

Milieueffectrapport koude immobilisatie van afvalstoffen

Nadere toelichting



**Milieueffectrapport koude
immobilisatie van afvalstoffen****Nadere toelichting**

registratie Hedr19-2/Klem5/001	projectcode Hedr19-2	status definitief
projectleider drs. ing. P.T.W. Mulder	projectdirecteur drs. D.J.F. Bel	datum 8 juli 2002

autorisatie goedgekeurd	naam drs. ing. P.T.W. Mulder	paraaf 
-----------------------------------	--	--



INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
2. ACTUALISATIE BELEIDSKADER	2
2.1. Inleiding	2
2.2. Invoering Eural	2
2.3. Meerjarenplan Gevaarlijk Afval II en het Landelijk afvalbeheersplan	2
3. PROCES VAN IMMOBILISATIE	4
3.1. Inleiding	4
3.2. Mogelijkheden proces	4
3.3. Controle productkwaliteit	5
3.4. Acceptatieprocedures reguliere en niet reguliere afvalstoffen	5
4. AANVULLING EFFECTBESCHRIJVING	9
4.1. Inleiding	9
4.2. Bescherming van gevoelige gebieden	9
4.3. Lucht	10
 laatste bladzijde	 11
 bijlagen	
I: Immobilisatieprojecten	

1. INLEIDING

Het milieueffectrapport (MER) van vof 't Oost voor de koude immobilisatie van gevaarlijke afvalstoffen inclusief vergunningaanvragen voor 't Oost 1 en 2 zijn ingediend bij het bevoegd gezag, de Provincie Noord-Holland. Het MER is door de Provincie Noord-Holland in de inspraak gebracht. Tegelijkertijd is het MER voorgelegd aan de Commissie voor de milieueffectrapportage (Cmer). Hierop heeft de Cmer het bevoegd gezag en de initiatiefnemer (vof 't Oost) uitgenodigd voor een nadere toelichting. Ter voorbereiding hierop heeft de Cmer een gespreksnotitie opgesteld. Deze notitie is 7 juni 2002 besproken door de Cmer, Provincie Noord-Holland en vof 't Oost. Tijdens dit gesprek is afgesproken dat de initiatiefnemer op enkele punten een nadere schriftelijke toelichting geeft. Deze toelichting is in dit rapport weergegeven.

Achtereenvolgens wordt in dit rapport ingegaan op:

- een actualisatie van het beleidskader (hoofdstuk 2);
- het proces van immobilisatie (hoofdstuk 3);
- een aanvulling op de effectbeschrijving (hoofdstuk 4).

2. ACTUALISATIE BELEIDSKADER

2.1. Inleiding

In de tijd tussen het afronden van het MER, het indienen bij het bevoegd gezag, de inspraakprocedure en het gesprek met de Cmer, heeft de beleidsvorming voor het thema afval niet stilgestaan. Inmiddels geldt het regime van de Eural, terwijl het Landelijk Afvalbeheerplan op een haar na is gevild. In onderstaande paragrafen wordt op beide beleidsdocumenten nader ingegaan in relatie tot het opgestelde MER.

2.2. Invoering Eural

algemeen

Op 1 januari 2002 is de Eural - de nieuwe Europese afvalstoffenlijst - in werking getreden. Deze nieuwe integrale afvalstoffenlijst is het gevolg van de samenvoeging en actualisering van de European Waste Catalogue (EWC) en de Hazardous Waste List (HWL). Met de inwerkingtreding van de Eural vervalt het Besluit aanwijzing gevaarlijke afvalstoffen (BAGA).

De Europese afvalstoffenlijst harmoniseert de omschrijving van afvalstoffen tussen de verschillende lidstaten en brengt eenheid in de beoordeling of een afvalstof 'gewoon of gevaarlijk' is. De nieuwe lijst is dus niet voor het onderscheid tussen wat wel en wat geen afvalstof is. Dit is reeds gedefinieerd in de Europese kaderrichtlijn afvalstoffen.

Een belangrijk verschil tussen het huidige BAGA en de nieuwe Eural is dat een andere benadering van het begrip 'gevaarlijk afval' wordt gehanteerd. Daardoor kan het voorkomen dat een bepaalde afvalstof onder het nieuwe regime anders wordt beoordeeld. De bepaling van gevaarlijke afvalstoffen blijft gebaseerd op het door alle lidstaten onderschreven Europese systeem van classificatie van stoffen en preparaten.

Verder hanteert de Eural andere afvalstoffencodes dan tot nu toe in Nederland werden gebruikt.

relatie tot het MER

Het MER heeft als onderwerp het immobiliseren van gevaarlijk afval. Dit houdt in dat de genoemde wijziging in wet- en regelgeving geen consequenties heeft voor het MER. In de situatie waarin het BAGA nog van kracht zou zijn, zouden afvalstoffen, met daarin stoffen boven de in het BAGA genoemde waarden, kunnen worden geïmmobiliseerd. Met de invoering van de Eural zijn de maximale concentraties aan stoffen in afvalstoffen, waarboven een afvalstof als gevaarlijk afval moet worden aangemerkt, veranderd. Echter, het plafond voor de maximale concentraties aan stoffen, waarbij immobilisatie technisch en milieuhygiënisch kan worden toegepast, verandert niet. Dit plafond ligt hoger dan de concentratiegrenzen, zoals die waren opgenomen in het BAGA en zijn opgenomen in de Eural. Een inhoudelijke aanpassing van het MER in het kader van de invoering van de Eural is daarom niet noodzakelijk.

Het bevoegd gezag moet bij de beoordeling van de vergunningaanvraag met de transponeringstabel BAGA Eural werken.

2.3. Meerjarenplan Gevaarlijk Afval II en het Landelijk afvalbeheersplan

algemeen

In het MER wordt als referentiekader onder andere het Meerjarenplan gevaarlijk afval (MJP-GA II) gehanteerd. Het MJP-GA II zal echter binnen afzienbare tijd worden vervangen door het Landelijk afvalbeheersplan. Thans is het ontwerp LAP gepubliceerd.

Het LAP is een samenvoeging van het beleid dat voorheen was neergelegd in het Tienjarenprogramma afval (TJP-A) en het Meerjarenplan gevaarlijk afval, aangevuld met een aantal niet in deze twee plannen voorkomende afvalstoffen. Het LAP vervangt daarmee het TJP-A 1995-2005 en het MJP-GA II 1997-2007.

In het LAP zal, in de vorm van minimumstandaarden voor alle afvalstoffen of categorieën van afvalstoffen, worden aangegeven wat de minimale hoogwaardigheid is voor be- en verwerking. De minimumstandaard is een invulling van de voorkeursvolgorde voor afvalbeheer voor afzonderlijke (categorieën van) afvalstoffen.

Met betrekking tot koude immobilisatie stelt het ontwerp LAP dat koude immobilisatie steeds vaker wordt toegepast en de kosten ervan zijn concurrerend met die van reiniging en storten.

Minimumstandaard voor verontreinigde grond conform ontwerp LAP

De minimumstandaard voor het be- en verwerken van ernstig verontreinigde grond is bewerking volgens de meest geëigende methode tot herbruikbare grond die voldoet aan de kwaliteitseisen van het Bouwstoffenbesluit. Een uitzondering geldt voor ernstig verontreinigde grond waarvoor het SCG heeft aangegeven dat deze niet reinigbaar is. Voor deze niet-reinigbare grond is de minimumstandaard verwijderd door storten.

Overwegingen bij het vaststellen van de minimumstandaard

- De minimumstandaard sluit aan op de huidige praktijk waarbij ernstig verontreinigde grond wordt afgevoerd naar grondreinigers of, indien niet-reinigbaar, naar stortplaatsen. Daarmee is de minimumstandaard uitvoerbaar en bedrijfszeker.
- De zinsnede in de minimumstandaard "volgens de meest geëigende methode" is opgenomen om te bewerkstelligen dat de juiste grondreinigingstechniek wordt ingezet. Zo kan worden voorkomen dat grond die met de meest geëigende techniek vrijwel volledig kan worden gereinigd ter behandeling wordt afgevoerd naar een verwerker met een techniek die een grote residustroom tot gevolg heeft. Het SCG beoordeelt op basis van de verontreinigingsgraad en de reinigingskosten of een grondstroom al dan niet reinigbaar is.
- De wijze van verwerken conform de minimumstandaard wordt algemeen aanvaard als kosteneffectief en milieuhygiënisch gewenst.
- De wijze van verwerking in het buitenland is in een aantal gevallen laagwaardiger dan de minimumstandaard. Op grond van het zelfvoorzieningsbeginsel wordt uitvoer ten behoeve van storten in beginsel niet toegestaan.
- De minimumstandaard staat toe dat ernstig verontreinigde niet-reinigbare grond nuttig wordt toegepast in een DTO als beschermende pels, ter vervanging van primaire grondstoffen.

Op het ontwerp LAP zijn ten aanzien van (koude) immobilisatie de nodige inspraakreacties gegeven, die uiteindelijk in het kader van het definitieve LAP dienen te worden beantwoord.

relatie tot het MER

Het ontwerp LAP geeft de minimumstandaards voor diverse afvalstoffen en zal op korte termijn het referentiepunt bij de vergunningverlening voor afvalbeheer vormen.

3. PROCES VAN IMMOBILISATIE

3.1. Inleiding

In de gespreksnotitie van de Cmer zijn vragen opgeworpen met als hoofdthema's de black box benadering en de waarborgen in het proces. Met name het immobilisatieproces zelf, van aanbod van een afvalstof tot verwerking van het immobilisaat, was niet geheel helder. In dit hoofdstuk is een nadere toelichting op deze thema's gegeven.

3.2. Mogelijkheden proces

De mogelijkheden voor de verwerking van afvalstoffen met koude immobilisatie zijn, mede in het kader van het T2000-project reeds uitvoerig onderzocht. Daarnaast zijn verschillende inventarisaties verricht naar de verwerking van afvalstoffen via verschillende immobilisatietechnieken. Hierbij zijn onder meer de navolgende rapporten uitgebracht:

- materiaaltechnische en milieuhygiënische aspecten van de toepassing van commerciële cementen ten behoeve van immobilisatie (T2000, 1994);
- inventariserend onderzoek naar "State of the art" van immobiliseren (Projectgroep Ontwikkeling Saneringsprocessen Waterbodems, 1990);
- immobilisatie van verontreinigde baggerspecie (T2000, 1999);
- immobilisatie: een haalbaar alternatief (Cur-rapport 97-7).

In aanvulling op de uitgevoerde inventarisaties en onderzoeken wordt door vof 't Oost en haar zusterorganisaties regelmatig onderzoek verricht naar de toepassingsmogelijkheden voor koude immobilisatie als verwerkingstechniek. Hierbij is onder meer onderzoek verricht naar de verwerking van:

- verontreinigde grond;
- verontreinigde baggerspecie;
- boorspoelingen;
- vliegassen;
- vormzand;
- asbesthoudende grond.

In bijlage I zijn enkele van deze onderzoeken bijgevoegd. Het betreffen zowel vooronderzoeken als opleveringscontroles.

Daarnaast wordt reeds op meerdere locaties in Nederland koude immobilisatie ingezet als verwerkingstechniek voor afvalstoffen. Een voorbeeld hiervan is de VBM, waar gebleken is dat circa 75% van de aangeboden gevaarlijke afvalstoffen kan worden verwerkt met koude immobilisatie tot bouwstoffen danwel C3-afvalstoffen.

Uit de beschikbare onderzoeken en resultaten komt naar voren dat de verwerking van afvalstoffen met koude immobilisatie een reëel alternatief vormt voor het storten van deze afvalstoffen. Door aanpassing in de hoeveelheid en type bindmiddelen en additieven kan de uitloging van uiteenlopende verontreinigingstypen en -gehalten in verschillende afvalstoffen afdoende worden vastgelegd met koude immobilisatie. Binnen de huidige situatie wordt daarbij met name uitgegaan van de verwerking van verontreinigde grond tot vormgegeven bouwstoffen overeenkomstig het Bouwstoffenbesluit en C2-afvalstoffen tot C3-afvalstoffen.

Binnen het bewerkingsdepot van vof 't Oost is de periode van 1998 tot en met 2001 in totaal ruim 25.000 ton immobilisaat geproduceerd uit niet gevaarlijk afval. Bij alle uitgevoerde projecten is uit verontreinigde grond en in mindere mate baggerspecie een vormgegeven bouwstof geproduceerd die voldoet aan de eisen voor een categorie 1 bouwstof overeenkomstig het Bouwstoffenbesluit.

De binnen vof 't Oost verkregen resultaten alsmede de resultaten elders, geven voldoende aanleiding te veronderstellen dat de verwerking van gevaarlijk afval en C2-afval tot vormgegeven bouwstoffen danwel C3-afvalstoffen mogelijk is.

3.3. Controle productkwaliteit

Ter controle van de kwaliteit van het geproduceerde immobilisaat wordt (zoals in het navolgende aangegeven), naast het vooronderzoek, eveneens een controleonderzoek uitgevoerd. Bij de toetsing van de verkregen onderzoeksresultaten wordt onder meer uitgegaan van de eisen zoals opgenomen in de BRL 2506. Binnen deze BRL zijn de eisen en randvoorwaarden opgenomen zoals die zijn gesteld aan de toepassing van BSA-granulaten in de beton-, grond- en wegenbouw. Hierbij is eveneens uitgegaan van de toepassing van cement-gebonden funderingen, hetgeen aansluit bij het proces van koude immobilisatie. Daarnaast is binnen deze BRL de omrekening van de immissienormen, zoals opgenomen in het Bouwstoffenbesluit, naar de emissiewaarden zoals die tijdens de diffusietest worden gemeten, opgenomen.

Thans wordt gewerkt aan het opstellen van een BRL voor immobilisaten. Wanneer deze BRL van kracht wordt, zal vof 't Oost zich hieraan conformeren

Wanneer op 't Oost het immobilisaat is geproduceerd met behulp van de menginstallatie, worden van het geproduceerde immobilisaat opnieuw proefstukken gemaakt. Deze worden gecontroleerd op het eisenpakket en de receptuur van het vooronderzoek. In feite betreft het hier een opleveringscontrole omdat in het genoemde vooronderzoek al vast is komen te staan dat het immobilisaat voldoet aan de gestelde eisen (zie procedure 3 "Productie immobilisaat").

3.4. Acceptatieprocedures reguliere en niet reguliere afvalstoffen

In de bijgevoegde procedures in de vorm van stroomschema's, is het acceptatieproces en het proces van vooronderzoek, met betrekking tot immobilisatie van de reguliere en niet reguliere afvalstoffen, verduidelijkt, zoals dat in het MER is beschreven.

reguliere afvalstoffen

Reguliere afvalstoffen betreffen afvalstoffen die reeds op 't Oost 1 en 2, op basis van de vigerende vergunningen, ontvangen mogen worden voor koude immobilisatie. Dit zijn baggerspecie en verontreinigde grond.

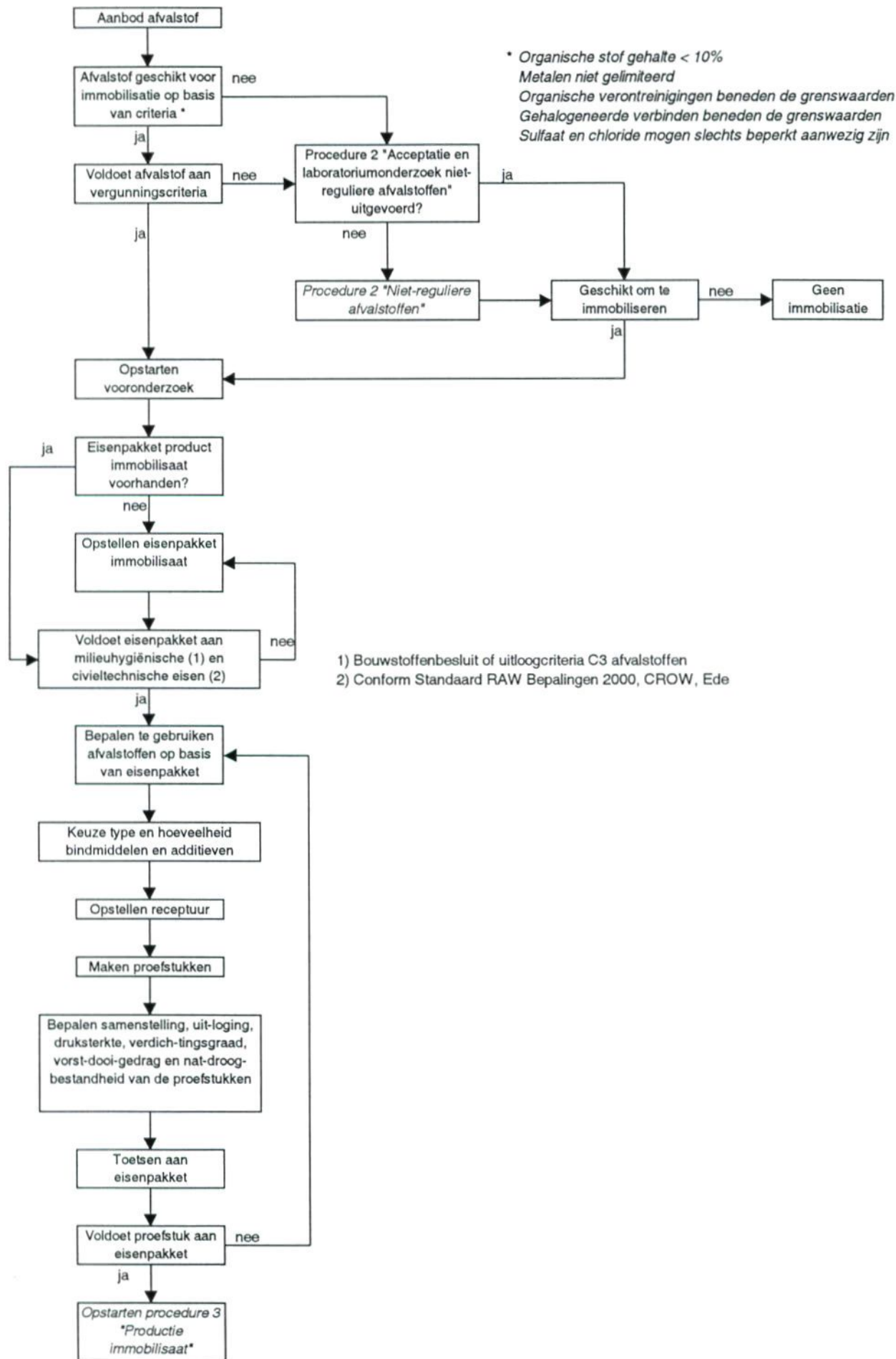
Op basis van de in procedure 1 genoemde criteria wordt bepaald of de partij grond of baggerspecie geschikt is om te immobiliseren. Indien het antwoord bevestigend is, wordt het vooronderzoek opgestart waarin het recept voor het te maken immobilisaat wordt vastgesteld. Zodra het vooronderzoek is afgerond en de resultaten aangeven dat een immobilisaat kan worden geproduceerd dat voldoet aan alle eisen, kan het productieproces beginnen (zie procedure 3 "Productie immobilisaat").

