

Mechanische zandscheiding Slufter

Evaluatie contract NZ805

AKWA-rapport nr. 00.009

Mechanische zandscheiding Slufter

Evaluatie contract NZ805

AKWA-rapport 00.009

DNZ	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	ir. H.H.A.G. Wevers		
Getoetst door	Begeleidingsgroep		
Status	Definitief, Versie 7		
Documentnr.	NZ-2001.02		

Opdrachtgever	Naam	Paraaf	Datum
Geaccepteerd door	ir. J.H. Versteegen		

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1. Inleiding	9
2. Contract NZ805	11
2.1 Beschrijving contract NZ805	11
2.2 Aanbestedings- en gunningsprocedure	11
2.3 Wijzigingen en aanvullingen op het contract	11
2.4 Evaluatie-aspecten vanuit contract NZ805	13
3. Evaluatie-aspecten	15
3.1 Vergunningen	15
3.2 Aanbod	16
3.2.1 Hoeveelheid	16
3.2.2 Samenstelling	19
3.3 Proces	21
3.3.1 Ombouwen scheidingspunt	21
3.3.2 Fysische scheidingseisen aan resultaat	22
3.4 Producten	24
3.4.1 Massabalans	24
3.4.2 Zandrendement	24
3.4.3 Toepassing producten	26
3.5 Overig	26
3.5.1 Handhaving van en controle op contract	26
3.5.2 Monstername en korrelgrootteverdelingen	26
3.5.3 Arbeidsomstandigheden	27
3.6 'Fysische' of 'chemische' besteksvoorwaarden aan het product?	27
3.6.1 'Fysische' besteksvoorwaarden	27
3.6.2 'Chemische' besteksvoorwaarden	27
3.6.3 'Fysisch' of 'chemisch'?	28
4. Kosten	30
4.1 Inleiding	30
4.2 Financiële besteksevaluatie	30
4.3 Beschikbaarheid installatie	32
4.4 Eenheidsprijzen i.r.t. kostprijzen	33
4.4.1 Opbouw van kostprijs	33
4.4.2 Personele kosten	34
4.4.3 Overige kosten	34
4.4.4 Kostprijsberekening	34
4.4.5 Kostprijs bij toekomstig gebruik	35
4.4.6 Gevoeligheidsanalyse	36
5. Conclusies en aanbevelingen	38
5.1 Conclusies	38
5.2 Aanbevelingen	39
Literatuur	42

Samenvatting

In de periode 1996 - 1999 is op het 'Slufter-terrein' een grootschalig demonstratieproject uitgevoerd voor de verwerking van verontreinigde baggerspecie. In dit demonstratieproject is ervaring opgedaan met zandscheiding door middel van sedimentatiebekkens en een mechanische scheidingsinstallatie. Initiatiefnemers hiertoe waren het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam (GHR), RWS Directie Zuid-Holland (RWS/ZH), RWS Directie Noordzee (RWS/NZ) en RWS Dienst voor Weg- en Waterbouwkunde (DWW). Belangrijk onderdeel van het overkoepelende demonstratieproject was het uitvoeren van mechanische zandscheiding door middel van hydrocyclonage en opstroomkolommen. Het invoermateriaal voor deze installatie bestond uit verontreinigd (klasse 3-4), zandig materiaal uit de sedimentatiebekkens of het Papegaaiebekdepot (ruim 70% groter dan 63 µm). In totaal is ruim 220.000 ton droge stof verwerkt in de mechanische scheidingsinstallatie.

RWS/ZH is de formele opdrachtgever voor het mechanische zandscheidingsdeel. RWS/NZ was gedelegeerd opdrachtgever en heeft over het werk de directie gevoerd. De hoofddoelstelling van RWS/NZ voor dit rapport is de contractuele evaluatie van de overeenkomst (nummer NZ 805) voor het verwerken van verontreinigde baggerspecie in de mechanische zandscheidingsinstallatie 'Slufter'. Voor de meer (milieu-technisch) inhoudelijke evaluatie-aspecten van de mechanische zandscheiding wordt verwezen naar een ander rapport, dat in opdracht van GHR en RWS/ZH is opgesteld [3].

In de onderhavige evaluatie zijn vele evaluatieaspecten behandeld, gerelateerd aan de overeenkomst NZ 805. Gezien het karakter van het demonstratieproject zijn echter een aantal evaluatieaspecten als "interessant voor een brede doelgroep" beoordeeld. Het gaat met name om antwoorden op de volgende vragen, die voorafgaand aan het demonstratieproject zijn gesteld:

1. Is het specie-aanbod uit de sedimentatiebekkens van de Slufter, nu en in de toekomst, voldoende groot voor het permanent in bedrijf hebben van een mechanische scheidingsinstallatie?
2. Welke eisen kan men het beste stellen aan het fysische scheidingsproces van mechanische zandscheiding: eisen gebaseerd op chemische of fysische parameters?
3. Wat is een reële eenheidsprijs voor een (mobiele) mechanische scheidingsinstallatie?

In deze samenvatting wordt ingegaan op antwoorden op bovenstaande vragen. Voor overige evaluatieaspecten wordt verwezen naar het hoofdrapport.

Specie-aanbod uit de sedimentatiebekkens

Het specie-aanbod, zoals vanuit het sedimentatiebekken is gerealiseerd, bedroeg gemiddeld 2.000 - 3.000 tds per maand. In periodes, waarin de installatie volcontinu (5 dagen/week, 13 uur/dag) gedraaid heeft (zoals bij de verwerking van de Papegaaiebeks-specie), bleek een productie van gemiddeld 12.000 - 13.000 tds per maand mogelijk. Hierbij is rekening gehouden met reguliere stilligtijden (onderhoud, reparatie, storingen etc.). Uitgaande van het feit dat voor het volcontinu draaien van de installatie een gemiddeld aanbod van 12.000 - 13.000 tds per maand nodig is, wordt geconcludeerd dat het werkelijke aanbod vanuit de sedimentatiebekkens een factor 4-6,5 lager heeft gelegen dan benodigd voor volcontinu draaien. In de praktijk heeft de installatie dan ook geregeld stilgestaan of heeft 'andere' specie (niet uit het sedimentatiebekken) verwerkt.

Uit nadere analyse is gebleken dat het waarschijnlijk is dat in de toekomst een hoger aanbod aan zandige specie naar het sedimentatiebekken (en dus in potentie naar een mechanische scheidingsinstallatie) geleid zal worden. Het lijkt echter niet reëel om te verwachten dat deze toename in aanbod hoger zal liggen dan een factor 1,5-2, laat staan de benodigde factor 4-6,5. Geconstateerd wordt dan ook dat zowel het huidige als verwachte toekomstige specie-aanbod, voor mechanische zandscheiding uit de sedimentatiebekkens van de Slufter, te klein is voor het volcontinue in bedrijf hebben van een scheidingsinstallatie.

Bestekseisen aan mechanische zandscheiding

Ten aanzien van de vraag "Waarop kan men eisen aan mechanische zandscheiding het best baseren: fysische of chemische parameters?"; zijn de voor- en nadelen op een rij gezet. Hierbij zijn de voor- en nadelen van 'fysische' eisen geïnventariseerd tijdens het project. Echter, de voor- en nadelen van

'chemische' eisen zijn verzameld op basis van kennis en ervaring van andere RWS-baggerspecie-scheidingsprojecten en ervaring uit de 'droge bodem'.

	Fysische voorwaarden	Chemische voorwaarden
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> • Sluiten het beste aan bij het 'fysische proces' van mechanische zandscheiding • Aannemer hoeft alleen rekening te houden met de procesrisico's • Fysische parameters kunnen in een relatief korte tijd worden verkregen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sluiten het beste aan bij de hergebruikswensen ten aanzien van het geproduceerde zand • Hiermee is relatief veel ervaring opgedaan bij de 'droge grondreiniging'
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> • Eenduidig vaststellen van fysische parameters is vooralsnog een probleem, wat het controleren van de bestekseisen bemoeilijkt 	<ul style="list-style-type: none"> • Moeilijk te stellen bij sterk variërende invoerkwaliteit (grote heterogeniteit) • Aannemer moet rekening houden met zowel proces- als invoer/product-risico's • Het verkrijgen van (met name) uitlooggegevens duurt lang

Op dit moment kan er geen algemeen, generiek toepasbaar advies omtrent te hanteren bestekvoorwaarden worden gegeven. Eén van de redenen hiervoor is dat tijdens het demonstratieproject uitsluitend 'fysische eisen' zijn gesteld. Aangezien er daardoor geen direct vergelijkingsmateriaal is tussen 'fysische' en 'chemische' eisen, is het moeilijk een eenduidige uitspraak te doen over welke eisen 'het beste zijn'. Bovendien hebben beide methodieken, zoals blijkt uit het bovenstaande overzicht, hun voor- en nadelen en zullen de locatie- en specie-specifieke eigenschappen de doorslag geven.

Voorlopig wordt verwacht dat in de meeste gevallen, bij toekomstige contracten ten aanzien van mechanische zandscheiding, het stellen van chemische eisen het meest ideaal is. Dit vanwege de problemen met het controleren van de fysische parameters. Met de heterogeniteit van de aanvoer kan rekening worden gehouden door te stellen dat de kwaliteit (chemisch en fysisch) van de aanvoer binnen een bepaalde range zal vallen. Valt deze in de praktijk erbuiten, dan moet de (hogere) verwerkingsprijs vooraf vast liggen.

Echter, dit zal waarschijnlijk een tijdsituatie zijn. Het eenduidig bepalen van fysische parameters (met name de fijne fracties) zal verbeteren, waardoor een betere controle mogelijk is. In die situatie wordt verwacht dat het stellen van fysische eisen over het algemeen het meest ideaal is. Een aanvullend onderzoek (op basis van evaluaties van onderhavige én andere scheidingsinstallaties) naar een goede invulling van de bestekseisen wordt aanbevolen.

Reële eenheidsprijs voor een mobiele mechanische scheidingsinstallatie

Geconcludeerd is dat het specie-aanbod uit de sedimentatiebekkens van de Slufter niet groot genoeg is voor het volcontinue laten draaien van een mechanische zandscheidingsinstallatie. Daarom is onderzocht wat een reële eenheidsprijs is voor een mobiele mechanische zandscheidingsinstallatie. Hierbij is er vanuit gegaan dat op de locatie een hoeveelheid te verwerken materiaal opgeslagen moet worden, totdat een batchgrootte is bereikt die groot genoeg is voor economische verwerking via een mobiele installatie.

Op basis van de intensieve monitoring is een berekening gemaakt van de kostprijs per eenheid voor een mobiele scheidingsinstallatie. Hierbij is onder andere uitgegaan van een vergelijkbare installatie, zoals tijdens het demonstratieproject is gebruikt, afschrijving van de installatie in 5 jaar, geen stort- en 'grondkosten' en geen kosten of opbrengsten voor de afzet van het zandproduct. Voor de overige uitgangspunten wordt verwezen naar de rapportage. De kostprijzen zijn berekend per tds en per m³ specie, zoals die uit het sedimentatiebekken komen en zijn afhankelijk van het aantal tds/m³ (en dus met name van het zandgehalte) en de batchgrootte.

Soort specie	met zand% van	heeft dichtheid in depot	waarvan tds/m3	verwerkingsprijs per m3 bij batchgrootte van:	
				25.000 tds	100.000 tds
1 m ³ zandrijke specie uit het sedimentatiebekken	74	1,81	1,34	f 15,-/m³	f 11,-/m³
1 m ³ matig zandrijke specie uit het sedimentatiebekken	63	1,59	1,00	f 20,-/m³	f 15,-/m³
1 m ³ slibrijke specie uit het sedimentatiebekken	39	1,27	0,50	f 40,-/m³	f 30,-/m³

Indien bij een grootschalig depot sedimentatiebekkens aanwezig zijn voor zandscheiding, is het permanent in bedrijf hebben van een mechanische zandscheidingsinstallatie voor het verwerken van de zandige, nog steeds verontreinigde fractie uit de sedimentatiebekkens niet realistisch. Indien mechanische zandscheiding in dat geval toch overwogen wordt, wordt aanbevolen om bij dit grootschalig depot voorzieningen te hebben voor een mobiele installatie (vloestofdichte vloer inclusief riolering) en tijdelijke opslagfaciliteit, inclusief de hiervoor benodigde vergunningen.

Afsluitende aanbeveling

In deze onderhavige evaluatie is uitsluitend ingegaan op de mechanische zandscheiding en niet op de interactie tussen sedimentatiebekkens, mechanische zandscheiding en storten. Echter, een dergelijke integrale aanpak van hydraulische (via sedimentatiebekkens) én mechanische zandscheiding (via installatie) én stort is gewenst. Door deze processen als één geheel te zien vindt geen suboptimalisatie plaats, maar kan gewerkt worden aan verdergaande efficiëntiewinst voor het gehele zandscheidings- en bergingsproces. Dit kan leiden (ondanks een groter aanbod voor de sedimentatiebekkens) tot een lager aanbod voor de mechanische zandscheidingsinstallatie. Overwegingen ten aanzien van investeringen en milieurendement dienen dan ook voort te komen uit een dergelijke integrale studie. Aangezien deze integrale afweging buiten deze onderhavige evaluatie valt, maar wel de nodige aandacht verdient, wordt aanbevolen deze studie (in eerste instantie op basis van bestaande informatie) op korte termijn uit te voeren.

1. Inleiding

Op initiatief van RWS Directie Zuid-Holland is in samenspraak met de Gemeente Rotterdam (GHR), RWS Directie Noordzee en RWS Dienst voor Weg- en Waterbouwkunde een grootschalig demonstratieproject uitgevoerd voor de scheiding van verontreinigde baggerspecie. De algemene doelstellingen van het gehele project "Zandscheiding Slufter, sedimentatiebekken & hydrocyclonage" waren:

- Verminderde aanspraak op bergingscapaciteit (Slufter);
- Verminderde aanspraak op natuurlijke hulpbronnen voor zand als bouwstof;
- Testen van betrouwbaarheid van de scheidingstechniek bij een aanbod van specie met wisselende samenstelling;
- Vergelijking van hydraulische scheidingstechniek (sedimentatiebekken) en mechanische scheidingstechniek (hydrocyclonage) en komen tot een optimale combinatie;
- Het komen tot meer doelmatige en effectieve besteksbepalingen;
- Het toewerken naar kwaliteitsverklaringen voor zand als baggerspecie;
- Het introduceren van zand uit baggerspecie als volwaardige bouwstof op de markt.

