

2001-30_inventarisatie-kleinschalige-baggertechnieken

stowa

richting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

Inventarisatie kleinschalige baggertechnieken



2001

30

Inventarisatie kleinschalige baggertechnieken

*Omslagfoto:
Hoogheemraadschap van Delfland*

Arthur van Schendelstraat 816
Postbus 8090, 3503 RB Utrecht
Telefoon 030 232 11 99
Fax 030 232 17 66
E-mail stowa@stowa.nl
<http://www.stowa.nl>

Publicaties en het publicatie-
overzicht van de STOWA kunt u
uitsluitend bestellen bij:
Hageman Fulfilment

Postbus 1110
3330 CC Zwijndrecht
tel. 078 - 629 33 32
fax 078 - 610 42 87
e-mail: hff@wxs.nl

o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.

ISBN 90.5773.147.9

2001

30

Ten geleide

De talrijke kleinschalige wateren in Nederland zijn uniek in vorm en functie. Ze worden gekenmerkt door hun geringe diepte en ze zijn doorgaans smal. Ondanks dat hebben de watergangen belangrijke functies voor het af- en aanvoeren van water. Daarbij komt dat de Nederlandse wateren een steeds belangrijkere natuurfunctie krijgen toebedeeld. Om aan de uiteenlopende eisen te kunnen voldoen is het periodiek verwijderen van de aangegroeide baggerlaag onvermijdelijk. In de loop der tijd is een grote variëteit aan technieken ontwikkeld die onder deze speciale omstandigheden kunnen opereren.

Waterbeheerders die verantwoordelijk zijn voor het onderhoud van watergangen en het verwijderen van vervuilde waterbodems, hebben de mogelijkheid te kiezen uit een gevarieerde hoeveelheid baggertechnieken die elk over specifieke eigenschappen beschikken. Welke techniek onder welke omstandigheden zal moeten worden ingezet hangt af van een breed scala aan locatiespecifieke omstandigheden.

Het is gebleken dat de kennis over kleinschalige baggertechnieken nog niet eerder in een gebundeld overzicht is verschenen. Deze inventarisatie heeft enerzijds het doel dit hiaat op te vullen, anderzijds doet het een poging het keuzetraject te faciliteren door op een aantal belangrijke criteria de inzetbaarheid in te schatten.

De studie is uitgevoerd door drs. W.M.E. Drossaert, dr. ir. J.S. van der Molen, ir. M.J.A. van der Werf en drs. H.M.C. van Oorschot van De Straat Milieu-adviseurs en begeleid door ir. M.J.G. Talsma van de STOWA. Veel dank is verschuldigd aan de leden van de Vereniging van waterbouwers in Bagger-, Kust-, en Oeverwerken en de medewerkers van de waterbeheerders die benaderd zijn in het kader van deze studie.

De resultaten van deze studie bieden een handvat voor de waterbeheerder bij de afweging welke technieken kunnen worden ingezet onder de unieke omstandigheden in de Nederlandse kleinschalige wateren.

Utrecht, augustus 2001

De directeur van de STOWA

ir. J.M.J. Leenen

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Afbakening	1
1.4	Opzet	2
1.5	Leeswijzer	3
2	Beschrijving kleinschalige baggertechnieken	5
2.1	Selectie kleinschalige baggertechnieken	5
2.2	Indeling van technieken	6
2.3	Criteria voor inzetbaarheid	7
3	Praktijk inventarisatie	11
3.1	Geïnterviewde meningen aannemers van kleinschalige baggerwerken	11
3.2	Geïnterviewde meningen waterbeheerders	12
3.3	Criteria voor inzetbaarheid aan de praktijk getoetst	13
4	Opzet eindtabel	19
4.1	Criteria van inzetbaarheid	19
4.2	Toelichting	19
4.3	Aanbevelingen	21

Bijlage 1: Beschrijving baggertechnieken

Bijlage 2: Deelnemers aan bijeenkomsten en interviews

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In december 2000 is door de STOWA aan De Straat Milieu-adviseurs opdracht verleend om een inventarisatie te maken van kleinschalige baggertechnieken die inzetbaar zijn in watergangen in Nederland. Aanleiding voor deze studie is het voornemen van de STOWA om een overzicht van diverse baggertechnieken samen te stellen en te bundelen in een rapport.

In het verleden zijn reeds inventarisaties gedaan naar grootschalige baggertechnieken binnen het Programma Onderzoek Sanering Waterbodems van Rijkswaterstaat en Dienst Wegen en Waterbouwkunde (de zogenaamde 'POSW-rapportages'). Voor kleinschalige baggertechnieken ontbreekt een dergelijke inventarisatie. Dit heeft tot gevolg dat het voor waterbeheerders in de praktijk vaak lastig is om geheel bekend te zijn met de voor- en nadelen van het inzetten van specifieke kleinschalige baggertechnieken. Hierdoor grijpen de waterbeheerders vaak terug op technieken die in hun ervaringswereld reeds lang in gebruik zijn, zonder alternatieve technieken af te wegen.

1.2 Doel

Deze inventarisatie heeft tot doel waterbeheerders inzicht in de diverse kleinschalige baggertechnieken te verschaffen, zodat zij een weloverwogen keuze voor een bepaalde techniek kunnen maken op basis van kennis over de toepasbaarheid van de techniek en de voor- en nadelen van de techniek voor bijvoorbeeld milieu en infrastructuur.

De resultaten van deze inventarisatie worden gepresenteerd op een bijeenkomst van Bagernet in de zomer van 2001.

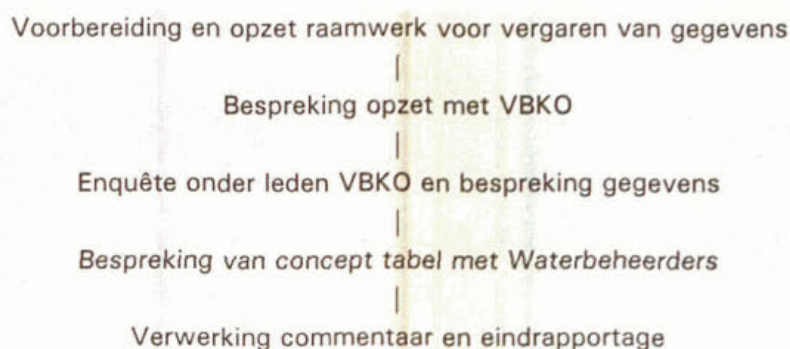
1.3 Afbakening

In deze inventarisatie is in principe slechts gekeken naar de technische randvoorwaarden die van belang zijn bij de keuze voor een bepaalde methode. Uiteraard bestaan naast deze technische randvoorwaarden andere facetten die bij de afweging van technieken van wezenlijk belang zijn. Hierop wordt teruggekomen in hoofdstuk 3, waar de gesprekken met waterbeheerders en aannemers van baggerwerken worden gerapporteerd. Verder wordt benadrukt dat deze inventarisatie en het daarbijbehorende overzicht in tabelvorm, niet is bedoeld als strikte richtlijn, maar meer als een handreiking voor de afweging. Aanvullende locatiespecifieke eisen kunnen immers een minstens zo belangrijke rol spelen bij de definitieve keuze voor één van de behandelde baggertechnieken.

In dit rapport is alleen gekeken naar baggertechnieken die in kleinschalige wateren kunnen worden ingezet. Onder kleinschalige wateren worden verstaan krekken, sloten, beken, boezemwateren, vennen en stadswateren (inclusief vijvers). Baggertechnieken die op grotere wateren inzetbaar zijn, zijn beschreven in het Handboek Bodemsaneringstechnieken, deel G (bron 1).

1.4 Opzet

Voor de inventarisatie van de benodigde gegevens voor dit project zijn de volgende stappen in de aanpak gekozen:



Tijdens de voorbereiding is, uitgaande van de expertise van De Straat Milieu-adviseurs, een raamwerk opgezet waarmee inhoudelijke gegevens bij leden van de Vereniging van waterbouwers in Bagger-, Kust-, en Oeverwerken (VBKO) zijn geïnventariseerd. Dit raamwerk bestond uit een tabel waarin veel gebruikte baggertechnieken waren uitgezet tegen een aantal criteria die belangrijk zijn voor het inschatten van de inzetbaarheid van deze technieken. Deze tabel is blanco voorgelegd aan leden van de VBKO, waarbij hen werd gevraagd de inzetbaarheid aan te geven van elke techniek aan de hand van de genoemde criteria. Voorts werd hen gevraagd om eventueel ontbrekende technieken en criteria toe te voegen. Na overleg met het bestuur van de VBKO is de op deze wijze ontstane tabel voorgelegd aan een vijftal waterbeheerder(s) die veel ervaring hebben met het uitvoeren van onderhouds- en/of saneringsbaggerwerk. De besprekingen met de waterbeheerders hadden tot doel om de concepttabel te toetsen aan hun expertise, opgedaan in een verscheidenheid van beheersgebieden, en om eventueel ontbrekende technieken en criteria toe te voegen. Tenslotte zijn al het commentaar en de uiteindelijke versie van de tabel verwerkt in de eindrapportage die nu voor u ligt.

