN

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

NEN 7375:2004	<i>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</i>
NEN 7383:2004	<i>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.</i>
NEN-EN-ISO 9001:2008	<i>Kwaliteitsmanagementsystemen. Eisen, NEN, Delft, 1 november 2008.</i>
NEN-EN 13286-2:2004	<i>Ongebonden en hydraulisch gebonden mengsels - Deel 2: Beproevingmethoden voor de laboratoriumreferentiedichtheid en het watergehalte, proctorverdichting NEN, Delft, juli 2004.</i>
NEN-EN 13286-41:2003 en	<i>Ongebonden en hydraulisch gebonden mengsels - Deel 41: Bepaling van de druksterkte van hydraulisch gebonden mengsels, NEN, Delft, oktober 2003.</i>
NEN-EN ISO/IEC17025	<i>Algemene eisen voor de bekwaamheid van beproevings- en kalibratielaboratoria, NEN, Delft, 01-07-2005.</i>
AP04	<i>Accreditatieprogramma Besluit bodemkwaliteit AP04, Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, 05-10-2011.</i>
Eural	Europese afvalstoffenlijst, april 2002.
Handleiding certificering Besluit bodemkwaliteit	SBK, Rijswijk, 21 december 2007.
Standaard RAW Bepalingen	<i>Standaard RAW Bepalingen 2015, Stichting CROW, Ede.</i>
SIKB-protocol 2018	<i>Locatie-inspectie en monsterneming van asbest in bodem, Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, Vigerende versie.</i>
BRL SIKB 7500	Beoordelingsrichtlijn Bewerken van verontreinigde grond en baggerspecie, Vigerende versie
SIKB-protocol 7510	Procesmatige ex situ reiniging en immobilisatie van grond en baggerspecie, Vigerende versie
BRL SIKB 1000	Monsterneming voor partijkeuring, Vigerende versie
SIKB-protocol 1003	Monsterneming voor partijkeuringen van vormgegeven bouwstoffen, Vigerende versie
Productenbesluit Asbest	Productenbesluit Asbest, 17 december 2004

## BIJLAGE A SAMENSTELLINGSWAARDEN

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

Tabel Maximum samenstellingswaarden van organische stoffen

Component	samenstellingswaarde (mg/kg d.s.)
benzeen	1
ethylbenzeen	1,25
tolueen	1,25
xylenen (som 3) <sup>1)</sup>	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) <sup>2)</sup>	50
PCB's (som 7) <sup>3)</sup>	0,5
minerale olie	500
asbest <sup>4)</sup>	100

<sup>1)</sup> Som van m-xyleen, p-xyleen en o-xyleen.

<sup>2)</sup> 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.

<sup>3)</sup> Som van PCB 28,52,101,118,138,153,180.

<sup>4)</sup> 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 B van de vigerende Regeling bodemkwaliteit.

Tabel 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
chrom (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

## BIJLAGE C KWALITEITSCONTROLE MIDDELS STEEKPROEF CONFORM BESLUIT BODEMKWALITEIT

### C1. Algemeen

De  $k$ -waardensystematiek is afkomstig uit het Besluit bodemkwaliteit en is uitgebreid beschreven in de Handleiding certificering Besluit bodemkwaliteit. Het gebruik van het steekproefregime voor meerdere recepturen mag worden gecombineerd, mits in het toelatingsonderzoek per receptuur wordt vastgesteld, dat de kwaliteit van de recepturen vergelijkbaar is (zie paragraaf 7.2). Dit betekent, dat de  $k$ -waarden in dezelfde klasse vallen.

### C2. Keuringsfrequentie productstromen

#### C2.1 Samenstellingswaarden en emissiewaarden

Bij het vaststellen van de keuringsfrequentie voor de componenten onder steekproefregime kan worden uitgegaan van een toetsing op variabelen of een toetsing op attributen, beide worden hieronder toegelicht. Het is toegestaan beide methoden te gebruiken. Dit geldt voor alle onderdelen van deze BRL. De productiecontrole van meerdere recepturen mag worden gecombineerd, mits in het toelatingsonderzoek per receptuur wordt vastgesteld, dat de kwaliteit van de recepturen vergelijkbaar is (zie paragraaf 7.2). Dit betekent, dat de  $k$ -waarden (zie beneden) in dezelfde klasse vallen en leiden tot dezelfde keuringsfrequentie.