niet reguliere afvalstoffen

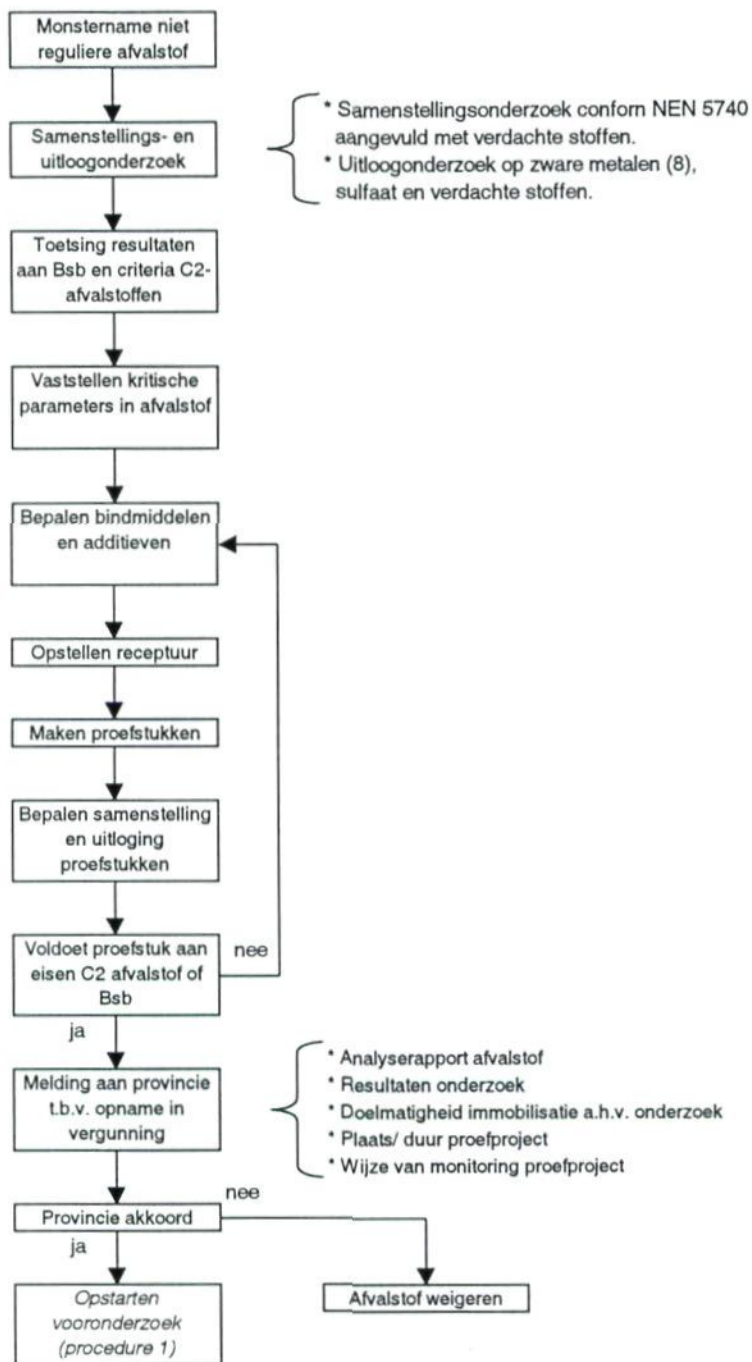
Onder niet reguliere afvalstoffen wordt verstaan die afvalstoffen die potentieel immobiliseerbaar zijn, maar op basis van de vigerende vergunningen nog niet mogen worden geaccepteerd en geïmmobiliseerd. Van de niet-reguliere afvalstoffen is geen limitatieve lijst samen te stellen. De in bijlage II van het MER opgenomen lijst is een indicatieve lijst met mogelijk te immobiliseren afvalstromen. Deze lijst is opgesteld op basis van verwachtingen en ervaringen die 't Oost heeft met immobilisatie. Via een gedegen laboratoriumonderzoek zal altijd eerst moeten worden bepaald of een aangeboden (niet reguliere) afvalstof te immobiliseren is. Bij positieve resultaten van het uitgevoerde vooronderzoek zal vervolgens toestemming voor acceptatie aan het bevoegd gezag worden gevraagd (Provincie Noord-Holland). Pas nadat de toestemming is verkregen, kan de partij daadwerkelijk worden geaccepteerd door 't Oost (zie toegevoegde procedure 2 "Acceptatie en onderzoek niet reguliere afvalstof").

Wanneer de niet reguliere afvalstof mag worden geaccepteerd, kan het vooronderzoek worden gestart waarin het definitieve recept voor het immobilisaat wordt vastgesteld. Zodra het vooronderzoek is afgerond en de resultaten aangeven dat een immobilisaat kan worden geproduceerd dat voldoet aan alle eisen, kan het productieproces beginnen (zie procedure 3 "Productie immobilisaat").

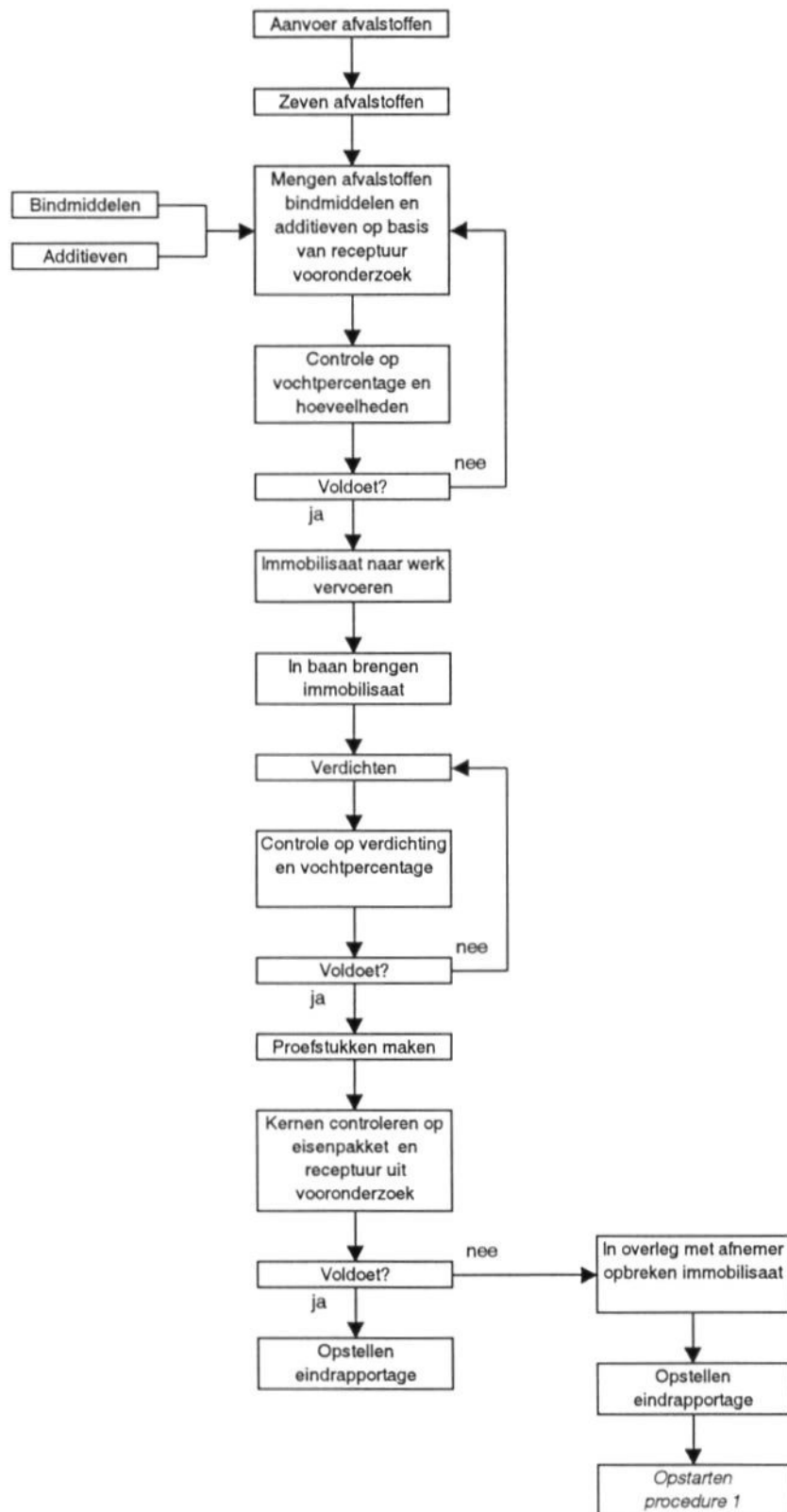
Procedure 1 "Acceptatie en onderzoek reguliere afvalstoffen"



Procedure 2 "Acceptatie en laboratoriumonderzoek niet reguliere afvalstof"



Procedure 3 "Productie immobilisaat"



4. AANVULLING EFFECTBESCHRIJVING

4.1. Inleiding

In de gespreksnotitie heeft de Cmer twee opmerkingen gemaakt over de effectbeschrijving, te weten:

- de effecten van de voorgenomen activiteit op gevoelige gebieden is niet expliciet uitgewerkt;
- bij de toetsing aan de NER dient naast de stuifklasse tevens rekening te worden gehouden met bepaalde stoffen.

In dit hoofdstuk wordt op beide punten nader ingegaan.

4.2. Bescherming van gevoelige gebieden

gevoelige gebieden

In het streekplan Noord-Holland-Noord is De Waddenzee aangewezen milieubeschermingsgebied als onderdeel van de Wetlands en in het kader van de Natuurbeschermingswet. Voor milieubeschermingsgebieden gelden toetsingsregels waaraan de Provincie beoordeelt of bepaalde bestemmingen en activiteiten verenigbaar zijn met het karakter van het gebied.

Het streekplan heeft het Waddenzeegebied nabij 't Oost tevens aangewezen als stiltegebied en bodembeschermingsgebied. Bestemmingen, beheer en gebruik in stiltegebieden en overgangszones daaromheen, die niet verenigbaar zijn met het akoestisch karakter van het gebied en die het bestaande referentieniveau (uitgedrukt in L95) te boven gaan, zijn in principe niet toegestaan. Voor de bodem is het beleid gericht op duurzame instandhouding van deze gebieden.

Het Balgzandpolderdij is door de gemeente Den Helder aangewezen als natuurgebied, vormgegeven via de navolgende bestemmingen: natuurgebied met de aanduidingen recreatieve doeleinden toegestaan, baggerstort tijdelijk toegestaan en bedrijven tijdelijk toegestaan (Bestemmingsplan Oostoever, 1994). Voorop staat het behoud van de natuurwetenschappelijke en landschappelijke waarden. Het gebruik van het natuurgebied is geregeld via een passend pakket van verboden en aanlegvergunningen, toegesneden op het behoud van de voor deze gebieden essentiële waarden. Op deze gronden mag in principe niet worden gebouwd. Een aantal werken en werkzaamheden zijn verboden zonder een voorafgaand verkregen aanlegvergunning. Daarnaast is in de gebruiksbepalingen een aantal vormen van gebruik expliciet verboden verklaard. Vanuit het bestemmingsplan worden in relatie tot het Balgzandpolderdij geen duidelijke beperkingen aan de voorgenomen activiteit gesteld, behalve dat de aangebrachte voorzieningen tijdelijk van aard zijn.

effecten op gevoelige gebieden

De mogelijke effecten van de voorgenomen activiteit op nabijgelegen gevoelige gebieden zijn beschouwd voor:

- bodem;
- (afval)water;
- geluid;
- lucht.

De opslag van verontreinigde grond en baggerspecie onder en boven de BAGA-grenswaarde vormt reeds onderdeel van de vigerende vergunningen van 't Oost 1 en 2. De bodembeschermende voorzieningen en een monitoringssysteem zijn hierop dan ook toegesneden. Voor niet reguliere afvalstoffen worden indien nodig aanvullende maatregelen getroffen. De voorgenomen activiteit zal dan ook niet leiden tot emissies naar de bodem en daarmee tot effecten op gevoelige gebieden.

De tijdelijke opslag van gevaarlijke afvalstoffen valt binnen vigerende vergunningen van vof 't Oost. Hiervoor zijn voorzieningen getroffen en lozingseisen in de vergunning beschreven. Verder heeft het immobilisatieproces een netto waterbehoefte. De voorgenomen activiteit zal dus niet leiden tot extra emissies naar het oppervlaktewater of gemeentelijke riolering.

De C₂- en C₃-afvalstoffen die op 't Oost 2 worden geaccepteerd, zijn over het algemeen aardvochtig of droger. Afval- en percolaatwater komt nagenoeg niet vrij. Het afvalwater dat vrijkomt wordt in principe geloosd via het reeds bestaande bezinkbassin of hergebruikt in het immobilisatieproces.

De voorgenomen activiteit zal daarmee tot niet leiden tot effecten op gevoelige gebieden.

Op basis van geluidsberekeningen kan worden geconcludeerd dat:

- Bij 't Oost 1 er in de nieuwe situatie sprake is van een toename van 1 à 2 dB(A) in de dagperiode, een afname van 5 dB(A) in de avondperiode en een afname van 3 tot 14 dB(A) in de nachtperiode. Op positie 2 bij de woning wordt de ruimte tot de voorkeursgrenswaarde van 50 dB(A) bijna volledig benut in de dagperiode, hetgeen echter ruim wordt gecompenseerd door de afname in de avond- en nachtperiode.
- Bij 't Oost 2 er in de nieuwe situatie sprake is van een toename van 1 dB(A) in de dagperiode. Op positie 1 (een woning) wordt voldaan aan de grenswaarde in de vergunning, op punt 2 wordt de grenswaarde met 1 dB(A) overschreden. Voorgesteld wordt om de vergunning te verruimen voor punt 2. De toename in de dagperiode wordt bij 't Oost 2 veroorzaakt door de grondverzetmachines. Het geluidsvermogen van deze machines is conform de huidige stand der techniek.
- Indirecte hinder speelt voor 't Oost 1 en 2 geen rol.

De akoestische gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de gevoelige gebieden zijn afwezig voor 't Oost 1 en beperkt voor 't Oost 2. Door het aanpassen van de bedrijfstijden op beide locaties wordt de geluidsuitstraling in de nachtperiode minder. Op referentiepunt 2 nabij 't Oost 2 wordt de grenswaarde met 1 dB(A) overschreden. Dit betreft een marginale toename van het akoestisch niveau.

De voorgenomen activiteit heeft naar verwachting geen effecten op lucht voor de gevoelige gebieden (zie hieronder, paragraaf 4.3).

4.3. Lucht

De effecten van de voorgenomen activiteit op het aspect lucht hebben betrekking op:

- emissies naar de lucht;
- geur;
- stof.

emissies naar de lucht

Bij de voorgenomen activiteit worden op 't Oost 1 en 2 geen afvalstoffen geaccepteerd met een hoog gehalte aan vluchtige componenten. Er zullen hierdoor dan ook geen emissies optreden van vluchtige componenten naar de lucht.

Emissies die wel kunnen optreden ontstaan door het langer in bedrijf zijn van de installaties voor immobilisatie (mobiele menginstallatie, kraan en shovel). De bijdrage hiervan aan de lokale luchtkwaliteit wordt verwaarloosbaar geacht.

Tijdens het immobilisatieproces worden de verschillende bestanddelen met behulp van een mobiele menginstallatie verwerkt. Deze installatie vormt een gesloten systeem, waardoor emissies naar de lucht, geurhinder en stofemissies worden voorkomen. De storttrechter en aanvoerband voor de grond behoort niet tot het gesloten systeem.

geur

Geuremissies binnen de inrichtingen 't Oost 1 en 2 worden ten gevolge van de voorgenomen activiteit niet verwacht. Ook bij de voorgenomen activiteit worden op 't Oost 1 en 2 geen afvalstoffen geaccepteerd met een hoog gehalte aan vluchtige componenten.

stof

De thans vergunde afvalstoffen voor 't Oost 1 en 2 betreffen afvalstoffen die vrijwel altijd (aard)vochtig zijn. Daardoor zal de ontwikkeling van stof nauwelijks voorkomen. In de huidige vergunningen van 't Oost 1 en 2, waarbij reeds gevaarlijk afval wordt geaccepteerd, zijn dan ook globale doelvoorschriften opgenomen. Afhankelijk van het soort, de hoeveelheid afval en de (weers)omstandigheden (wind, regen, vorst, etc.) worden conform de vergunningen adequate maatregelen genomen (sproeien, afdekken, etc.).

Stuifklassen

In de toekomst zullen waarschijnlijk ook andere afvalstoffen worden geaccepteerd, die thans nog niet zijn vergund. Indien het stuifgevoelige stoffen betreft zal eventuele stofemissie worden getoetst aan de NER. In hoofdstuk 3.8.1. van de NER is een Bijzondere Regeling opgenomen voor stofemissie bij verwerking, bereiding, transport, laden en lossen alsmede opslag van stuifgevoelige stoffen. Hierbij wordt de volgende klassenindeling gehanteerd.

Tabel 1. Stuifklassen

stuifklasse	Omschrijving
S1	sterk stuifgevoelig, niet bevochtigbaar
S2	sterk stuifgevoelig, wel bevochtigbaar
S3	licht stuifgevoelig, niet bevochtigbaar
S4	licht stuifgevoelig, wel bevochtigbaar
S5	nauwelijks of niet stuifgevoelig

Bij deze indeling zijn buiten beschouwing gelaten:

1. de opslag van giftige en reactieve stoffen;
2. stoffen die componenten bevatten waarvoor een minimalisatieverplichting geldt;
3. stoffen die componenten bevatten uit de klassen sA.1, sA.2. of O.1.

De NER geeft aan dat deze stoffen bij voorkeur verpakt of in gesloten systemen moeten worden behandeld. Wanneer verpakking niet mogelijk is, kunnen de onder 2. en 3. genoemde stoffen worden behandeld als behorend tot stuifklasse S1 (of eventueel S2).

Stuifklasse-indeling van te accepteren afvalstoffen

In bijlage 4.6 van de NER is voor een aantal stoffen reeds de stuifklasse vastgesteld. Van de mogelijk te accepteren afvalstoffen, genoemd in bijlage II van dit MER, worden slechts enkele stoffen met name genoemd. Voor de overige mogelijk te accepteren afvalstoffen zal de stuifklasse per geval moeten worden vastgesteld. Met name de fysieke verschijningsvorm (korrels, brokken, poeder e.d.) zijn hierbij bepalend. Bij de bepaling van de stuifklasse wordt eveneens nagegaan in hoeverre er bijzondere componenten aanwezig zijn, zoals zware metalen, risicovolle stoffen etc.

Om te kunnen bepalen of de partij moet worden verwerkt onder S1/S3-condities of dat kan worden volstaan met bevochtiging, dient vooraf de stuifklasse te worden bepaald. Hiertoe dient de aanbieder voldoende informatie te verschaffen. De KAM-coördinator/uitvoerder toetst vervolgens aan de vergunde acceptatiecriteria.

Verwacht wordt dat het merendeel van de te accepteren stoffen kan worden ingedeeld in stuifklasse S2, S4 of S5.

Maatregelen

Het al dan niet bevochtigbaar zijn van stoffen houdt onder andere verband met:

1. de negatieve effecten van bevochtiging in de vervolgbehandelingen (uitharding, verkleefing e.d.) of;
2. ongewenste invloeden op het eindproduct (bijvoorbeeld samenklontering).

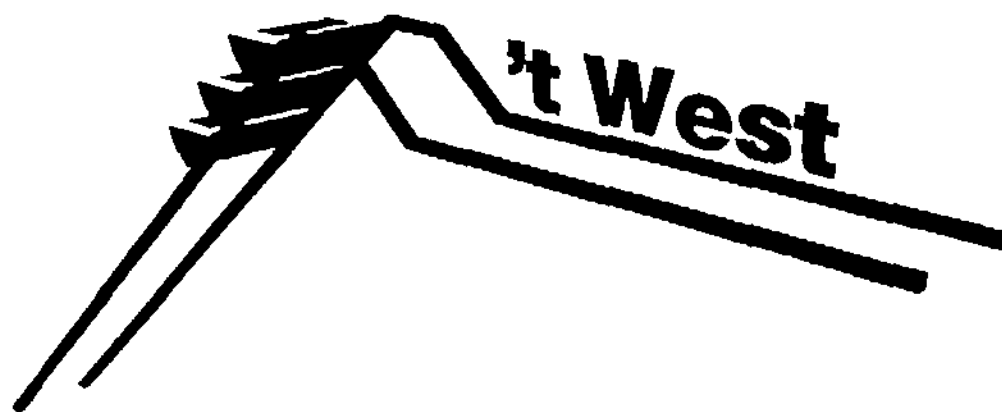
Aangezien in dit geval de afvalstof wordt opgemengd met cement, additieven en eventueel met water, wordt verwacht dat het effect op het eindproduct minder relevant is. De verstoring van het bewerkingsproces kan wel een reden zijn niet te bevochtigen. In dat geval (stuifklasse S1 of S3) zullen aanvullende maatregelen genomen moeten worden ter voorkoming van stofemissie. De NER is hierbij leidend. Indien stuifgevoelige afvalstoffen worden geaccepteerd op 't Oost 1 en 2 zal de NER als richtlijn worden gehanteerd en zal VOF 't Oost zich hieraan conformeren.

Voor bewerking (o.a. zeven en mengen) van stoffen van stuifklasse S1 en S3 worden gesloten ruimten verlangd met reiniging van afgezogen lucht. De opslag dient eveneens gesloten en overdekt te zijn. Voor stoffen van stuifklasse S2 en S4 is bevochtiging de belangrijkste emissiereducerende maatregel. Overslag van stuifgevoelige stoffen dient te worden gestaakt bij de aangegeven windkracht.

