

SV-617
Stevige Keurige Bouwstof
Vuile bagger als nuttig product

Eindrapport

R. Rozenveld (TAUW)
J.L.M. Beerepoot,
M.H. Bolkestein
S.C. Bos,
H. Brinkman
H.J. Delemarre
S. Drenth
L. Feenstra
J.W. Frénay,
W. Reitsma
A. Ursem
R. Voetberg

mei 2003

Gouda, SKB

Auteursrechten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze opgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van SKB.

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt, "©"Stevige Keurige Bouwstof -Vuile bagger als nuttig product", mei 2003, SKB, Gouda."

Aansprakelijkheid

SKB en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en SKB sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens SKB en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

Copyrights

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording and/or otherwise, without the prior written permission of SKB.

It is allowed, in accordance with article 15a Netherlands Copyright Act 1912, to quote data from this publication in order to be used in articles, essays and books, unless the source of the quotation, and, insofar as this has been published, the name of the author, are clearly mentioned, "©"Strong Neat Building Material - Dirty dredge spoil as a useful product", May 2003, SKB, Gouda, The Netherlands."

Liability

SKB and all contributors to this publication have taken every possible care by the preparation of this publication. However, it can not be guaranteed that this publication is complete and/or free of faults. The use of this publication and data from this publication is entirely for the user's own risk and SKB hereby excludes any and all liability for any and all damage which may result from the use of this publication or data from this publication, except insofar as this damage is a result of intentional fault or gross negligence of SKB and/or the contributors.

Titel rapport

Stevige Keurige Bouwstof
Vuile bagger als nuttig product

Eindrapport

SKB rapportnummer

SV-617

Project rapportnummer

SV-617

Auteur(s)

R. Rozenveld, J.L.M. Beerepoot,
M.H. Bolkestein, S.C. Bos,
H. Brinkman, H.J. Delemarre,
S. Drenth, L. Feenstra,
J.W. Frénay, W. Reitsma,
A. Ursem, R. Voetberg

Aantal bladzijden

Rapport: 29

Bijlagen: 10

Uitvoerende organisatie(s) (Consortium)

TAUW
Waterschap Hunze en Aa's
Gemeente Groningen
Provincie Groningen
TNO-MEP
ENCI, Perfix

Uitgever

SKB, Gouda

Samenvatting

Op dit moment vindt de eenvoudige verwerking van sterk verontreinigde baggerspecie door koude immobilisatie in Nederland op beperkte schaal plaats. In deze rapportage is de mogelijke oorzaak van dit beperkte gebruik van deze (kansrijke) techniek in kaart gebracht binnen de DIP-DIM cirkel. Om koude immobilisatie van baggerspecie op een landelijke schaal te demonstreren is in Groningen een praktijkproef uitgevoerd. In deze rapportage zijn de voorbereidende werkzaamheden (wegenbouwkundig ontwerp, karakterisatie uitgangsmateriaal, civiel- en milieutechnisch vooronderzoek) en de daadwerkelijke uitvoering van deze praktijkproef beschreven. Tevens zijn de eerste uitkomsten van de monitoring naar de werkelijke milieuhygiënische gevolgen van de toepassing van een immobilisatieproduct in kaart gebracht. Hierbij valt onder meer te denken aan de verschillen tussen de voorspelde en de werkelijke samenstelling en immissie vanuit het immobilisatieproduct. Naast de productie van het immobilisatieproduct en de toepassing hiervan binnen het proefvak is eveneens gekeken naar de juridische (on)mogelijkheden om een dergelijk product toe te passen. Hierbij wordt een voorzet gegeven voor de verdere (toekomstige) legalisatie van koude immobilisatieproducten binnen het Bouwstoffenbesluit. Het rapport sluit af met de beschrijving van de economische haalbaarheid van koude immobilisatie in vergelijking met de stort van deze baggerspecie.

Trefwoorden**Gecontroleerde termen:**

baggerspecie, hergebruik, immobiliseren, verwerking, wegenbouw

Vrije trefwoorden:

Titel project

Stevige Keurige Bouwstof
Vuile bagger als nuttig product

Projectleiding

TAUW (R. Rozenveld, 0592 391353)

Dit rapport is verkrijgbaar bij:

SKB, Postbus 420, 2800 AK Gouda

Report title
Strong Neat Building Material
Dirty dredge spoil as a useful product

SKB report number
SV-617

Final report

Project report number
SV-617

Author(s)

R. Rozenveld, J.L.M. Beerepoot,
M.H. Bolkestein, S.C. Bos,
H. Brinkman, H.J. Delemarre,
S. Drenth, L. Feenstra,
J.W. Frénay, W. Reitsma,
A. Ursem, R. Voetberg

Number of pages

Report: 29
Appendices: 10

Executive organisation(s) (Consortium)

TAUW
Waterschap Hunze en Aa's
Gemeente Groningen
Provincie Groningen
TNO-MEP
ENCI, Perfix

Publisher

SKB, Gouda

Abstract

The simple processing of highly contaminated dredge spoil by means of cold immobilisation is currently taking place on a limited scale in the Netherlands. This report maps out the possible cause of the limited use of this (potentially useful) technique within the DIP DIM circle. A practical test was conducted in Groningen in order to demonstrate the cold immobilisation of dredge spoil at the national scale. This report describes the preparatory work (road engineering design, characterisation of exit material, civil engineering and environmental technology preliminary study) and the actual execution of this practical test. The first results of the monitoring of the actual consequences for environmental hygiene of the application of an immobilisation product were also recorded. The issue here is more the differences between the predicted and actual composition of and immission from the immobilisation product. The legal options (or lack of options) relating to the application of this type of product were studied in addition to the production of the immobilisation product and its application within the test section. This provides a stimulus for the further (future) legalisation of cold immobilisation products within the Building Materials Decree. The report concludes with the description of the economic feasibility of cold immobilisation in comparison with the dumping of dredge spoil.

Keywords

Controlled terms:

dredge spoil, re-use, immobilise, processing, road building

Uncontrolled terms

Project title

Strong Neat Building Material
Dirty dredge spoil as a useful product

Projectmanagement

TAUW (R. Rozenveld, 0592 391353)

This report can be obtained by: SKB, PO Box 420, 2800 AK Gouda, The Netherlands
Netherlands Centre for Soil Quality Management and Knowledge Transfer (SKB)

INHOUD

		SAMENVATTING.....	IV
		SUMMARY.....	VII
Hoofdstuk	1	INLEIDING	1
Hoofdstuk	2	AANLEIDING TOT UITVOERING GRONINGSE PRAKTIJKPROEF	3
	2.1	Verwerking van Groningse baggerspecie	3
	2.2	Knelpunten bij keuze voor koude immobilisatie	3
	2.3	Visie ten aanzien van praktijkproef	5
Hoofdstuk	3	VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN	6
	3.1	Overzicht voorbereidende werkzaamheden.....	6
	3.2	Wegenbouwkundig ontwerp.....	6
	3.3	Karakterisering uitgangsmateriaal.....	7
	3.4	Civieltechnisch vooronderzoek	7
	3.5	Milieutechnisch vooronderzoek.....	8
	3.6	Receptuuradvies	9
Hoofdstuk	4	JURIDISCHE INBEDDING PRAKTIJKPROEF.....	11
	4.1	(On)mogelijkheden van het Bouwstoffenbesluit.....	11
	4.2	De Groningse aanpak	11
	4.3	Blik naar de toekomst	12
Hoofdstuk	5	DAADWERKELIJKE REALISATIE PRAKTIJKPROEF.....	13
	5.1	Samenstelling bouwstof	13
	5.2	Uiteindelijke toepassing immobilisatieproduct in proefvak	14
	5.3	Demonstratiedag “koude immobilisatie”	16
Hoofdstuk	6	MONITORING VAN DE PRAKTIJKPROEF	17
	6.1	Ontwerp en aanleg monitoringssysteem.....	17
	6.2	Uitkomsten eerste monitoringsronde (nulsituatie).....	17
	6.3	Toekomstige uitvoering monitoring	19
Hoofdstuk	7	HAALBAARHEID VERWERKING MIDDELS KOUDE IMMOBILISATIE	20
	7.1	Aspecten bij beoordeling haalbaarheid	20
	7.2	Economische haalbaarheid.....	21
Hoofdstuk	8	CONCLUSIES	23
Hoofdstuk	9	AANBEVELINGEN	25
		LITERATUUR	27
Bijlage	A	REGIONALE LIGGING PROEFVAK	
Bijlage	B	OVERZICHT WEGENBOUWKUNDIGE UITGANGSPUNTEN	
Bijlage	C	OVERZICHT COMMUNICATIE ROND PRAKTIJKPROEF	
Bijlage	D	RESULTATEN VORST-DOOIPROEF IMMOBILISATIEPRODUCT	
Bijlage	E	KOSTENOVERZICHT VERWERKINGSSCENARIO'S	

SAMENVATTING

Stevige Keurige Bouwstof Vuile bagger als nuttig product

Aanleiding tot de praktijkproef

Zowel landelijk als regionaal zijn aanbieders en verwerkers van baggerspecie inmiddels enigszins op de hoogte van het bestaan van koude immobilisatie als eenvoudige verwerkingstechniek voor baggerspecie. Van een daadwerkelijke toepassing van deze eenvoudige techniek is er, door het ontbreken van praktijkgegevens en voorbeeldprojecten, onvoldoende sprake. Over het algemeen bestaat de indruk dat er onvoldoende kennis aanwezig is ten aanzien van de toepassing van koude immobilisatietechnieken, dat de techniek duur is of dat de producten niet kunnen voldoen aan de huidige civieltechnische eisen. Door deze gevoelsmatige bezwaren en verzet wordt niet overgegaan tot de uitvoering van praktijktoepassingen, waardoor de daadwerkelijke toepassing van immobilisatieproducten niet plaatsvindt.

Doel van de praktijkproef

Om de voornoemde impasse te doorbreken en de gewenste praktijkervaring op te doen, is binnen de gemeente Groningen gewerkt aan de uitvoering van een praktijkproef. Door op praktijkschaal koude immobilisatie van baggerspecie toe te passen, moet worden aangetoond dat met behulp van deze eenvoudige techniek een bouwstof uit secundaire grondstoffen kan worden gemaakt die voldoet aan de gangbare civiel- en milieutechnische randvoorwaarden. Tevens is inzichtelijk gemaakt welke stappen worden doorlopen bij de verwerking van verontreinigde baggerspecie door middel van eenvoudige koude immobilisatietechnieken.

Uitvoering voorbereidende werkzaamheden

De eerste stap bij de verwerking van gerijpte baggerspecie door koude immobilisatietechnieken omvat het uitvoeren van een viertal voorbereidende werkzaamheden. Deze werkzaamheden resulteren uiteindelijk in een receptuuradvies voor het samen te stellen immobilisatieproduct. Bij de huidige praktijkproef zijn de onderstaande voorbereidende werkzaamheden uitgevoerd:

- Uitvoeren wegbouwkundig ontwerp;
- Karakterisering uitgangsmateriaal;
- Uitvoeren civieltechnisch vooronderzoek;
- Uitvoeren milieutechnisch vooronderzoek.

Met het doorlopen van de bovenstaande stappen zijn de civieltechnische eisen aan het immobilisatieproduct en de laagopbouw met asfalt vastgesteld (wegbouwkundig ontwerp), is inzicht verkregen in de fysische en chemische samenstelling van het te immobiliseren uitgangsmateriaal (karakterisering uitgangsmateriaal), is beoordeeld of de voorgenomen receptuur kan voldoen aan de gewenste civieltechnische criteria (civieltechnisch vooronderzoek) en is tot slot een onderbouwde inschatting gemaakt van de samenstelling en uitloging van het te realiseren immobilisatieproduct (milieutechnisch vooronderzoek). Op basis van de uitkomsten van de voorbereidende werkzaamheden is gekomen tot een receptuuradvies.

Juridische inbedding praktijkproef

Tijdens de uitvoering van de Groningse praktijkproef werd duidelijk dat het Bouwstoffenbesluit in zijn huidige vorm slechts beperkt is ingericht voor het toepassen van immobilisatieproducten. Om aan te tonen dat een immobilisatieproduct voldoet aan de eisen uit het Bouwstoffenbesluit dient *voordat* wordt overgegaan tot het aanbrenge van het immobilisatieproduct te worden aangetoond dat het materiaal voldoet aan de samenstellings- en emissie-eisen uit het Bouwstoffenbesluit.

Aangezien bij de Groninger praktijkproef pas op de aanlegdag van het proefvak is overgegaan tot het samenstellen van de bouwstof, was het niet mogelijk een partijkeuring of erkende kwaliteitsverklaring te verkrijgen. Op dit moment wordt weliswaar gewerkt aan BRL 9322 (productcertificaat met attest), maar deze verschijnt pas in 2003. Bij de Groninger praktijkproef zijn dan ook de uitkomsten van het vooronderzoek gebruikt als "overig bewijsmiddel".

Aangezien bij aanvang van de praktijkproef werd verwacht dat het immobilisatieproduct een mineraal oliegehalte zou hebben van circa 500 mg/kg ds (rond de maximale samenstellingswaarde conform het Bouwstoffenbesluit), is eveneens door de gemeente Groningen een gedoogbeschikking afgegeven. Op basis van deze beschikking was het mogelijk een bouwstof toe te passen met een (naar verwachting) gehalte aan minerale olie boven de samenstellingswaarde uit bijlage 2 van het Bouwstoffenbesluit. De uitkomsten van de praktijkproef zijn hierdoor eveneens bruikbaar bij de onderbouwing van een toekomstige aanpassing van het Bouwstoffenbesluit door het Ministerie van VROM met betrekking tot de (voorgenomen) verhoging van de samenstellingswaarden voor minerale olie in bouwstoffen. Op dit moment zijn koude immobilisatieproducten nog uitgesloten van deze (voorgenomen) aanpassing.

Realisatie van de praktijkproef

De daadwerkelijke samenstelling van het immobilisatieproduct heeft plaatsgevonden op 20, 21 en 22 augustus 2002 op de afvalverwerkingsinrichting "De Stainkoeln" te Groningen. Ter plaatse van deze afvalverwerkingsinrichting was een mobiele menginstallatie aanwezig waar (op basis van de vastgestelde receptuur afkomstig uit het vooronderzoek) de gerijpte baggerspecie, het rioolzand en het cement in de gewenste verhoudingen werd samengesteld tot het uiteindelijke immobilisatieproduct.

Het aanbrengen van het immobilisatieproduct ter plaatse van het industrieterrein Eemspoort II heeft plaatsgevonden in twee lagen (onderlaag van 250 mm en bovenlaag van 150 mm). Hierbij is tijdens de eerste twee dagen de onderlaag van het product aangebracht. Het aarddroge materiaal is per gesloten vrachtwagen aangevoerd vanaf "De Stainkoeln" richting het proefvak waar het materiaal is verwerkt. Hierna is het materiaal met een grader geëgaliseerd en in het voorgeschreven profiel gebracht. Na egalisatie is het immobilisatieproduct met een bandenwals (deels trillend) verdicht. Om scheurvorming tijdens het uitharden (door krimpvervorming) van het materiaal te beheersen, is elke laag direct na aanleg voorzien van een vochtremmende laag en zijn de onder- en bovenlaag gekerfd. Het opleveringsonderzoek gaf duidelijk aan dat de voorspelde druksterkten van het immobilisatieproduct vanuit het vooronderzoek minimaal in het werk gerealiseerd zijn.