1.5 Leeswijzer

In dit rapport wordt in Hoofdstuk 2 een beschrijving gegeven van de kleinschalige bagger-technieken die in deze inventarisatie in ogenschouw zijn genomen. Van elke techniek wordt een globale beschrijving gegeven. Een meer gedetailleerde beschrijving van de werking van de technieken staat uiteengezet in Bijlage 1.

In Hoofdstuk 2 worden tevens de criteria van inzetbaarheid beschreven. In Hoofdstuk 3 wordt toegelicht hoe de criteria bij baggeraars en waterbeheerders in de praktijk van doorslaggevend belang zijn bij de keuze voor de inzet van een bepaalde techniek. De inhoud van dit hoofdstuk is gebaseerd op interviews met betrokkenen. In Hoofdstuk 4 wordt uitleg gegeven over de wijze waarop de bevindingen van de vorige hoofdstukken zijn samengevat in een eindtabel. Het rapport sluit af met conclusies en aanbevelingen.

2 Beschrijving kleinschalige baggertechnieken

In dit hoofdstuk worden de technieken gepresenteerd die in het kader van deze inventarisatie worden besproken. Vervolgens worden de criteria van inzetbaarheid gepresenteerd die van belang zijn bij de keuze voor een baggertechniek.

2.1 Selectie kleinschalige baggertechnieken

In de eerste plaats is een indeling gemaakt in kleinschalige baggertechnieken die in dit onderzoek meegenomen worden. Criteria om in de inventarisatie te worden opgenomen zijn:

- techniek wordt gebruikt voor onderhouds- en saneringswerkzaamheden van kleinschalige wateren in Nederland;
- werking van techniek is reeds bewezen in de praktijk.

De gepresenteerde technieken kunnen worden onderverdeeld in werktuigen die mechanisch baggeren en werktuigen die hydraulisch baggeren. De technieken die in deze inventarisatie worden behandeld, staan beschreven in bijlage 1 en tevens afgebeeld.

2.1.1 Mechanisch baggeren

Een hydraulische kraan of grijperkraan is één van de meest gebruikte mechanische baggertechnieken. Hydraulische kranen kunnen worden ingezet vanaf een ponton of vanaf de kant. Een vanaf de kant werkende hydraulische kraan kan worden voortbewogen op luchtbanden of rupsen. Dit onderscheid wordt ondermeer gemaakt omdat een hydraulische kraan op rupsen doorgaans groter uitgevoerd is dan een bandenkraan. Een hydraulische kraan kan van verschillende typen graafbakken worden voorzien.

Bij mechanisch baggeren wordt gebruik gemaakt van een lepelbak of een knijperbak. Beide bakken kunnen voorzien zijn van afsluitmechanismen die de uitwisseling van ontgraven materiaal met de waterkolom verminderen. Een vizierbak is zo'n aanpassing op een traditionele lepelbak die is voorzien van een draaiende klep waarmee de bak aan de bovenzijde kan worden afgesloten. Een gesloten knijperbak is aan de bovenzijde afgesloten met uitzondering van daar gemonteerde kleppen. Deze kleppen laten ingesloten lucht en water ontsnappen tijdens het sluiten van de bak. Daarna heeft de specie geen direct contact meer met de waterkolom. Deze aanpassingen zijn speciaal ontwikkeld om bij waterbodemsaneringen te worden ingezet (Bron 1). In veel gevallen vindt bij deze mechanische baggermethoden afvoer van het materiaal per as plaats. Dit kan leiden tot een hoge belasting van de oever en daarmee tot mogelijke schade aan de oeverbeschoeiing.

Een andere mechanische baggertechniek is de schuifboot of varende bulldozer. Dit vaartuig wordt met een lier door een watergang getrokken waarbij het de baggerspecie voor zich uit schuift. Op een verzamelpunt wordt de specie met behulp van een hydraulische kraan uit de watergang verwijderd. Een schuifkraan is ook ontworpen om de specie naar een verzamelpunt te schuiven, met dit verschil dat het voertuig door de watergang rijdt, voortbewogen op rupsen.

2.1.2 Hydraulisch baggeren

Bij hydraulisch baggeren wordt de grond met een baggerkop mechanisch aangesneden en vervolgens wordt het grond-watermengsel met een pomp opgezogen. Via een persleiding wordt het mengsel naar een depot getransporteerd of in een langs zij liggende bak gedeponeerd. Dit mechanisme wordt toegepast in een cutterzuiger en de wormwielzuiger (Bron 1).

Een andere hydraulische techniek is de hydraulische baggerpomp. Met dit werktuig kan baggerspecie worden opgezogen. Het opgezogen mengsel kan via een persleiding naar een depot worden getransporteerd. De hydraulische baggerpomp wordt doorgaans van achter een tractor ingezet. Het is echter ook mogelijk om deze techniek vanaf een drijvend ponton in te zetten (Bron 4). Indien het opgezogen mengsel direct over het aangrenzende land wordt verspreid, wordt de hydraulische baggerpomp ook wel 'baggerspuit' genoemd.

Een combinatie van een mechanische en hydraulische techniek is de zogenaamde slibbak. Dit is een combinatie van een schuifboot en een wormwiel. De schuifboot stuwt de specie voor zich uit, waarna een in het midden geplaatst wormwiel de specie via een persleiding verwijdert.

2.2 Indeling van technieken

De geselecteerde technieken zijn voor deze inventarisatie ingedeeld in vier hoofdgroepen, namelijk:

1. Hydraulische kraan op drijvend ponton
 - * lepelbak, vizierbak, open en gesloten knijperbak;
2. Hydraulische kraan op luchtbanden
 - * lepelbak, vizierbak, open en gesloten knijperbak;
3. Hydraulische kraan op rupsen
 - * lepelbak, vizierbak, open en gesloten knijperbak;
4. Overige technieken gebaseerd op cutter- en zuig- en schuifsystemen
 - * cutterzuiger, wormwiel, hydraulische baggerpomp, schuifboot, slibbak.

De werkwijze van deze potentieel inzetbare kleinschalige baggertechnieken is kort beschreven in Bijlage 1. In bijlage 2 zijn enige tekeningen van de beschreven baggertechnieken opgenomen.

2.3 Criteria voor inzetbaarheid

De volgende aspecten van een watergang zijn van belang bij de keuze voor een kleinschalige baggermethode:

- type en mate van verontreiniging;
- grondgesteldheid;
- aanwezigheid van grof vuil;
- locatie specifieke omstandigheden:
 - * bereikbaarheid;
 - * vorm, breedte en diepte van de watergang;
- projectomvang;
- toelaatbare vertroebeling en mors;
- vereiste baggernauwkeurigheid;
- onbedoelde effecten.

Hieronder worden de criteria besproken en gedefinieerd die in deze inventarisatie gebruikt worden om de inzetbaarheid van kleinschalige baggertechnieken in te schatten. In Hoofdstuk 3 komen facetten van deze criteria aan de orde die in de praktijk een belangrijke rol blijken te spelen.

2.3.1 Type en mate van verontreiniging

De verontreinigingssituatie van de waterbodem is vaak niet van doorslaggevend belang bij de keuze van het in te zetten baggerwerktuig. Toch zijn er werktuigen die speciaal ontwikkeld zijn om de verspreiding van baggerspecie door vertroebeling tijdens de ingreep te minimaliseren. Deze werktuigen zijn doorgaans gevoelig voor grof vuil op de waterbodem en zijn dus niet onder alle omstandigheden inzetbaar. De kwaliteit van de specie bepaalt of de specie op de kant kan worden gezet (Klasse 0 en 1 zonder meer en klasse 2 indien het binnen 20 meter van de waterkant kan worden verspreid) of in depot moet worden gebracht (klasse 3-4).

