



QuickScan gebiedseigen grond langs de Waal en Nederrijn-Lek

Vraag, aanbod en kansrijkheid

Opdrachtgever: POV DGG

Organisatie
Lievense Milieu B.V.

Telefoon
+31 (0)88 910 20 00

Projectnummer
WAB011671

Adres
Ringwade 41
3439 LM Nieuwegein

Datum
24 maart 2020

Documentnummer
002

Colofon

Rapporthistorie

V1	28-02-2020	Eerste versie
V2	24-03-2020	Eindversie

Contactgegevens

Bram de Groot
+31 62 526 7252
BdGroot@lievense.com

Autorisatie

Projectnummer	Documentnummer	Versie	Status
WAB011671	002	2	Eindversie

Opgesteld door	Functie	Datum	Paraaf
Angelique Vermeulen Martijn Kriebel	Adviseur GIS Adviseur Waterveiligheid	26-02-2020	
Geverifieerd door	Functie	Datum	Paraaf
Jan den Daas	Adviseur GIS	24-03-2020	
Akkoord projectleider	Functie	Datum	Paraaf
Bram de Groot	Projectleider waterveiligheid	24-03-2020	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Doel	4
2	Werkwijze	5
2.1	Laag 1: Sedimentbeschikbaarheid	5
2.2	Laag 2: Kansrijke projectlocaties uiterwaarden	6
2.3	Laag 3: Opgave dijkversterkingen	7
2.3.1	Niveau 1: HWBP	7
2.3.2	Niveau 2: OKADER	7
3	Resultaten	10
3.1	Laag 1: Sedimentbeschikbaarheid	10
3.2	Laag 2: Kansrijke projectlocaties	12
3.3	Laag 3: Dijkversterkingsopgave	12
3.4	Overzicht	14
4	Discussie	15
5	Aanbevelingen	16
6	Referenties	17
	Overzicht bijlage(n)	1
	Bijlage 1	1
	- Uitsluitingscriteria GIS zeef 1	
	Bijlage 2	2
	- Methodiek score sedimentbeschikbaarheid	
	Bijlage 3	3
	- Uitgangspunten OKADER	
	Bijlage 4	4
	- Instructie viewer	
	Bijlage 5	6
	- Vraag en aanbod grafieken	
	Bijlage 6	8
	- Verslag interne expertsessie	

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de analyse voor de Projectoverstijgende Verkenning Dijkversterking met Gebiedseigen Grond (POV-DGG) die is uitgevoerd in opdracht van Waterschap Limburg (WL). De POV-DGG is een van de project overstijgende verkenningen van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) en heeft als doel het inventariseren en onderzoeken van het gebruik van gebiedseigen grond voor dijkversterkingen. Gebiedseigen grond is grond die gewonnen kan worden tot twee kilometer buiten de grenzen van het project aan dezelfde oeverzijde. Het gebruik van gebiedseigen grond kan bijdragen aan een snellere, goedkopere en duurzame manier van dijken versterken. In hoeverre dit kan bijdragen wordt onderzocht binnen de POV-DGG.

Deze analyse is verwant aan eerder uitgevoerd onderzoek door Lieveense|WSP naar de beschikbaarheid van sediment voor suppleties in opdracht van IRM en volgt een vergelijkbare aanpak. Vanuit de POV DGG is er behoefte aan inzicht in de potentie van materiaal voor toepassing in dijkversterking. Dit document beschrijft het doel, de aanpak en uitgangspunten, en de uitkomsten van de analyse.

1.1 Doel

Het doel van deze analyse is het inzichtelijk maken van de potentie van het gebruik van gebiedseigen grond uit de uiterwaarden voor toepassing bij dijkversterking. Hierbij worden vraag en aanbod van materiaal en de potentiële meekoppelkansen van projecten in de uiterwaarden inzichtelijk gemaakt.

Meer specifiek zijn de doelen:

- **Vraag:** Het opstellen van een overzicht met hoeveelheden van benodigd materiaal ten behoeve van dijkversterkingen. Hierbij is gebruik gemaakt van het instrument OKADER (Opgave en Kostenanalyse Dijkversterking en Rivierverruiming) ontwikkeld door Deltares.
- **Aanbod:** Inzichtelijk maken van locaties met beschikbaar materiaal dat in potentie geschikt is om voor een dijkversterking te gebruiken. Hierbij is het nadrukkelijk niet de bedoeling om alleen de voorraden klei te beoordelen. De inzet van de POV-DGG is om ook de mogelijkheden voor andere grondsoorten inzichtelijk te maken.
- **Kansrijkheid:** Inzichtelijk maken welke kansen er in de tijd zijn met betrekking tot programmering. Dit wordt gedaan door projecten vanuit verschillende programma's, KRW en IRM maar ook andere gebiedsontwikkelingen, te inventariseren en de kansrijke projecten inzichtelijk te maken.

2 Werkwijze

Deze analyse volgt grotendeels de methodiek gehanteerd door de QuickScan Sedimentbeschikbaarheid supplement. Maar omdat deze analyse de focus legt op de dijkversterkingsopgave wijkt de methode logischerwijs op sommige punten af van de QuickScan. Naast het bepalen van de sedimentbeschikbaarheid bestaat deze analyse ook uit het in kaart brengen van kansrijke projectlocaties en de sediment vraag vanuit de opgave dijkversterkingen. In de volgende paragrafen zal meerdere malen verwezen worden naar verschillende databronnen, in Tabel 1 het overzicht. Naast onderstaande bronnen is gebruik gemaakt van verschillende GIS databronnen zoals bijvoorbeeld BGT panden en habitats. Deze invoerbestanden voor de GIS analyse komen overeen met de invoerbestanden beschreven in QS Sedimentbeschikbaarheid supplementie (pagina 18).

Tabel 1 Belangrijkste gehanteerde bronnen

Laag	Bronnen	Bronhouder	Inhoud
1 Sedimentbeschikbaarheid	Geotop	TNO	Lithologie
1 Sedimentbeschikbaarheid	Delfstoffen online	TNO	Mate waarin grof materiaal voorkomt in klei
2 Kansrijke projectlocaties uiterwaarden	KRW Oost Nederland	RWS ON	KRW opgave oost Nederland
2 Kansrijke projectlocaties uiterwaarden	KRW 3 ^e tranche	RWS WVL	KRW opgave derde tranche
2 Kansrijke projectlocaties uiterwaarden	IRM opgavenkaart	IRM	Opgaven en ambities op het gebied van waterveiligheid, bevaarbaarheid, waterkwaliteit en natuur, waterbeschikbaarheid, economische ontwikkeling, ruimtelijke kwaliteit en cultuurhistorie, recreatie en toerisme en klimaatadaptatie.
3 Opgave dijkversterkingen	OKADER database	Deltares	Dijkversterkingsopgave tot 2050

2.1 Laag 1: Sedimentbeschikbaarheid

Om inzicht te krijgen in de lithologie van het aanwezige materiaal is gebruik gemaakt van data van Geotop en Delfstoffen online. Geotop geeft inzicht in de lithologie tot en met 25 meter onder NAP. Voor deze analyse is er onderscheid gemaakt tussen de volgende klassen: Klei (klasse 2), fijn zand (klasse 5), midden zand (klasse 7), grof zand (klasse 7), grind (klasse 8) en overig (bestaande uit antropogeen, veen en leem). Door de combinatie met Delfstoffen online kan klasse 2 klei verder worden onderverdeeld in de mate waarin grof materiaal voorkomt binnen de klei. Dit leidt tot een grove indicatie van de hoeveelheden klei verdeeld in categorie 1/2 en 3.

