

Adviesnota

Door alleen de locatie uit te baggeren, ontstaat er wel een gat waar woonboten kunnen liggen, maar de kans bestaat dat deze zeer snel dichtslibt waardoor een zelfvarend schip niet meer weg kan varen. Hierover wil de gemeente Arnhem graag meer inzicht in hebben.

Vraagstelling

De vraag is of het volume te verwijderen baggerspecie voldoende is om een woonboot (woonschip) met gegeven afmetingen te laten afmeren, en vrij is om weg te varen zonder dat daar (regulier) baggeronderhoud aan te pas hoeft te komen. De achterliggende vraag luidt dus als volgt: *wat is het risico en de mate van sedimentatie (sedimentatiesnelheid) in het kribvak Praets na verwijderen van baggerspecie?*

De volgende specifieke deelvragen, die beantwoord worden in het kader van de hoofdvraag, zijn:

- Wat is de periode tot dichtslibben bij de afmeerlocatie na verwijderen van baggerspecie?
- Dient extra volume baggerspecie verwijderd te worden om te voorkomen dat intensief onderhoud (baggeren) nodig is? Zo ja, hoeveel in volume en op welke plek?
- Indien extra volume baggerspecie verwijderd wordt, heeft dit gevolgen ten aanzien van het klasse type baggerspecie?

Aanvullend is gevraagd om in beeld te brengen wat de gevolgen zijn (gekeken naar de bovenstaande deelvragen), wanneer een tweede woonboot met dezelfde afmetingen aan de kopse kant naast het andere woonschip in het kribvak afgemeerd wordt (Figuur 2). De afmetingen voor 1 woonboot zijn: 33,82 m x 5,55 m. Er wordt 1,5 m aan elke zijde van een woonboot als bufferruimte gereserveerd.

stromingsrichting

OM» MIII»

Woonboot 2 Woonboot 1

Figuur 2: Schematische weergave woonboot 1 en 2 in kribvak Praets.

Aanpak

Eerst is inzichtelijk gemaakt wat de huidige rivierkundige en sedimentatieprocessen zijn in de kribvakken rondom Meinerswijk, in het bijzonder nabij de Praets. Het is daarnaast noodzakelijk om inzicht te krijgen in de grootste leverancier van sediment richting het kribvak. Vervolgens is indicatief bepaald hoe groot de huidige sedimenttransporten in en uit het kribvak zijn (RWS, 2013). Uit deze gegevens zijn indicatieve sedimentatiesnelheden bepaald. Uit deze snelheden is een periode tot dichtslibben te berekenen, wanneer baggerspecie daadwerkelijk is verwijderd.

Het kribvak bij de Praets is in eigendom van De Staat en in beheer van de gemeente Arnhem. Op het gebied van rivierkundige- en sedimentatieprocessen (afvoeren, waterstanden, transporten) in de Nederrijn is Rijkswaterstaat het inhoudelijk aanspreekpunt en kennishouder. Afstemming heeft plaatsgevonden met specialisten van Rijkswaterstaat (Oost-Nederland en WVL, voorheen Waterdienst).

Adviesnota

Brongegevens

De volgende relevante gegevens zijn beschikbaar/bekend:

- Voorstudies van Movares (Verkennend Waterbodemonderzoek uit 2012 met adviesnota en tekeningen);
- Bodemhoogteligging gegevens 2002 t/m 2012 (vaargeul tot aan Icribkop gemeten);
- Er zijn geen primaire/regionale waterkeringen volgens de Legger Waterkeringen van het Waterschap Rivierenland (2012) grenzend aan het kribvak. Dit houdt in dat het waterschap op dit vlak geen instemming (Keur watervergunning) hoeft te verlenen.

De volgende gegevens zijn niet aanwezig:

- Reguliere monitoringsgegevens van bodemhoogten in het desbetreffende kribvak;
- Monitoringsrapportages in het desbetreffende kribvak.

