

Rapport

Wierdense Aa

Optimalisatie watersysteem

Klant: Waterschap Vechtstromen

Referentie: BH3088WATRP2012171511WM

Status: Definitief/P01.01

Datum: 18 december 2020



Projectgerelateerd

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Koggelaan 21
8017 JN ZWOLLE
Water

Trade register number: 56515154

+31 88 348 65 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Wierdense Aa

Ondertitel:
Referentie: BH3088WATRP2012171511WM
Status: P01.01/Definitief
Datum: 18 december 2020
Projectnaam: Wierdense Aa
Projectnummer: BH3088
Auteur(s): Martin Colee, Niek Heijs (Arcadis)

Opgesteld door: Martin Colee

Gecontroleerd door: Evert de Lange

Datum: 18-12-2020

Goedgekeurd door: Evert de Lange

Datum: 18-12-2020

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veeleenvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.



Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Introductie	1
1.2	Doel van studie	2
1.3	Onderzoeksmethodiek	2
1.4	Leeswijzer	2
2	Functioneren watersysteem in historische en huidige situatie	3
2.1	Beschrijving functioneren watersysteem Wierdense Aa vóór aanleg Wendel	3
2.2	Beschrijving functioneren watersysteem in huidige situatie	3
2.3	Wateroverlast in de afgelopen jaren	4
3	Functioneren watersysteem in plansituatie	5
3.1	Beschrijving plansituatie	5
3.2	Methode	5
3.3	Algemeen beeld functioneren in plansituatie	6
3.4	NBW check plansituatie	10
3.5	Functioneren stedelijk gebied in plansituatie	12
4	Scenario verplaatsen overstort Aadorpsweg	15
4.1	Beschrijving maatregel	15
4.2	Effect maatregel	16
5	Scenario noodoverlaat richting de Regge	20
5.1	Inleiding	20
5.2	Beschrijving maatregelen	20
5.3	Modellering	21
5.4	Effect maatregelen	22
6	Scenario automatische stuwen in de Wierdense Aa	32
6.1	Inleiding	32
6.2	Beschrijving maatregelen	32
6.3	Modellering	34
6.4	Effect maatregelen	34
7	Conclusie	53



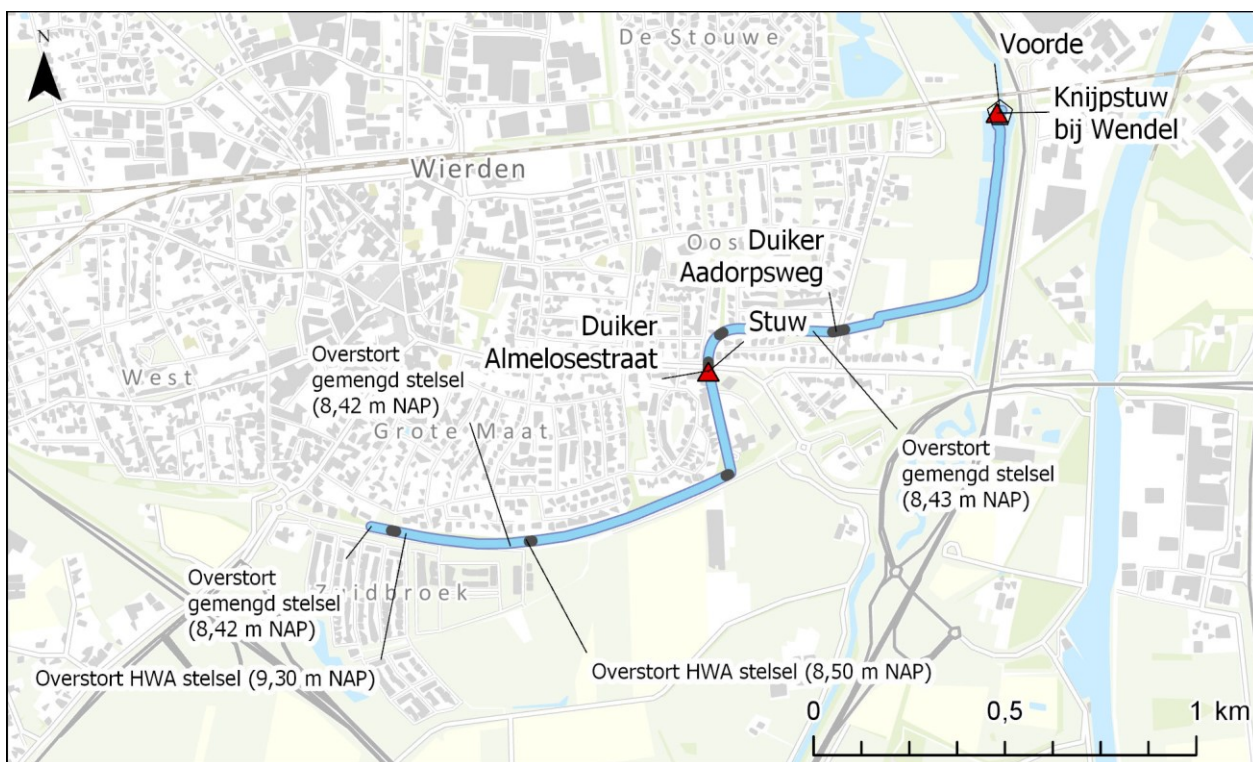
Bijlagen

- A. Rapport
- B. Opbouw & validatie InfoWorks ICM model
- C. Buien en waterstanden op de Wendel
- D. Lengteprofielen bij plansituatie (1D)
- E. Afvoeren bij plansituatie
- F. Inundatiebeelden bij plansituatie (2D)
- G. Verslag overleggen met gebiedsbeheerders

1 Inleiding

1.1 Introductie

Na aanleg van de Wendel, een watergang tussen Wierden en Almelo, is de afwateringsrichting van de Wierdense Aa (Figuur 1) veranderd. Voor realisatie van de Wendel waterde de Wierdense Aa af richting de Regge via gemaal Zuidbroek. Na aanleg waterde de Wierdense Aa af in noordelijke richting op de Wendel. Sinds de wijziging (2010) van de afwateringsrichting komt het regelmatig voor dat er hoge peilen optreden in de Wierdense Aa. Als gevolg van de hoge peilen wordt de afwatering van enkele overstorten en regenwateruitlaten beïnvloed, waardoor water-op-straat ontstaat. Daarnaast zijn er ook klachten van buurtbewoners dat het waterpeil te hoog oploopt in natte perioden, waardoor inundatie langs de waterloop optreedt.



Figuur 1: Overzichtskartaal Wierdense Aa

Waterschap Vechtstromen heeft, in overleg met de gemeente Wierden, het functioneren van de Wierdense Aa laten analyseren met behulp van een model. De interactie tussen de Wierdense Aa en het rioleringsstelsel is belangrijk voor een goede analyse. In deze modelstudie is er voor gekozen om gebruik te maken van zowel SOBEK als InfoWorks ICM. Door deze modelpakketten te combineren, is het mogelijk de kwaliteiten van SOBEK (berekenen van waterstanden op regionale schaal) te combineren met InfoWorks ICM waarin de neerslag-afvoer processen in stedelijk gebied gemodelleerd zijn.

Een beschrijving van de modelopbouw en validatie is te vinden in Bijlage A.



1.2 Doel van studie

Deze studie heeft als doel om twee onderzoeksvragen te beantwoorden:

- Hoe functioneert het watersysteem van de Wierdense Aa in de plansituatie?
 - o Zijn er conform de NBW methodiek knelpunten in stedelijk en/of landelijk gebied?
 - o In hoeverre ontstaat er extra wateroverlast in Wierden als gevolg van terugstuwing in de riolering door hoge waterpeilen in de Wierdense Aa?
- Welke maatregelen zijn nodig om het functioneren van het watersysteem van de Wierdense Aa te verbeteren?

1.3 Onderzoeksmethodiek

De onderzoeksvragen worden beantwoord met behulp van een modelstudie, aangevuld met verslagen van gebiedsbeheerders vanuit de gemeente Wierden en Waterschap Vechtstromen.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op het historische en huidige functioneren van het watersysteem van de Wierdense Aa. In hoofdstuk 3 wordt het berekende functioneren van het watersysteem in de plansituatie behandeld.

Hoofdstuk 4 gaat over de optimalisatie van de plansituatie door de overstort nabij de Aadorpweg te verplaatsen naar het benedenstrooms gelegen deel van de Wierdense Aa. Hoofdstuk 5 beschrijft het maatregelenscenario waarbij er een noodoverlaat richting de zijtak naar de Regge geplaatst wordt. Hoofdstuk 6 bevat een maatregelenscenario waarbij er twee automatische stuwen worden geplaatst. Tot slot bevat hoofdstuk 7 de conclusies van deze studie .

2 Functioneren watersysteem in historische en huidige situatie

2.1 Beschrijving functioneren watersysteem Wierdense Aa vóór aanleg Wendel

De Wierdense Aa is een watergang langs de zuidzijde van de kern Wierden, welke tevens de belangrijkste afvoerader voor stedelijk water vormt.

In het verleden, voor de aanleg van de Wendel in 2010, voerde de Wierdense Aa af in zuidelijke richting, via gemaal Wierden, naar de Regge.

Er zijn vanuit het verleden geen ervaringen met wateroverlast in relatie tot de Wierdense Aa bekend.

2.2 Beschrijving functioneren watersysteem in huidige situatie

Om een beter beeld te vormen bij het huidige functioneren van het watersysteem, zijn er gesprekken gevoerd met gebiedsbeheerders van de gemeente Wierden en Waterschap Vechtstromen.

Een verslag van de twee overleggen is terug te vinden in Bijlage G.

De Wendel is een waterloop welke is aangelegd in 2010. Het doel van deze waterloop is om de stedelijke afvoer in dit deel van Twente te scheiden van de landelijke afvoer, welke veelal uitstroomt in de Regge. De Wendel loopt vanaf de Weezebeek naar de Veeneleiding. De Wendel voert onder andere stedelijk water vanuit de kernen Wierden en Almelo af.

Om stedelijk water vanuit de kern Wierden te laten afvoeren richting de Wendel, is de afvoerrichting van de Wierdense Aa omgekeerd. In eerste instantie is de afvoer richting het zuiden onmogelijk gemaakt, door een schot voor de duiker onder de Akkerwal te plaatsen. Figuur 2 toont de locatie van de duiker en het schot.



Figuur 2: Locatie duiker onder Akkerwal



Hierdoor was afvoer richting het zuiden niet meer mogelijk. Tevens is de Wierdense Aa ten oosten van de Aadorpweg verlengd en is er een bergingsgebied aangelegd. Ter hoogte van de spoorlijn is er verbinding gemaakt met de Wendel door middel van een (knijp-) stuw. Hierdoor voerde de Wierdense Aa volledig af op de Wendel.

Uit gesprekken is gebleken dat na ervaren overlast, zoals besproken in paragraaf 2.3, besloten is om het schot voor de duiker bij de Akkerwal weer te verwijderen. Dit schot is niet terug geplaatst tot op heden (2020). In de huidige situatie kan de Wierdense Aa dus zowel richting de Wendel, als richting de Regge (via gemaal Wierden) afvoeren. De Wierdense Aa vormt daarmee een verbinding tussen deze beide watergangen.

In dezelfde periode waarin de afvoerrichting van de Wierdense Aa is omgekeerd, is het bergbezinkbassin (BBB) Rozemarijnsingel aangelegd.

2.3 Wateroverlast in de afgelopen jaren

Uit gesprekken is naar voren gekomen dat de aanpassingen in het watersysteem rond 2010, in combinatie met de aanleg van BBB Rozemarijnsingel, hebben geleid tot hogere waterstanden in de Wierdense Aa wat onder anderen zorgde voor een calamiteit in 2014 en 2020.

Na een hevige bui steeg het waterpeil in de Wierdense Aa, waardoor er op enkele locaties inundatie van groenstroken en plantsoenen heeft plaatsgevonden, voornamelijk nabij de Grote Maatweg, de Sparrenlaan en wijk Plan Oost. Dit hoge waterpeil leidde tevens tot volgelopen drainagebuizen, welke bij enkele huizen leidde tot wateroverlast. Daarnaast blijft het water- op andere locaties in Wierden, zoals de Korianderhof, langer op straat staan doordat het riool het water niet kwijt kan via de riooloverstorten. Tot slot is er gedurende langere tijd rioolvreemdwater, afkomstig vanuit de Wierdense Aa, afgevoerd naar de zuivering via het hoofdrioolgemaal, vermoedelijk ook bij T=1 buien.



3 Functioneren watersysteem in plansituatie

3.1 Beschrijving plansituatie

De plansituatie is de situatie zoals beoogd bij de aanleg van de Wendel en de bijbehorende omkering van de afvoerrichting van de Wierdense Aa. Het watersysteem van de Wierdense Aa functioneert in de plansituatie als volgt:

1. Stedelijk water vanuit de kern Wierden (primair het deel ten zuiden van de spoorlijn), komt via gemengde- en HWA overstorten tot afvoer in de Wierdense Aa
2. De Wierdense Aa voert in noordoostelijke richting af richting de Wendel. In reguliere situaties vindt de afvoer via de knijpstuw plaats, in situaties met hoge afvoer kan het water over een voorde de Wendel instromen.
3. Er kan geen enkele afvoer richting het zuiden/gemaal Wierden en de Regge plaatsvinden.

Het watersysteem van de Wierdense Aa is conform deze plansituatie opgenomen in het InfoWorks ICM model.

3.2 Methode

In de eerste plaats wordt het functioneren van het watersysteem in grote lijnen beschouwd. Om het functioneren van het stedelijke watersysteem te toetsen aan de relevante normen van het waterschap, is het model doorgerekend met 15 NBW-buizen (gelet op de beperkingen van 2D rekenen in termen van rekentijd en verwerkingstijd, is er gekozen om een subset van alle 30 NBW buien door te rekenen). De 15 buien, bestaande uit 5 buien per herhalingstijd ($T=1$, $T=10$ en $T=100$), zijn geselecteerd om een zo divers mogelijk beeld te krijgen ten aanzien van de invloed van de duur en omvang van de buien.

Het bleek voor deze studie niet doelmatig om een volledige toets conform de NBW-normering uit te voeren. In plaats daarvan zijn de resultaten per bui gecheckt op de belangrijkste normen uit de NBW:¹

1. Geen inundatie van landelijk gebied vanuit de watergang bij $T=10$ buien
2. Geen inundatie van stedelijk gebied vanuit de watergang bij $T=100$ buien

Aanvullend is bij deze check nog een niet-NBW norm meegenomen: het vrij blijven van overstorten bij $T=1$ buien.²

Om het functioneren van het stedelijke watersysteem inzichtelijk te maken, is het model tevens doorgerekend met twee stedelijke buien en een klimaatscenario om daarmee de gevoeligheid van en de consequenties voor het functioneren van het stedelijk water/rioolsysteem inzichtelijk te krijgen.

Een uitgebreid overzicht van de 15 NBW-buien en 2 stedelijke buien is te vinden in Bijlage B.

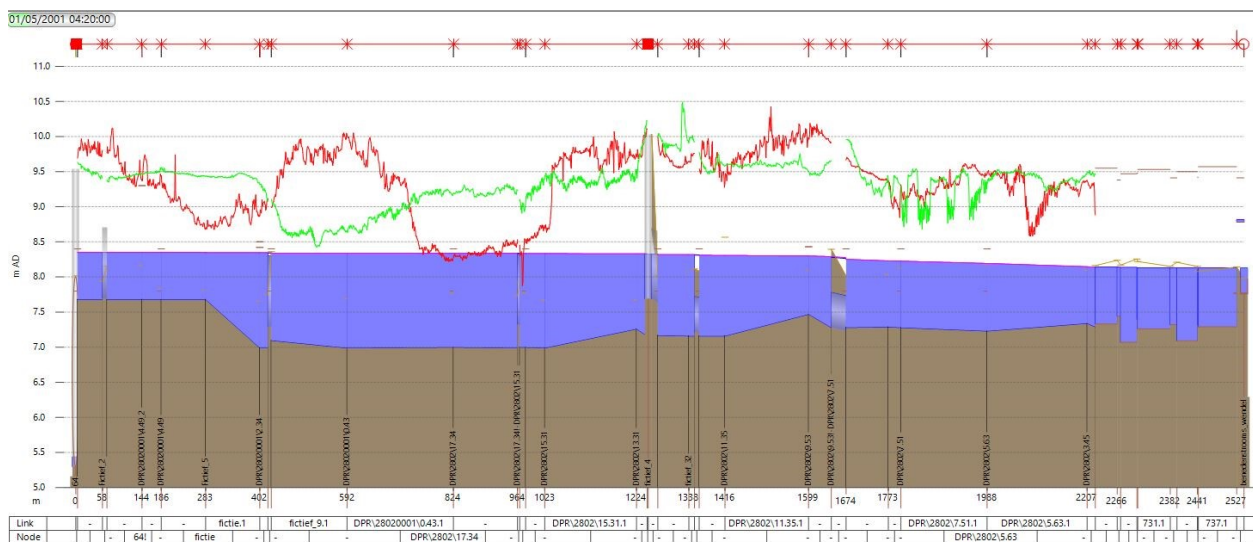
De Wierdense Aa is geheel opgenomen in het InfoWorks ICM model. Het Wendelpeil is als een benedenstroomse randvoorwaarde voor de Wierdense Aa in het model opgenomen. Het peil op de Wendel volgt uit berekeningen met het regionale SOBEK model. Om tot een realistische inschatting van het Wendel peil te komen, is de volgende interactie tussen de modelpakketten uitgevoerd voor alle 15 NBW-buien en 2 stedelijke buien:

^{1,2} Deze normen zijn overgenomen uit het Hydrologisch handboek van Waterschap Vechtstromen, versie 7 juni 2019

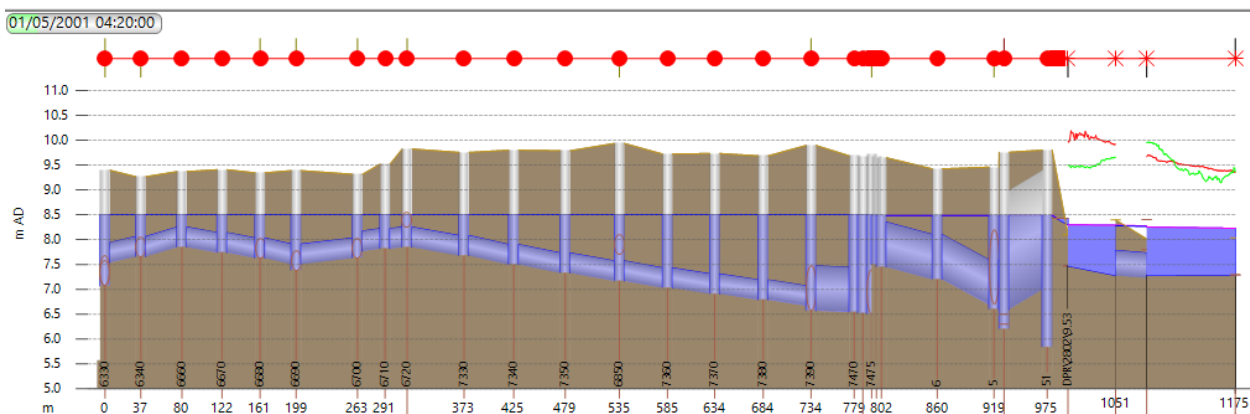
- Een overzicht van de (berekende-) waterstanden op de Wendel nabij de Wierdense Aa zijn te vinden in Bijlage B.

Aan de hand van de resultaten bij T=1 bui5 wordt het functioneren van het watersysteem in de plansituatie beschreven. T=1 bui5 is als voorbeeld gekozen omdat bij deze bui het functioneren van het watersysteem wordt geïllustreerd.

Figuur 3 toont de maximale waterstanden ten gevolge van de stedelijke afvoer. Er is een (zeer-) licht verhang zichtbaar. Deze waterstanden doen zich voor circa 20 minuten na het einde van de bui. Er is geen sprake van inundatie van maaiveld, en de waterstand bevindt zich over de gehele Wierdense Aa beneden de maatgevende overstorthoogte van 8,44 m NAP. De overstorten kunnen daarmee vrij afvoeren. Figuur 4 toont een lengteprofiel op hetzelfde tijdstip vanuit het riool vanaf de Korianderhof tot aan de duiker Aadorpsweg.

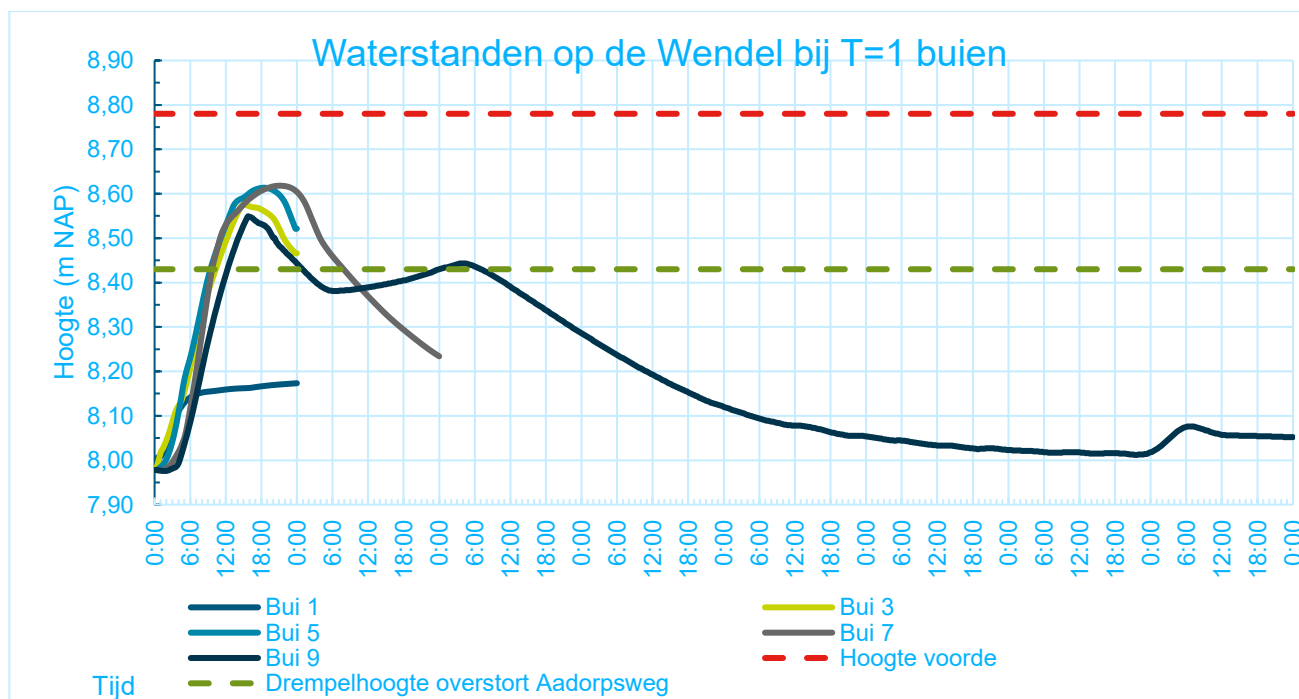


Figuur 3: Lengteprofiel T1 bui 5 (stedelijke afvoer)



Figuur 4: Lengteprofiel vanaf de Korianderhof in Wierden (links) tot aan het BBB en overstort bij de Aadorpsweg bij T1 bui 5. Uiterst rechts is de duiker Aadorpsweg en de benedenstroomse watergang zichtbaar.

Enige tijd nadat de bui is afgelopen, begint de waterstand op de Wendel flink op te lopen tot circa 8,60 m NAP, 18 uur na start van de bui. Figuur 5 toont het verloop van de waterstand op de Wendel over de tijd.



Figuur 5: Waterstanden op de Wendel bij T=1 buien

Doordat de waterstand op de Wendel stijgt, begint de Wierdense Aa zich langzaam op te vullen. Er is sprake van een omgekeerde stroomrichting over de knijpstuw. Figuur 6 toont de afvoeren over de knijpstuw. Circa 17 uur na start van de bui, wordt er een waterstand van circa 8,44 m NAP bereikt, waarna er water vanuit de Wierdense Aa, over de overstorten, het riool instroomt. Dit houdt enige tijd aan, in deze simulatie tenminste 7 uur (hierna werd het einde van de simulatie bereikt).



Tabel 1: Hoogste waterstanden direct benedenstrooms van de duiker Aadorpsweg t.o.v. overstorthoogtes en maaiveldhoogtes. Waterstanden gemarkeerd in rood zijn gelijk aan of hoger dan de maatgevende overstorthoogte van 8,44 m NAP.

Bui	Hoogste waterstand (m NAP)		Maatgevende overstorthoogte	Maaiveldhoogte Korianderhof
	T.g.v. stedelijke afvoer	T.g.v. Wendel		
T1 - bui1	7,99	8,18	8,44	9,20
T1 - bui3	8,06	8,44	8,44	9,20
T1 - bui5	8,31	8,46	8,44	9,20
T1 - bui7	8,37	8,46	8,44	9,20
T1 - bui9	8,44	8,44	8,44	9,20
T10 - bui1	8,12	8,46	8,44	9,20
T10 - bui3	8,55	8,50	8,44	9,20
T10 - bui5	8,59	8,53	8,44	9,20
T10 - bui7	8,75	8,72	8,44	9,20
T10 - bui9	8,76	8,79	8,44	9,20
T100 - bui1	8,30	8,52	8,44	9,20
T100 - bui3	8,73	8,71	8,44	9,20
T100 - bui5	8,96	8,89	8,44	9,20
T100 - bui7	9,07	9,04	8,44	9,20
T100 - bui9	9,02	9,07	8,44	9,20

Op basis van de getoonde figuren van het verloop van een bui welke tot afvoer komt op de Wierdense Aa, kan het volgende worden vastgesteld:

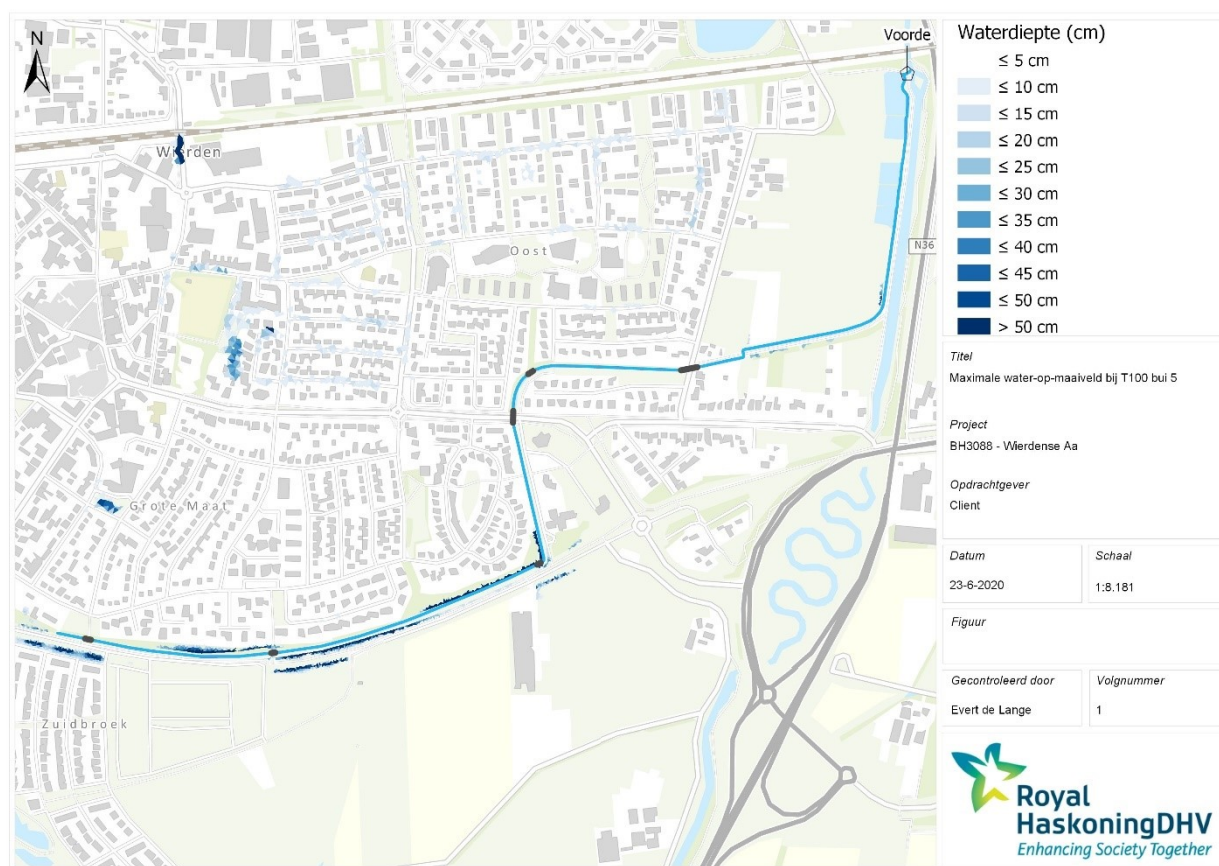
- In veel voorkomende gevallen worden de hoogste waterstanden in de Wierdense Aa bereikt enige tijd na het einde van de bui, ten gevolge van een hoge waterstand in de Wendel. In alle situaties is er sprake van instroom vanuit de Wendel.
- In alle situaties, m.u.v. de T=1 bui 1, is er sprake van een waterstand hoger dan de maatgevende overstorthoogte. In bijna alle gevallen is er dus sprake van terugstuwning en/of terugstroming over de riooloverstorten. Deze terugstroming kan lang aanhouden (uren tot etmalen).
 - In deze situaties zal er dus een fors volume aan rioolvreemdwater worden verpompt naar de zuivering.
 - Doordat het rioelstelsel wordt benut als berging voor de Wierdense Aa, kan de duur van water-op-sstraat bovenstrooms in het stelsel toenemen doordat er slechts beperkt afvoer mogelijk is. Daarnaast ontstaat hierdoor een extra risico op water-op-sstraat bij opéénvolgende buien.
- Inundatie van het maaiveld vanuit de watergang vindt pas plaats vanaf T=100 buien. De omvang hiervan is beperkt tot de groenstrook naast de Wierdense Aa nabij de Grote Maatweg.
- De waterstand in de Wierdense Aa is in de berekende situaties niet hoger dan het maaiveld in de kern Wierden. Inundatie van stedelijk gebied via de riolering ligt daarom niet voor de hand. Het gevulde rioelstelsel kan wel leiden tot een beperkte afvoer van hemelwater en daardoor water-op-sstraat bovenstrooms.

In de volgende twee paragrafen wordt verder ingegaan op het hydraulisch functioneren van de Wierdense Aa in relatie tot de NBW en bij toetsing met stedelijke buien.

3.4 NBW check plansituatie

Tabel 2 toont de resultaten van de NBW-check voor de 15 NBW buien. De volgende observaties zijn te maken bij de resultaten:

1. Er vindt bij alle doorgerekende buien terugstroming vanuit de Wendel richting de Wierdense Aa plaats. Afhankelijk van de bui, beïnvloedt dit de waterstand in de Wierdense Aa in meer of mindere mate. Bij vele buien is er een onderscheid te maken tussen een hoge waterstand ten gevolge van de piek in stedelijke afvoer, en een hoge waterstand ten gevolge van (langdurige-) instroom vanuit de Wendel. Figuur 5 illustreert dit bij een T=1 bui5. Nadat de afvoer uit stedelijk gebied gestopt is, vindt er korte tijd een netto afvoer richting de Wendel plaats. In het begin van de bui, en na de bui, vindt er over een periode van meer dan een dag instrooming vanuit de Wendel plaats.
2. Er vindt al vanaf T=1 buien terugstroming naar het riool vanuit de Wierdense Aa plaats. Dit wordt met name veroorzaakt door een hoog Wendelpeil waardoor het peil in de Wierdense Aa langere tijd na de bui blijft stijgen. Vanaf een waterstand van circa 8,44 m NAP kan er bij één of meerdere riooloverstorten terugstroming in het riool plaats vinden.
3. Bij enkele T=10 buien, en de meeste T=100 buien, is er sprake van inundatie van stedelijk gebied vanuit de Wierdense Aa. Een voorbeeld hiervan voor T=100 bui 5 is te zien in Figuur 8. De omvang van deze inundatie is vrij beperkt tot enkele groenstroken, met name die nabij de Grote Maatweg. Er worden geen panden geraakt. De waterstand in de Wierdense Aa is niet hoger dan het maaiveld in de lager gelegen delen van Wierden (Korianderhof).



Figuur 8: Water-op-maaiveld kaart bij T100 bui05

Tabel 2: Resultaten NBW-buizen bij plansituatie

Bui	Hoogste waterstand (m NAP) bij duiker Aadorpsweg		NBW-check		
	T.g.v. stedelijke afvoer	T.g.v. Wendel	Vrije overstort bij T=1	Inundatie landelijk gebied bij T=10	Inundatie van stedelijk gebied bij T=100
T1 - bui1	7,99	8,18	Vrije overstort mogelijk	Nee	Nee
T1 - bui3	8,06	8,44	Overstort beperkt	Nee	Nee
T1 - bui5	8,31	8,46	Overstort beperkt	Nee	Nee
T1 - bui7	8,37	8,46	Overstort beperkt	Nee	Nee
T1 - bui9	8,44	8,44	Overstort beperkt	Nee	Nee
T10 - bui1	8,12	8,46	Overstort beperkt	Nee	Nee
T10 - bui3	8,55	8,50	Overstort beperkt	Nee	Nee
T10 - bui5	8,59	8,53	Overstort beperkt	Nee	Nee
T10 - bui7	8,75	8,72	Overstort beperkt	Nee	Nee
T10 - bui9	8,76	8,79	Overstort beperkt	Nee	Nee
T100 - bui1	8,30	8,52	Overstort beperkt	Nee	Nee
T100 - bui3	8,73	8,71	Overstort beperkt	Nee	Ja
T100 - bui5	8,96	8,89	Overstort beperkt	Nee	Ja
T100 - bui7	9,07	9,04	Overstort beperkt	Nee	Ja
T100 - bui9	9,02	9,07	Overstort beperkt	Nee	Ja

Op grond van Tabel 2, kan ten aanzien van de NBW-check het volgende worden vastgesteld:

1. Bij alle T=1 buizen, met uitzondering van de T=1 bui1, zijn de riooloverstorten niet vrij als gevolg van instroom vanuit de Wendel.
2. Er vindt bij T=10 buizen geen inundatie van landelijk gebied plaats, hier wordt redelijkerwijs aan de NBW norm voldaan.
3. Bij T=100 buizen is er sprake van inundatie van stedelijk gebied. Strikt genomen wordt hierbij niet aan de norm voldaan. De omvang van deze inundatie is echter beperkt tot groenstroken, en lijkt op grond van de resultaten niet te lijden tot mogelijke wateroverlast aan panden of voor wateroverlast op wegen. Deze locaties zijn tevens direct gelegen aan de Wierdense Aa, er is geen sprake van inundatie van stedelijk gebied verder bovenstrooms. De waterstand in de Wierdense Aa is niet hoger dan het maaiveld in de lager gelegen delen van Wierden (Korianderhof).

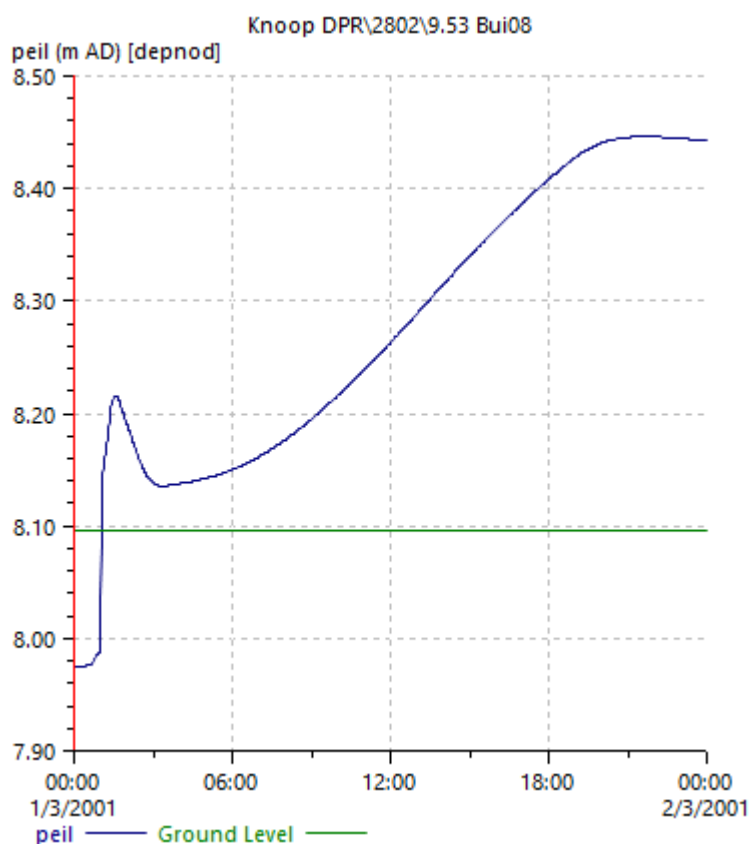
Lengteprofielen van de waterstanden in de Wierdense Aa t.g.v. de stedelijke afvoer en instroom vanuit de Wendel, zijn te vinden in Bijlage C.

Water-op-maaiveld kaarten zijn te vinden in Bijlage E. Afvoeren vanuit de riooloverstorten, de knijpstuw en de voorde bij de Wendel zijn te raadplegen in Bijlage D

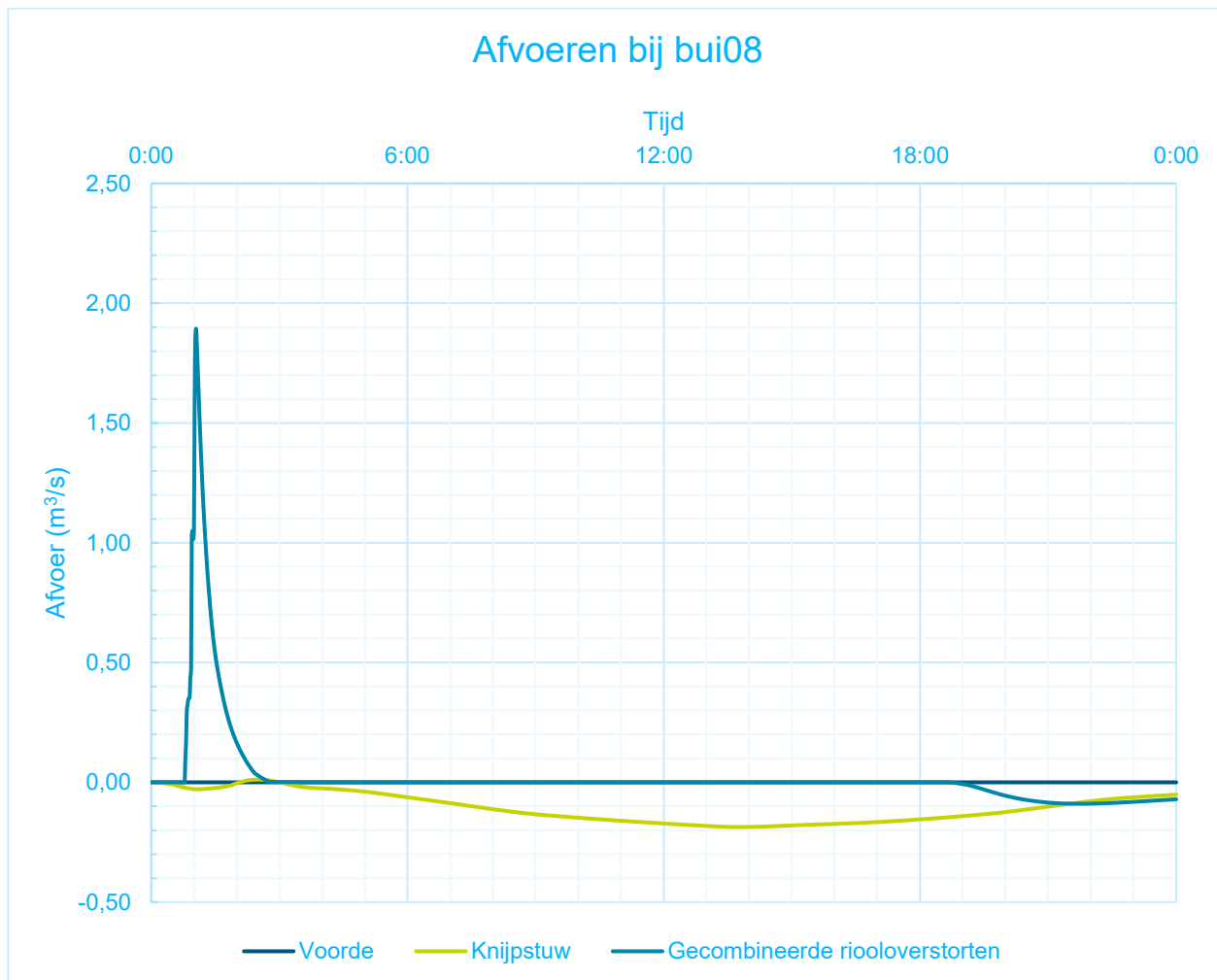
3.5 Functioneren stedelijk gebied in plansituatie

Figuur 9 toont het verloop van de waterstand nabij de overstort Aadorpsweg bij een bui08. Hieruit is duidelijk vast te stellen dat er ook bij deze bui sprake is van twee te onderscheiden pieken in de waterstand: één ten gevolge van stedelijke afvoer (omstreeks 1,5 uur), en één ten gevolge van de instroom vanuit de Wendel na circa 20 uur na start van de bui. Tijdens en direct na de stedelijke afvoer is de overstort nog vrij (maatgevende overstorthoogte van 8,44 m NAP), maar na circa 18 uur is de overstort verdrongen en vindt er instroming naar het riool plaats. Dit blijkt ook uit de afvoeren zoals te zien in Figuur 10. Dit leidt tot een vulling van de beschikbare berging in het riool, en het verpompen van oppervlaktewater naar de zuivering via het hoofdrioolgemaal.

Bij bui08 is er geen sprake van inundatie vanuit de watergang. Een lengteprofiel met een verhanglijn voor bui08 is te vinden in Bijlage C. Tevens verslechterd bij bui08 het water-op-sstraat beeld niet in vergelijking met modelresultaten waarbij er géén interactie met het oppervlaktewater is meegenomen. Dit is verklaren doordat de tijdstippen van de stedelijke afvoerpiek en de hoogste waterstand in de Wierdense Aa circa 18 uur uit elkaar liggen.