2.3.2 Grondgesteldheid

Inzicht in de gesteldheid van de specie die moet worden verwijderd is essentieel. Uit grondonderzoek moet blijken wat het te verwachten gedrag is van gebaggerd materiaal tijdens de ingreep. De grondgesteldheid kenmerkt zich meestal door fijn licht gepakt materiaal, dat in dunne lagen voorkomt. Met in situ metingen kunnen de volgende parameters worden vastgesteld:

- de grondsoort;
- de laagopbouw;
- de sterkte van de grond;
- de dichtheid.

De uitkomsten van het grondonderzoek kunnen bepalend zijn voor de keuze voor een baggertechniek. De dichtheid is onder andere van belang voor het vaststellen de te verwachten concentratie bij hydraulisch transport. De korrelverdeling (procentuele verdeling van de korrelfractie op basis van gewicht) kan met behulp van de genomen grondmonsters in het laboratorium worden bepaald. De korrelgrootte is onder andere van belang voor de kritische snelheid in de persleiding bij hydraulisch transport en het sedimentatiegedrag op de stort. Van kleiige baggerspecie is het watergehalte ook van belang voor het gedrag tijdens hydraulisch transport.

2.3.3 Aanwezigheid van grof vuil

Grof vuil op de waterbodem kan er toe leiden dat het materieel niet optimaal werkt. Een knijperbak of het vizier van een lepelbak kunnen niet volledig sluiten door toedoen van grove delen. Hierdoor kan versterkte mors en vertroebeling optreden. Zuigsystemen raken snel verstopt of beschadigd door grof vuil. Grof vuil zal derhalve eerst verwijderd moeten worden alvorens het baggeren van de waterbodem kan plaatsvinden. In deze inventarisatie wordt aangegeven of een werktuig gevoelig is voor grof vuil.

Het localiseren van mogelijk aanwezig grof vuil op de waterbodem door middel van georadar kan een oplossing bieden. Indien veel grof vuil aanwezig is wordt aangeraden voor aanvang van de baggerwerkzaamheden te vissen naar grof vuil. Over het verrekenen van de kosten hiervoor dienen afspraken te worden gemaakt tussen opdrachtgever en aannemer.

2.3.4 Locatie specifieke omstandigheden

Locatie specifieke omstandigheden zoals de bereikbaarheid en de dimensies en vorm van een watergang zijn belangrijke factoren die invloed hebben op de inzetbaarheid van baggertechnieken. In het stedelijk gebied zijn obstakels zoals lantaarnpalen en geparkeerde auto's belangrijke hindernissen voor technieken die vanaf de kant worden ingezet. Ook de breedte van de onderhoudsstrook kan een beperkende factor zijn (de onderhoudsstrook is de ruimte die beschikbaar is voor het manoeuvreren van baggertechnieken die vanaf de kant worden ingezet). Vaak wordt in dit soort gevallen gekozen voor drijvende technieken, hoewel de inzetbaarheid van deze technieken gehinderd kan worden door de aanwezigheid van lage bruggen.

2.3.5 Projectomvang

De omvang van baggerwerken worden doorgaans uitgedrukt in *in situ* m³, het baggervolume dat moet worden verwijderd van de waterbodem. Daarnaast is het oppervlak waarover de baggerspecie is verdeeld, bepalend voor de mogelijke capaciteit en de kosten van de inzet van een bepaalde techniek. Een grote laagdikte (groot volume, verdeeld over klein oppervlakte), maakt de inzet van bijvoorbeeld een schuifboot onmogelijk. Een voorbewerking met een andere techniek om de bulk van het slib te verwijderen, gevolgd door een opschoonslag met een schuifboot kan in een dergelijke situatie uitkomst bieden.

2.3.6 Mors

De mors wordt gedefinieerd als materiaal dat door de baggertechniek wordt losgemaakt maar niet in het transportsysteem wordt meegenomen. Eisen aan maximale hoeveelheden mors zijn niet eenvoudig te stellen, waardoor ook de controle of het baggerwerk bij oplevering voldoet, vaak problematisch is. Daar komt bij dat in het veld mors met een meer samenhangend karakter moeilijk te onderscheiden is van het (ongerode) sediment. Mors uit zich in een los top laagje met eventuele brokken sediment. Ook kan het onderliggende sediment door de beweging van de ontgravingsmond zodanig beroerd worden, dat het sediment in meer of mindere mate wordt verstoord en zich vormt tot een geroerde laag. Als laatste treedt mors op door sedimentatie van zwevend stof (vertroebeling) in een slap top laagje. Bij het baggeren van verontreinigde waterbodem is de mors vaak verontreinigd en dus medebepalend voor de chemische kwaliteit van de opgeleverde bodem en het oppervlaktewater. In overige gevallen hoeft mors niet bezwaarlijk voor het milieu te zijn.

2.3.7 vertroebeling

Zwevende vaste stof deeltjes in de waterkolom veroorzaken vertroebeling, die een mogelijke bron is van verspreiding van verontreiniging en tijdelijke zuurstofloosheid kan veroorzaken in het water. Deze verspreide verontreiniging beperkt zich dan niet alleen tot herverontreiniging van het gebaggerd gebied, maar verspreidt zich eventueel ook naar buiten de locatie waar gebaggerd wordt. Het stellen van een eis aan vertroebeling is echter vaak niet zinvol. Door het dynamische karakter van vertroebeling (tijd en locatie gebonden) in combinatie met externe oorzaken (zoals scheepvaart) is het controleren van een eis niet realistisch. Een belangrijk aspect bij beperken van vertroebeling is het milieubewust uitvoeren van baggeractiviteiten, waarbij de grootste winst wordt behaald door deskundig en gemotiveerd personeel (zowel aannemer als opdrachtgever). Ook het beperken van de verspreiding van vertroebeling door het plaatsen van slibschermen is maatregel die doeltreffend kan werken.

2.3.8 Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van een baggertechniek is tweeledig en bestaat enerzijds uit de nauwkeurigheid waarmee gebaggerd wordt en anderzijds uit de nauwkeurigheid waarmee het baggerwerk opgeleverd wordt ten opzichte van het gewenste profiel. Nauwkeurigheid is een duidelijk meetbaar en controleerbaar criterium. In het algemeen wordt geconcludeerd dat door hoge eisen te stellen aan nauwkeurigheid, de vertroebeling en de mors geminimaliseerd kunnen worden.

Over het tijdstip en de wijze waarop uitgepeild wordt (dat is het controleren van de nauwkeurigheid van de werkzaamheden), dienen van te voren afspraken gemaakt te worden tussen opdrachtgever en aannemer.

2.3.9 Bij-effecten

Onbedoelde effecten van baggeringrepen zoals de vertroebeling van de waterkolom zijn doorgaans niet volledig te voorkomen. Wel kan een uitvoerder maatregelen nemen om de effecten te minimaliseren, zoals het plaatsen van slibschermen. Andere onbedoelde effecten zoals de vernieling van de onderhoudsstrook en geluidsoverlast, maken dat technieken met zulke bij-effecten geen voorkeur hebben voor de inzet in gevoelige (natuur) gebieden. Alleen indien er geen alternatieven zijn, kunnen dit soort technieken worden ingezet waarbij zoveel mogelijk rekening moet worden gehouden met de omgeving.

3 Praktijk inventarisatie

Door De Straat Milieu-adviseurs zijn een aantal criteria voorgesteld waarmee de inzetbaarheid van baggertechnieken kan worden beschreven. Aan de hand van deze opzet zijn in eerste instantie de ervaringen geïnventariseerd van aannemers van kleinschalige baggerwerken. Vervolgens zijn een aantal waterbeheerders benaderd. In totaal zijn twee bijeenkomsten met leden van de vereniging van waterbouwers in bagger-, kust- en oeverwerken (VBKO) gehouden, plus een schriftelijke enquête onder aannemers van kleinschalige baggerwerken die lid zijn van deze vereniging. Onder de waterbeheerders zijn in totaal vijf interviews gehouden. Op 6 juli 2001 heeft een bijeenkomst met zowel waterbeheerders als aannemers plaatsgevonden om de bevindingen te bespreken.

In dit hoofdstuk worden kort de meest genoemde onderwerpen aangehaald die ter sprake zijn gekomen bij de inventarisatie. Er wordt hierbij uitgegaan van de criteria van inzetbaarheid die reeds in Hoofdstuk 2 zijn opgesomd. De deelnemers aan de bijeenkomsten en interviews zijn opgenomen in Bijlage 2.

