



BEEKONTWIKKELING/EVZ

HYDROLOGISCH ONDERZOEK DEFINITIEF ONTWERP

Opdrachtgever: Waterschap Aa en Maas
Projectnr: I1005001
Datum: 25 november 2019

BEEKONTWIKKELING/EVZ SNELLELOOP, BENEDENLOOP

HYDROLOGISCH ONDERZOEK DEFINITIEF ONTWERP

Opdrachtgever:	Waterschap Aa en Maas
Projectnr:	I1005001
Rapportnr:	1
Status:	Definitief
Datum:	25 november 2019

T 088 - 33 66 333
F 088 - 33 66 099
E info@kragten.nl



© 2018 Kragten
Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Kragten. Het is tevens verboden informatie en kennis verwerkt in dit rapport ter beschikking te stellen aan derden of op andere wijze toe te passen dan waaraan in de overeenkomst toestemming wordt verleend.

Opsteller:
C.Cluitma

Verificatie:
M.v.Gendt

Validatie:
M.v.Gendt



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING.....	9
2	GEBIEDSBESCHRIJVING	11
2.1	De waterloop.....	11
2.2	Omliggende percelen	11
2.3	Bodemsamenstelling	12
2.4	Hoogteverloop	13
3	RANDVOORWAARDEN	15
3.1	Scenario's	15
3.2	Modellering	15
3.2.1	Gehanteerde model.....	15
3.2.2	Afvoeren	15
3.2.3	Weerstanden	17
3.2.4	Stuwstanden	17
3.3	Resultaten en toetsing	17
4	DEFINITIEF ONTWERP	19
4.1	Het Definitief Ontwerp	19
4.2	Modelaanpassingen	20
4.2.1	Dwarsprofielen	20
4.2.2	Stuwen	24
4.2.3	Cascades	25
4.3	Resultaten.....	26
4.3.1	Reguliere zomersituatie	26
4.3.2	Reguliere wintersituatie.....	27
4.3.3	Kleine afvoerpiek	28
4.3.4	Grote afvoerpiek	29
4.3.5	Extreme afvoerpiek	31
4.3.6	Extreme droogte	32
4.3.7	Conclusie.....	32

BIJLAGEN

B1	DEFINITIEF ONTWERP
B2	DO RESULTATEN LENGTEPROFIELEN
B2.1	Reguliere zomersituatie
B2.2	Reguliere wintersituatie
B2.3	Kleine afvoerpiek
B2.4	Grote afvoerpiek
B2.5	Extreme afvoerpiek
B3	DO RESULTATEN 2D INUNDATIE
B3.1	Kleine afvoerpiek
B3.2	Grote afvoerpiek
B3.3	Extreme afvoerpiek

TABELLEN

Geen gegevens voor lijst met afbeeldingen gevonden.

AFBEELDINGEN

Afbeelding 1. Locatie van het projectgebied.	9
Afbeelding 2. Overzicht watergangen en kunstwerken in watergangen.....	11
Afbeelding 3. Het onderzoeksgebied met omliggende percelen, watergangen en stuwen.	12
Afbeelding 4. Bodemsamenstelling van de deklaag ; rechts de bij de uitsnede horende topografisch kaart (bron: maps.bodemdata.nl).	12
Afbeelding 5. Hoogtekaart (AHN3) van onderzoeksgebied en omgeving.	13
Afbeelding 6. (Sub)stroomgebieden gehanteerd voor afvoerbepaling.	16
Afbeelding 7. Ingrepen uit het DO die hydrologische gevolgen hebben.	19
Afbeelding 8. Schets voor te herstellen landweer.	20
Afbeelding 9. Principeprofiel voor de droge nevengeul.	21
Afbeelding 10. Huidig profiel 253001P1930 van de Snelleloop.	21
Afbeelding 11. Principe profiel voor de versmalde Snelleloop.	22
Afbeelding 12. Voor het DO aangepast profiel 253001P1930.	22
Afbeelding 13. Principeprofiel voor aan te leggen beekloop bovenstrooms van vistrap 2.	23
Afbeelding 14. Foto genomen aan de zuidwestzijde van de landweer, met daarop onder andere de greppel die droog blijft (oranje kader) en de greppel die watervoerend wordt (blauw kader).	24
Afbeelding 15. Principeprofiel voor het herstel van de greppel tussen vistrap 2 en vistrap 3.	24
Afbeelding 16. Verval bij stuw 253E in geval zomer-/winterstuwstand bij MA afvoeren.	25
Afbeelding 18. Deeltrajecten voor het behandelen van de resultaten.	26
Afbeelding 19. Waterstanden reguliere zomersituatie , deeltraject 1; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-1
Afbeelding 20. Waterstanden reguliere zomersituatie , deeltraject 2 - midden; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-1
Afbeelding 21. Waterstanden reguliere zomersituatie , deeltraject 2 - vistrap; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-2
Afbeelding 22. Waterstanden reguliere zomersituatie , deeltraject 3; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-2
Afbeelding 23. Waterstanden reguliere zomersituatie , deeltraject 4; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-3
Afbeelding 24. Waterstanden reguliere zomersituatie , deeltraject 5; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-3
Afbeelding 25. Waterstanden reguliere wintersituatie , deeltraject 1; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-4
Afbeelding 26. Waterstanden reguliere wintersituatie , deeltraject 2 - midden; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-4
Afbeelding 27. Waterstanden reguliere wintersituatie , deeltraject 2 - vistrap; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-5
Afbeelding 28. Waterstanden reguliere wintersituatie , deeltraject 3; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-5
Afbeelding 29. Waterstanden reguliere wintersituatie , deeltraject 4; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-6
Afbeelding 30. Waterstanden reguliere wintersituatie , deeltraject 5; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-6
Afbeelding 31. Waterstanden kleine afvoerpiek , deeltraject 1; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-7
Afbeelding 32. Waterstanden kleine afvoerpiek , deeltraject 2 - midden; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-7
Afbeelding 33. Waterstanden kleine afvoerpiek , deeltraject 2 - vistrap; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-8
Afbeelding 34. Waterstanden kleine afvoerpiek , deeltraject 3; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-8

Afbeelding 35. Waterstanden kleine afvoerpiek , deeltraject 3 – droge beekloop; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-9
Afbeelding 36. Waterstanden kleine afvoerpiek , deeltraject 4; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-9
Afbeelding 37. Waterstanden kleine afvoerpiek , deeltraject 5; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-10
Afbeelding 38. Waterstanden grote afvoerpiek , deeltraject 1; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-11
Afbeelding 39. Waterstanden grote afvoerpiek , deeltraject 2 - midden; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-11
Afbeelding 40. Waterstanden grote afvoerpiek , deeltraject 2 - vistrap; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-12
Afbeelding 41. Waterstanden grote afvoerpiek , deeltraject 3; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-12
Afbeelding 42. Waterstanden grote afvoerpiek , deeltraject 3 – droge beekloop; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-13
Afbeelding 43. Waterstanden grote afvoerpiek , deeltraject 4; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-13
Afbeelding 44. Waterstanden grote afvoerpiek , deeltraject 5; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-14
Afbeelding 45. Waterstanden extreme afvoerpiek , deeltraject 1; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-15
Afbeelding 46. Waterstanden extreme afvoerpiek , deeltraject 2 - midden; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-15
Afbeelding 47. Waterstanden extreme afvoerpiek , deeltraject 2 - vistrap; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-16
Afbeelding 48. Waterstanden extreme afvoerpiek , deeltraject 3; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-16
Afbeelding 49. Waterstanden extreme afvoerpiek , deeltraject 3 – droge beekloop; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-17
Afbeelding 50. Waterstanden extreme afvoerpiek , deeltraject 4; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-17
Afbeelding 51. Waterstanden extreme afvoerpiek , deeltraject 5; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.	2-18
Afbeelding 52. Inundatie in geval van kleine afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject I.....	3-1
Afbeelding 53. Inundatie in geval van kleine afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject II.....	3-2
Afbeelding 54. Inundatie in geval van kleine afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject III.....	3-3
Afbeelding 55. Inundatie in geval van kleine afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject IV en V.....	3-4
Afbeelding 56. Inundatie in geval van grote afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject I.....	3-5
Afbeelding 57. Inundatie in geval van grote afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject II.....	3-6
Afbeelding 58. Inundatie in geval van grote afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject III.....	3-7
Afbeelding 59. Inundatie in geval van grote afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject IV & V.	3-8
Afbeelding 60. Inundatie in geval van extreme afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject I.....	3-9
Afbeelding 61. Inundatie in geval van extreme afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject II.....	3-10
Afbeelding 62. Inundatie in geval van extreme afvoerpiek in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject III.....	3-11

Afbeelding 63. Inundatie in geval van **extreme afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO
situatie (onder); deeltraject IV & V.3-12

1 INLEIDING

Waterschap Aa en Maas is van plan een deel van de Snelleloop her in te richten voor beekontwikkeling en dit voor een deel te combineren met de inrichting van een Ecologische Verbindingszone (EVZ). De locatie van het projectgebied is weergegeven in Afbeelding 1. Het betreft een deel van de benedenloop van de Snelleloop, die zuidelijk ligt van Gemert en noordelijk van Helmond. Het gebied ligt in de gemeente Gemert-Bakel en in de gemeente Beek en Donk.



Afbeelding 1. Locatie van het projectgebied.

Het project heeft als doel 3,5 kilometer her in te richten ten behoeve van beekontwikkeling. Van deze 3,5 kilometer wordt circa 625 meter (Grotel-Tereijken) ingericht als EVZ. Daarnaast moeten drie bestaande vispassages worden geoptimaliseerd en een tweetal vismigratieknelpunten opgelost worden.

In dit rapport wordt het hydrologisch onderzoek beschreven dat in het kader van bovenstaande plannen is uitgevoerd. Met dit onderzoek is het voorlopig ontwerp (VO) en het definitief ontwerp (DO) aangescherpt en is getoetst of VO en DO voldoen aan de diverse hydrologische eisen. In dit rapport wordt de toetsing en analyse van het eindproduct, zijnde het DO, uitgewerkt.

In Hoofdstuk 2 wordt een korte gebiedsbeschrijving gegeven. In Hoofdstuk 3 komen de randvoorwaarden aanbod. Vervolgens wordt in Hoofdstuk 4 het DO beschreven vanuit hydrologisch perspectief.

2 GEBIEDSBESCHRIJVING

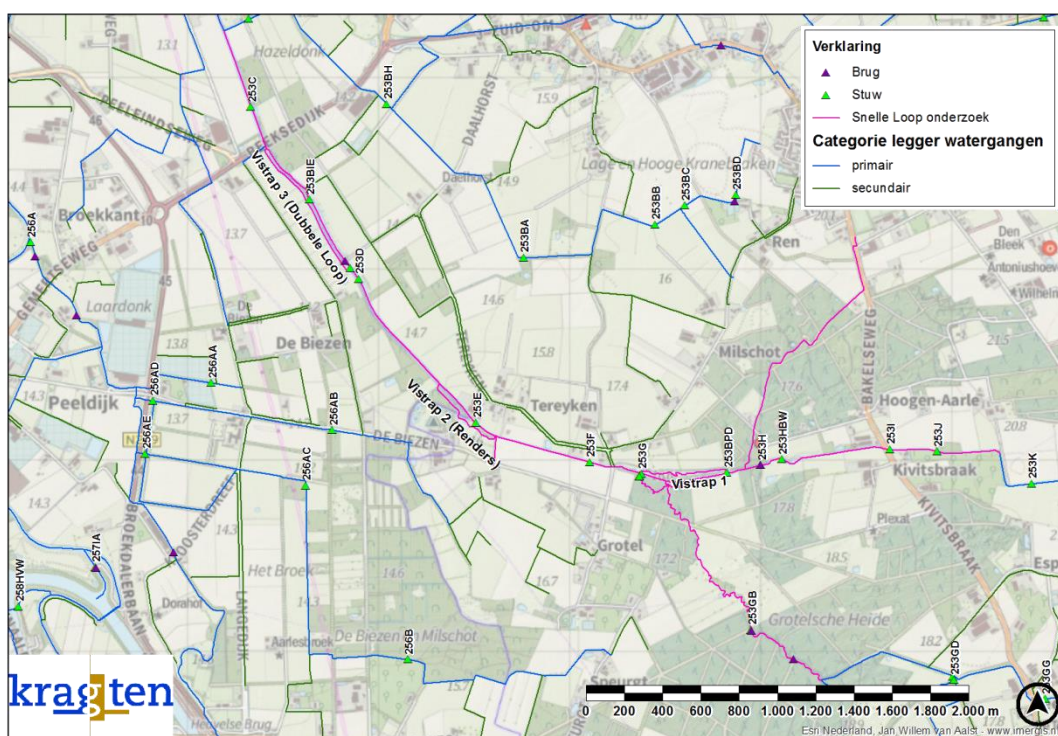
In dit hoofdstuk wordt een korte beschrijving gegeven van het projectgebied.

2.1 De waterloop

In Afbeelding 2 is de Snelleloop weergegeven. In onderzoeksgebied stromen twee watergangen uit op de Snelleloop, namelijk de Esperloop vanuit het zuiden en de Bronloop vanuit het noorden. Vanuit de Snelleloop oostelijk stroomt het meeste water het projectgebied in. De Esperloop draagt ook nog significant bij aan de afvoer in de Snelleloop. Vanuit de Bronloop stroomt relatief gezien weinig water. In het onderzoeksgebied liggen een drietal vistrappen:

- Vistrap 1/Traject 1: Grotel, gelegen ter hoogte van de instroom van de Esperloop;
- Vistrap 2/Traject 3: Walgraaf, gelegen nabij Camping De Biezen;
- Vistrap 3/Traject 3: Walgraaf, Dubbele Loop bovenstrooms gelegen van de Beeksedijk.

Vistrappen 2 en 3 functioneren momenteel niet goed. Er stroomt relatief veel water door en de stroomsnelheden zijn te hoog¹ voor vissen om omhoog te kunnen zwemmen.



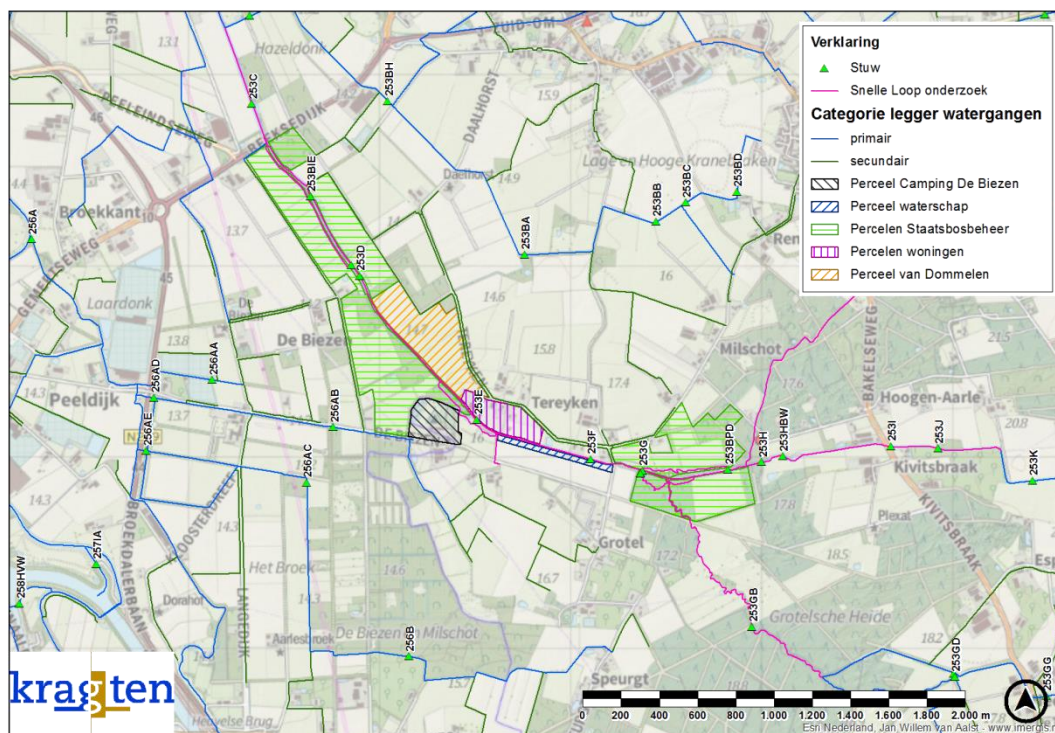
Afbeelding 2. Overzicht watergangen en kunstwerken in watergangen.

2.2 Omliggende percelen

In Afbeelding 3 zijn onder andere de diverse percelen weergegeven die langs de waterloop liggen. Bovenstrooms en benedenstrooms in het projectgebied liggen percelen van Staatsbosbeheer. Daartussenin ligt aan de zuidzijde van de Snelleloop een perceel dat aangekocht is door het waterschap. Daar westelijk van, bij vistrap 2, ligt het perceel van

¹ Snelheidsmetingen zijn verricht in 2017, zie ook 'MEMO Snelleloop (versie 2 RW 18_4_2017)', Waterschap Aa en Maas, 2017.

Camping De Biezen. Aan de noordzijde ligt bij Tereyken een perceel met bebouwing. Westelijk van het perceel met bebouwing ligt een agrarisch perceel.



Afbeelding 3. Het onderzoeksgebied met omliggende percelen, watergangen en stuwen.

2.3 Bodemsamenstelling

In Afbeelding 4 is een kaartje te zien met daarop de bodemsamenstelling van de deklaag (bron: maps.bodemdata.nl).



Afbeelding 4. Bodemsamenstelling van de deklaag ; rechts de bij de uitsnede horende topografisch kaart (bron: maps.bodemdata.nl).

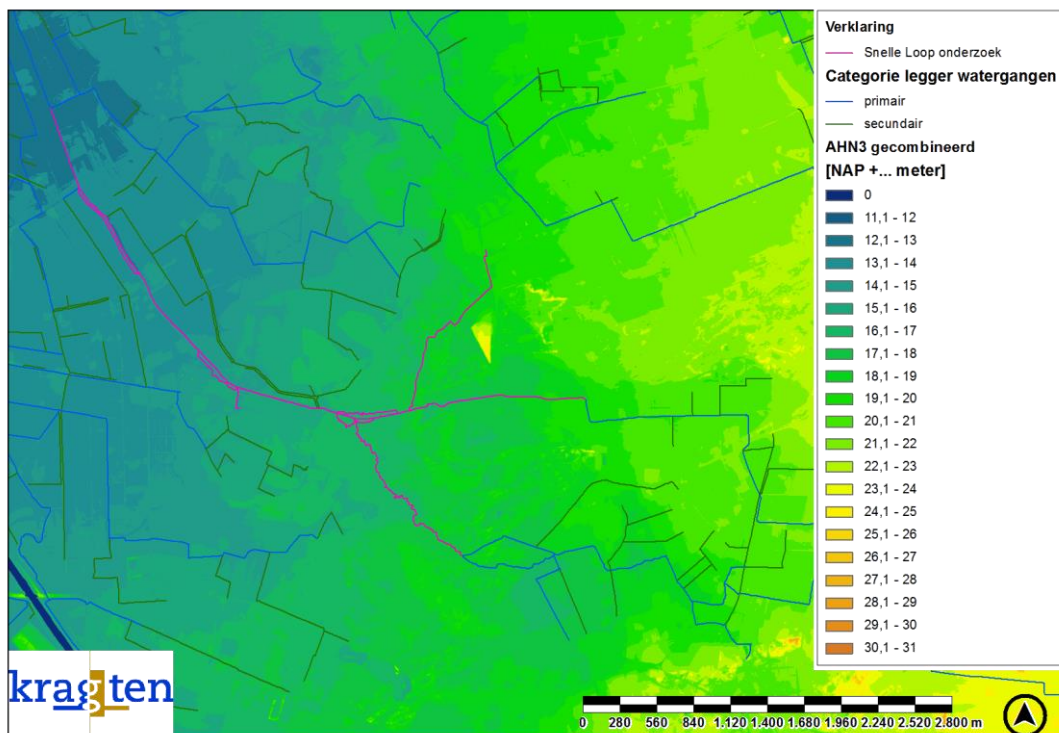
De deklaag bestaat met name uit:

- pZn21: Gooreerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand;
- zEZ21: Hoge zwarte enkeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand;
- pZg21: Beekeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand.

Op basis van boringen uit DINOLOket is geconcludeerd dat onder de deklaag ook sprake is van een (fijn) zandig bodemopbouw. Uit deze boringen komt ook naar voren dat er stoorlagen van leem in het gebied aanwezig zijn.

2.4 Hoogteverloop

In Afbeelding 5 is de hoogtekaart weergegeven van het projectgebied op basis van AHN3. Oostelijk van het projectgebied ligt het maaiveld op circa 20 meter boven NAP. Benedenstrooms is dit circa 12 meter boven NAP.



Afbeelding 5. Hoogtekaart (AHN3) van onderzoeksgebied en omgeving.

3 RANDVOORWAARDEN

In dit hoofdstuk worden de randvoorwaarden beschreven die gelden voor het hydrologisch onderzoek. De randvoorwaarden worden opgedeeld in door te rekenen scenario's (1); hoe om te gaan met de modellering (2) en de resultaten en toetsing (3).

3.1 Scenario's

Voor het onderzoek worden vijf situaties onderzocht middels een modelstudie. Dit zijn de volgende situaties:

- Een reguliere zomersituatie;
- Een reguliere wintersituatie;
- Een kleine afvoerpiek;
- Een grote afvoerpiek;
- Een extreme afvoerpiek.

In het licht van de droogte van het jaar 2018 zal ook een extreem droge situatie nader beschouwd worden. De nadere beschouwing van deze situatie zal gedaan worden op basis van expert judgement. Hierbij zal op basis van historische grondwatermetingen en de verschillende relevante hoogten in de watergangen (bodemhoogte, stuwhoogten) een inschatting gemaakt worden van de effecten van een extreem droge situatie.

3.2 Modellering

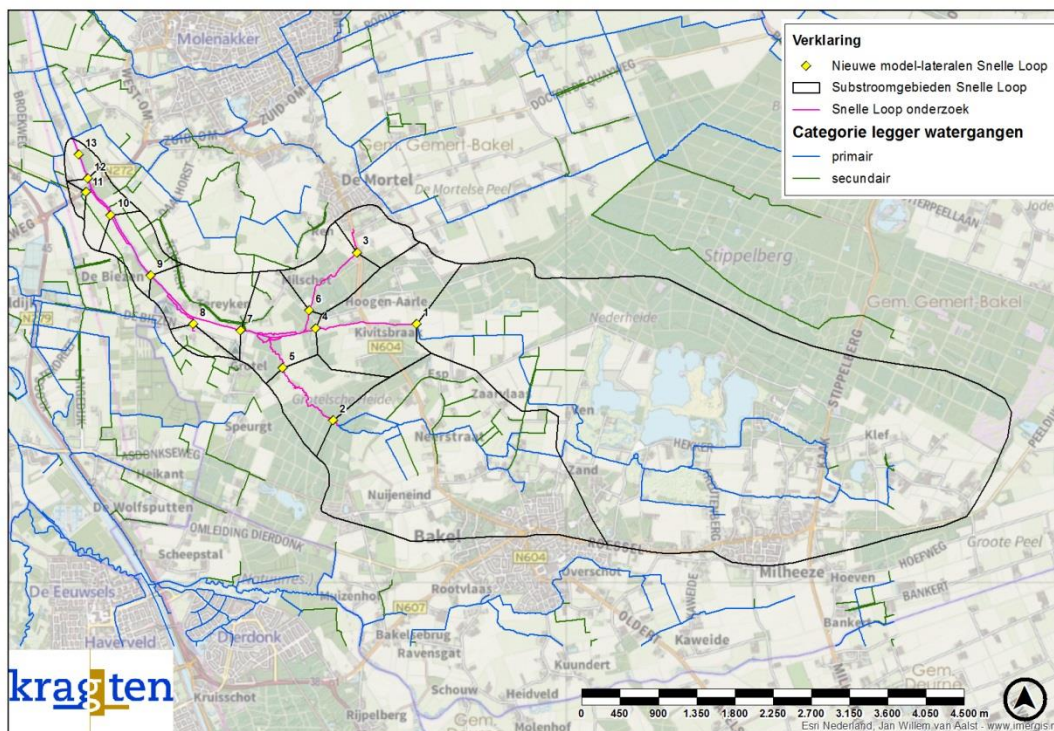
3.2.1 Gehanteerde model

De basis voor de modellering vormt het 'NBWW_253.lit' model van het waterschap. Dit model is opgesteld in 2018 voor de nieuwe NBW toetsing. De vistrappen in dit model zijn vervangen met de vistrappen uit het 'MOTHERMO.lit' model van het waterschap. De vistrappen uit het 'MOTHERMO.lit' model zijn namelijk bijgewerkt op basis van de meest recente inmetingen en aanpassingen.

In het model wordt gerekend met de 1D rural module en de 2D overland flow module. Dit betekent dat alle afvoeren die doorgerekend worden 1D2D berekeningen zijn.

3.2.2 Afvoeren

Van de Snelleloop zijn bij aanvang van het project geen afvoer- of waterstandsmetingen bekend. De afvoeren zijn daarom bepaald op basis van de afvoercoëfficiëntenkaart uit 2016 van het waterschap. Met behulp van deze kaart is een inschatting gemaakt van de maatgevende afvoer (een afvoer die eens in het jaar voorkomt). Voor de afvoerbepaling zijn op basis van de leggerwatergangen (A- en B-watergangen) en de hoogtekaart (AHN3) de contouren bepaald van het stroomgebied en zijn substroomgebieden. De contouren zijn weergegeven in Afbeelding 6.



Afbeelding 6. (Sub)stroomgebieden gehanteerd voor afvoerbepaling.

Vervolgens is gekeken welke afvoercoëfficiënt in liter per seconde per hectare (oppervlakte) gemiddeld in ieder substroomgebied voorkomt. Dit gemiddelde is vervolgens vermenigvuldigd met het oppervlak van het substroomgebied.

Voor de verschillende scenario's worden de volgende afvoeren gehanteerd:

- Extreme piek (stationair): gelijk aan karakteristieken juni 2016, wintersituatie maal tien (4,1 m³/s).
- Grote piek (dynamisch): gelijk aan de '20190218GHG70' situatie uit het 'NBWW_253.lit' model (piekt op circa 3,5 m³/s);
- Kleine piek (stationair): gelijk aan de afvoer bepaald met de afvoercoëfficiëntenkaart (1,37 m³/s);
- Wintersituatie (stationair): 30% van de afvoer van de kleine piek (0,41 m³/s);
- Zomersituatie (stationair): 10% van de afvoer van de kleine piek (0,14 m³/s).

