

g.3-16g(z)

Zandscheiding van Baggerspecie

Stand van zaken

Rapport DWW-2002-056



Colofon

Contactpersoon:	R. Ringeling (DWW)
Opgesteld door:	R. Ringeling (DWW) T. Bolleboom (DWW) R. v. Etten (DWW) W. Polderman (DWW)
Illustraties:	AKWA Beeldleveranciers, Amsterdam
Bestellingen:	M.A. Schomaker-van Rijsbergen (DWW) tel. 015-2518308
Versie:	1, d.d. juni 2002
Rapportnr.:	DWW-2002-056

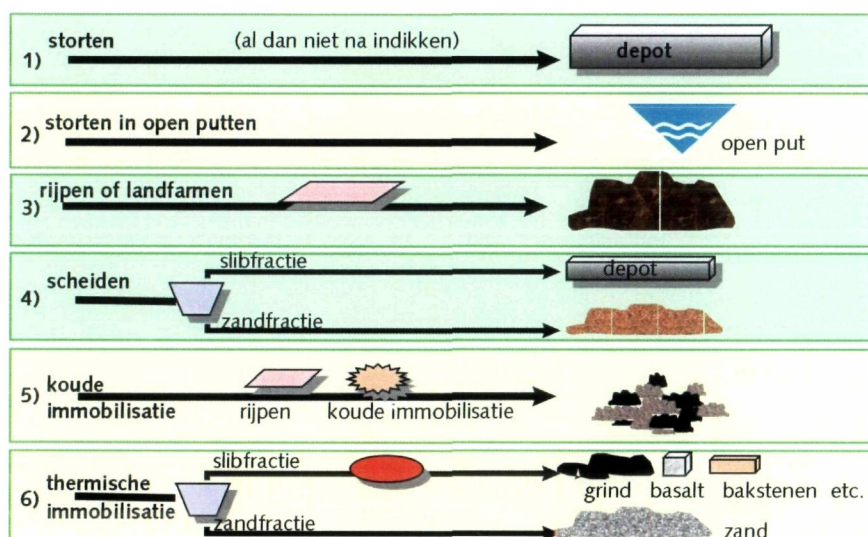
Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	5
2 Scheidingstechnieken	7
2.1 Sedimentatiebekken	7
2.2 Scheidingsinstallatie	8
3 Randvoorwaarden zandscheiding	9
3.1 Technische randvoorwaarden	9
3.2 Afzet product uit zandscheiding	11
4 Conclusies	13
Bronvermeldingen	15
Bijlagen	17

1 Inleiding

Nederland en water zijn sinds mensenheugenis onlosmakelijk met elkaar verbonden. Onze watersystemen vervullen uiteenlopende functies. Naast de aan- en afvoer van water valt te denken aan scheepvaart, visserij, recreatie en ecologische functies. Om deze functies te kunnen handhaven is regulier onderhoud noodzakelijk. Een slechte waterbodemkwaliteit kan problemen veroorzaken bij het instandhouden van de bovengenoemde functies. Jaarlijks komt door regulier onderhoud en saneringswerkzaamheden, om de kwaliteit van het watersysteem te verbeteren, circa 25 tot 30 miljoen m³ baggerspecie vrij. Het merendeel hiervan (schoon en licht verontreinigd) kan worden verspreid op land en in oppervlaktewater. De schatting is dat deze verspreiding op dit moment niet mogelijk is voor ongeveer 3-5 miljoen m³, veelal om milieuhygiënische reden.

Figuur 1 geeft een overzicht van de behandelopties voor niet verspreidbare specie. Het grootste deel van deze specie wordt op dit moment nog gestort. Van de overige behandelopties wordt zandscheiding momenteel het meest toegepast.



Figuur 1: Behandelopties baggerspecie

In dit document worden de randvoorwaarden en mogelijkheden voor het toepassen van zandscheiding in algemene zin beschreven. Voor een verdere uitdieping van dit onderwerp wordt verwezen naar de onderliggende documenten, zoals opgenomen in de bronvermelding.