Een belangrijke aanpassing in methode ten opzichte van de QS Sedimentbeschikbaarheid is dat de analyse de sedimentbeschikbaarheid in kaart brengt in twee verschillende lagen, namelijk: een ondiepe en een diepe laag. Dit onderscheid is gemaakt omdat ontgraven boven de

grondwaterstand lagere kosten met zich meebrengt dan wanneer er nat ontgraven wordt. Ook is klei veelal ondiep aanwezig. Voor beide lagen is de volgende analyse doorlopen:

Filteren van potentiële locaties

De GIS analyse bestaat voor een groot deel uit het filteren van de gebieden in de uiterwaarden. Als eerste zijn gebieden uitgesloten als gevolg van achtereenvolgens: nabijheid van primaire keringen, nabijheid zomerbed, habitat types, stortlocaties, bestaande plassen, gebouwen en verharde gebieden (zie QuickScan sedimentbeschikbaarheid suppleties, pagina 11 en Bijlage 1). Aangezien geen informatie over de buitenteenlijn of dijkbasis in OKADER aanwezig is, is voor de afstand tot primaire keringen 105 meter gekozen. De uitsluitingscriteria zijn verschillend voor de lagen boven en onder de grondwaterstand. Dit houdt in dat voor de laag onder de grondwaterstand een grotere zone in ogenschouw wordt genomen t.o.v. gebouwen en primaire keringen omdat er een diepere ontgraving nodig is.

De overgebleven gebieden zijn vervolgens opgedeeld in sub-gebieden. Er is gekozen om vakken te maken per 500m op de rivieras met behulp van Thiessen polygonen, zodat een gebiedsdekkend beeld ontstaat van beschikbaar materiaal. Hierbij zijn de winningskosten ingeschat door gebruik te maken van de kentallen die zijn opgesteld bij in de eerder genoemde QuickScan. Er wordt een kostenkengetal berekend dat gezien kan worden als een indicator voor kosten per vrijgekomen m³ in de ondiepe winning. Mocht de winning worden doorgezet onder de grondwaterstand dan nemen we hier een natte winning van materiaal aan met aanvullende winningskosten, waarbij zeer grote hoeveelheden materiaal kunnen vrijkomen. Er zijn bewust geen gebieden uitgesloten van winning, omdat de loatiespecifieke omstandigheden een grote rol spelen, en omdat de tijdshorizon 2050 ver weg ligt.

Classificeren overgebleven gebieden

Aan de gebieden die over zijn gebleven en opgedeeld is vervolgens een score aan toegekend afhankelijk van hoe gunstig de locatie is. De score is op een schaal van 0-10. De meest gunstige situatie betreft: eigendom overheid, klei in de bovengrond, daaronder veel zand en grind. De meest ongunstige situatie betreffen locaties die niet in eigendom zijn van de overheid, waar geen klei voorkomt, en maar weinig zand en grind. Deze score komt in de vorm van een kleur terug in de viewer. Voor een verdere beschrijving van de score methodiek zie bijlage 2.

2.2 Laag 2: Kansrijke projectlocaties uiterwaarden

In de uiterwaard vinden ontwikkelingen plaats vanuit diverse initiatieven. In deze laag zijn contouren van reeds bekende (potentiële) kansrijke locaties opgenomen waar mogelijk sediment vrij kan komen. Voor deze laag zijn de volgende bronbestanden gebruikt:

- KRW opgaven: Een filter is toegepast om geplande maatregelen in kaart te brengen waar mogelijk grond bij vrij komt. Dit komt neer op maatregelen waar sprake is van: aanleg strang, getijdegeul en- of nevengeul en uiterwaardverlaging.
- Integraal Rivier Management (IRM): De IRM opgave en ambities zijn bekeken via de IRM webviewer om een inschatting te doen over de kansrijkheid. De opgave IRM opgave bleken niet locatiespecifiek genoeg om hier uitspraken over te doen.

- Overige gebiedsontwikkelingen: Via interne experts bij Lievense zijn extra kansrijke locaties aangewezen.

2.3 Laag 3: Opgave dijkversterkingen

2.3.1 Niveau 1: HWBP

Door de beperkte gegevensbeschikbaarheid van de HWBP versterkingsopgave is een bestaande informatieservice als losse laag opgenomen en niet verder meegenomen in de analyse van niveau 2.

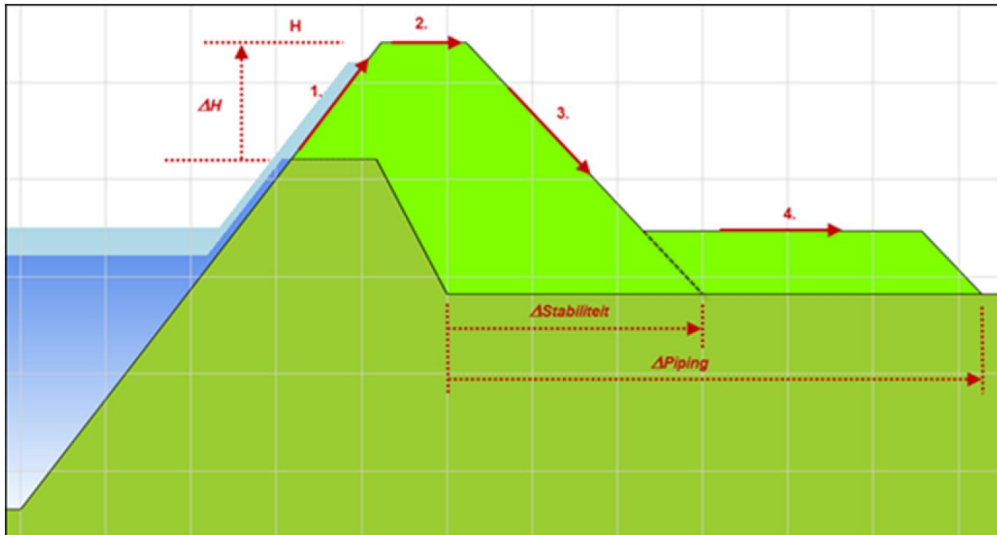
2.3.2 Niveau 2: OKADER

OKADER (Opgave en Kostenanalyse Dijkversterking en Rivierverruiming) versie 2.01 is gebruikt om een inschatting te maken van de dijkversterkingen die uitgevoerd moeten worden in de komende jaren langs Waal en Nederrijn-Lek. OKADER is een tool waarmee een optimale combinatie van dijkversterking en rivierverruiming gevonden kan worden door de kosten van de benodigde dijkversterkingen te vergelijken voor scenario's met en zonder rivierverruimende maatregelen [1]. Omdat deze kosten afhankelijk zijn van de dimensies van de benodigde dijkversterkingsmaatregelen kan met deze tool per dijkvak ingeschat worden wanneer een dijkversterking nodig is, de faalmechanismen waar een veiligheidsopgave voor geldt en wat de dimensies zijn van de dijkversterking. Dit gebeurt aan de hand van onderstaande stappen [1]:

- 1) Bepaling van de faalkans op basis van de sterkte van de waterkering en de belasting op de waterkering. Dit wordt gedaan met 'fragility curves' (kwetsbaarheidscurves), welke aangeven hoe groot de kans is dat een dijk bezwijkt bij een bepaalde waterstand. Deze curves zijn alleen beschikbaar voor de faalmechanismen HT, STBI en STPH. Overige mechanismen worden niet beschouwd door OKADER.
- 2) Vaststellen of er een veiligheidsopgave is door de huidige faalkans te vergelijken met de faalkanseis (veiligheidsnorm). Indien deze aanwezig is worden de benodigde fragility curves berekend waarmee voor de drie faalmechanismen voldaan wordt aan de wettelijk vereiste faalkansen. Uit deze curves kan de extra benodigde dijkhoogte en dijkbreedte bepaald worden.
- 3) Vaststellen hoe de versterkingsopgave wordt opgelost: met een dijkversterking, een rivierverruimende maatregel of een combinatie hiervan.
- 4) Verwerken van de impact van een aangepast dijkprofiel en/of een rivierverruimende maatregel op, respectievelijk, de sterkte van de waterkering en de belasting op de waterkering.