#### C2.2 Toetsing op variabelen

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

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

waarin:  $T$  = toetsingswaarde,

$\bar{y}$  = 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 grootte  $k$  dient voor iedere te bepalen component te worden vastgesteld.

*Toelichting:*

*Een keuring van een partij bestaat uit de analyse van 1 of meerdere monsters. Het minimum aantal monsters per te keuren partij is gegeven in paragraaf 6.9.*

*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".*

## C2.3 Toetsing op attributen

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

## C2.4 Initiële keuringsfrequentie

### C2.4.1 Keuring op variabelen

De initiële keuringsfrequentie voor emissie en samenstelling wordt bepaald uit de resultaten van het toelatingsonderzoek en opvolgende partijkeuringen, totaal 5 partijen en 10 waarnemingen. Uit de waarnemingen wordt de grootte  $k$  berekend.

### C2.4.2 Keuring op attributen

De frequentie waarmee partijen op emissie en samenstelling worden gekeurd, wordt vastgesteld aan de hand van het aantal overschrijdingen van het toelatingsonderzoek en opvolgende partijkeuringen, totaal 5 partijen en 10 waarnemingen.

## C2.5 Frequentie steekproefregime

### C2.5.1 Keuring op variabelen milieuhygiënische componenten

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 5 jaar
$4,67 < k \leq 6,11$	$3,52 < k \leq 4,63$	1× per jaar
$2,74 < k \leq 4,67$	$2,07 < k \leq 3,52$	1 op 10 partijen, minimaal 5× per 3 jaar
$1,46 < k \leq 2,74$	$1,07 < k \leq 2,07$	1 op 4 partijen, minimaal 10× per 3 jaar
$0,69 < k \leq 1,46$	$0,44 < k \leq 1,07$	1 op 2 partijen, minimaal 5× per jaar
$k \leq 0,69$	$k \leq 0,44$	overeenkomstig het partijkeuringsregime, minimaal 10 x per jaar

$k$  = zie paragraaf 2.2 van deze bijlage

$n$  = aantal waarnemingen waarover  $k$  wordt berekend.

Bij een productiecontrole onder steekproefregime middels keuring op variabelen wordt steeds gebruik gemaakt van de laatste 5 waarnemingen of 10. 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 4 meeste recente waarnemingen van het toelatingsonderzoek wanneer de eerste waarneming bij de productiecontrole beschikbaar komt. Komt er weer een nieuwe waarneming beschikbaar (totaal dus 2*

waarnemingen uit de productiecontrole), dan gebruikt men nog maar de drie meest recente waarnemingen van het toelatingsonderzoek, etc.

## C2.5.2 Gammaregeling milieuhygiënische componenten

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

Eigenschap	$n$	$\gamma$	Frequentie
emissie bepaald met de diffusieproef	5	0,31	1× per 5 jaar
	10	0,38	1× per 5 jaar
	5	0,43	1× per jaar
	10	0,52	1× per jaar
	5	0,67	1 keuring per 10 partijen (minimaal 5× per 3 jaar)
	10	0,82	1 keuring per 10 partijen (minimaal 5× per 3 jaar)
emissie bepaald met de kolomproef en samenstelling	5	0,19	1× per 5 jaar
	10	0,26	1× per 5 jaar
	5	0,31	1× per jaar
	10	0,41	1× per jaar
	5	0,57	1 keuring per 10 partijen (minimaal 5× per 3 jaar)
	10	0,76	1 keuring per 10 partijen (minimaal 5× per 3 jaar)

In het geval dat de laatste 5 waarnemingen alle kleiner zijn dan de analytische bepalingsgrens, waarbij de analyse geheel conform AP04 is uitgevoerd, geldt eveneens een frequentie van 1× per 5 jaar. De waarde voor  $k$  hoeft in deze gevallen dan niet te worden berekend.