3.1 Geïnventariseerde meningen aannemers van kleinschalige baggerwerken

Tijdens gesprekken met leden van de VBKO bleek dat de aannemers van baggerwerken achter het idee staan om een inventarisatie te houden van de inzetbaarheid van kleinschalige baggertechnieken. Zij zijn echter in het algemeen van mening dat de dagelijkse praktijk uitwijst dat randvoorwaarden zoals wet- en regelgeving, vergunningen, aanwezigheid van grofvuil en obstakels langs de kant, belangrijker zijn voor de keuze van een bepaalde techniek dan de technische aspecten van de techniek op zich. Een enquête onder kleinschalige baggeraars die verenigd zijn binnen de VBKO leverde dan ook slechts een geringe respons (8 reacties). De baggeraars die reageerden, pleitten ervoor dat waterbeheerders hun keuze voor een baggertechniek niet baseren op alleen de kenmerken van de techniek zélf, maar bovenal op de randvoorwaarden die door de locatie aan technieken worden opgelegd. Uit de gesprekken met de VBKO is gebleken dat er behoefte bestaat aan een beslisondersteunend model. Dit model zou het mogelijk moeten maken om, rekening houdend met een breed scala aan randvoorwaarden, een weloverwogen keuze voor een bepaalde techniek te maken.

Enige baggeraars zijn de mening toegedaan dat opdrachtgevers bij het opstellen van bestekken anders moeten omgaan met de mogelijke aanwezigheid van grofvuil in de watergang. Grofvuil kan de kosten van een baggerwerk behoorlijk verhogen. Hoewel de aanwezigheid van grofvuil doorgaans in het bestek wordt vermeld, blijkt in de praktijk iedere verantwoordelijkheid bij de aannemer te liggen. Het tijdstip waarop controle van de baggerwerkzaamheden plaatsvindt wordt door de baggeraars als onduidelijk ervaren. Duidelijke afspraken hierover tussen opdrachtgever en baggeraar zijn in het bestek gewenst. Bij de meeste baggeraars bestaat de vrees dat de keuze voor een techniek bij de waterbeheerders slechts gebaseerd zal zijn op de aspecten kosten en capaciteit.

3.2 Geïnterviewde meningen waterbeheerders

Een selectie van personen die werkzaam zijn bij diverse waterkwaliteits- en kwantiteitsbeheerders is gemaakt aan de hand van de aanwezige expertise en het type beheersgebied waarin zij werkzaam zijn. Tabel 1 geeft een overzicht van de waterbeheerders die geïnterviewd zijn en een indicatie van het type ondergrond dat overwegend in de verschillende beheersgebieden wordt aangetroffen.

Tabel 1. Overzicht van benaderde instanties, personen en overheersende grondsoort binnen het beheersgebied.

Instantie	Grondsoort	Naam
HH van de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden	veen/klei	dhr. D. Kanters
HH van Delfland	veen/klei	dhr. J. van der Voort en dhr. H. Oostervink
Wetterskip Fryslân	klei/zand/veen	dhr. I. Bosman
Waterschap Regge en Dinkel	zand	dhr. J. Limbeek en dhr. B. Ordelmans
Waterschap Zeeuwse Eilanden	klei/zand	dhr. J. Schipper en dhr. J. Wiltenburg

Aan de waterbeheerders zijn de baggertechnieken en criteria voor inzetbaarheid voorgelegd die in eerste instantie met de leden van de VBKO waren besproken. Tijdens interviews zijn de door de VBKO aangeleverde gegevens besproken en getoetst aan de ervaringen van de waterbeheerders. In de volgende paragraaf zal een samenvatting worden gegeven van het besprokene.

Waterbeheerders zijn gekozen aan de hand van de grondsoort en type wateren die dominant aanwezig zijn in ieders beheersgebied. De verwachting was dat op deze manier de inzetbaarheid van een breed scala aan baggertechnieken onder verschillende omstandigheden kon worden getoetst aan de praktijk.

Een aantal baggertechnieken zijn speciaal ontworpen om met een minimale verstoring vervuilde baggerspecie te kunnen verwijderen. In theorie zijn deze technieken met name geschikt voor saneringsbaggerwerk. In de praktijk blijkt echter dat er geen sprake is van materieel dat alleen voor saneringen of alleen bij onderhoudsbaggerwerk wordt ingezet. Bij de presentatie van deze inventarisatie wordt dit onderscheid daarom ook niet gemaakt.

Er blijkt door de verschillende waterbeheerders een gevarieerd beleid gevoerd te worden met betrekking tot het voorschrijven van baggertechnieken bij de uitvoering van het baggerwerk. Eén waterbeheerder gaf aan helemaal geen eisen te stellen aan het type in te zetten materiaal. Een andere beheerder geeft doorgaans in het bestek aan welke technieken in ieder geval niet mogen worden ingezet. De overige waterbeheerders schrijven min of meer voor welke technieken moeten worden gebruikt om de gestelde eisen te kunnen halen. Alle waterbeheerders geven overigens wel zo duidelijk mogelijk aan welke kwaliteitseisen moeten worden gehaald. Op die manier is het in veel gevallen ook mogelijk om de inzet van het type baggertechniek te sturen.

3.3 Criteria voor inzetbaarheid aan de praktijk getoetst

In paragraaf 2.3 zijn reeds de belangrijkste criteria gedefinieerd die van belang zijn bij de keuze voor de inzet van een bepaalde baggertechniek. In deze paragraaf worden facetten van deze criteria behandeld die door aannemers en waterbeheerders als doorslaggevend worden gezien.

3.3.1 Chemische hoedanigheid van de specie

Een aantal technieken die in deze inventarisatie aan de orde komen zijn speciaal ontwikkeld voor het verwijderen van verontreinigd baggerslib. Deze technieken kenmerken zich door aanpassingen die de nauwkeurigheid verhogen en daarmee de hoeveelheid mors en vertroebeling beperken. In de praktijk blijkt dat waterbeheerders deze technieken alleen in uitzonderingsgevallen inzetten voor het verwijderen van verontreinigd baggerslib. Doorgaans worden, zelfs voor klasse 4 slib, reguliere baggermethoden ingezet. In zulke gevallen kunnen maatregelen genomen worden om de verspreiding van omgewoeld verontreinigd slib te voorkomen door het plaatselijk afschermen van de watergang, of door het tijdelijk droogleggen van de watergang. Deze laatste maatregel heeft het voordeel dat de verontreiniging met een grote nauwkeurigheid kan worden verwijderd. Het nadeel is echter dat de tijdelijke drooglegging een groot effect heeft op de ecologische gezondheid van de watergang. Ook leidt drooglegging vaak tot verzakking van of schade aan harde oeverconstructies.

3.3.2 Fysische hoedanigheid van de specie

Met een wormwiel is het verwijderen van kleiige specie problematisch omdat de specie de neiging heeft om aan het materieel te kleven. De inzetbaarheid van een schuifboot voor het verwijderen van zandige specie is niet raadzaam vanwege de hoge dichtheid van het materiaal dat door de boot moet worden voortgestuwd. Ook indien de schuifboot veel slib verliest, is het moeilijk om aan eventueel gestelde eisen aan mors te voldoen.

De aanwezigheid van grofvuil zoals steen, hout en fietsen heeft nadelige gevolgen voor de inzetbaarheid van met name de knijperbak en de diverse zuig-systemen. Indien men deze technieken toch in wil zetten, zal er een voorbereiding moeten worden uitgevoerd waarbij deze materialen worden verwijderd. De hierbij optredende vertroebeling kan voldoende reden zijn om voor een techniek te kiezen die minder gevoelig is voor de aanwezigheid van grofvuil op de waterbodem. Ook de effectieve werking van een schuifboot kan worden gehinderd door de aanwezigheid van grofvuil. De schuifboot kan namelijk door een obstakel op de waterbodem scheef gaan hangen en daarbij een deel van het slib dat vooruit wordt geschoven, verliezen. Op deze manier is het moeilijk om binnen het voorgeschreven profiel te baggeren.

3.3.3 Toegankelijkheid

Bij het bepalen van de toegankelijkheid van watergangen spelen zowel de bereikbaarheid vanaf de vaste wal als over het water een rol. In stedelijke gebieden is de aanwezigheid van diverse obstakels (zoals lantaarnpalen, geparkeerde auto's) belemmerend voor de inzet van technieken die vanaf de kant worden ingezet. Indien vanaf de kant gebaggerd wordt, is transport van het gebaggerde materiaal per beunbak vaak niet mogelijk, aangezien de beunbak op de te baggeren plaats ligt. In deze gevallen is transport per as een logischer oplossing, mits bij ernstig verontreinigde specie mors voorkomen wordt.

