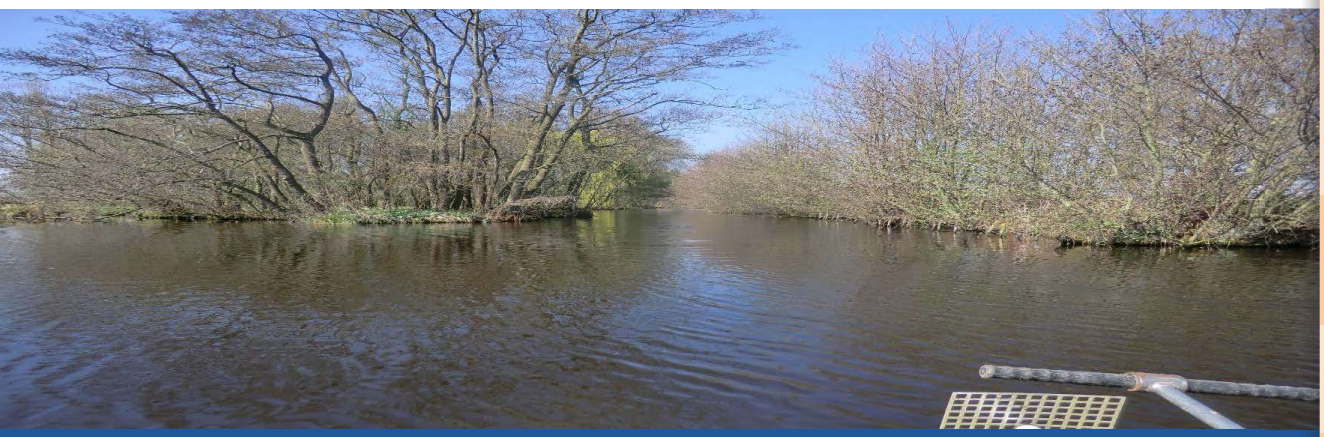
SIKB

Kennis van kwaliteit in bodembeheer



Richtlijn SIKB 2501

Baggervolumebepalingen

Guideline for determining dredging volumes

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Versie 2.1 - definitief
26 maart 2020

www.sikb.nl

Introduction in English (informative)

Summary
Dutch waterways are dredged on a regular basis. Primarily, this is done to optimise water flow and minimise flooding potential. In addition, dredging is done for navigational purposes or to improve the (ecological) water quality.

Costs of dredging largely depend on the volume of dredged sludge. Differences between the calculated and the actual volumes of sludge therefore directly influence costs and benefits of a dredging project.

This SIKB-guideline 2501 'Determining dredging volumes' provides clients and contractors with a uniform way of determining dredging volumes. It helps to prevent discussion and unnecessary costs. Various stakeholders active in the process of dredging participated in preparing this guideline.

Colofon

Status
Het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Bodembeheer heeft op 26 maart 2020 de inhoud van deze richtlijn definitief vastgesteld. Opgenomen beeldmateriaal is informatief en niet normatief.

Eigendomsrecht
Deze richtlijn is opgesteld in opdracht van en uitgegeven door Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB). Het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Bodembeheer, ondergebracht bij de SIKB, beheert deze richtlijn inhoudelijk. De actuele versie van deze richtlijn staat op de website van SIKB (www.sikb.nl) en is op elektronische wijze tegen ongewenste aanpassingen beschermd. Het is niet toegestaan om wijzigingen aan te brengen in de originele en door het CCvD Bodembeheer goedgekeurde en vastgestelde teksten met het doel hieraan rechten te (kunnen) ontlenen.

Vrijwaring
SIKB is behoudens in geval van opzet of grove schuld niet aansprakelijk voor schade die bij het bedrijf of derden ontstaat door het toepassen van deze richtlijn.

© 2020 SIKB
Overname van tekstdelen en beeldmateriaal is toegestaan met bronvermelding. Alle rechten berusten bij SIKB.

Bestelwijze
Deze richtlijn is in digitale vorm kosteloos te verkrijgen bij SIKB. Een ingebonden versie kunt u bestellen tegen kosten, op te vragen bij SIKB.

Updateservice
Door het CCvD Bodembeheer vastgestelde mutaties in deze richtlijn zijn te verkrijgen bij SIKB. Via info@sikb.nl kunt u zich aanmelden voor automatische toezending van mutaties. U kunt via info@sikb.nl ook verzoeken tot toezending van de gratis reguliere nieuwsbrief van SIKB.

Helpdesk/gebruiksaanwijzing
Voor vragen over inhoud en toepassing van deze richtlijn kunt u terecht bij SIKB.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

www.sikb.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

1.1 Aanleiding, doel & reikwijdte van de richtlijn 4
1.2 Plaats van deze richtlijn ten opzichte van andere kaders 6
1.3 Verantwoordelijkheden van en eisen aan betrokken partijen 6
1.4 Geldigheidsduur baggervolumebepaling 7
1.5 Leeswijzer 8

2. Doel en uitgangspunten baggervolumebepaling en te realiseren profiel 9

3. Voorbereiden van een baggervolumebepaling 13

3.1 Afbakenen van het onderzoeksgebied 13
3.2 Bepalen van watertype en vaststellen van meetpunten 13
3.3 Uitvoeren van metingen met dwarsraaien 13
3.3.1 Bepaal de afstand tussen de dwarsraaien 13
3.3.2 Bepaal de afstand tussen de meetpunten in een dwarsraai 14
3.4 Uitvoeren van rastermetingen 14
3.5 Bepalen van meettechniek(en) 16
3.5.1 Meettechniek bovenkant te baggeren laag 16
3.5.2 Meettechniek onderkant te baggeren laag of vaste bodem 16
3.6 Bepalen van de onderkant van de te baggeren laag 17
3.7 Bepalen van methode voor horizontale en verticale plaatsbepaling 17

4. Opstellen van een meetplan 19

5. Uitvoeren van veldwerk 20

6. Uitvoeren van verificatiemetingen 21

7. Berekening van baggervolumes 23

8. Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering 25

9. Verantwoording 26

Bijlage 1. Definities 27

Bijlage 2. Keuze van te gebruiken techniek(en) 30

Bijlage 3. Techniekshеets meettechnieken 39

Bijlage 4. Risico's bij horizontale en verticale plaatsbepaling en hoe die te verkleinen 45

Bijlage 5. Handreiking voor beschrijving van verificatieboringen 48

Bijlage 6. Checklist benodigde informatie en communicatie opdrachtgever 52

1 Inleiding

1.1 Aanleiding, doel & reikwijdte van de richtlijn

Aanleiding
De meeste Nederlandse oppervlaktewateren worden regelmatig gebaggerd. Dat gebeurt in het merendeel van de gevallen om de watervoerende functie te waarborgen en de kans op wateroverlast bij hevige neerslag te beperken. In een aantal gevallen wordt specifiek gebaggerd ten behoeve van de scheepvaart of de (ecologische) waterkwaliteit. Het uiteindelijke doel kan van invloed zijn op het uit te voeren baggerwerk en de daarvoor te maken afspraken.

De kosten van een baggerwerk worden voor een groot deel bepaald door het volume dat moet worden verwijderd en op de kant moet worden gezet (indien mogelijk), of moet worden afgevoerd en elders gestort. Een afwijking van de hoeveelheden baggerspecie heeft dus direct consequenties voor de kosten van een project. Vandaar dat een goede baggervolumebepaling van groot belang is.

Het bepalen van het baggervolume is om meerdere redenen een lastige klus. Het gevolg is dat regelmatig verschil van inzicht over de te baggeren of gebaggerde volumes ontstaat tussen de partijen die bij het baggeren betrokken zijn. Maar ook de wijze waarop specifieke baggeropdrachten (resultaatsverplichtingen) worden geformuleerd, kan ertoe leiden dat opdrachtgevers en baggeraars met elkaar in conflict komen. Dit vormde de aanleiding voor het uitbrengen van een richtlijn Baggervolumebepalingen in 2012. Dit is de tweede versie.

Doel
Het doel van deze richtlijn is om – door een zo helder mogelijke opdrachtdefinitie en een zo groot mogelijke reproduceerbaarheid van de baggervolumebepaling – bij te dragen aan (meer) gezamenlijk vertrouwen bij belanghebbende partijen dat het te baggeren of gebaggerde volume is bepaald op een manier die passend is voor de situatie. En dat afwijkingen van dit volume die eventueel in het werk worden geconstateerd, adequaat kunnen worden verklaard.

Ten overvloede: het werkelijke baggervolume is nooit precies vast te stellen. Het verschil tussen het berekende en werkelijke baggervolume is onder meer afhankelijk van de tijd en de gehanteerde uitgangspunten bij de bepaling, van de heterogeniteit van het sediment en van de eronder liggende bodem. Maar uiteraard ook van de expertise van diegenen die de baggervolumebepaling uitvoeren. Een baggervolumebepaling volgens deze richtlijn kan de kans op verschil van inzicht over baggervolumes tussen betrokken partijen wel aanmerkelijk verkleinen.

De richtlijn biedt waterschappen, gemeenten, Rijkswaterstaat, baggeraars en meetbureaus handvatten bij het voorbereiden, uitvoeren en rapporteren van in-situ-baggervolumebepalingen en bij het definiëren van baggeropdrachten. Door op basis van deze richtlijn goede afspraken te maken over wat en hoe wordt gemeten, kunnen verschillen van inzicht over te baggeren of gebaggerde volumes worden beperkt.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6



Afbeelding 1. Baggeren op rivier De Vecht

Wat is nieuw in deze versie?
Deze 'Richtlijn Baggervolumebepalingen' is, zoals beschreven, een geactualiseerde versie van de 'Richtlijn Baggervolumebepalingen op basis van handmatige metingen' uit 2012. Deze versie beperkt zich niet meer strikt tot handmatige metingen, maar bevat ook informatie en richtlijnen voor het gebruik van elektronische technieken. Vandaar de naamsverandering, waarbij het tweede deel van de titel van de eerste versie 'op basis van handmatige metingen' is komen te vervallen.

Experts uit diverse geledingen van de baggersector hebben input geleverd voor deze geactualiseerde versie van de richtlijn, op basis van hun kennis en ervaring. Veel van deze experts hadden zitting in de begeleidingscommissie bij het opstellen van deze geactualiseerde versie. Ook zijn nadrukkelijk de ervaringen meegenomen van de gebruikers van de eerste versie van deze richtlijn.

In deze versie van de richtlijn zijn verder de resultaten meegenomen van het in 2014 en 2015 uitgevoerde onderzoek 'Validatie Richtlijn Baggervolumebepalingen' (zie Hoofdstuk 9 Verantwoording) naar de praktische bruikbaarheid en toepasbaarheid van de eerste versie.

In een enkel geval wordt dwingend een bepaalde techniek voorgeschreven (middelvoorschrift), omdat de hiermee verrichte metingen aantoonbaar beter reproduceerbaar zijn. Dit blijkt uit het hiervoor genoemde Validatieonderzoek. In andere gevallen geeft de richtlijn vooral aanwijzingen voor het maken van (doel)afspraken over de wijze van meten, de verificatie van metingen, de wijze van gegevensverwerking, en het helder maken van de uitgangspunten die een opdrachtgever hanteert bij het in de markt zetten van een baggervolumebepaling of baggerwerk.

Veel van de elektronische technieken voor baggervolumebepaling zijn op dit ogenblik nog in ontwikkeling. De elektronische technieken worden over het algemeen wel steeds beter toepasbaar voor kleinere wateren. Deze geactualiseerde richtlijn schrijft geen van de beschikbare technieken dwingend voor, maar geeft informatie over de geschiktheid van deze technieken in verschillende situaties.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

De keuze van een juiste (combinatie van) meettechniek(en) is uiteraard van belang. Dit is onder meer afhankelijk van het type water dat moet worden bemeten en van de aard van de meting. Een overzicht van de kenmerken van meettechnieken vindt u in de bijlagen 2 en 3. Het belangrijkste is dat de gekozen technieken in een project consequent worden toegepast, zodat dezelfde technieken worden gehanteerd bij het inpeilen, het uitpeilen, bij controlemetingen, bij onderzoeks- en bestekspeilingen en bij verificatiemetingen.

Reikwijdte
Deze richtlijn gaat primair over het bepalen van volumes baggerspecie als voorbereiding op onderhoudsbaggeren (zie ook hoofdstuk 2 voor mogelijke doelstellingen van een baggerwerk).

Deze richtlijn gaat niet specifiek in op de vraag hoe opdrachtgevers en opdrachtnemers moeten omgaan met omgevingsaspecten die van invloed kunnen zijn op het te realiseren profiel, zoals geotechnische aspecten of de aanwezigheid van kabels, leidingen en conventionele explosieven.

Als de richtlijn wordt gehanteerd, mag alleen van de voorschriften in de richtlijn worden afgeweken als de specifieke fysieke situatie in het onderzoeksgebied zó is, dat het – op basis van kennis en ervaring – logisch is dat deze voorschriften niet van toepassing zijn voor deze situatie. Dit moet wel worden beargumenteerd, waarbij de argumenten hiervoor duidelijk worden aangegeven door degene die de keuze maakt om af te wijken van de voorschriften. Dit wordt verwoord in de uitvraag van of de rapportage bij het onderzoek.

Tot slot: het toepassen van deze richtlijn doet niets af aan standaardvoorwaarden voor de uitvoering van werken, zoals de Uniforme Administratieve Voorwaarden (UAV).

De foto's in dit document zijn illustratief bedoeld, en hebben geen voorschrijvend karakter. De foto's zijn gemaakt door SIKB of zijn door leden van de begeleidingscommissie rechtenvrij ter beschikking gesteld.

1.2 Plaats van deze richtlijn ten opzichte van andere kaders

Deze richtlijn geeft invulling aan de activiteiten in het kader van een in-situ-baggervolumebepaling. De richtlijn kan worden toegepast voor kwantificering van het baggervolume dat wordt opgenomen in contracten voor baggerwerken, bijvoorbeeld volgens de RAW-systematiek van CROW. Ook kan de richtlijn worden gebruikt voor een baggervolumebepaling op basis van metingen in het werk, als in het contract een dergelijke resultaatsverplichting is opgenomen.

1.3 Verantwoordelijkheden van en eisen aan betrokken partijen

Opdrachtgever baggervolumebepaling
De opdrachtgever van een baggervolumebepaling is meestal de eigenaar of beheerder van het water waarin de bepaling moet worden uitgevoerd (normaal gesproken een waterschap, een gemeente of Rijkswaterstaat). Maar het kan in voorkomende gevallen ook een andere partij zijn, zoals de opdrachtnemer van een baggerwerk. De opdrachtgever van een baggervolumebepaling heeft, indien die de richtlijn hanteert, kennisgenomen van deze richtlijn en conformeert zich aan de in de richtlijn gestelde eisen en de gemaakte afspraken. De opdrachtgever moet deugdelijke informatie aanleveren zodat de opdrachtnemer en uitvoerende partij hun werkzaamheden conform de richtlijn kunnen uitvoeren.

Opdrachtnemer baggervolumebepaling
De opdrachtnemer van een baggervolumebepaling – normaal gesproken een meetbureau – heeft kennisgenomen van deze richtlijn en dient zich vooraf te conformeren aan de eisen in de richtlijn en de gemaakte afspraken. De opdrachtnemer verzoekt de opdrachtgever de benodigde informatie te leveren (zie bijlage 6).

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Uitvoerende partij baggervolumebepaling
De verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van de baggervolumebepaling ligt bij de organisatie die de baggervolumebepaling uitvoert. Dit is niet altijd dezelfde partij als de opdrachtnemer van de baggervolumebepaling. Degene die namens de uitvoerende partij het project leidt (projectleider) heeft de eindverantwoordelijkheid voor de uitvoering (door hemzelf en de andere projectmedewerkers) conform de eisen in dit document. Uitvoerend personeel is verantwoordelijk voor het werken conform de gestelde eisen bij het uitvoeren van de metingen voor de baggervolumebepaling.

Wat betreft kennis en ervaring geldt als eis, dat het personeel van de partij die de metingen uitvoert voor een baggervolumebepaling minimaal beschikt over het volgende:
- kennis van het meetplan op basis van deze richtlijn, en
- een certificaat of accreditatie op grond van SIKB-protocol 2003 'Veldwerk bij milieuhygiënisch waterbodemonderzoek'.

Indien men niet in het bezit is van een 2003-certificaat/-accreditatie, geldt als eis dat men beschikt over en voldoet aan:
- kennis van het meetplan op basis van deze richtlijn; en
- een afgeronde MBO-opleiding of vergelijkbaar werk- en denkniveau voor civiele techniek, milieutechniek, cultuurtechniek, hydrografie of gelijkwaardige disciplines, en
- werkervaring van ten minste 100 werkdagen veldwerk voor het meten van baggervolumes, en
- jaarlijks minimaal 10 werkdagen veldwerk voor het meten van baggervolumes.

Uitvoerend personeel in opleiding hoeft niet zelf aan de hierboven gestelde eisen met betrekking tot kennis en ervaring te voldoen, maar werkt dan wel *altijd* onder de verantwoordelijkheid van een medewerker die aan de gestelde eisen voldoet.