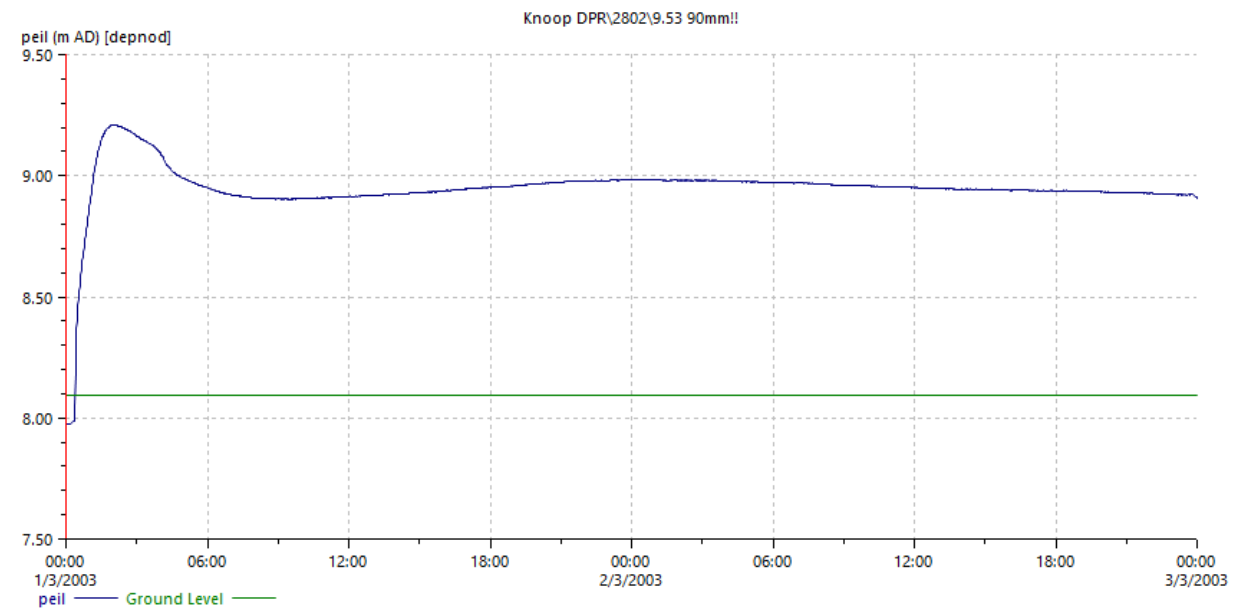
Figuur 9: Waterstand Wierdense Aa nabij overstort Aadorpsweg bij bui08



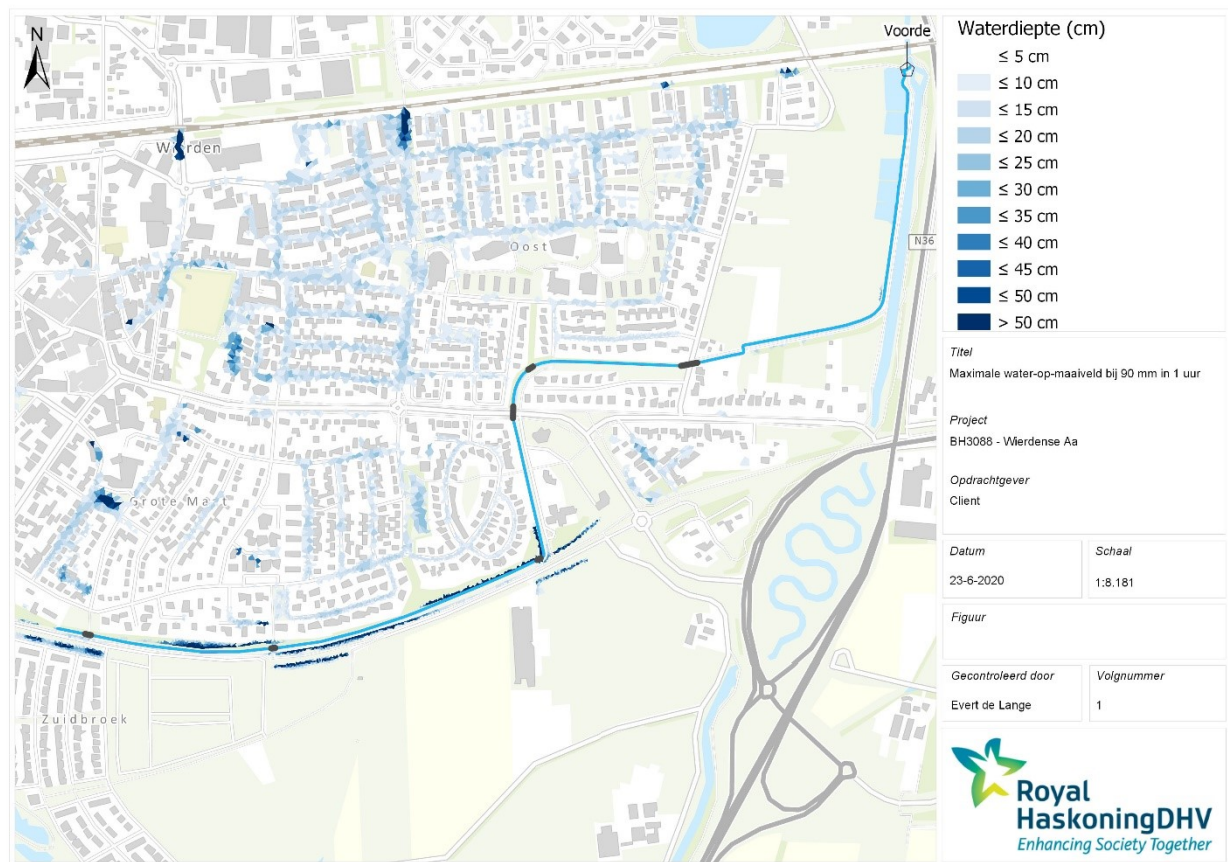
Figuur 10: Afvoeren bij bui08

Bij de hemelwaterstresstest van 90mm in 1 uur, is er sprake van inundatie van stedelijk gebied vanuit de watergang alsmede van water-op-straat doordat het rioolstelsel dergelijke buien niet kan verwerken. De hoogste waterstand, welke tevens tot inundatie van de groenstrook nabij de Grote Maatweg leidt, komt voornamelijk voort uit de stedelijke afvoerpiek.

Door de invloed van de Wendel blijft er wel relatief lang sprake van een zeer hoge waterstand (Figuur 11). Figuur 12 toont het maximale water-op-maaiveld beeld bij 90mm in 1 uur. De lengteprofielen bij deze bui zijn te vinden in Bijlage C. Bij deze bui zorgt de duiker Aadorpsweg voor een flinke opstuwing (circa 40 cm). In deze situatie veroorzaakt de stedelijke afvoerpiek de maatgevende waterstand, welke leidt tot inundatie.



Figuur 11: Waterstand nabij de overstort Aadorpsweg bij 90mm in 1 uur



Figuur 12: Water-op-maaiveld bij 90mm in 1 uur

4 Scenario verplaatsen overstort Aadorpsweg

4.1 Beschrijving maatregel

De duiker onder de Aadorpsweg is een rechthoekige duiker van 1700mm breedte en 500 mm hoogte. Door plaatselijk aanwezige kabels en leidingen (waaronder een hogedruk gasleiding) is deze duiker noodzakelijkerwijs krap gedimensioneerd. Enkele meters bovenstrooms van deze duiker bevindt zich een bergbezinkbassin en externe overstort. Dit is tevens de overstort met de grootste afvoer en afvoerend oppervlak.

Waterschap Vechtstromen, in overleg met de gemeente Wierden, heeft het voornemen om de overstort te verplaatsen van bovenstrooms naar een benedenstroomse locatie, om zodoende de afvoer door de duiker te verminderen en opstuwing bovenstrooms te beperken. In dit hoofdstuk wordt deze maatregel getoetst door middel van een NBW-check en een inventarisatie van functioneren.

Figuur 13 toont de locatie van duiker tijdens een veldbezoek.



Figuur 13: Duiker onder de Aadorpsweg. Foto gemaakt tijdens veldbezoek 10 juni 2020

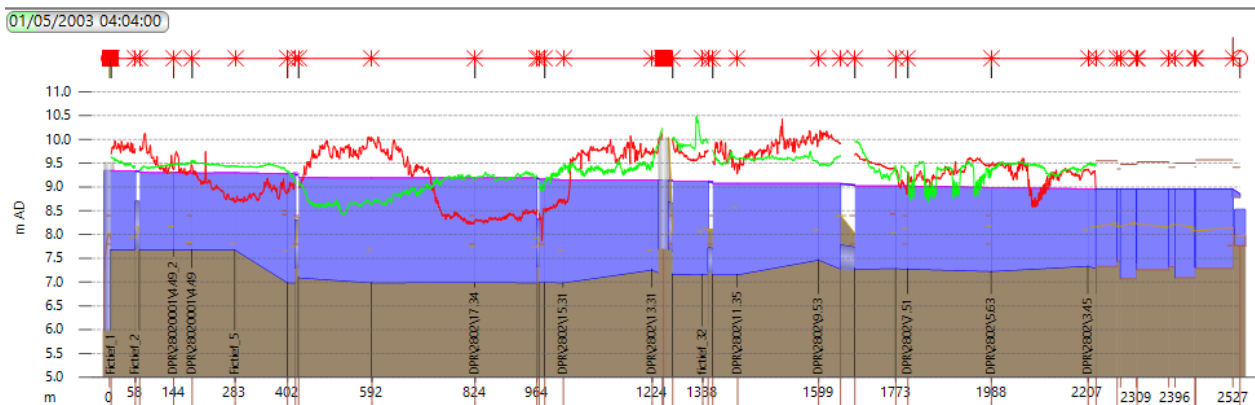
4.2 Effect maatregel

4.2.1 Algemene beeld effect maatregel overstort Aadorsweg

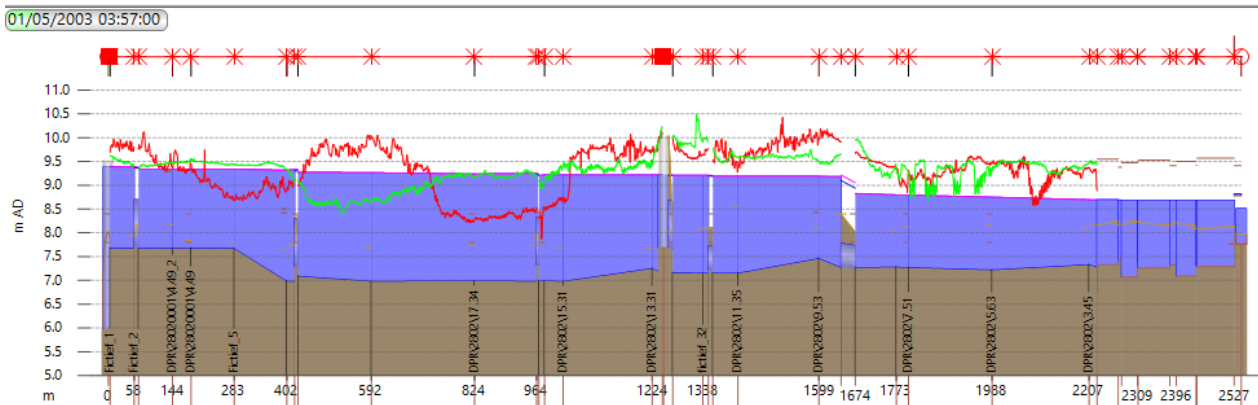
Op basis van de resultaten kan het volgende worden vastgesteld:

1. Bij T=1 buien is de duiker Aadorsweg geen knelpunt, maar leid een hoog peil in de Wendel tot een hoge waterstand in de Wierdense Aa, enkele uren na de bui. Hierdoor zijn overstorten niet vrij bij T=1. Dit wordt niet opgelost door de verplaatsing van de overstort. Dit geldt ook voor de bui08 (stedelijke toetsing).
2. Bij T=10 buien is er geen sprake van inundatie van landelijk gebied, niet in de plansituatie, en ook niet na een verplaatsing van de overstort.
3. Bij T=100 buien is er in de plansituatie sprake van beperkte inundatie van stedelijk gebied (nabij de Grote Maatweg), en dit blijft zo na het verplaatsen van de overstort. Figuur 14 en 15 geven enig inzicht in waarom deze verplaatsing beperkt effect lijkt te hebben bij een T100 bui 5. Na de verplaatsing is er bij deze T100 bui sprake van een lagere waterstand van circa 12 cm voor de duiker Aadorsweg. Dit verschil is echter voornamelijk zichtbaar nabij de duiker Aadorsweg, verder bovenstrooms (nabij de Grote Maatweg) is het effect van deze maatregel slechts zeer beperkt.

Hieruit blijkt dat het verplaatsen van de overstort bij de Aadorsweg geen doelmatige oplossing is. Dit komt omdat de problematiek op de Wierdense Aa, die voornamelijk te relateren is aan hoge waterstanden op de Wendel, niet op deze wijze kan worden ondervangen.



Figuur 14: Verhanglijn bij T100 bui 5 op het moment dat de waterstand bij de Grote Maatweg het hoogst is, na verplaatsing van de overstort bij de Aadorsweg



Figuur 15: Verhanglijn bij T100 bui 5 op het moment dat de waterstand bij de Grote Maatweg het hoogst is, in de plansituatie

In de volgende twee paragrafen wordt verder ingegaan op de resultaten van de NBW-check en wordt er een nadere analyse uitgevoerd van het functioneren van het stedelijke watersysteem bij stresstestbuien.

4.2.2 NBW check

Tabel 3 toont de resultaten voor de NBW-check. Hieruit kan het volgende worden concludeert:

1. Bij de meeste T=1 situaties is de waterstand dusdanig hoog dat de overstorten niet vrij zijn (bij een maatgevende overstorthoogte van 8,44 m NAP). Hier wordt niet aan de norm voldaan.
2. Bij T=10 situaties is er geen sprake van inundatie van landelijk gebied. Hier wordt voldaan aan de norm.
3. Bij de meeste T=100 situaties is er sprake van inundatie van stedelijk gebied vanuit de watergang.

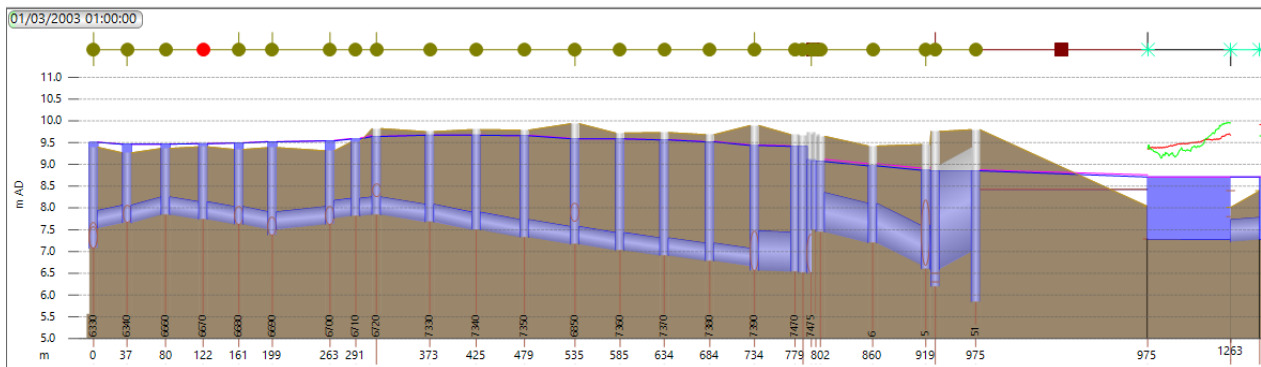
Tabel 3: NBW-check voor het scenario van de verplaatsing van de overstort bij de Aadorsweg

Bui	Hoogste waterstand (m NAP)		NBW-check		
	T.g.v. stedelijke afvoer	T.g.v. Wendel	Vrije overstort bij T=1	Inundatie landelijk gebied bij T=10	Inundatie van stedelijk gebied bij T=100
T1 - bui1	7,98	8,15	Vrije overstort mogelijk	Nee	Nee
T1 - bui3	8,04	8,44	Overstort beperkt	Nee	Nee
T1 - bui5	8,26	8,45	Overstort beperkt	Nee	Nee
T1 - bui7	8,34	8,46	Overstort beperkt	Nee	Nee
T1 - bui9	8,44	8,44	Overstort beperkt	Nee	Nee
T10 - bui1	8,09	8,46	Overstort beperkt	Nee	Nee
T10 - bui3	8,47	8,48	Overstort beperkt	Nee	Nee
T10 - bui5	8,57	8,52	Overstort beperkt	Nee	Nee
T10 - bui7	8,75	8,72	Overstort beperkt	Nee	Nee
T10 - bui9	8,76	8,79	Overstort beperkt	Nee	Nee
T100 - bui1	8,30	8,52	Overstort beperkt	Nee	Nee
T100 - bui3	8,73	8,71	Overstort beperkt	Nee	Ja
T100 - bui5	8,96	8,89	Overstort beperkt	Nee	Ja
T100 - bui7	9,07	9,04	Overstort beperkt	Nee	Ja
T100 - bui9	9,02	9,07	Overstort beperkt	Nee	Ja

4.2.3 Toetsing stedelijk

Indien de overstort bovenstrooms bij de duiker van de Aadorsweg wordt verplaatst, heeft dat een beperkte invloed op de opstuwing voor de duiker. Bij bui08 is er tijdens en kort na de bui geen sprake van terugstuwing in de plansituatie, terugstroming vindt pas plaats na lange tijd doordat de waterstand in de Wendel omhoog komt. Het verplaatsen van de overstort heeft daarom bij bui08 geen invloed om het water-op-straat.

In het geval van intensievere stedelijke buien, zoals de 90mm in 1 uur, is er sprake van een vermindering van de opstuwing kort bovenstrooms van de Aadorsweg van circa 12 centimeter. Dit is echter onvoldoende om inundatie bovenstrooms nabij de Grote Maatweg te voorkomen. Figuur 16 toont een lengteprofiel vanaf de Korianderhof naar de overstort Aadorsweg bij 90mm in 1 uur. In deze situatie kan het verplaatsen van de overstort tot een lichte vermindering van het volume water-op-straat leiden tijdens en kort na de bui. Echter, door het opkomen van de waterstand in de Wendel, zal de duur het water-op-straat in de kern mogelijk zeer beperkt verminderen.



Figuur 16: Lengteprofiel vanaf de Korianderhof (links) naar de duiker Aadorpsweg (rechts) na verplaatsing van de overstort.

De belasting van het riool met rioolvreemdwater zal na verplaatsing van deze overstort niet of slechts in zeer geringe mate verminderen, omdat in de voorkomende gevallen de waterstand op de Wendel hiervoor bepalend is.



5 Scenario noodoverlaat richting de Regge

5.1 Inleiding

Uit de uitgevoerde modelberekeningen bleek dat een verplaatsing van de overstort nabij de Aadorpweg niet of slechts in beperkte mate bijdraagt aan het verminderen van de problematiek/voldoen aan NWB normen in de plansituatie. De invloed van de Wendel op de hoge waterstanden in de Wierdense Aa bleek groter dan op voorhand verwacht. Op grond van deze uitkomst is gezocht naar een pragmatische (combinatie van) maatregelen welke tot een verbetering in de plansituatie leidt.

In dit hoofdstuk wordt de combinatie van een *terugslagklep* bij het kunstwerk bij de Wierdense Aa/Wendel en een *noodoverlaat* richting de Regge (via gemaal Wierden) verkend, uitgewerkt en (conceptueel-) getoetst in het InfoWorks ICM model. Tevens wordt de impact van deze maatregel op de zuidelijke tak van de Wierdense Aa getoetst in het SOBEK model en gepresenteerd. Tot slot worden aandachtspunten bij deze oplossingsrichting benoemd.

5.2 Beschrijving maatregelen

In het scenario bestaat de maatregel uit de volgende onderdelen:

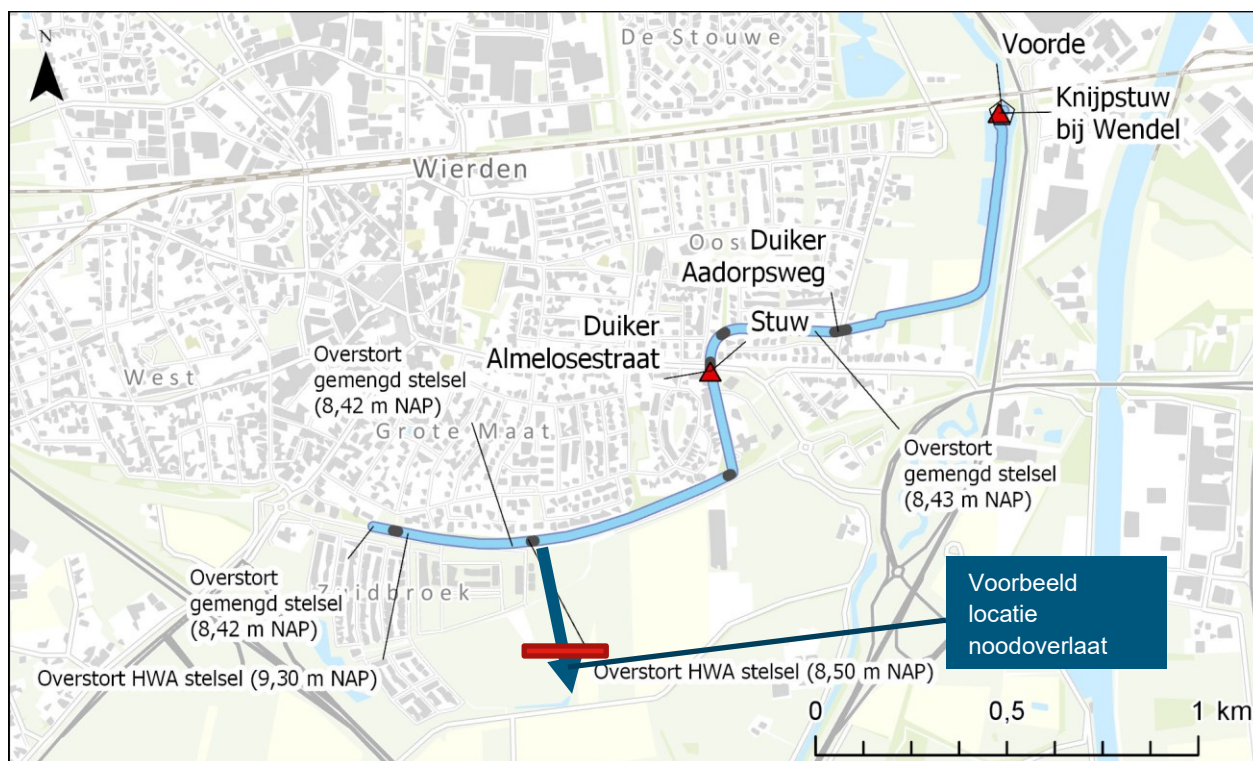
1. Terugslagklep op doorlaat tussen Wendel en Wierdense Aa

In dit scenario wordt de knijpstuw en doorlaat op het benedenstroomse punt van de Wierdense Aa vervangen door een duiker met terugslagklep. De terugslagklep zorgt ervoor dat er geen instroom in de Wierdense Aa vanuit de Wendel kan plaatsvinden. In reguliere situaties kan er afvoer richting de Wendel plaatsvinden. Om te voorkomen dat er bij hoge waterstanden op de Wendel instroom via de voorde plaatsvindt, dient deze voorde te worden verwijderd en/of opgehoogd. In de berekening is ervan uitgegaan dat de BOB van de terugslagklep gelijk is aan de (gewenste) overstorthoogte van de huidige knijpstuw (7,76 m NAP). De doorlaat heeft een diameter van rond 600mm.

2. Noodoverlaat in zuidelijke tak Wierdense Aa

De zuidelijke tak van de Wierdense Aa (gelegen vanaf de duiker onder de Akkerwal tot aan de A35) voert via een gemaal af op de Regge. In dit scenario wordt in deze watergang, tussen de Akkerwal en de Klumpershoekweg, een vaste noodoverlaat gerealiseerd (Figuur 17). In situaties waarbij de waterstanden op de Wendel relatief hoog zijn (hoger dan in de Wierdense Aa) zal er geen afvoer naar de Wendel kunnen plaatsvinden. De berging in het systeem van de Wierdense Aa zal dan worden benut. Indien de waterstand boven de noodoverlaat komt, zal er water over de noodoverlaat richting de Regge stromen.

De noodoverlaat moet een dusdanige overstorthoogte hebben dat bij T=1 situaties de riooloverstorten vrij blijven, en er bij T=100 situaties geen inundatie van stedelijk gebied plaatsvindt. Voor deze verkenning is een overstorthoogte van 8,30 m NAP en een (rechthoekige) drempel met een lengte van 2 meter gekozen.



Figuur 17: Kaart met (bij benadering) locatie van zuidelijke tak Wierdense Aa en noodoverlaat

Deze combinatie van maatregelen zorgt er voor dat stedelijk water in reguliere situaties wordt afgevoerd richting de Wendel. In extreme neerslagsituaties zorgt de noodoverlaat er voor dat er geen wateroverlast in de kern Wierden ontstaat.

5.3 Modellerings

In het InfoWorks ICM model zijn de terugslagklep en noodoverlaat opgenomen. De zuidelijke tak van de Wierdense Aa, tussen de Akkerwal en de noodoverlaat, is op basis van het SOBEK-model als een 1D watergang meegenomen. Op dit traject is er modelmatig geen interactie met het maaiveld. Tevens zijn de duikers overgenomen uit het SOBEK model.

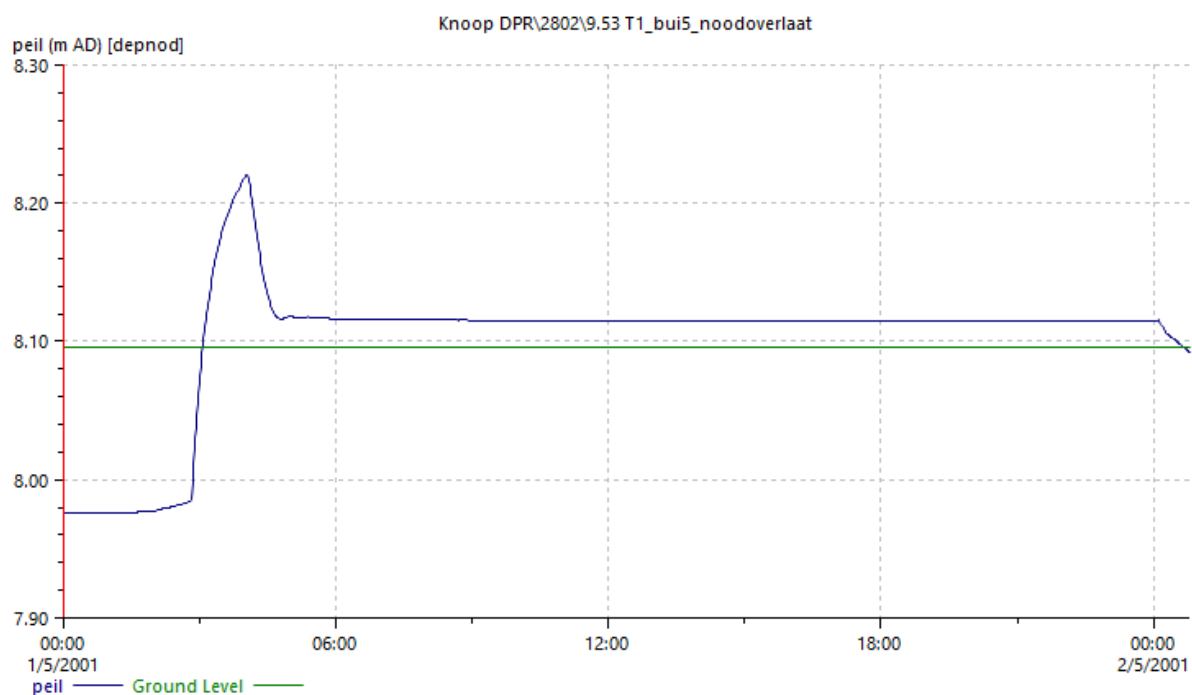
Op basis van berekeningen in het SOBEK model, is de aanname gemaakt dat de waterstand benedenstrooms van de noodoverlaat altijd onder de overlaathoogte blijft. Er is daarom geen benedenstrooms peil opgelegd aan het model.

Per herhalingstijd ($T=1$, $T=10$, $T=100$) zijn de 5 buien doorgerekend en is de maatgevende bui gekozen. De maatgevende buien (per herhalingstijd) bleken de volgende: $T=1$ bui 5, $T=10$ bui 5 en $T=100$ bui 7. Aanvullend is bui08 doorgerekend.

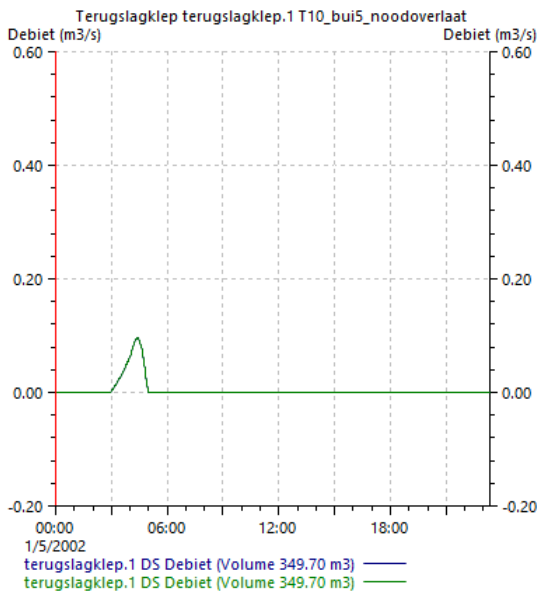
Tabel 4: Maximale waterstanden nabij riooloverstorten bij T=1

Overstort	Drempelhoogte	Maximale waterstand bij T=1 situatie
Rozemarijnsingel (51)	8,43	8,22
Rijssensestraat (64)	8,42	8,24
Sparrenlaan (67)	8,42	8,21
Sparrenlaan (HWA)	9,30	8,24
Stouweweg (870-896)	8,50	8,21

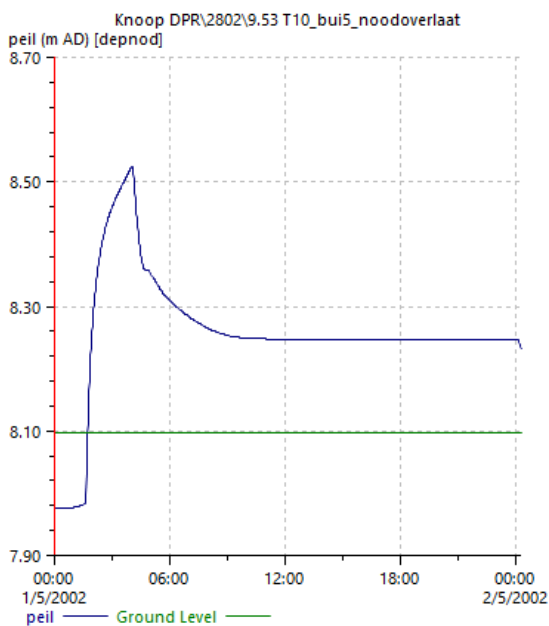
Bij T=1 situaties vindt gedurende de eerste 24 uur na de bui geen afvoer door de terugslagklep naar de Wendel plaats. Na 24 uur is de waterstand op de Wendel 8,52 m NAP. Afhankelijk van de snelheid waarmee de waterstand op de Wendel daalt, blijft de waterstand in de Wierdense Aa enkele etmalen hoger dan het initieel peil.



Figuur 20: Verloop van waterstand nabij de overstort Aadorpsweg bij T=1 bui5. Groundlevel is een fictieve maaiveldhoogte in het model en heeft geen betekenis.



Figuur 23: Afvoer richting de Wendel door de terugslagklep, tijdens en na T=10 bui5



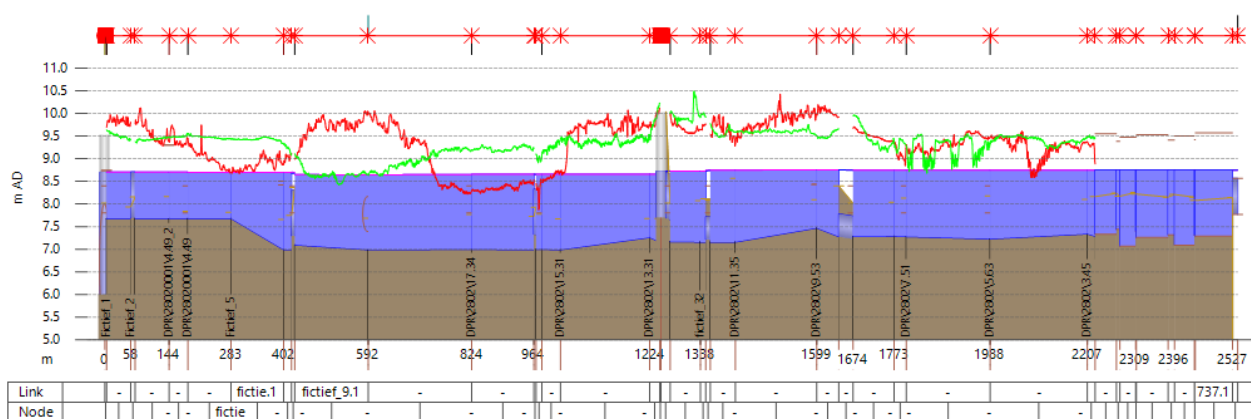
Figuur 24: Verloop van waterstand nabij de overstort Aadorpsweg bij T=10 bui5

5.4.1.3 T=100 situatie

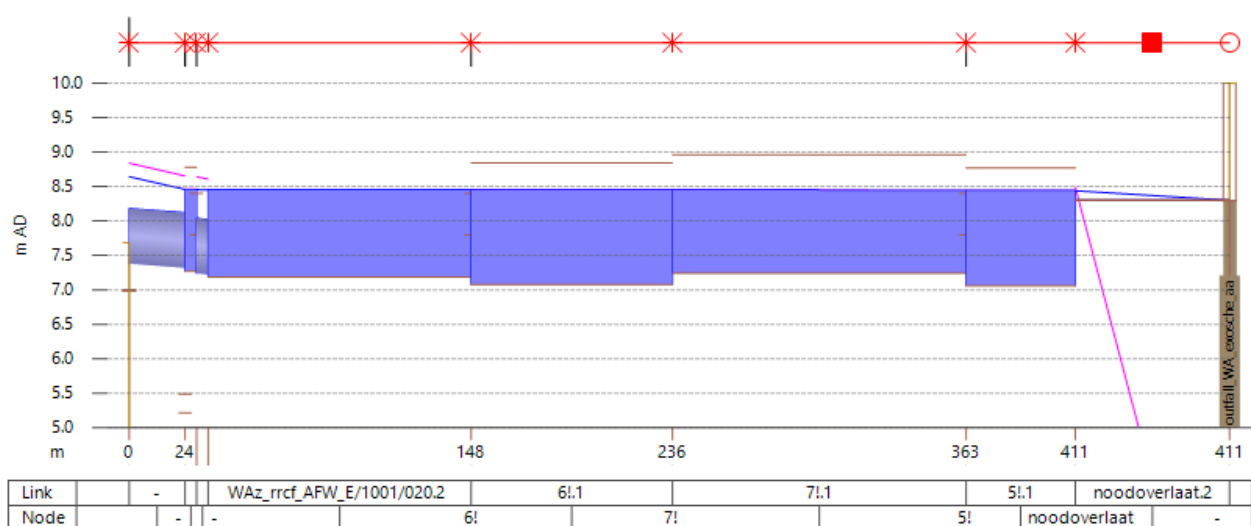
Uit de modelberekeningen bleek de T=100 bui 7 te leiden tot maatgevende waterstanden. Deze bui is gekozen als voorbeeld om het functioneren bij een T=100 situatie te illustreren.

Figuur 25 en 26 tonen de maximale waterstanden in de Wierdense Aa en de zuidelijke tak tot aan de noodoverlaat. Hieruit blijkt dat er bij T=100 situaties afvoer over de noodoverlaat plaatsvindt (Figuur 27). De afvoer over de noodoverlaat is beperkt tot maximaal 280 l/s in deze situatie, en neemt daarna

geleidelijk af. Figuur 19 laat niet de gehele tijdreeks laat zien, maar is er circa 3 á 4 etmalen sprake van afvoer over de noodoverlaat.



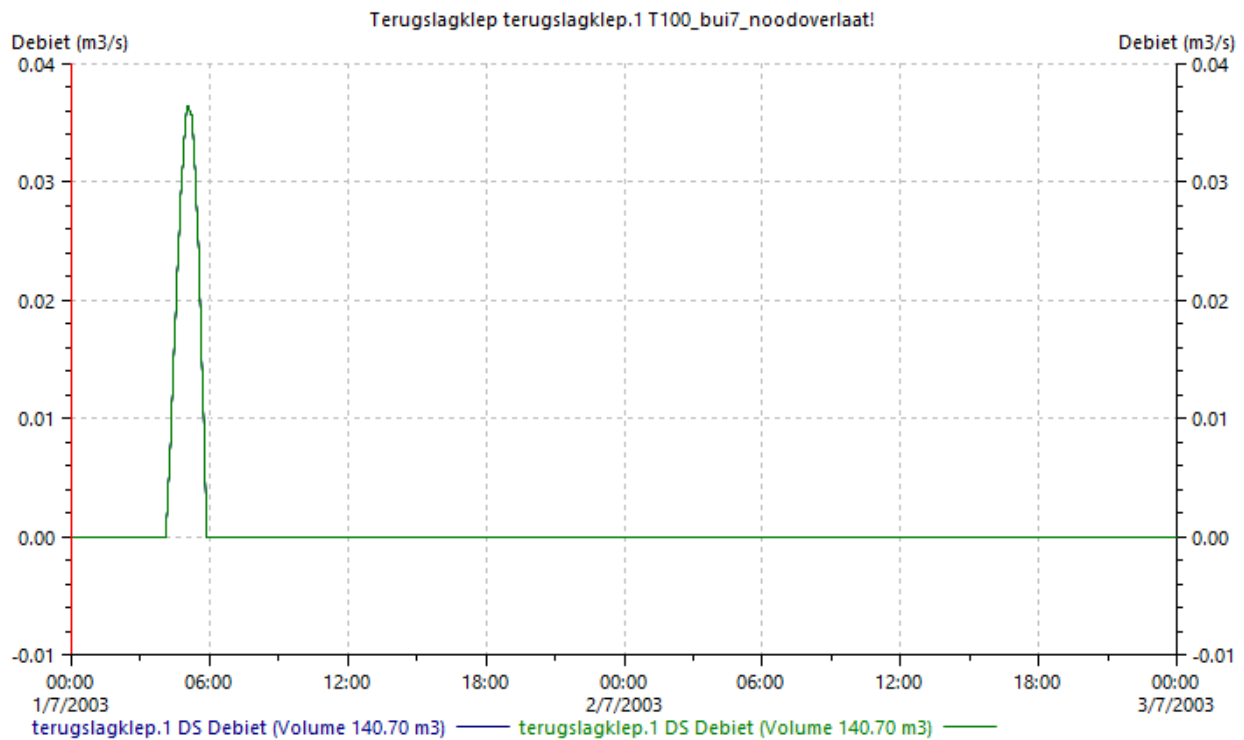
Figuur 25: Lengteprofiel Wierdense Aa, maximale waterstanden tijdens en na T=100 bui7



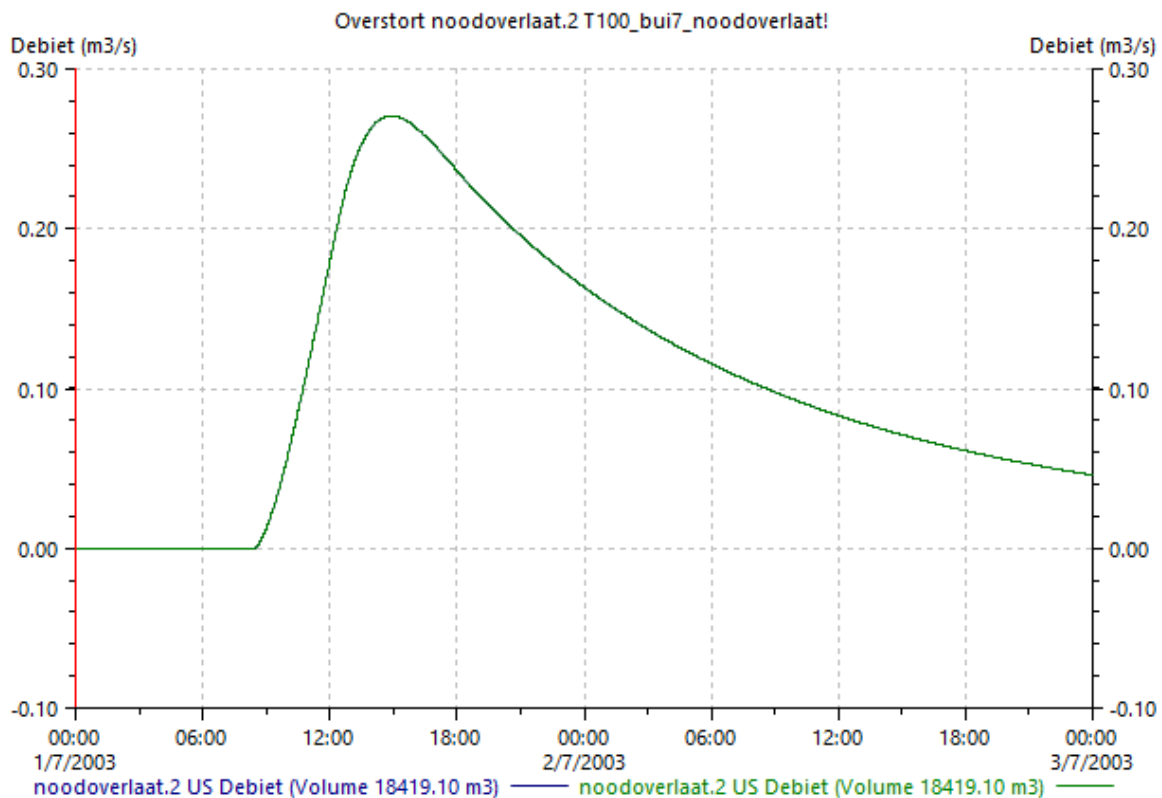
Figuur 26: Lengteprofiel Wierdense Aa, maximale waterstanden tijdens en na T=100 bui7

Tijdens en na de bui vindt er kort afvoer naar de Wendel via de terugslagklep plaats (Figuur 27). Op dat moment is de waterstand in de Wierdense Aa kortstondig hoger dan de waterstand in de Wendel.

Afhankelijk van het verloop van de waterstand op de Wendel, is er dus circa 4 etmalen sprake van een waterstand hoger dan 8,30 m NAP. De riooloverstorten zijn tussen de 2 en 3 etmalen verdrongen. Dit blijkt ook uit Figuur 28. Na deze 4 dagen zal het nog enkele etmalen duren voordat de waterstand zich heeft hersteld op initieel peil. In een T=100 situatie is er daarom vermoedelijk circa een week sprake van verhoogde waterstanden op de Wierdense Aa.



Figuur 27: Afvoer richting de Wendel door de terugslagklep, tijdens en na T=100 bui7

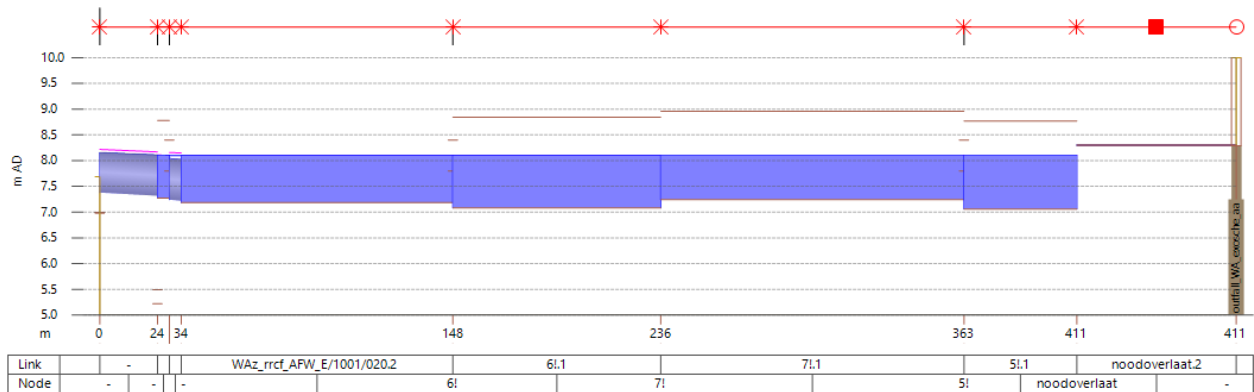


Figuur 28: Afvoer over noodoverlaat bij T=100 bui7

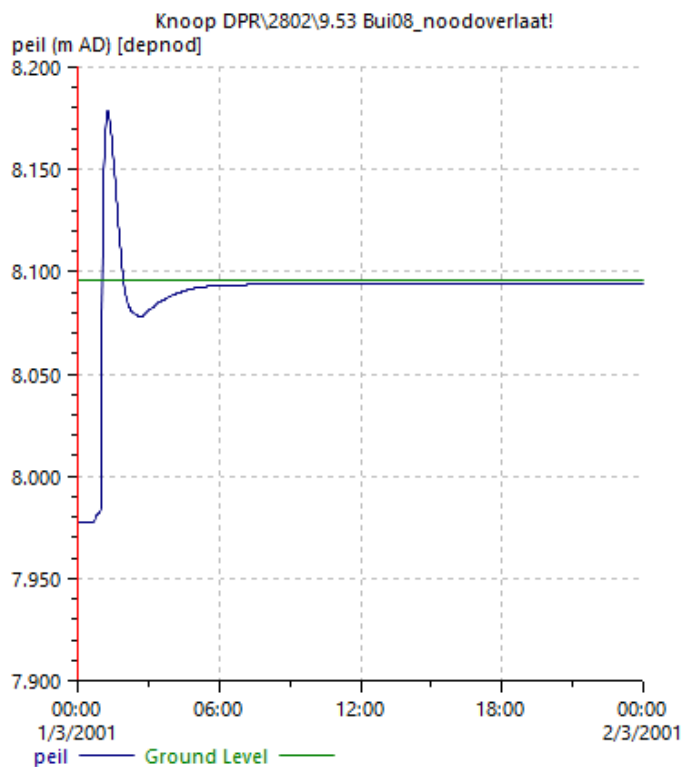


5.4.1.4 Toetsing stedelijk

Figuur 30: Lengteprofiel Wierdense Aa, maximale waterstanden tijdens en na bui08



Figuur 31: Lengteprofiel Wierdense Aa (zuidelijke tak), maximale waterstanden tijdens en na bui08



Figuur 32: Verloop van waterstand nabij de overstort Aadorpsweg bij bui08. Groundlevel is een fictieve maaiveldhoogte in het model en heeft geen betekenis.

Figuur 32 toont dat de waterstand tenminste een etmaal lang boven het initieel peil blijft, afhankelijk van de waterstand op de Wendel zal bij bui08 één of enkele dagen nodig zijn voordat de waterstand weer op het initieel peil ligt.

De riooloverstorten kunnen tijdens en na de bui vrij overstorten. Er is geen sprake van instroom naar het riool, wat een verbetering ten opzichte van de plansituatie is. De hoeveelheid rioolvreemdwater wordt verminderd. De maatregel heeft geen impact op het water-op-straat bij bui08 in de kern Wierden.

