MEMO

Aan	Waterschap Aa en Maas
Van	Boskalis/Royal HaskoningDHV [redacted]
Datum	16-1-2024
Onderwerp	MEMO ONDERBOUWING KLEIDIKTE BUITENDIJKS BRABANTSE ZIJDE
referentie	32858-MEM-00418 / WSD.2.7-0084
Versie	1.0

1. Samenvatting

Het definitief ontwerp (DO dijk) van de dijkversterking bij Meanderende Maas is gebaseerd op geohydrologische modelberekeningen met het model Geohydrologische Aanpak Piping (GAP). In die modelberekeningen is gebruik gemaakt van het Voorlopig Ontwerp van de geulen en weerdverlagingen (VO Rivier). Naar aanleiding van een discussie over een vergunningvoorschrift in de ontwerp beschikking ontgrondingenwet voor Meanderende Maas bleek dat de dikte van het kleipakket dat achterblijft na realisatie van het DO rivier nog onvoldoende was vergeleken met de dikte van het kleipakket dat resteerde onder het VO rivier.
Deze memo is opgesteld om de resterende kleidikte onder het DO rivier te valideren. De validatie is per deelgebied beschreven. Daarbij is conform de gewenste aanpak gekeken naar de gebieden waar de resterende kleidikte het meest kritisch is voor de stijghoogte of piping van de dijk. Daar waar het resterend kleipakket in het DO dunner wordt dan in het VO, is kritisch gekeken of dit invloed heeft op het dijkontwerp.
De conclusie van de memo is, dat er 1 locatie is, waar het DO voor geulen en weerdverlagingen zodanig afwijkt van het VO, dat een correctie in het ontwerp nodig is om zeker te stellen dat het ontwerp van de dijk voldoet, c.q. zeker te zijn dat de stijghoogte in de dijk niet hoger is dan waarop het ontwerp is berekend. Deze locatie is een lokale verlaging van 0,5 tot 1 ha groot in de Diedensche Uiterdijk, ten noordoosten van een beverterp bij de Maasakkerstraat, en net ten zuidoosten van de Maasakkerstraat (locatie 2 in figuur 1). Het DO geulen en weerdverlagingen zal op deze locatie worden aangepast; de verlaging zal zodanig beperkt worden dat 1 m klei in de ondergrond achterblijft.

2. Inleiding

In het project Meanderende Maas worden er aan de Brabantse zijde in de uiterwaard Diedensche Uiterdijk, De Waarden en Ossekamp een aantal nieuwe geulen gerealiseerd ten behoeve van het behalen van KRW-doelen en het behalen van de hoogwaterveiligheidsdoelstelling. Ook vindt er maaiveldverlaging plaats rondom deze geulen en in de Oeverzone Megen. Vanwege de dijkveiligheid dient er na realisatie voldoende geohydrologische weerstand in de bodem (voldoende kleidikte) te resteren.

Aanleiding

Het bevoegd gezag (Provincie Brabant) heeft in de ontwerp beschikking voor ontgrondingenwet voor Meanderende Maas een eis (zie tekstbox 1) opgenomen over de minimale dikte van het kleipakket dat in de uiterwaarden aanwezig moet blijven na realisatie van het project. Uit de toelichting in de brief van Waterschap Aa en Maas aan Provincie Brabant blijkt dat deze eis geldt voor de dijkbeschermingszone B (tekst box 2).

Tekstbox 1: Ontwerp beschikking Ontgrondingenwet, nummer : Z-2022-004281/ D. Voorschrift 4.5

4.5 Ten behoeve van het voorkomen of beperken van piping zijn de werkzaamheden in de uiterwaarden alleen toegestaan als:
a. bij de ontgraving een laagdikte van minimaal 1 meter klei ongeroerd aanwezig blijft, of
b. in het geval dat er geen of minder dan 1 meter ongeroerde klei achterblijft, er een nieuwe kleilaag wordt aangebracht tot een laagdikte van minimaal 1,5 meter met een lutumgehalte van minimaal 18 %, of daarmee vergelijkbaar.
c. Wanneer gebruik wordt gemaakt van een vergelijkbare (klei)laag dient de vergunninghouder via een gedetailleerd onderzoek aan te tonen dat de k-waarden van de aan te brengen kleilaag niet afwijken van de huidige aanwezige k-waarden (maximaal 0,05 m/dag).

Tekstbox 2: Advies m.b.t. aanvraag ontgrondingsvergunning voor werkzaamheden Meanderende Maas Ravenstein-Lith, Waterschap AA en Maas, 5 juli 2023, kenmerk: 0654288368

Wij zijn van mening dat er sprake is van een niet significante afwijking als bij de graafwerkzaamheden in de beschermingszone B minimaal één meter (ongeroerde) klei niet wordt verwijderd. Wanneer wel alle klei wordt verwijderd is er sprake van een niet significante afwijking als een nieuwe kleilaag met een dikte van minimaal 1,5 meter wordt teruggelegd.

Achtergrond

Er is overleg geweest in de periode augustus-oktober met de dijkspecialisten bij Waterschap Aa en Maas wat de bedoeling is van deze eis. Het betreft een standaard eisen voor werkzaamheden in de uiterwaarden. Voor Meanderende Maas is echter op basis van een geohydrologisch model gewerkt, het GAP model. In dit model zijn ontgravingen van de uiterwaarden opgenomen. Uitgangspunt bij het dijkontwerp is (o.a.) dit GAP model (zie hoofdstuk 2). Hierdoor heeft het ontwerp van de uiterwaarden (ontgravingen) geen negatieve invloed op het dijkontwerp (piping). Na de VO fase zijn zowel het dijkontwerp als het ontwerp van de uiterwaarden (rivierontwerp) geoptimaliseerd. Er is destijds geconstateerd dat het hierdoor niet te beoordelen was dat er nog steeds geen significante negatieve invloed is.

De eis die door de specialisten van Waterschap Aa en Maas is neergelegd is dat aanpassingen aan het rivierontwerp in de DO-fase (t.o.v. het VO) niet mogen leiden tot hogere stijghoogten bij de dijk. Als het DO rivierontwerp qua maaiveldhoogte anders is dan het VO rivierontwerp moet aangetoond zijn dat het verschil niet significant is, ofwel niet leidt tot een niet toelaatbare reductie in resterende kleidikte. De eis/voorschrift van WSAM wordt daarmee:

Overal (dus <u>in de gehele uiterwaard</u>) geldt dat, INDIEN het rivierontwerp (VO t.o.v DO) afwijkt qua maaiveldhoogte, er óf 1,0m natuurlijke kleilaag óf 1,5m aangebrachte klei aanwezig dient te zijn/blijven.

Deze eis is door toevoeging van afwijking VO en DO anders dan hetgeen in tekstbox 1 staat. Het gaat WSAM er om dat we blijven voldoen aan de uitgangspunten van het dijkontwerp en het GAPmodel. Als we afwijken kan beargumenteerd mits het dijkontwerp niet significant negatief beïnvloed wordt.

Deze memo beschouwt of het ontwerp aan deze scherpere eis van Aa en Maas voldoet. Locaties waar niet wordt voldaan aan de eis zijn uitgelicht.