1.4 Geldigheidsduur baggervolumebepaling

De tijd dat een baggervolumebepaling representatief is, is afhankelijk van de specifieke situatie ter plekke. De belangrijkste factoren die een rol spelen bij representativiteit, zijn:
- de dynamiek en grootte van het oppervlaktewater of watersysteem waarin de bepaling is uitgevoerd;
- bodemtype van het oppervlaktewater en omliggende gebied;
- het land- en bodemgebruik van het omliggende gebied.

Volgens deze richtlijn is een baggervolumebepaling geldig tot 18 maanden na de veldwerkzaamheden voor de bepaling van het te baggeren volume. Mocht een opdrachtgever of opdrachtnemer van deze geldigheidstermijn willen afwijken, dan moet die dat onderbouwen aan de hand van bovenstaande factoren.
Opdrachtgever en opdrachtnemer van de baggervolumebepaling moeten overeenstemming hebben over deze afwijkende duur. Komt die overeenstemming er niet, dan is de in deze richtlijn gehanteerde geldigheidsduur van 18 maanden van kracht.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6



Afbeelding 2. Baggeren met cutterzuiger in veenweidegebied

1.5 Leeswijzer

In het vervolg van deze richtlijn beschrijven we eerst kort het proces voorafgaande, tijdens en na het bepalen van het baggervolume en de daarbij behorende aandachtspunten, waaronder een heldere definitie van het uit te voeren baggerwerk. Daarna beschrijven we meer in detail de werkwijze bij het bepalen van baggervolume, van het afbakenen van het opstellen van het meetplan tot en met het uitvoeren van verificatiemetingen.

We gaan specifiek in op:
- het bepalen van het doel van de baggervolumebepaling;
- de afbakening van het onderzoeksgebied;
- de bepaling van het watertype;
- de bepaling van de te gebruiken meettechniek(en);
- de bepaling van de meetinspanning in geval van dwarsraaien;
- de bepaling van de meetinspanning bij rastermetingen;
- de bepaling van de methode voor de positie- en hoogtemetingen;
- de bepaling van de meetmethode voor de sedimentlaag;
- het opstellen van het meetplan;
- het uitvoeren van veldwerk;
- het verwerken en controleren van ingewonnen gegevens;
- het uitvoeren van de baggervolumeberekeningen;
- de rapportage en presentatie van resultaten;
- de data-aanlevering.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

2. Doel en uitgangspunten baggervolumebepaling en te realiseren profiel

In dit hoofdstuk beschrijven we kort het gehele proces van baggervolumebepaling en de zaken die partijen daarbij in acht moeten nemen.

A. Bepaal het doel van het baggerwerk

Door: opdrachtgever baggervolumebepaling

Voordat wordt gebaggerd, stelt de opdrachtgever om te beginnen duidelijk het doel van de baggerwerkzaamheden vast. Dit is van belang voor de bepaling van het feitelijke doel onder B.

Baggerwerkzaamheden kunnen grosso modo worden uitgevoerd om een van de volgende redenen (of een combinatie daarvan):
1. het waarborgen van de watervoerende functie van een watergang of waterpartij en het behouden van voldoende bergingscapaciteit (hydrologische redenen);
2. het op diepte houden ten behoeve van de scheepvaart;
3. het verbeteren van de ecologische waterkwaliteit;
4. het verwijderen van bodemmateriaal tot een diepte waarop een bepaalde (chemische) kwaliteit van de bodem is bereikt.

In de eerste twee gevallen gaat het om regelmatig terugkerend onderhoudswerk, ook wel onderhoudsbaggeren genoemd. Dit in tegenstelling tot 3. en 4., waarbij vaak sprake is van specifieke baggerwerkzaamheden om watergangen te verbreden, te verdiepen of te ontdoen van verontreinigd materiaal. Deze richtlijn heeft met name betrekking op het onderhoudsbaggeren, maar kan ook voor de andere aanleidingen behulpzaam zijn.

Afhankelijk van het gekozen doel maakt de opdrachtgever een keuze voor het te realiseren profiel bij het baggeren. Kan bijvoorbeeld worden volstaan met het baggeren van het zogenoemde theoretisch profiel, ook als dan nog sediment blijft liggen of een (klein) deel van de vaste bodem wordt meegenomen? Of moet alle sediment worden verwijderd ('baggerschoon'), bijvoorbeeld omwille van kwaliteitsredenen? Op het te realiseren profiel gaan we onder B. dieper in.

B. Bepaal het te realiseren profiel van het baggerwerk

Door: opdrachtgever baggervolumebepaling

Afhankelijk van het doel van het baggerwerk stelt de opdrachtgever vast wat het te realiseren profiel is van het baggerwerk. We onderscheiden daarbij:
a. het vastgestelde theoretisch profiel;
b. het vastgestelde theoretisch profiel, met als aanvullende eisen:
   - geen vaste bodem verwijderen;
   - een bepaalde afstand uit de oever blijven, bijvoorbeeld in verband met de ecologie of asbestverdachte beschoeiing;
   - evt. andere eisen;

c. het profiel dat overeenkomt met de overgang in bodemtypen, dichtheid of een ander criterium dat meetbaar is . Voorbeeld: 'baggerschoon' opleveren of 'tot de vaste bodem'.

Indien mogelijk kiest een opdrachtgever voor optie a. Hieronder lichten we toe waarom.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Vaak geeft de opdrachtgever van een baggerwerk aan dat de ligging van de vaste bodem de onderkant vormt van de laag die verwijderd moet worden. Het te realiseren profiel is dan de vaste bodem (c). Echter: op dit ogenblik bestaat geen breed gedragen objectief criterium om te bepalen waar de vaste bodem begint. Zeker bij een onduidelijke overgang tussen sediment en vaste bodem – of bij een grillige ligging van de vaste bodem – is de ligging van de vaste bodem moeilijk te bepalen, ongeacht de gebruikte techniek. Dit blijkt uit het onderzoek 'Validatie Richtlijn Baggervolumebepalingen' (SIKB, 2015).

Met een theoretisch profiel is het baggervolume veel beter objectief vast te stellen en is het risico op grote afwijkingen in het gebaggerde volume achteraf veel kleiner.

Wat zijn meetbare criteria?
Het gebruik van resultaatsbeschrijvingen voor baggerwerken als 'baggeren tot vaste (water)bodem' of 'slib verwijderen' vergroot het risico op subjectiviteit en daarmee op discussies over het baggervolume. Indien het niet mogelijk is uit te gaan van een vast theoretisch profiel als baggerresultaat, dan moet een passend meetbaar criterium vastgesteld worden dat de onderkant van de te verwijderen laag aangeeft; om dit criterium vervolgens te gebruiken bij alle metingen. Denk aan een bepaalde tegendruk bij het gebruik van een peilstok of de overgang in dichtheid van de waterbodem.
De opdrachtgever of de opdrachtnemer neemt in het meetplan op wat als meetbaar criterium wordt aangenomen en hoe dit criterium wordt gemeten.
Het meetbaar criterium wordt tijdens de peilwerkzaamheden omgezet in een hoogte.
Bijvoorbeeld de hoogte waarop:
- *een bepaald type peilstok een zekere weerstand x meet;*
- *er sprake is van een bepaalde kleurovergang in de waterbodem;*
- *er sprake is van een overgang in bodemtype/consistentie/dichtheid in de waterbodem;*
- *een akoestisch signaal met een bepaalde frequentie wordt teruggekaatst.*

C. Bepaal eventuele randvoorwaarden van het baggerwerk

Door: opdrachtgever baggervolumebepaling

Indien wordt uitgegaan van het theoretisch profiel als te realiseren profiel, kan het voorkomen dat vaste bodem wordt verwijderd, of dat op plekken sediment blijft liggen.

De opdrachtgever van een baggervolumebepaling kan geotechnische of juridische argumenten hebben om geen vaste bodem te willen verwijderen. Bijvoorbeeld vanwege het risico op opbarsting van de waterbodem, afkalvende oevers of instroom van zand. Als dat het geval is, dan worden deze argumenten door de opdrachtgever toegelicht, in de opdrachtverlening opgenomen en in het meetplan geregistreerd.

Als de vaste bodem niet beroerd mag worden, is van belang om een zo objectief mogelijk criterium vast te stellen voor de vaste bodem. Bij het in- en uitpeilen wordt dan ook dezelfde techniek voor het bepalen van de bovenkant van de sedimentlaag en de vaste bodem toegepast.

D. Maak afspraken met opdrachtnemer over aan te houden volumemarges bij afwijkende opdrachtformulering

Door: opdrachtgever en opdrachtnemer baggervolumebepaling

Er kunnen redenen zijn dat een opdrachtgever kiest voor 'de vaste bodem' of 'baggerschoon' als te realiseren profiel. Zonder aanvullende afspraken geeft een dergelijk geformuleerd baggerprofiel een

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

groot risico op onenigheid. Het vergroot de kans dat het aantal m^3 bagger dat bij een baggervolumebepaling wordt gemeten niet overeenkomt met het werkelijke aantal m^3 dat door de baggeraar wordt verwijderd. Opdrachtgevers en opdrachtnemers dienen dit goed te beseffen. Het vooraf maken van afspraken over aan te houden volumemarges kunnen dit mogelijk helpen oplossen. Deze marges zijn afhankelijk van de lokale situatie, maar zullen lager zijn bij een duidelijke overgang tussen de te verwijderen laag en de onderliggende bodem, en hoger bij een slecht vast te stellen overgang tussen bodemlagen.



Afbeelding 3. Peilwerkzaamheden

E. Bepaal het te baggeren volume

Door: opdrachtgever en opdrachtnemer baggervolumebepaling (baggeraar bij uitvoeren van controlemetingen)

Bij de baggervolumebepaling en bij eventuele controlemetingen houden alle betrokken partijen in ieder geval het volgende in acht:

- De meettechnieken en uitvoeringsmethoden die worden gebruikt bij het inpeilen, uitpeilen, het uitvoeren van controlemetingen en verificatiemetingen binnen een bepaald project, zijn steeds identiek. Hieronder is inbegrepen (zie ook hoofdstuk 4 'Opstellen van een meetplan'):
  - de gebruikte meetmethode en -apparatuur;
  - de gebruikte frequentie bij elektronische metingen;
  - de uitvoeringswijze, zoals de puntdichtheid, ligging en afstand van raaien e.d.;
  - de posities van raaien. Deze zijn uitgezet, of worden via een positioneringssysteem gereproduceerd.

  N.B. Met bovenstaande wordt bedoeld dat de techniek die voor één type meting (initiële meting of verificatiemeting) wordt gebruikt binnen een project steeds hetzelfde is. De techniek gebruikt voor verificatiemetingen wijkt echter wel af van de techniek gebruikt voor de initiële metingen, zie ook paragraaf 3.5.2 'Meettechniek onderkant te baggeren laag of vaste bodem'.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

- De nauwkeurigheid van de metingen wordt geborgd, door:
  - het vastleggen van welke referentiepunten worden gebruikt voor het controleren van positie en/of hoogte;
  - het ijken van alle gebruikte apparatuur en/of door het toetsen van de meetresultaten op juistheid;
  - het bijhouden van een registratie van de gebruikte apparatuur, meetmethodiek en de toetsen.
- In de opdrachtverlening worden de termen 'vaste bodem' en 'baggerschoon' zo veel mogelijk vermeden, tenzij er redenen zijn deze wel te hanteren.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

www.sikb.nl

3. Voorbereiden van een baggervolumebepaling

In dit hoofdstuk beschrijven we – zo veel mogelijk in volgorde – de wijze waarop alle handelingen moeten worden uitgevoerd (en eventueel worden beschreven) voorafgaand aan en tijdens het uitvoeren van de baggervolumebepaling.

3.1 Afbakenen van het onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied wordt vastgelegd op een plattegrond en/of met een beschrijving. Bij opdrachtvorming wordt dit onderzoeksgebied vastgelegd in de offerte.

3.2 Bepalen van watertype en vaststellen van meetpunten

Het type water waarin een baggervolumebepaling plaatsvindt, bepaalt het type metingen (en de daarbij behorende meetpunten) dat hierbij wordt uitgevoerd. De opdrachtgever moet daarom vooraf bepalen om welk type water het gaat en hij zorgt ervoor dat het bijpassende type metingen wordt uitgevoerd.

We maken in deze richtlijn onderscheid tussen lintvormige wateren en niet-lintvormige wateren. Lintvormige wateren zijn wateren waarbij beide oevers grotendeels parallel lopen, en vaargeulen in plassen of meren (cf. NEN 5717). Niet-lintvormige wateren zijn wateren die niet als lintvormig kunnen worden aangemerkt.

In lintvormige wateren worden handmatige metingen uitgevoerd door middel van dwarsraaien. De juiste methode daarbij staat beschreven in paragraaf 3.3. In lintvormige wateren mogen ook rastermetingen worden uitgevoerd, zolang ten aanzien van de meetinspanning wordt gewerkt in de breedterichting van de watergang conform de eisen in tabel 1.

In niet-lintvormige wateren voeren partijen zogenoemde rastermetingen uit. De juiste methode daarbij staat beschreven in paragraaf 3.4.

De raai- en vaarpatronen kunnen bij elektronisch meten anders zijn dan bij handmatig meten.

Als meer dan één watertype van toepassing is in het onderzoeksgebied, wordt het onderzoeksgebied opgedeeld in deelgebieden, zodat in elk deelgebied slechts één watertype van toepassing is.

3.3 Uitvoeren van metingen met dwarsraaien

3.3.1 Bepaal de afstand tussen de dwarsraaien

Als wordt gemeten via dwarsraaien, bepaal dan eerst de afstand tussen de raaien. Die afstand hangt af van het doel van de baggervolumebepaling.

Als opdrachtgever een indicatief overzicht wil verkrijgen van de totale hoeveelheden te verwijderen baggerspecie, waarbij de resultaten niet gebruikt worden in een contract voor een baggerwerk, dan is de raaiafstand tussen de dwarsraaien 400 meter.

Metingen met een raaiafstand tussen de dwarsraaien van 400 meter zijn geschikt om de 'totale baggeropgave' te bepalen in een relatief groot gebied (bijvoorbeeld een gehele polder). Metingen met deze intensiteit zijn niet geschikt om het baggervolume te bepalen op lokaal niveau (bijvoorbeeld één watergang).
Als de baggervolumebepaling gericht is op het uitvoeren van een specifiek baggerwerk, dan moet de raaiafstand tussen de dwarsraaien worden bepaald aan de hand van onderstaande beslisboom.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Als meerdere mogelijkheden van toepassing zijn in het onderzoeksgebied, dan wordt het onderzoeksgebied opgedeeld in deelgebieden, zodat in elk deelgebied slechts één raaiafstand van toepassing is.

Figuur 1. Beslisboom raaiafstand handmatig meten



Toelichting bij beslisboom
Het belang van een betrouwbare baggervolumebepaling neemt toe naarmate de kosten per volume-eenheid baggerspecie hoger worden, bijvoorbeeld omdat de baggerspecie moet worden afgevoerd en/of bewerkt. Daarom is de beslisboom voor de raaiafstand opgesteld aan de hand van de bestemmingskeuze van de baggerspecie. De uiteindelijke bestemmingskeuze voor baggerspecie is onder meer afhankelijk van de kwaliteit en kwantiteit van de baggerspecie, de beschikbare ruimte op de oevers en de oeverstabiliteit.

3.3.2 Bepaal de afstand tussen de meetpunten in een dwarsraai

De afstand tussen de meetpunten in een dwarsraai wordt vastgesteld aan hand van de breedte van de watergang op de waterlijn, conform tabel 1.

Tabel 1. Bepaling afstand tussen meetpunten in dwarsraaien

Breedte watergang	Op taluds (onder waterpeil)	Tussen taluds (onder waterpeil)
< 5 meter	0,5 meter	0,5 meter
5 tot 20 meter	1,0 meter	1,0 meter
> 20 meter	1,0 meter	2,0 – 5,0 meter*

** Als sprake is van een zeer breed water (ordegrootte 50 meter of breder) met een vlakke bodem, dan zijn tussenafstanden tot 5 meter mogelijk. In water breder dan 20 meter bedraagt de tussenafstand 10 procent van de breedte in meters.*

3.4 Uitvoeren van rastermetingen

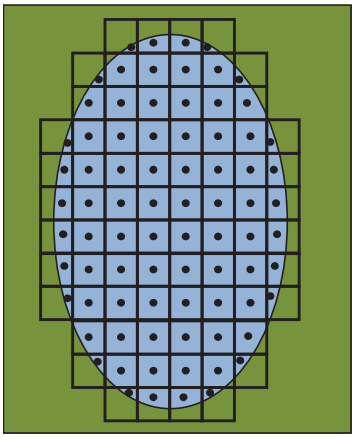
Als sprake is van niet-lintvormige wateren, dan moeten zogenoemde rastermetingen worden uitgevoerd. De intensiteit van deze metingen is afhankelijk van het doel van de baggervolumebepaling en van de dimensies van het te bemeten oppervlaktewater.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Als de opdrachtgever een indicatief overzicht wil verkrijgen van de totale hoeveelheden te verwijderen baggerspecie, waarbij de resultaten niet gebruikt worden in een contract voor een baggerwerk, dan hoeft de opdrachtgever niet een generieke meetinspanning voor te schrijven, maar kan hij – eventueel samen met de opdrachtnemer – zelf een passende meetinspanning bepalen.