Monitoring van de praktijkproef

Tijdens de eerste monitoringsronde zijn zowel de samenstelling als de uitloging (diffusieproef) vanuit het immobilisatieproduct bepaald. De gemeten samenstelling van het immobilisatieproduct (met betrekking tot de gehalten aan minerale olie en PAK) komt overeen met de (tijdens het vooronderzoek) berekende gehalten. Overigens lagen zowel de berekende als de gemeten minerale oliegehalten (respectievelijk 450 en 250 mg/kg ds) lager dan de samenstellingsgrenswaarde uit het Bouwstoffenbesluit (500 mg/kg ds). Uit de resultaten van de diffusieproef (duplo bepaling op 4 boorkernen afkomstig uit het proefvak) blijkt dat de uitloging van de geanalyseerde componenten voldoet aan de uitloogeisen van het Bouwstoffenbesluit voor een categorie-1 bouwstof. De immissies voor PAK en minerale olie voldoen eveneens aan de door TNO afgeleide eis.

Bij de uitvoering van de Groninger praktijkproef was voorzien in de aanleg van een monitoringsysteem in de vorm van een drietal drains die direct onder het immobilisatieproduct zijn aangebracht. Met behulp van deze drains kan een eventuele (ongecontroleerde) uitloging vanuit het product worden waargenomen. Indien er sprake is van een dergelijke ongecontroleerde uitloging, kan het monitoringsysteem eveneens dienst doen als beheerssysteem. Tijdens de eerste fase

van de monitoring is (naast het beschrijven van de milieuhygiënische kwaliteit van de lokale vaste bodem en het aangebrachte ophoogzand) nadrukkelijk gekeken naar de milieuhygiënische kwaliteit van het immobilisatieproduct.

Beoordeling haalbaarheid koude immobilisatie

Door het uitvoeren van de praktijkproef is inzicht verkregen in de technische, maatschappelijke en economische haalbaarheid van de verwerking van baggerspecie met behulp van koude immobilisatietechnieken. De technische en juridische mogelijkheden zijn in de bovenstaande tekst inmiddels beschreven. Economisch vormt koude immobilisatie van sterk verontreinigde baggerspecie een alternatief voor de stort van dit materiaal. Ook indien binnen een provincie gebruik kan worden gemaakt van grootschalige (definitieve) depots als de Slufter en IJsseloog), kan met de koude immobilisatie van sterk verontreinigde baggerspecie winst worden behaald. De daadwerkelijke winst is afhankelijk van technische factoren (additieven, eigenschappen van de specie, percentage verwerkte baggerspecie) en economische factoren (kosten bindmiddel, omvang van het project).

Conclusies en aanbevelingen

Resumerend kan worden gesteld dat de toepassing van koude immobilisatie bij de verwerking van baggerspecie op technisch gebied onder voorwaarden goede kansen heeft. De mogelijkheden van de verwerkingstechniek zijn meer en meer bekend en op (beperkte) praktijkschaal toegepast. Ook vanuit economisch perspectief kan verwerking middels koude immobilisatie een geschikt alternatief vormen voor het definitief storten van sterk verontreinigde baggerspecie. Op dit moment vormen de beperkingen vanuit het Bouwstoffenbesluit en de maatschappelijke vooroordelen om ook daadwerkelijk over te gaan tot het gebruik van koude immobilisatie als verwerkingstechniek voor sterk verontreinigde baggerspecie, de belangrijkste knelpunten.

SUMMARY

Strong Neat Building Material Dirty dredge spoil as a useful product

Reason for the practical test

Organisations both producing and processing dredge spoil at the regional and national levels are now aware of the existence of cold immobilisation as a simple processing technique for dredge spoil. The lack of practical data and example projects means that there is insufficient practical application of this. There is a general impression that there is a lack of knowledge in relation to the application of cold immobilisation techniques, that the technology is too expensive or that the products can not meet current civil engineering requirements. These instinctive objections and resistance prevent the implementation of practical applications, which makes the actual application of immobilisation products impossible.

Aim of the practical test

The Groningen municipal council has been working on the execution of a practical test that will break this impasse and provide the desired practical experience. Applying cold immobilisation of dredge spoil on a practical scale must show that this simple technique enables secondary raw materials to be converted into building materials that meet standard civil engineering and environmental technology conditions. It will also provide insight into the steps that must be taken when processing contaminated dredge spoil by means of simple cold immobilisation techniques.

Execution of preparatory work

The first step in the processing of ripened dredge spoil by means of cold immobilisation techniques consists of four preparatory operations. These operations result in a recommendation regarding the composition of the immobilisation product. The following preparatory operations were conducted in the current practical test:

- Implementation of road engineering design;
- Characterisation of exit material;
- Implementation of civil engineering preliminary study;
- Implementation of environmental technology preliminary study.

Following the abovementioned steps facilitated determination of the civil engineering requirements for the immobilisation product and the asphalt layering (road engineering design) and provided insight into the physical and chemical composition of the exit material (characterisation of exit material) to be immobilised. It also allowed evaluation of whether the intended recipe can meet the desired civil engineering criteria (civil engineering preliminary study) and provided a supported estimate of the composition and leaching of the immobilisation product (environmental technology preliminary study) to be created. A recipe/composition recommendation was produced on the basis of the results of the preparatory operations.

Legal embedding of the practical test

During the execution of the practical test in Groningen, it became clear that the Building Materials Decree in its current form makes only limited provisions for the application of immobilisation products. It must be shown that the immobilisation product meets the composition and emissions requirements in the Building Materials Decree *prior* to its application.

The fact that collection of the building material only started on the day that the test area was marked out means that it was not possible to obtain batch approval or a recognised quality declaration. However, a BRL 9322 (product certificate with attestation) is in the pipeline, but this will

only be brought out in 2003. The results of the preliminary research were used as ‘other evidence’ for the practical test in Groningen.

The Groningen municipal council issued a temporary exemption order due to the fact that the expectation at the start of the practical test was that the immobilisation product would have a mineral oil content of approximately 500 mg/kg ds (around the maximum composition value in accordance with the Building Materials Decree). This order made it possible to use a building material with a mineral oil content that was (expected to be) higher than the composition value in appendix 2 of the Building Materials Decree. It also made it possible to use the results of the practical test to support a future amendment of the Building Materials Decree by the Ministry of Housing, Spatial Development and the Environment in relation to the (intended) increase of the composition values for mineral oil in building materials. Cold immobilisation products are currently still excluded from this (intended) amendment.

Execution of the practical test

The actual composition of the immobilisation product took place on 20, 21 and 22 August 2002 at the “De Stainkoeln” waste processing facility in Groningen. A mobile mixing machine had been placed at this waste processing facility. This was used to mix the desired proportions of ripened dredge spoil, sewer sand and cement into the actual immobilisation product on-site (on the basis of the recipe produced by the preliminary research).

Two layers (bottom layer of 250 mm and top layer of 150 mm) of the immobilisation product were applied at the Eemspoort II industrial estate. The bottom layer of the product was applied during the first two days. The dry earth material was transported in a sealed truck from “De Stainkoeln” to the test section and then processed. This material was then graded and poured into the prescribed profile. The immobiliser was then sealed with a pneumatic-tyred roller (partially vibrating). To control the formation of cracks during hardening (due to shrinkage), each layer was covered with a water-repellent coating and the upper and lower surfaces were notched immediately after it was laid. The completion inspection clearly showed that the compression strengths of the immobilisation product predicted on the basis of the preliminary study had been achieved in practice.

Monitoring of the practical test

The composition of the immobilisation product and the leaching (diffusion test) from the immobilisation product were determined during the first monitoring round. The measured composition of the immobilisation product (in relation to the levels of mineral oil and PAK) corresponds with the levels that were calculated during the preliminary study. Furthermore, both the measured and calculated levels of mineral oil (450 and 250 mg/kg ds respectively) were lower than the composition limit value in the Building Materials Decree (500 mg/kg ds). The results of the diffusion test (dual assessment of 4 drilling cores from the test section) show that the leaching of the analysed component meets the leaching requirements of the Building Materials Decree for a category 1 building material. The immissions for PAK and mineral oil also meet the requirement derived by TNO.

The execution of the practical test in Groningen involved the installation of a monitoring system in the form of three drains directly under the immobilisation product. These drains can be used to detect any (uncontrolled) leaching from the product. If any such uncontrolled leaching occurs, the monitoring system can also serve as a management system. The first phase of the monitoring involved intensive examination of the quality of the immobilisation product in terms of environmental hygiene (in addition to describing the quality of the environmental hygiene of the local permanent soil and the levelling sand).

Evaluation of the feasibility of cold immobilisation

The execution of the practical test has provided insight into the technical, social and economic feasibility of the processing of dredge spoil with the aid of cold immobilisation techniques. Technical and legal options have been described in the text above. In economic terms, the cold immobilisation of highly contaminated dredge spoil is an alternative to the dumping of this type of material. A great deal of benefit can be gained from the cold immobilisation of highly contaminated dredge spoil even if provincial authorities make use of large-scale (definitive) depots such as de Slufter and IJsseloog. The actual profit generated depends on technical factors (additives, the properties of the spoil, percentage of processed dredge spoil) and economic factors (costs of binding agent, scope of the project).

Conclusions and recommendations

In summary, it can be said that there are, under certain conditions, good opportunities for the processing of dredge spoil in terms of technology. The options provided by this processing technique are becoming increasingly well known and are being applied at the (limited) practical level. Processing with the aid of cold immobilisation can also be a suitable alternative to the definitive dumping of highly contaminated dredge spoil from the economic perspective. Currently, the most important obstacles to actual utilisation of cold immobilisation as a processing technique for highly contaminated dredge spoil are restrictions imposed by the Building Materials Decree and social prejudices.

HOOFDSTUK 1

INLEIDING

Door een consortium van partijen bestaande uit de provincie en de gemeente Groningen, het waterschap Hunze en Aa's, TNO-MEP, ENCI, Perfix en Tauw, is (in SKB-verband) gewerkt aan de realisatie van een praktijkproef waarbij geïmmobiliseerde baggerspecie (afkomstig uit de stadsgrachten van Groningen) wordt toegepast als wegfunderingsmateriaal. Met het uitvoeren van deze proef zijn voor het eerst in Nederland op praktijkschaal de mogelijkheden voor koude immobilisatie voor baggerspecie gedemonstreerd. De Groninger praktijkproef heeft inmiddels van het Centrum voor IMmobilisatie (CIM) een proefstatus verworven, hetgeen betekent dat aan de door de CIM gestelde randvoorwaarden is voldaan. Bij de toekomstige (landelijke) kennisoverdracht vanuit het CIM zal dan ook nadrukkelijk aandacht worden besteed aan dit project.

Op dit moment wordt 100% van de matig tot sterk verontreinigde baggerspecie uit Groningen definitief gestort in een depot. Om het te storten volume (en daarmee het aantal te realiseren depots) te verminderen en het gebruik van bouwstoffen uit secundaire grondstoffen te stimuleren, is in het Beleidsstandpunt verwijdering baggerspecie [VROM 1993] en de Vierde Nota Waterhuishouding [VROM 1998] de doelstelling opgenomen om minimaal 20% van de niet verspreidbare verontreinigde specie te verwerken of, waar mogelijk, nuttig toe te passen. Koude immobilisatie vormt (naast rijping, landfarming en zandscheiding) een van de eenvoudigste technieken die de realisatie van deze doelstelling mogelijk moet maken. Helaas wordt, mede door het ontbreken van praktijkvoorbeelden en -gegevens, bij probleemhebbers en potentiële afnemers onvoldoende gebruik gemaakt van deze koude immobilisatietechnieken bij de verwerking van baggerspecie.

Om de gewenste praktijkervaring op te doen, is door het consortium gewerkt aan de uitvoering van een praktijkproef binnen de gemeente Groningen. Voorafgaande aan de uitvoering van de praktijkproef is door het consortium de volgende doelstelling geformuleerd:

Het creëren c.q. verbreden van (maatschappelijk en beleidsmatig) draagvlak voor het toepassen van een nuttig toepasbaar product, vervaardigd uit sterk verontreinigde baggerspecie met behulp van koude immobilisatietechnieken.

Door op praktijkschaal koude immobilisatie van baggerspecie toe te passen, moet worden aangetoond dat met behulp van deze techniek een bouwstof uit secundaire grondstoffen kan worden gemaakt die voldoet aan de meest gangbare civiel- en milieutechnische randvoorwaarden. Tevens wordt inzichtelijk gemaakt welke stappen moeten worden doorlopen bij de verdere verwerking van sterk verontreinigde baggerspecie tot nuttige producten. Hierbij wordt inzicht gegeven in zowel de technische, juridische en economische (on)mogelijkheden gedurende de productie, aanleg en het gebruik van een koude immobilisatieproduct. Tevens is gezocht naar mogelijke oplossingen voor de gesignaleerde knelpunten. In de onderstaande leeswijzer is een overzicht van de rapportopbouw opgenomen.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van deze rapportage is de aanleiding tot het houden van de Groninger praktijkproef beschreven. Hierbij is tevens de visie van het consortium ten aanzien van de opzet en uitvoering van de proef beschreven. Een beschrijving van de voorbereidende werkzaamheden is opgenomen in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 is het juridische kader (inclusief knelpunten en de toekomstige ontwikkelingen) voor de toepassing van koude immobilisatieproducten beschreven. De werkzaamheden tijdens de daadwerkelijke uitvoering van de praktijkproef zijn opgenomen in hoofdstuk 5. De (eerste) uitkomsten van de milieuhygiënische monitoring zijn in hoofdstuk 6 be-

schreven. In hoofdstuk 7 zijn de aspecten beschreven die van belang zijn voor de haalbaarheid van verwerking van baggerspecie middels koude immobilisatietechnieken in de toekomst. De conclusies zijn opgenomen in hoofdstuk 8. De aanbevelingen zijn tot slot opgenomen in hoofdstuk 9.

AANLEIDING TOT UITVOERING GRONINGSE PRAKTIJKPROEF

2.1 Verwerking van Groningse baggerspecie

Zowel de gemeente Groningen als het waterschap Hunze en Aa's hebben te maken met een hoeveelheid sterk verontreinigde baggerspecie (klasse-4) in de stadswateren van Groningen. Gedurende de periode 2001 – 2010 vindt de waterbodemsanering "Stadswateren Groningen" plaats. Voor het storten van de matig verontreinigde species (klasse-3 materiaal) is binnen de provincie Groningen voldoende (zij het schaarse) stortcapaciteit aanwezig. Voor de stort van het sterk verontreinigde klasse-4 materiaal is gezocht naar alternatieve verwerkingsmogelijkheden. Momenteel wordt nog gebruik gemaakt van stortcapaciteit elders in het land (IJsseloog). Aangezien het gebruik van de stortlocatie IJsseloog alléén is voorbehouden aan de waterbodemsanering "Stadswateren Groningen", is er vooralsnog géén structurele oplossing voor klasse-4 specie vanuit andere watergangen binnen de provincie Groningen. Hiervoor is nog steeds een (beperkte) depotcapaciteit aanwezig.