In gevallen waarbij op de kant weinig ruimte is, is het te overwegen om drijvende technieken in te zetten. Hierbij moet het in veel gevallen wel mogelijk zijn om de verwijderde specie met drijvende beunbakken of persleidingen af te voeren. Het is echter moeilijk aan te geven wat in het algemeen de beste oplossing zou kunnen zijn, dit is zeer afhankelijk van individuele situaties.

3.3.4 Aard van de watergang

Een schuifboot wordt met behulp van een lier naar een centraal punt getrokken, hierbij de specie voor zich uit schuivend. In sterk kronkelende watergangen blijkt deze werkwijze problematisch te zijn omdat niet in één rechte lijn kan worden gewerkt. Ook zal de kronkelende aard van de watergang beperkingen stellen aan de grootte van het materieel dat nog door de watergang kan worden gemanoeuvreed. Tevens is de schuifboot in zijn algemeenheid slecht inzetbaar bij ronde taluds en functioneert de boot vaak slecht ter plaatse van de overgang tussen talud en bodem.

Drijvende technieken kennen beperkingen aangaande de vorm en minimale breedte van een watergang. Een kraan op een ponton moet de baggerspecie in een beunbak kunnen storten die doorgaans langszij komt te liggen. Drijvende cutter/zuigsystemen kennen deze beperking niet, maar hebben door hun omvang doorgaans een minimale breedte van 4 meter nodig. Omdat drijvende technieken de afvoer van specie via beunbakken doorgaans noodzakelijk maakt, kan de bereikbaarheid van de locatie over water ook een beperkende factor zijn.

De breedte van de onderhoudsstrook is voor drijvende technieken niet van toepassing. De inzet van een schuifboot maakt het wel noodzakelijk om ter plaatse van het verzamelpunt voldoende ruimte langs de kant te hebben om de specie met een hydraulische kraan uit het water te verwijderen. De technieken die vanaf de kant worden ingezet hebben minimaal een onderhoudsstrook van 5 meter nodig, afhankelijk van de omvang van het in te zetten materieel.

De mogelijke werkdiepte is niet alleen afhankelijk van de grootte van het materieel, maar ook, indien vanaf de kant wordt gewerkt, van de breedte van de watergang en de hoogte van de kade. Indien er namelijk een grote horizontale afstand moet worden overbrugd, zal dit ten koste gaan van de diepte die vanaf de kant kan worden bereikt. De reikwijdte van mobiele kranen wordt immers bepaald door de lengte van de giek. Mobiele kranen op rupsen zijn doorgaans zwaarder uitgevoerd en kunnen met een grotere giek worden uitgerust dan mobiele kranen op luchtbanden. Sommige knijperbakken worden met een draadkraan uitgerust en kunnen derhalve een grotere diepte en breedte bereiken.

3.3.5 Verwerkingswijze

Baggerspecie kan vanuit de watergang direct op de kant gezet worden of naar een depot worden getransporteerd. Transport van baggerspecie kan per as, beunbak of persleiding. Transport per persleiding is uitermate geschikt voor de drijvende zuigsystemen (cutter, wormwiel en slibbak) en wordt doorgaans gebruikt in combinatie met een lokaal ingericht depot. De hydraulische baggerpomp, die doorgaans van achter een tractor wordt ingezet is uitermate geschikt om de specie direct op de kant te spuiten. Deze manier van verspreiden is alleen geschikt in landelijke gebieden. Hydraulische kranen die vanaf een ponton worden ingezet kunnen de specie in beunbakken deponeren. De specie kan dan over het water of per as naar een depot worden vervoerd.

Tijdens deze inventarisatie wordt geen uitgebreid overzicht gegeven van de mogelijke manieren van baggerspecie verwerking. Meer informatie hierover wordt gegeven in het Handboek Bodemsaneringstechnieken, deel H: Behandelen en bestemmen van baggerspecie (Bron 3)

3.3.6 Maaknauwkeurigheid

Indien het baggerslib verontreinigd is, zullen er hoge eisen worden gesteld aan de nauwkeurigheid van de technieken. Het doel van de sanering is immers het opleveren van een watergang die aan gestelde eisen voor breedte en diepte voldoet. De foutenmarge in de verticaal mag doorgaans niet hoger zijn dan circa 10 cm. Voor onderhoudsbaggerwerk wordt doorgaans een nauwkeurigheid van 20 cm gehanteerd. In de standaard RAW bepalingen staat voorts vermeld dat het aantal overschrijdingen van de foutenmarge qua aantal ten hoogste 2,5% mag bedragen van het totale aantal verrichte waarnemingen (Bron 2). Ook de toegestane grootte van de mors wordt in centimeters aangegeven. Diverse waterbeheerders hebben aangegeven dat maximaal een mors van 5 tot 20 cm wordt toegestaan.

De mate van de optredende mors wordt niet alleen bepaald door de techniek maar ook door de hoedanigheid van het slib. Bij een lage dichtheid van het slib treedt doorgaans een behoorlijke hoeveelheid mors op. In zulke gevallen zou het raadzaam kunnen zijn om –voor ieder afzonderlijk project- de mors als percentage van de hoeveelheid te verwijderen slib aan te geven. Op deze manier wordt een maat gecreëerd voor de effectiviteit van de baggeringreep. Proefondervindelijk zal per type baggerslib moeten worden vastgesteld welke mors waarden aanvaardbaar zijn.

3.3.7 Bij-effecten

Bij-effecten van een baggeringreep zijn onbedoelde effecten die nadelig kunnen zijn voor het functioneren van het watersysteem, onderhoudsstrook en aangrenzend perceel. Bij het nat verwijderen van waterbodems treedt altijd een zekere mate van vertroebeling op. Mechanische technieken zoals de gewone lepelbak, knijperbak en schuifboot veroorzaken doorgaans veel vertroebeling. De vizierbak en gesloten knijperbak zijn twee mechanische technieken die zo zijn aangepast dat de vertroebeling wordt verminderd en zijn derhalve beter geschikt voor het verwijderen van vervuilde waterbodems in het kader van waterbodemsaneringen. Hydraulische systemen zoals de cutter-zuiger, wormwiel en baggerpomp kunnen ook zijn aangepast voor het minimaliseren van vertroebeling. Indien de specie via persleidingen wordt afgevoerd zijn deze technieken uitermate geschikt voor de inzet bij saneringswerken. Hydraulische systemen en de (mechanische) knijperbak zijn doorgaans gevoelig voor grofvuil en restafval. Om deze technieken toch in te kunnen zetten in watersystemen met veel grofvuil, zal een voorbewerking moeten geschieden waarmee het grofvuil wordt verwijderd. De hiermee gepaard gaande vertroebeling kan aanleiding zijn om technieken in te zetten die minder gevoelig zijn voor grofvuil.

Baggertechnieken die vanaf de kant worden ingezet hebben het nadeel dat de onderhoudsstrook langs de watergang kan worden beschadigd. Hydraulische kranen op rupsen vormen doorgaans minder sporen op de onderhoudsstrook dan kranen op luchtbanden (gewicht wordt beter verdeeld). Het zou overwogen kunnen worden om in gevoelige gebieden rijplaten in te zetten om de schade te beperken.

De mogelijkheid om baggertechnieken in natuurgebieden in te zetten wordt door een aantal criteria bepaald. *Mobiele kranen hebben vanwege de potentiële schade aan de onderhoudsstrook niet de voorkeur. Een ander criterium is de hoeveelheid geluidsoverlast die wordt gecreëerd. Hier zal in afzonderlijke gevallen een afweging moeten worden gemaakt tussen de (tijdelijke) schade en het nut van de baggeringreep.*

3.3.8 Capaciteit en kosten

Het is moeilijk om een indicatie te geven van de mogelijke capaciteit en kosten van de inzet van de verschillende baggertechnieken. Beide criteria zijn sterk afhankelijk van lokale omstandigheden zoals de bereikbaarheid van de watergang, de hoeveelheid baggerspecie per strekkende meter en de omvang van de watergang. De kosten van een baggeringreep worden in grote mate bepaald door vaste kosten zoals het transport van materieel en transport en stort van baggerspecie. Het prijsverschil tussen de inzet van verschillende technieken is in de praktijk naar verhouding gering. Bovendien worden baggerwerken doorgaans in concurrentie aanbesteed, hetgeen een indicatie van de kosten van onderdelen van het werk moeilijk maakt. Uiteraard spelen –bezien vanuit het grotere geheel- ook de kosten voor toepassing of verwerking uiteindelijk een rol.

