



## **PROTOCOLLEN HYDROSTAB® - PROJECT “DAK VAN DRENTHE”**

**Programma van aanleg voor Hydrostab-afdichtingen**

Rapport SGS INTRON B.V.

Status:	Rapport/v5
Datum:	21 september 2021
Documentnummer:	A123150/R20201241

**WHEN YOU NEED TO BE SURE**



## Colofon

Opdrachtgever:

Euro Trust Management B.V.  
t.a.v. de heer ing. H.B. Beukema  
van Ittersumstraat 38  
7721 DL DALFSEN

Offerte:

A123150/Project 'Dak van Drenthe'

Inkooporder:

Email Sustainco

Email adres:

beukema1@home.nl

Datum:

11 december 2020

Datum:

14 december 2020

Opdrachtnemer:

SGS INTRON B.V.

Telefoonnummer:

+31882145206

Mobiel nummer:

+31653731832

Contactpersoon:

Gert van der Wegen

Email adres:

gert.vanderwegen@sgs.com

Auteur:

dr.ir. G.J.L. van der Wegen

Handtekening:



Autorisator:

dr. U. Hofstra

Handtekening:



Datum:

18 december 2020

14 juni 2021 Rapport/v4

28 juli 2021 Rapport/v4a

21 september 2021 Rapport/v5

Reden van wijziging:

Sub: Projectspecifieke aanpassingen

2x aanpassen %(m/m) in %(m/m d.s.) 2020

Project specifieke wijzigingen

## Disclaimer

Tenzij anders overeengekomen worden de opdrachten uitgevoerd op basis van de meest recente versie van de algemene voorwaarden van SGS INTRON B.V. Op eenvoudig verzoek worden deze voorwaarden opnieuw aan u toegezonden. Uw aandacht wordt gevraagd voor de beperking van aansprakelijkheid en de vergoedings- en bevoegdheidskwesties bepaald door deze voorwaarden. Elke houder van dit document dient te weten dat de informatie vervat in dit document uitsluitend is gebaseerd op de bevindingen van SGS INTRON B.V. op het ogenblik van haar tussenkomst en binnen de grenzen van de eventuele instructies van de opdrachtgever. SGS INTRON B.V. kan enkel aansprakelijk zijn jegens haar opdrachtgever. Dit document stelt de bij een handelstransactie betrokken partijen niet vrij van hun plicht al hun rechten en verplichtingen uit te oefenen voortvloeiend uit de bij die transactie betrokken documenten. Elke niet toegestane wijziging, evenals de namaak of vervalsing van de inhoud of het uiterlijk van dit document, is onrechtmatig en overtreders zullen worden vervolgd. © SGS INTRON B.V.

## Inhoudsopgave

Colofon	2
Voorwoord	6
Inleiding Protocollen Hydrostab® - project “Dak van Drenthe”	8
1. Onderwerp	11
2. Toepassingsgebieden	12
3. Termen en definities	14
4. Eisen voor de specifieke afvalstoffracties	16
4.1. Soort specifieke afvalstoffracties	16
4.2. Korrelfractie	17
4.2.1. Grove en vreemde bestanddelen	17
4.2.2. Korrelgrootteverdeling	17
4.2.3. Vochtgehalte	17
4.2.4. Zuurgraad	17
4.3. Vulstoffractie	18
4.3.1. Vreemde bestanddelen	18
4.3.2. Korrelgrootteverdeling	18
4.3.3. Vochtgehalte	18
4.3.4. Zuurgraad	18
4.4. Slibfractie	18
4.4.1. Vreemde bestanddelen	18
4.4.2. Vochtgehalte	18
4.4.3. Zuurgraad	18
4.5. Bindmiddel	18
4.5.1. Terrostab-100® en Terrostab-50®	18
5. Vooronderzoek	19
5.1. Algemeen	19
5.2. Keuze opbouw Hydrostab®-afdichtingslaag	19
5.2.1. Ontwerp opbouw Hydrostab®-afdichtingslaag	19
5.2.2. Waterdoorlatendheid versus laagdikte en materialen	19
5.3. Werkwijze bij de bepaling van de mengselsamenstelling	20
5.3.1. Onderlaag en bovenlaag	20
5.4. Eigenschappen van het mengsel	21
5.4.1. Reactiviteit bindmiddel	21
5.4.2. Mengselsamenstelling	21
5.4.3. Vochtgehalte	22
5.4.4. Dichtheid	22
5.4.5. Waterdoorlatendheid	22
5.4.6. Milieuhygiënische eigenschappen	22
5.4.7. Potentieel Wateroplosbaar Organisch Koolstof	24
5.4.8. Zuurgraad	24
5.4.9. Draagkracht van Hydrostab®	24
6. Proefveld	25
7. Productie en verwerking	26
7.1. Ingangscontrole specifieke afvalstoffracties	26
7.2. Verwerking van het mengsel	26

7.3. Productiecontrole van het gerede mengsel	28
7.4. Eisen aan de gerede laag	28
7.4.1. Algemeen	28
7.4.2. Laagdikte	28
7.4.3. Vlakheid	28
7.4.4. Verdichtingsgraad	28
7.4.5. Draagkracht	29
7.4.6. Waterdoorlatendheid	29
7.5. Nader onderzoek en reparatie	29
7.5.1. Verdichting	29
7.5.2. Laagdikte	29
7.5.3. Draagkracht	29
7.5.4. Waterdoorlatendheid	29
8. Proeven	31
8.1. Algemeen	31
8.2. Korrelfractie	31
8.2.1. Grove en vreemde bestanddelen	31
8.2.2. Korrelgrootteverdeling	31
8.2.3. Vochtgehalte	32
8.2.4. Zuurgraad	33
8.2.5. Asbest	33
8.3. Vulstoffractie	33
8.3.1. Vreemde bestanddelen	33
8.3.2. Korrelgrootteverdeling	33
8.3.3. Vochtgehalte	34
8.3.4. Zuurgraad	34
8.3.5. Asbest	34
8.4. Slibfractie	34
8.4.1. Vreemde bestanddelen	34
8.4.2. Vochtgehalte	35
8.4.3. Zuurgraad	35
8.5. Bindmiddel	35
8.5.1. Waterglas (Terrostab-100®/ Terrostab-50® )	35
8.6. Het gerede mengsel	36
8.6.1. Mengselsamenstelling	36
8.6.2. Vochtgehalte	36
8.6.3. Droge dichtheid bij actueel vochtgehalte	36
8.6.4. Milieuhygiënische eigenschappen	36
8.6.5. Potentieel wateroplosbaar organisch koolstof	37
8.6.6. Zuurgraad	37
8.6.7. Reactiviteit bindmiddel	37
8.7. De gerede laag (afnamecontrole)	38
8.7.1. Laagdikte	38
8.7.2. Vlakheid	38
8.7.3. Verdichtingsgraad	38
8.7.4. Draagkracht	39
8.7.5. Waterdoorlatendheid	39
9. Referenties	40

Bijlage A. Titels van vermelde normen en bepalingen	42
Bijlage B. Toelichting toetsing maximale filtersnelheid in een meerlagensysteem	43
B.1. Eén-laagmodel	43
B.2. Twee-lagenmodel	43
Bijlage C. Productbladen	45
C.1: Terrostab-100® en Terrostab-50®	45
Bijlage D. Bepalingsmethoden anorganische en organische componenten	46

## Voorwoord

### Ontwikkeling Hydrostab® in Nederland t/m heden

Reeds in 1985 zijn de eerste stappen gezet t.b.v. de ontwikkeling van het Hydrostab-concept.

Omdat het Hydrostab-concept als minerale afdichtingslaag een product betreft, dat voornamelijk uit regionaal beschikbare specifieke afvalstoffracties wordt samengesteld en waaraan een vulstoffractie en waterglas als bindmiddel wordt toegevoegd, kan de samenstelling van het product binnen de in de Protocollen Hydrostab® aangegeven bandbreedtes per specifieke afvalstoffracties variëren bij gelijkblijvende eisen en prestaties voor de waterondoorlatendheid (k-waarde) enerzijds en voor de levensduurverwachting van de Hydrostab-afdichtingslaag anderzijds.

Voor de ontwikkeling van het Hydrostab-concept is door Ingenieursbureau Kügler jarenlang veel laboratorium-onderzoek uitgevoerd om inzicht te krijgen in de fysische en milieuhygiënische eigenschappen van zeer veel specifieke afvalstoffracties en zijn zeer veel Hydrostab-mengsels onderzocht op diversiteit in met name korrelopbouw van de afzonderlijke specifieke afvalstoffracties, vochtpercentage, dosering van waterglas, verdichtingsmogelijkheden en beproevingen van de daaruit resulterende k-waarde.

Dit laboratoriumonderzoek heeft vele jaren geduurd waardoor er grote specifieke kennis en inzicht van het Hydrostab-concept is ontwikkeld.

De verdere ontwikkeling van het Hydrostab-concept in Nederland heeft een zeer grote stap voorwaarts gemaakt door de aanleg in 1993 van 4 proefvelden met een Hydrostab-afdichtingslaag - in zgn. open toepassing - als onderdeel van een bovenafdichting op de stortplaats Boeldershoek te Hengelo. Dit demonstratieproject is destijds deels gefinancierd vanuit het Novem/T2000 immobilisatieprogramma 1993.

De specifieke praktijkkennis en praktijkinzicht van Euro Trust Management B.V. [ETM] (v/h BKB Reststoffenmanagement B.V.) en van Ingenieursbureau Kügler op praktijkschaal is door de aanleg en vooral door de vele bemonsteringen en (toetsings)beproevingen van deze proefvelden gedurende vele jaren na aanleg aanzienlijk toegenomen. De resultaten van dit demonstratieproject zijn beschreven in rapport 93210241 - juni 1995. Een scan van dit rapport is op verzoek beschikbaar.

Voortbouwend op de opgedane kennis en praktijkervaring bij de aanleg en de resultaten van de proefvelden zijn vanaf 1993 interne technische werknootities gemaakt en op basis waarvan de eerste Protocollen Hydrostab zijn samengesteld [Protocollen Hydrostab - Grontmij eerste druk – d.d. 2 juli 1997].

Uiteindelijk heeft dit in 1997 geleid tot het eerste bovenafdichtingsproject waarin Hydrostab is toegepast als minerale laag in een combinatieafdichting op de stortplaats Gulbergen te Nuenen (v/h stortplaats RAZOB N.V.).

Sinds 1996 werden en worden alle fysische onderzoeken en beproevingen t.b.v. de aanleg van Hydrostab-afdichtingslagen uitgevoerd door Ingenieursbureau Kügler, zowel in de definiëring van de prestatiekenmerken tijdens het vooronderzoek alsook de (product)controle van de toetsingskenmerken na aanleg. De prestatie- en toetsingskenmerken betreffen met name: de korrelopbouw van korrelfractie, van slibfractie en van vulstoffractie, vochtgehalte, dosering van waterglas, verwerkbaarheid van het mengsel, verdichtingsgraad en beproevingen van de daaruit resulterende k-waarde.

Daarbij heeft het bureau een jarenlange praktijkervaring en technische expertise opgebouwd bij het samenstellen en het na aanleg controleren van een Hydrostab-afdichtingslaag.

Vanaf 1997 t/m heden zijn alle bovenafdichtingsprojecten waarin een Hydrostab-afdichtingslaag in een combinatieafdichting is toegepast op stortplaatsen (Nederland en België) aangelegd conform de vigerende versie van de Protocollen Hydrostab (d.w.z. de 2<sup>e</sup> versie d.d. 27 juli 1999 en de 3<sup>e</sup> versie d.d. 12 januari 2001).

Alle op basis voornoemde Protocollen Hydrostab® aangelegde minerale Hydrostab®-afdichtingslagen in bovenafdichtingsprojecten op NL-stortplaatsen voldeden per project, zowel tijdens het uitgevoerde vooronderzoek alsook bij aanleg, ruimschoots aan het beschermingsniveau van de bodem die is beoogd met het gestelde in de Richtlijn Dichte Eindafwerking op afval- en reststofbergingen, juli 1991 [VROM, RDE-1991]. Voor enkele stortplaatsen is dit in 2016 nog eens bevestigd door het uitvoeren van een statistische benadering van alle afzonderlijke meetdata van met name de gerealiseerde k-waarden per bovenafdichtingsproject met als doel de bevestiging van de levensduurverwachting (zoals deze meetdata zijn opgenomen in het projectarchief en/of eindrapportage van het desbetreffende bovenafdichtingsproject).

## Inleiding Protocollen Hydrostab® - project “Dak van Drenthe”

### Historie t/m december 2017

#### Periode 1993 - 2003

Na aanleg van een proefveld met Hydrostab® als open toepassing op de stortplaats Boeldershoek in 1993 en een ENBB-toets [SC-DLO] op primaire geschiktheidsbeoordeling van materiaaleigenschappen en afdichtende werking van Hydrostab® in 1996, is in 1997/1998 op de stortplaats Gulbergen een 1<sup>e</sup> bovenafdichtingsproject uitgevoerd met toepassing van een minerale laag met Hydrostab® conform de initiële Protocollen Hydrostab® - 1<sup>e</sup> versie [Grontmij - eerste druk d.d. 2 juli 1997].

Bij deze 1<sup>e</sup> versie is (integraal) aangesloten op het CUR-protocol t.b.v. zandbentoniet, hetgeen achteraf bleek onvoldoende betrouwbare technische voorschriften op te leveren, omdat er sprake is van twee totaal verschillende (product)concepten. Daarbij is geconcludeerd dat de CUR 33, met uitzondering van de analogie voor de k-waarde bepaling, niet toepasbaar was als technische voorschriften/protocollen voor de samenstelling en aanleg van het product Hydrostab®.

De relevante onderdelen van die 1<sup>e</sup> versie zijn op basis van de daarvoor ingestelde technische voorschriften-commissie onder voorzitterschap van wijlen prof. Dr. Ir. Ch.F. Hendriks en onder coördinatie van de CUR/CIM en in overleg met het bevoegd gezag (Provincie Noord-Brabant [PNB]) opgenomen in aanpassingen van de initiële Protocollen Hydrostab®.