## C2.6 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 $\leq 1$	van 229, of van 387	1× per jaar
0 $\leq 1$	van 22, of van 38	1 op 10 partijen, minimaal 5× per 3 jaar
0 $\leq 1$	van 7, of van 12	1 op 4 partijen, minimaal 10× per 3 jaar
$\leq 1$ $\leq 3$	van 7, of van 12	1 op 2 partijen, minimaal 5× per jaar
$\geq 2$ $\geq 4$	van 7 en van 12	overeenkomstig het partijkeuringsregime, minimaal 10 x per jaar

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



### **C3. Toetsingen**

#### **C3.1 Waarschuwingsgrens bij toetsingen steekproefregime op samenstelling en emissie**

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 diffusieproef 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.*

Indien  $k \leq 0,69$  (bij 5 waarnemingen) dient voor de betreffende component te worden overgegaan van het steekproefregime op het partijkeuringsregime.

#### **C3.2 Omgaan met meetwaarden die kleiner zijn dan de bepalingsgrens**

Bij de berekening van de grootte  $k$  met formule weergegeven onder paragraaf 2.2 van deze bijlage 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.*

## BIJLAGE D BEPALING VAN NAT-/DROOGWISSELINGEN

### 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 °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  $20 \pm 2$  °C, luchtdicht verpakt in plastic folie.

De zojuist genoemde monsters dienen cilindrisch van vorm te zijn met diameter  $102 \pm 5$  mm en hoogte  $115 \pm 5$  mm of met diameter  $152 \pm 5$  mm en hoogte  $178 \pm 5$  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. Bij mengsels met een grove korrel kan de plaats van meten bepalend zijn. Bij iedere meting moet exact op dezelfde plaats worden gemeten.

#### Uitvoering van de test

Voor aanvang van de test wordt de massa van de 3 monsters gemeten ( $m_0$ ). Verder wordt van de individuele monsters met behulp van ultrasoonmeter (40kHz) de voortplantingssnelheid ( $v_0$ ) gemeten.

Vervolgens worden de 3 monsters gedurende 5 uur bij  $20 \pm 2$  °C in water ondergedompeld (natte stap). *Opmerking: in afwijking van ASTM D 559 wordt het massaverlies in elke stap niet bepaald door de metingen van de massa van de proefstukken, maar de bepaling van de massa van het afgebrokkelde en het opgeloste materiaal. Door de wisselende vochtgehalten van de proefstukken blijkt de bepaling van de massa van de proefstukken te grote variaties te geven.*

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.

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 afgebrokkelde massa ten opzichte van de vorige cyclus meer dan 5% van de massa van het proefstuk bedraagt.

N.B. Na beëindiging van een ~~natte~~ droge 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:

$$\Delta m / m = \sum(\Delta m_{p-(m_s + m_R)}) / m_0$$

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

$$\Delta v / v = (v_0 - v_6) / v_0$$

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 E. 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

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

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

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

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:

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

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

VOL. 10 - N° 58 - MATÉRIAUX ET CONSTRUCTIONS

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.