De mogelijkheden voor een kostentechnisch interessante verwerking van sterk verontreinigde (klasse-4) specie beperkt zich binnen de provincie Groningen tot twee stortlocaties (de IBC-stortplaats "De Stainkoeln" te Groningen en het provinciale baggerdepot aan de Warvenweg te Delfzijl). Het potentiële aanbod van klasse-4 baggerspecie binnen de provincie Groningen overstijgt de resterende depotcapaciteit. Het aantal depots, de capaciteit en de (transport) afstand tot deze depots leiden niet altijd tot een adequate (definitieve) aanpak van de verontreinigde waterbodems. Tevens past het storten van baggerspecie niet in de beleidsvisies met betrekking tot het bevorderen van het sluiten van stofkringlopen en het streven naar het nuttig toepassen van afvalstoffen. Er dient dan ook binnen de provincie Groningen gezocht te worden naar alternatieve (kosteneffectieve) verwerkingsmethoden voor sterk verontreinigde baggerspecies [SKB 2001].

Voor sterk verontreinigde baggerspecie is koude immobilisatie met hydraulische bindmiddelen zo'n alternatieve verwerkingstechniek. Zowel anorganische componenten als organische componenten kunnen middels deze techniek duurzaam worden vastgelegd, waarbij een nuttig toepasbaar product in de vorm van (cementgebonden) verhardings- of funderingsmateriaal kan worden geproduceerd [TNO 2000]. Ook de sterk verontreinigde baggerspecie vanuit de stadswateren van Groningen kan op basis van de tot heden beschikbare gegevens door middel van koude immobilisatie omgezet worden in een nuttig toepasbaar product.

2.2 Knelpunten bij keuze voor koude immobilisatie

Zowel landelijk als regionaal is men op de hoogte van het bestaan van koude immobilisatie als verwerkingstechniek voor baggerspecie, maar men past het niet toe. Dit wordt onder meer veroorzaakt doordat bij de keuze voor een verwerkingstechniek naar het verleden wordt gekeken. Door het ontbreken van praktijkgegevens en voorbeeldprojecten bestaat het beeld dat de verwerkingskosten van baggerspecie middels koude immobilisatietechnieken te hoog zijn, de techniek ongeschikt is voor de huidige Nederlandse wegenbouwpraktijk of dat er onvoldoende kennis en ervaring is ten aanzien van de toepassing van immobilisaten. Door deze bezwaren ontstaat er een (onbewust) verzet tegen immobilisatie als verwerkingstechniek, waardoor niet tot de toepassing van de techniek wordt overgegaan.

Deze problematiek en de mogelijke oplossingsrichting kunnen inzichtelijk worden gemaakt met de zogenaamde DIP-DIM-cirkel (denken in problemen versus denken in mogelijkheden). Voor de DIP-DIM-cirkel, zie figuur 1.

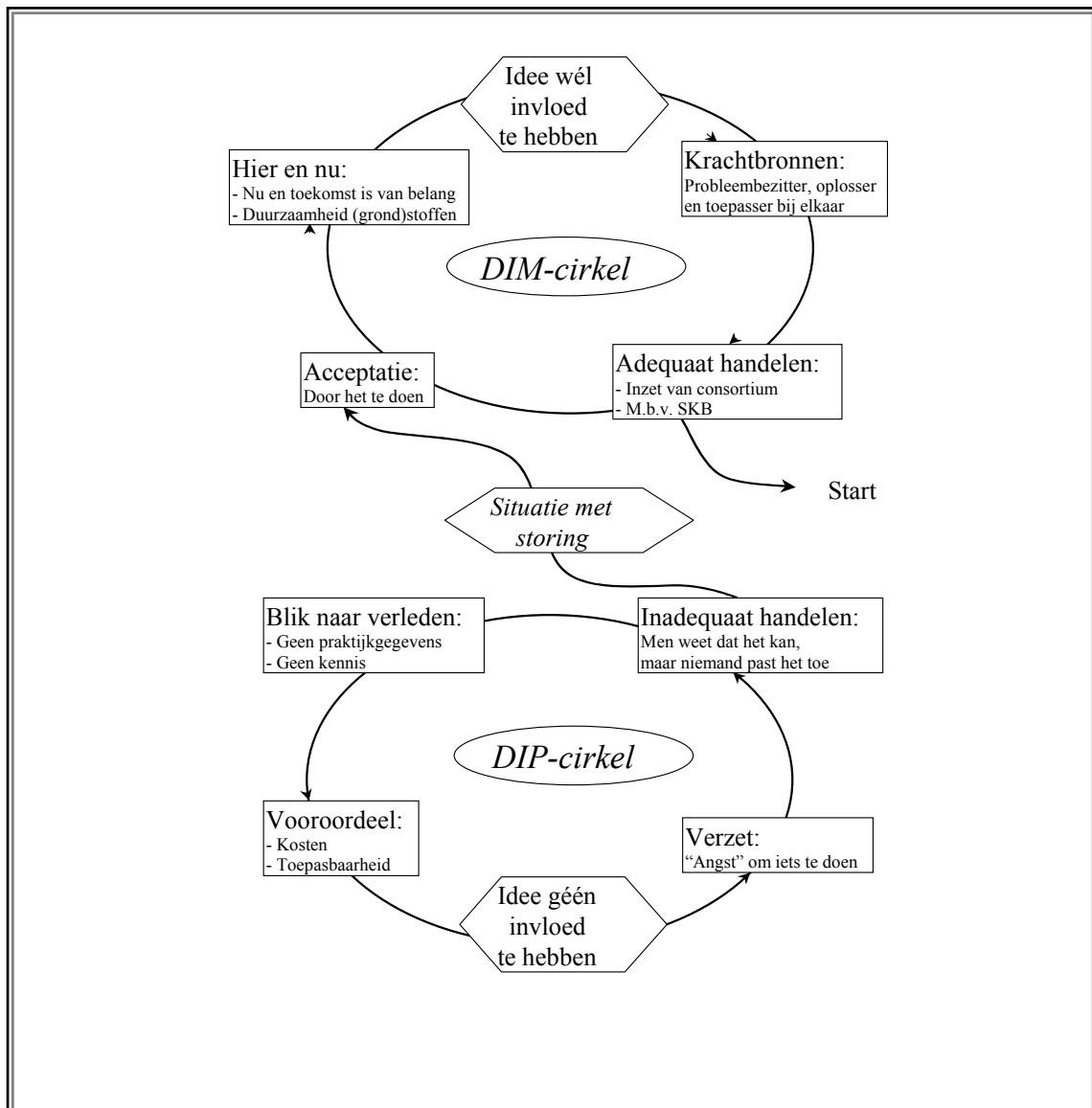


Fig. 1. Schematische weergave DIP-DIM-cirkel.

Om de negatieve DIP-spiraal te doorbreken, dient voor het werkelijk toepassen van koude immobilisatie een overstap plaats te vinden van het “denken in problemen” naar het “denken in mogelijkheden” (DIM-cirkel). Door het daadwerkelijk ondernemen van actie kan pas werkelijk worden gewerkt aan acceptatie van immobilisatie als verwerkingstechniek voor baggerspecie. Het ondernemen van actie is uitsluitend mogelijk indien alle beschikbare kennis toegankelijk wordt gemaakt en wordt benut. Daarnaast is de medewerking van krachtbronnen (in de vorm van probleembezitters en -oplossers als afnemers van het immobilisaat) van groot belang. Zodra deze partijen gezamenlijk een bijdrage kunnen (**en willen**) leveren aan het onderzoek naar en de toepassing van immobilisatietechnieken, is sprake van een situatie waar daadwerkelijk tot adequaat handelen *kan* worden overgegaan.

Om te voorkomen dat het uitsluitend bij “goede voornemens” blijft, is door een consortium bestaande uit het waterschap Hunze en Aa's, de provincie Groningen, de gemeente Groningen, Perfix, Tauw, TNO-MEP en ENCI een voorstel ingediend bij de Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem om daadwerkelijk te komen tot de uitvoering van een praktijkproef waarbij sterk verontreinigde baggerspecie middels koude immobilisatie wordt verwerkt tot een nuttige bouwstof. Door het uitvoeren van de praktijkproef wordt de eerste stap gezet om landelijk over te stappen van het “denken in problemen” naar het “denken in mogelijkheden”. Om ook andere partijen de stap naar het “denken in mogelijkheden” te laten zetten, zijn de lessen vanuit de Groningse praktijkproef in de volgende paragrafen (kort) weergegeven.

2.3 Visie ten aanzien van praktijkproef

Door het consortium is de wens uitgesproken dat met de uitvoering van de proef voldoende praktijkinformatie wordt verzameld over de technische, juridische en maatschappelijke mogelijkheden van koude immobilisatietechnieken voor de verwerking van baggerspecie. Tevens wordt met de uitvoering van de praktijkproef de eerste (noodzakelijke) stap gezet naar het “denken in mogelijkheden” voor koude immobilisatie. Om de mogelijkheden van deze techniek optimaal te demonstreren, is gekozen voor een “worst-case” situatie. Om deze “worst-case” situatie te benaderen, is uitgegaan van de onderstaande punten:

- Baggerspecie met een relatief hoog organisch stof- (>5%) en lutumgehalte (>25%);
- Gehalten aan organische verontreinigingen (minerale olie) boven de samenstellingsgrenswaarde uit bijlage 2 van het Bouwstoffenbesluit;
- Aanleg ter plaatse van een wegvak met een hoge verkeersintensiteit en een zware aslast.

Bij de praktijkproef zijn de relatief hoge gehalten aan organische stof en lutum vooral van (negatieve) invloed op het behalen van een (minimale) civieltechnische kwaliteit van het immobilisatieproduct. Door in Groningen aan te tonen dat ook onder deze zware praktijk-omstandigheden gekomen kan worden tot een nuttig en toepasbaar product, kan de deur worden geopend om ook voor andere partijen baggerspecie (zandiger materiaal, minder organische stof, gehalten aan organische verontreinigingen beneden de samenstellingsgrenswaarden uit bijlage 2 van het Bouwstoffenbesluit) te kiezen voor koude immobilisatie.

VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN

3.1 Overzicht voorbereidende werkzaamheden

Voordat tot de daadwerkelijke uitvoering van de praktijkproef kon worden overgegaan is door het consortium een groot aantal voorbereidende werkzaamheden uitgevoerd. Aangezien deze voorbereidende werkzaamheden ook bij (toekomstige) koude immobilisatieprojecten dienen te worden doorlopen is in het huidige hoofdstuk een (korte) samenvatting opgenomen van de afzonderlijke stappen. De afzonderlijke stappen zijn in figuur 2 schematisch weergegeven.



Fig. 2. Overzicht voorbereidende werkzaamheden.

In de volgende paragrafen is, per aandachtspunt, aangegeven hoe tijdens de praktijkproef binnen de gemeente Groningen invulling is gegeven aan de bovenstaande punten.

3.2 Wegenkundig ontwerp

De eerste stap tijdens de uitvoering van de praktijkproef bestond uit het vaststellen van een geschikte locatie voor het proefvak. In overleg met de gemeente Groningen is gekozen voor een aanvoerweg met een lengte van circa 450 meter op het (te realiseren) bedrijventerrein Eemspoor II te Groningen. De exacte ligging van het proefvak is weergegeven in bijlage A.

Voor het maken van het wegenkundig ontwerp zijn, indien gebruik wordt gemaakt van een immobilisatieproduct, ten opzichte van het gebruik van “standaard materialen” zoals puin-granulaat, géén bijzondere stappen noodzakelijk. Op basis van de te verwachten verkeersintensiteit, het type verkeer en de daarbijbehorende verkeersbelasting is door de gemeente Groningen een referentieconstructie voor de verhardingsopbouw vastgesteld. Voor het bepalen van de noodzakelijke dikte van de fundatie- en asfaltlaag is vervolgens door het adviesbureau KOAC-WMD een dimensioneringsberekening uitgevoerd [KOAC 2002]. De uitkomsten van deze berekening hebben geresulteerd in een constructievoorstel.

De minimumeis (onder laboratoriumcondities gemaakt en beproefd) voor de uiteindelijk te behalen cilinderdruksterkte bedroeg bij de Groninger praktijkproef 2,5 MPa na 28 dagen. Deze eis is

dan ook opgenomen in het uiteindelijke bestek [Groningen 2002]. Een volledig overzicht van de wegebouwkundige uitgangspunten is opgenomen in bijlage B.

3.3 Karakterisering uitgangsmateriaal

Na het afronden van het wegebouwkundig ontwerp is overgegaan tot de eerste stap in het vooronderzoek, de karakterisatie van het uitgangsmateriaal. Voor de eerste karakterisatie van het uitgangsmateriaal kan gebruik worden gemaakt van een groot aantal bronnen. Hierbij valt onder meer te denken aan:

- Uitkomsten van in-situ waterbodemonderzoeken;
- Uitkomsten van partijkeuringen conform AP04 (grond/ingedroogde baggerspecie);
- Resultaten van (indicatieve) bodemonderzoeken.

Bij de Groninger praktijkproef is bij de karakterisatie van het uitgangsmateriaal gebruik gemaakt van waterbodemonderzoeken die zijn uitgevoerd voor de sanering van de stadswateren Groningen [DHV 2001, Iwaco 2001] en met een partijkeuring van het rioolzand. De betrouwbaarheid van de uitkomsten van de bovenstaande onderzoeken kan, afhankelijk van de gekozen onderzoeksinspanning, onderling sterk verschillen. Over het algemeen kan wel een goede (eerste) inschatting worden verkregen van de te verwachten verontreiniging. Met name voor organische verontreinigingen kan een eerste inschatting worden gemaakt of kan worden voldaan aan de samenstellingsgrenswaarden uit het Bouwstoffenbesluit.

Tijdens de Groningse praktijkproef is een (aanvullende) karakterisatie van het uitgangsmateriaal (baggerspecie en rioolzand) uitgevoerd [SKB 2002]. Tijdens deze aanvullende karakterisatie zijn de beschikbare onderzoeken aangevuld, waarbij de onderstaande punten zijn meegenomen:

- Korrelgrootteverdeling (zeefkromme conform NEN-5753);
- Humus- en lutumgehalte;
- pH-waarde;
- Chemische samenstelling (zware metalen, anorganische verbindingen, PAK-10, minerale olie, EOX);
- Beschikbaarheid anorganische verontreinigingen (NEN-7341).

Uit de karakterisatie van het oorspronkelijke uitgangsmateriaal is gebleken dat de gehalten aan zware metalen in de baggerspecie vergelijkbaar zijn met die van het rioolzand. De gemeten gehalten aan zware metalen in de baggerspecie zijn, zeker voor koude immobilisatie, laag te noemen (klasse-2/3 materiaal). De verwerkte specie heeft een mineraal oliegehalte van 2.600 mg/kg ds ten opzichte van 150 mg/kg ds in het rioolzand. Ook de gemeten PAK-gehalten in de baggerspecie lagen aanmerkelijk boven de gemeten PAK-gehalten in het rioolzand (specie 91 mg/kg ds en rioolzand 19 mg/kg ds).

3.4 Civieltechnisch vooronderzoek

De uitkomsten van de karakterisatie van het uitgangsmateriaal vormen de belangrijkste input voor de uiteindelijke receptuurontwikkeling. Bij de receptuurontwikkeling vindt een afweging plaats tussen de gewenste civieltechnische eigenschappen en de milieuhygiënische kwaliteit van het immobilisatieproduct. Bij de ontwikkeling van de gewenste receptuur is gebruik gemaakt van een groot aantal proefstukken. Deze proefstukken zijn vervaardigd in de vorm van zogenaamde proctorcilinders.

