

Notitie

Datum 8 maart 2023
Kenmerk N007-1283984RJL-V01-kzo-NL

Alternatievenstudie aanvoersituatie Overijssels Kanaal

1 Inleiding

Voor het Overijssels Kanaal is een verkenning gestart waarbij verschillende opgaven samenkomen waaronder de KRW, ZON en de B&O-opgave voor regulier baggeronderhoud. In deze notitie wordt de oppervlaktetestudie naar de kansrijke alternatieven beschreven voor het Overijssels Kanaal.

Voorafgaand aan deze oppervlaktewaterstudie is een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke effecten van het baggeren op het grondwater. Hieruit blijkt dat het verwijderen van slib uit het kanaal leidt tot mogelijke grondwaterstandsveranderingen in de omgeving en dat de grootte van dit effect afhankelijk is van de resterende bodemweerstand in het kanaal. Als een deel van het slib blijft liggen zorgt dit voor een hogere infiltratieweerstand van de kanaalbodem en daardoor ook gelijk voor een minder groot grondwatereffect. Het behouden van een deel van de sliblaag zorgt echter wel voor een beperking van de hydraulische capaciteit van het kanaal.

Naast de reguliere baggeropgave ligt voor het Overijssels Kanaal ook een KRW-opgave en een ZON-opgave. Eén van de eisen om de KRW-doelen te halen is het ontwikkelen van 5 km natuurvriendelijke oever. Het ontwikkelen van deze oevers heeft effect op de hydraulische capaciteit van het kanaal en kan leiden tot een verminderde doorstroming en extra opstuwung.

Om in de aanvoersituatie aan het huidige voorzieningenniveau te voldoen is regulier baggeronderhoud tot op leggerniveau noodzakelijk. Voor de ZON-opgave dient de wateraanvoercapaciteit van het kanaal met 6 tot 10 % verhoogd te worden ten opzichte van het huidige voorzieningenniveau (leggerprofiel). Dit kan gedaan worden door het hydraulische profiel van het kanaal te vergroten en tot onder het leggerniveau te baggeren door het kanaal (lokaal) verder te verdiepen.

Deze notitie geeft een overzicht van de voorgestelde modeluitgangspunten, methodiek, en resultaten van de alternatievenstudie voor de wateraanvoersituatie. Daarnaast worden de modelscenario's beschreven waarmee onderzocht is of de alternatieven voldoende invulling geven voor de verschillende opgaven. Voorafgaand aan deze alternatievenstudie zijn een aantal

Kenmerk N007-1283984RJL-V01-kzo-NL

bouwstenen doorgerekend om de effecten van het baggeren van het kanaal en het aanleggen van natuurvriendelijke oevers los van elkaar inzichtelijk te maken (zie bijlage 2). De resultaten van deze bouwstenenstudie zijn als input gebruikt voor de in deze notitie berekende alternatieven.

Op basis van de resultaten van de alternatievenstudie zijn de voorkeursvarianten (bouwblokken van de alternatieven) voor de opgaven baggeren, ZON en KRW geselecteerd. Op deze manier is inzicht verkregen in de invulling van de opgaven en kan tot een onderbouwde keuze worden gekomen waarbij de mogelijk bijkomende risico's op grondwateroverlast tegen elkaar worden afgewogen.

2 Modeluitgangspunten

In dit hoofdstuk zijn de modeluitgangspunten van de referentiesituatie en de verschillende alternatieven vastgelegd. Hierbij wordt nader ingegaan op de gekozen modelschematisatie.

2.1 Profieldata

Sinds de voorgaande oppervlaktewateranalyse (september 2022) met 4 verschillende bouwstenen is het kanaal door Tijhuis opnieuw ingemeten. De profielen in het SOBEK-model zijn nog afkomstig van de oude inmetingen uit 2018. In 2018 is van het kanaal om de 100 m een dwarsprofiel ingemeten. In 2022 zijn opnieuw profielen om de 200 m ingemeten. Op basis van een vergelijking van profielen die in beide jaren op dezelfde locatie zijn ingemeten, blijkt dat de slibbodem in 2022 gemiddeld 4 cm hoger is ingemeten dan in 2018 (bijlage 1). De vaste bodem is in 2022 gemiddeld 7 cm lager ingemeten dan in 2018.

Voor de berekeningen is om de volgende redenen uitgegaan van het gebruik van de huidige profielen (2018) voor het SOBEK model:

- De profielen van 2018 zijn frequenter (om de 100 m) ingemeten en bevatten daardoor meer informatie voor het model. Hierdoor zijn de brede delen en van het kanaal in de inmetingen van 2018 beter meegenomen. De profielen van 2022 worden in enkele gevallen gebruikt worden om 'gaten' in de modelschematisatie op te vullen
- De referentiesituatie is gebaseerd op de profielen van 2018. Als de profielen van 2022 gebruikt worden voor de berekeningen wordt het resultaat minder goed vergelijkbaar met het bestaande referentiemodel en de resultaten van eerder uitgevoerde berekeningen
- Het verschil tussen de slibbodemhoogte en in de oude en nieuwe profielen is over het algemeen beperkt. Er zullen altijd verschillen in inmetingen zijn door de natuurlijke bodemvariatie in het kanaal. Daarnaast zal in de door te rekenen scenario's het kanaal gebaggerd worden tot maximaal 15 cm slib over blijft. Dit betekent dat de huidige slibhoogte op veel plaatsen niet relevant is (enkel voor locaties waar de slibdikte kleiner is dan 15 cm)
- De in 2022 ingemeten profielen zijn wel gebruikt om het deel tussen de spoorlijn in Raalte en de vaste dam beter in het model te zetten (dit deel is in 2018 niet ingemeten) en om het gedeelte ten zuiden van de spoorlijn beter te schematiseren

2.2 Nieuwe bodemhoogte profielen

De nieuwe bodemhoogte in de gebaggerde situatie wordt bepaald door op de punten onder de waterlijn maximaal 15 cm slib over te houden. Hierbij wordt voor delen van het profiel waar minder dan 15 cm slib aanwezig is de bestaande bodemhoogte (bovenkant sliblaag) behouden. Wanneer de slibdikte groter is dan 15 cm wordt de nieuwe bodemhoogte 15 cm hoger gelegd dan de ingemeten vaste bodem. Hierbij ontstaat de kans dat de helling tussen twee punten te steil wordt. Omdat slib zich waarschijnlijk zal herverdelen over de bodem van het kanaal en het hydraulisch profiel gelijk blijft, zal dit waarschijnlijk geen significant effect hebben op de hydraulische capaciteit.

In deze situatie komt het nieuwe bodemniveau, met name in het deel met de grootste wateraanvoerbehoefte, grotendeels onder het huidige leggeniveau te liggen. Hierdoor wordt de

hydraulische capaciteit van het kanaal ten opzichte van het huidige voorzieningsniveau (leggerprofiel) vergroot.