NB: Binnen het project wordt op een aantal uitwissellocaties klei gewonnen. Op deze specifieke locaties is er voor gekozen beargumenteerd af te wijken en zijn aanvullende geohydrologische analyses uitgevoerd. De effecten van de uitwissellocaties op de geohydrologische situatie (GAP) en maatregelen om te waarborgen dat voldoende weerstand in de bodem (voldoende kleidikte) resteert na oplevering van Het Werk zijn beschreven in een separate notitie (document: WSD-3.7-MEM-00356-WP 4K–Geohydrologische randvoorwaarden – Omwissellocaties, versie 1.0). In onderhavige notitie zijn de eisen t.a.v. voldoende geohydrologische weerstand ter plaatse van deze uitwissellocaties niet opgenomen.

3. Uitgangspunten

- Voor Meanderende Maas is een regionaal grondwatermodel opgesteld in de VO-fase. Dit model is gemaakt in het kader van het innovatietraject GAP, oftewel Geohydrologische Aanpak Piping. Op deze manier is een integraal ontwerp van gebiedsontwikkeling (uiterwaarden) en dijkveiligheid (waterkering) opgesteld. Het GAP levert de input voor het dijkontwerp. Met GAP is het stijghoogteverloop in het eerste watervoerende pakket bepaald (PL3) voor hoogwater bij zichtjaar 2075. De in het GAP meegenomen weerstand van de deklaag is gebaseerd op de resterende kleilagen na realisatie van het VO rivierontwerp. Voor de vaststelling van de deklaagweerstand zijn in het VO de beschikbare boringen, sonderingen en EM-metingen gebruikt. Meer info over de toepassing van het GAP model is te vinden in de TUN Dijk (32858-TUN-00078, versie 4.0). Bij de start van de DO-fase is afgesproken dat de ontwerpberekeningen van de dijk worden gemaakt op basis van het GAP, met daarin het VO rivierontwerp als vertrekpunt.

In het Definitief Ontwerp is op de volgende wijze gewerkt:

- Er zijn aanpassingen gedaan in het ontwerp van VO naar DO. Middels een verschil analyse is inzichtelijk gemaakt waar wijzigingen tussen VO en DO aanwezig zijn (zie paragraaf 3, per deelgebied een figuur die verschil in ontwerphoogte toont).
- In het DO is ter plaatse van de Diedensche Uiterdijk en de Waarden het uitgangspunt gehanteerd dat ten behoeve van de piping-analyse de geometrische intredelijn op de plek ligt waar na realisatie minimaal 1 m klei resteert in het voorland (gezien vanaf de dijk). Hierbij is uitgegaan van de randvoorwaarde dat de geul niet meer verplaatst na realisatie. De waarde van 1 m is op basis van expert judgement aangehouden om mogelijke onzekerheden over het niveau van de onderkant deklaag en onzekerheden in de uitvoer mee te nemen. Dit is een conservatieve aanname, omdat de verwachting is dat er op deze locaties nog wel degelijk klei en dus verticale intredeweerstand aanwezig zal zijn. Meer info over de geometrische intredelijn is te vinden in de TUN Dijk (32858-TUN-00078, versie 4.0);
- Voor het DO rivierontwerp is ten behoeve van de piping-analyse het uitgangspunt gehanteerd dat er in de zone tussen het dijklichaam en de geometrische intredelijn tenminste 1,5 m van het bestaande kleidek in de ondergrond dient te resteren (als het DO daar afwijkt van het VO). De resterende kleidikte onder de ontwerphoogte is bepaald op basis van het ondergrondmodel, welke is opgebouwd op basis van het tijdens de VO- en DO-fase uitgevoerde grondonderzoek (middels boringen en grondradar). In paragraaf 4 is de resterende kleidikte per deelgebied inzichtelijk gemaakt.

4. Wijzigingen in DO t.o.v. VO

Bij de uitwerking van het VO naar het DO hebben optimalisaties, resterende ontwerpopgaven en lopende ontwikkelingen geleid tot wijzigingen in het ontwerp van de maaiveldhoogtes. Het betreft de volgende wijzigingen:

- Verbreding geulen (meanderbogen) in Diedensche Uiterdijk en De Waarden op basis van historische ligging van riviergeulen om meer rietmoeras te creëren (versterken biodiversiteit) en geomorfologische patronen te versterken;

- Verdieping geulen in Diedensche Uiterdijk en De Waarden met circa 0,5 m om een beter beheersbaar en klimaat robuuster watersysteem te creëren;
- Inpassen en versterken van aardkundige, archeologische en cultuurhistorische waarden/patronen in de Diedensche Uiterdijk;
- Beperken vrijkomende toplaag/klasse B grond en hoogwaardig hergebruik van vrijkomende toplaag/klasse B grond in hoogwatervluchtplaatsen;
- Optimalisaties ten behoeve van extra rivierverruiming t.o.v. het Voorlopig Ontwerp.

De exacte invulling aan bovenstaande optimalisaties en nadere ontwerpuitwerkingen zijn te vinden in de ontwerpnota DO Rivier (document: *WSB.4.4-ONT-00020 Ontwerpnota DO Rivier OL3 versie4.0* d.d. 07-10-2022). De optimalisaties en nadere ontwerpuitwerkingen hebben geleid tot een gewijzigd bodemhoogte model. De verschillen van dit bodemhoogte model ten opzichte van het VO zijn gepresenteerd per deelgebied in het volgend hoofdstuk.