Resultaten

Rivierkundige en sedimentatieprocessen

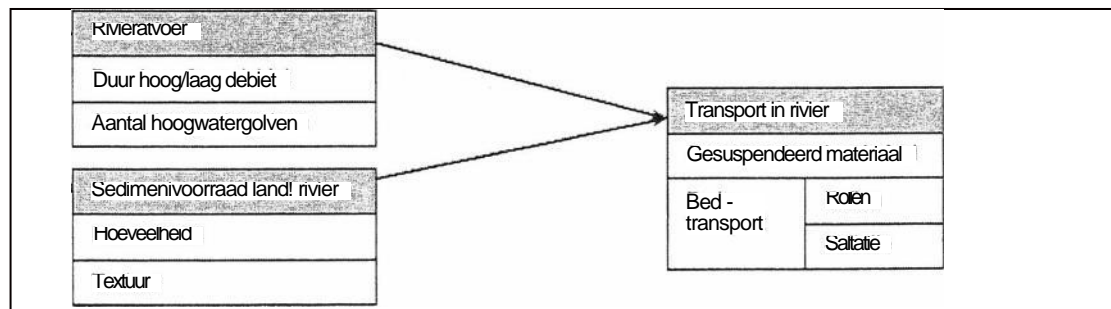
De ligging van de rivierbodembodem inclusief kribvakken is globaal een evenwichtsligging in een dynamische omgeving. In een kribvak (met strekdammen) als de Praets zijn turbulente stromingen aanwezig. Als gevolg van de sterke stromingsdynamiek zullen sedimenttransporten sterk variabel zijn. Hierdoor ontstaat een onregelmatig bodemhoogtenpatroon. De erosiegevoeligheid hangt af van de consolidatie van het slib. Er kan dus best slib achterblijven in het kribvak. Het kribvak fungeert in principe als zandvang voor zand/slib vanuit de Nederrijn. Hierin zijn stromingsluwe condities aanwezig, waarbij enkel bij een hoogwater grootschalig sedimenttransport plaatsvindt. Op langere termijn is het echter de vraag of de bodemligging in het kribvak aanzienlijk in hoogte is toegenomen. Een reden voor een verandering in de hoogteligging zou de aanleg van stuwen kunnen zijn. Aan de andere kant toont de bodemligging van de rivier al langere tijd een dalende tendens.

Transporten

In principe is bodemtransport (bed bad) vanuit het zomerbed van de Neder-Rijn de dominante leverancier van sediment, vooral zandig maar ook kleiig sediment. Hierbij wordt ook via gesuspendeerd transport fijner sediment (slib) getransporteerd richting het kribvak. Dit is sterk afhankelijk van het optreden van een hoogwater.

Erosie en transport van ook fijner sediment in de rivier vinden plaats tijdens hoge afvoer en sedimentatie vindt plaats bij lage afvoer van de rivier. Tijdens hoogwater neemt de hoeveelheid beschikbaar sediment af, waardoor tijdens de volgende hoge afvoer minder sediment beschikbaar is voor transport en weer aangevuld moet worden. De locatie waar sedimentatie plaatsvindt, is afhankelijk van de stroombaan en de topografie.