BIJLAGE I. Immobilisatieprojecten

Immobiliseren

Het verwerken van afvalstoffen
tot nuttig toepasbare bouwstoffen



Immobilisatieproject

't West

Datum: mei 1998

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
1.1 Verontreinigingsaspecten van het uitgaande materiaal	3
1.2 Immobilisatie	4
1.3 Doelstelling van het onderzoek	4
1.4 Voorwaarden	4
1.5 Verwerking immobilisaat	5
2. Fysisch-mechanisch onderzoek	7
2.1 Doelstelling	7
2.2 Voorwaarden	7
2.3 Onderzoeksresultaten	7
2.4 Conclusies van het fysisch-mechanisch onderzoek	9
3. Milieuhygiënisch onderzoek	9
3.1 Doelstelling	9
3.2 Toetsingskader	9
3.3 Onderzoeksresultaten	10
3.4 Conclusie	11
Bijlage 1.	12
Bijlage 2.	14

1. INLEIDING

In dit rapport worden de resultaten van het immobilisatieproject, welke is uitgevoerd met verontreinigd zand en is toegepast op Biowier, 't Oost en Biograp, beschreven. Het onderzoek is uitgevoerd door Milieutechniek de Vries & van de Wiel en de uitvoering heeft medio mei 1998 plaats gevonden op de volgende locaties:

- grondreinigingslocatie Biowier te Middenmeer;
- baggerdepot 't Oost te Den Helder;
- grondreinigingslocatie Biograp te Anna Paulowna.

Dit rapport geeft de onderzoeksresultaten en de meetgegevens weer van het immobilisatieproject.

1.1 Verontreinigingsaspecten van het uitgaande materiaal

Het uitgangsmateriaal is verontreinigd zand wat afkomstig is van saneringswerkzaamheden uit Leiden. De kritische verontreinigingen in het zand zijn met name koper, lood en zink. De analyseresultaten van het verontreinigde zand zijn bijgevoegd in bijlage 1.



Ontvangst verontreinigd zand afkomstig van een bodemsaneringsproject uit Leiden.

De verontreinigingen in het zand zijn zowel van organische als van anorganische aard. De organische verontreinigingen overschrijden de interventie-waarde in het zand niet. De interventie-waarde wordt in het zand voor de anorganische stoffen koper, lood en zink wel overschreden.

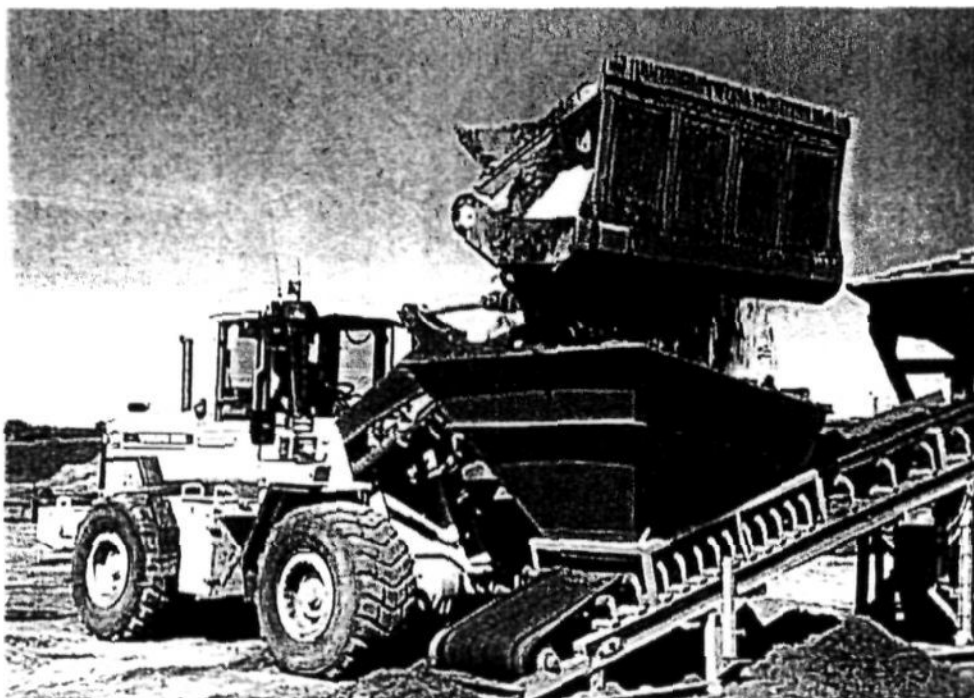
1.2 Immobilisatie

Immobiliseren is het op milieuhygiënisch verantwoorde wijze vastleggen van verontreinigingen in een matrix. De wijze waarop dit gebeurt berust op een combinatie van chemische fixatie als fysisch-mechanische inkapseling. Voor het immobiliseren van de verontreinigde grond wordt gebruik gemaakt van het zogenaamde Vandofix-procédé.

De werking van het Vandofix-procédé is gebaseerd op zowel fysische als mechanische vastlegging van verontreinigingen. De fysische vastlegging berust met name op inkapseling van de verontreinigingen en afscheren van vocht. De chemische vastlegging van de verontreinigingen berust op de binding tussen de verontreinigingen en additieven. Ten aanzien van anorganische verontreinigingen speelt met name het fysische effect een belangrijke rol en ten aanzien van de organische verontreinigingen het chemische effect.

1.3 Doelstelling van het onderzoek

Het doel van het immobilisatieproject is het inzicht verkrijgen van het verwerken van het verontreinigde zand middels koude immobilisatie via het Vandofix-procédé en het bepalen van de kwaliteit van het geproduceerde eindprodukt, waarbij met name gekeken wordt naar de fysisch-mechanische en milieuhygiënische eigenschappen.



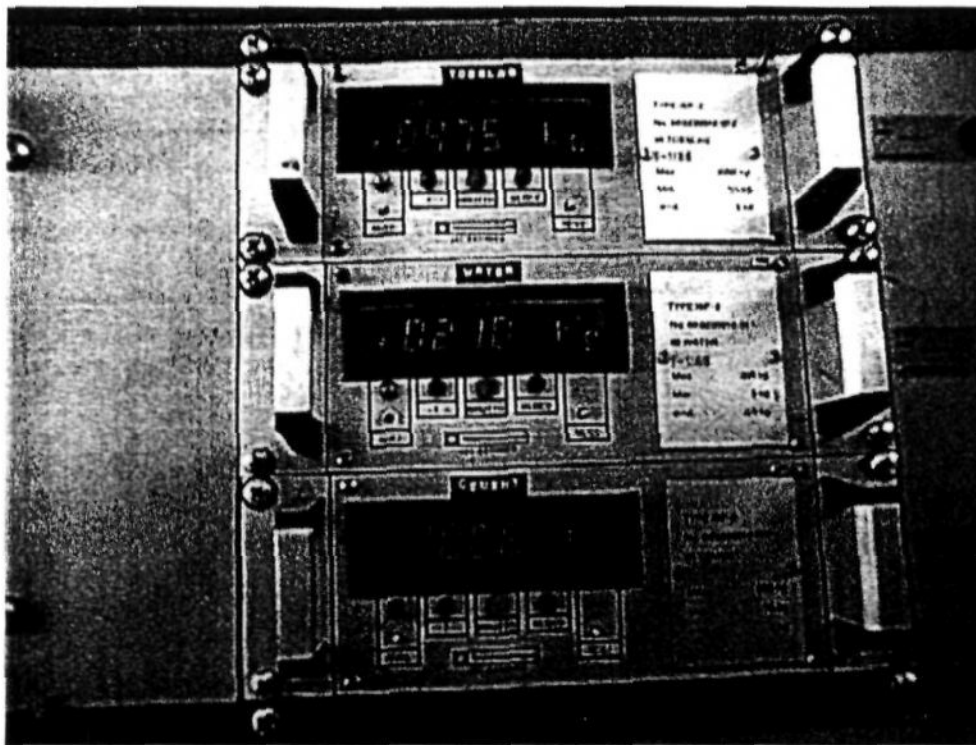
Voordat het zand wordt geïmmobiliseerd, wordt het zand eerst gezeefd.

1.4 Voorwaarden

Voorwaarden voor het geproduceerde eindprodukt zijn van milieuhygiënische en civieltechnische aard. Uitgangspunt is dat het eindprodukt enerzijds aan de milieuhygiënische eisen, zoals genoemd in het Bouwstoffenbesluit/IPO-nota juni 1997, voldoet en anderzijds aan de voorwaarden genoemd in het CUR-rapport 183. Met name druksterkte en de dichtheid van het eindprodukt zijn hierbij belangrijk. Ten aanzien van de toepassing richt het immobilisatieproject zich op het verwerken van het eindprodukt in een (weg)fundering of verhardingslaag.

1.5 Verwerking immobilisaat

In totaal is op alle drie de locaties tezamen 7889 [ton] immobilisaat verwerkt. Het immobilisaat (eindproduct) is gemaakt met behulp van een aangepaste mobiele menginstallatie, type MOB-60. De verwerking van het geproduceerde immobilisaat heeft direct vanuit de mobiele installatie plaats gevonden.



Met behulp van weegcellen wordt de juiste samenstelling van het immobilisaat verkregen.

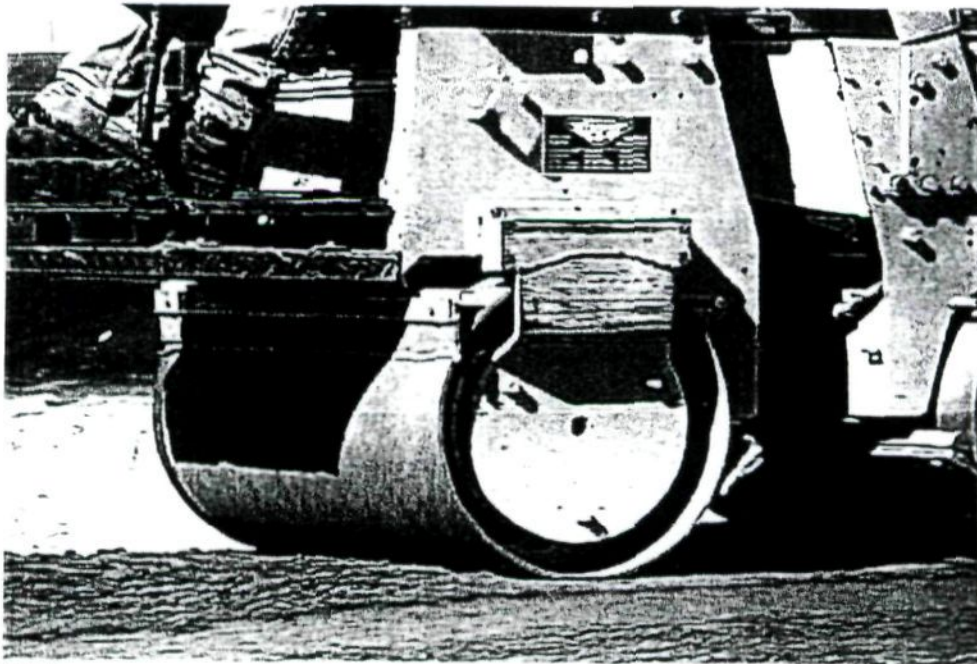


Het mengen van het immobilisaat.

Voor de verdichting en de afwerking van het immobilisaat is gebruik gemaakt van een grader en een wals.

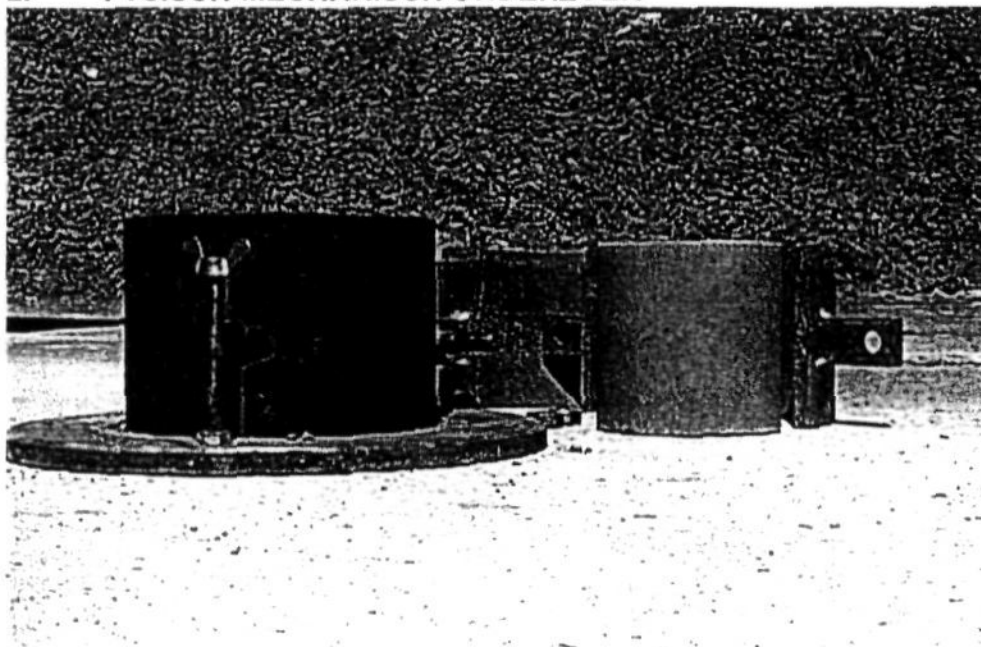


Grader.



Wals.

2. FYSISCH-MECHANISCH ONDERZOEK



Proefstukken.

2.1 Doelstelling

Het fysisch-mechanisch onderzoek is uitgevoerd door het 'Sterlab' gecertificeerde milieulaboratorium van Omegam te Amsterdam met als doel te bepalen of het eindprodukt voldoet aan de eisen van een (weg)fundering.

2.2 Voorwaarden

Het eindprodukt dient een minimale druksterkte te hebben ontwikkeld van 3,0 MPa (N/mm²) na 28 dagen verhardingstijd. Het onderzoek aan de verschillende kernen heeft plaats gevonden volgens "RAW Standaard 1995" § 31.67.03.

2.3 Onderzoeksresultaten

Voorafgaand aan de uitvoering van het immobilisatieproject is een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd naar de immobiliseerbaarheid van het genoemde zand. Dit haalbaarheidsonderzoek heeft zich met name gericht op de fysisch-mechanische eigenschappen van het eindprodukt. Het haalbaarheidsonderzoek heeft in samenwerking met Omegam plaats gevonden en de resultaten van het haalbaarheidsonderzoek zijn gebruikt voor de definitieve receptuur van het immobilisaat. Aangezien het Vandofix-procédé gepatenteerd is, zijn de resultaten van dit haalbaarheidsonderzoek niet opgenomen in deze rapportage.

Ten behoeve van de bepaling van de druksterktes zijn tijdens de productie van het immobilisaat cilinders gedrukt en van deze cilinders is de druksterkte na 28 dagen verharding bepaald. De resultaten zijn in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1.

Proefstuk	Locatie	Diameter [mm1]	Hoogte [mm1]	Volumieke massa [kg/m3]	Druksterkte [MPa]
1B	Biowier	94,4	100,2	2038	4,5
1O	Biowier	94,3	101,0	2037	5,8
2B	Biowier	94,0	103,2	1927	4,0
2O	Biowier	94,1	100,8	2004	4,0
3	Biowier	94,2	101,6	2069	3,9
4B	Biowier	94,4	101,0	2087	7,6
4O	Biowier	94,1	101,2	2050	6,6
5B	Biowier	94,0	101,0	2037	5,6
5O	Biowier	94,2	100,9	1954	5,3
4B	't Oost	94,3	101,0	2053	5,3
4M	't Oost	94,2	99,2	2012	3,8
4O	't Oost	94,0	100,2	1947	3,1
1B	Biograp	94,2	99,3	2059	5,3
1O	Biograp	93,7	99,7	2126	3,6
2B	Biograp	94,3	99,3	2103	4,4
2O	Biograp	94,3	98,2	2009	4,5
3B	Biograp	94,3	98,5	2024	5,9
3O	Biograp	94,1	97,4	1980	6,2
4	Biograp	93,9	98,9	1914	3,3
5B	Biograp	94,3	99,5	2045	5,3
5O	Biograp	94,3	99,4	1994	4,2
6B	Biograp	94,4	99,4	2075	4,3
6O	Biograp	94,3	99,3	2040	3,6
7B	Biograp	94,9	99,4	1935	3,4
7M	Biograp	94,3	99,4	1949	3,4
7O	Biograp	94,2	99,4	1929	3,6

e-waarde

De e-waarde geeft de elasticiteitsmodulus van het materiaal weer en is een maat voor de flexibiliteit van het materiaal. Indien de e-waarde van het materiaal te hoog is, is de kans op haarscheurtjes in het materiaal kleiner maar neemt de kans op scheurvorming toe.

Er is een verband tussen de druksterkte en de e-waarde van het eindprodukt. In de praktijk blijkt dat bij een druksterkte van 5 [MPa] van het eindprodukt de e-waarde rond de 6.000 [MPa] ligt. In de toekomst zal er bij de bepaling van de receptuur een vooronderzoek worden uitgevoerd, waarin de druksterkte van het eindprodukt wordt bepaald. De definitieve receptuur wordt zo gekozen dat er een eindprodukt ontstaat waarvan de druksterkte ongeveer 3 - 4 [MPa] bedraagt. De e-waarde van het eindprodukt bedraagt dan 3500 - 4500 [MPa] afhankelijk van het soort ondergrond.

In tabel 2 worden voor de verschillende materialen de e-waarde vermeld.

Tabel 2.

Materiaal	e-waarde [MPa]
zand	100
steenmengsel	350
asfalt	7.000
beton	25.000

2.4 Conclusies van het fysisch-mechanisch onderzoek

Op grond van het fysisch-mechanisch onderzoek kan geconcludeerd worden dat het eindprodukt ruimschoots voldoet aan de functionele eisen voor (weg)funderingsmateriaal. Door het eindprodukt te gebruiken als funderingsmateriaal vindt er een aanzienlijke besparing op zand, steenmengsel en asfalt.

3. MILIEUHYGIËNISCH ONDERZOEK

3.1 Doelstelling

Het doel van het milieuhygiënisch onderzoek is het bepalen van de categorie-indeling van het immobilisaat. Hierbij wordt zowel naar de samenstellingseisen als naar het uitlooggedrag gekeken. Het milieuhygiënisch onderzoek is uitgevoerd door het 'Sterlab' gecertificeerde milieulaboratorium van Omegam te Amsterdam.

3.2 Toetsingskader

Als wettelijk toetsingskader ten aanzien van de milieuhygiënische aspecten van het immobilisaat fungeert de nota "werken met secundaire grond" uitgegeven door het inter provinciaal overleg (IPO) van juni 1997.

3.3 Onderzoekresultaten

Van het totaal aantal kernen van het geproduceerde immobilisaat zijn een drietal proefstukken geselecteerd voor de bepaling van de milieuhygiënische eigenschappen.

In overleg met Omegam is bepaald dat voorafgaand aan de diffusieproef (NEN-7345) een cascadeproef (NEN-7349) wordt uitgevoerd, met als doel de kritische verontreinigingen te selecteren. Indien uit de resultaten van de cascadeproef namelijk blijkt dat de verontreinigingen de U1A-norm (IPO, 1997) niet overschrijden, overschrijden deze verontreinigingen de norm ook niet tijdens de diffusieproef.

De kernen van het geproduceerde immobilisaat zijn geanalyseerd op de volgende organische stoffen en verbindingen:

- extraheerbare organische halogeenverbindingen;
- minerale olie;
- polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK-intron).

In aanvulling hierop is van onderstaande verbindingen de maximale uitloging bepaald tijdens een cascadeproef 1e trap BRBS (Belangenvereniging Recycling Bouw en Sloopafval):

- antimoon, arseen, barium, bromide, cadmium, chloride, chroom, cobalt, cyanide (vrij en totaal), fluoride, koper, kwik, lood, molybdeen, nikkel, seleen, sulfaat, tin, vanadium en zink.

De resultaten zijn weergegeven in bijlage 2.