Bij zandscheiding worden de grotere zanddeeltjes van de kleinere slibdeeltjes gescheiden. De specie wordt grofweg gesplitst in twee deelstromen: een zandfractie en een slibfractie. De zandfractie kan als bouwstof conform het Bouwstoffenbesluit worden toegepast. De verontreinigingen concentreren zich in de fijne (niet te hergebruiken) slibfractie, die grotendeels (afhankelijk van de techniek) wordt afgescheiden.

2 Scheidingstechnieken

Voor het scheiden van zand uit baggerspecie kunnen gebruikt worden:

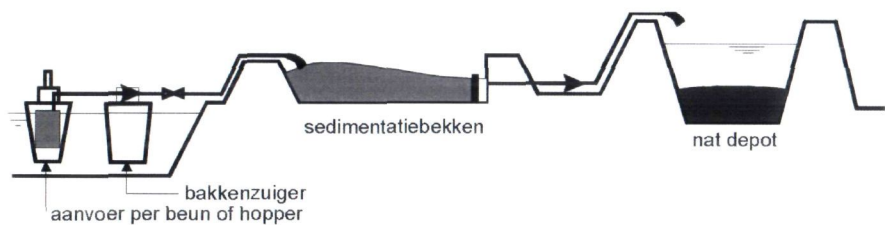
- sedimentatiebekkens
- mechanische scheidingsinstallaties
- een combinatie van beide

2.1 Sedimentatiebekkens

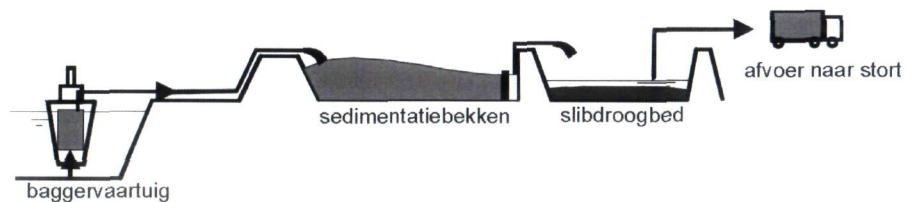


sedimentatiebekken

Een sedimentatiebekken bestaat uit een langwerpig ondiep depot dat onder een lichte helling wordt aangelegd. De te verwerken baggerspecie wordt aan de hoge zijde als een verdunde slurry (± 15 vol%) het depot ingespoten. Door het verhang van het depot stroomt de slurry door het depot. Hierbij sedimenteren in stroomafwaartse richting steeds fijnere deeltjes. Het overtollige water stroomt samen met de fijnste fractie naar een aangrenzend nat depot of bezinkbekken c.q. droogbed. Sedimentatiebekkens worden zowel bij grote natte depots (depotgebonden) als bij tijdelijke werken (projectgebonden) aangelegd. In figuur 2 is schematisch een depotgebonden sedimentatiebekken weergegeven. Voorbeelden hiervan zijn te vinden bij de Slufter en het depot IJsseloog. In figuur 3 is schematische weergave te zien van een projectgebonden sedimentatiebekken. Voorbeelden hiervan zijn de bekken aangelegd voor de sanering van Midden Regge en Bornse beek (waterschap Regge en Dinkel) en bekken aangelegd bij de sanering van de oude IJssel (waterschap Rijn en IJssel).



Figuur 2: depotgebonden sedimentatiebekken



Figuur 3: Projectgebonden sedimentatiebekken

Kosten

De kosten voor zandscheiden bij een depotgebonden toepassing, zijn ongeveer € 4,50 per in situ m^3 baggerspecie (exclusief storkosten residu). Dit is afhankelijk van de doorzet. De kosten voor scheiding kunnen bij vergelijkbare projectgebonden bekken een factor vijf hoger zijn dan bij de depotgebonden bekken, aangezien normaliter de doorzet bij projectgebonden bekken vele malen kleiner is en er een ontwateringstap plaatsvindt van het residu [1, 2].