Met behulp van het KOSWAT-instrumentarium (Kosten voor versterken Waterkeringen) versie 2.3 [2] wordt bepaald wat de kosten zijn van de berekende dijkversterkingsmaatregelen. Dit gebeurt aan de hand van de dijkdimensies in de uitgangssituatie en drie versterkingsparameters die resulteren uit de berekeningen met de fragility curves: de benodigde toename van de kruinhoogte (ΔH), de benodigde toename van de dijkbasis ten behoeve van STBI (ΔS) en de benodigde toename van de dijkbasis ten behoeve van STPH (ΔP), zie Figuur 1. In de KOSWAT database zijn verschillende combinaties van deze versterkingsparameters te vinden waarvan de

kosten vooraf zijn berekend. Op basis van de berekende ΔH , ΔS en ΔP wordt de correcte combinatie hieruit gekozen waarmee aan de faalkanseis wordt voldaan [1].



Figuur 1: Dimensies van de dijkversterking in het dwarsprofiel [1]. ΔH is de benodigde toename van de kruinhoogte, ΔS de benodigde toename van de dijkbasis t.b.v. STBI en ΔP de benodigde toename van de dijkbasis t.b.v. STPH.

Voor elk van de drie beschouwde faalmechanismen ontbreekt er een dimensie om, gecombineerd met de OKADER resultaten en de vaklengtes, de grondvraag in volumes uit te kunnen drukken: breedte voor HT en hoogte voor STBI en STPH. Om tot deze volumes te komen zijn voor elk faalmechanisme enkele uitgangspunten opgesteld.

HT

Onderstaande uitgangspunten zijn gebruikt voor het berekenen van de grondvraag voor het faalmechanisme hoogte:

- De kruinbreedte in het nieuwe ontwerp (ná het verhogen van de kruin met ΔH) is gelijk aan de kruinbreedte in het oorspronkelijke ontwerp [2].
- Een standaard kruinbreedte van 6 meter.

Bij een kruinverhoging onder de 1 meter heeft OKADER geen aanvullende stabiliteitsopgave berekend. Hierdoor wordt de kruinverhoging rechthoekig bovenop de oorspronkelijke kruin geschematiseerd. Dit leidt tot een onderschatting van de grondvraag. Bij grotere kruinverhogingen heeft dit wel geleid tot een aanvullende stabiliteitsopgave, zie de paragraaf over STBI hieronder.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten kan de grondvraag V_{HT} per vak berekend worden als $V_{HT} = 6 \cdot \Delta H \cdot \text{vaklengte}$.

STBI

Onderstaande uitgangspunten zijn gebruikt voor het berekenen van de grondvraag voor het faalmechanisme binnenwaartse macrostabiliteit:

- Een standaard kruinhoogte van 6 meter t.o.v. het achterland.
- Een standaard binnentaludhelling in het oorspronkelijke dijkprofiel van 1:3.
- Een verbreding van de dijkbasis gelijk aan de berekende ΔS (oftewel: de nieuwe binnenteen ligt op een afstand ΔS van de oorspronkelijke binnenteen).
- Een stabiliteitsberm als versterkingsmaatregel. De berm ligt op de helft van de kruinhoogte (= 3 meter) t.o.v. het achterland en heeft een breedte die gelijk is aan ΔS . De helling van de berm tot aan de nieuwe binnenteen is 1:3.

Indien het oorspronkelijke dijkprofiel relatief steil is en/of indien er sprake is van een grote hoogteopgave kan het voorkomen dat een kruinverhoging ΔH leidt tot een extra stabiliteitsopgave. Uit KOSWAT [2] blijkt dat dit al verdisconteerd is in de versterkingsparameter ΔS . In andere woorden: de waarde voor ΔS die in OKADER berekend wordt bestaat uit een component ten behoeve van de extra stabiliteit die nodig is in het oorspronkelijke dijkprofiel én, indien noodzakelijk, een component ten behoeve van de extra benodigde stabiliteit voor het verhogen van de kruin.

Er moet opgemerkt worden dat er ook gekozen kan worden voor een taludverflauwing in plaats van het aanleggen van een stabiliteitsberm. Volgens KOSWAT [2] resulteren beide maatregelen in vergelijkbare grondvragen.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten is de stabiliteitsberm geschematiseerd als een parallellogram en kan de grondvraag V_{STBI} per vak berekend worden als $V_{STBI} = 3 \cdot \Delta S \cdot \text{vaklengte}$.

STPH

Onderstaande uitgangspunten zijn gebruikt voor het berekenen van de grondvraag voor het faalmechanisme piping:

- De dikte van de pipingberm is 2 meter.
- De pipingberm is maximaal 20 meter lang (zie Bijlage 3).

In Figuur 1 is te zien dat versterkingsparameters ΔS en ΔP beiden vanaf de oorspronkelijke binnenteen worden gemeten. Hierdoor is het mogelijk dat een gedeelte van de pipingberm in het nieuwe dijklichaam ligt waarvan de basis al verbreed wordt met ΔS in verband met de macrostabiliteitsopgave. Hier wordt echter geen rekening mee gehouden bij het bepalen van ΔP . Dit betekent dat er geen aparte pipingberm nodig is indien $\Delta P < \Delta S$ aangezien de verbreding van de dijkbasis ten behoeve van het oplossen van de macrostabiliteitsopgave de pipingopgave laat verdwijnen.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten is de pipingberm geschematiseerd als een rechthoek en kan de grondvraag V_{STPH} per vak berekend worden als $V_{STPH} = (2 \cdot \Delta P \cdot \text{vaklengte}) - (2 \cdot \Delta S \cdot \text{vaklengte})$ indien $\Delta P \geq \Delta S$ of $V_{STPH} = 0$ indien $\Delta P < \Delta S$.

3 Resultaten

Het product van deze QuickScan is een GIS-viewer met drie lagen. In Bijlage 4 is de instructie voor de toegang en het gebruik van de viewer te vinden. In de paragrafen hieronder worden de resultaten van de drie lagen, sedimentbeschikbaarheid, kansrijke projectlocaties en dijkversterkingsopgave verder uitgewerkt.