In alle andere gevallen wordt de intensiteit van de rastermetingen bepaald aan de hand van tabel 2. Tabel 2 geeft de te hanteren grootte van een rastervlak weer. In het midden van elk rastervak moet een meting plaatsvinden. Dit tenzij dat inhoudt dat het meetpunt daardoor buiten het wateroppervlak valt; dan wordt in het midden van het natte deel van het rastervlak gemeten.

Figuur 2. Schematische weergave van raster voor rastermeting in niet-lintvormig water



Tabel 2. Te hanteren rastergroottes bij niet-lintvormige wateren

Maximale breedte/doorsnede watergang	Rastervak
< 25 meter	4 x 4 meter
25 – 100 meter	8 x 8 meter
> 100 meter	16 x 16 meter

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

3.5 Bepalen van meettechniek(en)

De opdrachtgever – of de opdrachtnemer in samenspraak met de opdrachtgever – kiest een techniek voor het vaststellen van de bovenkant van de te baggeren laag en voor het bepalen van de onderkant van de te baggeren laag of de vaste bodem, conform meetbare criteria.

De selectie van meettechnieken kan plaatsvinden op basis van een groot aantal factoren, waaronder de gewenste bodeminformatie, gewenste detaillering en omgevingsfactoren, zoals de lengte van het onderzoeksgebied, de waterdiepte en waterbreedte, de aanwezigheid van vegetatie en het type bodem. In bijlage 3 van deze richtlijn staat een overzicht van de werking en toepasbaarheid van veelgebruikte technieken. In bijlage 2 is een handreiking voor de afweging tussen beschikbare technieken opgenomen.

3.5.1 Meettechniek bovenkant te baggeren laag

Als de bovenkant van de te baggeren laag handmatig wordt ingemeten, wordt gebruik gemaakt van een peilstok met of zonder geperforeerde voet. De peilstok wordt verticaal op de waterbodem gehouden. De druk die de peilstok op de waterbodem uitoefent, is 6,7 gram/cm² (plus of min 25%). Daarbij gaat het om het bruto-oppervlak, dat wil zeggen: zonder rekening te houden met de perforatie.

Als een peilstok – inclusief benodigde (GPS-)apparatuur – een totaalgewicht heeft van 1,7 kg, komt dit overeen met een voetplaat van 254 cm² ofwel 15,9 bij 15,9 cm. Uit het eerdergenoemde Validatieonderzoek (zie hoofdstuk 9) is gebleken dat metingen met een dergelijke voet in hoge mate reproduceerbaar zijn.

Indien betrokken partijen willen afwijken – en een andere techniek willen gebruiken voor het bepalen van de bovenkant van de te baggeren laag – dan is hierover vooraf overeenstemming nodig.

3.5.2 Meettechniek onderkant te baggeren laag of vaste bodem

Deze richtlijn schrijft geen meettechnieken voor voor het meten van de vaste bodem of andere criteria voor de onderkant van de te baggeren laag. Daarvoor wijken de resultaten uit het uitgevoerde Validatieonderzoek voor deze bepaling te veel van elkaar af wat betreft de verschillende technieken.

Wel schrijft de richtlijn voor dat de diverse metingen voor één baggerwerk worden uitgevoerd op dezelfde locatie (bijvoorbeeld in- en uitmetingen) en volgens dezelfde meetstrategie, meetmethode en meettechniek. Verificatiemetingen moeten juist wél met een andere techniek worden uitgevoerd dan de initiële metingen, zie ook hoofdstuk 6.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

3.6 Bepalen van de onderkant van de te baggeren laag

Indien de baggervolumebepaling gericht is op het uitvoeren van een specifiek baggerwerk (en er dus geen sprake is van een indicatieve bepaling) wordt op elk vastgesteld meetpunt – naast de bovenkant van de te baggeren laag – ook de overgang van de te baggeren laag naar de vaste waterbodem vastgesteld.

Het in (laten) meten van de vaste bodem is in het bijzonder aan te bevelen als het verwijderen van vaste bodem of het laten zitten van sediment risico's met zich meebrengt, bijvoorbeeld het ontstaan van schade aan taluds of verslechtering van de waterkwaliteit.

Het bepalen van de hoogteligging van de vaste bodem gebeurt conform een vooraf vastgesteld *meetbaar criterium*. De opdrachtgever bepaalt dit meetbaar criterium, of de opdrachtnemer doet dit in samenspraak met de opdrachtgever. Dit criterium kan bijvoorbeeld een bepaalde weerstand zijn, of een kleurverandering of een grondsoort. Van belang is dat de uitvoerende veldwerker de betrouwbaarheid van zijn meting kwalificeert, bijvoorbeeld als duidelijk, matig of slecht meetbaar.

> ***Reproduceerbaarheid meting mede afhankelijk van type waterbodem***
> *Uit het onderzoek 'Validatie Richtlijn Baggervolumebepalingen' (SIKB, 2015; zie Hoofdstuk 9) blijkt dat het type waterbodem een belangrijke rol speelt bij een reproduceerbare bepaling van een laagovergang. Duidelijk waarneembare overgangen waarbij de ondergrond stevig is (bijvoorbeeld zand), zijn goed reproduceerbaar. Voor zachtere waterbodems (zoals zachte klei en veen) zijn de metingen minder nauwkeurig reproduceerbaar.*

3.7 Bepalen van methode voor horizontale en verticale plaatsbepaling

Bij baggervolumebepalingen worden de vastgestelde meetpunten in het horizontale vlak vastgelegd: de horizontale plaatsbepaling. Ook wordt bij het bemeten van de bovenkant en de onderkant van de te baggeren laag de hoogte bepaald: de verticale plaatsbepaling, of hoogtebepaling.



Afbeelding 4. Plaatsbepaling met GPS

De opdrachtgever bepaalt vooraf de vereiste nauwkeurigheid voor de horizontale en verticale plaatsbepaling. Op basis daarvan wordt een methode voor plaatsbepaling gekozen.

Met nauwkeurigheid wordt hier bedoeld: de mate waarin een gemeten uitkomst overeenkomt met de werkelijke waarde. Nauwkeurigheid is de 'optelsom' van 'systematische fouten' en 'toevallige (stochastische) fouten' (de precisie). In bijlage 2 worden deze begrippen nader toegelicht.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Indien de opdrachtgever geen nauwkeurigheidscriteria heeft bepaald, dan geldt bij handmatige metingen voor de bepaling van de ligging van de meetraaien een nauwkeurigheid van 50 centimeter of beter. Bij een elektronische plaatsbepaling (zoals met RTK-GPS) is dit 15 centimeter of beter. In de lengterichting van de raai is de nauwkeurigheid 15 centimeter of beter, ongeacht de gebruikte methode van plaatsbepaling. Voor verticale plaatsbepaling geldt een nauwkeurigheid van 5 centimeter of beter. Deze laatste eis betekent in de praktijk dat beheersmaatregelen genomen moeten worden, zoals het monitoren van de waterstand. Dit om eventuele systematische fouten te kunnen detecteren en elimineren.

Tabel 3. Vereiste nauwkeurigheid

Vereiste nauwkeurigheid, tenzij anders bepaald door opdrachtgever		
	Handmatig meten	Elektronisch meten
Ligging meetraai (in richting watergang)	< 50 cm	< 15 cm
Ligging punt *in* een meetraai	< 15 cm	< 15 cm
Verticale plaatsbepaling	< 5 cm	< 5 cm

De opdrachtnemer van de baggervolumebepaling geeft in het meetplan (zie hoofdstuk 4) aan hoe wordt aangetoond dat aan de criteria van nauwkeurigheid wordt voldaan. Daarbij benoemt deze ook specifieke projectgerelateerde risico's wat betreft nauwkeurigheid en geeft hij ook aan hoe deze risico's worden verkleind/beheerst.

Alle posities zijn in meters. Coördinaten worden vastgelegd in of omgerekend naar het RD-stelsel. Hoogtes worden aangegeven ten opzichte van NAP, tenzij de opdrachtgever anders heeft bepaald.

In bijlage 4 van deze richtlijn staat een overzicht van de belangrijkste risico's bij horizontale en verticale plaatsbepaling en de mogelijkheden om deze risico's te reduceren. Voorbeelden van risico's zijn verloop van de waterstand, tussentijdse verandering van het verloop van een oever, drift in een RTK-GPS-systeem en niet-geregistreerde aanpassing van de lengte van een meetbaak of peilstok.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

www.sikb.nl

4. Opstellen van een meetplan

Voorafgaand aan een baggervolumebepaling worden eerst alle daarvoor benodigde gegevens verzameld en uitgangspunten vastgesteld (zie hoofdstuk 3). De opdrachtnemer legt deze gegevens en uitgangspunten vast in een meetplan. Het veldwerk wordt conform dit meetplan uitgevoerd.

De opdrachtnemer komt met een voorstel voor een meetplan en stemt dit – indien de opdrachtnemer aannames heeft gedaan op een van onderstaande onderdelen – af met de opdrachtgever.

Het meetplan bevat ten minste:
- het onderzoeksgebied, eventuele deelgebieden en een aanduiding van de te onderzoeken watergangen of watervakken (de meetlocaties); dit alles weergegeven op een kaart;
- het achterliggende doel van de baggervolumebepaling;
- het te baggeren watertype;
- een beschrijving van overige uitgangspunten voor het meetplan;
- een beschrijving van het uit te voeren type metingen inclusief te hanteren meetmethode(n), de te gebruiken apparatuur en hulpmiddelen;
- de afstand tussen raaien / dwarsprofielen;
- de afstand tussen meetpunten binnen een dwarsprofiel;
- bij elektronisch meten: de puntdichtheid;
- de toe te passen methode van horizontale en verticale plaatsbepaling. Inclusief een inschatting van de kans op fouten en maatregelen om deze kans te verkleinen;
- een passage waaruit blijkt dat uitvoerende organisatie voldoet aan de gestelde eisen ten aanzien van de nauwkeurigheid van horizontale en verticale plaatsbepaling. Zie paragraaf 3.7;
- een argumentatie van de gekozen tussenafstand tussen de meetpunten bij een rastermeting;
- een beschrijving van de wijze waarop veldwerkers de resultaten van het veldwerk registreren;
- indien van toepassing: registratie van de argumenten om geen vaste bodem te beroeren.

In het meetplan wordt ook een onderdeel 'Verificatie' opgenomen, zie hoofdstuk 6. In dit onderdeel staat minimaal aangegeven:
- de wijze van verifiëren: techniek, grootheid, eenheid, waarde (criterium);
- de criteria op basis waarvan de conclusie van een verificatie wordt getrokken (komt overeen / komt niet overeen) en wat er gebeurt als de conclusie negatief is;
- een onderbouwing van de verificatiefrequentie in relatie tot bodemopbouw, tijdstip op de dag, aantal profielen.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

5. Uitvoeren van veldwerk

Bij het uitvoeren van veldwerk voor een baggervolumebepaling neemt de opdrachtnemer de volgende uitgangspunten in acht:

- Het veldwerk vindt plaats conform het opgestelde meetplan.
- Bij aankomst in het onderzoeksgebied inspecteert de veldwerker, indien mogelijk, direct het onderzoeksgebied en hij gaat na of de uitgangspunten in het meetplan kloppen. Daarbij legt de veldwerker ook omgevingskenmerken (aanwezigheid van puin, begroeiing van riet etc.) vast, die van invloed kunnen zijn op de uit te voeren meting / het te baggeren volume.
- Indien de uitgangspunten in het veld niet overeenkomen met die in het meetplan, wat er mogelijk toe leidt dat van het meetplan moet worden afgeweken, dan neemt de veldwerker contact op met de projectleider. De projectleider beslist over het vervolg.
- De veldwerker neemt het actuele waterpeil op en vergelijkt deze met het streefpeil ter plaatse. Een (groot) verschil tussen deze waarden levert relevante informatie op voor de berekening en voor de opdrachtgever van de baggervolumebepaling.
- Metingen van de onderkant van de te baggeren laag worden in dezelfde werkgang uitgevoerd, direct na het meten van de bovenkant op die plaats in het profiel.
- Als de veldwerker twijfelt over meetresultaten – bijvoorbeeld bij het bepalen van de onderkant van de te baggeren laag – dan neemt hij direct contact op met de projectleider.
- Als er sprake is van structurele afwijkingen tussen de gemeten waarden van de initiële baggervolumemetingen en de meetwaarden die volgen uit verificatiemetingen, dan moet in overleg met de projectleider de oorzaak worden achterhaald en is mogelijk een andere meetmethode nodig. Eerdere metingen moeten dan opnieuw worden uitgevoerd.
- Breedtemetingen worden loodrecht op de lengteas van de watergang uitgevoerd.
- De veldwerker controleert onregelmatigheden die invloed kunnen hebben op de representatieve lengte van een dwarsraai (zoals variërende breedte, kunstwerken, etc.) en rapporteert daarover.

Afwijkingen van het oorspronkelijke meetplan worden toegelicht in de rapportage, zie hoofdstuk 8.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

6. Uitvoeren van verificatiemetingen

Via verificatiemetingen wordt de ligging bepaald van een overgang tussen twee bodemtypen (bijvoorbeeld van sediment naar vaste waterbodem), dit ter controle van de resultaten van de uitgevoerde initiële metingen. De initiële metingen zijn de oorspronkelijk uitgevoerde metingen ten behoeve van het bepalen van baggervolumes.

Het uitvoeren van verificatiemetingen is verplicht voor het controleren van handmatig of elektronisch uitgevoerde initiële metingen voor het bepalen van *de onderkant van de te baggeren laag*.

Het is aan te bevelen om verificatiemetingen uit te voeren voorafgaand aan of tijdens de initiële metingen, zodat de veldwerker gevoel krijgt met de laagovergangen in de waterbodem.

Lintvormige wateren
Bij metingen in lintvormige wateren wordt minimaal iedere 400 m een verificatiemeting uitgevoerd.

Indien de initiële metingen handmatig uitgevoerd worden in lintvormige wateren, vindt per drie profielen minimaal één verificatiemeting plaats. Geadviseerd wordt dat opdrachtgever een aangepaste (hogere) 'meetdichtheid' van verificatiemetingen eist in gebieden met een onduidelijke of variabele overgang van sediment naar vaste bodem of met geotechnische kwetsbaarheid, etc.

Niet-lintvormige wateren
Als de initiële metingen handmatige rastermetingen betreffen, wordt bij elke 40 metingen minimaal één verificatiemeting uitgevoerd. Bij elektronische metingen wordt minimaal één verificatiemeting uitgevoerd per maximaal 5.000 m^2. Het daadwerkelijke aantal uit te voeren verificatiemetingen hangt af van de geaccidenteerdheid van de te meten waterbodem en de waarneembaarheid van het meetbare criterium.



Afbeelding 5. Verificatiemeting onderzijde sedimentlaag / overgang naar vaste bodem

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

www.sikb.nl

Bij verificatiemetingen, uitgevoerd met handmatige boringen, gelden de volgende eisen (zie bijlage 5 voor eisen wat betreft de rapportage van de verificatiemeting):

- De verificatiemetingen worden slechts toegepast voor het verifiëren van de onderkant van de te baggeren laag.
- Voer de verificatiemetingen uit met een multisampler, zuigerboor of beekersampler.
- Als bij het uitvoeren van verificatiemetingen wordt afgeweken van het onderdeel 'Verificatie' in het meetplan, onderbouw dan de reden van afwijken.
- Voer een verificatiemeting in het horizontale vlak uit binnen een straal van 20 centimeter van de te verifiëren initiële meting. Geef in het meetplan bij het onderdeel 'Verificatie' aan hoe dat wordt geborgd.
- Bepaal de z-waarde van de onderkant van het monster als de monsterbuis op de gewenste diepte is, en wel als volgt:
  - Bepaal de z-waarde van een gemarkeerd punt op het handvat van het bemonsteringstoestel. (Of gebruik markeringen op monsterbuis/-stangen voor meten t.o.v. waterlijn.)
  - Bepaal met behulp van de zo verkregen afstand handvat/waterlijn naar onderkant sampler de z-waarde van onderkant monster.
  - Bepaal de z-waarde van de lagen erboven door terug te meten vanaf onderkant monster.
- Leg het opgeboorde monstermateriaal in of op een object met een glad oppervlak, waardoor het monster niet kan vermengen met het object of slecht zichtbaar is door het object.
- Leg vast wat het criterium (grondsoort, kleur, consistentie, etc.) is op basis waarvan onderscheid wordt gemaakt wat betreft bodemlagen. Indien het meetbaar criterium is 'overgang in bodemtypen op basis van kleurverschillen', leg dan de kleuren van de verschillende monsterlagen vast op basis van een kleurkaart van Munsell.
- Maak per verificatiemeting via handmatige boring een foto van het monster (zie foto vorige pagina). Deze foto moet aantonen dat de overgang van de bodemlagen op de juiste wijze (vanaf onderzijde monster) is bepaald. Vermeld bij iedere foto daarom de volgende gegevens:
  1. identificatie, zodat duidelijk is bij welke initiële meting de verificatiemeting hoort;
  2. aanduiding van overgang(en) van de bodemlagen;
  3. meting van de afstand tussen onderkant monster en overgang(en) bodemlagen.
- Als de meting van de verificatieboring van de verticale ligging van de relevante overgang – meestal van sediment naar vaste bodem – meer dan 5 cm verschilt van de initiële meting, zoek dan hiervoor een verklaring en registreer die. Een verklaring kan zijn:
  - een slecht te bepalen overgang;
  - de overgang was op basis van kleur (chemisch onderscheid) i.p.v. dichtheid;
  - een meetfout.
- Registreer de gevonden verschillen en geef zo een indicatie van de nauwkeurigheid van de initiële metingen van de laagovergang.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

7. Berekening van baggervolumes

Dit hoofdstuk benoemt de eisen van deze richtlijn bij het berekenen van baggervolumes op basis van metingen. Deze berekeningen worden bij voorkeur uitgevoerd met CAD-software, specialistische baggervolumesoftware of GIS-software.