2.2 Scheidingsinstallatie

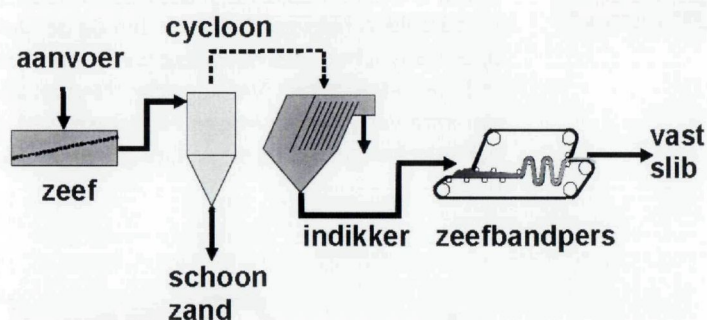


mechanische zandscheiding

In een scheidingsinstallatie wordt de grove fractie (veelal $> 2 \text{ mm}$) eerst afgezeefd. Vervolgens wordt de specie gecycloneerd op een scheidingspunt van ongeveer $60 \mu\text{m}$. De grove fractie (onderloop van de cycloon) wordt gevormd door herbruikbaar zand. Het is mogelijk deze fractie na te behandelen. Deze nabehandeling kan plaatsvinden op grond van:

- het verschil in dichtheid (extra cyclonagestep, een opstroomkolom, kolenspiraal);
- het verschil in oppervlakte-eigenschappen tussen deeltjes en verontreiniging (flotatie);
- het verschil in magnetische eigenschappen (magneetscheiding).

De slibfractie en het organische stof verlaten de cycloon via de bovenloop. Deze (sterk) verontreinigde fractie zal gestort moeten worden. Net als bij een sedimentatiebekken kan een scheidingsinstallatie gekoppeld zijn aan een nat depot. Hierbij wordt het residu rechtstreeks in het depot gebracht. Voorbeeld hiervan is de scheidingsinstallatie van Orti Zeeland bij het depot Dekkerspolder.



Figuur 4: Mechanische scheidingsinstallatie (met zeefbandpers)

Een andere mogelijkheid is het ontwateren en afvoeren van de slibfractie. Dit kan, net als bij projectgebonden sedimentatiebekkens, in een slibdroogbed of via een indikker. Dit laatste kan eventueel gecombineerd worden met een zeefbandpers. In figuur 4 is een scheidingsinstallatie schematisch weergegeven.

Kosten

De kosten voor scheiding in een depotgebonden scheidingsinstallatie bedragen zo'n € 7,- tot € 9,- per in situ m^3 baggerspecie (exclusief stortkosten residu en opslag). Dit afhankelijk van de doorzet. Deze kosten kunnen 1,5 tot 2 keer zo hoog worden als het residu mechanisch wordt ontwaterd. Dit afhankelijk van het zandpercentage van het ingangsmateriaal [3, 4].

3 Randvoorwaarden zandscheiding

3.1 Technische randvoorwaarden

De technische randvoorwaarden voor zandscheiding zijn gerelateerd aan twee doelstellingen. Enerzijds het produceren van herbruikbaar materiaal, anderzijds besparing op het benodigde depotvolume.

Herbruikbaar zand

Uitgangspunt bij zandscheiding is dat de verontreinigingen zijn gebonden aan de slibdeeltjes en de organische stof. Door het scheiden van baggerspecie in een zand- en een slibfractie, ontstaat dus een (sterk) verontreinigde residufractie en een relatief schone, herbruikbare (zand) fractie. Het doel van de scheiding is een herbruikbare fractie over te houden. Hierin is zoveel mogelijk van het oorspronkelijke zand terechtgekomen en zo min mogelijk van het slib. Het resultaat van de scheiding kan worden weergegeven met de begrippen "scheidingsrendement" (recovery) en "zandpercentage van het product" (grade).

Het scheidingsrendement kan worden gedefinieerd als:

$$\frac{\text{massa } 63 - 2000 \mu\text{m in herbruikbare deel}}{\text{massa } 63 - 2000 \mu\text{m in ingangsmateriaal}} \times 100\%$$

Het zandpercentage van het product kan worden gedefinieerd als:

$$\frac{\text{massa } 63 - 2000 \mu\text{m in herbruikbare deel}}{\text{massa drogestof in herbruikbare deel}} \times 100\%$$

Bij een scheidingsinstallatie ligt het scheidingsrendement en het zandpercentage voor zeer zandige specie (meer dan 70% d.s. zand) boven de 90% [4, 5]. De verwachting is dat voor matig zandige specie (tussen 50 en 70% d.s. zand) aanvullende maatregelen nodig zijn om dezelfde resultaten te behalen. Zo'n aanvullende maatregel is bijvoorbeeld een extra scheidingsstap.