Op basis van de cascadeproef kan worden vastgesteld dat bij een maximale uitloging de U1A-norm volgens IPO-1997 wordt overschreden voor de volgende stoffen: sulfaat, antimoon, koper, molybdeen en bromide (alleen voor Biograp).

Voor de stoffen seleen en bromide (Biowier en 't Oost) zijn geen gehalten boven de detectiegrens aangetoond. Aangezien deze stoffen ook niet gedetekteerd zijn in het immobilisaat, kunnen hieruit geen conclusies worden getrokken ten aanzien van het uitlooggedrag. Er is dan ook besloten om beide stoffen op te nemen in de diffusieproef. Naar aanleiding van de resultaten van de cascadeproef is besloten om conform IPO-juni 1997 tot uitvoering van een diffusieproef op de volgende stoffen en verbindingen: sulfaat, antimoon, koper, molybdeen, seleen, en bromide.

Aangezien er geen significante verschillen zijn in de resultaten van de cascadeproef van de verschillende locaties is besloten om één diffusieproef uit te voeren. Er is gekozen voor een proefstuk afkomstig van de locatie Biograp te Anna Paulowna omdat naast sulfaat, antimoon, koper, molybdeen ook bromide boven de U1A-norm volgens IPO-1997 aanwezig was.

De resultaten van de uitgevoerde diffusieproef (6 fracties) zijn in tabel 3 samengevat.

Tabel 3.

Uitlogende parameter	Cumulatieve uitloging absoluut ($\mu\text{g/l}$)	Cumulatieve uitloging (berekend) (mg/m^2)	U1A-norm (IPO juni 1997) (mg/m^2)	U1B&U2-norm (IPO juni 1997) (mg/m^2)
Sulfaat	582.000	14800	27000	85000
Bromide	294	7,5	29	90
Antimoon	69	1,8	3,7	12
Koper	271	6,9	51	165
Molybdeen	252	6,4	14	45
Seleen	< 19	< 0,48	1,4	4,5

Op grond van bovenstaande resultaten kan vastgesteld worden dat van de onderzochte stoffen geen overschrijdingen zijn aangetoond van de U1A-norm.

3.4 Conclusie

Op basis van de resultaten van het milieuhygiënisch onderzoek kan geconcludeerd worden dat er sprake is van een vormgegeven categorie-I bouwstof. De bouwstof mag derhalve ongeïsoleerd worden toegepast zowel onder permanente bevochtiging (U1B & U2A), als onder tijdelijke bevochtiging ten gevolge van atmosferische omstandigheden (U1A).

Bijlage 1.

Enkele analyseresultaten grondmonsters van de grond afkomstig van de Vrijheidslaan 151 te Leiden.

Monsters	M002	M007	M009
Droge stof (%)	84,7	88,3	78,9
Organische stof (% op ds)	< 1,0	--	19,2
pH-CaCl2	6,3	--	--
Meettemperatuur pH-meting (gr. C)	21	--	--
Zeefkromme analoog SCG (% op min. deel)			
> 2000 um (%) *	25	--	--
< 2000 um (%) **	100	--	--
< 1000 um (%) **	81	--	--
< 500 um (%) **	64	--	--
< 250 um (%) **	45	--	--
< 125 um (%) **	23	--	--
< 63 um (%) **	13	--	--
< 50 um (%) **	11,5	--	--
< 32 um (%) **	9,3	--	--
< 16 um (%) **	6,9	--	--
< 2 um (%) **	< 2,0	--	--
*) op totale monster			
**) op totaal 0 - 2000 um			
Metalen (ICP, NEN 6426)			
Chroom	79	53	24
Nikkel	120	58	22
Koper	1650	640	59
Zink	3500	3600	260
Cadmium	1,6	1,8	0,8
Lood	1400	590	300
Arseen	30	9,1	19,5
Kwik	0,27	< 0,1	0,58
Calciet (% op ds)	3,1	--	--
CN-totaal)	< 1,0	--	--
Totaal PAK's EPA	1,1	--	--
Totaal PAK's VROM	0,7	--	--
Totaal PAK's Borneff	0,6	--	--
E.O.X.	0,6	0,9	--
Minerale olie C10 - C40	79	--	--

Monsters	M011	M012	M012
Droge stof (%)	87,3	85,4	80,8
Organische stof (% op ds)	2,4	--	3,2
pH-CaCl2	7,7	--	--
Meettemperatuur pH-meting (gr. C)	18,9	--	--
Zeefkromme analoog SCG (% op min. deel)			
> 2000 um (%) *	46	--	--
< 2000 um (%) **	100	--	--
< 1000 um (%) **	95	--	--
< 500 um (%) **	85	--	--
< 250 um (%) **	66	--	--
< 125 um (%) **	36	--	--
< 63 um (%) **	27	--	--
< 50 um (%) **	27	--	--
< 32 um (%) **	24	--	--
< 16 um (%) **	22	--	--
< 2 um (%) **	14	--	--
*) op totale monster			
**) op totaal 0 - 2000 um			
Metalen (ICP, NEN 6426)			
Chroom	53	38	81
Nikkel	48	7	49
Koper	120	8,5	220
Zink	1950	1450	3400
Cadmium	1,5	0,8	2
Lood	260	380	1400
Arseen	7,4	8,7	19
Kwik	< 0,1	0,14	< 0,1
Calciet (% op ds)	6	--	--
CN-totaal)	< 1,0	--	--
Totaal PAK's EPA	6,6	0,9	--
Totaal PAK's VROM	4,4	0,6	--
Totaal PAK's Borneff	3,1	0,5	--
E.O.X.	8,2	3,3	--
Minerale olie C10 - C40	115	< 50	--

Bijlage 2.

Component	Samenstellings- & uitlooggehalten immobilisaat	Berekende max. uitloging (mg/m2)	U1A (IPO 1997) (mg/m2)
Biowier			
Samenstelling diverse parameters			
Droogrest	96,2	--	--
Homog. met kraakbreker	verkleind	--	--
Minerale olie	210 mg/kg ds	--	--
Extr. org. halogenen	2,9 mg/kg ds	--	--
PAK-Intron			
Naftaleen	< 0,05 mg/kg ds	--	--
Fenanthreen	1,4 mg/kg ds	--	--
Antraceen	0,31 mg/kg ds	--	--
Fluorantheen	2,7 mg/kg ds	--	--
Benz(a)antraceen	1,2 mg/kg ds	--	--
Chryseen	0,98 mg/kg ds	--	--
Benzo(k)fluorantheen	0,44 mg/kg ds	--	--
Benzo(a)pyreen	0,81 mg/kg ds	--	--
Benzo(ghi)peryleen	0,50 mg/kg ds	--	--
Indeno(1,2,3cd)pyreen	0,39 mg/kg ds	--	--
Som 10 PAK's	8,7 mg/kg ds	--	--
Uitloging diverse parameters			
L/S verh. (fractievol.)	10,0	--	--
Cascade 1e trap BRBS	gereed	--	--
Chloride	180 mg/kg ds	8100	18000
Cyanide (totaal)	< 0,03 mg/kg ds	< 1,2	7,1
Cyanide (vrij)	< 0,03 mg/kg ds	< 1,2	1,4
Sulfaat	1400 mg/kg ds	56000 #	27000
Fluoride	< 2 mg/kg ds	81	1300
Antimoon	0,17 mg/kg ds	6,86 #	3,7
Arseen	< 0,1 mg/kg ds	< 4	41
Barium	0,3 mg/kg ds	12,1	600
Bromide	< 1 mg/kg ds	< 44	29
Cadmium	< 0,001 mg/kg ds	< 0,04	1,1
Chroom	0,17 mg/kg ds	6,86	140
Cobalt	< 0,1 mg/kg ds	< 4	29
Koper	2,0 mg/kg ds	80,7 #	51
Kwik	< 0,001 mg/kg ds	< 0,04	0,43
Lood	< 0,1 mg/kg ds	< 4	120
Molybdeen	0,60 mg/kg ds	24,2 #	14
Nikkel	0,3 mg/kg ds	12,1	50
Seleen	< 0,05 mg/kg ds	< 2	1,4
Tin	< 0,01 mg/kg ds	< 0,4	29
Vanadium	0,7 mg/kg ds	28,2	230
Zink	< 0,1 mg/kg ds	< 4	200
# Overschrijding van de U1A-norm			

Component	Samenstellings- & uitlooggehalten immobilisaat	Berekende max. uitloging (mg/m2)	U1A (IPO 1997) (mg/m2)
't Oost			
Samenstelling diverse parameters			
Droogrest	94,7	--	--
Homog. met kraakbreker	verkleind	--	--
Minerale olie	170 mg/kg ds	--	--
Extr. org. halogenen	2,6 mg/kg ds	--	--
PAK-Intron			
Naftaleen	0,34 mg/kg ds	--	--
Fenanthreen	2,2 mg/kg ds	--	--
Antraceen	0,62 mg/kg ds	--	--
Fluorantheen	2,4 mg/kg ds	--	--
Benz(a)antraceen	1,2 mg/kg ds	--	--
Chryseen	0,99 mg/kg ds	--	--
Benzo(k)fluorantheen	0,48 mg/kg ds	--	--
Benzo(a)pyreen	0,92 mg/kg ds	--	--
Benzo(ghi)peryleen	0,56 mg/kg ds	--	--
Indeno(1,2,3cd)pyreen	0,44 mg/kg ds	--	--
Som 10 PAK's	10 mg/kg ds	--	--
Uitloging diverse parameters			
L/S verh. (fractievoul.)	10,0	--	--
Cascade 1e trap BRBS	gereed	--	--
Chloride	170 mg/kg ds	8100	18000
Cyanide (totaal)	< 0,03 mg/kg ds	< 1,2	7,1
Cyanide (vrij)	< 0,03 mg/kg ds	< 1,2	1,4
Sulfaat	1100 mg/kg ds	60000 #	27000
Fluoride	< 2 mg/kg ds	81	1300
Antimoon	0,27 mg/kg ds	11 #	3,7
Arseen	< 0,1 mg/kg ds	< 4	41
Barium	0,5 mg/kg ds	32	600
Bromide	< 1 mg/kg ds	< 44	29
Cadmium	< 0,001 mg/kg ds	< 0,04	1,1
Chroom	0,17 mg/kg ds	19	140
Cobalt	< 0,1 mg/kg ds	< 4	29
Koper	2,2 mg/kg ds	89 #	51
Kwik	< 0,001 mg/kg ds	< 0,04	0,43
Lood	< 0,1 mg/kg ds	< 4	120
Molybdeen	0,68 mg/kg ds	27 #	14
Nikkel	0,4 mg/kg ds	16	50
Seleen	< 0,05 mg/kg ds	< 2	1,4
Tin	< 0,01 mg/kg ds	< 0,4	29
Vanadium	0,4 mg/kg ds	28	230
Zink	< 0,1 mg/kg ds	< 4	200
# Overschrijding van de U1A-norm			

Component	Samenstellings- & uitlooggehalten immobilisaat	Berekende max. uitloging (mg/m2)	U1A (IPO 1997) (mg/m2)
Biograp			
Samenstelling diverse parameters			
Droogrest	96,2	--	--
Homog. met kraakbreker	verkleind	--	--
Minerale olie	170 mg/kg ds	--	--
Extr. org. halogenen	2,9 mg/kg ds	--	--
PAK-Intron			
Naftaleen	< 0,05 mg/kg ds	--	--
Fenanthreen	0,64 mg/kg ds	--	--
Antraceen	0,55 mg/kg ds	--	--
Fluorantheen	0,95 mg/kg ds	--	--
Benz(a)antraceen	0,44 mg/kg ds	--	--
Chryseen	0,43 mg/kg ds	--	--
Benzo(k)fluorantheen	0,23 mg/kg ds	--	--
Benzo(a)pyreen	0,46 mg/kg ds	--	--
Benzo(ghi)peryleen	0,32 mg/kg ds	--	--
Indeno(1,2,3cd)pyreen	0,28 mg/kg ds	--	--
Som 10 PAK's	4,3 mg/kg ds	--	--
Uitloging diverse parameters			
L/S verh. (fractievool.)	10,0	--	--
Cascade 1e trap BRBS	gereed	--	--
Chloride	200 mg/kg ds	8100	18000
Cyanide (totaal)	< 0,03 mg/kg ds	< 1,2	7,1
Cyanide (vrij)	< 0,03 mg/kg ds	< 1,2	1,4
Sulfaat	1500 mg/kg ds	60000 #	27000
Fluoride	< 2 mg/kg ds	< 81	1300
Antimoon	0,14 mg/kg ds	5,65 #	3,7
Arseen	< 0,1 mg/kg ds	< 4	41
Barium	0,3 mg/kg ds	12,1	600
Bromide	1,1 mg/kg ds	44 #	29
Cadmium	< 0,001 mg/kg ds	< 0,04	1,1
Chroom	0,16 mg/kg ds	6,45	140
Cobalt	0,1 mg/kg ds	4	29
Koper	2,1 mg/kg ds	84,7 #	51
Kwik	< 0,001 mg/kg ds	< 0,04	0,43
Lood	< 0,1 mg/kg ds	< 4	120
Molybdeen	0,66 mg/kg ds	26,6 #	14
Nikkel	0,3 mg/kg ds	12,1	50
Seleen	< 0,05 mg/kg ds	< 2	1,4
Tin	< 0,01 mg/kg ds	< 0,4	29
Vanadium	0,7 mg/kg ds	28,2	230
Zink	< 0,1 mg/kg ds	< 4	200
# Overschrijding van de U1A-norm			

Weber

Immobilisatie en bouwstoffenonderzoek

Aan: T. Altenburg (Grontmij Assen)
T. Romkes (Grontmij Haren)
S. Drenth (Van der Wiel)
A. Ursem (de Vries & van de Wiel)

betreft: eindrapport opleveringscontrole immobilisaat
Stainkoeln, diffusieproeven

Maarssen, 22 januari 2001

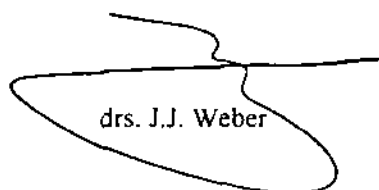
Geachte heren,

Hierbij zend ik u het eindrapport van de milieuhygiënische opleveringscontrole van het immobilisaat Stainkoeln, geproduceerd op 5 t/m 29-9-2000. In het rapport zijn verwerkt de resultaten van de uitloging bepaald met de diffusieproef voor vormgegeven bouwstoffen (NEN 7345).

De conclusies van de opleveringscontrole immobilisaat Stainkoeln, september 2000, zijn de volgende:

1. De dichtheid incl. vocht van de proefcilinders bedraagt 1716 tot 1828 kg/m³ hetgeen lager is dan de met nucleaire metingen in het werk bepaalde dichtheid van het immobilisaat (1800 tot 1980 kg/m³). Mogelijk zijn de proefcilinders minder goed verdicht dan het immobilisaat in het werk met als gevolg een iets hogere uitloging bij de proefcilinders dan bij het immobilisaat in het werk.
2. De uitloging, bepaald met de diffusieproef voor vormgegeven bouwstoffen, voldoet voor barium en de metalen-8 ruimschoots aan de eisen voor categorie 1 vormgegeven bouwstoffen. De uitloging van sulfaat is licht verhoogd, maar blijft binnen de eis van de ministeriële vrijstellingsregeling samenstellings- en immissiewaarden (MVR) zodat sprake is van een categorie 1 vormgegeven bouwstof.
3. Alle vijf de proefstukken die zijn onderworpen aan de diffusieproef voldoen aan het criterium voor duurzame vormvastheid.

Met vriendelijke groet,



drs. J.J. Weber

Bijlage:

- Rapport "Opleveringscontrole immobilisaat Stainkoeln, september 2000" (5 pagina's en 1 bijlage)

Opleveringscontrole immobilisaat Stainkoeln, september 2000

1. Inleiding

Op de Stainkoeln is tussen 5 en 29 september circa 10000 ton immobilisaat geproduceerd en verwerkt als vormgegeven bouwstof, waarvan ca. 9000 ton als fundering van de grondbank ("boven") en ca. 1000 ton als fundering onder asfalt op de keerlus.

Uit het vooronderzoek is gebleken dat de civieltechnische eigenschappen van het immobilisaat voldoen aan de eisen uit de Standaard RAW Bepalingen 1995 voor een zandcementstabilisatie. Tevens is gebleken dat de milieuhygiënische eigenschappen voldoen aan de eisen gesteld in het Bouwstoffenbesluit.

De resultaten van het vooronderzoek zijn gerapporteerd door Weber Immobilisatie in het rapport "Vooronderzoek immobilisaat Stainkoeln" d.d. 16-08-2000. Enkele aanvullingen hierop zijn besproken op 4-9-2000 in bouwvergadering op de Stainkoeln. Deze aanvullingen, de gemaakte keuzes m.b.t. definitieve receptuur en volledige resultaten van de diffusieproef op cilinder OND zijn gerapporteerd in het eindrapport "Vooronderzoek immobilisaat Stainkoeln" d.d. 3-11-2000.

Uit de opleveringscontrole zal dienen te blijken of het in het werk aangebrachte immobilisaat voldoet aan civieltechnische en milieuhygiënische eisen, waarbij het civieltechnische gedeelte zal worden gerapporteerd door Grontmij BRP.

2. Opzet opleveringscontrole

Proefcilinders

Tijdens productie van het immobilisaat zijn dagelijks monsters onverdicht immobilisaat genomen door het laboratorium van Grontmij te Assen. Deze monsters zijn vervolgens in het laboratorium te Assen verdicht met een proctorhamer volgens de Standaard RAW Bepalingen 1995 proef 5.1. De proefcilinders zijn onder geconditioneerde omstandigheden bewaard en beproef op uitloging na volledige verharding (na > 28 verhardingsdagen).

Ingezet zijn in totaal vijf diffusieproeven van de proefcilinders:

-	nr. 1	prod. 05-09	dichtheid incl. vocht	1828 kg/m ³
-	nr. 5	11-09		1789 kg/m ³
-	nr. 9	14-09		1740 kg/m ³
-	nr. K2	22-09		1770 kg/m ³
-	nr. 16	29-09		1716 kg/m ³ .

De dichtheid incl. vocht van de proefcilinders bedraagt 1716 tot 1828 kg/m³ hetgeen lager is dan de met nucleaire metingen in het werk bepaalde dichtheid van het immobilisaat (1850 tot 1950 kg/m³). Mogelijk zijn de proefcilinders minder goed verdicht dan het immobilisaat in het werk met als gevolg een lichte overschatting van de werkelijke uitloging.

Boorkernen

Uit het werk zijn een aantal cilinders geboord t.b.v. de civieltechnische opleveringscontrole. Voor de milieuhygiënische opleveringscontrole is uitsluitend gebruik gemaakt van proefcilinders. Boorkernen hebben als nadeel dat door het gebruik van werkwater al enige uitloging op zou kunnen treden voor aanvang van de diffusieproef.

3. Resultaten diffusieproeven

Van elke produktiedag is een proefcilinder bewaard t.b.v. uitloogonderzoek.

Ingezet zijn in totaal vijf diffusieproeven van de proefcilinders:

-	nr. 1	prod. 05-09	dichtheid incl. vocht	1828 kg/m ³
-	nr. 5	11-09		1789 kg/m ³
-	nr. 9	14-09		1740 kg/m ³
-	nr. K2	22-09		1770 kg/m ³
-	nr. 16	29-09		1716 kg/m ³ .

Bij alle vijf de diffusieproeven zijn de gehalten bepaald aan barium, metalen-8 en sulfaat. In de individuele fracties zijn de zuurgraad (pH) en de geleiding (EC) bepaald. De resultaten van de diffusieproeven zijn samengevat in onderstaande tabellen.

Tabel 3.1 Algemene gegevens diffusieproeven

cilinders - parameter ↓		1 d.d. 5-9	5 d.d. 11-9	9 d.d. 14-9	K2 d.d. 22-9	16 d.d. 29-9
diameter	mm	150	150	150	150	150
hoogte	mm	144	136	152	95	146
volume	l	2,545	2,403	2,686	1,679	2,580
massa incl. vocht	g	4653,2	4298,1	4673,2	2972,4	4427,5
dichtheid incl. vocht	kg/m ³	1828	1789	1740	1770	1716
volume uitloogwater	l	7,0	7,0	7,0	5,0	7,0
som uitwendig opp.	m ²	0,1032	0,0994	0,1070	0,0801	0,1041
aanmaakdatum		05-09-00	11-09-00	14-09-00	22-09-00	29-09-00
startdatum diffusieproef		06-11-00	06-11-00	06-11-00	06-11-00	06-11-00
= na .. verhardingsdagen		62 dg	56 dg	53 dg	45 dg	38 dg
massa incl. vocht na af- loop diffusieproef **	g	4925,6	4594,3	4950,1	3040,7	4669,3
massaverlies	%	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

** Massa bepaald na 8 dagen drogen aan de lucht bij omgevingstemperatuur. Massa bepaald direct na afloop van diffusieproef 4,3 tot 8,6 % hoger dan massa incl. vocht voor de diffusieproef.