Aan deze technische (voorschriften)commissie zijn destijds technisch inhoudelijke bijdragen en expertise ingebracht door: SC-DLO, TNO, T-Universität-Berlin, Reststoffenunie, Intron, het bevoegd gezag PNB en BKB Reststoffen Management als leverancier/producent van Hydrostab®.

Dit heeft geresulteerd in de Protocollen Hydrostab® - 2<sup>e</sup> versie, gedateerd 27 juli 1999 en in de Protocollen Hydrostab® - 3<sup>e</sup> versie, gedateerd 12 januari 2001 (en specifiek voor de bovenafdichting op de stortplaats Gulbergen met name m.b.t. toetsing van de milieuhygiënische eigenschappen op maximale beschikbaarheid, gedateerd 25 juni 2002).

Met de Protocollen Hydrostab® - 1<sup>e</sup> versie [Grontmij - eerste druk d.d. 2 juli 1997] is de minerale laag met Hydrostab® in de combinatieafdichting van het bovenafdichtingsproject fase 1 [5,47 ha.] in 1997/1998 en fase 2 [5,56 ha.] in 1999 op de stortplaats Gulbergen aangelegd en in de combinatieafdichting van het bovenafdichtingsproject fase 1 [11,18 ha.] in 1999/2000 op de stortplaats Vlagheide aangelegd (en zijn m.b.t. de functionele levensduurverwachting ook opgenomen in het definitieve eindrapport: SGS Intron & Tauw, rapportnr. A873520+A883780/R2015-0007+0399 d.d. 29-03-2016).

Met de Protocollen Hydrostab® - 2<sup>e</sup> versie, gedateerd 27 juli 1999 is de minerale laag met Hydrostab® in de combinatieafdichting van het bovenafdichtingsproject fase 3 [8,71 ha.] in 2000/2001 op de stortplaats Gulbergen aangelegd en in de combinatieafdichting van het bovenafdichtingsproject fase 2 [5,64 ha.] in 2000 op de stortplaats Vlagheide aangelegd (en zijn m.b.t. de functionele levensduurverwachting ook opgenomen in het definitieve eindrapport: SGS Intron & Tauw, rapportnr. A873520+A883780/R2015-0007+0399 d.d. 29-03-2016).

Met de Protocollen Hydrostab® - 3<sup>e</sup> versie, gedateerd 25 juni 2002 is de minerale laag met Hydrostab® in de combinatieafdichting van het bovenafdichtingsproject fase 4A [1,86 ha.] in 2002/2003 op de stortplaats Gulbergen aangelegd (en is m.b.t. de functionele levensduurverwachting ook opgenomen in het definitieve eindrapport: SGS Intron & Tauw, rapportnr. A873520+A883780/R2015-0007+0399 d.d. 29-03-2016).



## Periode 2003 t/m 2017

Met de Protocollen Hydrostab® - 3e versie, gedateerd 12 februari 2001 is ook de minerale laag met Hydrostab® in de combinatieafdichting van het bovenafdichtingsproject van de stortplaats “Hoge Maey” te Antwerpen in de periode 2009 t/m 2011 aangelegd.

In 2014 is in opdracht van Metropool Regio Eindhoven en Stadsgewest 's-Hertogenbosch een uitgebreid onderzoek uitgevoerd door SGS INTRON en Tauw naar de functionele levensduur van de Hydrostab®-afdichtingslaag afzonderlijk en van de integrale bovenafdichtingsconstructie op de stortplaatsen Gulbergen en Vlagheide (ca. 12 à 15 jaar na aanleg).

De verkregen onderzoeksresultaten en daaruit getrokken conclusies zijn weergegeven in SGS INTRON/Tauw rapport ‘Functionaliteit en levensduur van Hydrostab® en van de integrale bovenafdichtingsconstructie, stortplaatsen Gulbergen en Vlagheide’ (rapportnr. A873520+A883780/R2015-0007+0399, d.d. 29-03-2016). In het definitieve eindrapport wordt op basis van het uitgebreide onderzoek geconcludeerd, dat de functionele levensduurverwachting van zowel de Hydrostab®-laag als de integrale bovenafdichtingsconstructie op beide stortplaatsen beduidend meer dan 100 jaar bedraagt.

Met betrekking tot de afbreekbaarheid van organisch stof in de Hydrostab®-laag is daarin geconcludeerd, dat op basis van een theoretische worst case aanname (d.w.z.: afbraak 100% van TOC) de levensduurverwachting bij (lineaire) extrapolatie tot het voorgeschreven beschermingsniveau conform het Stortbesluit (bovengrens van het 90%-betrouwbaarheidsinterval voor de k-waarde bij en laagdikte van minimaal 0,60 m<sup>1</sup>: k-waarde [k<sub>90</sub>-Sb] < 4,34.10-10 m/s) voor beide stortplaatsen (minimaal) ca. 130 jaar bedraagt.

De conclusies van voorgenoemd eindrapport werden door de Advieskamer Stortbesluit [AKS] onderschreven, waarbij de Advieskamer het advies heeft uitgebracht, dat de levensduurverwachting van de Hydrostab®-laag en van de combinatieafdichting Hydrostab® + PE-folie op de stortplaatsen Gulbergen en Vlagheide gesteld kan worden op ten minste 75 jaar. Deze levensduurverwachting houdt op basis van een door de Advieskamer in haar advies d.d. 6 september 2016 gehanteerde kwalitatieve onzekerheidsanalyse rekening met een gehanteerde marge van 25 jaar.

In het kader van voornoemd eindrapport is ook opgemerkt dat, indien aan bepaalde kwalitatieve randvoorwaarden wordt voldaan, voornoemde levensduurverwachting van de Hydrostab®-laag en van de combinatieafdichting Hydrostab® + PE-folie ook van toepassing verklaard kan worden op nieuw aan te leggen combinatieafdichtingen op andere NL-stortplaatsen.

## Consequenties voor Protocollen Hydrostab® - project “Dak van Drenthe”

In dit Protocol Hydrostab® - project “Dak van Drenthe” zijn primair ook de inzichten uit bovengenoemd uitgebreid onderzoek voor de stortplaatsen Vlagheide en Gulbergen verwerkt, bestaande uit 2 aanvullende eisen - als onderdeel van het vooronderzoek - voor de beproeving van de (resterende) reactiviteit van het bindmiddel (waterglas; natriumsilicaat) enerzijds en voor de beproeving van het organisch stofgehalte als potentieel wateroplosbare koolstof (PWOC) anderzijds.

De voornoemde specifieke voorwaarden als aanvullende vooronderzoek-aspecten betreffen:

- **Reactiviteit bindmiddel**  
Het toegepaste bindmiddel (natriumsilicaat; waterglas) dient binnen 3 maanden in voldoende mate (>90%) te hebben gereageerd tot bindmiddelmatrix, zodat de gewenste eigenschappen worden verkregen. Dit dient te worden nagegaan door het gehalte aan nog niet gereageerd silicaat te bepalen (met de opkookproef) :  
Het gehalte aan nog niet gereageerd silicaat wordt bepaald door een monster Hydrostab in een L/S = 10 verhouding op te koken. Dit opkoken is een worst case situatie waarbij door het verhoogde alkalisch milieu, silicaat van het binderoppervlak in oplossing kan gaan, meer dan in de praktijk het geval kan zijn. Daarna wordt het waterig extract door centrifugeren gescheiden van alle vaste stof en wordt het natrium- en siliciumgehalte in het heldere extract bepaald. Het natriumgehalte wordt bepaald

middels ICP-AES, het silicaatgehalte wordt bepaald middels titratie. Het hieruit berekende silicaatgehalte mag maximaal 10% van het toegevoegde gehalte silicaat bedragen (uitgedrukt in het percentage droge stof [% d.s.]).

- **Gehalte organische stof**

Indien het gehalte aan potentieel wateroplosbare koolstof (PWOC) beperkt is, dan kunnen geen relevante hoeveelheden poriën door afbraak van organische stof worden gevormd en dus kan daardoor geen negatieve invloed op de waterondoorlatendheid optreden.

Het gehalte aan PWOC, bepaald volgens paragraaf 8.6.5 van voorgenoemd protocol, mag ten hoogste 2 % (m/m d.s.) bedragen. De PWOC mag worden gecorrigeerd voor de AWOC (actueel wateroplosbaar organische koolstof), omdat deze geen deel uitmaakt van de structuur van de Hydrostab® matrix.

**Aanvulling m.b.t. nadere onderbouwing van de functionele levensduurverwachting:**

In het uit te voeren Vooronderzoek voor het project "Dak van Drenthe" zullen, naast de bepaling van de reactiviteit van het bindmiddel(product), ook een of meerdere andere nog onbekende reactieve stofparameters - die zich in de samenstellende specifieke afvalstoffracties kunnen bevinden - daarin ook worden opgenomen.

Evenwel worden vorenbedoelde op te nemen reactieve stofparameter(s) pas definitief bekend als het in opdracht van Euro Trust Management B.V. thans nog in uitvoering zijnde wetenschappelijk onderzoek naar de levensduurmodellering van Hydrostab® voltooid zal zijn.

## 1. Onderwerp

Hydrostab® is een product dat bestaat uit een optimaal gehomogeniseerd mengsel van geaccepteerde specifieke afvalstoffracties en dosering van een hydraulisch bindmiddel(product), welke optimaal wordt samengesteld ten behoeve van de definiëring (Vooronderzoek) en toetsing (Afnamecontrole) van de specifieke prestatiekenmerken van het Hydrostab®-product voor toepassing als minerale afdichtingslaag, zijnde: 1) vochtgehalte, 2) verwerkbaarheid van het mengsel, 3) verdichtingsgraad en 4) k-waarde.

De Protocollen Hydrostab® geven eisen en richtlijnen ten aanzien van:

- de toe te passen specifieke afvalstoffracties en een bindmiddel (waterglas);
- de procescontrole en vervaardiging van het mengsel;
- de verwerking en afnamecontrole van het product;
- de wijze waarop de kwaliteitscontrole moet worden uitgevoerd;
- de inpassing van andere protocollen.

Het doel van de Protocollen Hydrostab® is een product- en kwaliteitskader te scheppen waarbinnen het tot stand komen van afdichtingslagen van Hydrostab® leidt tot een gegarandeerde kwaliteit van het in een project aangebrachte product.

Deze gegarandeerde kwaliteit betreft zowel de kwaliteit na aanleg van de Hydrostab®-afdichtingslaag alsook de functionele levensduurverwachting van de Hydrostab®-afdichtingslaag in zijn toepassing.

### Aanvullende kwaliteitsinformatie m.b.t. functionele levensduurverwachting:

In het uitgebreide onderzoek naar de functionele levensduurverwachting van de aangelegde Hydrostab®-afdichtingslaag op de stortplaatsen Vlagheide en Gulbergen - in zijn toepassing als onderdeel van een combinatieafdichting - is vastgesteld, dat op basis van een worst-case benadering (d.w.z. een afbraak van 50% van de organische stof in 100 jaar) de toename van porievorming op een termijn van 100 jaar door de afbraak van organisch stof zeer beperkt is - mits de potentieel wateroplosbare koolstof (PWOC) beperkt is - en dat de daarbij behorende afgeleide toename van de k-waarde met ca. 30% op diezelfde termijn van 100 jaar nog ruimschoots onder de k-waarde eis bij aanleg blijft.

*(Note: de hoogst gemeten k-waarden van het 90 % betrouwbaarheidsinterval liggen voor beide stortplaatsen een gemiddelde factor van 2,85 onder de k-waarde eis bij aanleg conform het Stortbesluit).*

De Hydrostab-technologie is beschermd door middel van diverse Europese patenten.

## 2. Toepassingsgebieden

### Algemeen:

De Protocollen Hydrostab® - project "Dak van Drenthe" zijn, in principe opgesteld voor afdichtingen op de NL-stortplaatsen, doch zijn ook bruikbaar voor een breed civieltechnisch toepassingsgebied voor afdichtingen. Dit Protocol Hydrostab® - project "Dak van Drenthe" is specifiek opgesteld voor dit project.

Een minerale afdichtingslaag van Hydrostab® kan samengesteld zijn uit een of meerdere lagen en laagdiktes. De feitelijke keuze voor de opbouw van het aantal en laagdikte van de afzonderlijke lagen wordt primair bepaald door de (water)afdichtende (ontwerp)eisen als beschermingsniveau van de bodem, die door wet- en regelgeving aan de desbetreffende afdichtingslaag en/of afdichtingsconstructie worden gesteld.

De geschiktheid van het product Hydrostab® als minerale afdichtingslaag wordt bepaald op grond van doorlatendheidsproeven door middel van laboratoriumonderzoek en op basis van vergelijking van de beproevingsresultaten met de minimale eis voor de waterondoorlatendheid van de beoogde aan te leggen afdichtingslaag.

### Afdichtingsconstructies op NL-stortplaatsen:

De Protocollen Hydrostab® zijn primair van toepassing op minerale afdichtingslagen van Hydrostab® die worden aangelegd als onderdeel van afdichtingsconstructies op NL-stortplaatsen, waarbij het vereiste beschermingsniveau van de bodem conform het Stortbesluit als richtlijn voor ontwerp en uitvoering wordt gehanteerd.

Een minerale afdichtingslaag van Hydrostab® kan samengesteld zijn uit een of meerdere lagen en laagdiktes. De feitelijke keuze voor de opbouw van het aantal en laagdikte van de afzonderlijke lagen wordt primair bepaald door het vereiste beschermingsniveau van de bodem conform het Stortbesluit:

De geschiktheid van het product Hydrostab® als minerale afdichtingslaag wordt bepaald op grond van doorlatendheidsproeven door middel van laboratoriumonderzoek en op basis van vergelijking van de beproevingsresultaten met de minimale eis voor de waterondoorlatendheid van de beoogde aan te leggen afdichtingslaag conform het Stortbesluit.