Aanleiding voor de grootschalige proef was het verkrijgen van inzicht in hoeverre en op welke wijze de verwerkingsdoelstelling van 20% van klasse 2 t/m 4 in het jaar 2000 te realiseren is [1]. Er is toen besloten tot een "grootschalig, meerjarig demonstratieproject", omdat het hier nog geen vaststaand onderdeel van een verwerkingsketen betrof, maar wel voldoende langdurig om niet als (zoveelste) incidentele proef afgedaan te worden.

Het volledige demonstratieproject bestond uit het langdurig in werking hebben van een aantal sedimentatiebekkens en een mechanische zandscheidingsinstallatie. Binnenkomende baggerspecie met een voldoende hoog zandgehalte (ter beoordeling van GHR) werd in één van de sedimentatiebekkens geleid. Door middel van natuurlijke sedimentatieprocessen ontstaat in een sedimentatiebekken separatie van een grove zandfractie, die direct herbruikbaar is, een fijne zandfractie, die nog (licht tot matig) verontreinigd is en een verontreinigde slibfractie, die in dit geval rechtstreeks in de Slufter werd geborgen. GHR was verantwoordelijk voor het beheer en de handling met betrekking tot de sedimentatiebekkens. Voor de evaluatie van dit sedimentatiebekkenproces wordt verwezen naar bestaande evaluaties [2]. In dit rapport zal niet nader op de sedimentatiebekkens worden ingegaan, maar uitsluitend op het proces van mechanische zandscheiding.

De (licht tot matig) verontreinigde fijne zandfractie is, na afscheiding door het sedimentatiebekken, behandeld in een mechanische zandscheidingsinstallatie, waarbij gebruik gemaakt werd van hydrocyclonage. Deze verwerking is uitgevoerd op het terrein van de Slufter, naast de sedimentatiebekkens. RWS Directie Zuid-Holland heeft het formele contract met de aannemer gesloten. Deze aannemer was Boskalis Dolman bv. Het werk is uitgevoerd onder directievoering van RWS Directie Noordzee, die tevens optrad als gedelegeerd opdrachtgever (namens DZH).

De hoofddoelstelling voor Directie Noordzee voor dit rapport is de evaluatie van de overeenkomst met nummer NZ 805 t.a.v. verwerken verontreinigde baggerspecie in de scheidingsinstallatie 'Slufter'. De meer (milieu-technisch) inhoudelijke aspecten van de mechanische zandscheiding, inclusief afstemming met de sedimentatiebekkens en de terugkoppeling met de algemene doelstellingen van DZH, zijn geëvalueerd door Ingenieursbureau van 't Hoff in overleg met Gemeentewerken Rotterdam in opdracht van DZH en GHR [3]. Daar waar evaluatie-aspecten ten aanzien van de overeenkomst (en onderliggend bestek) met nummer NZ 805 reeds behandeld zijn in deze evaluatie, zullen de conclusies op hoofdlijnen vermeld worden, met verwijzing naar het rapport [3] voor details.

Leeswijzer

In hoofdstuk 3 wordt het contract NZ805 toegelicht en aangegeven welke evaluatie-aspecten uit dit contract naar voren komen. De evaluatie van deze aspecten komt in hoofdstuk 4 aan de orde, met uitzondering van 'Kosten'. De evaluatie van kosten zal apart worden behandeld in hoofdstuk 5. Het rapport wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 6.

2. Contract NZ805

2.1 Beschrijving contract NZ805

Via de overeenkomst NZ 805 zijn de opdrachtgever (RWS Directie Zuid-Holland en RWS Directie Noordzee als directievoerder en gedelegeerd opdrachtgever) en de opdrachtnemer (Boskalis Dolman bv) wederzijds de volgende contractuele verplichtingen aangegaan (gebaseerd op bestek nummer NZ 805, niet uitputtend, slechts de belangrijkste aspecten):

- opdrachtnemer richt een mechanische zandscheidingsinstallatie op, in welke hij baggerspecie verwerkt die door de opdrachtgever zal worden aangereikt;
- opdrachtgever draagt zorg voor vergunningen in het kader van Wm, de Wvo en bouwvergunning voor plaatsen en exploiteren door de aannemer;
- opdrachtgever geeft een aanbodgarantie van min. 105.000 tds en max. 150.000 tds in de (oorspronkelijke) contractperiode van 2 jaar (min. 40.000 tds en max. 80.000 tds per jaar);
- opdrachtgever geeft de garantie dat ten aanzien van de fysische samenstelling van het aanbod de fractie > 63 μm tenminste 50 gew-% bedraagt;
- opdrachtnemer zal op verzoek van de opdrachtgever de installatie ombouwen naar een ander scheidingspunt (40, 63 of 125 μm);
- opdrachtnemer zal de scheidingsinstallatie zodanig bedienen dat de zandfractie (onderloop) aan bepaalde fysische scheidingseisen zal voldoen, waaronder:
 - de geproduceerde zandfractie mag niet meer dan 10 gewichts-% minerale fractie van de oorspronkelijk ingevoerde minerale fractie, kleiner dan het voorgeschreven scheidingspunt, bevatten (maximaal misplacement = 10%);
 - het 'werkelijke' scheidingspunt, vastgesteld uit de grade efficiency kromme, moet samenvallen met het voorgeschreven scheidingspunt met een marge van plus of min 20%;
- opdrachtnemer zal gedurende de gehele looptijd van het contract de hoeveelheden invoer, onder- en bovenloop en grove fractie bepalen en hiervan op bepaalde tijd en plaats monsters nemen;
- opdrachtnemer zal de producten en reststoffen bestemmen op verzoek van de opdrachtgever;
- opdrachtnemer zal de verwerking uitvoeren conform de overeengekomen eenheidsprijzen;
- zowel opdrachtnemer als -gever verzorgen hun eigen projectadministratie;
- opdrachtnemer zal de verwerking uitvoeren met inachtneming van de arbeidsomstandigheden volgens de ARBO-wet;
- de looptijd van het contract is 2 jaar, ingaande op het moment dat de opdrachtgever heeft gemeld dat de benodigde bouwvergunning is afgegeven (dit is gebeurd op 19 juni 1996).

2.2 Aanbestedings- en gunningsprocedure

Gelet op het specialistische karakter van het werk is in de aanbestedingsprocedure gekozen voor een openbare aanbesteding met voorafgaande selectie. Naar aanleiding van deze voorselectie is met Dredging International een arbitragezaak gevoerd. Het aantal bedrijven, die door de voorselectie zijn gekomen, bedroeg 4. Op basis van de opgestelde criteria en een door de aannemer in te dienen beschrijving van de door hem voorgestelde scheidingsinstallatie, is één aannemer geselecteerd. Het werk is aan de laagste inschrijver (Boskalis Dolman bv) gegund.

2.3 Wijzigingen en aanvullingen op het contract

De volgende aanvullingen (Staten van Meerwerk) op contract NZ805 hebben plaatsgevonden:

Nr	Datum	Aanleiding	Meerwerk
1	9-2-1996	Niet op korte termijn verkrijgen van een (Wm- en bouw-) vergunning voor vaste scheidingsinstallatie	Inrichten en exploiteren van een mobiele installatie (met een scheidingspunt 63 μm) voor periode van 4 maanden. Aanbodgarantie van minimaal 30.000 en maximaal 40.000 tds.
2	29-5-1997	Verkennen of	Uitvoeren van een indicatief milieukundig bodemonderzoek in het

		Papegaaiebekspecie in aanmerking komt voor verwerking in installatie i.v.m. halen van aanbodgarantie	speciebergingsdepot "Papegaaiebek".
--	--	--	-------------------------------------

De volgende wijzigingen op het contract en de Staten van Meerwerk van NZ805 hebben plaatsgevonden:

Code	Datum	Aanleiding	Wijziging
a	26-10-1995	Zie 'Inleiding', hst. 1.	Opdracht o.b.v. originele bestek NZ805a inclusief Nota van Inlichtingen
b	25-04-1996	Niet halen van datum ingebruikname mobiele installatie	Datum in artikel 7 lid 3 van Staat van Meerwerk 1 (in verband met ingebruikname van mobiele installatie) wijzigen van 1-3-1996 naar 15-3-1996
c	9-7-1996	Technische realiseerbaarheid en ingebruikname definitieve installatie	Aanpassing van technische voorwaarde van funderingsconstructie en tijdsvoorwaarde voor ingebruikname
d	17-12-1996	Onduidelijkheid m.b.t. meten van stromen	Maken van nadere afspraken over- en specificeren van een aantal zaken zoals: ijking weegbanden, monstername invoer en zandproductie, bepaling van droge stofgehalten en korrelgrootteverdelingen (incl. toegestane marges).
e	6-10-1997	Uitvoeren van proef of zand uit sedimentatiebekken geschikt gemaakt kan worden tot beton & metselzand	Verwerken van 15.000 m ³ sediment tot (zo mogelijk) beton en metselzand binnen randvoorwaarden van oorspronkelijke opdracht NZ805a t/m d.
f	3-8-1998	Uitloop van afrondende werkzaamheden m.b.t. verwerken specie uit sedimentatiebekken	Einddatum van contract wijzigen van 19 juni 1998 (2 jaar na melding van verlenen bouwvergunning) naar 31 juli 1998.
g-1	10-9-1998	Verwerken van specie uit Papegaaiebekdepot	Verwerken van 90.000 tds uit het Papegaaiebekdepot op een scheidingspunt van 125 µm na verkrijgen van de benodigde vergunningen. Werkzaamheden worden beëindigd op 1 augustus 1999.
(g-2)	19-5-1999	Meer dan 90.000 tds Papegaaiebekspecie wordt verwerkt	Overeenkomen van speciale verwerkingsprijs voor tds > 90.000 tds.

Voor een uitgebreide beschrijving van de scheidingsinstallatie wordt verwezen naar [3].

2.4 Evaluatie-aspecten vanuit contract NZ805

Bij de evaluatie zijn de afzonderlijke doelstellingen uit het contract NZ805 als uitgangspunt genomen. De uitwerking van deze doelstellingen naar onderzoeks- en evaluatievragen is in de onderstaande tabel weergegeven. Indien in één van de overige evaluatierapporten reeds aandacht is besteed aan een bepaald evaluatie-aspect is dat in de laatste kolom weergegeven.

Evaluatie-aspect	Onderzoeks-/evaluatievragen	Info
Zorgdragen voor vergunningen	<ul style="list-style-type: none"> Welke vergunningen zijn aangevraagd en verleend (bv. in het kader van Wm, de Wvo en bouwvergunning voor plaatsen en exploiteren)? Welke problemen zijn ondervonden gedurende het vergunningetraject (zowel aanvraag als handhaving)? 	[2] [3]
Geven van een aanbodgarantie van min. 105.000 tds en max. 150.000 tds in (oorspronkelijke) contractperiode van 2 jaar	<ul style="list-style-type: none"> Hoe is de aanvoer van materiaal (cumulatief) verlopen gedurende de contractperiode en per jaar? Hoe zijn de 'hobbels' in aanvoer te verklaren? Waardoor is het wel/niet halen van de aanvoergarantie te verklaren? 	[2] [3]
Fysische samenstelling van het aanbod bedraagt tenminste 50 gew-% > 63 µm	<ul style="list-style-type: none"> Wat was de gemiddelde fysische samenstelling? In hoeverre hebben de fysische parameters gedurende de contractperiode gefluctueerd? 	[3]
Ombouwen van het scheidingspunt van de installatie	<ul style="list-style-type: none"> Wat is de (gemiddelde) tijdsperiode voor het ombouwen van de installatie? Wat is de meerwaarde van een ander (hoger of lager) scheidingspunt (in hoeveelheden/kwaliteit)? Weegt het tijdsverlies en moeite van het ombouwen op tegen de meerwaarde? 	
Fysische scheidingseisen aan scheidingsinstallatie	<ul style="list-style-type: none"> In hoeverre zijn de fysische scheidingseisen gehaald? Welke problemen zijn ondervonden bij het 'meten' en handhaven van de fysische eisen? 	[3]
Bepaling van hoeveelheden (invoer, onder- en bovenloop en grove fractie)	<ul style="list-style-type: none"> Hoe zijn hoeveelheden bepaald (incl. ijking) en voldeed deze 'meetmethode'? Massabalansen over de installatie (zowel totaal als per behandelde deelpartij); Afhankelijkheden tussen invoerparameters, scheidingsdiameter en vrijkomende stromen. 	[2] [3]
Bestemming van producten (markt en/of toepassing binnen Slufter)	<ul style="list-style-type: none"> Wat zijn de bestemmingen geweest van toepasbare producten (uitsplitsing per afzetgebied) en wie bepaalde die? Zijn er (fysische, chemische of 'psychologische') beperkingen/problemen geweest bij de afzet? 	[2] [3]
Eenheidsprijzen	<ul style="list-style-type: none"> Vergelijking tussen 'eenheidsprijzen' en 'kostprijzen gebaseerd op waarnemingen directie'; Zijn de berekende prijzen te 'vertalen' naar toekomstige situaties (nieuw contract, kleine mobiele installatie etc.)? 	
Monstername en korrelverdelingsdiagrammen	<ul style="list-style-type: none"> Hoe is in de praktijk de monstername en het analyseren verzorgd en voldeed deze methode? Op welke wijze vond handhaving van de uitvoeringsaspecten van het contract nog meer plaats (beschrijving)? 	
Operationele beschikbaarheid van de installatie	<ul style="list-style-type: none"> Welk deel van de tijd was de installatie beschikbaar? Waarom was de installatie bepaalde tijdsperiodes niet beschikbaar (wel/niet vermijdbaar)? Welk deel van de tijd is de installatie gebruikt? 	[3]
Uitvoering en handhaving van arbeidsomstandigheden	<ul style="list-style-type: none"> Welke relevante zaken m.b.t. arbeidsomstandigheden hebben zich gedurende de contractperiode voor gedaan? 	

De in deze paragraaf genoemde evaluatieaspecten zijn in de hoofdstukken 3 en 4 uitgewerkt.

3. Evaluatie-aspecten

3.1 Vergunningen

Welke vergunningen zijn aangevraagd en verleend?

Soort vergunning	Aangevraagd/ Verleend	Toelichting
Wet Milieubeheer (Wm)	Aangevraagd, niet verleend (Beschikking voortzetten demonstratieproject is afgegeven op 28-07-99)	In eerste instantie is een gedoogverzoek ingediend en verkregen (16-02-1999), waarna een officiële vergunningsprocedure is opgestart. Deze is vervolgens afgebroken en er is een hernieuwd gedoogverzoek ingediend en verleend.
Bouwvergunning	Aangevraagd (na Wro-procedure) en verleend (gemeld aan aannemer op 19 juni 1996)	Voor het oprichten en exploiteren van een scheidingsinstallatie is een bouwvergunning vereist van de dienst Stedebouw + Volkshuisvesting (gemeente Rotterdam). Complicerende factor hierbij was dat er geen bestemmingsplan voor het Sluftergebied bestond en was een 'voorbereidingsbesluit' in het kader Wet Ruimtelijke Ordening (Wro) nodig. Voor een 'mobiele' installatie was geen vergunning nodig. Er is daarom besloten om het project te starten met een mobiele installatie op basis van meerwerk.
Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (Wvo)	Niet aangevraagd (niet nodig)	Een aparte Wvo-vergunning voor de installatie was niet noodzakelijk, omdat het proceswater in de Slufter werd geloosd (waarvoor een bestaande Wvo-vergunning van kracht is).