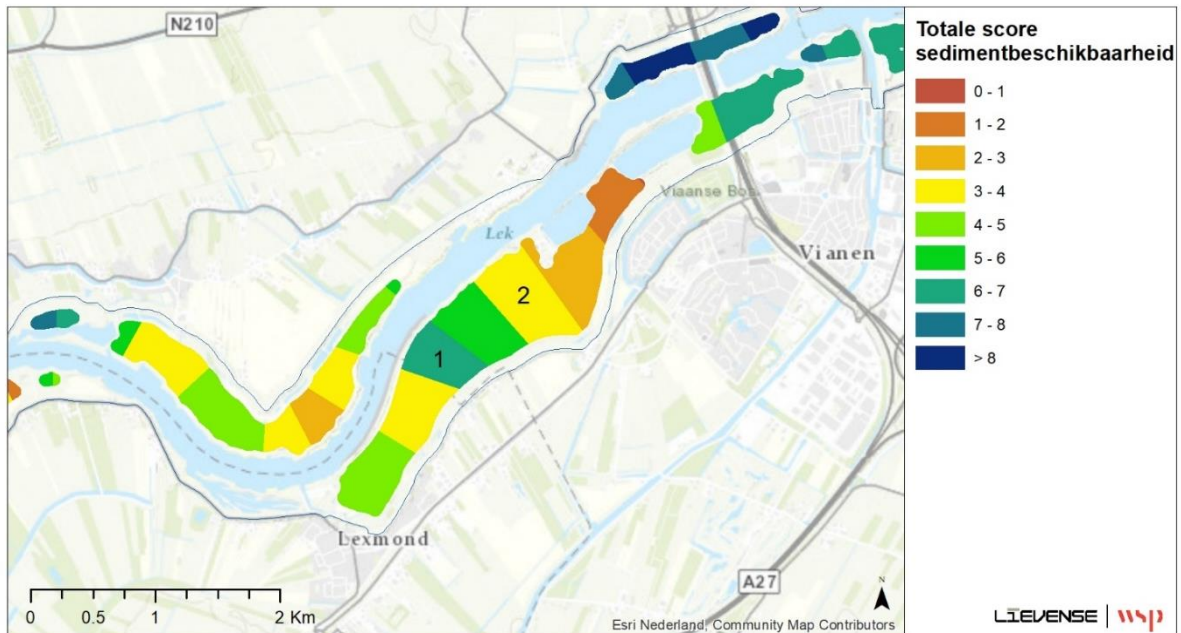
3.1 Laag 1: Sedimentbeschikbaarheid

Zoals beschreven in hoofdstuk 2.1 is de sedimentbeschikbaarheid onderverdeeld in een ondiepe en een diepe laag welke worden gescheiden door de grondwaterstand. Voor beide lagen is het volume klei categorie 1/2, klei categorie 3, fijn zand, middelgrof zand, grof zand, grind en overig materiaal bepaald. Het totale grondaanbod per grondsoort is berekend voor de laag onder de grondwaterstand, zie Tabel 2. Daarnaast is er ook voor beide lagen een kosten indicatie bepaald per m³.

Tabel 2 Totale sedimentbeschikbaarheid in de ondiepe laag.

Klei Cat ½ [m3]	Klei cat 3 [m3]	Alle grondsoorten [m3]
4 369 856	19 676 766	303 718 714

Om inzichtelijk te maken hoe de verschillende gebieden zich tot elkaar verhouden in geschiktheid is een score aan alle vakken toegekend als samenvatting van het beschikbare materiaal en de eigendomssituatie. Hierbij zijn de ondiepe en de diepe laag samengenomen. Figuur 2 geeft een voorbeeld van hoe dit is weergegeven in de viewer.



Figuur 2 Totale score sedimentbeschikbaarheid bij Vianen

Wanneer we dan verder op de details van de twee gebieden inzoomen zijn de volgende resultaten te zien in Tabel 3. Hierdoor is te zien dat gebied 1 een stuk meer klei bevat dan gebied 2, vooral wanneer we de ondiepe lagen vergelijken. Daarnaast bevat gebied 1 ook wat grind in de diepe laag. Op deze manier kunnen de verschillende gebieden met elkaar worden vergeleken.

Tabel 3 Lithologie en kansrijkheid score van de twee voorbeeld gebieden in figuur 2

	Voorbeeld gebied 1		Voorbeeld gebied 2	
	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
Kansrijkheid score [0-10]	6.58		3.62	
Lithologie score [0-5]	4.06		1.88	
Indicatie kosten [€/m ³]	10.11	6.66	8.33	6.17
Volume klei cat ½ [m ³]	40 601 (16.7%)	91 317 (2.0%)	2 644 (6.0%)	-
Volume klei cat 3 [m ³]	171 167 (70.2%)	329 037 (7.4%)	114 864 (27.3%)	204 732 (3.0%)
Volume fijn zand [m ³]	10 768 (4.4%)	-	16 683 (4.0%)	595 287 (8.8%)
Volume middel zand [m ³]	-	936 557 (20,9%)	81 431 (19.4%)	2 054 012 (30.2%)
Volume grof zand [m ³]	-	2 445 491 (54,7%)	3 310 (0.8%)	3 936 893 (57.9%)
Volume grind [m ³]	-	68 832 (1.5%)	-	-
Volume overig [m ³]	20 915 (8.6%)	-	201 326 (47.9%)	-

3.2 Laag 2: Kansrijke projectlocaties

De locaties van de (potentiele) kansrijke projectlocaties zijn weergegeven in figuur 3. Grotendeels komen de locaties vanuit KRW opgave (KRW opgave derde tranche of KRW opgave oost Nederland). Daarnaast zijn er een aantal locaties aangewezen door Lieveense experts op het gebied van integraal riviermanagement en/of bodem, zie verslag in Bijlage 6.



Figuur 3 Kansrijke projectlocaties

Ook is er gekeken of er kansrijke locaties aangewezen konden worden met behulp van de IRM ambities. Het bleek niet mogelijk om hier concrete uitspraken over te doen omdat de ambities niet specifiek genoeg lijken te zijn.

3.3 Laag 3: Dijkversterkingsopgave

Zoals beschreven in hoofdstuk 2.3 is door middel van OKADER de grondvraag bepaald per dijkvak voor de faalmechanismes: hoogte, binnenwaartse macrostabiliteit en piping. Ook is voor deze grondvraag bepaald in welk jaartal deze dijkversterkingsopgave ontstaat. De grondvraag speelt echter bij de uitvoeringsfase van de dijkversterking en dit komt niet overeen met het jaartal van de opgave. Vervolgens zijn deze volumes omgezet naar benodigd materiaal op basis van aannames per faalmechanisme.

Het meeste materiaal is benodigd voor de aanleg pipingbermen. Hiervoor is in principe elk materiaal toereikend wanneer de erosiebestendigheid wordt gewaarborgd door het door het verwijderen en terugplaatsen van de bestaande deklaag. Voor macrostabiliteit is aangenomen dat hier 25% categorie 3 klei voor nodig is voor de deklaag en dat de overige 75% materiaal uit elk materiaal kan bestaan. Hiervan is uitgegaan omdat de bovenzijde van de versterking

bestendig moet zijn tegen overslag. Voor het faalmechanisme hoogte is aangenomen dat 100% klei categorie 1/2 nodig is. Vanuit deze uitgangspunten is de grondvraag berekend, zie Tabel 4. Hoe deze grondvraag is verdeeld over de dijkvakken is weergegeven in de GIS viewer.