De resultaten van de cumulatieve uitloging staan in tabel 3.2 (volgende pagina).

De uitloging van de metalen-8 en barium voldoet ruimschoots aan de eisen voor categorie 1 vormgegeven bouwstoffen. Het metaal met de hoogste uitloging t.o.v. de eis is koper:

- koper uitloging "boven" gemiddeld 8,5 mg/m² (17 % van cat. 1 eis);
- koper uitloging keerlus (cilinder K2) 20,5 mg/m² (40 % van cat. 1 eis).

De sulfaat uitloging is bij benadering even hoog voor het project "boven" en de keerlus:

- sulfaat uitloging "boven" gemiddeld 50500 mg/m² (187 % van cat. 1 eis);
- sulfaat uitloging keerlus (cilinder K2) 44200 mg/m² (164 % van cat. 1 eis).

Tabel 3.2 Resultaten diffusieproeven : cumulatieve uitloging in mg/m²

proefstuk - parameter 1	cumulatieve uitloging					emissie eis categorie 1 vormgegeven
	1	5	9	K2	16	
sulfaat	59700	45100	54400	44200	42800	27000**
arseen	2,5	2,6	2,6	2,5	3,0	41
barium	3,3	2,3	2,9	2,2	2,2	600
cadmium	<0,04	<0,04	<0,04	<0,03	<0,04	1,1
chroom	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	140
koper	4,9	4,8	6,3	20,5	17,8	51
kwik	<0,008	<0,008	<0,008	<0,007	0,025	0,43
lood	<0,4	2,2	1,0	1,2	1,5	120
nikkel	2,2	2,8	2,6	3,0	3,2	50
zink	2,0	2,0	<1,8	10,7	<1,9	200

** op grond van MVR overschrijding met max. 100 % toegestaan; emissie eis voor menggranulaat al eerder (dec. 1999) op grond van ministeriële beschikking met 50 % verhoogd

De gemiddelde sulfaat uitloging over het gehele project bedraagt 49200 mg/m² (182 % cat. 1 eis). Dit betekent dat de overschrijding van de categorie 1 eis binnen de 100% blijft zodat op grond van de ministeriële vrijstellingsregeling samenstellings- en immissiewaarden (MVR) sprake is van een categorie 1 bouwstof.

Indien ten minste 10 parameters getoetst worden mag van ten hoogste 3 parameters de eis met ten hoogste 100 % overschreden worden volgens de ministeriële vrijstellingsregeling samenstellings- en immissie-waarden (MVR). Zie voor meer informatie CROW /CUR publicatie 99 - 4 "Aan het werk met het Bouwstoffenbesluit".

De herkomst van de licht verhoogde sulfaat uitloging is niet duidelijk. In meerdere projecten, waarbij kleigrond is geïmmobiliseerd, al dan niet met bijmenging van gipshoudend sorteerzeefzand, is een licht verhoogde sulfaat uitloging geconstateerd. Aangezien in het immobilisaat op de Stainkoeln geen sorteerzeefzand is verwerkt, blijven er twee mogelijkheden over m.b.t. de herkomst van het sulfaat:

- het hoogovencement; het cement is gecertificeerd in het kader van het BsB en wordt algemeen toegepast als bouw materiaal, daardoor niet waarschijnlijk als bron van het sulfaat;
- de kleigrond zelf; de onverzadigde zone van klei bevat ijzersulfide (FeS), die door beluchting geoxideerd kan worden tot ijzer (III)-oxide ("roest") en waterstofsulfide; in een vervolgreactie kan het waterstofsulfide door beluchting in basisch milieu omgezet worden tot water en sulfaat. De aanwezigheid van ijzersulfide in kleigrond is een natuurlijk gegeven, dat los staat van de aanwezigheid van chemische verontreinigingen.

Toelichting bij tabel 3.2 Berekeningswijze cumulatieve emissie:

- Benodigde gegevens zijn vorm van het proefstuk, uitwendig oppervlak, volume van het uitloogwater en de gehalten aan diverse parameters in het uitloogwater.
- Bij berekening van de cumulatieve emissie worden gehalten kleiner dan de aantoonbaarheidsgrens gelijkgesteld aan 0.7 * aantoonbaarheidsgrens, overeenkomstig het Bouwstoffenbesluit (zie ook BRL 2506 § 8.6.2.3).
- De gemeten cumulatieve emissie in mg/m² van mengfractie 1 t/m 4:
(gehalte parameter in mengfractie [mg/l] * volume uitloogwater [l] * 4) / uitwendig oppervlak [m²].
- De gemeten cumulatieve emissie in mg/m² van beide mengfracties tezamen:
((gehalte mengfractie 1) + (gehalte mengfractie 2) [mg/l] * volume uitloogwater [l] * 4) / uitwendig opp. [m²]

- Immissie eis bodem zoals genoemd in Bouwstoffenbesluit 23-11-1995 (BSB) omgerekend naar emissie zoals bepaald bij diffusieproef m.b.v. formules zoals genoemd in BSB en Uitvoeringsregeling BSB (zie ook BRL 2506 versie 17-06-1999).

Van alle individuele fracties zijn de pH en de geleiding (EC) bepaald, met de volgende resultaten:

Tabel 3.3 Resultaten diffusieproeven: pH en geleiding (EC) in individuele fracties

cilinders → fractie ↓	1 pH / EC	5 pH / EC	9 pH / EC	K2 pH / EC	16 pH / EC
fractie 1	7,6 / 20	7,4 / 20	7,4 / 23	7,5 / 24	7,5 / 19
fractie 2	7,6 / 21	7,5 / 22	7,8 / 23	7,7 / 21	7,9 / 17
fractie 3	7,5 / 21	7,6 / 22	7,5 / 24	7,8 / 21	8,2 / 19
fractie 4	7,5 / 22	7,6 / 22	8,2 / 25	7,9 / 23	8,5 / 22
fractie 5	7,7 / 38	7,5 / 34	7,7 / 39	7,7 / 38	8,0 / 35
fractie 6	8,0 / 37	8,0 / 29	7,8 / 33	7,8 / 20	7,8 / 31
fractie 7	7,5 / 53	7,5 / 38	7,6 / 42	7,7 / 22	7,8 / 44
fractie 8	7,9 / 41	7,9 / 29	9,0 / 33	8,2 / 22	8,3 / 37

geleiding (EC) in mS/m bij referentietemperatuur 25 °C (NEN-ISO 7888)

Uit resultaten in tabel 3.3 blijkt dat voor alle diffusieproeven sprake is van een constante diffusie gecontroleerde uitloging. De waarden van de pH en de EC zijn vanaf de eerste fractie zeer constant, met een licht oplopende pH en iets sterker oplopende geleiding.

De geleiding geeft een indicatie van de totale "zoutlast". De geleiding bij eluaten van cementgebonden producten, zoals immobilisaat, is grotendeels te herleiden tot het vrijkomen van base [OH⁻] uit het immobilisaat. Aangezien geleiding wordt uitgedrukt langs een lineaire schaal en pH langs een logaritmische schaal, kunnen zeer kleine verschillen in pH een aanzienlijk verschil in geleiding tot gevolg hebben.

4. Duurzame vormvastheid

De duurzame vormvastheid is bepaald door massabepaling van de cilinders na afloop van de diffusieproef. Het resultaat hiervan is dat alle cilinders in massa zijn toegenomen, zelfs na herhaling van de massabepaling na 8 dagen drogen aan de lucht (deze waarden staan vermeld in tabel 3.1). Hierdoor wordt voldaan aan de eis voor duurzame vormvastheid uit het Bouwstoffenbesluit nl. massaverlies voor vormgegeven bouwstoffen na 28 verhardingsdagen max. 1500 mg/m², waarbij het massaverlies wordt gecorrigeerd voor de tijdens uitvoering van de diffusieproef opgeloste zouten.

Uit eerdere onderzoeken met immobilisaten bereid volgens het Vandofix proces is gebleken, dat immobilisaten met een 28-daagse druksterkte $\geq 1,5$ MPa duurzaam vormvast zijn en de volgende proeven met succes doorstaan:

- bewaren onder water bij 20 °C (diffusieproef)
- bewaren onder water bij 95 °C ("kookproef", RAW proef 16.2)
- 20 cycli afwisselend -20 en +20 °C (vorst/dooi proef)

Meer informatie is te vinden in het verslag van het T2000 project "Immobilisatie van verontreinigde, gerijpte baggerspecie", 27 augustus 1999, Novem-project 354330 /610.

5. Conclusies

De conclusies van de opleveringscontrole immobilisaat Stainkoeln, september 2000, zijn de volgende:

1. De dichtheid incl. vocht van de proefcilinders bedraagt 1716 tot 1828 kg/m³ hetgeen lager is dan de met nucleaire metingen in het werk bepaalde dichtheid van het immobilisaat (1800 tot 1980 kg/m³). Mogelijk zijn de proefcilinders minder goed verdicht dan het immobilisaat in het werk met als gevolg een iets hogere uitloging bij de proefcilinders dan bij het immobilisaat in het werk.
2. De uitloging, bepaald met de diffusieproef voor vormgegeven bouwstoffen, voldoet voor barium en de metalen-8 ruimschoots aan de eisen voor categorie 1 vormgegeven bouwstoffen. De uitloging van sulfaat is licht verhoogd, maar blijft binnen de eis van de ministeriële vrijstellingsregeling samenstellings- en immissiewaarden (MVR) zodat sprake is van een categorie 1 vormgegeven bouwstof.
3. Alle vijf de proefstukken die zijn onderworpen aan de diffusieproef voldoen aan het criterium voor duurzame vormvastheid.

6. Verantwoording

Nucleaire vocht- en dichtheidsmetingen op het werk, monstername onverdicht immobilisaat, vervaardiging proefcilinders en bepaling druksterkte en volumieke massa uitgevoerd door de laboratoria van Grontmij te Assen en Zeist.

Diffusieproeven, bepaling pH en geleiding (EC) in eluaat uitgevoerd door Weber Immobilisatie, W. Barendszlaan 19, 3603 GM Maarssen.

Analyses in het eluaat uitgevoerd door OMEGAM Analytisch-chemisch laboratorium, Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam (laboratorium met AP04 accreditatie).

7. Bijlagen

- civieltechnische opleveringscontrole: zie rapportage Grontmij
- rapporten OMEGAM Analytisch-chemisch laboratorium (2 pagina's)

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 028981
Project omschrijving : STAINKOELN DIFFUSIEPROEVEN OPLEV. CONTR.
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Ontvangstdatum	:	13/11/00	13/11/00	13/11/00
Monstercode	:	1 FR.1 T/M 4	16 FR. 1 T/M 4	5 FR.1 T/M 4
Referentienummer	:	4600011	4600016	4600013
Materiaal	:	Water	Water	Water

Diverse parameters in water				
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	70	59	68

Gehalte aan metalen in water

Q arseen	µg/l	<3	<3	<3
Q barium	µg/l	4	3	3
Q cadmium	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Q chroom	µg/l	<0,8	<0,8	<0,8
Q koper	µg/l	10	18	11
Q kwik	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02
Q lood	µg/l	<1	<1	<1
Q nikkel	µg/l	2	2	2
Q zink	µg/l	5	<5	<5

Ontvangstdatum	:	13/11/00	13/11/00
Monstercode	:	9 FR.1 T/M 4	K2 FR.1 T/M 4
Referentienummer	:	4600014	4600015
Materiaal	:	Water	Water

Diverse parameters in water			
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	78	67

Gehalte aan metalen in water

Q arseen	µg/l	<3	<3
Q barium	µg/l	5	3
Q cadmium	µg/l	<0,1	<0,1
Q chroom	µg/l	<0,8	<0,8
Q koper	µg/l	11	66
Q kwik	µg/l	<0,02	<0,02
Q lood	µg/l	<1	3
Q nikkel	µg/l	3	2
Q zink	µg/l	<5	37

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 033164
Project omschrijving : STAINKOELN DIFFUSIEPROVEN OPLEV. CONTR.
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Ontvangstdatum	:	11/01/01	11/01/01	11/01/01
Monstercode	:	1 FR 5 T/M 8	16 FR 5 T/M 8	5 FR 5 T/M 8
Referentienummer	:	0212847	0212853	0212848
Materiaal	:	Water	Water	Water

Diverse parameters in water				
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	150	100	92

Gehalte aan metalen in water

Q arseen	µg/l	7	9	7
Q barium	µg/l	8	5	5
Q cadmium	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Q chroom	µg/l	<0,8	<0,8	<0,8
Q koper	µg/l	8	48	6
Q kwik	µg/l	<0,02	0,08	<0,02
Q lood	µg/l	<1	5	7
Q nikkel	µg/l	6	10	8
Q zink	µg/l	<5	<5	<5

Ontvangstdatum	:	11/01/01	11/01/01
Monstercode	:	9 FR 5 T/M 8	K2 FR 5 T/M 8
Referentienummer	:	0212849	0212850
Materiaal	:	Water	Water

Diverse parameters in water			
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	130	110

Gehalte aan metalen in water

Q arseen	µg/l	8	8
Q barium	µg/l	6	6
Q cadmium	µg/l	<0,1	<0,1
Q chroom	µg/l	<0,8	<0,8
Q koper	µg/l	13	16
Q kwik	µg/l	<0,02	<0,02
Q lood	µg/l	3	2
Q nikkel	µg/l	7	10
Q zink	µg/l	<5	6

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

Weber

22 MEI 2001

Immobilisatie en
bouwstoffenonderzoek

de Vries en van de Wiel
de heer A. Ursem
Postbus 218
1740 AE Schagen

betreft: vooronderzoek toepassing boorspoeling

Maarssen, 18 mei 2001

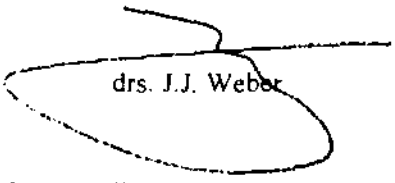
Geachte heer Ursem,

Hierbij zend ik u het eindrapport van het "Vooronderzoek immobilisaat met boorspoeling", waarin verwerkt de resultaten van druksterktes en uitloogonderzoek. T.o.v. het derde rapport d.d. 28-03-2001 zijn toegevoegd de volledige resultaten van diffusieproeven OS-I en -3.

De conclusies van het "Vooronderzoek immobilisaat met boorspoeling" zijn:

1. Verwerking van 10 - 20 % boorspoeling in immobilisaat heeft nagenoeg geen gevolgen voor de druksterkte.
2. Bij toepassing van hoogovencement CEM III B 42,5 LH HS worden hogere druksterktes behaald dan bij gelijke hoeveelheden portlandcement CEM I 32,5 R.
3. De toepassing van boorspoeling wordt in de eerste plaats beperkt door de chloride uitloging. Bij boorspoeling BU resp. BIII kan maximaal 15 resp. 7,5 % boorspoeling in het mengsel verwerkt worden.
In de tweede plaats wordt de toepassing van boorspoeling beperkt door de verwerkbaarheid van het mengsel. Bij boorspoeling Solrec zou op grond van de chloride uitloging maximaal 40 % toegepast kunnen worden; vanwege verwerkbaarheid is het aandeel boorspoeling Solrec beperkt tot ca. 16 %.
4. Door toepassing van boorspoeling wordt de sulfaat uitloging verminderd.
5. Door toepassing van portlandcement i.p.v. hoogovencement wordt de sulfaat uitloging eveneens verminderd. De uitloging van barium, chroom, koper, nikkel en lood is echter **hoger** bij portlandcement, waarbij de koper uitloging (afhankelijk van het mengsel) een kritische parameter kan zijn.
6. Voor kwaliteitsborging op het werk is het frequent bepalen van de droogrest van het mengsel (onverdicht immobilisaat, direct na menger) van groot belang. Indien de droogrest meer dan 2 % afwijkt van het vooronderzoek, zal dit een lagere druksterkte en hogere uitloging tot gevolg hebben.

Met vriendelijke groet,


drs. J.J. Weber

Bijlage:

- Rapport "Vooronderzoek immobilisaat met boorspoeling" (11 pagina's + 13 pagina's bijlagen)

Vooronderzoek immobilisaat met boorspoeling

1. Inleiding

1.1 Milieuhygiënische doelstellingen

Doelstelling van het onderzoek is om met behulp van cement en een aantal hulpstoffen te komen tot een gestabiliseerd produkt, duurzaam vormgegeven in de zin van het Bouwstoffenbesluit.

Door fysisch-chemische binding aan additieven, en door insluiting in de cementmatrix, wordt de uitloging van metalen aanzienlijk verlaagd. In de meeste gevallen is verlaging mogelijk tot onder de eis voor categorie I vormgegeven bouwstoffen. Het immobilisaat is dan geschikt voor toepassing bij permanente bevochtiging, dus toepassing onder de grondwaterspiegel of in de waterbouw.

1.2 Civieltechnische doelstellingen

Het immobilisaat wordt toegepast als verhardingslaag in een wegverharding, doorgaans onder asfalt, incidenteel zonder overlaging met asfalt.

In het algemeen wordt uitgegaan van twee lagen immobilisaat, waar bovenop een asfaltverharding aangebracht wordt. Voor het immobilisaat wordt in het algemeen uitgegaan van onderstaande specificaties.

Laag	dikte	ontwerp 28-dg druksterkte
Boven	ca. 20 cm	2,5-4,5 MPa
Onder	ca. 30 cm	2,0-3,5 MPa

2. Uitgangsprodukten

De uitgangsprodukten van dit project zijn diverse partijen verontreinigde grond en boorspoeling:

- mengpartij aanwezig op 't Oost, Den Helder; deze is eerder beschreven in het "Vooronderzoek immobilisaat mengpartij De Kooij, Oostoeverweg" (Weber Immobilisatie, 9-11-1999);
- partij 71956 (A'dam A. Frankstraat) afkomstig van locatie Nauerna, deze is eerder beschreven in het "Aanvullend vooronderzoek immobilisaat Lisserbroek" (Weber Immobilisatie, 4-10-2001);
- boorspoeling uitbreiding (BU), bemonsterd op 't Oost september 2000 (wk 36)
- boorspoeling vak III (B-III), tegelijk bemonsterd met BU
- boorspoeling Solrec (Sol), bemonsterd op 't Oost februari 2001 (wk 7)
- zeefzand afkomstig van locatie Nauerna, verontreinigd met metalen, minerale olie en PAK's (organische parameters binnen de grenswaarden voor bouwstoffen); het zeefzand is bemonsterd op 31-05-2000 te Halfweg tijdens het immobilisatieproject aldaar waarin o.a. dit zeefzand is verwerkt.

Mengpartij 't Oost en partij 71956 kenmerken zich door hoge gehalten aan een of meer metalen.

De partijen boorspoeling kenmerken zich door hoge gehalten aan zouten met name bariumchloride. Voor alle partijen incl. het zeefzand geldt dat de samenstellingswaarden minerale olie, EOX en som 10 PAK's voldoen aan de grenswaarden uit het Bouwstoffenbesluit voor secundaire grondstoffen anders dan grond.

In de ontvangen monsters zijn de gehalten aan droge stof en organische stof (gloeiverlies 550 °C) nogmaals bepaald. De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel (eenheid % m/m).

	mengp. 't Oost	71956 A.Frank	boersp. Uitbr	boersp. vak III	boersp. Solrec	zeefzand
droge stof	85 - 87	73-75	68,3	68,2	64,5	86,4
gloeiverlies	4,4	7,5	5,0	6,6	--	7,9

3. Proefopzet immobilisatie

Op grond van bovenstaande analyseresultaten zijn een aantal recepturen bereid, waarin verschillende doseringen aan cement en additief zijn toegepast. Dit is gebeurd in vier stappen:

- verkennende experimenten met boorspoeling BU en B-III (sept. '00)
- verkennende experimenten met boorspoeling en koude emulsie (okt. '00)
- experimenten met zowel boorspoeling als zeefzand (jan. '01)
- experimenten met mengpartij 't Oost en boorspoeling Solrec. (feb. '01)

In onderstaande tabellen zijn de resultaten van de uitgevoerde experimenten samengevat.