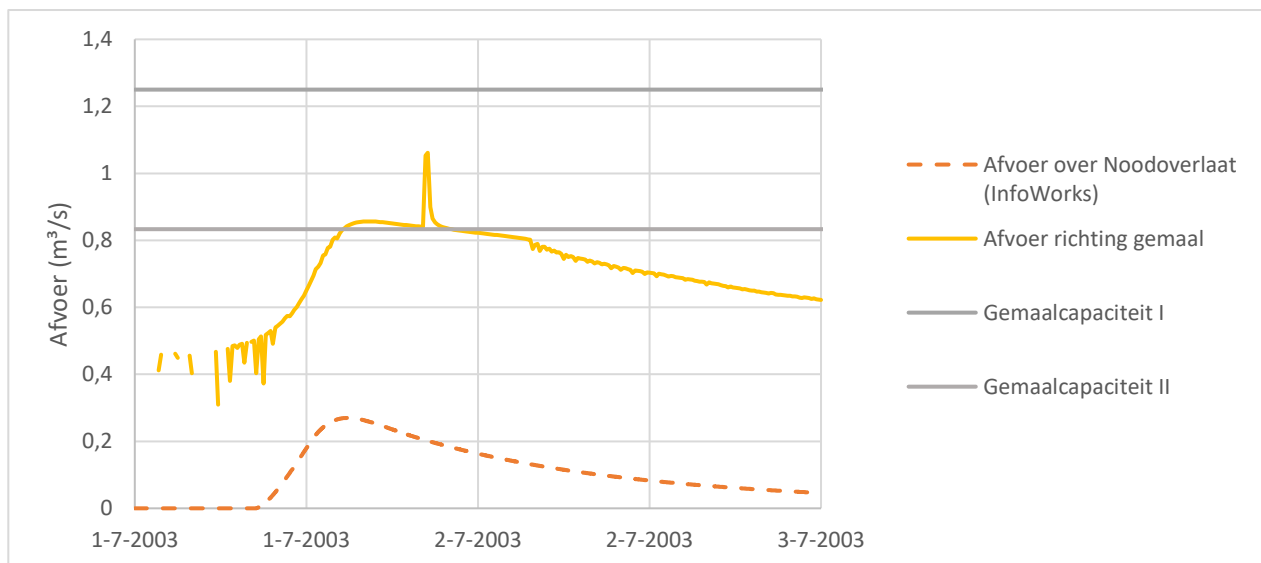
5.4.2 Functioneren zuidelijke tak/afvoer richting Regge

Het stroomgebied ten zuiden van Wierden wordt door het gemaal afgevoerd op de Regge. Dit gemaal heeft twee pompen, die worden aangestuurd door de onderstaande instellingen:

1. Aanslagpeil 7,55 m NAP en capaciteit 50 m³/min
2. Aanslagpeil 7,65 m NAP en capaciteit 25 m³/min

In het SOBEK model is zowel de huidige situatie als het scenario door gerekend om te toetsen of het gemaal de extra aanvoer vanuit Wierden kan afvoeren. Deze extra afvoer is overgenomen uit het InfoWorks model. Hierbij is alleen gekeken naar T100 bui 7. In de huidige situatie is het T100 peil bij het gemaal berekend op 7,56 m NAP. Dat betekent dat het gemaal met de inzet van de eerste pomp de waterstand op peil kan houden.

In de scenario berekening is het maximale T100 peil op 7,66 m NAP berekend. Dat betekent dat in de scenario berekening de tweede pomp ook wordt ingezet. In Figuur 33 is de afvoer vanuit stedelijk gebied en afvoer richting het gemaal weergegeven. In de afvoer richting het gemaal is een duidelijke piek te zien, waarbij de afvoer stijgt tot boven de 1 m³/s. In de berekening is dit het moment waarop het tweede pomp gemaal aangaat. Dit zorgt ervoor dat het waterpeil nabij het gemaal snel daalt en dat zorgt voor een hogere afvoer richting het gemaal. Dit is echter slechts gedurende één tijdstap. De extra afvoer vanuit stedelijk gebied zorgt dus niet voor een knelpunt bij het gemaal.



Figuur 33: Afvoeren over gemaal



5.4.3 Conclusie en aandachtspunten bij maatregelen

In dit hoofdstuk is de combinatie van twee maatregelen verkend en getoetst.

Op grond van de resultaten kan worden vastgesteld dat het voorkomen van instroming vanuit de Wendel, tezamen met het realiseren van een noodoverlaat richting het zuiden, er voor zorgt dat aan alle NBW normen wordt voldaan en dat de riooloverstorten niet verdrongen raken bij T=1 situaties. Ook kan de afvoer richting de Regge worden verwerkt door het gemaal. De combinatie van maatregelen is daarmee effectief. Slechts bij T=100 situaties is er sprake van afvoer van stedelijk water richting het landelijke gebied.

Wel zijn er enkele aandachtspunten die moeten worden meegenomen:

- Dimensionering en vormgeving kunstwerken
 - Voor deze studie is een eerste inschatting gemaakt voor een geschikte dimensionering en vormgeving van de terugslagklep en de noodoverlaat. De optimale overstorthoogte, overstortbreedte en diameter van de terugslagklep dienen nader te worden onderzocht.
- Exacte locatie noodoverlaat
 - De locatie van de noodoverlaat is in deze studie bepaald op basis van het hoogtemodel (AHN3) langs de watergang tussen de Akkerwal en de Klumpershoekweg. Of de noodoverlaat ook op deze locatie kan worden gerealiseerd, of dan een andere locatie wenselijker is, dient nader te worden onderzocht. Het maaiveld kan eventueel aangepast worden. De bereikbaarheid van de stuw en de mogelijke uitbreidingswijk zijn factoren om mee te nemen in de overweging.
- Ledigingstijd systeem Wierdense Aa
 - Op grond van de resultaten kan worden vastgesteld dat er, afhankelijk van de bui en de waterstand op de Wendel, één tot enkele etmalen lang sprake kan zijn van een hogere waterstand in de Wierdense Aa. De bron van onzekerheid hierin zijn de (berekende-) waterstanden op de Wendel. Dit kan betekenen dat overstortend rioolwater voor langere tijd in de Wierdense Aa kan blijven staan. De implicaties op het gebied van waterkwaliteit, en de (eventuele) noodzaak voor mitigerende maatregelen dienen nader te worden onderzocht. Bijzondere aandacht moet worden besteed aan de zuidelijke tak (duiker onder Akkerwal) tot aan de noodoverlaat.
- Voeding vanuit Wendel in droge tijden
 - Een terugslagklep voorkomt dat er in periodes met hoge waterstanden op de Wendel instroming naar de Wierdense Aa plaatsvindt. Echter, in droge periodes kan de Wierdense Aa dan ook niet (meer-) gevoed worden. Mogelijke oplossingen hiervoor, waaronder een tweede doorlaat met bedienbare schuif, dienen nader te worden onderzocht.



6 Scenario automatische stuwen in de Wierdense Aa

6.1 Inleiding

De aandachtspunten t.a.v. ledigingstijd en waterkwaliteit waren voor het waterschap aanleiding tot een aanpassing van de in hoofdstuk 5 gepresenteerde oplossingsrichting.

In dit hoofdstuk wordt de realisatie van twee gestuurde/automatische *stuwen* uitgewerkt en (conceptueel-) getoetst in het InfoWorks ICM model. De twee stuwen worden in het model geplaatst bij de Wendel en nabij de Klumpershoekweg (zelfde locatie als de noodoverlaat uit hoofdstuk 5). Tevens wordt de impact van deze maatregel op de zuidelijke tak van de Wierdense Aa getoetst in het SOBEK model en gepresenteerd. Tot slot worden aandachtspunten bij deze oplossingsrichting benoemd.

6.2 Beschrijving maatregelen

In het scenario bestaat de maatregel uit de volgende onderdelen:

1. Gestuurd kunstwerk (stuw) bij de Wendel

In dit scenario wordt de knijpstuw en doorlaat op het benedenstroomse punt van de Wierdense Aa vervangen door een bredere, automatisch gestuurde stuw. Deze stuw heeft tot doel om, indien de waterstand op de Wendel aanzienlijk hoger is dan op de Wierdense Aa, de instroom naar de Wierdense Aa te voorkomen.

In deze modelstudie zijn, in overleg met het waterschap, de volgende aannames gemaakt:

- De klep van de stuw sluit zich volledig bij een waterstand op de Wendel van 8,10 m NAP of hoger, tot een maximale hoogte van 9,35 m NAP. Er is gekozen voor 8,10 m NAP, zodat er in reguliere omstandigheden interactie tussen de Wierdense Aa en Wendel kan plaatsvinden. Dit is o.a. bevorderlijk voor de waterkwaliteit. Na sluiting van de klep, kan het peil in de Wierdense Aa vervolgens nog 20cm stijgen voordat er afvoer richting de Regge plaatsvindt.
- De stuwhoogte wordt aangenomen op 7,90 m NAP.

De minimale breedte van de klep wordt o.b.v. de modeluitkomsten bepaald.

Benedenstrooms van de stuw wordt een brede, rechthoekige duiker gerealiseerd. De (minimale-) afmetingen en BOK van deze duiker wordt o.b.v. de modeluitkomsten bepaald. Om instroming vanuit de Wendel bij hoge waterstanden te voorkomen, wordt de voorde nabij de stuw verwijderd.

2. Gestuurd kunstwerk (stuw) in zuidelijke tak Wierdense Aa

De zuidelijke tak van de Wierdense Aa (gelegen vanaf de duiker onder de Akkerwal tot aan de A35) voert via gemaal Zuidbroek af op de Regge. In dit scenario wordt in deze watergang, tussen de Akkerwal en de Klumpershoekweg, een automatisch gestuurde stuw gerealiseerd. (Figuur 34).

Het voordeel van een klepstuw t.o.v. een vaste noodoverlaat, is dat de klep kan zakken tot aan de bodem. Hiermee kan er meer afvoer richting de zuidelijke Wierdense Aa plaatsvinden. Dit kan bijvoorbeeld wenselijk zijn indien de waterstand op de Wendel voor lange tijd hoog is. In deze gevallen ontstaat er een stilstaande bak water met relatief lage kwaliteit (i.v.m. riooloverstort), waardoor er mogelijk waterkwaliteitsproblemen ontstaan in de Wierdense Aa.

Indien gewenst kan deze stuw in samenhang met de stuw bij de Wendel worden bestuurd, waardoor er doorspoeling ontstaat.

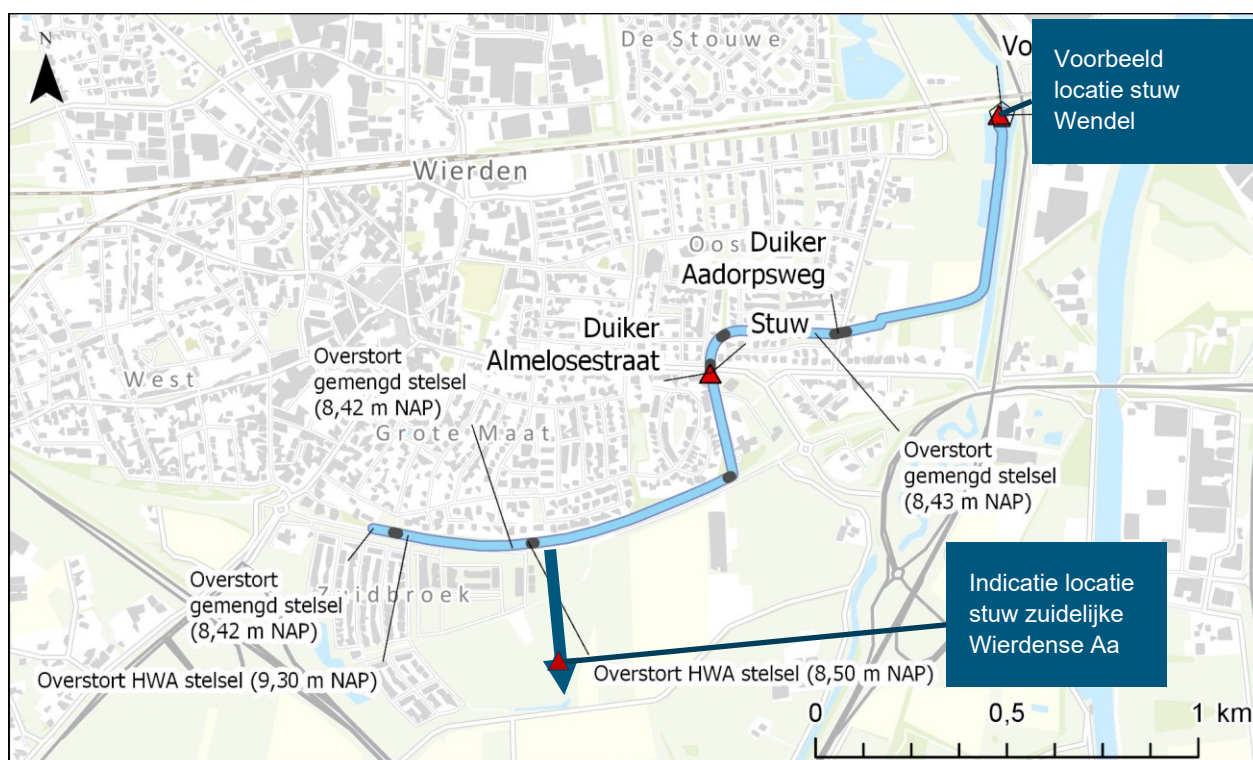
In principe staat de stuw op een vaste hoogte en fungeert daarmee als noodoverlaat.

In situaties waarbij de waterstanden op de Wendel hoger zijn dan op de Wierdense Aa, of wanneer de waterstand op de Wendel hoger is dan 8,10 m NAP, zal er geen afvoer naar de Wendel kunnen plaatsvinden. De berging in het systeem van de Wierdense Aa zal dan worden benut. Indien de waterstand boven de stuwhoogte van 8,30 m NAP komt, zal er water over de stuw richting de Regge stromen.

De stuw moet een dusdanige overstorthoogte hebben dat bij T=1 situaties de riooloverstorten vrij blijven, en er bij T=100 situaties geen inundatie van stedelijk gebied plaatsvindt. Tevens moet het systeem klimaatrobust zijn (90mm in 1 uur bui). Voor deze verkenning is een overstorthoogte van 8,30 m NAP en een (rechthoekige) drempel gekozen.

De minimale breedte van de klep wordt o.b.v. de modeluitkomsten bepaald. Hierbij wordt getoetst aan het niet optreden van inundatie in stedelijk gebied bij een T=100 situatie.

Het systeem is ontworpen en getoetst op piekafvoeren bij de drie herhalingstijden (T=1, T=10 en T=100) en de stresstestbui.



Figuur 34: Kaart met (bij benadering) locatie van zuidelijke tak Wierdense Aa en stuw

Deze combinatie van maatregelen zorgt er voor dat stedelijk water in reguliere situaties wordt afgevoerd richting de Wendel. In extreme neerslagsituaties zorgt de noodoverlaat er voor dat er geen wateroverlast



in de kern Wierden ontstaat. Indien gewenst, kunnen de stuwen worden ingesteld om automatisch de klep te laten zakken en de ledigingstijd te verkorten

6.3 Modellerings

In het InfoWorks ICM model zijn de twee stuwen opgenomen o.b.v. de in paragraaf 6.2 beschreven kenmerken. Tevens is de sturingsregel voor de stuw bij de Wendel met behulp van de *Real Time Control* (RTC) functie van InfoWorks toegevoegd.

De zuidelijke tak van de Wierdense Aa, tussen de Akkerwal en de stuw, is op basis van het SOBEK-model als een 1D watergang meegenomen. Op dit traject is er modelmatig geen interactie met het maaiveld. Tevens zijn de duikers overgenomen uit het SOBEK model.

Op basis van berekeningen in het SOBEK model, is de aanname gemaakt dat de waterstand benedenstrooms van de stuw in de zuidelijke Wierdense Aa, altijd onder de overlaathoogte blijft. Er is daarom geen benedenstrooms peil opgelegd aan het model.

Per herhalingstijd ($T=1$, $T=10$, $T=100$) zijn de 5 buien doorgerekend en is de maatgevende bui gekozen. De maatgevende buien (per herhalingstijd) bleken de volgende: $T=1$ bui 5, $T=10$ bui 5 en $T=100$ bui 7. Aanvullend is bui 08 doorgerekend om een beeld te krijgen van het functioneren van het stedelijke gebied. Tot slot is de 90mm in 1 uur *stresstestbui* doorgerekend om de robuustheid van het watersysteem te toetsen bij extremen.

6.4 Effect maatregelen

6.4.1 Functioneren Wierdense Aa

6.4.1.1 Bepaling dimensionering kunstwerken

De benodigde dimensionering van het kunstwerk bij de Wendel kan niet op basis van gebeurtenis berekeningen worden bepaald. Dit komt omdat de klep van de stuw zich sluit bij een waterstand van meer dan 8,10 m NAP op de Wendel.

Om tot een inschatting te komen is de maatregel getoetst bij twee stationaire afvoeren: 1,5 l/s/ha en 3 l/s/ha. Hierbij is een constant peil op de Wendel van 7,97 aangehouden.

Bij deze afvoeren mag er niet of nauwelijks opstuwings bij het kunstwerk optreden. Tevens is de wens uitgesproken om dit kunstwerk robuust uit te voeren, zodat ook bij eventuele uitbreidingen in de kern Wierden, en/of aanpassingen aan de Wendel, het kunstwerk niet beperkend is.

De stuw in de zuidelijke Wierdense Aa is getoetst op de maximale afvoer bij een $T=100$ bui, met als uitgangspunt dat er geen inundatie vanuit de watergang mag plaatsvinden in stedelijk gebied.

Op basis van de berekeningen volgen de volgende indicatieve afmetingen voor de kunstwerken:

- Klepbreedte voor de stuw in de zuidelijke Wierdense Aa: 2,5m. Hierbij is uitgegaan van een stuw met een rechte overlaat. Bij deze dimensionering is er een overstortende straal van maximaal 14 centimeter bij een $T=100$ situatie. Hierbij vindt er gelijktijdig géén afvoer richting de Wendel plaats.
- Klepbreedte voor de stuw bij de Wendel: 2,5m. Hierbij is uitgegaan van een stuw met een rechte overlaat. Bij deze dimensionering is de overstortende straal maximaal 16 cm bij een stationaire afvoer van 3 l/s/ha. Hierbij vindt er gelijktijdig géén afvoer naar de zuidelijke Wierdense Aa en Regge plaats.

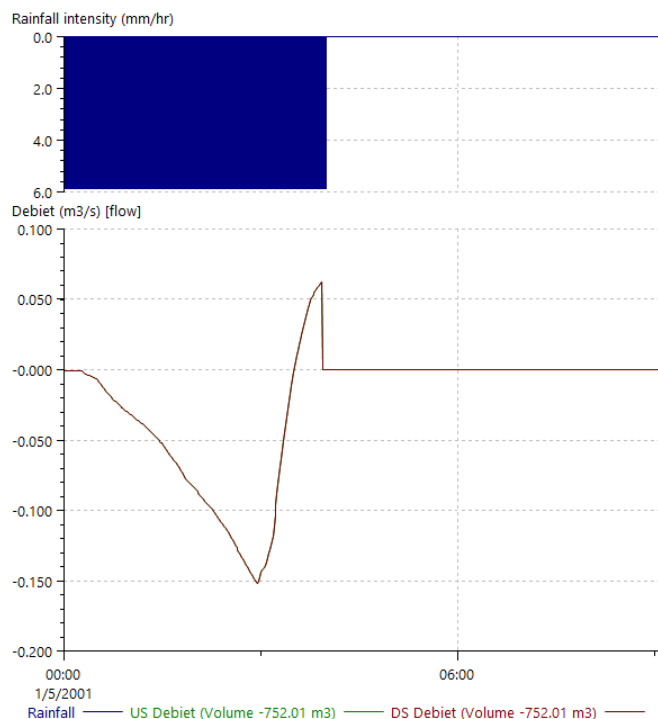
- Vervolgens is in het model de definitieve berekening gemaakt op basis van deze afmetingen.

Figuur 35 toont de verhanglijn van het watersysteem bij een afvoer van 1,5 l/s/ha, en Figuur 36 bij een afvoer van 3 l/s/ha. Hieruit kan worden geconcludeerd dat bij beide afvoeren, de duiker en de stuw bij de Wendel voor niet tot nauwelijks opstuwing zorgen en voldoende afvoercapaciteit bieden.



De aangegeven indicatieve afmetingen zijn tot stand gekomen o.b.v. enkele proefondervindelijke berekeningen in het model. Er heeft geen optimalisatie plaatsgevonden om tot de *minimaal* benodigde dimensionering te komen. Gelet op de beperkte overstortende stralen bij de stationaire afvoer (stuw Wendel) en bij de T=100 situatie (stuw zuidelijke Wierdense Aa) is er mogelijk sprake van overdimensionering.

In het kader van het creëren van een robuust watersysteem, is het aanhouden van deze afmetingen, waar in de praktijk mogelijk, een goed uitgangspunt. De kans dat de kunstwerken in de toekomst te krap gedimensioneerd blijken te zijn is dan beperkt.



Figuur 39: Afvoer over de stuw nabij de Wendel

Uit Tabel 5 blijkt dat de maximale waterstanden bij de T=1 situatie bij alle riooloverstorten onder de drempelhoogte blijft. Hiermee wordt aan de norm voldaan dat riooloverstorten bij T=1 situaties vrij moeten blijven.

Tabel 5: Maximale waterstanden nabij riooloverstorten bij T=1

Overstort	Drempelhoogte (m NAP)	Maximale waterstand bij T=1 situatie (plansituatie)	Maximale waterstand bij T=1 bij maatregel (m NAP)
Rozemarijnsingel (51)	8,43	8,46	8,24
Rijssensestraat (64)	8,42	8,46	8,25
Sparrenlaan (67)	8,42	8,46	8,24
Sparrenlaan (HWA)	9,30	8,46	8,25
Grote Maatweg/Sparrenlaan (HWA)	8,50	8,46	8,24

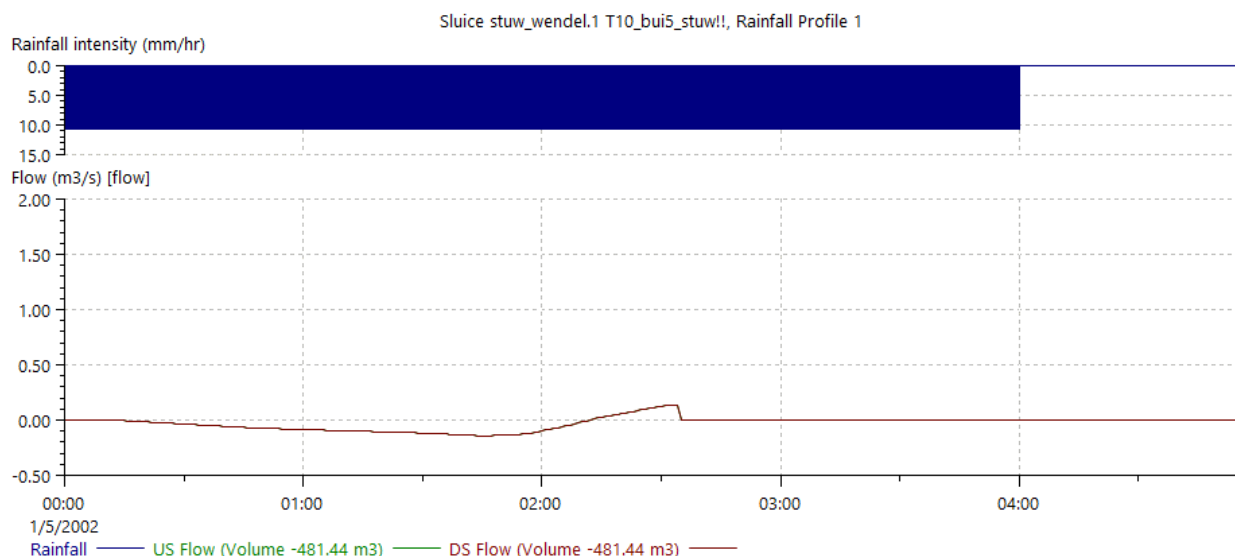
6.4.1.3 T=10 situatie

Uit de modelberekeningen bleek de T=10 bui 5 te leiden tot maatgevende waterstanden.

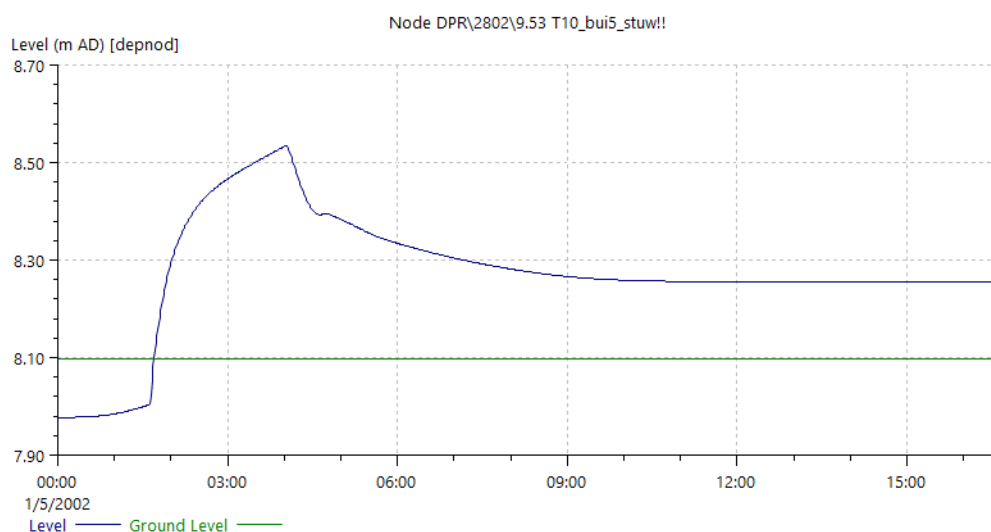
Figuur 40 en 41 tonen de maximale waterstanden in de Wierdense Aa en de zuidelijke tak tot aan de stuw. Opvallend is dat ook bij maatgevende T=10 situaties, er geen afvoer over de noodoverlaat wordt berekend. De maximale waterstand in de zuidelijke tak blijft nét onder de overstorthoogte van 8,30 m NAP. De berging in het systeem blijkt ook bij T=10 situaties voldoende.



38



Figuur 42: Afvoer richting de Wendel door de terugslagklep, tijdens en na T=10 bui5

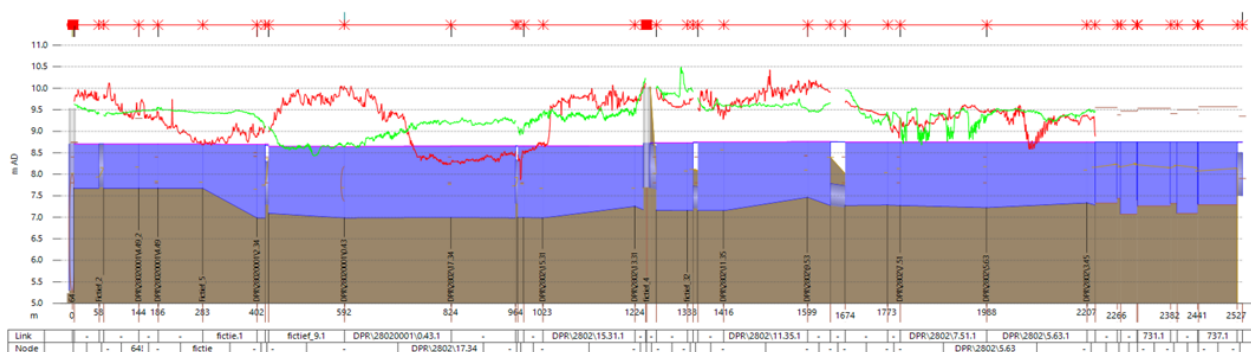


Figuur 43: Verloop van waterstand nabij de overstort Aadorpsweg bij T=10 bui5

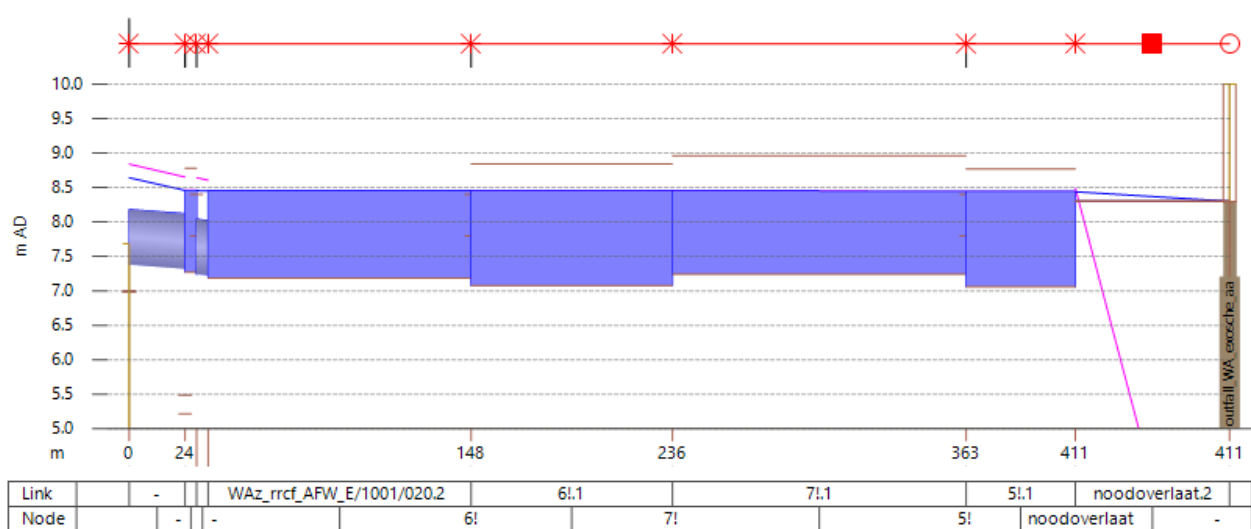
6.4.1.4 T=100 situatie

Uit de modelberekeningen bleek de T=100 bui 7 te leiden tot maatgevende waterstanden.

Figuur 44 en 45 tonen de maximale waterstanden in de Wierdense Aa en de zuidelijke tak tot aan de stuw. Hieruit blijkt dat er bij T=100 situaties afvoer over de stuw plaatsvindt (Figuur 46). De afvoer over de stuw is beperkt tot maximaal 300 l/s in deze situatie, en neemt daarna geleidelijk af. Figuur 46 toont slechts een deel van de tijdreeks. Er is echter circa 3 á 4 etmalen sprake van afvoer over de stuw richting het zuiden.



Figuur 44: Lengteprofiel Wierdense Aa, maximale waterstanden tijdens en na T=100 bui7

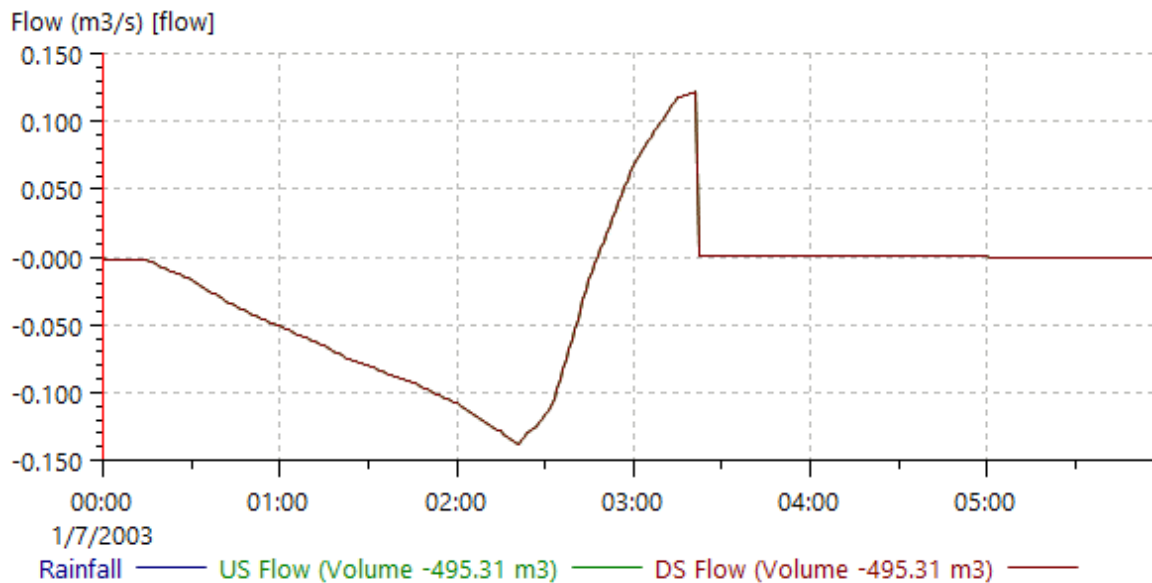


Figuur 45: Lengteprofiel Wierdense Aa, maximale waterstanden tijdens en na T=100 bui7

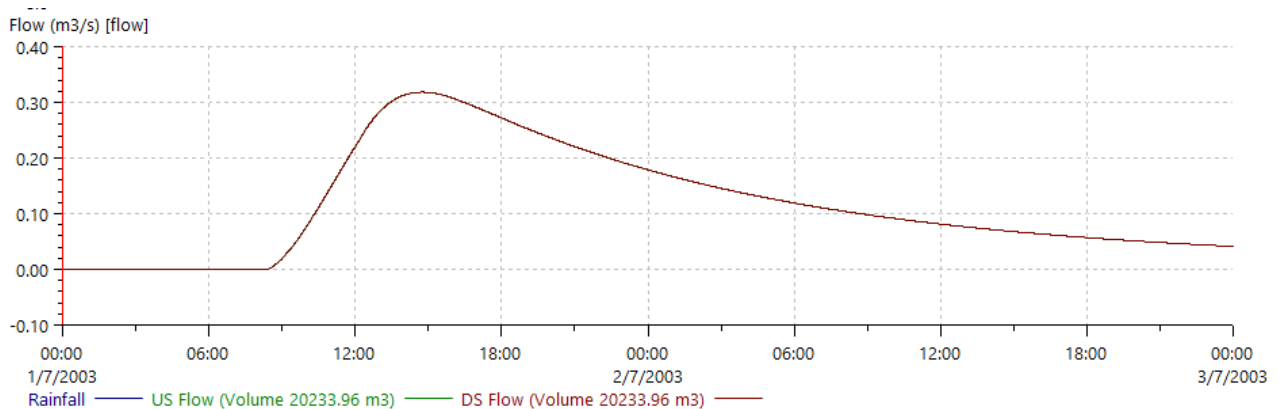
Tijdens de bui vindt er afwisselend afvoer van en naar de Wendel plaats (Figuur 46). Na circa 3 uur is de waterstand in de Wendel hoger dan 8,10 m NAP, en is geen afvoer meer mogelijk naar de Wendel.

Uit Figuur 47 blijkt dat er iets meer dan 3 etmalen sprake is van afvoer over de stuw naar de zuidelijke Wierdense Aa, met een maximum afvoer van circa 0,32 m³/s.

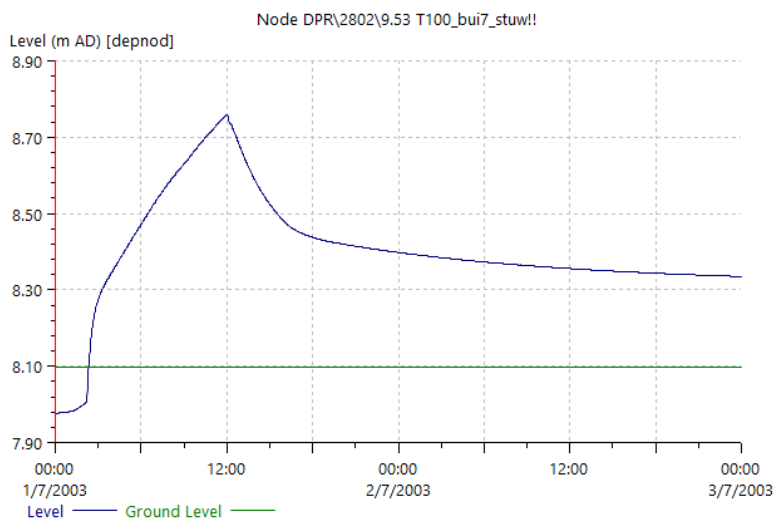
Afhankelijk van het verloop van de waterstand op de Wendel, is er dus circa 4 etmalen sprake van een waterstand hoger dan 8,30 m NAP. De riooloverstorten zijn tussen de 2 en 3 etmalen verdrongen indien er niet aanvullend gestuurd wordt. Dit blijkt ook uit Figuur 48. Na deze 4 dagen zal het nog enkele etmalen duren voordat de waterstand zich heeft hersteld op initieel peil. In een T=100 situatie is er daarom vermoedelijk circa een week sprake van verhoogde waterstanden op de Wierdense Aa. Als de stuw richting het zuiden omlaag wordt gezet kan de ledigingstijd verkort worden.



Figuur 46: Afvoer richting de Wendel door de stuw, tijdens en na T=100 bui7

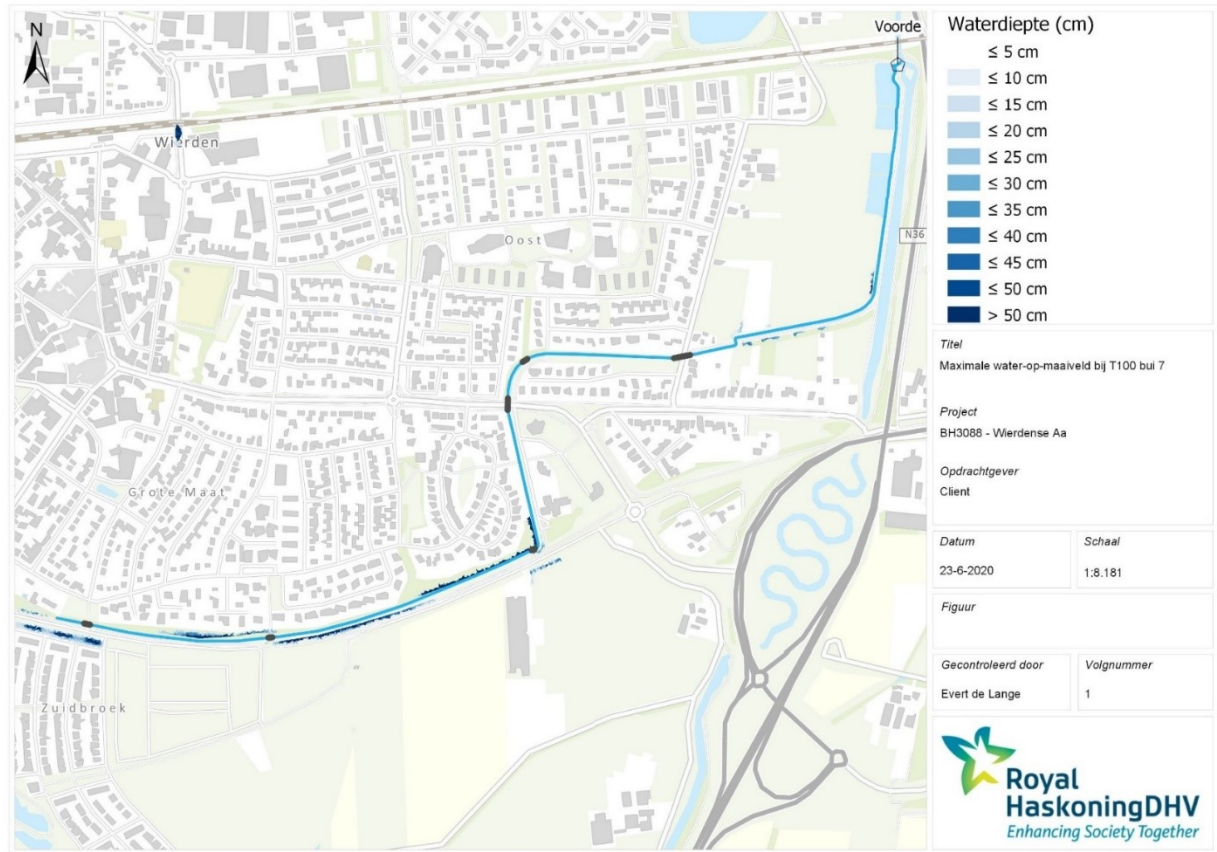


Figuur 47: Afvoer over stuw richting zuidelijke WA bij T=100 bui7

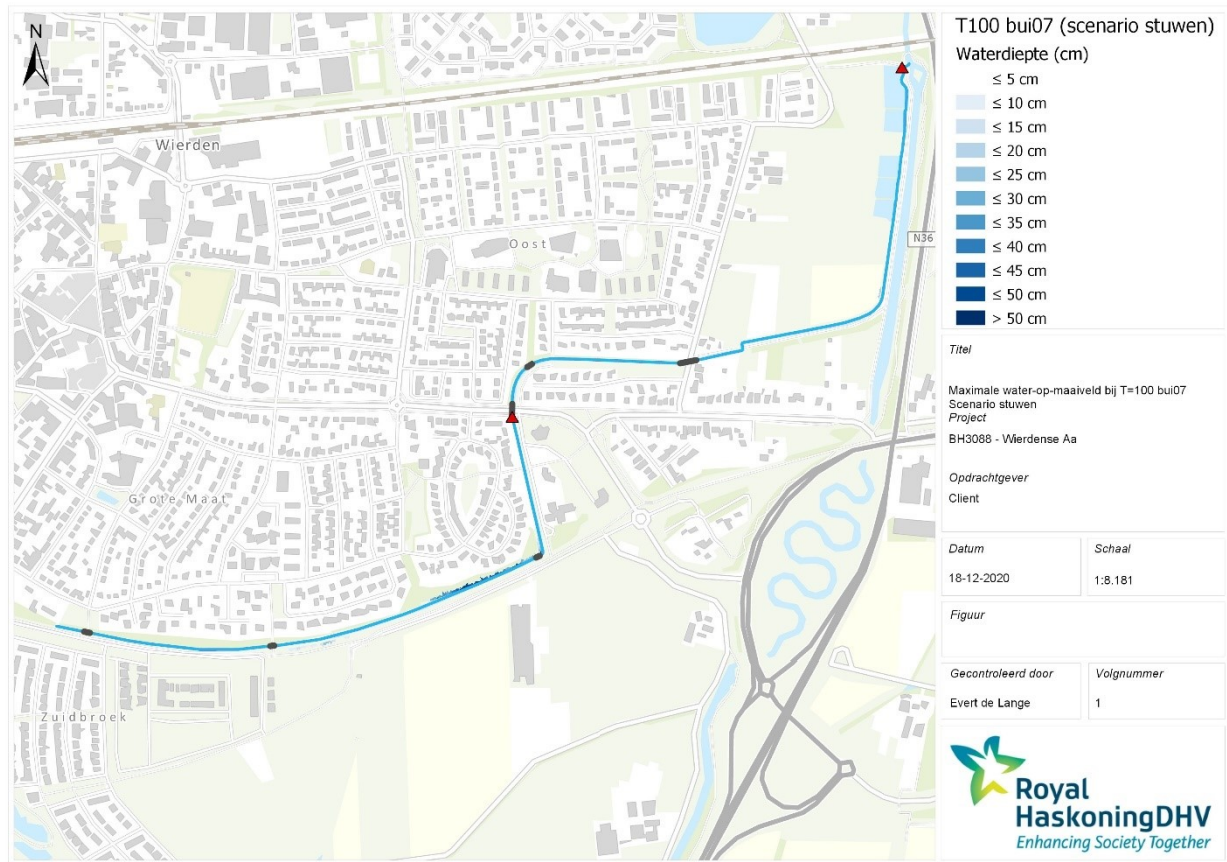


Figuur 48: Verloop van waterstand nabij de overstort Aadorpsweg bij T=100 bui7

Bij deze situatie is er geen sprake van inundatie van stedelijk gebied rondom de Grote Maatweg/Sparrenlaan of elders. Hiermee wordt aan de relevante NBW-norm voldaan (Figuur 53 en Figuur 52). Figuur 53 toont het verschil in waterstanden in de Wierdense Aa bij een T=100 bui07 tussen de plansituatie en de maatregelsituatie met stuwen.