Tabel 4 Grondvraag tot 2050 (met voor piping bij opgave van >20m grondberm van 5m)

Periode	Klei cat ½ [m3]	Klei cat 3 [m3]	Alle grondsoorten [m3]
2020-2030	224 360	2 339 586	8 835 674
2030-2040	67 636	204 799	1 167 578
2040-2050	40 689	66 708	512 365
Totaal	332 685	2 611 094	10 515 617

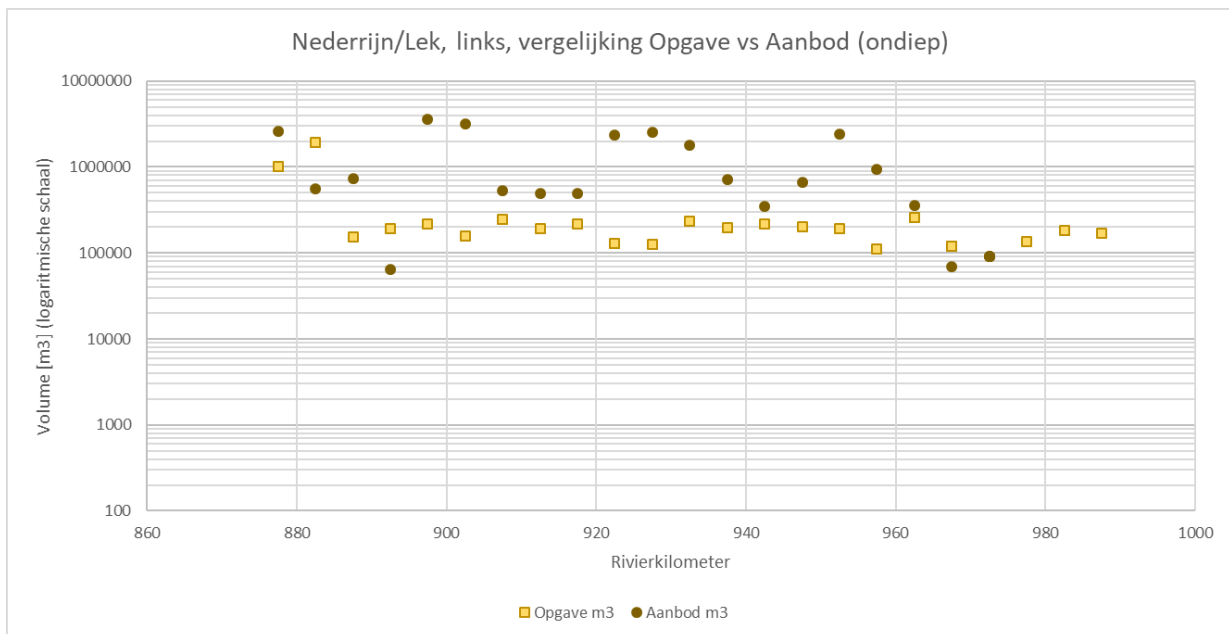
3.4 Overzicht

Het totale overzicht van bovengenoemde lagen is weergegeven in de GIS viewer. Hierbij zijn de potentiële winningslocaties weergegeven waarbij de score is weergegeven met een kleur. Door op de verschillende locaties te klikken worden de specifieke waarden zoals de verschillende volumes en de kosten indicaties voor de ondiepe en diepe laag weergegeven zoals in het voorbeeld in hoofdstuk 3.1.

De grondvraag voor de dijkversterkingsopgave is weergegeven in lijnstukken waarbij een grotere grondvraag wordt weergegeven met een dikkere lijn. Door op de verschillende dijkvakken te klikken worden de details weergegeven, namelijk welk materiaal er wordt gevraagd, welke hoeveelheid er wordt gevraagd en voor welke tijdsperiode.

Om het overzicht compleet te maken zijn ook de locaties van de kansrijke projectlocaties toegevoegd.

Een eerste conclusie die kan worden getrokken uit de analyse is dat het aanbod de vraag vaak ruimschoots overtreft, vooral wanneer er diep gegraven zal worden. Onderstaand figuur 4 geeft hier een voorbeeld van voor de linkerzijde langs de Nederrijn/Lek bij een ondiepe ontgraving. In bijlage 5 is deze vergelijking ook weergegeven voor de Waal en de rechterzijde van de Nederrijn Lek.



Figuur 4 Grondvraag en aanbod Nederrijn/Lek, links, ondiepe ontgraving.

4 Discussie

In de methode die gebruikt is om gebiedseigen grond voor dijkversterkingen te inventariseren is gebruik gemaakt van bepaalde aannames en uitgangspunten. Het betreft een QuickScan waarmee kansrijke locaties in kaart gebracht kunnen worden. Wanneer een locatie als potentiële winlocatie aangemerkt wordt kan bij lokaal vervolgonderzoek aandacht besteed worden aan verdere aanscherping van de potentie van de locatie. Wanneer we los van de onzekerheden kijken zien we wel dat er op veel dijkversterkingsopgaves materiaal dicht bij is, vooral in het geval van piping.

Materiaalbeschikbaarheid

TNO stelt data beschikbaar waarin de meest waarschijnlijke textuur van de ondergrond voor iedere 50cm (diepte) is weergegeven op een raster van 100m x 100m. Dat betekent dat er ander materiaal aanwezig kan zijn dan nu wordt ingeschat. Delfstoffen online heeft daarnaast nog grovere cellen op een raster van 250 x 250. Omdat een groot deel van de bevindingen in deze analyse deze twee bronnen als input gebruiken is het belangrijk om hier rekening mee te houden wanneer de uitkomsten worden geïnterpreteerd.

Bij het bepalen van de volumes en de geschiktheid van de locaties is de bodemkwaliteit niet meegenomen. Mogelijkerwijs voorkomt dit regelmatig de toepassing van materiaal in de dijk, of zijn kostenverhogende maatregelen nodig.

Vraag naar materiaal

Er zijn verschillende onzekerheden in de methode die is gebruikt om toekomstige vraag naar materiaal voor dijkversterkingen in te schatten. Afhankelijk van klimaatverandering en technologische ontwikkelingen in rekenmethoden of analyses van het binnenste van een dijk zou een andere vraag kunnen ontstaan. Daarnaast zijn er ook aannames gedaan over de hoeveelheid en het type materiaal dat is nodig is voor de verschillende faalmechanismen (zie hoofdstuk 3.3).

5 Aanbevelingen

Op basis van de resultaten wordt het volgende aanbevolen:

- Een belangrijke vervolgvraag is het verder samenbrengen van de vraag een aanbod en hiermee 'matches' te maken. Ook is het raadzaam om hierbij dieper op de kansrijke projectlocaties in te gaan om te komen tot eventuele meekoppelkansen. Hiermee zou een globaal grondstofstromenplan kunnen worden opgesteld
- Door de korte doorlooptijd van dit onderzoek zijn er geen uitgebreide bewerkingen of analyses uitgevoerd om tot kansrijke locaties te komen. Om tot een verdere categorisering te komen in kansrijkheid zou het waardevol kunnen zijn om ook naar de tijdsplanning van de KRW opgave te kijken en verder te analyseren hoeveel grond hierbij vrij zou kunnen komen.
- Om de grondvraag die met OKADER is berekend kan verder worden onderzocht door geplande projecten en plannen van de waterschappen na te lopen. Ook een verificatieslag met experts van Rijkswaterstaat kan nuttig zijn.
- Als laatste kan het relevant zijn om onderzoek te doen naar de juridische kwesties die spelen rondom de grondexploitaties en de effecten die de graafwerkzaamheden kunnen hebben op de grondwaarde.