Voorafgaand aan het vervaardigen van de proefstukken zijn enkele (standaard) minimale eisen aan het samen te stellen mengsel gesteld [SKB 2002].

Het betreft de onderstaande eisen:

- Minimaal 10% van de deeltjes dient groter te zijn dan 1 mm;
- 60 à 70% van de deeltjes (m/m) dient groter te zijn dan 63 μm ;
- Het droge stofgehalte van het mengsel dient minimaal 75% te zijn.

Op basis van deze minimum-eisen en de beschikbare informatie met betrekking tot het te immobiliseren uitgangsmateriaal (rioolzand en baggerspecie) zijn door TNO diverse proefstukken gemaakt. Bij het vervaardigen van deze proefstukken is rekening gehouden met de onderstaande onderzoeksvariabelen:

- Droge stofgehalte van het mengsel;
- Gebruik van verschillende cementtypen;
- Gebruik van additieven;
- Toegepaste cementdosering;
- Mengverhouding baggerspecie - rioolzand.

Van deze proefstukken is na 7 dagen en in een aantal gevallen na 28 dagen uitharding, de druksterkte bepaald. De uitkomsten van deze bepalingen zijn vervolgens vergeleken met de (minimaal) te behalen druksterkte vanuit het wegenbouwkundig ontwerp. Bij het behalen van de minimale druksterkte bleken bepaalde chemische componenten in de baggerspecie (fosfaat, organische stof) de cementbinding negatief te beïnvloeden. Hierdoor kon de gewenste minimale druksterkte in eerste instantie niet worden behaald. Om dit knelpunt te ondervangen is tijdens de uitvoering van de praktijkproef het aandeel rioolzand verhoogd naar 70% m/m. De uiteindelijke effecten van het gebruik van een andere mengverhouding op de uiteindelijk te behalen druksterkte (op laboratoriumschaal) zijn uiteengezet in figuur 3.

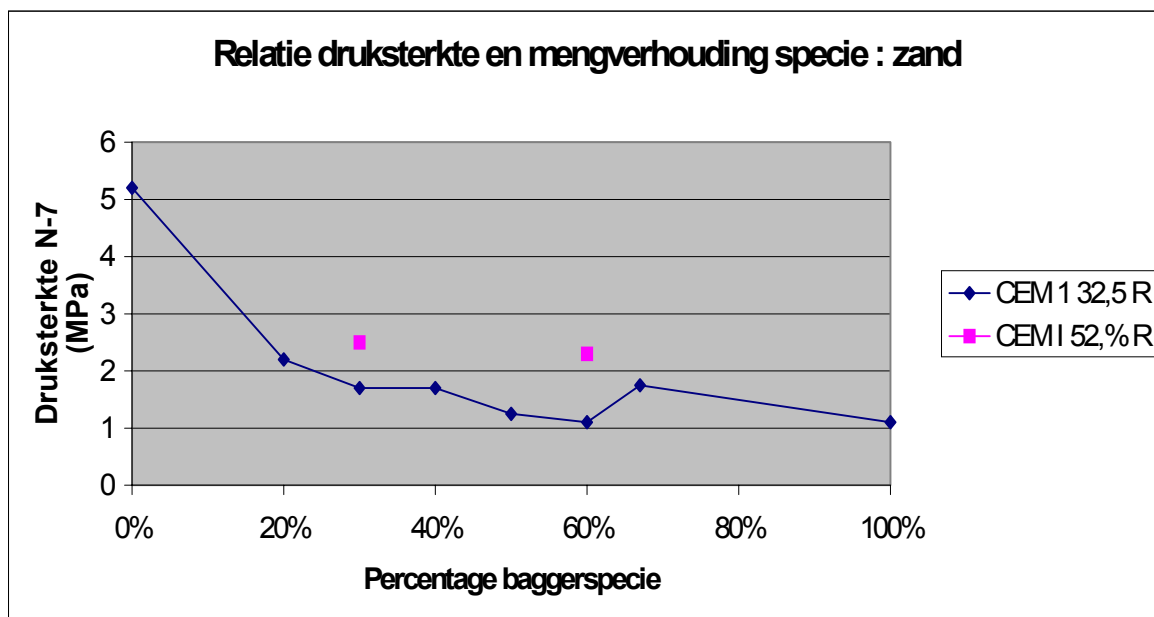


Fig. 3. Relatie druksterkte en mengverhouding specie : zand.

3.5 Milieutechnisch vooronderzoek

Zodra uit het civieltechnisch vooronderzoek een kansrijke receptuur naar voren is gekomen die de (vanuit het wegenbouwkundig ontwerp) gewenste druksterkte behaalt, is overgegaan tot het milieutechnische deel van het vooronderzoek [SKB 2002]. De milieuhygiënische kwaliteit van het kansrijke proefstuk is beoordeeld middels het uitvoeren van een tweetal verkorte diffusieproeven (conform NEN-7345). De vrijkomende eluaten zijn geanalyseerd op de kritische parameters, zo-

als deze naar voren zijn gekomen uit de beschikbaarheidsproeven (karakterisatie uitgangsmateriaal). Daarnaast is tijdens de praktijkproef in het kader van het opleverings-onderzoek een volledige diffusieproef (in duplo) uitgevoerd, waarbij het vrijkomende eluaat aanvullend is geanalyseerd op PAK en minerale olie (paragraaf 6.2).

Op basis van de uitkomsten van de verkorte diffusieproeven werd duidelijk dat het toe te passen immobilisatieproduct (met betrekking tot de acht zware metalen) ruimschoots zal voldoen aan de immissie-eisen uit het Bouwstoffenbesluit. Door gebruik te maken van een verhoogd cementgehalte kan eveneens worden voldaan aan de immissie-eisen voor sulfaat. Vanuit het immobilisatieproduct zal, op basis van de uitkomsten van het vooronderzoek, géén meetbare uitloging van minerale olie plaatsvinden [SKB 2002].

3.6 Receptuuradvies

Op basis van de karakterisatie van het uitgangsmateriaal en de uitkomsten van het civiel- en milieutechnische vooronderzoek is tot een receptuuradvies gekomen. Bij de uitvoering van de Groninger praktijkproef is gebruik gemaakt van de onderstaande receptuur [SKB 2002]:

Mengverhouding baggerspecie – rioolzand : 30% gerijpte baggerspecie en 70% rioolzand
 Cementtype : CEM I 52,5 R (Portlandcement)
 Cementdosering : 17% (nat)/20% (droog)
 Additieven : Geen

Het aardvochtige mengsel van rioolzand, gerijpte baggerspecie en Portlandcement bezit 89% drogestof en een (natte) volumieke massa van 1.900 kg/m³. Op basis van de geschatte volumieke massa's en de drogestofgehalten van de grondstoffen in het mengsel is, op basis van een uitleveringsberekening, uitgegaan van de samenstelling van het uiteindelijke immobilisatieproduct, zie tabel 1.

Tabel 1. Samenstelling uiteindelijk immobilisatieproduct.

Grondstof	Kilogram (nat)	Kilogram (droog)	Liters per m ³ bouwstof
Gerijpte baggerspecie	487	390	229
Rioolzand	1.137	1.023	409
Water	--/--	--/--	211
Portlandcement	276	276	88
Lucht	--/--	--/--	63
Totalen	1.900	1.689	1.000

De watercement-factor (wcf) van een aardvochtig betonmengsel is ca. 0,35: het immobilisatieproduct heeft een wcf van $(1.900 - 1.689) / 276 = 0,76$. Deze is aanmerkelijk hoger, omdat het mengsel veel fijn materiaal bevat. Het aandeel aan secundaire grondstoffen in het immobilisatieproduct is circa 84% $(= 1.413 / 1.689 * 100\% = 84\%)$.

Bij de uitvoering van deze berekening is géén rekening gehouden met de in het Portlandcement aanwezige secundaire grondstoffen. Verder bevat 1 m³ immobilisatieproduct circa 390 kg (droge) gerijpte specie. Deze hoeveelheid gerijpte baggerspecie komt overeen met circa 0,7 m³ in-situ (natte) specie afkomstig uit het Balkgat en het Reitdiep. Bij de verwerking van zandiger baggerspecie, zou het aandeel aan bagger in het immobilisatieproduct aanzienlijk hoger kunnen zijn (minder fijne fractie).

Het gebruik van een relatief hoog cementgehalte bleek noodzakelijk om de relatief fijne deeltjes uit het uitgangsmateriaal voldoende te omsluiten en de uitloging vanuit het immobilisatieproduct voldoende terug te dringen. Bij een gunstiger korrelopbouw (meer zandige specie) en een meer

gerijpte baggerspecie zal, afhankelijk van de gewenste civieltechnische toepassing, het cementgehalte naar verwachting 8 - 12% kunnen zijn.

Op basis van de gegevens die zijn verkregen tijdens de karakterisatie van het uitgangsmateriaal is berekend dat het immobilisatieproduct een PAK-gehalte heeft van circa 30-40 mg/kg ds. Hiermee blijft het te realiseren product ruimschoots onder de samenstellingsgrens voor vormgegeven bouwstoffen (75 mg/kg ds). Het minerale oliegehalte van het product ligt, op basis van de berekende gehalten in de baggerspecie en het rioolzand, rond de 475 mg/kg ds (norm is 500 mg/kg ds).

JURIDISCHE INBEDDING PRAKTIJKPROEF

4.1 (On)mogelijkheden van het Bouwstoffenbesluit

Tijdens de uitvoering van de Groningse praktijkproef werd duidelijk dat het Bouwstoffenbesluit, in zijn huidige vorm, slechts beperkt is berekend op het toepassen van immobilisatieproducten. Het Bouwstoffenbesluit vormt het wettelijke kader waarbinnen granulaire bouwstoffen binnen een werk moeten worden toegepast. Om aan te tonen dat een bouwstof voldoet aan de eisen uit het Bouwstoffenbesluit dient (voorafgaand aan de toepassing van de bouwstof) te worden aangetoond dat het materiaal voldoet aan de samenstellings- en emissie-eisen uit bijlage 2 van het Bouwstoffenbesluit [Hendriks 1999]. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de onderstaande (wettelijke) bewijsmiddelen:

- Partijkeuring volgens de regels van het Bouwstoffenbesluit;
- Erkende kwaliteitsverklaring;
- Overige bewijsmiddelen.

De huidige wettelijke bewijsmiddelen bieden op dit moment beperkte mogelijkheden voor het beoordelen van de milieuhygiënische kwaliteit van immobilisatieproducten. Aangezien bij koude immobilisatie gebruik wordt gemaakt van cement dient (in verband met het uitharden van het materiaal) de geproduceerde vormgegeven bouwstof binnen enkele uren te worden aangebracht op een locatie (in Groningen het proefvak). Hierdoor ontbreekt het aan tijd om een partijkeuring (doorlooptijd van circa 4 weken) te verrichten. Daarnaast is er (op dit moment) nog geen beoordelingsrichtlijn op basis waarvan immobilisatieproducten een erkende kwaliteitsverklaring kunnen krijgen. Op dit moment wordt er wel gewerkt aan de realisatie van een dergelijke beoordelingsrichtlijn (zie paragraaf 4.3).

Voor koude immobilisatie kan *momenteel* een goed doordacht gebruik van de overige bewijsmiddelen, in de ogen van het consortium, een optie vormen. Indien een gemeente (bevoegd gezag binnen het kader van het Bouwstoffenbesluit) de uitkomsten van het milieutechnisch *vooronderzoek* accepteert als een overig bewijsmiddel dan kan het immobilisatieproduct (juridisch) worden toegepast binnen een werk. Hierbij wordt opgemerkt dat het bevoegd gezag hierbij eisen kan stellen aan de kwaliteit van het vooronderzoek. Tevens zou het bevoegd gezag tijdens de productie kunnen toezien op de juiste toepassing van de voorgestelde receptuur. In het veld kunnen (optioneel) steekproefsgewijs controlemonsters worden genomen van het uitgeharde immobilisatieproduct.

4.2 De Groningse aanpak

Bij de praktijkproef die is uitgevoerd binnen het kader van het SKB-project "Vuile bagger als nuttig product" is eveneens tegen de bovenstaande knelpunten binnen het Bouwstoffenbesluit aangelopen. Aangezien bij de uitvoering van de praktijkproef bewust is gekozen voor het toepassen van een bouwstof met een mineraal oliegehalte boven de samenstellingsgrens-waarden uit het Bouwstoffenbesluit stond het gebruik van het overige bewijsmiddel eveneens ter discussie [SKB 2001]. Om de uitvoering van de praktijkproef alsnog mogelijk te maken is door de gemeente Groningen (in overleg met de Inspectie en de beleidsdirectie Bodem, Water en Lucht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer) een gedoogbeschikking afgegeven [Groningen 2002].

Met het afgeven van de gedoogbeschikking is door de gemeente Groningen vooruitgelopen op de (tijdens het opstellen van dit rapport) voorgenomen aanpassing van het Bouwstoffenbesluit. Door het Ministerie van VROM wordt inmiddels onderkent dat de huidige samenstellingsgrenswaarde voor minerale olie (500 mg/kg ds) en de uitloogcriteria voor sulfaat en fluoride een beperkende factor vormen bij het (vanuit beleidsmatig oogpunt) gewenste hergebruik van baggerspecie. Indien wordt uitgegaan van de huidige eisen uit het Bouwstoffenbesluit zou zo'n 87% van de vrijkomende niet verspreidbare baggerspecie niet geschikt zijn voor hergebruik en dient dan ook gestort te worden [VROM 2002]. Om aan deze ongewenste situatie een einde te maken is het Ministerie van VROM voornemens de samenstellingsgrenswaarde voor minerale olie tot mogelijk 1.000 mg/kg ds te verhogen. Daarnaast wordt gedacht aan een tijdelijke Vrijstellingsregeling voor de uitloogeisen bij fluoride en sulfaat [VROM 2002].

Hierbij wordt opgemerkt dat de voorgenomen aanpassingen vooralsnog géén betrekking hebben op immobilisatieproducten. De belangrijkste reden om deze producten uit te sluiten is het ontbreken van praktijkgegevens. Om aan deze gegevens te komen dienen echter praktijkproeven uitgevoerd te worden waarbij onder meer sprake is van verhoogde minerale oliegehalten. Om een bijdrage te leveren aan deze gewenste (landelijke) ontwikkeling is de gemeente Groningen overgegaan tot het afgeven van een gedoogbeschikking. De uitkomsten van de praktijkproef kunnen worden gebruikt bij de verdere beleidsontwikkelingen ten aanzien van de toepassing van immobilisatieproducten binnen het Bouwstoffenbesluit.

Het gebruik van een gedoogbeschikking is (op aangeven van het ministerie van VROM) alléén mogelijk indien er sprake is van een bouwstof met verhoogde minerale oliegehalten. Aangezien er op beleidsmatig vlak géén plannen zijn tot het aanpassen van de samenstellingsgrenswaarden voor PAK, is er een beleidsmatige drempel ten aanzien van het overgaan tot een proef waarbij sprake is van verhoogde PAK-gehalten.