2.3 Modelleren NVO's en bepaling

Voor de natuurvriendelijke oevers is de meest uitgebreide NVO-variant meegenomen die naar verwachting de grootste impact heeft op de hydraulische aan- en afvoersituatie. Bij de eerder uitgevoerde berekeningen van de bouwstenen zijn de natuurvriendelijke oevers in twee stappen berekend (alleen binnen profiel en binnen en buiten profiel). In dit nieuwe model voor de alternatievenstudie is het effect van alle NVO's in één model doorberekend. De invulling van dit alternatief is hieronder weergegeven. De NVO's en aansluitende oeverzones (groene bakje) hebben een weerstand van Manning 1 gekregen en de hoofdloop (blauwe bakje) heeft een weerstand van Manning 23. De bodemhoogte van het profiel in SOBEK zijn op de locatie van de natuurvriendelijke oevers aangepast.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd voor de NVO's:

- De NVO start op 1 m waterdiepte en loopt door tot de waterlijn in de oever. Boven de waterlijn is een helling van 1:2 toegepast om op het bestaande maaiveld aan te sluiten
- Een NVO van 4 m breed heeft een helling van 1:4. Indien de natuurvriendelijke oever niet goed aansluit op de gebaggerde bodem is een voorbeschoeiing gebruikt (verticale aansluiting NVO met nieuw bodemniveau in gebaggerde situatie)
- NVO's breder dan 4 m hebben een flauwere helling dan 1:4 gekregen. Bij een NVO van 5 m breed is bijvoorbeeld een helling van 1:5 vanaf de waterlijn bij de oever tot 1 m onder het waterniveau aangehouden. Bij deze NVO's is in sommige situaties een voorbeschoeiing gebruikt om beter op de bestaande bodem aan te sluiten
- Bij een NVO smaller dan 4 m mag de taludhelling maximaal 1:3 bedragen en is geen vooroever toegepast. Bij dergelijk smalle oevers is enkel het beheer en waar nodig het talud aangepast zodat de helling flauwer dan 1:3 wordt
- Voor de delen waar binnen het profiel genoeg ruimte is voor een NVO breder dan 4 m, is gekozen voor een maximale invulling (zo breed mogelijk) met als grootst mogelijke breedte 6 m in verband met het onderhoud. Zo wordt gewaarborgd dat onderhoud altijd vanaf de oever kan plaatsvinden met regulier onderhoudsmaterieel met een reikwijdte van 8 m

2.3.1 Te modelleren NVO's

In bijlage 1C van de alternatievennotitie zijn de NVO-locaties weergegeven die meegenomen zijn in het model. De smalle NVO's zijn in het model ingebracht door 2 m binnen het hydraulische profiel de Manningwaarde te verlagen van 23 naar 1. Bij NVO's van 4 m en breder is naast de Manningwaarde ook de bodemhoogte aangepast. Dit geldt voor zowel NVO's geheel binnen het hydraulische profiel (blauwe bakje) als deels binnen en deels buiten het hydraulisch profiel.

2.4 Lekdebiet

De bodemweerstand in de referentiesituatie is 50 dagen. In de gebaggerde situatie zal de bodemweerstand lager liggen in de ordergrootte van 20 dagen (15 cm slib overhouden). Hierdoor zal het lekdebiet toenemen. Het totale lekdebiet bij 50 dagen bodemweerstand is 0,15 m³/s waarvan 0,08 m³/s in het kanaal zelf wegzijgt en het overige deel in de haven van Deventer en de

zijtak richting gemaal Koerkamp. Bij een bodemweerstand van 20 dagen wordt het totale lekdebiet $0,27 \text{ m}^3/\text{s}$ waarvan $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ in het kanaal zelf wegzijgt. Dit betekent dat het lekdebiet richting grondwater (tijdelijk) met $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ toeneemt, dit is circa 2,5% van de totale aanvoer vanaf gemaal Ankersmit. Vanwege de beperkte toename in wegzijgingsdebiet en het na verloop van tijd herstellen van de bodemweerstand, wordt verwacht dat het effect op het op peil van het kanaal enkel tijdelijk en beperkt is. Daarom is het wegzijgingsdebiet in het model niet aangepast.

2.5 Verhogen aanvoerdebiet

Voor de huidige aanvoersituatie is uitgegaan van een aanvoerdebiet van $4,75 \text{ m}^3/\text{s}$. Dit was het maximale aanvoerdebiet dat in 2018 (vanwege de beperkte kanaalcapaciteit) mogelijk was. De capaciteit van gemaal Ankersmit is hoger ($6,6 \text{ m}^3/\text{s}$). Ten opzichte van het aanvoerdebiet in 2018 is het debiet voor de eerste berekeningen verhoogd met 10 %. Hiermee is gekeken hoe veel effect het baggeren en het aanleggen van NVO's heeft op het waterpeil bij een hoger aanvoerdebiet. In deze situatie is het nieuwe aanvoerdebiet van gemaal Ankersmit $5,25 \text{ m}^3/\text{s}$ wanneer geen toename in wegzijging wordt meegenomen.

Tijdens de werksessie op 17 januari 2023 werd aangegeven dat een percentage toename in aanvoerdebiet wenselijk is voor de afweging van de alternatieven. Daarom zijn alternatief 2 en alternatief 3 (VKA) ook berekend met een variabel aanvoerdebiet. Hierbij is het aanvoerdebiet elke 3 dagen met circa 50 l/s verhoogd. Dit is gedaan tussen het debiet van $4,75 \text{ m}^3/\text{s}$ (aanvoer in 2018) en $6,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (maximale huidige aanvoer Ankersmit). De toename in wateraanvoercapaciteit is bepaald door het debiet bij gemaal Ankersmit, op de tijdsstap waarop het waterpeil en het verloop van de verhanglijn van het alternatief (nagenoeg) gelijk is met de referentiesituatie, af te lezen. Op basis van de resultaten is per alternatief gekeken of voldaan kan worden aan de basisopgave baggeren en aan de ZON-opgave.

3 Methodiek en scenario's

In dit hoofdstuk zijn de modelscenario's nader toegelicht. Met deze scenario's is het effect van het aanleggen van natuurvriendelijke oevers en de invulling van de baggeropgave op de hydraulische capaciteit bepaald. Met behulp van de eerste twee scenario's zijn het derde scenario en het VKA ingevuld.

3.1 Referentiesituatie

De modelschematisatie van de referentiesituatie voor de bouwsteenanalyse, is aangepast zodat de natuurvriendelijke oevers beter meegenomen konden worden. De aanpassingen zijn in hoofdstuk 2.1 beschreven. De referentiesituatie is gebruikt om het percentage toename in aanvoerdebiet van de alternatieven ten opzichte van de situatie in 2018 te bepalen.

3.2 Alternatief 1 deels baggeren kanaal met verhoging aanvoer

Om de gevolgen van baggeren op de omgeving zo veel mogelijk te beperken, is onderzocht hoe veel aanvoerverhoging gerealiseerd kan worden wanneer 15 cm slib in het gehele kanaal aanwezig blijft. Bij dit scenario is alleen uitgegaan van 10 % extra aanvoer (bij een aanvoerdebiet van 4,75 m³/s) en is niet met variabele aanvoer gerekend. Zo is gekeken of een aanvoerverhoging gerealiseerd kan worden zonder tot de vaste bodem te baggeren. Hierdoor blijft het risico op grondwatereffecten voor de omgeving zo veel mogelijk beperkt. Bij dit scenario zijn geen natuurvriendelijke oevers meegenomen zodat de vergelijking met natuurvriendelijke oevers met een tweede berekening (zie alternatief 2) gemaakt kan worden.

De volgende uitgangspunten zijn voor deze berekening gehanteerd:

- Geen NVO's, huidige profielen alleen aanpassen op baggerdiepte
- Tot 15 cm slib boven de vaste bodem overhouden
- Wateraanvoer door gemaal Ankersmit verhogen met 10 % (case nummer 17)

3.3 Alternatief 2 meest uitgebreide invulling van NVO's

Door alternatief 2 met het voorgaande alternatief te vergelijken is het effect van de NVO's op het waterpeil bij een verhoogd aanvoerdebiet bepaald. Tijdens de voorgaande analyse zijn twee bouwstenen met natuurvriendelijke oevers doorgerekend. Een scenario bestond uit het verbreden van het kanaal en het verhogen van de oeverweerstand. Het tweede scenario bestond uit het versmallen van het kanaal. Vanwege de nieuwe invulling van de natuurvriendelijke oevers, de optie om een deel van het slib in het kanaal te laten liggen en het verhoogde aanvoerdebiet is deze nieuwe combinatie doorgerekend. Hierbij is gekozen voor de NVO-variant met de meeste impact op de hydraulische capaciteit van het kanaal (variant 'Aanpassingen aan het systeem').