Baggervolumeberekening lintvormige wateren (dwarsraaien)
Bij metingen met dwarsraaien in lintvormige wateren wordt per dwarsraai de oppervlakte tussen de bovenkant van de te baggeren laag (gemeten huidige waterbodemprofiel) en de onderkant van de te baggeren laag (het te realiseren profiel) berekend. Tussen de gemeten punten wordt lineaire interpolatie toegepast. Ook andere interpolatiemethoden kunnen worden toegepast, mits deugdelijk beargumenteerd.
Het resultaat is het te verwijderen volume baggerspecie per strekkende meter, in het deel van de watergang waarvoor de betreffende dwarsraai representatief is. Dit volume per strekkende meter wordt vervolgens vermenigvuldigd met de lengte van dat deel van de watergang waarvoor de dwarsraai representatief is. Dit resulteert in het volume baggerspecie voor dat deel van de watergang waarvoor de betreffende dwarsraai representatief is.

Baggervolumeberekeningen in niet-lintvormige wateren (rastermetingen)
Bij rastermetingen in niet-lintvormige wateren wordt per rastermeting de afstand tussen de bovenkant van de te baggeren laag (gemeten huidige waterbodemprofiel) en de onderkant van de te baggeren laag (het te realiseren profiel) op dezelfde locatie bepaald. Deze waarde wordt vermenigvuldigd met het oppervlak (in het horizontale vlak) van de watergang waarvoor de rastermeting representatief is. Het resultaat is het te verwijderen volume baggerspecie per deel van de watergang waarvoor de betreffende rastermeting representatief is.

Representatieve lengte / representatief oppervlak
Bij het bepalen van de representatieve lengte of het representatief oppervlak van een dwarsraai of rastermeting is van belang rekening te houden met de aanwezigheid van kunstwerken, veranderingen in de breedte van de watergang en andere onregelmatigheden.

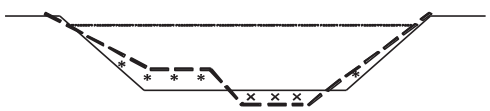
Theoretisch profiel
Als in de berekening voor de onderkant van de te baggeren laag gebruik wordt gemaakt van een theoretisch profiel, hou dan rekening met de invloed van afwijkingen tussen enerzijds de plaats- en hoogteaanduiding van dat theoretisch profiel en anderzijds de werkelijke (huidige) ligging van de watergang.

Een theoretisch profiel is niet altijd 1-op-1 (ruimtelijk) te koppelen is aan metingen in het veld. Vaak zal een theoretisch profiel ‘ingepast’ moeten worden aan de metingen in het veld.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Baggervolumebepaling ten opzichte van het te realiseren profiel

*Maak bij het berekenen van het totale baggervolume onderscheid tussen afwijkingen in de hoogte van de bovenkant van de waterbodem **boven** én **onder** het te realiseren profiel, zie onder.*
*Gebruik voor deze berekening verder de huidig gemeten waterbodemhoogte **boven** het te realiseren profiel.*



— Te realiseren profiel waterbodem
– – Huidig profiel waterbodem
—— Waterlijn
× Huidige waterbodemhoogte onder het te realiseren profiel
* Huidige waterbodemhoogte boven het te realiseren profiel

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

www.sikb.nl

8. Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering

Op basis van de uitgevoerde baggervolumebepaling stelt de uitvoerende partij een rapportage op. In deze rapportage komen ten minste de volgende aspecten aan de orde:

- *Strategie en uitvoering*
  De rapportage bevat een uiteenzetting van:
  - gebruikte normdocumenten;
  - eventuele afwijkingen van normdocumenten inclusief motivering;
  - het meetplan;
  - eventuele afwijkingen van het meetplan inclusief motivering;
  - datum uitvoering veldwerk;
  - de namen van bij de uitvoering betrokken(veld)medewerkers;
  - resultaten van de verificatiemetingen (zie bijlage 5);
  - beheersing van fouten in horizontale en verticale plaatsbepaling (zie bijlage 4).

- *Resultaten*
  Overzicht van de hoeveelheid baggerspecie, eventueel uitgesplitst naar delen van het onderzoeksgebied die door de opdrachtgever zijn onderscheiden.

- *Bijlagen*
  De rapportage bevat de volgende bijlagen, tenzij anders gespecificeerd door de opdrachtgever:
  a. kaart(en) met: projectcode, onderzoeksgebied(en), locatie van de dwarsraaien in het horizontale vlak, schaal en noordpijl (minimale schaal 1:10.000);
  b. dwarsprofielweergaven in kleur, met schaalaanduiding, nulpunt en richting, kentallen (baggervolume per meter en representatieve lengte) en voorzien van een legenda. In deze weergaven worden het te realiseren profiel en de huidige gemeten waterbodemhoogte aangegeven;
  c. boorbeschrijvingen en foto's van de verificatieboringen (zie bijlage 5).

Hoogteaanduidingen worden weergegeven in meters ten opzichte van NAP, met twee decimalen achter de komma. Ingeval van dwarsraaien wordt aangegeven hoe de representatieve lengte is bepaald en geverifieerd. Baggervolumes worden weergegeven in m^3 (kubieke meter), in gehele getallen.

De opdrachtnemer maakt in de rapportage aan de opdrachtgever duidelijk dat het berekende baggervolume voortvloeit uit de uitgangspunten van het meetplan en dat wijziging van die uitgangspunten een ander baggervolume zal opleveren.

Alle onderzoeksresultaten worden digitaal beschikbaar gesteld aan de opdrachtgever. De opdrachtgever geeft aan welke bestandformaten aangeleverd moeten worden. Zie onderstaande tabel voor een aantal voorbeelden van bestandformaten per type product.

Tabel 4. Voorbeelden van bestandformaten per type product.

Type product	Bestandsformaten
Dwarsraaien of rastermetingen	mdb, met, xls, xlsx, ascii, txt
Kaartmateriaal	dbf, sbn, sbx, shp, shx, dwg, dxf, pdf, jpg
Rapport (incl. alle bijlagen)	doc, docx, pdf, odf

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

9. Verantwoording

De voorliggende richtlijn is afgeleid van de volgende normen, publicaties en afspraken (voor zover verwezen wordt naar een website was de publicatie daar aldus geraadpleegd op 30-11-2018):

- Aquo-lex; te raadplegen op http://www.aquo.nl/over-aquo/aquo-onderdelen/aquo-lex. Begrippenlijst voor de watersector.
- Begrippenlijsten (glossaries) van Virtual Knowledge Centre – Hydraulic Engineering, TU Delft. Te raadplegen via www.kennisbank-waterbouw.nl.
- Inventarisatie meetmethoden voor het bepalen van baggervolumes, rapport 2006-07. STOWA, 2006 (ISBN 90.5773.326.9).
- Nauwkeurigheid; op: Wikipedia, de vrije encyclopedie; te raadplegen op https://nl.wikipedia.org/wiki/Nauwkeurigheid
- NEN 5717:2017; Bodem – Waterbodem – Strategie voor het uitvoeren van vooronderzoek bij verkennend en nader onderzoek.
- Onderzoek Validatie Richtlijn Baggervolumebepalingen, SIKB, 2015. Zie http://sikb.nl/bodembeheer/waterbodembeheer/baggervolumebepalingen/validatie-onderzoek.
- SIKB BRL 2000, Beoordelingsrichtlijn Veldwerk bij milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek, versie 6.0, d.d. 01-02-2018. Zie http://www.sikb.nl/richtlijnen.
- Waterwet. Te raadplegen op https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2018-07-01.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Bijlage 1. Definities

In deze richtlijn gelden de volgende termen en definities. Deze termen en definities zijn overgenomen uit Aquo-lex en de NEN-normen, tenzij anders vermeld.

Baggerspecie, ook: te baggeren of gebaggerd materiaal	Materiaal dat uit oppervlaktewater ontgraven is, of zal worden. [eigen definitie] *Let op: deze definitie is breder dan die in het Besluit bodemkwaliteit. Baggerspecie in de zin van deze richtlijn is het gehele volume aan materiaal dat wordt verwijderd ongeacht de samenstelling en eventueel aanwezige bodemvreemde materialen en objecten daarin. Vandaar dat het feitelijk gaat om te baggeren of gebaggerd materiaal.*
Baggervolumebepaling	Het gehele proces van meten en berekenen dat leidt tot een kwantificering van het volume baggerspecie. [eigen definitie]
Dwarsraai	Raaimeting van de hoogte van de waterbodem haaks op de as van watergang. [begrippenlijst TU Delft]
Elektronische metingen	Metingen waarbij de overgang tussen de waterfase en de bodemfase, of tussen twee bodemtypen, met behulp van elektronische technieken wordt bepaald. [eigen definitie]
Handmatige metingen	Metingen waarbij de overgang tussen de waterfase en de bodemfase, of tussen twee bodemtypen, door middel van het menselijk onderscheidend vermogen wordt bepaald. [eigen definitie]
Hart-op-hart-afstand, ook: slagafstand of raaiafstand	De afstand tussen de middelpunten van twee dwarsraaien, over de as van de waterlijn. [eigen definitie]
Lintvormig water	Oppervlaktewater waarbij beide oevers grotendeels parallel lopen, en vaargeulen in plassen of meren. [NEN 5717, versie als opgenomen in bijlage D van de Regeling Bodemkwaliteit]
Meetpunt	Locatie in het horizontale vlak waar een afzonderlijke plaats- en hoogtemeting verricht is of zal worden verricht. [eigen definitie]
Niet-lintvormig water	Oppervlaktewater dat niet als lintvormig kan worden aangemerkt. [NEN 5717, versie als opgenomen in bijlage D van de Regeling Bodemkwaliteit]

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Onderzoeksgebied	Aanduiding van de oppervlaktewateren waar het onderzoek wordt verricht. [eigen definitie]
Opdrachtgever	De natuurlijke persoon of rechtspersoon, die opdracht geeft tot het uitvoeren van een baggervolumebepaling en/of baggerwerk. Meestal is dit een waterschap, Rijkswaterstaat of een gemeente. Maar soms kan het ook een baggerbedrijf of adviesbureau zijn. [eigen definitie]
Opdrachtnemer	Partij die in opdracht een baggervolumebepaling uitvoert, meestal een gespecialiseerd meetbureau. [eigen definitie]
Raaiafstand	Zie: 'hart-op-hart-afstand'.
Rastermeting	Meting waarbij de meetpunten in het horizontale vlak door middel van een gelijkmatig raster (de rasterlijnen) zijn verdeeld. [eigen definitie]
Rastervlak	Het gebied tussen de rasterlijnen van een rastermeting. [eigen definitie]
Reproduceerbaarheid	De mate waarin een baggervolumebepaling bij een herhaalde baggervolumebepaling in hetzelfde water hetzelfde resultaat oplevert. [eigen definitie]
Sediment	Niet-geconsolideerd deel van de vaste fase van de waterbodem. [eigen definitie]
Slagafstand	Zie: 'hart-op-hart-afstand'.
Slib	Veelal door stromend water in zwevende toestand meegevoerd fijn materiaal dat na afzetting nog veel water bevat en een slappe consistentie heeft [NEN 5717, versie als opgenomen in bijlage D van de Regeling Bodemkwaliteit]
Talud	Het schuine vlak langs een watergang dat zich ook onder water kan voortzetten. [eigen definitie] *Opmerking: De helling van een talud wordt aangegeven als de verhouding tussen hoogte en breedte (hoogte/breedte).*
Te realiseren profiel	Denkbeeldige lijn in de dwarsdoorsnede van oppervlaktewater, waarmee wordt aangegeven wat het gewenste profiel van de waterbodem na uitvoering van het baggerwerk is. Ook wel: 'doel van het baggerwerk'. [eigen definitie]
Theoretisch profiel	Denkbeeldige lijn in de dwarsdoorsnede van oppervlaktewater, bijvoorbeeld gebaseerd op de beleidsmatig vereiste (onderhouds)toestand van een watergang. [eigen definitie]

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Vaste bodem	(Oorspronkelijke) waterbodem onder sediment. Baggerspecie kan afkomstig zijn uit de vaste bodem. [eigen definitie]
Verificatiemeting	Meting waarmee de ligging van een overgang tussen twee bodemtypen (bijvoorbeeld van sediment naar vaste waterbodem) wordt bepaald, ter controle van de initiële metingen om het baggervolume te bepalen. [eigen definitie]
Waterbodem	Bodem of oever van een oppervlaktewaterlichaam. [definitie Waterwet]

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

www.sikb.nl

Bijlage 2. Keuze van te gebruiken techniek(en)

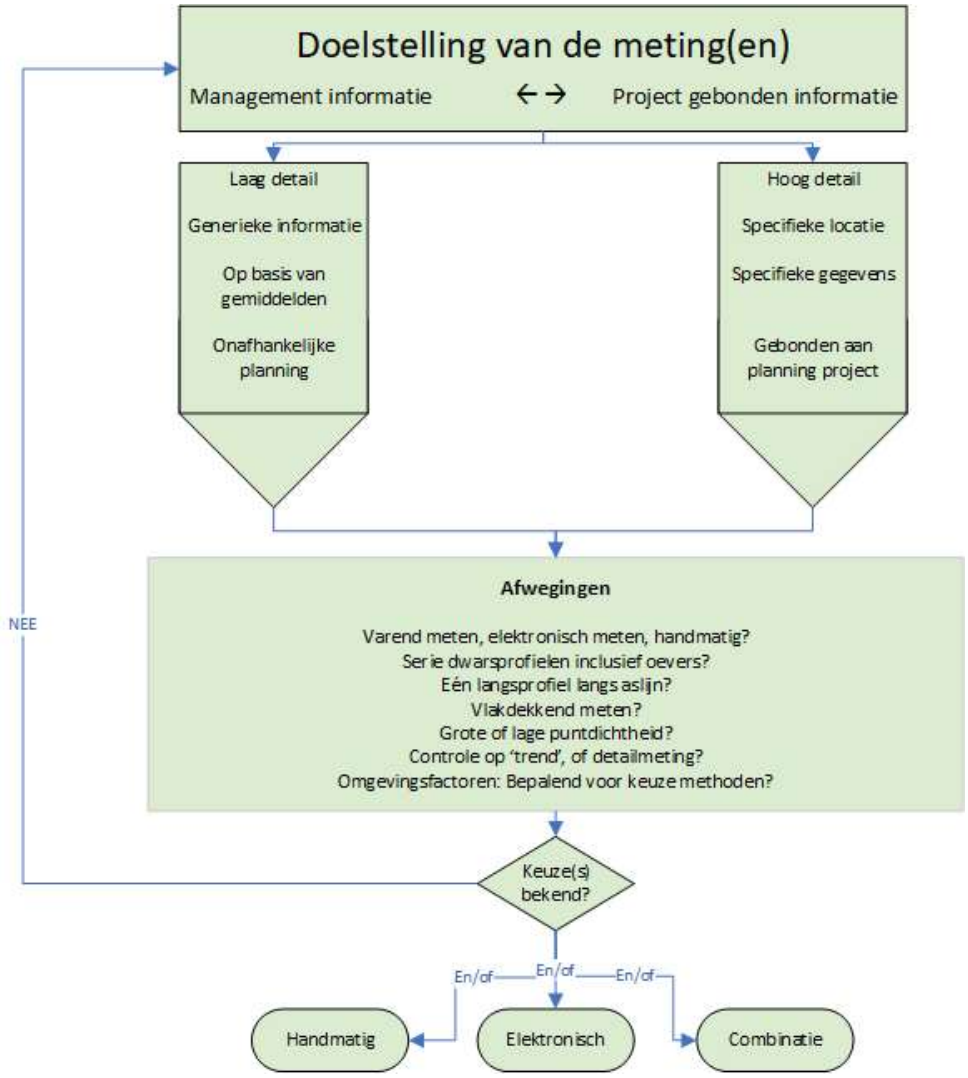
Inleiding

Bij het meten van waterdieptes en baggervolumes kunnen handmatige en elektronische technieken worden toegepast. Handmatige metingen vinden plaats met een peilstok met geperforeerde voet. Elektronische meettechnieken zijn technieken die aan de hand van geluids- of elektromagnetische golven, of weerstand, laagovergangen meten (bijvoorbeeld de boven- en onderkant van de sedimentlaag).