4 Opzet eindtabel

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de in dit rapport gepresenteerde gegevens. De gegevens worden gepresenteerd in de vorm van een tabel aan het einde van dit hoofdstuk. In de tabel wordt per categorie de inzetbaarheid van elke baggertechniek aangegeven. De wijze waarop de tabel kan worden gebruikt bij de keuze voor een baggertechniek in de praktijk, wordt uitgelegd aan de hand van een aantal fictieve scenario's.

4.1 Criteria van inzetbaarheid

De criteria die meegenomen zijn om de inzetbaarheid in te schatten van de kleinschalige baggertechnieken zijn reeds aan de orde gekomen in de vorige hoofdstukken. Tijdens de gesprekken met waterbeheerders (opdrachtgevers van baggerwerk) en aannemers is gebleken dat de keus voor de inzet van een bepaalde techniek erg afhankelijk is van omstandigheden die in ieder individueel geval kunnen verschillen. Het is niet geheel mogelijk gebleken om deze nuances in de gekozen opzet op te nemen.

Het is niet mogelijk om een betrouwbare inschatting te geven van de capaciteit en kosten van de inzet van de verschillende baggertechnieken. Deze criteria zijn teveel afhankelijk van locatiespecifieke omstandigheden. De capaciteit wordt bijvoorbeeld in grote mate bepaald door de dikte van de baggerlaag die in een watergang aanwezig is. De kosten van de inzet van een baggertechniek worden voor een groot deel bepaald door vaste kosten van aan- en afvoer van het materieel. De omvang van het baggerwerk wordt zo in grote mate bepalend voor de kosten per eenheid verwijderde baggerspecie. De aannemers en waterbeheerders zijn gevraagd om de capaciteit en kosten van de technieken aan te geven, maar de bandbreedte waar binnen waarden werden genoemd, was te groot om enig onderscheidend vermogen te creëren.

4.2 Toelichting

De werking van de tabel verdient enige toelichting. Per criterium wordt een waarde oordeel gegeven over de geschiktheid van de inzet van een techniek. Het is derhalve belangrijk zo veel mogelijk informatie over de te baggeren watergang te vergaren en de vereiste maak-nauwkeurigheid te formuleren. Ook zal een duidelijk beeld moeten worden geschetst van toelaatbare bij-effecten. Op deze manier zal het mogelijk zijn de mate van geschiktheid van elke techniek per criterium aan te geven. Bij het eindoordeel moet het belang worden meegewogen, dat aan elk criterium wordt gehecht.

In Tabel 2 zijn drie fictieve scenario's geschetst volgens welke de werking van de keuzetafel wordt uitgelegd.

Tabel 2. Voorbeeld scenario's bij uitleg werking van keuzetafel voor kleinschalige baggertechnieken.

Omschrijving	Polderwatergang in weiland	Boezemwater in landelijk gebied	Stadsgracht
Klasse	1	2	4
Fysische samenstelling	veen	veen/klei	zand, grofvuil
Aard v/d watergang	recht	recht	recht
Breedte (m)	1,9	35	8,1
Onderhoudsstrook (m)	> 5	2	hard, obstakels
Keurdiepte (m)	0,75	1,9	1,4
Verwerking	op kant	depot	depot
Verticale nauwkeurigheid (m)	0,10	0,20	0,10
Mors (m)			0,10
Functie	agrarisch	boezem/natuur	stad

Polderwatergang in weiland

In deze watergang wordt klasse 1 baggerspecie aangetroffen. Volgens dit criterium zijn alle technieken inzetbaar. Ook het feit dat op de waterbodem voornamelijk venige specie wordt aangetroffen en dat er in een landelijk gebied een rechte watergang wordt gebaggerd, betekent dat alle technieken geschikt zijn. De breedte van de watergang is hier een belangrijk onderscheidend criterium. De inzet van drijvende technieken is uitgesloten en ook een mobiele rupskraan is, door zijn grootte, minder geschikt. Een mobiele bandenkraan of een hydraulische baggerpomp zijn volgens dit criterium het meest geschikt. Er is voldoende ruimte langs de watergang (breedte onderhoudsstrook) voor de inzet van deze technieken. De vereiste werkdiepte maakt dat een hydraulische baggerpomp of mobiele kraan uitgerust met een lepel- of vizier bak moet worden ingezet. Beide technieken zijn geschikt voor het verspreiden van de specie op de kant. De vereiste verticale nauwkeurigheid maakt dat in dit geval alleen de hydraulische baggerpomp als meest geschikte techniek overblijft. Gezien de agrarische functie van het beheersgebied zou ook de inzet van een baggerspuit mogelijk zijn. Men dient zich er dan wel van te vergewissen dat het spuiten van specie op de kant niet tot onoverkomelijke bezwaren zal leiden.

Boezemwater in landelijk gebied

De klasse 2 baggerspecie maakt dat alle technieken ingezet zouden kunnen worden. Ook de fysische samenstelling en aard van de watergang stelt geen beperkingen. De dimensies van de watergang (35 m breed) en de onderhoudsstrook (2m) zijn zodanig dat niet vanaf de kant kan worden gewerkt. Er zal dus gebruik moeten worden gemaakt van drijvende technieken. De gestelde keurdiepte, verwerkingswijze en verticale nauwkeurigheid en mors stellen geen verdere beperkingen aan de mogelijk inzetbaarheid van de technieken. De natuurfunctie van het water zal aan vertroebeling en verstoring strenge eisen stellen. Op deze criteria gaat derhalve de voorkeur uit naar de inzet van een cutter- of wormwielzuiger. In kleiige gebieden verdient de cutterzuiger de voorkeur.

Stadsgracht

De aangetroffen specie (klasse 4) maakt de inzet van een groot aantal technieken minder geschikt. Alleen die technieken die speciaal zijn aangepast voor saneringsbaggerwerk zijn geschikt (hydraulische kranen met vizierbak of gesloten knijperbak, cutter- en wormwielzuiger). De schuifboot en slibbak kunnen alleen worden gebruikt indien aanvullende maatregelen, zoals het plaatsen van slibschermen, worden getroffen. In het stedelijk gebied wordt doorgaans veel grofvuil op de waterbodem aangetroffen. Dit heeft ingrijpende gevolgen voor de inzetbare technieken. De vizierbak en gesloten knijperbak en de diverse zuigsystemen zijn gevoelig voor grove delen op de waterbodem. Een schuifboot heeft hier doorgaans minder problemen mee, maar is hier ook niet volledig ongevoelig voor (mogelijk geschikt). In een dergelijk geval kan er gekozen worden voor de inzet van een combinatie van technieken. Een hydraulische kraan met open lepelbak kan bijvoorbeeld de bulk van de specie verwijderen, inclusief het grofvuil, waarna een schuifboot een opschoonslag maakt en het juiste profiel aanbrengt. Er zal in dit geval veel vertroebeling optreden, waarvoor passende maatregelen moeten worden getroffen (slibschermen).

In stedelijke gebieden kan er vaak niet vanaf de kant worden gewerkt als gevolg van obstakels langs de waterkant. Indien mogelijk wordt er derhalve zoveel mogelijk met drijvende technieken gewerkt. Omdat in het gestelde scenario de specie in depot moet worden gebracht zal de specie met behulp van drijvende beunbakken of persleidingen moeten worden afgevoerd. Indien de situatie in het stedelijke gebied dit toelaat is uiteraard ook de inzet van transport per as een optie.

4.3 Aanbevelingen

Uitgaande van de kenmerken van een watergang is het via deze tabel mogelijk om de inzetbaarheid van technieken in te schatten en op deze manier een afweging te maken. Hierbij moet het voorbehoud worden gemaakt dat de gepresenteerde tabel geen absolute waarheden bevat. Praktijkervaring zal een belangrijke factor blijven spelen bij de afweging. Toch geeft een dergelijke tabel de mogelijkheid om de keuze voor een bepaalde methode te onderbouwen en derhalve de willekeurigheid uit het beslisproces te halen.