Over het scheidingsrendement en het te behalen zandpercentage bij sedimentatiebekkens is veel minder bekend. Deels doordat bij scheiding in een sedimentatiebekken meestal onvoldoende bekend is over het ingangsmateriaal (percentage zand, hoeveelheid tds).

In een rapportage van de Slufter wordt gesproken over een scheidingsrendement van ongeveer 60% [2]. Dit rendement heeft betrekking op zeer zandige specie. Met het scheiden van matig zandige specie in een sedimentatiebekken is tot nog toe weinig ervaring opgedaan.

In sommige gevallen kan het voorkomen dat door hoge gehalten aan bijvoorbeeld minerale olie of PAK (klasse 4+) het afgescheiden zand niet voldoet aan de normen van het Bouwstoffenbesluit. In deze gevallen is een extra scheidingsstap (bijvoorbeeld flotatie in het geval van PAK en minerale olie) noodzakelijk om tot een herbruikbaar product te komen. Omdat het hier slechts om incidentele partijen gaat, ligt het voor de hand deze partijen door bestaande grondreinigingsinstallaties te laten verwerken.



Inspeitsmond bekken IJsseloog

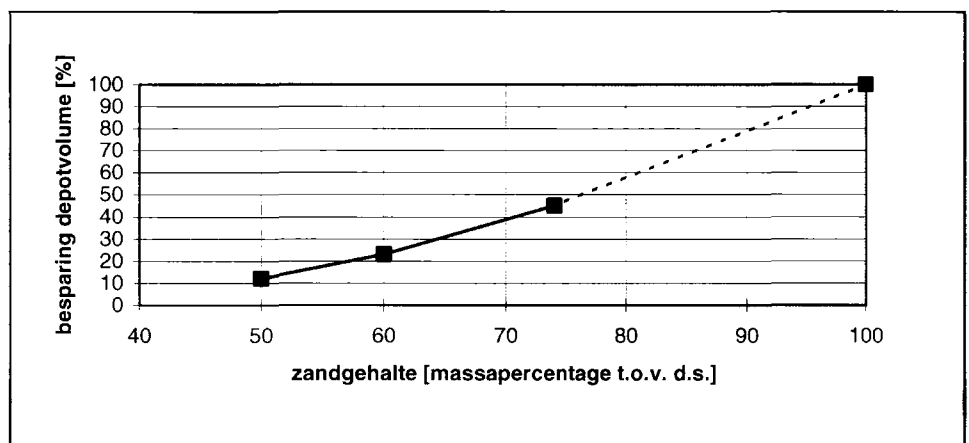
Door fysische verontreinigingen vormt baggerspecie uit stedelijk gebied een probleem voor het scheiden in een sedimentatiebekken [6]. Deze fysische verontreinigingen, als potscherven, spijkers en bakstenen zorgen dat het materiaal dat in het bekken achterblijft civieltechnisch gezien niet toepasbaar is.

Besparing depotvolume

Bij zandscheiding wordt (een deel van) het zand aan de speciemaassa onttrokken. Wanneer men de afgescheiden residufractie laat indrogen en vervolgens droogstort wordt een substantiële depotvolumebesparing bereikt t.o.v. ongescheiden storten. Wanneer (zoals nu in de meeste gevallen) de afgescheiden fractie rechtstreeks in een nat depot wordt gestort, is de volume besparing veel minder. Dit komt doordat door zandonttrekking de consolidatie-eigenschappen verslechteren en het residu hierdoor een minder compacte vorm aanneemt [7]. Hoeveel volumebesparing bij nat storten mogelijk is, hangt vooral af van het zandpercentage van zowel residu, als ongescheiden specie.