### Vereiste beschermingsniveau van de bodem voor bovenafdichtingen op NL-stortplaatsen conform het Stortbesluit:

Teneinde een zo maximaal mogelijk beschermingsniveau van de bodem te bereiken en daarmee een mogelijk risico op infiltratie van water in de bodem te minimaliseren, is in de "Richtlijn Dichte Eindafwerking op afval- en reststofbergingen, juli 1991 [VROM, RDE-1991]" destijds de keuze gemaakt voor een meervoudige afdichtingsconstructie (mineraal + synthetisch) als de meest effectieve combinatieafdichting. Dit betekent functioneel gezien dat tijdens de functionele levensduur van de integrale bovenafdichtings-constructie de minerale afdichtingslaag de afdichtende werking bij eventuele lokale lekkages van de bovenliggende synthetische laag (HDPE-folie) - zonder menselijke tussenkomst - kan overnemen. Dit is een fundamentele functionaliteit van een combinatieafdichting conform de RDE-1991.

De RDE-1991 geeft een beschermingsniveau dat moet worden behaald voor de stortplaats. Dit is zodanig geformuleerd, dat de infiltratie van hemelwater door een synthetische afdichtingslaag lager moet zijn dan 5 mm/jaar en door een minerale afdichtingslaag - onder ontwerp-velldomstandigheden - lager moet zijn dan 20 mm/jaar, in beide gevallen geldig voor een bovenafdichtingsconstructie uitgaande van een lekkageperiode van 200 dagen/jaar en een stijghoogtegradiënt van 1,0 m waterkolom (d.w.z. bovendruk van + 0,50 m<sup>1</sup> en een onderdruk als zuigspanning van - 0,50 m<sup>1</sup>) over het geheel van de lagen van de bovenafdichting.

Dit is het vereiste beschermingsniveau van de zogenaamde combinatieafdichting (folie met minerale laag) zoals door de RDE-1991 als richtlijn wordt aangegeven en in de gangbare praktijk wordt gehanteerd.

Voor de toepassing van het product Hydrostab® als minerale afdichtingslaag in een combinatieafdichting van een bovenafdichtingsconstructie op NL-stortplaatsen worden voornoemde richtlijnen in de RDE-1991 als primaire uitgangspunten voor ontwerp en uitvoering van de beoogde aan te leggen Hydrostab®-afdichtingslaag gehanteerd.

### 3. Termen en definities

#### Afdichtingslaag

Een afdichtingslaag is een voor vloeistoffen en/of stortgas nagenoeg ondoorlatende constructie, die tot doel heeft om het binnendringen dan wel uittreden van vloeistoffen en/of stortgas te verhinderen. Een minerale afdichtingslaag kan samengesteld zijn uit een of meerdere lagen.

#### AWOC

Actueel wateroplosbaar (organisch) koolstof (AWOC) wordt bepaald door uitloging/extractie bij neutrale pH.

#### Doorlatendheidscoëfficiënt ( $k$ )

De doorlatendheidscoëfficiënt is een materiaalconstante, die de doorlatendheid van een materiaal karakteriseert [m/s].

#### ESV

(ESV = EinStufungsVersuch nach DIN 18127): éénpuntsproctorproef bij actueel vochtgehalte voor de bepaling van de droge dichtheid, echter uitgevoerd zonder een plaat op het monster in de proctor.

#### Filtersnelheid ( $\nu$ )

De filtersnelheid is de hoeveelheid vloeistof die per eenheid van oppervlakte en per eenheid van tijd door een materiaal / (stort)lichaam stroomt uitgedrukt in [m/s].

#### Granulair materiaal

Granulair materiaal is een korrelig, mineraal materiaal.

#### Homogeniteit

Homogeniteit is de mate van waarneembare gelijkmatigheid.

#### Hydrostab®

Hydrostab® is een afdichtingssysteem, waarbij iedere laag kan worden gedefinieerd met zijn eigen specifieke samenstelling, laagdikte en kwaliteit.

Toelichting Hydrostab®-concept:

Op basis van het specifieke karakter van het Hydrostab®-concept kan Euro Trust Management als leverancier en producent samen met de eindgebruiker c.q. exploitant/vergunninghouder op projectbasis, binnen het kader van de wet- en regelgeving en technische voorschriften die aan de desbetreffende afdichtingslaag en/of afdichtingsconstructie worden gesteld, de meest optimale toepassing voor de beoogde Hydrostab®-afdichtingslaag samenstellen.

Per laag kan er voor gekozen worden om een andere laagdikte te maken.

#### $k$ -Waarde

Zie "Doorlatendheidscoëfficiënt" [m/s]. Met de  $k$ -waarde wordt meestal de waterdoorlatendheidscoëfficiënt bij volledige verzadiging bedoeld.

#### Lekkage

De lekkage is de hoeveelheid vloeistof die per eenheid van oppervlakte en per eenheid van tijd door een materiaal/(stort)lichaam stroomt uitgedrukt in [mm/jaar].

### **Mengsel**

Met mengsel wordt het gehomogeniseerde mengsel van geaccepteerde specifieke afvalstoffracties - als grondstoffracties van Hydrostab® - en een bindmiddelproduct bedoeld.

### **Percolaat**

Percolaat is de door een medium gesijpelde vloeistof met daarin uit het medium afkomstige oplosbare bestanddelen (ook regenwater en kwelwater wordt hieronder gerekend).

### **PWOC**

Potentieel wateroplosbaar organische koolstof omvat ook het actueel-oplosbare koolstof (AWOC) en wordt bepaald door een loog-extractie.

### **Specifieke afvalstoffractie**

Onder specifieke afvalstoffractie wordt in deze Protocollen verstaan een in Hydrostab® toepasbaar specifieke (bulk) afvalstoffractie, afkomstig van industrieën en zuiveringsinstallaties (communale en industriële), en afval- c.q. bio- energiecentrales, welke op basis van de fysische en chemische kenmerken geschikt is als specifieke afvalstoffractie voor de mengselsamenstelling van Hydrostab.

### **Wapeningsweefsel**

Een wapeningsweefsel is een inert weefsel, dat de trekkrachten opneemt in de afdichtingslaag bij een eventuele verschilzetting van de ondergrond of andere deformaties van het (stort)lichaam.

### **Watergehalte**

Het gemeten watergehalte wordt afhankelijk van de uitvoering van de proef op verschillende manieren gepresenteerd.

Volgens de DIN 18121-1 is het watergehalte als volgt berekend:

$$W = M_w / M_d$$

Hierin betekent:

W : watergehalte

M<sub>w</sub> : massa van water

M<sub>d</sub>: massa van droge monster

### **Vochtgehalte**

Het watergehalte wordt gemeten op basis van DIN 18121, zoals aangegeven in deze protocollen.

Het vochtgehalte ter toetsing van de specifieke afvalstoffracties en mengselsamenstelling is echter gepresenteerd in het protocol als vochtgehalte met de volgende berekening:

$$W_v = M_w / M_n$$

Hierin betekent:

W<sub>v</sub> : vochtgehalte

M<sub>w</sub> : massa van water

M<sub>n</sub>: massa van natte monster

## 4. Eisen voor de specifieke afvalstoffracties

### 4.1. Soort specifieke afvalstoffracties

De specifieke afvalstoffracties die toegepast kunnen worden voor Hydrostab zijn een combinatie van geaccepteerde specifieke afvalstoffracties mengsamenstelling, aangevuld met een hydraulisch bindmiddel(product).

De mengsamenstelling bestaat uit de volgende specifieke afvalstoffracties:

- een korrelfractie (zoals (sorteer)zeefzand en vergelijkbare korrelfracties);
- een vulstoffractie (zoals vliegassen en vergelijkbare vulstoffracties);
- een slibfractie (zoals communaal zuiveringsslib, industrieel zuiveringsslib c.q. processlib en digestaat)

De eisen die aan deze afzonderlijke specifieke afvalstoffracties worden gesteld, zijn in de paragrafen 4.2 tot en met 4.4 gegeven. De eisen aan het bindmiddel zijn in 4.5 gegeven.

Het gehalte aan asbest in de specifieke afvalstoffracties, uitgedrukt als de concentratie serpentijnasbest plus tienmaal het gehalte amfiboolasbest, mag niet groter zijn dan 100 mg/kg d.s.

### Vooracceptatie en Eindacceptatie

#### Vooracceptatie – benodigde gegevens

In het kader van de vooracceptatie dient de ontdoener van de specifieke afvalstoffractie - mede aan de hand van historische info - de fysische en milieuhygiënische samenstelling van de desbetreffende specifieke afvalstoffractie inzichtelijk te maken:

- a) fysische samenstelling: korrelverdelingsdiagram, gehalten aan droge stof (d.s.), organisch stof, vochtpercentage, nat en droog volumegewicht;
- b) milieuhygiënische analyses van de anorganische en organische componenten;

Bovendien dient de ontdoener aan de Hydrostab-producent te bevestigen dat, onder voorwaarde van gebleken geschiktheid, er voldoende hoeveelheid desbetreffende specifieke afvalstoffractie beschikbaar is gedurende de geplande uitvoeringstijd van het beoogde (boven)afdichtingsproject.

Iedere afzonderlijke specifieke afvalstoffractie grondstoffractie wordt ten minste als volgt gecontroleerd:

- administratieve controle begeleidingsformulieren\*;
- controle c.q. vergelijking weegbon/begeleidingsformulier\*;
- zintuiglijke geschiktheidscontrole van de textuur (fysische eigenschappen; bijmenging; geur e.d.);

\* zowel hard-copy als digitale vorm zijn toegestaan

Specifieke afvalstoffracties waarvan onvoldoende gegevens omtrent de fysische samenstelling tijdens de vooracceptatie beschikbaar zijn, moeten voorafgaand aan het vooronderzoek door het daarvoor gecertificeerde laboratorium van Ingenieursbureau Kügler - als "bedrijfseigen" laboratorium van Euro Trust Management als Hydrostab-producent - worden onderzocht op geschiktheid voor Hydrostab® d.m.v. monsterneming, zeven en fysische/chemische analyses.

#### Eindacceptatie – benodigde gegevens

Indien de prestatiekenmerken van de beoogde Hydrostab®-productie op basis van de resultaten van het uitgevoerde vooronderzoek voldoen en door de eindgebruiker c.q. exploitant/vergunninghouder zijn geaccordeerd, vindt in de rapportage van het vooronderzoek registratie en vastlegging plaats van eindacceptatie



van de afzonderlijke specifieke afvalstoffracties voor de mengselsamenstelling en van de hoeveelheidsdosering van het bindmiddel(product).

In het kader van de eindacceptatie dient in het contract tussen de ondoener en de Hydrostab®-producent ook het moment van eigendomsoverdracht van iedere geaccordeerde specifieke afvalstoffractie als onderdeel van de mengselsamenstelling aantoonbaar te zijn geregeld.

Bij aanvoer van de specifieke afvalstoffracties worden de aangeleverde hoeveelheden bepaald door weging op een gekalibreerde weegbrug dan wel via een scheepsmeting (op basis van kalibratie-attest + weegdocument c.q. ILT-meetbrief + beunmeting).

## 4.2. Korrelfractie

### 4.2.1. Grove en vreemde bestanddelen

De korrelfractie mag geen grove bestanddelen of verontreinigingen bevatten, zoals wortelresten en stenen, bepaald volgens paragraaf 8.2.1.

### 4.2.2. Korrelgrootteverdeling

#### *Onder- en bovenlaag*

Bij toepassing in een onder- en bovenlaag mag het gehalte aan minerale delen op zeef C22,4, bepaald volgens paragraaf 8.2.2, ten hoogste 0,5 % (m/m) bedragen en dat op zeef C16 ten hoogste 5 % (m/m).

Tevens dienen het gehalte aan minerale delen op de zeven 2 mm, 500 µm en 63 µm te worden bepaald (in overeenstemming met paragraaf 8.2.2). Voor deze zeefmaten worden geen eisen gesteld (zie ook onderstaande toelichting).

Indien op een bovenlaag een geomembraan wordt aangebracht, mag voor de bovenlaag het gehalte aan minerale delen op zeef C5,6, bepaald volgens paragraaf 8.2.2, ten hoogste 0,0 % (m/m) bedragen en op zeef C4 ten hoogste 0,5 % (m/m) bedragen.

Indien blijkt uit de visuele controle dat toch grovere delen in het oppervlakte van de bovenlaag aanwezig zijn en de aanvullende metingen dit bevestigen, dan kan een beschermingsmat worden aangebracht.

#### Korte toelichting:

*Om tot een geschikte mengselsamenstelling te komen wordt de dosering van de afzonderlijke specifieke afvalstoffracties primair gestuurd door de fysische kenmerken van de slibfractie. De hoeveelheid toe te voegen korrelfractie en vulstoffractie in het mengsel is hiervan een afgeleide.*

*De bandbreedte en verhouding waarin de afzonderlijke specifieke afvalstoffracties in het Hydrostab-mengsel toe te passen zijn, worden in het vooronderzoek bepaald.*

### 4.2.3. Vochtgehalte

Het vochtgehalte van de korrelfractie, bepaald volgens 8.2.3 mag ten hoogste 30 % (m/m) bedragen.

### 4.2.4. Zuurgraad

De zuurgraad, bepaald volgens 8.2.4 moet ten minste 5 en mag ten hoogste 11 bedragen.

### 4.3. Vulstoffractie

#### 4.3.1. Vreemde bestanddelen

De vulstoffen mogen geen ongebruikte hoeveelheden aan vreemde bestanddelen of grove verontreinigingen bevatten, bepaald volgens 8.3.1.

#### 4.3.2. Korrelgrootteverdeling

Het gehalte aan minerale delen op zeef 2 mm, bepaald volgens paragraaf 8.3.2, mag ten hoogste 5 % (m/m) bedragen.

#### 4.3.3. Vochtgehalte

Het vochtgehalte van de vulstoffractie, bepaald volgens 8.3.3, mag ten hoogste 5 % (m/m) bedragen.

#### 4.3.4. Zuurgraad

De zuurgraad, bepaald volgens 8.3.4, moet ten minste 5 en mag ten hoogste 13 bedragen.

In geval van een enkele overschrijding van de hoogste grenswaarde, dienen 3 aanvullende metingen uitgevoerd te worden. Daarvan wordt het gemiddelde bepaald. Deze gemiddelde waarde vervangt de gemeten waarde.

### 4.4. Slibfractie

#### 4.4.1. Vreemde bestanddelen

De slibfractie mag geen grove bestanddelen of verontreinigingen bevatten, zoals wortelresten en stenen, bepaald volgens 8.4.1.