Figuur 53: Maximale waterdiepte op maaiveld bij T=100 bui7 in de plansituatie

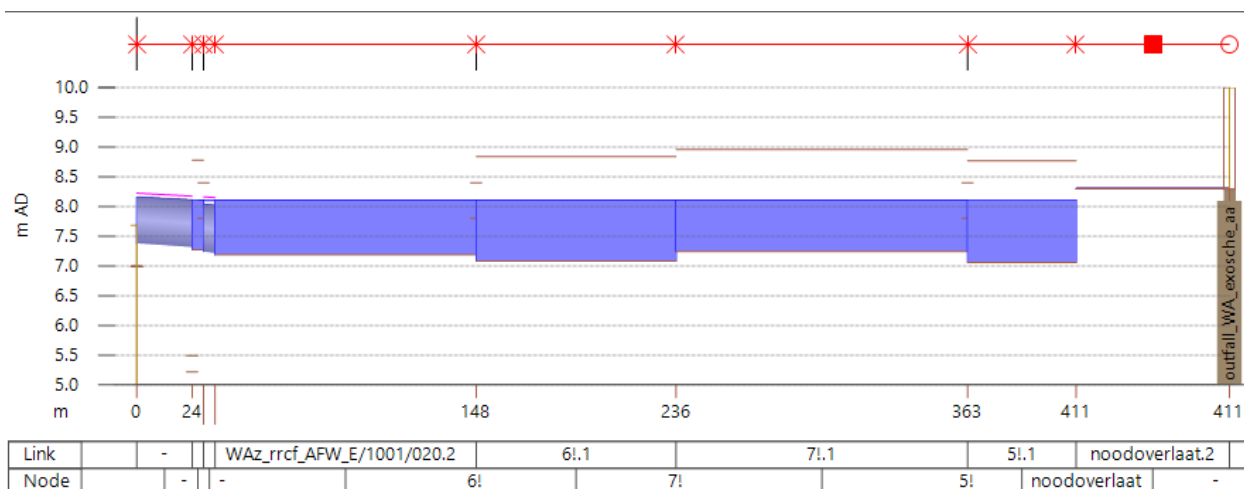


Figuur 52: Maximale waterdiepte op maaiveld bij T=100 bui07 in de maatregels scenario met stuwen

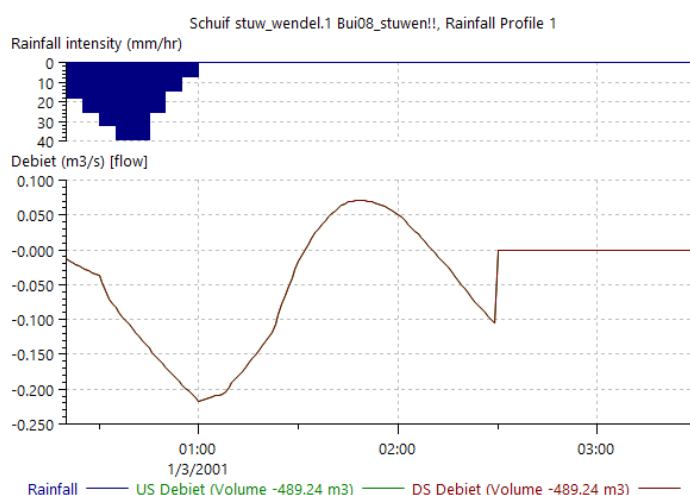


Figuur 54 en 55 tonen de maximale waterstand op de Wierdense Aa en op de zuidelijke tak tot aan de stuw bij bui08. In deze situatie vindt er geen afvoer over stuw richting het zuiden plaats. De stedelijke afvoer wordt volledig geborgen in het watersysteem.





Figuur 55: Lengteprofiel Wierdense Aa (zuidelijke tak), maximale waterstanden tijdens en na bui08



Figuur 56: Afvoer over de stuw bij de Wendel

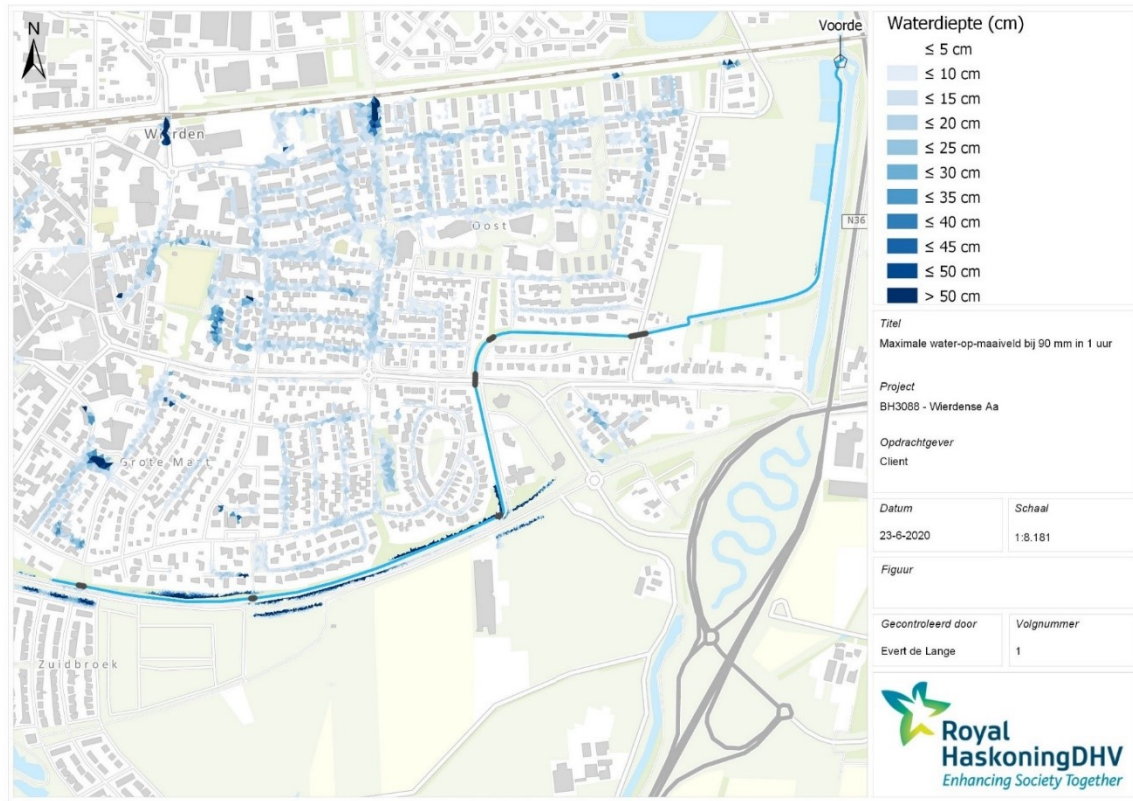
Uit Figuur 56 blijkt dat er gedurende en na de bui afwisselend sprake is van netto instroom en netto uitstroom naar de Wendel.

De riooloverstorten kunnen tijdens en na de bui vrij overstorten. Er is geen sprake van instroom naar het riool, wat een verbetering ten opzichte van de plansituatie is. De hoeveelheid rioolvreemdwater wordt verminderd. De maatregel heeft geen impact op het water-op-straat bij bui08 in de kern Wierden.

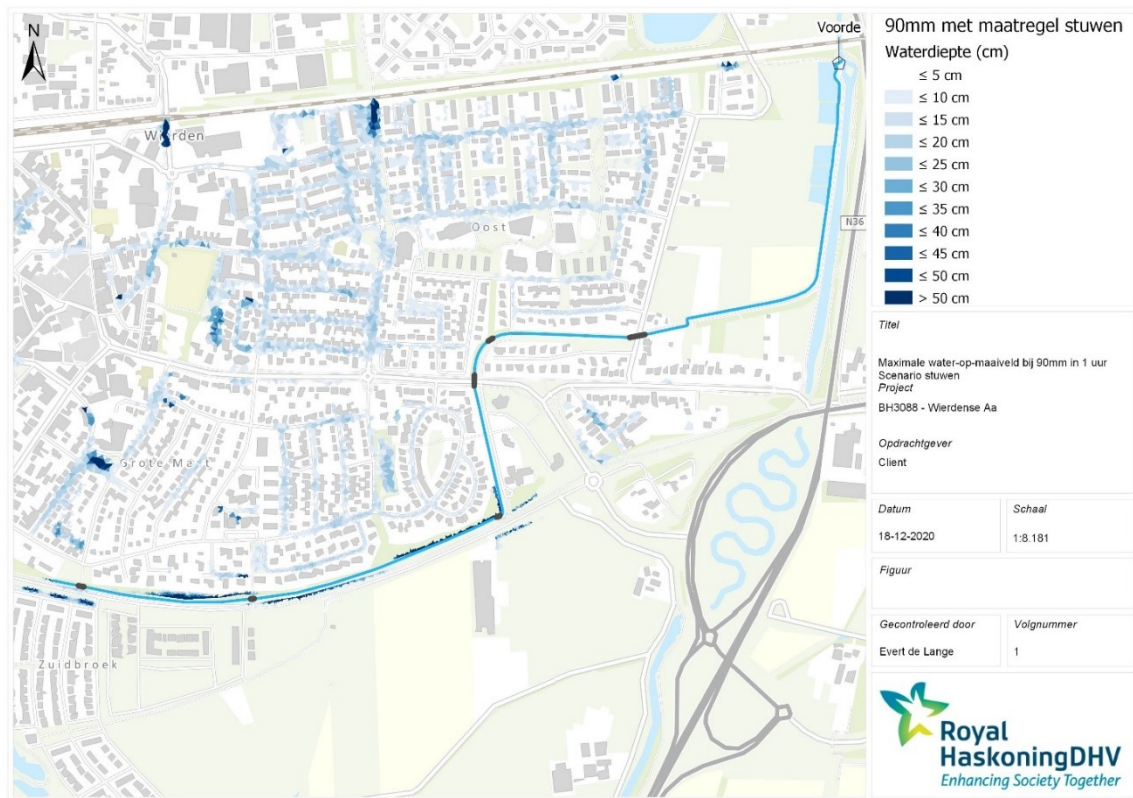
Naast het functioneren bij bui08, is ook het functioneren van het watersysteem bij een 90mm in 1 uur bui berekend. Figuur 57 toont de maximale waterstand op de Wierdense Aa bij een 90mm bui, en Figuur 58 toont de maximale waterstand op de zuidelijke tak van de Wierdense Aa.



46



Figuur 59: Water-op-maaiveld bij 90mm in 1 uur in de plansituatie

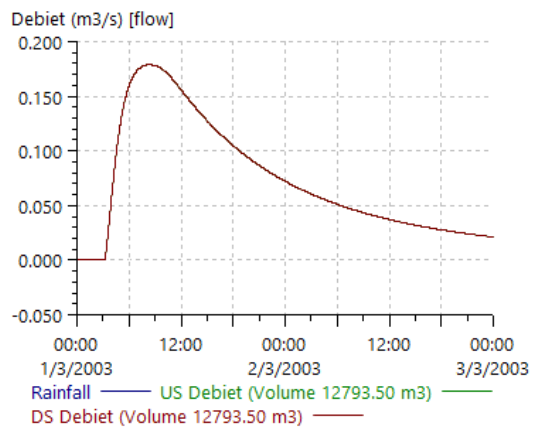


Figuur 60: Inundatie en water-op-sstraat bij 90mm in 1 uur in de plansituatie en in de maatregelsituatie met stuwen

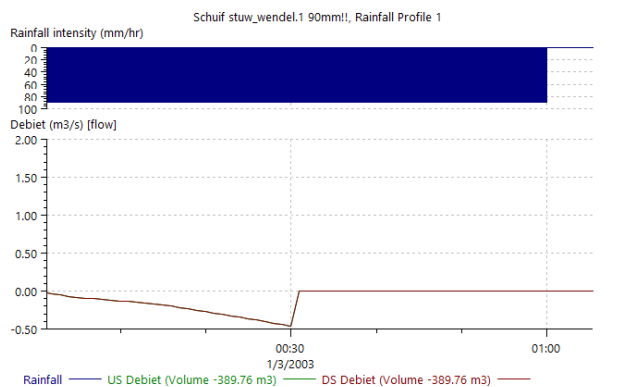


Figuur 61 toont de afvoer over de stuw naar de zuidelijke Wierdense Aa. Er is iets meer dan een etmaal sprake van afvoer, met een maximum van circa 175 l/s.

Figuur 62 toont dat er bij een 90mm bui geen sprake is van afvoer naar de Wendel, in het begin is er sprake van instroming waarna het peil boven de 8,10 m NAP komt en de klep zich sluit.



Figuur 61: Afvoer over de stuw naar de zuidelijke WA bij een 90mm in 1 uur bui



Figuur 62: Afvoer over de stuw bij de Wendel bij 90 mm in 1 uur



6.4.2 Functioneren zuidelijke tak/afvoer richting Regge

Het stroomgebied ten zuiden van Wierden wordt door het gemaal afgevoerd op de Regge. Dit gemaal heeft twee pompen, die worden aangestuurd door de onderstaande instellingen:

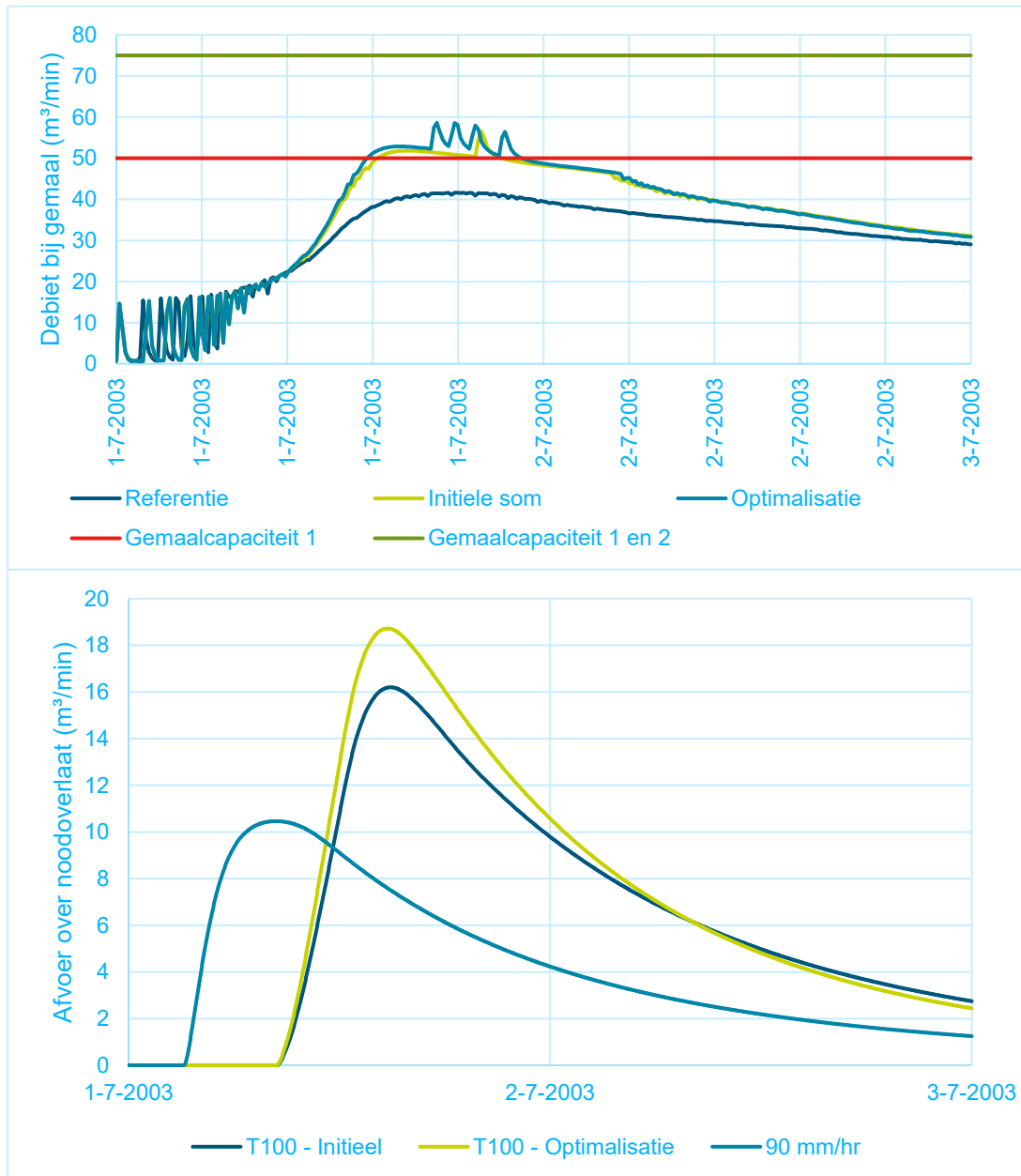
1. Aanslagpeil 7,55 m NAP en capaciteit 50 m³/min
2. Aanslagpeil 7,65 m NAP en capaciteit 25 m³/min.

Om de effecten van de extra afvoer vanuit Wierden te toetsen is een uitsnede van het Regge-model gebruikt. Doordat dit een uitsnede is van een groter model, is deze niet specifiek voor dit gebied gekalibreerd. In het model zijn zowel de plansituatie als het scenario door gerekend om te toetsen of het gemaal de extra aanvoer vanuit Wierden kan afvoeren. Deze extra afvoer is overgenomen uit het InfoWorks model. Hierbij is gekeken naar T100 bui 7 en de 90mm in 1 uur bui.

In de plansituatie is het T100 peil bij het gemaal berekend op 7,56 m NAP. Dat betekent dat, in de huidige situatie, het gemaal met de inzet van de eerste pomp de waterstand op peil kan houden. In de maatregelenscenario met de noodoverlaat, is het maximale T100 peil op 7,69 m NAP berekend. Dat betekent dat in de scenario berekening de tweede pomp ook wordt ingezet. In het scenario met twee automatische stuwen is de maximale T100 peil ook 7,69 m NAP. Dit betekent dat het gemaal de waterstand in deze situatie nog op het juiste peil kan houden.

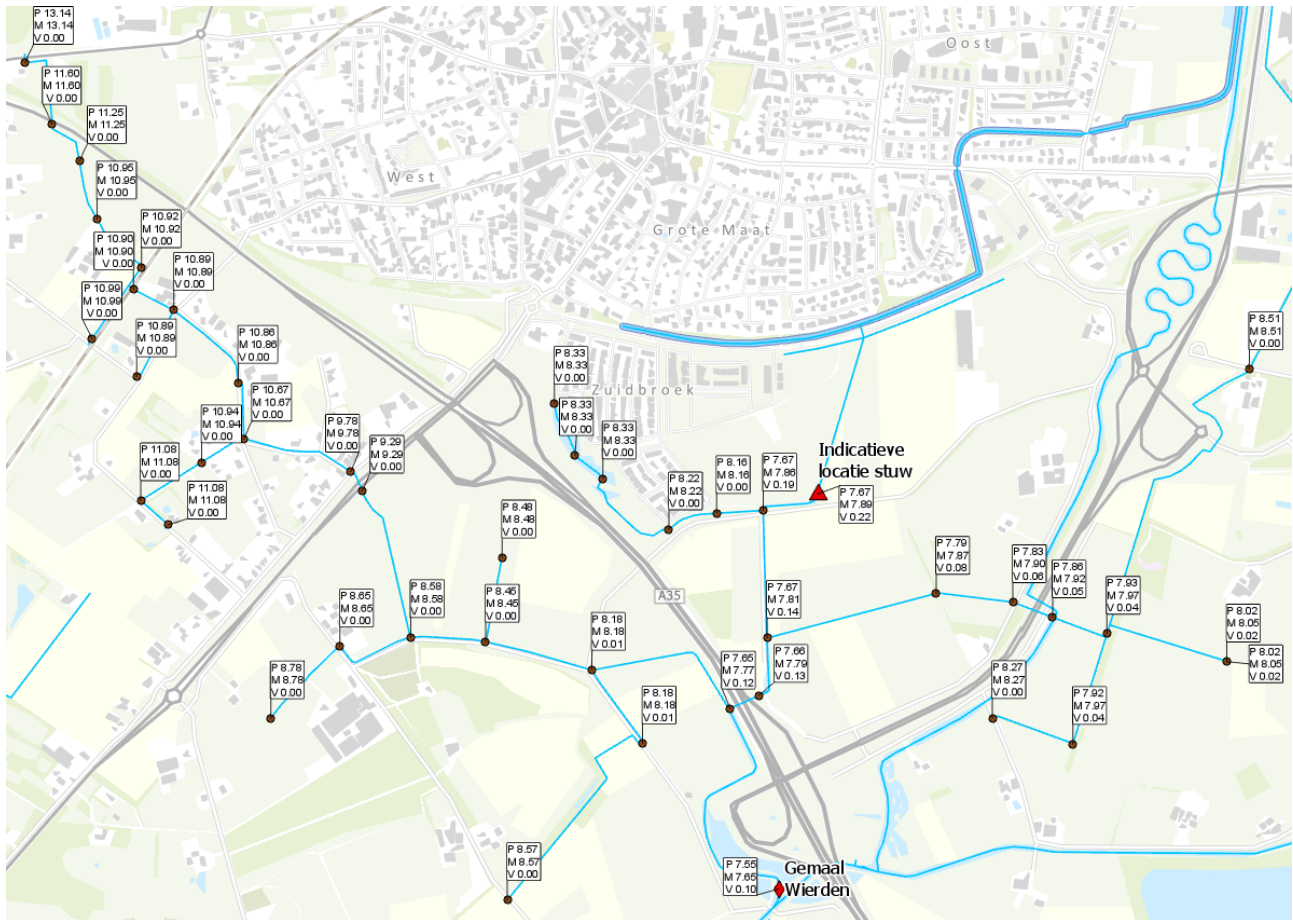
In Figuur 63 is de berekende debiet van het gemaal weergegeven (T100 – initieel is de berekende afvoer bij het scenario met de noodoverlaat, T100 – optimalisatie is de afvoer bij de maatregel met een stuw van 2,5m breed). In de scenario berekeningen worden beide pompen van het gemaal ingezet. Echter is het debiet van het gemaal nog wel ruim lager dan de totale afvoercapaciteit van het gemaal. De extra afvoer vanuit stedelijk gebied zorgt dus niet voor een knelpunt bij het gemaal.

Tijdens de kortdurende, extreme neerslag (90mm/uur), is het totale debiet bij het gemaal lager dan bij een T100 situatie. Tijdens deze extreme neerslagbui blijft de berekende waterstand bij het gemaal op ongeveer 7,56 m NAP, wat betekent dat het gemaal voldoende capaciteit heeft om de waterstand laag te houden.



Figuur 63: Afvoeren bij gemaal Zuidbroek

Figuur 63 toont de maximale waterstanden in de zuidelijke Wierdense Aa, bij een T=100 bui, in de plansituatie (P) en maatregelsituatie (M). Tevens is het verschil tussen de maximale waterstanden weergegeven (V).



Figuur 63: Waterstanden in zuidelijke Wierdense Aa (m NAP) bij een T=100 bui. P staat voor plansituatie, M staat voor maatregelsituatie (stuwen), en V voor het verschil tussen twee situaties.

6.4.3 Conclusie en aandachtspunten bij maatregelen

In dit hoofdstuk is de combinatie van twee maatregelen verkend en getoetst.

Op grond van de resultaten kan worden vastgesteld dat het realiseren van 2 gestuurde stuwen er voor zorgt dat aan de NBW normen wordt voldaan en dat de riooloverstorten niet verdrongen raken bij T=1 situaties.

Ook kan de afvoer richting de Regge worden verwerkt door het gemaal. De combinatie van maatregelen is daarmee effectief. Slechts bij T=100 situaties is er sprake van afvoer van stedelijk water richting gemaal Wierden. Ook bij een klimaatbui (90 mm in 1 uur) is het watersysteem robuust en is de wateroverlast vanuit het oppervlaktewatersysteem beperkt.

Indien het voornemen bestaat om deze maatregelen te realiseren, dienen de volgende aandachtspunten te worden meegenomen in onderzoek en/of uitwerking:

- Dimensionering en vormgeving kunstwerken
 - Voor deze studie is een inschatting gemaakt voor een geschikte dimensionering en vormgeving van de beide stuwen en de duiker nabij de Wendel. Hierbij is bewust gekozen voor een over dimensionering van de kunstwerken, om zodoende tot een robuust watersysteem te komen.



- Een klepbreedte van de stuw in de zuidelijke Wierdense Aa van 2,5m is ruim voldoende.
 - O.b.v. berekeningen met stationaire afvoeren (1,5l/s/ha en 3 l/s/ha) is een klepbreedte van 2,5m ook voldoende voor de stuw bij de Wendel.
 - Een rechthoekige duiker van tenminste 2,5m bij 1m (b x h) is voldoende om bij dezelfde stationaire afvoeren geen beperking te vormen. Hierbij is een BOK van 7,50 m NAP aangenomen.
- Besturing kunstwerken
 - In deze modelstudie is alleen de minimaal benodigde dimensionering van de kunstwerken bepaald om bij piekafvoeren wateroverlast in de kern Wierden te voorkomen en om te voldoen aan de relevante NBW normen. Doordat de kunstwerken bestuurd kunnen worden, ontstaat de flexibiliteit om desgewenst sneller af te voeren.

Na realisatie kunnen op basis van praktijkervaringen en metingen optimale stuwhoogtes voor de beide stuwen worden bepaald, en kan worden vastgesteld welke sturingsregimes moeten worden vastgesteld.
 - Exacte locatie stuw in zuidelijke Wierdense Aa
 - De locatie van de stuw is in deze studie bepaald op basis van het hoogtemodel (AHN3) langs de watergang tussen de Akkerwal en de Klumpershoekweg. Of de stuw ook op deze locatie kan worden gerealiseerd, of dat een andere locatie wenselijker is, dient nader te worden onderzocht. Het maaiveld kan eventueel aangepast worden. De bereikbaarheid van de stuw en de mogelijke uitbreidingswijk zijn factoren om mee te nemen in de overweging.



7 Conclusie

Op grond van de uitgevoerde studie kan het volgende worden geconcludeerd:

- In de *plansituatie* blijkt de waterstand op de Wendel veelal bepalend te zijn voor de maatgevende waterstand in de Wierdense Aa. Doordat de waterstand in de Wendel stijgt, vindt er terugstroming over de knijpstuw en/of voorde plaats. Hierdoor stijgt de waterstand in de Wierdense Aa, waardoor na enige tijd de riooloverstorten niet meer vrij zijn. Doordat de Wendel trager reageert dan de Wierdense Aa, valt de afvoerpiek vanuit de kern Wierden bij bui08 en T=1 situaties niet samen. Hierdoor is er geen aanwijzing dat in deze situaties het water-op-straat in de kern Wierden verslechterd.

Bij T=10 en T=100 situaties, alsmede bij de stedelijke (stresstest-) buien, zorgt deze opkomende Wendel voor langdurige, hoge waterstanden in de Wierdense Aa.

- Deze langdurige hoge waterstanden op de Wierdense Aa leiden tot instroming in het riool, en uiteindelijk tot transport van rioolvreemdwater naar de zuivering. Doordat het riool volledig gevuld is, kan water-op-straat in de kern Wierden lastiger worden afgevoerd. Plaatselijk kan dit leiden tot een verlengde duur van water-op-straat, of tot problemen leiden bij opeenvolgende buien.
- Op basis van de NBW-check kan worden vastgesteld dat er, in de *plansituatie*, bij T10 buien geen inundatie van landelijk gebied optreedt vanuit de Wierdense Aa. Bij T100 buien is er sprake van inundatie van stedelijk gebied, dit is beperkt tot groenstroken en plantsoenen.

In deze studie zijn een tweetal oplossingsrichtingen uitgewerkt. Op basis van de uitkomsten kan worden geconcludeerd dat de oplossingsrichting met de twee stuwen de voorkeur geniet. Deze oplossingsrichting zorgt ervoor dat het watersysteem aan de NBW normeringen voldoet, en dat problemen ten aanzien van lediging en waterkwaliteit worden kunnen worden ondervangen.

Het realiseren van twee gestuurde stuwen, één bij het benedenstroomse punt van de Wierdense Aa (nabij de Wendel), en één stuw in de Wierdense Aa tussen de Akkerwal en Klumpershoekweg, zorgt ervoor dat in noodsituaties afvoer kan plaatsvinden richting de Regge. Wateroverlast in de kern Wierden wordt hierdoor voorkomen. Hierbij komt het voordeel dat het watersysteem snel en gemakkelijk doorgespoeld kan worden. Zo ontstaat een robuust en flexibel watersysteem. In dit rapport zijn indicatieve maatvoeringen en dimensionering van de kunstwerken bepaald. De uiteindelijke dimensionering van de kunstwerken moet in latere uitvoeringsfases worden bepaald. Het sturingsregime van de kunstwerken in de praktijk o.b.v. metingen en ervaringen, worden bepaald.

Bijlage A

Opbouw & validatie InfoWorks ICM model



Modelopbouw

Beschrijving aanpak

In deze modelstudie is er voor gekozen om gebruik te maken van zowel SOBEK als InfoWorks ICM. Door deze modelpakketten te combineren, is het mogelijk de kwaliteiten van SOBEK (berekenen van waterstanden op regionale schaal) te combineren met InfoWorks ICM waarin de neerslag-afvoer processen in stedelijk gebied hoogwaardig gemodelleerd zijn.

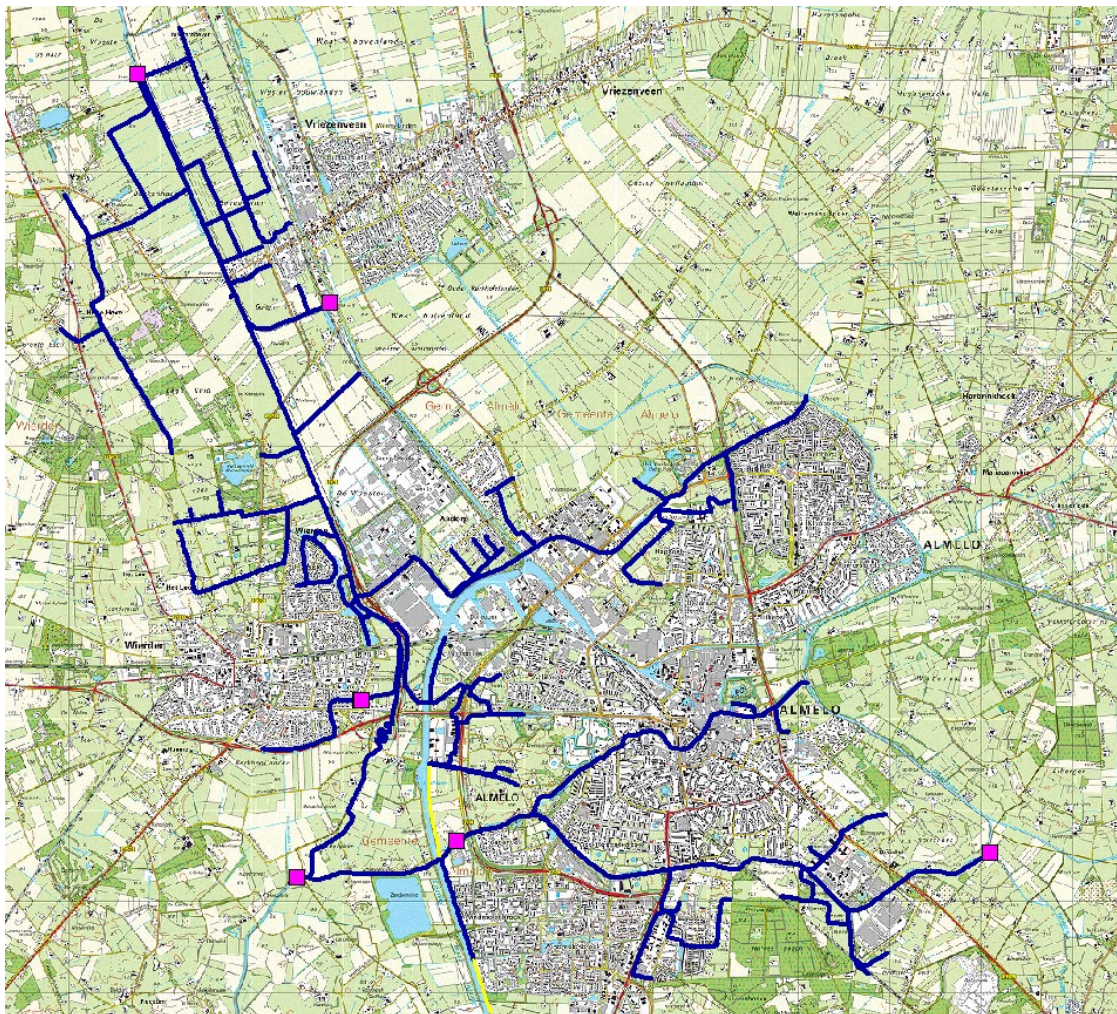
In de kern wordt het SOBEK model gebruikt om de waterstanden op de Wendel te berekenen, welke als benedenstroomse randvoorwaarde op het InfoWorks model worden ingezet. Hierdoor is de interactie tussen stedelijke afvoer (de Wierdense Aa) en het regionale watersysteem (de Wendel) goed te simuleren. Door middel van één iteratieslag, waarbij de berekende afvoeren in InfoWorks worden opgelegd aan SOBEK, worden verbeterde waterstanden op de Wendel berekend. Deze worden op hun beurt weer aan het InfoWorks model opgelegd. Na één iteratieslag bleek het verschil in waterstanden tussen de beide modelpakketten beperkt tot enkele centimeters. Hiermee is gebleken dat één iteratieslag voldoende is voor toepassing in deze studie. Verdere iteratieslagen zouden slechts in geringe mate tot een verbetering van de modellering leiden.

Tot slot vormt SOBEK de basis voor de schematisatie van de Wierdense Aa, en bieden de resultaten uit het SOBEK model grond om de uitkomsten van het InfoWorks model te controleren en vergelijken.

Uitgangspunten regionaal model Sobek

Voor Sobek is het Wendel-model van Waterschap Vechtstromen gebruikt. Dit model berekent het regionale watersysteem tussen de overstort richting de Exosche Aa en de Stuw Russendijk.

De oostelijke randvoorwaarde ligt bij de sifon van de Wendel onder het Twentekanaal. De aanvoer op deze randvoorwaarde is in het verleden bepaald aan de hand van het grotere regionale Sobek-model. Het is een gecombineerd model met CF-RR combinatie, waarbij in de RR module het rioleringsysteem van Almelo en Wierden (versimpeld) wordt meegenomen. In Figuur 1 zijn de gemodelleerde watergangen weergegeven. Voor de Wendel wordt uitgegaan van een weerstand van 5 (Bos en Bijkerk).



Figuur 1: Overzicht watersysteem in SOBEK model

Uitgangspunten stedelijk model Infoworks

Het InfoWorks model van de kern Wierden, waaraan in deze studie het oppervlaktewater van de Wierdense Aa is toegevoegd, lag ten grondslag aan het BRP Wierden 2013. Het bevat een gedetailleerde schematisatie van het rioolstelsel (gemengd, gescheiden en infiltratieriolering) en (rand-) voorzieningen zoals rioolgemaal, overstorten, bergingsvoorzieningen en overige kunstwerken. Het kent een 1D inloopmodel waarbij op putbasis een inschatting is gemaakt van de droogweerafvoer (DWA) en hemelwaterafvoer (HWA) op basis van het verhard oppervlak (panden en terreinverharding).

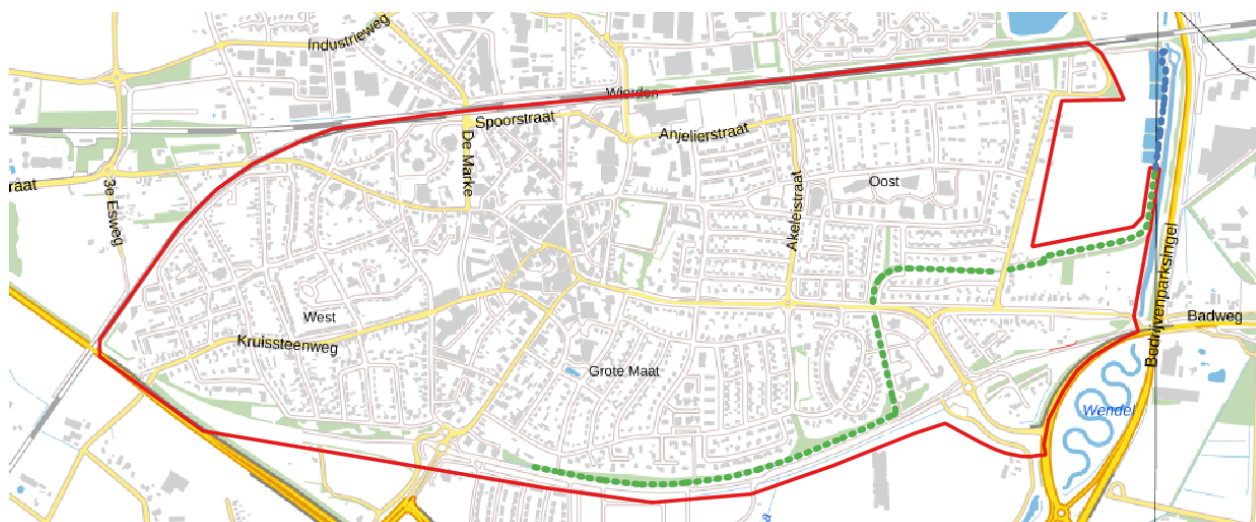
Het betreft een 1D-2D model, wat betekent dat neerslag 1D tot afvoer komt in het rioolstelsel, en er bij putten afstroming op het maaiveld kan plaatsvinden. Het onverhard oppervlak is, zoals gebruikelijk in rioleringsmodellen, niet meegenomen. Neerslag kan alleen tot afvoer komen via het 1D inloopmodel waarin verhard oppervlak is aangesloten.

In het model stroomt circa 70 hectare verharding af naar de Wierdense Aa via het rioolstelsel. Tevens is er circa een gebied van 50 hectare wat tot aan de pompovercapaciteit (circa 0,7mm/uur) op de Wierdense

Aa kan afvoeren. Het deel van de kern Wierden, welke overstort op de Wierdense Aa, heeft een berging (combinatie van onderdrempelberging als bergbezinkbassins) van 7774 m³.

Het rioolstelsel van de kern Wierden heeft 6 overstorten op de Wierdense Aa, waarvan er drie hemelwaterafvoeren (HWA) zijn. De locatie van deze overstorten, alsmede de overstorthoogte, is te zien in Figuur 1 in het hoofdrapport. In het InfoWorks model is er sprake van interactie tussen de overstort en het ontvangende oppervlaktewater, waardoor er sprake kan zijn van verdronken overstorten en terugstuwing/terugstroming. Dit is een belangrijk verschil tot SOBEK waarin deze interactie niet mogelijk is.

In het InfoWorks model is het maaiveld opgenomen o.b.v. het AHN3. Deze is in 2019 ingevlogen in de omgeving van Wierden. Figuur 2 toont de begrenzing van het 2D gebied. Binnen dit gebied kan er afstroming over maaiveld plaatsvinden. Tevens is er binnen dit gebied interactie tussen de watergang- en het omliggende maaiveld. Er kan zowel afstroming richting de watergang, als inundatie van omliggend maaiveld vanuit de watergang plaatsvinden.



Figuur 2: Begrenzing van 2D modelgebied in rood. De groen-gestippelde delen van de Wierdense Aa hebben 2D interactie met het omliggende maaiveld. De blauw-gestippelde delen hebben een 1D schematisatie.

De Wierdense Aa is toegevoegd in het InfoWorks model o.b.v. een export van het SOBEK model. De ligging en profielen van de watergangen zijn hierbij overgenomen. De kunstwerken, waaronder de duikers en stuwen, zijn handmatig ingevoegd in het InfoWorks ICM model o.b.v. het SOBEK model.

In SOBEK wordt de weerstanden in watergangen op basis van Bos en Bijkerk bepaald. Deze weerstand is tevens afhankelijk van de waterdiepte in de watergang. InfoWorks kent deze methodiek niet, en rekent met een vaste weerstand over het gehele profiel (op basis van Manning). Hier is over de gehele loop van de Wierdense Aa uitgegaan van een weerstand van Bos en Bijkerk van 15 (Mannings N waarde van 0,06667).

Verdere verschillen in (numerieke) methodes tussen de modelpakketten zijn op een rij gezet in de publicatie “Benchmark Inundatiemodellen” van het STOWA³

³ Henckens, G. en W. Engel (2017) *Benchmark Inundatiemodellen, Modelfunctionaliteiten en testbank berekeningen*. Stowa-rapport 2017-34, Amersfoort. Te raadplegen via <https://edepot.wur.nl/425383>.



Verificatie en vaststellen model

Om de schematisering van het oppervlaktewater in InfoWorks ICM te kunnen toetsen, zijn de volgende berekeningen uitgevoerd en vergeleken met de resultaten uit SOBEK:

- Stationaire sommen zonder Wendel peil
- Stationaire som zonder Wendel peil en zonder knijpstuw
- Stationaire sommen met Wendel peil
- T=1 bui berekening

Het functioneren van de voorde is niet getest in deze berekeningen.

De resultaten van deze berekeningen zijn te vinden verderop in deze bijlage.

Conclusie verificatie en vaststellen model

Op basis van de uitgevoerde (test-) berekeningen kan het volgende worden vastgesteld:

- Ten aanzien van de schematisering van de knijpstuw:
 - Bij lage- tot gemiddelde afvoeren door de Wierdense Aa geeft de knijpstuw een vrijwel gelijke opstuwing tussen de beide modelpakketten.
 - Bij gemiddelde- tot hoge afvoeren door de Wierdense Aa geeft de knijpstuw in InfoWorks ICM een hogere opstuwing (enkele centimeters) in vergelijking tot SOBEK. Dit verschil kan niet eenvoudig worden weggenomen en zou aanvullende onderzoeken vereisen.
- De interactie tussen de Wierdense Aa en de Wendel door de knijpstuw lijkt op basis van de uitgevoerde berekeningen vergelijkbaar te functioneren. Terugstuwing vanuit de Wendel is mogelijk in beide modellen. Het hydraulisch functioneren van de voorde is niet getest.
- Ten aanzien van het hydraulisch functioneren van kunstwerken in de Wierdense Aa:
 - De duiker Aadorpsweg geeft bij hoge afvoeren een hogere opstuwing in InfoWorks ICM, in vergelijking met SOBEK. Dit verschil is acceptabel gelet op de verschillen in aannames (InfoWorks gaat uit van een licht vervuilde duiker, SOBEK van een schone duiker).
 - De overige duikers laten slechts beperkte verschillen zijn bij zowel hoge- als lage afvoeren. De verschillen zijn acceptabel.
 - De afwezigheid van de bruggen in het model, leid tot een beperkt lagere opstuwing. De bruggen worden in deze studie niet worden meegenomen. Afhankelijk van de aard van vervolgstudies, kan het opnemen van deze bruggen noodzakelijk danwel van meerwaarde zijn.
- Ten aanzien van de weerstanden in de watergangen:
 - Er lijkt op basis van de testberekeningen slechts een beperkt verschil te zijn door opstuwing als gevolg van een verschillende schematisatie van weerstanden. Slechts bij hoge afvoeren lijkt benedenstrooms van de duiker Aadorpsweg een hogere opstuwing te ontstaan. Dit kan worden verklaard doordat bij SOBEK de weerstand relatief afneemt bij hogere waterstanden, en deze bij InfoWorks ICM gelijk blijft.
- Ten aanzien van de inloopmodellen:
 - Bij een T=1 bui is de cumulatieve afvoer richting de Wierdense Aa circa 50% van die in SOBEK. Dit is te verklaren door de verschillen in de beide inloopmodellen. Het InfoWorks



model is een gedetailleerder model, en kan tevens terugstuwing richting het rioolstelsel simuleren.

Op basis van een beschouwing van de bovenstaande punten, is in overleg besloten om verder te gaan met het InfoWorks model in het vervolg van het project. Hierbij moet de onzekerheid in het functioneren van de knijpstuw, en het resulterende verschil in opstuwing, worden meegewogen in het interpreteren van de resultaten. Ten aanzien van dit project zal er geen verdere studie uitgevoerd worden naar de verschillen tussen beide modelpakketten.

Validatie

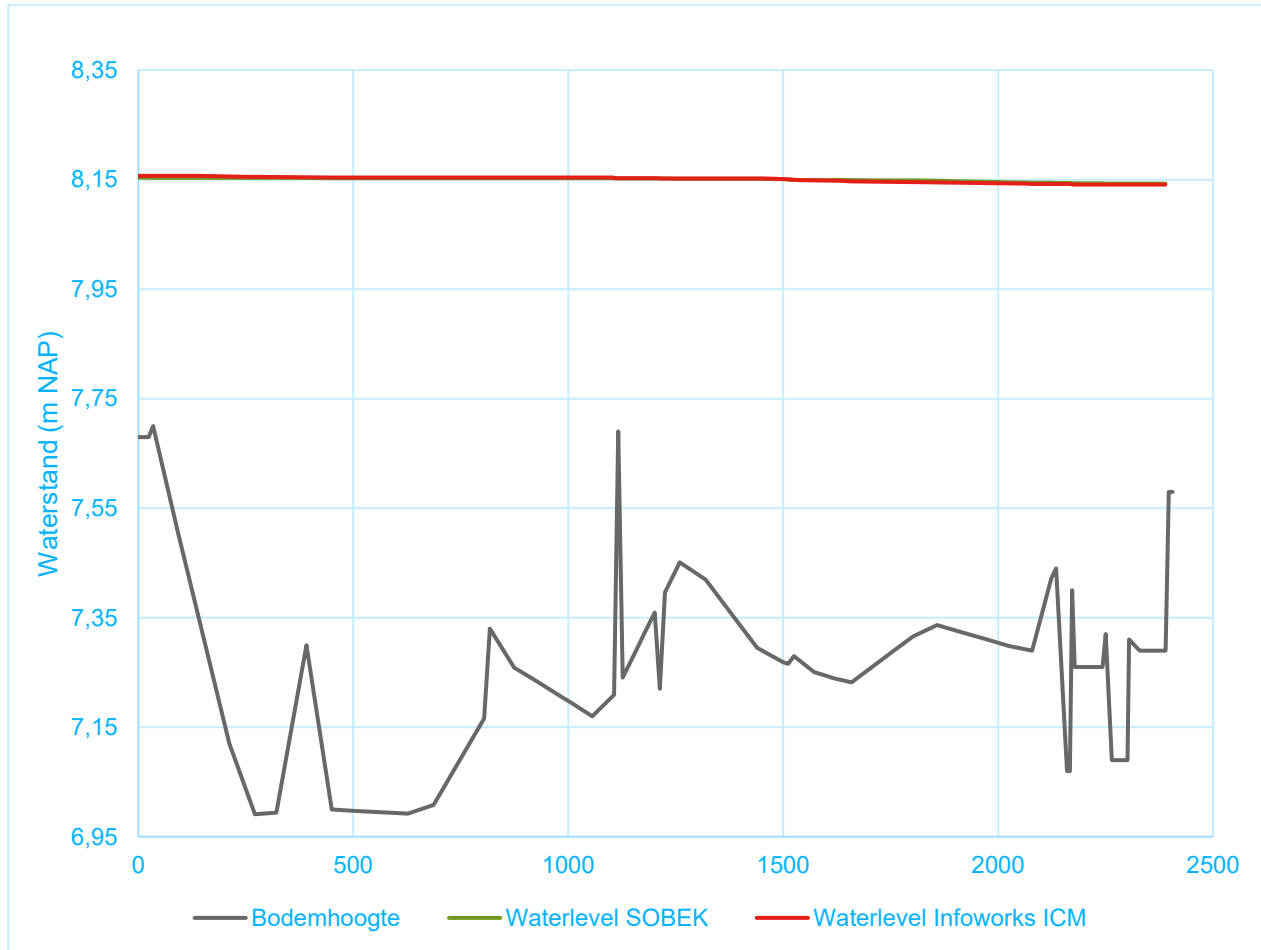
Stationaire som zonder Wendel peil

De eerste verificatiestap betreft het rekenen met een stationaire afvoer waarbij er géén peil op de benedenstrooms randvoorwaarde (de Wendel) is aangenomen. Er is modelmatig gezien sprake van vrije uitstroom na de knijpstuw.