Welke problemen zijn ondervonden gedurende het vergunningentraject (tijdens zowel aanvraag als handhaving)?

Hoewel er bij de aanvang van het project op alle (bestuurlijke) niveaus committent bestond over het demonstratieproject, heeft het verkrijgen van de nodige vergunningen en beschikkingen relatief veel tijd nodig gehad (een aantal jaar). Aanbevolen wordt om bij de (oprichtings)vergunning van een grootschalig depot meteen vergunning te vragen voor het mogen toepassen van verwerking (zowel sedimentatiebekkens als mechanische zandscheiding). Via allerlei projecten is voldoende informatie bekend om deze vergunningsaanvragen al bij voorbaat en met voldoende detail te kunnen doen.

3.2 Aanbod

3.2.1 Hoeveelheid

Fasering

Tijdens de volledige contractperiode is ten aanzien van de invoer de volgende fasering aangehouden:

Fase NZ805	Periode	Dagproducties #)	Omschrijving	Fase [3] *)
0	13-3-96 t/m 10-4-96	18	Inregelen van de mobiele installatie (meerwerk 1)	0
1	11-4-96 t/m 26-6-96	50	Draaien met mobiele installatie (meerwerk 1)	1
2	10-9-96 t/m 4-11-96	39	Draaien met vaste installatie (met onthouter) met invoermateriaal uit het sedimentatiebekken	2
3	7-3-97 t/m 2-6-97	15	Draaien met invoermateriaal uit het sedimentatiebekken	3
PGB I & II	1-9-97 t/m 3-12-97	40	Draaien met invoermateriaal uit Papegaaiebekdepot (materiaaltypen I & II) als test voor verdere verwerking van Papegaaiebekspectie	4
B&M	8-9-97 t/m 25-9-97	13	Draaien met invoermateriaal uit sedimentatiebekken als test voor het verkrijgen van beton & metselzand	-- **)
4	29-4-98 t/m 24-6-98	36	Draaien met invoermateriaal uit sedimentatiebekken (afkomstig uit 2 ^e bekken)	5a & 5b
PGB III	21-9-98 t/m 12-5-99	133	Draaien met invoermateriaal uit Papegaaiebekdepot (materiaaltypen III)	-- **)
Totaal		344		

#): Aantal dagen dat er zand geproduceerd is per periode (productietijd kan variëren van 1 tot 14 uur)

*) : In de evaluatie van Van 't Hoff [3] wordt een iets afwijkende fasering gehanteerd. Om vergelijking tussen evaluatie van DNZ en Van 't Hoff mogelijk te maken is de link hier aangegeven.

**): Niet geëvalueerd in evaluatie van Van 't Hoff [3].

Als in het vervolg van deze evaluatie wordt gesproken over fasering, wordt de DNZ-fasering bedoeld en niet de fasering zoals beschreven in het evaluatierapport van Van 't Hoff [3].

[figuur.aanbod]

Hoe is de aanvoer van materiaal (cumulatief) verlopen gedurende de contractperiode en per jaar?

Jaar	Jaarperiode	Fase	TDS Invoer	Aanbodgarantie	Gehaald?
0	13-3-96 t/m 26-6-96	0	8.323		
0	idem	1	28.245		
	Totaal jaar 0		36.568 *)	min. 30.000 tds & max. 40.000 tds	Ja
1	27-6-96 t/m 26-6-97	2	16.638		
1	idem	3	9.203		
	Totaal jaar 1		25.841	min. 40.000 tds & max. 80.000 tds	Nee
2	27-6-97 t/m 31-7-98 **)	PGB I & II	25.099		
2	idem	B&M	9.774		
2	idem	4	18.977		
	Totaal jaar 2		53.870	min. 40.000 tds & max. 80.000 tds	Ja
1&2	Totaal over contractperiode		116.279/79.711	min. 105.000 tds (of 96.0000 tds) & max. 150.000 tds	Ja/Nee ***)
3	21-9-98 t/m 19-04-98	PGB III	90.000		
3	20-4-98 t/m 12-5-99	PGB III	12.068 #)		
	Totaal jaar 3		102.068	min. 90.000 tds vanuit PGB	Ja
	Totale verwerking specie binnen contract NZ805 ##)		218.347	min. 135.000 tds & max. 190.000 tds	Ja ###)

*) : hiervan zijn 36.088 tds betaald, aangezien de eerste paar dagproducties wel verwerkt zijn maar niet voldeden aan de bestekseisen en dus niet betaald zijn

**) : zie contractmutatie NZ805f

***): het hangt ervan af hoe de besteksgarantie wordt geïnterpreteerd:

- indien de periode met de mobiele scheidingsinstallatie bij het totaal wordt opgeteld is aan de besteksgarantie voldaan, echter in een periode van 2,5 jaar in plaats van 2 jaar;
- indien de besteksgarantie naar rato van beschikbare operationele weken wordt aangepast, bedraagt de minimale aanbodgarantie 96.000 tds; hier is niet aan voldaan in een periode van 2 jaar;
- indien de periode met de mobiele installatie wordt verwaarloosd en uitsluitend naar de 2 jaar ná de periode met de mobiele scheidingsinstallatie wordt gekeken met de oorspronkelijke aanbodgarantie is niet voldaan aan deze aanbodgarantie.

#): verrekend volgens nieuwe eenheidsprijs (tds > 90.000 PGB III)

##): hoeveelheden wijken iets af van staat van afrekening, o.a. doordat de hoeveelheden van inregelperiode zijn meegenomen in evaluatie. Dit is gebeurd omdat inzicht in reëel aanbod gewenst is

###): meer verwerkt dan aanbodgarantie van meerwerk 1 + contract met goedkeuring van opdrachtnemer

Overall kan geconcludeerd worden dat de aanbodgarantie over het gehele contract gehaald is. Dit was echter alleen maar mogelijk omdat er totaal 127.167 tds aangevoerd is vanuit het Papegaaietankdepot. Vanuit de sedimentatiebekkens is (slechts) 91.180 tds aangevoerd (inclusief verwerkingsperiode m.b.t. meerwerk 1). Uitgaande van een periode van 1-4-96 t/m 31-7-98 (minus periode van 27-6-97 t/m 31-7-98 voor verwerking van PGB I&II) betreft dit circa 26 maanden. Echter, de hoeveelheid die in de periode 13-6-'96 t/m 26-6-'96 is verwerkt was opgespaard gedurende de periode vanaf 1993-1994.

Dit leidt tot een gemiddeld gerealiseerd aanbod vanuit het sedimentatiebekken van circa 2.000-3.000 tds/maand oftewel 25.000-35.000 tds/jaar.

3.2.2 Samenstelling

De hoeveelheden en de belangrijkste parameters met betrekking tot de samenstelling van de invoer zijn in onderstaande tabel weergegeven:

Fase	TDS	% droge stof	D50 (μm)	Besteksgarantie	gehaald?
0	8.323	83%	160	fractie > 63 μm is meer dan 50 gew- %	Ja
1	28.245	84%	139	idem	Ja
2	16.638	80%	116	idem	Ja
3	9.203	83%	148	idem	Ja
PGB I&II	25.099	96%	197	idem	Ja
B&M	9.774	87%	339	idem	Ja
4	18.977	82%	108	idem	Ja
PGB III	102.068	86%	186	idem	Ja
Totaal	218.347			Besteksgarantie in alle gevallen gehaald.	
Gemiddelde		85%	167		
Maximum		97%	359		
Minimum		74%	61		
Stand.deviation		3.6%	59.2		

Uit bovenstaande tabel kan afgeleid worden dat het invoermateriaal relatief 'droog' en 'grofkorrelig' is geweest (gemiddeld 85% droge stof en D50 van 167 μm). Het invoermateriaal kan getypeerd kan worden als 'steekvast, fijnkorrelig zand'. Dit ingangsmateriaal is dus niet direct vergelijkbaar met de zeer waterige slurries (met droge stof percentages ordegrootte 30-65%), die ook ter verwerking aan een mechanische scheidingsinstallatie aangeboden kunnen worden.

Uit [3] blijkt ook dat gedurende fases 0 t/m 4 circa 70% van het aangevoerde sediment een mineraal bestanddeel had dat groter was dan 63 μm . Gezien de D50's is er dus in alle gevallen ruimschoots voldaan aan de besteksgarantie betreffende de fysische samenstelling van het invoermateriaal.

Waardoor is het wel/niet halen van de aanvoergarantie te verklaren?

Bij de opzet van het demonstratieproject is ervan uitgegaan dat uit het sedimentatiebekken een jaarlijkse stroom van minimaal 40.000 en maximaal 80.000 tds/jaar en een hoeveelheid van minimaal 105.000 en maximaal 150.000 tds in 2 jaar aan de mechanische zandscheidingsinstallatie aangeboden zou kunnen worden. Deze hoeveelheden zijn gebaseerd op een gezamenlijke inschatting van DZH en GHR.

Uit de analyse volgt dat een gemiddelde aanvoer van 25.000-35.000 tds/jaar vanuit het sedimentatiebekken is gerealiseerd. Gedurende één jaar (het eerste) is het gegarandeerde minimale jaaraanbod niet gehaald. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het feit dat een relatief grote hoeveelheid aanbod (ruim 36.000 tds) via een staat van meerwerk voorafgaande aan de (formele) contractperiode verwerkt is (vanwege de vergunningenproblematiek, zie 3.2). Zou deze hoeveelheid binnen het (formele) contract verwerkt zijn geweest, dan zou de jaaraanbodgarantie beide jaren gehaald zijn geweest.

Of de aanbodgarantie over de totale (oorspronkelijke) contractperiode van 2 jaar is gehaald is een kwestie van definitie (wel of niet meenemen van proefperiode: zie tabel uit voorgaande paragraaf). Als de proefperiode wordt meegenomen is aan de besteksvoorwaarde voldaan (levering van 116.279 tds in een periode van 26 maanden ten opzichte van garantie van 105.000 tds in 24 maanden).

Belangrijker is de constatering dat het niet mogelijk bleek een minimaal aanbod over 2 jaar van 105.000 tds vanuit het sedimentatiebekken te kunnen leveren. In de praktijk is een hoeveelheid van 91.180 tds in een periode van 30-45 maanden aangeleverd vanuit het sedimentatiebekken (het aantal maanden is niet exact aan te geven vanwege de 'opspaarperiode' voorafgaande aan de eerste verwerking). Om aan de bestekgarantie te voldoen is de rest aangeleverd vanuit het depot Papegaaiebek. Voor deze lager dan oorspronkelijk verwachte hoeveelheden geleverde specie vanuit het sedimentatiebekken zijn 2 verklaringen:

1. Het beleid ten aanzien van het inbrengen van zandrijke specie in de sedimentatiebekkens;
2. Een aantal optimalisaties met betrekking tot de uitvoerings- en werkwijze van de sedimentatiebekkens, wat geleid heeft tot een minder groot aanbod voor de mechanische scheidingsinstallatie.

Ad 1.

Als selectie criterium voor de invoer van sediment in de sedimentatiebekkens geldt dat minimaal 50% van de specie een fractie heeft groter dan 63 µm moet bevatten. De nu behandelde specie is visueel geselecteerd uit het uit het specie-aanbod van de Slufter of gebaseerd op de ervaringen van de baggeraar.

Daarnaast is aanvullend een snelle fysische methode ontwikkeld, waarmee gedurende de transporttijd door het leidingstelsel (12-16 minuten) bepaald kan worden of een partij baggerspecie geschikt is voor behandeling in het sedimentatiebekken [4]. Met deze methode wordt sinds kort standaard gewerkt en leidt tot een groter aanbod voor het sedimentatiebekken.

Gedurende het demonstratieproject met betrekking tot het sedimentatiebekken (1993-1998) is ongeveer 80.000 beun m³/jaar aan zandige specie in behandeling genomen in het sedimentatiebekken [2]. Dit komt overeen met 3 à 4% van het totale specie-aanbod van de Slufter. Het aanbod van de zandige specie blijkt in de praktijk echter sterk te variëren door de aard van de locaties waar gebaggerd wordt en het al dan niet in uitvoering zijn van grote werken. Voor het toekomstig aanbod van zandige specie hanteert het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam een bandbreedte van 50.000 tot 300.000 beun-m³/jaar, wat overeenkomt met 1,5 tot 9% van het te verwachten toekomstig specie-aanbod van de Slufter [5].

Het invoermateriaal van het sedimentatiebekken is in de praktijk echter niet gemeten (behalve de beun-m³). Een evaluatie in hoeverre het ingaande materiaal in het sedimentatiebekken fijner dan wel grover is geweest dan het selectie criterium is derhalve niet mogelijk. Als ervan uit wordt gegaan dat, gezien het feit dat de ingaande stroom niet gemeten is, de beheerder van het depot 'op safe' heeft gespeeld, is de veronderstelling dat het ingaande materiaal over het algemeen aanmerkelijk grover is geweest dan 63 µm. Dit bleek ook uit visuele waarnemingen van materiaal, dat uiteindelijk direct in de Slufter gestort is. Hier waren 'zandige' partijen bij aanwezig. Dit betekent dat er in potentie een grotere stroom door het sedimentatiebekken en dus uiteindelijk ook door de mechanische zandscheidingsinstallatie geleid zou kunnen worden dan nu gebeurd is.

Ad 2.

Tijdens het demonstratieproject is een aantal optimalisaties met betrekking tot de sedimentatiebekkens doorgevoerd:

1. Een vormverandering van het 1^e sedimentatiebekken (spitser einde);
2. Toevoegen van een 2^e sedimentatiebekken in serie met het 1^e;
3. Toevoegen van een 3^e sedimentatiebekken, waarin uitgangsmateriaal kan sedimenteren als het 1^e en/of 2^e sedimentatiebekken wordt bemonsterd of wordt geleegd (i.v.m. continue bedrijfsvoering);
4. Toevoegen van een lozingskist aan het einde van het 1^e sedimentatiebekken voor een betere doorstroming;

Bij de opzet van het NZ805-contract is uitgegaan van slechts één sedimentatiebekken en de daarbij behorende aanbod voor de mechanische zandscheidingsinstallatie. De doorgevoerde optimalisaties hebben ertoe geleid dat de kwaliteit van dit 1^e bekken is verbeterd: 15% meer materiaal uit het sedimentatiebekken is geschikt gemaakt voor direct hergebruik [2]. Hoewel er tegelijk ook meer niet-direct-herbruikbaar materiaal naar het 2^e sedimentatiebekken wordt geleid is er per saldo minder materiaal beschikbaar voor de mechanische installatie dan vooraf voorzien.