Tabel 3.1 Recepten boorspoeling sept. + okt. 2000

recept ->	BU-1	BIII-1	BU-2A	BU-2B	BU-3	BU-4
'71956'	26	26	17	17	17	22
wegenbouwzand **	54	54	33	33	33	45
boorspoeling BU	20	-	50	50	50	33
boorspoeling B-III	-	20	-	-	-	-
CEM III-B 42,5	10,0	10,0	8,0	8,0	8,0	9,2
vandofix additief	1,2	1,2	-	-	-	-
koude bitumenemulsie	-	-	3,0	3,0	6,0	3,8
water	2,8	2,1	4,5	-	-	-
totaal (nat)	114,0	113,3	115,5	111,0	114,0	113,0
droogrest mengsel	86,6	86,7	76,4	79,8	79,8	82,6
gemid. druksterkte	3,08	2,42	1,82	2,31	2,89	3,04
na .. verhardingsdagen	7 d	7 d	84 d	84 d	84 d	84 d
gemid. volum. massa	1938	1957	1808	1854	1770	1961
<i>prognose 28-dg drukst.</i>	<i>4,6</i>	<i>3,6</i>	<i>1,5</i>	<i>1,9</i>	<i>2,4</i>	<i>2,5</i>

Receptuur in massadelen; droogrest mengsel in % (m/m); druksterkte in MPa; volum. massa in kg/m³; vandofix additief toegevoegd als 36 % opl. in water; koude emulsie = Stabicol (Vauafalt); BU-1, BIII-1 en BU-4 twee cilinders, overige een cil.

** Bij de experimenten genoemd in tabel 3.1 is de mengpartij 't Oost nagebootst door een mengsel te maken met 67 % wegenbouwzand (96,5 % ds) en 33 % kleipartij 71956 (73 % ds). De korrelgrootteverdeling van het gebruikte wegenbouwzand is weergegeven in onderstaande tabel; fijnheidsgetal Fz = 1,3.

zeef	cumul. k.g.v. (% m/m)
C16	0,0
C8	0,1
C4	0,2
2 mm	0,4
1 mm	0,7
500 µm	1,9
250 µm	30,4
125 µm	98,9
63 µm	99,7

Uit bovenstaande experimenten blijkt dat toevoeging van 20 % boorspoeling nauwelijks tot geen nadelig effect heeft op de druksterkte. Met recepten BU-1 en BIII-1 wordt een 7-daagse sterkte behaald van 3,1 resp. 2,4 MPa. In het vooronderzoek voor De Kooij (mengpartij zonder boorspoeling) werd na 12 dagen een druksterkte behaald van 3,5 MPa.

De experimenten met emulsie zijn uitgebreid met een microscopisch onderzoek van de uitgeharde specie, in korrelvorm. Hieruit bleek dat zowel bij 3,0 als bij 6,0 % emulsie geen sprake is van omhulling van het materiaal door de emulsie. Het tegendeel bleek het geval te zijn: in het uitgeharde mengsel zijn bolletjes emulsie aanwezig, die worden omhuld door het cementgebonden immobilisaat.

Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat de koude emulsie geen bijdrage levert aan de immobilisatie van zouten uit de boorspoeling, noch aan de immobilisatie van de metalen uit kleipartij 71956.

Uit de experimenten met koude emulsie blijkt dat bij 50 % boorspoeling, zelfs met slechts 8,0 % cement, na langdurige uitharding een druksterkte behaald wordt van 2,3 MPa wat voldoet aan de eis voor een zandcementstabilisatie. Met 33 % boorspoeling en 9,2 % cement wordt na langdurige uitharding een druksterkte behaald van 3,0 MPa.

Aanvullend hierop moet opgemerkt worden dat de verwerkbaarheid van deze mengsels, direct na het mengen, zeer matig is. Bij verwerking in de praktijk zal een cementsoort toegepast dienen te worden met versnelde uitharding.

Experimenten met boorspoeling en zeefzand

Vanwege de matige verwerkbaarheid van de mengsels met hoge percentages boorspoeling, zijn een aantal mengsels gemaakt met zowel boorspoeling als sorteerzeefzand. Gekozen is voor boorspoeling BIII met het hoogste gehalte aan chloride en barium. De proefopzet is gebaseerd op het constant houden van de "som zand" = 50 % en de "som klei" = 50 %. De experimenten zijn samengevat in tabel 3.2.

Tabel 3.2 Recepten boorspoeling + zeefzand

recept ->	B3	B4	B5	B6
zand Leiden	35	35	35	35
zeefzand	15	15	15	15
kleipartij 71956	50	35	35	25
boorspoeling B-III	-	15	15	25
CEM I 32,5 R	-	-	10,0	-
CEM III-B 42,5	10,0	10,0	-	10,0
vandofix additief	1,2	1,2	1,2	1,2
water	1,3	0,9	0,9	0,7
totaal (nat)	112,5	112,1	112,1	111,9
droogrest mengsel	82,0	81,8	81,7	82,4
gemid. druksterkte	2,67	2,20	1,79	2,17
na .. verhardingsdagen	18 d	18 d	18 d	18 d
gemid. volum. massa	1924	1934	1942	1950
prognose 28-dg drukst	3,1	2,6	2,1	2,5

Receptuur in massadelen; droogrest mengsel in % (m/m); druksterkte in MPa; volum. massa in kg/m³; vandofix additief toegevoegd als 36 % oplossing in water; 1 cilinder per recept.

Uit de resultaten genoemd in tabel 3.2 blijkt de hoogste druksterkte (3,1 MPa) behaald wordt zonder boorspoeling, met uitsluitend zand, zeefzand en kleipartij 71956. Hierbij moet opgemerkt worden dat kleipartij 71956 bijmenging van fijn puin bevat, wat gunstig is voor de sterkte.

Van de drie recepten met boorspoeling is de sterkte het laagst bij recept B5 (2,1 MPa), waarbij portlandcement 32,5 R gebruikt is. Beide recepten met hoogovencement 42,5 hebben een hogere sterkte (2,6 resp. 2,5 MPa). Omdat de cementdosering voor alle recepten gelijk is, is de hogere sterkte waarschijnlijk te danken aan de hogere fijnheid van het hoogovencement 42,5 (dus geschikt voor productie van beton B35) tegen 32,5 (dus geschikt voor productie van beton B25) voor het portlandcement.

De beide recepten met hoogovencement 42,5 ontlopen elkaar nauwelijks in sterkte, ondanks het hoge aandeel boorspoeling (25 %) in recept B6.

Experimenten met mengpartij 't Oost en boorspoeling Solrec

Om te komen tot een praktijktoepassing van immobilisaat met boorspoeling zijn van de mengpartij 't Oost en boorspoeling Solrec mengsels gemaakt. Van beide materialen is voldoende tonnage voorhanden om ten minste 5000 ton immobilisaat te produceren.

De proefopzet is gebaseerd op variatie van het percentage boorspoeling tussen 10 en 24 % en variatie in de cementdosering tussen 9,5 en 11,5 %. Een tweetal recepten zijn zowel uitgevoerd in portland- als in hoogovencement. Het droge stofgehalte van de uitgangsmaterialen is bepaald op 87,0 % (mengpartij 't Oost) tegen 64,5 % voor boorspoeling Solrec.

Tabel 3.3 Recepten 't Oost + boorspoeling Solrec

recept ->	OS-1	OS-2	OS-3	OS-4	OS-5	OS-6	OS-7
mengpartij 't Oost	84	78	84	78	90	90	78
boersp. Solrec	16	22	16	22	10	10	22
CEM I 32,5 R	-	-	10,5	10,5	11,5	9,5	9,5
CEM III-B 42,5	10,5	10,5	-	-	-	-	-
vandofix additief	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
water	-	-	-	-	-	-	-
totaal (nat)	111,7	111,7	111,7	111,7	112,7	110,7	110,7
droogrest mengsel	83,6	82,2	83,9	82,1	83,2	83,4	82,9
gemid. druksterkte	2,27	1,96	1,53	1,32	1,80	1,41	1,20
na .. verhardingsdg	14 dg	14 dg	14 dg	14 dg	14 dg	14 dg	14 dg
gem. volum. massa	1992	1946	2014	1975	2032	1981	1969
prognose 28-dg druksterkte	2,84	2,45	1,91	1,65	2,25	1,76	1,50

Receptuur in massadelen; droogrest mengsel in % (m/m); druksterkte in MPa; volum. massa in kg/m³; vandofix additief toegevoegd als 36 % oplossing in water; OS-2 en OS-4 twee cilinders; overige een cilinder.

Uit bovenstaande resultaten blijkt dat met hoogovencement CEM III 42.5 hogere druksterktes behaald worden dan met portlandcement CEM I 32,5 R: vergelijk OS-1 (2,27 MPa) met OS-3 (1,53 MPa) resp. OS-2 (1,96 MPa) met OS-4 (1,32 MPa).

Bij een samenstelling met 90 % mengpartij en 10 % boorspoeling blijkt ten minste 10,5 % portlandcement CEM I 32,5 R nodig te zijn voor een 28-daagse sterkte van 2,0 MPa. Dit is ook het geval bij een samenstelling met 84 % mengpartij en 16 % boorspoeling.

Bij een gelijke hoeveelheid (10,5 %) hoogovencement CEM III 42,5 wordt zelfs bij 78 % mengpartij en 22% boorspoeling een 28-daagse sterkte behaald van 2,45 MPa.

Van de recepten OS-1 en OS-3 zal de uitloging bepaald worden d.m.v. een diffusieproef (zie 4.2).

4. Resultaten uitloogonderzoek

De uitloging van mengpartij 't Oost is eerder onderzocht in het "Vooronderzoek immobilisaat mengpartij De Kooij, Oostoeverweg" (Weber Immobilisatie, 9-11-1999). Tevens is beschikbaar het rapport van de opleveringscontrole van het in het werk De Kooij gebrachte immobilisaat (Weber Immobilisatie, 14-4-2000).

Uit voornoemde rapporten komen sulfaat en in minder mate koper naar voren als parameters met relatief de hoogste uitloging t.o.v. de eis voor categorie 1 vormgegeven. Bij dit vooronderzoek naar toepassing van boorspoeling in immobilisaat, zijn barium en chloride mogelijk kritische parameters vanwege de bijdrage aan deze stoffen vanuit de boorspoeling. Bij alle uitloogproeven is het eluaat onderzocht op chloride en barium. In een aantal gevallen is tevens onderzoek uitgevoerd naar sulfaat, koper of metalen-8.

4.1 Cascadeproeven

Van recepten BU-1 en BIII-1 (zie tabel 3.1) is na de bepaling van de druksterkte een cilinder verkleind naar <4 mm en vervolgens onderzocht op uitloging met de cascadeproef LS=10 (NEN 7349, 1e trap echter met LS=10). De resultaten zijn samengevat in tabel 4.1

Tabel 4.1 Uitloging na verkleining <4 mm bepaald met cascadeproef

parameter	BU-1	B-III	eis cat. 1 niet-v h=0,3 m
pH	11,9	11,9	--
geleiding	236	234	--
chloride	1100	1800	660
barium	1,3	2,0	11
koper	0,54	0,71	1,3

geleiding eluaat in mS/m bij 25 °C (NEN-ISO 7888); uitloging in mg/kg ds

Uit de resultaten van de cascadeproeven blijkt dat het verkleinde immobilisaat met boorspoeling, te veel chloride uitloogt om te voldoen aan categorie 1 niet-vormgegeven. Het immobilisaat bevat echter 20 % boorspoeling (BU resp. BIII). Een immobilisaat met 12 % boorspoeling uitbreiding (BU) of 7 % boorspoeling vak III (B III) zal na verkleining naar <4 mm voldoen aan categorie 1 niet-vormgegeven.

Opmerking: bij visuele beoordeling lijkt boorspoeling Solrec sterk op boorspoeling uitbreiding (BU). Uit de analyse blijkt echter dat boorspoeling Solrec minder barium en chloride bevat nl. 3100 resp. 1300 mg/kg ds aan barium resp. chloride.

4.2 Diffusieproeven

Van de recepten BU-1 en BIII-1 (tabel 3.1), B3 t/m B6 (tabel 3.2) en OS-1 en OS-3 (tabel 3.3) zijn extra cilinders vervaardigd ten behoeve van uitloogonderzoek.

De uitloging is bepaald met de diffusieproef voor vormgegeven bouwstoffen conform NEN 7345. Volgens het Bouwstoffenbesluit dient de diffusieproef gestart te worden na 28 verhardingsdagen. Vanwege de wens om tot een snel inzicht in het uitlooggedrag te komen, wordt in het vooronderzoek de diffusieproef in de regel eerder gestart bijvoorbeeld al na 10 verhardingsdagen.

Bij alle diffusieproeven zijn de pH en de geleiding (EC) bepaald in alle acht individuele fracties. In twee mengfracties (fractie 1 t/m 4 en fractie 5 t/m 8) is het gehalte bepaald aan chloride, sulfaat, barium en de metalen-8, of een gedeelte van deze parameters. De resultaten zijn samengevat in tabellen 4.1 t/m 4.5.

Tabel 4.1 Algemene gegevens diffusieproeven

parameter ↓	cilinders →	BU-1	BIII-1	B3	B4	B5	B6
diameter	mm	101	101	101	102	101	101
hoogte	mm	117	117	118	117	118	118
volume	l	0,937	0,937	0,945	0,956	0,937	0,937
massa incl. vocht	g	1929,8	1950,3	1787,3	1817,0	1814,9	1841,0
dichtheid incl. vocht	kg/m ³	2060	2081	1891	1901	1937	1965
volume uitloogwater	l	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
som uitwendig opp.	m ²	0,0531	0,0531	0,0535	0,0538	0,0531	0,0531
aanmaakdatum		18-09-00	18-09-00	04-01-01	04-01-01	04-01-01	04-01-01
startdatum diffusieproef		26-09-00	26-09-00	16-01-01	16-01-01	16-01-01	16-01-01
= na .. verhardingsdagen		8 dg	8 dg	12 dg	12 dg	12 dg	12 dg
massa incl. vocht na afloop diffusieproef	g	1934,1	1955,5	1816,6	1837,4	1826,0	1858,6
massaverlies	%	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Tabel 4.2 Algemene gegevens diffusieproeven

parameter ↓	cilinders →	OS-1	OS-3
diameter	mm	101,2	101,2
hoogte	mm	116,3	116,3
volume	l	0,935	0,935
massa incl. vocht	g	1853,7	1876,2
dichtheid incl. vocht	kg/m ³	1982	2006
volume uitloogwater	l	3,0	3,0
uitwendig opp.	m ²	0,0531	0,0531
aanmaakdatum		15-02-01	15-02-01
startdatum diffusieproef		06-03-01	06-03-01
= na .. verhardingsdagen		19 dg	19 dg
massa incl. vocht na afloop diffusieproef	g	1852,4	1874,1
massaverlies	%	<0,1	0,11

Tabel 4.3 Diffusieproeven boorspoeling BU en B III: cumulatieve uitloging

cilinders → parameter 1	cumulatieve uitloging fractie 1 t/m 8 (eenheid mg/m ²)						emissie eis cat. 1 vormg.
	BU-1	BIII-1	B3	B4	B5	B6	
chloride	24200	47000	<3140	36600	36600	54200	18000
sulfaat	2700	2700	40100	37500	12000	25300	27000
arseen	<0,9	<0,9					41
barium	23	31	10,1	16,1	28,0	20,6	600
cadmium	<0,03	<0,03					1,1
chroom	0,57	0,50					140
koper	3,2	4,1	19,1	16,9	38,0	13,8	51
kwik	0,025	0,025					0,43
lood	<0,3	<0,3					120
nikkel	2,0	2,7					50
zink	2,8	<1,6					200

Uit de resultaten in tabel 4.3, chloride uitloging volgt dat van boorspoeling BU maximaal 15 % in het mengsel verwerkt kan worden; van boorspoeling BIII kan maximaal 7,5 % in het mengsel verwerkt worden (BIII is verwerkt in BIII-1 (20 %), B3 t/m B5 (15 %) en B6 (25 %).

Bij recepten BU-1 en BIII-1 voldoet de uitloging van sulfaat, barium en de metalen-8 ruimschoots aan de eisen voor categorie 1 vormgegeven. In deze recepten is naast boorspoeling mengpartij 't Oost gebruikt.

Bij recepten B3 t/m B6 is steeds 15 % sorteerzeefzand toegepast met als gevolg een hogere sulfaat uitloging. De sulfaat uitloging is het laagst bij B5 (CEM I 32,5 i.p.v. CEM III B 42,5); daarna bij B6 (overmaat boorspoeling) echter bij B6 wordt eis voor chloride ver overschreden.

Recept B5 met CEM I heeft als nadeel een hogere koper uitloging, toename van 16,9 (B4) naar 38,0 mg/m² wat overeenkomt met een toename van 33 tot 75 % van de categorie 1 eis. De barium uitloging neemt eveneens toe maar blijft ruimschoots binnen de eis (5 % cat. 1 eis)

Vergelijking met chloride uitloging cascadeproef

Met behulp van de algemene gegevens van de proefstukken gebruikt voor de diffusieproeven, en het droge stofgehalte van het mengsel (tabel 3.1), kan een vergelijking gemaakt worden van de chloride uitloging door diffusie resp. de chloride uitloging na verkleining en schudden (cascadeproef). Bij de vergelijking wordt de uitloging bepaald met de diffusieproef omgerekend naar mg/kg ds, zijnde dezelfde eenheid als de uitloging bepaald met de cascadeproef (na verkleining naar <4 mm). De laatste waarde kan tevens beschouwd worden als een goede benadering voor de totaal aanwezige hoeveelheid chloride (samenstellingswaarde).

Tabel 4.3b Vergelijking chloride uitloging

	BU-1	B-III
cascadeproef	1100	1800
diffusieproef	769	1476
diffusiepr. / cascadepr.	70 %	82 %

Bij boorspoeling BU-I bedraagt de uitloging door diffusie 70 % van de uitloging bij cascadeproef; bij boorspoeling B-III bedraagt de uitloging door diffusie 82 % van de uitloging bij de cascadeproef.

Indien beide waarden gecombineerd zouden worden tot een lineair verband dan luidt dit:

$$(\text{uitloging diffusie}) = (\text{uitloging cascade}) - 330 \text{ mg/kg ds.}$$

Deze vergelijking geeft aan dat in een vormgegeven immobilisaat een beperkte hoeveelheid chloride, circa 330 mg/kg ds, gebonden kan worden.

Tabel 4.4 Resultaten diffusieproeven boorspoeling Solrec: cumulatieve uitloging

cilinders - parameter I	cumulatieve uitloging in mg/m ²		emissie eis categorie I vormgegeven
	OS-1	OS-3	
chloride	8100	4100	18000
sulfaat	2900	790	27000
arseen	<0,9	<0,9	41
barium	17	68	600
cadmium	<0,032	<0,032	1,1
chroom	0,35	2,1	140
koper	6,1	17	51
kwik	0,008	<0,006	0,43
lood	2,3	8,6	120
nikkel	2,9	7,0	50
zink	3,3	<1,6	200

Uit bovenstaande resultaten blijkt dat de chloride uitloging van beide proefstukken ruimschoots voldoet aan de categorie IV eis. De receptuur met 16 % boorspoeling Solrec leidt niet tot een overschrijding van de chloride uitloging i.t.t. receptuur met boorspoeling BU en B-III. Dit is in overeenstemming met de relatief lage samenstellingswaarde voor Solrec: 1300 mg/kg ds (opgave de Vries & van de Wiel, A. Ursem).

Tevens blijkt dat het proefstuk bereid met hoogovencement (OS-1) een hogere sulfaat uitloging heeft, terwijl het proefstuk met portlandcement (OS-3) een hogere barium, koper en lood uitloging heeft.

Alle parameters blijven echter ruimschoots binnen de eisen voor categorie I vormgegeven bouwstoffen:

- voor OS-1 is chloride de meest kritische parameter (45 % van cat. IV eis);
- voor OS-3 is koper de meest kritische parameter (33 % van cat. IV eis).