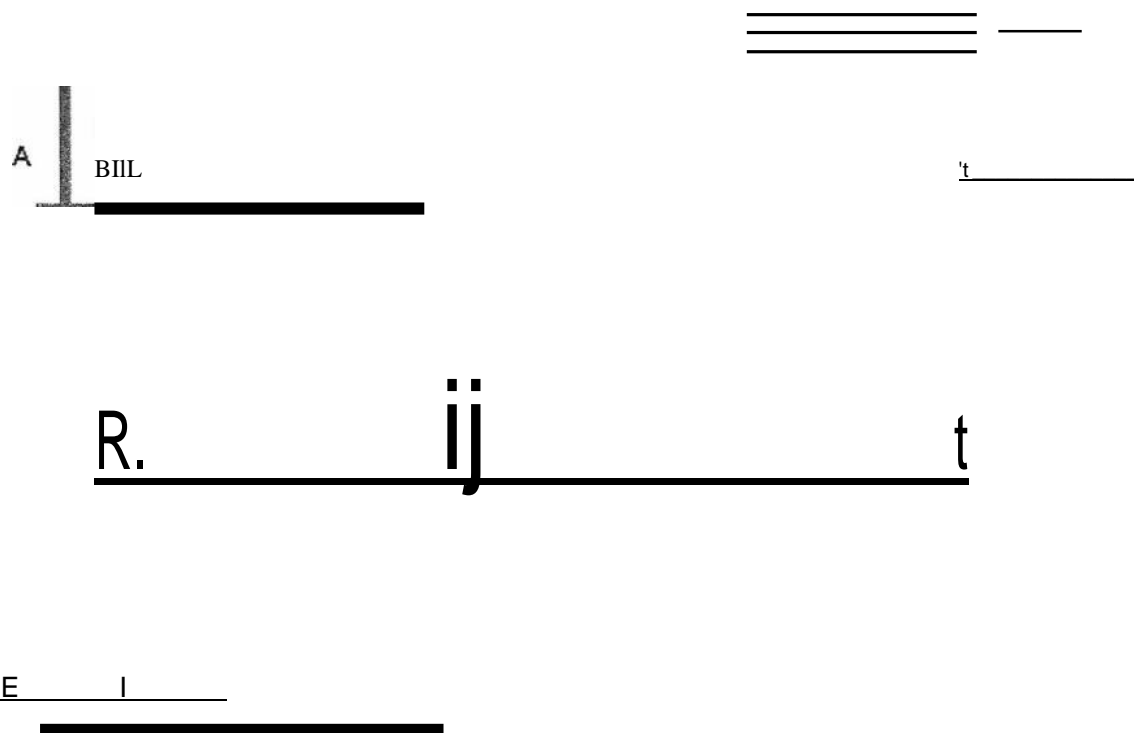
De hoeveelheid sediment die getransporteerd wordt door de rivier en de afstand waarover dat plaatsvindt, is afhankelijk van rivierafvoer, de textuur van het te transporteren materiaal en de beschikbare hoeveelheid sediment. Bij transport in de rivier kan onderscheid worden gemaakt tussen transport van gesuspendeerd materiaal en bedtransport (bodemtransport). In Figuur 3 zijn deze interacties schematisch weergegeven:



Figuur 3: Rivierafvoer en beschikbare sedimentvoorraad bepalen het sedimenttransport (Deltares, 2008).

Scheepvaart

Als gevolg van scheepvaart kan er zandleverantie vanuit het kribvak plaatsvinden. Daarnaast kan de bodemsamenstelling worden beïnvloed door secundaire stromingen die ontstaan bij kribben (Frings & Kleinhans (2002). Scheepvaart en kribben veroorzaken namelijk extra stromingen in andere richtingen dan de natuurlijke [waterbeweging](#). Net als bij de invloed van de stuwen zal dit alleen van belang zijn bij laag water en daarom alleen voor het bovenste laagje van de bodem. Tijdens laagwaterperioden wordt sediment uit de kribvakken naar het zomerbed gevoerd. Bij hoogwater wordt het verloren gegane zand weer aangevuld. Men mag namelijk aannemen dat bij hoogwater de scheeps- en kribgeïnduceerde stromingen klein zijn in vergelijking met de natuurlijke stroming. In onderstaande Figuur 4 is het stromingspatroon in kribvakken weergegeven, wanneer een schip passeert.



Figuur 4: Stromingspatroon in kribvakken. A: geen scheepspassage. B tot E: Scheepspassage (naar Lenders et al, 1998). Stromingsrichting is van rechts naar links.

Adviesnota

Op basis van de BKN 2012 en luchtfoto's is de samenstelling van de bodem- en oeverbescherming bepaald. De aanwezige oeverbescherming lijkt erosie tegen te gaan. De taluds van de oever bestaat voornamelijk uit stortsteen (puin) en gras. Hierdoor komt niet of nauwelijks oevermateriaal in het kribvak als gevolg van golfinslag. Bodembescherming is onbekend maar lijkt niet aanwezig, en bestaat uit zandig materiaal.