Voorbeelden van elektronische technieken zijn:
- multibeam echolood (MBES);
- singlebeam echolood (SBES);
- onderwatergrondradar (uGPR);
- sub-bottom profiler (SBP);
- overig: sector scan sonar, dichtheidsmetingen, viscositeitsmetingen, weerstandsmetingen, radioactieve sondes, etc.

Het is vaak niet eenvoudig om de meest optimale meettechniek te bepalen voor een bepaalde meetopdracht. Dit komt doordat de er veel meettechnieken bestaan die elk hun specifieke voor- en nadelen en randvoorwaarden voor inzetbaarheid hebben. De keuze kan worden gemaakt op strategisch niveau (waarvoor gaan de metingen gebruikt worden?) en/of op projectniveau (wat zijn de lokale omstandigheden?). Zie het schema op de volgende pagina:

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6



Afbeelding 6. Afweging keuze (combinatie van) meettechniek(en)

In de twee voorbeelden hierna is te zien hoe vraag, afwegingen en keuzemogelijkheden kunnen worden uitgewerkt aan de hand van dit diagram:

Voorbeeld 1:
Doelstelling: Bepalen meerjarige baggerstrategie voor meerdere watergangen.
Te meten: Bovenzijde sediment over groot gebied met veel watergangen.

Het gewenst detailniveau is laag. Voldoende is een nauwkeurige bepaling van de gemiddelde diepte over een bepaald areaal / aantal watergangen.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Mogelijke meettechnieken zijn bijvoorbeeld:
- het handmatig meten van één of enkele dwarsprofielen per watergang;
- een elektronische meting (SBES) over de hartlijn van de betreffende watergangen.

Afwegingen:
Bij het handmatig meten worden bijvoorbeeld om de 100 of 250 meter profielen ingemeten. Er zijn dan relatief weinig meetpunten beschikbaar. Deze enkele profielen moeten dan wel representatief zijn voor het gehele te meten gebied. Lokale afwijkingen in slibdiktes ter plaatse van meetpunten beïnvloeden het berekende gemiddelde relatief veel. Omdat de dwarsprofielen op een beperkt aantal plaatsen worden gemeten, kunnen die afwijken van 'het gemiddelde' profiel. Dus: er moet rekening mee worden gehouden dat de gemeten profielen kunnen afwijken van de gemiddelde vorm van de watergangen.
Bij het elektronisch meten zijn veel metingen beschikbaar, afhankelijk van welke delen van de watergang worden inmeten. Zo kan de hartlijn van de watergangen gebiedsdekkend worden ingemeten of juist alleen op bepaalde locaties. In het algemeen komen veel dieptedata beschikbaar en wordt de gemiddelde diepte van het midden van de watergang dus betrouwbaar vastgesteld als de meting nauwkeurig is uitgevoerd. De individuele metingen hoeven geen hoge precisie te hebben. Echter: er is geen oever-tot-oever-profiel bepaald. Of de metingen uiteindelijk een goed gemiddelde geven, is afhankelijk van de trajecten die worden ingemeten. Dus: het gemiddelde wordt nauwkeurig bepaald, echter alleen voor de aslijn van de delen die zijn ingemeten.

Er zal dan een keuze gemaakt worden op basis van o.a.:
- toegankelijkheid/bevaarbaarheid;
- toegevoegde waarde van de extra informatie uit elektronisch meten;
- de toegevoegde waarde van oever-tot-oever-meten;
- inperken van risico van niet-representatieve resultaten;
- kosten.

Voorbeeld 2:
Doelstelling: Vaststellen hoeveelheden te baggeren materiaal in een specifieke watergang in een klein gebied.
Te meten: Boven-/onderzijde sediment van een klein gebied.

Mogelijke meetmethoden zijn bijvoorbeeld:
- handmatige profielen;
- elektronische meetmethode zoals grondradar/seismiek;
- fysische meting zoals weerstandsmeting.

Afwegingen:
Van fysische metingen zoals weerstandsmetingen met kleine 'handheld'-apparatuur zijn nog relatief weinig praktijkervaringen bekend. De inzetbaarheid en betrouwbaarheid van de uitkomsten vormen hier een risico.
Elektronische methoden zoals grondradar en seismiek hebben zich bewezen op grotere/bredere/diepere watergangen. Er worden bruikbare en herhaalbare resultaten opgeleverd. Door de hoge puntdichtheid ontstaat een veel completer beeld – van vooral onderzijde sediment – dan met handmatige technieken mogelijk is.
In tegenstelling tot bij de elektronische technieken worden bij handmetingen de metingen uitgevoerd van oever tot oever, of zelfs boven de waterlijn. Bij elektronische methoden is een bepaalde minimale waterdiepte nodig.

Een keuze wordt gemaakt op basis van o.a.:
- toepasbaarheid van de techniek;
- de mate van gewenste nauwkeurigheid van bepaling onderkant sediment;
- kosten. Uitvoeringskosten variëren sterk per gekozen techniek;

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

- toegevoegde waarde van de gekozen meetmethode. Elektronisch meten levert een grotere meetdichtheid op. Handmatig meten kan van oever tot oever.

Vergelijking tussen handmatige en elektronische meettechnieken

Ontwikkelingen
De elektronische technieken zijn van oorsprong vooral geschikt voor gebruik op dieper water en vanaf grote vaartuigen. Door fysieke schaalverkleining van de apparatuur kunnen ze tegenwoordig ook worden toegepast vanaf kleine vaartuigen (zelfs op radiografisch bestuurbare bootjes). Wel blijft voor een deel van de technieken de beperking dat deze minder goed functioneren op heel ondiep water of bij steile taluds. Ook kan de bevaarbaarheid en aanwezigheid van waterplanten een belemmering vormen.
De handmatige metingen zijn eenvoudiger in de uitvoering en worden vanaf kleine vaartuigen uitgevoerd. In toenemende mate worden de metingen gestandaardiseerd uitgevoerd en wordt gebruik gemaakt van nauwkeurige RTK-GPS. In tegenstelling tot bij de elektronische technieken worden de metingen uitgevoerd van oever tot oever, of zelfs boven de waterlijn.

Voor het toepassen van elektronische technieken is specifieke kennis nodig. De verschillende elektronische technieken hebben ieder hun toepassingsgebieden, beperkingen en voor- en nadelen. Uitvoeren van de metingen vereist speciale kennis en vaardigheden, die anders zijn dan bij het handmatig meten.

Kwaliteit elektronisch versus handmatig meten
Uit onder andere het onderzoek 'Validatie Richtlijn Baggervolumebepalingen' (SIKB, 2015) is gebleken dat bij een juiste werkwijze (op correcte manier inzetten van apparatuur en verwerken van de data) de resultaten van elektronische en handmatige metingen vergelijkbaar zijn. Dat geldt zowel voor de bepaling van de bovenkant als voor de onderkant van de sedimentlaag.

Koppeling aan meetbaar criterium
Het 'meetbaar criterium' is de gewenste overgang naar sediment, vaste bodem, een materiaalsoort of iets dergelijke, die ook daadwerkelijk waarneembaar is met de gekozen techniek(en).
Bij elektronische technieken die gebruik maken van geluidsgolven worden dichtheidsovergangen (laagscheidingen) gemeten. Bij een grondradar worden overgangen van de elektromagnetische eigenschappen van de bodemlagen onderscheiden. Bij handmatig meten wordt verandering in de weerstand gemeten.
Aan de hand van verificatieboringen wordt een controle gedaan van de meetresultaten van de gebruikte techniek(en) en de koppeling met het meetbaar criterium.
In veel gevallen zullen verschillende technieken – handmatig of elektronisch – sterk correleren, als het gaat om een meetbaar criterium als bovenzijde sediment of overgang sediment naar vaste bodem. Dit hoeft echter zeker niet altijd het geval te zijn. Het doen van verificatieboringen blijft altijd een essentiële voorwaarde.

Dataverwerking
Er is een groot verschil tussen de manier waarop bij elektronische technieken – zoals een multibeam-echolood-opname (zie techniekbeschrijvingen) – de dataverwerking plaatsvindt, en die bij handmatig meten. Data-opslag, -verwerking en -presentatie vereisen andere software en werkmethoden. Dit is iets waar de opdrachtgever rekening mee moet houden bij het gecombineerd gebruik van verschillende meettechnieken. Een overgang naar of het toevoegen van een elektronische techniek vereist mogelijk grote aanpassingen op het gebied van de betrokken dataverwerking en -opslag. Een goede dataopslag en -verwerking is een essentieel onderdeel van de kwaliteitsbewaking van de metingen en de uitkomsten daarvan.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Bodemverstoring
Kenmerkend voor de meeste elektronische technieken is dat ze signalen uitzenden en ontvangen met een onderwatersensor 'op afstand'. Hiermee vindt dus geen verstoring van de bodem plaats. Bij handmatig meten is wel spraken van het aanraken – en mogelijk verstoren – van de bodem.

Criteria bij selectie van een techniek

De keuze voor handmatig dan wel elektronisch meten (of een combinatie) wordt vooral bepaald door factoren als doel, kosten, projectgrootte, wijze van volumebepaling, praktische toepasbaarheid en de mogelijkheden en beperkingen van een techniek.

a. Budget/efficiëntie
Elektronische meettechnieken produceren op hogere snelheid data per m^2 te peilen gebied. De eenheidstarieven van elektronische meettechnieken zijn in het algemeen hoger dan die van handmatige peilingen. Voor grotere watergangen is elektronisch meten vaak gebruikelijk.

b. Omgevingsfactoren van het onderzoeksgebied
b1. Waterdiepte
Voor de meeste elektronische technieken is een minimale waterdiepte onder de sensor nodig (bijvoorbeeld 0,3 m voor SBES). Dit is echter sterk afhankelijk van het type apparaat en de wijze van installeren. Met een grondradar moet de sensor vlak boven de waterbodem geplaatst worden. Met de grondradar-systemen die in Nederland beschikbaar zijn, is de maximale waterdiepte dan zo'n 10 meter.
Diepe wateren (meer dan 3 m diep) of wateren met veel variatie in diepte zijn vaak efficiënter in te meten met elektronische meettechnieken. Bij nog grotere dieptes (meer dan 6 m) zijn handmatige metingen vaak praktisch onuitvoerbaar.

b2. Breedte van de watergang
De breedte en de bevaarbaarheid bepalen of een watergang elektronisch ingemeten kan worden. Het meetvaartuig moet in de watergang te manoeuvreren zijn. Als een zeer smalle watergang goed bevaarbaar is, kunnen radiografische sonarbootjes ingezet worden. Omdat elektronische metingen niet zonder GPS mogelijk zijn, vormen bomen of bebouwing bij kleine watergangen vaak een bijkomende belemmering.

b3. Lengte van de watergang
In het algemeen zijn goed bevaarbare lange en brede watergangen in potentie efficiënt in te meten met elektronische meetmethoden. De mogelijke efficiëntie is echter situatieafhankelijk (vaartijd, aantal transities over dammen, bereikbaarheid, beschikbaarheid GPS-signaal, enzovoort).

b4. Vegetatie
Met name de akoestische sonartechnieken kunnen belemmerd worden door onderwatervegetatie. Dit is doorgaans sterk seizoensafhankelijk. Een grondradarmeting heeft geen hinder van onderwatervegetatie. De bevaarbaarheid is dan de enige beperkende factor.

b5. Type overgangen bodemlagen
Voor zowel de handmatige technieken als de akoestische elektronische technieken geldt dat de resultaten minder nauwkeurig zijn bij onduidelijke of geleidelijke dichtheidsovergangen. Met een penetrerende elektronische meettechniek, zoals met de sub-bottom-profiler of de onderwatergrondradar, is betere objectivering van de meetresultaten mogelijk.

b6. Bereikbaarheid
In het algemeen kunnen op locaties waar handmatige peilingen mogelijk zijn ook elektronische metingen worden uitgevoerd. Hierbij moet er wel rekening mee worden gehouden dat bij elektronisch meten vaak meer apparatuur naar en van de meetlocatie moet worden getransporteerd dan bij handmatig meten.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

b7. Waterkant
De meeste elektronische technieken kunnen niet geheel meten tot aan de waterkant. De waterkant wordt dan dus niet (exact) ingemeten. Dit is afhankelijk van de fysieke afmetingen van de apparatuur en de waterdiepte bij de waterkant.

b8. Type water/bodem/omgeving
Niet alle technieken kunnen onder alle omstandigheden betrouwbare data opleveren. In bebost of stedelijk gebied is afhankelijkheid van RTK-GPS vaak een probleem (met name bij de elektronische technieken).
In geleidend – zout of brak – water werkt een techniek als de grondradar überhaupt niet. Ook veel soorten klei zijn geleidend. Ook daar werkt de grondradar niet.

c. Gewenste bodeminformatie en detaillering
Elektronische technieken leveren vaak een grotere meetdichtheid dan handmatige technieken. In sommige gevallen leveren ze een compleet 3D-model op. Nut, noodzaak of secundaire toepassingen van deze extra data kunnen medebepalend zijn voor de keuze van de (combinatie van) techniek(en). Let wel: elektronische technieken leveren, in tegenstelling tot handmatige technieken, meestal geen metingen van oever tot oever.

d. Precisie/Nauwkeurigheid/Betrouwbaarheid
Bij penetrerende elektronische technieken is in het algemeen de onderzijde van de sedimentlaag objectief vast te stellen. Bij gelijke instellingen/uitvoering worden bijna gelijke meetwaarden verkregen. De precisie van handmatig meten is wat betreft de bovenzijde van de sedimentlaag vergelijkbaar met die bij elektronische technieken. Maar de onderzijde van de sedimentlaag wordt bij handmatige technieken minder objectief vastgesteld. Voor iedere meetmethode (zowel handmatig als elektronisch) geldt dat een verificatieboring noodzakelijk is om de metingen te koppelen aan een laagovergang, zie het Verificatieonderzoek (SIKB, 2015).

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Toelichting op de begrippen precisie, nauwkeurigheid, betrouwbaarheid

De begrippen precisie, nauwkeurigheid en betrouwbaarheid worden vaak gebruikt om de juistheid en bruikbaarheid van een meting aan te geven. Ze worden veelal door elkaar gebruikt. Toch hebben ze ieder een volledig andere betekenis. De betekenis wordt het beste begrepen door het begrip zeer letterlijk te interpreteren. Hieronder volgt een toelichting bij deze begrippen.

Precisie: De mate waarin een meting als die wordt herhaald ongeveer dezelfde waarde oplevert. Voor dit begrip worden ook vaak de woorden herhaalbaarheid, reproduceerbaarheid of spreiding gebruikt.

Nauwkeurigheid: De mate waarin de gemeten waarde – of het gemiddelde van de gemeten waarden – overeenkomt met de werkelijkheid. Let op: precisie en nauwkeurigheid staan in de praktijk volledig los van elkaar! Met een doorgeknipt en weer aan elkaar geknoopt meetlint kunnen bijvoorbeeld heel precies afstanden worden gemeten (lees: afgelezen). Maar deze waarden komen niet overeen met de werkelijkheid.

Betrouwbaarheid: Sommige metingen kunnen, door bijvoorbeeld externe factoren, (tijdelijk) grote afwijkingen vertonen. Metingen zijn betrouwbaar als de kans op afwijkingen heel klein is en/of als de kans groot is om een dergelijke fout te detecteren. Voorbeelden zijn het soms per ongeluk invoeren van een verkeerde stoklengte (bij handmatig meten) of het aanmeten van waterplanten in plaats van de waterbodem (bij elektronisch meten). In beide gevallen wordt dan met grote precisie heel onnauwkeurig het meetbaar criterium vastgesteld. De kans dat systematische fouten – onnauwkeurigheid – wordt ontdekt/geëlimineerd, noemen we de betrouwbaarheid. Bij baggervolumebepaling vergroten we in de praktijk de betrouwbaarheid door bijvoorbeeld verificatiemetingen, positiecontroles of controles op de waterlijn.



In bovenstaande figuur staat links een voorbeeld van metingen met een hoge precisie. Als alle waarnemingen volledig correct zijn, komen de metingen (de zwarte puntjes) in het midden van de roos. In dit voorbeeld is echter een systematische afwijking aanwezig. Deze afwijking is groter dan de precisie van de waarnemingen. In het rechterplaatje zijn de waarnemingen met een lagere precisie weergegeven. In dit voorbeeld liggen de puntjes gemiddeld dichter in de buurt van het centrum van de roos. De nauwkeurigheid is in dit geval hoger. In de dagelijkse praktijk is uit alleen de precisie van waarnemingen niet af te leiden hoe groot de nauwkeurigheid is.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

www.sikb.nl

Hulp bij keuze van (combinatie van) techniek(en)

In deze paragraaf worden de punten uit de voorgaande paragrafen gebundeld tot keuze- en scoremodellen. Vanwege de vele randvoorwaarden en de vele verschillende sets van omgevingsfactoren is geen eenduidig scoremodel op te stellen. Zie onderstaande tabellen als hulpmiddel. Raadpleeg een specialist in geval van twijfel.