4.3 Blik naar de toekomst

Om de huidige landelijke knelpunten rond het gebruik van immobilisatieproducten binnen het Bouwstoffenbesluit te ondervangen wordt door INTRON Certificatie B.V. gewerkt aan een BRL 9322 beoordelingsrichtlijn immobilisaten vervaardigd uit minerale afvalstoffen voor toepassing in de GWW [Intron 2002]. Inmiddels is op 27-09-2002 de kritiekronde afgesloten. Zodra de richtlijn een definitieve status krijgt is het voor producenten mogelijk immobilisatieproducten te certificeren, waardoor een attest met productcertificaat (= erkende kwaliteitsverklaring) kan worden afgegeven voor immobilisatieproducten. De toe te passen bouwstof kan vervolgens geheel binnen het wettelijke kader van het Bouwstoffenbesluit worden toegepast.

Het verkrijgen van een erkende kwaliteitsverklaring op basis van een beoordelingsrichtlijn is met name geschikt voor de immobilisatie van grote afvalstromen met een homogene samenstelling. Voor het beoordelen van kleine (heterogene) partijen is de beoordelingsrichtlijn minder geschikt, aangezien hierbij steeds de geschiktheid van het betreffende immobilisatie-proces moet worden aangetoond. Dit knelpunt wordt door INTRON Certificatie B.V. in de voornoemde beoordelingsrichtlijn onderkend. Voor de immobilisatie van heterogene deelpartijen dient dan ook op termijn gezocht te worden naar een alternatieve bewijslast binnen het Bouwstoffenbesluit. Hiermee kan voor kleine deelpartijen het gebruik van de overige bewijsmiddelen op termijn worden afgebouwd en worden vervangen door een (landelijke) uniforme regeling.

Recentelijk is door de Tweede Kamer der Staten-Generaal een motie aangenomen van het lid Klein Molenkamp. Met het aannemen van deze motie wordt het SCG verzocht immobilisatie en reiniging als gelijkwaardige technieken mee te nemen in de beoordeling van de reinigbaarheid van verontreinigde grond.

DAADWERKELIJKE REALISATIE PRAKTIJKPROEF

5.1 Samenstelling bouwstof

De daadwerkelijke productie van het immobilisatieproduct heeft uiteindelijk plaatsgevonden op 20, 21 en 22 augustus 2002 op de afvalverwerkingsinrichting "De Stainkoeln" te Groningen. De productie van het immobilisaat is verzorgd door Perfix v.o.f. met een Posche dwangmenger (zie figuur 4). Ten behoeve van een betere verwerking van de baggerspecie in de menginstallatie heeft een voormenging plaatsgevonden, waarbij met behulp van een ALU-bak, gelijke delen ingedroogde baggerspecie en rioolzand met elkaar zijn gemengd. Hierdoor is een rul mengsel verkregen dat zich goed laat vermengen met het overige rioolzand en het cement.

De voorgemengde baggerspecie is met behulp van een wiellader in een doseerbunker van de menginstallatie gebracht. In een tweede doseerbunker is alleen rioolzand gebracht. Middels weegcellen in de doseerbunker is aan de voorgemengde baggerspecie zodanig rioolzand toegevoegd, dat voldaan werd aan de vooraf omschreven receptuur (paragraaf 3.6). Het hieruit verkregen mengsel is door middel van een transportband in de dwangmenger ingebracht, waar de voorgeschreven dosering Portlandcement (17%) is toegevoegd.



Fig. 4. Detailopname van de transportband naar de dwangmenger.

Tijdens het mengproces zijn de toegepaste hoeveelheden rioolzand, baggerspecie en cement continu gemeten, teneinde het volgen van de voorgeschreven receptuur te kunnen waarborgen. Vervolgens is het immobilisaat middels een transportband uit de menginstallatie geladen in gereedstaande (gesloten) vrachtwagens die het materiaal direct hebben vervoerd naar het proefvak op de Eemspoort II. Verwerking van het immobilisaat heeft uitsluitend op de proeflocatie plaatsgevonden. Mede gezien het cementgehalte, de fijnheid van de cementsoort en de relatief hoge dagtemperatuur gedurende de aanleg van het proefvak (meer dan 20 °C), was er sprake van een relatief snelle uitharding van het product, waardoor de verwerkingstijd beperkt bleef tot een periode van ten hoogste 1,5 uur na productie.

5.2 Uiteindelijke toepassing immobilisatieproduct in proefvak

De aanleg van het proefvak heeft in twee fasen plaatsgevonden. De eerste fase van de aanleg bestond uit het verwijderen van de oorspronkelijke kleilaag, het aanbrengen en egaliseren van het zandcunet onder het immobilisatieproduct en de realisatie van het (nader te beschrijven) monitoringssysteem. De uitvoering van de werkzaamheden gedurende de eerste fase van de aanleg was tijdens de Groninger praktijkproef in handen van de besteksaannemer Eemspoort II. Na de aanleg van het zandcunet en het monitoringssysteem is het wegvak overgedragen aan het consortium. Voordat tot deze overdracht is overgegaan is door de directie een bestekscontrole uitgevoerd om te beoordelen of aan alle bestekseisen is voldaan.

Het aanbrengen van de fundatielaag is door het consortium in eigen beheer uitgevoerd en verzorgd door Perfix. Het aanbrengen van het immobilisatieproduct heeft plaatsgevonden in twee lagen (onderlaag van 250 mm en bovenlaag van 150 mm). Hierbij is op de eerste twee uitvoeringsdagen de onderlaag van het immobilisatieproduct aangebracht. Het immobilisaat is per gesloten vrachtwagen vervoerd van "De Stainkoeln" naar het proefvak aan de Eemspoort II.

Hierna is het materiaal met behulp van een grader verder geëgaliseerd (figuur 5) en in het voorgeschreven profiel gebracht.



Fig. 5 Egaliseren van immobilisatieproduct m.b.v. grader.

Na egalisatie is het immobilisatieproduct met een bandenwals (deels trillend) verdicht. Rond de binnen het werk aanwezige putten en kolken is het immobilisatieproduct met behulp van een trilplaat verdicht. Teneinde extra scheurvorming door verdamping en eventuele uitspoeling van verontreinigingen bij regenval voor uitharding van het materiaal te voorkomen, is het aangebrachte immobilisatieproduct afgesproeid met een silicaat.

Om de verdichting van het immobilisatieproduct in het veld te bepalen zijn nucleaire metingen verricht. Daarnaast zijn van het verwerkte materiaal monsters genomen waarvan de vochtgehalten zijn bepaald. Om scheurvorming tijdens het uitharden (krimpvorming) van het immobilisatieproduct te voorkomen zijn de onder- en bovenlaag (na het verdichten) gekerfd. Hierbij zijn zowel in de lengte- als breedterichting kerven gemaakt. Bij het kerven is een maximale afstand tussen de kerven aangehouden van circa 3,5 x 3,5 meter (zie figuur 6).



Fig. 6. Kerven van de onderlaag van het immobilisaat.

In eerste instantie zijn tijdens het aanbrengen van het immobilisatieproduct in de bovenlaag geen kerven aangebracht. In deze bovenlaag is onder invloed van het kerven van de onderlaag een gecontroleerde scheurvorming opgetreden, waarbij de kerven in de onderlaag zich hebben doorgezet naar de bovenlaag. Teneinde echter een verdere (ongecontroleerde) scheurvorming te voorkomen, zijn met behulp van een diamantzaag na een periode van circa 8 weken (alsnog) kerven in de toplaag van het immobilisatieproduct aangebracht.

Nadat de toplaag van het immobilisatieproduct is voorzien van kerven en het opleveringsonderzoek is afgerond, is het wegvak overgedragen aan de directievoerder. De verdere afwerking van het proefvak met asfalt is uitgevoerd door de besteksaannemer Eemspoort II. Voor het aanbrengen van het asfalt zijn géén speciale voorzieningen noodzakelijk geweest.

5.3 Demonstratiedag “koude immobilisatie”

Om ook andere partijen de overstap te laten maken van het “denken in problemen” naar het “denken in mogelijkheden” is door het consortium een praktijkdag georganiseerd voor vertegenwoordigers van de overheid, het bedrijfsleven, onderzoeksinstituten en milieubelangenverenigingen. Tijdens de demonstratiedag werd het gehele immobilisatie-proces voor de bezoekers in de praktijk verduidelijkt. De onderstaande foto geeft een indruk van de belangstelling tijdens deze bezoekersdag.



Fig. 7. Bezoekers ter plaatse van proefvak tijdens demonstratiedag.

De reacties van de afzonderlijke bezoekers van de demonstratiedag waren over het algemeen positief te noemen. Met enkele (kleinschalige) aanbieders en verwerkers van baggerspecie zijn door leden van het consortium inmiddels oriënterende gesprekken gevoerd voor het uitvoeren van meer projecten voor de koude immobilisatie van baggerspecie. Bij veel deelnemers vormde het wettelijke kader (eisen van het Bouwstoffenbesluit) een belangrijke vraag.

Vanuit de landelijke en regionale pers bestond ook belangstelling voor de demonstratiedag. Dit resulteerde onder meer in nieuwsberichten in het NOS-journaal en het journaal van TVNoord. Daarnaast zijn voor de verspreiding van de huidige kennis en ervaring diverse artikelen over de Groninger praktijkproef verschenen. In bijlage C is een overzicht van alle (reeds gepleegde en voorgenomen) communicatie rond het Groningerproject opgenomen.

MONITORING VAN DE PRAKTIJKPROEF

6.1 Ontwerp en aanleg monitoringssysteem

Aangezien bij de verwerking van baggerspecie het ontbreken van praktijkgegevens één van de belangrijkste knelpunten vormt bij de keuze voor koude immobilisatie, is bij de uitvoering van de Groninger praktijkproef nadrukkelijk gekozen voor een praktijkgerichte monitoring van de proef [SKB 2002]. De uitvoering van deze monitoring is tevens één van de voorwaarden in de beschikking van de gemeente Groningen. In figuur 8 is schematisch het ontwerp van het monitoringssysteem opgenomen.

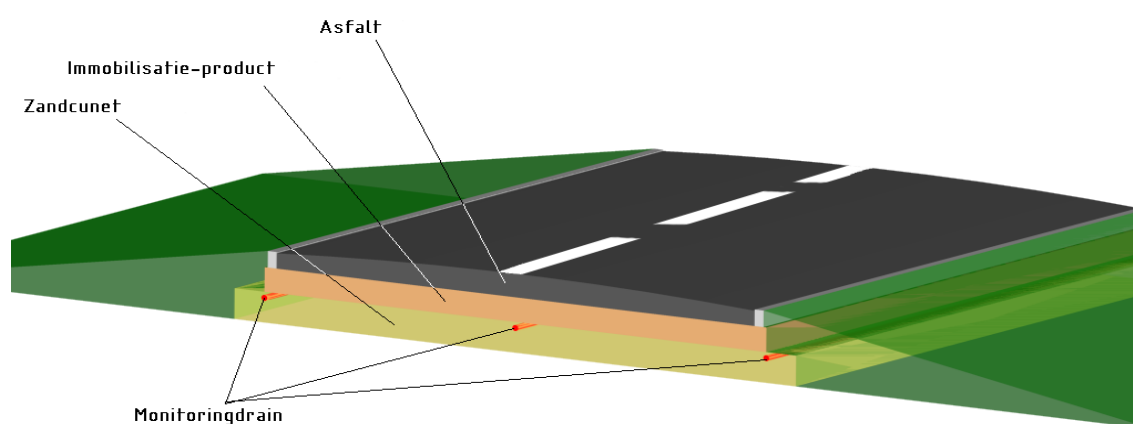


Fig. 8. Schematisch overzicht monitoringssysteem/drains.

Bij de monitoring van de praktijkproef wordt hoofdzakelijk gekeken naar de milieuhygiënische kwaliteit van het percolatiewater. Aangenomen wordt dat een verspreiding van anorganische en organische verontreinigingen vanuit het immobilisatieproduct hoofdzakelijk zal plaatsvinden via (mogelijk) vrijkomend percolatiewater. Het (mogelijke) percolatiewater wordt via een drietal monitoringdrains opgevangen in een drietal afgesloten bemonsteringsputten. Indien uit de monitoring van de praktijkproef blijkt dat er sprake is van een ongecontroleerde uitloging van verontreinigingen vanuit het immobilisatieproduct, dan kan het systeem worden omgebouwd tot een beheerssysteem. Hiermee is de milieuhygiënisch verantwoorde uitvoering van de praktijk-proef gewaarborgd.

Het aanbrengen van een monitoringssysteem is géén wettelijke verplichting bij het toepassen van immobilisatieproducten. Indien het immobilisatieproduct direct voldoet aan *alle* eisen uit het Bouwstoffenbesluit (samenstelling en uitloging) dan kan het materiaal zonder aanvullende voorwaarden in een werk worden toegepast. De aanleg van een monitoringssysteem kan wel nuttig zijn voor het verkrijgen van praktijkgegevens met betrekking tot de uitloging van minerale olie vanuit immobilisatieproducten.

6.2 Uitkomsten eerste monitoringsronde (nulsituatie)

Zoals in paragraaf 4.1 al is opgemerkt was het bij de uitvoering van de Groninger praktijkproef niet mogelijk om voorafgaand aan het aanbrengen van het immobilisatieproduct de milieuhygiënische kwaliteit van de bouwstof te onderzoeken.

Derhalve bestond de eerste monitoringsronde uit het bepalen van de nulsituatie ter plaatse van het proefvak. Bij de beschrijving van deze nulsituatie is gekeken naar de onderstaande aspecten:

- Kwaliteit oorspronkelijke bodem (grond en grondwater);
- Kwaliteit ophoogzand (partijkeuring);
- Milieuhygiënische kwaliteit immobilisatieproduct.

In de grond en het aangebrachte ophoogzand zijn, met betrekking tot de geanalyseerde parameters, géén verhoogde gehalten gemeten. Alleen in het grondwater zijn (lokaal) sterk verhoogde nikkel- en kwikconcentraties gemeten [WMR 1995, WMR 2002, KOAC 2002]. De effecten van deze (sterk) verhoogde concentraties op de uitvoering van de praktijkproef zijn, gezien de ligging van het immobilisatieproduct ten opzichte van het freatisch grondwater, verwaarloosbaar. Aangezien bij het vormgegeven immobilisatieproduct pas na het aanbrengen van de bouwstof kon worden beoordeeld of is voldaan aan de eisen van het Bouwstoffenbesluit is (tijdens het vastleggen van de nulsituatie) nadrukkelijk gekeken naar de milieuhygiënische kwaliteit van het immobilisatieproduct.

Voor het bepalen van de kwaliteit van het immobilisatieproduct zijn ter plaatse van het proefvak een zestal kernboringen geplaatst. Deze kernboringen zijn doorgezet tot de kleibodem. Hierbij zijn monsters van het immobilisatieproduct en van het ophoogzand genomen (figuur 9).



Fig. 9. Bemonstering immobilisatieproduct en ophoogzand.

Op het vrijkomende monstermateriaal is een volledige diffusieproef (conform NEN-7345) in duplo uitgevoerd. Op basis van de uitkomsten van deze proef kan worden geconcludeerd dat, met betrekking tot de immissie van anorganische parameters, het immobilisatieproduct ter plaatse van het proefvak voldoet aan de eisen die het Bouwstoffenbesluit stelt aan een categorie-1 bouwstof. Ook met betrekking tot de immissie van organische parameters voldoet het immobilisatieproduct aan de (vooraf vastgestelde) criteria van TNO [SKB, 2002].