Bij cyclonage wordt meer zand uit de specie onttrokken dan bij sedimentatiebekkens. Toch blijkt uit onderzoek [8] dat de besparing aan depotvolume in een nat depot in beide gevallen nagenoeg gelijk is.

In figuur 5 is de depotvolume-besparing uitgezet tegen het oorspronkelijke percentage zand in de specie. De grafiek toont dat de volumebesparing bij zandscheiden van specie met 60% zand, ongeveer 25% bedraagt. Bij een ingangsmateriaal met 50% d.s. zand neemt deze besparing af tot ongeveer 10%. [9]



Figuur 5: Besparing depotvolume

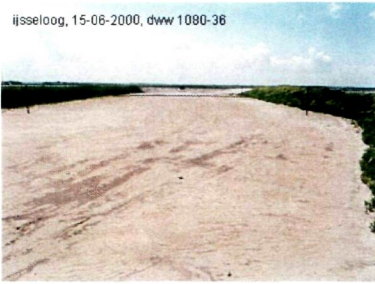
Bij een projectgebonden sedimentatiebekken wordt het residu in slibbassins ontwaterd. Het ontwaterde residu wordt gestort in een droog of nat depot. Het effect van het inbrengen van een ingedikte of ontwaterde residufractie op het in te nemen depotvolume in een nat depot is onbekend.

Het beschikbare oppervlak voor het aanleggen van slibbassins (ontwateringsbekkens) is van grote invloed op het minimum zandpercentage van de ingaande specie.

Bij specie met ongeveer 70% zand is bij een doorzet van 50.000 m³/jaar een oppervlakte van ongeveer 5 ha. nodig voor de ontwatering van de slibfractie [1, 10]. Het benodigde oppervlak neemt sterk toe bij afnemende zandpercentages van de invoer.

3.2 Afzet product uit zandscheiding

ijsseloog, 15-06-2000, dww 1090-36



herbruikbaar zand

Zand uit baggerspecie voldoet over het algemeen aan de civieltechnische en milieuhygiënische eisen voor toepassing in de *ophoogzand*-markt [11]. In Nederland is jaarlijks zo'n 50 miljoen m³ ophoogzand nodig voor realisatie van ophogingen en aanvullingen. Het overgrote deel (circa 80%) van het ophoogzand wordt gebruikt in de wegenbouw en bij het ophogen van bouwterreinen. Het overige deel wordt vooral toegepast in waterbouwkundige werken [12].

Momenteel is voor ophoogzand voldoende kwantitatieve opnamecapaciteit in de markt voor aangeboden secundaire grondstoffen. De bijdrage van de transportkosten in de kosten van ophoogzand is hoog. Vandaar dat ophoogzand meestal niet over grote afstanden wordt vervoerd. Dit zorgt in de praktijk voor een regionale markt, waarbij zand wordt betrokken uit ontgroningen in de regio.

De vergunningverlening vindt plaats op rijks- en provinciaal niveau.

Het varieert sterk per provincie hoe wordt voorzien in de vraag naar ophoogzand. De belangrijkste oorzaak hiervoor zijn de lokale geografische omstandigheden. De provincies in het noordoosten worden vooral voorzien vanuit centrale ophoogzandwinningen. Provincies langs de kust zijn gedeeltelijk of geheel afhankelijk van zand uit de Noordzee. De winning in de Waddenzee is afgebouwd en de winning in de Westerschelde staat ter discussie. Andere provincies streven naar enkel secundaire winningen. Ook zijn er provincies die bijna geheel in hun behoefte worden voorzien door ophoogzandwinning als bijproduct bij industriezandwinningen. Het aanbod van ophoogzand is hierbij min of meer afhankelijk van het tempo waarbij het vrij komt bij de winning van beton- en metselzand. Dit veroorzaakt bijvoorbeeld dat in Gelderland niet gestuurd kan worden op het aanbod aan ophoogzand. Gelderland importeert dan ook ophoogzand vanuit Noord-Brabant en exporteert dit naar het westen van het land.