#### 4.4.2. Vochtgehalte

Het vochtgehalte van de slibfractie, bepaald volgens 8.4.2 mag ten hoogste 80 % (m/m) bedragen, indien mechanisch ontwaterd.

#### 4.4.3. Zuurgraad

De zuurgraad, bepaald volgens 8.4.3 moet ten minste 5 en mag ten hoogste 13 bedragen.

### 4.5. Bindmiddel

#### 4.5.1. Terrostab-100® en Terrostab-50®

Terrostab-100® en Terrostab-50® moeten voldoen aan de eisen opgegeven door de producent (zoals vastgelegd in paragraaf C.1 van bijlage C).

## 5. Vooronderzoek

### 5.1. Algemeen

Voorafgaand aan het vooronderzoek worden beschikbare hoeveelheden regionale c.q. bovenregionale specifieke afvalstoffracties als een initiële (markt)inventarisatie beoordeeld op hun mogelijke geschiktheid voor de mengselsamenstelling van Hydrostab® dat, binnen de technische voorschriften van het Protocolen Hydrostab® Dak van Drenthe, zal worden aangebracht in een (boven)afdichtingsconstructie. Op basis van deze initiële (markt)inventarisatie en vooracceptatie worden geschikt geachte specifieke afvalstoffracties gekozen, die dienen als onderdeel van de mengselsamenstelling voor het uitvoeren van het vooronderzoek.

#### Vooronderzoek:

#### Beproevingen mengselsamenstelling en levensduurverwachting:

Voor aanvang van de aanleg van een proefveld en productie van een Hydrostab-mengsel moet een vooronderzoek worden uitgevoerd. Hierbij moet de geschiktheid van de mengselsamenstelling en hoeveelheid vulstoffractie en bindmiddel voor het proefveld en tijdens de projectuitvoering worden aangetoond.

#### Rapportage vooronderzoek:

De resultaten van het vooronderzoek worden vastgelegd in een Rapport Vooronderzoek.

De kwaliteit van de resultaten van het vooronderzoek wordt mede bepaald door de hoeveelheidsdosering van het bindmiddel waterglas.

Het vooronderzoek wordt uitgevoerd door het daarvoor gecertificeerde laboratorium van Ingenieursbureau Kùgler als “bedrijfseigen” laboratorium van Euro Trust Management als Hydrostab-producent.

Bij de ingangscontrole tijdens de uitvoering moet op de prestatiekenmerken uit het vooronderzoek worden getoetst of de aangeleverde specifieke afvalstoffracties van de minerale afdichtingslaag blijvend overeenkomen met de geaccepteerde en geaccordeerde specifieke afvalstoffracties uit het vooronderzoek en of de gerealiseerde k-waarden tijdens de uitvoering blijvend en statistisch gezien in voldoende betrouwbare mate voldoen aan de initieel vastgelegde (project)eis voor k- waarde uit het vooronderzoek van de Hydrostab®-afdichtingslaag.

### 5.2. Keuze opbouw Hydrostab®-afdichtingslaag

#### 5.2.1. Ontwerp opbouw Hydrostab®-afdichtingslaag

In het vooronderzoek is een basis gelegd hoe de minerale afdichtingslaag op te bouwen. Dit betreft het mengsel per laag en de laagdikte.

#### 5.2.2. Waterdoorlatendheid versus laagdikte en materialen

De opbouw van de Hydrostab®-afdichtingslaag omvat de keuze van de toegepaste specifieke afvalstoffracties en bindmiddel(product). Zodra dat vastligt kan in voorkomend geval, op basis van de praktijkervaring van Euro Trust Management en de wensen van de eindgebruiker c.q. exploitant/vergunninghouder, onderzocht worden welke grenswaarden aan de waterdoorlatendheid per laag gesteld moeten worden. Deze grenswaarden zijn afhankelijk van de toegepaste laagdikte

### 5.3. Werkwijze bij de bepaling van de mengselsamenstelling

#### 5.3.1. Onderlaag en bovenlaag

Het uitgebreide onderzoek naar de functionele levensduur van de aangelegde Hydrostab®-afdichtingslaag op de stortplaatsen Vlagheide en Gulbergen (aangelegd in de periode 1997 t/m 2002) heeft aangetoond, dat op basis van de gehanteerde mengselsamenstellingen op beide stortplaatsen de Hydrostab®-afdichtingslaag - als onderdeel van een combinatieafdichting in een bovenafdichting - een functionele levensduur kan worden toegekend van minimaal 75 jaar [Ref: AKS-advies d.d. 6 september 2016].

Mede op basis van voornoemd uitgebreide onderzoek wordt voor de indicatieve mengselsamenstelling in dit Protocol uitgegaan van menging van de specifieke afvalstoffracties zoals aangegeven in de hierna genoemde 3 grondstoffenmodellen, aangeduid als Afvalstoffractie-model 1 t/m 3. Deze mengselsamenstellingen\* zijn dezelfde zoals die destijds gehanteerd zijn bij aanleg van Hydrostab® op de stortplaatsen Vlagheide en Gulbergen.

*[Note\*: de bepaling van de maximale alzijdige rek en het voldoen aan de eisen van het Stortbesluit, evenals voor beide andere minerale afdichtingslagen zandbentoniet en polymeerzandbentoniet, zijn opgenomen in CUR-Aanbeveling 75 d.d. 8 februari 2001.]*

#### Afvalstoffractie-model 1:

- slibfractie 46 % - communaal zuiveringsslib of industrieel zuiveringsslib c.q. processlib (m/m);
- korrelfractie 45 % - sorteerzand c.q. zeefzand en vergelijkbare korrelfracties (m/m);
- vulstoffractie 9 % - AEC-vliegassen en vergelijkbare vulstoffracties (m/m);
- bindmiddelproduct 1,5 % - 3,5 % dosering waterglas (m/m).

#### Afvalstoffractie-model 2:

- slibfractie 42 % - communaal zuiveringsslib of industrieel zuiveringsslib c.q. processlib (m/m);
- korrelfractie 50 % - sorteerzand c.q. zeefzand en vergelijkbare korrelfracties (m/m);
- vulstoffractie 8 % - AEC-vliegassen en vergelijkbare vulstoffracties (m/m);
- bindmiddelproduct 1,5 % - 3,5 % dosering waterglas (m/m).

#### Afvalstoffractie-model 3:

- slibfractie 40 % - communaal zuiveringsslib of industrieel zuiveringsslib c.q. processlib (m/m);
- korrelfractie 50 % - sorteerzand c.q. zeefzand en vergelijkbare korrelfracties (m/m);
- vulstoffractie 10 % - AEC-vliegassen en vergelijkbare vulstoffracties (m/m);
- bindmiddelproduct 1,5 % - 3,5 % dosering waterglas (m/m).

Om tot een geschikte mengselsamenstelling te komen wordt de dosering van de afzonderlijke specifieke afvalstoffracties primair gestuurd door de fysische kenmerken van de slibfractie. De hoeveelheid toe te voegen korrelfractie en/of vulstoffractie in het mengsel is hiervan een afgeleide.

De bandbreedte en verhouding waarin de afzonderlijke specifieke afvalstoffracties in de mengselsamenstelling toe te passen zijn, worden in het vooronderzoek bepaald.

Indien na veertien dagen meten de waterdoorlatendheid minder dan  $5 \cdot 10^{-8}$  m/s bedraagt, worden de milieuhygiënische eigenschappen bepaald (zie paragraaf 5.4.6).

Indien alle eigenschappen voldoen aan de vooraf gestelde eisen, dan wordt daaruit op basis van de laagste k-waarde uit het vooronderzoek het definitieve mengsel bepaald.

De definitieve mengselsamenstelling en de eigenschappen van dit mengsel dienen als uitgangspunt bij de productiecontrole. Hiertoe worden de componenten slibfractie, korrelfractie en vulstoffractie vastgelegd in massaprocenten.

Indien zich voor de aanleg van een bovenafsluiting de specifieke situatie voordoet, dat een eindgebruiker c.q. exploitant/vergunninghouder in samenspraak c.q. overleg met de vergunningverlener c.q. het bevoegd gezag de wens heeft in de minerale laag eventuele andere specifieke afvalstoffracties dan Afvalstoffractie-model 1 t/m 3 te willen toepassen, geldt het hierna genoemde model 4.

Om in een dergelijke specifieke situatie te komen tot een indicatieve mengselsamenstelling kan worden uitgegaan van een mengselsamenstelling in overeenstemming met hierna genoemd model 4\*:

*[Note\*: in een dergelijke specifieke situatie kan ook de bepaling van de maximale alzijdige rek overeenkomstig CUR-Aanbeveling 75 d.d. 8 februari 2001 worden uitgevoerd.]*

Afvalstoffractie-model 4:

- korrelfractie 90 - 95 % (m/m); bestaande uit fijnkorrelige + grofkorrelige thermisch gereinigde grond;
- vulstoffractie 5 - 10 % (m/m);
- bindmiddelpaak 1,5 % - 2,0 % dosering waterglas (m/m).

Om tot een geschikte mengselsamenstelling te komen wordt de dosering van de beide afzonderlijke specifieke afvalstoffracties primair gestuurd door de fysische kenmerken van de genoemde korrelfractie. De hoeveelheid toe te voegen vulstoffractie in het mengsel is hiervan een afgeleide.

De bandbreedte en verhouding waarin de beide afzonderlijke specifieke afvalstoffracties in de mengselsamenstelling toe te passen zijn, worden in het vooronderzoek nader bepaald.

Indien na veertien dagen meten de waterdoorlatendheid minder dan 5.10<sup>-8</sup> m/s bedraagt, worden de milieuhygiënische eigenschappen bepaald (zie paragraaf 5.4.6).

Indien alle eigenschappen voldoen aan de vooraf gestelde eisen en prestatiekenmerken, dan wordt daaruit op basis van de laagste k-waarde uit het vooronderzoek het definitieve mengsel bepaald.

De definitieve mengselsamenstelling en de eigenschappen van dit mengsel dienen als uitgangspunt bij de productiecontrole. Hiertoe worden de componenten slibfractie, korrelfractie en vulstoffractie vastgelegd in massaprocenten.

## 5.4. Eigenschappen van het mengsel

### 5.4.1. Reactiviteit bindmiddel

Voor zowel de primaire eigenschappen als voor de gewenste functionele levensduur is het van belang dat de menghomogeniteit en de omhulling van de vaste specifieke afvalstoffracties (korrelfractie en vulstoffractie) door het bindmiddelpaak goed is in het Hydrostab®-product.

Daartoe dient te worden aangetoond dat het bindmiddelpaak in voldoende mate heeft gereageerd binnen een periode van 3 maanden. Dit wordt bepaald door een verdicht monster Hydrostab® uit de aangebrachte (en verdichte en gecontroleerde) Hydrostab® afsluitingslaag niet later dan 90 dagen na aanmaak in een L/S = 10 verhouding op te koken. Dit opkoken is een worst case situatie waarbij door het verhoogde alkalisch milieu, silicaat van het binderoppervlak in oplossing kan gaan, meer dan in de praktijk het geval zal zijn. Daarna wordt het waterig extract door centrifugeren gescheiden van alle vaste stof en wordt het natrium- en siliciumgehalte in het heldere extract bepaald. Het natriumgehalte wordt bepaald middels ICP-AES, het silicaatgehalte wordt bepaald middels titratie. Het hieruit berekende silicaatgehalte mag maximaal 10% van het toegevoegde gehalte silicaat bedragen.

### 5.4.2. Mengselsamenstelling

De samenstelling van het mengsel (de mengverhouding van de samenstellende specifieke afvalstoffracties) en de toelaatbare bandbreedte in mengselsamenstelling dienen te worden vastgelegd (zie paragraaf 8.6.1.) Hieraan worden geen nadere eisen gesteld anders dan vastgelegd in het vooronderzoek.

#### 5.4.3. Vochtgehalte

Het vochtgehalte van het mengsel, bepaald volgens 8.6.2 moet minimaal 10% (m/m) bedragen voor de onderlaag en 25% - 65% (m/m) voor de bovenlaag.

#### 5.4.4. Dichtheid

De dichtheid (door middel van ESV) bij het actuele vochtgehalte (zie paragraaf 5.4.3) moet worden bepaald volgens paragraaf 8.6.3. De hieruit berekende droge dichtheid van het mengsel dient voor de onder- en bovenlaag ten minste gelijk te zijn aan 800 kg/m<sup>3</sup>.

#### 5.4.5. Waterdoorlatendheid

De bepalingen van de waterdoorlatendheid, de *k*-waarde, op de mengselsamenstelling tijdens het vooronderzoek worden uitgevoerd door middel van triaxiaalcel-proeven conform DIN 18130 (door Ingenieursbureau Kügler).

De *k*-waarde, bepaald volgens paragraaf 8.7.5, bij een verdichtingsgraad van ten minste 90 % ten opzichte de bepaling van de dichtheid bij actueel vochtgehalte (zie paragraaf 5.4.3) dient op conform de proctormethode in het laboratorium vervaardigde proefstukken te worden uitgevoerd. Indien voor de verschillende lagen andere mengsels worden toegepast, dient per mengsel de *k*-waarde te worden bepaald en getoetst conform deze paragraaf.

#### 5.4.6. Milieuhygiënische eigenschappen

Hydrostab® is een mengsel van specifieke afvalstoffracties waaraan waterglas is toegevoegd voor het immobiliseren van verontreinigende stoffen. Het waterglas leidt tot een zeer geringe doorlatendheid voor water, wat Hydrostab geschikt maakt als afdichtingsmateriaal. Hydrostab wordt al ruim 20 jaar nagenoeg uitsluitend toegepast als minerale afdichtingslaag in een combinatieafdichting onder een bovenliggende PE-folie c.q. PE-HD folie op af te dichten (compartimenten) van stortplaatsen waarop het Stortbesluit van toepassing is. Er kan enige emissie van verontreinigende stoffen optreden. Als dit al gebeurt, betreft het een emissie via eventuele scheurvorming en openstaande scheuren PE-folie c.q. gaten in de c.q. PE-HD folie naar de bovenliggende drainagelaag. Het afwaterende neerslagoverschot, dat via de afdeklaag van grond in de drainagelaag wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater, zou in principe kunnen worden belast.