De afleidingspercentages voor zomer- en winterafvoeren zijn ingeschat op basis van ervaringscijfers, het gebiedsdekkend model van het waterschap en de streefwaarden voor de overstortende straal bij de verschillende stuwen, deze laatste in combinatie met een overstortformule. De extreme piek is gebaseerd op de situatie die in juni 2016 is voorgekomen. De grondwaterstanden zijn destijds door langdurige neerslag gestegen naar wintergrondwaterstanden. Daarboven is destijds vervolgens een neerslag piek gekomen. Op basis van een aantal afvoergrafieken van destijds is afgeleid dat de afvoerpiek destijds op een aantal locaties circa tien maal groter was dan de basisafvoer. Dit gecombineerd met de hoge grondwaterstanden wordt aangenomen voor de extreme piek dat deze ongeveer gelijk is aan de wintersituatie maal tien. Deze afvoer wordt doorgerekend als stationaire afvoer, omdat de extreme piek wordt gebruikt als stresstest van het systeem.

De gehanteerde waarden zijn aannamen. Van de Snelleloop zijn geen afvoer- of waterstandsmetingen beschikbaar bij aanvang van het project. Daarom is de afvoercoëfficiëntenkaart gehanteerd om inzicht te krijgen in de afvoeren. Daarnaast heeft afstemming plaats gevonden met de gebiedsbeheerder en zijn de stuwgrafieken gehanteerd om een beeld te vormen van de verschillende afvoeren door de Snelleloop.

3.2.3 Weerstanden

Er wordt voor de zomer en voor de winter een apart ruwheid gehanteerd. Voor de zomer is deze gelijk aan een strickler waarde van $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Voor de winter is deze gelijk aan $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Deze weerstanden zijn mede gebaseerd op het geldende en verwachte beheerregime. Voor de kleine piek en de grote piek worden winterweerstanden gehanteerd. Voor de extreme piek worden de zomerweerstanden gehanteerd.

3.2.4 Stuwstanden

Voor stuwstanden is gekeken naar de stuwgrafieken aangeleverd door het waterschap. In deze stuwgrafieken en de bijbehorende commentaren van gebiedsbeheerders, is af te lezen dat het stuwbeheer meer op omstandigheden dan specifiek op seizoen is afgesteld (beheermarge ten opzichte van het streefpeil). Overwegend wordt de bovenkant van de beheermarge aangehouden in het gebied. De stuwstanden zijn vergeleken met de stuwstanden uit het recent opgestelde 'NBWW_253.lit' model. Hierin bleken geen sterke afwijken in te zitten. Vanwege de beperkte afwijken en om aan te sluiten op het NBWW_253.lit model, zijn de stuwstanden uit dit model aangehouden. Deze zijn per stuw als volgt:

- S253C: NAP +12,74 meter;
- S253CA: NAP +13,46 meter;
- S253D: NAP +12,78 meter (gelijk aan drempel stuw);
- S253E: NAP +14,56 meter;
- S253F: NAP +15,18 meter;
- S253G: NAP +15,89 meter;
- S253BPD: NAP +16,19 meter;
- S253H: NAP +15,94 meter;
- S253HBW: NAP +16,51 meter;
- S253I: NAP +17,53 meter;
- S253J: NAP +18,43 meter.

Gezien het feit dat geen helder onderscheid wordt gemaakt in de praktijk tussen zomer- en winterstuwstand, wordt de bovenstaande stuwstanden voor alle scenario's gehanteerd.

3.3 Resultaten en toetsing

De volgende resultaten worden uitgewerkt en getoetst.

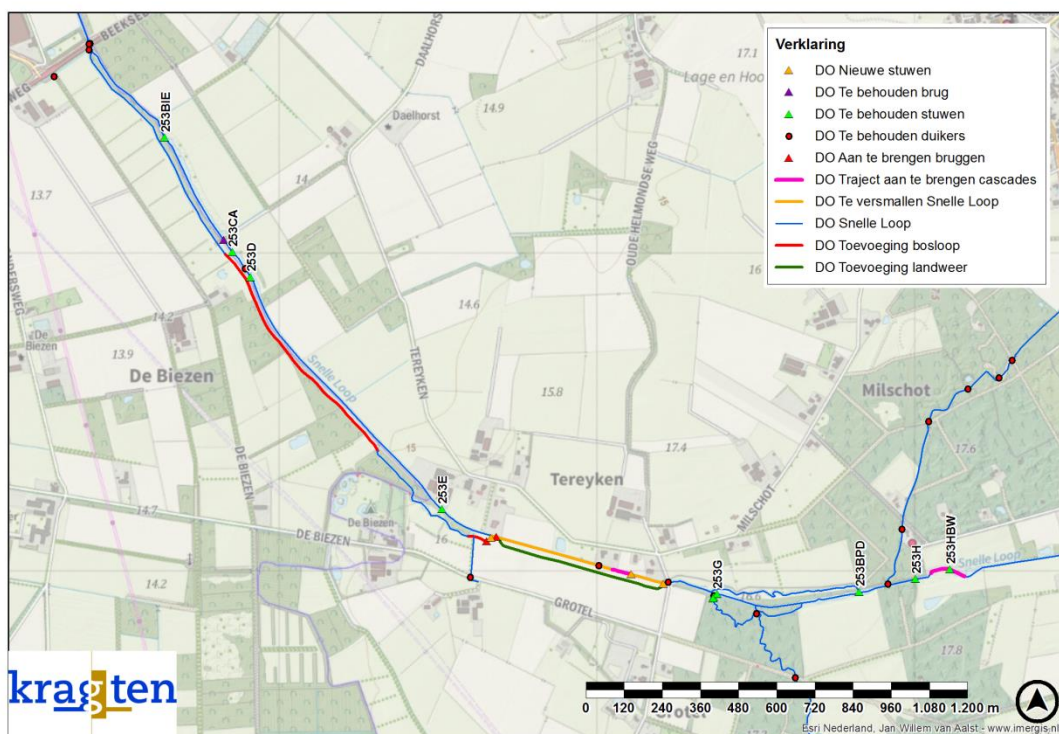
- Vergelijking van peilen voor de huidige situatie en de toekomstige situatie. Gezien het gebrek aan afvoer- en waterstandsmetingen wordt hier vooral gekeken naar verschillen in waterstanden en niet naar absolute waterstanden (in NAP +... meter). Middels deze vergelijking zal de modelfout in bepaalde mate wegvallen.
- Inundatiekaarten voor de huidige situatie en de toekomstige situatie, bij de kleine piek en de grote piek.
- Inschatting gemaakt voor de gevolgen op de drooglegging als gevolg van de toekomstige situatie op basis van de relatieve verschillen (toekomstige situatie minus huidige situatie).
- Inschatting van de mate van vernatting en verdroging als gevolg van de toekomstige situatie.
- Inschatting van de effecten op de afwatering van de aanwezige (regelbare) drainage.
- Inschatting van de effecten op de afwatering en peilen van de watergangen die afwateren op de Snelloop, zoals de Lossing vanuit De Mortel, Esperloop en watergang vanaf de camping.
- Inschatting van de effecten van de maatregelen op de grondwaterstanden op basis van expert judgement.

4 DEFINITIEF ONTWERP

In dit hoofdstuk wordt het hydrologisch onderzoek naar het definitief ontwerp behandeld. Eerst zal kort het Definitief Ontwerp (DO) aanbod komen.

4.1 Het Definitief Ontwerp

In Bijlage B1 is het DO in zijn geheel terug te vinden. Op deze tekening zijn alle ingrepen terug te vinden. Hieronder wordt uitsluitend de onderdelen van het DO besproken die vanuit de hydrologische randvoorwaarden relevant zijn. Deze zijn weergegeven in Afbeelding 7.

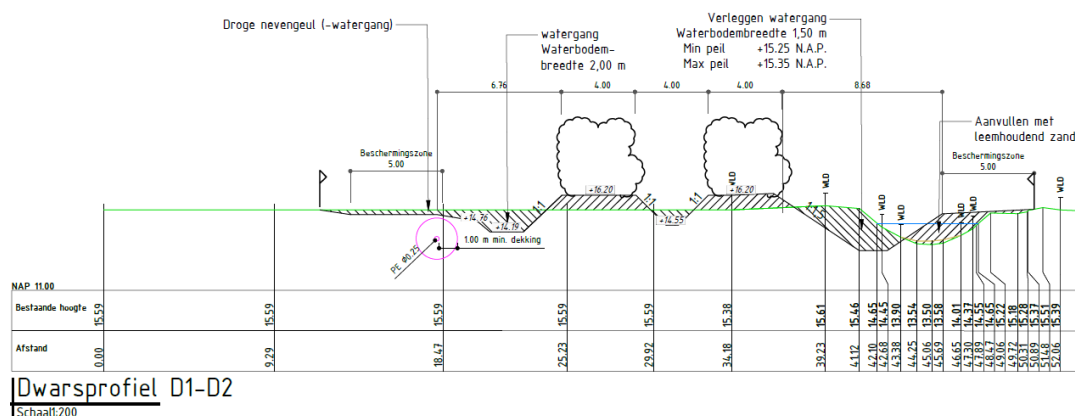


Afbeelding 7. Ingrepen uit het DO die hydrologische gevolgen hebben.

Een belangrijke ingreep is dat de vistrappen 2 en 3 met elkaar verbonden gaan worden middels de bestaande greppel die onderdeel uitmaakt van het historische landweer systeem. De benedenstroomse verbinding van vistrap 2 met de Snelleloop wordt verbroken, hetzelfde geldt voor de bovenstroomse verbinding van vistrap 3 met de Snelleloop. Dit heeft als gevolg dat er een kwantitatieve loop (huidig traject Snelleloop) en een kwalitatieve loop (de zogenaamde Bosloop) ontstaat. De Bosloop wordt in bovenstroomse richting doorgetrokken, over de persleiding van het waterschap. Vervolgens wordt deze aangesloten op de Snelleloop. Aan de zuidoostzijde van de landweer lagen vanuit cultuurhistorisch oogpunt twee greppels langs elkaar. Er wordt echter bewust gekozen om maar één van deze twee greppels te herstellen. Dit heeft te maken met de beschikbare ruimte (en behoud cultuurhistorie), de beheerbaarheid van de Bosloop en het beperken van het risico op waterverlies.

Op het perceel aan de zuidzijde van de Snelleloop dat aangekocht is door het waterschap (ter hoogte van Tereyken, zie ook Afbeelding 7), word de historische landweer hersteld / terug gebracht. Een dwarsdoorsnede hiervan is weergegeven in Afbeelding 8. In dit kader wordt ter hoogte van dit traject een extra watervoerende greppel en een niet watervoerende greppel toegevoegd. In Afbeelding 7 wordt alleen de watervoerende greppel weergegeven ('DO Toevoeging landweer'). De Snelleloop wordt vanaf de instroom van de watervoerende greppel

van de landweer tot aan de instroom van de Bosloop met circa 2 meter versmald. Hierdoor ontstaat aan de noordzijde ruimte voor de aanleg van een onderhoudspad. In de instroom van de watervoerende droge nevengeul wordt een vaste drempel aangebracht die ervoor zorgt dat bij de zomer- en winterafvoer de waterstand zo min mogelijk beïnvloed wordt.



Afbeelding 8. Schets voor te herstellen landweer.

In het te versmallen deel van de Snelleloop zal de huidige stuw 253F vervangen worden met een cascade en regelbare constructie. De regelbare constructie is voorzien op de locatie van stuw 253F en is bedoeld voor waterconservering in periodes van droogte. De cascade zorgt lokaal voor stromingsversnellingen, daarnaast wordt deze zo ingeregeld dat bovenstrooms van de cascade het water op ongeveer de zelfde hoogte gestuwd wordt als in de huidige situatie.

Stuw 253H wordt hersteld ten behoeve van waterconservering door het terug aanbrengen van een klep. De betonnen constructie van de stuw is nog aanwezig, maar de schotbalkstuw is reeds jaren terug verwijderd. De gestreken stuwklep wordt verzonken in de bodem aangelegd, zodat de stuw geen obstakel vormt voor de geomorfologie in de beek en migratie voor vis en macrofauna niet wordt belemmerd. Ter plaatse van de stuwende constructie 253HBW wordt de cascade en voorde hersteld. Op het rechte gedeelte van de Snelleloop door het bos (tussen stuw 253H en de drempel 253BPD) worden houtconstructies aangebracht die onder andere zorgen voor dynamiek en variatie in stroming. De optredende stroomsnelheidsverschillen zijn gunstig voor de aquatische ecologie (dynamiek om variatie in substraat te krijgen, zoals zand, slib plaatselijk en blad/organisch materiaal). De houten constructies bestaan uit boomstammen met stobben die in visgraatverband in de beek worden aangelegd.

Stuw 253CA wordt vanwege een parallel lopend GGOR traject verbreed naar 4 meter (buiten projectscope beekontwikkeling/EVZ Snelleloop).

Ter hoogte van de nieuwe instroom van de Bosloop komen zowel in de instroom als net bovenstrooms van de instroom in de Snelleloop een brug voor wandelaars.

4.2 Modelaanpassingen

Hieronder worden de modeltechnische aanpassingen besproken.

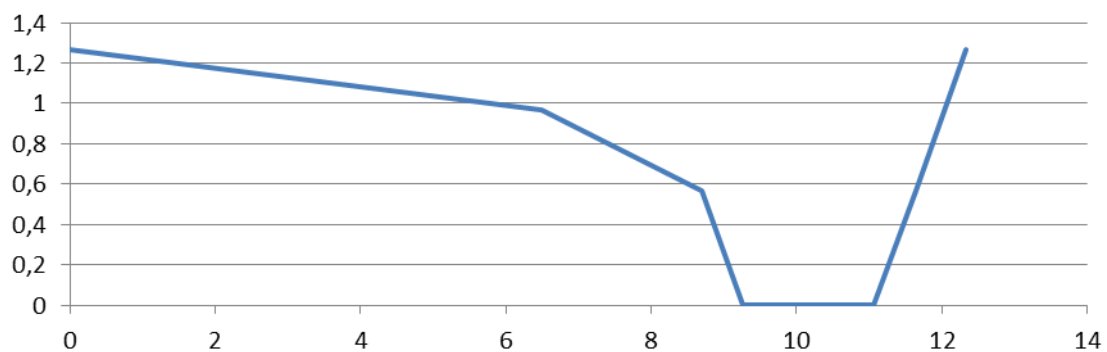
4.2.1 Dwarsprofielen

Droge nevengeul

De nevengeul van de aan te leggen landweer wordt effectief een twee fase profiel. Enerzijds wordt een dieper aangelegd bakje in de vorm van een typische landweer greppel aangelegd (zomerbed). Anderzijds wordt op ondieper niveau aan de zuidzijde over een bredere lengte een

verlaging aangebracht (winterbed). Deze verlaging zorgt ervoor dat tijdens piekafvoeren meer water via de droge nevengeul (landweergracht) afgevoerd kan worden. Bij de vorm van deze verlaging is rekening gehouden met de aanwezige persleiding. In Afbeelding 9 is het principe profiel weergegeven. In het ontwerp zijn twee profielen weergegeven. Voor de berekeningen is echter alleen gebruik gemaakt van het smalste profiel. Dit is dus een conservatieve aanname. Dit smalste profiel heeft de volgende kenmerken:

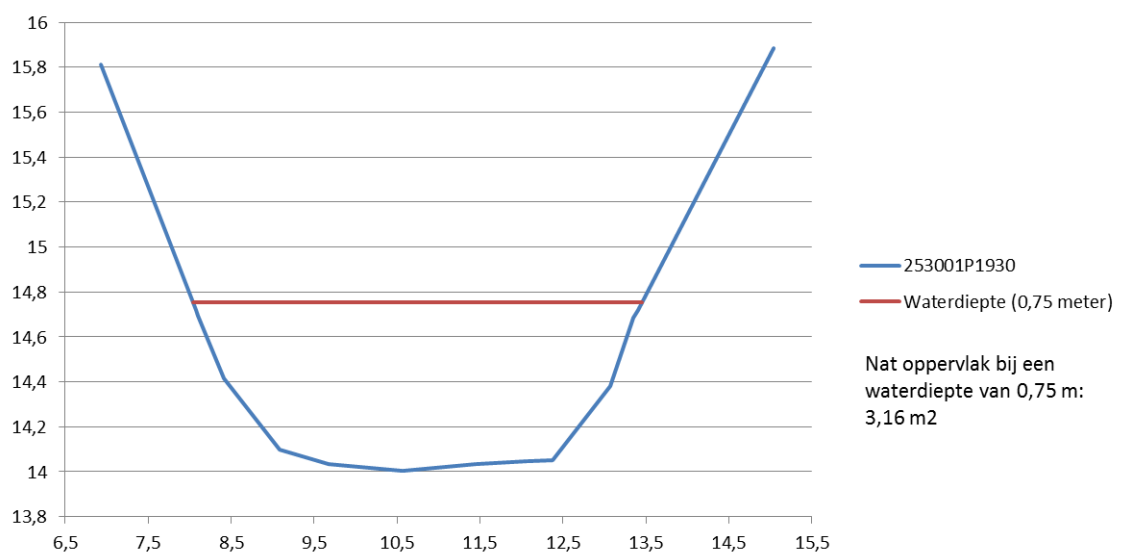
- Diepte zomerbed: 0,57 meter (inclusief winterbed: 1,27 meter);
- Bodembreedte zomerbed: 1,8 meter;
- Talud zomerbed links: 1:1;
- Talud zomerbed rechts: 1:1;
- Talud winterbed, direct links van zomerbed: 1:5,5;
 - Breedte: 2,2 meter.
- Talud winterbed, meest linkse deel: circa 1:22;
 - Breedte: 6,5 meter.



Afbeelding 9. Principeprofiel voor de droge nevengeul.

Snelleloop ter hoogte van landweer

Ter hoogte van de landweer wordt de Snelleloop versmald, zie Afbeelding 8. Idee hierachter is dat aan de noordoostzijde dusdanig extra ruimte wordt gemaakt dat aan die zijde een onderhoudspad aangelegd kan worden. Uitgangspunt is dat de het dwarsprofiel van insteek tot insteek met circa twee meter wordt versmald. Als voorbeeld hiervan wordt het huidige dwarsprofiel 253001P1930 getoond, zie Afbeelding 10. Dit profiel heeft een relatief brede bodem en steile taluds.

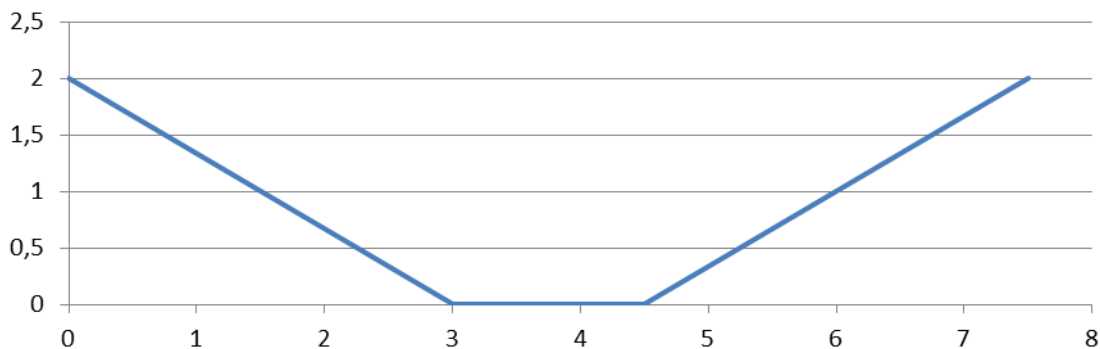


Afbeelding 10. Huidig profiel 253001P1930 van de Snelleloop.

Het versmalde profiel krijgt op basis van de eisen van Waterschap Aa en Maas aan weerszijde een 1:1,5 talud. Dit mede in verband met de belasting die zal ontstaan aan die zijde als gevolg van over het onderhoudspad rijdend onderhoudsmaterieel en mogelijke uitzakking. Om dit mogelijk te maken moet de huidige bodem versmald worden. Het profiel heeft hierdoor de volgende kenmerken:

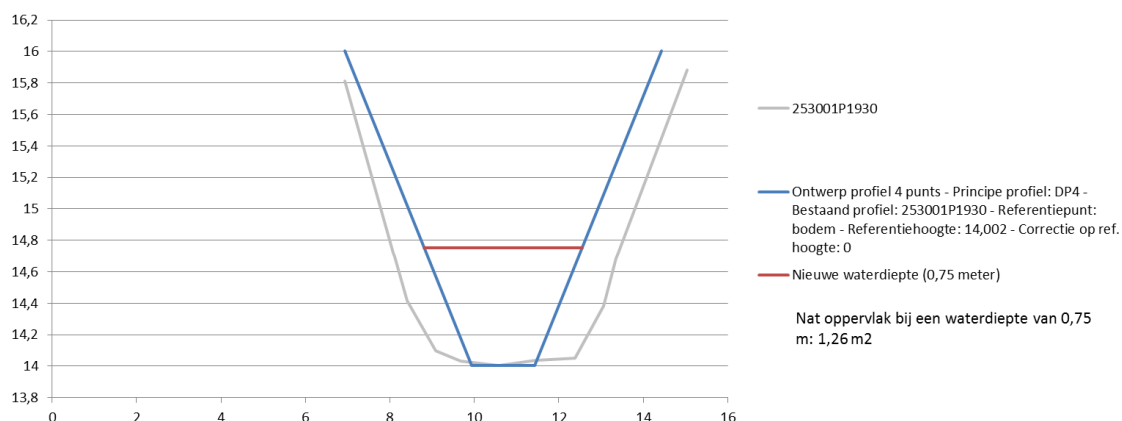
- Diepte: 2 meter;
- Bodembreedte: 1,5 meter;
- Talud links: 1:1,5;
- Talud rechts: 1:1,5.

Het principeprofiel is weergegeven in Afbeelding 11.



Afbeelding 11. Principe profiel voor de versmalde Snelleloop.

In Afbeelding 12 is een vertaling gegeven van het principeprofiel op basis van het huidig profiel 253001P1930. Hierin is te zien dat het nat oppervlak bij gelijke waterdiepte beduidend smaller wordt. Bij een waterdiepte van 0,75 meter is in de huidige situatie sprake van een natoppervlak van circa 3,2 m² en in de toekomstige een natoppervlak van 1,26 m². De Snelleloop zal ter hoogte van de landweer dus een beperktere doorvoerende capaciteit krijgen. Let op, deze waterdiepte betreft een aanname en geen berekende waterstand (deze waarde dient als indicatie voor het nat oppervlak). Zoals de resultaten laten zien, zal de droge nevengeul met tweefase profielen deze afname in capaciteit echter compenseren.



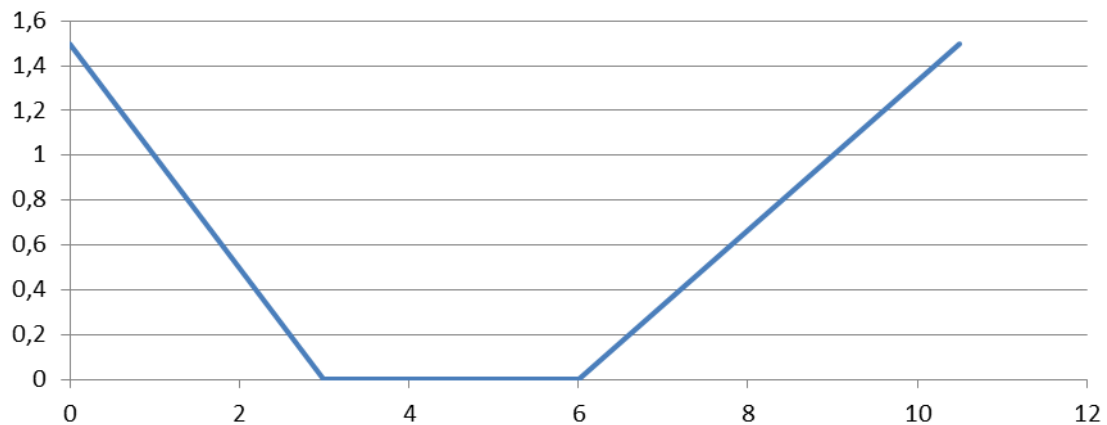
Afbeelding 12. Voor het DO aangepast profiel 253001P1930.

Bovenstroomse uitbreiding Bosloop

Voor het traject bovenstrooms van vistrap 2 is het principeprofiel weergegeven in Afbeelding 13 gehanteerd. Deze sluit qua bodemhoogten aan op vistrap 2. Het profiel heeft de volgende kenmerken:

- Diepte: 1,5 meter;
- Bodembreedte: 3 meter;
- Talud links: 1:2;

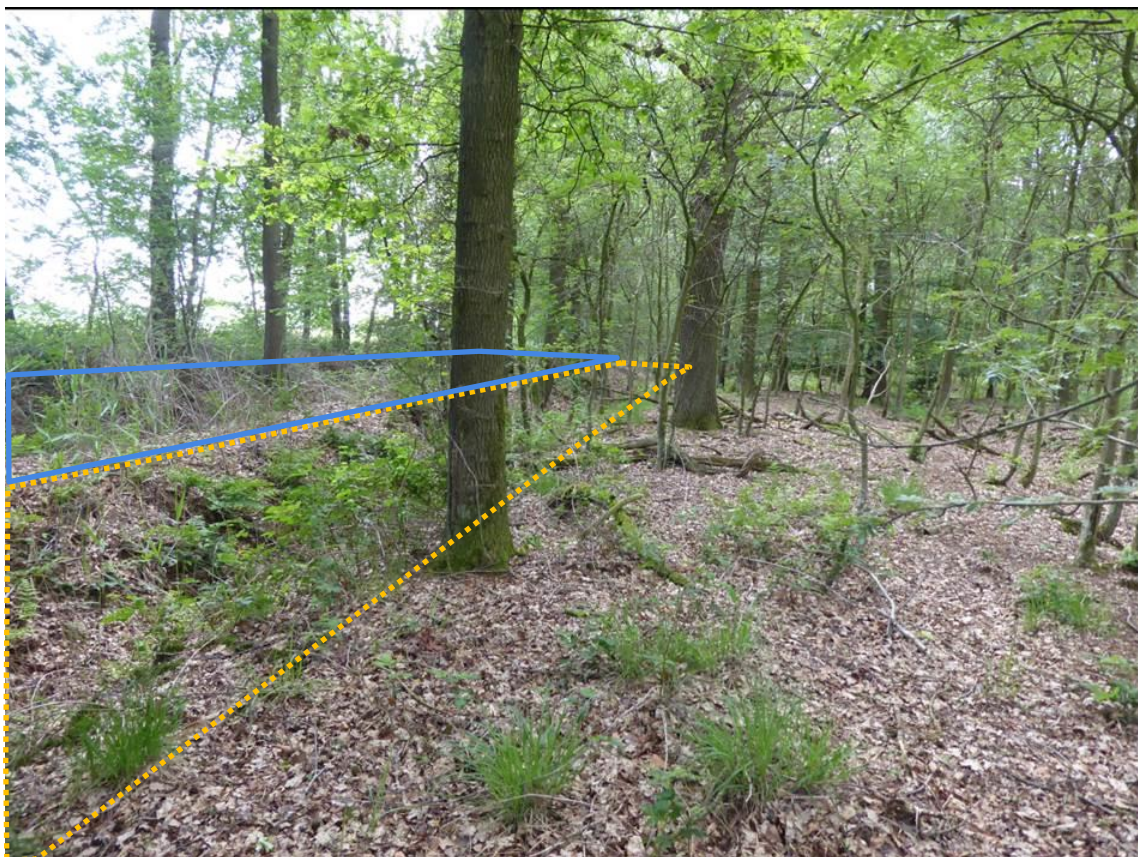
- Talud rechts: 1:3.