COMMISSIONS TECHNIQUES - TECHNICAL COMMITTEE

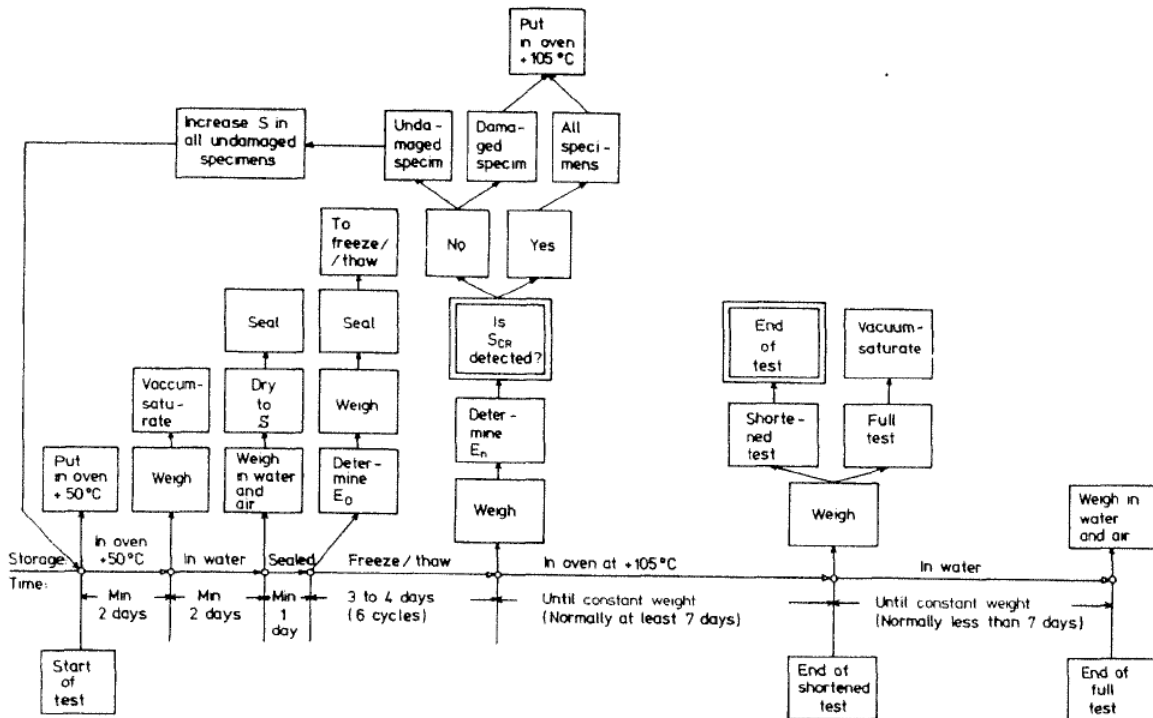


Fig. 1. — Graphical representation of an assessment of  $S_{CR}$  by method 1-multi-cycle freeze/thaw. All specimens are assumed to be tested simultaneously.

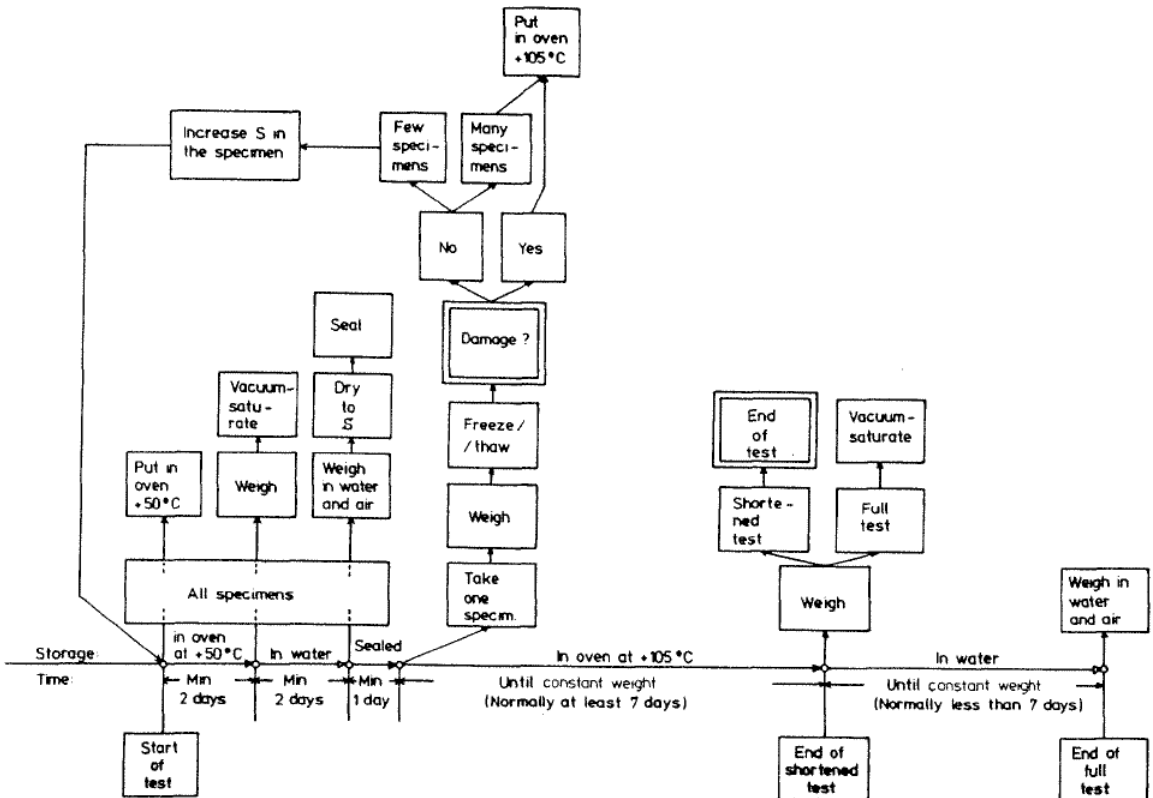


Fig. 2. — Graphical representation of an assessment of  $S_{CR}$  by method 2-single-cycle freeze/thaw. It is assumed that one specimen at a time is tested.