Deze som heeft als doel om vast te stellen of de knijpstuw benedenstrooms van de Wierdense Aa in niet-verdronken toestand (toestand van een volkomen overlaat) goed geschematiseerd is in het InfoWorks ICM model. De simulatie is uitgevoerd in zowel het SOBEK, als het InfoWorks ICM model, waarbij er in het InfoWorks ICM model exact dezelfde afvoer is opgelegd als in het SOBEK model. Hierdoor zijn de resultaten goed onderling vergelijkbaar.

Er is gerekend met twee stationaire afvoeren, te weten 0,81 l/s/ha en 1,50 l/s/ha.

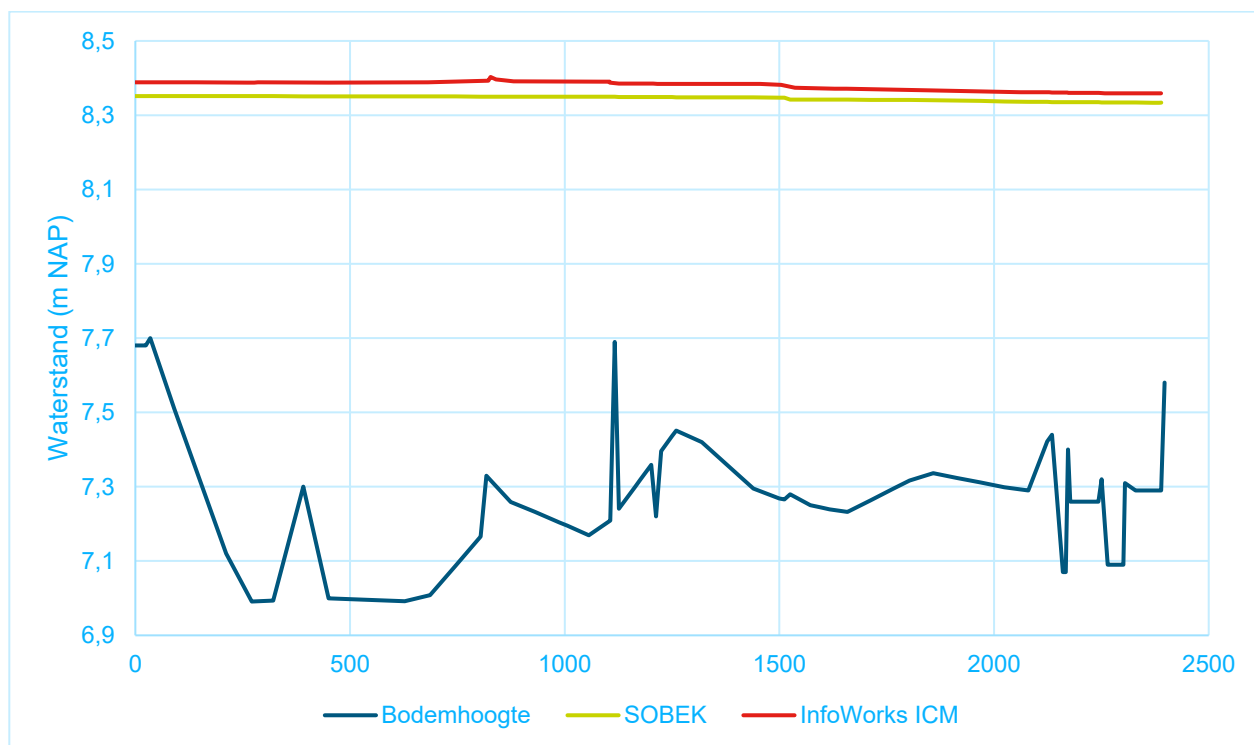
Resultaat 0,81 l/s/ha zonder Wendel peil



Figuur 1: Lengteprofiel over de Wierdense Aa met de waterstanden bij de stationaire som met 0,81 l/s/ha zonder Wendel peil.

Figuur 1 laat een beperkt verschil zien tussen deze berekening in SOBEK en InfoWorks, die slechts enkele millimeters groot is geheel bovenstrooms. Hieruit kan worden vastgesteld dat de schematisatie van de knijpstuw in InfoWorks ICM conform het SOBEK model functioneert bij lage- tot gemiddelde afvoeren.

Resultaat 1,50 l/s/ha zonder Wendel peil



Figuur 2: Lengteprofiel over de Wierdense Aa met de waterstanden bij de stationaire som met 1,5 l/s/ha zonder Wendel peil.

Figuur 2 laat zien dat de waterstanden in InfoWorks ICM bij een gemiddeld- tot hoge afvoer van 1,5 l/s/ha enigszins beginnen af te wijken van de berekening in SOBEK. Het verschil varieert tussen de enkele millimeters benedenstrooms, tot circa 4 centimeter bovenstrooms.

Hieruit kan worden afgeleid dat InfoWorks ICM bij de knijpstuw bij gemiddelde- tot hoge afvoeren een hogere opstuwing berekend dan SOBEK. Dit kan worden verklaard door het verschil in de gebruikte vergelijkingen om tot de overstortende straal komen. Weerstand van met name de zijkanten van de stuw worden vermoedelijk overschat t.o.v. SOBEK.

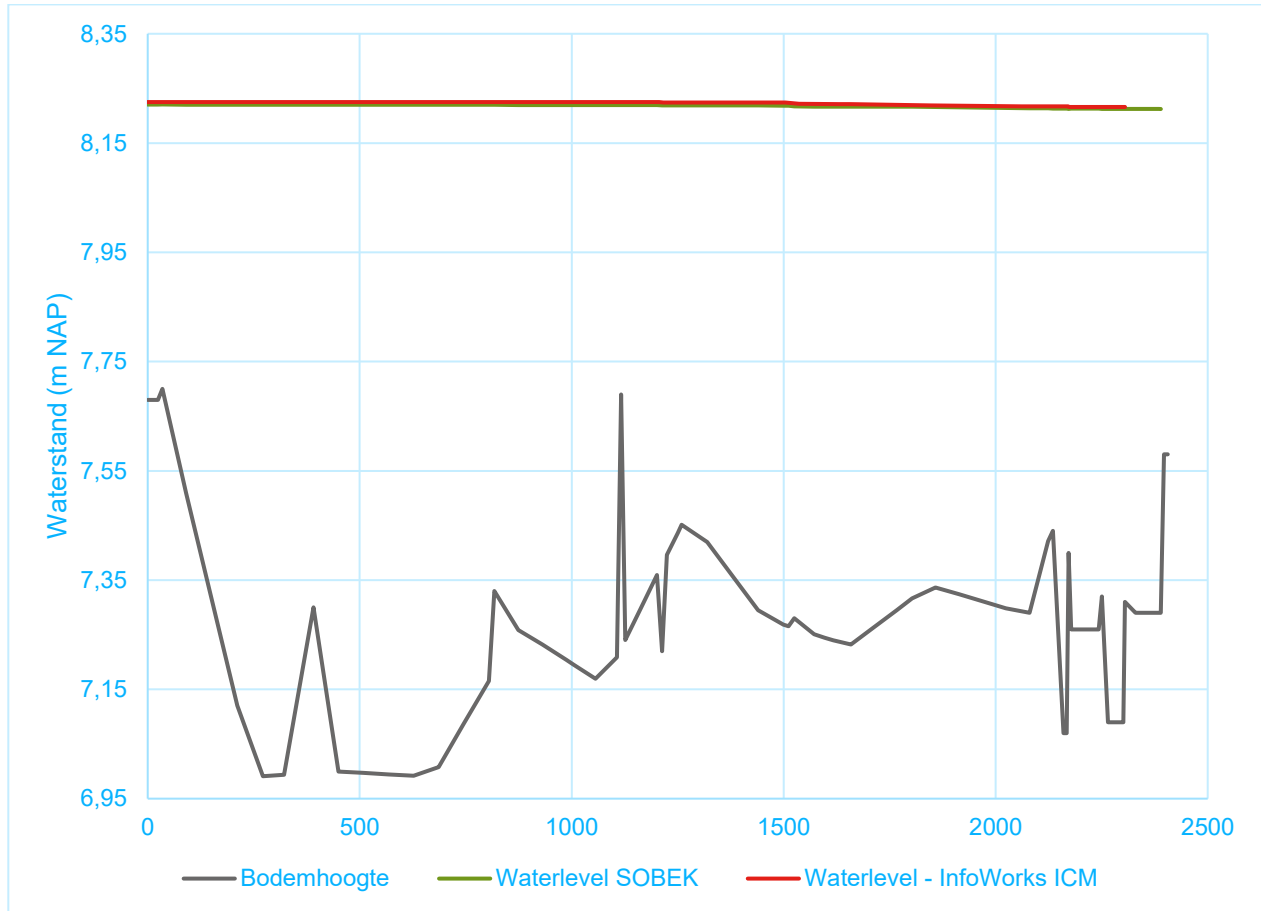
Stationaire som met Wendel peil

De tweede verificatiestap welke is uitgevoerd, betreft het rekenen met een stationaire afvoer waarbij er een vast peil op de Wendel is aangenomen. Dit betreft een vast peil van 7,97 m NAP, deze waterstand volgt uit berekeningen van het regionale SOBEK model. Aangezien de knijpstuw een overstorthoogte van 7,767 m NAP heeft, is de knijpstuw in verdrongen toestand gedurende de gehele simulatie.

Deze som heeft als doel om vast te stellen of de knijpstuw benedenstrooms van de Wierdense Aa in verdrongen toestand (toestand van een *onvolkomen overlaat*) goed geschematiseerd is in het InfoWorks ICM model. De simulatie is uitgevoerd in zowel het SOBEK, als het InfoWorks ICM model, waarbij er in het InfoWorks ICM model exact dezelfde afvoer is opgelegd als in het SOBEK model. Hierdoor zijn de resultaten goed onderling vergelijkbaar.

Er is gerekend met één stationaire afvoer, te weten 0,81 l/s/ha.

Resultaat 0,81 l/s/ha met een vast Wendel peil (7,977 m NAP)



Figuur 3: Lengteprofiel over de Wierdense Aa met de waterstanden bij over waterstanden stationaire som 0,81 l/s/ha met vast Wendel peil (7,977 m NAP)

Uit Figuur 3 volgt dat het opleggen van een benedenstrooms peil aan het model, de resultaten vrijwel identiek worden t.o.v. de SOBEK berekeningen. Hier kan uit worden geconcludeerd dat bij deze afvoer, de knijpstuw en interactie met de Wendel goed geschematiseerd zijn.

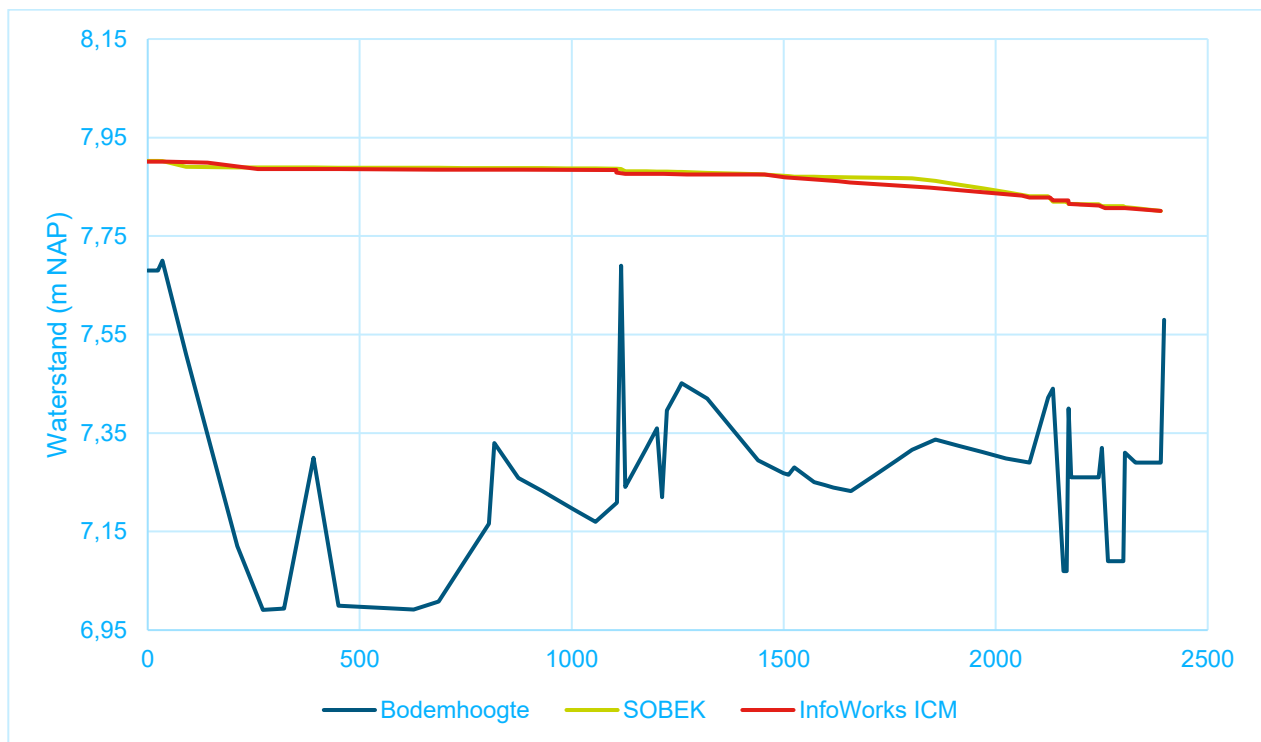
Stationaire som zonder Wendel peil en zonder knijpstuw

De derde verificatiestap welke is uitgevoerd, betreft het rekenen met een stationaire afvoer waarbij er geen vast peil op de Wendel is aangenomen, en de knijpstuw een breedte van 10m heeft gekregen. Hierdoor zorgt de stuw modelmatig niet meer, of slechts in beperkte mate, voor opstuwing in de Wierdense Aa.

Deze som heeft als doel om vast te stellen of de watergangen, duikers en de stuw bij de Almelosestraat goed geschematiseerd zijn in het InfoWorks ICM model. De simulatie is uitgevoerd in zowel het SOBEK, als het InfoWorks ICM model, waarbij er in het InfoWorks ICM model exact dezelfde afvoer is opgelegd als in het SOBEK model. Hierdoor zijn de resultaten goed onderling vergelijkbaar.

Er is gerekend met drie stationaire afvoeren, te weten 0,81 l/s/ha, 1,50 l/s/ha en 3,00 l/s/ha

Resultaat 0,81 l/s/ha zonder Wendel peil en zonder knijpstuw



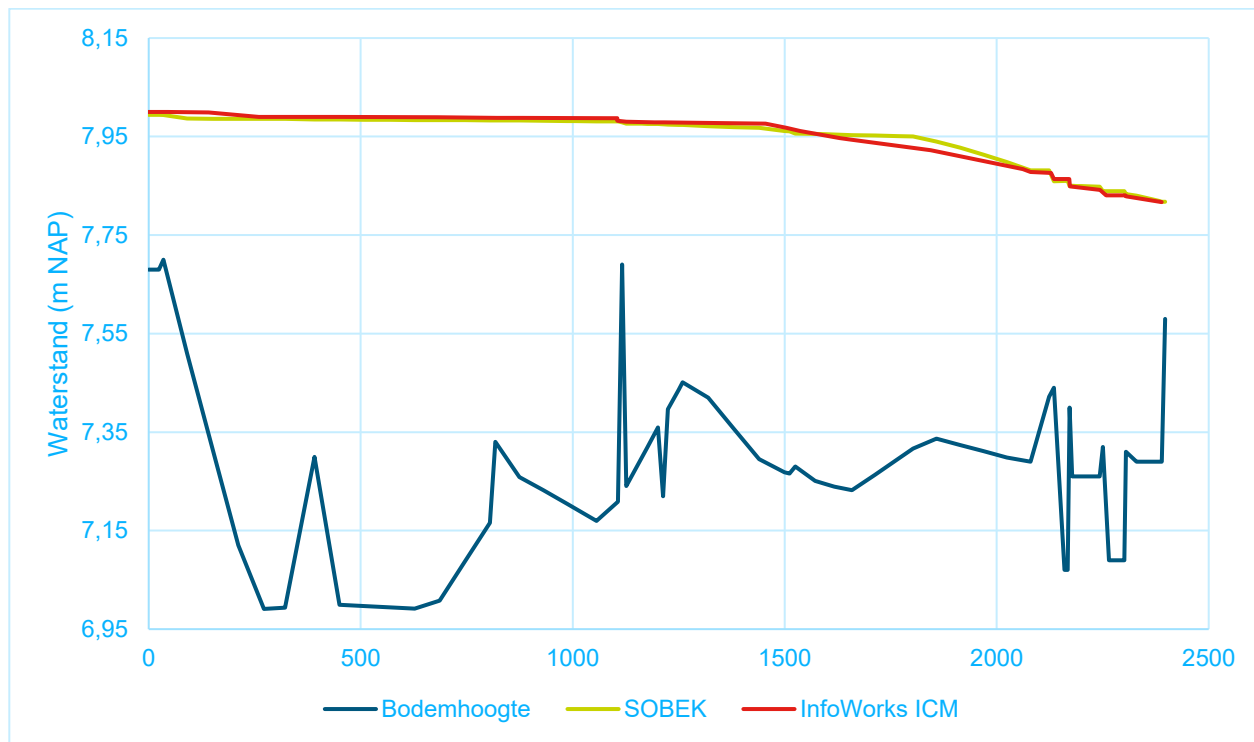
Figuur 4: Lengteprofiel over de Wierdense Aa met de waterstanden bij de stationaire som met 0,81 l/s/ha zonder Wendel peil en zonder knijpstuw.

Uit Figuur 4 volgt dat er t.a.v. van de schematisatie van de kunstwerken in de Wierdense Aa, er op twee punten een verschil te zien is: 1) ter hoogte van een duiker geheel bovenstrooms, en 2) bij de bruggen benedenstrooms van de duiker Aadorpsweg.

De duiker bovenstrooms leidt in het InfoWorks model tot een hogere opstuwing t.o.v. SOBEK. In SOBEK zijn er benedenstrooms van de duiker Aadorpsweg een aantal bruggen met pijlers gemodelleerd, welke niet zijn overgenomen in het InfoWorks model. Deze bruggen leiden tot meer opstuwing in het SOBEK model.

Over het algemeen gezien kan worden vastgesteld dat bij een afvoer van 0,81 l/s/ha de resultaten tussen SOBEK en InfoWorks goed overeen komen.

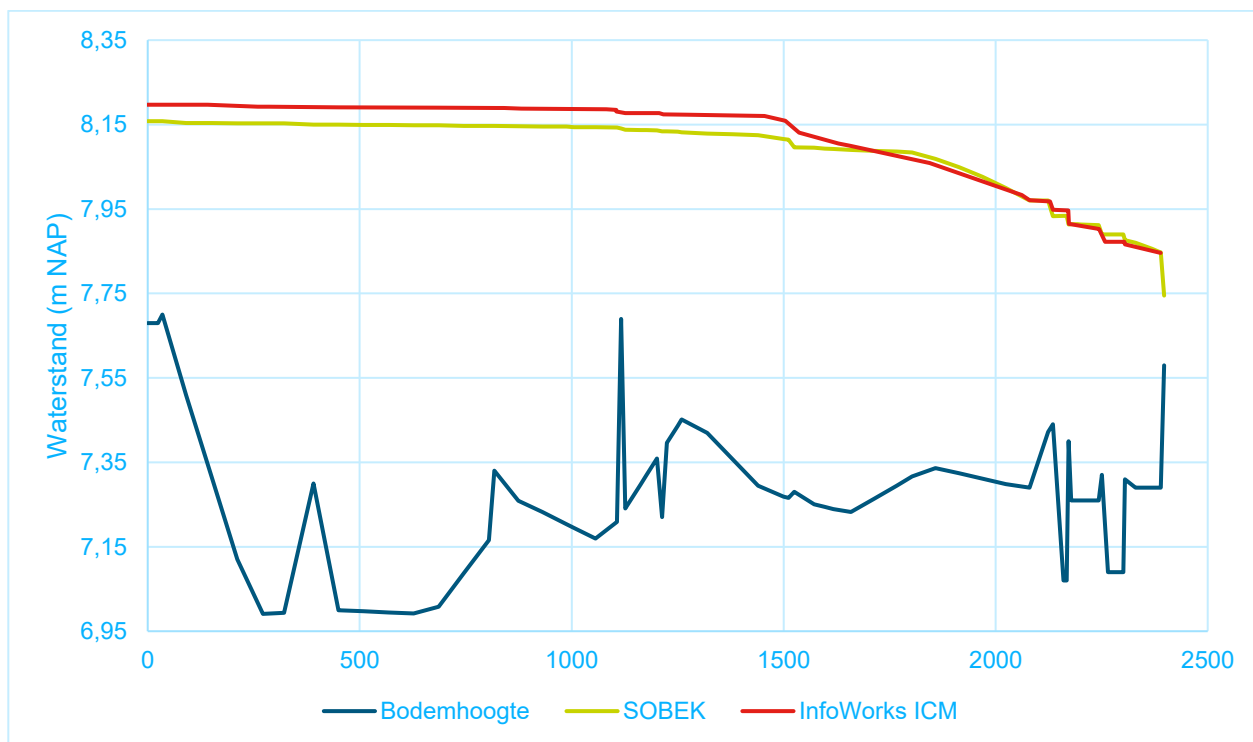
Resultaat 1,50 l/s/ha zonder Wendel peil en zonder knijpstuw



Figuur 5: Lengteprofiel over de Wierdense Aa met de waterstanden bij de stationaire som met 1,5 l/s/ha zonder Wendel peil en zonder knijpstuw.

Uit Figuur 5 kan worden afgeleid dat het beeld bij 1,5 l/s/ha niet wezenlijk anders is dan bij 0,81 l/s/ha. De duiker bovenstrooms alsmede de bruggen benedenstrooms van de duiker Aadorpsweg vallen op.

Resultaat 3,00 l/s/ha zonder Wendel peil en zonder knijpstuw



Figuur 6: Lengteprofiel over de Wierdense Aa met de waterstanden bij de stationaire som met 3,0 l/s/ha zonder Wendel peil en zonder knijpstuw

Uit Figuur 6 blijkt dat bij een hogere afvoer van 3 l/s/ha, de duiker Aadorpweg tot een hogere opstuwing leidt in het InfoWorks ICM model (een verschil van 5cm). Dit kan worden verklaard door de standaardwaarden voor weerstanden bij duikers die in InfoWorks worden aangenomen. Er wordt tevens uitgegaan van een licht vervuilde duiker met een sediment laag van 3mm.

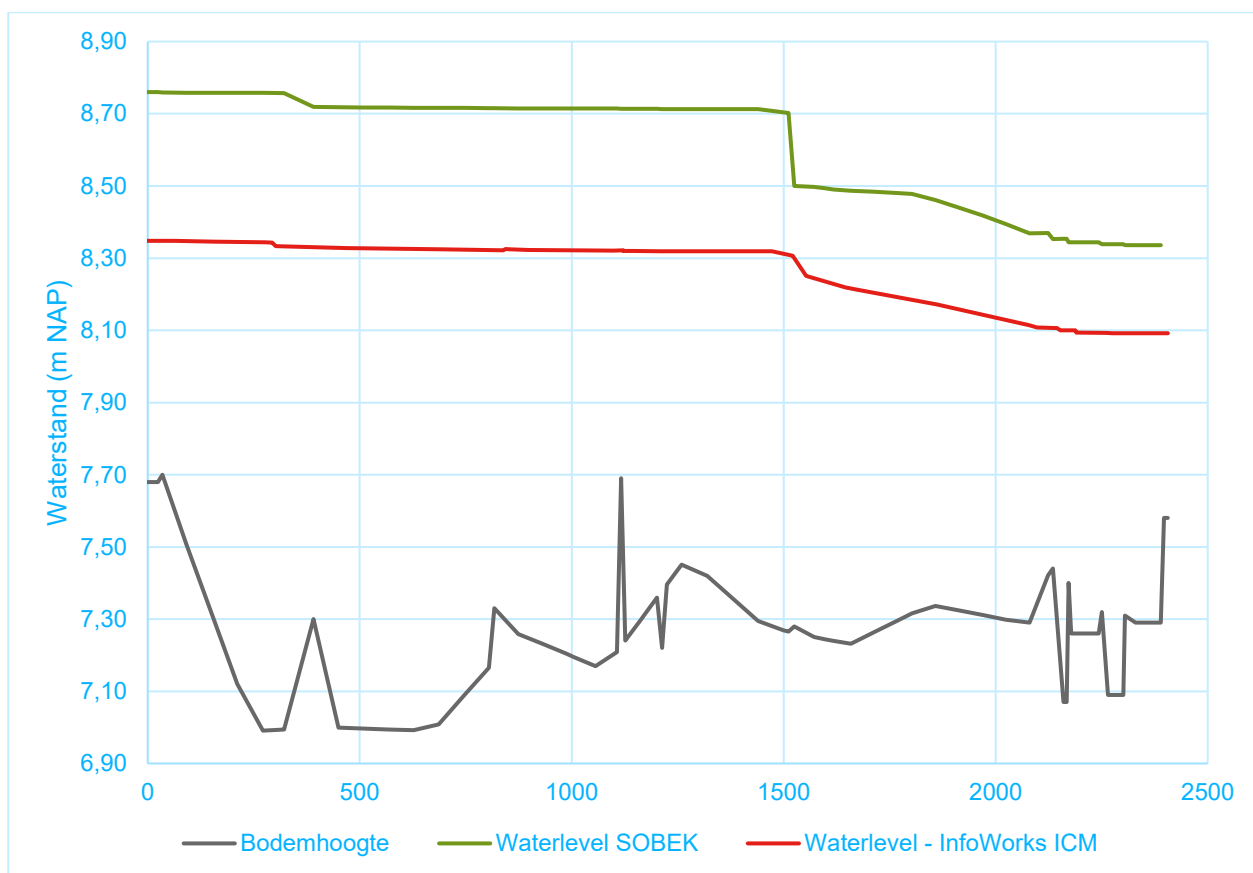
Tevens is er na de duiker Aadorpweg een verschil in waterstanden waarneembaar. Hier komt het verschil in de berekening van weerstanden in watergangen naar voren. Bij hogere afvoeren zal InfoWorks hogere waterstanden berekenen, omdat er uitgegaan wordt van een vaste weerstand over het gehele profiel, terwijl in SOBEK deze weerstanden lager worden bij een hogere waterstand.

T=1 bui (niet-stationaire som)

De vierde verificatiestap welke is uitgevoerd, betreft het rekenen met (niet-stationaire) afvoer bij een T=1 bui.

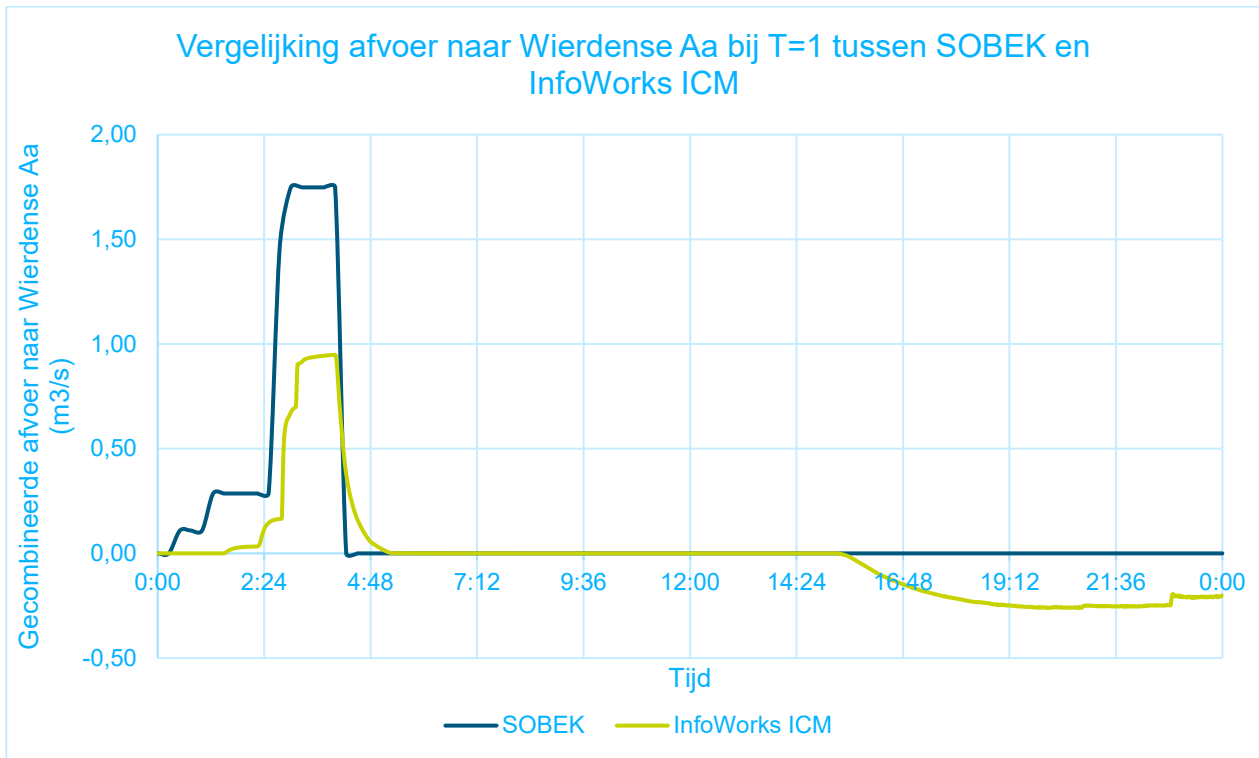
Deze som heeft als doel om vast te stellen of er verschillen zijn tussen de inloopmodellen (neerslag-afvoer relaties) en om in het algemeen vast te stellen of de resultaten verschillen. De simulatie is uitgevoerd in zowel het SOBEK, als het InfoWorks ICM model, waarbij beide modellen hun eigen inloopmodel hebben gebruikt. In SOBEK betreft dit 6 afvoerknopen, en bij InfoWorks ICM betreft dit het rioleringsmodel. Tevens is er op basis van het SOBEK-model een landelijke-afvoer knoop toegevoegd. De resultaten zijn hierdoor niet een-op-een te vergelijken.

Figuur 7 toont een aanzienlijk verschil in waterstanden over de gehele Wierdense Aa. Benedenstrooms bij de stuw is dit verschil circa 26 centimeter, tot bovenstrooms 41 centimeter.

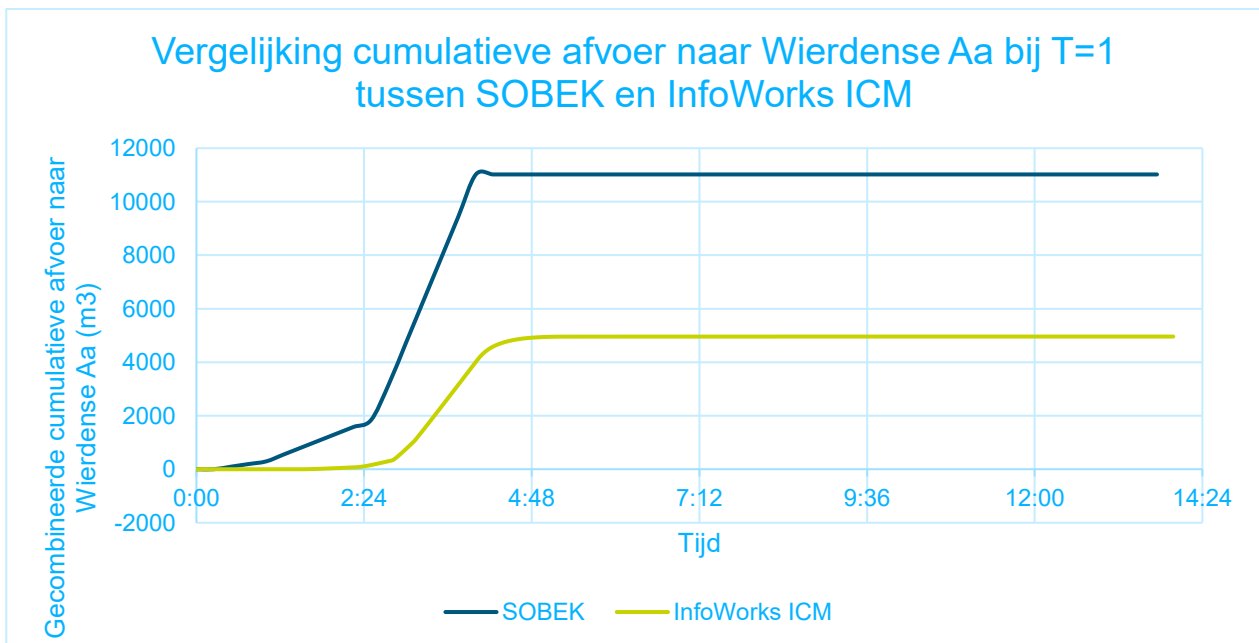


Figuur 7: Lengteprofiel over de Wierdense Aa met de waterstanden bij de T=1 bui

Dit kan grotendeels worden verklaard door de verschillen in de inloopmodellen. Figuur 8 toont de afvoer naar de Wierdense Aa gedurende de T1 en in de gehele duur van de som (24 uur). Hieruit volgt dat de afvoer in het SOBEK model eerder tot stand komt, en dat de gecombineerde maximale afvoer in SOBEK ($1,75 \text{ m}^3/\text{s}$) circa 92% hoger is dan de gecombineerde maximale afvoer in InfoWorks ICM ($0,91 \text{ m}^3/\text{s}$). Figuur 9 toont de cumulatieve, gecombineerde afvoer naar de Wierdense Aa tot 14 uur na de start van de simulatie. In totaal voert er in het SOBEK model 11.018 m^3 af, terwijl er in het InfoWorks ICM model slechts 4.958 m^3 tot afvoer komt.



Figuur 8: Gecombineerde afvoer naar de Wierdense Aa bij een T=1 bui



Figuur 9: Gecombineerde cumulatieve afvoer Wierdense Aa bij een T=1 bui

Dat beide inloopmodellen zulke verschillende afvoeren berekenen is aan het volgende te wijden:



- In het SOBEK model is er sprake van circa 125 ha verhard oppervlak, welke na vulling van de beschikbare berging in het stelsel en rekening houdend met een afvoer naar de zuivering, afvoert richting de Wierdense Aa
- In het Infoworks model sprake van circa 70ha (een verschil van circa 44%) wat na vulling van het stelsel vrijelijk kan afvoeren naar de Wierdense Aa.
- Verder kent het InfoWorks model onderscheid tussen typen verharding, en is er sprake van voorverliezen en infiltratie bij open verharding en van berging bij platte dakoppervlakken.

Overall conclusie

Uit de modelvalidatie volgt dat het InfoWorks ICM model geschikt is voor de simulatie van het hydraulisch functioneren van de Wierdense Aa. Uit de stationaire sommen kan worden afgeleid dat er, vooral bij hoge afvoeren, verschillen zijn in de berekende waterstanden. Dit is vooral terug te leiden tot de berekende opstuwings bij kunstwerken zoals duikers, waarbij InfoWorks standaard van (enigszins) vervuilde duikers uitgaat. Bij kleine afvoeren zijn de verschillen tussen de berekende waterstanden in SOBEK en InfoWorks zeer beperkt. Verdere verschillen tussen niet-stationaire situaties kunnen vooral worden verklaard door de verschillen in de inloopmodellen. Door een gebrek aan metingen in de Wierdense Aa kan niet worden vastgesteld welk modelpakket dicht bij de werkelijkheid zit.

Bij de uitkomsten van het integrale model moeten de volgende punten in acht worden genomen:

1. Onzekerheid in inloopmodel. Het verhard oppervlak in de kern Wierden is conform het BRP 2013 meegenomen. Het onverhard oppervlak is niet meegenomen in het 1D-2D model.
2. De bruggen benedenstrooms van de Aadorpsweg zijn niet meegenomen in het model
3. Gevoeligheid voor de opgelegde benedenstroomse randvoorwaarde (waterstand Wendel).
4. Beperkte mate van afvoer/waterstandsafhankelijke weerstand in InfoWorks ICM

Bijlage B

Buien en waterstanden op de Wendel



Neerslagstatistieken NBW-buien

Herhalingstijd	Bui	Duur	Totale neerslagsom	Intensiteit
T=1	1	10 min	10,2 mm	61,2 mm/uur
T=1	3	1 uur	16,2 mm	16,2 mm/uur
T=1	5	4 uur	23,4 mm	5,85 mm/uur
T=1	7	12 uur	30,5 mm	2,54 mm/uur
T=1	9	48 uur	46,0 mm	0,96 mm/uur
T=10	1	10 min	17,5 mm	105 mm/uur
T=10	3	1 uur	31,0 mm	31,0 mm/uur
T=10	5	4 uur	42,8 mm	10,70 mm/uur
T=10	7	12 uur	52,9 mm	4,41 mm/uur
T=10	9	48 uur	74,9 mm	1,56 mm/uur
T=100	1	10 min	28,7 mm	172,2 mm/uur
T=100	3	1 uur	57,7 mm	57,7 mm/uur
T=100	5	4 uur	78,0 mm	19,5 mm/uur
T=100	7	12 uur	90,2 mm	7,51 mm/uur
T=100	9	48 uur	111,4 mm	2,32 mm/uur

Neerslagstatistieken stedelijke buien

Naam	Duur	Herhalingstijd	Totale neerslagsom	Piekintensiteit	Toepassing
Bui08	1 uur	2 jaar	19,8 mm	40 mm/uur	(Hydraulisch-) ontwerp en toetsing rioolstelsels. Bij bui08 geen water op straat.
90mm	1 uur	250 jaar	90 mm	90 mm/uur	Gebruikt in hemelwaterstresstesten conform de DPRA. Blokbui. (klimaatscenario)

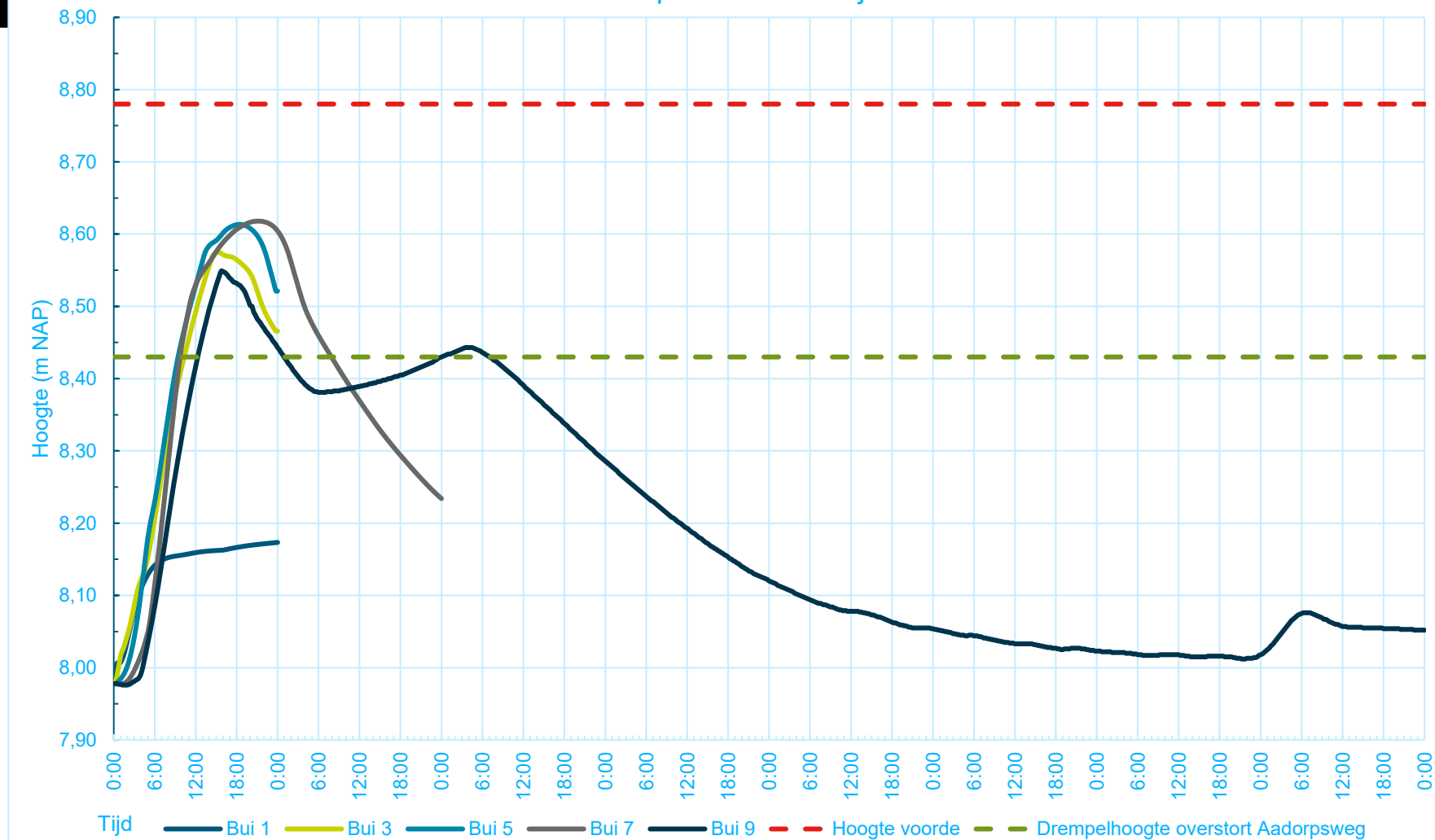


Waterstanden op de Wendel bij NBW-buien

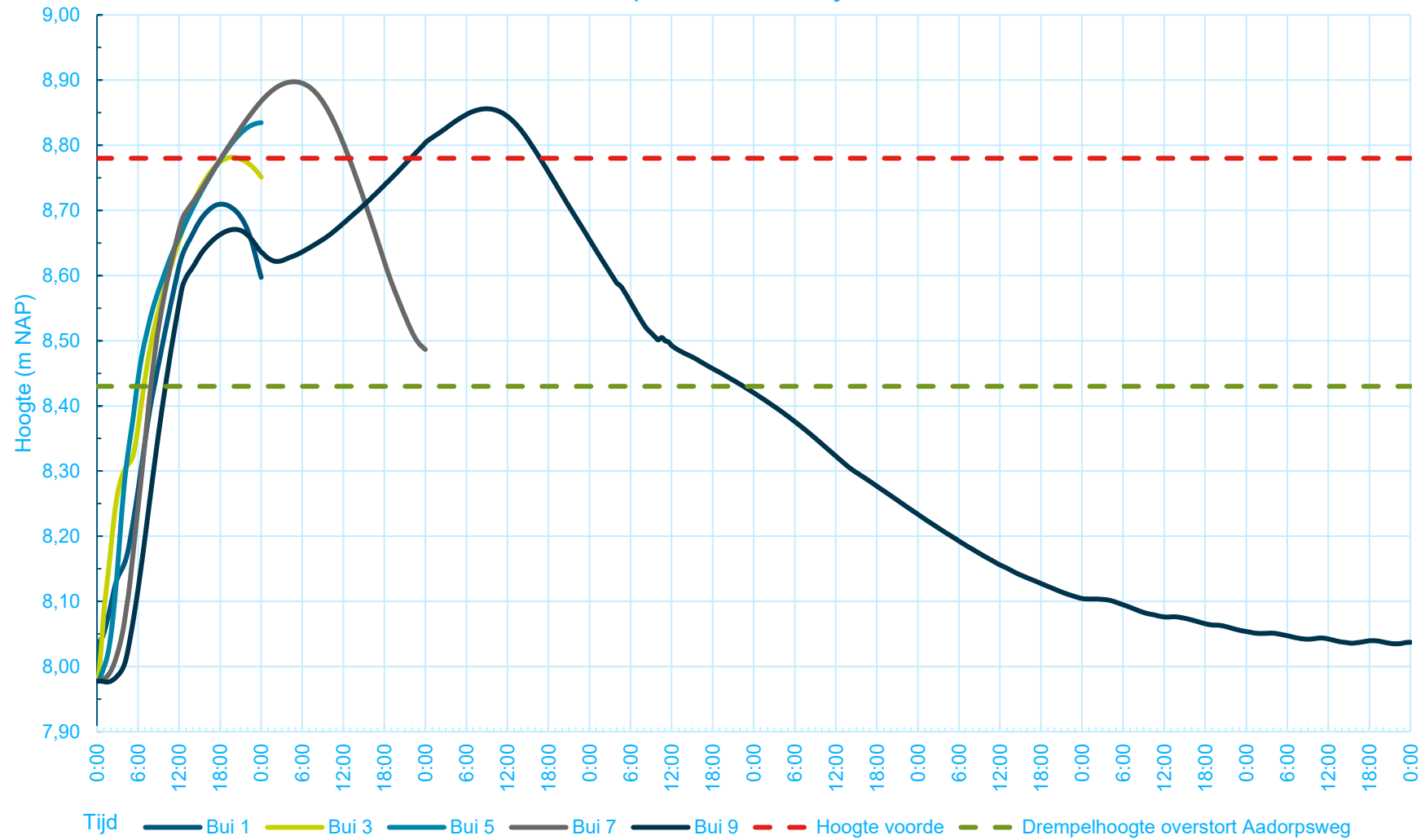
Dit betreft de waterstand op de Wendel ter hoogte van de samenkost van de Wierdense Aa en de Wendel (bij de knijpstuw).