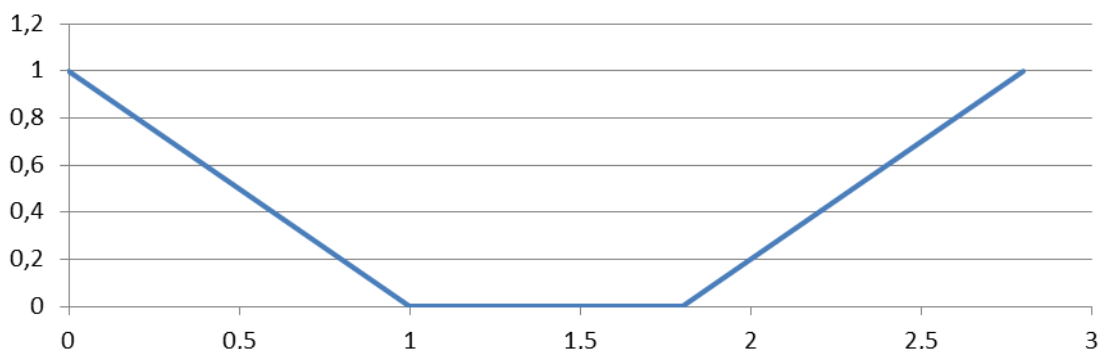
Afbeelding 13. Principeprofiel voor aan te leggen beekloop bovenstrooms van vistrap 2.

Verbindingsgreppel landweer tussen vistrappen 2 en 3

Tussen vistrap 2 en 3 wordt gebruikt gemaakt van de historische greppel (Bosloop) die in de huidige situatie aan de zuidwestzijde van de landweer aanwezig is. Dit is een van de greppels die onderdeel is van het historische landweer systeem. In Afbeelding 14 is een foto weergegeven waarop twee van deze greppels zijn terug te zien. In het kader van het DO zijn metingen verricht aan de greppel. Hieruit blijkt dat de greppel in het midden traject voldoet aan de vorm 1:1 taluds aan weerszijde en een bodembreedte van circa 0,8 meter. In het bovenstroomse en benedenstroomse deel van de greppel zijn zandruigen aanwezig. In het kader van het DO wordt de greppel op deze locaties hersteld zodat het profiel weer meer overeenkomt met het middelste gedeelte van het traject (de oorspronkelijke vorm). De profielen in SOBEK zijn verwerkt op basis van de inmetingen. Voor het herstel van het boven- en benedenstroomse traject (niet het middentraject) is uitgegaan van het principe profiel weergegeven in Afbeelding 15.



Afbeelding 14. Foto genomen aan de zuidwestzijde van de landweer, met daarop onder andere de greppel die droog blijft (oranje kader) en de greppel die watervoerend wordt (blauw kader).



Afbeelding 15. Principeprofiel voor het herstel van de greppel tussen vistrap 2 en vistrap 3.

4.2.2 Stuwen

Stuw 253H

Stuw 253H wordt hersteld ten behoeve van waterconservering door het terug aanbrengen van een klep. De betonnen constructie van de stuw is nog aanwezig, maar de schotbalkstuw is jaren terug verwijderd. De gestreken stuwklep wordt verzonken in de bodem aangelegd, zodat de stuw geen obstakel vormt voor de geomorfologie in de beek en migratie voor vis en macrofauna niet wordt belemmerd.

Stuw in droge nevengeul

In de droge nevengeul is bij de instroom een drempel voorzien op NAP +15,5 meter. Deze voorkomt dat te veel water door de droge nevengeul gaat stromen.

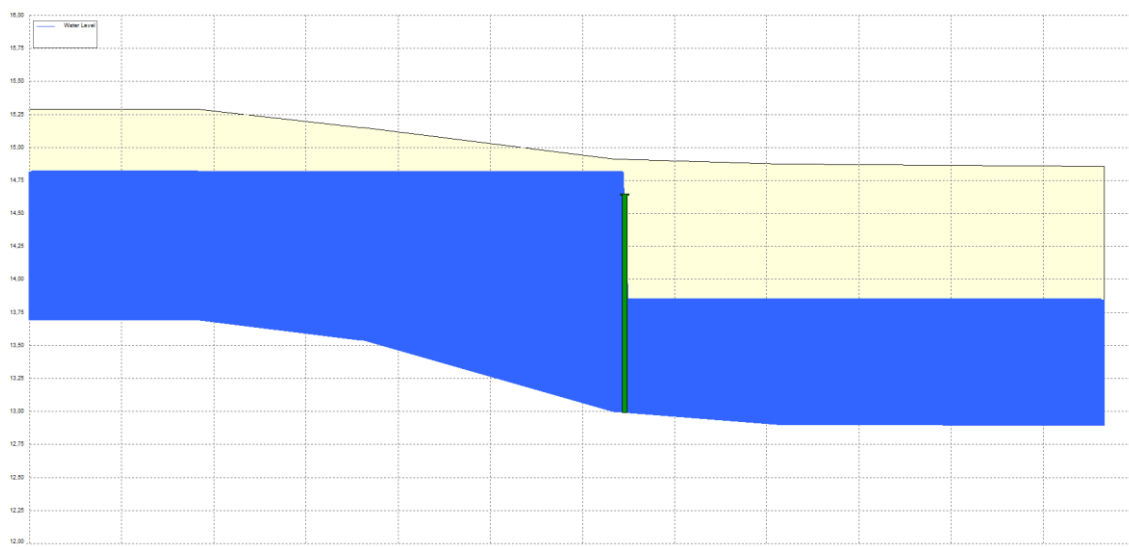
Stuw 253F

Stuw 253F wordt verwijderd en vervangen door een cascade en een gestreken constructie voor waterconservering. Deze gestreken constructie voor waterconservering is met een stuw rekenknoop gemodelleerd met een bovenzijde van 10 centimeter boven de bodem.

Stuw 253E

Stuw 253E wordt vervangen door een geautomatiseerde/regelbare stuw. Deze stuw heeft als doelstelling om water dusdanig op te stuwen dat bij zomer- en winterafvoeren het water van de Snelleloop primair door de Bosloop stroomt. Waterafvoer door de Bosloop moet beperkt worden bij piekafvoeren. Daarom is automatisering van de stuw van belang om deze te strijken ten tijde van piekafvoeren. Het strijken van deze stuw sorteert meer effect dan het plaatsen van een regelwerk aan de bovenstroomse zijde in de Bosloop. Dit heeft twee redenen. Enerzijds loopt de dominante stromingsrichting door de Snelleloop. Anderzijds is er sprake van een relatief sterk verval over stuw 253E. Dit sterke verval biedt de mogelijkheid om relatief eenvoudig meer water door de Snelleloop dan door de Bosloop te laten stromen. In Afbeelding 16 is het verval te zien in het geval van de opgetrokken stuw 253E. Voor de piekafvoeren (kleine piekafvoer, grote piekafvoer en extreme piekafvoer) wordt aangenomen dat de nieuwe stuw circa 90 centimeter gezakt kan laten worden.

Om de Snelleloop tussen stuw 253E en stuw 253CA te voorzien van enige doorspoeling en watertoevoer gedurende de reguliere zomer- en winterafvoer, wordt een kleine doorlaat gerealiseerd in stuw 253E. Deze zal dan circa 10 liter per seconde doorlaten (zie ook paragraaf 4.3.1).



Afbeelding 16. Verval bij stuw 253E in geval zomer-/winterstuwstand bij MA afvoeren.

Stuw 253 CA

Stuw 253 CA is in het kader van de GGOR met 4 meter verbreed.

4.2.3 Cascades

Er zijn in op twee trajecten cascades voorzien. Deze zijn gemodelleerd middels een reeks stuwen die verdeeld zijn over het traject. Insteek is dat als gevolg van het verwijderen van de stuwen de waterstanden niet verandert.

Net benedenstrooms van stuw 253F worden een cascade aangebracht. Hier wordt zowel de stuw verwijderd, als de duiker die direct benedenstrooms van de stuw ligt. Direct bovenstrooms in de cascade komt een regelbare constructie voor waterconservering in periodes van droogte.

Modeltechnisch wordt stuw 253HBW verwijderd en vervangen met drie nieuwe die de herstelde cascade/voorde representeren. Daarnaast worden benedenstrooms van stuw 253HBW, aansluitend op de cascade, enkele houtconstructies aangebracht in de Snelleloop om meer dynamiek te krijgen. Deze mogen niet tot te veel opstuwing leiden. De houtconstructies zijn bewust niet mee genomen. In het veld zullen deze houtconstructies gemonitord worden om het effect vast te stellen en kunnen ze dusdanig ingesteld worden dat het effect minimaal is. De houtconstructies komen benedenstrooms van de nieuwe / te herstellen cascade rondom stuw 253HBW te liggen. Bij deze cascade zal sprake zijn van een verval in waterstanden. Mochten de houtconstructies toch (tijdelijk) enig opstuwend effect hebben, dan zal deze uitgewerkt zijn bij de cascade.

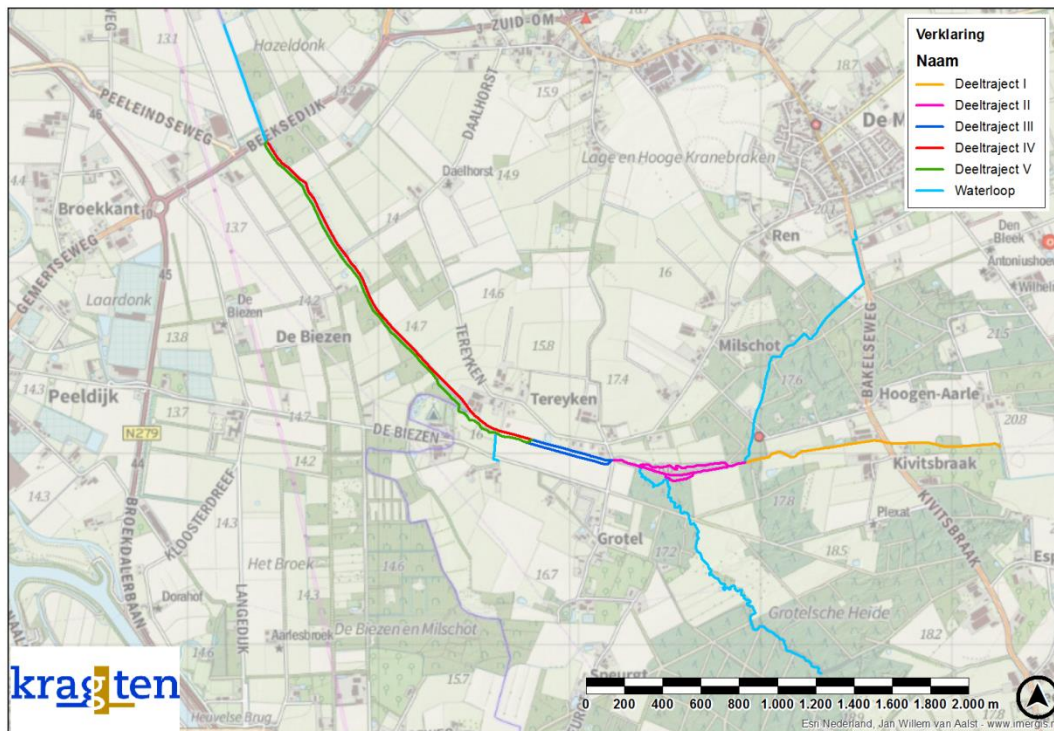
4.2.4 Bruggen

In de Snelleloop komt een brug tussen de uitstroom van de droge nevengeul en de instroom van de Bosloop. Deze wordt aangelegd om een doorlopende struinroute te creëren. De brug wordt gemodelleerd middels een 'bridge' rekenknoop, van het type 'fixed bed'. Het dwarsprofiel dat gehanteerd wordt is een 'rectangle'. Wat betekent dat de brug als een soort van grote duiker gaat functioneren. Gezien het feit dat bruggen in het algemeen een wat vrijer doorstroomprofiel hebben dan een duiker, kan deze modelleermethode gezien worden als een conservatieve aanname.

Dezelfde methode wordt ook toegepast op de brug die over de Bosloop naar de landweer zal lopen.

4.3 Resultaten

Voor het bespreken van de resultaten worden vijf deeltrajecten gehanteerd. Deze worden weergegeven in Afbeelding 17. In Bijlage B2 zijn de resultaten terug te vinden in lengteprofiel vorm per afvoersituatie en per deeltraject. In Bijlage B3 zijn de inundatieresultaten weergegeven.



Afbeelding 17. Deeltrajecten voor het behandelen van de resultaten.

4.3.1 Reguliere zomersituatie

Deeltraject I

In de zomersituatie is geen sprake van significant verschil in waterstanden tussen de referentiesituatie en de DO situatie. De wijzigingen in dit gebied zijn dan ook beperkt. De te herstellen cascade kan in principe dusdanig ingesteld worden dat het verschil tussen referentiesituatie en zomersituatie minimaal is. De aan te leggen wandelbrug heeft ook geen significant effect. In de gemodelleerde referentiesituatie is nu nog sprake van een brug net benedenstrooms van de voorziene wandelbrug. In de DO situatie wordt deze effectief verplaatst in bovenstroomse richting. Het hydrologische effect is daarom dan ook bij lage afvoeren verwaarloosbaar.

Deeltraject II

Deeltraject II laat nagenoeg geen verschil zien in waterstanden bij de lage zomerafvoer. De ingrepen ter hoogte van deeltraject III lijken de waterstand met 1 à 2 centimeter te verlagen. Dit valt echter binnen de modelonzekerheid. Dat wil zeggen dat niet met zekerheid gesteld kan worden dat dergelijke kleine afwijkingen in de praktijk überhaupt optreden. Aan de bovenstroomse zijde van de cascade komt een stuw die in normale omstandigheden gestreken is. Bij droogte kan deze stuw opgetrokken worden om water vast te houden in het gebied van onder andere deeltraject II. Hiermee wordt er dus voor gezorgd dat de nieuwe situatie niet kan verslechteren ten opzichte van de huidige.

De nieuwe situatie heeft geen effect op de waterstanden in de Esperloop of de lossing vanuit De Mortel.

Deeltraject III

In de zomersituatie is het verschil in waterstanden tussen de referentiesituatie en de DO situatie verwaarloosbaar. De wijzigingen zoals de cascade en de versmalling van het profiel van de Snelleloop in dit traject zorgen – zoals beschreven hierboven onder 'Deeltraject II' – voor verwaarloosbare kleine verschillen. De droge nevengeul (voorheen 'droge beekloop' genoemd) stroomt nog niet mee bij de zomerafvoer.

Deeltraject IV (kwantitatieve loop/Snelleloop)

Deeltraject IV wordt in belangrijke mate gestuwd. Mede hierdoor zijn de verschillen in de waterstanden in de zomersituatie verwaarloosbaar. Tussen stuw 253E en 253CA zal de waterstand mogelijk dalen. Dit komt doordat al het water in de zomersituatie via de Bosloop wordt geleid. Om de effecten hiervan te mitigeren wordt een kleine doorlaat gerealiseerd in stuw 253E die circa 10 liter per seconde doorlaat. Momenteel stroomt er ongeveer 160 liter per seconde door de Snelleloop naar de Bosloop in de zomersituatie. Deze 10 liter per seconde is de verwaarloosbaar aandeel van het totaal. De verwachting is dat de Snelleloop dichtgeslibt is als gevolg van bladeren en dergelijke, waardoor relatief weinig water de bodem in zal zakken. Verwachting wordt dat het effect van verdamping ook beperkt zal zijn. De 10 liter per seconde die dan doorgelaten wordt, kan dan al effect op de waterstanden hebben.

Deeltraject V (kwalitatieve loop/Bosloop)

Voor deeltraject V kunnen alleen de verschillen in waterstanden in de vistrappen geanalyseerd worden. Dit kan niet voor de opnieuw in gebruik te nemen onderdelen, aangezien deze niet aanwezig zijn in de referentiesituatie. Ter plaatse van deze opnieuw in gebruik te nemen landweer greppel interpoleert SOBEK automatisch de waterstanden van de referentiesituatie (trekt de rode lijn door), zoals te zien in Afbeelding 23. Omdat het een eenvoudige interpolatie betreft, worden deze waterstanden dan ook niet in beschouwing mee genomen. In het deel van de huidige vistrap nabij de camping is benedenstrooms van de vistrap sprake van hogere waterstanden dan in de referentiesituatie. Dit is het gevolg van de afmetingen van de greppel die tussen de twee vistrappen in ligt. Op basis van inmetingen van deze greppel kan vastgesteld worden dat de bodem van deze greppel hoger ligt dan die van de vistrap. Dit heeft dus als gevolg dat er kans bestaat dat er opstuwing zal ontstaan in deze vistrap. Dit betekent dat na aanleg sprake zal zijn van erosie en sedimentatie op die locatie. De bodem zal daar namelijk een nieuw evenwicht moeten vinden.

4.3.2 Reguliere wintersituatie

Deeltraject I

Deze komt qua beeld overeen met de zomersituatie. De waterstanden liggen uiteraard wat hoger.

Deeltraject II

Deze komt qua beeld overeen met de zomersituatie. Het kleine verschil tussen de waterstanden bij de huidige situatie en de toekomstige situatie is in de wintersituatie niet aanwezig.

De nieuwe situatie heeft geen effect op de waterstanden in de Esperloop of de lossing vanuit De Mortel.

Deeltraject III

Deze komt qua beeld overeen met de zomersituatie. Het kleine verschil tussen de waterstanden bij de huidige situatie en de toekomstige situatie is in de wintersituatie niet aanwezig.

Deeltraject IV (kwantitatieve loop/Snelleloop)

Deze komt qua beeld overeen met de zomersituatie. De waterstanden liggen uiteraard wat hoger.

Deeltraject V (kwalitatieve loop/Bosloop)

Deze komt qua beeld overeen met de zomersituatie. De waterstanden liggen uiteraard wat hoger.

4.3.3 Kleine afvoerpiek

Deeltraject I

In het geval van de kleine afvoerpiek zijn de waterstandsverschillen in deeltraject I beperkt.

Er vindt bij de kleine afvoerpiek nagenoeg geen inundatie plaats in deeltraject I. Er is geen verschil tussen referentiesituatie en DO-situatie.

Deeltraject II

In deeltraject II zijn de waterstanden in principe het zelfde, op een beperkte waterstandsverhoging na net bovenstrooms van deeltraject III.

In deeltraject II vindt enige inundatie plaats rondom de vistrap. In de DO-situatie blijft deze inundatie gelijk. De inundatie neemt beperkt in waterdiepte toe net bovenstrooms van deeltraject III (de inundatie neemt echter niet toe in oppervlakte). Deze toename zal het gevolg zijn van de versmalling van de Snelleloop. Mocht de wens ontstaan om deze beperkte toename in waterdiepte te mitigeren, kan overwogen worden om de drempel richting de droge nevengeul te verlagen.

De beperkte waterstandsverhoging is dusdanig klein dat deze nagenoeg geen effect op de lossing vanuit De Mortel of de Esperloop.

Deeltraject III

In deeltraject III is zijn beperkte waterstandsverschillen te zien over de nieuwe cascade. Dit is in principe ook te verwachten, aangezien deze de opstuwung over een wat grotere lengte uitspreid dan eerst het geval was (eerst over een enkele stuw, nu over meerdere cascades). Direct benedenstrooms van de cascade is sprake van enige waterstandsval van circa 20 centimeter. Dit zal voornamelijk veroorzaakt worden door het tijdelijk verlagen van stuw 253E tijdens piekafvoeren.

De droge beekloop stroomt in het geval van de kleine afvoerpiek dus mee. De waterstand is varieert tussen de 30 centimeter en 50 centimeter in deze loop. Circa 0,9 m³/s loopt nog door de Snelleloop in deeltraject III. Door de droge beekloop stroomt circa 0,3 m³/s.

In de referentiesituatie is sprake van beperkte inundatie in deeltraject III. In het DO valt deze inundatie volledig weg doordat de waterstanden in deeltraject III dalen (als gevolg van het meestromen van de droge beekloop).

Deeltraject IV (kwantitatieve loop/Snelleloop)

In dit deeltraject is sprake van een beperkte wijzigingen in waterstanden. Bij stuw 253E is sprake van waterstandsddaling vanwege het zakken van de stuw bij piekafvoeren. Tussen 253E en 253CA is dit ook het geval. Net benedenstrooms van 253CA is enige sprake van verhoging van de waterstanden.

In de referentiesituatie wordt ongeveer 3/5 door de Snelleloop gestuurd en 2/5 door de vistrap nabij de camping. In de DO situatie wordt indien de stuw met 90 centimeter wordt verlaagd, al het water in de Snelleloop via de Snelleloop gestuurd en niet via de Bosloop. Wanneer deze stuw niet met 90 centimeter, maar met 20 centimeter wordt verlaagd wordt circa 2/3 door de Snelleloop geleidt en 1/3 van het water door de Bosloop (respectievelijk circa 0,8 m³/s en 0,4 m³/s). Wanneer de stuw met 40 centimeter wordt verlaagd wordt er circa 5/6 door de Snelleloop geleidt en 1/6 door de bosloop (respectievelijk circa 1,0 m³/s en 0,2 m³/s).

In de referentiesituatie is sprake van enige inundatie langs de kwantitatieve loop. Deze neemt in de DO-situatie af tussen 253E en 253CA als gevolg van de waterstandsddaling daar. Benedenstrooms van stuw 253CA neemt de inundatie zeer beperkt toe, dit omdat hier sprake is van een kleine waterstandsverhoging in de Snelleloop in de DO-situatie.

Deeltraject V (kwalitatieve loop/Bosloop)

In de kwalitatieve loop/Bosloop wordt het water opgestuwd vanwege de vistrappen. Tijdens de kleine afvoerpiek wordt deze beperkt gevoed. Zoals beschreven onder 'deeltraject IV' kan ervoor gezorgd worden dat meer water via de Bosloop wordt gestuurd, door de mate van zakking van de stuw 253E aan te passen.

Inundatie vindt plaats ter plaatse van de bovenstroomse vistrap in deeltraject V. Dit zowel in de referentiesituatie als in de DO-situatie. Verder neemt de inundatie langs de Bosloop af in de nieuwe situatie.

4.3.4 Grote afvoerpiek

Deeltraject I

De 1D resultaten (het lengteprofiel) laten verwaarloosbare waterstandsverschillen zien in dit traject.

In deeltraject I is er mogelijk enige sprake nabij Kivitsbraak. Deze inundatie kan ook al ontstaan in de referentiesituatie. De DO situatie wijzigt (en dus verergert) dit niet.

Deeltraject II

De 1D resultaten (het lengteprofiel) laten kleine waterstandsverschillen zien in dit traject. Deze beperkte waterstandsverhoging is het gevolg van de versmalling van de Snelleloop in deeltraject III.

Het inundatiebeeld in deeltraject II wijzigt in het geval van het DO beperkt. Net bovenstrooms van de droge nevengeul en de versmalling van de Snelleloop (deeltraject III), zal de waterdiepte van de inundatie beperkt toenemen. De oppervlakte van de inundatie daarentegen niet.

De beperkte waterstandsverhoging is dusdanig klein dat deze nagenoeg geen effect op de lossing vanuit De Mortel of de Esperloop.

Deeltraject III

Bovenstrooms van de cascade is sprake van een kleine waterstandsverhoging. Ter plaatse van de cascade is er echter geen sprake meer van een waterstandsverschil. Benedenstrooms is er sprake van een kleine waterstandsddaling. Dit is het gevolg van het verlagen van stuw 253E ten tijde van de afvoerpiek. In het geval van de grote afvoerpiek stroomt op het piekmoment ongeveer 1,4 m³/s door de droge nevengeul. Door de Snelleloop stroomt dan circa 1,9 m³/s

Als gevolg van de droge beekloop zal de inundatie in de Snelleloop in dit deeltraject volledig wegvallen.

Deeltraject IV (kwantitatieve loop/Snelleloop)

In deeltraject IV is tussen de stuwen 253E en 253CA sprake van beperkte waterstandsval. De verdeling tussen de afvoeren ligt in het begin traject van de splitsing tussen kwantitatieve loop en kwalitatieve loop ligt op respectievelijk 2,7 m³/s en op 0,6 m³/s.

De mate van inundatie langs de kwantitatieve loop zal als gevolg van de DO situatie afnemen tussen stuw 253E en 253CA. Benedenstrooms van stuw 253CA wordt de waterstand in het lengteprofiel beperkt hoger. De beperkte waterstandsverhoging zorgt ervoor dat het water net over een drempel stroomt. Hierdoor neemt inundatie lokaal mogelijk toe, dit ter plaatse van het Bruggenpad.

Deeltraject V (kwalitatieve loop/Bosloop)

In deeltraject V is sprake van beperkte waterstandsverlaging. In de nieuwe stroomt er wat minder water door de vistrappen tijdens de grote afvoerpiek als gevolg van het verlagen van stuw 253E.

De inundatie nabij camping De Biezen zal blijven in het geval van het DO. Dit is waarschijnlijk mede het gevolg van de versmalling van de landweer greppel die gebruikt gaat worden tussen de twee vistrappen. Verder neemt de inundatie langs de Bosloop af.

4.3.5 Extreme afvoerpiek

Het verschil in beeld tussen de extreme afvoerpiek en de grote piek is deels te verklaren door het verschil in type berekeningen. In het geval van de grote afvoerpiek is gerekend met een dynamische som, voor de extreme afvoerpiek is gekozen voor het hanteren van een stationaire afvoer, dit mede omdat de extreme afvoer gezien moet worden als een stresstest. Voor de extreme afvoer is gekozen voor de effecten na circa 24 uur, het beeld wat optreedt betreft dus een zeer uitzonderlijk hoge afvoer.

Deeltraject I

Het verschil tussen de waterstanden in het lengteprofiel is in dit traject minimaal.

Qua inundatie beeld is sprake van relatief veel inundatie in het geval van de extreme piek. Deze inundatie ontstaat echter door hoge afvoeren van bovenstrooms van het onderzoeksgebied. Er zit geen verschil tussen de referentiesituatie en de DO-situatie qua inundatiebeeld.

Deeltraject II

Qua waterstandsverschillen lijkt de extreme afvoerpiek op de grote afvoerpiek. Er is sprake van enige waterstandsverhoging als gevolg van de versmalling van de Snelleloop. Overwogen kan worden om de drempel naar de droge nevengeul enigszins te verlagen.