Hydrostab wordt volgende het Besluit bodemkwaliteit opgevat als een bouwstof. Het Besluit bodemkwaliteit gaat uit van toepassingen in of op de bodem of in water en stelt eisen aan de maximale emissie van anorganische verontreinigingen uit de bouwstof. Een bouwstof wordt aangemerkt als een IBC-bouwstof als voor bepaalde anorganische parameters de maximale emissiewaarde voor niet-vormgegeven bouwstoffen wordt overschreden en de maximale emissiewaarden voor IBC-bouwstoffen niet. IBC-bouwstoffen mogen alleen worden toegepast in combinatie met isolerende voorzieningen. De emissie-eis vervalt wanneer door de aard van de bouwstof geen emissiewaarde met de gangbare kolomproef kan worden bepaald bij een L/S = 2. Wel moet onverminderd zijn voldaan aan de eis ten aanzien van de samenstellingswaarden. In de Regeling bodemkwaliteit worden hierop uitzonderingen genoemd.

Hoewel er dus geen eis gesteld wordt aan de uitloging, is in het kader van de algemene zorgplichtbepalingen\* van artikel 1.1a Wet Milieubeheer [Wm] en artikel 13 Wet Bodembescherming [Wbb] opgenomen, dat de maximale beschikbaarheid voor uitloging van anorganische componenten wordt bepaald conform de gehanteerde risicobeoordelingssystematiek in rapport CUR 2000-4 [referentie21].

*[ Note\*: dit kader is bedoeld om te voorkomen dat er sprake zou kunnen zijn van kennelijk onzorgvuldig handelen waardoor schade zou kunnen ontstaan voor de mens en het ecosysteem, zonder dat een specifiek wettelijk voorschrift wordt overtreden.]*

**Tabel 1. Maximale beschikbaarheid Hydrostab® (overgenomen uit referentie 21 en Besluit Bodemkwaliteit)**

anorganische component	maximale beschikbaarheid $U_{bes}^*$ (mg/kg d.s.)
antimoon (Sb)	260
arseen (As)	7.800
barium (Ba)	320.000
cadmium (Cd)	114
chrom (Cr)	3.600
kobalt (Co)	1.800
koper (Cu)	3.000
kwik (Hg)	300
lood (Pb)	85.000
molybdeen (Mo)	3.100
nikkel (Ni)	1.700
seleen (Se)	100
tin (Sn)	11.000
vanadium (V)	22.000
zink (Zn)	170.000
fluoride (F)	53.000
chloride (Cl)	375.000
bromide (Br)	1.600
sulfaat (SO <sub>4</sub> )	251.000

**\*Opmerking:**

Extreem hoge of lage waarden kunnen bij een beperkt aantal meetwaarden een verkeerd beeld geven van de werkelijke gemiddelde waarde. Afwijkende waarden kunnen het gevolg zijn van een fout of op toeval berusten. Om na te gaan of een extreem hoge of lage waarde als uitbijter kan worden beschouwd (een uitbijter is een waarde die, statistisch gezien, slechts met een zeer kleine waarschijnlijkheid kan optreden), kan de Dixon's Q-toets worden uitgevoerd op de meetset, uitgaande van een betrouwbaarheid van 90 %. Een uitbijter mag bij de berekening van de gemiddelde waarde uit de meetset worden verwijderd. Voorwaarde voor het gebruik van de Dixon's Q-toets is dat de meetset normaal verdeeld is en dat de toetsing op de hele meetset wordt uitgevoerd. Aangezien de meetwaarden in het algemeen lognormaal verdeeld zijn, moeten bij de toetsing de ln-getransformeerde meetwaarden worden gebruikt. [Dixon's Q-toets: D.B. Rorabacher, *Anal. Chem.*, 63 (1991), p. 139-146].

De normering voor de maximale samenstellingswaarden komt volgens de Nota van toelichting op het Besluit bodemkwaliteit, § 3.3.3, voort uit het ontbreken van geschikte of onvoldoende gevalideerde uitloogtesten. Er is voor gekozen om voor de normering aan te sluiten bij de normering voor grond. De verontreinigingen in Hydrostab® zijn echter geïmmobiliseerd met waterglas, waardoor betwijfeld kan worden of de samenstellingswaarde maatgevend is voor het potentieel milieubezwaar.

**Tabel 2. Samenstellingswaarden voor Hydrostab®**

organische component	maximale samenstelling $S^*$ (mg/kg d.s.)
minerale olie	1000
PAK(10)	50
Fenol	1,25
Benzeen	1
ethylbenzeen	1,25
Tolueen	1,25
Xylenen	1,25
PCB's	0,5

Het gehalte aan asbest in Hydrostab, uitgedrukt als de concentratie serpentijnasbest plus tienmaal het gehalte amfiboolasbest, mag niet groter zijn dan 100 mg/kg d.s.

\*zie opmerking onder tabel 1.

#### 5.4.7. Potentieel Wateroplosbaar Organisch Koolstof

Het gehalte aan potentieel wateroplosbaar organisch koolstof (PWOC), bepaald volgens 8.6.5 mag ten hoogste 2 % (m/m d.s.) bedragen. De PWOC mag worden gecorrigeerd voor de AWOC (actueel wateroplosbaar organisch koolstof), omdat deze geen deel uitmaakt van de structuur van de Hydrostab®- matrix.

#### 5.4.8. Zuurgraad

De zuurgraad, bepaald volgens 8.6.6, moet ten minste pH = 5 en mag ten hoogste pH = 13 bedragen.

#### 5.4.9. Draagkracht van Hydrostab®

De draagkracht van het gerede product dient bepaald te worden volgens paragraaf 8.7.4 en moet minimaal 1,5 N/mm<sup>2</sup> zijn na een stabilisatietijd van maximaal 72 uur na de naverdichting. In het vooronderzoek wordt de bepaling van de draagkracht indicatief uitgevoerd met een hand-sondeermeting door het uitvoeren van minimaal 2 bepalingen per laboratoriummonster.



## 6. Proefveld

Aan de hand van het proefveld moet worden aangetoond, dat met de voorgestelde werkwijze kan worden voldaan aan de gestelde eisen uit het vooronderzoek en eventuele aanvullende technische eisen in het (project)bestek. Tevens kan het proefveld worden gebruikt om de voorgestelde werkwijze te optimaliseren. Een eventuele optimalisatie van de gevolgde werkwijze tijdens de aanleg van het proefveld zal worden omschreven en onderbouwd ten behoeve van de uitvoering van het afdichtingsproject.

De situering van het proefveld moet wat betreft helling en opbouw van de ondergrond representatief zijn voor het gehele af te dichten oppervlak. De grootte van het proefveld dient minimaal 500 m<sup>2</sup> te bedragen. De resultaten verkregen bij de aanleg van het proefveld moeten schriftelijk vastgelegd worden. Hierbij dienen minimaal de volgende zaken beschreven te worden:

- de wijze van uitvoering en eventuele varianten;
- de gebruikte hulpmiddelen en ingezet materieel;
- de mengselsamenstelling van Hydrostab® conform het vooronderzoek;
- de verdichting, mede in relatie tot de wijze van uitvoering;
- de draagkracht van iedere aangebrachte laag;
- de spreiding in de laagdikte in relatie tot de wijze van verwerking;
- visuele kwaliteit van de aangebrachte laag;
- de homogeniteit van het verwerkte mengsel;
- de weersomstandigheden tijdens de uitvoering;
- kwaliteit van de steunlaag; de verdichtingsgraad van de steunlaag dient minimaal 90 % te bedragen;
- het resultaat van eventuele aanvullende eisen in de (project)werkschrijving c.q. het (project)bestek.

Op basis van de resultaten van het aangelegde proefveld kan de wijze van uitvoering en de intensiteit van de proeven (zie hoofdstuk 8) binnen het kader van de vooraf gestelde technische eisen en voorschriften zo nodig worden aangepast.

Het aangelegde proefveld wordt onderdeel van de definitieve afdichtingsconstructie en moet voldoen aan de vooraf gestelde (project)eisen van de definitieve afdichtingsconstructie.

## 7. Productie en verwerking

### Algemeen

Tijdens de uitvoering van een project is een ingericht laboratorium aanwezig op de projectlocatie voor het uitvoeren van de controle op de eisen voor de specifieke afvalstoffracties (volgens paragraaf 4), op de werkwijze voor de mengselsamenstelling (volgens paragraaf 5) en op de productie en verwerking (volgens paragraaf 7).

Alle voornoemde interne controlewerkzaamheden en bijbehorende registraties worden tijdens productie en verwerking dagelijks uitgevoerd door een daarvoor gecertificeerde externe medewerker, tevens laborant. Vorenbedoelde externe medewerker verricht zijn werkzaamheden in dienst van c.q. onder auspiciën van een gecertificeerde externe partij en van een gecertificeerd c.q. geaccrediteerd laboratorium voor het uitvoeren van de bijbehorende (controle)beproevingen.

De desbetreffende externe partijen rapporteren aan Euro Trust Management B.V.

#### 7.1. Ingangscontrole specifieke afvalstoffracties

Als gevolg van een verandering in een van de mengseleigenschappen, kan de afdichtende werking veranderen. Hierbij speelt de vraag hoe groot de veranderingen in de mengseleigenschappen en -samenstelling mogen zijn, voordat de afdichtende werking merkbaar afneemt. Dat betekent dat er eisen moeten worden gesteld aan de maximale afwijkingen van bijvoorbeeld de korrelgrootteverdeling, het gehalte aan bindmiddel en de samenstelling van de minerale fractie ten opzichte van de oorspronkelijke mengselsamenstelling uit het vooronderzoek.

Tijdens het vooronderzoek zijn de parameters vastgelegd waaraan de te gebruiken specifieke afvalstoffracties voldoen. Ten behoeve van de mengselproductie is het van belang vast te stellen of de geleverde specifieke afvalstoffracties overeenkomen met de specifieke afvalstoffracties waarmee het vooronderzoek is uitgevoerd. Dit moet gebeuren aan de hand van de proeven beschreven in de paragrafen 8.2 tot en met **Error! Reference source not found.5**. Voor specifieke afvalstoffracties met een kwaliteitsverklaring ((bij)productcertificaat) kan hiervan worden afgeweken.

Daarnaast moeten de specifieke afvalstoffracties en het bindmiddel bij levering worden vergezeld van een bewijs van oorsprong, afgegeven door de ontdoener/producent ervan. Op het bewijs van oorsprong moet zijn vermeld:

- de naam van de ontdoener/producent;
- de afvalstoffractie/het product;
- de ontvangstdatum op het werk;
- (indien van toepassing) het productienummer;
- (indien van toepassing) massa of volume.

#### 7.2. Verwerking van het mengsel

De afzonderlijke specifieke afvalstoffracties in de mengselsamenstelling en het bindmiddel dienen tot een homogeen mengsel gemengd te worden. Dit geschiedt als volgt.

Als eerste worden de korrelfractie en slibfractie in een menger gemengd en in de menginstallatie gehomogeniseerd. Vervolgens worden de vulstoffractie en het bindmiddel aan het mengsel toegevoegd en in de menginstallatie gehomogeniseerd. Het verkregen eindproduct (gerede Hydrostab®-mengsel) kan, op basis van de karakteristieke reactiesnelheid van het bindmiddel, worden opgeslagen voor maximaal 72 uur alvorens verwerking plaatsvindt.

De dosering van de afzonderlijke geaccepteerde en geaccordeerde specifieke afvalstoffracties in de menginstallatie wordt gecontroleerd middels metingen. De menginstallatie moet zijn voorzien van apparatuur voor continue weergave en periodieke registratie van ten minste de volgende procesgegevens:

- het productiedebiet op het moment van registratie, uitgedrukt in ton/uur;
- de verwerkte hoeveelheden uitgedrukt in ton/productieperiode.

De periodieke registratie dient regelmatig en ten minste één maal per 90 seconden plaats te vinden. De registratieresultaten moeten per dag in een mengoverzicht worden vastgelegd en worden d.m.v. een weekstaat in de projectregistratie opgenomen.

Bij opslag, vervoer en verwerking (d.w.z. inclusief verdichting en profilering van de aangebrachte laag) in het werk, mogen de eigenschappen van het gerede Hydrostab®-mengsel niet negatief worden beïnvloed. Dit betekent dat het gerede Hydrostab®-mengsel zo nodig moet worden beschermd tegen uitdrogingsverschijnselen of eventuele oververzadiging. Een bepaalde hoeveelheid Hydrostab®-mengsel dat in die pragmatische zin negatief is beïnvloed (bijvoorbeeld door langdurige blootstelling aan zonnestralingswarmte of aan langdurige regen) mag niet meer worden verwerkt.

In voorkomend geval kan ter verificatie een indicatieve controle op de negatieve beïnvloeding van de verdichtingsgraad worden uitgevoerd d.m.v. het meten van de proctordichtheid (verdichtingsgraad) en welke aansluitend wordt vergeleken met de berekening van de referentiedichtheid uit het vooronderzoek.

De onder- en bovenlaag, worden elk in twee stappen verdicht. De eerste stap (de voorverdichting) wordt met een trilwals direct aansluitend, doch uiterlijk binnen 8 uur na aanbrengen van het gerede Hydrostab-mengsel uitgevoerd. De tweede stap (de naverdichting) wordt met een 3,5 à 8 tons trilwals uitgevoerd in twee walsgangen. De naverdichting dient binnen een zodanig tijdsbestek te worden uitgevoerd, dat de aangebrachte laagdikte niet kan worden blootgesteld aan uitdrogingsverschijnselen. Zo nodig dient de aangebrachte laag opnieuw te worden bevochtigd. Bij de tweede walsgang kan eventueel statisch worden naverdicht.