Ten aanzien van morfologie is de stand van de kennis in Nederland nog onvoldoende om de sedimentatie in het winterbed en de uitwisseling tussen zomer- en winterbed goed te kunnen bepalen. Reden is, dat er nog onvoldoende metingen zijn uitgevoerd voor sedimentatie en sedimenttransporten tijdens hoge afvoeren. Bovendien is elk gebied weer anders voor wat betreft stroming en morfologie, zodat er geen algemeen geldende kennisregels beschikbaar zijn.

Kwantitatieve sedimenttransporten en -snelheden

Uit het onderzoek van RWS Waterdienst dd. 02-04-2013 wordt geconcludeerd, dat:

- De potentiële jaarlijkse aanzanding tijdens hoogwater met overstroomde kribvakken geschat wordt op 45 — 180 m³/jaar (op basis van de huidige waterbodem). Dit is overwegend zand;
- In de laagwaterperioden met gesloten stuwen aanslibbing in het kribvak met enkele mm per jaar mogelijk is.

Op basis van het kribvak nabij de Praets met een oppervlakte van 5000 m² (globaal 100 bij 50 meter) betekent dat voor:

- Voor hoogwatercondities potentiële maximale aanzanding met een snelheid van 0,036 mij aar optreedt, ofwel 36 mm/jaar;
- Voor hoogwatercondities met potentiële minimale aanzanding met een snelheid van 0,009 mij aar optreedt, ofwel 9 mm/jaar.

De gevolgde theoretische benadering kent een grote onzekerheidsmarge, omdat:

- Geen waarnemingen beschikbaar zijn voor een praktische vergelijking;
- Uitgegaan wordt van lineaire sedimentatiesnelheden. Dat wil zeggen; een gelijkmatige sedimentatiesnelheid binnen het gehele kribvak. In werkelijkheid zijn sedimentatiesnelheden sterk variërend in een kribvak.

Periode tot dichtslibben

Het uitgangspunt voor het toekomstig waterbodemniveau ter plaatse van de ligplaatsen is gemiddeld +6,5 m N.A.P. Op basis van de bijgevoegde tekening van dd. 24-04-2013 bedraagt de maximale verlaging binnen profiel AA van de huidige waterbodem ongeveer 1,1 m. Dit betekent dat voor hoogwatercondities met potentiële maximale aanzanding (0,036 m/jaar) het ongeveer 30 jaar duurt, voordat de huidige waterbodemhoogte weer bereikt wordt.

Op basis van een woonboot met 1 m diepgang ten opzichte van waterpeil +8,3 m N.A.P. in profiel AA duurt het ongeveer 22 jaar voordat het waterbodemniveau de onderkant van de woonboot bereikt ('droogliggen van woonboot') met een maximale aanzanding. Overigens is het goed mogelijk dat gedurende een korte periode na verwijderen van baggerspecie een relatief snellere aanzanding optreedt in verband met de nieuw, ontstane morfologische situatie. Vervolgens bouwt de aanzandingssnelheid langzaam af richting huidige sedimentatiesnelheden.

Adviesnota

De tweede woonboot zal naar verwachting sneller inslibben dan de eerste woonboot, gezien de stromingsluwe condities en dus non-lineaire/versnelde sedimentatiesnelheden die hier ontstaan ten opzichte van de locatie nabij de eerste woonboot.

Extra te verwijderen baggerspecie

Op basis van de uitkomsten met betrekking tot de periode van dichtslibben na verwijderen van de baggerspecie, is het niet noodzakelijk om extra volume baggerspecie ter plaatse van de woonboot te verwijderen. Een intensief, regulier onderhoud op de locatie van de woonschepen is daarom niet ter zake doende.

De hoeveelheden te ontgraven baggerspecie is berekend voor de eerste woonboot (Tabel 1). De bestaande taludprofilering en —stabiliteit van de oever gelden hierbij als randvoorwaarde en dient daarom in stand gehouden te worden. Om sterke bodemhoogteverschillen te voorkomen in het bodemhoogteprofiel is gekozen voor een gelijkmatig oplopende oever richting teen van het talud.

Tabel 1: Totaalvolumes te ontgraven baggerspecie voor de eerste woonboot.