Bijlage 2, tabel 1. Toepasbaarheid voor het meten van de boven- en onderzijde van de sedimentlaag en de bodemlagen

Methode	Bovenkant sediment-laag	Onderkant sediment-laag	Bodemlagen	Opmerkingen
Handmetingen	+	+/-	+/-	Minder objectieve bepaling onderkant sediment. Mogelijk persoonsgebonden.
Singlebeam echolood	+	-	-	
Dual frequency singlebeam echolood	+	+/-	-	Zeer beperkt toepasbaar.
Multibeam-echolood	+	-	-	Niet efficiënt in <1 m water (vaardiepte).
Sub bottom profiler / parametrisch echolood	+	+	+	
Grondradar	+	+	+	Niet in zout/brak water, klei

\- = *niet toepasbaar*
+/- = *matig toepasbaar*
\+ = *goed toepasbaar*

Efficiëntie/budget

Breedte, lengte, diepte en aanwezigheid van waterplanten in de watergang hebben grote invloed op de keuze van (combinatie van) techniek(en).

In onderstaande tabel 2 van deze bijlage is een indicatieve scorekaart weergegeven. Het aantal criteria is beperkt gehouden. Zo is de lengte van de te meten watergang(en) niet meegenomen, omdat lengte niet los gezien kan worden van andere gebiedspecifieke kenmerken zoals bevaarbaarheid, aanwezigheid van bruggen/dammen en dergelijke.

Uit de tabel volgt dat alleen een beperkt aantal elektronische technieken, zoals sub bottom profiler en grondradar, geschikt zijn voor het bepalen van laagdikten. In deze tekst wordt een parametrisch echolood gezien als gelijk aan een sub bottom profiler. Een singlebeam echolood met twee frequenties is slechts zeer beperkt (onder bepaalde condities) geschikt voor het bepalen van een sedimentlaag boven een vaste bodem.

Het is specialistisch werk om gegeven de omgevingsfactoren en de wensen van opdrachtgever de juiste meetmethode(n) vast te stellen.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Bijlage 2, tabel 2. Indicatieve scorekaart

		Hand-peiling	SB echol. 1 frq.	SB echol. 2 frq.	MB echol.	SBP	GR
	Doel meting:						
1	Bovenkant sediment	+	+	+	+	+	+
	Onderkant sediment	+/-	-	+/-	-	+	+
	Bodemlagen	-	-	-	-	+	+
	Inmeten oevers	+	-	-	-	-	-
	Eigenschappen watergang:						
2	< 5 m breed	+	+	+/-	-	-	-
	5 – 10 m breed	+	+	+	+/-	+/-	+/-
	> 10 m breed	+	+	+	+	+	+
3	> 2 m waterdiepte	+/-	+	+	+	+	+
	0,5 – 2 m waterdiepte	+	+	+	+/-	+/-	+
	< 0,5 m waterdiepte	+	+/-	-	-	-	+
4	Meten bij waterplanten	+	-	-	-	+	+

Beperkingen

Er wordt onderscheid gemaakt tussen 'harde' beperkingen en beperkingen die invloed hebben op de kwaliteit van de resultaten.

Harde beperkingen:
- Grondradar werkt niet in een elektrisch geleidende omgeving: dus niet in een omgeving met zout of brak water en niet in een groot aantal kleisoorten.
- Grondradar heeft een penetratie van maximaal 3 à 4 meter in de bodem.
- Multibeam-echolood kent beperkingen op het gebied van afmeting en waterdiepte. Veel installaties werken pas vanaf 1,5 meter waterdiepte; sommige vanaf ongeveer 1 meter. Bij deze minimale dieptes is het horizontale bereik (de padbreedte) vaak erg beperkt.

Beperkingen met invloed op de kwaliteit:
- De penetrerende technieken zoals grondradar, *sub bottom profiler* en singlebeam-echolood functioneren slechter op steile taluds in ondiep water.
- Een sub bottom profiler en een singlebeam-echolood met twee frequenties zullen niet, of minder goed, penetreren in een gasrijke waterbodem.

In de techniekSheets (zie bijlage 3) zijn per techniek de belangrijkste beperkingen beschreven.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Bijlage 3. Techniecksheets meettechnieken

Techniecksheet SIKB-volgnummer	1		
datum laatste aanpassing van de techniecksheet:	13-mrt-20		
Techniek	**Handmetingen**		
Sub-techniek van			
Samenvatting			
Meting van waterbodem en onderkant slib door gebruik van meetstok(ken) met of zonder gaasvoetje. Zie hoofdtekst.			
Algemene informatie			
Meting van	Bovenkant slib: √	Onderkant slib: √	Gelaagdheid: nee
Type bodem	Iedere bodem met een duidelijke dichtheidsovergang direct van water naar de te meten bodem. Diepte is begrensd op mogelijkheid tot handmatig aanprikken/doordrukken. Onderkant slib alleen betrouwbaar te meten bij een duidelijke overgang naar de 'vaste bodem'.		
Type wateren	Alle wateren waar een bootje/ponton stationair kan worden gepositioneerd.		
Bewezen techniek	Ja, meest bewezen handmatige meettechniek voor waterbodems.		
Inkoopwijze/te leveren product	De metingen zijn in te kopen als werkzaamheden die door derden worden verricht. (Meetpunten)	De metingen zijn als product (meetrapport/-kaart) in te kopen	De metingen zijn eenvoudig zelf uit te voeren. Lage investering.
Beschikbaarheid	Relatief grote beschikbaarheid. Meer dan 50 bedrijven in Nederland.		
Kosten	500 - 1.500 per dag.		
Meetprincipe	Metingen zijn gebaseerd op het aflezen van een diepte ten opzichte van de waterlijn en/of het meten van een NAP-hoogte met RTK-GPS.		
Algemene omschrijving uitvoeringswijze	Bodemligging wordt vanaf stilliggend vaartuig, ponton, bepaald door met een meetstok de bodemligging dan wel vaste bodem (doordrukken) handmatig te bepalen. Zie hoofdtekst.		
Aard techniek	De meettechniek is gebaseerd op het meten naar een voelbare overgang in weerstand/dichtheid tussen de waterkolom/slib/vaste bodem.		
Meetdichtheid	Lijnen. Lijnafstand, puntafstand volgens SIKB-norm of opgave opdrachtgever	Vlakdekkend	
Resultaten	Puntmetingen (dieptes) en/of dieptecijferkaarten. Bepaling van de ligging van de oevers en/of punten boven de waterlijn mogelijk.		
Verificatiemetingen / ijkmetingen	Verificatie van vooral onderkant slib aan de hand van metingen en vergelijking (verificatieboringen) is nodig.		
Typisch dieptebereik	0,0 - 6 meter		
Penetratie	1 meter. (Kan meer of minder zijn, afhankelijk van type bodem en -opbouw.		
Productie	2-3 dwarsprofielen per uur. Werkelijk aantal sterk afhankelijk van omgevingsfactoren.		
Nauwkeurigheden en herhaalbaarheid	Typisch: Bovenzijde slib: Horizontaal 15 cm of beter. Verticaal 3 cm of beter. Herhaalbaarheid: 100%. Onderzijde slib: Horizontaal 30 cm of beter. Verticaal 10 cm of beter. Herhaalbaarheid: Matig.		
Beperkingen	De beperkingen liggen vooral in de fysieke beperkingen bij handmatig meten. Op grotere dieptes (> 4 m.) vaak niet of niet efficiënt uit te voeren. Dikkere sliblagen lastiger te meten (doordrukken).		

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Techniekshеet SIKB-volgnummer:	2		
datum laatste aanpassing van de techniekshеet:	13-mrt-20		
Techniek	**Single Beam Echosounder, echolood. 1 frequentie**		
Sub-techniek van			
Samenvatting			
Hydrografische echolood op basis van 1 frequentie, meestal rond de 200 kHz. Meetprincipe op basis van reflectie van geluidspuls op de waterbodem. Basissysteem. Relatief eenvoudig en doelmatig voor het bepalen van bovenkant slib in vrijwel alle situaties.			
Algemene informatie			
Meting van	Bovenkant slib: v	Onderkant slib: nee	Gelaagdheid: nee
Type bodem	Iedere bodem met een duidelijke dichtheidsovergang direct van water naar de te meten bodem.		
Type wateren	Alle		
Bewezen techniek	Ja, de oudste, meest bewezen, electronische meettechniek voor waterbodems.		
Inkoopwijze/te leveren product	De metingen zijn in te kopen als werkzaamheden die door derden worden verricht. (Meetpunten)	De metingen zijn als product (meetrapport/-kaart) in te kopen	Zelf meten door aanschaffen apparatuur. Specifieke kennis is nodig. Echter relatief eenvoudige elektronische meettechniek
Beschikbaarheid	Relatief grote beschikbaarheid. Meer dan 20 bedrijven in Nederland. Voor zeer smalle watergangen (< 4 m breed) relatief weinig partijen. Ongeveer 4.		
Kosten	1.000 - 1.500 per dag.		
Meetprincipe	Metingen zijn gebaseerd op de looptijd van een geluidspuls, uitgezonden door een 'transducer' vlak onder het wateroppervlak, die wordt gereflecteerd op de bovenzijde van de waterbodem, of een andere duidelijke dichtheidsovergang.		
Algemene omschrijving uitvoeringswijze	Relatief klein systeem. Meestal per project op een vaartuig geïnstalleerd. Metingen worden varend uitgevoerd. In veel gevallen in een regelmatig patroon van langs- en dwarsraaien. Gegevens hebben nabewerking (op kantoor) nodig.		
Aard techniek	De meettechniek is gebaseerd op het verschil in vooral dichtheid tussen de waterkolom en de te meten bovenzijde van de waterbodem.		
Meetdichtheid	Lijnen (puntafstand in lijn ordegrootte van 10 cm of minder). Afstand tussen lijnen afhankelijk van situatie.	Vlakdekkend	
Resultaten	Puntmetingen (dieptes) en/of dieptecijferkaarten.		
Verificatiemetingen / ijkmetingen	Meting van gemiddelde geluidssnelheid in de waterkolom ter plaatse is noodzakelijk. Verificatieboring niet strikt noodzakelijk. Meting geluidssnelheid kan vervangen worden door kalibratie met 'bar-check'- methode.		
Typisch dieptebereik	0,30 m - 200 m.		
Penetratie	0 m.		
Productie	2 - 8 km lijn per uur. Typisch: bij 10 meter breede (bevaarbare) watergang ongeveer 4 km watergang per dag.		
Nauwkeurigheden en herhaalbaarheid	Typisch: Horizontaal 15 cm of beter. Verticaal 3 cm of beter. Herhaalbaarheid: 100%.		
Beperkingen	Meten vanaf een minimale diepte: 0,3 m of meer. Hinder van waterplanten. Bij waterplanten mogelijk geen betrouwbare metingen. Zonder beschikbaarheid van GPS-RTK geen metingen.		

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Techniekshеet SIKB-volgnummer	3		
datum laatste aanpassing van de techniekshеet:	13-mrt-20		
Techniek	**Dual frequency Single Beam Echosounder. Echolood met 2 frequenties.**		
Sub-techniek van			
Samenvatting			
Hydrografische echolood op basis van 2 frequenties, meestal rond de 30 en 200 KHz. De verschillende frequenties worden gebruikt voor het tegelijkertijd meten van boven- en onderkant slib. Het laagfrequente signaal heeft meer penetratie. In de praktijk lastig te bedienen en in te stellen. Goedkope oplossing voor elektronisch meten van boven en onderkant slib. Minder betrouwbare resultaten dan bij Sub Bottom Profiler of GPS systemen.			
Algemene informatie			
Meting van	Bovenkant slib: √	Onderkant slib: √	Gelaagdheid: nee
Type bodem	Iedere bodem met een duidelijke dichtheidsovergang direct van water naar de te meten bodem. En een duidelijke dichtheidsovergang van slib naar vaste bodem		
Type wateren	Alle		
Bewezen techniek	Ja, de oudste, meest bewezen, elektronische meettechniek voor waterbodems.		
Inkoopwijze/te leveren product	De metingen zijn in te kopen als werkzaamheden die door derden worden verricht. (Meetpunten)	De metingen zijn als product (meetrapport/kaart) in te kopen	De metingen zijn zelf uit te voeren door de benodigde apparatuur aan te schaffen
Beschikbaarheid	Relatief grote beschikbaarheid. Meer dan 20 bedrijven in Nederland. Voor zeer smalle watergangen (< 4 m breed) *nog* relatief weinig partijen. Ongeveer 4.		
Kosten	1.000 - 1.500 per dag.		
Meetprincipe	Metingen zijn gebaseerd op de looptijd van een geluidspuls, uitgezonden door een 'transducer' vlak onder het wateroppervlak, die wordt gereflecteerd op de bovenzijde van de waterbodem, of de volgende duidelijke dichtheidsovergang. Het laagfrequente signaal heeft meer penetratie in zacht materiaal dan het hoogfrequente. Daarmee kan in veel situaties onderkant slib gemeten worden.		
Algemene omschrijving uitvoeringswijze	Relatief klein systeem. Meestal per project op een vaartuig geinstalleerd. Metingen worden varend uitgevoerd. In veel gevallen in een regelmatig patroon van langs- en dwarsraaien. Gegevens hebben nabewerking (op kantoor) nodig.		
Aard techniek	De meettechniek is gebaseerd op het verschil in vooral dichtheidsovergangen tussen de waterkolom en de waterbodem en in de waterbodem.		
Meetdichtheid	Lijnen (puntafstand in lijn orde grootte 10 cm of minder.). Afstand tussen lijnen afhankelijk van situatie.	Vlakdekkend	
Resultaten	Puntmetingen (dieptes) en/of dieptecijferkaarten.		
Verificatiemetingen / ijkmetingen	Meting van gemiddelde geluidssnelheid in de waterkolom ter plaatse is noodzakelijk. Verificatie door vergelijkende boring(en) noodzakelijk. Meting geluidssnelheid kan vervangen worden door kalibratie met 'bar-check' methode.		
Typisch dieptebereik	0,50 m - 200 m.		
Penetratie	0 tot 2 m. Afhankelijk van bodemsamenstellingen en overgangen. Grotere penetraties kunnen gehaald worden in dun water met duidelijke overgang en lage frequentie (bijvoorbeeld 10 kHz). Dieper niet mogelijk bij kleinere watergangen.		
Productie	1 - 4 km lijn per uur. Typisch: bij 10 meter brede (bevaarbare) watergang ongeveer 2,5 km watergang per dag.		
Nauwkeurigheden en herhaalbaarheid	Hoogfrequent: Typisch: Horizontaal 15 cm of beter. Verticaal 3 cm of beter. Herhaalbaarheid: 100%. Laagfrequent: Typisch: Horizontaal 25 cm of beter. Verticaal 30 cm of beter. Herhaalbaarheid: < 100%. Sterk afhankelijk van gebruikte apparatuur/transducers.		
Beperkingen	Meten vanaf minimale waterdiepte van 0,5 m. Hinder van waterplanten. Beschikbaarheid GPS-RTK is voorwaarde. Meting onderzijde slib betrouwbaar tot 30 cm (situatie-afhankelijk).		

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Techniekshеet SIKB-volgnummer	4
datum laatste aanpassing van de techniekshеet:	13-mrt-20

Techniek	**Multibeam echosounder (echolood)**
Sub-techniek van	

Samenvatting

Hydrografische echolood dat in een waaiervorm een volledig bodemprofiel meet. Door het herhaald meten van een dergelijk patroon dwars op de vaarrichting wordt met 1 vaarbeweging een deel van de waterbodem vlakdekkend opgemeten. Relatief kostbare systemen. Vereisen veel specialistische kennis bij gebruik.