Met deze tabel is een overzicht ontstaan van gegevens die bij veel aannemers en waterbeheerders algemeen bekend zijn. Een bundeling van deze gegevens over kleinschalige baggertechnieken is nog niet eerder verschenen. Dit rapport geeft antwoord op de vraag welke techniek het best inzetbaar zou kunnen zijn. Rapport en eindtabel kunnen als leidraad dienen voor personen die met het schrijven van bestekken voor baggerwerkzaamheden geconfronteerd worden.


Leeswijzer:

Horizontaal zijn de verschillende technieken weergegeven. Verticaal staan de kenmerken van de te baggeren waterbodem en walgrang vermeld. Met behulp van kleuren is aangegeven in welke mate de technieken als meer of minder geschikt bezien kunnen worden. Indien geen kleuren zijn gebruikt, zijn de kenmerken van de techniek kwantitatief (dus: met getallen) weergegeven.

	Drijvende kraan (op ponton)			Mobile kraan, bandenkraan			Mobile kraan, Rupskraan			Cutter/Zuigsystemen en Schuifboot				
	lepel haak (open)	vzierbak (gesloten)	knijschep (open)	lepel haak (open)	vzierbak (gesloten)	knijschep (open)	lepel haak (open)	vzierbak (gesloten)	knijschep (open)	cutter	wormwiel	hydraul. stofzuiger	schuifboot	slibbak
Specie: Chemisch														
Klasse (0-4)	0-3	0-4	0-3	0-4	0-3	0-4	0-3	0-4	0-3	0-4	0-4	0-2	0-4*	0-4
Specie: Fysisch														
Zand														
IJel														
veen														
grofval en restafval														
Toegankelijkheid														
stedelijk gebied														
landelijk gebied														
natuurgebied														
Aard/vld walgrang														
ironkolerende walgrang														
breedte walgrang (m)	> 8	> 8	> 8	> 8	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	> 4	> 15	1-7	> 2	> 3
breedte onderhoudstrook (m)	1-5	1-5	1-10	1-10	0,5-3	0,5-3	2-3	2-3	1-3	1-5	1-5	< 3	0,75-2	0,75-2
werkdiepte (m)														
Verwerkingswijze														
op de kant														
in een depot														
Maatnauwkeurigheid														
verticaal (m)	0,05 - 0,25	0,05 - 0,25	0,10 - 0,30	0,15 - 0,30	0,25	0,25	0,30	0,30	0,25	0,05 - 0,10	0,05 - 0,10	0,10	0,10	0,10
mors (m)	0,20	0,05 - 0,20	0,20	0,10 - 0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05	0,10	0,10	0,10
Bij-effecten														
vertoebeling														
vermoeiing oeverzone														
toezichtbaar in natuurgebied														

Legenda

 minder geschikt
 mogelijk geschikt
 geschikt
 niet van toepassing

 met aanvullende maatregelen

Bronnen

1. Handboek Bodemsaneringstechnieken, Deel G: Baggeren. 1999, SDU uitgeverij.
2. Standaard RAW bepalingen, 2000. CROW, Nationaal Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur.
3. Handboek Bodemsaneringstechnieken, Deel H: Behandelen en Bestemmen van Baggerspecie. 1999, SDU uitgeverij.
4. Programma Ontwikkeling Saneringsprocessen Waterbodems (POSW), fase II (1992-1996). 1997, RIZA.
5. Grondig Schoon. Baggeren van te saneren waterbodems. 1994, Veen, R. van der. Rijkswaterstaat Directie Noordzee.
6. De sanering van waterbodems. 1991, SBO, Studiecentrum voor Bedrijf en Overheid.
7. Minimalisering negatieve effecten op ecologie bij uitvoering (onderhouds)baggerwerkzaamheden. 2001, De Straat Milieu-adviseurs.

Bijlagen

Bijlage 1: Beschrijving baggertechnieken

Bijlage 2: Deelnemers aan bijeenkomsten en interviews

Bijlage 1: Beschrijving baggertechnieken

De beschrijving van de baggertechnieken is ontleend aan Bronnen 1, 4, 5 en 6. De tekeningen zijn in de meeste gevallen gebaseerd op foto's uit de praktijk.

Mechanische baggertechnieken

Hydraulische kraan met diverse graafbakken

De hydraulische kraan is een discontinu werkend graafwerktuig. Afhankelijk van de omstandigheden wordt de kraan vanaf de wal dan wel vanaf een drijvend ponton ingezet.

De inzet van een kraan vanaf een ponton heeft als groot voordeel dat er onafhankelijk van de aard van de onderhoudsstrook in de watergang kan worden gewerkt. Het werken vanaf een ponton heeft doorgaans het nadeel dat de baggernauwkeurigheid (horizontaal en verticaal) negatief wordt beïnvloed.

Een kraan die vanaf de kant wordt ingezet wordt op rupsen dan wel op luchtbanden voortbewogen. Het voordeel van een kraan op rupsen is dat het werktuig een groter contactoppervlak heeft met de ondergrond waarop het voortbeweegt waardoor het gewicht beter wordt verdeeld. Dit heeft tot gevolg dat rupsen doorgaans minder spoorvorming veroorzaken dan luchtbanden. Hydraulische kranen op rupsen zijn doorgaans zwaarder uitgevoerd en kunnen met een langere giek worden uitgerust.

De kranen zijn uitgerust met grijpers of bakken. Bij gebruik van grijpers wordt de ontgraving gerealiseerd door een knijpbeweging. Bij de bak is er sprake van een haalbeweging. Voor beide methoden bestaan afsluitsystemen om te voorkomen dat specie uit de grijper of bak in de waterkolom terecht komt. Zo bestaan er gesloten grijpers, milieugrijpers en de zogenaamde vizierbak (ook wel 'dieplepelbak' genoemd). Met gesloten grijpers vindt er bij het ophalen geen contact plaats tussen de specie in de bak en het omgevingswater. De milieugrijper wordt gekenmerkt door een nagenoeg horizontale sluitbeweging, waardoor het mogelijk is om binnen zeer nauwe toleranties te kunnen baggeren. Ook deze grijper is goed afgesloten. Ook met de vizierbak is het mogelijk om dunne lagen te ontgraven met een zo hoog mogelijk dichtheid en een minimum aan ingesloten water.

Varende bulldozer / schuifboot

Dit baggerwerktuig is speciaal ontwikkeld voor het schoon baggeren van dichtgeslibde sloten en kleine watergangen. Vooral als niet vanaf de wal kan worden gewerkt, komt dit apparaat tot zijn recht. Met een lier trekt het voertuig zich door de watergang, hierbij de baggerspecie voor zich uitschuivend richting een verzamel punt. Vanaf dit punt kan de specie met een overslagkraan die op de oever staat in een transportmiddel of depot worden gebracht. Het blad aan de voorkant van het voertuig is in breedte en hoogte verstelbaar om aan lokale omstandigheden te worden aangepast. De schuine zijanten kunnen zodanig worden versteld dat in één werkgang het voorgeschreven profiel kan worden gemaakt.

Omdat het apparaat met een lier wordt voortbewogen is het vooral in rechte watergangen toepasbaar.

Overigens wordt hier opgemerkt dat de schuifboot altijd gebruikt wordt in combinatie met andere technieken, aangezien extra geruimd dient te worden na inzet van de schuifboot.

Een schuifkraan werkt op vergelijkbare wijze als de schuifboot, met dit verschil dat het voertuig door de watergang rijdt, voortbewogen op rupsen. Op deze manier is het minder gevoelig voor grofvuil op de waterbodem dan de schuifboot. Door de omvang van de schuifkraan kan behoorlijke schade aan de waterbodem optreden. De kraan is derhalve alleen inzetbaar op zandige ondergronden.

Hydraulische baggertechnieken

Cutterzuiger

De cutterzuiger of snijkopzuiger is een continue gravend baggerwerktuig en is verankerd door middel van een spudpaal en zijdraden. De snijkop bevindt zich ter plaatse van de mond van de zuigleiding. Met de snijkop wordt de grond losgesneden en als een grondwatermengsel opgezogen en via een drijvende leiding en walleiding naar het stort geperst. In het geval van grote baggerdiepten wordt de snijkopzuiger wel voorzien van een onderwaterpomp. Tijdens het baggeren zwaait de snijkopzuiger om de werkpaal (rotatiepunt) die aan de achterzijde van het schip is opgesteld. Door de verankeringswijze en gebruik van een baggerautomaat, waardoor de snijkop een ingesteld baggerprofiel kan volgen, wordt een grote baggernauwkeurigheid verkregen.