Toelichting bij tabel 4.1 t/m 4.4: Berekeningswijze cumulatieve emissie:

- Benodigde gegevens zijn vorm van het proefstuk, uitwendig oppervlak, volume van het uitloogwater en de gehalten aan diverse parameters in het uitloogwater.
- Bij berekening van de cumulatieve emissie worden gehalten kleiner dan de aantoonbaarheidsgrens gelijkgesteld aan $0.7 \cdot \text{aantoonbaarheidsgrens}$, overeenkomstig het Bouwstoffenbesluit (zie ook BRL 2506 § 8.6.2.3).
- De gemeten cumulatieve emissie in mg/m² van mengfractie 1 t/m 4:
 $(\text{gehalte parameter in mengfractie [mg/l]} \cdot \text{volume uitloogwater [l]} \cdot 4) / \text{uitwendig oppervlak [m}^2\text{]}.$
- De gemeten cumulatieve emissie in mg/m² van beide mengfracties tezamen:
 $((\text{gehalte mengfractie 1}) + (\text{gehalte mengfractie 2}) [\text{mg/l}] \cdot \text{volume uitloogwater [l]} \cdot 4) / \text{uitwendig opp. [m}^2\text{]}$
- Immissie eis bodem zoals genoemd in Bouwstoffenbesluit 23-11-1995 (BSB) omgerekend naar emissie zoals bepaald bij diffusieproef m.b.v. formules zoals genoemd in BSB en Uitvoeringsregeling BSB (zie ook BRL 2506 versie 17-06-1999).

Tabel 4.5 Resultaten diffusieproeven: pH en geleiding (EC) in individuele fracties

cilinders – fractie 1	BU-1 pH / EC	B-III pH / EC	B3 pH / EC	B4 pH / EC
fractie 1	10,2 / 44	11,1 / 80	8,3 / 26	8,3 / 49
fractie 2	10,3 / 35	10,5 / 53	9,2 / 30	8,2 / 55
fractie 3	11,0 / 48	10,6 / 58	10,4 / 29	8,6 / 47
fractie 4	11,4 / 73	11,5 / 96	10,5 / 32	10,6 / 52
fractie 5	11,7 / 107	11,5 / 109	9,6 / 41	9,1 / 71
fractie 6	11,7 / 95	11,6 / 108	11,5 / 75	11,5 / 101
fractie 7	12,0 / 166	12,0 / 196	11,8 / 126	11,7 / 160
fractie 8	11,9 / 154	11,9 / 177	11,9 / 122	11,9 / 145

cilinders – fractie 1	B5 pH / EC	B6 pH / EC	OS-1 pH / EC	OS-3 pH / EC
fractie 1	9,7 / 47	8,4 / 57	10,6 / 27	11,9 / 109
fractie 2	10,9 / 53	9,6 / 60	11,1 / 32	11,9 / 108
fractie 3	11,4 / 69	8,6 / 53	11,4 / 43	12,1 / 155
fractie 4	11,8 / 109	11,0 / 61	11,5 / 51	12,1 / 163
fractie 5	11,8 / 120	9,2 / 78	11,7 / 79	12,4 / 293
fractie 6	12,3 / 245	11,7 / 119	11,8 / 84	12,3 / 269
fractie 7	12,2 / 328	11,8 / 173	11,9 / 139	12,4 / 407
fractie 8	12,3 / 303	11,9 / 156	11,8 / 155	12,0 / 419

geleiding (EC) in mS/m bij referentietemperatuur 25 °C (NEN-ISO 7888)

Uit bovenstaande resultaten blijkt dat bij recepten met verontreinigde grond en boorspoeling steeds sprake is van een zeer hoge pH. Bij de recepten B3 t/m B6 waarin tevens zeefzand is verwerkt, is de pH aanvankelijk minder hoog (eerste 3 tot 5 fracties, afhankelijk van receptuur), om daarna alsnog op 11 tot 12 uit te komen. De hoge pH draagt in positieve zin bij tot een afdoende immobilisatie van zware metalen (uitloging <cat. 1 eis).

Bij de recepten met portlandcement (B5 en OS-3) is de pH naar verhouding nog iets hoger en is daarnaast de geleiding hoger, wat een indirect gevolg is van de hogere pH (meer OH⁻ ionen – hogere geleiding). Dat desondanks de koper uitloging bij portlandcement **hoger** is dan bij hoogovencement is waarschijnlijk te herleiden tot de dichtere structuur (lager poriegehalte) van hoogovencement.

Uit de proeven OS-3 (portland) vs. OS-1 (hoogoven) blijkt dat bij portlandcement sprake is van verhoogde uitloging van barium, chroom, koper, nikkel en lood. Behalve de al genoemde dichtere structuur van hoogovencement, kan de hoge pH van portlandcement hier ook een rol in spelen. De meeste metalen, in elk geval chroom, koper en lood kunnen bij pH >12 oxy-anionen vormen die beter oplosbaar zijn dan de hydroxiden. Een uitzondering hierop vormt cadmium: van dit metaal neemt de oplosbaarheid sterk af met hoge pH (pH >9): als gevolg hiervan is de uitloging van cadmium bij beide cementsoorten zeer gering (gehalte in eluaat <bep. grens).

5. Samenstellingsonderzoek

De bij dit vooronderzoek betrokken partijen kenmerken zich door hoge gehalten aan een of meer metalen. De samenstellingswaarden aan minerale olie, EOX en som 10 PAK's voldoen aan de grenswaarden uit het Bouwstoffenbesluit voor secundaire grondstoffen anders dan grond.

De samenstelling van de immobilisaten uit dit vooronderzoek zijn daarom niet op samenstelling onderzocht.

6. Duurzame vormvastheid

De duurzame vormvastheid is bij de uitgevoerde diffusieproeven (zie hfd. 4) bepaald door massabepaling van de boorkernen resp. proefstukken na afloop van de diffusieproef. Het massaverlies was $\leq 0,1$ % voor alle proefstukken met uitzondering van OS-3 (0,11 %). Dit massaverlies is niet gecorrigeerd voor het in oplossing gaan van zouten. Alle proefstukken, ook OS-3, waren na afloop van de diffusieproef onbeschadigd d.w.z. geen scheurvorming, afbrokkeling, etc. Hierdoor wordt voldaan aan de eis voor duurzame vormvastheid uit het Bouwstoffenbesluit (eis: massaverlies proefstuk na 28 verhardingsdagen gecorrigeerd voor het oplossen van zouten: $\leq 1500 \text{ g/m}^2$).

Uit eerdere onderzoeken met immobilisaten bereid volgens het Vandofix proces is gebleken, dat immobilisaten met een 7-daagse druksterkte $\geq 1,5 \text{ MPa}$ duurzaam vormvast zijn en de volgende proeven met succes doorstaan:

- bewaren onder water bij 20°C (diffusieproef)
- bewaren onder water bij 95°C ("kookproef", RAW proef 16.2)
- 20 cycli afwisselend -20 en $+20^\circ\text{C}$ (vorst/dooi proef)

Meer informatie is te vinden in het verslag van het T2000 project "Immobilisatie van verontreinigde, gerijpte baggerspecie", 27 augustus 1999, Novem-project 354330 /610.

7. In het werk te brengen receptuur

Op grond van de resultaten van dit vooronderzoek is op 10 april 2001 een in het werk te brengen receptuur bepaald voor het project Euro Joule (zie bijlage). Dit project is om logistieke redenen niet doorgegaan.

De bijlage bevat naast de receptuur tevens de te volgens werkwijze voor kwaliteitscontrole tijdens het werk.

8. Conclusies

De conclusies van het "Vooronderzoek immobilisaat met boorspoeling" zijn:

1. Verwerking van 10 - 20 % boorspoeling in immobilisaat heeft nagenoeg geen gevolgen voor de druksterkte.
2. Bij toepassing van hoogovencement CEM III 42,5 LH HS worden hogere druksterktes behaald dan bij gelijke hoeveelheden portlandcement CEM I 32,5 R.
3. De toepassing van boorspoeling wordt in de eerste plaats beperkt door de chloride uitloging. Bij boorspoeling BU resp. BIII kan maximaal 15 resp. 7,5 % boorspoeling in het mengsel verwerkt worden.
In de tweede plaats wordt de toepassing van boorspoeling beperkt door de verwerkbaarheid van het mengsel. Bij boorspoeling Solrec zou op grond van de chloride uitloging maximaal 40 % toegepast kunnen worden; vanwege verwerkbaarheid is het aandeel boorspoeling Solrec beperkt tot ca. 16 %.
4. Door toepassing van boorspoeling wordt de sulfaat uitloging verminderd.
5. Door toepassing van portlandcement i.p.v. hoogovencement wordt de sulfaat uitloging eveneens verminderd. De uitloging van barium, chroom, koper, nikkel en lood is echter **hoger** bij portlandcement, waarbij de koper uitloging (afhankelijk van het mengsel) een kritische parameter kan zijn.
6. Voor kwaliteitsborging op het werk is het frequent bepalen van de droogrest van het mengsel (onverdicht immobilisaat, direct na menger) van groot belang. Indien de droogrest meer dan 2 % afwijkt van het vooronderzoek, zal dit een lagere druksterkte en hogere uitloging tot gevolg hebben.

9. Verantwoording

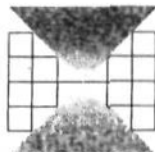
Receptuur ontwikkeling, immobilisatie experimenten, cascade- en diffusieproeven zijn uitgevoerd door Weber Immobilisatie, W. Barendszlaan 19, 3603 GM Maarssen.

Bepaling van de druksterkte en volumieke massa is uitgevoerd door het OMEGAM Wegenbouwlaboratorium, Pieter Braaijweg 10, 1099 DG Amsterdam.

Bepaling chloride, sulfaat en metalen in het eluaat zijn uitgevoerd door OMEGAM Analytisch-chemisch laboratorium, Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam (laboratorium met AP04 accreditatie).

10. Bijlagen

- rapporten OMEGAM Wegenbouwlaboratorium betreffende druksterktes (4 pagina's)
- rapporten OMEGAM Analytisch-chemisch laboratorium betreffende eluaat-analyses (7 pagina's)
- receptuur voor project Euro Joule, 10-04-2001 (2 pagina's)



OMEGAM

Wegenbouwlaboratorium
Pieter Braaijweg 10
1099 DG Amsterdam
Tel.: 020-4604.220
Fax.: 020-4604.229



Opdrachtnr. : 00-763

Kenmerk : Bentoniet / Diversen

Opdrachtgever:

Weber Immobilisatie
en bouwstoffenonderzoek

Drukproef

Proefstuk : Cylinders

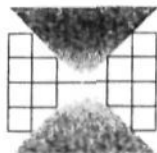
Uitvoering : Omegam

Datum :

Serie-kenmerk : 00-763
Aanmaakdatum/-tijd : 18.09.2000/00.00
Proefdatum/-tijd : 25.09.2000/00.00

Beproefd door : Omegam
Vaste proefstukouderdom: 7
Effektieve ouderdom : 7 dagen 00.00

Proefstuk Kenm.	Afmetingen [mm]			Massa [g]	Vol.m. [kg/m ³]	Last [kN]	Sterkte [N/mm ²]	Opmerkingen
	ϕ	ϕ	h					
BU-1-1	101.3		117.3	1940	2052	24.59	3.05	
BU-1-2	101.3		117.3	1936	2048	25.10	3.11	
B-3-1	101.3		116.8	1953	2075	20.38	2.53	
B-3-2	101.3		116.5	1960	2087	18.50	2.30	
KV-1-1	101.3		116.9	1820	1932	14.67	1.82	
KV-1-2	101.3		116.9	1830	1942	15.70	1.95	
KV-2-1	101.3		117.0	1845	1957	30.98	3.84	
KV-2-2	101.3		116.5	1855	1976	29.01	3.60	
KJ-1-1	101.3		116.6	1945	2070	16.75	2.08	
KJ-1-2	101.3		116.7	1940	2063	15.58	1.93	
KZ-1-1	101.3		117.5	1867	1972	14.34	1.78	
KZ-1-2	101.3		117.5	1874	1979	15.50	1.92	
Aantal waarden					12		12	
Gemiddelde					2013		2.49	
Standaardafwijking					57.9		0.73	



OMEGAM

Wegenbouwlaboratorium
Pieter Braaijweg 10
1099 DG Amsterdam
Tel.: 020-4604.220
Fax.: 020-4604.229



Opdrachtnr. : 01-046

Kenmerk : BU

Opdrachtgever:

Weber Immobilisatie

Drukproef

Proefstuk : Cylinders

Uitvoering : OMEGAM

Datum : 04.01.1980

Serie-kenmerk : 01-046

Beproefd door : OMEGAM

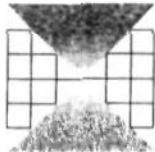
Aanmaakdatum/-tijd : 30.10.2000/00.00

Vaste proefstukouderdom: 0

Proefdatum/-tijd : 22.01.2001/00.00

Effectieve ouderdom : 84 dagen 00.00

Proefstuk Kenm.	Afmetingen [mm]			Massa [g]	Vol.m. [kg/m3]	Last [kN]	Sterkte [N/mm2]	Opmerkingen
	ϕ	ϕ	h					
BU-2A	101.6		115.9	1699	1808	14.79	1.82	
BU-2B	101.4		116.1	1738	1854	18.64	2.31	
BU-3	101.8		115.9	1670	1770	23.49	2.89	
BU-4	101.3		117.1	1851	1961	24.54	3.04	
Aantal waarden					4		4	
Gemiddelde					1848		2.52	
Standaardafwijking					82.6		0.56	



OMEGAM

Wegenboulaboratorium
Pieter Braaijweg 10
1099 DG Amsterdam
Tel.: 020-4604.220
Fax.: 020-4604.229



Opdrachtnr. : 01-047

Kenmerk : B-III

Opdrachtgever:

Weber Immobilisatie

Drukproef

Proefstuk : Cylinders

Uitvoering : OMEGAM

Datum : 04.01.1980

Serie-kenmerk : 01-047

Beproefd door : OMEGAM

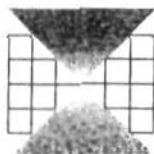
Aanmaakdatum/-tijd : 04.01.2001/00.00

Vaste proefstukouderdom: 0

Proefdatum/-tijd : 22.01.2001/00.00

Effektieve ouderdom : 18 dagen 00.00

Proefstuk Kenm.	Afmetingen [mm]			Massa [g]	Vol.m. [kg/m ³]	Last [kN]	Sterkte [N/mm ²]	Opmerkingen
	ϕ	ϕ	h					
B-III 3	101.3		116.9	1813	1924	21.52	2.67	
B-III 4	101.2		117.1	1822	1934	17.68	2.20	
B-III 5	101.2		117.0	1828	1942	14.36	1.79	
B-III 6	101.4		116.7	1838	1950	17.51	2.17	
Aantal waarden					4		4	
Gemiddelde					1938		2.21	
Standaardafwijking					11.1		0.36	



OMEGAM

Wegenbouwlaboratorium
Pieter Braaijweg 10
1099 DG Amsterdam
Tel.: 020-4604.220
Fax.: 020-4604.229



Opdrachtnr. : 01-193

Kenmerk : 't Oost + Solrec

Opdrachtgever:

Weber Immobilisatie

Drukproef

Proefstuk : Cylinders

Uitvoering : OMEGAM

Datum :

Serie-kenmerk : 01-193
Aanmaakdatum/-tijd : 15.02.2001/00.00
Proefdatum/-tijd : 01.03.2001/00.00

Beproefd door : F.W. Geel
Vaste proefstukouderdom: 0
Effektieve ouderdom : 14 dagen 00.00

Proefstuk Kenm.	Afmetingen [mm]			Massa [g]	Vol.m. [kg/m3]	Last [kN]	Sterkte [N/mm2]	Opmerkingen
	ϕ	ϕ	h					
1	101.1		116.6	1865	1992	18.21	2.27	
2A	101.4		116.4	1828	1945	16.37	2.03	
2B	101.0		116.6	1817	1946	15.07	1.88	
3	101.0		116.7	1883	2014	12.28	1.53	
4A	101.1		117.4	1862	1976	10.55	1.31	
4B	101.1		117.0	1853	1973	10.57	1.32	
5	101.0		117.1	1907	2032	14.40	1.80	
6	101.0		117.3	1862	1981	11.31	1.41	
7	101.2		117.2	1856	1969	9.670	1.20	
Aantal waarden					9		9	
Gemiddelde					1981		1.64	
Standaardafwijking					28.9		0.37	

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 025587
Project omschrijving : BENTONIET IMMOB. CASCADE LS10
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Ontvangstdatum	:	28/09/00	28/09/00
Monstercode	:	B-UIT	B-III
Referentienummer	:	3900803	3900804
Materiaal	:	Water	Water

Diverse parameters in water

Q chloride	mg/l		
Q chloride-ionchrom.	mg/l	110	180

Gehalte aan metalen in water

Q barium	µg/l	130	200
Q koper	µg/l	54	71

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 025755
Project omschrijving : BENTONIET VORMGEY. DIFFUSIEPROEF
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Ontvangstdatum	:	02/10/00	02/10/00
Monstercode	:	BU-1	B-III
Referentienummer	:	4000028	4000034
Materiaal	:	Water	Water

Diverse parameters in water

Q chloride	mg/l		
Q chloride-ionchrom.	mg/l	45	100
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	7,3	5,8

Gehalte aan metalen in water

Q arseen	µg/l	<3	<3
Q barium	µg/l	25	39
Q cadmium	µg/l	<0,1	<0,1
Q chroom	µg/l	1,4	1,0
Q koper	µg/l	6	6
Q kwik	µg/l	0,04	0,06
Q lood	µg/l	<1	<1
Q nikkel	µg/l	5	6
Q zink	µg/l	9	<5

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 030548
Project omschrijving : BENTONIET VORMGEG. DIFFUSIEPROEF
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Ontvangstdatum	:	30/11/00	30/11/00
Monstercode	:	B-111 FR. 5	BU-1 FR. 5
		T/M 8	T/M 8
Referentienummer	:	4801207	4801206
Materiaal	:	Water	Water

Diverse parameters in water

Q chloride	mg/l	110	62
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	6,2	4,8

Gehalte aan metalen in water

Q arseen	µg/l	<3	<3
Q barium	µg/l	99	76
Q cadmium	µg/l	<0,1	<0,1
Q chroom	µg/l	1,2	1,1
Q koper	µg/l	12	8
Q kwik	µg/l	0,05	0,07
Q lood	µg/l	<1	<1
Q nikkel	µg/l	6	4
Q zink	µg/l	<5	<5

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

Validatie : 1512001206

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 033818
Project omschrijving : BENTONIET B-III VORMGEGEVEN BOUWSTOF
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Ontvangstdatum	:	22/01/01	22/01/01	22/01/01
Monstercode	:	B3 FR 1.4	B4 FR 1.4	B5 FR 1.4
Referentienummer	:	0412100	0412104	0412105
Materiaal	:	Water	Water	Water

Diverse parameters in water

Q chloride	mg/l	<10	70	67
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	59	58	20

Gehalte aan metalen in water

Q barium	µg/l	10	20	31
Q koper	µg/l	31	24	48

Ontvangstdatum	:	22/01/01
Monstercode	:	B6 FR 1.4
Referentienummer	:	0412106
Materiaal	:	Water

Diverse parameters in water

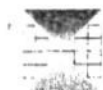
Q chloride	mg/l	100
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	36

Gehalte aan metalen in water

Q barium	µg/l	24
Q koper	µg/l	15

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

Validatie : 2901011421.19

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 038416
Project omschrijving : BENTONIET B-III VORMG BWSTOF DIFF
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Ontvangstdatum	:	23/03/01	23/03/01	23/03/01
Monstercode	:	B3 FR 5 T/M 8	B4 FR 5 T/M 8	B5 FR 5 T/M 8
Referentienummer	:	1213255	1213256	1213257
Materiaal	:	Water	Water	Water

Diverse parameters in water

Q chloride	mg/l	<10	94	95
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	120	110	33

Gehalte aan metalen in water

Q barium	µg/l	35	52	93
Q koper	µg/l	54	52	120

Ontvangstdatum	:	23/03/01
Monstercode	:	B6 FR 5 T/M 8
Referentienummer	:	1213258
Materiaal	:	Water

Diverse parameters in water

Q chloride	mg/l	140
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	76

Gehalte aan metalen in water

Q barium	µg/l	67
Q koper	µg/l	46

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

Validatie : 280301757.53

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 037362
Project omschrijving : VO EURO JOULE T-OOST+BSP SOC REC
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Ontvangstdatum	:	12/03/01	12/03/01
Monstercode	:	05-01 FR 1	05-3 FR 1 T/M
		T/M 4	4
Referentienummer	:	1112013	1112014
Materiaal	:	Water	Water

Diverse parameters in water

Q chloride	mg/l	15	<10
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	5,8	1,5

Gehalte aan metalen in water

Q arseen	µg/l	<3	<3
Q barium	µg/l	12	63
Q cadmium	µg/l	<0,1	<0,1
Q chroom	µg/l	1,0	3,3
Q koper	µg/l	10	18
Q kwik	µg/l	0,02	<0,02
Q lood	µg/l	4	13
Q nikkel	µg/l	6	7
Q zink	µg/l	<5	<5

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 042345
Project omschrijving : VO EURO JOULE T OOST + BSP SOLREC
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Opgegeven bemon.datum	:	Onbekend	Onbekend
Ontvangstdatum	:	14/05/01	14/05/01
Monstercode	:	OS-3 FR. 5	OS-1 FR. 5
		T/M 8	T/M 8
Referentienummer	:	2012001	2012000
Materiaal	:	Water	Water

Diverse parameters in water

Q chloride	mg/l	11	21
Q sulfaat -ionchrom.	mg/l	2	6,9

Gehalte aan metalen in water

Q arseen	µg/l	<3	<3
Q barium	µg/l	240	65
Q cadmium	µg/l	<0,1	<0,1
Q chroom	µg/l	6,0	<0,8
Q koper	µg/l	56	17
Q kwik	µg/l	<0,02	<0,02
Q lood	µg/l	25	6
Q nikkel	µg/l	24	7
Q zink	µg/l	<8	11

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

Weber

Immobilisatie en
bouwstoffenonderzoek

de Vries en van de Wiel
de heer A. Ursem
Postbus 218
1740 AE Schagen

betreft: eindrapport opleveringscontrole
gelijktijdig verzonden aan Ursem, Woltering en Muskens

Maarssen, 18 december 2000

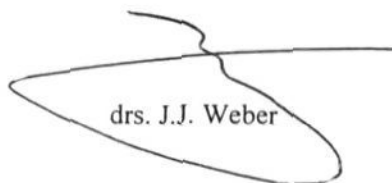
Geachte heer Ursem,

Hierbij zend ik u het eindrapport van de opleveringscontrole van het immobilisaat Westerweg, Schagen, 19 en 20 juli 2000. In het rapport zijn verwerkt de resultaten van de druksterkte en de uitloging bepaald met de diffusieproef voor vormgegeven bouwstoffen (NEN 7345).