Conclusie ten aanzien van toekomstig (potentieel) aanbod:

Samenvattend kan gesteld worden dat er zowel ontwikkelingen zijn die tot meer als tot minder aanbod van zandige specie voor het sedimentatiebekken kunnen leiden. De algemene trend lijkt dat het reëel is om te veronderstellen dat in de toekomst een hoger aanbod aan zandige specie naar het sedimentatiebekken (en dus in potentie naar een mechanische scheidingsinstallatie) geleid kan worden. Deze veronderstelling is gebaseerd op de 'optelling' van de volgende ontwikkelingen:

- Verscherping van selectiecriteria voor aanbod zandige specie door beheerder Slufter (leidt tot groter aanbod);
- Werking en effectiviteit van methode om (naast bemonstering in-situ) ook tijdens de bedrijfsvoering (zoals tijdens het leidingtransport) zandige specie te kunnen detecteren (leidt tot groter aanbod);
- Aard van toekomstige baggerprojecten en uitvoering van grote werken. Relevant in dit kader is dat de onderhoudsspecie 'schoner' wordt. Dit geldt in sterkere mate voor zandige specie dan voor slibrijke specie (leidt tot kleiner aanbod);
- Invloed van de criteria voor reinigbaarheid van baggerspecie (op te stellen door VROM). Volgens de laatste informatie zal het zandpercentage een belangrijke rol bij deze criteria gaan spelen. Indien 'reinigbare' specie (met een zandgehalte boven de reinigbaarheidscriteria) gestort zou worden, dient een heffing betaald te worden. Als dit zandpercentage relatief laag komt te liggen (bijvoorbeeld bij 50%), wordt het potentiële aanbod voor zandscheiding aanzienlijk groter dan nu gepland (leidt tot groter aanbod).

Of daadwerkelijk meer materiaal naar de mechanische zandscheidingsinstallatie geleid zal worden hangt af van verdergaande optimalisatie van het sedimentatiebekkenproces. Door deze optimalisatie is het mogelijk dat juist minder materiaal beschikbaar komt voor de mechanische zandscheidingsinstallatie. In hoeverre optimalisatie van het sedimentatiebekkenproces of verwerking via de mechanische installatie de voorkeur dient te verkrijgen is een economische afweging en dient integraal beoordeeld te worden. Daarmee wordt bedoeld dat sedimentatiebekken én mechanische zandscheiding als één proces gezien moeten worden, zodat geen suboptimalisatie plaatsvindt. Deze afweging valt buiten deze evaluatie, maar verdient wel de nodige aandacht.

3.3 Proces

3.3.1 Ombouwen scheidingspunt

De scheidingsinstallatie moest volgens het bestek kunnen werken bij 3 scheidingspunten: 40, 63 en 125 µm. Voor het ombouwen naar een ander scheidingspunt was een bestekspost/resultaatsverplichting (financiële vergoeding voor opdrachtnemer) opgenomen. Bij de mobiele installatie duurde het ombouwen naar een ander scheidingspunt ordegrrootte van één tot enkele dagen. Dit vanwege het doen van korrelgrootteanalyses en handmatig inregelen van de installatie. Nadat een onthouter/opstroomkolom (waarmee de organische fractie in de onderloop van de hydrocycloon) was geïnstalleerd en een PLC-sturing op de installatie was aangebracht duurde het ombouwen nog slechts ordegrrootte enkele uren.

Uit [3] blijkt dat, hoewel er meer fijn materiaal in de onderloop is aangetroffen, zowel de fysische (RAW bepalingen voor zand voor ophoogzand) als chemische eisen (categorie I hergebruiksmateriaal volgens Bouwstoffenbesluit) gehaald zijn.

In hoeverre ombouw van het scheidingspunt noodzakelijk is, hing in de proefperiode nu in de praktijk met name af of de acceptatiecriteria van de Slufter voor de bovenloop (BAGA-grenzen) gehaald worden. In het geval dat de BAGA-grenzen in de bovenloop overschreden (dreigen) te worden kan het om die reden noodzakelijk zijn om bij een hoger scheidingspunt te gaan scheiden. Dit argument is belangrijker dan financiële overwegingen, aangezien ombouwen niet zoveel kost door de beperkte benodigde ombouwtijd doordat de meeste installaties tegenwoordig standaard zijn uitgerust met PLC-sturing.

Een relevante ontwikkeling is dat in de toekomst mogelijk wél BAGA-materiaal in de Slufter gestort mag gaan worden. Dit is nog afhankelijk van diverse (m.e.r.-) vergunningsprocedures. Als dit in de toekomst inderdaad mogelijk is kan fijner gescheiden worden (op een lager scheidingspunt) dan nu is

gebeurd. Er kan dan meer herbruikbaar zandig materiaal afgescheiden worden en hoeft er minder gestort te worden.

3.3.2 Fysische scheidingseisen aan resultaat

Vanuit het bestek zijn aan de scheiding per dag de volgende eisen gesteld (uitzondering hierop betreft de proef betreffende het beton & metselzand):

- misplacement: de zandfractie (onderloop) mag niet meer dan 10 gew-% minerale fractie van de oorspronkelijke ingevoerde minerale fractie, kleiner dan het scheidingspunt, bevatten¹;
- het werkelijk scheidingspunt (X50, berekent uit de grade efficiency kromme) mag maximaal plus en minus 20% afwijken van het ingestelde (voorgeschreven) scheidingspunt²;

Uit de evaluatie volgen de onderstaande scheidingsresultaten per fase:

Fase	Scheiding-punt(en) µm	Misplacement (gew-%)	gemiddelde X50 in µm	gew-%-afwijking van X50 **)	Eisen gehaald?
0	63	8.1%	69	10.9%	Ja #)
1	63	8.8%	61	8.0%	Ja
2	40, 63 & 125	8.7%	n.v.t.	8.2%	Ja
3	125	9.5%	122	7.7%	Ja
PGB I&II	63 & 125	9.3%	n.v.t.	7.2%	Ja
B&M	150, 180 & 250	23.6%	n.v.t.	7.9%	n.v.t.
4	40 & 63	8.9%	n.v.t.	12.2%	Ja
PGB III	125	8.7%	127	6.6%	Ja
Gemiddelde		8.9% *)		7.9% *)	
Maximum		4.8% *)		19.8% *) #)	
Minimum		9.9% *)		0.1% *)	
Stand.deviation		0.9% *)		5.1% *)	

*) : Exclusief beton & metselzand

**): Het betreft hier de absolute percentuele afwijking

#): Met uitzondering van de eerste 2 afgekeurde dagproducties in verband met inregelen van de installatie

Uit de evaluatie volgen de onderstaande scheidingsresultaten per scheidingspunt:

Scheiding-punt(en) µm	Tijdens fase (aantal dagproducties)	Misplacement (gew-%)	gemiddelde X50 in µm	gew-%-afwijking van X50 **)	Eisen gehaald?
40	2 & 4 (26)	8.0%	46	16.1%	Ja
63	0, 1, 2, PGB I&II, 4 (111)	8.9%	64	8.1%	Ja #)
125	2, 3, PGB I&II&III (194)	9.0%	127	6.9%	Ja
> 125 µm (150, 180 & 250)	B&M (13)	29.4%	192	7.9%	n.v.t.

**): Het betreft hier de absolute percentuele afwijking

#): Met uitzondering van de eerste 2 afgekeurde dagproducties in verband met inregelen van de installatie

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat met uitzondering van de eerste 2 afgekeurde dagproducties (in verband met inregelen van de installatie) de bestekseisen ten aanzien van de scheiding gehaald zijn. De eerste 2 afgekeurde dagproducties zijn niet betaald (lagen ook formeel in de opstartfase).

¹ Voorbeeld: Als gescheiden wordt bij scheidingspunt op 63 µm en het oorspronkelijk ingevoerde materiaal bevat 35% < 63 µm, mag de onderloop maximaal 3,5% < 63 µm bevatten.

² Voorbeeld: Als het voorgeschreven scheidingspunt 63 µm is, moet het werkelijk (achteraf berekende) scheidingspunt liggen tussen 50 en 76 µm (+/- 20%).

Naast evaluatie van de formele scheidingsseisen zijn de volgende scheidingsresultaten interessant:

Fase	Scheiding-punt(en) in μm	D50 invoer (μm)	D50 zand (μm)	%-toename D50	gew-% < S-punt in zand
0	63	160	185	15%	1.6%
1	63	139	173	24%	2.7%
2	40, 63 & 125	116	189	63%	4.9%
3	125	148	233	58%	4.8%
PGB I&II	63 & 125	197	309	57%	7.9%
B&M	150, 180 & 250	339	383	13%	6.3%
4	40 & 63	108	162	50%	3.0%
PGB III	125	186	283	52%	##)
Gemiddelde		167	243	45%	4.3% *)
Maximum		359	400	11%	19.7% *)
Minimum		61	132	116%	0.9% *)
Stand.deviatie		59.2	69.5	n.v.t.	3.5% *)

##): Geen gegevens van PGB III bekend

*) : Exclusief beton & metselzand

Scheiding-punt(en) μm	Tijdens fase	D50 invoer (μm)	D50 zand (μm)	%-toename D50	gew-% < S-punt in zand
40	2 & 4	113	168	49%	2.3%
63	0, 1, 2, PGB I&II, 4	141	180	28%	3.1%
125	2, 3, PGB I&II	178	280	57%	7.2%
> 125 μm (150, 180 & 250)	B&M	340	383	13%	6.3%

Uit de bovenstaande tabellen blijkt dat er een gemiddelde toename van D50 (van invoer naar zand) plaatsvindt van 45%. De exacte toename is echter afhankelijk van de combinatie van zowel D50 van het invoermateriaal als het ingestelde scheidingspunt (algemeen: hoe fijner de invoer, hoe hoger de toename).

Tevens blijkt dat bij toenemend scheidingspunt de hoeveelheid materiaal dat fijner is dan dit scheidingspunt toeneemt. Echter, het percentuele aandeel <16 μm en <40 μm neemt af bij toenemend scheidingspunt [3]. Desondanks blijken alle producties (met uitzondering van de eerste 2 'inregelproducties') te voldoen aan de criteria voor hergebruik [2] [3].

Voor een uitgebreide milieuchemische- en rendementsevaluaties wordt verwezen naar [2] en [3]. Aangezien milieuchemische criteria geen onderdeel uitmaakten van het bestek is er in deze evaluatie geen aandacht aan besteed. Voor een overweging over het stellen van fysische of chemische kwaliteitscriteria aan het eindproduct wordt verwezen naar paragraaf 3.6.

3.4 Producten

3.4.1 Massabalans

De massabalans in tds en gewichtsperscentage is per fase onderstaand weergegeven:

Fase	Invoer	Grof materiaal		Onderloop Zandfractie		Fijn materiaal berekend		
	tds	tds	gew-%	tds	gew-%	gemeten tds	tds	gew-%
0	8.323	1.330	16,0%	6.491	78,0%	3.858	502	6,0%
1	28.245	4.246	15,0%	20.938	74,1%	10.111	3.061	10,8%
2	16.638	2.018	12,1%	11.199	67,3%	6.019	3.421	20,6%
3	9.203	781	8,5%	7.370	80,1%	1.709	1.052	11,4%
PGB I&II	25.099	3.053	12,2%	15.166	60,4%	7.160	6.880	27,4%
B&M	9.774	384	3,9%	7.433	76,0%	853	1.957	20,0%
4	18.977	2.068	10,9%	14.037	73,9%	4.651	2.892	15,2%
PGB III	102.068	14.741	14,4%	59.627	58,4%	24.454	27.699	27,1%
Totaal	218.347	28.621	13,1%	142.261	65,2%	58.815	47.464	21,7%

In de bovenstaande tabel valt een aantal zaken op. Allereerst blijkt de massabalans op basis van de gemeten waarden niet te sluiten. De massa van de invoer, grof materiaal en zandfractie (=onderloop) zijn allen met een geijkte bandweegmethode bepaald. De ijkingsprocedure heeft goed gefunctioneerd en werd algemeen geaccepteerd. Bovendien zijn van deze stromen representatieve monsters genomen, op basis waarvan het droge stofpercentages zijn bepaald en de tds zijn berekend.

Van de fijne fractie was het gewicht niet te bepalen, wel is het volume bepaald door middel van een volumemeter in de buis waardoor de fijne fractie naar de Slufter is getransporteerd. Uit deze grote volumestroom werd ook regelmatig een monster genomen. Hoewel de nodige zaken zijn geïnstalleerd ten behoeve van dit monsternamepunt, kunnen vraagtekens geplaatst worden bij de representativiteit van dit 'fijne fractiemonster'. Bovendien was het droge stof percentage dermate laag (ordegrootte 1,5-3%) dat een kleine afwijking al zeer grote gevolgen had voor de massabalans. Om deze redenen is het meten van de bovenloop dan ook niet geschikt voor het opstellen van de massabalans en het controleren van de bestekseisen. In de bovenstaande tabel is de fijne fractie, naast de weergave van de 'onbetrouwbare' gemeten waarde, dan ook teruggerekend uit de invoer en zand en grof materiaal. Wel blijkt dat over het algemeen de gemeten 'onbetrouwbare' waarde van de fijne fractie gedurende de looptijd van het project dicht bij de berekende waarde is komen te liggen.

3.4.2 Zandrendement

Uit bovenstaande tabel blijkt dat ruim 65% van de ingevoerde tds als herbruikbaar zand is teruggewonnen. Iets minder dan 35% is alsnog gestort in de Slufter (grof en fijn materiaal). Volgens de massabalans is ruim 13% grof materiaal geweest. Hierbij dient een kanttekening gemaakt te worden. Bij de stap, waarbij het grove materiaal werd afgescheiden, werd naast 'echt grof materiaal' (zoals takken, blikjes, klinkers etc.) ook zogenaamde 'kleiballen' afgescheiden. Dit is zeer fijn kleiig materiaal dat door de draaiende beweging van de scheidingsstap tot ballen zijn gevormd en zijn afgescheiden. Vanuit het 'overall-perspectief' gezien is dit prima (fijn materiaal moest sowieso worden afgescheiden van het zandige materiaal), maar het vertroebeld de massabalans. Tevens is het mogelijk dat via deze kleiballen naast fijn materiaal ook herbruikbaar zand is afgescheiden. Aangezien het afgevoerde grove materiaal niet bemonsterd en geanalyseerd is, is dit niet te controleren.