Voor de afzet van zand uit baggerspecie, als vervanging van ophoogzand kunnen de volgende opmerkingen gemaakt worden:

- Ophoogzand is in ruime mate aanwezig in Nederland. Afzet van zand uit baggerspecie is alleen haalbaar als het financieel (en logistiek) aantrekkelijk is. Certificering zou een stimulans kunnen zijn [13].
- In West-Nederland zal zand uit baggerspecie concurreren met zeezand.
- In Zuid- en Oost-Nederland is vrij veel aanbod van ophoogzand uit secundaire ontgroningen. Dit kan een prijsdrukkend effect hebben.
- In Noord-Nederland zal zand uit baggerspecie concurreren met lokale winning van ophoogzand.

Afzet van zand uit baggerspecie als *industriezand* (betonzand, metselzand, kalkzandsteen) lijkt moeizaam. Het zand kan namelijk slechts in incidentele gevallen voldoen aan de technische eisen die afnemers in de bouwmaterialenindustrie stellen. Hooguit een zeer klein deel van het zand komt, gezien de korrelgrootte, in aanmerking. Afnemers zijn niet geïnteresseerd in incidentele partijen, maar in continue levering van constante kwaliteit.

and the University of California, San Diego, and the University of California, Los Angeles. The authors thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*. The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*.

The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*. The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*.

The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*. The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*.

The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*. The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*.

The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*. The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*.

The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*. The authors also thank the following individuals for their helpful comments on earlier drafts of this manuscript: David A. Kolb, Robert Kegan, and the anonymous reviewers of *Journal of Management Education*.

4 Conclusies

Voor het scheiden van zand uit baggerspecie kan gebruik worden gemaakt van:

- Sedimentatiebekkens;
- mechanische scheidingsinstallaties;
- een combinatie van beide.

De varianten kunnen zowel depotgebonden, als projectgebonden worden toegepast. Bij de variant van de mechanische scheidingsinstallaties kan ook gebruik worden gemaakt van de (vaste) grondreinigingsinstallaties.

Hieronder worden per variant de belangrijkste conclusies op een rij gezet:

Depotgebonden sedimentatiebekken

- Goede ervaring bij het scheiden van zeer zandige baggerspecie (zandpercentage > 70).
- Weinig ervaring met het scheiden van matig zandige specie (zandpercentage < 70).
- Weinig ervaring met het scheiden van ernstig verontreinigde baggerspecie (klasse 4+).
- Voor zandige baggerspecie wordt op dit moment uitgegaan van een scheidingsrendement van 60 %.
- De consolidatie-eigenschappen van het residu verslechteren bij zandscheiding. Toch is sprake van depotvolume-besparing bij zandscheiding van zeer zandige specie.
- Scheiden van baggerspecie uit stedelijk gebied is, door fysische verontreinigingen, een probleem.
- De kosten zijn ongeveer € 4,50 per m³ (exclusief stortkosten residu).

Projectgebonden sedimentatiebekken

- Goede ervaring bij het scheiden van zeer zandige baggerspecie (zandpercentage > 70).
- Voor zandige baggerspecie wordt op dit moment uitgegaan van een scheidingsrendement van 60 %.
- Het benodigde oppervlak voor ontwatering van het residu kan limiterend zijn voor het scheiden van matig zandige specie in een projectgebonden bekken.
- Als het residu naar een droge stortplaats moet worden afgevoerd, zal scheiding van zandige specie altijd leiden tot depotvolume-besparing.
- Het is nog niet bekend wat het effect is op de depotvolume-besparing, als het residu ingedikt of ontwaterd in een nat depot wordt gebracht.
- Scheiden van baggerspecie uit stedelijk gebied is, door fysische verontreinigingen, een probleem.
- De kosten kunnen oplopen tot ongeveer € 23,- per m³ (exclusief stortkosten residu).

Depotgebonden scheidingsinstallatie

- Goede ervaring bij het scheiden van zeer zandige baggerspecie (zandpercentage > 70). Deze ervaring is vooral afkomstig uit grondreiniging.
- Scheidingsrendement van boven de 90 % is haalbaar.
- Er wordt meer zand aan de specie onttrokken dan bij een sedimentatiebekken. Toch is de depotvolume-besparing nagenoeg vergelijkbaar.
- Scheiden van baggerspecie uit stedelijk gebied is geen probleem.
- De kosten zijn ongeveer € 9,- per m³ (exclusief stortkosten residu).