Algemene informatie

Meting van	Bovenkant slib: v	Onderkant slib: nee	Gelaagdheid: nee
Type bodem	Iedere bodem met een duidelijke dichtheidsovergang direct van water naar de te meten bodem.		
Type wateren	Alle.		
Bewezen techniek	Ja, techniek is in de afgelopen 30 jaar in gebruik.		
Inkoopwijze/te leveren product	De metingen zijn in te kopen als werkzaamheden die door derden worden verricht. (Meetpunten)	De metingen zijn als product (meetrapport/-kaart) in te kopen	De metingen zijn zelf uit te voeren door de benodigde apparatuur aan te schaffen.
Beschikbaarheid	Relatief grote beschikbaarheid. Meer dan 20 bedrijven in Nederland. Voor zeer smalle watergangen (< 4 m breed) *nog* relatief weinig partijen. Ongeveer 2 a 3.		
Kosten	1.500 - 4.000 per dag.		
Meetprincipe	Metingen zijn gebaseerd op de looptijd van een geluidspuls, uitgezonden door een 'transducer' vlak onder het wateroppervlak, die wordt gereflecteerd op de bovenzijde van de waterbodem, of een andere duidelijke dichtheidsovergang.		
Algemene omschrijving uitvoeringswijze	Relatief grote transducer en systemen. Meestal (semi)permanent op een vaartuig geïnstalleerd. Metingen worden varend uitgevoerd. Gegevens hebben nabewerking (op kantoor) nodig.		
Aard techniek	De meettechniek is gebaseerd op het verschil in vooral dichtheid van de waterkolom en de te meten bovenzijde van de waterbodem.		
Meetdichtheid	Lijnen	vlakdekkend. Puntdichtheid meestal (veel) > 10 metingen per m^2.	
Resultaten	Puntmetingen (dieptes), (vlakdekkend) raster en/of dieptecijferkaarten.		
Verificatiemetingen / ijkmetingen	Meting van geluidssnelheidsprofiel over de gehele waterkolom ter plaatse is noodzakelijk. Verificatieboring niet strikt noodzakelijk. Een systeem met een multibeam echolood vereist verregaande kalibraties en controles (vergeleken met een singlebeamsysteem.)		
Typisch dieptebereik	0,0 m - 200 m. (0,5 m tussen transducer en bodem noodzakelijk, vrij 'zicht' transducer --> oever nodig voor metingen tot aan waterlijn).		
Penetratie	0 m.		
Productie	2 - 8 km lijn per uur. Typisch: bij 10 meter breede (bevaarbare) watergang ongeveer 15 km watergang per dag.		
Nauwkeurigheden en herhaalbaarheid	Typisch: Horizontaal 15 cm of beter. Verticaal 3 cm of beter. Herhaalbaarheid: 100%		
Beperkingen	Vaak relatief grote en complexe installatie. Vereist grotere minimale (vaar)diepte voor effectief gebruik. Hinder van waterplanten. Vereist continue beschikbaarheid RTK-GPS posities.		

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Techniekshеet SIKB-volgnummer	5		
datum laatste aanpassing van de techniekshеet:	13-mrt-20		
Techniek	**Sub Bottom Profiling. Penetrerend echolood.**		
Sub-techniek van			
Samenvatting			
Hydrografische penetrerend echolood op basis van een laagfrequent hoog energetisch geluidssignaal.			
Algemene informatie			
Meting van	Bovenkant slib: √	Onderkant slib: √	Gelaagdheid: √
Type bodem	Iedere bodem met een duidelijke dichtheidsovergangen in de te meten bodem.		
Type wateren	Alle.		
Bewezen techniek	Ja, toepassingen in seismiek, bodemonderzoeken en objectdetectie.		
Inkoopwijze/te leveren product	De metingen zijn in te kopen als werkzaamheden die door derden worden verricht. (Meetpunten)	De metingen zijn als product (meetrapport/-kaart) in te kopen	De metingen zijn zelf uit te voeren door de benodigde apparatuur aan te schaffen
Beschikbaarheid	Ruim beschikbaarheid. Ongeveer 10 bedrijven in Nederland. Voor zeer smalle watergangen (< 4 m breed) *nog* relatief weinig partijen. Ongeveer 4.		
Kosten	1500-2000 per dag.		
Meetprincipe	Metingen zijn gebaseerd op de looptijd van een geluidspuls, uitgezonden door een 'transducer' vlak onder het wateroppervlak, die wordt gereflecteerd op dichtheidsovergangen op of in de waterbodem.		
Algemene omschrijving uitvoeringswijze	Relatief groot systeem. Meestal per project op een vaartuig geïnstalleerd. Metingen worden varend uitgevoerd. In veel gevallen in een regelmatig patroon van langs- en dwarsraaien. Gegevens hebben nabewerking (op kantoor) nodig.		
Aard techniek	De meettechniek is gebaseerd op het verschil in dichtheid van lagen in de waterbodem.		
Meetdichtheid	Lijnen (puntafstand in lijn orde grootte 10 cm of minder.). Afstand tussen lijnen afhankelijk van situatie.	vlakdekkend	
Resultaten	Doorsnedes met bodemgelaagdheid en/of puntdieptes van laagscheidingen.		
Verificatiemetingen / ijkmetingen	Meting van gemiddelde geluidssnelheid in de waterkolom ter plaatse is noodzakelijk. Verificatieboring noodzakelijk om geluidsnelheid/overgangen in bodemlagen te kunnen schalen. (Geluidsnelheid in bodem is sterk variabel voor verschillende bodemsoorten.)		
Typisch dieptebereik	0,30 m - 200 m.		
Penetratie	2 - 50 m.		
Productie	2 - 8 km lijn per uur. Typisch: bij 10 meter breede (bevaarbare) watergang ongeveer 4 km watergang per dag.		
Nauwkeurigheden en herhaalbaarheid	Bovenkant slib: Typisch: Horizontaal 15 cm of beter. Verticaal 5 cm of beter. Herhaalbaarheid: 100%. Bodemlagen tot 3 m. penetratie: Typisch: Horizontaal 15 cm of beter. Verticaal 5 cm of beter. Herhaalbaarheid 100%.		
Beperkingen	Werking op ondiep water beperkt. Geen betrouwbare werking op taluds. Vereist continue beschikbaarheid van RTK-GPS posities.		

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Techniekssheet SIKB-volgnummer	6		
datum laatste aanpassing van de techniekssheet:	13-mrt-20		
Techniek	**Grondradar**		
Sub-techniek van			

Samenvatting

Hydrografisch penetrerend echolood op basis van reflectie van een elektromagnetisch puls-signaal. Zeer geschikt voor het met hoge resolutie meten van bodemlagen/-overgangen. Niet geschikt bij zout of brak water en bij een aantal soorten klei. Beperkt bereik van zo'n 3 meter in de bodem. Radar-antenne dient bij voorkeur vlak boven de waterbodem geplaatst te worden.

Algemene informatie

Meting van	Bovenkant slib: √	Onderkant slib: √	Gelaagdheid: √
Type bodem	Iedere bodem met een duidelijke fysische overgangen in de te meten bodem. De gemeten overgangen zijn variaties in de electromagnetische eigenschappen van de bodemlaag. Een bodem met een te hoge electrische geleidbaarheid is ongeschikt voor dit type metingen. In de praktijk zijn dit de waterbodems bij zout of brak water. Of de meeste kleisoorten.		
Type wateren	Alleen zoet water. Grondradar werkt niet in geleidend, zout of brak water.		
Bewezen techniek	Ja, toepassingen in bodemonderzoeken en objectdetectie.		
Inkoopwijze/te leveren product	De metingen zijn in te kopen als werkzaamheden die door derden worden verricht. (Meetpunten)	De metingen zijn als product (meetrapport/-kaart) in te kopen	De metingen zijn zelf uit te voeren door de benodigde apparatuur aan te schaffen
Beschikbaarheid	Beperkte beschikbaarheid. Ongeveer 4 bedrijven in Nederland. Voor zeer smalle watergangen (< 4 m breed) *nog* relatief weinig partijen. Ongeveer 2.		
Kosten	2.000 - 4.000 per dag.		
Meetprincipe	Metingen zijn gebaseerd op de reflectie van een electromagnetische puls op overgangen in materiaaleigenschappen. De puls wordt uitgezonden en ontvangen door een 'radar-antenne' vlak boven de waterbodem.		
Algemene omschrijving uitvoeringswijze	Relatief groot systeem. Meestal per project op een vaartuig geïnstalleerd. Metingen worden varend uitgevoerd. In veel gevallen in een regelmatig patroon van langsraaien. Gegevens hebben nabewerking (op kantoor) nodig.		
Aard techniek	De meettechniek is gebaseerd op het verschil in elektromagnetische eigenschappen van lagen in de waterbodem.		
Meetdichtheid	Lijnen (puntafstand in lijn orde grootte 5 cm of minder.). Afstand tussen lijnen afhankelijk van situatie.	vlakdekkend	
Resultaten	Doorsnedes met bodemgelaagdheid en/of puntdieptes van laagscheidingen.		
Verificatiemetingen / ijkmetingen	Verificatieboring noodzakelijk om overgangen in bodemlagen te kunnen koppelen aan de gemeten overgangen.		
Typisch dieptebereik	0,30 m - 10 m.		
Penetratie	2 - 3 m.		
Productie	2 - 8 km lijn per uur. Typisch: bij 10 meter breede (bevaarbare) watergang ongeveer 4 km watergang per dag.		
Nauwkeurigheden en herhaalbaarheid	Bovenkant slib: Typisch: Horizontaal 25 cm of beter. Verticaal 7 cm of beter. Herhaalbaarheid: 100%. Bodemlagen: Typisch: Horizontaal 25 cm of beter. Verticaal 10 cm of beter. Herhaalbaarheid 100%.		
Beperkingen	Functioneert niet in elektrisch geleidende 'omgeving': Zout of brak water, met de meeste kleisoorten.		

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Bijlage 4. Risico's bij horizontale en verticale plaatsbepaling en hoe die te verkleinen

Risico wordt meestal gedefinieerd als [kans x gevolg]: de kans dat iets gebeurt, vermenigvuldigd met het gevolg. Bij volumebepaling is er bijvoorbeeld een kans dat alle dieptes te diep of te ondiep worden gemeten. Het gevolg kan zijn dat er extra kosten ontstaan vanwege te veel of te weinig baggeren.

In bijlage 2 is de relatie tussen precisie, nauwkeurigheid en betrouwbaarheid toegelicht. Het begrip 'risico' in deze bijlage heeft een relatie met het begrip 'betrouwbaarheid'. Immers: bij een grote betrouwbaarheid is de kans kleiner dat onnauwkeurige uitkomsten als juist worden gezien. En dus is ook het risico op onjuiste uitkomsten kleiner en is er daardoor ook minder risico op negatieve gevolgen.

Een vuistregel voor het vergroten van de betrouwbaarheid van metingen en dus het verkleinen van risico is: verklein de kans dat 'systematische fouten' onopgemerkt blijven door:
- extra controles, vaker meten, iets op meerdere manieren meten, waterstand controleren;
- meetapparatuur altijd ijken op een bekend punt of op een bekend niveau (waterlijn);
- vergelijkingen uitvoeren van dezelfde typen apparatuur en materialen. Vergelijk GPS-posities, vergelijk meetlinten en dergelijke;
- voor, tijdens en na het meten extra controlemetingen toevoegen. Bijvoorbeeld de waterlijn controleren en de RTK-GPS-hoogte controleren op een referentiehoogte;
- etc.

Voorbeelden van 'systematische fouten' bij baggervolumebepaling zijn verkeerd gekozen stoklengtes en het scheef houden van een meetlat/baak tijdens het aflezen.

Een ander type fouten is 'toevallige fouten' ('stochastische fouten'); ook vaak aangeduid als meetruis. Denk aan de meetruis in een RTK-positie of in de aflezing van een meetlat of baak. Deze meetruis bepaalt de precisie van de uitkomsten. Zoals in bijlage 2 is uitgelegd, staat een grote precisie niet garant voor een hoge nauwkeurigheid. Bij het verkleinen van risico gaat het dus niet alleen om precies meten, maar vooral om nauwkeurig meten. Nauwkeurig meten is zorgdragen dat de gemiddelde meetwaarden overeenkomen met de werkelijkheid.

Risico's en mogelijke controles bij handmatig meten

Hieronder staan voorbeelden van fouten bij handmatige verticale en horizontale plaatsbepaling en welke controles de risico's mogelijk verkleinen (weergegeven met →).

Verticale plaatsbepaling:

Voorbeelden van fouten bij verticale plaatsbepaling zijn:
- Onjuiste meting, of verandering van het waterpeil → waterpeil (doorlopend) onafhankelijk meten.
- Verkeerde registratie van de lengte van de meetstok/staf → dubbele controle, nameten met meetlint, naast andere leggen.
- Systematische fouten in de hoogte van GPS-positionering: tijdelijke fouten in RTK-berekeningen, verkeerde GPS-modus toegepast → RTK-FIX-modus gebruiken, altijd de GPS-hoogtes t.o.v. waterlijn controleren.
- Een fout in de omrekening van GPS-posities naar posities in RD/NAP → RTK-GPS met stok en voetje ijken op een bekend RD-punt.
- Scheefstand van de peilstok → gebruik bel-niveau.
- Subjectieve bepaling van ligging vaste bodem bij een onduidelijke overgang van sediment naar vaste bodem (zie ook beschrijving resultaten Validatie-onderzoek (SIKB, 2015)).

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

Horizontale plaatsbepaling:

Voorbeelden van fouten bij horizontale plaatsbepaling zijn:
- Onjuiste definitie van oever of start profiel (bijvoorbeeld bij einde van de rietkraag op dat moment of op de nat-droog-lijn in de rietoever) → markeren/registreren in het meetplan.
- Onjuiste profielafstand/-ligging → extra controle.
- Systematische fouten in GPS-positionering → ijken op een (onafhankelijk) bekend punt.
- Onjuiste omrekening GPS naar RD → ijken op een (onafhankelijk) bekend punt.
- Scheefstand van de peilstok → gebruik bel-niveau.

Risico's bij elektronisch meten

Bij elektronisch meten komen grotendeels dezelfde fouten voor als bij handmatig meten. Denk aan verkeerde omzetting van GPS-hoogtes en -posities naar NAP en RD. De typische afleesfouten van meetstok/meetlint vervallen vanzelfsprekend. Daar staat een reeks van andere fouten tegenover. Denk daarbij aan fouten in ijking/kalibratie, fouten als gevolg van verkeerd bepaalde geometrie van de meetopstelling en dergelijke.

Verticale plaatsbepaling:

Voorbeelden van fouten bij verticale plaatsbepaling zijn:
- Systematische fouten in de hoogte van GPS-positionering: tijdelijke fouten in RTK-berekeningen, verkeerde GPS-modus toegepast → alleen GPS-FIX-modus gebruiken.
- Een fout in de omrekening van de posities van een satellietplaatsbepalingssysteem zoals GPS, naar posities/dieptes in NAP → ijken met onafhankelijke meting, bijvoorbeeld tachymetrie.
- Onjuist kalibratiesysteem, bijvoorbeeld diepte-transducers → ijken, bijvoorbeeld Bar-check.
- Onjuiste registratie van de aflezing → controle: vergelijken van 'ruwe' data met geregistreerde data.

Horizontale plaatsbepaling:

Voorbeelden van fouten bij horizontale plaatsbepaling zijn:
- Systematische fouten in GPS-positionering → alleen GPS-FIX-modus gebruiken.
- Onjuiste omrekening van GPS naar RD → ijken op een (onafhankelijk) bekend punt.

Een aantal fouten heeft invloed op zowel de horizontale als verticale positionering. Denk aan een fout in de geometrie van het peilvaartuig/werktuig. Met de geometrie wordt de ruimtelijke indeling van de verschillende sensoren bedoeld: GPS-antenne(s), transducer(s), standmeters en dergelijke.

Om het risico op bovengenoemde fouten te verkleinen, kunnen uitvoerende partijen onder andere de volgende maatregelen treffen:
- Standaarden/richtlijnen gebruiken of van toepasselijk verklaren bij de uitvraag; waaronder deze richtlijn en/of de hydrografische richtlijnen.
- Tijdig vernieuwen/vervangen van peilstokken/meetlinten.
- Het regelmatig ijken van meetinstrumenten; bijvoorbeeld de lengte van meetstokken tot onderzijde meetvoet/punt controleren.
- Het controleren van posities die verkregen zijn uit een satellietplaatsbepalingssysteem ten opzichte van een onafhankelijk RD-referentiepunt. Deze referentie is dus niet ingemeten met hetzelfde satellietplaatsbepalingssysteem.
- Onderlinge controle door de veldwerkers: een aantal dezelfde punten door minimaal twee medewerkers onafhankelijk van elkaar laten meten.
- Het aantoonbaar omrekenen van posities van een satellietplaatsbepalingssysteem naar RD/NAP, via de meest recente versie van RDNAPTRANS™ (zie www.kadaster.nl/transformatie-van-coordinaten).
- Stelselmatige controle van waterstand/GPS-hoogte t.o.v. een bekend punt. Dit betekent bijvoorbeeld dat een organisatie die een meting uitvoert in een werkgebied beschikt over

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

controlepunten die telkens opnieuw worden gebruikt om op te ijken, of gebruik maakt van een externe ijkprocedure t.o.v. NAP-bouten bij waterpassing/handmetingen. Een ander voorbeeld is het gebruik van GPS-referentiepunten bij gebruik van GPS.

Invloed van keuze van meetmethode op risico's
Een opdrachtgever moet kunnen inschatten wat de risico's zijn bij het niet slagen van een meting. Hoewel bovenstaande opsomming een indicatie geeft van risico's, is het niet duidelijk welke risico's de keuze van meetmethode werkelijk zouden moeten sturen, welke risico's eenvoudig zijn te ondervangen, enz. Daarom wordt vaak teruggegrepen naar technieken die zich in de praktijk hebben bewezen. Voor veel van de kleinere binnenwateren, watergangen van waterschappen is het handmatig meten aan de hand van dwarsprofielen zo'n bewezen techniek. De risico's zijn hier evident: vergissen in stoklengte, verkeerde handmatige registratie, enz.