Aan het eind van elke werkdag moet de totale aangebrachte hoeveelheid Hydrostab-mengsel minstens zijn voorverdicht. Op een gereed liggende laag mag alleen materiaal van de daarop volgende laag worden aangebracht. Over een gerede laag mag alleen transport voor de daarop volgende laag plaatsvinden, waarbij bij de bovenlaag rekening wordt gehouden met de vlakheidseisen, die volgen uit de toepassing van bovenliggende PE-HD folie als synthetische afdichtingslaag. Voorkomen moet worden dat sporen of rupsafdrukken in de bovenkant van de bovenlaag aanwezig zijn. Indien zich sporen, rupsafdrukken of andere oneffenheden aanwezig zijn, ten gevolge van transporten van werkmaterieel, dienen deze hersteld te worden. De dagproductie van een verdichte en op verdichtingseis gecontroleerde bovenlaag van Hydrostab® moet binnen een tijdsbestek van 24 uur worden afgedekt met de (voorgeschreven) synthetische afdichtingslaag van PE-HD folie.

De dagproductie van een verdichte en op verdichtingseis gecontroleerde onderlaag van Hydrostab®, alsook de dagproductie van een verdichte en op verdichtingseis gecontroleerde bovenlaag van Hydrostab®, moeten afhankelijk van de weersomstandigheden en weersverwachting, binnen een tijdsbestek van maximaal 72 uur, in overleg met de (project)aannemer, worden afgedekt met een tijdelijke kunststoffolie (b.v. landbouwfolie of vergelijkbare folie).

### 7.3. Productiecontrole van het gerede mengsel

Ten behoeve van de productiecontrole wordt, direct voorafgaande aan verwerking, monsters genomen van het mengsel voor de controle op (zie paragraaf 8.66):

- de mengselsamenstelling;
- het vochtgehalte;
- de dichtheid bij actueel vochtgehalte (door middel van ESV);
- de milieuhygiënische eigenschappen;
- het gehalte aan potentieel wateroplosbaar koolstof;
- de zuurgraad;
- de reactiviteit van het bindmiddel.

### 7.4. Eisen aan de gerede laag

#### 7.4.1. Algemeen

Ten behoeve van de afnamecontrole worden eisen gesteld aan:

- de laagdikte;
- de vlakheid;
- de verdichtingsgraad;
- de draagkracht;
- de waterdoorlatendheid.

#### 7.4.2. Laagdikte

De laagdikte wordt voor elke laag (onderlaag en bovenlaag) afzonderlijk vastgesteld. De laagdikte, bepaald volgens paragraaf 8.7.1, moet voor ieder meetpunt minimaal gelijk zijn aan het door de eindgebruiker c.q. exploitant/vergunninghouder vereiste beschermingsniveau van de bodem conform het Stortbesluit (eis k-waarde) ofwel aan de met de eindgebruiker c.q. exploitant/vergunninghouder overeengekomen k-waarde.

De nominale dikte van de verschillende lagen bedraagt:

- onderlaag: laagdikte nominaal 0,30 m<sup>1</sup>;
- bovenlaag: laagdikte nominaal 0,30 m<sup>1</sup>;

De toleranties op de laagdikte per laag zijn: ondergrens 0 cm en bovengrens + 5 cm.

#### 7.4.3. Vlakheid

De vlakheid van de afdichtingslaag van Hydrostab moet voldoen aan de volgende eisen:

- abrupte hoogteverschillen aan de bovenzijde van de bovenlaag, bijvoorbeeld ten gevolge van walssporen, mogen niet groter zijn dan 25 mm, tenzij dit tot gevolg zou kunnen hebben, dat er in de onder- en bovenliggende materialen/lagen een reële kans is op het optreden van schade. In dat geval dient een strengere eis te worden geformuleerd;
- boogstralen kleiner dan 1,0 m mogen niet voorkomen, tenzij dit voor de onder- en bovenliggende materialen/lagen geen bezwaar is.

#### 7.4.4. Verdichtingsgraad

De verdichtingsgraad wordt voor elke laag (onderlaag en bovenlaag) afzonderlijk vastgesteld. Per meetpunt dient, ten opzichte van de dichtheid bij actueel vochtgehalte (door middel van ESV, zie paragraaf 7.3 en 8.6.3), de minimale verdichtingsgraad 90% te bedragen voor de onderlaag en bovenlaag.

De gemiddelde verdichtingsgraad van de totale afdichtingslaag (alle lagen) dient tenminste 95% te bedragen.

#### 7.4.5. Draagkracht

De draagkracht van het gereede product dient bepaald te worden volgens paragraaf 8.7.4 en moet minimaal 1,5 N/mm<sup>2</sup> zijn na een stabilisatietijd van maximaal 72 uur na de naverdichting. In het vooronderzoek wordt de bepaling van de draagkracht indicatief uitgevoerd met een hand-sondeermeting door het uitvoeren van minimaal 2 bepalingen per laboratoriummonster.

#### 7.4.6. Waterdoorlatendheid

De grenswaarden van de waterdoorlatendheid (*k*-waarde) wordt voor elke laag (onderlaag en bovenlaag) afzonderlijk vastgesteld.

##### *Onderlaag / bovenlaag*

De bovengrens van het 90%-betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde van de *k*-waarden, bepaald volgens 8.7.5 (DIN 18130), mag ten hoogste de door de eindgebruiker c.q. exploitant/vergunninghouder vastgestelde eis voor de *k*-waarde conform het Stortbesluit bedragen ofwel de tussen eindgebruiker c.q. exploitant/vergunninghouder overeengekomen *k*-waarde bedragen, zoals die berekend wordt in bijlage B. Voor de berekening van de bovengrens van het 90%-betrouwbaarheidsinterval voor het gemiddelde van de *k*-waarden wordt verwezen naar CUR-Aanbeveling 33.

Per meetpunt mag de *k*-waarde niet hoger zijn dan vijfmaal de door de eindgebruiker c.q. exploitant/vergunninghouder vastgestelde eis voor de *k*-waarde conform het Stortbesluit ofwel de tussen eindgebruiker c.q. exploitant/vergunninghouder overeengekomen *k*-waarde (zie bijlage B).

### 7.5. Nader onderzoek en reparatie

#### 7.5.1. Verdichting

Bij onvoldoende verdichting dient te worden naverdicht, zodat alsnog aan de gestelde eis wordt voldaan. Uitgevoerde corrigerende maatregelen dienen op de dag van constateren of de eerst volgende werkbare dag te worden uitgevoerd en schriftelijk te worden vastgelegd.

#### 7.5.2. Laagdikte

Bij een gedeelte van een afdichtingslaag met onvoldoende laagdikte moet het oppervlak eerst worden opgeruwd, voordat nieuw gereed mengsel mag worden verwerkt. Uitgevoerde corrigerende maatregelen dienen op de dag van constateren of de eerst volgende werkbare dag te worden uitgevoerd en schriftelijk te worden vastgelegd.

#### 7.5.3. Draagkracht

Indien de gemeten draagkracht na 72 uur na de laatste verdichting lager is dan de eis, moet herstelwerk worden uitgevoerd. Dit bestaat uit het naverdichten van de betreffende delen van het vak (max. 2.000 m<sup>2</sup>) en het binnen 24 uur na het naverdichten opnieuw meten. Indien de draagkracht nog steeds lager is dan de eis moeten de betreffende delen van het vak worden vervangen door nieuw gereed mengsel.

#### 7.5.4. Waterdoorlatendheid

Indien bij de afnamecontrole wordt geconstateerd, dat de *k*-waarde niet voldoet aan de eis (zie paragraaf 7.4.6), moet nader onderzoek worden uitgevoerd. Dit bestaat uit het nemen van drie ongeroerde monsters rondom het meetpunt met de te hoge *k*-waarde. De onderlinge afstand van de drie monsters dient maximaal 25 m<sup>1</sup> te bedragen. Van ieder monster wordt de *k*-waarde bepaald. Van de drie monsters wordt het meetkundige gemiddelde  $\bar{k}$  berekend van de *k*-waarden:

$$\bar{k} = \sqrt[3]{k_1 \times k_2 \times k_3}$$

Dit gemiddelde vervangt de oorspronkelijk gemeten waarde en wordt getoetst aan de grenswaarde c.q. bestekseis. Als de afdichtingslaag nog niet voldoet, moeten passende productiemaatregelen worden genomen op dat gedeelte van de afdichtingslaag dat niet voldoet.

## 8. Proeven

### 8.1. Algemeen

In dit hoofdstuk zijn de proeven opgenomen ten behoeve van de geschiktheidsbeoordeling en ingangscntrole van de geaccepteerde en geaccordeerde specifieke afvalstoffracties (paragraaf 8.2 tot en met **Error! Reference source not found.**5), productiecontrole van het gereede mengsel (paragraaf 8.66) en de afnamecontrole van de gereede laag (paragraaf 8.77). De wijze van uitvoering van de proeven bij het vooronderzoek dient gelijk te zijn aan die bij aanleg van het proefveld en de definitieve constructie. Indien specifieke afvalstoffracties worden geleverd met een kwaliteitsverklaring, dan kan de ingangscntrole voor de betreffende specifieke afvalstoffractie zoals beschreven in dit hoofdstuk, mogelijk komen te vervallen. Dit hangt af van het type en de reikwijdte van de kwaliteitsverklaring.

### 8.2. Korrelfractie

#### 8.2.1. Grove en vreemde bestanddelen

##### Keuringscriterium

De korrelfractie moet voldoen aan de in paragraaf 4.2.1 gestelde eis.

##### Methode van onderzoek

De aanwezigheid van vreemde bestanddelen moet visueel worden bepaald.

##### Aantal bepalingen

Vooronderzoek: doorlopend.

Proefveld: doorlopend.

Ingangscntrole: doorlopend.

#### 8.2.2. Korrelgrootteverdeling

##### Keuringscriterium

##### Onderlaag

- % op zeef C22,4: Bij het vooronderzoek, het proefveld en de ingangscntrole moet de korrelgrootteverdeling voldoen aan de in paragraaf 4.2.2 gestelde eis.
- % op zeef C16: Bij het vooronderzoek moet de korrelgrootteverdeling voldoen aan de in paragraaf 4.2.2 gestelde eis.  
Bij het proefveld en de ingangscntrole geldt dat de meetwaarde gelijk moet zijn aan de in het vooronderzoek vastgelegde waarde met een bandbreedte van maximaal + of – 10 % (m/m).
- % op zeef 2 mm: Bij het vooronderzoek geldt geen eis.  
Bij het proefveld en de ingangscntrole geldt dat de meetwaarde gelijk moet zijn aan de in het vooronderzoek vastgelegde waarde met een bandbreedte van maximaal + of – 15 % (m/m).
- % op zeef 500 µm: Bij het vooronderzoek geldt geen eis.  
Bij het proefveld en de ingangscntrole geldt dat de meetwaarde gelijk moet zijn aan de in het vooronderzoek vastgelegde waarde met een bandbreedte van maximaal + of – 15 % (m/m).

% door zeef 63  $\mu\text{m}$ : Bij het vooronderzoek geldt geen eis.  
Bij het proefveld en de ingangscontrolle geldt dat de meetwaarde gelijk moet zijn aan de in het vooronderzoek vastgelegde waarde met een bandbreedte van maximaal + of – 15 % (m/m).

#### *Bovenlaag*

% op zeef C5,6: Bij het vooronderzoek, het proefveld en de ingangscontrolle moet de korrelgrootteverdeling voldoen aan de in paragraaf 4.2.2 gestelde eis.

% op zeef C4: Bij het vooronderzoek, het proefveld en de ingangscontrolle moet de korrelgrootteverdeling voldoen aan de in paragraaf 4.2.2 gestelde eis.

% op zeef 2 mm: Bij het vooronderzoek geldt geen eis.  
Bij het proefveld en de ingangscontrolle geldt dat de meetwaarde gelijk moet zijn aan de in het vooronderzoek vastgelegde waarde met een bandbreedte van maximaal + of – 15 % (m/m).

% op zeef 500  $\mu\text{m}$ : Bij het vooronderzoek geldt geen eis.  
Bij het proefveld en de ingangscontrolle geldt dat de meetwaarde gelijk moet zijn aan de in het vooronderzoek vastgelegde waarde met een bandbreedte van maximaal + of – 15 % (m/m).

% door zeef 63  $\mu\text{m}$ : Bij het vooronderzoek geldt geen eis.  
Bij het proefveld en de ingangscontrolle geldt dat de meetwaarde gelijk moet zijn aan de in het vooronderzoek vastgelegde waarde met een bandbreedte van maximaal + of – 15 % (m/m).

#### **Methode van onderzoek**

De korrelgrootteverdeling moet worden bepaald volgens DIN 18123 (natte zeping). Hierbij moeten minimaal de volgende zeven worden gebruikt:

- 63, 125, 250 en 500  $\mu\text{m}$ ;
- 1 en 2 mm;
- C4, (C5,6), C8, C16 en C22,4.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: één maal.

Ingangscontrolle: één maal per 1.000 ton.

#### 8.2.3. Vochtgehalte

##### **Keuringscriterium**

Het vochtgehalte moet voldoen aan de in paragraaf 4.2.3 gestelde eis.

#### **Methode van onderzoek**

Het vochtgehalte moet worden bepaald volgens DIN 18121-1.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: één maal.

Ingangscontrolle: één maal per 1.000 ton.



#### 8.2.4. Zuurgraad

##### **Keuringscriterium**

De zuurgraad moet voldoen aan de in paragraaf 4.2.4 gestelde eis.

##### **Methode van onderzoek**

De zuurgraad moet worden bepaald volgens DIN 19684 Teil 1.

##### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: één maal.

Ingangscontrolle: één maal per 1.000 ton.

#### 8.2.5. Asbest

##### **Keuringscriterium**

Het gehalte aan asbest in de korrelfractie, uitgedrukt als de concentratie serpentijnasbest plus tienmaal het gehalte amfiboolasbest mag niet groter zijn dan 100 mg/kg d.s.

##### **Methode van onderzoek**

Indien de specifieke afvalstoffracties niet reeds aantoonbaar aan de eis voldoen, wordt het asbestgehalte van de korrelfractie bepaald volgens NEN 5897.

### 8.3. Vulstoffractie

#### 8.3.1. Vreemde bestanddelen

##### **Keuringscriterium**

De vulstoffractie moet voldoen aan de in paragraaf 4.3.1 gestelde eis.

##### **Methode van onderzoek**

De aanwezigheid van vreemde bestanddelen moet visueel worden bepaald.

##### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: doorlopend.

Proefveld: doorlopend.