Zanscheiding Slufter, 19-09-2000, dww 1086-33



droogbed voor residu (Slufter)

Projectgebonden scheidingsinstallatie

- Goede ervaring bij het scheiden van zeer zandige baggerspecie (zandpercentage > 70). Ervaring vooral afkomstig uit grondreiniging.
- Scheidingsrendement van boven de 90 % haalbaar.
- Indien het residu naar een droge stortplaats moet worden afgevoerd, leidt scheiding van zandige specie altijd tot depotvolume-besparing.
- Het is nog niet bekend wat het effect is op de depotvolume-besparing als het residu ingedikt of ontwaterd in een nat depot wordt gebracht.
- Scheiden van baggerspecie uit stedelijk gebied is geen probleem.
- Scheiden van ernstig verontreinigde zandige specie mogelijk, eventueel bij een vaste grondreinigingsinstallatie.
- De kosten zijn ongeveer € 13,- tot € 18,- per m³ (exclusief stortkosten residu).

Algemene conclusies:

- Zand uit baggerspecie kan worden afgezet in de ophoogzandmarkt.
- Door de grote invloed van transportkosten op de kostprijs heeft de ophoogzandmarkt een sterk regionaal karakter.
- Het 'gemak' waarmee het zand kan worden afgezet verschilt per regio.