Als de opdrachtgever een voor hem/haar relatief onbekende techniek wil inzetten, is voornamelijk de kwalificatie en de beheersbaarheid van de risico's die bij die techniek horen belangrijk. Deze zijn vaak minder evident. Goed deskundig advies kan hier nuttig zijn. Daarnaast is een goede beschrijving van de kwaliteit van de meetresultaten een vereiste. Dat geldt voor iedere techniek, of deze nu handmatig is of elektronisch. In deze beschrijving staat bijvoorbeeld welke en hoeveel resultaten worden verwacht, wat de puntdichtheid is en hoe nauwkeurig de resultaten moeten zijn.

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

www.sikb.nl

Bijlage 5. Handreiking voor beschrijving van verificatieboringen

Achtergrond
Voorafgaand aan de uitvoering van een baggerwerk wordt doorgaans een te realiseren profiel bepaald. Indien het doel is om specifieke bodemlagen te verwijderen of juist intact te laten – of als zich vaste bodem in het te baggeren profiel bevindt – is het belangrijk om de diepteligging van de verschillende bodemlagen goed vast te kunnen stellen. Hiervoor worden (hand)boringen uitgevoerd. Ook bij het gebruik van elektronische technieken (zie bijlagen 2 en 3) zijn (hand)boringen essentieel voor de verificatie van de gedetecteerde laagovergangen. De werkwijze voor het plaatsen van de boringen is beschreven in hoofdstuk 6 'Uitvoeren van verificatiemetingen' van deze richtlijn.

Deze bijlage ondersteunt opdrachtgevers bij het formuleren van de onderzoeksvraag en de voorwaarden bij verificatieboringen. Ook helpt deze handreiking opdrachtnemers bij het standaardiseren van beschrijven en presenteren van de bodemopbouw.

Vaststellen uitgangspunten onderzoek
Door het vaststellen van uitgangspunten voor onderzoek kunnen opdrachtgever en opdrachtnemer samen het gewenste detailniveau en de nauwkeurigheid bepalen van de verificatieboringen.

De opdrachtgever en -nemer bepalen voorafgaand aan het veldwerk het volgende:
- *Aanleiding en doel van het onderzoek*. Hierbij wordt aangegeven waarom de opbouw van de waterbodem wordt bepaald en wat de wenselijke betrouwbaarheid (in deze bijlage verder aangeduid als de objectiviteit) is van de onderzoeksresultaten. Het kan bijvoorbeeld van belang zijn om de oorspronkelijke veenlaag tijdens het baggeren niet te beschadigen of om de ligging van 'loopzand' vast te stellen. Zie hiervoor ook hoofdstuk 2 van deze richtlijn 'Doel en uitgangspunten baggervolumebepaling en te realiseren profiel'.
- *Kenmerken van de verschillende bodemlagen*. Hoe wordt een sedimentlaag onderscheiden van de vaste bodem? Wat is de minimale verificatiediepte? In duingebieden kan bijvoorbeeld stuifzand in sloten terecht zijn gekomen en is de oorspronkelijke bodem te onderscheiden door bijmenging met plantenresten (riet, strootjes).
- *Theoretisch profiel (actueel en historisch)*. Deze profielen geven een indicatie van lagen die in het verleden zijn geroerd en van de ligging van de vaste bodem.

Op basis van deze informatie bepalen opdrachtgever en –nemer het volgende:
- het (te verwachten) onderscheidende / meetbaar criterium of de criteria voor de laagovergang(en) die in kaart moeten worden gebracht;
- de mate van objectiviteit die nodig is bij het benoemen van de bodemlagen (zie tabel 2 van deze bijlage);
- de hulpmiddelen bij het bepalen van het onderscheidende criterium;
- de wijze van rapportage van de verificatieboring.

Beschrijving bodemopbouw (meetbaar criterium)
In hoofdstuk 6 van deze richtlijn is al aangegeven hoe de ligging van de boring (horizontale en verticale richting), het meetbaar criterium voor het onderscheiden van bodemlagen en de foto's van de bodemlaagovergang(en) worden vastgelegd. Voor het in beeld brengen van de diepteligging van een laag is een gedetailleerde beschrijving van de bodemopbouw nodig op basis van een meetbaar criterium (vaak een bepaald kenmerk van de sedimentlaag). Hieronder staat een toelichting over het bepalen van de meest voorkomende meetbare criteria en het beschrijven van de bodemopbouw.

a. Gegevens bodemopbouw
Voor het beschrijven van de bodemopbouw bij verificatieboringen worden NEN 5104 (Geotechniek – Classificatie van onverharde grondmonsters) en NEN 5706 (Richtlijn voor de beschrijving van 'zintuigelijke' waarnemingen tijdens de uitvoering van milieukundig bodemonderzoek) gebruikt. Ter

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

vergelijking: bij onderzoek naar de waterbodemkwaliteit conform BRL SIKB 2000 / protocol 2003 is het beschrijven van het bemonsterde materiaal volgens deze NEN-normen verplicht.

Per verificatieboring kunnen per laag de volgende gegevens worden vastgelegd:
- hoofdnaam grondsoort;
- toevoeging uit de grondsoortdriehoek waaraan de hoofdnaam is ontleend;
- toevoeging uit de niet-hoofdnaamgevende grondsoortdriehoek(en);,
- hoofdkleur;
- bijkleur;
- consistentie;
- bijzondere bestandsdelen;
- opmerkingen.

b. Benamingen bodemgegevens
In tabel 1 van deze bijlage staan de meest gebruikte kenmerken van bodemlagen waarmee meetbare criteria kunnen worden aangeduid. Vanzelfsprekend kunnen kenmerken in alle combinaties worden gebruikt. Ook kunnen andere onderscheidende kenmerken worden gebruikt.

Bijlage 5, tabel 1. Kenmerken bodemlagen

Grondsoort
Slib
Klei
Zand
Leem
Grind
Veen

Toevoeging	
Mate	Soort
Zwak	Zand
Matig	Veen
Uiterst	Leem
Sterk	Klei
	Slib

Kleur		
Mate	Kleur 1	Kleur 2
Donker	Zwart	Zwart
Licht	Grijs	Grijs
	Bruin	Bruin
	Geel	Geel

Bijzondere bestanddelen	
Mate	Soort
Zwak	Slibdeeltjes
Matig	Grind
Uiterst	Schelpen
Sterk	Hout
	Puin
	Riet
	Stro

Consistentie[1]	
Klasse	Omschrijving
Zeer slap	Loopt spontaan tussen de vingers door
Slap	Loopt bij knijpen zeer gemakkelijk tussen de vingers door
Matig steekvast	Loopt bij knijpen nog goed tussen de vingers door.
Steekvast	Is met knijpen nog juist door tussen de vingers door te krijgen.
Vast	Is niet tussen de vingers door te krijgen.

1. *Consistentie: Archeologische Standaard Boorbeschrijvingsmethode; Deltares-rapport 2008-U-R0881/A*

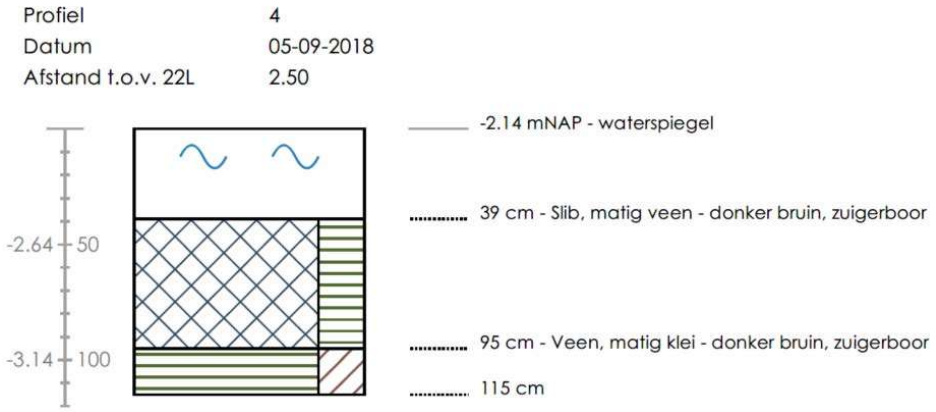
1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

c. Opmaak boorstaten en voorbeelden

Grafisch presenteren van boringen helpt bij het interpreteren van de bodemgegevens. Daarbij wordt minimaal vermeld / beschreven / weergegeven:

- profielnummer en plaatsbepaling;
- hoogte waterlijn t.o.v. NAP;
- verticale schaal of hoogteligging van bodemlagen;
- mate van waarnemen van het onderscheidende / meetbaar criterium;
- arcering type materiaal conform NEN 5104;
- gebruikte apparatuur (toestel);
- bodemgegevens (grondsoort, toevoeging, kleur, bijzondere bestanddelen, consistentie) conform tabel 2 van deze bijlage.

Bijlage 5, figuur 1. Voorbeeld grafische weergave boring



Hulpmiddelen bij vastleggen van bodemgegevens

Het vastleggen van de bodemgegevens heeft als doel het meetbare criterium te registreren. Bij aanvang van het project wordt de nauwkeurigheid van het vastleggen van het meetbare criterium bepaald. Dit bepaalt het te gebruiken hulpmiddel.

In tabel 2 staat een aantal hulpmiddelen die worden genoemd in NEN 5706, gerangschikt naar mate van objectiviteit. Zo kan de korrelgrootte-verdeling met een lage mate van objectiviteit worden vastgesteld door 'voelen en zien' en met een hoge mate van objectiviteit door het analyseren van het materiaal. Afhankelijk van het doel van het onderzoek stelt de opdrachtgever in afstemming met de opdrachtnemer de wenselijke of noodzakelijke mate van objectiviteit vast.

Bijlage 5, tabel 2: Mate van objectiviteit van hulpmiddelen (uit NEN 5706:2003)

Kenmerk		Hulpmiddel		
		Mate van objectiviteit →		
		Basis	Uitgebreid	Gedetailleerd
Korrelgrootteverdeling*		Voelen/zien	Zandliniaal/zeef	Analyse
Kleur		Zien	Beperkte kleurenkaart	Munsell-kleurenkaart
Bijzonder bestanddeel	Aard	Voelen/zien	Foto's/beschrijvingen olie-water-proef	Referentiemateriaal/ analyse
	Hoeveelheid	Voelen/zien	Zeef/scatterdiagram olie-water-proef	Analyse

** Grondsoort wordt aangeduid door middel van de korrelgrootteverdeling.*

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

In de praktijk is 'het onderscheidend / meetbaar criterium' vaak de weerstand die met een peilstok wordt gevoeld tussen het sediment en ondergrond of tussenlagen. Vaak duiden weerstandverschillen op verschillen in korrelgrootteverdeling ofwel grondsoort. Een verificatieboring bevestigt de ondergrond of tussenlaag. Door hulpmiddelen (zie tabel 2) kan de korrelgrootte of grondsoort worden bepaald.

Boortechnieken
In hoofdstuk 6 van deze richtlijn staat dat verificatieboringen worden uitgevoerd met een zuigerboor, multisampler of Beekersampler. In de praktijk gebeurt dat vooral met een zuigerboor. Het gebruik van Beekersamplers is arbeidsintensief; ze worden bij regulier waterbodemonderzoek nauwelijks gebruikt.

In NPR 5742 paragraaf 5.2 (Richtlijn voor de keuze en toepassing van boorsystemen en monsternemingstoestellen voor grond, sediment en grondwater bij bodemverontreinigings-onderzoek, oktober 2009) staat een overzicht van kenmerken en geschiktheid van verschillende boortechnieken. Dit overzicht is weergegeven in tabel 3 van deze bijlage.
In aanvulling op deze tabel geldt voor het gebruik van de verschillende boortechnieken het volgende:

- Een zuigerboor is gebruiksvriendelijk en wordt in de praktijk veel gebruikt. Een nadeel van de zuigerboor is dat de sedimentlaag bij het uitdrukken van de boor kan vervormen, waardoor laagdikten niet nauwkeurig kunnen worden bepaald. Dit nadeel wordt ondervangen door de ligging van laagovergang conform deze richtlijn van onderaf in te meten, zodat de vervorming van de bodemlaag minimaal is. Voor verificatieboringen (waarbij de ligging van de overgang van de sedimentlaag naar de ondergrond wordt bepaald) geeft de zuigerboor voldoende nauwkeurigheid.
- Een multisampler werkt op een vergelijkbare wijze als een zuigerboor en heeft als voordeel dat de buis doorzichtig is, zodat de opbouw van het gestoken monster direct (zonder uit te drukken) kan worden bepaald. Door versmering is de buis echter vaak al snel niet meer voldoende doorzichtig.
- Met een Beekersampler kunnen nagenoeg ongeroerde monsters worden gestoken. Het gebruik van dit apparaat is echter zeer arbeidsintensief en is vanwege het grote gewicht ook fysiek belastend. Voor regulier onderzoek heeft het gebruik van dit apparaat geen meerwaarde.

Bijlage 5, tabel 3. Monsternemingstoestellen voor sediment (NPR 5741:2009)

Toestel	Lengte steek: typisch en maximaal (m)	Profielbeschrijving	Ongeroerdheid monsters	Kwaliteit toplaagbemonstering	Geen compactie	Geschiktheid voor bodemtypes					
						grind	zand	klei	veen	waterig slib	vast slib
Zuigerboor	0,5 – 1	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+
Multisampler	0,5 – 1	+	+	++	+	--	-	-	-	+	+
Beekersampler	0,5 – 1,5	++	++	++	++	-/+	++	++	++	++	++

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolumebepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een baggervolumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatiemetingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6

www.sikb.nl

Bijlage 6. Checklist benodigde informatie en communicatie opdrachtgever

Het bepalen van de ligging van overgangen van waterbodemlagen kan met verschillende technieken. Wat de mogelijkheden en beperkingen van deze technieken zijn voor een specifieke situatie wordt pas duidelijk wanneer er voldoende kennis over die situatie beschikbaar is. Vaak heeft de opdrachtgever die kennis in huis. In deze bijlage staat welke informatie nodig is om een effectieve onderzoeksvraag te kunnen formuleren. Afhankelijk van de schaalgrootte en specifieke omstandigheden van een project kan een selectie worden gemaakt.

De opdrachtgever stelt onderstaande informatie bij voorkeur tegelijk met de uitvraag beschikbaar. Het is belangrijk dat de opdrachtgever en de (beoogde) opdrachtnemer vervolgens een aantal zaken verder uitwerken in overleg. Dit overleg kan zowel voor als na opdrachtverlening plaatsvinden. In het overleg komen in ieder geval de volgende zaken aan de orde:

Beschikbaar te stellen informatie door de opdrachtgever:
Achtergrondinformatie:
• Aanleiding van het peilwerk
• Doel van het peilwerk en eventueel het baggerwerk
• Scope van het werk: selectie van watergangen en eventuele zijwatergangen
• Eventuele voorkeur voor meetbaar criterium + techniek + onderbouwing
• ....
Specifieke gebiedskennis:
• Bereikbaarheid en bevaarbaarheid van de watergang
• Type gebied (stedelijk/landelijk) en aanwezigheid van bebossing langs de watergang (i.v.m. GPS-bereik)
• Te verwachten kenmerken van te onderscheiden bodemlagen (bijvoorbeeld oorspronkelijk zand vs. stuifzand)
• Geschiedenis van de watergang (nieuw/oud)
• Betrokkenheid van de directe omgeving waarin het peilwerk plaatsvindt
• Benodigde toestemming voor betreden van terreinen
• ....
Gegevens over de watergang:
• Theoretisch profiel en indien van toepassing te realiseren profiel (actueel en historisch)
• Oppervlakte en diepte van de watergang
• Type oever (recht, talud, damwand, rietkragen)
• Aanwezigheid van kunstwerken
• Nabijheid van waterkeringen
• ....
Werkwijze binnen de organisatie:
• Gewenste wijze van aanleveren data
• Gewenste wijze van rapporteren
• Wenselijkheid van inmeten insteek
• Risico's, onzekerheden en onduidelijkheden voor de opdrachtgever in de uitvoering van het peilwerk en hoe hiermee om te gaan; denk aan betrokkenheid van de omgeving
• Gewenste sturing: niveau waarop opdrachtgever betrokken wil zijn bij uitvoering
• Frequentie en wijze van informatievoorziening tussentijds en aan het eind van het werk
• ...

1 Inleiding
2 Doel en uitgangspunten baggervolume-bepaling en te realiseren profiel
3 Voorbereiden van een bagger-volumebepaling
4 Opstellen van een meetplan
5 Uitvoeren van veldwerk
6 Uitvoeren van verificatie-metingen
7 Berekening van baggervolumes
8 Rapportage & presentatie van resultaten en data-aanlevering
9 Verantwoording
Bijlage 1
Bijlage 2
Bijlage 3
Bijlage 4
Bijlage 5
Bijlage 6