Wel is onderstaand geëvalueerd in hoeverre de winbare zandfractie (tussen 2 mm en de ingestelde scheidingsdiameter van de installatie) ook daadwerkelijk teruggewonnen is.

Fase	Invoer tds	% < S-punt in Invoer	Winbaar Tds *)	Gewonnen Tds	Vershil tds (winb-gew)	tds < S-punt in zand	Rendement (%) **)
0	8.323	19,6%	6.692	6.491	201	108	95,4%
1	28.245	25,0%	21.192	20.938	254	545	96,2%
2	16.638	39,7%	10.033	11.199	-1.166	538	106,3%
3	9.203	42,6%	5.281	7.370	-2.089	347	133,0%
PGB I&II	25.099	39,3%	15.223	15.166	57	1.005	93,0%
B&M	9.774	15,5%	8.263	7.433	830	465	84,3%
4	18.977	28,7%	13.536	14.037	-501	421	100,6%
Totaal	116.279	30,9%	80.220	82.634	-2.414	3.429	98,7%

*) : 'winbaar' is hier gedefinieerd als 'invoermateriaal met korrelgrootte > ingestelde scheidingspunt'

**): 'rendement' is hier gedefinieerd als '(gewonnen tds - tds < S-punt in zand)/winbaar tds'

Scheiding-punt(en) µm	Tijdens fase	Gemiddeld winbare *) tds/dag	Gemiddeld gewonnen tds/dag	Vershil (winb-gew) tds/dag	Gemiddeld < S-punt in zand tds/dag	Rendement (%) **)
40	2 & 4	370	370	0	9	97,6%
63	0, 1, 2, PGB I&II, 4	380	385	-5	12	98,2%
125	2, 3, PGB I&II&III	331	375	-43	23	106,3%
> 125 µm (150, 180 & 250)	B&M	636	574	64	36	84,3%

Uit het bovenstaande zou geconcludeerd kunnen worden dat nagenoeg al het winbare zand (99%) ook daadwerkelijk gewonnen is. Toch komt uit de bovenstaande tabel een aantal vreemde zaken naar voren:

- Bij de producties van o.a. fases 2, 3 en 4 is meer zand geproduceerd dan theoretisch mogelijk is (zelfs na correctie voor het materiaal fijner dan het scheidingspunt dat nog in het geproduceerde zand aanwezig is);
- 'Winbaar' is hier gedefinieerd als 'invoermateriaal met korrelgrootte > ingestelde scheidingspunt'. Dit is feitelijk niet correct want ook het grove materiaal (> 2mm) is immers ook niet winbaar als herbruikbaar zand. Als men de hoeveelheid afgescheiden grof materiaal nog aftrekt van de hoeveelheid 'winbaar' is veel meer zand gewonnen dan theoretisch mogelijk, zelfs als men dit corrigeert voor de hoeveelheid fijn materiaal (fijner dan het scheidingspunt) in het geproduceerde zand.

Mogelijke verklaringen voor de bovenstaande gesignaleerde 'vreemde zaken':

1. Nagenoeg 100% van de winbare fractie tussen 2 mm en het ingestelde scheidingspunt is ook daadwerkelijk teruggewonnen. De verklaring voor het grove materiaal zou kunnen zijn dat de afgescheiden grove hoeveelheid (ruim 13% volgens massabalans) in werkelijkheid niet grover dan 2mm was maar vooral bestond uit kleiballen van materiaal fijner dan het ingestelde scheidingspunt. Indien uitgegaan wordt van het feit dat de winbare fractie (2mm tot het ingestelde scheidingspunt) 100% teruggewonnen is, betekent dit dat er in werkelijkheid (3429 tds-2414 tds)/116.279 tds= 0,9% grof materiaal aanwezig was in plaats van ruim 13%;
2. Het opgegeven scheidingspunt is niet werkelijk scheidingspunt door foute instelling en/of afwijkend ingangsmateriaal (afwijking van 20% plus en min was toegestaan);
3. De monsternamen en/of de analysetechniek m.b.t. fysische parameters leverde geen representatieve waarden op;
4. Spreiding (onnauwkeurigheden) in data.

Verklaring 1 kan nooit de enige verklaring zijn. Immers, het verklaart nog niet waarom er tijdens de fases 2, 3 en 4 meer dan 100% rendement is gedraaid. Bovendien is 100% rendement niet reëel; er zal immers altijd materiaal als misplacement in de verkeerde fractie terechtkomen. Uit [3] blijkt dat de werkelijke scheidingspunten, met name bij scheiding op 40 en 125 µm, hoger dan ingesteld hebben gelegen. Uit paragraaf 3.2.4 bleek ook al een hoger werkelijk scheidingspunt dan ingesteld (gemiddeld 8% hoger). Verklaring 2 zal dus ook voor een deel waar zijn, maar kan niet alleen de verklaring zijn.

3.4.3 Toepassing producten

Het geproduceerde zand (totaal 149.500 m³ bij gemiddelde droge stofpercentage van 82,3% en dichtheid van 1,775 ton/m³ [3]) is toegepast in twee werken:

1. Verwerking ten behoeve van de verbetering van de Delflandse Zeedijk (in werk van Boskalis Dolman bv): totaal volume van 30.000 m³ zand [3];
2. Verwerking als opvulling van de bestaande coupure in de ringdijk van de Slufter (restant): totaal volume van 119.500 m³ zand.

Al het materiaal is toegepast als zand in zandbed conform het toenmalige IPO beleid [7] voor het verwerken van categorie 1 materiaal. Deze afzet heeft niet tot (technische, procedurele of psychologische) problemen ten aanzien van de acceptatie of toepassing geleid. Wel bestaan er twijfels bij GHR of de afzet van producten na sluiting van de coupure in de ringdijk gemakkelijk zal verlopen (bij afzet 'buiten' de Slufter).

Voor de beperkte hoeveelheid geproduceerd beton- en metselzand is (nog) geen afzet gevonden, ondanks dat het beton- en metselzand aan zowel de formele milieuchemische als fysische voorwaarden voldoet. Dit komt enerzijds omdat de beton- en metselzandindustrie een 'gesloten' markt is en anderzijds omdat zij zeer strenge eisen hanteert, nog strenger dan deze formele eisen. In de praktijk werkt elke afnemer van beton- en metselzand namelijk met zeer nauwe ranges, waaraan het zand voor beton moet voldoen. Op die wijze kan de gewenste kwaliteit van het beton worden gegarandeerd en dit is belangrijker dan een (mogelijk) iets goedkoper zand.

3.5 Overig

3.5.1 Handhaving van en controle op contract

Volgens het bestek moet de opdrachtnemer mengmonsters nemen van zowel het invoer materiaal als van de onderloop. Om de kwaliteit van het geproduceerde zand te controleren (onderloop) werd steekproefsgewijs een monster ter analyse aangeboden aan een onafhankelijk laboratorium (ster lab) welke de D50 bepaalde. Het misplacement werd vervolgens vergeleken met de door de opdrachtnemer vastgestelde gegevens van de desbetreffende dagproductie.

Voorts is er op toe gezien dat het benodigde materiaal voor het maken van het dagelijks mengmonsters op de goede manier en op regelmatige (periodieke) wijze werden genomen. Regelmatige monsternamen waren noodzakelijk aangezien korrelgrootte en de fysische verontreinigingen per uur kunnen verschillen doordat het materiaal in bulk opgeslagen ligt en van verschillende locaties afkomstig kan zijn.

3.5.2 Monsternamen en korrelgrootteverdelingen

De opdrachtnemer stelt een korrelverdelingsdiagram op van alleen het minerale deel volgens NEN 5753, met de zeven van resp. 2000, 250, 180, 125, 105, 90, 75, 63, 50, 40 en 25 µm.

Bij vergelijking van de analyseresultaten van de contra expertise monsters (geanalyseerd door andere laboratoria) met monsters van de opdrachtnemer blijkt dat er grote verschillen aanwezig zijn, met name bij de gewichtsfracties van het materiaal kleiner dan 63 µm.

Deze geconstateerde verschillen waren aanleiding tot nader onderzoek naar de oorzaken hiervan. Eén van de oorzaken is het feit dat bij de uitvoering van de korrelgrootteverdelingen Boskalis veel meer aandacht en tijd steekt in een nauwkeurige totstandkoming van deze verdeling. Per monster wordt veel meer tijd genomen voor voorbereiding en uitvoering van de analyse dan bij de laboratoria. Toch voerden beiden de korrelgrootteverdeling uit binnen de randvoorwaarden (en kwaliteitscriteria) van de NEN 5753.

Naast deze oorzaak bleek dat er ook grote spreiding bestaat tussen de korrelgrootteverdelingsresultaten bij verschillende laboratoria. Oorzaken hiervan zijn met name de heterogeniteit van het materiaal (en het feit dat bij laboratoria slechts 40 gram per monster in behandeling wordt genomen), afhankelijkheid van personen, verschil in voorbehandeling (methode voor verwijdering van organische

stof en calciëten duur van desintegratie) en de uiteindelijke analysemethode. Er is door de opdrachtgever en opdrachtnemer een proef uitgevoerd met de Laser diffractie analysemethode. Hierbij is men in staat op een snelle manier de korrelgrootte te bepalen (enkele minuten). Geconcludeerd is dat deze methode goed werkt met homogeen materiaal, maar dat hij voor het materiaal, welke verwerkt wordt in de zandscheidingsinstallatie, nog niet nauwkeurig genoeg is.

Naast de problemen met de korrelgrootteverdelingen kan gesteld worden dat vergelijkbare discussies hebben gespeeld met betrekking tot de analyse van droge stof en organische stof gehalten.

Alles samenvattend kan gesteld worden dat er de nodige uitvoerings- en interpretatievrijheid bestaat bij de hantering van (huidige) NEN-normen voor korrelgrootteverdelingen, o.s.- en d.s.-gehalten. Aangezien de fysische scheidingseisen uit het bestek gecontroleerd werden met behulp van dit soort analyses, heeft dit tot de nodige discussies met de aannemer geleid. Hierbij was geen van de partijen 'goed' of 'fout', aangezien beiden binnen de in het bestek voorgeschreven NEN-normen handelden. De oplossing is gevonden door de marges tussen contra expertises en analyses door de aannemer te verruimen (niet de bestekseisen!).

Geconcludeerd wordt dat het mogelijk is om bestekseisen te stellen op basis van fysische parameters. Echter, het eenduidig vaststellen van deze fysische parameters en dus het controleren van de bestekseisen is vooralsnog een probleem.

3.5.3 Arbeidsomstandigheden

Het materiaal afkomstig uit het sedimentatiebekken en het Papegaaiebekdepot is Klasse 3-4 specie. Voor het werken met dit materiaal is een V&G-plan opgesteld. Zo was het noodzakelijk dat de bedieningsruimten zich buiten de z.g.n. vuile zone bevinden. Voorts dienden er katoenen overalls laarzen en handschoenen gedragen te worden als men op het vervuilde terrein werkzaamheden verricht en indien er verneveling optrad diende men een z.g.n. snuitje dragen.

Tevens zijn er tijdens de werkzaamheden enkele malen geluidsmetingen verricht. De resultaten hiervan waren dat de geluidsniveau aanvaardbaar was en op de werkplek tussen de 65 en 70 decibel lag. Bezoekers zijn geregistreerd en aan hen is instructie gegeven indien zij de installatie wilde bezoeken.

3.6 'Fysische' of 'chemische' besteksvoorwaarden aan het product?

3.6.1 'Fysische' besteksvoorwaarden

In dit demonstratieproject is gekozen om de eisen aan het product te omschrijven via fysische parameters (zie paragraaf 2.1). Hiervoor is in eerste instantie gekozen omdat het scheidingsproces een 'fysisch' proces is dat daarom het best met 'fysische' voorwaarden omschreven kan worden. Bovendien is verondersteld dat een aannemer deze 'fysische' eisen beter zou kunnen beheersen, hij heeft immers geen invloed op de chemische kwaliteit van het inkomende materiaal. Wel kan hij zijn installatie zo instellen dat voldaan wordt aan de fysische eisen. Hij hoeft zo alleen zijn 'procesrisico's' in te schatten.

Gebleken is dat het halen van de chemische eisen (Categorie I bouwstof conform het Bouwstoffenbesluit) in nagenoeg alle gevallen gehaald is (hoewel dit niet geëist is conform het bestek). Het stellen van fysische eisen aan het product heeft dus geleid tot het halen van de chemische doelen.

Fysische parameters zijn bovendien relatief snel te bepalen. Echter, gesignaleerd is dat het eenduidig vaststellen van de fysische parameters en dus het controleren van de bestekseisen op basis van fysische parameters, vooralsnog een (ernstig) probleem is (zie 3.5.2).

3.6.2 'Chemische' besteksvoorwaarden

Een voorbeeld van 'chemische' besteksvoorwaarden aan het product is als voorgeschreven wordt dat het product moet voldoen aan de chemische eisen voor categorie I zand uit het Bouwstoffenbesluit. Hoewel in dit demonstratieproject geen chemische besteksvoorwaarden zijn gesteld, zijn op basis van

ervaring toch een aantal voor- en nadelen te noemen.

Nadeel van het stellen van chemische eisen aan het product is dat deze sterk afhangen van de chemische kwaliteit van de invoer. En juist deze invoer is qua samenstelling zeer heterogeen en is iets waar de aannemer geen invloed op heeft. Hierdoor ligt het voor de hand dat het stellen van een chemische eis aan het product tot een hogere prijs zal leiden, aangezien het risico ten aanzien van de kwaliteit het product bij 'chemische' besteksvoorwaarden bij de aannemer gelegd wordt. Bovendien leert de ervaring dat als iets echt afwijkt van datgene in het bestek of als iets niet-voorzienbaar is, de aannemer snel in het gelijk gesteld wordt in het geval van een arbitragezaak.

Echter, de verwerkingsmarkt heeft tegenwoordig zoveel ervaring met het halen van chemische eisen ten aanzien van producten uit verontreinigde (water)bodem, dat het aannemelijk is dit soort eisen niet (meer) tot veel hogere prijzen zullen leiden. Door dit soort risico's in de prijs te verdisconteren 'prijs die aannemer zich uit de markt', aangezien andere aannemers op basis van de huidige ervaring bereid zijn het invoer/product-risico deels te nemen.