Naast de bepaling van de uitloging is, met betrekking tot de aanwezige organische parameters, eveneens gekeken naar de daadwerkelijke samenstelling van het immobilisatieproduct. Bij de bepaling van de daadwerkelijke minerale olie- en PAK-gehalten viel op dat deze (beide) beperkt lager lagen dan werd verwacht op basis van de uitkomsten van het vooronderzoek. Met een uiteindelijk PAK-gehalte van 21 mg/kg ds en een mineraal oliegehalte van 250 mg/kg ds wordt voldaan aan de samenstellingseisen uit bijlage 2 van het Bouwstoffenbesluit. Het immobilisatieproduct kan dan ook binnen het kader van het Bouwstoffenbesluit worden aange-merkt als een categorie-1 bouwstof.

6.3 Toekomstige uitvoering monitoring

Conform de voorschriften uit de gedoogbeschikking is, gedurende de looptijd van de proef, voorzien in een milieuhygiënische monitoring van het proefvak. Hiertoe worden de monitoringsdrains (jaarlijks) bemonsterd op het standaard NEN-pakket (acht zware metalen, PAK-10, aromaten, minerale olie en gechloreerde koolwaterstoffen). Gezien de recente datum waarop het proefvak is aangelegd is op dit moment nog géén monitoringsronde naar de kwaliteit van het percolatiewater uitgevoerd. De eerste monitoringsronde staat gepland voor 01-08-2003.

Tijdens het opleveringsonderzoek is, ter bepaling van de duurzaamheid van het immobilisatieproduct, door het consortium een vorst-dooiproef uitgevoerd (zie bijlage D). Uit het vorst-dooigedrag van het immobilisatieproduct blijkt dat het materiaal vorstgevoelig is. Aangezien de uitkomsten van deze laboratoriumproef op dit moment beperkt zijn te relateren aan de praktijkgegevens worden (na een eerste winterperiode) in 2003 door het consortium nog enkele aanvullende monsters van het immobilisatieproduct genomen. Aan de hand van zowel de E-modulus als de druksterkte wordt gemeten of de (voorspelde) duurzaamheid van het immobilisatieproduct ook 'in het werk' is gehandhaafd.

HAALBAARHEID VERWERKING MIDDELS KOUDE IMMOBILISATIE

7.1 Aspecten bij beoordeling haalbaarheid

In opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) heeft KPMG recentelijk een marktstudie uitgevoerd gericht op de knelpunten die zich voordoen bij zowel het aanbod als de verwerking van baggerspecie [DWW 2002]. Ondanks het feit dat deze marktstudie zich op de toepassingsmogelijkheden voor gerijpte baggerspecie richt, kan een deel van de conclusies uit de voornoemde rapportage ook betrekking hebben op producten die zijn verkregen via koude immobilisatie. In de marktstudie wordt geconstateerd dat er bij zowel groot- als kleinschalige aanbieders van baggerspecie sprake is van uiteenlopende knelpunten bij de verwerking en toepassing van producten uit baggerspecie.

Aangezien bij de Groninger praktijkproef is gewerkt met kleinschalige aanbieders en verwerkers (relatief kleinschalige aanlevering vanuit een groot aantal projecten, ruimte voor lokale oplossingen), wordt in dit hoofdstuk uitsluitend gekeken naar de problematiek rond dit marktsegment. De afzet van een product verkregen uit koude immobilisatietechnieken is afhankelijk van drie aspecten:

- Het technisch kunnen toepassen (voldoende aanbod- en afzetmogelijkheden voor koude immobilisatieproducten in relatie tot de technische kwaliteit);
- Het juridisch mogen toepassen (milieuhygiënische eisen in wet- en regelgeving);
- Het operationeel willen toepassen (op basis van financiële economische motieven, maatschappelijke weerstanden, imagoproblemen, te doorlopen procedures, onbekendheid, etc).

In de figuur 10 is de onderlinge samenhang tussen deze drie aspecten weergegeven.

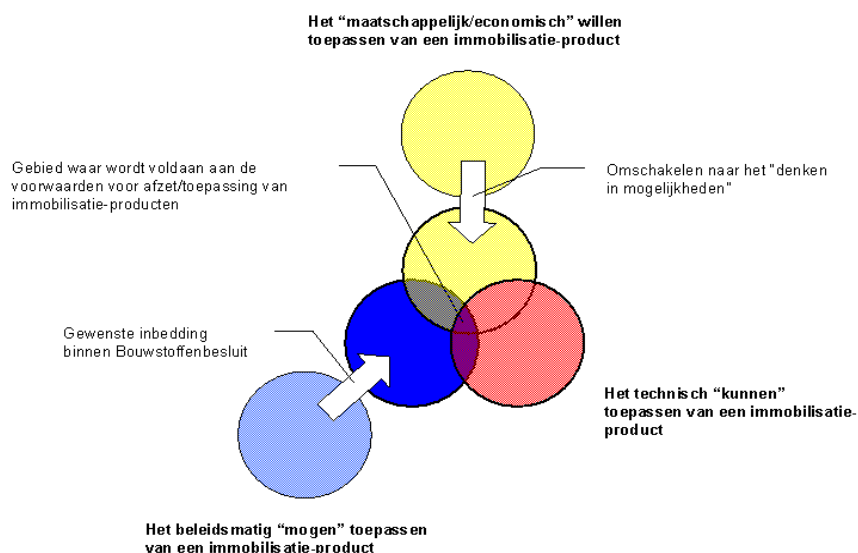


Fig. 10. Aspecten bij beoordeling haalbaarheid koude immobilisatie (naar KPMG).

Door KPMG is in de voornoemde marktstudie geconstateerd dat er bij kleinschalige aanbieders met name sprake is van beleidsmatige en juridische knelpunten (Bouwstoffenbesluit) bij de toepassing van producten uit gerijpte baggerspecie. Gezien het feit dat koude immobilisatie een relatief nieuwe verwerkingsmethode is, is er bij de keuze voor koude immobilisatie ook sprake van een knelpunt in het economische en maatschappelijke operationeel willen toepassen van immobilisatieproducten (DIP). De technische, juridische en maatschappelijke (on)mogelijkheden zijn, met uitzondering van de economische haalbaarheid, inmiddels beschreven in de hoofdstukken 2 t/m 4 van deze rapportage. In de onderstaande paragraaf wordt dan ook de economische haalbaarheid beschreven.

7.2 Economische haalbaarheid

Naast de technische en juridische haalbaarheid speelt de maatschappelijke en economische haalbaarheid een belangrijke (zo niet doorslaggevende) rol. De knelpunten die zich voordoen bij de maatschappelijke acceptatie van koude immobilisatietechnieken zijn inmiddels beschreven in hoofdstuk 2 van deze rapportage. Met het uitvoeren van de huidige praktijkproef is, zoals al eerder is aangegeven, een eerste stap gezet in het verkrijgen van een landelijke acceptatie van deze techniek voor de verwerking van sterk verontreinigde baggerspecie.

Met het uitvoeren van de Groninger praktijkproef is eveneens een eerste inzicht verkregen in de kosten voor koude immobilisatie. Bij het bepalen van de uiteindelijke kosten is rekening gehouden met het transport van de baggerspecie van de watergang naar de verwerkingslocatie, het opwerken van de baggerspecie (rijpen), het gebruik van een mobiele menginstallatie (huur), de kosten voor de toe te passen additieven en het cement, het transport van het immobilisatieproduct naar de toepassingslocatie en het aanbrengen en verdichten en afwerken van het product. Om een vergelijking met het stortalternatief mogelijk te maken zijn de kosten voor immobilisatie uitgezet tegen de storttarieven van het depot IJsseloo, de Sluffer en de stortlocatie "De Stainkoeln" te Groningen. Tevens zijn de effecten van de Tijdelijke Stimulerings-regeling verwerking baggerspecie (SVB) op de verwerkingskosten inzichtelijk gemaakt. Een overzicht van de kosten is in figuur 11 opgenomen.

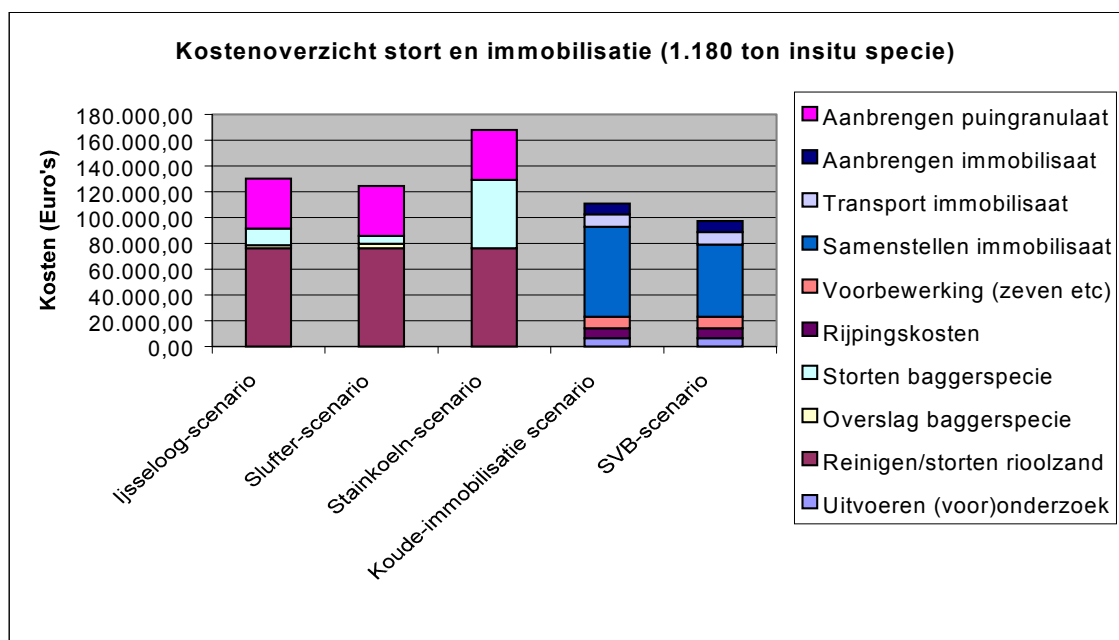


Fig. 11. Kostenoverzicht stort en immobilisatie.

Op basis van de voorgaande kostenramingen kan de conclusie worden getrokken dat de eenvoudige verwerking van klasse-4 baggerspecie door koude immobilisatie (met en zonder de SVB) concurrerend kan werken in vergelijking met het afzonderlijk storten/reinigen van de baggerspecie en het rioolzand. De besparing komt voor een belangrijk deel voort uit een besparing op het reinigingstarief voor rioolzand. Gezien het feit dat de verschillen in de uiteindelijke besparing hoofdzakelijk voortkomen uit een verschil in het storttarief voor de baggerspecie, spelen deze storttarieven wel een belangrijke rol in de uiteindelijke keuze voor een verwerkingstechniek.

Aangezien de grootschalige depots de Slufter en IJsseloog hoofdzakelijk gericht zijn op de ontvangst van baggerspecie uit een specifiek gebied (Rijn-Maasmonding, Zuid-Holland, gemeente Rotterdam, Ketelmeer, IJsselmeergebied en de provincies Overijssel en Flevoland) is voor de overige provincies de financiële winst, die is te behalen met de koude immobilisatie van baggerspecie, het grootst. Dit komt onder meer tot uiting in de vergelijking van de storttarieven van de Slufter en IJsseloog met de (regionale) storttarieven van "De Stainkoeln" te Groningen [Zet 2001, Duintjer 2002].

Een uitwerking van de voorgaande kostenraming is opgenomen in bijlage E.

HOOFDSTUK 8

CONCLUSIES

Door een consortium van partijen, bestaande uit het waterschap Hunze en Aa's, de provincie Groningen, de gemeente Groningen, Perfix, Tauw, TNO-MEP, ENCI is gedurende de periode 2000-2002 gewerkt aan de voorbereiding en uitvoering van een praktijkproef, waarbij sterk verontreinigde baggerspecie is verwerkt middels koude immobilisatie. Bij de beschrijving van de belangrijkste conclusies wordt aangesloten op de onderverdeling in aandachtsgebieden, zoals deze is weergegeven in hoofdstuk 7 van deze rapportage. Op basis van de eerste uitkomsten van de praktijkproef kunnen de onderstaande conclusies worden getrokken.

Technische aspecten koude immobilisatie

Op dit moment is het, door gebruik te maken van een tweede (zandige) afvalstof, technisch mogelijk om met behulp van koude immobilisatietechnieken uit sterk verontreinigde kleiige baggerspecie een secundaire bouwstof (funderingsmateriaal) te vervaardigen die voldoet aan de zware civieltechnische eisen die worden gesteld aan een industriële aanvoerweg. De vanuit het civieltechnische vooronderzoek voorspelde druksterkte van het immobilisatieproduct komt overeen met de uiteindelijk in de praktijk gerealiseerde druksterkte.

Juridische/beleidsmatige aspecten koude immobilisatie

Het huidige Bouwstoffenbesluit vormde bij de uitvoering van de Groninger praktijkproef nog een belangrijk knelpunt. De huidige beoordelingsmethodieken (overige bewijsmiddelen, erkende kwaliteitsverklaring en de partijkeuring) bieden slechts beperkt ruimte voor de acceptatie van de uitkomsten van een vooronderzoek als wettelijk bewijsmiddel binnen het Bouwstoffenbesluit. Door de slechte aansluiting met de bestaande onderzoeksprotocollen en het ontbreken van een goedgekeurde beoordelingsrichtlijn gaf bij de uitvoering van de Groninger praktijkproef alleen het overige bewijsmiddel ruimte voor de toepassing van het immobilisatieproduct binnen het Bouwstoffenbesluit. Het gebruik van het overige bewijsmiddel staat echter landelijk sterk ter discussie. Op dit moment wordt voor immobilisatieproducten gewerkt aan de totstandkoming van een beoordelingsrichtlijn, waarmee een erkende kwaliteitsverklaring kan worden afgegeven.

Naast de beperkte aansluiting bij bestaande onderzoeksprotocollen/beoordelingsrichtlijnen binnen het Bouwstoffenbesluit vormt de samenstellingsgrenswaarde voor minerale olie (500 mg/kg ds) een tweede knelpunt voor de immobilisatie van baggerspecie binnen het Bouwstoffenbesluit. De voorgenomen aanpassing van de grenswaarden voor minerale olie heeft voorlopig géén betrekking op koude immobilisatieproducten. Om deze aanpassing mogelijk te maken is, op aangeven van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, meer praktijkinformatie noodzakelijk.

Maatschappelijke/economische aspecten koude immobilisatie

Door het consortium wordt nog steeds gewerkt aan het vergroten en verbeteren van de landelijke bekendheid van koude immobilisatie als verwerkingstechniek voor baggerspecie. Hieraan is onder meer gewerkt door het organiseren van een demonstratiedag, presentaties op congressen en publicaties. De belangstelling voor deze presentaties is over het algemeen groot geweest. In hoeverre bij de aanbieders en verwerkers ook daadwerkelijk een (eerste) stap is gezet van het denken in problemen (DIP) naar het denken in mogelijkheden (DIM) is op dit moment niet bekend. Uit de vele vragen en opmerkingen tijdens de demonstratiedag en de diverse presentaties is de indruk naar voren gekomen dat het onderwerp zeker in de markt leeft. De vragen die er spelen hebben met name betrekking op de juridische (on)mogelijkheden van koude immobilisatie.