	Oppervlakte Onderhoudsprofiel Coever) [m ²]	Hoeveelheid /volume [m ³]	Oppervlakte Onderhoudsprofiel (e groen kader) [m ²]	Hoeveelheid /volume [m ³]	Oppervlakte Onderhoudsprofiel evaargeur) [m ²]	Hoeveelheid /volume [m ³]
Profiel A-A	8,35	153,7	8,25	151,9	1,87	34,4
Profiel B-B	8,68	159,8	4,76	87,6	0,25	4,6
<i>Totalen</i>		<i>313,5</i>		<i>239,5</i>		<i>39</i>

De te verwijderen baggerspecie in oppervlakte is bepaald voor 3 delen (Tabel 1):

- Gedeelte van de ligplaats inclusief 1,5 m langs zij ('groen kader');
- Gedeelte tussen ligplaats en vaargeul ('vaargeul');
- Gedeelte tussen oever en ligplaats ('oever').

Hiervoor is gebruik gemaakt van beide dwarsprofielen in de overzichtstekening. In de dwarsprofielen is dit aangegeven met het onderhoudsprofiel (gearceerd). Voor de berekening van het volume baggerspecie per profiel is het oppervlak per deel en per profiel vermenigvuldigd met 50% van de lengte van een ligplaats + 1,5 m aan elke kopkant van de ligplaats. Op basis van bovenstaande Tabel 1 is op te maken, dat de te verwijderen baggerspecie volume voor de eerste woonboot 592 m³ bedraagt.

De bodemhoogte bij boring 52 (zie overzichtstekening) geeft aan dat de bodemhoogte licht stijgt. Op basis van dit gegeven en een gehanteerde waarde op de oever is inzicht gekregen in de bodemhoogteverandering langs de tweede woonboot (zie profiel C-C in de overzichtstekening). Wegens het ontbreken van bodemhoogtemetingen dient dit profiel als indicatief beschouwd te worden. Gezien het verloop van profiel C-C, de beschikbare luchtfoto's en de ligging van de mogelijke tweede afmeerlocatie (in de oksel van het stromingsluwe deel van het kribvak) is het zeer aannemelijk dat de actuele waterbodemhoogte hoger ligt dan meer centraal in het kribvak, ter hoogte van de eerste woonboot. Dit verklaart ook de relatie met de verwachte, versnelde aanslibbing. In de kostenraming is het uitgegaan van een viermaal hoger volume (dus ongeveer 2400 m³) aan te verwijderen baggerspecie. Deze aanname is gebaseerd op basis van het verloop van lengteprofiel C-C en de diepte van ontgraven wanneer beide dwarsprofielen met

Adviesnota

elkaar vergeleken worden. In profiel B-B ligt de maximale ontgravingsdikte van de sliblaag tussen de woonboot en oever in, maar verschuift in profiel A-A meer richting de woonboot. Dit betekent dat voor de tweede woonboot relatief veel ontgraven moeten worden ter hoogte van de nieuwe ligplaats.

Gevolgen bodemklassetype baggerspecie

Er zijn geen gevolgen voor de extra te verwijderen baggerspecie voor de eerste woonboot in relatie tot bodemklassentypen. Het af te graven deel aan de noord- en zuidzijde betreft klasse B.

De algehele bodemkwaliteit van de te verwijderen baggerspecie onder de tweede boot is onbekend, aangezien daar geen boringen in het kader van waterbodemonderzoek voor een tweede woonboot zijn verricht. Ter hoogte van de tweede woonboot is binnen mengmonster MMO2 het deelmonster 56 (voor de locatie zie overzichtstekening) gedefinieerd in de klasse Nt (Nooit toepasbaar) (Movares, 2012). Indicatief is in de kostenraming rekening gehouden met de bodemkwaliteitsverhouding 50%-50% in klasse **B** respectievelijk Nt. De algemene regel is dat hoe luwer de stromingscondities zijn, hoe fijner materiaal bezinkt en dus hoe slechter de waterbodemkwaliteit naar verwachting wordt. In geval van ernstige waterbodemonverontreiniging (wat door deelmonster 56 al indicatief wordt aangegeven), dient een werk-/saneringsplan opgemaakt te worden, alvorens te mogen baggeren.