Waterstanden op de Wendel bij T=1 buien

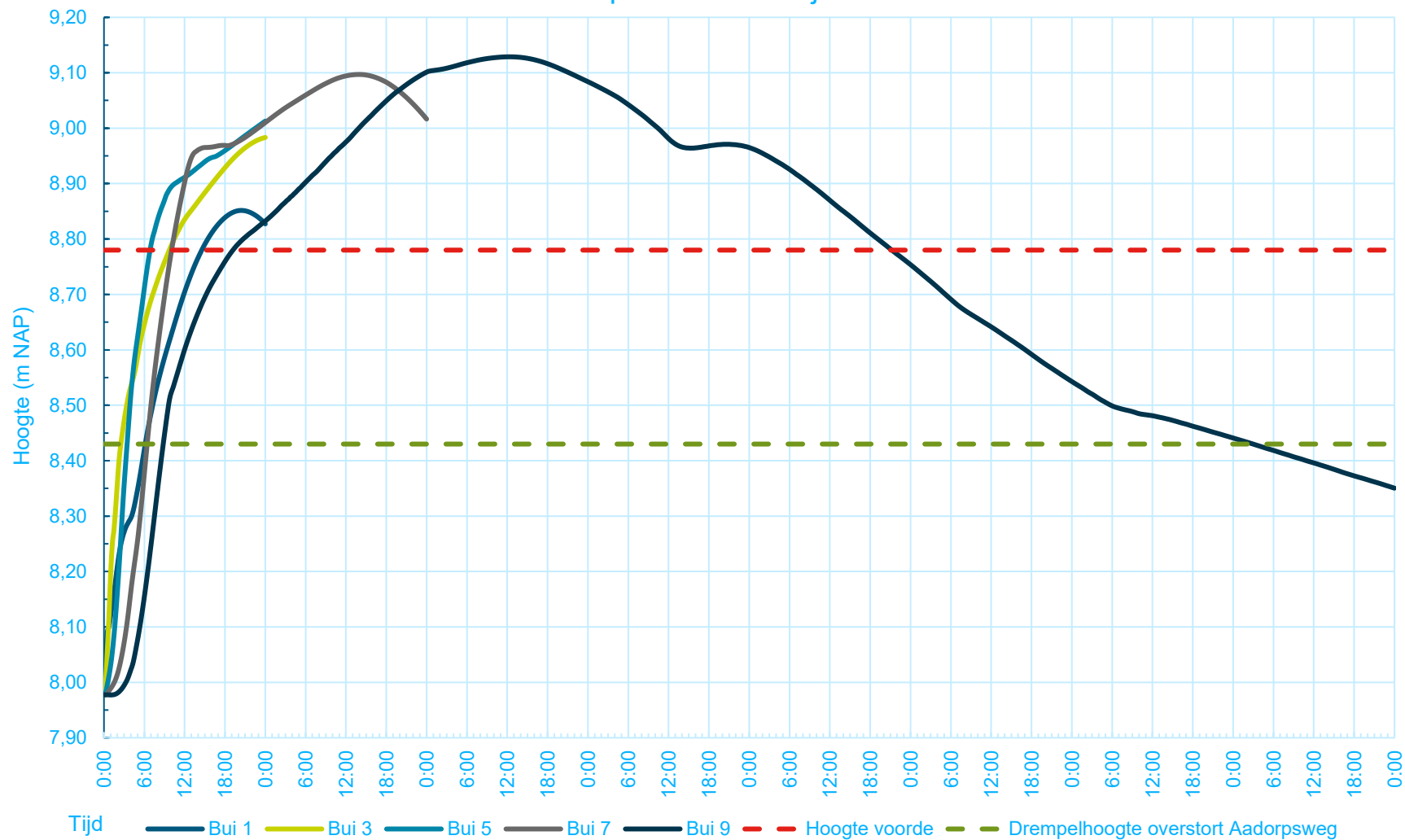


Waterstanden op de Wendel bij T=10 buien





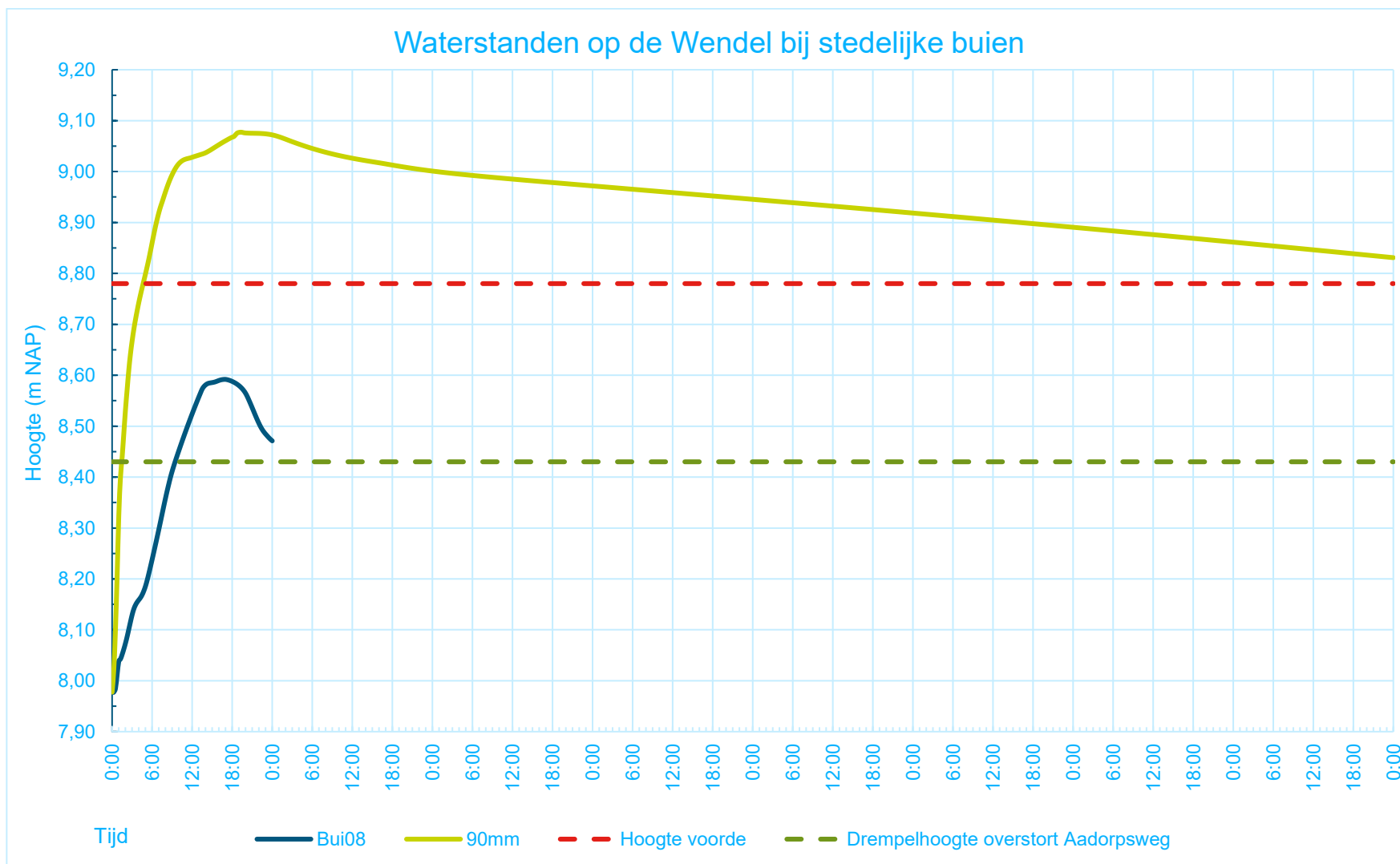
Waterstanden op de Wendel bij T=100 buien





Waterstanden op de Wendel bij stedelijke buien

Dit beeldt de waterstanden op de Wendel ter hoogte van de samenkomst van de Wierdense Aa en de Wendel (bij de knijpstuw).



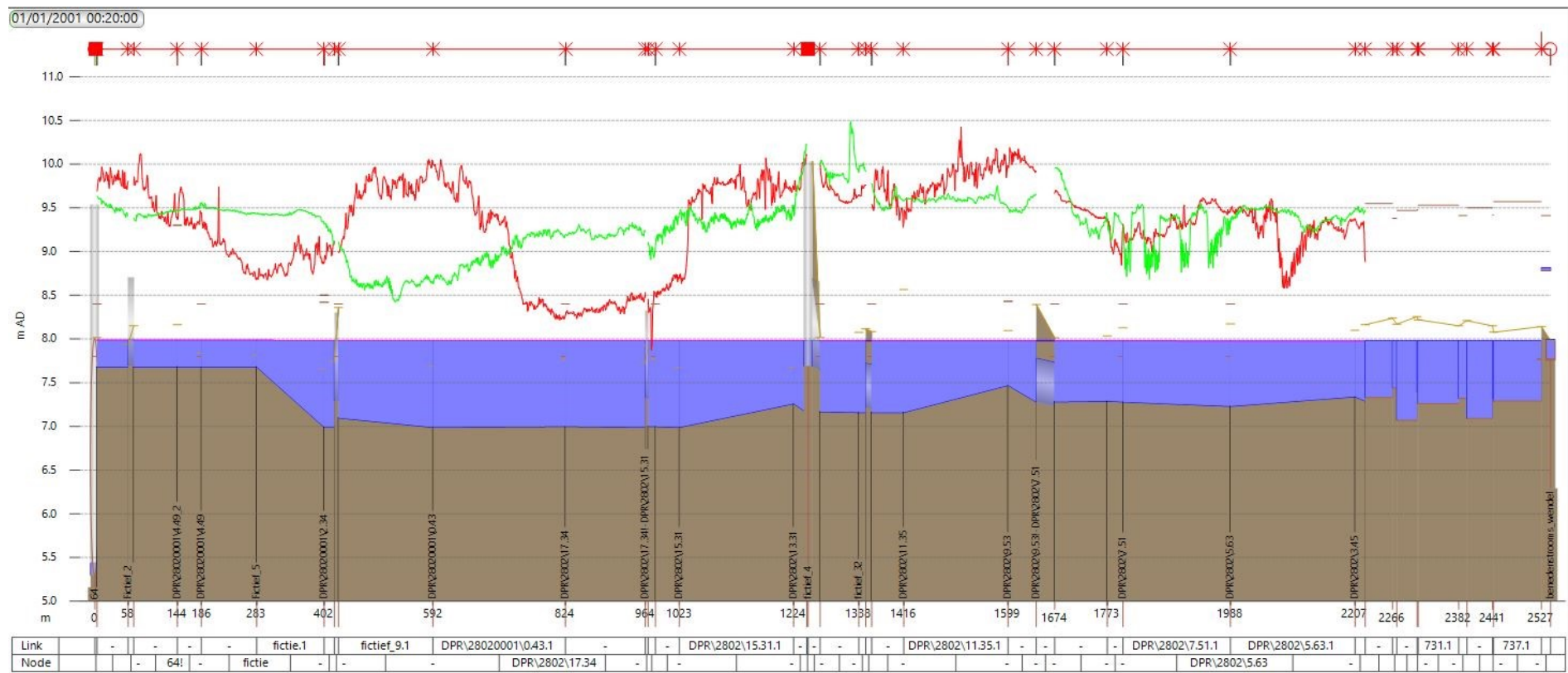


Bijlage C

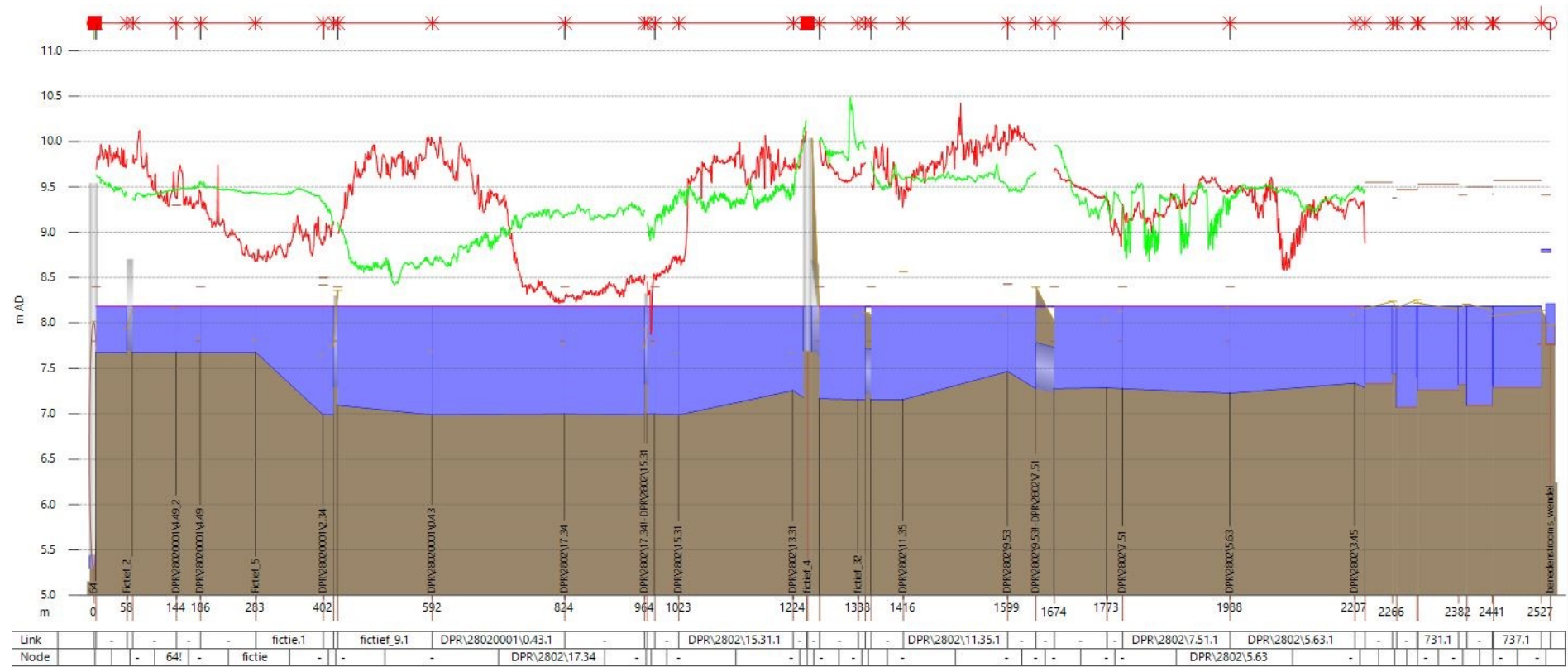
Lengteprofielen bij plansituatie (1D)

De lengteprofielen in deze bijlage tonen een lengteprofiel van de bovenloop van de Wierdense Aa, tot aan de knijpstuw bij de Wendel. De rode- en groenen lijnen geven de hoogte van de (gemodelleerde-) oevers aan. Dit hoeft niet overeen te komen met de insteek van de watergang, een waterstand boven een oeverlijn hoeft dus niet tot inundatie van maaiveld te leiden.

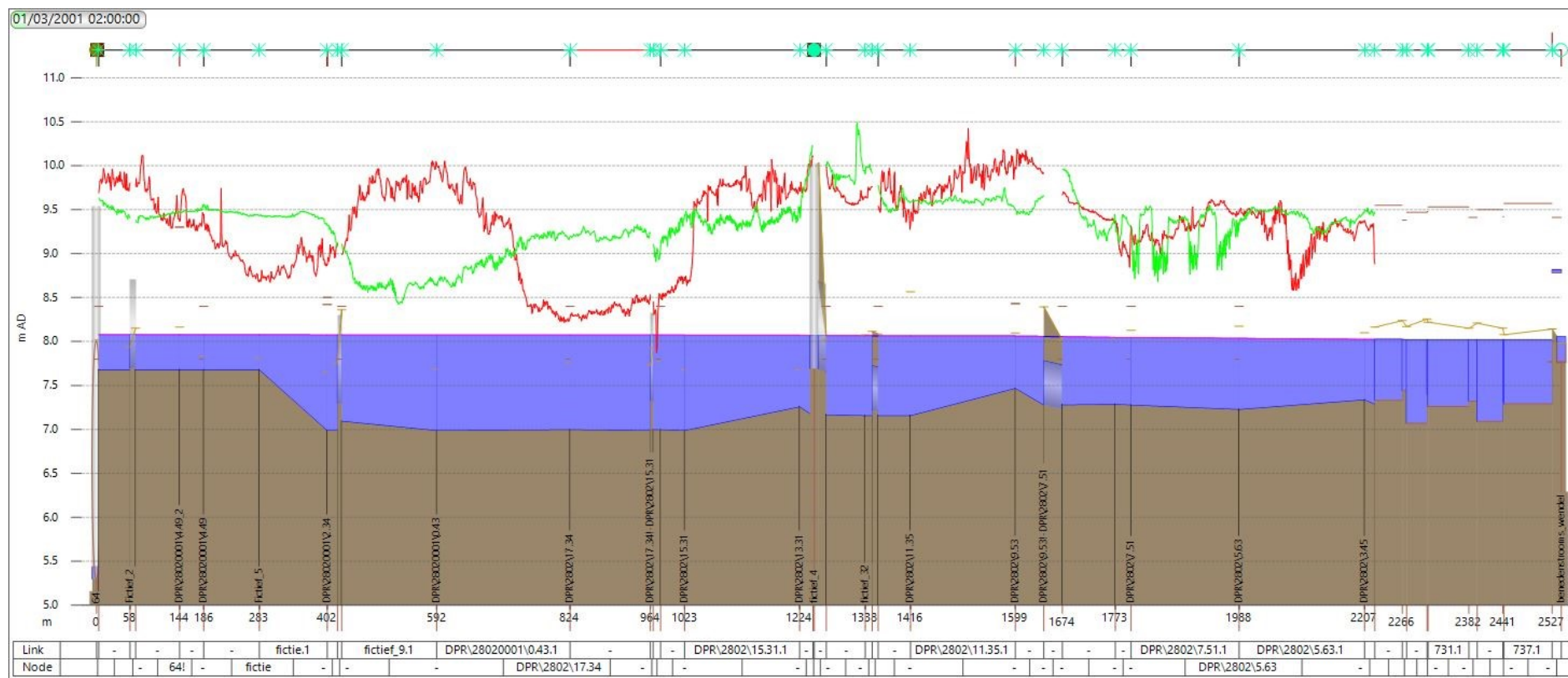
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T1 bui1 (stedelijke afvoer)



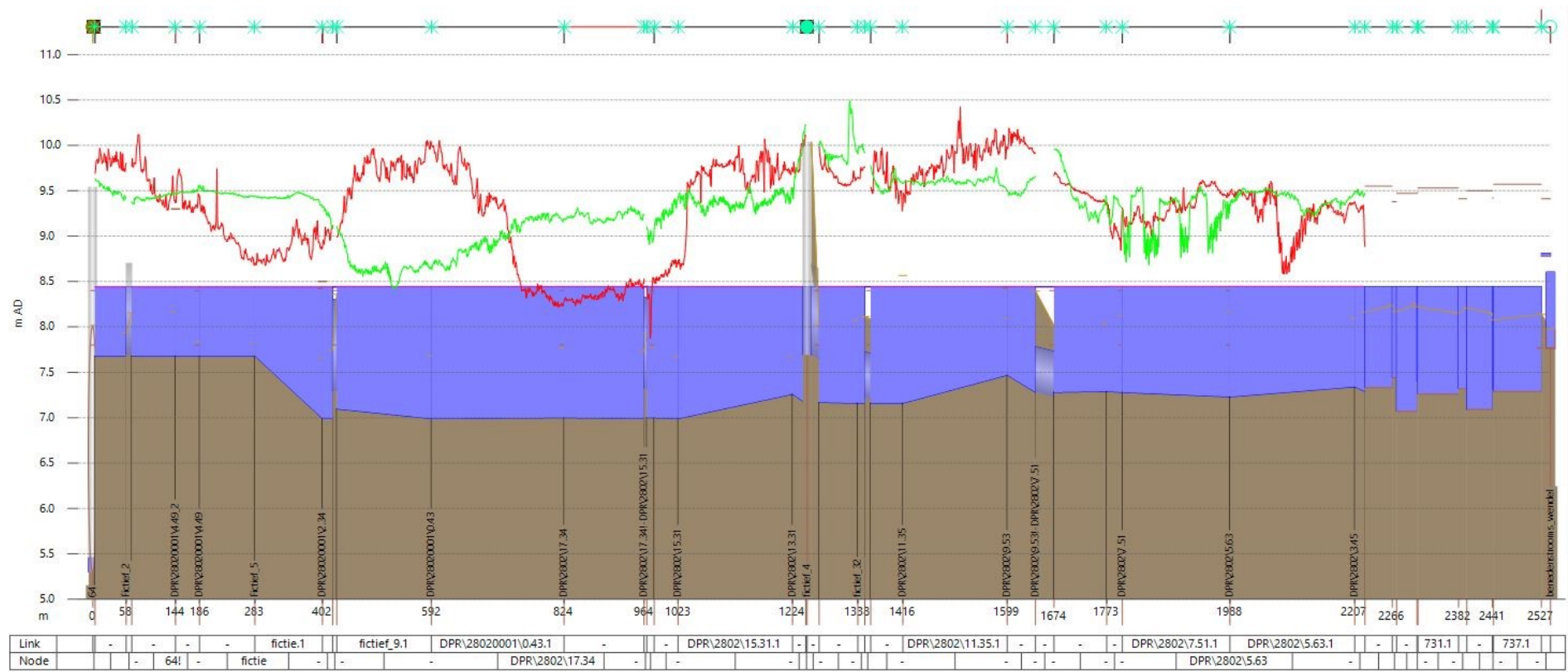
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T1 bui1 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



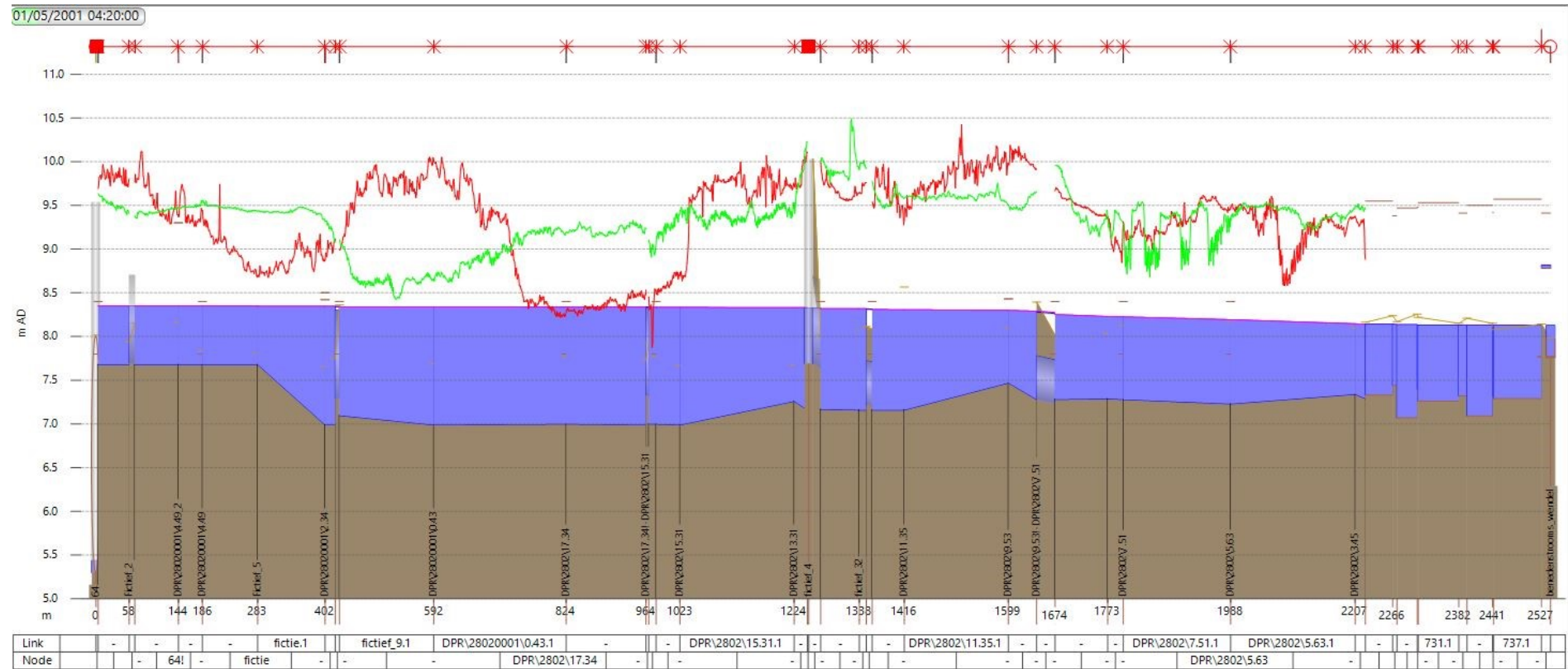
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T1 bui3 (stedelijke afvoer)



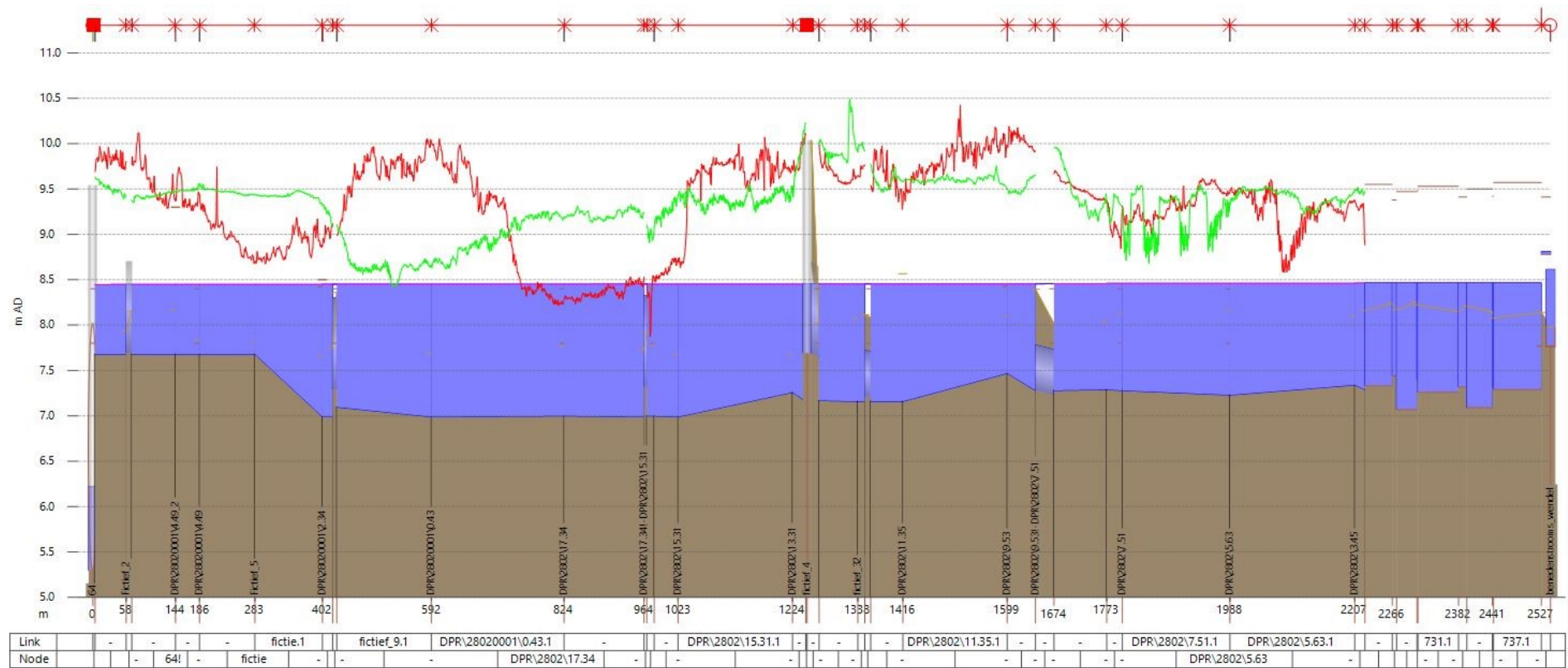
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T1 bui3 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



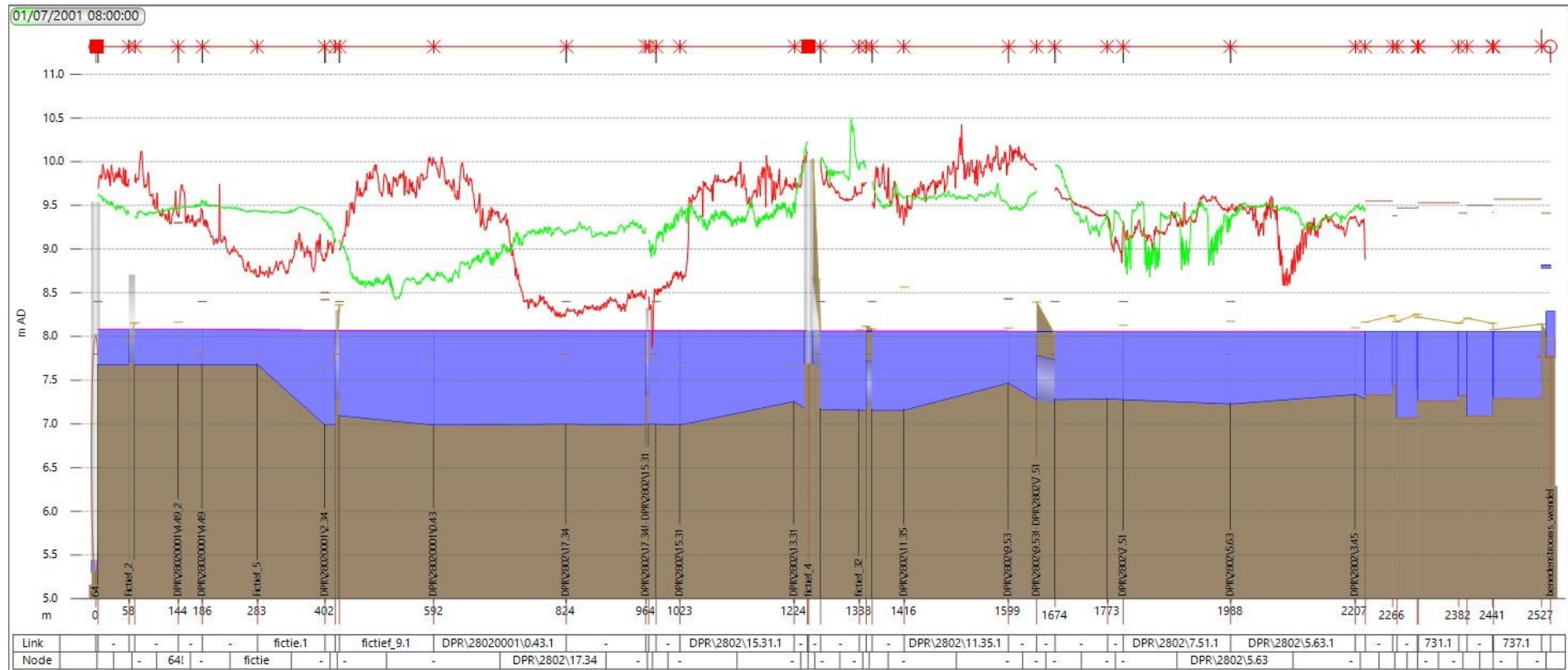
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T1 bui5 (stedelijke afvoer)



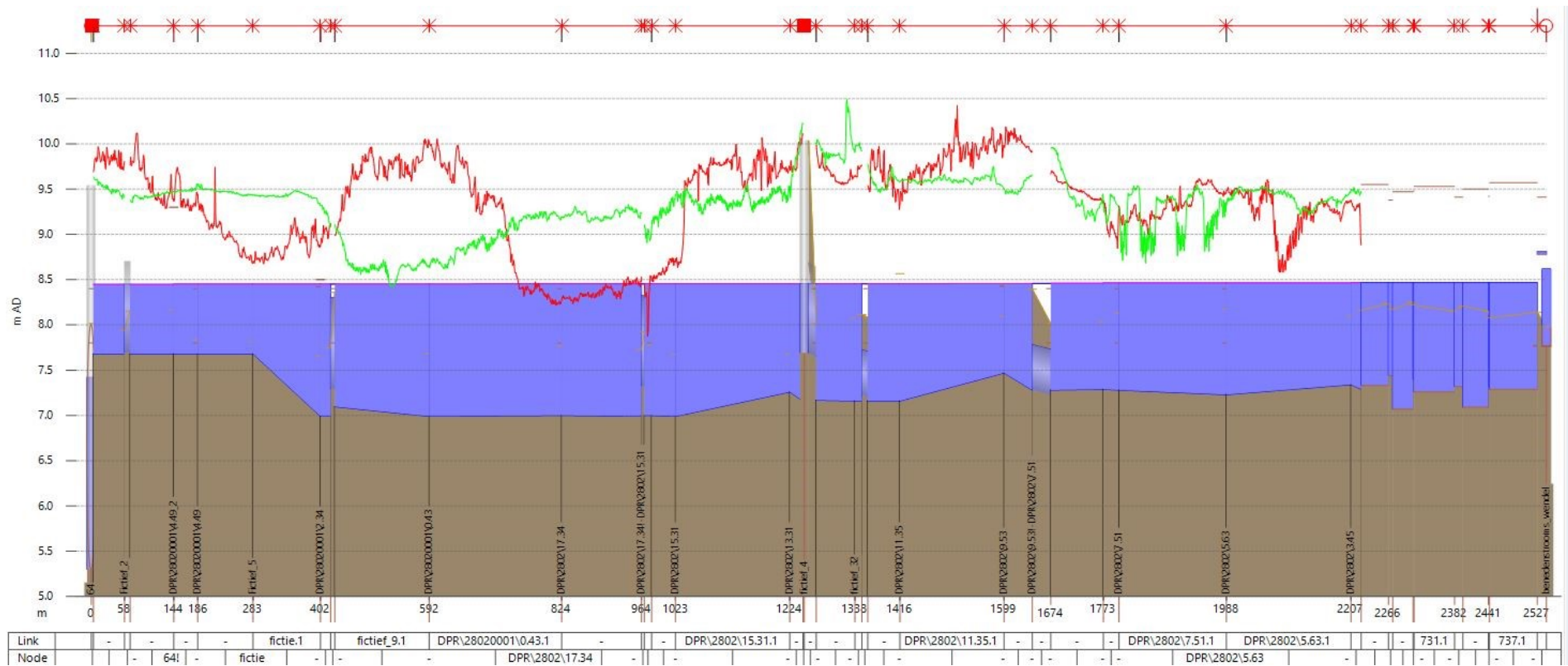
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T1 bui5 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



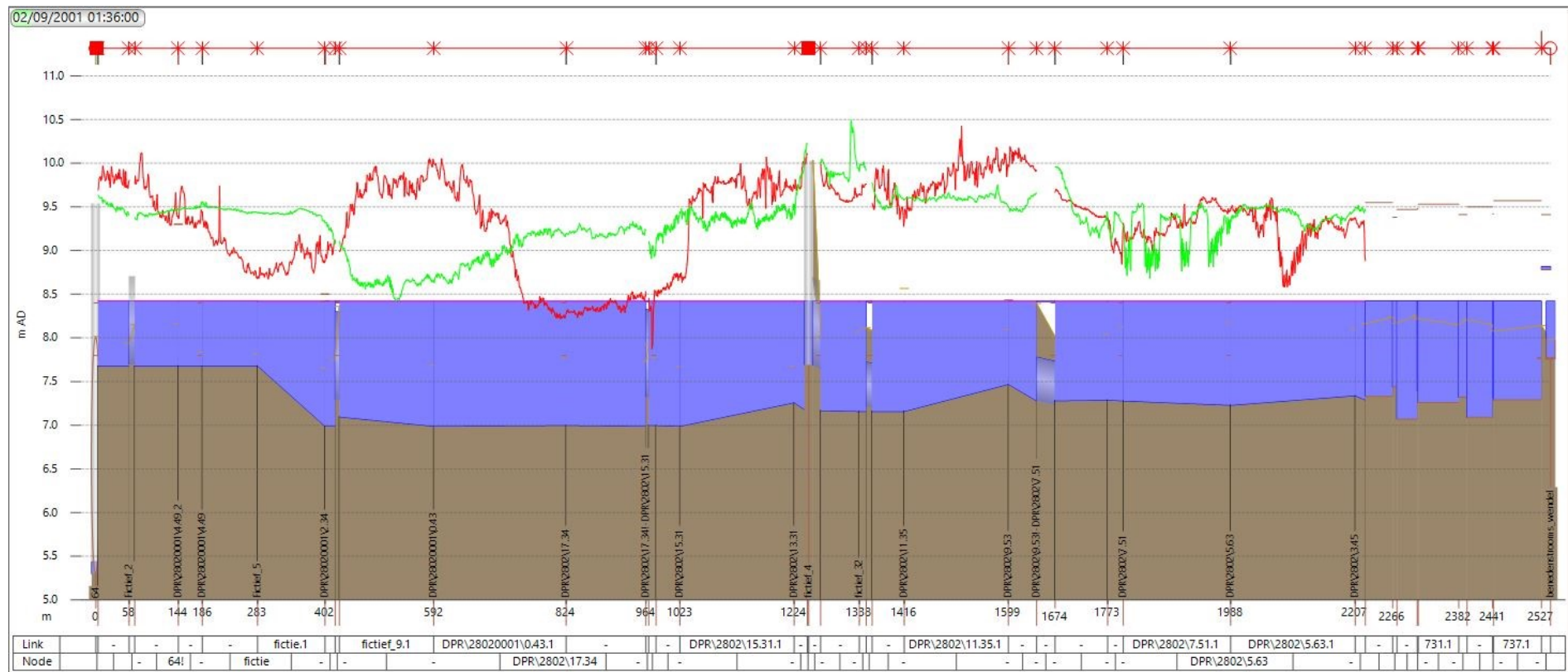
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T1 bui7 (stedelijke afvoer)



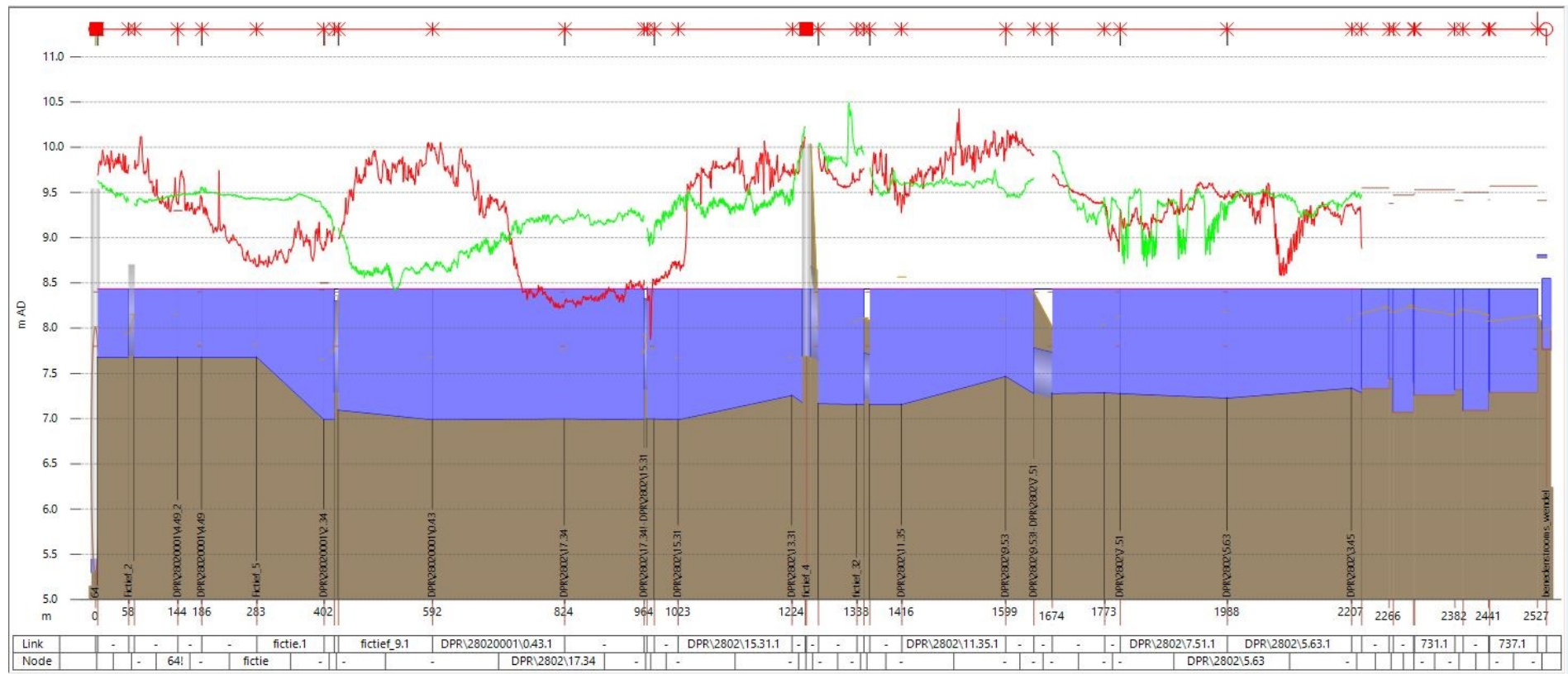
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T1 bui7 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



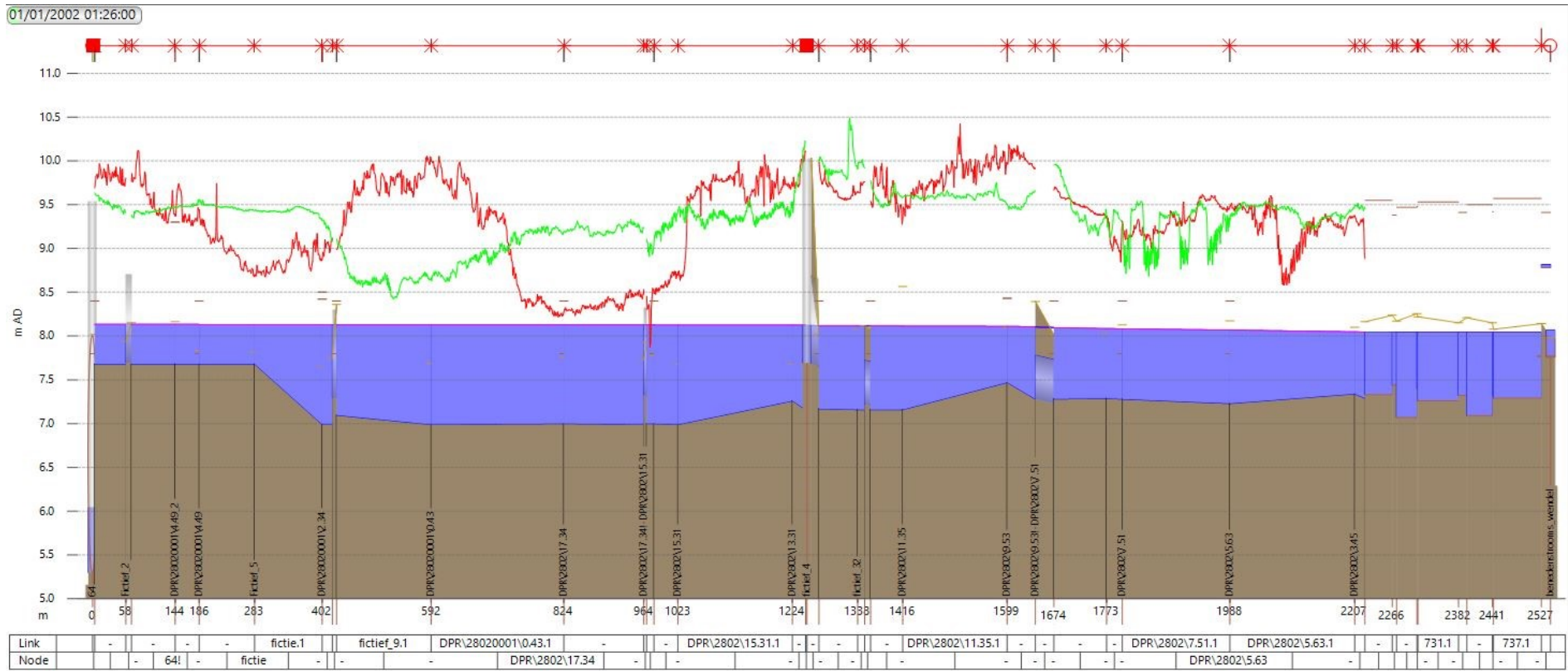
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T1 bui9 (stedelijke afvoer)