De conclusies van de opleveringscontrole immobilisaat Westerweg, Schagen, juli 2000, zijn de volgende:

1. De 28-daagse druksterkte voldoet aan de eis voor gestabiliseerde lagen uit de Standaard RAW Bepalingen 1995. De gemiddelde druksterkte over het gehele werk bedraagt 1,9 MPa.
De dichtheid en druksterkte van beide produktiedagen (19 en 20 juli 2000) zijn sterk gelijkend.
2. De uitloging bepaald met de diffusieproef voor vormgegeven bouwstoffen voldoet voor barium en de metalen-8 ruimschoots aan de eisen voor categorie 1 vormgegeven bouwstoffen.
Voor sulfaat voldoet de uitloging aan categorie 1 en de ministeriële vrijstellingsregeling samenstellings- en immissiewaarden (MVR), zodat sprake is van een categorie 1 vormgegeven bouwstof.

Met vriendelijke groet,



drs. J.J. Weber

Bijlage:

- Rapport "Opleveringscontrole immobilisaat Westerweg, Schagen, juli 2000"
(5 pagina's en 2 bijlagen)

Opleveringscontrole immobilisaat Westerweg, Schagen, juli 2000

1. Inleiding

In Schagen is op 19 en 20 juli 2000 immobilisaat verwerkt als funderingslaag onder een asfaltconstructie op de locatie Westerweg.

Uit het vooronderzoek is gebleken dat de civieltechnische eigenschappen van het immobilisaat voldoen aan de eisen uit de Standaard RAW Bepalingen 1995 voor een zandcementstabilisatie. Tevens is gebleken dat de milieuhygiënische eigenschappen voldoen aan de eisen gesteld in het Bouwstoffenbesluit.

De resultaten van het vooronderzoek zijn gerapporteerd door Weber Immobilisatie in het rapport:

- Vooronderzoek immobilisaat Westerweg, Schagen (6-10-2000)

Uit de opleveringscontrole zal dienen te blijken of het in het werk aangebrachte immobilisaat voldoet aan civieltechnische en milieuhygiënische eisen.

2. Opzet opleveringscontrole

Proefcilinders

Tijdens productie van het immobilisaat zijn twee maal per dag monsters onverdicht immobilisaat genomen door de kwaliteitsdienst van Vermeer. Deze monsters zijn vervolgens in het laboratorium van Vermeer te Cruquius verdicht met een proctorhamer volgens de Standaard RAW Bepalingen 1995 proef 5.1. Door de geringe afstand tussen het werk en het laboratorium konden de cilinders vervaardigd worden ruimschoots binnen de verwerkingstijd van het onverdichte immobilisaat.

De dichtheid van de in het laboratorium vervaardigde cilinders stemt goed overeen met de in het werk bepaalde dichtheid m.b.v. nucleaire metingen. N.B. de rapporten van Vermeer betreffende de druksterkte vermelden de droge dichtheid van het immobilisaat; de dichtheid incl. vocht ligt hier 16 tot 21 % boven.

Van beide produktiedagen zijn 8 proefcilinders gemaakt. Hiervan zijn 6 cilinders beproefd op druksterkte en 2 op uitlozing. De overige cilinders zijn in reserve gehouden en na evaluatie van de resultaten van de beproefde cilinders niet meer in het onderzoek betrokken (behoudens de dichtheid).

De druksterkte van beide produktiedagen ligt dicht bij elkaar:

- 7-daagse sterkte individuele cilinders 0,8 tot 1,0 MPa (gemiddeld 0,9 MPa)
- 28-daagse sterkte individuele cilinders 1,8 tot 1,9 MPa (gemiddeld 1,9 MPa)

De 28-daagse sterkte voldoet aan de eis voor gestabiliseerde lagen van min. 1,5 MPa (zie Standaard RAW Bepalingen 1995 § 31.67). Voor de 7-daagse sterkte is in de RAW geen eis vastgelegd.

Tabel 2.1 Druksterkte proefcilinders

Produktiedag	aantal	gem. dichtheid	gem. druksterkte 7 d / 28 d
19-7	8	1634	1,0 / 1,9
20-7	8	1626	0,9 / --
gehele werk	16	1630	0,9 / 1,9

droge dichtheid in kg/m³; 7- en 28-daagse druksterkte in MPa

Nucleaire metingen

Door de kwaliteitsdienst van Vermeer zijn twee maal per dag nucleaire vocht- en dichtheidsmetingen uitgevoerd. Op grond van deze metingen is vastgesteld dat de in het werk gerealiseerde dichtheid voldoet aan de waarde uit het vooronderzoek. Dit is van belang voor de sterkte en voor de vastlegging van verontreinigingen.

3. Resultaten boorkernen

Uit het werk zijn geen cilinders geboord t.b.v. de opleveringscontrole. De gebruikelijke controle met geboorde cilinders is geheel vervangen door de bepalingen genoemd in hoofdstuk 2. Motivatie hiervoor is dat bij eerdere projecten gebleken is dat de cilinders in veel gevallen beschadigd worden tijdens het boren wat met name op de druksterkte een nadelige invloed heeft.

Zie voor meer informatie het verslag van de opleveringcontrole van het werk Den Helder, locaties De Kooij en Oostoverweg, uitgevoerd in november 1999 (rapportage Weber Immobilisatie d.d. 14 april 2000).

4. Resultaten diffusieproeven

Op grond van de sterk gelijkende resultaten voor de dichtheid en de druksterkte van beide produktiedagen is een diffusieproef uitgevoerd op twee proefcilinders tegelijk (1x prod. 19/07 en 1x prod. 20/07). Deze werkwijze volgt in het principe van het Bouwstoffenbesluit, waarbij steeds de resultaten van twee monsters worden gemiddeld, alvorens een toetsing aan de eisen wordt uitgevoerd. Bij de diffusieproef zijn de volgende proefcilinders betrokken:

- cilinders 383 (produktie 19-7)
- cilinders 390 (produktie 20-7)

Bij de diffusieproeven zijn in twee mengfractie de gehalten bepaald aan barium, metalen-8 en sulfaat. In de individuele fracties zijn de zuurgraad (pH) en de geleiding (EC) bepaald. De resultaten van de diffusieproeven zijn samengevat in onderstaande tabellen.

Tabel 4.1 Algemene gegevens diffusieproeven

parameter	cilinders	19-7	20-7
diameter	mm	102	102
hoogte	mm	116	117
volume	l	0,948	0,956
massa incl. vocht	g	1721,8	1716,6
volume uitloogwater	l	3,5	3,5
uitwendig opp.	m ²	0,0535	0,0538
aanmaakdatum		19-07-00	20-07-00
startdatum diffusieproef		26-09-00	26-09-00
= na .. verhardingsdagen		69 dg	68 dg
massa incl. vocht na afloop diffusieproef	g	1860,2	1862,0
dichtheid incl. vocht	kg/m ³	1962	1948
massaverlies	%	<0,1	<0,1

De resultaten van de cumulatieve uitloging staan in tabel 4.2 (volgende pagina).

Tabel 4.2 Resultaten diffusieproeven : cumulatieve uitloging in mg/m²

proefstuk → parameter ↓	cumul. uitloging	emissie eis categorie 1 vormgegeven
	19 + 20/7	
volume uitloogwater uitwendig oppervlak	3,5 0,1073	– –
sulfaat	43000	54000 (cat. 1-MVR)
arseen	1,2	41
barium	3,0	600
cadmium	<0,018	1,1
chroom	0,2	140
koper	7,6	51
kwik	0,006	0,43
lood	<0,18	120
nikkel	7,3	50
zink	<0,9	200

volume uitloogwater in liter; uitwendig oppervlak in m²

De uitloging van barium en de metalen-8 voldoet ruimschoots aan de eisen voor categorie 1 vormgegeven bouwstoffen. De parameters met de hoogste uitloging t.o.v. de eis zijn koper en nikkel met uitloging van 7,6 resp. 7,3 mg/m² wat in beide gevallen overeenkomt met 15 % van de categorie 1 eis.

De uitloging van sulfaat bedraagt 43000 mg/m² en voldoet aan de eis voor categorie 1 bouwstoffen en de ministeriële vrijstellingsregeling samenstellings- en immissiewaarden (MVR). Op grond van de MVR mag, indien 10 of meer parameters worden bepaald, de waarde van ten hoogste 3 parameters de norm met ten hoogste 100 % overschrijden. Het immobilisaat kan derhalve beschouwd worden als een categorie 1 vormgegeven bouwstof.

Toelichting bij tabel 4.2 Berekeningswijze cumulatieve emissie:

- Benodigde gegevens zijn vorm van het proefstuk, uitwendig oppervlak, volume van het uitloogwater en de gehalten aan diverse parameters in het uitloogwater.
- Bij berekening van de cumulatieve emissie worden gehalten kleiner dan de aantoonbaarheidsgrens gelijkgesteld aan 0,7 * aantoonbaarheidsgrens, overeenkomstig het Bouwstoffenbesluit (zie ook BRL 2506 § 8.6.2.3).
- De gemeten cumulatieve emissie in mg/m² van mengfractie 1 t/m 4:
(gehalte parameter in mengfractie [mg/l] * volume uitloogwater [l] * 4) / uitwendig oppervlak [m²].
- De gemeten cumulatieve emissie in mg/m² van beide mengfracties tezamen:
((gehalte mengfractie 1) + (gehalte mengfractie 2) [mg/l] * volume uitloogwater [l] * 4) / uitwendig opp. [m²]
- Immissie eis bodem zoals genoemd in Bouwstoffenbesluit 23-11-1995 (BSB) omgerekend naar emissie zoals bepaald bij diffusieproef m.b.v. formules zoals genoemd in BSB en Uitvoeringsregeling BSB (zie ook BRL 2506 versie 17-06-1999).

Van alle individuele fracties zijn de pH en de geleiding (EC) bepaald, met de volgende resultaten :

Tabel 4.3 Resultaten diffusieproeven: pH en geleiding (EC) in individuele fracties

cilinders → fractie ↓	19 + 20 /7 pH / EC
fractie 1	8,3 / 53
fractie 2	8,0 / 47
fractie 3	7,9 / 50
fractie 4	8,6 / 49
fractie 5	8,4 / 70
fractie 6	8,2 / 49
fractie 7	10,0 / 57
fractie 8	10,2 / 42

geleiding (EC) in mS/m bij referentietemperatuur 25 °C (NEN-ISO 7888)

Uit resultaten in tabel 4.3 blijkt dat voor de diffusieproef sprake is van een constante diffusie gecontroleerde uitloging. De waarden van de pH en de EC zijn vanaf de eerste fractie zeer constant, met een licht oplopende pH.

De geleiding geeft een indicatie van de totale "zoutlast". De geleiding bij eluaten van cementgebonden producten, zoals immobilisaat, is grotendeels te herleiden tot het vrijkomen van base [OH⁻] uit het immobilisaat. Aangezien geleiding wordt uitgedrukt langs een lineaire schaal en pH langs een logaritmische schaal, kunnen zeer kleine verschillen in pH een aanzienlijk verschil in geleiding tot gevolg hebben.

5. Duurzame vormvastheid

De duurzame vormvastheid is bepaald door massabepaling van de cilinders na afloop van de diffusieproef. Het resultaat hiervan is dat alle cilinders in massa zijn toegenomen, ook na herhaling van de massabepaling na 24 uur drogen aan de lucht (deze waarden staan vermeld in tabel 4.1). Hierdoor wordt voldaan aan de eis voor duurzame vormvastheid uit het Bouwstoffenbesluit nl. massaverlies voor vormgegeven bouwstoffen na 28 verhardingsdagen max. 1500 mg/m², waarbij het massaverlies wordt gecorrigeerd voor de tijdens uitvoering van de diffusieproef opgeloste zouten.

Uit eerdere onderzoeken met immobilisaten bereid volgens het Vandofix proces is gebleken, dat immobilisaten met een 28-daagse druksterkte $\geq 1,5$ MPa duurzaam vormvast zijn en de volgende proeven met succes doorstaan:

- bewaren onder water bij 20 °C (diffusieproef)
- bewaren onder water bij 95 °C ("kookproef", RAW proef 16.2)
- 20 cycli afwisselend -20 en +20 °C (vorst/dooi proef)

Meer informatie is te vinden in het verslag van het T2000 project "Immobilisatie van verontreinigde, gerijpte baggerspecie", 27 augustus 1999, Novem-project 354330 /610.

6. Conclusies

De conclusies van de opleveringscontrole immobilisaat Westerweg, Schagen, juli 2000, zijn de volgende:

1. De 28-daagse druksterkte voldoet aan de eis voor gestabiliseerde lagen uit de Standaard RAW Bepalingen 1995. De gemiddelde druksterkte over het gehele werk bedraagt 1,9 MPa.
De dichtheid en druksterkte van beide produktiedagen (19 en 20 juli 2000) zijn sterk gelijkend.
2. De uitloging bepaald met de diffusieproef voor vormgegeven bouwstoffen voldoet voor barium en de metalen-8 ruimschoots aan de eisen voor categorie 1 vormgegeven bouwstoffen.
Voor sulfaat voldoet de uitloging aan categorie 1 en de ministeriële vrijstellingsregeling samenstellings- en immissiewaarden (MVR), zodat sprake is van een categorie 1 vormgegeven bouwstof.

7. Verantwoording

Nucleaire vocht- en dichtheidsmetingen, vervaardiging proctorcilinders en bepaling druksterkte uitgevoerd door kwaliteitsdienst Vermeer, laboratorium Cruquius.

Diffusieproeven, bepaling pH en geleiding (EC) in eluaat uitgevoerd door Weber Immobilisatie, W. Barendszlaan 19, 3603 GM Maarssen.

Analyses in het eluaat uitgevoerd door OMEGAM Analytisch-chemisch laboratorium, Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam (laboratorium met AP04 accreditatie).

8. Bijlagen

- rapporten OMEGAM Analytisch-chemisch laboratorium betreffende diffusieproeven (2 pagina's)
- rapporten kwaliteitsdienst Vermeer betreffende druksterktes (2 pagina's)

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 025754
Project omschrijving : WESTERWEG SCHAGEN OPL.CONT DIFFUSIE
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Ontvangstdatum : 02/10/00
Monstercode : 19+20/7
Referentienummer : 4000027
Materiaal : Water

Diverse parameters in water
Q sulfaat -ionchrom. mg/l 170

Gehalte aan metalen in water

Q arseen	µg/l	<3
Q barium	µg/l	11
Q cadmium	µg/l	<0,1
Q chroom	µg/l	1,0
Q koper	µg/l	45
Q kwik	µg/l	<0,02
Q lood	µg/l	<1
Q nikkel	µg/l	13
Q zink	µg/l	<5

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

**OMEGAM**

Analytisch-Chemisch Laboratorium
H.J.E. Wenckebachweg 120, 1096 AR Amsterdam
Tel. 0205976666 Fax 0205976777



Tabel : 1 van 1

ANALYSE - CERTIFICAAT

Project code : 030549
Project omschrijving : WESTERWEG SCHAGEN OPL. CONT. DIFFUSIEPROEF
Bemonsterd door : Weber Immobilisatie

Ontvangstdatum : 30/11/00
Monstercode : 19+20/7
FRACTIE 5 T/M
8
Referentienummer : 4801208
Materiaal : Water

Diverse parameters in water

Q sulfaat-ionchrom. mg/l 160

Gehalte aan metalen in water

Q arseen µg/l 7
Q barium µg/l 12
Q cadmium µg/l <0,1
Q chroom µg/l <0,8
Q koper µg/l 13
Q kwik µg/l 0,03
Q lood µg/l <1
Q nikkel µg/l 43
Q zink µg/l <5

: Het voorblad bij deze tabel vormt een integraal onderdeel van dit certificaat
: De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door STERLAB geaccrediteerd.

Druksterkte laboratoriumvervaardigde cilinders

Werk: Ooms te Schagen
Onderzoeknummer
Materiaal soort immobilisaat
Datum uitvoering 20-07-2000
Uitvoerend laborant H.Beks

Cilinder nummer	Productie datum	Dichtheid in kg/m3	Curing dagen	Druksterkte MPa (N/mm2)
386	20-07-2000	1630	7	0,8
387	20-07-2000	1606	28	
388	20-07-2000	1645	28	
389	20-07-2000	1629	28	
390	20-07-2000	1647	7	0,9
391	20-07-2000	1607	28	
392	20-07-2000	1606	28	
393	20-07-2000	1635	28	

Opmerking : de met een * aangegeven cilinders voldoen niet aan de gestelde eis
De gestelde eis voor deze cilinders is

MPa

Gem. 7 daagse druksterkte
Gem. 28 daagse druksterkte

0,9 Mpa
MPa

Cilinders 389 en 391 bewaren i.v.m. onderzoek door derden.

Druksterkte laboratoriumvervaardigde cilinders

Werk: Ooms te Schagen
Onderzoeknummer
Materiaal soort *immobilisaat*
Datum uitvoering 19-07-2000
Uitvoerend laborant H.Beks

Cilinder nummer	Productie datum	Dichtheid in kg/m3	Curing dagen	Druksterkte MPa (N/mm2)
378	19-07-2000	1619	7	1,0 *
379	19-07-2000	1614	28	
380	19-07-2000	1620	28	
381	19-07-2000	1611	28	
382	19-07-2000	1642	7	1,0 *
383	19-07-2000	1651	28	
384	19-07-2000	1667	28	1,9
385	19-07-2000	1647	28	1,8

Opmerking : de met een * aangegeven cilinders voldoen niet aan de gestelde eis
De gestelde eis voor deze cilinders is

1,5 MPa

Gem. 7 daagse druksterkte 1,0 Mpa
Gem. 28 daagse druksterkte 1,8 MPa

Cilinders 379 en 383 bewaren i.v.m. onderzoek door derden
Cilinders 380 en 381 niet aangetroffen in klimaatkast.