VOL. 10 - N° 58 - MATERIAUX ET CONSTRUCTIONS

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  $\approx 0.025$ . 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  $E_w/E_o < 0.90$  (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  $-10^\circ\text{C}$  shall be reached 5 to 6 hours and  $-20^\circ\text{C}$  8 to 9 hours from start of the cycle;
- thawing starts immediately when  $-20^\circ\text{C}$  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  $+5^\circ\text{C}$  again. Then, the air temperature must be  $+5^\circ\text{C}$  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  $+5^\circ\text{C}$  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,  $-20^\circ\text{C}$ , 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 practice. 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 ( $E_w/E_o > 0.90$ ) 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  $+105^\circ\text{C}$  in an oven with forced ventilation.

## COMMISSIONS TECHNIQUES - TECHNICAL COMMITTEES

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  $S_{CR}$ :

$$S_{CR} = \frac{U_{CR}}{(\bar{U})_0}$$

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



31-03-2009 VOL. 40 N° 58 - MATÉRIAUX ET CONSTRUCTIONS

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 sensitivity for a transgression of the  $S_{CR}$ -value is obtained by the slope of the inclined lines; i.e.  $\text{tg } \alpha$  and  $\text{tg } \beta$  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  $+50^\circ\text{C}$ , 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  $0.005 \text{ ‰}$ ;
- 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  $+105^\circ\text{C}$  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  $+105^\circ\text{C}$ . 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.

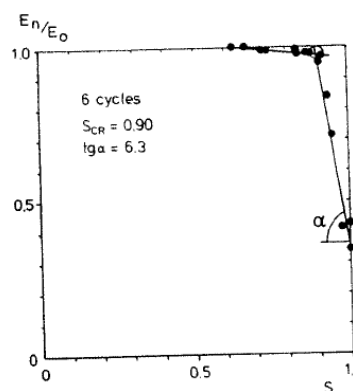


Fig. 3

### 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  $-20^\circ\text{C}$  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

COMMISSIONS TECHNIQUES - TECHNICAL COMMITTEES

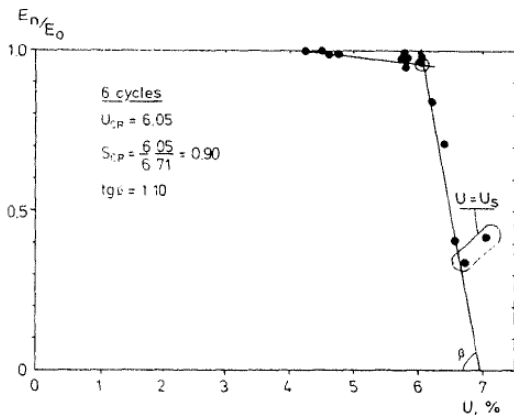


Fig. 4

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).

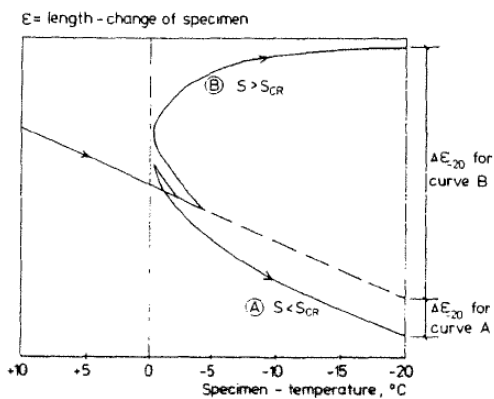


Fig. 5

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  $S_{CR}$ .