Aandachtspunten

Scheepvaart

Volgens de Richtlijnen Vaarwegen 2011 (Rijkswaterstaat, 2011) zijn ligplaatsen voor woonboten niet acceptabel in of direct langs hoofdvaarwegen. Hun aanwezigheid zou de vaarwegbeheerder kunnen noodzaken onwenselijke beperkingen aan de vaart op de hoofdvaarweg op te leggen. Woonboten horen evenmin thuis in vaarwegen voor doorgaande vaart, tenzij de intensiteit van de passerende vaart bijzonder laag is en geen hinderlijke waterbeweging oplevert. Dit geldt ook voor woonboten in insteekhavens langs (hoofd-)vaarwegen. Inmiddels is goedkeuring gekregen van het Waterdistrict Rijn & Lek over de locatie Praets als ligplaats voor woonboten.

Waterveiligheid

Tegenwoordig dient hydraulisch getoetst (WAQUA-model) te worden of het afmeren van woonboten een waterstandeffect (opstuwing) genereert. De grens voor een watervergunning (volgens de Waterwet) is 1 mm in die zin dat tot 1 mm waterstandverhoging wordt geaccepteerd, maar een opstuwing van 1 mm of meer gecompenseerd moet worden. De afgraving ten behoeve van één of twee woonbootlocaties is genoeg zijn om de compensatie te garanderen.

Baggerbeleid

RWS Oost-Nederland heeft een baggerbeleid dat er geen bodemmateriaal uit dit deel van de rivier mag worden afgevoerd. Het gebaggerde sediment moet in principe in de rivier worden teruggestort. Slibmateriaal met klasse B is bestemd om te worden getransporteerd naar de Nieuwe Haven (Arnhem). Slibmateriaal met klasse Nt dient bij afgraving naar een desbetreffend reinigingsdepot (bijvoorbeeld naar Usseloog) getransporteerd te worden.

Adviesnota

Obstakels

Volgens de gemeente Arnhem bevinden zich restanten van brughoofden in het kribvak. Deze steken boven het huidig waterbodenniveau uit, echter de locaties van deze resten zijn bekend bij de gemeente.

De kans op CE (explosieven in de vorm van typen munitie) in de te vergraven baggerspecie is groot (bodemmateriaal is licht verstoord). De aard en precieze locaties van mogelijke explosieven/objecten is onbekend (WiBo, 2012). Aangezien het bodemmateriaal voornamelijk uit slibmateriaal bestaat en tot slechts ongeveer 1 m ontgraven wordt, verkleint dat de kans op aanwezige munitie uit W011. Deze kans wordt nog kleiner, indien zich na 1950 de sliblaag gevormd. Dit is echter onduidelijk.

Er geldt een hoge archeologische verwachting op het aantreffen van Middeleeuwse scheepswrakken (WiBo, 2012(2)).

Er zijn geen kruisingen met kabels en leidingen in de te ontgraven gebieden. Dit is aantoonbaar gemaakt met een KLIC-melding (zie tekening kabels en leidingen derden).

Aanbevelingen

Wanneer gekozen wordt om een tweede woonboot af te meren, dient meer inzicht gekregen te worden in de bodemhoogten en waterbodemkwaliteit aan de hand van uit te voeren metingen/boringen. Argumenten hiervoor zijn de onbekende bodemhoogteverschillen, die zich op korte afstanden voordoen en de aangetroffen bodemkwaliteitsklasse Nt op de rand tussen beide woonbootlocaties (in het grijze vlak van de overzichtstekening).

De volgende inhoudelijke aspecten dienen inzichtelijk gemaakt te worden om tot uitvoering over te gaan van het afmeren van beide woonboten:

- Nadere ontwerpdetailering en grondstromen (aan de hand van nieuwe bodemhoogtemetingen rondom beide woonbootlocaties, ook aantakken aan nutsvoorzieningen en riolering);
- Kostendetailering tot en met uitvoeringsfase;
- Waterbodemkwaliteit (voor tweede woonboot) met mogelijk werk-/saneringsplan;
- Overige vergunningen (als 'recht van overpad');
- Risico's in de volgende conditionerende zaken, daarom aanvullend/nader onderzoek aanbevolen:
 - Obstakels (explosieven en archeologische waarden);
 - Ecologische waarden (Flora- en faunawet, beschermde soorten);
 - Stabiliteitsanalyse van de nieuwe oevers (als gevolg van nieuw bodemhoogteprofiel).