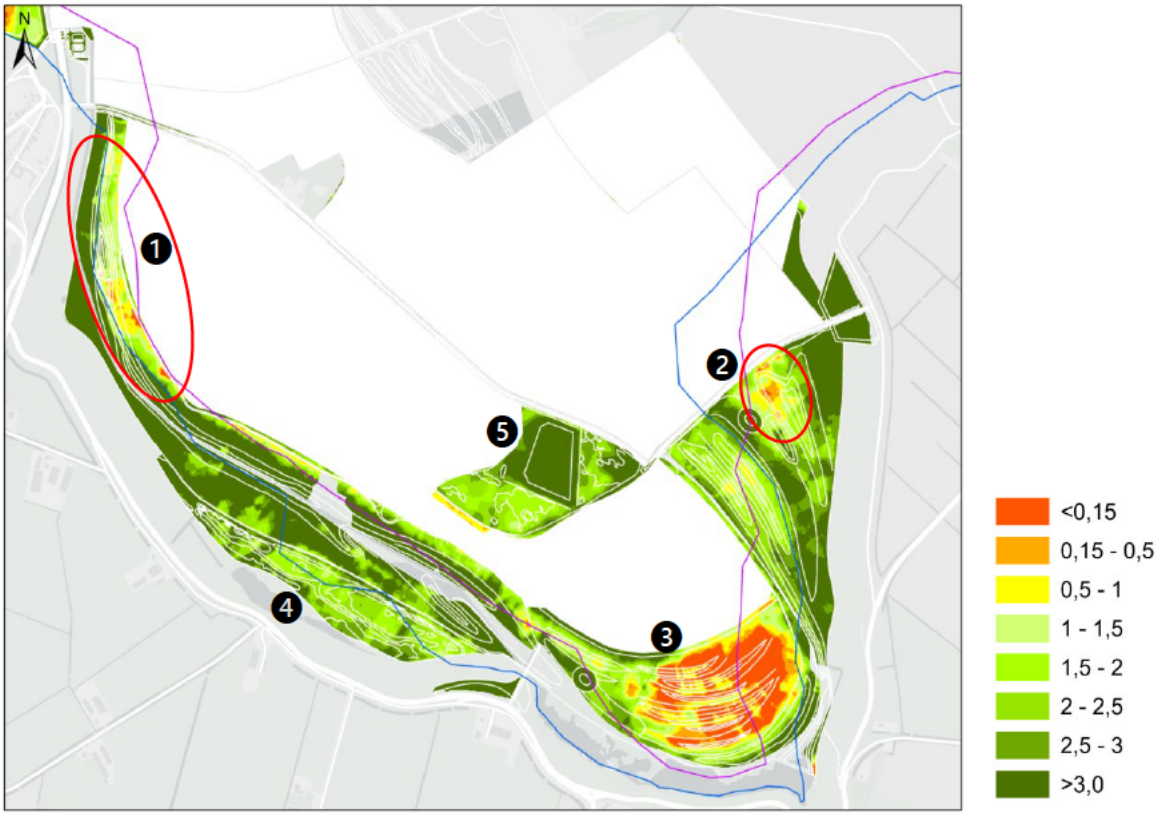
5. Resterende kleidikte na realisatie

In dit hoofdstuk is per deelgebied de resterende kleidikte gepresenteerd na realisatie van Het Werk van project Meanderende Maas voor de Brabantse zijde. Hiermee is geanalyseerd of er minimaal 1 m kleidikte resteert in de uitwaarden op de locaties waar maaiveldveranderingen plaats vinden. Er is gekeken of er een wijziging tussen VO en DO in de ontgravingshoogte zit en zo ja, of dit leidt tot een resterende kleidikte minder dan 1 m.

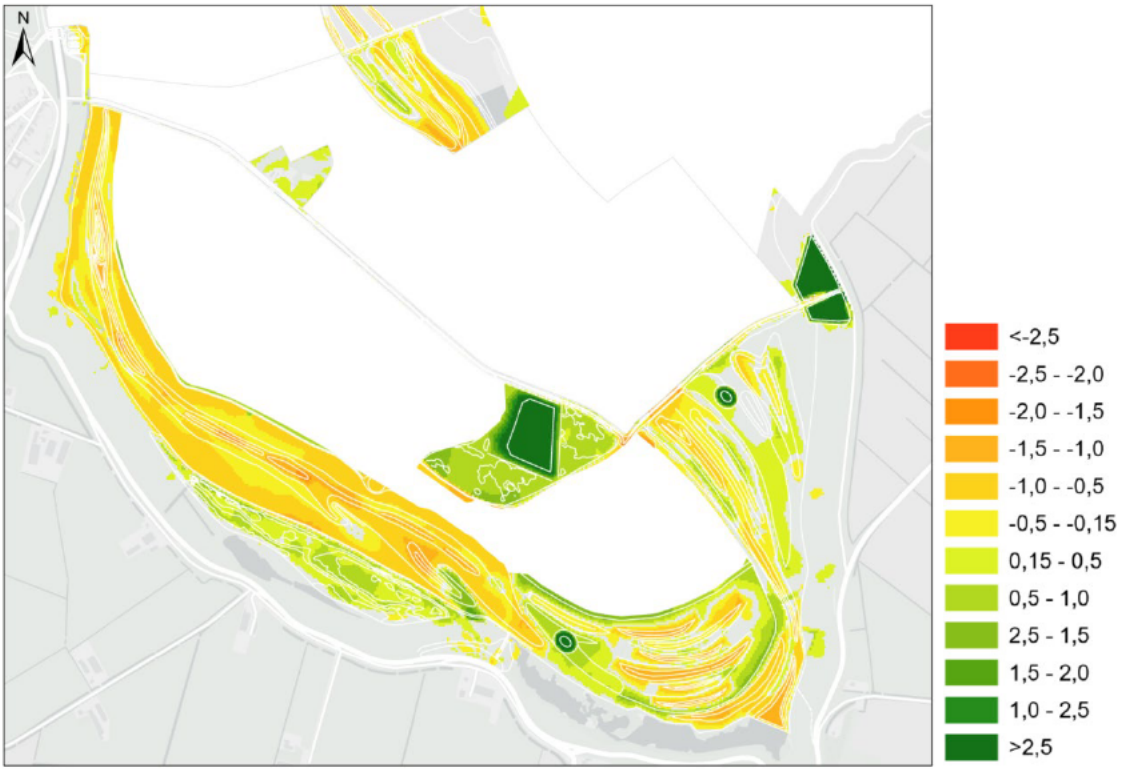
In de gepresenteerde figuren is de kleidikte aanwezig in het voorland vlakbij de dijk niet weergegeven. Er zijn vanwege de klei-inkassingen heel veel boringen gezet in deze zone. Deze boringen zijn echter niet meer gebruikt voor een update van het GAP. Tevens zijn in deze zone binnen het DO Rivier Het Werk van project Meanderende Maas geen wijzigingen van het maaiveldniveau voorzien. Zodoende zal dit ook niet leiden tot een wijziging van de weerstand in de bodem.

<u>Diedensche Uiterdijk</u>

Figuur 1 toont de resterende kleidikte na realisatie Het Werk in de Diedensche Uiterdijk. In de figuur zijn ook de geometrische intredelijn en de spreidingslengtelijn opgenomen. Figuur 2 toont het verschil in ontgravingsdiepte/ontwerphoogte van het VO en DO. De uitwissellocatie is buiten deze figuren gehouden (zie H1).



Figuur 1: Resterende kleidikte na realisatie Het Werk Meanderende Maas in Diedensche Uiterdijk in meters. Deblauwe lijn toont de geometrische intredelijn, de paarse lijn toont de spreidingslengtelijn. Het witte vlak overdekt de zelfrealisatie en de twee omwissellocaties.



Figuur 1: Verschil in meters tussen maaiveldhoogte DO in vergelijking tot VO. Positief betekent dat DO hoger is dan VO. Verschillen in maaiveldhoogte tussen -0,15m en 0,15m zijn grijs. Het witte vlak overdekt de zelfrealisatie en de twee omwissellocaties.

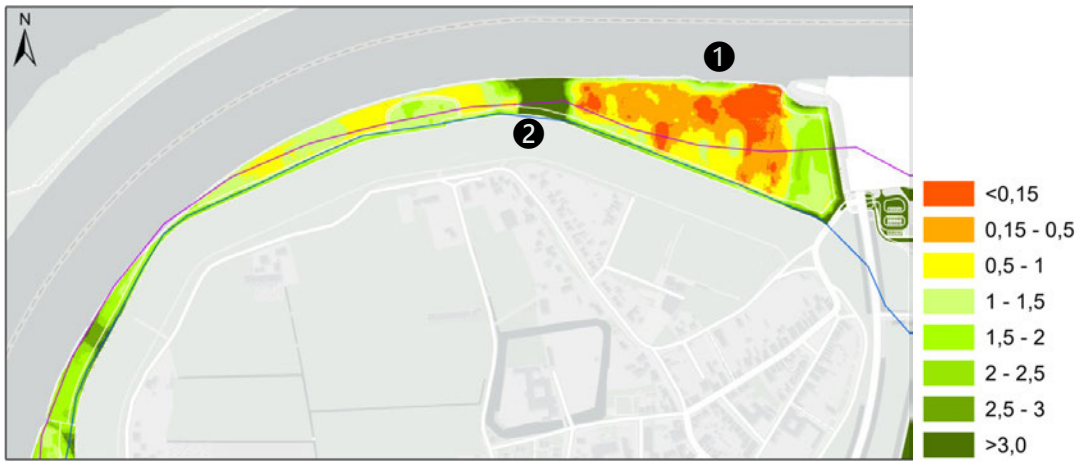
Uit de figuren kan geconcludeerd worden dat:

- ❶ De meandergeul is in het DO breder en dieper geworden t.o.v. het VO. De geul is gemiddeld 0,5 m dieper. Dijkwaarts van de geometrische intredelijn blijft er in de geul overal meer dan 1,5 m kleidikte aanwezig in de ondergrond. Rivierwaarts van de intredelijn is er op de meeste plekken in de meander meer dan 1 m kleidikte resterend. Er zijn een paar locaties (locatie 1), met name in de geul aan westzijde van de DU, waar de kleidikte minder is dan 1 m. Deze locaties liggen nog dijkwaarts van de spreidingslengtelijn en is daarmee van invloed op de macrostabiliteit.
- ❷ In oostelijk deel, ten zuiden van de Maasakkerstraat, wordt het maaiveld ook verlaagd. Deze maaiveldverlaging is gemiddeld genomen kleiner dan in het VO. Er is echter één locatie (spot van ca 100 m bij 50 m, locatie 2) waar de verlaging in DO ca 0,5-1 m lager gaat dan in het VO. Hier is de resterende kleidikte minder dan 1 m.
- ❸ Bij de Kronkelwaarden is de ontgravingsdiepte in DO groter dan in VO. De kronkelgeulen worden tot aan het zandbed ontgraven. Die bedoeling is niet anders dan in het VO; ook hier was het beeld om de kronkelwaarden tot zandbed te ontgraven. Doordat de ligging van het zandbed in DO beter bekend is door het extra bodemonderzoek, is er bekend dat er iets dieper ontgraven moet worden dan in VO. Qua resterende weerstand is er echter geen verschil tussen VO en DO (zie figuur 62 in notitie Risico's geohydrologische aspecten DO+, versie 1.0). De kleidikte was nul en blijft nul na realisatie in de kronkelwaarden.
- ❹ In de Middelwaard, ten zuiden van de meander DU, wordt het maaiveld niet verlaagd in het DO. Hier is de resterende kleidikte groter dan in VO.
- ❺ Bij de Maasakkerhoeve is de opleverhoogte hoger dan in VO. De resterende kleidikte is hier meer dan 1 m.

Op basis van bovenstaande is de conclusie dat er in Diedensche Uiterdijk op de meeste locaties nog meer dan 1 m kleidikte in de bodem aanwezig blijft na realisatie. Er is af te leiden dat er twee locaties aanwezig zijn waar de resterende kleidikte minder dan 1 m is, zie rode cirkels in Figuur 1 (locatie ❶ en ❷). Hier voldoet het DO niet aan de scherpere eis van WSAM.

<u>Oeverzone Megen</u>

Figuur 3 toont de resterende kleidikte na realisatie in Oeverzone Megen. De figuur toont dat in het oostelijk deel (❶) de kleidikte kleiner is dan 0,5 m. Figuur 4 toont dat er geen wijziging is in maaiveldhoogte van het DO en het VO (Er is in DO één locatie die minder ver wordt afgegraven dan in VO, dit vanwege beperkingen archeologie ❷). In VO en DO wordt maaiveld afgewerkt op NAP+5,4 m. De geringe kleidikte die resteert in dit oostelijk deel is dus voorzien in het GAP model en daarmee uitgangspunt in het dijkontwerp. De resterende kleidikte in DO voldoet daarmee dus ook.



Figuur 2: Resterende kleidikte na realisatie Het Werk Meanderende Maas in Oeverzone Megen in meters. De blauwe lijn toont de geometrische intredelijn, de paarse lijn toont de spreidingslengtelijn.

Figuur 3: Verschil in meters tussen maaiveldhoogte DO in vergelijking tot VO in Oeverzone Megen. Positief betekent dat DO hoger is dan VO. Verschillen in maaiveldhoogte tussen -0,15m en 0,15m zijn grijs.

De Waarden

Figuur 5 en Figuur 7 toont de resterende kleidikte na realisatie in lelyzone De Waarden en meander de Waarden. Hieruit is af te leiden dat enkele locaties aanwezig zijn waar de kleidikte in de ondergrond kleiner is dan 1 m. In Figuur 6 en Figuur 8 is de wijziging in ontwerphoogte tussen VO en DO getoond. Op basis van deze figuren concluderen we voor de lelyzone:

- ❶ De meandergeulen in oostelijk deel van de Lelyzone worden (in diepste delen geul) afgegraven tot zandbed, dit was in het VO zo en blijft in DO ook zo. De bodemligging van de geulen en de maaiveldverlaging is nauwelijks gewijzigd van VO naar DO.
- ❷ De monding van de recreatiegeul bevindt zich ter plaatse van de voormalige Maasmeander, deze is in verleden opgevuld met zand. Hier is dus geen klei aanwezig in de ondergrond na aanleg. Dit gold voor VO en nu voor DO.
- ❸ De meandergeulen in westelijk deel worden (in diepste delen geul) afgegraven tot zandbed, dit was in het VO zo en blijft in DO ook zo. De bodemligging van de geulen en de maaiveldverlaging is nauwelijks gewijzigd van VO naar DO. Helaas is het niet mogelijk geweest de gehele uitwaard in te meten qua kleidikte (vanwege toegankelijkheid). De kleidikte in de gemeten zone toont dat er na verlaging nog maar weinig klei resteert in deze westelijke lelyzone. Dit was zo in VO en blijft zo in DO.

De conclusie voor lelyzone De Waarden is dat het DO qua maaiveldverlaging nauwelijks tot niet anders is dan hetgeen voorzien in het GAP model. De resterende kleidikte in DO voldoet daarmee dus ook.

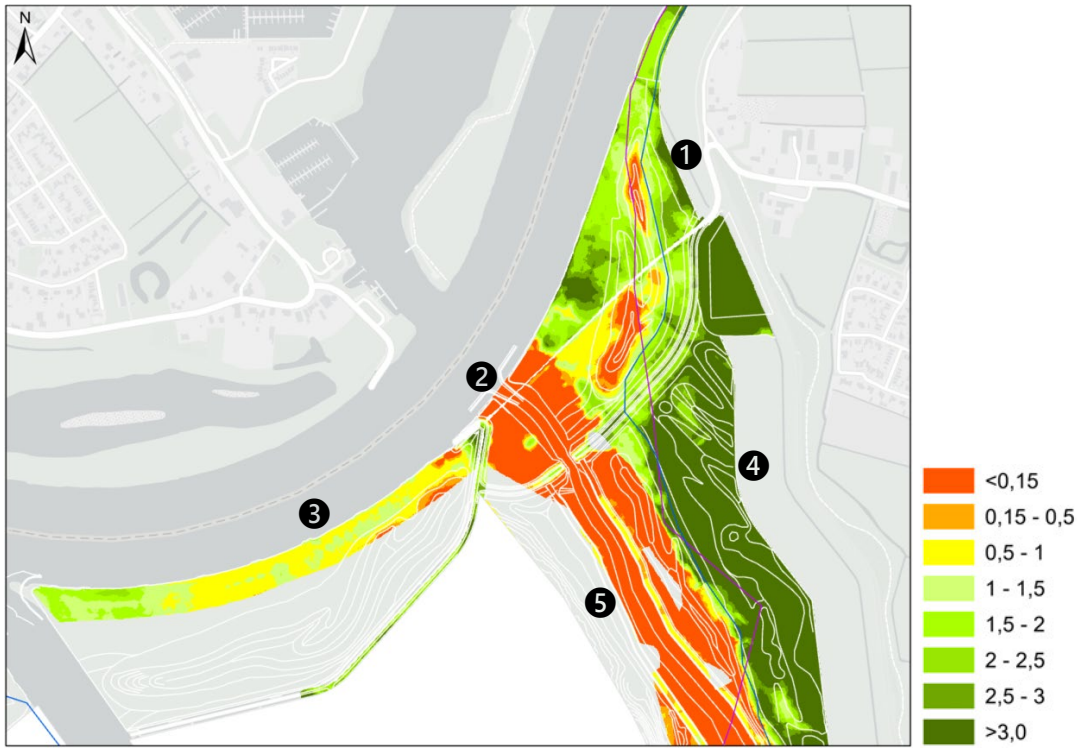
Op basis van de figuren concluderen we voor de meander de Waarden:

- ❹ In het oostelijk deel van de meander de Waarden, tussen dijk en rietmoeras, resteert meer dan 2 meter kleidikte. Hier wordt alleen de nutriëntrijke toplaag weggehaald (m.u.v. delen bosontwikkeling). Dit is gelijk aan VO.
- ❺ De recreatiegeul en omliggend rietmoeras bevindt zich ter plaatse van de voormalige maasmeander, deze is in het verleden opgevuld met zand. De recreatiegeul behoudt dezelfde diepte als in VO. Het rietmoeras wordt in DO breder en gemiddeld 0,5 m dieper aangelegd dan in VO. De contour van rietmoeras volgt de contour van de oude maasmeander. Over het grootste deel was/is hier dus geen klei aanwezig en wordt het zand weggenomen. In het GAP-VO model was al rekening gehouden met volledige verwijdering van de klei ter plaatse van de geul uit het VO (zie par 3.3.3 in notitie Risico's geohydrologische aspecten DO+, versie 1.0). Daar waar wel klei in ondergrond zat (langs randen rietmoeras) blijft tenminste 1 meter kleidikte in ondergrond achter, m.u.v. locatie ❻).
- ❻ Op deze locatie is de maaiveldverandering tot 2 m dieper dan in het VO. Het rietmoeras is hier breder dan in VO. Effect is dat er nauwelijks meer klei resteert op deze locatie. Een deel van

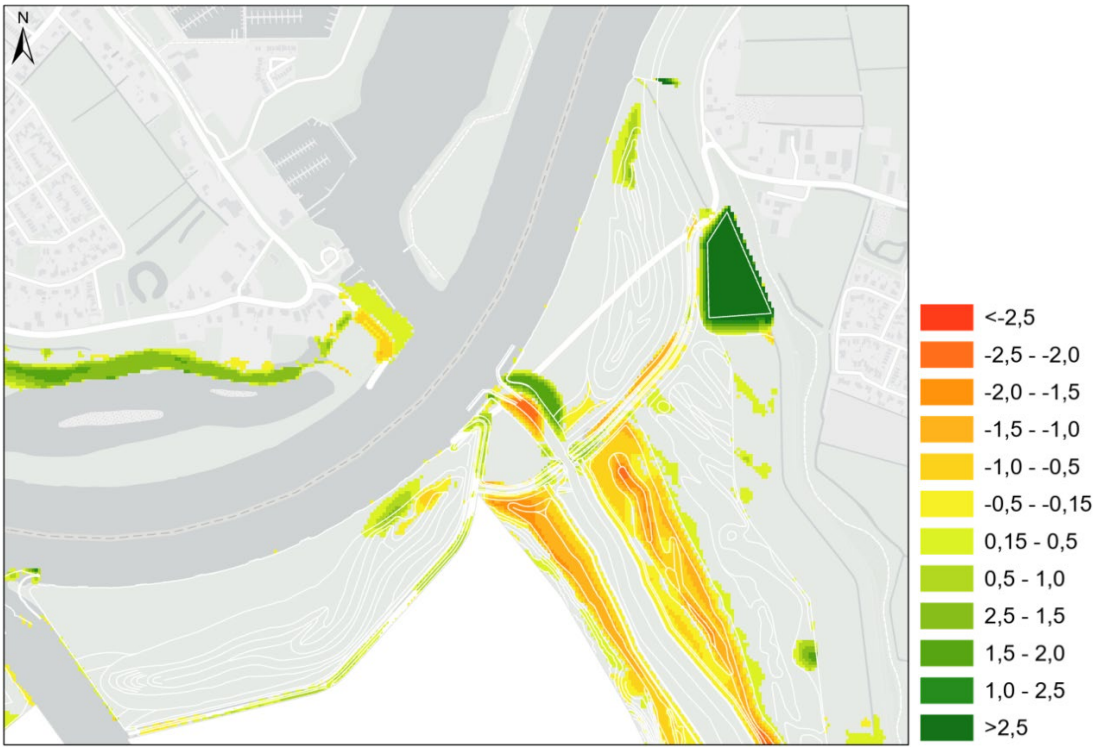
deze locatie ligt binnen de zone tussen geometrische intredelijn en dijk. De omvang van deze locatie is ca. 200 m bij 40 m. Deze locatie ligt wel buiten beschermingszone B.

- ❼ Op deze locatie wordt de oude haven van Megen weer zichtbaar gemaakt. Er wordt hier een klein haventje met open water gegraven en een watergang richting recreatiegeul. Er is voorzien in aanbrengen van 1 m klei in de ondergrond, zodat er >1,5 m klei resteert op deze locatie na realisatie.