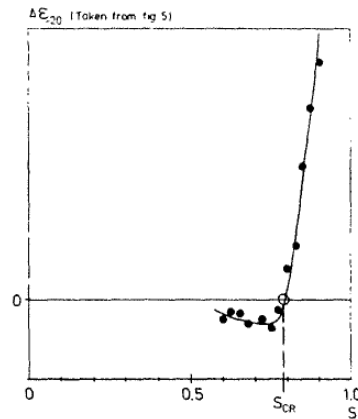


Fig. 6

- *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

VOL. 10 - N° 58 - MATÉRIAUX ET CONSTRUCTIONS

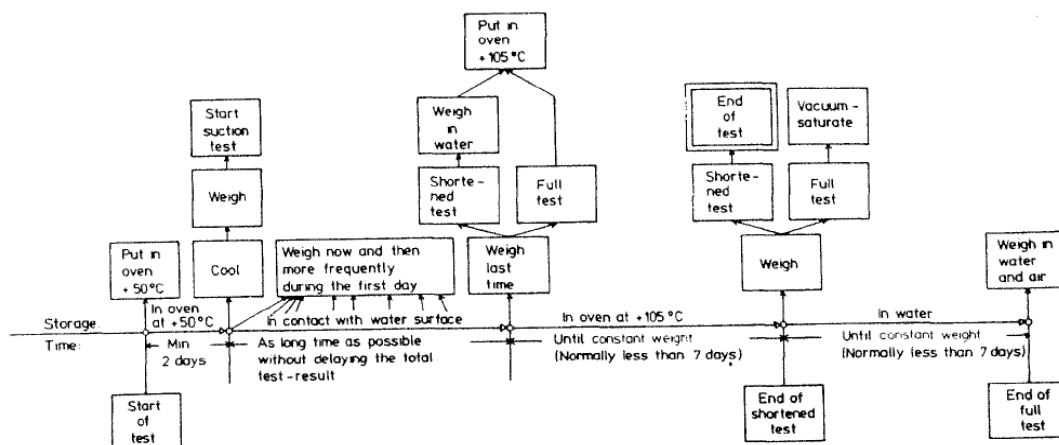


Fig. 7. – Graphical representation of a determination of  $S_{CAP}$ . All specimens are assumed to be tested simultaneously.

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  $\pm 2^\circ\text{C}$  about a mean value lying in the range of  $+18$  to  $+24^\circ\text{C}$ .

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  $+105^\circ\text{C}$ . 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  $+105^\circ\text{C}$  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)].

COMMISSIONS TECHNIQUES - TECHNICAL COMMITTEES

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:

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

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:

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

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):

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

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:

$$F = a - b \cdot \log t. \quad (8)$$

where  $a$  is a constant defined by:

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

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

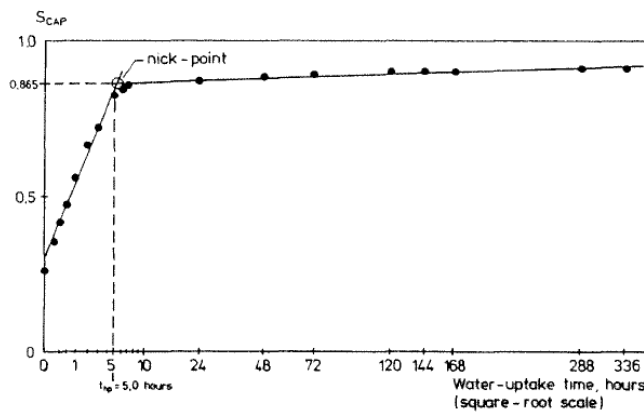


Fig. 8

VOC 10 - N° 58 - MATÉRIAUX ET CONSTRUCTIONS

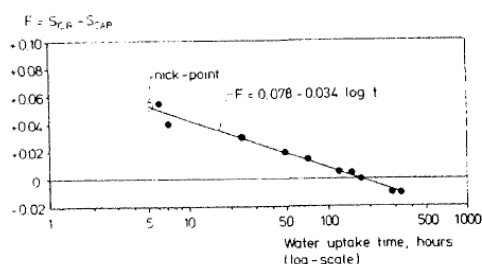


Fig. 9

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  $\text{tg } \alpha$  and  $\text{tg } \beta$  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 ( $\varnothing 100 \times 200$  mm) and 0.1 to 0.2 g for normal-sized water uptake concrete specimens ( $\varnothing 100 \times 25$  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/m<sup>2</sup> ( $\approx 1$  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 of 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/cm<sup>3</sup> 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);
- $P_{o,so}$  , approximate (open) porosity defined in equation (A.3);

COMMISSIONS TECHNIQUES - TECHNICAL COMMITTEES

- $Q$  , 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);
- $\Delta V$  , change in specimen volume caused by freeze/thaw;
- $\rho$  , 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:

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

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

$$Q_S \approx Q_{d:50} + S \cdot P_{n,50} \cdot V_0 \quad (A.2')$$

where:

$$P_{n,50} = \frac{(Q_{s,a})_0 - Q_{d:50}}{V_0} \quad (A.2'')$$

$Q_s$  calculated by equation (A.2') is not completely correct. However,  $Q_{d:50}$  is too high and  $P_{n,50}$  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.2') can be made by means of figure A.1:

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

- $P_0 = \frac{(V_p)_0}{V_0}$  (A.8)

- $(U_s)_0 = \frac{(V_p)_0}{Q_{d:105}} \cdot 100 \%$  (A.9)

- $S = \frac{Q_0 - Q_{d:105}}{(V_p)_0}$  (A.10)

- $U = \frac{Q_0 - Q_{d:105}}{Q_{d:105}} \cdot 100 \%$  (A.11)

- $\frac{E_n}{E_0} = \left(\frac{f_n}{f_0}\right)^2$  (A.12)

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

Special specimens used for determination of porosity and density

- $V = Q_{s,a} - Q_{s,w}$  (A.13)

- $V_p = Q_{s,a} - Q_{d:105}$  (A.14)

- $P = \frac{V}{V_p}$  (A.15)

- $U_s = \frac{V_p}{Q_{d:105}} \cdot 100 \%$  (A.16)

- $\rho = \frac{P \cdot 100}{U_s \cdot (1 - P)}$  (A.17)

Freeze/thaw specimens:

- $V_0$  [from equation (A.1)];

- $(V_p)_0 = V_0 - \frac{Q_{d:105}}{\rho}$  (A.18)

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

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

Equation (A.18) is superior to equation (A.18') 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)];

- $S = \frac{Q_t - Q_{d:105}}{V_p}$  (A.19)

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

Special specimens used for determination of porosity and density:

- $V, V_p, P, U_s, \rho$  [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)];

VOL. 10 - N° 58 - MATÉRIAUX ET CONSTRUCTIONS

• 
$$V_p = V - \frac{Q_{d,105}}{\rho} \quad (\text{A. 20})$$

[cf. Note to equation (A.18)]:

•  $S_1$  [from equation (A.19)]:

• 
$$S_2 = \frac{Q_t - Q_{d,105}}{Q_{d,105}} \cdot \frac{1}{U_s} \cdot 100. \quad (\text{A. 21})$$

• 
$$S = \frac{S_1 + S_2}{2}. \quad (\text{A. 22})$$

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/m<sup>3</sup>; 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  $\approx 100$  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.