Ingangscontrolle: doorlopend.

#### 8.3.2. Korrelgrootteverdeling

##### **Keuringscriterium**

% op zeef 2 mm: Bij het vooronderzoek moet de zeefrest voldoen aan de in paragraaf 4.3.2 gestelde eis. Bij het proefveld en de ingangscontrolle geldt dat de meetwaarde gelijk moet zijn aan de in het vooronderzoek vastgelegde waarde met een bandbreedte van maximaal + of – 15 % (m/m).

##### **Methode van onderzoek**

De korrelgrootteverdeling moet worden bepaald volgens DIN 18123 (natte zeping). Hierbij moeten minimaal de zeef 2 mm worden gebruikt.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: één maal.

Ingangscontrole: één maal per 1.000 ton.

#### 8.3.3. Vochtgehalte

##### **Keuringscriterium**

Het vochtgehalte moet voldoen aan de in paragraaf 4.3.3 gestelde eis.

##### **Methode van onderzoek**

Het vochtgehalte moet worden bepaald volgens DIN 18121-1.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: één maal.

Ingangscontrole: één maal per 1.000 ton.

#### 8.3.4. Zuurgraad

##### **Keuringscriterium**

De zuurgraad moet voldoen aan de in paragraaf 4.3.4 gestelde eis.

##### **Methode van onderzoek**

De zuurgraad moet worden bepaald volgens DIN 19684 Teil 1.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: één maal.

Ingangscontrole: één maal per 1.000 ton.

#### 8.3.5. Asbest

##### **Keuringscriterium**

Het gehalte aan asbest in de vulstoffractie, uitgedrukt als de concentratie serpentijnasbest plus tienmaal het gehalte amfiboolasbest mag niet groter zijn dan 100 mg/kg d.s.

##### **Methode van onderzoek**

Indien de vulstoffractie niet reeds aantoonbaar aan de eis voldoen, wordt het asbestgehalte van de vulstoffractie bepaald volgens NEN 5707.

### **8.4. Slibfractie**

#### 8.4.1. Vreemde bestanddelen

##### **Keuringscriterium**

De slibfractie moet voldoen aan de in paragraaf 4.4.1 gestelde eis.

##### **Methode van onderzoek**

De aanwezigheid van vreemde bestanddelen moet visueel worden bepaald.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: doorlopend.

Proefveld: doorlopend.

Ingangscntrole: doorlopend.

#### 8.4.2. Vochtgehalte

##### **Keuringscriterium**

Het vochtgehalte moet voldoen aan de in paragraaf 4.4.2 gestelde eis.

##### **Methode van onderzoek**

Het vochtgehalte moet worden bepaald volgens DIN 18121-1.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: één maal.

Ingangscntrole: één maal per 1.000 ton.

#### 8.4.3. Zuurgraad

##### **Keuringscriterium**

De zuurgraad moet voldoen aan de in paragraaf 4.4.3 gestelde eis.

##### **Methode van onderzoek**

De zuurgraad moet worden bepaald volgens DIN 19684 Teil 1.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: één maal.

Ingangscntrole: één maal per 1.000 ton.

### **8.5. Bindmiddel**

#### 8.5.1. Waterglas (Terrostab-100®/ Terrostab-50® )

##### **Keuringscriterium**

Terrostab-100® / Terrostab-50® moet voldoen aan de in paragraaf 4.5.1 gestelde eisen.

##### **Methode van onderzoek**

Zie bewijs van oorsprong, mee te leveren met iedere vracht (circa 25 ton).

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: 1.

Proefveld: 1.

Ingangscntrole: 1 per vracht (circa 25 ton).

## 8.6. Het gereede mengsel

### 8.6.1. Mengselsamenstelling

#### **Keuringscriterium**

De mengselsamenstelling moet vallen binnen de in het vooronderzoek vastgelegde bandbreedte voor de verhouding tussen de samenstellende fracties.

#### **Methode van onderzoek**

De mengselsamenstelling wordt gecontroleerd aan de hand van de registratie van de afgewogen hoeveelheden van iedere fractie.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: variabel. De bandbreedte voor de verhouding tussen de samenstellende fracties dient te worden vastgelegd.

Proefveld: één maal.

Productiecontrole: één maal per 2.000 ton of minimaal één maal per week.

### 8.6.2. Vochtgehalte

#### **Keuringscriterium**

Bij het vooronderzoek moet het vochtgehalte voldoen aan de in paragraaf 5.4.3 gestelde eis.

Bij het proefveld en de ingangscntrole geldt dat de meetwaarde ten minste gelijk moet zijn aan minimaal 10% (m/m) voor de onderlaag.

#### **Methode van onderzoek**

Het vochtgehalte moet worden bepaald volgens DIN 18121-1.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: twee maal.

Productiecontrole: één maal per 1.000 ton.

### 8.6.3. Droge dichtheid bij actueel vochtgehalte

#### **Keuringscriterium**

Bij het proefveld en de productiecontrole dient de dichtheid bij actueel vochtgehalte (door middel van ESV) te worden bepaald. De hieruit berekende droge dichtheid dient voor de onder- en bovenlaag ten minste gelijk te zijn aan 800 kg/m<sup>3</sup>.

#### **Methode van onderzoek**

De dichtheid bij actueel vochtgehalte (door middel van ESV) moet worden bepaald conform DIN18127. Echter uitgevoerd zonder een plaat op het monster in de proctor.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: twee maal.

Productiecontrole: één maal per 1.000 ton.

### 8.6.4. Milieuhygiënische eigenschappen

#### **Keuringscriterium**

De emissie- en samenstellingswaarden dienen te voldoen aan de in paragraaf 5.4.6 gestelde eisen.

#### **Methode van onderzoek**

Monsterneming dient plaats te vinden conform SIKB BRL 1000 protocol 1003. Per monster dienen ten minste zes grepen te worden genomen.

De samenstellingswaarde van organische componenten moet worden bepaald volgens NEN 7330. De analyses dienen volgens de in bijlage D genoemde normen te worden uitgevoerd.

De maximale beschikbaarheid voor uitloging wordt bepaald volgens NEN 7371. De analyse dienen volgens de in bijlage D genoemde normen te worden uitgevoerd.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: valt onder productiecontrole.

Productiecontrole: per wisseling van mengsamenstelling, doch ten minste drie maal per project.

#### 8.6.5. Potentieel wateroplosbaar organisch koolstof

##### **Keuringscriterium**

Bij het vooronderzoek, het proefveld en de productiecontrole moet het percentage aan potentieel wateroplosbaar organisch koolstof voldoen aan de in paragraaf 5.4.7 gestelde eis. De PWOC mag worden gecorrigeerd voor de AWOC (actueel wateroplosbaar organische koolstof), omdat deze geen deel uitmaakt van de structuur van de Hydrostab matrix.

##### **Methode van onderzoek**

Het gehalte aan potentieel wateroplosbaar organisch koolstof moet worden bepaald volgens NVN 7391.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: één maal.

Productiecontrole: één maal per 5.000 ton.

#### 8.6.6. Zuurgraad

##### **Keuringscriterium**

De zuurgraad moet voldoen aan de in paragraaf 5.4.8 gestelde eis.

##### **Methode van onderzoek**

De zuurgraad moet worden bepaald volgens DIN 19684 Teil 1.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: één maal.

Ingangscontrole: één maal per 1.000 ton.

#### 8.6.7. Reactiviteit bindmiddel

##### **Keuringscriterium**

Het berekende silicaatgehalte, na de opkookproef, mag maximaal 10% (m/m) van het toegevoegde gehalte silicaat bedragen.

##### **Methode van onderzoek**

Een verdicht monster Hydrostab wordt niet later dan 90 dagen na aanmaak verkleind tot < 10 mm en in een L/S = 10 verhouding opgekookt gedurende 15 minuten. Dit opkoken is een worst case situatie waarbij door het verhoogde alkalisch milieu, silicaat van het binderoppervlak in oplossing kan gaan, meer dan in de praktijk het geval zal zijn. Daarna wordt het waterig extract door centrifugeren gescheiden van alle vaste stof en wordt het

natrium- en siliciumgehalte in het heldere extract bepaald. Het natriumgehalte wordt bepaald middels ICP-AES, het silicaatgehalte wordt bepaald middels titratie.

#### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: één maal.

Proefveld: geen.

Productiecontrole: ten minste drie maal per project (en bij eventuele wisseling van mengselsamenstelling).

### **8.7. De gerede laag (afnamecontrole)**

#### **8.7.1. Laagdikte**

##### **Keuringscriterium**

De laagdikte moet voldoen aan de in paragraaf 7.4.2 gestelde eis.

##### **Methode van onderzoek**

De laagdikte moet per laag worden bepaald volgens proef F van CUR-Aanbeveling 33.

##### **Aantal bepalingen per laag**

Vooronderzoek: niet van toepassing.

Proefveld: twee maal.

Afnamecontrole: één maal per 2.000 m<sup>2</sup>.

#### **8.7.2. Vlakheid**

##### **Keuringscriterium**

*Onderlaag*

Geen eisen.

*Bovenlaag*

De vlakheid moet voldoen aan de in paragraaf 7.4.3 gestelde eisen.

##### **Methode van onderzoek**

De vlakheid moet visueel worden beoordeeld, eventueel met behulp van een rei.

##### **Aantal bepalingen**

Vooronderzoek: niet van toepassing.

Proefveld: doorlopend.

Afnamecontrole: doorlopend.

#### **8.7.3. Verdichtingsgraad**

##### **Keuringscriterium**

De verdichtingsgraad van elke laag moet voldoen aan de in paragraaf 7.4.4 gestelde eisen.

##### **Methode van onderzoek**

De dichtheid bij actueel vochtgehalte (door middel van ESV) moet worden bepaald volgens paragraaf 8.6.3.

De dichtheid in situ moet worden bepaald volgens DIN 18125-2.

##### **Aantal bepalingen per laag**

Vooronderzoek: niet van toepassing.

Proefveld:           dichtheid in situ: tien maal.  
                          dichtheid bij actueel vochtgehalte (door middel van ESV): zie paragraaf 8.6.3.  
Afnamecontrole: dichtheid in situ: één maal per 2.000 m<sup>2</sup>.  
                          dichtheid bij actueel vochtgehalte (door middel van ESV): zie paragraaf 8.6.3.

#### 8.7.4. Draagkracht

##### **Keuringscriterium**

De draagkracht van de onder- en bovenlaag moet voldoen aan de in paragraaf 7.4.5 gestelde eisen.

##### **Methode van onderzoek**

De draagkracht moet worden bepaald met een handpenetrometer. De uitvoering dient te geschieden volgens de bijbehorende handleiding, waarbij de penetratie 10 cm diep is, echter niet dieper dan de helft van de laagdikte.

##### **Aantal bepalingen per laag**

Vooronderzoek: twee maal per mengsel

Proefveld: iedere 5 meter op twee denkbeeldige lijnen, evenredig verdeeld over het oppervlak, lopende vanaf de teen van de constructie. De metingen dienen minimaal 5 meter vanaf alle randen uitgevoerd te worden.

Afnamecontrole: per vak van 2.000 m<sup>2</sup>: iedere 5 meter op twee denkbeeldige lijnen, evenredig verdeeld over het oppervlak, lopende vanaf de teen van de constructie. De metingen dienen minimaal 5 meter vanaf alle randen uitgevoerd te worden.

#### 8.7.5. Waterdoorlatendheid

##### **Keuringscriterium**

De waterdoorlatendheid van elke laag moet voldoen aan de in paragraaf 7.4.6 gestelde eisen.

##### **Methode van onderzoek**

De waterdoorlatendheid moet worden bepaald volgens DIN 18130.

##### **Aantal bepalingen per laag**

Vooronderzoek: twee maal.

Proefveld: twee maal.

Afnamecontrole: één maal per 2.000 m<sup>2</sup>.

## 9. Referenties

1. BKB (1995a). Toepassing van afvalstoffen in een waterdichte, niet uitlogende, afdeklaag bovenop een vuilstort, ter vervanging van zand-bentoniet en HDPE-folie afdeklaag. Dalfsen, BKB Reststoffen Management.
2. BKB (1995b). 'Toepassing van afvalstoffen in een waterdichte, niet uitlogende, afdeklaag bovenop een vuilstort, ter vervanging van zand-bentoniet en HDPE-folie afdeklaag; deelrapport 1'. Dalfsen, BKB Reststoffen Management.
3. Boels (1993). Studie naar onderafdichtingsconstructies voor afval en reststofbergingen.
4. DLO-Staringcentrum, rapportnummer 247, 1993.
5. Boels (1993). Duurzame werking van zand-bentonietafdichtingen in eindafdekkingen van stortplaatsen. Staringcentrum, rapportnummer 115, 1990.
6. Boels e.a. (1996). Afdichtende functie van met waterglas geïmmobiliseerde afvalstoffen. Wageningen, 1996
7. CUR (1996). CUR-Aanbeveling 33 Granulaire afdichtingslagen op basis van zandbentoniet. Gouda, 1996.
8. German Geotechnical Society for the International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Berlin (1993). Geotechnics of Landfill Design and Remedial Works.
9. Hoeks e.a. (1987). Onderzoek naar de praktische uitvoerbaarheid van bovenafdichting van afvalstortterrein. ICW-rapportnummer 21, 1987.
10. Hoeks e.a. (1990). Richtlijnen voor ontwerp en constructie van eindafdekkingen van afval- en reststofbergingen. Staringcentrum, rapport 91, 1990.
11. Stortbesluit (1993). Besluit voor 20 januari 1993, houdende regels inzake het storten van afvalstoffen (Stortbesluit bodembescherming, Staatsblad 1993, nummer 55).
12. Uitvoeringsregeling (1993). Uitvoeringsregeling Stortbesluit bodembescherming. Staatscourant 37, 23 februari 1993.
13. VROM (1991). Richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststofbergingen, Publicatiereeks bodembescherming, nummer 1991/2.
14. VROM (1993). Richtlijn onderafdichtingsconstructies voor stort- en opslagplaatsen, Publicatiereeks bodembescherming, nummer 1993/2.
15. VROM (1993). Leidraad storten, juni 1993.
16. VROM (1995). Bouwstoffenbesluit. Besluit van 23 november 1995, houdende regels met betrekking tot het op of in de bodem of in oppervlaktewater gebruiken van bouwstoffen (Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterenbescherming), Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden 567, jaargang 1995.
17. VROM (1995). Uitvoeringsregeling Bsb. Uitvoeringsregeling Bouwstoffenbesluit, Supplement bij de Nederlandse Staatscourant van 20 december 1995 nr.247.
18. IPO (1997). IPO-interimbeleid. Werken met secundaire grondstoffen – Interprovinciaal beleid voor de milieuhygiënisch verantwoorde toepassing van secundaire grondstoffen in werken, 2<sup>e</sup> en geactualiseerde druk, 1997.
19. Grenswaardennotitie, storten gevaarlijk afval, mei 1993.
20. Haskoning (2000). Risicoanalyse emissies vanuit Hydrostab, juni 2000.