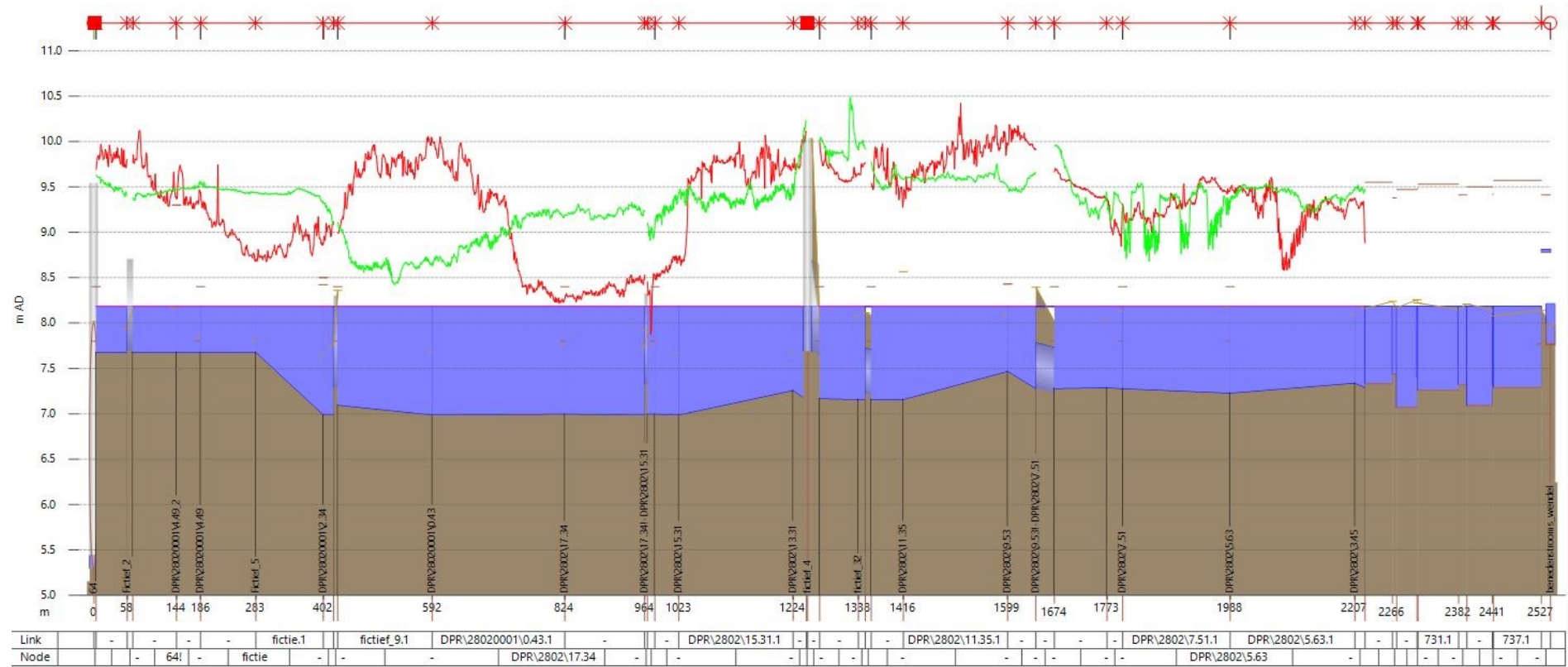
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T1 bui9 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



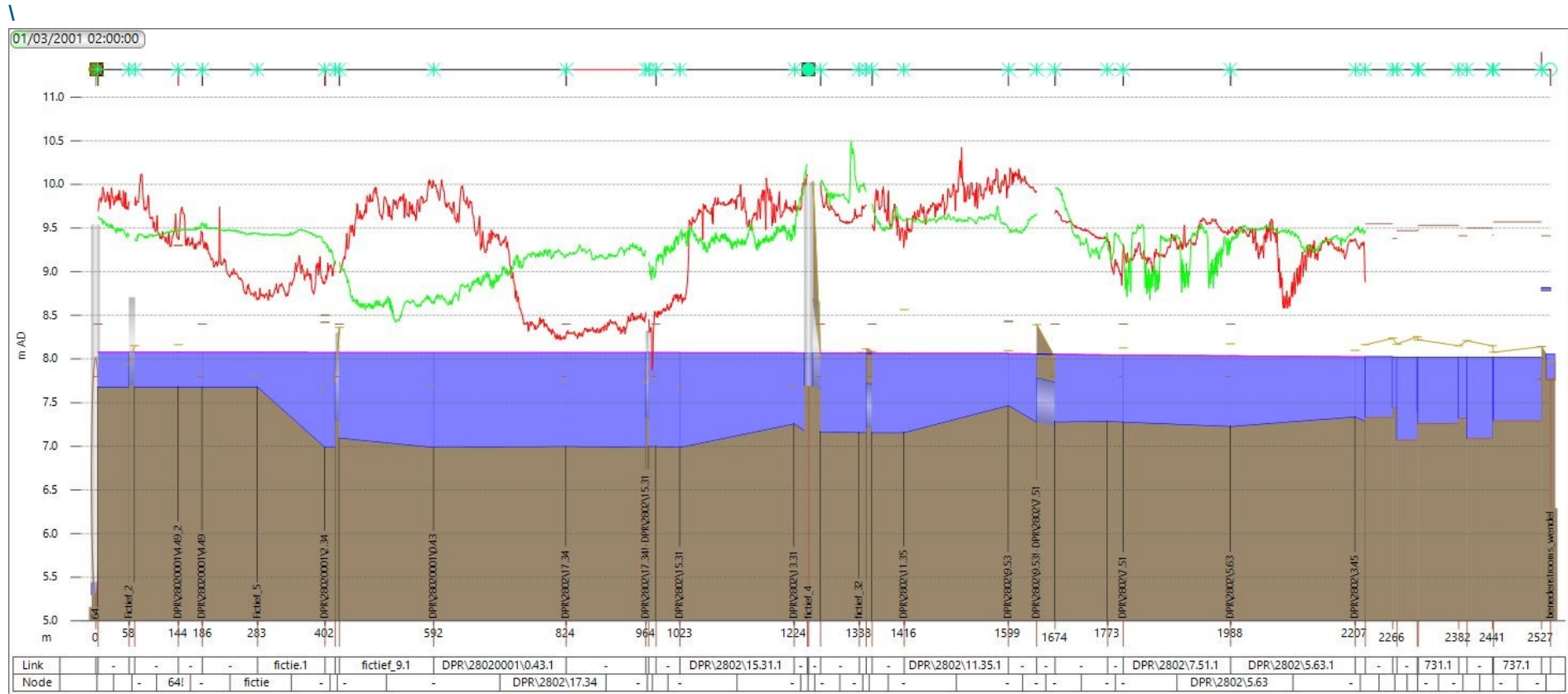
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T10 bui1 (stedelijke afvoer)



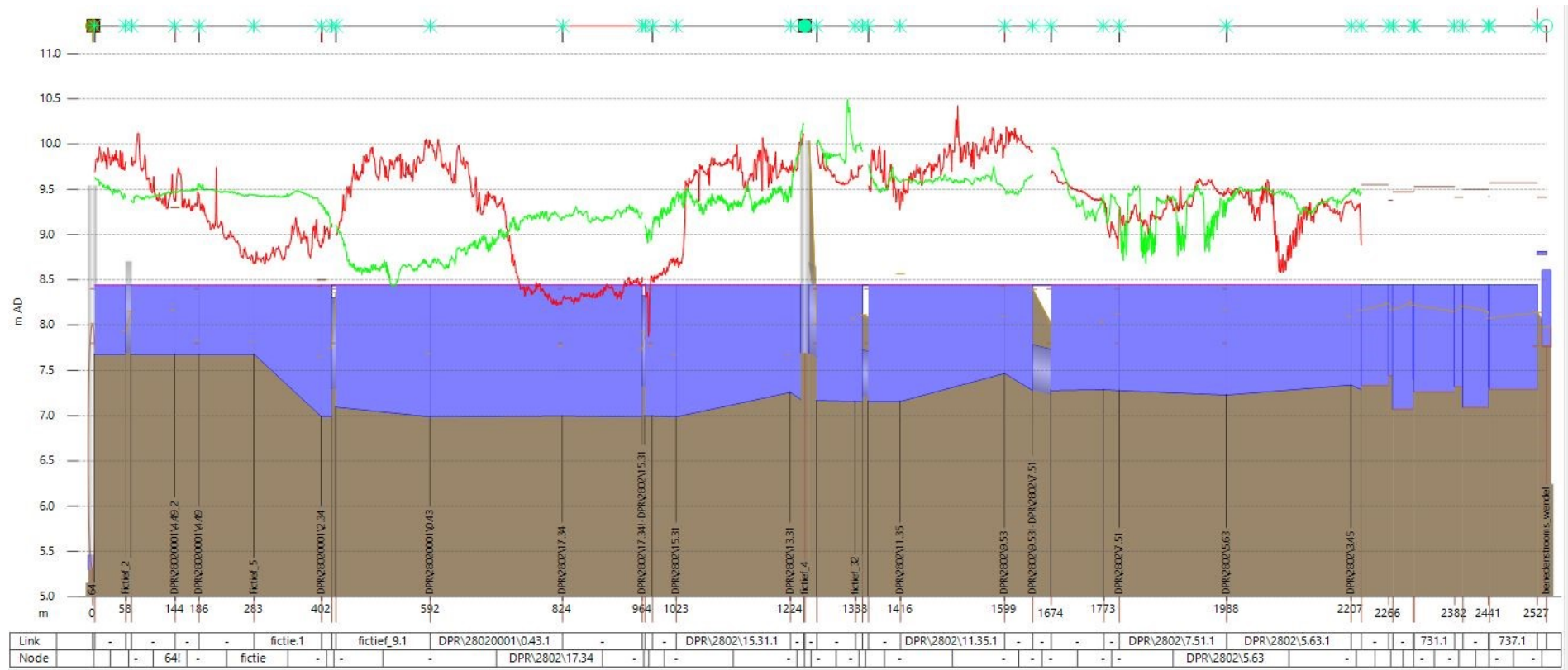
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T10 bui1 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



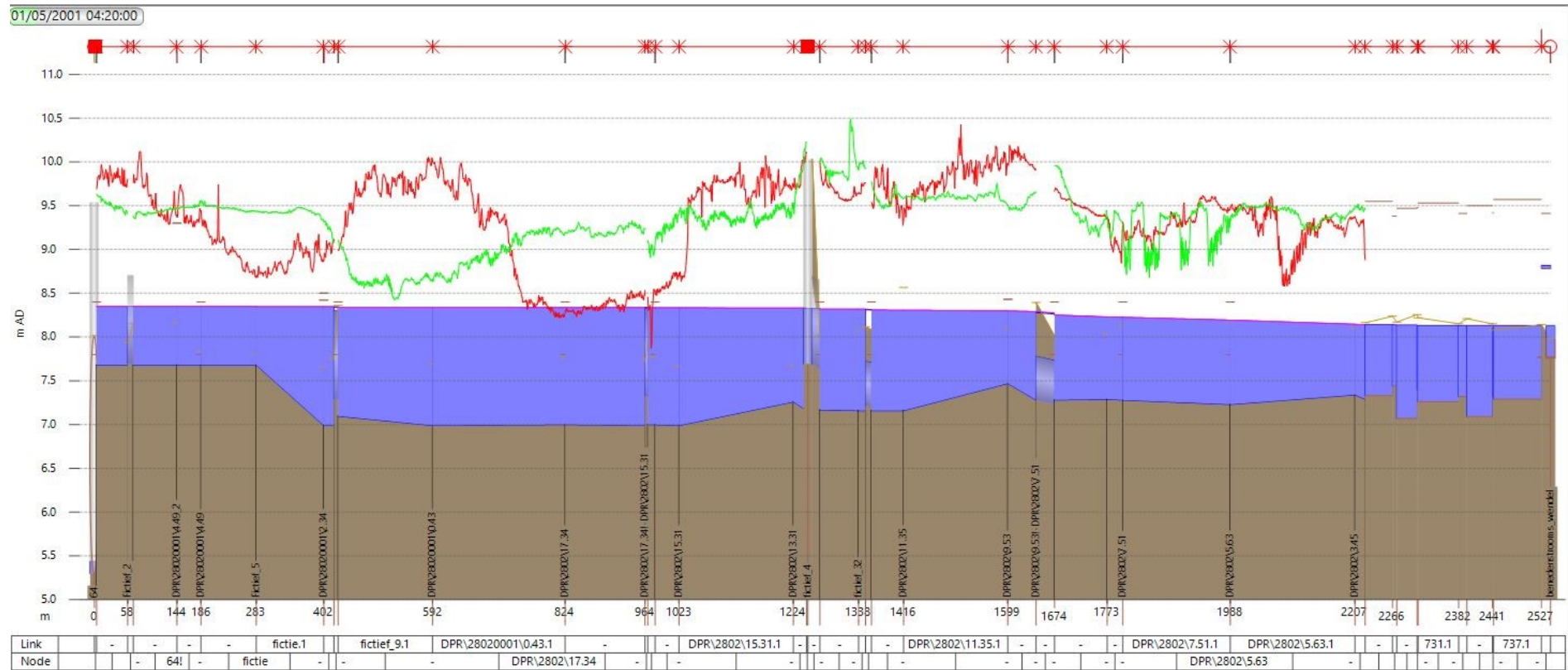
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T10 bui3 (stedelijke afvoer)



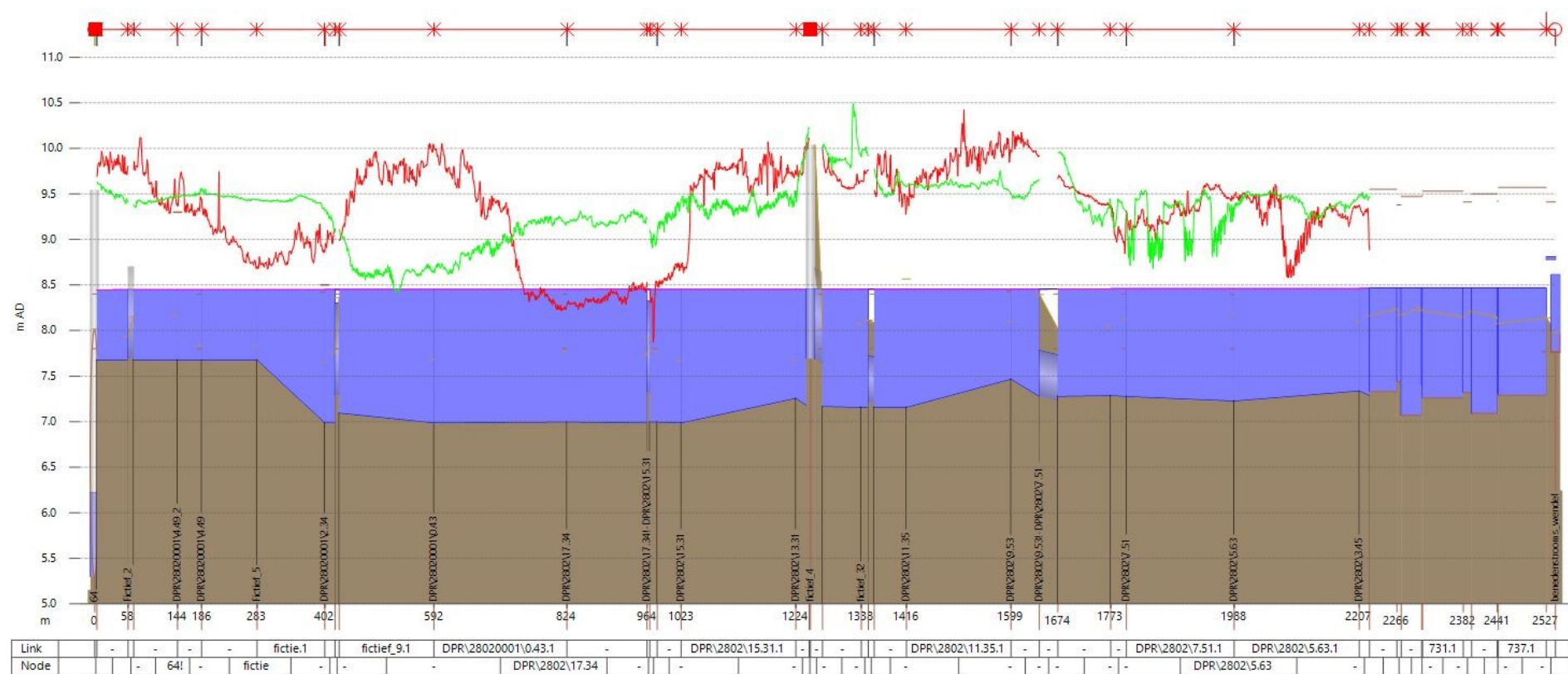
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T10 bui3 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



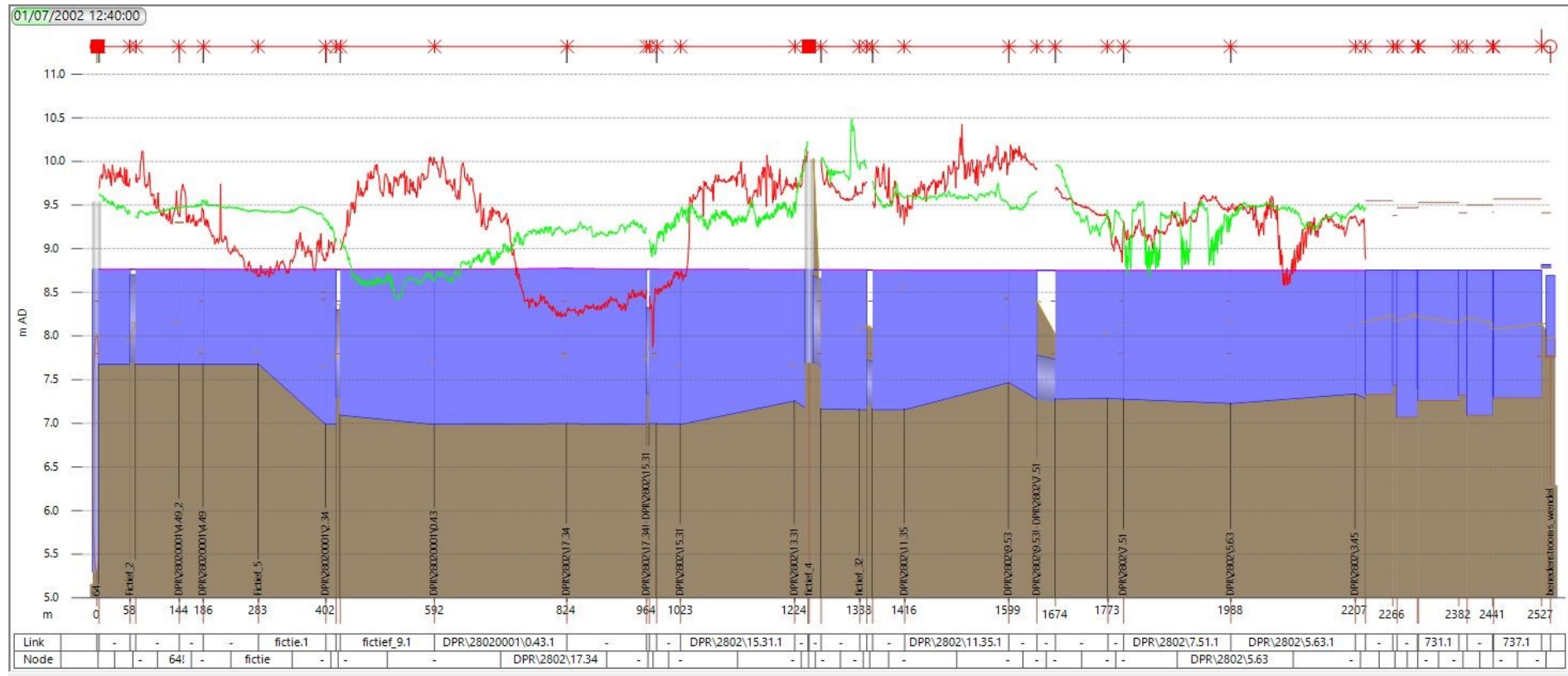
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T10 bui5 (stedelijke afvoer)



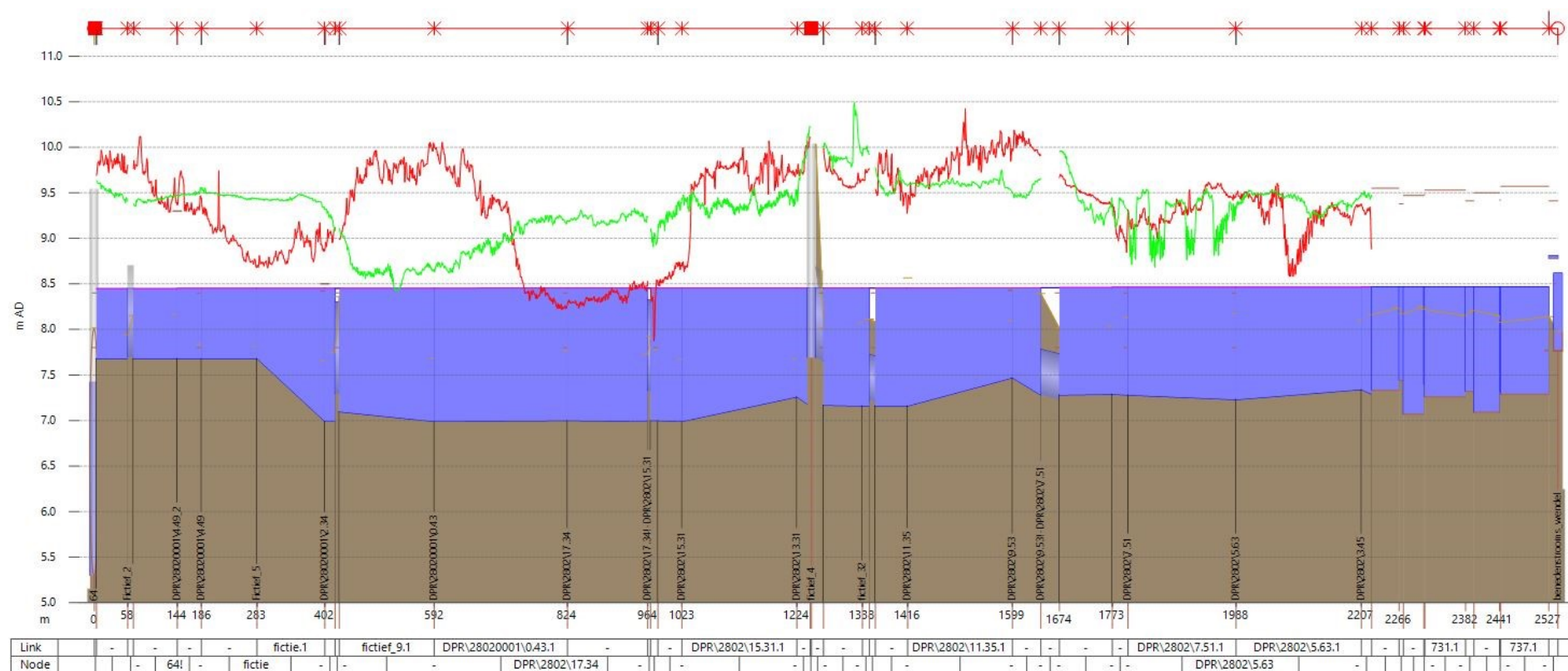
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T10 bui5 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



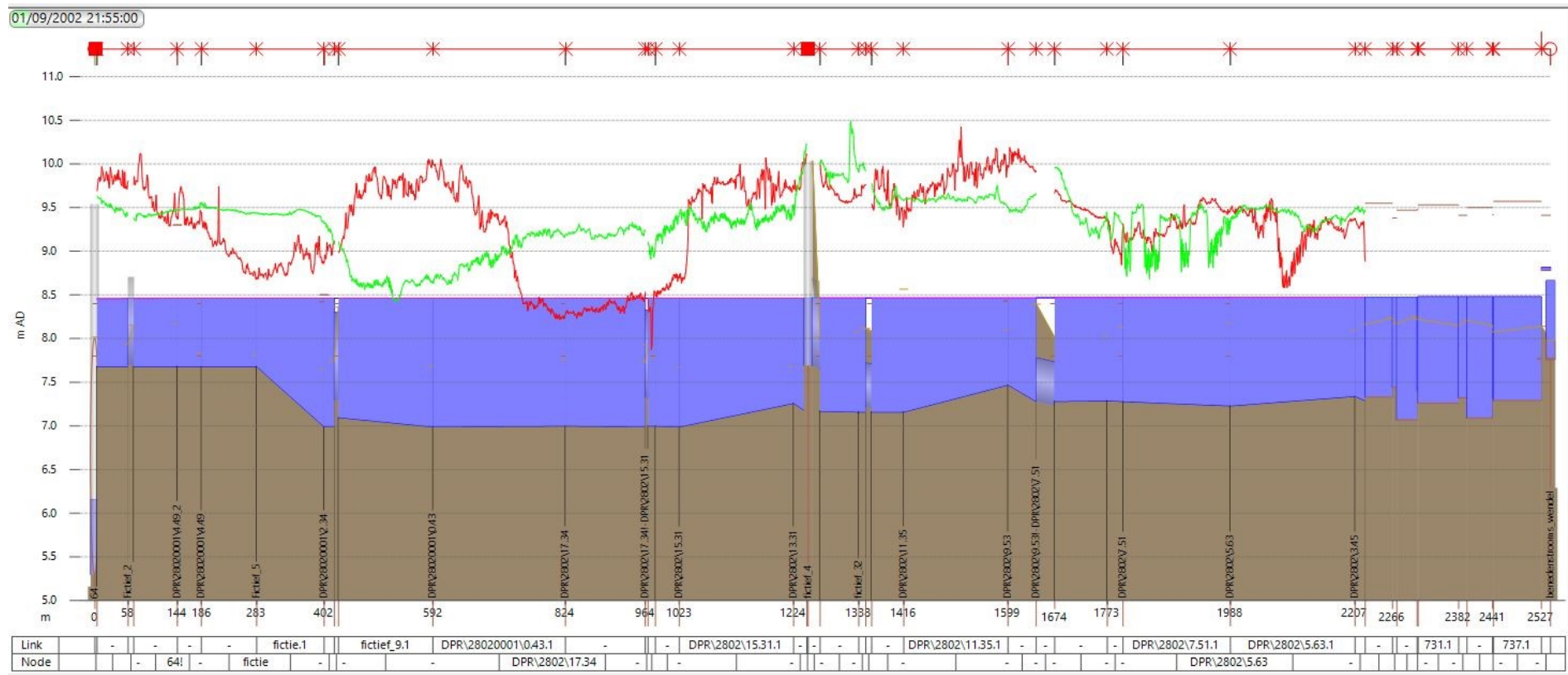
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T10 bui7 (stedelijke afvoer)



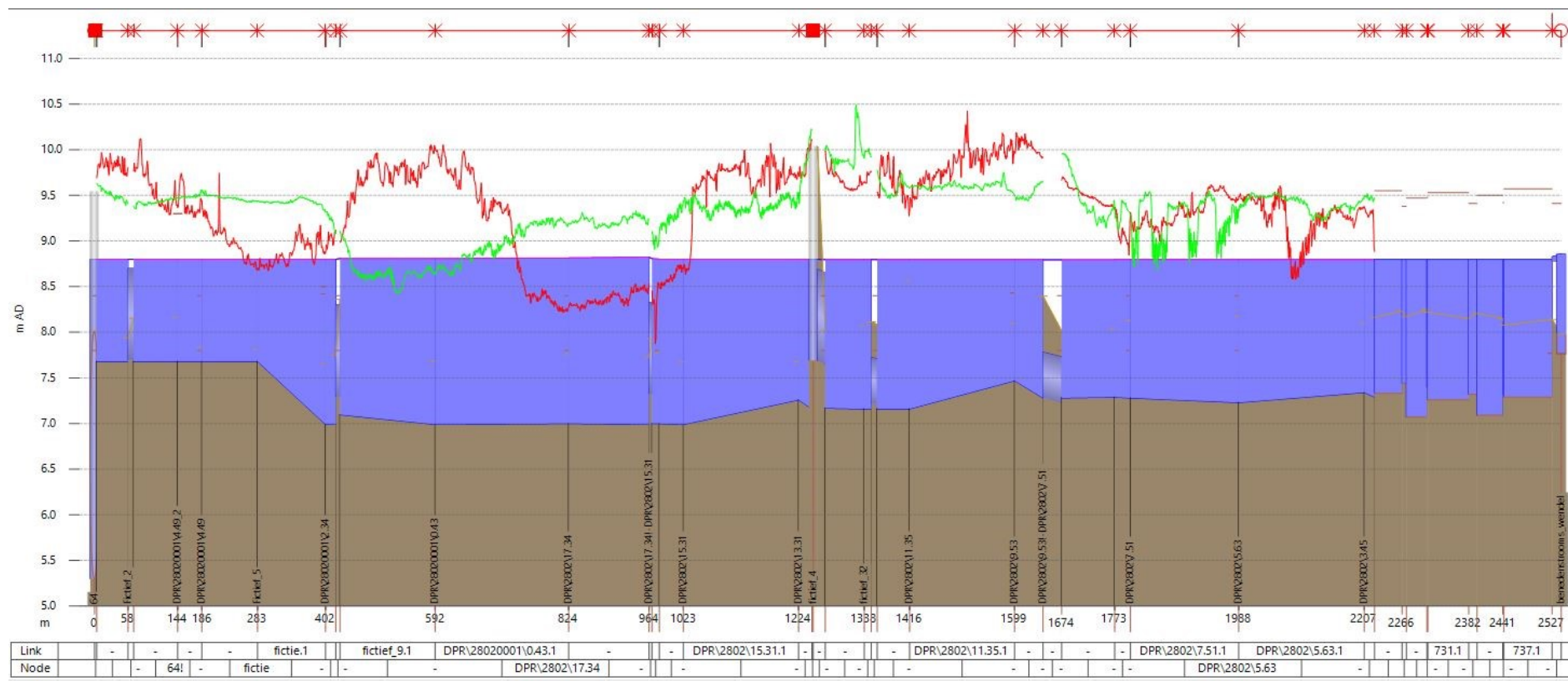
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T10 bui7 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



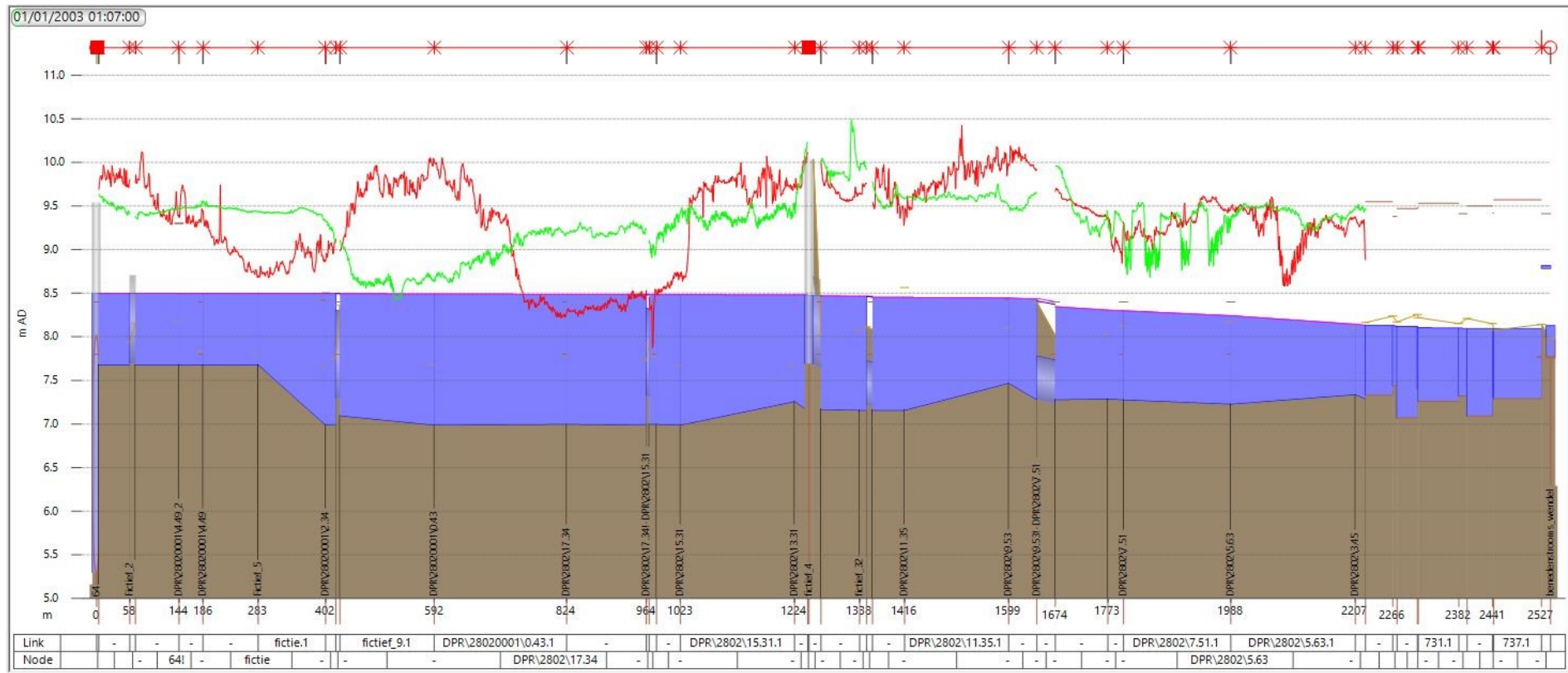
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T10 bui9 (stedelijke afvoer)



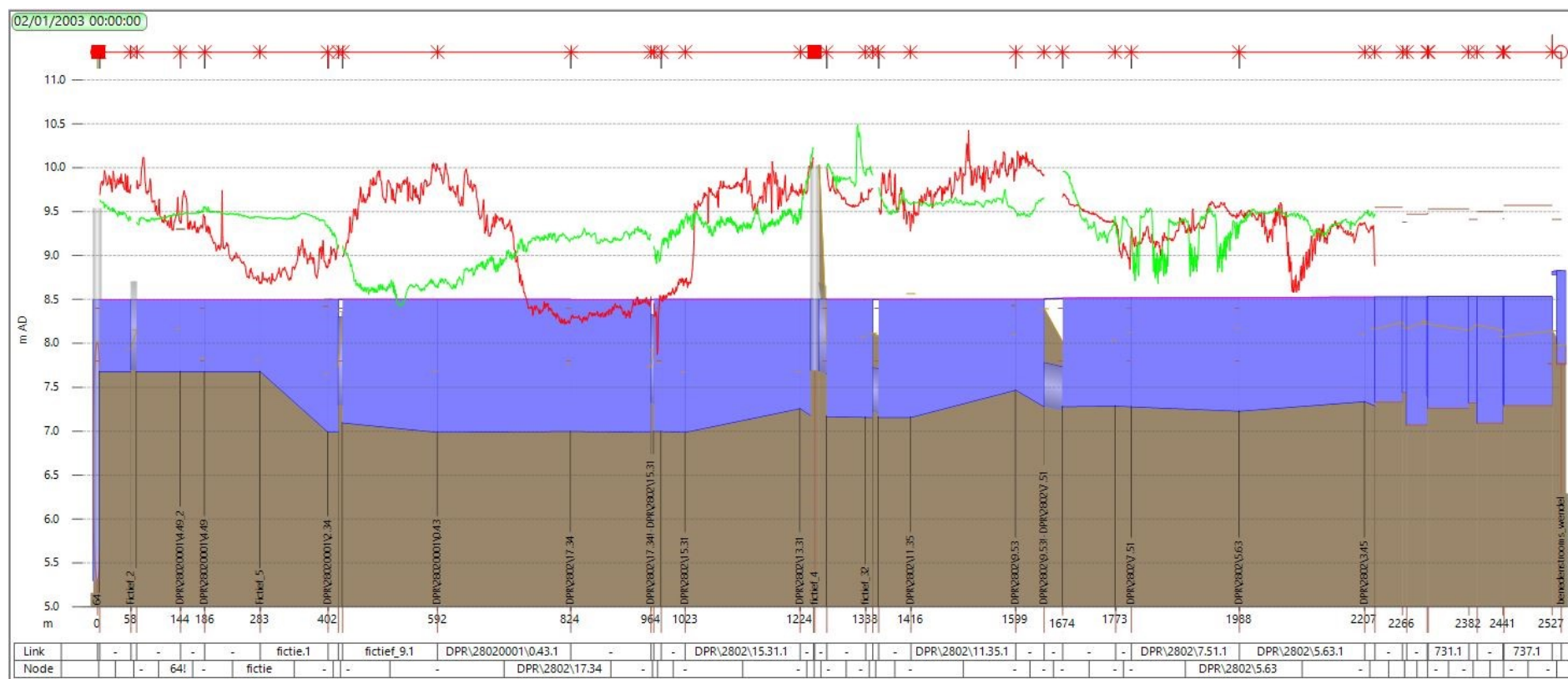
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T10 bui9 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



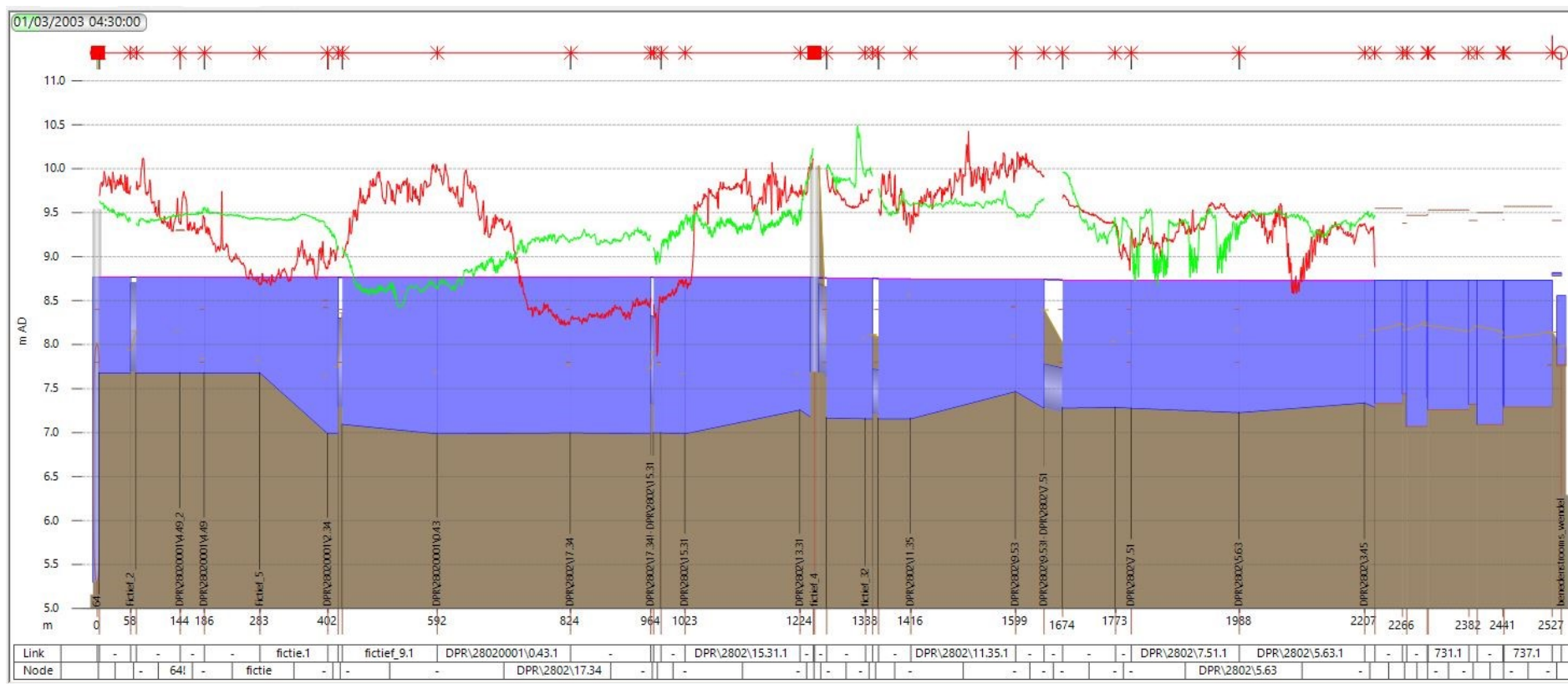
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T100 bui1 (stedelijke afvoer)



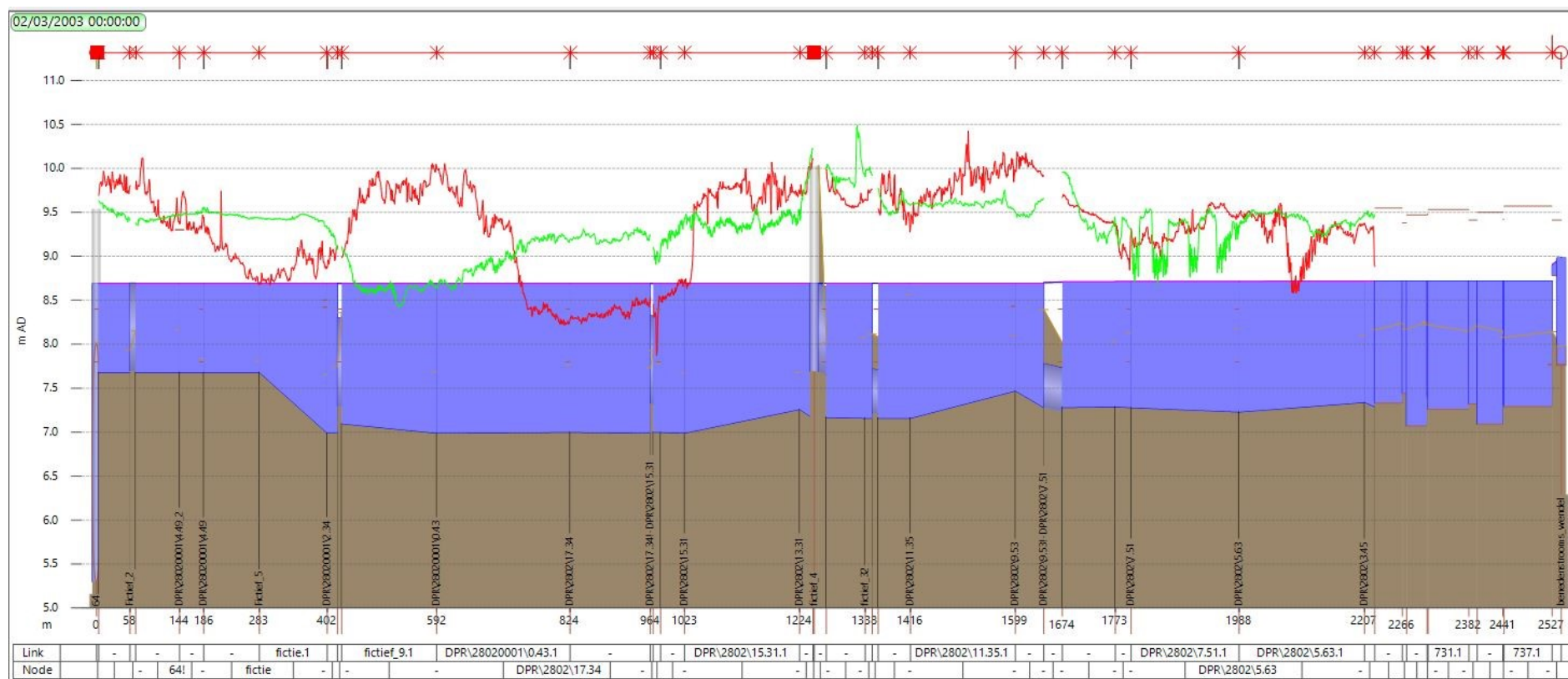
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T100 bui1 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