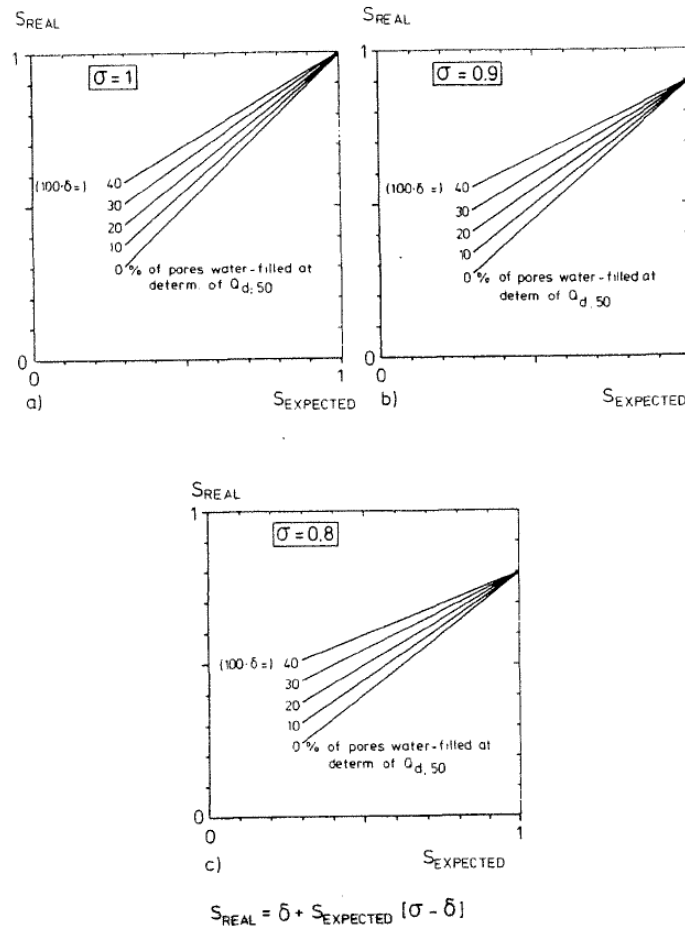


Fig. A 1





## BIJLAGE F VOORBEELD VERWERKINGSVOORSCHRIFT

- De verdichtingsgraad van de ondergrond voor het aan te brengen product als funderingslaag dient te voldoen aan artikel 22.02.06 lid 5 van de standaard vigerende standaard RAW bepalingen.
- Het product dient, direct na aanvoer, te worden aangebracht met behulp van een kraan en shovel met grader. De aangevoerde hoeveelheid dient op de dag van levering volledig te zijn verwerkt.
- Het product dient met behulp van een wals eerst statisch verdicht te worden en daarna kort dynamisch te worden afgewalst.
- Het product dient bij voorkeur in één laag te worden aangebracht. Indien er toch in twee of meerder lagen gewerkt wordt, dient de bovenkant van de eerste laag licht opgeruwd te worden over een hoogte van tenminste anderhalf maal de grootste korrelafmeting om een goede hechting met de volgende laag te bewerkstelligen. De tweede laag moet binnen twee uur na het aanbrengen van de eerste laag worden aangebracht. De maximale laagdikte per laag bedraagt ca. 35 – 40 cm. Bij het aanbrengen van profielcorrecties of uitvullingen op de aangebrachte en al verdichte laag gebonden fundering dient de reeds aangebrachte laag opgeruwd te worden over een hoogte van tenminste 50 mm. Vervolgens profileren en statisch afwalsen.
- Aan het einde van elke werkdag moet de gebonden fundering over de gehele breedte van de rijbaan en in de voorgeschreven dikte zijn aangebracht, verdicht en afgewerkt.
- Bij terreinen van grote afmetingen moet in vakken worden gewerkt. Aan het einde van elke werkdag moet de gebonden fundering over de gehele breedte van een vak en in de voorgeschreven dikte zijn aangebracht, verdicht en afgewerkt. De vakken moeten recht op elkaar aansluiten.
- Uitdrogen van het immobilisaat moet voorkomen worden. Dit kan worden gedaan door de laag vochtig te houden of door gelijkmatig afsputten met een bitumenemulsie. Geen bitumenemulsie aanbrengen bij neerslag.
- De verdichtingsgraad van de funderingslaag dient te voldoen aan artikel 28.22.05 lid 3 van de standaard vigerende versie RAW bepalingen. Het product kan niet geproduceerd en verwerkt worden bij vorst. Geen gebonden fundering aanbrengen indien de weerberichtgeving ten behoeve van de bouwnijverheid voor de desbetreffende regio op de dag van aanbrengen en de twee daarop volgende dagen weerfase twee of hoger verwacht.
- Geen gebonden fundering aanbrengen bij neerslag, tenzij passende maatregelen worden genomen.
- De producent zorgt voor begeleiding op het werk en is beschikbaar voor vragen met betrekking tot de verwerkings- en verdichtingswijze van het product.

- Het product mag de eerste 7 dagen niet zwaar worden belast om schade te voorkomen. Voor de volledige uitharding is minimaal 28 dagen noodzakelijk. Asphalt of een eventuele slijtlaag kan na 1 dag worden aangebracht.
- Tijdens het aanbrengen van een laag immobilisaat de dikte van de laag, de verdichtingsgraad en het vochtgehalte controleren.
- Voor elk meetpunt de droge dichtheid bepalen bij voorkeur door middel van de nucleaire methode. Van het materiaal dat is vrijgekomen op elk meetpunt de maximum proctordichtheid bepalen. De verdichtingsgraad berekenen met een nauwkeurigheid van 1% als het quotiënt van de droge dichtheid en de waarde van de maximum proctordichtheid, vermenigvuldigd met 100%
- De druksterkte van de gebonden fundering (proef 18 vigerende versie RAW) moet minimaal 1,5 MPa. bedragen. Indien een hogere druksterkte is afgesproken, moet aan die eis voldaan worden.