In deeltraject II is sprake van een soortgelijke toename in inundatiediepte net bovenstrooms van deeltraject III, als te zien was bij de kleine en de grote afvoerpiek.

De beperkte waterstandsverhoging is dusdanig klein dat deze nagenoeg geen effect op de lossing vanuit De Mortel of de Esperloop.

Deeltraject III

Deeltraject III laat soortgelijke waterstandsverschillen zien zoals ook te zien zijn bij de grote afvoerpiek.

Het inundatiebeeld laat een duidelijke afname zien in inundatie in deeltraject III. Bij uitstroom van de droge beekloop zal beperkt extra inundatie optreden.

Deeltraject IV (kwantitatieve loop/Snelleloop)

In deeltraject IV treden soortgelijke waterstandsverschillen op als bij de grote afvoerpiek.

In de referentiesituatie is sprake van inundatie op de langs de kwantitatieve loop gelegen agrarische percelen. In het DO zullen deze afnemen. De inundatie benedenstrooms van 253CA neemt beperkt toe. Dit met name ter plaatse van Bruggenpad.

Deeltraject V (kwalitatieve loop/Bosloop)

In deeltraject V zijn de verschillen beperkt.

In het geval van de referentiesituatie zal inundatie plaats vinden ter plaatse van de percelen van Staatsbosbeheer, nabij de camping. Deze neemt in de DO situatie af. Halverwege is lokaal sprake van zeer beperkte toename van inundatie.

4.3.6 Extreme droogte

De Snelleloop wordt zowel in de huidige situatie als in de toekomstige situatie gekenmerkt door een hoge mate aan stuurbaarheid. In geval van extreme droogte kan middels de stuwen ervoor gezorgd worden dat water zo lang mogelijk vastgehouden wordt. In deeltraject III wordt de drempel richting de droge nevengeul dusdanig hoog geplaatst dat er voldoende ruimte is om water tijdens verwachte droogte nog op te stuwen bovenstrooms van de cascade. Dit opstuwen van het water kan dan plaats vinden met behulp van de stuw die net bovenstrooms van de cascade wordt geplaatst. Ter referentie, de hoogste trede van de cascade komt op NAP +15,25 meter te liggen, terwijl de drempel naar de droge nevengeul op NAP +15,50 meter komt te liggen.

4.3.7 Conclusie

Voor de lage afvoeren kan het DO dusdanig ingericht worden dat verschillen in waterstand beperkt zijn. Dit is in belangrijke mate het gevolg van het sterk gestuwde karakter van de Snelleloop. Effecten op verdroging en vernatting zullen mede daardoor beperkt zijn. Mogelijk dat ter plaatse van de verbinding tussen de twee vistrappen in de DO situatie enige vernatting gaat plaats vinden, omdat deze greppel watervoerend gaat worden.. Qua vernatting of verdroging van de agrarische percelen gelegen langs de kwantitatieve loopt, zal in principe weinig veranderen. Hierbij kan overwogen worden om nog een kleine doorvoer aan te brengen in stuw 253E om de kwantitatieve loop nog beperkt te voeden. Op basis van de beperkte verschillen in berekende waterstanden en de mate van stuurbaarheid van de Snelleloop, kan verwacht worden dat het effect op de aanwezige drainage beperkt is.

In het algemeen geldt dat het DO zorgt voor een verbetering van de inundatiesituatie. Bij hogere afvoeren zorgt de droge nevengeul voor waterstandsdeling ter plaatse van deeltraject III. Net bovenstrooms is nog sprake van enige waterstandsverhoging (echter, er is geen uitbreiding van het inundatieoppervlak). Deze ontstaat als gevolg van de versmalling van de Snelleloop. Mocht deze ongewenst zijn, kan overwogen worden om de drempel richting de droge nevengeul beperkt te verlagen.

De Esperloop en de Lossing vanuit De Mortel worden nagenoeg niet beïnvloed door de wijzigingen als gevolg van het DO.

Omdat de stuwen behouden blijven in de Snelleloop, kan ten tijde van droogte relatief eenvoudig water vastgehouden worden.

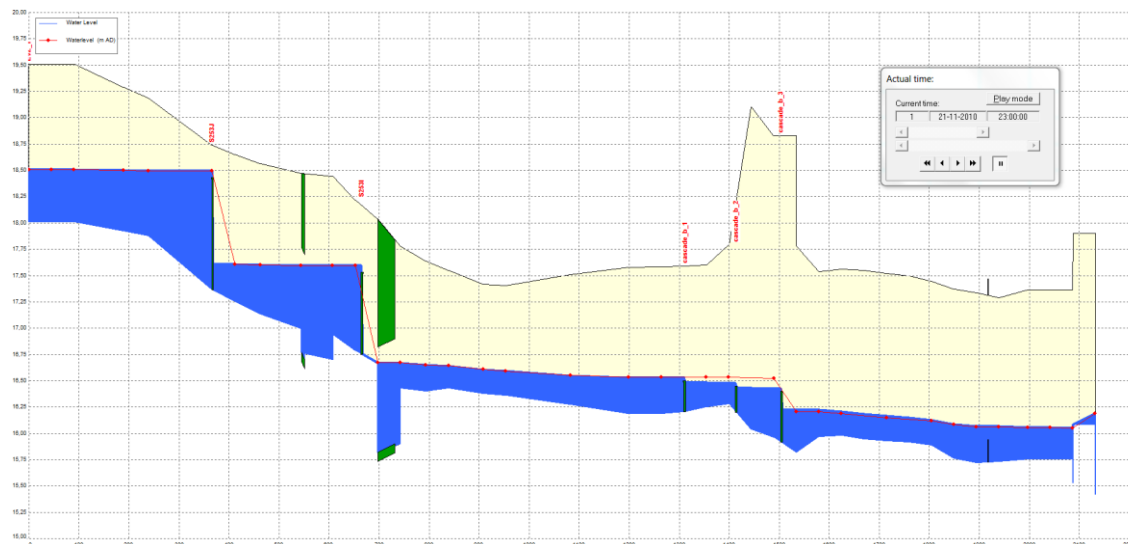
De Snelleloop behoudt in het DO zijn hoge mate aan stuurbaarheid. Dit biedt dus voldoende mogelijkheid om in de toekomst op basis van voortschrijdend inzicht stuwstanden of drempelhoogten aan te passen. Gezien het feit het waterschap een monitoringstraject heeft opgestart, zal in de toekomst extra objectieve data beschikbaar komen om het voortschrijdend inzicht mee te kunnen voeden.

BIJLAGEN

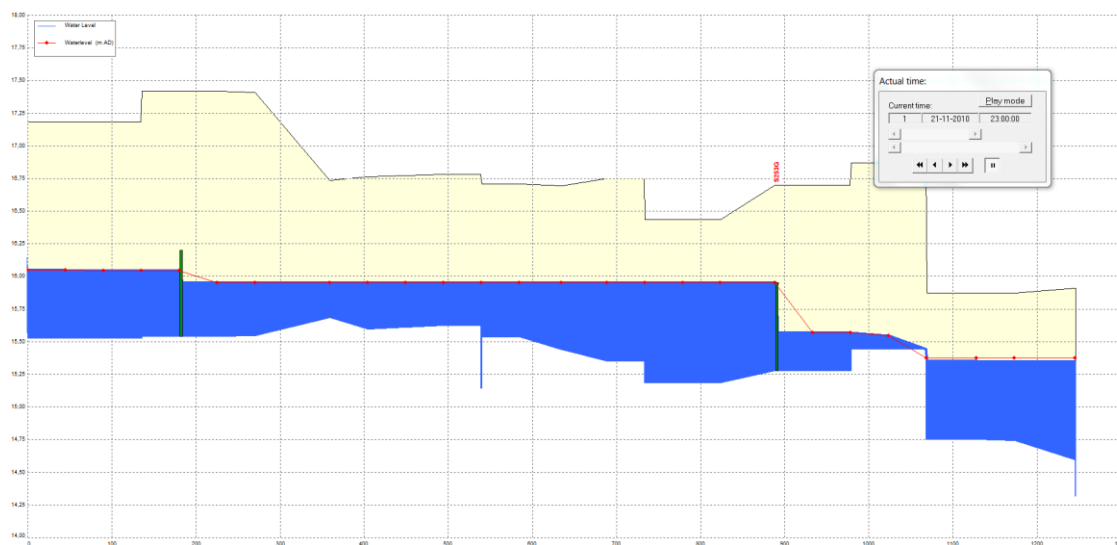
B1 DEFINITIEF ONTWERP

B2 DO RESULTATEN LENGTEPROFIELEN

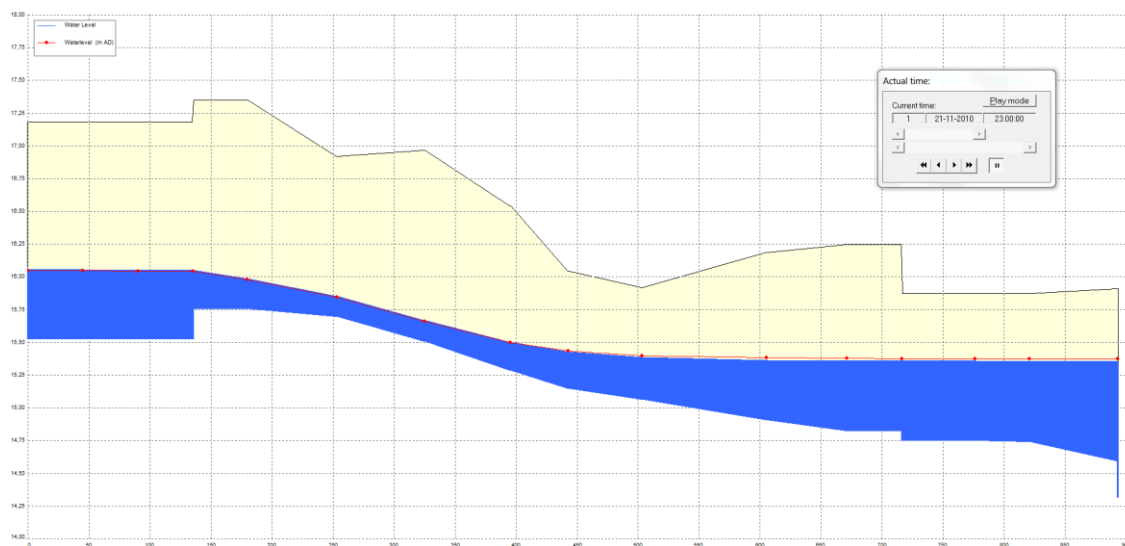
B2.1 Reguliere zomersituatie



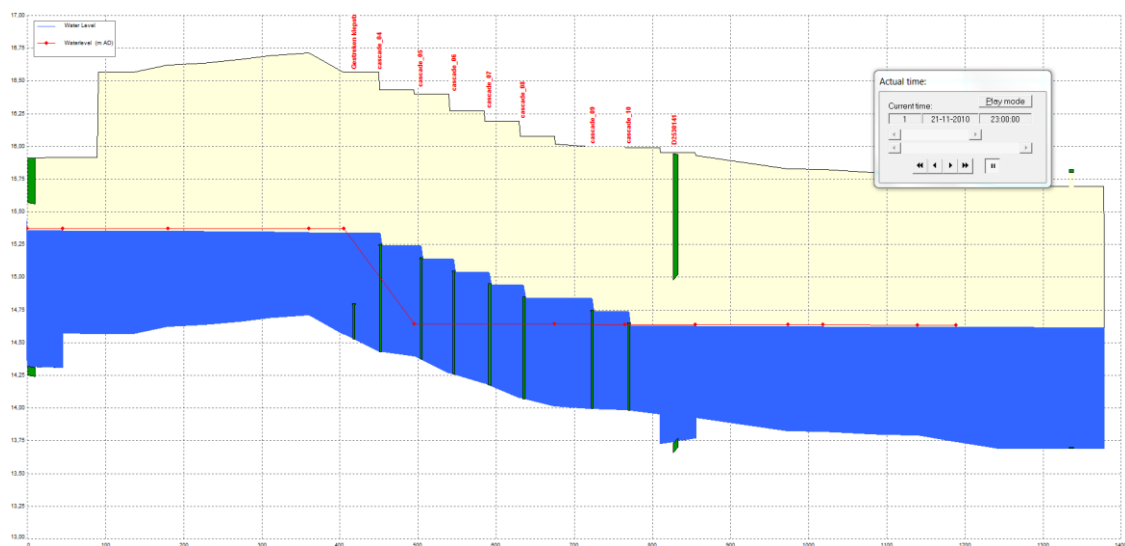
Afbeelding 18. Waterstanden **reguliere zomersituatie**, deeltraject 1; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



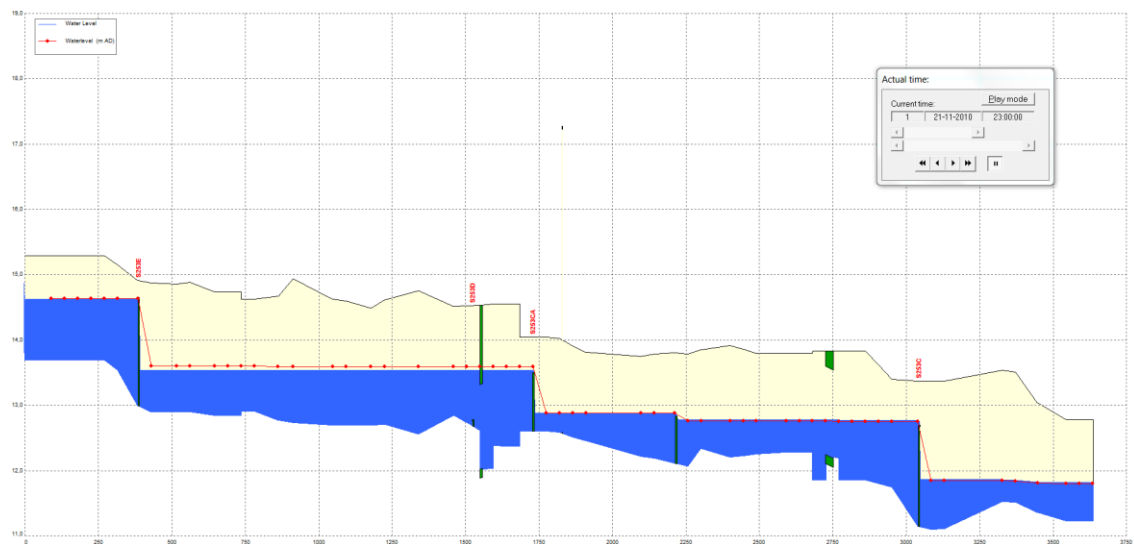
Afbeelding 19. Waterstanden **reguliere zomersituatie**, deeltraject 2 - midden; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



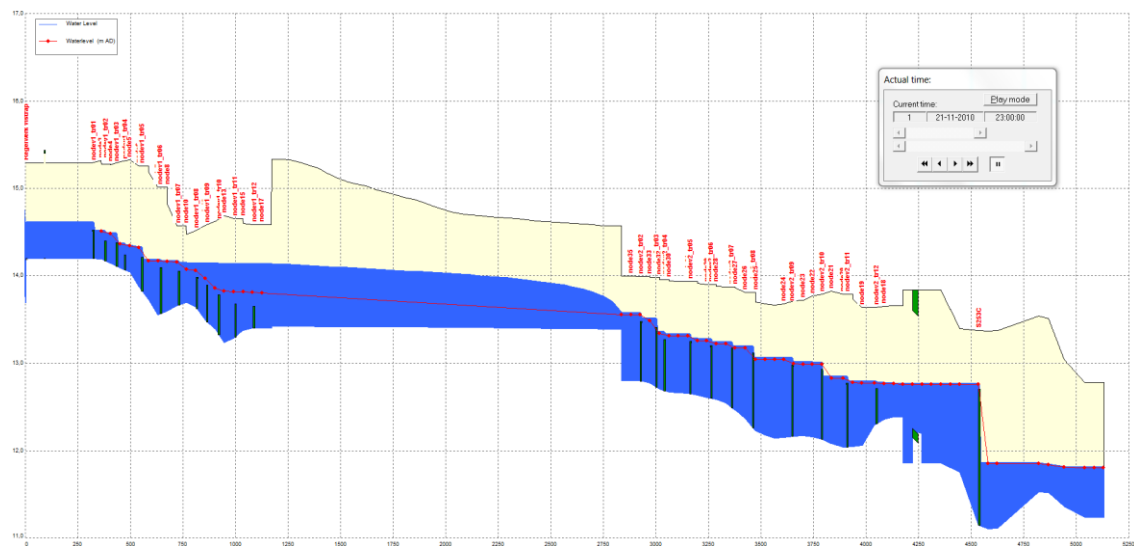
Afbeelding 20. Waterstanden **reguliere zomersituatie**, deeltraject 2 - vistrap; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



Afbeelding 21. Waterstanden **reguliere zomersituatie**, deeltraject 3; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

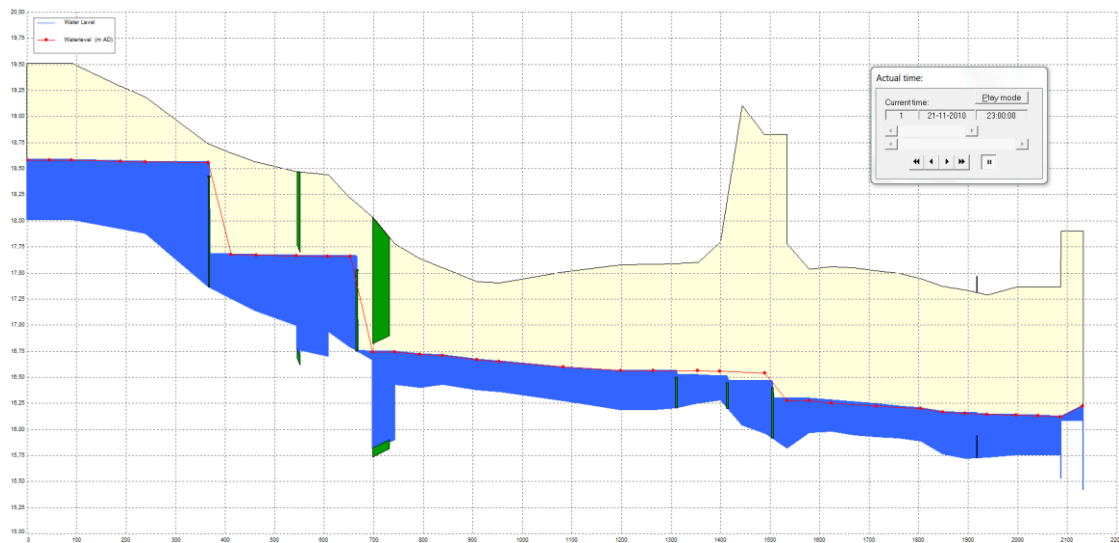


Afbeelding 22. Waterstanden **reguliere zomersituatie**, deeltraject 4; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

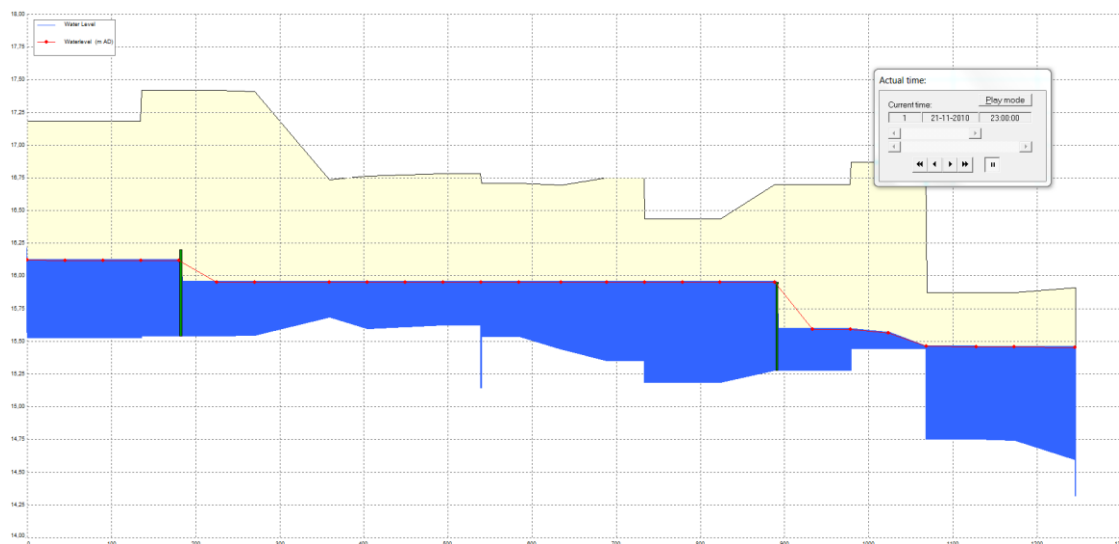


Afbeelding 23. Waterstanden **reguliere zomersituatie**, deeltraject 5; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

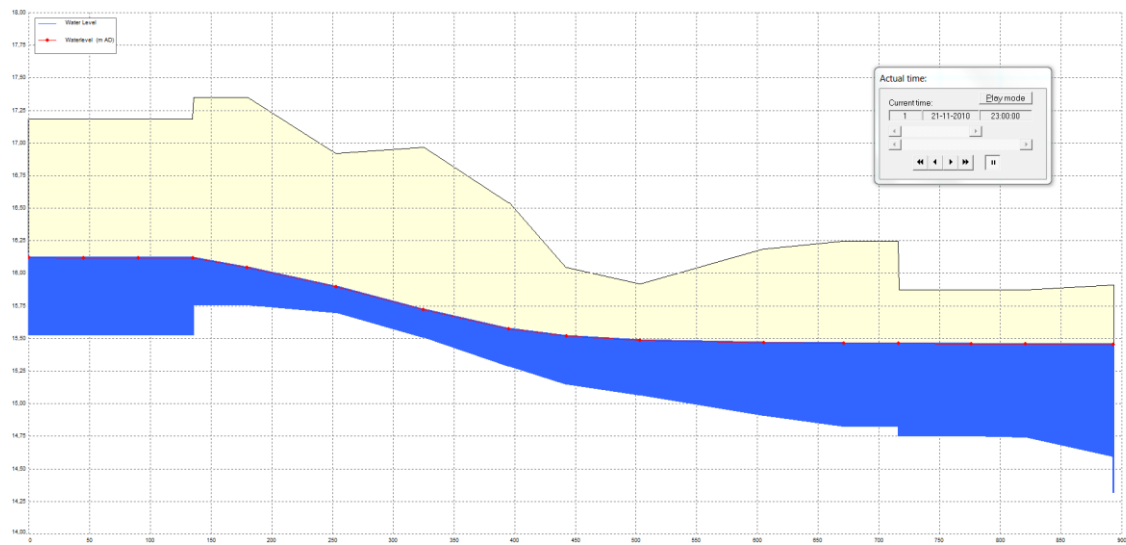
B2.2 Reguliere wintersituatie



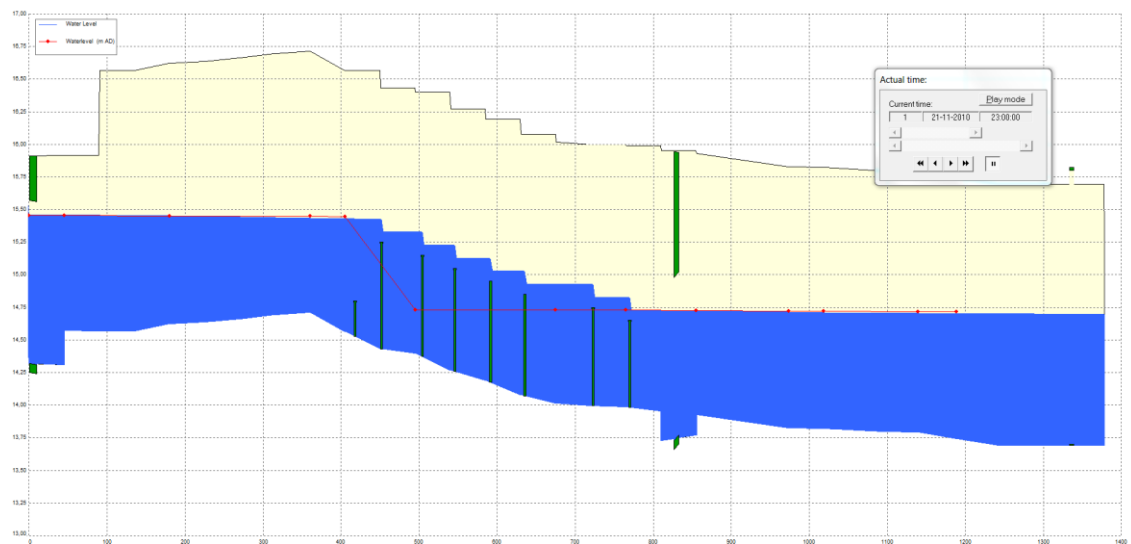
Afbeelding 24. Waterstanden **reguliere wintersituatie**, deeltraject 1; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



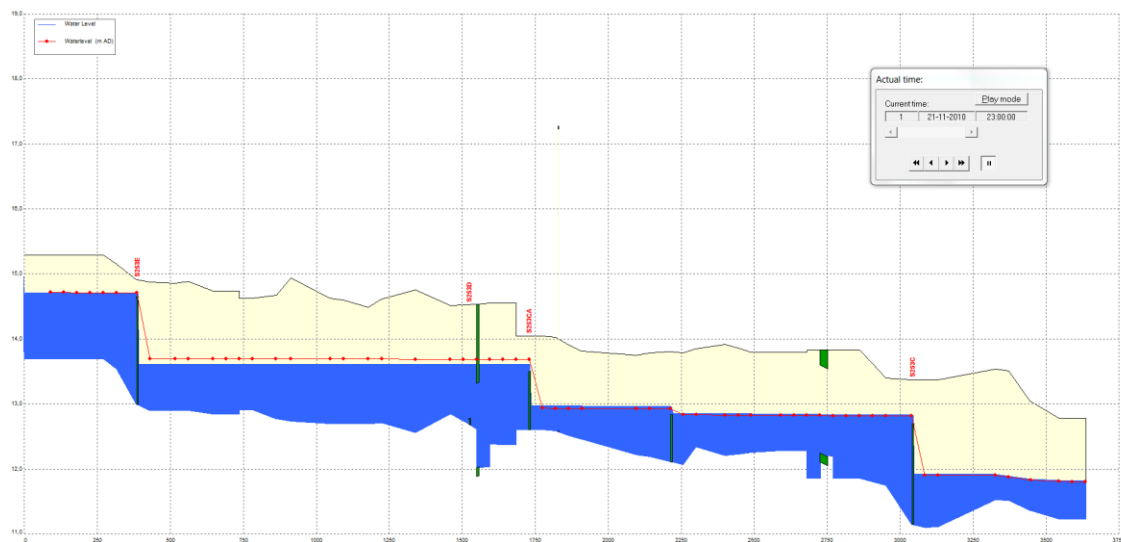
Afbeelding 25. Waterstanden **reguliere wintersituatie**, deeltraject 2 - midden; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