De volgende uitgangspunten zijn voor deze berekening gehanteerd:

- NVO-variant variant 'Aanpassen van het systeem' (zie hoofdstuk 4.1 alternatievennotitie):
 - Tot 15 cm slib boven de vaste bodem overhouden
 - Wateraanvoer door gemaal Ankersmit verhogen met 10% (modelversie 1, case nummer 21)

- Wateraanvoer door gemaal Ankersmit trapsgewijs verhoogd (modelversie 2, case nummer 22)

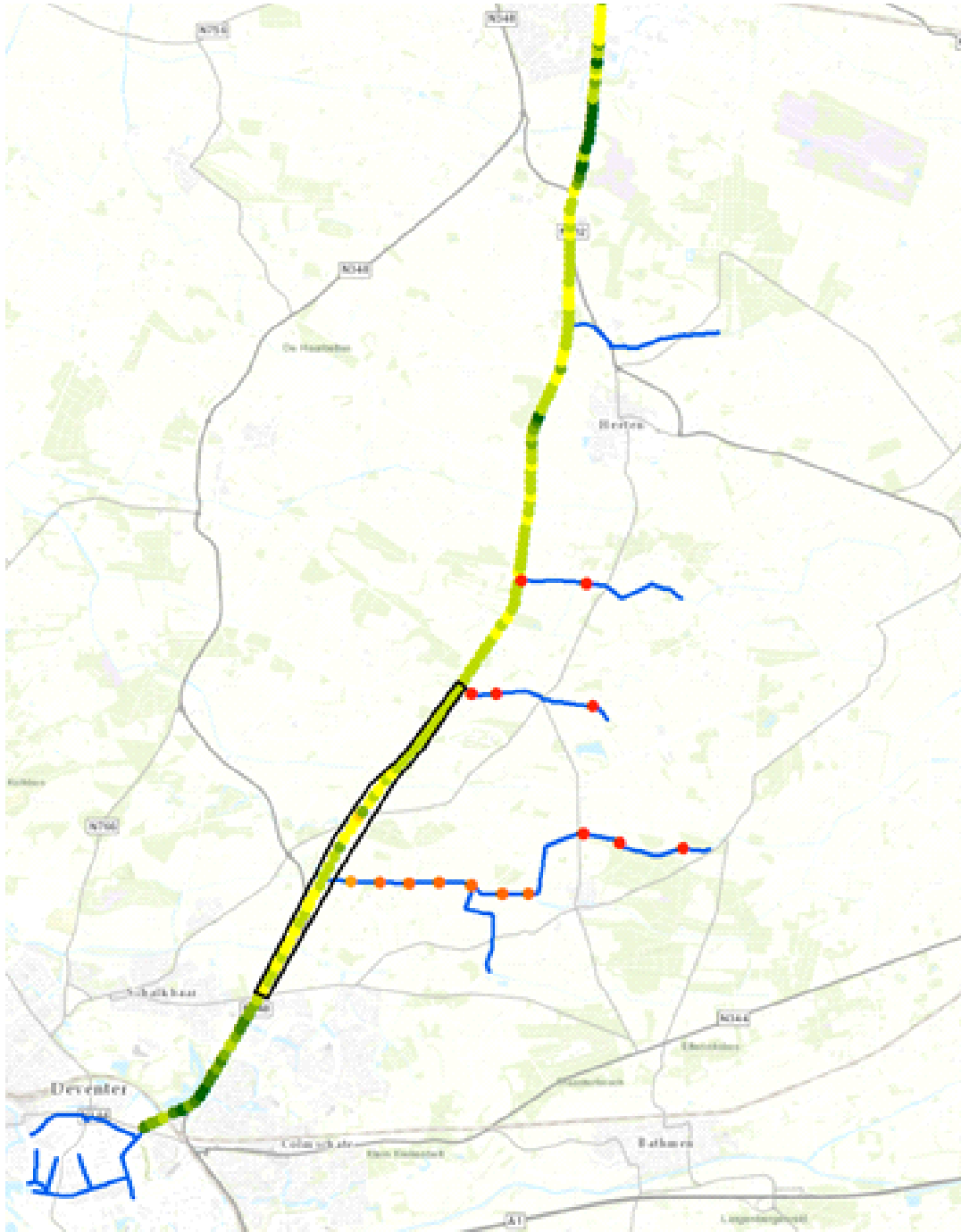
3.4 Voorkeursalternatief met optie verdiept baggeren

Voor de KRW, ZON en baggeropgave zijn varianten gekozen op basis van uitkomsten van de bouwstenenanalyse, de berekende alternatieven (1 en 2) en de beslissingen van de overige opgaven. Daarnaast kwam tijdens de werksessie op 17 januari 2023 de optie voor het baggeren van het smalste deel van het kanaal naar voren. Dit traject vormt een hydraulisch knelpunt in de huidige situatie en bestaat uit geheel traject B en een deel van traject D (zie figuur 3.1). De uitgangspunten voor het VKA-model zijn:

- Baggeren tot 15 cm boven de vaste bodem
- NVO's van de variant 'optimaliseren bestaand systeem' met Manningwaarde 1
- Aanvoerdebiet trapsgewijs verschaald voor bepaalde percentage aanvoer

Door het kanaal tot 15 cm boven de vaste bodem te baggeren wordt de aanvoercapaciteit ten opzichte van het huidige voorzieningenniveau verhoogd aangezien de nieuwe bodemhoogte lager komt te liggen dan het huidige leggeniveau. Dit leidt tot een mogelijke aanvoerverhoging van circa 16 %. Echter bestaat deze verhoging deels uit het benodigde reguliere baggeronderhoud om weer te voldoen aan het voorzieningenniveau en deels uit het realiseren van extra hydraulische capaciteit (ZON). Op basis van deze analyse is niet met zekerheid vast te stellen of dit voldoende is om te voldoen aan de capaciteitsbehoefte voor de ZON-opgave. Door traject B en een deel van traject D in alternatief 3 (VKA) te verdiepen wordt de capaciteit van het kanaal vergroot, waardoor het aannemelijk is dat ook aan de ZON-opgave voldaan kan worden.

Omdat de NVO's geen significant effect hebben op het waterpeil en de aanvoercapaciteit is ervoor gekozen om de NVO's zoals deze in het model zaten te gebruiken (variant 'aanpassen van het systeem'). Op het verdiepte traject zijn de NVO's wel aangepast naar de variant 'optimaliseren bestaand systeem' omdat hierdoor de bottleneck mogelijk licht verkleind wordt en dit mee kon worden genomen in de profielaanpassing ten behoeve van het baggeren.



Figuur 3.1 Het traject dat mogelijk extra verdiept kan worden om de bottleneck te verkleinen en daarmee de capaciteit van het gehele kanaal te vergroten in blauw omlijnd weergegeven. Hierbij gaat het om het traject tussen de Oerwijk en de Averslootse Leide

4 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten voor de verschillende alternatieven toegelicht en is het effect op het waterpeil en de mogelijke toename in aanvoerverhoging beschreven. Daarnaast is ook een korte analyse van het aanvoerdebiet van gemaal Koerkamp beschreven.

4.1 Verbetering referentiesituatie

De aanpassingen aan de schematisatie voor de referentiesituatie hebben geen significant effect op het berekende waterpeil. Dit is zoals verwacht, aangezien deze wijzigingen enkel doorgevoerd zijn voor het verbeteren van de modelschematisatie ten behoeve van het toevoegen van gedetailleerdere NVO's aan het model.

4.2 Alternatief 1 Deels baggeren kanaal met verhoging aanvoer

Het effect van het tot 15 cm boven de vaste bodem baggeren van het gehele kanaal en het verhogen van het aanvoerdebiet met 10% (ten opzichte van 2018: 4,75 m³/s) is weergegeven in figuur 4.1. Deze maatregelen leiden tot een circa 4 cm hoger peil bij Raalte. Dit betekent dat de mogelijke aanvoercapaciteit hoger kan worden dan de toegepaste 10 %.