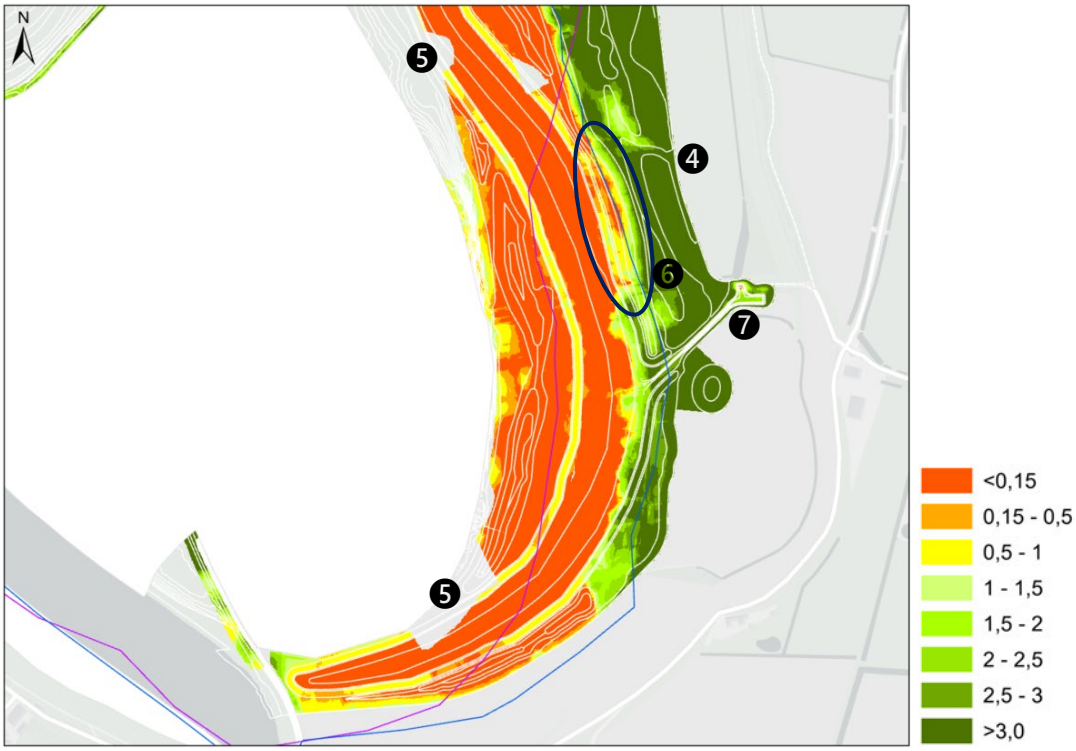
De conclusie voor meander De Waarden is dat de diepere en bredere ontgraving van de rietmoerassen rondom de recreatiegeul nauwelijks invloed heeft op de resterende kleidikte; er zit al geen klei, dus extra ontgraving reduceert de resterende kleidikte niet. Waar wel enige klei zat, blijft tenminste 1 m kleidikte resterend. Op locatie ❻ is er wel reductie van de resterende kleidikte t.o.v VO en voldoet ontwerp niet meer aan tenminste 1 m kleidikte. Hier voldoet het DO niet aan de scherpere eis van WSAM. Op locatie ❼, oude haven Megen, is in ontwerp het aanbrengen van extra klei voorzien zodat een kleilaag van tenminste 1,5 m in ondergrond resteert.



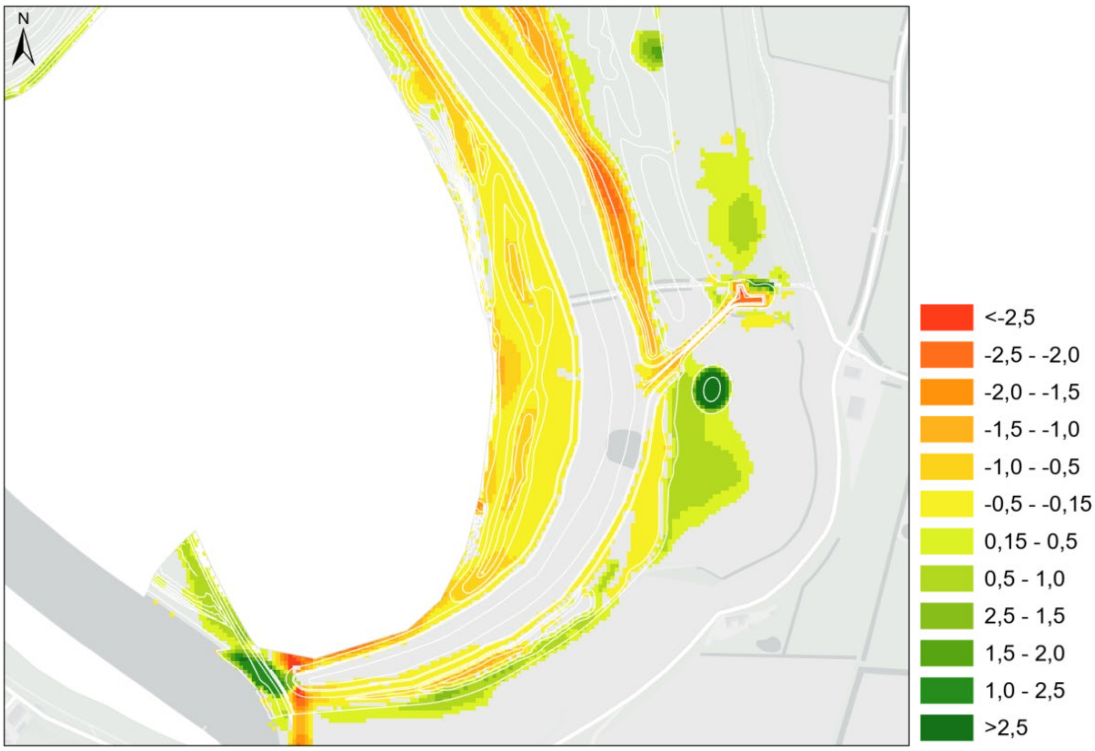
Figuur 4: Resterende kleidikte na realisatie Het Werk Meanderende Maas in noordelijke helft De Waarden in meters. . De blauwe lijn toont geometrische intredelijn, de paarse lijn toont de spreidingslengtelijn. Het witte vlak overdekt de zelfrealisatie.



Figuur 5: Verschil in meters tussen maaiveldhoogte DO in vergelijking tot VO in noordelijke helft De Waarden. Positief betekent dat DO hoger is dan VO. Verschillen in maaiveldhoogte tussen -0,15m en 0,15m zijn grijs. Het witte vlak overdekt de zelfrealisatie.



Figuur 6: Resterende kleidikte na realisatie Het Werk Meanderende Maas in zuidelijke helft De Waarden in meters. De blauwe lijn toont de geometrische intredelijn, de paarse lijn toont de spreidingslengtelijn. Het witte vlak overdekt de zelfrealisatie.



Figuur 7: Verschil in meters tussen maaiveldhoogte DO in vergelijking tot VO in zuidelijke helft De Waarden. Positief betekent dat DO hoger is dan VO. Verschillen in maaiveldhoogte tussen -0,15m en 0,15m zijn grijs. Het witte vlak overdekt de zelfrealisatie.

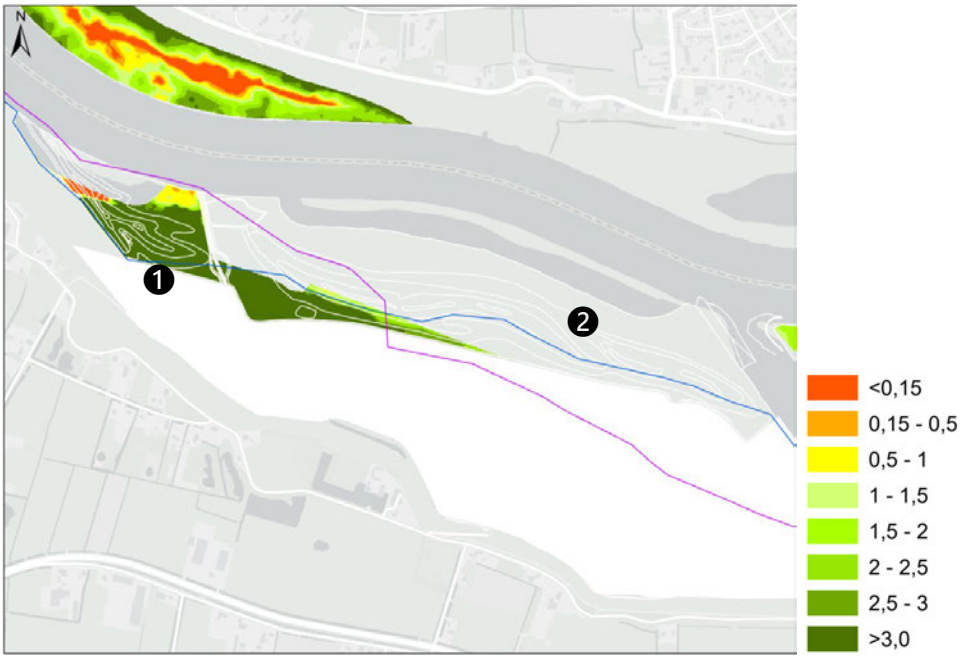
<u>Ossekamp</u>

Figuur 9 toont de resterende kleidikte na realisatie in Ossekamp. Helaas is niet in de gehele lelyzone de kleidikte ingemeten met de vlakdekkende scan vanwege beperkte toegankelijkheid. Op deze locaties is gekeken naar de ontwerphoogtes in VO en DO (Figuur 10). De ontgravingen in de lelyzone liggen grotendeels rivierwaarts van de geometrische intredelijn en de spreidingslengtelijn. Op basis van de figuren concluderen we voor lelyzone Ossekamp:

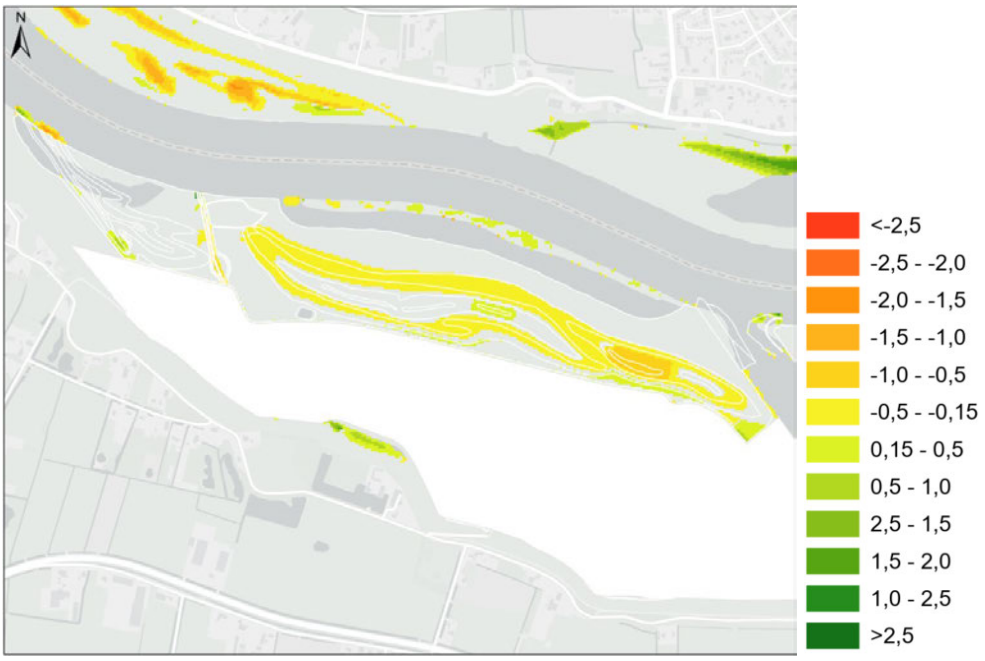
- ❶ De ontwerphoogte van DO van de nieuwe geul in westelijk deel is gelijk aan VO. Ook resteert hier voor grootste deel meer dan 3 m kleidikte in de ondergrond.
- ❷ De twee geïsoleerde geulen in de lelyzone worden afgegraven tot zandbed. Dat was zo in VO en blijft in zo in DO. Er resteerde in diepste delen van geulen dus geen klei meer in VO en blijft zo in DO. In GAP is hier rekening mee gehouden. In DO zijn de oevers van de geulen verflauwd en liggen enkele decimeters lager dan in VO. De wijziging bevindt zich grotendeels buiten (rivierwaarts van) de geometrische intredelijn en de spreidingslengte.
  Er is hier geen bodeminformatie vanuit het onderzoek met de grondradar beschikbaar. Wel zijn er een tiental boringen gezet die een beeld geven van de ligging van de bovenkant dekzand. Het maaiveld bevindt zich hier rond NAP+6,0 m. De huidige kleilaag is ca 2m tot 3,5 m dik. De bovenkant dekzand varieert tussen de NAP+2,5 tot NAP+4 m. In het DO wordt het maaiveld met ca 0,6 m verlaagd tot NAP+5,4 m. De geulen hebben in DO een flauwe oever aflopend van NAP+5,4 naar het dieptse punt van de geul op NAP+3,0 of 3,5 m (wisselt per geul). Tot een afgravingsniveau van NAP+4,5-5 m blijft er tenminste 1 m klei onder de geul zitten. In de diepere gedeelten van de geul (tot NAP+3,0 - 3,5m) wordt het zand aangesneden (gelijk aan VO). Aan de oostzijde (strook van ca 150 m parallel aan Burg. Delenkanaal) is de kleilaag dunner (ca 1,5 m) en ligt dekzand hoger (NAP+4,5 m). Hier resteert na afgraving nog 1 m kleidikte op nieuwe uiterwaardniveau (NAP+5,4) en in de oevers nog ca 0,5 m. Ook dit deel ligt ver rivierwaarts van de spreidingslengtelijn en de geometrische intredelijn.

Bij Ossekamp is verder van belang te vermelden dat in de zelfrealisatie minder wordt afgegraven (minder omvang en minder diep) in DO dan in VO. Dit is een relevant verschil omdat deze mate van afgraving wel binnen de geometrische intredelijn en de spreidingslengtelijn ligt. In GAP model is rekening gehouden met de resterende weerstand na het VO. Het DO is hier dus positiever (meer resterende weerstand in zelfrealisatie deel).

Conclusie voor Lelyzone Ossekamp is dat er enkele wijzigingen zijn t.o.v. het VO in de ontwerphoogtes. De diepste delen van de geulen liggen in het zandbed, dit was al zo in VO en daarmee zo opgenomen in GAP model. Rondom de geulen blijft tenminste 1 m kleidikte in de ondergrond aanwezig. De resterende weerstand in de zelfrealisatie neemt toe t.o.v. VO.



Figuur 8: Resterende kleidikte na realisatie Het Werk Meanderende Maas in Ossekamp in meters. De blauwe lijn toont de geometrische intredelijn, de paarse lijn toont de spreidingslengtelijn. Het witte vlak overdekt de zelfrealisatie.



Figuur 9: Verschil in meters tussen maaiveldhoogte DO in vergelijking tot VO in Ossekamp. Positief betekent dat DO hoger is dan VO. Verschillen in maaiveldhoogte tussen -0,15m en 0,15m zijn grijs. Het witte vlak overdekt de zelfrealisatie.

6. Beschouwing risico's op dijkontwerp

In de notitie Risico's geohydrologische aspecten DO+ (kenmerk WSE.4.10-0366, versie 1.0) zijn de effecten van de minder dan 1,0m dikte resterende kleilaag (zie hoofdstuk 4) beschouwd in samenhang met de review van de gebruikte geohydrologische modellen. In dit hoofdstuk wordt samengevat wat de conclusies zijn.