Bij het verwijderen van (sterk) verontreinigde baggerspecie wordt veelal gebruik gemaakt van kleine tot middelgrote zuigers. De baggerdiepte varieert tussen de 2 en 15 meter. De hoeveelheid mors wordt beperkt door het volume aangesneden grond af te stemmen op de zuigproductie van de zuiger. In het geval van een losse bodemconsistentie of bij slib is het echter mogelijk dat er toch mors optreedt, doordat het gecreëerde bodemprofiel 'bezwijkt'. Naast de klassieke snijkopzuiger, zijn er diverse technieken waarbij het type snijkop is aangepast waardoor de mate van vertroebeling verkleind wordt en op die manier beter geschikt voor het verwijderen van verontreinigde baggerspecie.

Wormwielzuiger

Een wormwielzuiger is een combinatie van een vijzel en een zuigmond. De vijzel brengt het materiaal in een zuigmond, waarna de specie via een persleiding wordt afgevoerd.

De (milieu)wormwielzuiger is ontwikkeld voor het verwijderen van verontreinigde waterbodem, met name voor het verwijderen van lagen slib, zachte klei en losgepakt zand die over een groot oppervlakte verspreid zijn.

Door automatisering van het baggerproces worden met dit systeem eveneens goede resultaten verkregen met betrekking tot baggernauwkeurigheid, minimale mors en turbulentie.

De wormwielzuiger is geschikt voor baggeren in (zeer) ondiep water. Het werktuig is uitstekend geschikt voor het nagenoeg mors- en troebelingsvrij baggeren van dunne lagen [OSB, 1991b].

Slibbak

De slibbak is een combinatie van een mechanische en hydraulische techniek. Het werkt volgens het zelfde principe als een (mechanische) schuifboot, maar is tevens voorzien van een vijzel die het mogelijk maakt om de opgestuwde specie via een persleiding te verwijderen. Het is derhalve niet meer nodig om de specie naar een verzamelpunt op te stuwen.

Hydraulische baggerpomp en Baggerspuit

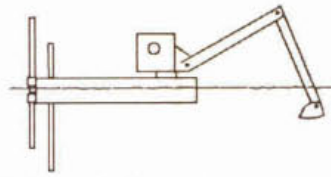
Met dit werktuig kan baggerspecie van de waterbodem worden opgezogen. De centrifugaalpompe wordt aan een arm door de sloot getrokken, waarbij de zuigmond van de pomp zoveel mogelijk door de losse bagger in het midden van de sloot wordt gehaald. Op deze wijze wordt een sleuf getrokken waarin de losse bagger vanzelf van de kanten naar het midden zakt. De baggerspuit kan worden ingezet vanachter een tractor, met behulp van een kraan of met een boot. De vertroebeling als gevolg van het toepassen van deze methode is minimaal. Doorgaans vindt er veel bijmenging van proceswater plaats. Het opgezogen mengsel kan direct over het aangrenzende land worden verspreid (baggerspuit), of via een persleiding naar een depot getransporteerd.

De hydraulische baggerpomp kan voorzien zijn van ketsplaten (roterende messen) om het bodemmateriaal los te woelen en/of de watervegetatie te versnipperen. Het opgezogen materiaal wordt vervolgens direct verspreid over het naastgelegen perceel.

Mechanische baggertechnieken:



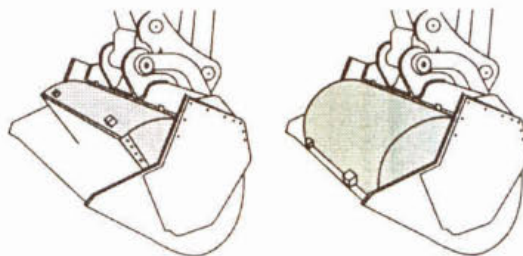
Mobiele rupskraan



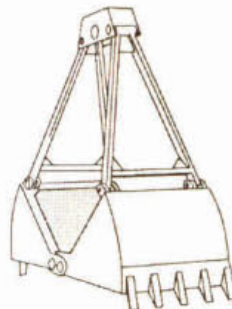
Drijvende kraan (op ponton)



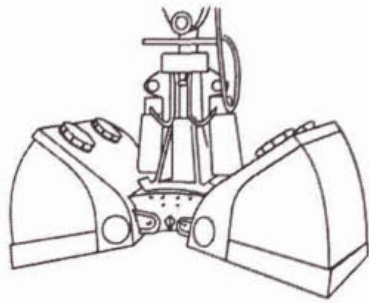
Lepelbak



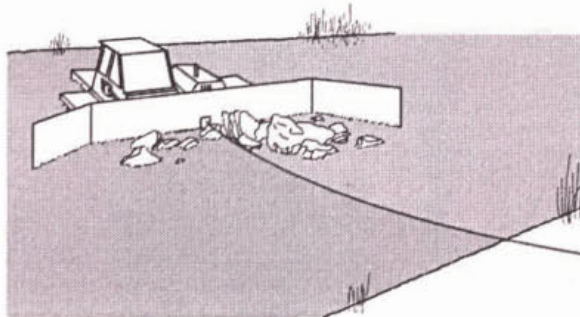
Vizierbak



Knijperbak (open)

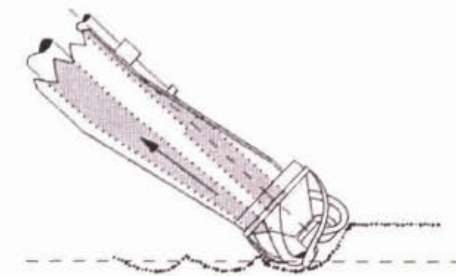
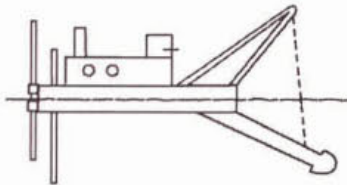


Knijperbak (gesloten) Milieuknijper

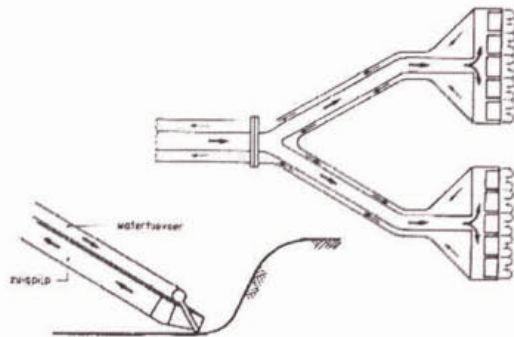


Schuifboot

Hydraulische baggertechnieken:



Cutter



Hydraulische baggerpomp

Bijlage 2: Deelnemers aan bijeenkomsten en interviews

Gesprekken bij VBKO

dhr. H. Bijnsdorp
dhr. Chr. den Dekker
dhr. R. den Dekker
dhr. J. Meeuwisse
dhr. C. Westbroek
dhr. J. van der Molen en mw. H. van Oorschot

Instantie

VBKO
Den Dekker BV
Den Dekker BV
Meeuwisse Nederland BV
Eco Baggersystemen BV
De Straat Milieu-adviseurs B.V.

Gesprekken bij Waterbeheerders

dhr. I. Bosman
dhr. D. Kanters
dhr. J. Limbeek en dhr. B. Ordelmans
dhr. J. Schipper en dhr. J. Wiltenburg
dhr. J. van der Voort en dhr. H. Oostervink
dhr. J. van der Molen

Wetterskip Fryslân
HH van de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden
Waterschap Regge en Dinkel
Waterschap Zeeuwse Eilanden
HH van Delfland
De Straat Milieu-adviseurs B.V.

Aanwezig bij bijeenkomst op 6 juli

mw. M. Talsma
mw. M. Euser
dhr. H. Bijnsdorp
dhr. D. Kanters
dhr. J. Schipper
dhr. J. van der Voort en dhr. B. Zijlstra
dhr. I. Bosman
dhr. P. den Dood
dhr. Chr. den Dekker
dhr. W. Drossaert, dhr. R. Mollee,
dhr. J. de Jong en mw. H. van Oorschot

STOWA
Baggernet
VBKO
HH van de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden
Waterschap Zeeuwse Eilanden
HH van Delfland
Wetterskip Fryslân
Gemeente Delft
Den Dekker BV
De Straat Milieu-adviseurs B.V.