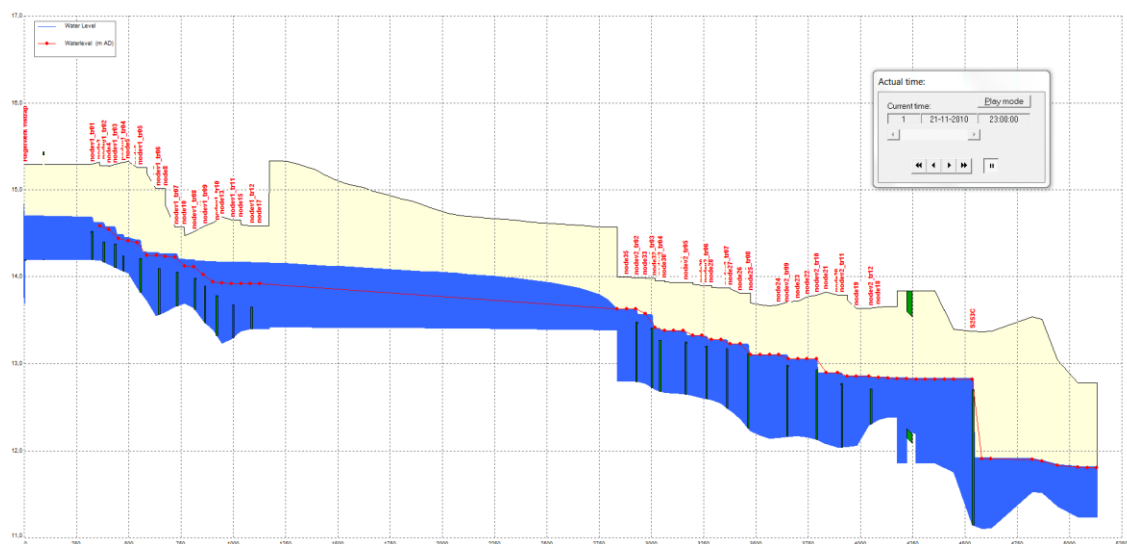
Afbeelding 26. Waterstanden **reguliere wintersituatie**, deeltraject 2 - vistrap; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



Afbeelding 27. Waterstanden **reguliere wintersituatie**, deeltraject 3; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

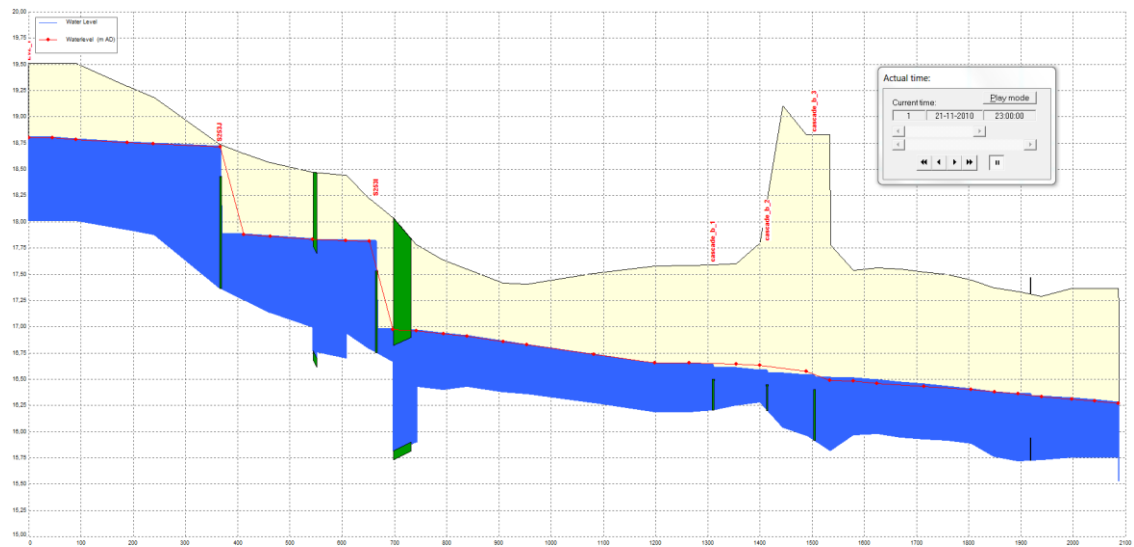


Afbeelding 28. Waterstanden **reguliere wintersituatie**, deeltraject 4; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

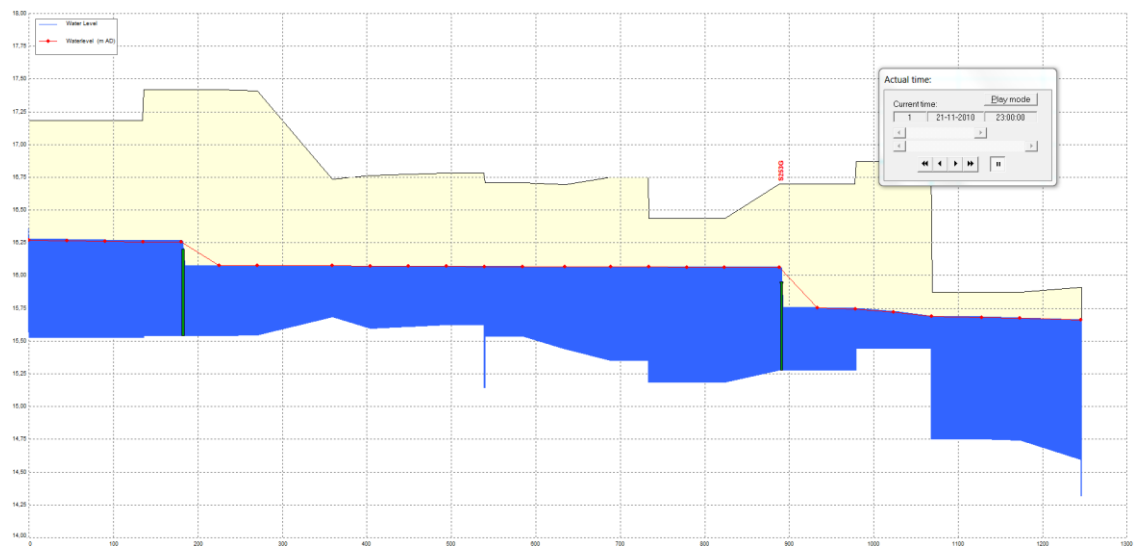


Afbeelding 29. Waterstanden **reguliere wintersituatie**, deeltraject 5; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

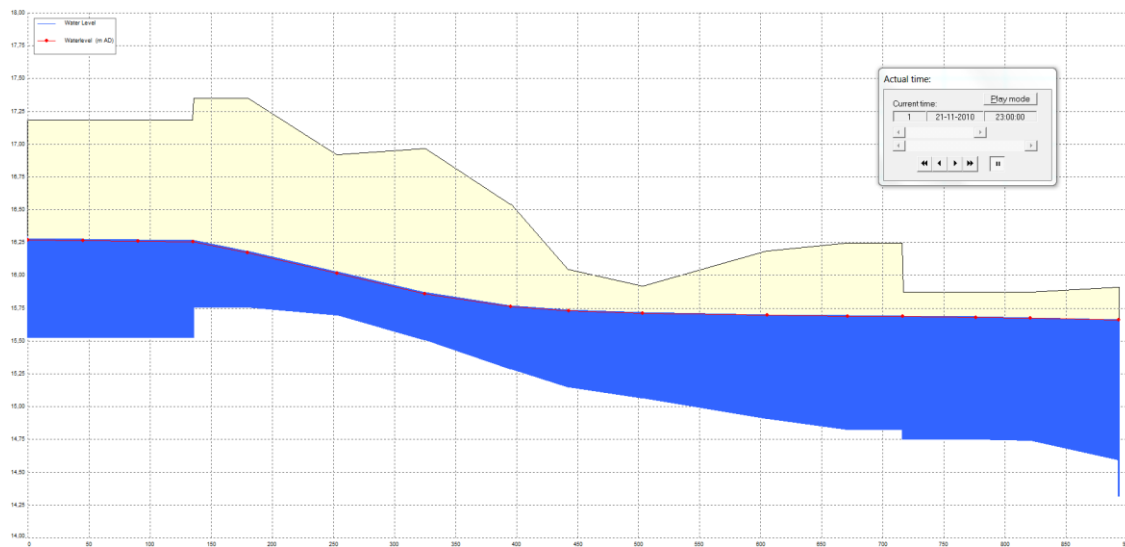
B2.3 Kleine afvoerpiek



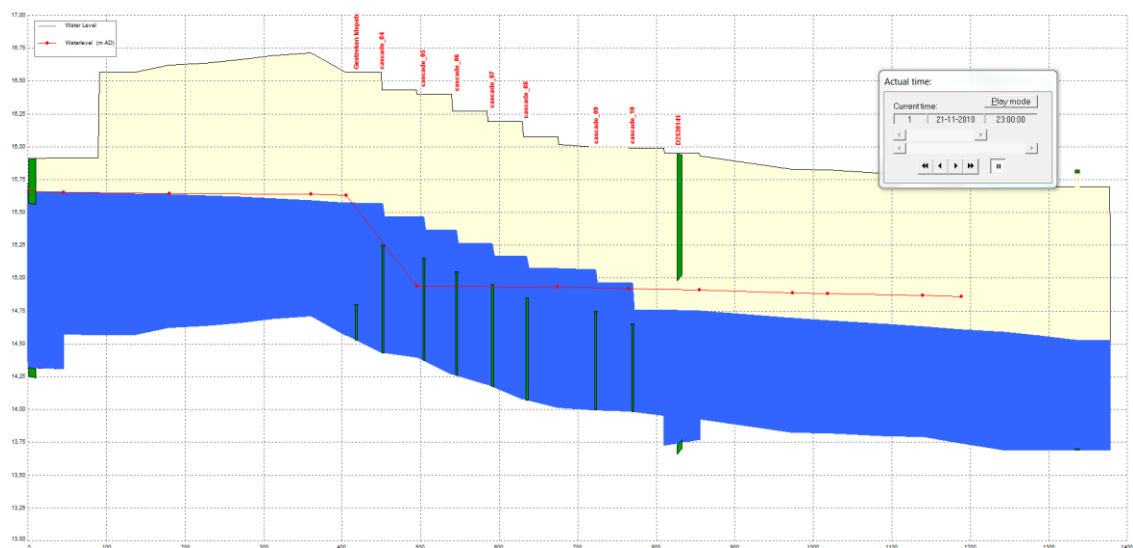
Afbeelding 30. Waterstanden **kleine afvoerpiek**, deeltraject 1; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



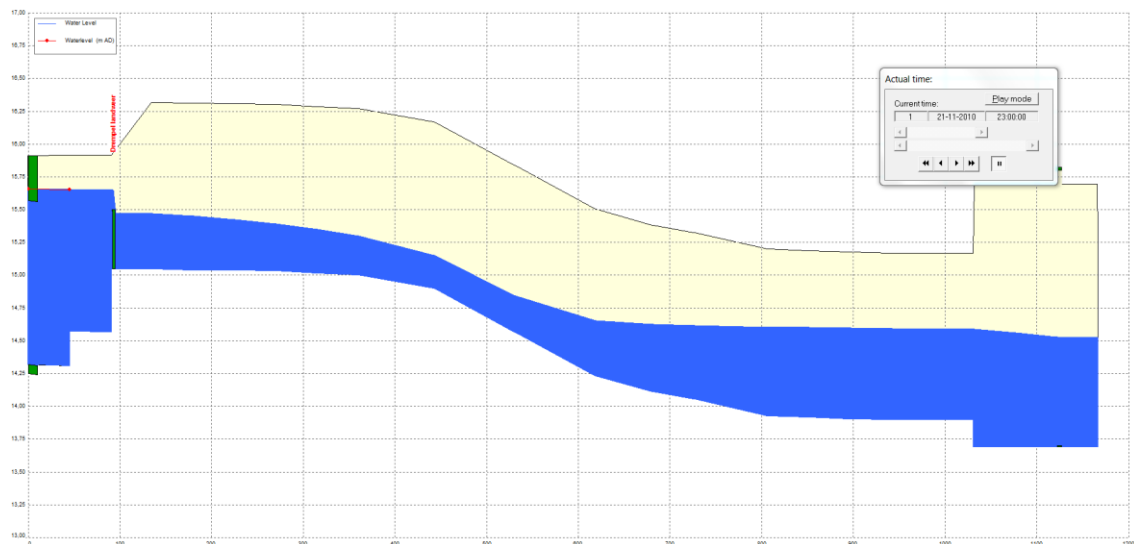
Afbeelding 31. Waterstanden **kleine afvoerpiek**, deeltraject 2 - midden; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



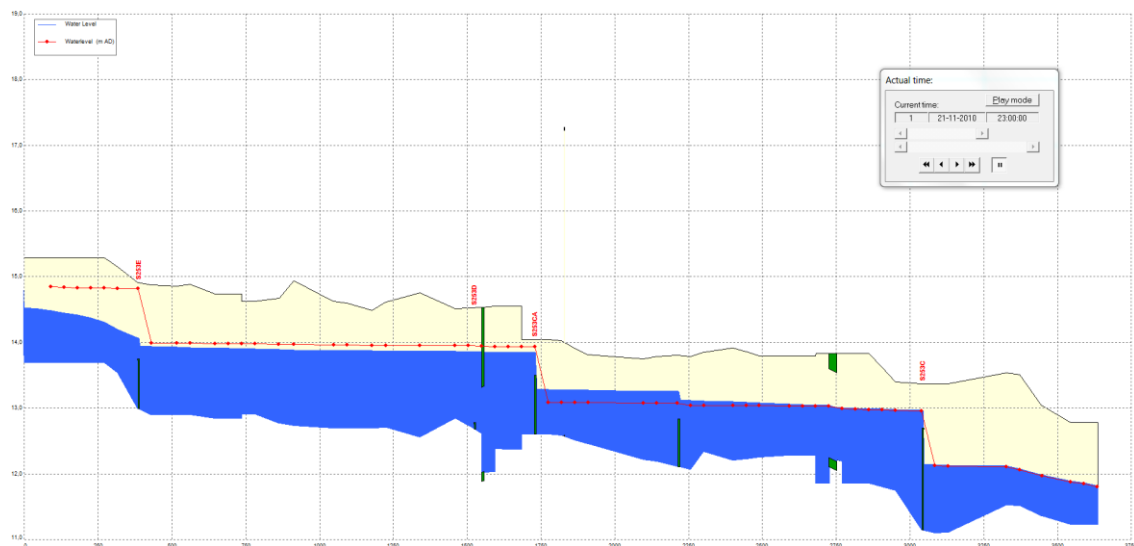
Afbeelding 32. Waterstanden **kleine afvoerpijk**, deeltraject 2 - vistrap; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



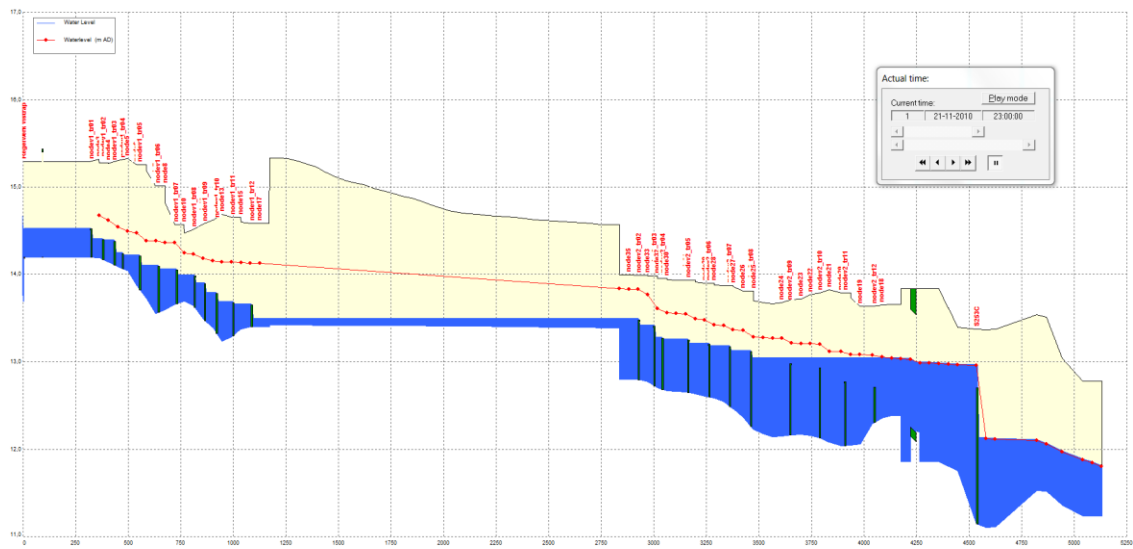
Afbeelding 33. Waterstanden **kleine afvoerpijk**, deeltraject 3; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



Afbeelding 34. Waterstanden **kleine afvoerpijk**, deeltraject 3 – droge beekloop; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

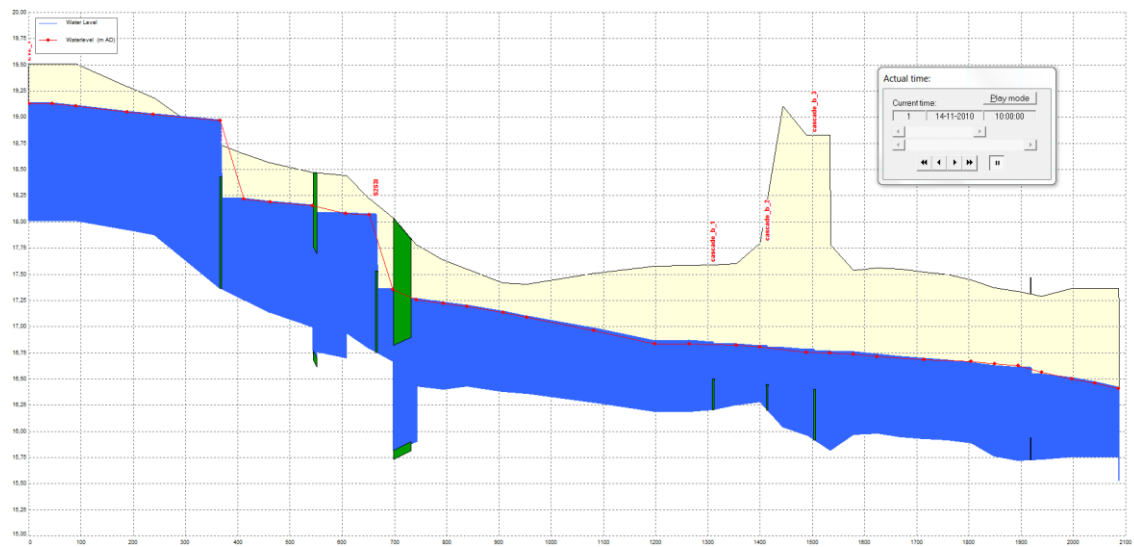


Afbeelding 35. Waterstanden **kleine afvoerpijk**, deeltraject 4; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

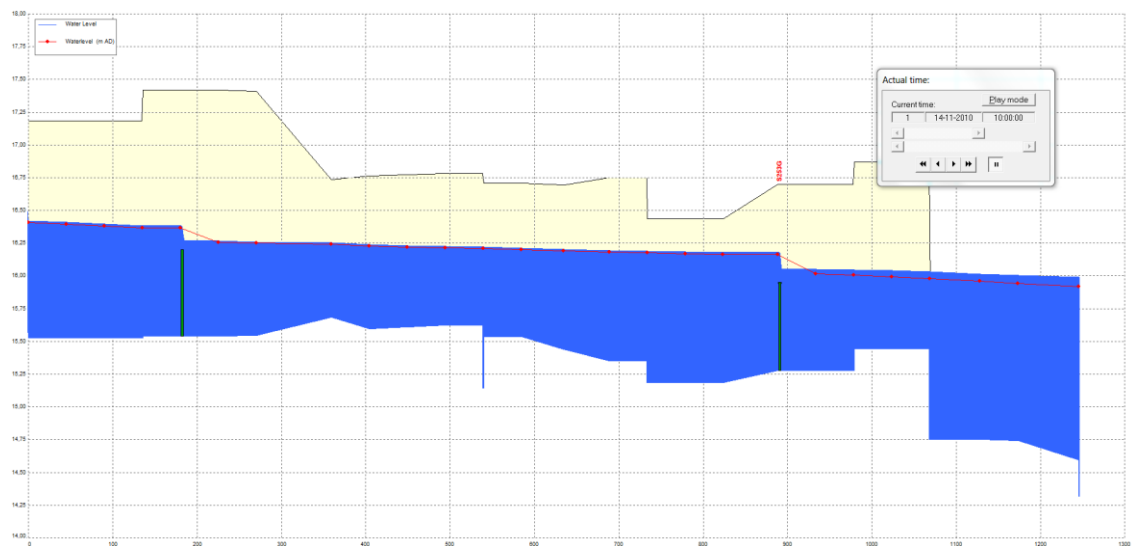


Afbeelding 36. Waterstanden **kleine afvoerpiek**, deeltraject 5; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

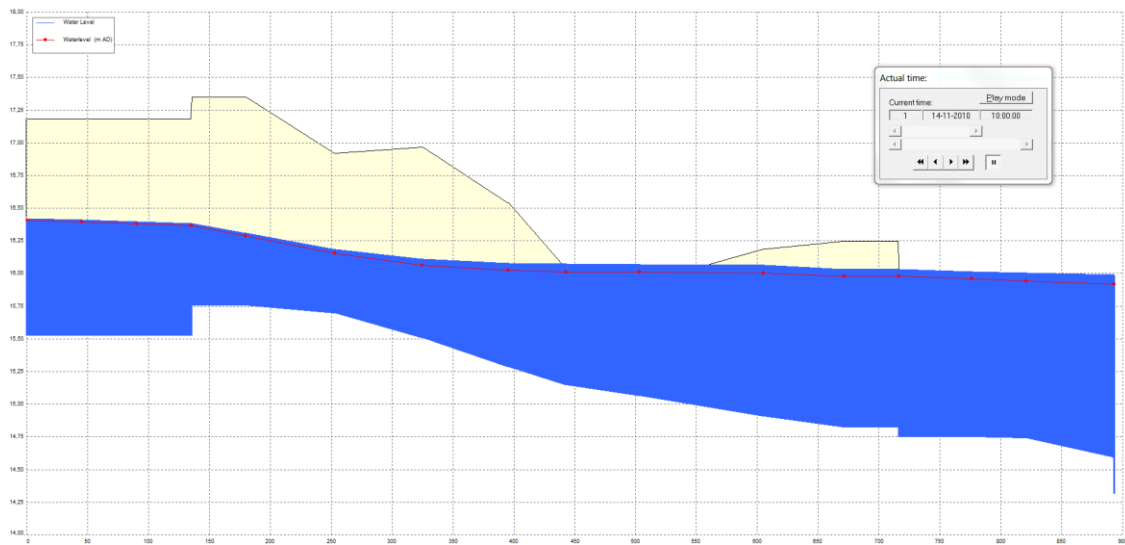
B2.4 Grote afvoerpiek



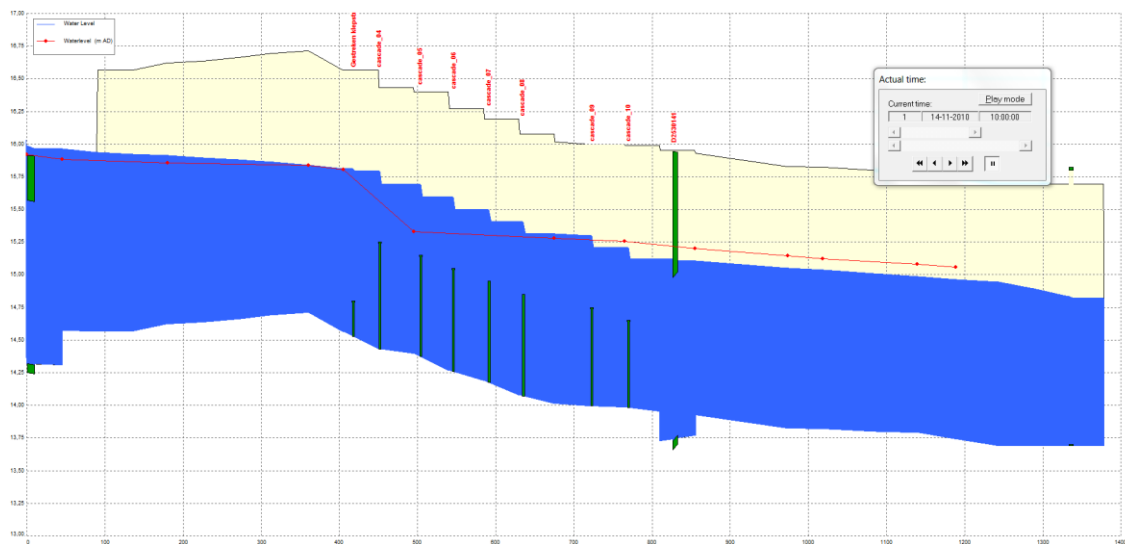
Afbeelding 37. Waterstanden **grote afvoerpiek**, deeltraject 1; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



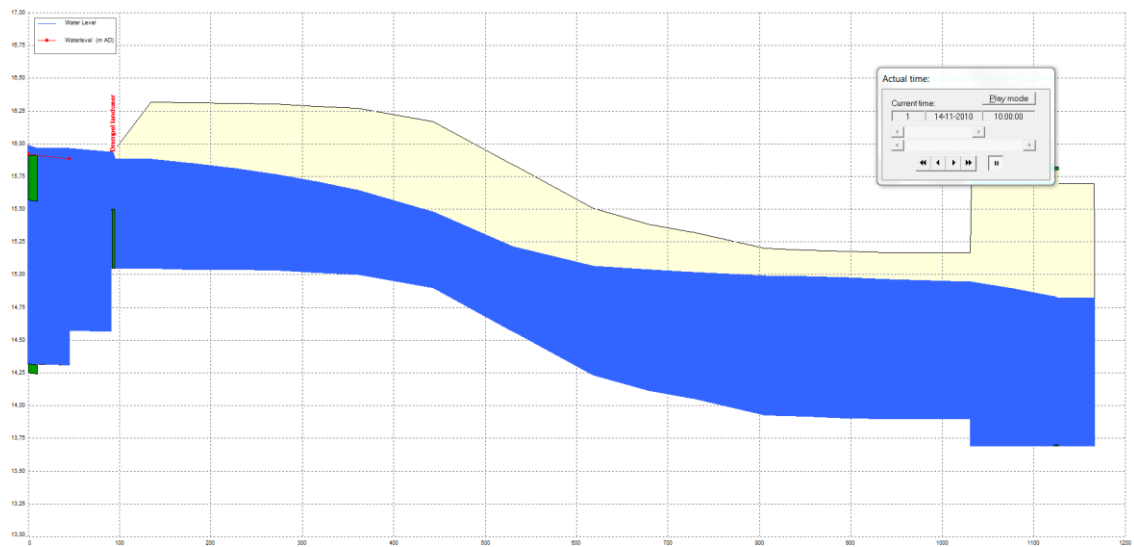
Afbeelding 38. Waterstanden **grote afvoerpiek**, deeltraject 2 - midden; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