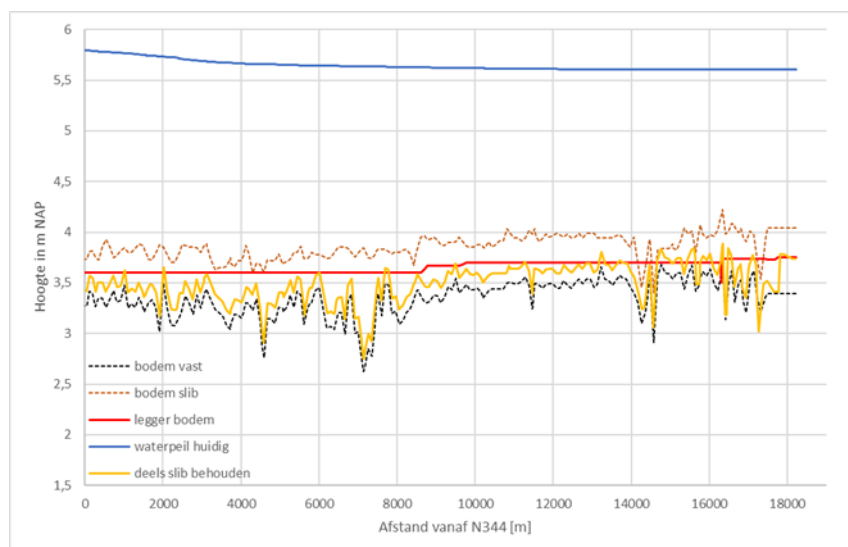
Figuur 4.1 Het effect van alternatief 1 het baggeren tot 15 cm boven de vaste bodem en het verhogen van het aanvoerdebiet met 10% (ten opzichte van 2018: 4,75 m³/s) op het waterpeil

4.3 Alternatief 2 meest uitgebreide invulling van NVO's

Het effect op het waterpeil en aanvoerdebiet voor alternatief 2 is weergegeven in figuur 4.3. Bij dit alternatief is het kanaal tot 15 cm boven de vaste bodem gebaggerd, het aanvoerdebiet verhoogd met 10 % en zijn de NVO's van de variant 'Aanpassing aan het systeem' toegepast. Alternatief 2 geeft een peilstijging tot circa 3 cm bij Raalte ten opzichte van de referentiesituatie. Dit betekent dat de hydraulische capaciteit van het kanaal toeneemt ten opzichte van de referentiesituatie. Om het percentage verhoging van het aanvoerdebiet te bepalen is met modelversie 2 het debiet trapsgewijs verhoogd en gekeken bij welk debiet het berekend peil gelijk is aan de referentiesituatie. Door het kanaal tot 15 cm boven de vaste bodem te baggeren kan het aanvoerdebiet met circa 16 % (tot 5,52 m³/s) opgevoerd worden ten opzichte van de situatie in 2018. Hierdoor kan een hogere aanvoercapaciteit aangehouden worden dan met het huidige voorzieningenniveau (legger).

Op het traject tussen Deventer en de Soestwetering, waar de grootste wateraanvoercapaciteit nodig is, ligt de nieuwe bodemhoogte gemiddeld 10 cm lager dan het huidige leggerniveau (zie figuur 4.2). Het bodemverloop is echter vrij grillig waardoor deze diepte lokaal groter of kleiner is. Tijdens de planuitwerkingsfase dient het nieuwe legger- en bodemprofiel nader uitgewerkt te worden. Hierbij kan lokaal de bodem afgevlakt worden zodat een meer uniforme bodemhoogte en leggerprofiel gehanteerd kan worden.

Met een nieuwe bodemhoogte gemiddeld 10 cm lager dan het leggerniveau, wordt mogelijk nog niet geheel voldaan aan de ZON-opgave. Daarom is met het VKA ook nog rekening gehouden met het extra verdiepen van het deel van het kanaal met de laagste hydraulische capaciteit. Door een gedeelte van traject B en D tot de vaste bodem te baggeren kan mogelijk wel voldaan worden aan de extra aanvoer ten behoeve van de ZON-opgave.



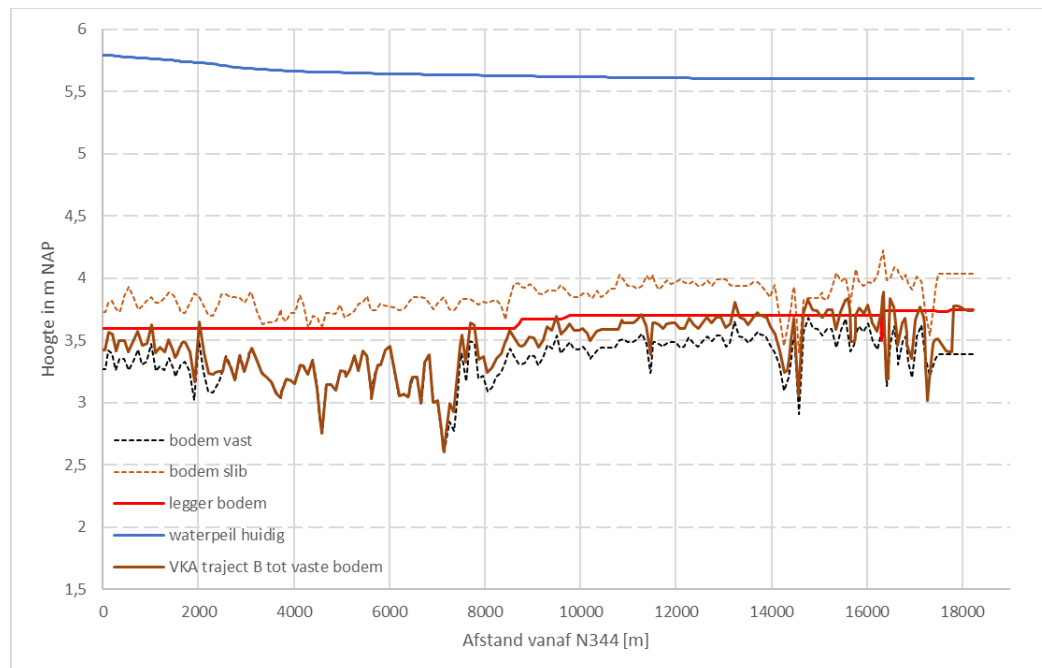
Figuur 4.2 Lengteprofiel vanaf Deventer (N344) tot aan Raalte met de leggerbodembodem (rood) en de nieuwe bodemhoogte (vaste bodem met 15 cm slib). De Soestwetering bevindt zich op circa 5500 m (x-as)



Figuur 4.3 Het effect van alternatief 2 op het waterpeil waarbij naast een 10 % hoger aanvoerdebiet en het baggeren tot 15 cm boven de vaste bodem ook het effect van de natuurvriendelijke oevers is meegenomen met een ruwheid van Manningwaarde 1

4.4 Voorkeursalternatief

Voor het voorkeursalternatief is alleen gekeken wat het percentage toename in wateraanvoer debiet is ten opzichte van de situatie in 2018. Omdat voor het bepalen van het percentage aanvoer het waterpeil van het voorkeursalternatief nagenoeg gelijk is met de referentiesituatie, is hiervan geen kaart gemaakt. Het tot de vaste bodem baggeren van traject B en een deel van traject D (zie figuur 4.4) biedt ruimte voor het verhogen van het aanvoerdebiet met circa 20 % (5,70 m³/s) tegenover de referentiesituatie (2018: 4,75 m³/s). Dit is een verhoging van circa 4 % in vergelijking met variant 2 waarbij over hetzelfde traject geen slib verwijderd wordt en circa 15 cm slib blijft liggen. Wanneer het aanvoerdebiet met 20 % verhoogd wordt, is het de verwachting dat zowel aan de reguliere baggeropgave als de ZON-opgave voldaan kan worden. Het effect van de NVO's op het waterpeil is niet significant.