Ook is het zo dat, als er 'chemische' eisen gesteld worden in het bestek, deze aansluiten op de hergebruikswensen. Het primaire doel van zandscheiden is immers een herbruikbaar product (conform Bouwstoffenbesluit) en niet een product dat voldoet aan fysische eisen. In hoeverre het zand, naast eisen aan herbruikbaarheid (conform het Bouwstoffenbesluit), ook nog moet voldoen aan civieltechnische randvoorwaarden, staat in principe los van de discussie van chemische of fysische bestekseisen.

De aannemer heeft aangegeven dat sturen op chemische parameters tegenwoordig geen probleem meer is (zolang de inkomende specie niet bepaalde maximumwaarden overschrijdt). Ook het feit dat het langer duurt voordat chemische parameters zijn bepaald is in de praktijk vaak geen beperking, vanwege de over het algemeen goede correlatie tussen chemische kwaliteit van het zand en fysische controles tijdens het proces (door de aannemer).

3.6.3 'Fysisch' of 'chemisch'?

Samenvattend ziet een overzicht van plussen en minnen van zowel fysische als chemische eisen er als volgt uit:

	Fysische voorwaarden aan product	Chemische voorwaarden aan product
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> • Sluiten het beste aan bij het 'fysische proces' van mechanische zandscheiding • Aannemer hoeft alleen rekening te houden met de procesrisico's • Fysische parameters kunnen relatief snel worden bepaald 	<ul style="list-style-type: none"> • Sluiten het beste aan bij de hergebruikswensen ten aanzien van het geproduceerde zand • Hiermee is relatief veel ervaring opgedaan bij de 'droge grondreiniging'
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> • Eenduidig vaststellen van fysische parameters is vooralsnog een probleem, wat het controleren van de bestekseisen bemoeilijkt 	<ul style="list-style-type: none"> • Moeilijk te stellen bij sterk variërende invoerkwaliteit (grote heterogeniteit) • Aannemer moet rekening houden met zowel proces- als invoer/product-risico's

Aangezien tijdens het demonstratieproject uitsluitend 'fysische eisen' zijn gesteld is het moeilijk een eenduidige uitspraak te doen over welke eisen 'het beste zijn'. Er is immers geen direct vergelijkingsmateriaal.

Een belangrijke conclusie is dat door het stellen van fysische eisen de chemische doelen gehaald zijn. Echter, zoals gezien is het eenduidig controleren van die fysische eisen vooralsnog een probleem, wat zou pleiten voor 'chemische eisen'. Belangrijkste knelpunt bij 'chemische' eisen is de heterogeniteit van

de invoer (zowel qua hoeveelheid als qua kwaliteit), iets waar de aannemer geen invloed op heeft. Echter, ook de aanbieder heeft slechts beperkt inzicht in met name de spreiding in kwaliteit van de aanvoer. Om dit knelpunt op te lossen zouden vaste eenheidsprijzen gevraagd kunnen worden voor specie met een bepaalde kwaliteitsrange. Wijkt de kwaliteit af van deze range dan gelden nieuwe (vooraf vastgestelde) eenheidsprijzen. Verwacht wordt dat deze prijzen globaal iets hoger zullen liggen bij chemische eisen door het incalculeren van meer risicoposten dan bij fysische eisen.

Alles overwegende kan op dit moment geen algemeen advies omtrent te hanteren besteksvoorwaarden worden gegeven. Beide methodieken hebben hun voor- en nadelen en de locatie- en specie-specifieke eigenschappen zullen de doorslag geven.

Voorlopig wordt verwacht dat in de meeste gevallen, bij toekomstige contracten ten aanzien van mechanische zandscheiding, het stellen van chemische eisen het meest ideaal is. Dit vanwege de problemen met het controleren van de fysische parameters. Met de heterogeniteit van de aanvoer kan rekening worden gehouden door te stellen dat de kwaliteit (chemisch en fysisch) van de aanvoer binnen een bepaalde range zal vallen. Valt deze in de praktijk erbuiten, dan moet de (hogere) verwerkingsprijs vooraf vast liggen. Echter, dit zal waarschijnlijk een tijdige situatie zijn. Het eenduidig bepalen van fysische parameters (met name de fijne fracties) zal verbeteren, waardoor een betere controle mogelijk is. In die situatie wordt verwacht dat het stellen van fysische eisen over het algemeen het meest ideaal is.

Naast een herbruikbaar product is het behalen van een ruimtewinst in het depot een ander belangrijk streven. Om dit te stimuleren zou een bonus/malus regeling ingesteld kunnen worden. Als discussievoorstel zou de volgende regeling overwogen kunnen worden: het zou bijvoorbeeld een eis kunnen zijn om een bepaald percentage van de in de aanvoer aanwezige zandfractie te moeten winnen. Voor de hoeveelheid gewonnen materiaal onder dat percentage gaat een malus in (afgestemd op de depotkosten vermeerderd met een factor), en elke hoeveelheid boven dat percentage krijgt de aannemer een bonus (afgestemd op de depotkosten). Hierbij dient nog gekeken te worden naar hoe met het grove materiaal omgegaan wordt en wat de effecten zijn van zandscheiding op consolidatie. Een aanvullend onderzoek (op basis van evaluaties van onderhavige én andere scheidingsinstallaties) naar een goede invulling van de bestekseisen wordt aanbevolen.

4. Kosten

4.1 Inleiding

Na financiële evaluatie van het gehele demonstratieproject bedroeg de werkelijke verwerkingsprijs f 31,- /tds [3]. Dit is hoger dan de vooraf verwachte verwerkingsrange van f 24,- tot f 27,- /tds (afhankelijk van de te verwerken totale hoeveelheid). Deze laatste prijs was verwacht op basis van de inschrijfprijzen na aanbesteding en gebaseerd op een gemiddelde verwerking van 55 ton per draaiuur (op deze vergelijking wordt teruggekomen in paragraaf 4.2).

Uit de evaluatie is gebleken dat de hogere kosten per ton droge stof met name veroorzaakt zijn door het discontinue aanbod aan baggerspecie en de stilligtijd in afwachting van de benodigde vergunningen. Geconcludeerd is dat de kosten aanzienlijk kunnen dalen indien er sprake is van een continue aanbod van baggerspecie en volledige operationele beschikbaarheid van de verwerkingsinstallatie [3]. Essentiële vraag hierbij is: "Hoever kunnen de prijzen dan dalen?"

Om antwoord te kunnen geven op deze vraag is in dit evaluatierapport uitsluitend de draaiperiode van de installatie met Papegaaiebekspectie in de periode 21 september 1998 tot en met 12 mei 1999 intensief bekeken. Deze periode is bekeken omdat de installatie in deze periode min of meer volcontinue gedraaid heeft en volledig beschikbaar was. Bovendien is de periode lang genoeg voor een goede evaluatie (33 potentiële weken en 163 potentiële werkdagen) en het ingangsmateriaal qua fysische en chemische samenstelling (korrelgrootverdeling, droge stof gehalte en verontreinigingsgraad) vergelijkbaar met materiaal uit het scheidingsbekken.

Een beknopte evaluatie van het gehele contract is opgenomen in paragraaf 4.2. De verwerking van uitsluitend de Papegaaiebekspectie in de voorgenoemde periode en de financiële consequenties hiervan worden besproken in de paragrafen na 4.2.

4.2 Financiële besteksevaluatie

Uit de inschrijving van de aannemer zijn de volgende eenheidsprijzen en opslagen af te leiden:

Omschrijving	Eenheid	Prijs (excl. BTW)
Mobilisatie en demobilisatie	per keer	f 180.000,-
Operationeel beschikbaar zijn van de installatie (incl. niet draaien buiten de 'schuld' van de aannemer)	per uur	f 87,50
Verwerken van sediment (scheidingspunten op 40, 63 of 125 µm)	per ton droge stof invoer	f 15,90
Ombouwen naar een ander scheidingspunt (op verzoek van de opdrachtgever)	per keer	f 15.000,-
Eenmalige kosten	eenmalig	f 0,-
Uitvoeringskosten	percentage van subtotaal	3,6%
Algemene kosten	percentage van subtotaal	7,2%
Winst en risico	percentage van subtotaal	5,2%
Totaal bijkomende kosten	percentage van subtotaal	15,9%

Afhankelijk van de daadwerkelijke te verwerken hoeveelheid is de kostprijs per tds ingangsmateriaal vooraf berekend (zie onderstaande tabel). Hierbij zijn de volgende aannames gedaan:

- Contractperiode 2 jaar = 575 werkbare dagen, welke de installatie operationeel beschikbaar is;
- 1x mobilisatie en demobilisatie;
- 10x ombouwen van het scheidingspunt op verzoek van de opdrachtgever;
- Verwerkingscapaciteit van 55 ton droge stof per uur.

Totale tds (invoer) in contractperiode	105.000	127.500	150.000	176.000 **)
Totale kosten	f 2.790.000	f 3.204.000	f 3.618.000	f 4.097.000
Aannemerskosten per tds *)	f 26,57	f 25,13	f 24,12	f 23,28
Analyses per tds	f 1,50	f 1,50	f 1,50	f 1,50
Totale kosten per tds *)	f 28,07	f 26,63	f 25,62	f 24,78

*) Kosten inclusief:

- aanvoer van de specie uit tussenopslag naar invoer bunker van de installatie en afvoer uit de onderloop naar de dagopslag
- bemonstering
- het bepalen van korrelgrootteverdeling, droge stof gehalte en organische stof gehalte

Kosten exclusief:

- BTW
- exploitatiekosten Slufter (grondgebruik, kosten transport naar tussenopslag voor invoer en van dagopslag naar gebruikslocatie voor geproduceerd zand)
- Kosten voor storten restfractie in Slufter
- Opbrengsten van het zand
- Opbrengsten als gevolg van besparing van depotruimte en ontlopen stortheffingen
- Kosten van begeleiding
- Directievoering en incidentele controle op korrelgrootteverdeling, droge stof gehalte en organische stof gehalte

***) Meer dan maximum gegarandeerde hoeveelheid, gebaseerd op: 55 tds/uur * 8 uur/dag * 5 dagen/week * 40 werkweken * 2 jaar

Na evaluatie is gebleken dat in werkelijkheid de verschillende fases de volgende kosten met zich mee brachten *):

fase	omschrijving	tds	Kosten RWS	FL./tds
0-1	mobiele installatie via staat van meerwerk	36.088	f 915.537,-	f 25,37
2-4 PGB 1&2	definitieve installatie	69.937	f 2.068.433,-	f 29,58
nvt	Bodemonderzoek Papegaaiebekdepot	0	f 23.396,-	nvt
B&M	proef met beton & metselzand	9.774	f 216.619,-	f 22,16
Sub-Totaal	Sub-Totaal t/m 06-98 (alle kosten)	115.799	f 3.223.985,-	f 27,84
Sub-Totaal excl. B&M	Sub-Totaal t/m 06-98 exclusief proef B&M en bodemonderzoek PGB	106.025	f 2.983.970,-	f 28,14
PGB 3	Papegaaiebekspectie #)	102.068	f 2.112.973,-	f 20,70
Totaal	Totaal t/m 05-99	218.347	f 5.336.958,-	f 24,44
Totaal excl. B&M	Totaal t/m 05-99 exclusief proef B&M en bodemonderzoek PGB	208.573	f 5.096.943,-	f 24,44

*) bedragen conform centraalpunt

#) voor de hoeveelheid specie boven de 90.000 tds is een separate, lagere verwerkingsprijs per tds afgesproken. In deze prijs is overigens wel rekening gehouden met een compensatie voor het omzetverlies (tot op dat moment).

Ten opzichte van de afgesproken eenheidsprijzen zijn de volgende onderdelen gewijzigd:

- Post eenmalige kosten is hoger uitgevallen vanwege kosten gemoeid met opbouw en ombouw van mobiele naar definitieve installatie;
- Uitvoeren van een milieukundig onderzoek in het depot Papegaaiebek.

De hoogte van de overige posten is niet gewijzigd, alleen de hoeveelheden zijn aangepast.

Uit het bovenstaande blijkt dat de werkelijke betaalde kosten per tds niet veel afwijken van de vooraf berekende kosten per tds op basis van de inschrijving.

4.3 Beschikbaarheid installatie

De (operationele) beschikbaarheid en de daadwerkelijk gedraaide tijden van de scheidingsinstallatie, gedurende de periode 21 september 1998 tot en met 12 mei 1999 (Papegaaiebekspecie II & III), zijn in de onderstaande tabel vergeleken.

Item	Aantal beschikbaar	waarvan gewerkt	Toelichting
Werkweken	34 weken	32 weken	2 weken verlof: kerst & oud/nieuw
Werkdagen (excl. weekends)	168 dagen	146 dagen (=29,2 weken)	verlof: 2 weken kerst & oud/nieuw + 12 vrijdagen
Draaitijd installatie	1752 uur *)	1635 uur	o.a. 7 extra volledige stilligdagen, terwijl de installatie wel operationeel was
Draaitijd invoerband	1752 uur *)	1400 uur	Komt overeen met zandproductietijd
Reparatie en onderhoud	nvt	336 uur	Gedurende 61 van de totaal 146 werkdagen vindt reparatie & onderhoud plaats
Storing	nvt	167 uur	Gedurende 98 van de totaal 146 werkdagen heeft storing plaats gevonden

*) (168 beschikbaar -22 verlof=) 146 dagen * 12 uur/dag

Uit deze gegevens blijkt dat de installatie ruim 93% en de invoerband bijna 80% van de beschikbare tijd gedraaid heeft. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de installatie regelmatig langer dan de 12 uur/dag (uitgangspunt) gedraaid heeft. De langste draaitijd van de installatie op één dag was 15,5 uur (langste draaitijd van de invoerband was 14,25 uur).

Uit de bovenstaande gegevens kunnen de volgende gemiddelden worden afgeleid:

Item	Gemiddeld uur/ potentiële dag	Gemiddeld uur/ gewerkte dag	Toelichting
Draaitijd installatie	9:44	11:12	Inclusief doordraaien tijdens kleine storingen en reparaties
Draaitijd invoerband	8:20	9:35	Komt overeen met zandproductietijd
Reparatie & onderhoud	2:00	2:18	Op dagen dat reparatie en onderhoud plaatsvond, duurde dit gemiddeld 5:30 uur
Storing	1:00	1:09	Op dagen dat er een storing plaatsvond, duurde dit gemiddeld 1:42 uur
Totaal	11:20	13:02	Tijd voor draaitijd invoerband + reparatie & onderhoud + storing

Hieruit blijkt dat de aannemer gemiddelde dagen van 13 uur maakte, op dagen dat de installatie operationeel was.