Economisch vormt de verwerking van verontreinigde baggerspecie door koude immobilisatie zelfs voor het grootschalig storten van de specie een economisch alternatief. Bij de bepaling van de daadwerkelijke economische voordelen vormt het (lokale) storttarief voor baggerspecie een bepalende factor. De grootste economische voordelen zijn te behalen indien de verwerking van baggerspecie door koude immobilisatie een alternatief vormt voor de stort ter plaatse van een regionaal depot. De huidige SVB-regeling vormt een extra (maar geen doorslaggevende) stimulans in de keuze voor verwerken in plaats van storten.

Resumé

Resumerend kan worden gesteld dat, voor de toepassing van koude immobilisatie bij de verwerking van baggerspecie, op technisch gebied géén grote problemen zijn te verwachten. De mogelijkheden van de verwerkingstechniek zijn bekend en op (beperkte) praktijkschaal toegepast. Ook vanuit economisch perspectief kan verwerking door middel van koude immobilisatie (met name op regionale schaal) een geschikt alternatief vormen voor het storten van sterk verontreinigde baggerspecie. Op dit moment vormen de beperkingen vanuit het Bouwstoffenbesluit en de maatschappelijke wens om ook daadwerkelijk over te gaan tot het gebruik van koude-immobilisatie als verwerkingstechniek voor sterk verontreinigde baggerspecie de belangrijkste knelpunten. Tot slot kan worden opgemerkt dat de landelijke politiek op dit moment de eerste stap heeft gezet door immobilisatie als een even gelijkwaardige techniek te beschouwen als reiniging. De eerste aanzet tot een bredere inzet van immobilisatietechnieken is hiermee gezet.

HOOFDSTUK 9

AANBEVELINGEN

Met de uitvoering van de huidige praktijkproef zijn de belangrijkste knelpunten en onzekerheden rond de toepassing van koude immobilisatieproducten op praktijkschaal beschreven. Om de signaleerde knelpunten bij de uitvoering van toekomstige praktijkproeven te ondervangen zijn door het consortium de onderstaande aanbevelingen geformuleerd:

- Om de onzekerheden tussen de uitkomsten van het vooronderzoek en de uiteindelijke milieuhygiënische kwaliteit van het immobilisatieproduct te beperken, wordt aanbevolen tijdens de karakterisatie en de monitoring van het uitgangsmateriaal gebruik te maken van een vergelijkbare monsternemingsstrategie. Hierbij kan worden gedacht aan de aanpak, zoals deze wordt voorgeschreven bij de uitvoering van een partijkeuring conform het Bouwstoffenbesluit (2x50 grepen);
- Momenteel wordt invulling gegeven aan de eerste landelijke beoordelingsrichtlijn voor immobilisatieproducten (concept-BRL 9322). Aanbevolen wordt bij de vaststelling van de definitieve BRL, naast de huidige beoordeling van grote homogene partijen, nadrukkelijk rekening te houden met de verwerking en beoordeling van kleinere heterogene partijen baggerspecie (maatwerk);
- Aangezien de voorgenomen aanpassingen binnen het Bouwstoffenbesluit (minerale olie, sulfaat, fluoride) door het ontbreken van praktijkgegevens géén betrekking hebben op bouwstoffen die zijn verkregen via koude immobilisatietechnieken, wordt aanbevolen de ontbrekende praktijkgegevens alsnog te verzamelen. Voor de juridische inbedding van deze proeven kan worden aangesloten op de Groningse aanpak (gedoogbeschikking ten aanzien van een overschrijding van de minerale oliegehalten). Uiteindelijk zal ook voor een koude immobilisatieproduct een verhoging van samenstellingswaarden voor minerale olie moeten worden doorgevoerd, danwel kunnen uitloogproeven en uitloogcriteria worden vastgesteld voor organische componenten;
- Om het draagvlak ten aanzien van de koude immobilisatie van baggerspecie te vergroten wordt aanbevolen om, in navolging van de Groninger praktijkproef, meer praktijkproeven uit te voeren. Tijdens de uitvoering van deze proeven dient nadrukkelijk gekeken te worden naar de koude immobilisatie van partijen sterk verontreinigde baggerspecie met uiteenlopende zandgehalten;
- Het instellen van een Wbm-heffing op het storten van niet-zandige baggerspecies maakt koude immobilisatie tot een aantrekkelijke verwerkingsoptie;
- Bij de start van koude immobilisatieprojecten is een zorgvuldige afstemming en coördinatie vereist tussen aanbiedende partijen (probleembezitters, adviseurs, verwerkers, toeleverende industrie) en vragende partijen (toepassers van een bouwstof in een infrastructureel werk). Daarbij moeten ook vergunningverleners en de Milieu-inspectie worden betrokken. Zorgvuldige communicatie en penvoerderschap zijn sleutelwoorden voor succes;
- De kennis en ervaring die (landelijk) worden opgedaan bij de uitvoering van koude- en thermische immobilisatieprojecten kunnen worden ingebracht bij CIM (Centrum voor Immobilisatie). Dit centrum fungeert als een publiek-privaat platform dat zich onder meer landelijk bezighoudt met belangenbehartiging en kennisoverdracht;
- Bij de uitvoering van de Groninger praktijkproef is voor het eerst op kleine schaal een koude immobilisatieproduct uit baggerspecie geproduceerd. Door het éénmalige karakter van deze praktijkproef zijn de kosten voor de verwerking van baggerspecie relatief hoog geweest. Een verdere toekomstige optimalisatie van het koude immobilisatieproces is mogelijk door een afzonderlijke productie en bulkopslag van mengsels en/of halffabrikaten. Levering en beoordeling van koude immobilisatieproducten uit voorraad is op deze wijze eenvoudig mogelijk.

Afsluitend kan worden opgemerkt dat de leden van het consortium iedereen (aanbieders en verwerkers) uitdagen om de mogelijkheden van koude immobilisatietechnieken verder toe te passen in de praktijk. Gezien het innovatieve karakter van de verwerkingstechniek wordt aanbevolen doordacht om te gaan met de (on)mogelijkheden die het Bouwstoffenbesluit kent. Een doordachte aanpak tijdens de toepassing van immobilisatieproducten maakt het mogelijk uiteindelijk te komen tot praktische oplossingen (en een betere juridische inbedding) ten aanzien van de toepassing van immobilisatieproducten in de Nederlandse bouwpraktijk.

LITERATUUR

Verwijzing naar auteur:

Bos, S.C., H. Delemarre, R. Voetberg, Groningen verwerkt baggerspecie tot wegfundering in proefvak, 2002, Land+Water nummer 10.

Duintjer, J., D.J. de Vink, Handleiding aanmelden baggerspecie voor de Slufter, 2002, Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam/Rijkswaterstaat directie Zuid-Holland, Rotterdam.

Hendriks, Ch.F., J.P.G.M. Schreurs, Het Bouwstoffenbesluit, 1999, ISBN 90 75 365 22-5, Uitgeverij AENEAS, Delft.

Zet., D.J. van 't, Protocol IJsseloog (protocol voor het storten van verontreinigde baggerspecie in het baggerspeciedepot in het Ketelmeer), 2001, Rijkswaterstaat, directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Verwijzing naar uitgever:

DHV

Actualisatie onderzoek Reitdiep/Balkgat, 2001, Rapport NN-WB20010348, DHV, Groningen.

Staat met onderzoeksgegevens behorende bij bestek 2001-011 Waterbodemsanering Groningen fase 1 (Reitdiep/Balkgat)", 2001, Rapport NN-B020011369, DHV, Groningen.

DWW

Koude immobilisatie van baggerspecie (stand van zaken), 2002, rapport DWW-2002-058, Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Dienst Weg- en Waterbouwkunde), Utrecht.

Marktstudie gerijpte baggerspecie in kader van Criteria Reinigbaarheid Baggerspecie, 2002, Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Dienst Weg- en Waterbouwkunde), Delft.

Vierde Nota waterhuishouding, 1998, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Groningen

Bestek bedrijventerrein Eemspoort fase 2, 2002, Gemeente Groningen, Groningen.

Gedoogbeschikking Bouwstoffenbesluit, 2002, Gemeente Groningen, Groningen.

Intron

Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-attest-met-productcertificaat voor Immobilisaten vervaardigd uit minerale afvalstoffen voor toepassing in de GWW, 2002, BRL 9322 (ontwerp ter kritiek), INTRON Certificatie B.V., Culemborg.

Iwaco

Onderzoek waterbodems stadswateren Groningen, 2001, IWACO-rapportnummer 25915, Groningen.

KOAC

Wijers. M., Partijkeuring conform AP04, Zand en teelaarde van Web B.V. te Harkstede, 2002, Rapport V02.0541/AB0508, KOAC-WMD, Groningen.

“Stet, M.J.A., Proefvak verharding met immobilisatiefundering, Het Kattegat, bedrijventerrein Eemspoort (fase 2), 2002, Rapport e020197, KOAC-WMD, Groningen.

SKB

Vuile bagger als nuttig product (basisprojectplan), 2001, Tauw-rapport R007-3813428MBO-D01-N-A, Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem, Assen.

Vuile bagger als nuttig product (civiel- en milieutechnisch vooronderzoek), 2002, Tauw-rapport R008-3813428MBO-D01-N-G, Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem, Assen.

Vuile bagger als nuttig product (vooronderzoek en uitvoering praktijkproef), 2002, Tauw-rapport R009-3813428MBO-D01-N-G, Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem, Assen.

SVB

Tijdelijke Stimuleringsregeling verwerking baggerspecie, 2002, Nummer 2002/HDJZ/2002-1276, Staatscourant nummer 136, Den Haag.

TNO

Mulder, E., e.a., Bindmiddelen voor de immobilisatie van reststoffen, 2000, TNO rapport R2000/356, TNO-MEP, Apeldoorn.

VROM

Beleidsstandpunt verwijdering baggerspecie, 1993, Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.

Verwerking en hergebruik van baggerspecie en de eisen van het Bouwstoffenbesluit, 2002, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer & Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

WMR

Indicatief bodemonderzoek Euvelgunnerweg te Groningen, 1995, rapport 35086/DvdM, WMR Milieutechniek, Rinsumageest.

Verkennd bodemonderzoek Euvelgunnerweg te Groningen, 2002, rapport 39289/DvdM, WMR Milieutechniek, Rinsumageest.

Overige literatuur (niet genoemd in het rapport):

Boer, E.J. de, G.T. Kruidenink-Meijer, Kwart van baggerspecie mogelijk simpel te reinigen, 2002, Land+Water nummer 3.

Boer, E.J. de, W. Polderman, Van Afvalstof tot Bouwstof in wegen, 2002, AKWA-nieuwsbrief nummer 18.

Feenstra, L., Haalbaarheidsstudie Immobilisatie van baggerspecie, 2000, TNO-rapport 2000/214, Apeldoorn.

Feenstra, L., E. Mulder, J. Joziase, L.H.A.M. van Ruiten, Koude immobilisatie van baggerspecie (Marktverkenning), 2002, TNO-Rapport 2002/069 (in opdracht van AKWA), TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie, Apeldoorn.

Guchte, C. van de., M. Beek, J. Tuinstra, M. van Rossenberg, Normen voor het waterbeheer (Achtergronddocument NW4), 2000, Commissie Integraal Waterbeheer (CIW), Den Haag.

Leerling, N., C.I. Boeckhout, Veiligheids- en gezondheidsplan ontwerpfase voor het aanbrengen van koude immobilisatie op de Eemspoort II te Groningen, 2002, Tauw-rapport R009-3813428NLL-D01-N-A, Tauw, Deventer.

Basisdocument Tienjarensценario Waterbodems (Bagger in beeld), 2002, AKWA Rapport 01.014, Advies- en Kenniscentrum Waterbodems, Utrecht.

Basisdocument Tienjarensценario Waterbodems (Samenvatting), 2002, AKWA Rapport 01.014, Advies- en Kenniscentrum Waterbodems, Utrecht.

Basisdocument Tienjarensценario Waterbodems (Worden we de Bagger de Baas?), 2002, AKWA Rapport 01.014, Advies- en Kenniscentrum Waterbodems, Utrecht.

Bouwstoffen door immobilisatie (Kennis – Projecten – Informatie), 2002, CUR Rapport 2002-5, Centrum voor Immobilisatie, Gouda.

Immobilisatie 1 “Immobilisatietechnieken”, 2000, Centrum voor Immobilisatie, Gouda.

Immobilisatie 2 “Beoordeling van immobilisaten”, 2000, Centrum voor Immobilisatie, Gouda.

Immobilisatie 3 “Kwaliteitsverklaringen”, 2000, Centrum voor Immobilisatie, Gouda.

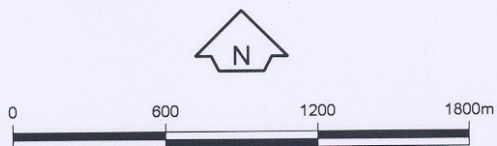
Immobilisatie 4 “Centrum voor Immobilisatie”, 2000, Centrum voor Immobilisatie, Gouda.

Inpakken in cementsteen, 2000, Betoniek 11/24, ENCI, Den Bosch.

Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterbescherming, 1995, Staatsblad Nr 567.

BIJLAGE A

REGIONALE LIGGING PROEFVAK



Oprichtgever SKB	Schaal 1 : 30.000	Status Definitief
Project Groningen, PP immobiliteitatie slib	Formaat A4-Portrait	Projectnummer 3813428
Onderdeel Regionale ligging proefvak	Dat. 23.12.2002 10:04 Getek. BOM Gec. bwo	Tekeningnummer 0



Tauw

Postbus 133
7400 AC Deventer
Tel. (0570)699911
Fax (0570)699666

BIJLAGE B

OVERZICHT WEGENBOUWKUNDIGE UITGANGSPUNTEN

(Korte) toelichting op het wegenbouwkundig ontwerp

Voor de fundering van een bedrijfsweg wordt veelal ongebonden funderingsmateriaal gebruikt, zoals menggranulaat of betongranulaat. Dit materiaal wordt aangebracht op een zandbed voor de hoogteligging, de vorstvrije aanleg, drainage en niet op de laatste plaats de lastspreiding. Voor de uitvoering van de Groninger praktijkproef heeft de gemeente Groningen gekozen voor de onderstaande referentieconstructie:

- 900 mm zandbed;
- 300 mm betongranulaat;
- 150 mm asfalt deklaag.

Voor de praktijkproef is uitgegaan van een gebonden funderingsmateriaal. Voor het ontwerp van de weg waren als uitgangspunten aangehouden:

- Zandbed met $E_{dyn} = 120$ MPa;
- Geometrie: funderingsbreedte 8,9 m, lengte wegvak ca. 500 m;
- Verkeer: 100 vrachtwagens per etmaal, max. aslast 160 kN, vrachtwagenschadefactor 1,6;
- Gebruiksduur ten minste 20 jaar.

Op basis van berekeningen van het wegenbouwkundig adviesbureau KOAC•WMD voldoet de volgende constructie aan deze uitgangspunten:

- 500 mm zandbed;
- 400 mm cementgebonden immobilisaat;
- 160 mm asfalt.