Figuur 4.4 Lengteprofiel met het leggeniveau (rood) en de bodemhoogte van het VKA waarbij geheel het kanaal met uitzondering van traject B en D tot 15 cm boven de vaste bodem gebaggerd wordt (bruin). Voor traject B en D is uitgegaan van baggeren tot de vaste bodem. De Soestwetering bevindt zich op circa 5.500 m (x-as)

4.5 Effect bij gemaal Koerkamp

Om het effect op gemaal Koerkamp inzichtelijk te maken is het maximale debiet van het gemaal vergeleken met het debiet bij de verschillende varianten. Op deze manier is gekeken of de huidige maximale capaciteit van gemaal Koerkamp voldoende is om de grotere aanvoer van water te verwerken. Het debiet van gemaal Koerkamp in de zomer van 2018 is $1,07 \text{ m}^3/\text{s}$. De werkelijke maximale capaciteit van het gemaal is $1,33 \text{ m}^3/\text{s}$ (circa 24 % hoger dan huidige debiet).

Bij een verhoging van 10 % van de aanvoercapaciteit heeft het gemaal in het model een debiet van $1,177 \text{ m}^3/\text{s}$. Dit debiet is lager dan de werkelijke maximale gemaalcapaciteit. Voor de verhoging van het aanvoerdebiet met 16 % bij alternatief 2, is in het SOBEK-model een debiet van $1,273 \text{ m}^3/\text{s}$ aangehouden. Ook dit is lager dan de werkelijke maximale gemaalcapaciteit.

Voor het VKA met een 20 % hoger aanvoerdebiet ten opzichte van de situatie in 2018 is in het model een debiet van $1,327 \text{ m}^3/\text{s}$ aangehouden voor het gemaal. Dit komt vrijwel overeen met de maximale capaciteit in de werkelijke situatie. Dit betekent dat de huidige gemaalcapaciteit voldoende is om de berekende aanvoercapaciteit te kunnen verwerken. Hierbij is voor het VKA echter geen extra ruimte voor het eventueel verder ophogen van de gemaalcapaciteit beschikbaar aangezien zowel de werkelijke maximale capaciteit als capaciteit in het model $1,33 \text{ m}^3/\text{s}$ zijn. Daarom is verhoging van de gemaalcapaciteit van gemaal Koerkamp in de toekomst mogelijk wel gewenst.

5 Conclusie

Voor het bepalen van de effecten van het baggeren en het toepassen van natuurvriendelijke oevers in het Overijssels Kanaal zijn met het wateraanvoermodel meerdere berekeningen uitgevoerd. Op basis van deze berekeningen en de resultaten van de eerder uitgevoerde bouwsteenanalyse is tot een voorkeursalternatief gekomen waarin de opgaven ZON, baggeren en KRW samenkomen.

Op basis van de voorliggende analyse kan geconcludeerd worden dat de natuurvriendelijke oevers van zowel de variant 'aanpassing aan het systeem' als de variant 'optimaliseren bestaand systeem' geen significant effect hebben op het waterpeil in de aanvoersituatie bij meer wateraanvoer. Dit geldt daarmee ook voor de tussenliggende variant ('optimaliseren bestaand systeem inclusief werk met werk maken').

Het baggeren van het kanaal tot 15 cm boven de vaste bodem biedt kansen om de aanvoer met circa 16 % te verhogen ten opzichte van de situatie in 2018 (4,75 m³/s). De nieuwe bodemhoogte komt hiermee onder het huidige leggeniveau te liggen, waardoor de hydraulische capaciteit van het kanaal groter wordt dan benodigd voor het huidige voorzieningenniveau. Het is echter niet duidelijk of hiermee ook voldaan kan worden aan de benodigde aanvoerhoging voor de ZON-opgave. Wanneer traject B en een deel van traject D tot de vaste bodem gebaggerd worden kan het wateraanvoerdebiet met 20 % verhoogd worden ten opzichte van de situatie in 2018. Met deze toename kan naar verwachting zowel de opgave voor regulier baggeren als de ZON-opgave worden ingevuld. Het effect van het baggeren van het kanaal is groter dan het effect van de NVO's en het verhogen van het aanvoerdebiet met 10 %. Daardoor wordt de hydraulische capaciteit bij alle alternatieven netto hoger dan in de huidige situatie. Tijdens de planuitwerkingsfase dient het nieuwe legger- en bodemprofiel nog nader uitgewerkt te worden waarbij ook het bodemverloop nog afgevlakt kan worden.

De huidige maximale capaciteit van gemaal Koerkamp is voor alle alternatieven voldoende om de verhoging in wateraanvoer te verwerken. Echter is de benodigde capaciteit bij een aanvoerhoging van 20 % voor het VKA met 1,327 m³/s vrijwel gelijk aan de huidige maximale capaciteit van gemaal Koerkamp (1,33 m³/s). Daarom kan het wel wenselijk zijn om de maximale aanvoercapaciteit van het gemaal in de toekomst verder te verhogen.

Bijlage 1 Controle verschil inmetingen 2018 en 2022

vergelijking Raalte				Verschil slib	Verschil vast	verschil slib en vast	0,013333
inmeting	id	slib	vast			verschil slib	-0,04556
2018	261	4	3,15	0,1	0,27	Verschil vast	0,072222
2022	8	3,9	2,88				
vergelijking Raalte zuid				0,05	0,16		
inmeting	id	slib	vast				
2018	249	3,74	3,34				
2022	13	3,69	3,18				
vergelijking Raalte zuid N332				-0,03	-0,02		
inmeting	id	slib	vast				
2018	227	4	3,59				
2022	23	4,03	3,61				
vergelijking Raalte zuid N332 zuid				-0,15	0,08		
inmeting	id	slib	vast				
2018	223	3,94	3,69				
2022	25	4,09	3,61				
vergelijking Heeten				-0,09	0,26		
inmeting	id	slib	vast				
2018	199	4,09	3,54				
2022	37	4,18	3,28				
vergelijking Jonkmansweg				-0,2	-0,15		
inmeting	id	slib	vast				
2018	168	3,83	3,15				
2022	53	4,03	3,3				
vergelijking zijtak koerkamp				-0,15	-0,2		
inmeting	id	slib	vast				
2018	136	3,72	3,15				
2022	71	3,87	3,35				
vergelijking sportvelden Deventer				-0,16	0,06		
inmeting	id	slib	vast				
2018	117	3,77	3,32				
2022	82	3,93	3,26				
vergelijking Lyceum Deventer				0,22	0,19		
inmeting	id	slib	vast				
2018	102	3,85	3,5				
2022	90	3,63	3,31				

Bijlage 2 Notitie bouwsteenanalyse

In deze bijlage is een korte samenvatting gegeven van de uitgevoerde modelberekeningen voor de bouwstenen waarin een verkenning is uitgevoerd voor maatregelen baggeren en realiseren NVO's. Deze bouwstenen zijn gebruikt om inzicht te krijgen in de mogelijke effecten van de verschillende maatregelen. De uiteindelijke varianten zijn aan de hand van deze bouwstenenstudie opgesteld en zijn beschreven in een losse notitie (zie hoofddocument) en de alternatievennotitie. De volgende vier bouwstenen zijn met het aanvoermiddel berekend:

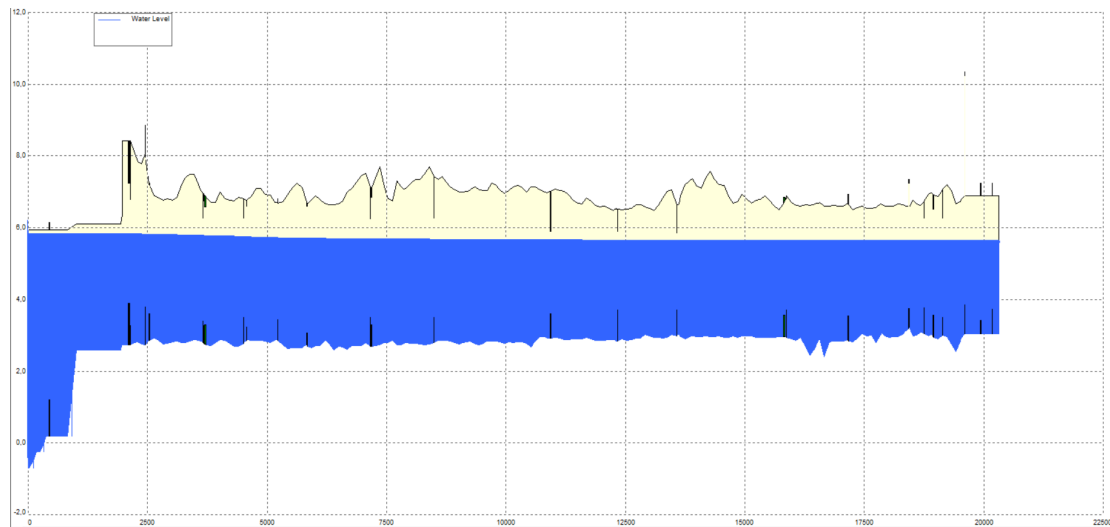
1. Baggeren tot de vaste bodem in landelijk gebied en lokaal minder diep baggeren als hydraulisch mogelijk. Hierbij is 15 cm slib overgehouden binnen het stedelijk gebied van Deventer en Raalte)
2. Het kanaal lokaal verdiepen. Hierbij is het kanaal tussen Deventer en de inlaat van Soestwetering middenloop met gemiddeld 30 cm verdiept. Vanaf Soestwetering middenloop tot Raalte baggeren is tot de vaste bodem gebaggerd en bij Raalte is gemiddeld 15 cm slib overgehouden
3. Het kanaal lokaal verbreden, voor de ontwikkeling van NVO's op locaties waar buiten en deels binnen het profiel ruimte is
4. Het kanaal lokaal versmallen. De zwaaikommen en bredere delen binnen het hydraulische profiel benutten voor ontwikkeling van NVO's en lokaal binnen het profiel meer begroeiing toestaan

2.1 Referentiesituatie

De referentiesituatie is bepaald op basis van het aangeleverde model door het waterschap opgesteld tijdens de voorverkenning. Dit model is gevalideerd op basis van het gemiddelde gemeten peil in de aanvoersituatie per meetpunt. Het model is op een aantal punten aangepast zodat het beter voor de studie toepasbaar is. De wijzigingen zijn:

- Het wegzijgingsdebiet is verlaagd door de bodemweerstand aan te passen van 20 dagen naar 50 dagen. Daarnaast zijn de wegzijgingsdebieten gelijkmatig over het kanaal verdeeld
- Controle op de aanvoerdebieten waarbij de Averlosche Leiding een hoger debiet heeft gekregen
- Aanpassing van het schutdebiet van de Prins Bernhard sluis zodat het schutdebiet overeenkomt met 10 schuttingen per dag

Het berekende waterpeil voor de referentiesituatie is weergegeven in figuur 1. De maximale afwijking in de aanvoersituatie van de gemeten peilen is 10 cm (tabel 1). Hierbij moet gezegd worden dat het een stationair model betreft en dat het gemiddelde van de gemeten waterpeilen berekend is voor de aanvoerperiode. Daarom is een afwijking van maximaal 10 cm als voldoende beschouwd.



Figuur 1 Berekende waterstand van het Overijssels Kanaal in de referentiesituatie

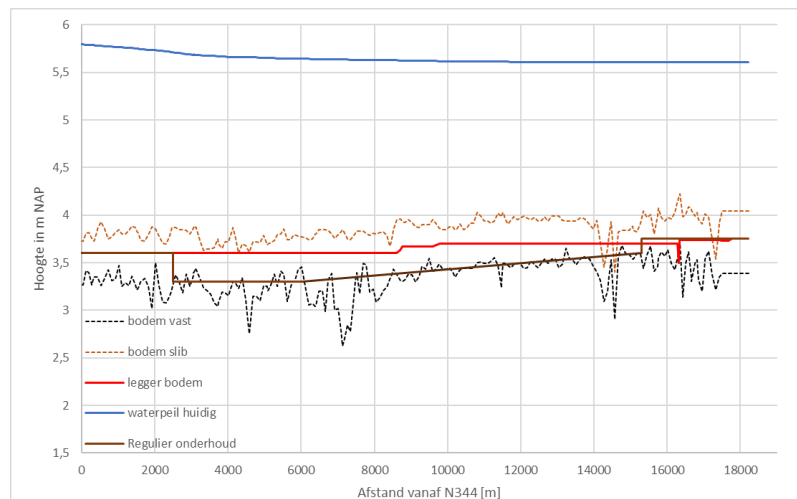
Tabel 1 Validatie van gemodelleerde peilen met de gemeten peilen voor de aanvoersituatie in de zomer van 2018

Meetlocatie	Waterpeil [m +NAP] zomer 2018	Waterpeil SOBEK [m +NAP]	Vershil [m]
Ankersmit hoogwaterzijde	5,79	5,8	-0,01
Douwelerkolk Hoogwaterzijde	5,76	5,77	-0,01
Zandwetering Hoogwaterzijde	5,76	5,69	0,07
Zandbelterbrug hoogwaterzijde	5,71	5,66	0,05
Averlosche Leide hoogwaterzijde	-	5,64	-
Ramelerleiding hoogwaterzijde	5,71	5,61	0,10
De Zegge hoogwaterzijde	5,69	5,61	0,08
Hondemot hoogwaterzijde	5,69	5,61	0,08
Koerkamp laagwaterzijde	5,58	5,6	-0,02

2.2 Bouwsteen 1: Mitigatie van mogelijke grondwatereffecten stedelijk gebied

2.2.1 Uitgangspunten

Voor de eerste bouwsteen is aangehouden dat gebaggerd zal worden tot de (gemiddelde) vaste bodem. Hierbij wordt voor de stedelijke gebieden van Raalte en Deventer een uitzondering gemaakt. Omdat binnen stedelijk gebied een aanzienlijke kans op grondwateroverlast bestaat, moet een sliblaag van circa 15 cm blijven liggen. Dit geldt voor trajecten A (Deventer) en F en G (Raalte). Voor de overige trajecten buiten het stedelijke gebied (B, D en E) is uitgegaan van baggeren tot de vaste bodem. De zijtak naar Gemaal Koerkamp (traject C) is niet aangepast (gebaggerd). De baggerdiepte is schematisch weergegeven in figuur 2.

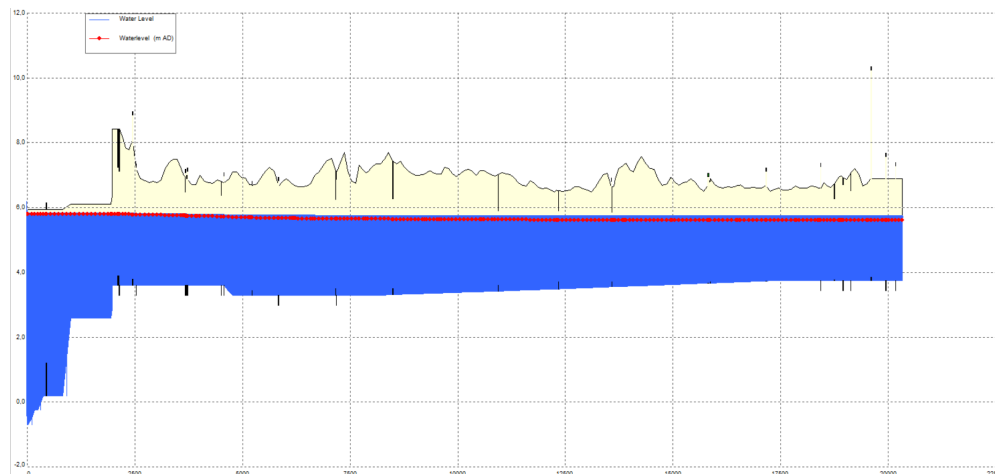


Figuur 2 Grafiek met slibbodem, vaste bodem en te baggeren bodem voor bouwsteen regulier onderhoud. Bij Deventer en Raalte blijft een deel van het slib liggen zodat de bodemweerstand behouden blijft

Voor de uitgevoerde berekening is uitgegaan van een sleuf van 8 m breed in het midden van het profiel met een baggerdiepte zoals weergegeven in figuur 2. De verlagingen zijn opgevuld met baggerspecie.