Diedensche Uiterdijk - Locatie 1 – ten oosten van Megen
In het GAP is op de locatie al rekening gehouden met de volledige verwijdering van de kleilaag over een breedte van 50m Dit is ongeveer gelijk aan de breedte van de zone waar volgens DO-Rivier minder dan 1m klei achterblijft. De verwachting is daarom dat de spreidingslengte in niet kleiner wordt dan volgde uit het GAP-VO model (5 percentielwaarde van de spreidingslengte). Dat betekent dus dat voor dit deeltraject het feit dat er in het DO-rivier een diepere geul wordt gegraven dan in VO-rivier dat geen gevolgen heeft voor de in het dijkontwerp gebruikte stijghoogte (macrostabiliteit) en voor de spreidingslengte en effectieve voorlandlengte.

Ten aanzien van deze parameters zijn dus veilige keuzes gemaakt als uitgangspunt voor het dijkontwerp, die naar aanleiding van DO-rivier geen aanpassing behoeven

Diedensche Uiterdijk - Locatie 2 – In het oosten van de uiterwaard
In het DO-Rivier wordt de geul hier ter plekke richting de rivier verbreedt. Hierdoor raakt de geul over een lengte van 50 x 100m een zandopduiking welke nog niet bekend was bij het opstellen van het GAP-VO. Hierdoor resteert er op deze locatie minder dan 1,0m klei. Deze locatie ligt binnen de voor het dijkontwerp belangrijke spreidingslengte en geometrische intredelijn.

Daaruit moet worden geconcludeerd dat de reductie van de kleidikte op deze locatie risico's oplevert voor de uitgangspunten van het dijkontwerp. Deze risico's kunnen nader worden onderzocht met aanvullende modelberekeningen. Ook kan worden overwogen het DO rivier aan te passen, zodat er hier een kleidikte van 1 m met een weerstand van 50 dagen blijft liggen. Er is gekozen om het DO rivier hier aan te passen zodanig dat wordt voldaan aan een resterend kleidikte van tenminste 1,0 m.

De Waarden – Locatie 6 – ten noorden van de Hoogduinsestraat
Op deze locatie wordt tussen de hoofdgeul en de dijk een extra nevengeul gegraven. Onder deze nevengeul resteert een kleilaag met een dikte van minder dan 1,0m. In het GAP is al rekening gehouden met de volledige verwijdering van de klei in de hoofdgeul. De nevengeul reduceert de spreidingslengte iets maar blijft groter dan de effectieve voorlandlengte waarmee de dijk is ontworpen. De nevengeul heeft nagenoeg geen effect op de stijghoogte.

Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat het dijkontwerp op basis van de gehanteerde uitgangspunten net veilig genoeg is t.a.v. piping en veilig is t.a.v. macrostabiliteit binnenwaarts.

Ossekamp – Locatie 2 – geulen in lelyzone
Op deze locatie worden twee geulen gegraven en het maaiveld integraal verlaagd. De geulen worden gegraven tot aan het dekzand. In het GAP is al rekening gehouden met de verwijdering van de klei in deze geulen. Tevens was in GAP model rekening gehouden met afgraven in het zelfrealisatie deel van Ossekamp. In DO van zelfrealisatie is die vergraving geminimaliseerd (veel minder omvang en minder diep). Er is geconcludeerd dat het DO gunstiger is dan het VO, dus voor de dijk bij Ossekamp is gebruik van het GAP met VO veilig. Zie ook figuur 38, 39, 62 en 63 in de notitie Risico's geohydrologische aspecten DO+ (kenmerk WSE.4.10-0366, versie 1.0).

7. Conclusie

De eis die door de specialisten van Waterschap Aa en Maas is neergelegd is dat aanpassingen aan het rivierontwerp in de DO-fase (t.o.v. het VO) niet mogen leiden tot hogere stijghoogten bij de dijk of een negatief effect op piping. Als het DO rivierontwerp anders is dan het VO rivierontwerp moet aangetoond zijn dat het verschil geen significante negatieve invloed heeft op de dijkveiligheid (piping). Overal (dus in de gehele uiterwaard) waar het rivierontwerp (VO vs DO) afwijkt dient er óf 1,0m natuurlijke deklaag óf 1,5m aangebrachte klei aanwezig te zijn, mits dit geen grote vlakken zijn, anders dient de kleilaag net zo dik te zijn als in de modellen is aangenomen.

In deze memo is beoordeeld of het DO voldoet aan deze scherpere eis.

Uit analyse van de resterende kleidikte na realisatie DO en de wijzigingen in ontwerphoogtes van VO en DO is geconcludeerd dat:

- Er in de Diedensche Uiterdijk wijziging zijn in opleverhoogtes; de geulen zijn gemiddeld 0,5 m dieper en breder geworden. Op de meeste locaties blijft nog meer dan 1 m kleidikte in de bodem aanwezig na realisatie. Er is af te leiden dat er twee locaties aanwezig zijn waar de resterende kleidikte minder dan 1 m is. Dit is in westelijke deel van de meander geul (locatie ❶ in Figuur 1) en een klein gedeelte te zuiden van de Maasakkerstraat (locatie ❷ in Figuur 1). Hier voldoet het DO niet aan de scherpere eis van WSAM.
- In DO oeverzone Megen zijn er geen relevante wijzigingen t.o.v. het VO. De uitgangspunten van GAP model in VO wijzigen niet door DO.
- Het DO lelyzone De Waarden is qua maaiveldverlaging nauwelijks tot niet anders dan in VO. De uitgangspunten van GAP model in VO wijzigen niet door DO.
- In DO meander De Waarden is het rietmoeras dieper en breder ontworpen dan in VO. Deze diepere en bredere ontgraving heeft nauwelijks invloed op de resterende kleidikte; er zit al geen klei, dus extra ontgraving reduceert de resterende kleidikte niet. Waar wel enige klei zat, blijft tenminste 1 m kleidikte resterend. Er is één locatie (locatie ❻ in Figuur 7) waar wel reductie van de resterende kleidikte t.o.v. VO is en waar DO niet meer voldoet aan tenminste 1 m kleidikte.
- In DO Lelyzone Ossekamp zijn er wijzigingen t.o.v. het VO. In Lelyzone worden de geulen enkele decimeters dieper dan in VO, in de zelfrealisatie wordt minder gegraven dan in VO. Er is geconcludeerd dat het DO gunstiger is dan het VO, dus voor de dijk bij Ossekamp is gebruik van het GAP met VO veilig.

Ten aanzien van het dijkontwerp wordt geconcludeerd dat:

- Locatie ❶in de Diedensche Uiterdijk: het dijkontwerp voldoende veilig is omdat in het GAP ook weinig weerstand op deze locatie is aangehouden.
- Locatie ❷ in de Diedensche Uiterdijk: dat de ontgraving resulteert in risico's t.a.v. het dijkontwerp. Deze risico's kunnen in meer detail worden onderzocht of het rivierontwerp dient te worden aangepast. Er is gekozen om het DO rivier hier aan te passen zodanig dat wordt voldaan aan een resterend kleidikte van tenminste 1,0 m.
- Locatie ❻ in meander de Waarden: het dijkontwerp net voldoende veilig is t.a.v. piping en voldoet t.a.v. macrostabiliteit binnenwaarts
- Locatie ❷ in Lelyzone Ossekamp: Voor geheel Ossekamp (Lelyzone en zelfrealisatie) geldt dat het DO gunstiger is dan het VO, dus voor de dijk bij Ossekamp is gebruik van het GAP veilig.

Voor de omwissellocaties in de Diedensche Uiterdijk is een aparte analyse gemaakt, met andere eisen.