6 Referenties

- [1] Uitwerking methode voor bepaling kostenreductie rivierverruiming, kostenreductie dijkverbeteringen door uitvoering rivierverruiming, Deltares, HKV en RWS-WVL, 19 juli 2016
- [2] KOSTen voor versterken WATERkeringen KOSWAT, Systemdocumentatie versie 2.3.0, Deltares, 5 mei 2019
- [3] Testrapportage nieuwe versie OKADER, Deltares, 13 augustus 2018
- [4] Afvoerverdeling Rijntakken na 2050, Deltares, 2018
- [5] Resultaten analyse verkleinen pipingopgave en -kosten, door voorlanden en innovatieve oplossingen, Deltares, mei 2018
- [6] Quick Scan Sedimentbeschikbaarheid suppleties Rijntakken, Lievense, 2019

Overzicht bijlage(n)

Bijlage 1

Uitsluitingscriteria GIS zeef 1

Bijlage 2

Methodiek score sedimentbeschikbaarheid

Bijlage 3

Uitgangspunten OKADER

Bijlage 4

Instructie viewer

Bijlage 5

Vraag en aanbod grafieken

Bijlage 6

Verslag interne expertsessie

Bijlage 1

Uitsluitingscriteria GIS zeef 1

Uitsluitingscriteria GIS analyse sedimentbeschikbaarheid afwijkend van QS sedimentbeschikbaarheid suppleties (2019).

Uitsluitingscriteria	Ondiep (onverzadigde zone)	Diep (verzadigde zone)
Ecologie	30 m	70 m
Panden	50 m	70 m
Zomerbed	50 m	70 m
Primaire keringen (vanaf kruinlijn)	105 m	105 m
Stortplaatsen	50 m	50 m
Bestaande plassen	0 m	0 m

Bijlage 2

Methodiek score sedimentbeschikbaarheid

De opbouw van de scores aan de potentiële winlocaties is als volgt:

- De score wordt eerst berekend op celniveau (grid van 100 x 100 m)
- In totaal zijn er 10 punten te verdelen waarvan 5 voor de eigendomssituatie en 5 voor de lithologie
- Eigendomssituatie:

RWS	5 punten
Overheid	4 punten
Particulier	2 punten
Natuurbeheerder	1 punt
Bedrijf	0 punten
- Lithologie:

Ondiep: Percentage klei cat 1/2 + klei cat 3 van totale volume.
100% is 3.5 punten, 0% is 0 punten

Diep: Percentage klei cat 1/2 + klei cat 3 + grof zand + grind van totale volume.
100% is 1.5 punten, 0% is 0 punten.
- Optellen van Score lithologie en score eigendomssituatie per cel. Vervolgens wordt het gemiddelde berekend voor de potentiële wingebieden

Bijlage 3

Uitgangspunten OKADER

Voor het analyseren van de dijkversterkingsopgaven is gebruikt gemaakt van de methodiek beschreven in [3]. Voor de Rijntakken gelden de uitgangspunten die zijn beschreven in Bijlage B in [4]. Enkele belangrijke, algemene uitgangspunten zijn hieronder samengevat:

- De analyse is uitgevoerd voor de periode tot 2050.
- Dijken worden voor een periode van 50 jaar verbeterd.
- Dijken worden niet verbeterd voor het jaar 2025.
- Alle dijken moeten in 2050 aan de norm voldoen.
- Dijken worden tot 2050 verbeterd conform de planning van de HWBP programmering voor zover deze beschikbaar is voor deze periode op het moment van schrijven.
- Er is uitgegaan van het KNMI W+ klimaatscenario. Dit scenario is doorgerekend voor zichtjaar 2050.
- Er is gebruik gemaakt van een constante (dijkvakafhankelijke) jaarlijkse bodemdaling.
- Er is van uitgegaan dat de dijken op de huidige locatie liggen. Daarnaast is de VNK2 vakindeling gebruikt.
- De geometrie/sterkte van de dijk is bepaald op basis van gegevens uit VNK2 aangevuld met gedetailleerdere of recentere data beschikbaar bij de waterschappen.
- Voor het vaststellen van de toekomstige hydraulische belasting is het klimaatscenario W+ gebruikt, waarbij afvoeren boven de 18.000 m³/s worden afgetopt.
- De bepaling van de faalkanseisen voor de doorsnedes/profielen gebeurt conform het OI2014 (zoals begin 2016 beschikbaar). Daarnaast is er geen rekening gehouden met bewezen sterkte.
- Er is een kritiek overslagdebiet van 5 l/m/s gehanteerd.
- Indien de pipingopgave ΔP (zie Figuur 1) kleiner is dan 20 meter wordt er een grondoplossing in de vorm van een pipingberm toegepast met een lengte gelijk aan de pipingopgave. Voor pipingopgaven groter dan 20 meter is het kosteneffectiever om te werken met innovatieve pipingmaatregelen [5]. Er wordt daarom, in afwijking op [4] en conform [5], voor $\Delta P > 20$ meter een pipingberm van 20 meter aangelegd in combinatie met een innovatieve pipingmaatregel. Voorbeelden van innovatieve pipingmaatregelen zijn dijkmonitoring en -conditionering systemen (DMC drainagebuizen), verticaal zanddicht geotextiel (VZG) en verticaal ingebracht grofzand filters.

Bijlage 4

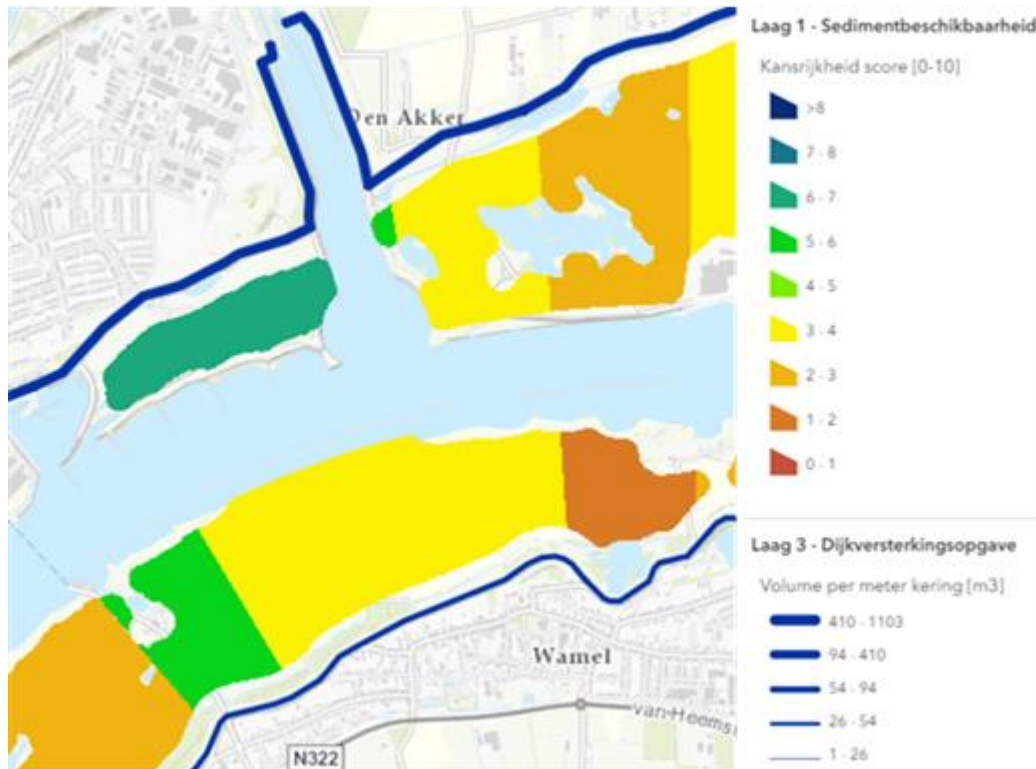
Instructie viewer

De viewer is tijdelijk toegankelijk via de volgende link (bij de eindoplevering zal ook alle onderliggende data worden bijgesloten):