2.2.2 Resultaat

Deze maatregel resulteert in een circa 10 cm hoger peil ter hoogte van Raalte. Door dit verhoogde waterpeil is meer water ter hoogte van de inlaatpunten beschikbaar. Een lengteprofiel met het waterpeil in de referentiesituatie en de gebaggerde situatie is weergegeven in figuur 3.

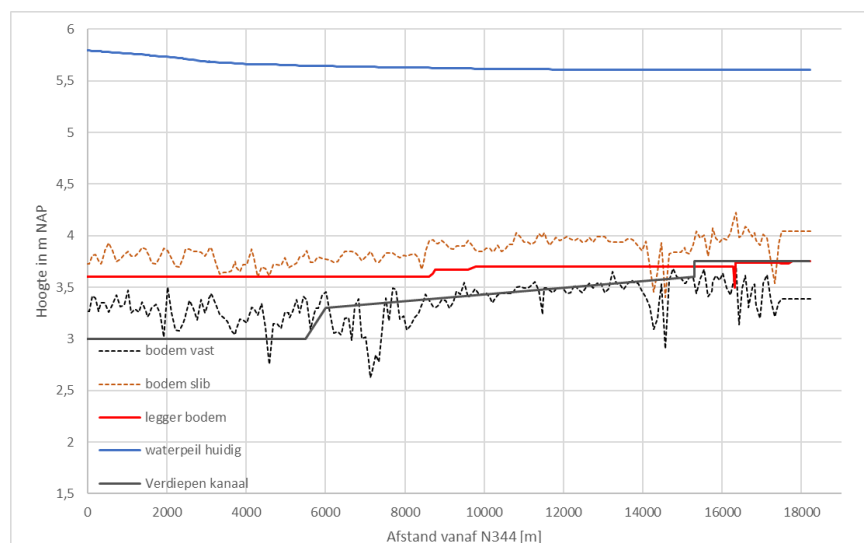


Figuur 3 Effect van het baggeren van het Overijssels Kanaal op het waterpeil in de afvoersituatie

2.3 Bouwsteen 2: Het kanaal bij Deventer verdiepen

2.3.1 Uitgangspunten

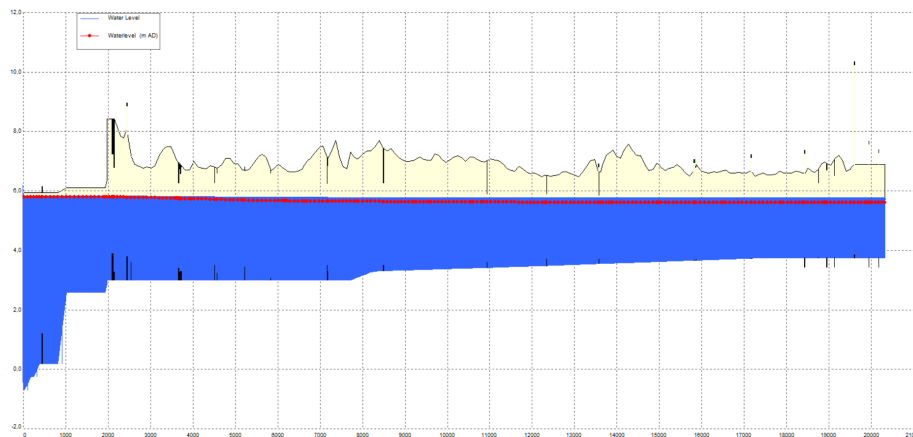
Bij de bouwsteen ‘het kanaal verdiepen’ is het kanaal vanaf de haven bij Deventer (N344) tot aan de Soestwetering middenloop 2 (deeltrajecten A en B) met gemiddeld 30 cm verdiept ten opzichte van de vaste bodem. In het overige deel van het kanaal tussen Deventer en Raalte is gebaggerd tot de vaste bodem en binnen Raalte is gemiddeld 15 cm slib blijven liggen (gelijk aan bouwsteen 1). Het bodemverloop is weergegeven in figuur 4. De zijtak richting gemaal Koerkamp is niet aangepast.



Figuur 4 Grafiek met vaste bodem, slibbodem en de nieuwe bodemlijn na verdiepen van het kanaal

2.3.2 Resultaat

Het verdiepen van het kanaal zorgt voor een 15 cm hoger waterpeil bij Raalte (zie figuur 5). Dit betekent dat het verdiepen van het kanaal bij Deventer 5 cm meer verhoging van het waterpeil geeft dan wanneer 15 cm slib in het kanaal bij Deventer blijft liggen.



Figuur 5 Effect van het baggeren en verdiepen van het Overijszels Kanaal op het water peil in de afvoersituatie

2.4 Bouwsteen 3: NVO's (deels) buiten het hydraulisch profiel

2.4.1 Uitgangspunten

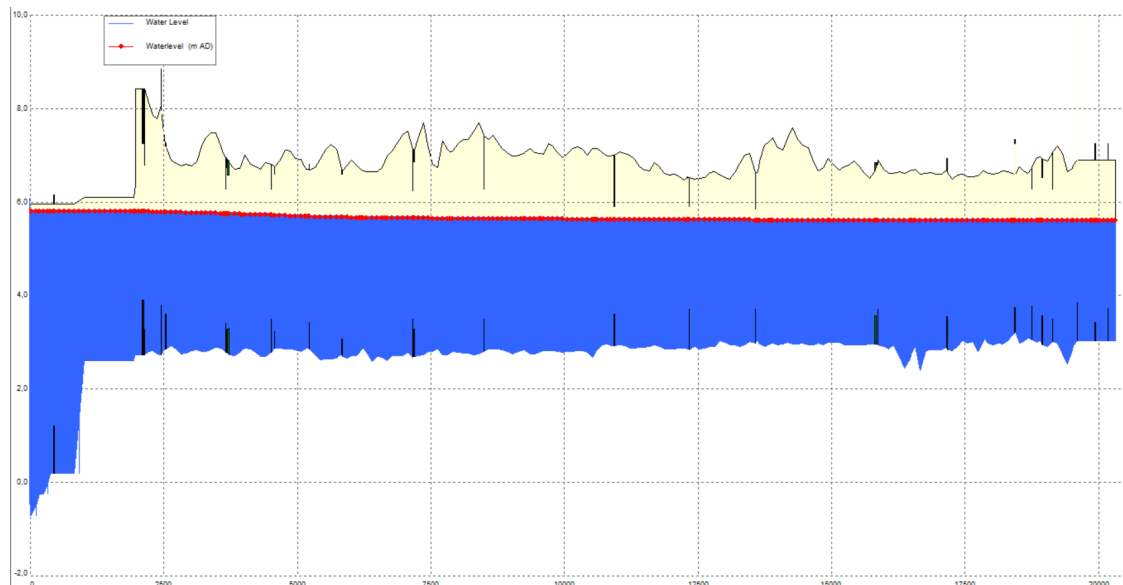
Lokaal verbreden kan op een aantal locaties gedaan worden door het fietspad of zandpad (en waar nodig ook de kering) te verleggen. Door het kanaal lokaal te verbreden zodat een natuurvriendelijke oever aangelegd kan worden, wordt de hydraulische capaciteit van het kanaal niet of maar beperkt verlaagd. De locaties waar een natuurvriendelijke oever deels binnen en buiten het profiel wordt aangelegd zijn in deze berekening meegenomen. Het kanaal heeft een ruwheid van Manning 23 gekregen (licht begroeid) en de natuurvriendelijke oevers een ruwheid van Manning 5 (sterk begroeid) voor de bouwsteenanalyse. Voor de alternatievenstudie en de berekening van de voorkeursvariant is besloten om een Manningwaarde van 1 te hanteren voor de natuurvriendelijke oevers (zie ook de notitie van de alternatievenstudie).