Ter toelichting dienen de volgende opmerkingen:

- Het wegenbouwkundig ontwerp betreft een uitsluitend civieltechnische toetsing;
- Voor de 28-daagse druksterkte van proctorcilinders geldt een minimum van 2,5 MPa (laboratoriumcondities ten aanzien van mengen en beproeven), bepaald conform de methodiek voor zandcement en asfaltgranulaatcement, zoals omschreven in de RAW Standaard Bepalingen 2000. Hierbij behoort volgens een inschatting van KOAC•WMD een E_{dyn} van 3.000 MPa (de aan proctorcilinders uit het laboratorium gemeten E-moduli bevestigen dat deze waarde wordt overschreden). De aan deze cilinders gemeten gemiddelde splijttreksterkten zijn ca. 0,22-0,28 MPa. Voor de in dit proefproject te meten druksterkten geldt als minimum 1,5 MPa per cilinder: in de praktijk zijn hogere waarden gemeten. Bovendien is bekend dat de druksterkte na een periode van 28 dagen nog aanzienlijk kan toenemen door de voortgaande reactie van water met cement. Toenamen van 10-25% zijn niet ongebruikelijk;
- De door KOAC•WMD getoetste (vijf) ontwerpcriteria zijn: minimum asfaltdikte in verband met scheurdoorslag, verbrijzeling aan bovenzijde van de fundering, de in de fundering optredende (buig) treksterkte, de rek aan de onderzijde van het asfaltpakket, de stuik op de ondergrond;
- De aannemer heeft in overleg met de gemeente Groningen gekozen voor de volgende opbouw van het asfaltpakket (van onder naar boven): 80 mm STAB 0/22, 40 mm OAB en 40 mm SMA;
- Omdat het asfalteren pas enige weken na de aanleg van de fundering heeft plaatsgevonden, was het noodzakelijk de fundering (immobilisatieproduct) direct na aanleg te beschermen tegen vochtverlies (uitdrogingskrimp). Dit is gedaan door het blootliggende oppervlak van het immobilisatieproduct te voorzien van een vochtremmende laag, afgestrooid met zand;

- Inherent aan een cementgebonden materiaal is de krimp (door de reactie van cement en water en door vochtverlies). Daarnaast treedt verkorting op door temperatuurdaling (de reactie cement-water is exotherm en leidt de eerste dagen tot opwarming, door seizoensinvloeden). Omdat de ondergrond de verkorting van de fundering zal belemmeren, ondervindt de fundering interne trekkrachten, die aanleiding kunnen geven tot scheurvorming in langs- en dwarsrichting. Het is belangrijk dat er een verdeeld scheurenpatroon optreedt, zodat de scheurwijdten en scheurbewegingen beperkt blijven. Dit zal de kans op geleidelijke scheurdoorgroei vanuit de fundering naar het asfaltpakket tegengaan;
- Als aanzienlijke temperatuurverschillen worden voorzien (dag-nacht) is warmte-isolatie van de fundering gedurende ten minste 2 etmalen nodig. Deze isolatie bleek tijdens de aanleg van het Groninger wegvak niet nodig. Hierdoor wordt een ongecontroleerde scheurvorming in de toplaag tegengegaan. Criteria bij en direct na aanleg: gemiddelde etmaaltemperatuur niet hoger dan 25 °C, temperatuurverschil per etmaal (uurgemiddelden) niet meer dan 12-15 °C.

BIJLAGE C

OVERZICHT COMMUNICATIE ROND PRAKTIJKPROEF

Overzicht communicatieve uitingen t.b.v. SKB-project "Van Bagger naar Bouwstof"

Overzicht reeds uitgevoerde communicatieve uitingen

- poster op CIM-symposium (19/4)
- lezing op AKWA congres (29/5)
- SVB-Nieuwsbrief, voorjaar 2002
- Cobouw-artikel (10/7)
- T-shirt (22/8)
- projectbeschrijving (2 pag.) 22/8
- persbericht 22/8
- radio Noord, TV Noord, NOS Journaal
- SKB-rapportages deelresultaten 1-3
- Land+Water 10/2002 [Bos, 2002]
- videofilm (8 min.) en hand-out
- websites (koude immobilisatie.nl, skb.nl, hunzeenaas.nl, enci.nl, bodembreed.nl)
- winterlezingen in vier VIANED-wegenbouwcentra
- lezingen op baggerslibdag (1/11/2001) en bodembreed (11/2002)
- AKWA-Nieuwsbrief 10/2000 en SKB-Nieuwsbrief 11/2002
- overdracht via het netwerk van SKB-consortium en SKB-begeleidingscommissie
- artikel in: Projectuur, Dimensies, ENCI Info, Cement Schakels
- gemeentelijke voorlichtingsbijeenkomst voor o.a. waterschappen (7/11)
- interview in Cobouw
- persbericht voor vakpers (Cobouw) en algemene pers (NRC.) n.a.v. asfalteren per nov. 2002
- presentatie in Bestuur CIM (22/11 middag, door Tauw+TNO, video + T-shirts uitdelen)
- verspreidingsplan video (o.a. via vakartikelen, op websites noemen)

Periode januari – maart 2002 (voorgenomen acties)

- lezing Baggernet op 28/1/2003
- Van Gewest tot Gewest, Klokhuis
- artikel in Technisch Weekblad
- artikel in inhouse bladen/inhouse websites
- Land+Water 2003
- artikel in:
Stadsmerk/IPO/Waterschapsbelangen/Inframagazine/Cement/Milieumagazine/DWW-
Nieuwsbrief Bouwgrondstoffen/VROM-blad/Stromen/PT Industrieel
- Cursoria: Technotrans, PAO, BV-KOAC, Geoplan, CROW, SBW
- Betoniek 'Bouwstoffen door immobilisatie: de praktijk'

Periode april – juni 2003 (voorgenomen acties)

- Paper Wascon 2003
- Poster Consoil 2003
- voorjaar 2002: handzame brochure voor projectleiders
- standaard Powerpointpresentatie voor presentatie namens consortium
- presentatie op vakbeurzen

BIJLAGE D

RESULTATEN VORST-DOOIPROEF IMMOBILISATIEPRODUCT

Binnen het kader van de Groninger praktijkproef zijn enkele aanvullende vorst-dooiproeven uitgevoerd ter beoordeling van de duurzaamheid van het immobilisatieproduct. Hiertoe zijn 12 boorkernen (verzaagd tot 24 prisma's) volgens de beproevingsmethode RILEM CDC-3 en NEN EN 12390-9 getest. Daarbij is de dynamische E-modulus bepaald aan proefstukken die niet (E_o) en die wel (E_h) zijn onderworpen aan zes vorst-dooicycli. De verhouding E_h/E_o is een maat voor de materiaalbeschadiging.

Vervolgens is het kritische vochtgehalte Sc_r van het proefstuk bepaald waarbij $E_h/E_o = 0,90$. Daarna is van deze proefstukken het vochtgehalte Sc_{ap} bepaald bij capillaire opzuiging, na 7 dagen blootstelling. Het verschil $Sc_{rit} - Sc_{ap}$ is een maat voor de materiaalbestandheid tegen vorst-dooicycli. Uit de proeven bleek dat Sc_{ap} reeds na 5 uur de waarde van Sc_{rit} bereikt. Daarmee zou de bestandheid van het immobilisatieproduct onvoldoende zijn: evenwel gelden de volgende kanttekeningen:

- De gemeten lage bestandheid van de bouwstof is verklaarbaar vanuit de relatief hoge watercementfactor en het hoge gehalte aan fijne deeltjes (zowel baggerspecie als rioolzand zijn nogal fijn);
- Uit een studie van TNO Bouw ('Vorst-dooibestandheid van beton met hoogovencement', 1998, in opdracht van ENCI) bleek dat deze proefmethode een geringe reproduceerbaarheid heeft en de vertaling van laboratorium naar praktijkomstandigheden erg discutabel is;
- In het Groningen-project is de wegfundering voorzien van een dicht asfaltpakket en aangebracht op een gedraineerd zandbed. Er is derhalve geen gevaar voor een significante wateropname;
- Het materiaal heeft een permeabiliteit voor water die lager is dan zandcement en een hogere druksterkte. Het materiaal zal in de praktijk - in tegenstelling tot wat de vorst-dooiproeven uitwijzen - voldoende duurzaam zijn voor deze toepassing.

Om inzicht te krijgen in de werkelijke duurzaamheid van het immobilisatieproduct worden na een half jaar (minstens één strenge vorstperiode) ter plaatse van het Groninger proefvak aanvullende boorkernen uit de wegfundering genomen. Van deze boorkernen worden vervolgens de druksterkte en E-modulus bepaald, waarna de uitkomsten van dit onderzoek worden vergeleken met de resultaten van de voorgaande vorst-dooiproeven.

BIJLAGE E

KOSTENOVERZICHT VERWERKINGSSCENARIO'S

Kostenuitwerking verwerking door koude immobilisatie

Uitvoering vooronderzoek

Samenstellingsonderzoek baggerspecie	€	1.750,00	
Samenstellingsonderzoek rioolzand	€	1.750,00	
Receptuurontwikkeling	€	2.800,00	
			6.300,00

Rijping baggerspecie

Depotkosten	€	5.300,00	
Bewerken/omzetten baggerspecie	€	1.400,00	
Laden baggerspecie (na rijping) op depot	€	325,00	
Vervoeren baggerspecie naar plant	€	800,00	
			7.825,00

Samenstellen bouwstof

Zeven baggerspecie (voorbewerking)	€	2.600,00	
Zeven rioolzand (voorbewerking)	€	3.000,00	
Stort residu baggerspecie	€	1.400,00	
Stort residu rioolzand	€	1.900,00	
Levering cement	€	40.000,00	
Samenstellen immobilisatieproduct	€	19.000,00	
Facilitair/administratie	€	10.800,00	
			78.700,00

Aanleg fundering

Laden immobilisatieproduct	€	1.250,00	
Transport immobilisatieproduct	€	8.400,00	
Verwerken immobilisatieproduct (dikte 0,3 m)	€	8.400,00	
			18.050,00
Totale brutokosten	€		110.875,00

Bij de uitvoering van de Groninger praktijkproef is 1.180 ton/in situ baggerspecie verwerkt tot een immobilisatieproduct. Na rijping en ontwatering van deze hoeveelheid in-situ specie is in totaal circa 726 ton (droge) specie overgebleven. Na het verwijderen van de grove delen is aan deze specie (conform het receptuuradvies) rioolzand en cement toegevoegd. In totaal is hierbij 2.809 ton immobilisatieproduct geproduceerd.

In het bovenstaande overzicht is nog géén rekening gehouden met de aanvraag van een SVB-subsidie. Aangezien bij de Groninger praktijkproef zo'n 726 ton klasse-4 specie is verwerkt tot een nuttige bouwstof kan een subsidiebedrag van circa € 14.000,00 van de uiteindelijke kosten worden afgetrokken. De uiteindelijke brutokosten voor de uitvoering van de praktijkproef (met SVB-subsidie) bedragen dan ook € 97.875,00.

Uitgaande van een soortelijk gewicht van het immobilisatieproduct van circa 2.000 kg/m³ komt dit overeen met 1.405 m³. Indien dit immobilisatieproduct in een laagdikte van 0,3 meter wordt aangebracht, kan hiermee een fundatielaag van circa 4.680 m² worden aangelegd.

Kostenuitwerking IJsseloog-scenario

Uitvoering vooronderzoek

Samenstellingsonderzoek baggerspecie	€	1.750,00	
Samenstellingsonderzoek rioolzand	€	1.750,00	
		<u> </u>	3.500,00

Overslag van baggerspecie op IJsseloog

Overslagkosten baggerspecie	€	2.360,00	
Stortkosten residu baggerspecie	€	1.398,75	
		<u> </u>	3.758,75

Stort- en reinigingskosten baggerspecie en rioolzand

Reinigen rioolzand	€	76.212,50	
Storten baggerspecie	€	10.939,20	
		<u> </u>	87.151,70
Totale brutokosten	€		<u>94.410,45</u>

De kosten voor de afzonderlijke stort en reiniging van de baggerspecie (726 ton/ds) en het rioolzand (1.675 ton/ds) liggen, indien wordt uitgegaan van het IJsseloog storttarief, onder de kosten voor de verwerking van deze specie door koude immobilisatie. Hierbij is echter géén rekening gehouden met het feit dat door koude immobilisatie direct een wegfundering wordt aangelegd met een oppervlakte van circa 4.680 m² en een dikte van 0,3 meter.

Indien deze fundering wordt aangelegd met behulp van een lichtgebonden steenmengsel (kosten circa 7,88 €/m²) dan geeft dit een aanvullende kostenpost van 4.680 m² x 7,88 €/m² = € 36.878,00. Deze vervangingswaarde voor het immobilisatieproduct is dan ook meegenomen in de uiteindelijke kostenvergelijking (in de grafiek als post “aanbrengen puingranulaat”).

Kostenuitwerking Slufter-scenario

Uitvoering vooronderzoek

Samenstellingsonderzoek baggerspecie	€	1.750,00	
Samenstellingsonderzoek rioolzand	€	1.750,00	
		<u> </u>	3.500,00

Overslag van baggerspecie op de Slufter

Overslagkosten baggerspecie	€	3.500,00	
Stortkosten residu baggerspecie	€	1.400,00	
		<u> </u>	4.900,00

Stort- en reinigingskosten baggerspecie en rioolzand

Reinigen rioolzand	€	76.250,00	
Storten baggerspecie	€	4.800,00	
		<u> </u>	81.050,00
Totale brutokosten	€		<u>89.450,00</u>

De kosten voor de afzonderlijke stort en reiniging van de baggerspecie (726 ton/ds) en het rioolzand (1.675 ton/ds) liggen, indien wordt uitgegaan van het storttarief van de Slufter (€ 6,30 ton/ds), onder de kosten voor de verwerking van deze specie door koude immobilisatie. Hierbij is echter wederom géén rekening gehouden met het feit dat door koude immobilisatie direct een wegfundering wordt aangelegd met een oppervlakte van circa 4.680 m² en een dikte van 0,3 meter. De aanvullende kostenpost bedraagt € 36.878,00 en is wederom in het uiteindelijke kostenoverzicht opgenomen in de post “aanbrengen puingranulaat”.

Kostenuitwerking Stainkoeln-scenario

Uitvoering vooronderzoek

Samenstellingsonderzoek baggerspecie	€	1.750,00	
Samenstellingsonderzoek rioolzand	€	1.750,00	
		<u> </u>	3.500,00

Stort- en reinigingskosten baggerspecie en rioolzand

Reinigen rioolzand	€	76.250,00	
Storten baggerspecie	€	53.690,00	
		<u> </u>	129.940,00
Totale brutokosten	€		<u>133.440,00</u>

De kosten voor de afzonderlijke stort en reiniging van de baggerspecie (726 ton/ds) en het rioolzand (1.675 ton/ds) liggen, indien wordt uitgegaan van het storttarief van "De Stainkoeln" (€ 45,50 ton/ds), ruimschoots boven de kosten voor de verwerking van deze specie door koude immobilisatie. Indien ook rekening wordt gehouden met de aanvullende (afzonderlijke) aanleg van een wegfundering (€ 36.878,00), dan is de winst die te behalen is door de verwerking van baggerspecie door koude immobilisatie nog groter.