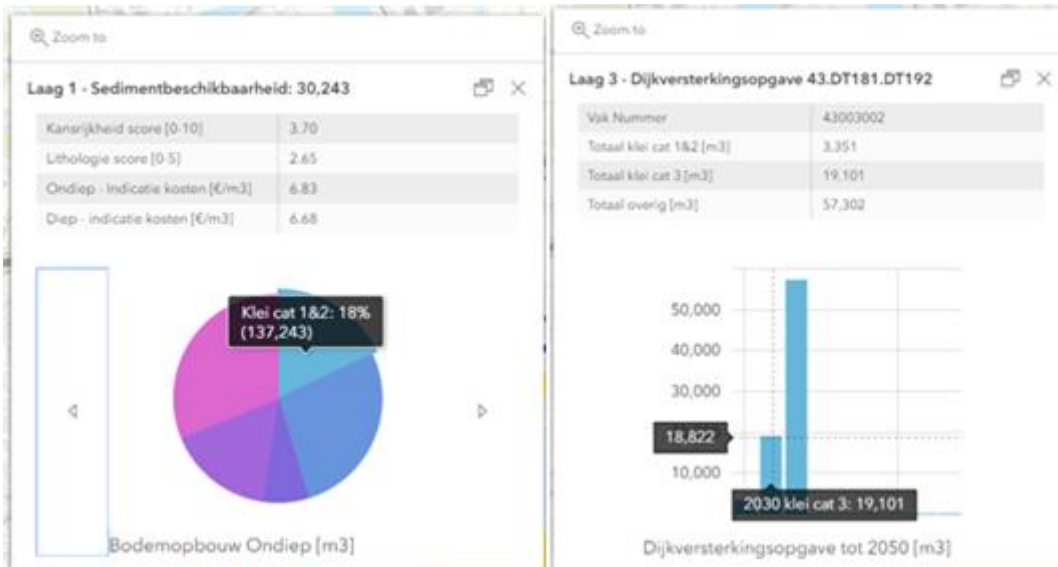
<http://lievenseco.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=6707fad27b84463a9c52ab4801914fc9>

Gebruikersnaam	POV_DGG
Wachtwoord	Lievense_RWS_2020

De viewer bevat de drie lagen uit de analyse en een losse HWBP laag. De sedimentbeschikbaarheid is uitgedrukt in een score van 0 tot 10 wat terug te zien is in de kleur van het vak. De dijkversterkingsopgave is uitgedrukt in de dikte van de keringlijn. Waarbij een dikkere keringlijn een hogere volumevraag heeft t.o.v. de lengte van de kering. Hieronder een voorbeeld.

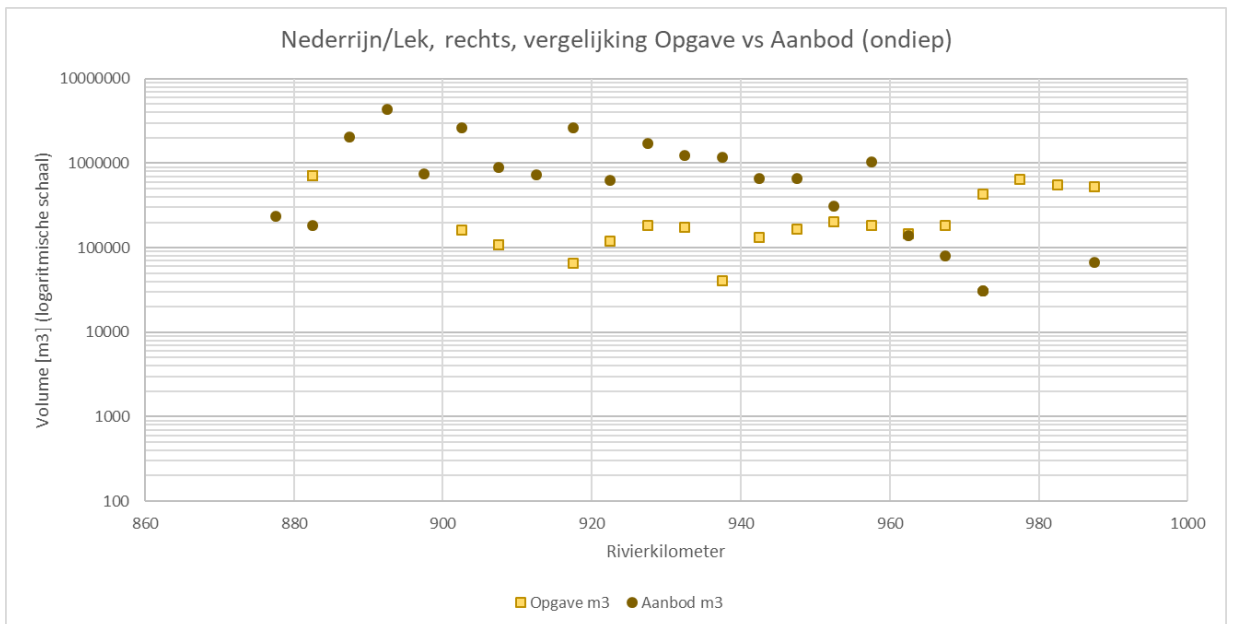
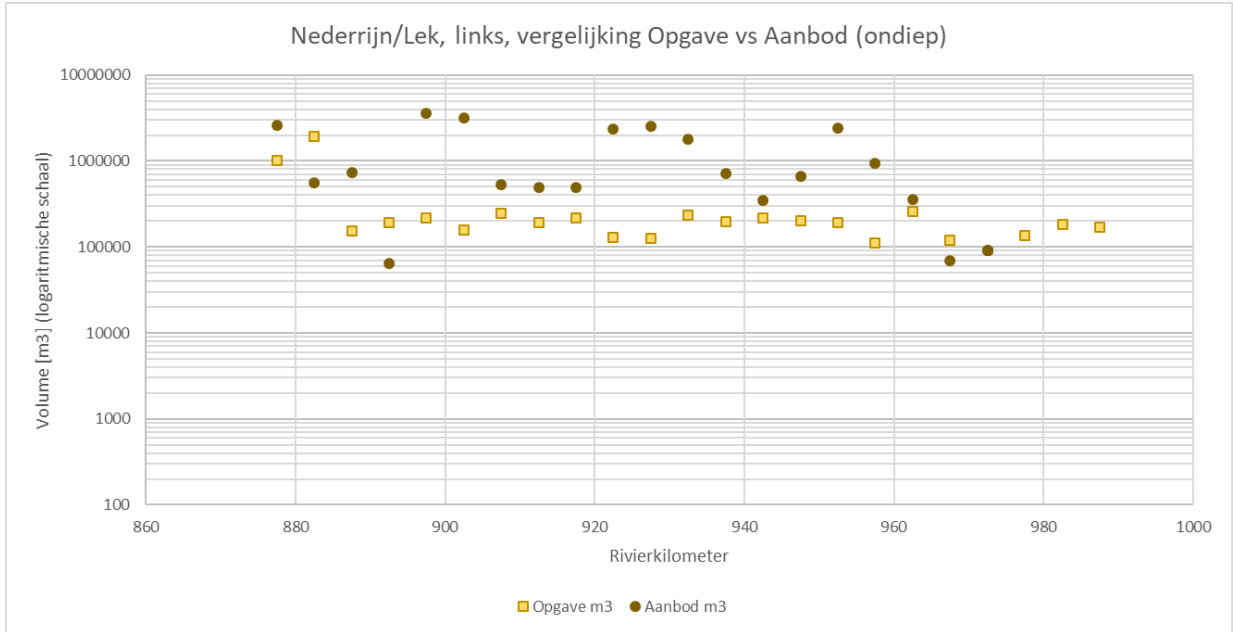