Voor de bouwsteen verbreden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het talud onder de waterlijn (5,75 m NAP) heeft een helling van 1:4 en een breedte van 4 m
- Het talud boven de waterlijn (aansluiting op hoogte wandelpad of kering) heeft een helling van 1:2
- De NVO start op circa 1 m diepte (zo veel mogelijk de bestaande bodem intact houden) en loopt voor zover mogelijk door in de oever. Een diepte van 1 m is geen harde eis maar meer een richtlijn waarmee gezorgd wordt voor meer diversiteit in oeverbegroeiing en onderwaterplanten. Dit wordt verder uitgewerkt in het voorlopig ontwerp
- De verdeling van de breedte van de NVO binnen en buiten het profiel is per profiel bepaald. Hierbij zijn twee varianten gebruikt: 1 m buiten en 3 m binnen het hydraulische profiel of 2 m buiten en 2 m binnen het hydraulische profiel. Hierbij is gekeken naar de ruimte buiten het natte profiel en de aansluiting met de bestaande bodem (zo min mogelijk verlagen of verhogen van de bodem)

2.4.2 Resultaat

In figuur 6 is zijn de berekende waterpeilen van de referentiesituatie en de situatie met natuurvriendelijke oevers weergegeven. Het effect van de natuurvriendelijke oevers op het waterpeil is niet significant, dit betekent dat niet verwacht wordt dat de NVO's effect hebben op het waterpeil van het kanaal in de aanvoersituatie. Het verschil in waterpeil met de referentiesituatie bedraagt maximaal enkele millimeters.

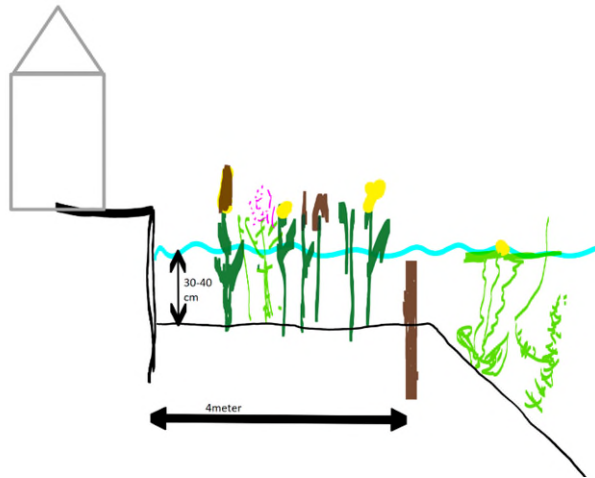


Figuur 6 Effect van het aanbrengen van natuurvriendelijke oevers deels binnen en buiten het profiel op het waterpeil in het Overijssels Kanaal

2.5 Bouwsteen 4: NVO's binnen hydraulisch profiel

2.5.1 Uitgangspunten

Het lokaal versmallen van het kanaal gebeurt hoofdzakelijk in de zwaaikommen en havens. Dit zal weinig tot geen effect hebben op de waterstanden in de wateraanvoersituatie omdat op deze locaties al ruimte binnen het profiel aanwezig is. Voor de afvoersituatie heeft dit mogelijk wel gevolgen vanwege de verminderde berging in het natte profiel. In figuur 7 is een impressie weergegeven van het verondiepen van een haven (of zwaaikom). De beschoeiing komt idealiter boven de bodem van de NVO uit zodat er nog 20 tot 30 cm waterdiepte boven de beschoeiing aanwezig is en zo een goede verbinding tussen het kanaal en de oever aanwezig blijft. In het model is een bodemhoogte van 5,35 m NAP (40 cm beneden streefpeil) voor een 4 m brede strook aangehouden in de havens en zwaaikommen. Voor de bredere delen is alleen de weerstand binnen het profiel verhoogd omdat hier de bodem in de huidige situatie al vaak hoger ligt in de oeverzone. De NVO langs de Douwelerkolk is verbreed naar 4 m. Hiervoor is alleen de weerstand aangepast en zijn geen profielaanpassingen gedaan. Voor de bouwsteen is uitgegaan van NVO's van 4 m breed in de havens, zwaaikommen en brede delen. Voor de locaties waar de huidige oever geoptimaliseerd kan worden (binnen Deventer) is een breedte van 2 m aangehouden.

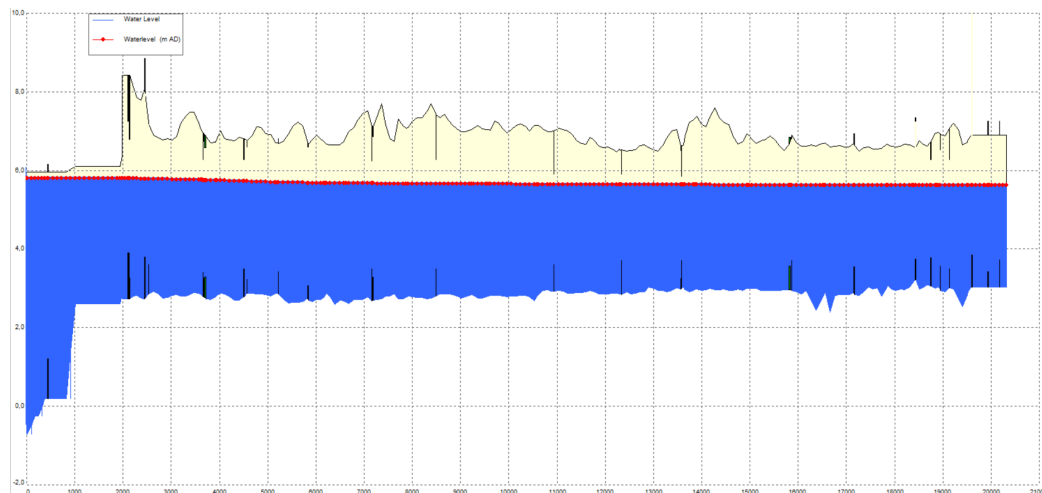


Figuur 7 Impressie verondiepen van haven vak in Raalte

Voor deze bouwsteen is in het SOBEK-model een weerstand van Strickler Ks (Manning) 5 aangehouden voor de gebieden die waar binnen het profiel ruimte is om een NVO te realiseren of waar een oever met een beheeraanpassing ontwikkeld kan worden (zwaaikommen, havens, te optimaliseren oevers en delen breder dan 18 m). De rest van het profiel heeft een weerstandswaarde van Strickler Ks 23 (gelijk aan de referentiesituatie) gekregen.

2.5.2 Resultaat

Het ontwikkelen van natuurvriendelijke oevers binnen het hydraulisch profiel van het Overijssels Kanaal heeft nagenoeg geen effect op het waterpeil (tot 0,5 cm, zie figuur 8). Dit betekent dat het ontwikkelen van natuurvriendelijke oevers in brede delen binnen het profiel niet leidt tot een significante verslechtering van de aanvoersituatie.



Figuur 8 Effect van het aanbrengen van natuurvriendelijke oevers binnen het profiel op het waterpeil in het Overijssels Kanaal