Conclusies

Het berekende volume te verwijderen baggerspecie is voldoende om een woonboot (woonschip) met gegeven afmetingen te laten afmeren, en is ook vrij om weg te varen zonder dat daar (regulier) baggeronderhoud aan te pas hoeft te komen. Voor een tweede woonboot is dat niet aantoonbaar.

Op basis van het kribvak nabij de Praets met een oppervlakte van 5000 m² (globaal 100 bij 50 meter) betekent dat voor:

Adviesnota

- Voor hoogwatercondities potentiële maximale aanzanding met een snelheid van 0,036 mij aar optreedt, ofwel 36 mm/jaar;
- Voor hoogwatercondities met potentiële minimale aanzanding met een snelheid van 0,009 m/jaar optreedt, ofwel 9 mm/jaar.

Er zijn geen gevolgen voor de extra te verwijderen baggerspecie voor de eerste woonboot in relatie tot bodemdassentypen. De bodemkwaliteit van de te verwijderen baggerspecie onder de tweede boot is onbekend, aangezien daar geen boringen zijn verricht. Bij één locatieboring is het deelmonster wel als klasse Nt gedefinieerd.

Wanneer gekozen wordt om een tweede woonboot af te meren, dient meer inzicht gekregen te worden in de bodemhoogten en waterbodemkwaliteit aan de hand van uit te voeren metingen/boringen. Daarnaast moet voor beide woonbootlocaties meer inzicht verkregen worden in conditionerende zaken. Hierbij zijn aanvullende onderzoeken met betrekking tot obstakels (CE) en archeologische waarden vooral van belang.

Literatuur

- Deltares, 2008. Deltares-rapport 2008-U-E0705/A in opdracht van Delft Cluster — Sturende factoren erosie, transport en sedimentatie in stroomgebieden Rijn en Maas, 1 juli 2008;
- Frings R.M. & M.G. Kleinans, 2002. Sedimentsortering en transportlaagdynamiek — Geologische, antropogene en alluviale invloeden op de beddingsamenstelling van de Rijn rond de Pannerdensch Kop, november 2002;
- Lenders, R., B. Van Maren & J.-W. Mol, 1998. Wind-, golf- en stromingsgeïnduceerd sedimenttransport in Icribvaldcen langs de Waal. Kribvakmetingen Druten/Ochten juli 1996 tot april 1997. ICG 98/10, 1998.
- Movares, 2012. Adviesnota woonboot Praets, kenmerk IW-EF-120017908, 2012.
- Movares, 2012(2). Verkennend Waterbodemonderzoek — Locatie Praets en Defensiehaven te Arnhem in opdracht van gemeente Arnhem, kenmerk D81-MBO-KA-1200318, 2012;
- Rijkswaterstaat, 2011. Richtlijnen Vaarwegen 2011 — RVW 2011, december 2011;
- Rijkswaterstaat Waterdienst, 2013. Korte inschatting aanzanding kribvak Nederrijn km 884, 2013.
- Witteveen & Bos, 2012. Uiterwaardvergraving Meinerswijk — archeologie en cultuurhistorie, in opdracht van Rijkswaterstaat PDR, 26 maart 2012.
- Witteveen & Bos, 2012(2). Uiterwaardvergraving Meinerswijk — niet gesprongen explosieven, in opdracht van Rijkswaterstaat PDR, 26 maart 2012.

Producten

- Adviesnota Sedimentatieprocessen Praets dd. 17-05-2013;
- Overzichtstekening Te verwijderen baggerspecie Praets inclusief kabels en leidingen dd. 14-05-2013;
- Overzichtstekeningen Te verwijderen baggerspecie Praets dd. 14-05-2013;
- Kostenramingen voor woonboot 1 en 2 dd. 17-05-2013;

Ewout Fakkkel

Adviseur Water en Gebiedsinrichting