21. CUR (2000). Afdichtingslagen met waterglas voor stortplaatsen – Systematiek voor de milieuhygiënische beoordeling, rapport 2000-4, juli 2000.
22. INTRON (2003). Hydrostab<sup>+</sup> – Wat is de kwaliteit? Rapport R20030092, Culemborg, 8 mei 2003.
23. INTRON (2003). Kwaliteitscontrole deponie De Wierde – Doorlatendheid en milieuhygiënische bepalingen, rapport R20030036a, Sittard, 6 maart 2003.
24. TNO (2003). Uitloging van organische componenten uit Hydrostab, rapport R2003/416, Apeldoorn, oktober 2003.
25. INTRON (2003). Protocollen Hydrostab<sup>+</sup>, rapport R20035121a, Culemborg, 3 december 2003
26. JKConsultancy. Resultaten met Hydrostab<sup>+</sup> met aangepast receptuur van de bovenlaag, verslag 135, Bathmen november 2009.
27. INTRON (2010). Protocollen Hydrostab<sup>+</sup>, rapport R20100007, Sittard, 4 februari 2010.
28. SGS INTRON & TAUW, Definitief eindrapport A873520+A883780/R2015-0007+0399, Sittard, 29 maart 2016.
29. ALTERRA-rapport 1118 (2005). Duurzaamheid Hydrostab; een veldonderzoek en een prognose; Boels e.a. - Wageningen 2005
30. ALTERRA-rapport 1374 (2006). Onderbouwing kwaliteitsborging Hydrostab; aanvullend veld-, laboratorium- en modelonderzoek; Boels en Bril - Wageningen 2006

## BIJLAGE A. TITELS VAN VERMELDE NORMEN EN BEPALINGEN

### *Nederlandse normen*

NEN-EN 1097-5:2008 Bepaling vochtgehalte.

NEN-EN 12457-2:2002 Karakterisering van afval - Uitloging - Verkorte uitloogproef van korrelvormige afvalstoffen en slib - Deel 2: Eén-fase-partijkeuring bij een vloeistof tot vaste stof verhouding van 10 l/kg voor materialen met deeltjesgrootte beneden 4 mm (zonder of met groottereductie)

NEN 7371:2004 Uitloogkarakteristieken – bepaling van de beschikbaarheid voor uitloging van anorganische componenten - Vaste grond- en steenachtige materialen en reststoffen.

NVN 7391:2013 Bepaling van het gehalte actueel wateroplosbaar koolstof en potentieel wateroplosbaar koolstof

NEN 5897:2015 Inspectie en monsterneming van asbest in bouw- en sloopafval en recyclinggranulaat

NEN 5707:2015 inspectie en monsterneming van asbest in bodem en partijen grond.

Standaard RAW Bepalingen, uitgave 2015, Stichting CROW, Ede

CUR-Aanbeveling 33:1996 Proef F. Bepaling laagdikte.

AP04-E Analyse van eluaten, versie 8, oktober 2013, SIKB, Gouda.

AP04-SB Samenstelling bouwstoffen, versie 8, oktober 2013, SIKB, Gouda.

### *Duitse normen*

DIN 18121:1998 Wassergehalt.

DIN 18123:1996 Bestimmung der Korngrößenverteilung.

DIN 18125:1986 Deel 1 Dichte des Bodens. Laborversuche.

DIN 18125:1986 Deel 2 Dichte des Bodens. Feldversuche.

DIN 18127:1987 Proctorversuch.

DIN 18129:1996 Kalkgehaltsbestimmung

DIN 18130.Teil 1:1989 Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts.

DIN 19684.Teil 1:1977 Bestimmung des Bodens und Ermittlung des Kalkbedarfs.

DIN EN 27888:1993 Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit.

DIN: 38409.Teil 3:1983 Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H). Bestimmung des gesamten organisch gebundenen Kohlenstoffs (TOC) (H3).

DIN: 38409.Teil 16:1983 Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H). Bestimmung des Phenol-Index (H16).

DIN 38414.Teil 4:1983 Schlamm und Sedimente (Gruppe S). Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser (S4).

## BIJLAGE B. TOELICHTING TOETSING MAXIMALE FILTERSNELHEID IN EEN MEERLAGENSYSTEEM

Uitgangspunt voor de eis aan de  $k$ -waarde zijn de *Richtlijnen dichte eindafwerking voor afval- en reststofbergingen* van het Ministerie van VROM. Hierin wordt gesteld dat de maximale lekkage (filtersnelheid) onder ontwerp-veldomstandigheden maximaal 20 mm/jaar mag bedragen.

### B.1. Eén-laagmodel

Uitgangspunt voor het éénlaagmodel is, dat de waterdoorlatendheid van Hydrostab® volledig wordt toegeschreven aan de gemiddelde waterdoorlatendheid van het gehele pakket. De aangenomen ontwerp-veldomstandigheden van Hydrostab® zijn dan:

- een gemiddelde laagdikte  $d$ ,
- een neerslagoverschot gedurende 200 dagen per jaar,
- een zuigspanning aan de onderzijde van de laag van  $-0,50$  m,
- een waterdruk aan de bovenzijde van de laag van  $+0,50$  m.

Omgerekend bedraagt de maximale filtersnelheid  $1,2 \cdot 10^{-9}$  m/s (20 mm/jaar, uitgaande van 200 dagen/jaar).

*Beoordeling als een systeem van één laag*

De maximale  $k$ -waarde (waterdoorlatendheidscoëfficiënt) kan in dit geval eenvoudig berekend worden:

$$v = k \times i \text{ (Wet van Darcy), zodat } k = \frac{v}{i},$$

$$i = \frac{0,50 + d - (-0,50)}{d},$$

met

- $v$  = maximale filtersnelheid [m/s],
- $i$  = verhang [-],
- $d$  = laagdikte [m],
- $k$  =  $k$ -waarde [m/s].

*Rekenvoorbeeld*

Als rekenvoorbeeld geven we een laagdikte van 0,7 meter ( $d = 0,7$  m). Het verhang,  $i$ , is dan  $i = 2,43$  en de  $k$ -waarde is maximaal  $4,8 \cdot 10^{-10}$  m/s.

De bovengrens van het 90 %-betrouwbaarheidsinterval van de  $k$ -waarden is dus gelijk aan  $4,8 \cdot 10^{-10}$  m/s. Per meetpunt mag de  $k$ -waarde niet hoger zijn dan 5 maal deze waarde (dus maximaal  $2,4 \cdot 10^{-9}$  m/s).

### B.2. Twee-lagenmodel

Bij twee lagen kan het voorkomen dat de ene laag een hogere  $k$ -waarde heeft dan de andere laag. Hierbij is het mogelijk dat de hogere waarde niet aan de eis voldoet, terwijl de laag als geheel wel voldoet. Er kan zodoende een eis voor de  $k$ -waarde worden afgeleid ( $k_2$ ) voor de laag met de hogere  $k$ -waarde (laag 2) in afhankelijkheid van de  $k$ -waarde van de andere laag (laag 1).

Voor iedere laag geldt de wet van Darcy, waarbij voor iedere laag de filtersnelheid gelijk is:

$$v = k_1 \times i_1 = k_2 \times i_2, \text{ zodat } k_2 = k_1 \times \frac{i_1}{i_2}.$$

Dit kan worden omgezet in de volgende vergelijking:

$$k_2 = \frac{1}{\frac{(d_1 + d_2 + 1,0)}{d_2} \frac{1}{v} - \frac{d_1}{d_2} \frac{1}{k_1}}$$

#### Rekenvoorbeeld

Voor de bovengrens van het 90 %-betrouwbaarheidsinterval van de gemiddelde  $k$ -waarde geldt dat  $v = 1,2 \cdot 10^{-9}$  m/s, zodat bij  $d_1 = d_2 = 0,35$  m:

$$k_2 \leq \frac{1}{4,20 \cdot 10^9 - \frac{1,00}{k_1}} \text{ indien } k_1 > 2,4 \cdot 10^{-10} \text{ m/s en geen eis voor } k_2 \text{ indien } k_1 \leq 2,4 \cdot 10^{-10} \text{ m/s.}$$

Een aantal mogelijke combinaties is in tabel B.1 weergegeven.

Tabel B.1. Toetsingstabel voor combinaties afhankelijk van de  $k$ -waarde van de onderlaag bij  $d_1=d_2=0,35$

bovengrens 90 %- betrouwbaarheidsinterval $k$ -waarde onderlaag	$k$ -waarde bovenlaag	
	bovengrens 90 %- betrouwbaarheidsinterval	individuele meetwaarde
$5,0 \cdot 10^{-8}$ m/s	$2,4 \cdot 10^{-10}$ m/s	$1,2 \cdot 10^{-9}$ m/s
$1,0 \cdot 10^{-8}$ m/s	$2,4 \cdot 10^{-10}$ m/s	$1,2 \cdot 10^{-9}$ m/s
$5,0 \cdot 10^{-9}$ m/s	$2,5 \cdot 10^{-10}$ m/s	$1,3 \cdot 10^{-9}$ m/s
$1,0 \cdot 10^{-9}$ m/s	$3,1 \cdot 10^{-10}$ m/s	$1,6 \cdot 10^{-9}$ m/s
$5,0 \cdot 10^{-10}$ m/s	$4,6 \cdot 10^{-10}$ m/s	$2,3 \cdot 10^{-9}$ m/s

## BIJLAGE C. PRODUCTBLADEN

### C.1: Terrostab-100® en Terrostab-50®

Dit bindmiddelproduct, waterglas heeft de volgende eigenschappen.

		<b>Terrostab-100®</b>	<b>Terrostab-50®</b>
Voorkomen:		wit korrelig poeder	vloeibaar
Molratio SiO <sub>2</sub> /Na <sub>2</sub> O	(%)	3,2 – 3,45	3,2 – 3,45
SiO <sub>2</sub>	(%)	62 – 64	27 - 31
Na <sub>2</sub> O	(%)	18 – 20	8,6 – 9,1
Oplosbaarheid (50 g/l, 40 °C):			
• na 1 minuut	(%)	60	60
• na 3 minuten	(%)	95	95
• na 25 minuten	(%)	100	100
Korrelgrootte:			
gemiddelde	(µm)	175	175
• >400 µm	(%)	< 5	< 5
• >250 µm	(%)	≤ 40	≤ 40
• <63 µm	(%)	≤ 5	≤ 5
pH (10 g/l, 20 °C)	(%)	11	11
Volumegewicht	(g/l)	600 (± 10 %)	1380 (± 10 %)
CAS nummer:	1344-09-8		1344-09-8
EINECS nummer:	215-687-4		215-687-4

Het product Terrostab-100® moet afgesloten, droog en bij omgevingstemperatuur bewaard worden.  
Stofpreventie is noodzakelijk.

Het product Terrostab-50® moet vorstvrij en lekvrij worden opgeslagen.

## BIJLAGE D. BEPALINGSMETHODEN ANORGANISCHE EN ORGANISCHE COMPONENTEN

Component	norm
Antimoon	AP04-E of DIN 38405 Teil 22
Arseen	AP04-E of DIN 38405 Teil 18
Barium	AP04-E of DIN 38406 Teil 22
Cadmium	AP04-E of DIN 38406 Teil 19
Chroom totaal	AP04-E of DIN 38406 Teil 10
Kobalt	AP04-E of DIN 38406 Teil 21
Koper	AP04-E of DIN 38406 Teil 7
Kwik	AP04-E of DIN 38406 Teil 12
Lood	AP04-E of DIN 38406 Teil 6
Molybdeen	AP04-E of DIN 38406 Teil 22
Nikkel	AP04-E of DIN 38406 Teil 11
Seleen	AP04-E of DIN 38406 Teil 12
Tin	AP04-E of DIN 38406 Teil 18
Vanadium	AP04-E of DIN 38406 Teil 22
Zink	AP04-E of DIN 38406 Teil 8
Fluoride (vrij)	AP04-E of DIN 38405 Teil 19
Chloride	AP04-E of DIN 38405 Teil 19
Sulfaat	AP04-E of DIN 38405 Teil 19
Bromide	AP04-E of DIN 38405 Teil 19
Minerale olie	AP04-SB
PAK(10)	AP04-SB of DIN 38414 Teil 21
PCB(7)	AP04-SB
BETX	AP04-SB of DIN 38407 Teil 9
Fenol	AP04-SB



[WWW.SGS.COM/INTRON](http://WWW.SGS.COM/INTRON)

## OVER SGS

SGS is wereldleider op het gebied van inspectie, controle, analyse en certificering. Wij staat bekend als de global benchmark voor kwaliteit en integriteit. SGS onderhoudt wereldwijd een netwerk van ca. 2.600 kantoren en laboratoria met meer dan 89.000 werknemers.

### **SGS INTRON B.V.**

**Dr. Nolenslaan 126  
P.O. Box 5187**

NL-6130 PD Sittard  
+31 (0)88 214 52 04

### **SGS INTRON B.V.**

**Venusstraat 2  
P.O. Box 267**

NL-4100 AG Culemborg  
+31 (0)88 214 51 00

### **SGS NETHERLANDS**

**Malledijk 18  
P.O. Box 200**

NL-3200 AE Spijkenisse  
+31 (0)88 214 33 33

### **SGS BELGIUM**

**SGS House  
Noorderlaan 87**

B-2030 Antwerpen  
+32 (0)3 545 44 00