cF 22 5-12

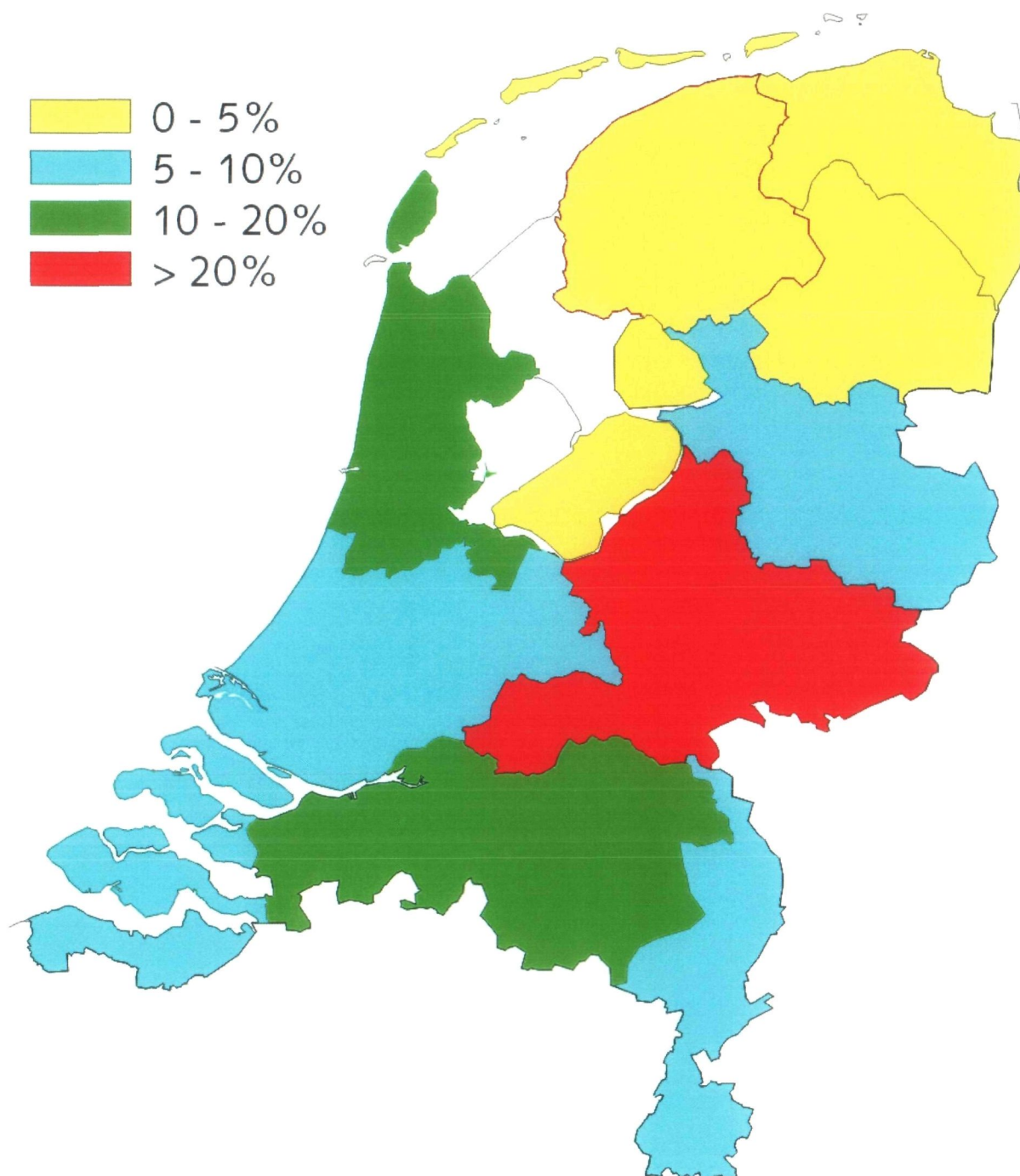
Bronvermeldingen

- [1] Promeco i.o.v. AKWA/DWW. "Zandafscheiding door sedimentatie, kostenanalyse", november 2000
- [2] RWS-DZH, GHR, "Zand uit baggerspecie, evaluatie praktijkproef zand uit baggerspecie op de Slufter 1993-1998". September 1999
- [3] Grontmij i.o.v. AKWA/DWW, "Kostenopbouw verwerkingsprijs voor hydrocyclonage van baggerspecie", december 2000
- [4] RWS-DZH, "Demonstratieproject Mechanische Zandscheidingsinstallatie Slufter, eindevaluatie", februari 2000.
- [5] Grontmij, "Monitoring baggerscheidingsinstallaties NOVEM T-2000, september 1998
- [6] RWS-Directie IJsselmeergebied, "Resultaten 2° zandscheiding, mei 2001
- [7] AKWA/DWW, "Zand uit baggerspecie, De invloed van zandonttrekking op de consolidatie-eigenschappen", februari 1999
- [8] GeoDelft i.o.v. AKWA/DWW, "Invloed zandscheiding op de consolidatie-eigenschappen van baggerspecie, december 2001
- [9] GeoDelft i.o.v. DWW, notitie "depotberekeningen consolidatie-onderzoek", mei 2001
- [10] RWS-DWW projectbureau Hergebruik Baggerspecie, "Zand uit baggerspecie, Evaluatie verbetering Midden-regge en Bornsebeek", februari 1996.
- [11] DWW, "Grond uit baggerspecie, analyse van eisen in relatie tot toepassingen, januari 1999.
- [12] RWS-DWW, "Inventarisatie voor de nota Ophoogzand II, Oktober 1999.
- [13] AKWA, "Verwerking van baggerspecie, basisdocument voor besluitvorming", september 2000
- [14] Gemeentewerken Rotterdam i.o.v. AKWA/DWW, "Zand uit baggerspecie, data-analyse sedimentatiebekkens Slufter, maart 2001

Bijlagen

Bijlage 1:

Geschatte jaarlijkse aanbod zandige specie (>60% zand) per provincie van de niet verspreidbare baggerspecie



AKWA

het Advies- en Kenniscentrum

Waterbodems is een samenwerkings-
verband van Rijkswaterstaat op het
gebied van vervuilde waterbodems.

Hierin zijn DWW, Bouwdienst, RIZA,
RIKZ en Directie Noordzee
vertegenwoordigd.

Voor meer informatie kan contact
worden opgenomen met AKWA via
RWS projectbureau WAU

"Waterbodems Advies en Uitvoering",

Postbus 20000,

3502 LA Utrecht,

telefoon 030-2858080,

of via RIZA

afdeling Beleidsuitvoering

Onderzoek en Advisering (BOA),

Postbus 17,

8200 AA Lelystad,

telefoon 0320-298533