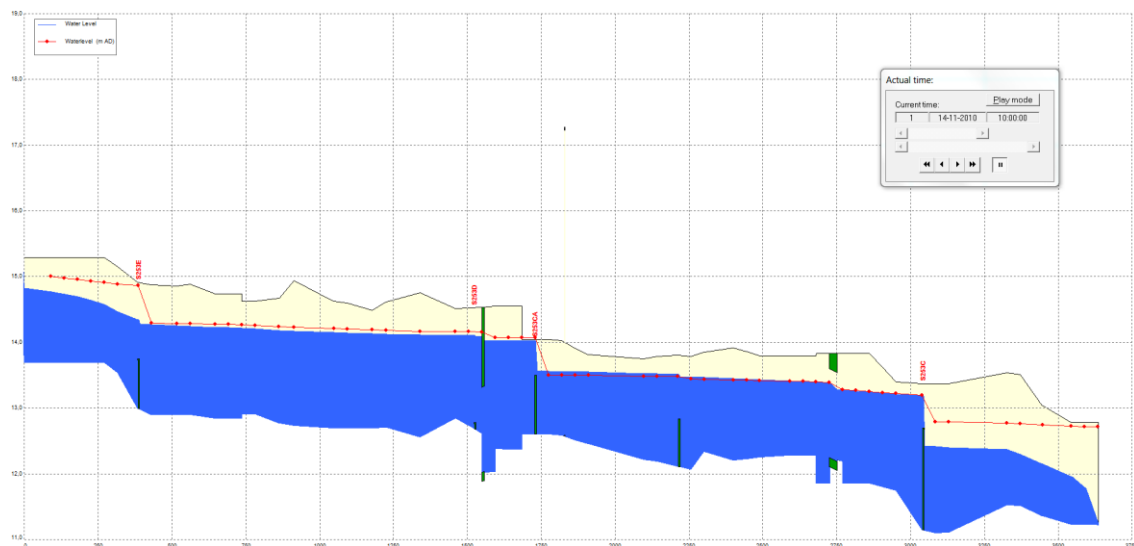
Afbeelding 39. Waterstanden **grote afvoerpiek**, deeltraject 2 - vistrap; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



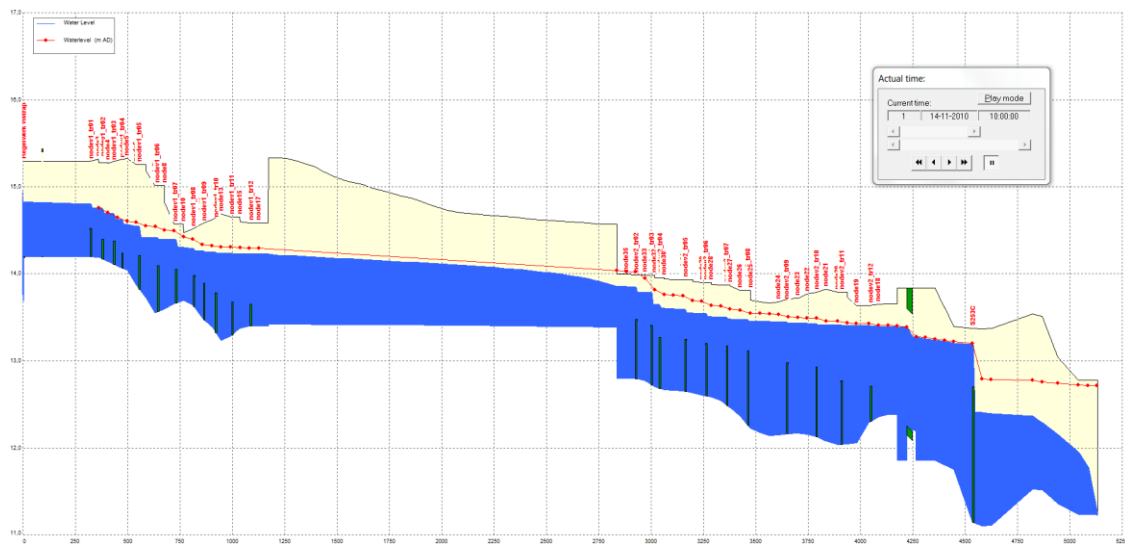
Afbeelding 40. Waterstanden **grote afvoerpiek**, deeltraject 3; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



Afbeelding 41. Waterstanden **grote afvoerpiek**, deeltraject 3 – droge beekloop; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

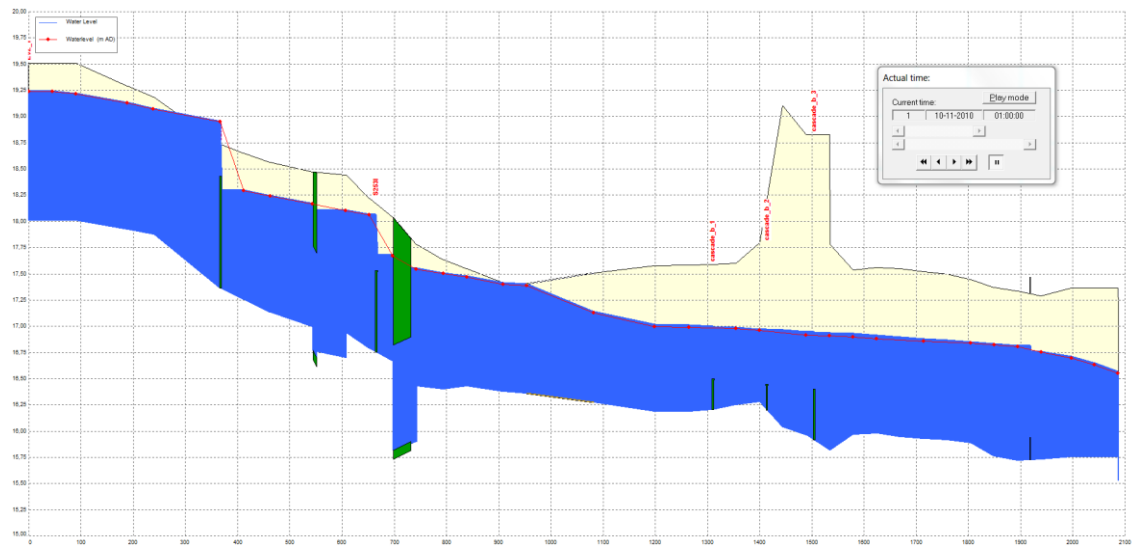


Afbeelding 42. Waterstanden **grote afvoerpiek**, deeltraject 4; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

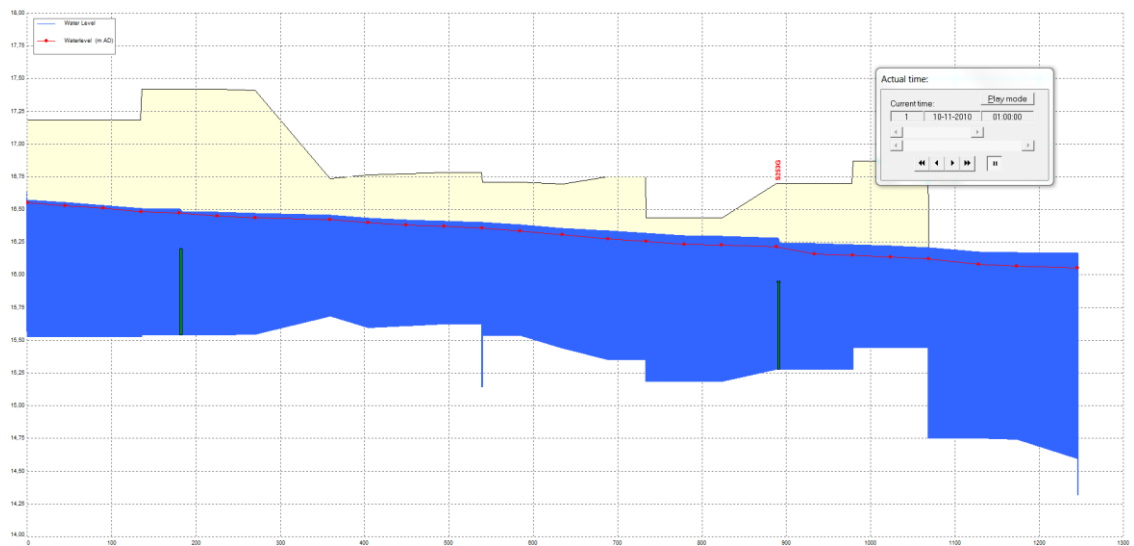


Afbeelding 43. Waterstanden **grote afvoerpiek**, deeltraject 5; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

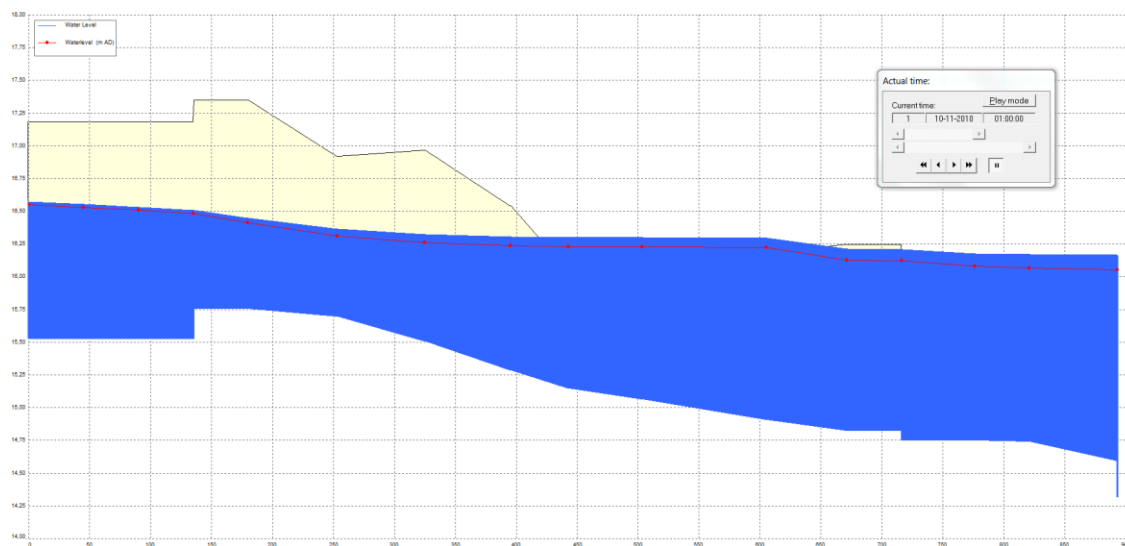
B2.5 Extreme afvoerpiek



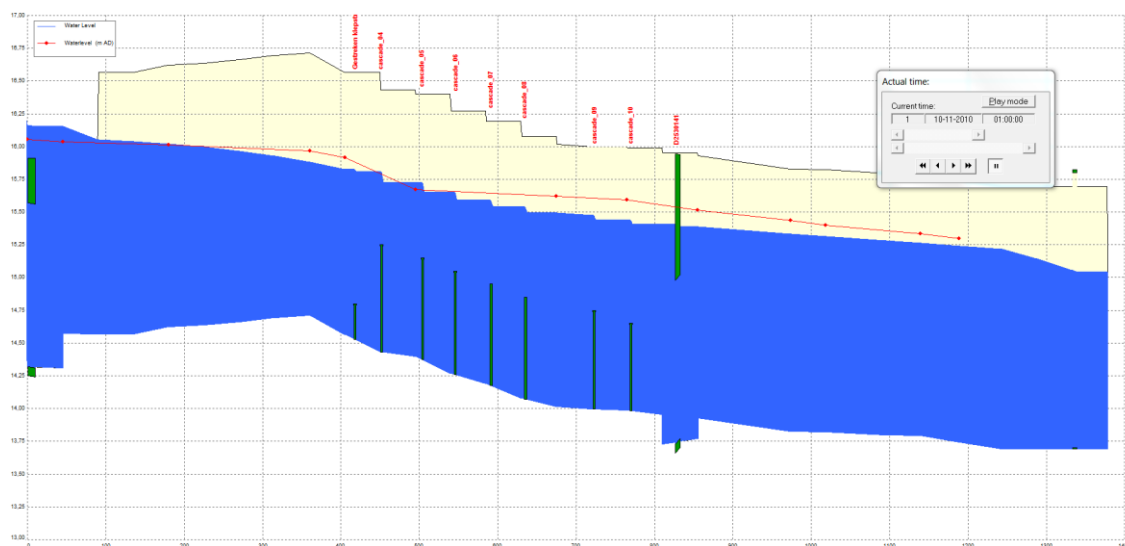
Afbeelding 44. Waterstanden **extreme afvoerpiek**, deeltraject 1; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



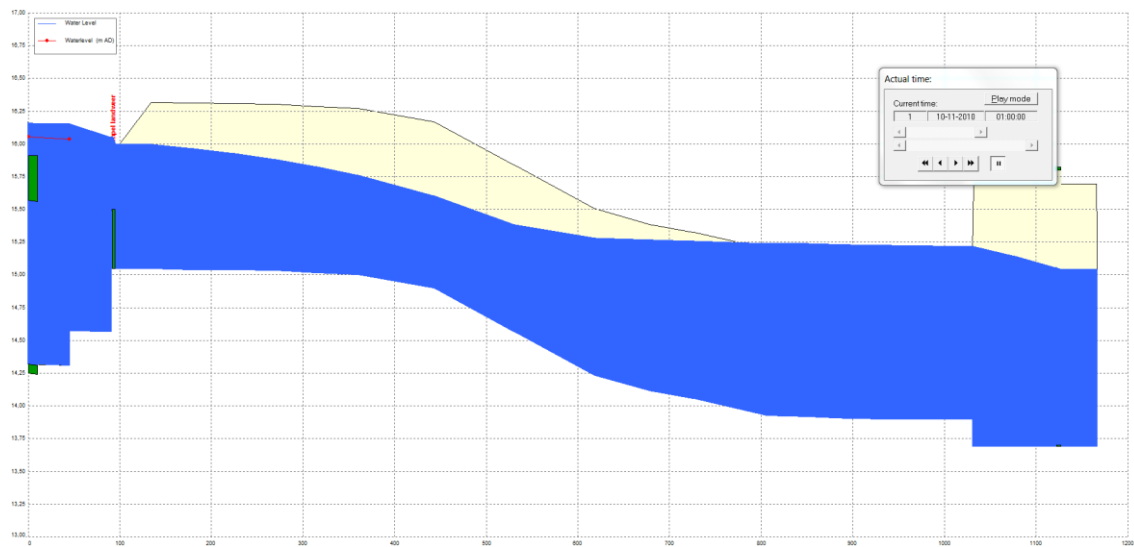
Afbeelding 45. Waterstanden **extreme afvoerpiek**, deeltraject 2 - midden; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



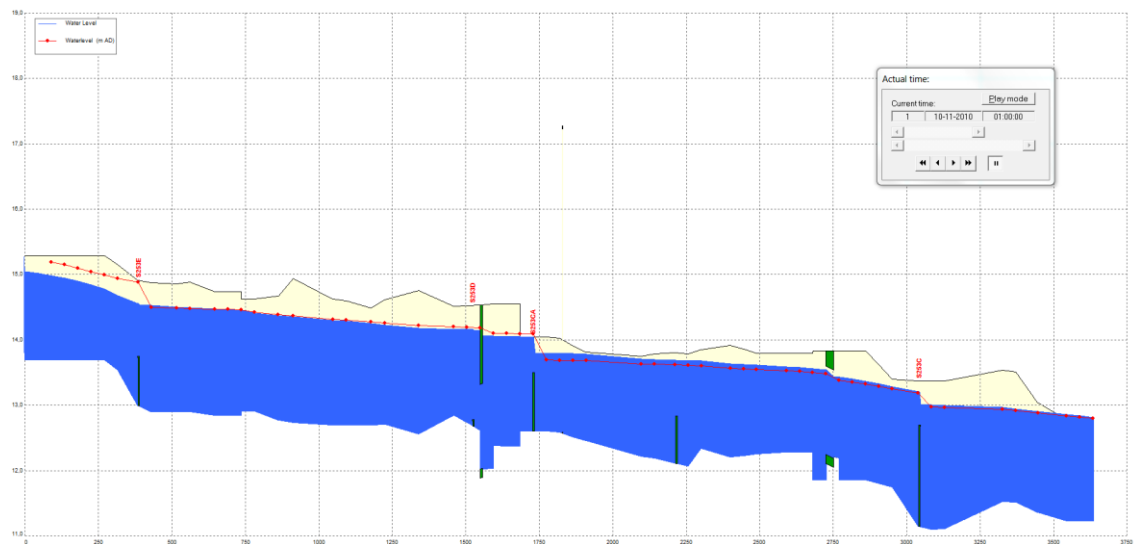
Afbeelding 46. Waterstanden **extreme afvoerpiek**, deeltraject 2 - vistrap; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



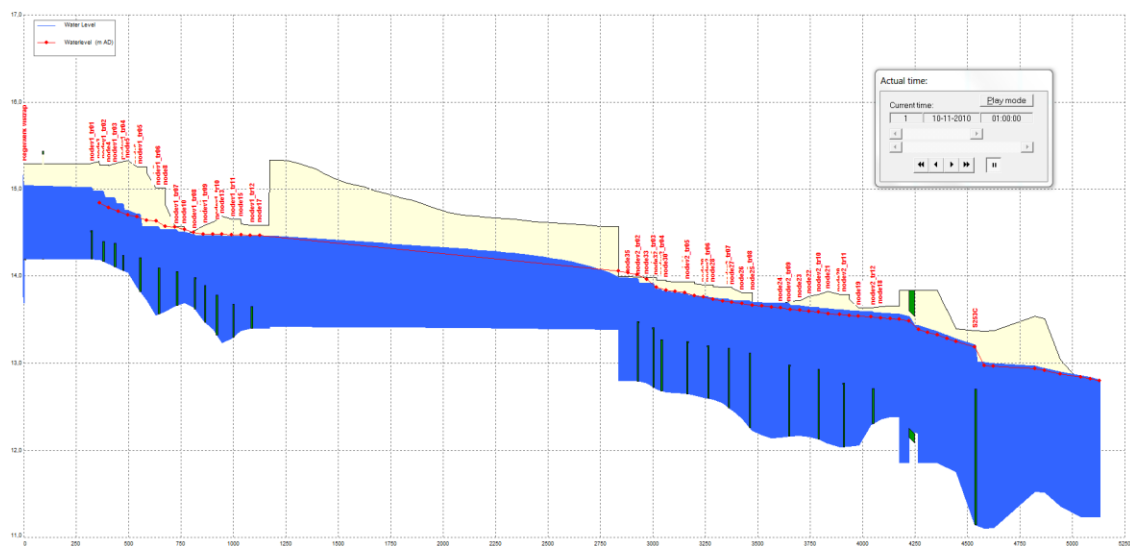
Afbeelding 47. Waterstanden **extreme afvoerpiek**, deeltraject 3; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



Afbeelding 48. Waterstanden **extreme afvoerpiek**, deeltraject 3 – droge beekloop; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.



Afbeelding 49. Waterstanden **extreme afvoerpiek**, deeltraject 4; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

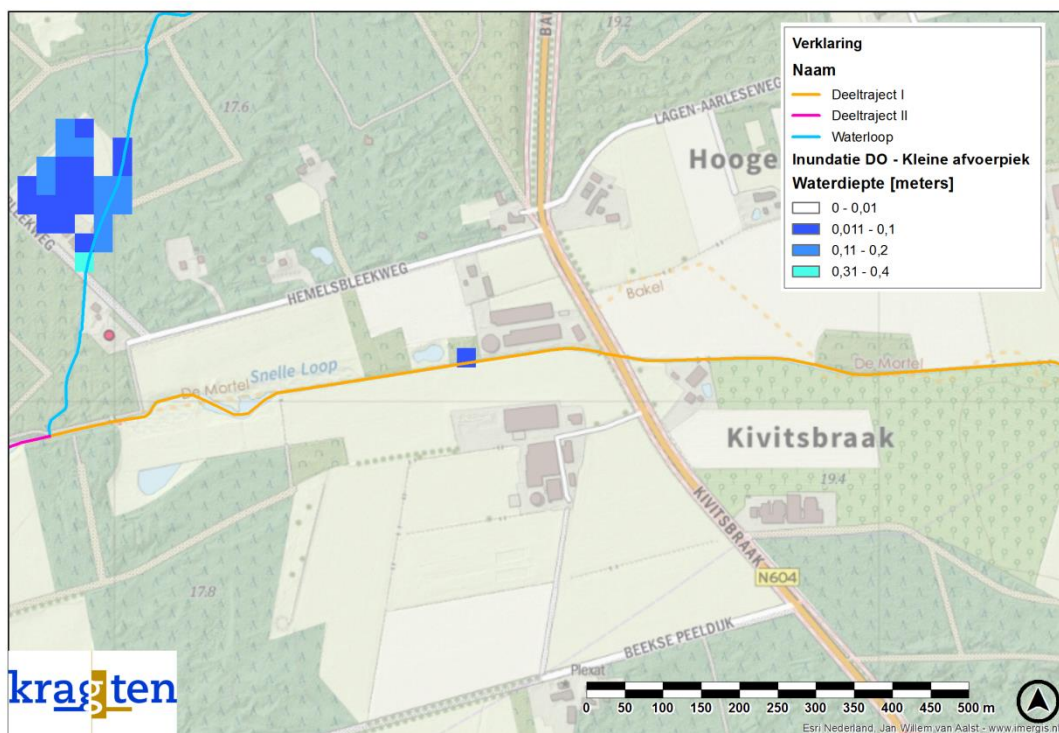
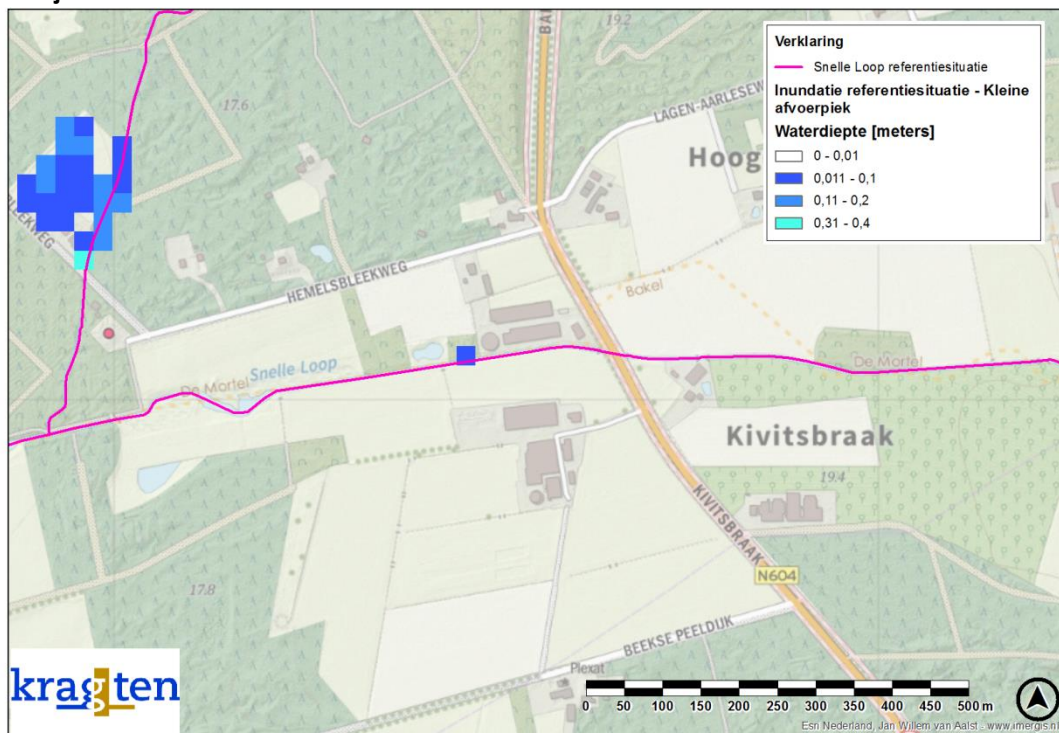


Afbeelding 50. Waterstanden **extreme afvoerpiek**, deeltraject 5; blauw is de DO waterstand, rood is de referentie waterstand.