Aangezien gedurende de genoemde periode 102.068 tds baggerspecie verwerkt is, kan berekend worden dat er tijdens de gewerkte dagen gemiddeld 53,8 tds/uur verwerkt is. Bij geen reparatie, onderhoud en storing verwerkt de installatie gemiddeld 73 tds/uur. Aangezien de aannemer de invoerband had ingesteld op 90 tds/uur blijkt dat de invoercapaciteit veel hoger ingesteld moet worden om de gewenste (werkelijke) capaciteit te halen. Geconstateerd wordt dat de installatie heeft voldaan aan de bestekseis van een minimale verwerkingscapaciteit van 50 tds/draaiuur.

4.4 Eenheidsprijzen i.r.t. kostprijzen

4.4.1 Opbouw van kostprijs

Om te kunnen bepalen wat een reële kostprijs per tds invoer zou zijn voor een verwerkingsinstallatie bij volcontinue bezetting, moet bekeken worden uit welke elementen deze (aannemers)kostprijs zou bestaan. In het geval van een scheidingsinstallatie bij de Slufter wordt van de volgende kostenopbouw uitgegaan:

Type kosten	Kostenelementen	Uitsplitsing / toelichting	
Operationele kosten	Personele kosten	Operator	
		Laborant	
		Shovelbediening (handling op terrein)	
		Vuil-afvoer (incidentele afvoer per vrachtauto)	
		Ijkingskosten (Invoer in vrachtauto meten op ijkbrug)	
		Uitvoerder	
		Gasolie	
		Reparatie en onderhoud	
		Laboratoriumkosten	alleen korrelverdeling, droge stof en organische stof
		Vaste kosten	Afschrijving installatie
(De-)Mobilisatiekosten			
Overhead			
Directiekosten	o.a. Keet & inrichting		

Bij de kostprijsberekening worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Geen kosten voor de stort van de fijne fractie (< 125 µm) en de grove fractie (> 2mm). Deze fracties zijn in de Slufter geborgen;
- Aanvoer van materiaal naar verwerkingsinstallatie is niet meegenomen in kostprijs, wel handling van invoermateriaal op terrein van verwerkingsinstallatie;
- Afvoer van zandproduct naar toepassingslocatie is niet meegenomen in kostprijs, wel de handling van zand op het terrein van de verwerkingsinstallatie (o.a. zandopslag in dagproducties op terrein);
- Het invoermateriaal bestaat uit een steekvast product (behandelbaar met een shovel);
- Kostprijs inclusief de aanleg van een waterdichte funderingsconstructie met opstaande randen en afvoermogelijkheid van regen- en proceswater naar de Slufter via een lozingsput;
- Slechts één keer mobilisatie en demobilisatie;
- Slechts één ingesteld scheidingspunt (geen omschakelingen naar andere scheidingspunten);
- Aannemer controleert proces (o.a. scheidingspunt) via monsternamen en analyse. Analyse ten behoeve van milieu-chemische kwaliteit van producten is niet meegenomen in kostprijsberekening;
- Geen grondkosten meegenomen;
- Geen (eventuele) opbrengsten van het zand meegenomen;
- Kostprijs exclusief winst en risico en BTW.

4.4.2 Personele kosten

Uit de evaluatiegegevens blijkt dat de aanwezige personen gedurende de volgende tijd aanwezig waren:

Personeel	Uren aanwezig	Gemiddeld per gewerkte dag	Toelichting
Operator	1794	12:17	De operator is 158 uur langer aanwezig geweest als dat de installatie gedraaid heeft
Laborant	1003	6:52	Laborant was in het begin vaak 8 uur/dag aanwezig, later (na de helft van de periode) vaak 6 uur/dag
Shovelbestuurder	1653	11:19	Handling van invoer en zandproductie
Vrachtwagenbestuurder t.b.v. ijking	62	0:29	Invoer rijden naar ijkbrug en terug, waarna deze hoeveelheid over de invoerband gewogen werd
Vrachtwagenbestuurder t.b.v. afvoer van grof vuil	306	2:06	Afvoer van grof materiaal naar de Slufter

De aanwezigheidsuren van de uitvoerder zijn niet bijgehouden.

4.4.3 Overige kosten

De volgende kosten en bedragen zijn opgegeven door de aannemer:

Item	Kosten	Toelichting
Gasolie	Fl. 3.000,- per week	Gebruik 6.000 l/week en Fl. 0,50/liter
Directiekosten	Fl. 1.000,- per week	Keet (inrichting en gebruik)
Kostprijs installatie	Fl. 3.757.000,-	Incl. aanleg vloestofdichte vloer
Afschrijving installatie	in 5 jaar bij 6% rente	

4.4.4 Kostprijsberekening

Op basis van bovenstaande kosten zijn de operationele en vaste kosten berekend.

Operationele kosten:

Item	Subitem	Aantal eenheden	Kosten/eenheid	Kosten	Opmerking
Personeel	Operator	1883,2 uur	f 60,-	f 112.991,-	1 operator aanwezig, 5% extra tijd ivm afwisselingen
	Laborant	1003,0 uur	f 65,-	f 65.195,-	1 laborant aanwezig
	Shovelbediening	1736,2 uur	f 110,-	f 190.979,-	1 shovelbediener aanwezig, 5% extra tijd ivm afwisselingen
	Vuil-afvoer	62,0 uur	f 87,50	f 5.425,-	1 vuil-afvoerder aanwezig
	Ijkingstransport	306,0 uur	f 87,50	f 26.775,-	1 transporteur voor vuil aanwezig
	Uitvoerder	384,0 uur	f 100,-	f 38.400,-	1 uitvoerder: 12 uur/week
	Gasolie	192.000 l	f 0,50	f 96.000,-	
	Reparatie en onderhoud	32 weken	2% /jaar	f 46.240,-	2% /jaar van installatiekosten
	Laboratoriumkosten	102.068 tds	f 0,25/tds	f 27.964,-	aanname
Totale operationele kosten:				f 609.969,-	
Operationele kosten per werkweek:				f 20.889,-	29,2 werkweken; gem. 54 tds/uur
Operationele kosten per verwerkte tds:				f 5,98	102.068 tds verwerkt

Vaste kosten:

Subitem	Aantal eenheden	Kosten/ eenheid	Kosten	Opmerking
Afschrijving installatie	34 weken	f 751.400,- per jaar	f 491.300,-	
Rentekosten installatie	34 weken	f 225.420,- per jaar	f 147.390,-	6% rente
(De-)Mobilisatiekosten	1 keer	f 180.000,- per keer	f 180.000,-	incl. aanleg vloeistofdichte vloer
Overhead	34 weken	f 2.000,- per week	f 68.000,-	
Directiekosten	34 weken	f 1.000,- per week	f 34.000,-	
Totale vaste kosten:			f 920.690,-	
Vaste kosten per week:			f 27.079,-	34 weken
Vast kosten per week excl. (de-)mobilisatie:			f 21.785,-	
Vaste kosten per verwerkte tds:			f 9,02	102.068 tds verwerkt
Vaste kosten per verwerkte tds excl. (de-)mobilisatie:			f 7,26	102.068 tds verwerkt

Samengevat kan gesteld worden dat op basis van bovenstaande gegevens de totale kostprijs voor verwerking f 15,-/tds (exclusief winst, risico en BTW) bedraagt. Dit bedrag ligt aanmerkelijk lager dan de vooraf berekende kostprijs (paragraaf 4.2). Dit verschil is te verklaren door het feit dat de aannemer er vooraf vanuit gegaan is dat de installatie niet volcontinue zou draaien. Deze aanname is ook reëel gebleken.

4.4.5 Kostprijs bij toekomstig gebruik

Uit de evaluatie blijkt dat vanuit het scheidingsbekken waarschijnlijk niet voldoende aanbod voorhanden is om een scheidingsinstallatie met een capaciteit > 50 tds/uur volcontinue te laten draaien. Gezien de hoge vaste kosten wordt de totale verwerkingsprijs in dat geval te hoog. Een alternatief is dan om de potentieel te verwerken grond uit het sedimentatiebekken tijdelijk op te slaan en per batch te verwerken via een mobiele mechanische scheidingsinstallatie. Hiervoor kunnen de aanwezige vloeistofdichte vloer en beschikbare vergunning voor mechanische verwerking gebruikt worden. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de beheerders van de Slufter al anticiperen op een hoger aanbod vanwege de voorgenomen bouw van een nieuw sedimentatiebekken, waardoor volcontinue hydraulisch zand gescheiden kan gaan worden.

Met de gegevens uit de evaluatie is het mogelijk om de kostprijs (afhankelijk van de batchgrootte) voor een mobiele installatie te berekenen. Hierbij is uitgegaan van de volgende gegevens:

- Informatie uit bovenstaande evaluatie;
- Mobiele installatie die qua uitrusting gelijk is aan huidige 'vaste' installatie;
- (De-)mobilisatiekosten van f 150.000,- (vloeistofdichte vloer is reeds aanwezig);
- Vergunning laat mobiele installatie toe
- Eén week installatie inregelen na mobilisatie (wel operationele kosten, geen verwerkte tds)
- In één jaar worden 45 weken gedurende 13 uur/dag gewerkt met een gemiddelde verwerkingscapaciteit van 53,7 tds/uur.

Deze uitgangspunten leiden tot de volgende kostprijzen voor een mobiele installatie:

Batchgrootte (tds)	25000	50000	75000	100000	125000	150000
noodzakelijke uren	465,5	931,1	1396,6	1862,2	2327,7	2793,3
werkdagen nodig	35,8	71,6	107,4	143,2	179,1	214,9
werkweken nodig	7,2	14,3	21,5	28,6	35,8	43,0
totale weken nodig	8,3	16,6	24,8	33,1	41,4	49,7
(De-)mobilisatie	f 150.000,-	f 150.000,-	f 150.000,-	f 150.000,-	f 150.000,-	f 150.000,-
Inregelen	f 20.889,-	f 20.889,-	f 20.889,-	f 20.889,-	f 20.889,-	f 20.889,-
Operationele kosten	f 149.613,-	f 299.226,-	f 448.840,-	f 598.453,-	f 748.066,-	f 897.679,-
Vaste kosten	f 180.302,-	f 360.604,-	f 540.906,-	f 721.208,-	f 901.510,-	f 1.081.813,-
Totaal	f 500.804,-	f 830.720,-	f 1.160.635,-	f 1.490.550,-	f 1.820.466,-	f 2.150.381,-
Totaal per tds	f 20,03	f 16,61	f 15,48	*) f 14,91	f 14,56	f 14,34

*) Het verschil in kostprijs tussen deze tabel en het bedrag uit paragraaf 4.4.4 (f 15,-/tds bij 102.068 tds verwerkt) is te verklaren door de inregelweek, de lagere demob-kosten en het verschil in werkweken. In de werkelijke evaluatie heeft de installatie 2 weken stil gestaan in 34 weken, in bovenstaande tabel staat de installatie gedurende 33,1 weken 4,5 weken stil.

Deze prijzen zijn om te rekenen naar prijzen per m³ specie, zoals die uit het sedimentatiebekken komen en zijn afhankelijk van het aantal tds/m³ (en dus met name van het zandgehalte) en de batchgrootte.

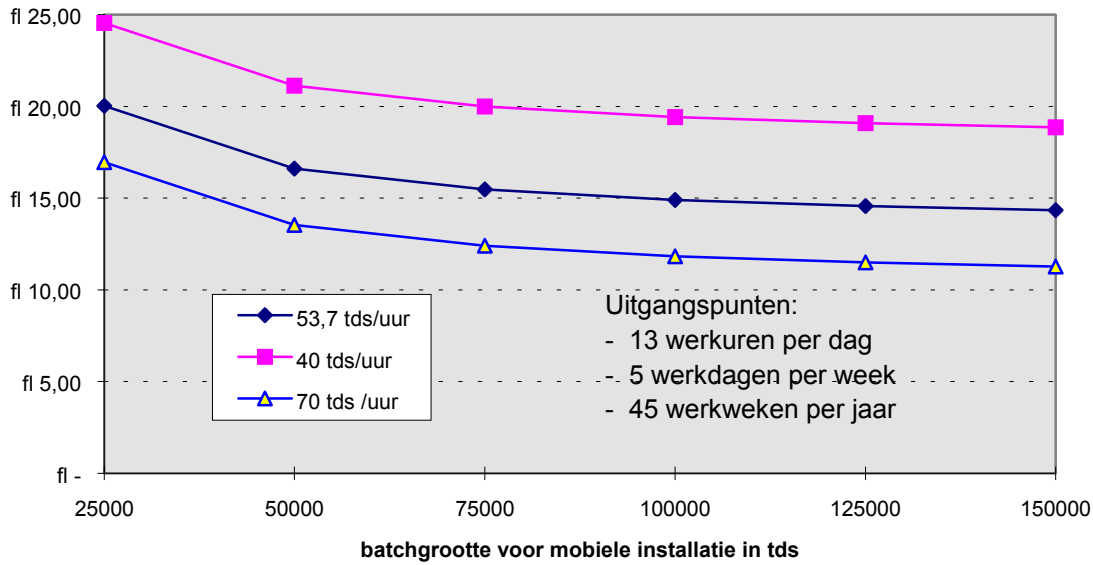
Soort specie	met zand% van	heeft dichtheid in depot	waarvan tds/m ³	en ton water/m ³	verwerkingsprijs per m ³ bij batchgrootte van:	
					25.000 tds	100.000 tds
1 m ³ <u>zandrijke</u> specie uit het sedimentatiebekken	74	1,81	1,34	0,47	f 15,-/m³	f 11,-/m³
1 m ³ <u>matig zandrijke</u> specie uit het sedimentatiebekken	63	1,59	1,00	0,59	f 20,-/m³	f 15,-/m³
1 m ³ <u>slibrijke</u> specie uit het sedimentatiebekken	39	1,27	0,50	0,78	f 40,-/m³	f 30,-/m³

Uit de evaluatie blijkt dat de periodieke inzet van een mobiele installatie effectiever (en goedkoper) is dan de permanente aanwezigheid van een (definitieve) scheidingsinstallatie, aangezien de aanvoer van specie uit het sedimentatiebekken niet volcontinuë gegarandeerd kan worden. Het is dus aan te bevelen om bij een grootschalig depot een voorziening te hebben voor een mobiele installatie (vloestofdichte vloer en riolering), inclusief de hiervoor benodigde vergunningen.