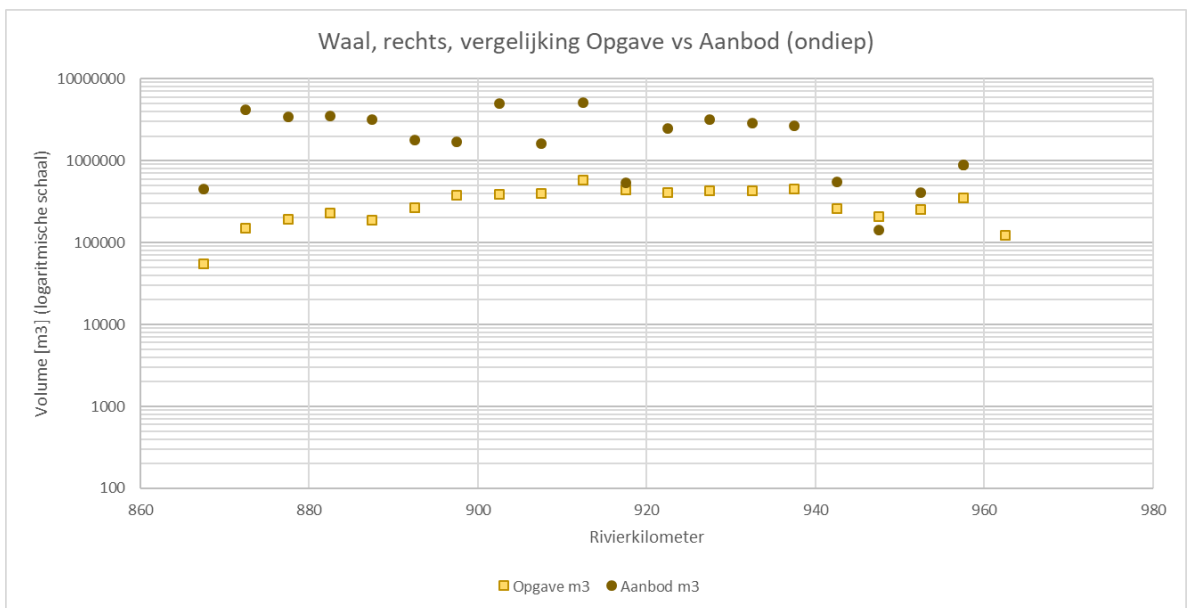
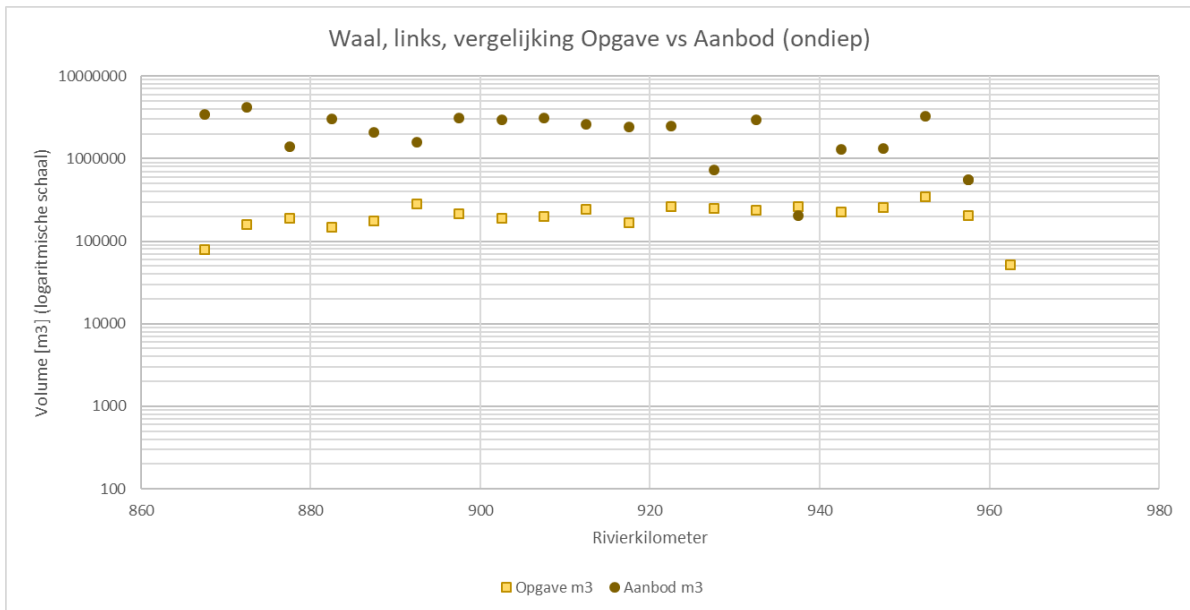
Deze lagen bieden ook de mogelijkheid om de vlakken en lijnen aan te klikken om meer inzicht te verkrijgen in de data d.m.v. een pop-up. Het grondaanbod in de diepe en ondiepe lagen zijn in twee taartdiagrammen gezet (klik op de pijltjes) onderverdeeld in grondsoort. De grondvraag voor de dijkversterkingsopgave is onderverdeeld in grondsoort en het decennium waarin het volume benodigd is in een staafdiagram. Hou de muis boven de taartstukken en staven om de aantallen te bekijken.



Bijlage 5

Vraag en aanbod grafieken





Bijlage 6

Verslag interne expertsessie

Datum: 17-02-2020

Tijd: 13:00 – 14:30

Locatie: Lievense|WSP Nieuwegein

Aanwezig: Paul van der Wal (senior GIS), Angelique Vermeulen (junior adviseur)

Experts: Jette Eshuis (Senior adviseur omgeving en besluitvorming), Jeroen Rijnbeek (Senior adviseur ruimtelijke planvorming), Sjoerd Schellevis (Senior adviseur waterbodems)

Agenda

- Toelichting doel analyse en methodiek
- Inhoudelijke feedback van experts op methodiek. Onderdelen die zijn besproken zijn: kosten kentallen, uitsluitingscriteria, kwaliteit waterbodems in vergelijking met grondbanken. Ook implicaties van eigendomssituaties besproken.
- Langslopen kansrijke projectlocaties en toevoegen extra kansrijke locaties.
 - Locaties die zijn uitgesloten:**
 - o Angeren: Hier zijn te veel omstanders. Alle grond gaat naar de A15.
 - o Ten noorden van Millingen: Deze is opgegeven volgens Jette.
 - Locaties die zijn toegevoegd:**
 - o Bypass bij Varik en Heesselt: Zou een kans kunnen zijn volgens Jeroen.
 - o Dijkverlegging Brakel: Deze zou er binnenkort aan moeten komen.
 - o Twee extra gebieden waar het overwegend agrarisch is. Deze gebieden zijn ook in beeld bij omstanders.
- Overige opmerkingen
 - o Sommige projectlocaties worden misschien al meegekoppeld met dijkversterking Gorinchem Wakenburg . Dit is iets om op te letten.
 - o Het kan zijn dat sommige projecten al in de uitwerkingsfase zijn. Bijvoorbeeld Wamel-Dreumel, Oosterhout.
 - o Er zijn ook plannen voor extra havens. Dit kan ook interessant zijn voor vervolgonderzoek.