B3 DO RESULTATEN 2D INUNDATIE

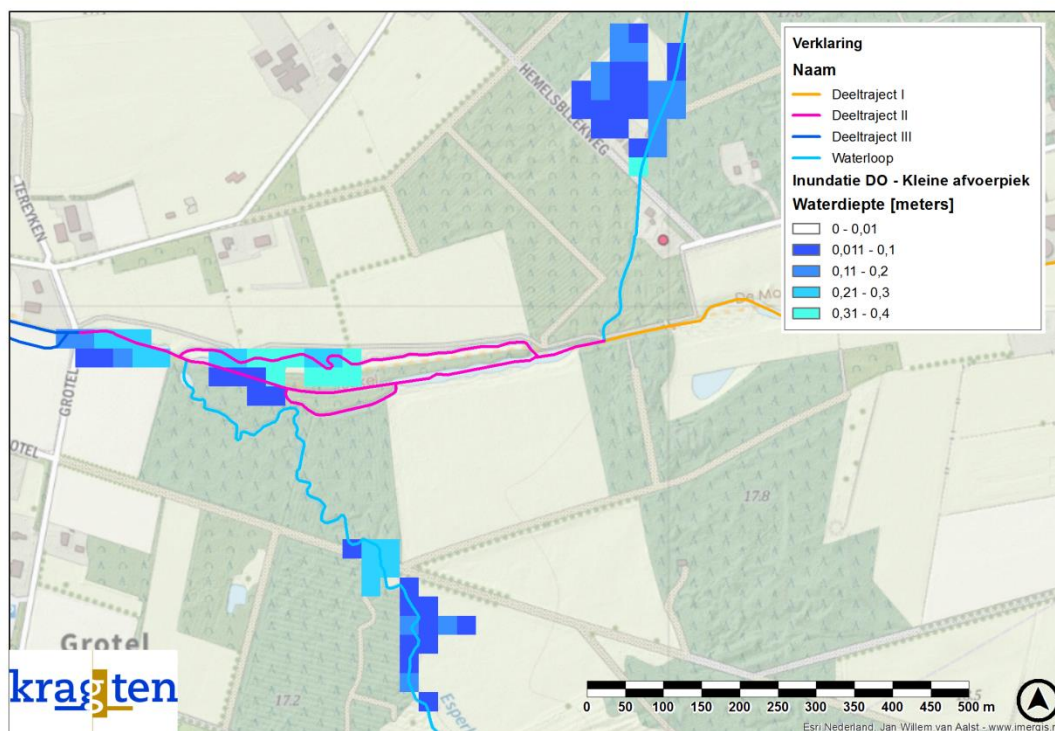
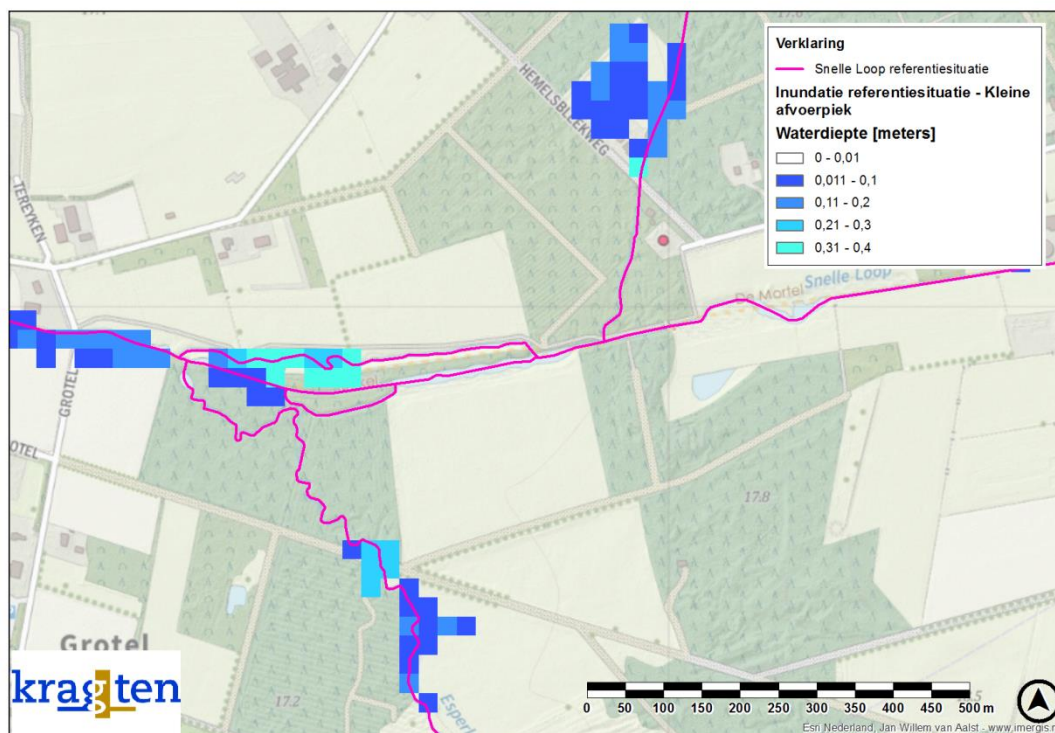
B3.1 Kleine afvoerpiek

Deeltraject I



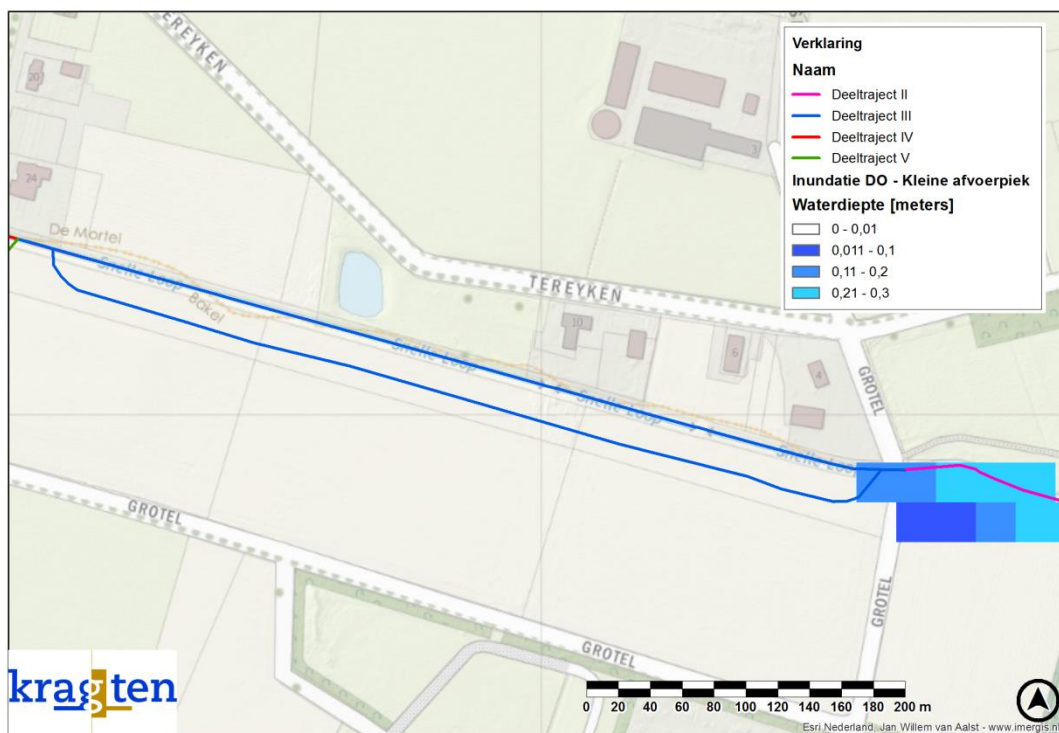
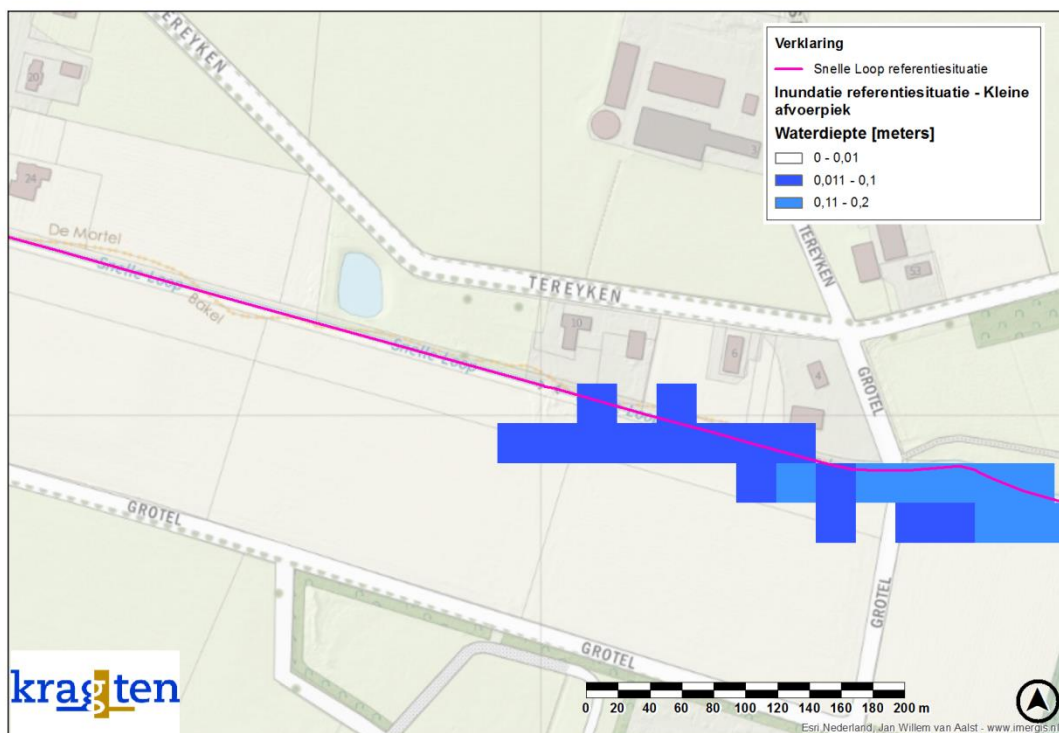
Afbeelding 51. Inundatie in geval van **kleine afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject I.

Deeltraject II



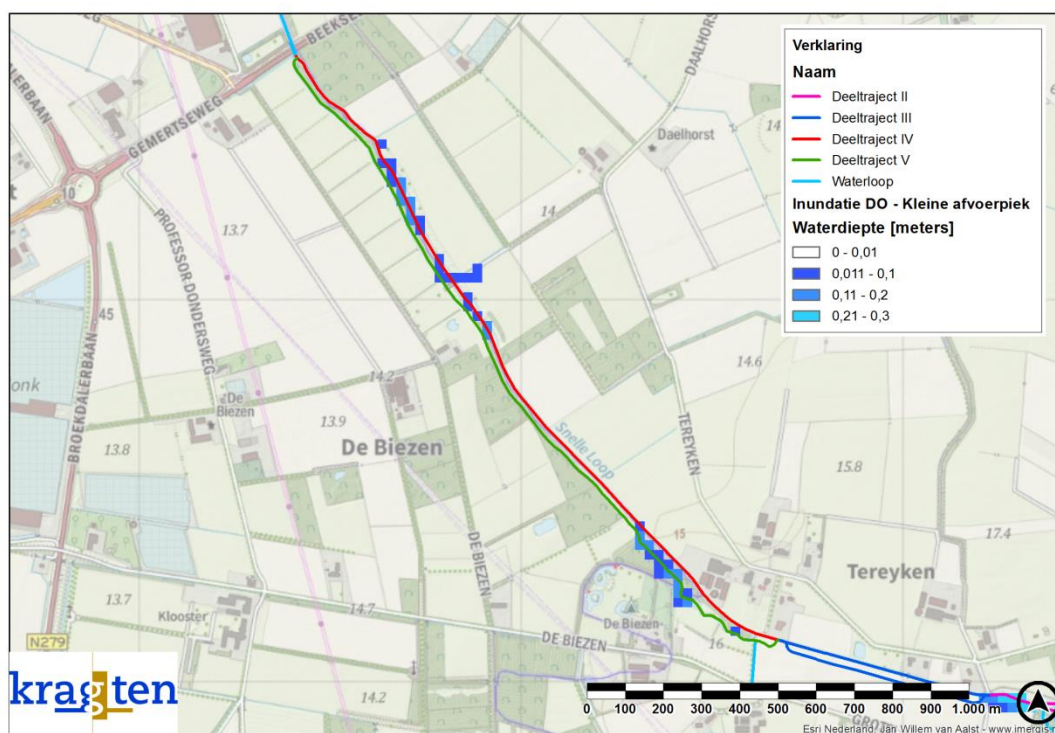
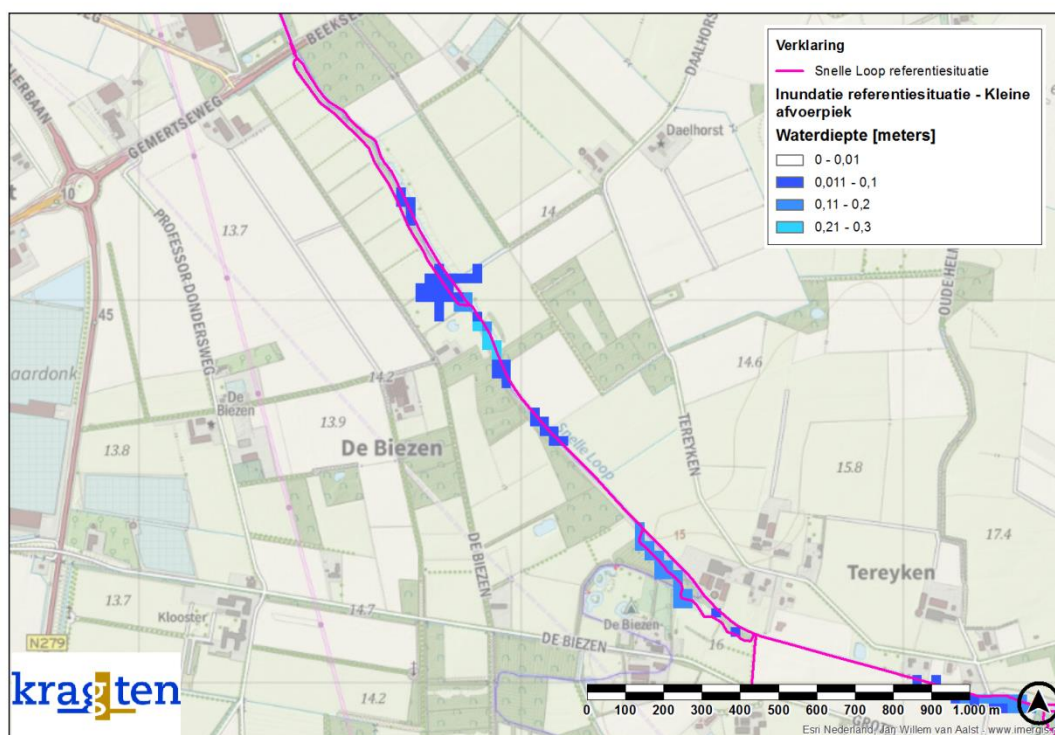
Afbeelding 52. Inundatie in geval van **kleine afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject II.

Deeltraject III



Afbeelding 53. Inundatie in geval van **kleine afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject III.

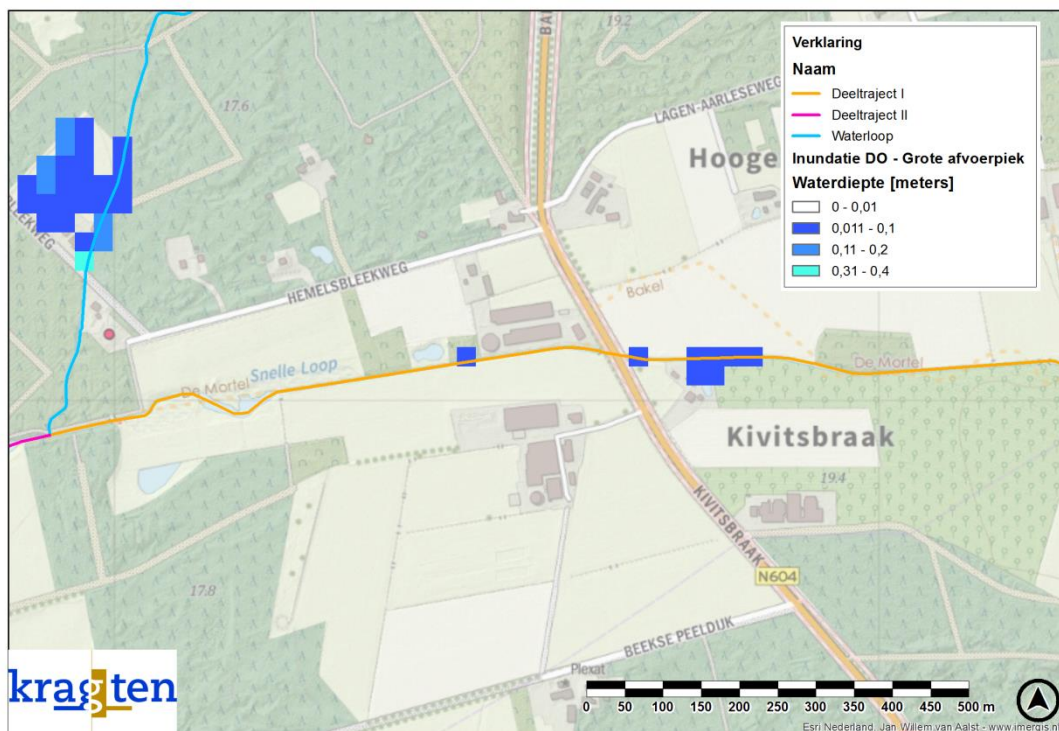
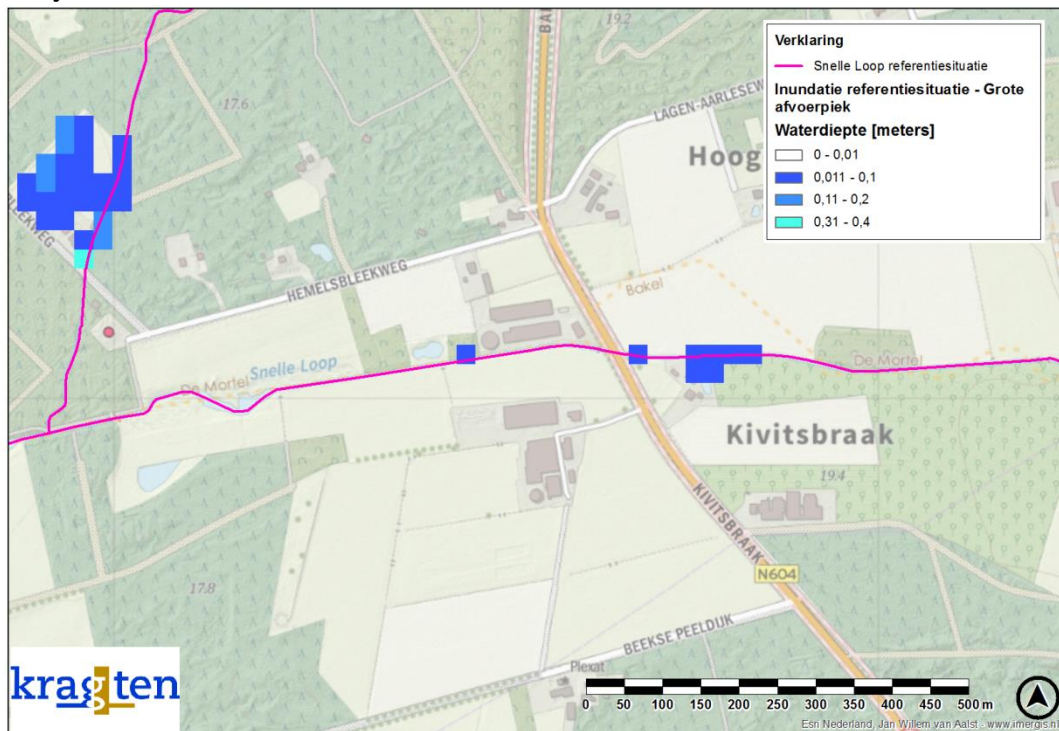
Deeltraject IV en V



Afbeelding 54. Inundatie in geval van **kleine afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject IV en V.

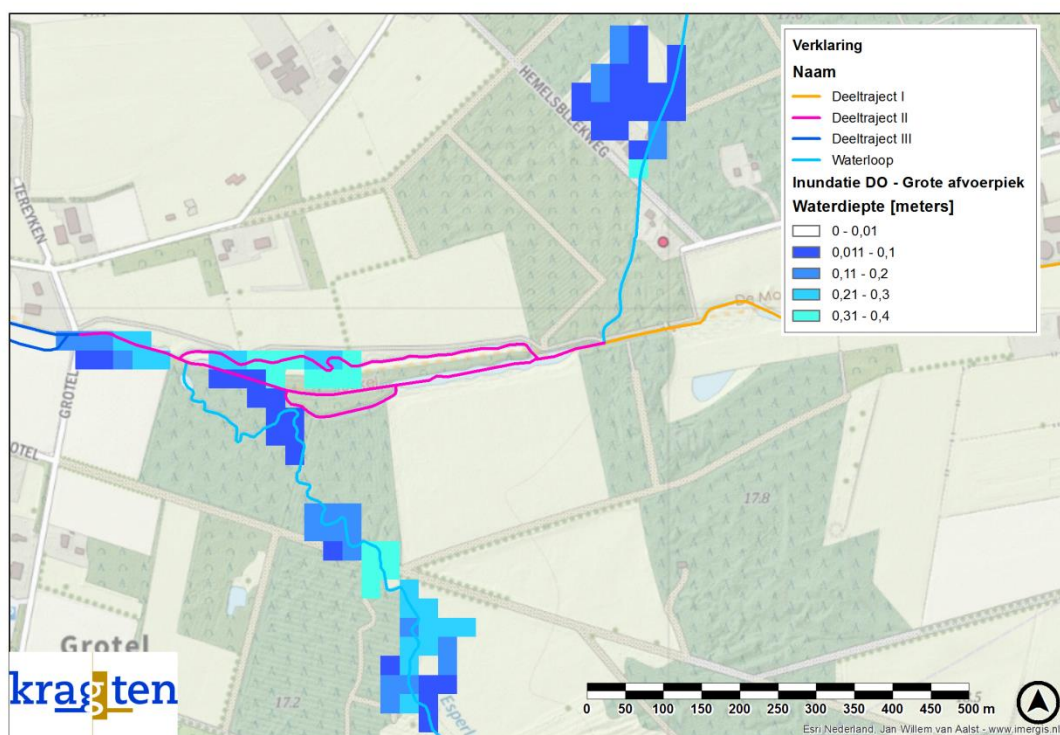
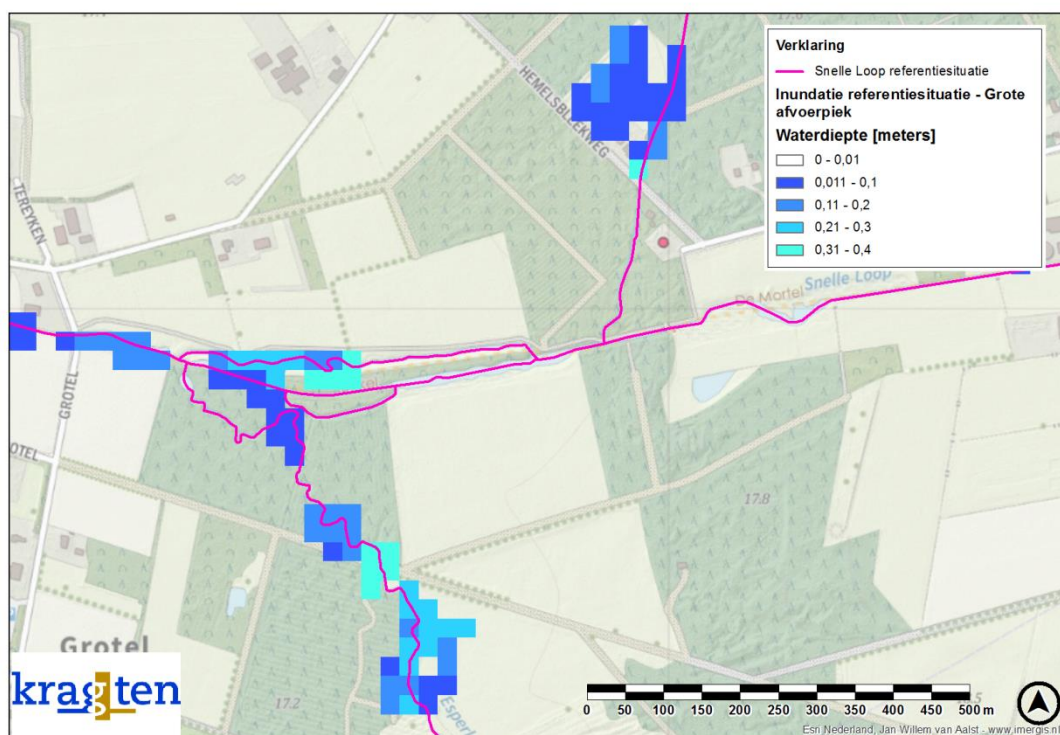
B3.2 Grote afvoerpiek

Deeltraject I



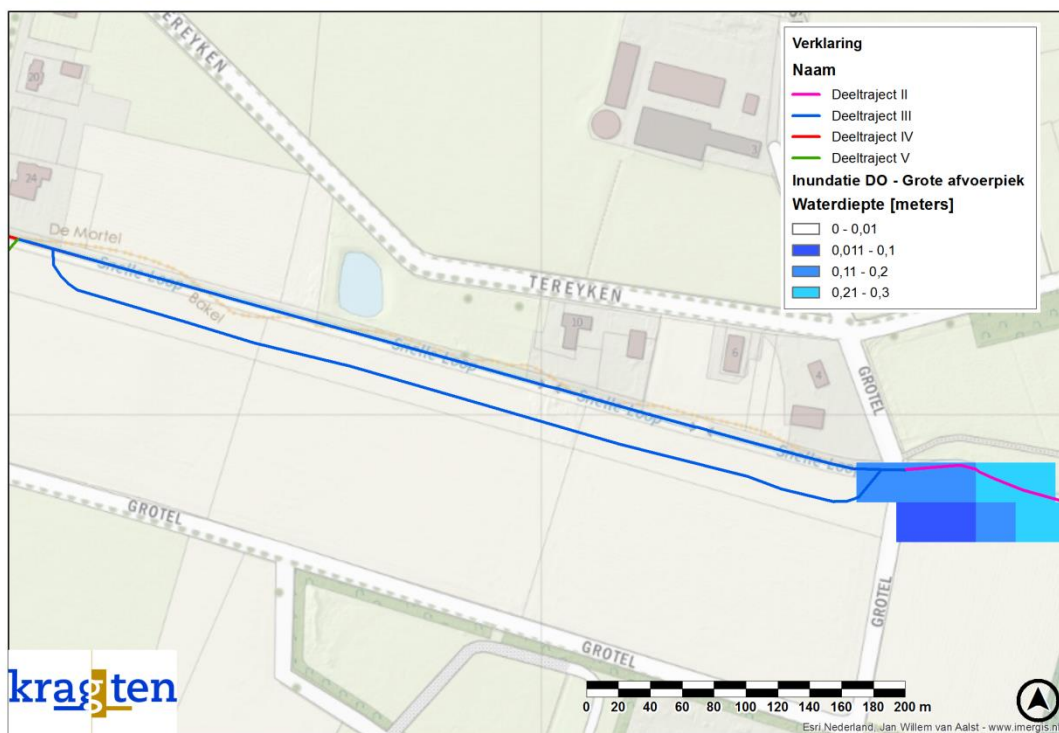
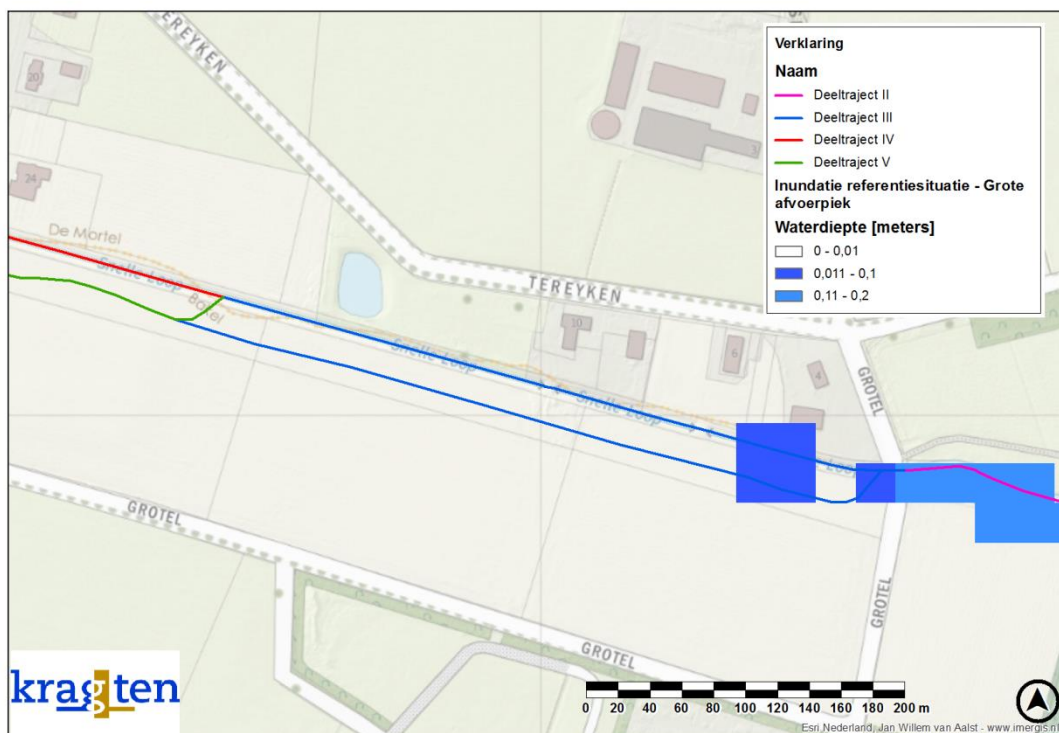
Afbeelding 55. Inundatie in geval van **grote afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject I.