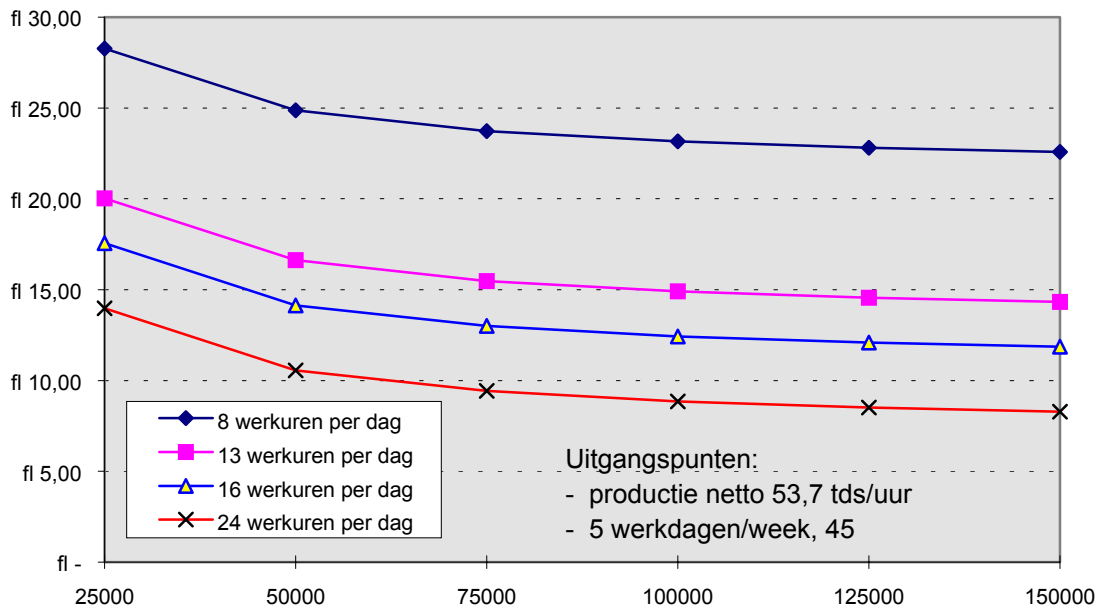
4.4.6 Gevoeligheidsanalyse

De in paragraaf 4.4.5 genoemde kostprijzen bedragen voor een mobiele scheidingsinstallatie bij toekomstig gebruik zijn geheel toegesneden op de 'Slufter'-situatie. Met name de hoeveelheid te werken uren per dag, de verwerkingscapaciteit en de vaste kosten hebben een grote invloed op de uiteindelijke prijs. In onderstaande figuren is de gevoeligheid voor de parameters inzichtelijk gemaakt.

Kostprijs per tds bij variërende producties



Kostprijs per tds bij variërende werkuren per dag



Uit bovenstaande figuren blijkt dat de uiteindelijke kostprijs, naast de batchgrootte voor de mobiele installatie, in belangrijke mate afhangt van productie en draaitijden.

Bovendien hangt de uiteindelijke verkoopprijs (= aanneemsom) van een aannemer in belangrijke mate af van hoe hij omgaat met de vaste kosten voor de installatie (die zwaar doorwegen in de totale kosten). Hij zal moeten inschatten in hoeverre hij een mobiele installatie nog op andere werken kan inzetten (veel of weinig aanbod?). Bovendien is relevant of de installatie is samengesteld uit al bestaande en/of al (deels) afgeschreven onderdelen. Is dat het geval, dan zal de aanneemsom lager zijn en dus de totale verkoopprijs lager liggen. Risico's voor reparatie, onderhoud en storing zijn verdisconteerd in deze kostprijs, eventuele andere risico's niet.

5. Conclusies en aanbevelingen

Uit de voorgaande evaluatie en analyse worden conclusies en aanbevelingen getrokken op twee niveau's:

- Specifieke conclusies en aanbevelingen ten aanzien van de 'Sluftersituatie' voor (mogelijke) nieuwe contracten op het gebied van zandscheiding;
- Meer algemene conclusies en aanbevelingen ten behoeve van zandscheidingsproces in relatie tot uitvoering en contractvorming.

5.1 Conclusies

Conclusies specifiek t.a.v. Sluftersituatie

- Het verkrijgen van alle benodigde vergunningen en beschikkingen heeft, ondanks (bestuurlijk) committent op alle niveau's, relatief veel tijd gekost (een aantal jaar).
- De aanbodgarantie over het gehele contract is gehaald. Dit was echter alleen maar mogelijk omdat er een hoeveelheid zandige baggerspecie aangevoerd en verwerkt is vanuit het Papegaaiebekdepot.
- Alleen vanuit de sedimentatiebekkens is slechts een aanvoer gerealiseerd van 2.000-3.000 tds/maand oftewel 25.000-35.000 tds/jaar, terwijl bij volcontinue draaien van de installatie een productie van 12.000-13.000 tds/maand gehaald wordt.
- Circa 70% van het aangevoerde sediment had een mineraal bestanddeel dat groter was dan 63 μm (gemiddelde korrelgrootte bedroeg 167 μm).
- Het is reëel is om te veronderstellen dat in de toekomst een hoger aanbod aan zandige specie naar het sedimentatiebekken (en dus in potentie naar een mechanische scheidingsinstallatie) geleid kan worden. Deze veronderstelling is echter met name afhankelijk van de volgende ontwikkelingen:
 - Selectie criterium voor aanbod zandige specie door beheerder Slufter (50% > 63 μm);
 - Aard van toekomstige baggerlocaties en uitvoering van grote werken;
 - Werking en effectiviteit van de methode om (naast metingen in-situ) ook tijdens de bedrijfsvoering zandige specie te detecteren.

Of daadwerkelijk meer materiaal naar de mechanische zandscheidingsinstallatie geleid zal worden hangt af van verdergaande optimalisatie van het sedimentatiebekkenproces. Door deze optimalisatie is het ook nog mogelijk dat juist minder materiaal beschikbaar komt voor de mechanische zandscheidingsinstallatie.

- De fysische scheidingseisen uit het bestek zijn gehaald, behalve bij de eerste 2 afgekeurde dagproducties (tijdens inregelen van de installatie).
- Bij ingestelde scheidingspunten op 40, 63 en 125 μm nam de D50 van invoer naar geproduceerd zand toe met gemiddeld 45%.
- In totaal is ruim 218.000 ton droge stof (tds) verwerkt, wat geleid heeft tot ruim 142.000 tds 'Categorie I Bouwstof' zand (65% hergebruik op basis van gewicht).
- Er is totaal 149.500 m³ zand geproduceerd, welke hergebruikt is in 2 verschillende werken.
- Het verwerken van ruim 218.000 tds baggerspecie heeft plaatsgevonden in 3 jaar en 2 maanden (waarvan de installatie in de praktijk op slechts 42% van de werkbare dagen baggerspecie verwerkt heeft), wat ruim f 5 miljoen (ruim f 24,-/tds) heeft gekost (excl. BTW).
- De installatie heeft tijdens de periode dat volcontinue specie uit het Papegaaiebekdepot is verwerkt, een gemiddelde capaciteit van 53,7 tds/uur gehaald (12.000-13.000 tds/maand). Gemiddeld werden werkdagen van 13 uur gemaakt, waarvan gemiddeld 9,5 uur baggerspecie verwerkt werd.
- De totale kostprijs voor verwerken van zand uit het sedimentatiebekken **bij volcontinue draaien** met de beschikbare installatie is f 15,-/tds (excl. BTW).

Algemene (landelijke) conclusies

- Ten aanzien van het bepalen van de fysische parameters is zeer veel discussie geweest met de aannemer. Grote verschillen tussen analyses van de aannemer en onafhankelijke milieulaboratoria gaven (grote) verschillen aan, hoewel beide partijen werkten conform NEN-richtlijnen. Eén van de oorzaken is het feit dat bij de uitvoering van de korrelgrootteverdelingen Boskalis veel meer aandacht en tijd steekt in een nauwkeurige totstandkoming van deze verdeling. Per monster wordt veel meer tijd genomen voor voorbereiding en uitvoering van de analyse dan bij de laboratoria.

Naast deze oorzaak bleek dat er ook grote spreiding bestaat tussen de korrelgrootteverdelingsresultaten bij verschillende laboratoria. Oorzaken hiervan zijn met name de heterogeniteit van het invoermateriaal (en het feit dat bij laboratoria slechts 40 gram per monster in behandeling wordt genomen), afhankelijkheid van personen, verschil in voorbehandeling (methode voor verwijdering van organische stof en calciet en duur van desintegratie) en de uiteindelijke analysemethode. Dit alles heeft het eenduidig vaststellen van de fysische parameters en dus het controleren van de bestekseisen op basis van fysische parameters, bemoeilijkt.

- Op basis van opgave en de registratie van uren en werkzaamheden uit de periode dat volcontinue Papegaaiebekspecie is verwerkt zijn de operationele en vaste kosten per week bij volcontinue aanbod berekend. De operationele bedragen f 21.000,- per week dat daadwerkelijk zand verwerkt wordt en de vaste kosten (excl. (de-)mobilisatie) bedragen f 22.000,- per week dat de installatie beschikbaar is (alles excl. BTW).
- De kostprijs voor mechanische zandscheiding door een mobiele installatie bij continue aanbod en optimaal bezette installatie is afhankelijk van de batchgrootte (aanbod). De verwerkingskostprijs (excl. BTW) bedraagt circa f 20,-/tds bij een batchgrootte van 25.000 tds en f 14,50/tds bij een batchgrootte van 150.000 tds bij de 'Slufter'-configuratie, -productie en -draaitijden.
- De uiteindelijke kostprijs, naast de batchgrootte voor de mobiele installatie, is in belangrijke mate afhankelijk van productie, draaitijden en hoe omgegaan wordt met de 'vaste kosten';
- De kostprijs verwerken met mobiele installatie per m³, zoals deze uit het sedimentatiebekken komt, is met name afhankelijk van het zandgehalte en wederom de batchgrootte. In het geval van de "Slufter"-configuratie (voor uitgangspunten hiervan zie paragraaf 4.4.1 en 4.4.3) is deze:

Soort specie uit sedimentatiebekken	met zand% van	tds/m ³	verwerkingsprijs per m ³ bij batchgrootte van:	
			25.000 tds	100.000 tds
1 m ³ zandrijke specie	74	1,34	f 15,-/m ³	f 11,-/m ³
1 m ³ matig zandrijke specie	63	1,00	f 20,-/m ³	f 15,-/m ³
1 m ³ slibrijke specie	39	0,50	f 40,-/m ³	f 30,-/m ³

5.2 Aanbevelingen

Specifiek t.a.v. Sluftersituatie

- Het aanbod in de mechanische zandscheiding hangt af van de hoeveelheid zandige specie die in het sedimentatiebekken wordt ingevoerd. Derhalve wordt het aanbevolen de methoden, die tijdens de bedrijfsvoering (pompproces) zandige specie kunnen detecteren dan wel specie globaal kunnen scheiden in zand en slib in gebruik te nemen danwel verder te optimaliseren. Op deze wijze wordt het potentiële aanbod voor het sedimentatiebekken (en dus ook de mechanische zandscheiding) vergroot.
- Een integrale aanpak van hydraulische (via sedimentatiebekkens) en mechanische zandscheiding (via installatie) én stort is gewenst. Door deze processen als één geheel te zien vindt geen suboptimalisatie plaats, maar kan gewerkt worden aan verdergaande efficiëntiewinst voor het gehele zandscheidings- en bergingsproces. Dit kan leiden (ondanks een groter aanbod voor de sedimentatiebekkens) tot een lager aanbod voor de mechanische zandscheidingsinstallatie. Overwegingen ten aanzien van investeringen moeten dan ook voortkomen uit een dergelijke integrale studie. Deze onderhavige evaluatie gaat uitsluitend in op de mechanische zandscheiding en niet op de interactie tussen sedimentatiebekken, mechanische zandscheiding en storten. Derhalve valt de integrale afweging buiten deze onderhavige evaluatie, maar verdient wel de nodige aandacht.

Algemeen (landelijk)

- Het is zinvol om bij de (oprichtings)vergunning van een grootschalig depot meteen een vergunning aan te vragen voor
 - verwerking (zowel permanente sedimentatiebekkens als mechanische zandscheiding via mobiele installaties);
 - tijdelijke opslag van niet-herbruikbaar zandig materiaal uit sedimentatiebekkens, zodat verwerking via mobiele mechanische installaties per batch mogelijk is.

Via allerlei projecten is inmiddels voldoende informatie bekend om deze vergunningsaanvragen al bij voorbaat en met voldoende detail te kunnen doen.

- Eén bepaalde algemene methode voor het stellen van producteisen met betrekking tot mechanische zandscheiding kan niet worden aanbevolen. Aangezien aan zowel fysische als chemische eisen voor- en nadelen kleven, hangt de keuze af van locale en specie-specifiek eigenschappen. Wel wordt verwacht dat voorlopig chemische eisen in de meeste gevallen het beste zullen voldoen. Maar als in de toekomst eenduidige bepaling van fysische parameters zal verbeteren, zal dit waarschijnlijk veranderen in de richting van fysische eisen.
- Bij het stellen van eisen aan het product moet altijd de gehele keten 'zandscheiden-storten' geoptimaliseerd worden.
- Voor de Sluftersituatie is geconstateerd dat het aanbod aan zandige specie uit het sedimentatiebekken niet groot genoeg is voor het volcontinue in gebruik hebben van een mechanische scheidingsinstallatie. Gezien de omvang en aanvoer in de Slufter mag op basis hiervan geconstateerd worden dat het nergens in Nederland rendabel is om volcontinu een mechanische scheidingsinstallatie in gebruik te hebben, die uitsluitend aanvoer krijgt vanuit één of meer sedimentatiebekkens.

Literatuur

- [1] Beleidsstandpunt "Verwijdering Baggerspecie", Tweede Kamer, vergaderjaar 1993-1994, 23.450 nr.1
- [2] Evaluatie praktijkproef zand uit baggerspecie op de Slufter 1993-1998, Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam, in opdracht van GHR & RWS/ZH, oktober 1999
- [3] Demonstratieproject Mechanische Zandscheidingsinstallatie Slufter, Eindevaluatie, Ingenieursbureau J. van 't Hoff, in opdracht van GHR & RWS/ZH, februari 2000
- [4] Methods to determine the volume of sand in dredged material; representative and quick characterisation methods used in practice, I.K. Deibel, J. Kreeft, J.W. Zwakhals (GHR), Proceedings CATS 4 pag. 533-539, september 1999
- [5] Milieueffectrapport Herziening acceptatiecriteria en het scheiden van zand in depot de Slufter, Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam in opdracht van GHR & RWS DZH, december 1998
- [6] Zandscheiding baggerspecie met schilklep, GHR, AKWA-Nieuwsbrief nr. 7, november 1999
- [7] Beleid ten aanzien van hergebruik van secundaire grondstoffen; Interprovinciaal Overleg (IPO); 1994