Deeltraject II



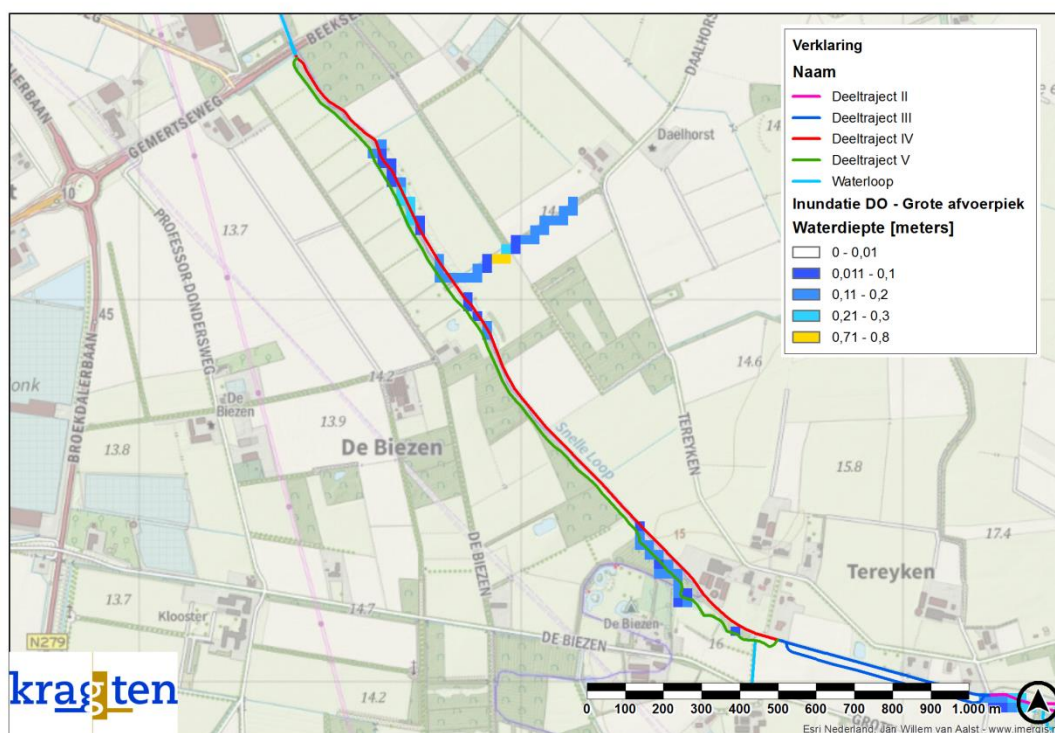
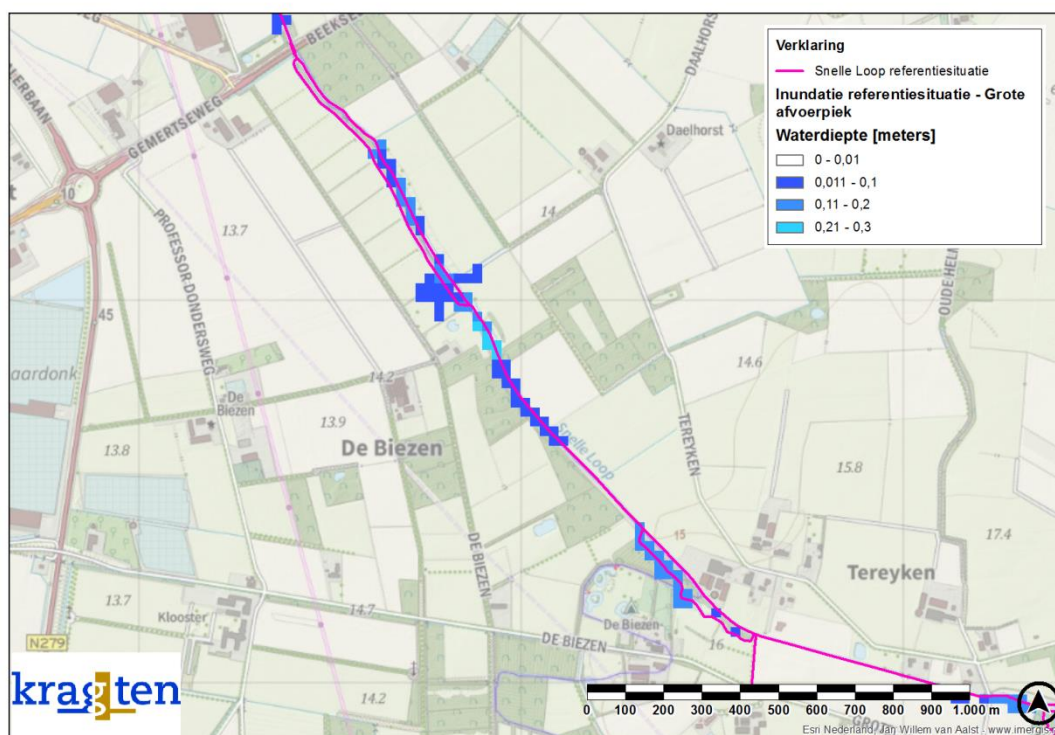
Afbeelding 56. Inundatie in geval van **grote afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject II.

Deeltraject III



Afbeelding 57. Inundatie in geval van **grote afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject III.

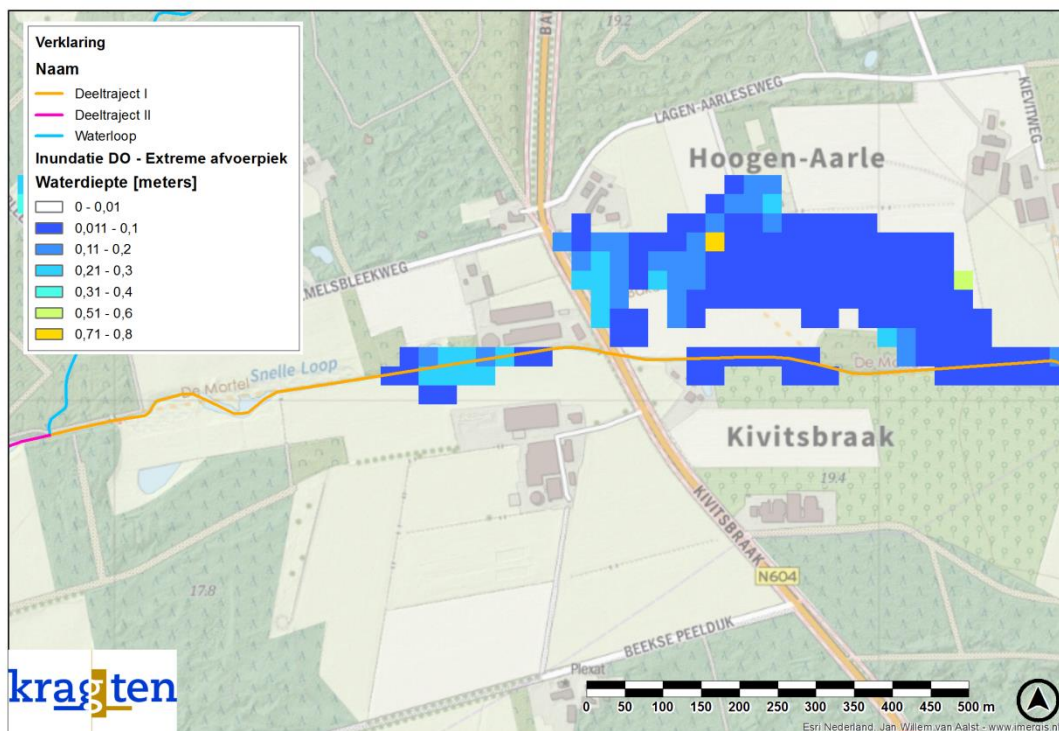
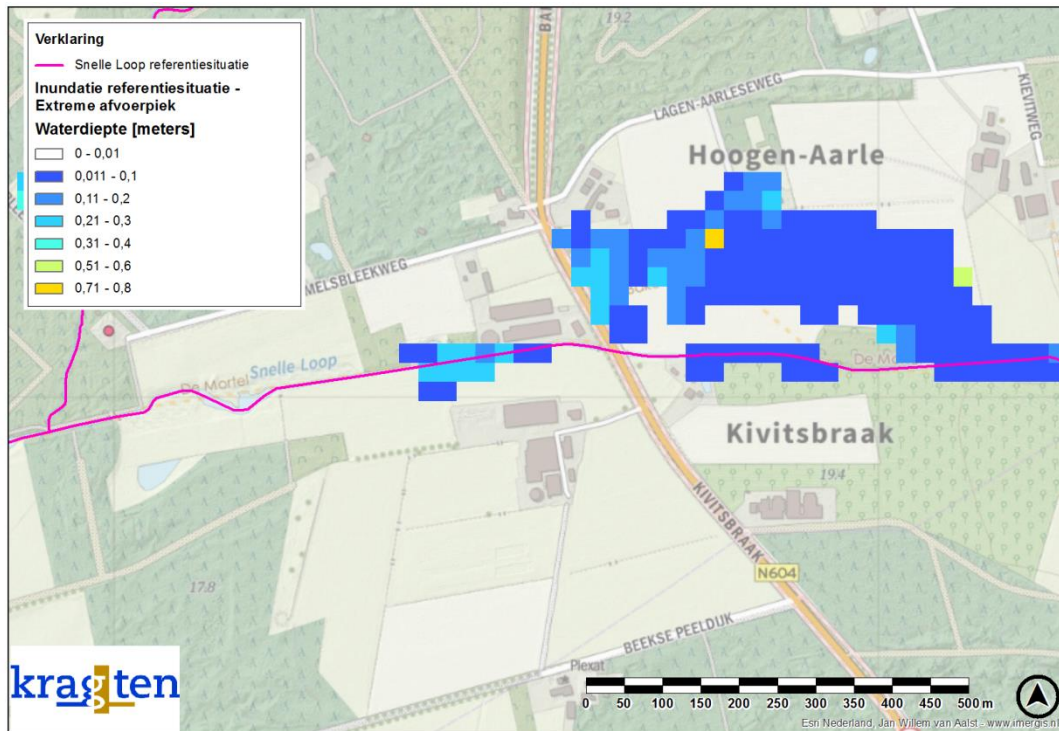
Deeltraject IV & V



Afbeelding 58. Inundatie in geval van **grote afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject IV & V.

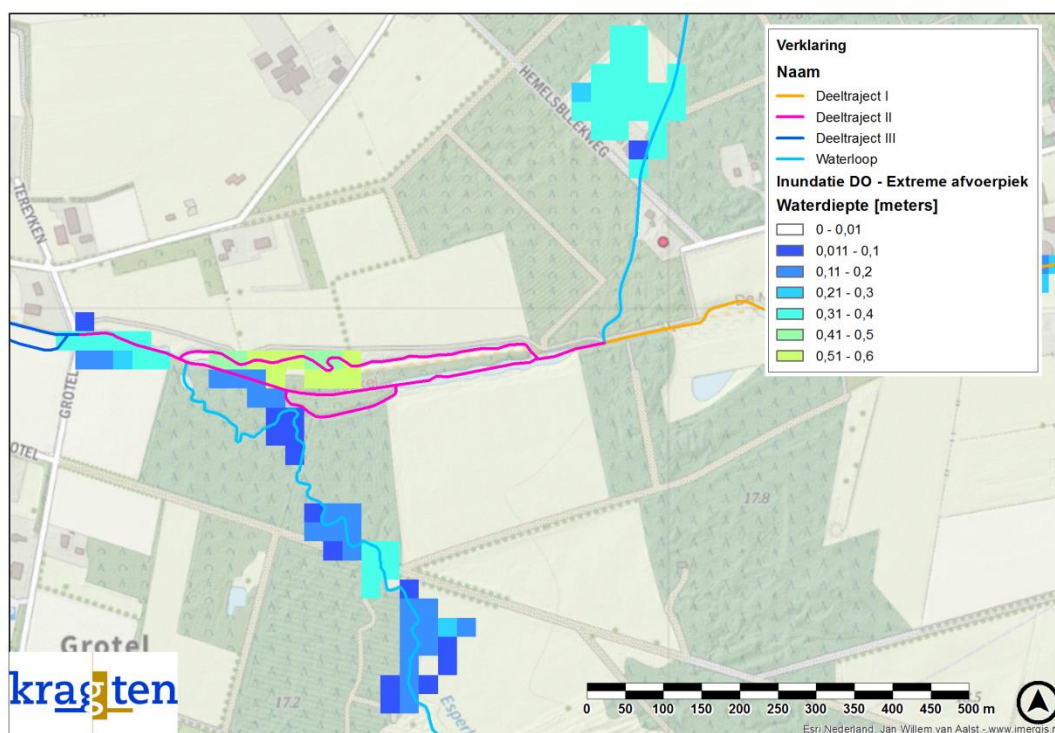
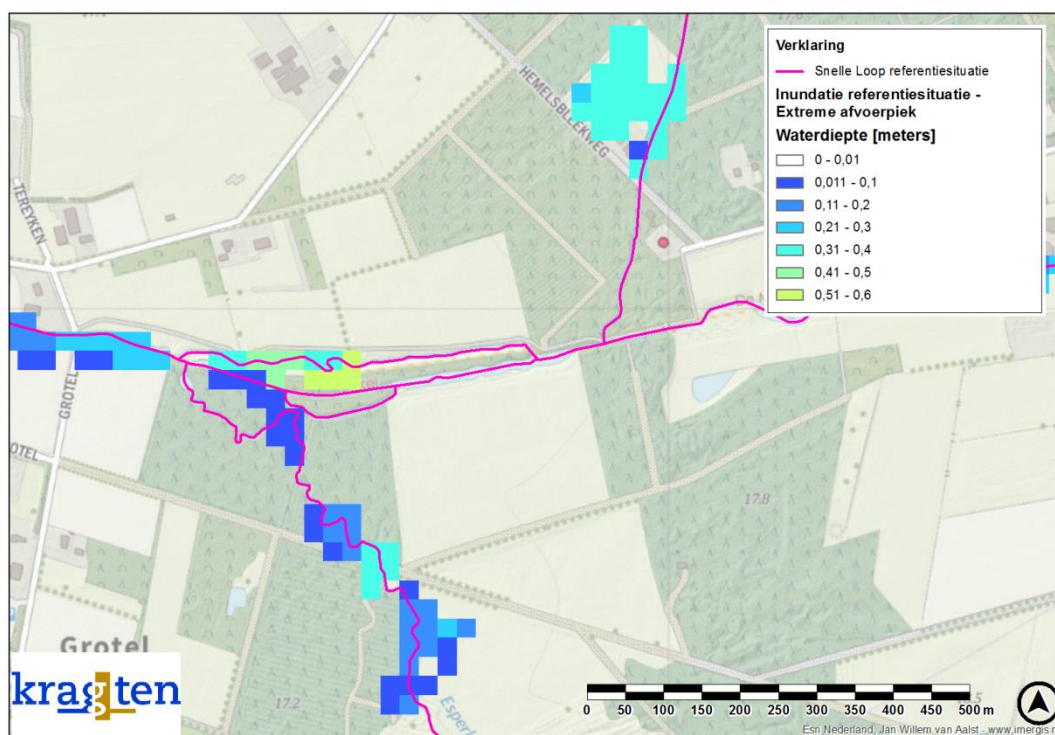
B3.3 Extreme afvoerpiek

Deeltraject I



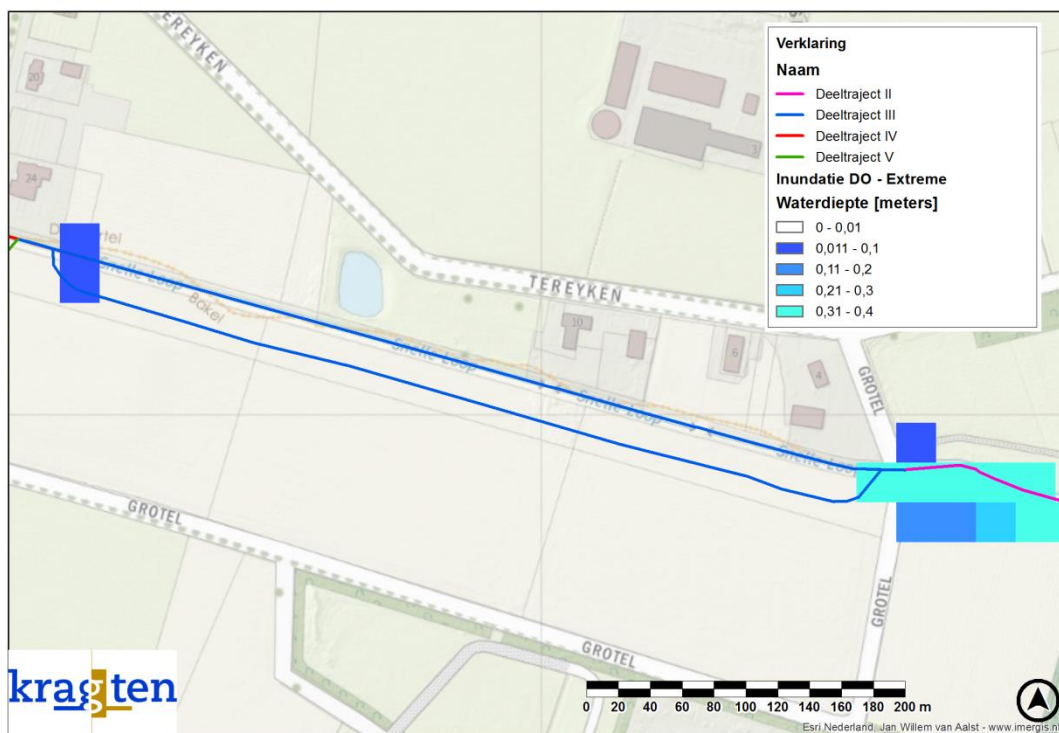
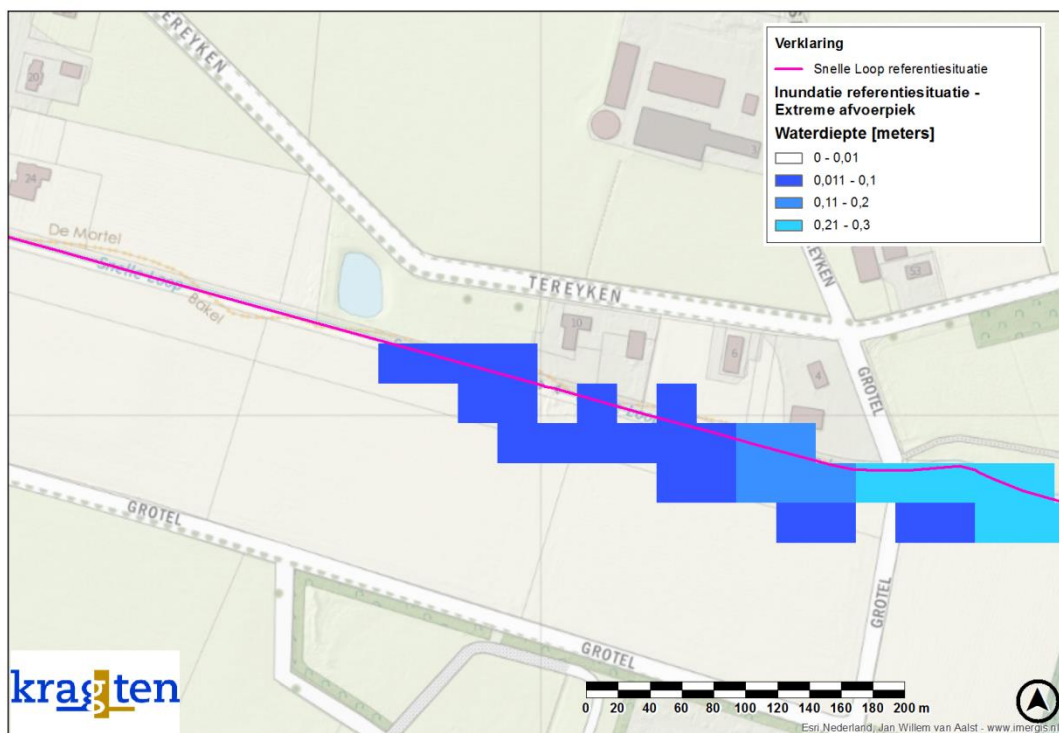
Afbeelding 59. Inundatie in geval van **extreme afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject I.

Deeltraject II



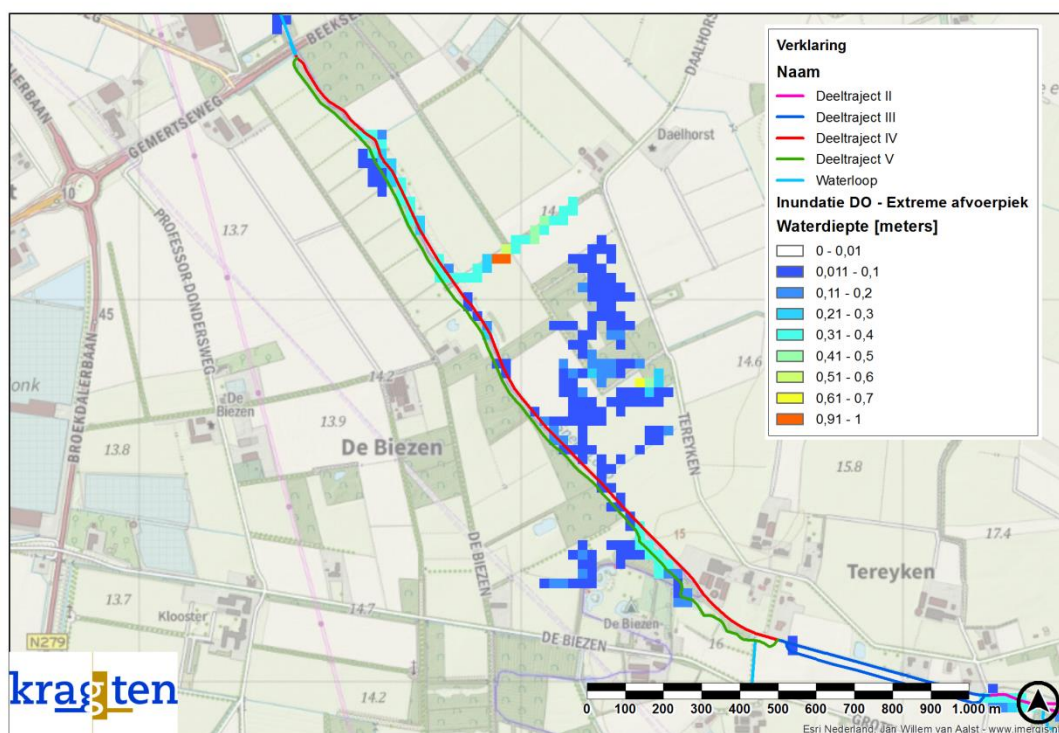
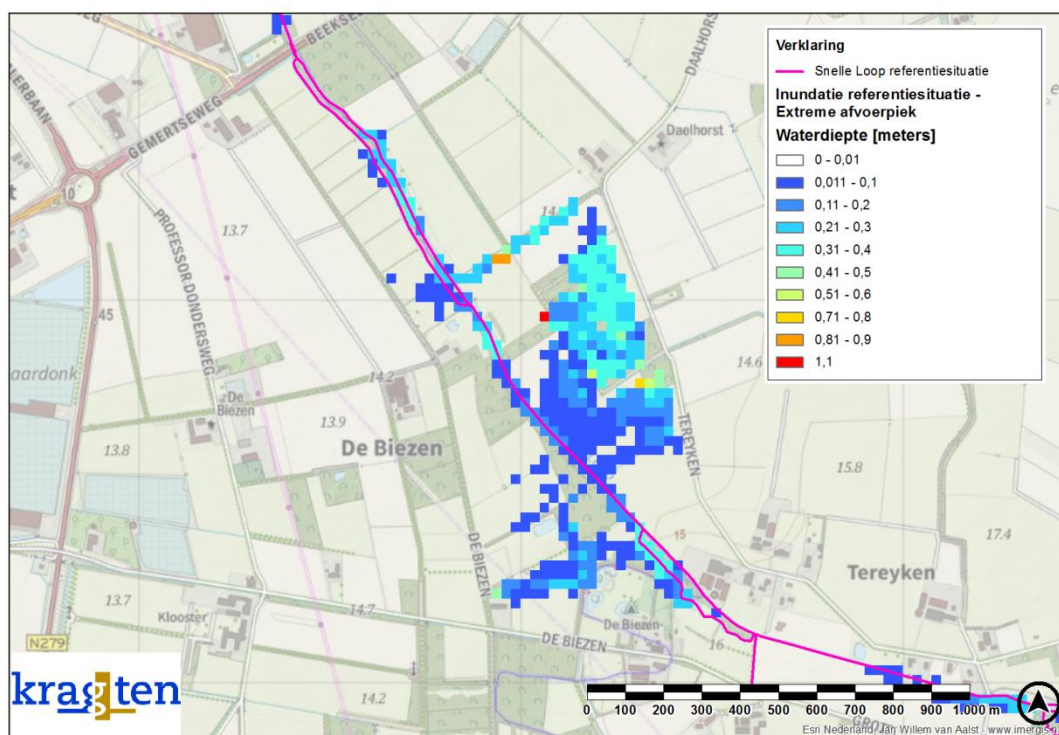
Afbeelding 60. Inundatie in geval van **extreme afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject II.

Deeltraject III



Afbeelding 61. Inundatie in geval van **extreme afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject III.

Deeltraject IV & V



Afbeelding 62. Inundatie in geval van **extreme afvoerpiek** in referentiesituatie (boven) en in DO situatie (onder); deeltraject IV & V.