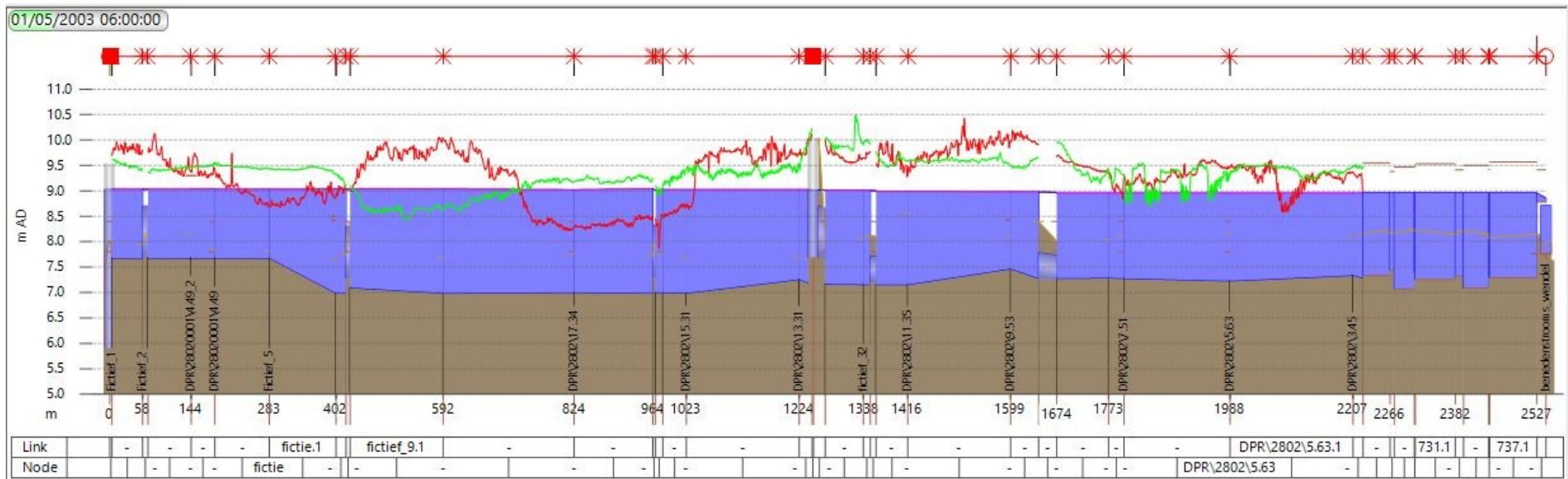
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T100 bui3 (stedelijke afvoer)



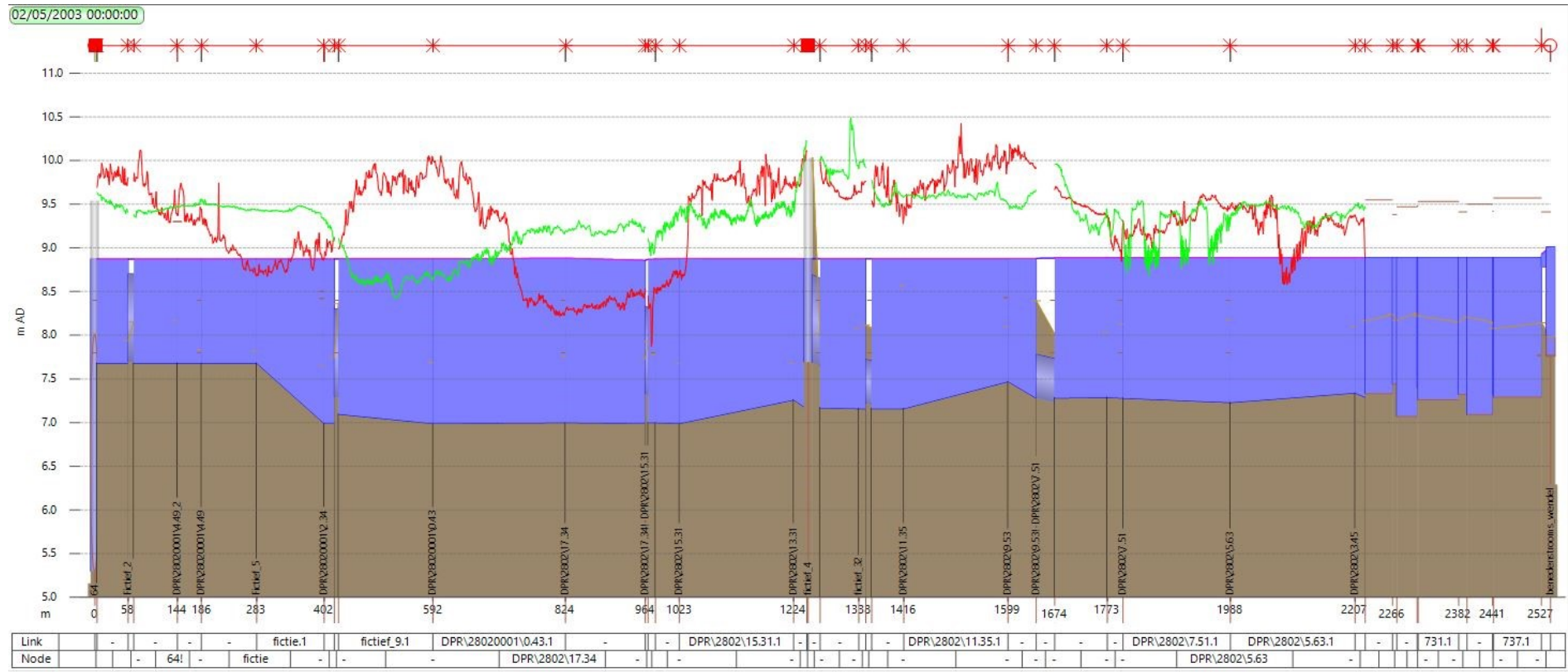
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T100 bui3 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



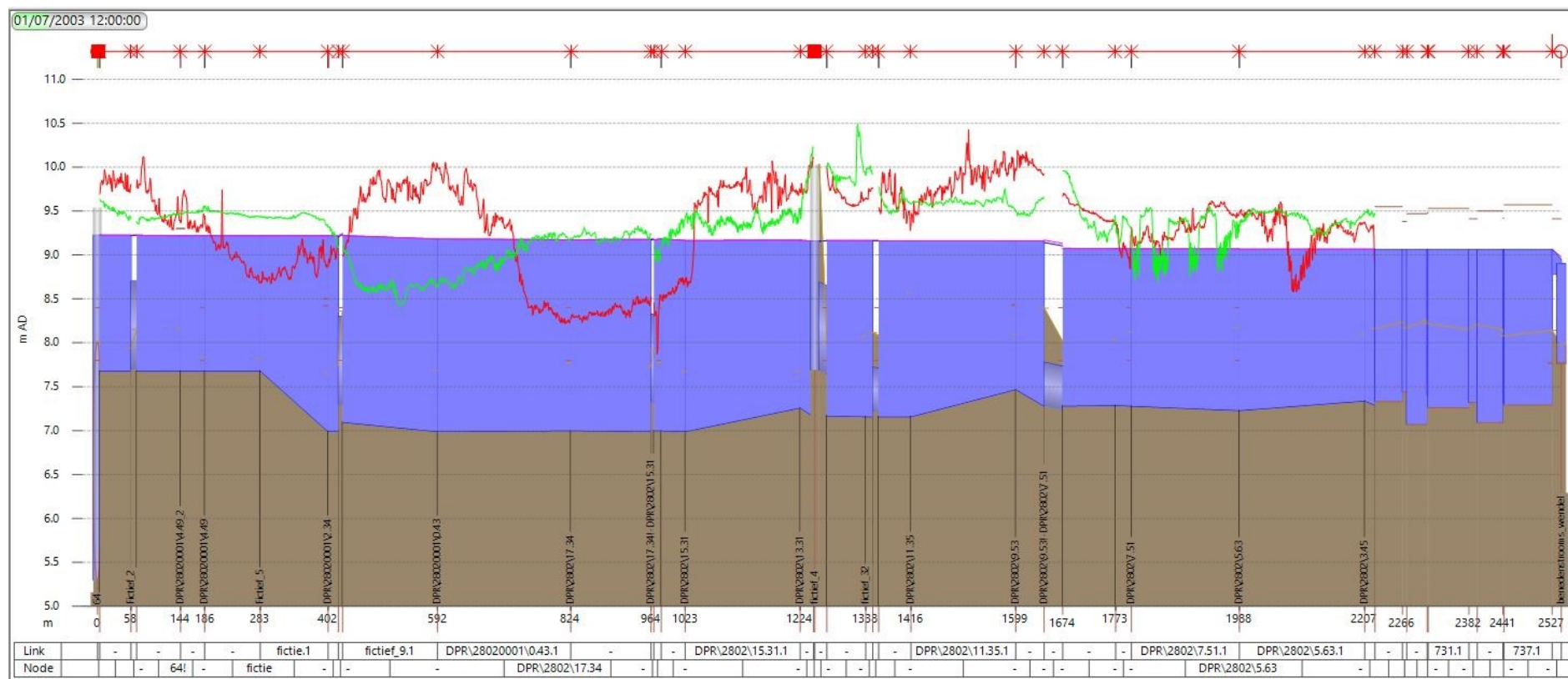
01/05/2003 06:00:00



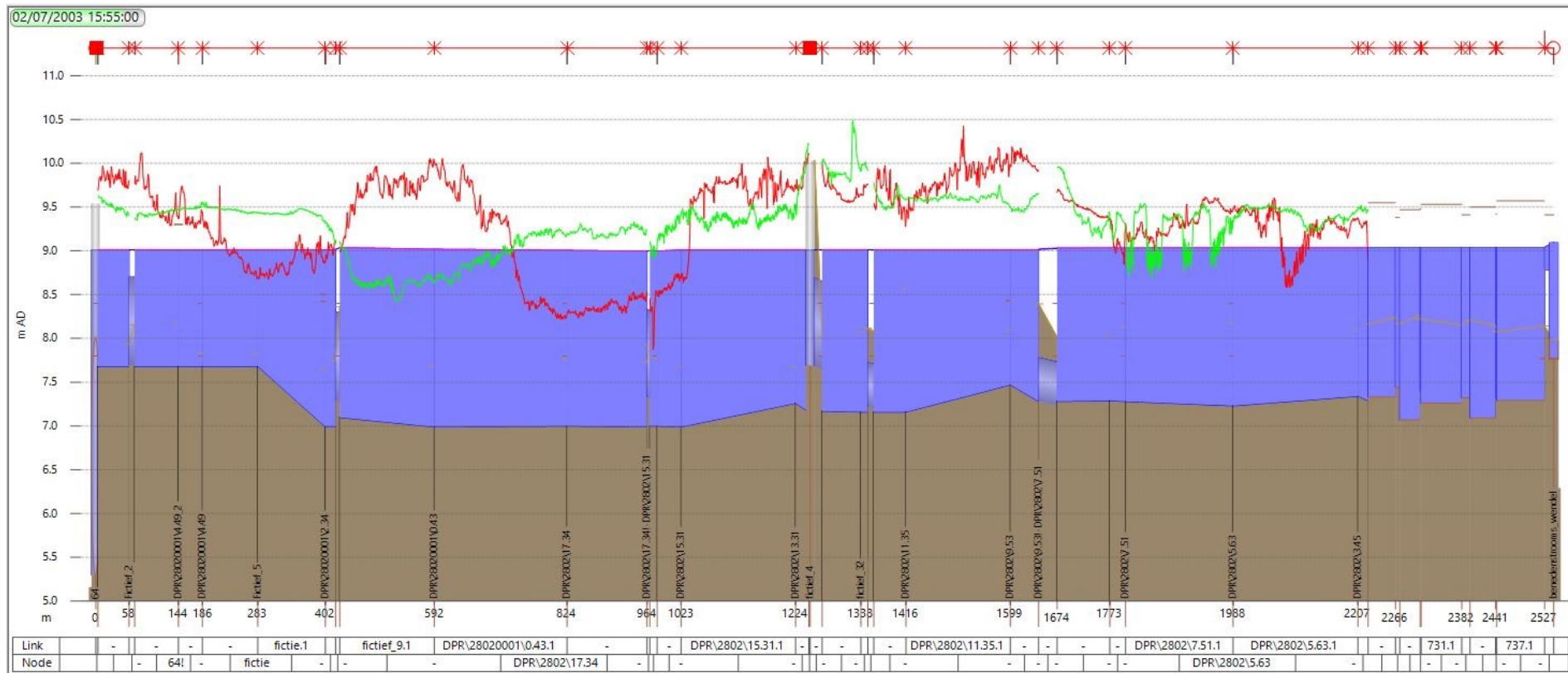
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T100 bui5 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



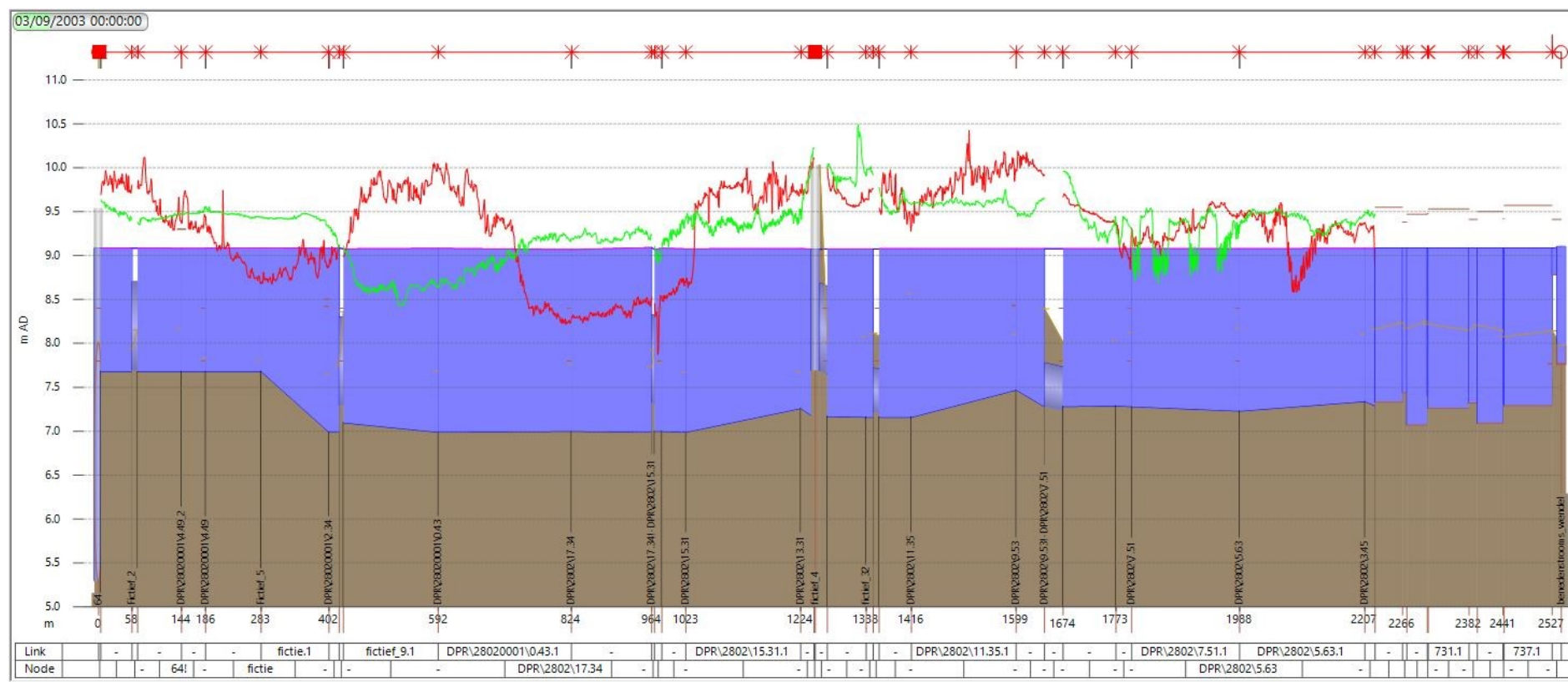
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T100 bui7 (stedelijke afvoer)



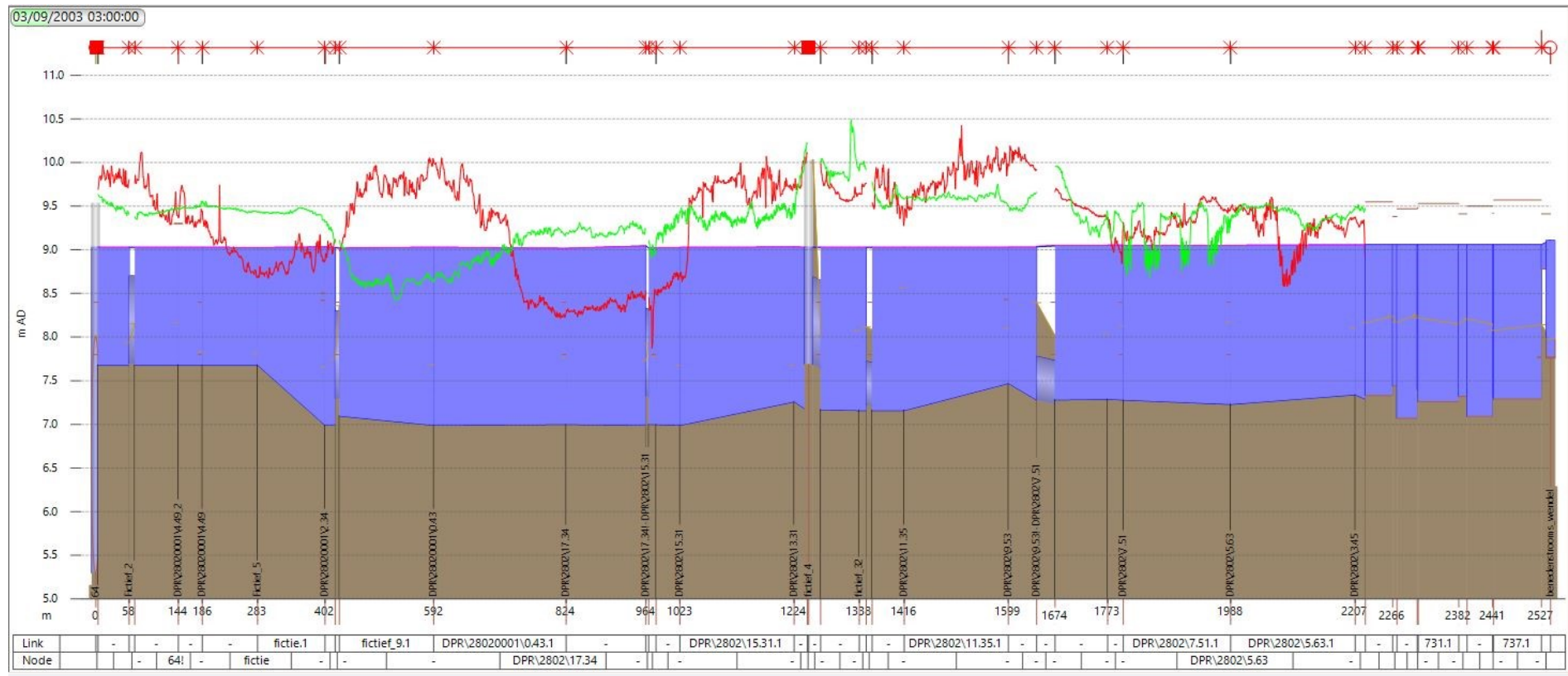
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T100 bui7 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



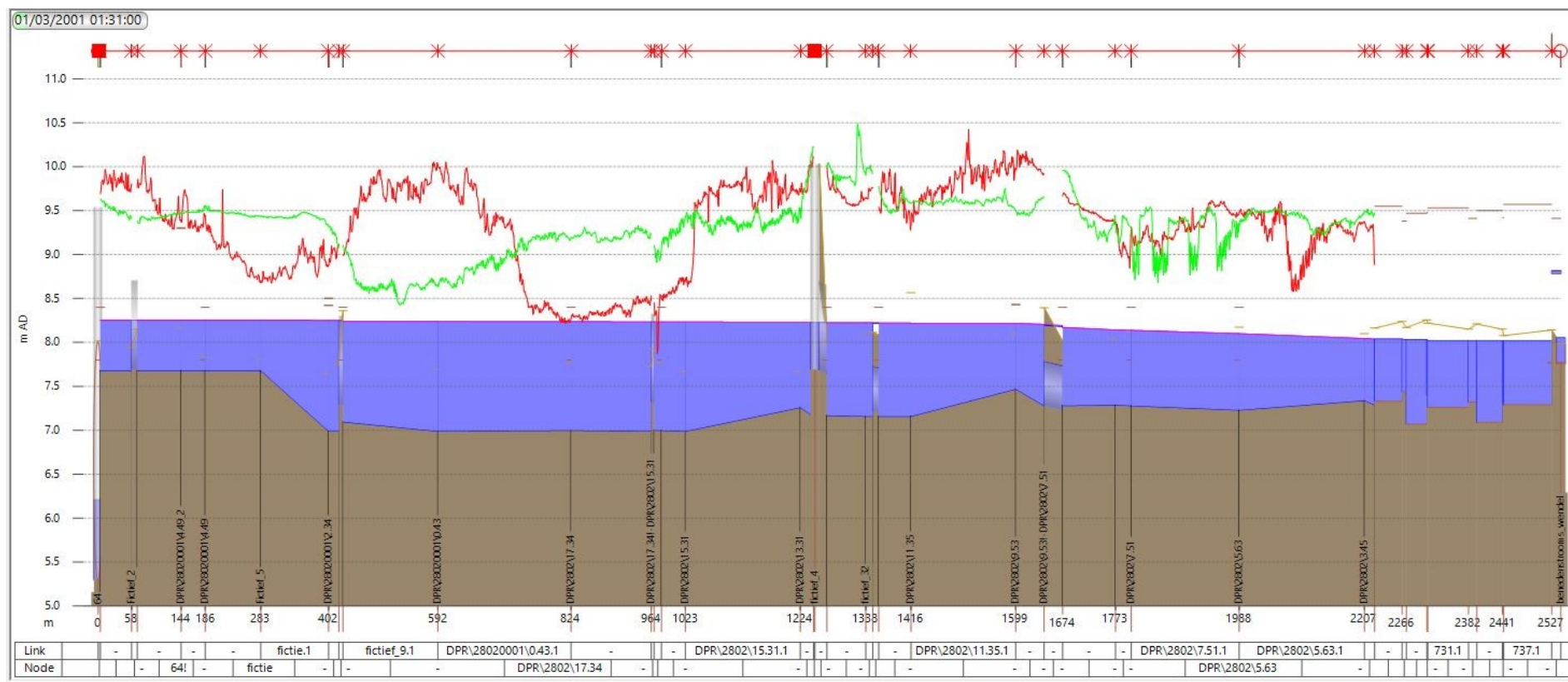
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T100 bui9 (stedelijke afvoer)



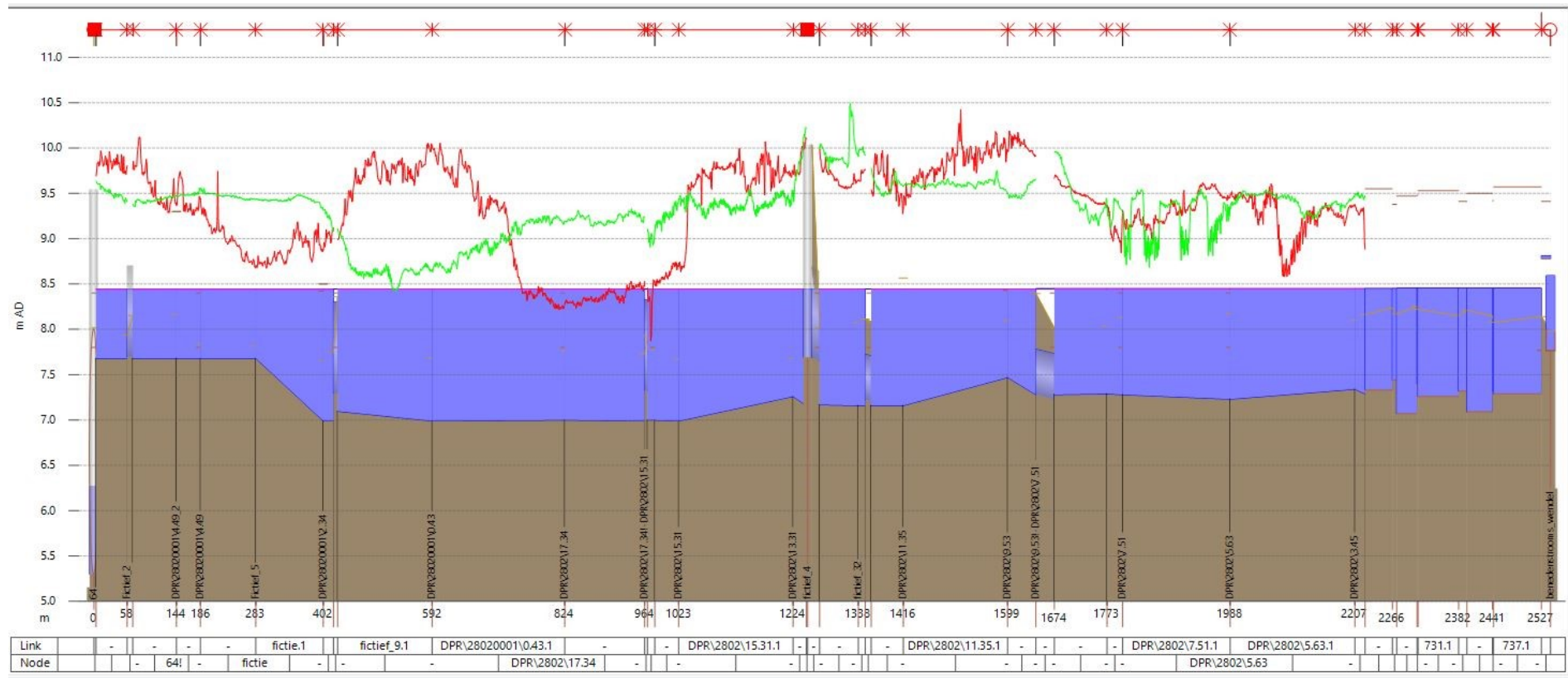
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – T100 bui9 (maximale waterstand na stedelijke afvoer t.g.v. invloed Wendel)



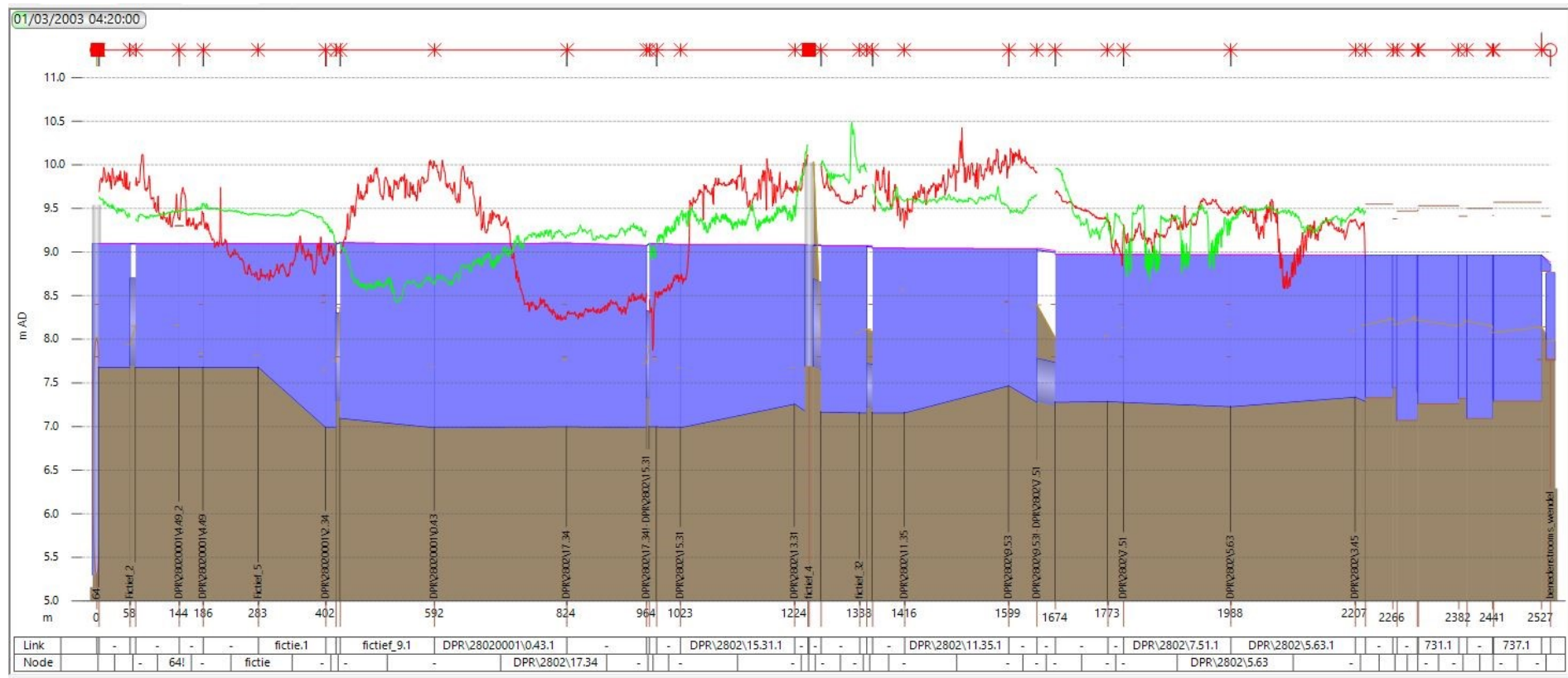
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – bui08 (stedelijke afvoer)



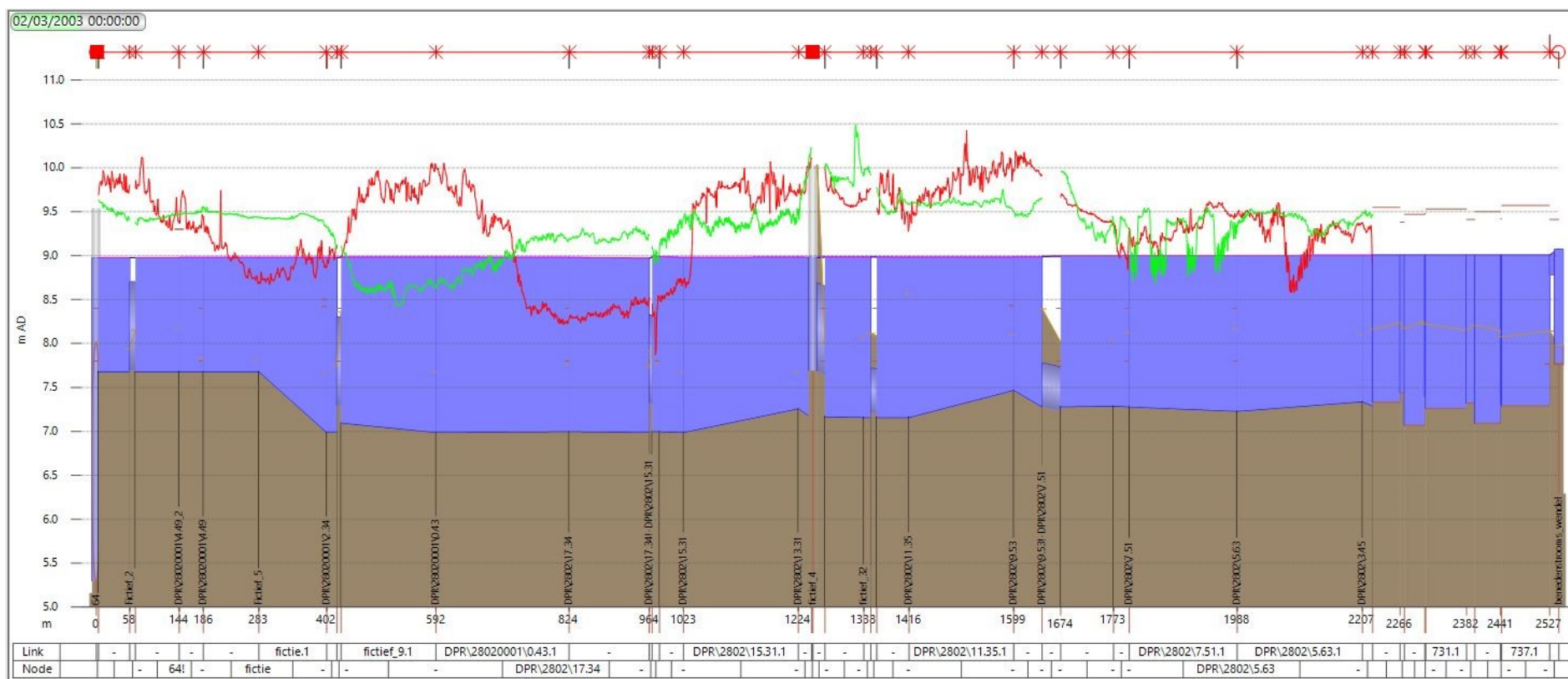
Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – bui08 (maximale waterstanden na stedelijke afvoer)



Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – 90mm in 1 uur (stedelijke afvoer)



Lengteprofiel waterstanden Wierdense Aa – 90mm in 1 uur (maximale waterstanden na stedelijke afvoer)



Bijlage D

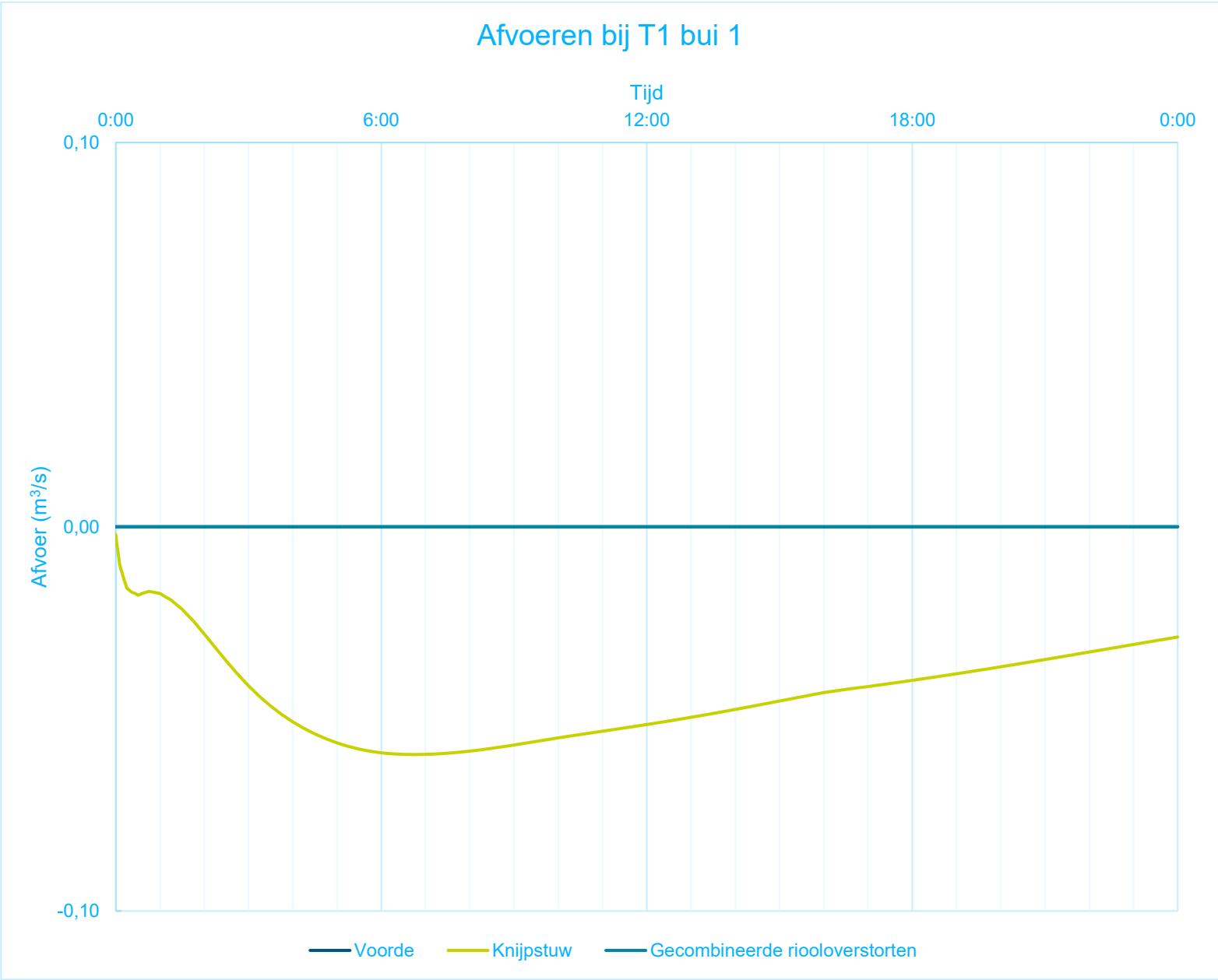
Afvoeren bij plansituatie

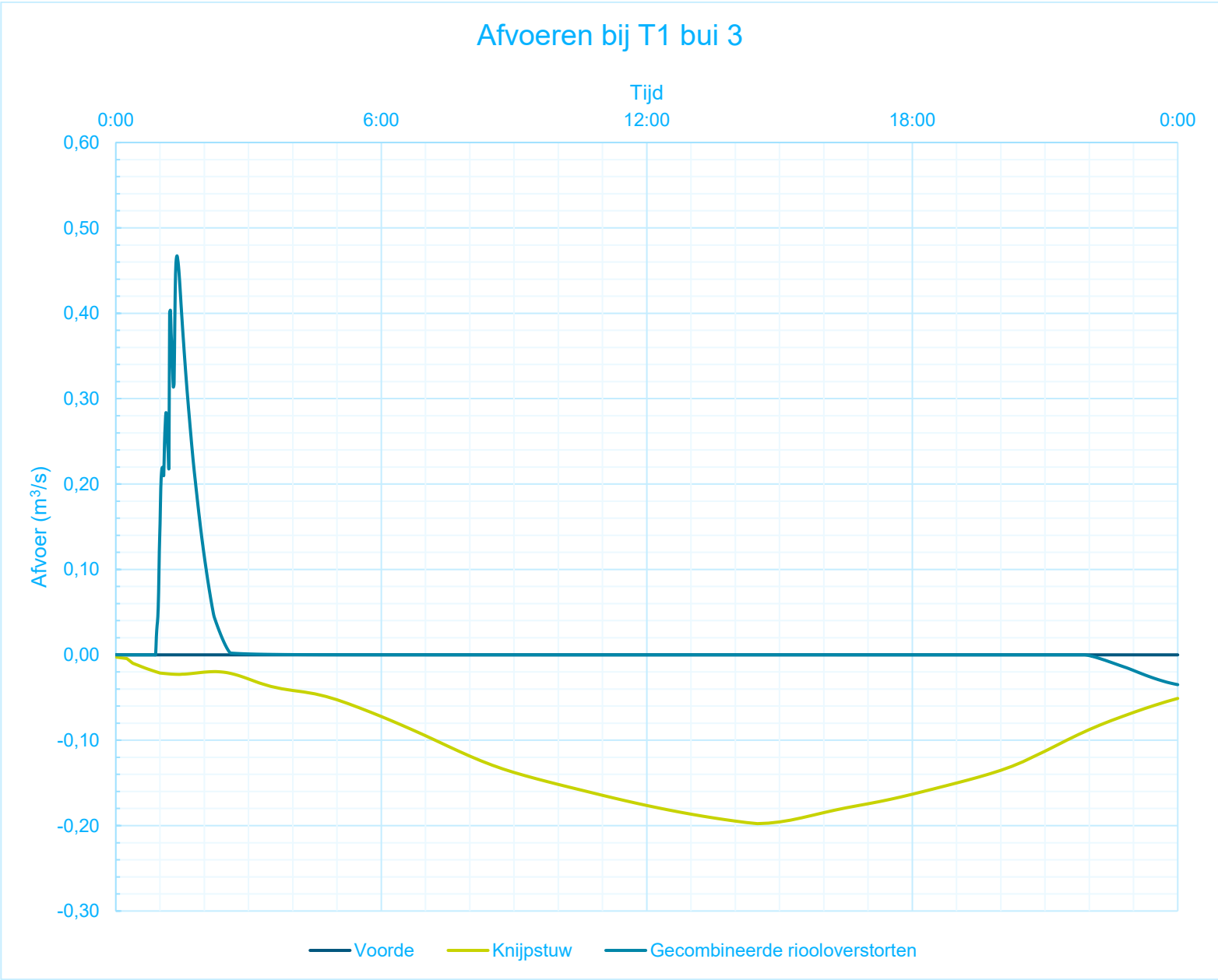


Deze bijlage bevat grafieken per bui met afvoeren op de volgende locaties:

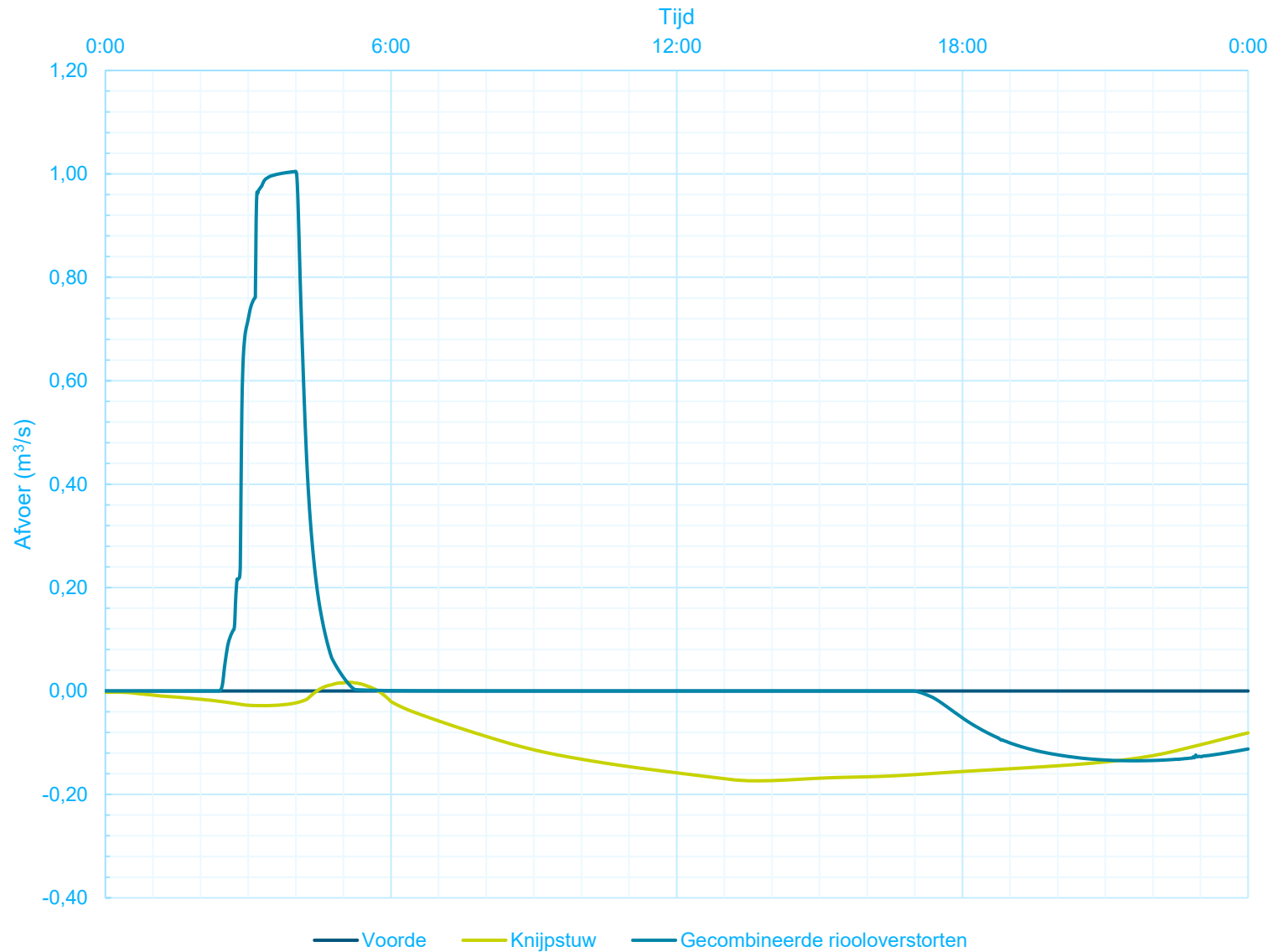
1. Gecombineerde riooloverstorten
 - a. Deze term bevat de gesommeerde afvoeren over de riooloverstorten die lozen op de Wierdense Aa. Een negatieve afvoer duidt op instroming in het riool vanuit het oppervlaktewater.
2. Knijpstuw
 - a. Deze term bevat de afvoer over de knijpstuw vanuit de Wierdense Aa naar de Wendel. Een positieve afvoer duidt op afvoer vanuit de Wierdense Aa naar de Wendel, een negatieve afvoer duidt op een omgekeerde afvoerrichting (vanuit de Wendel naar de Wierdense Aa).
3. Voorde

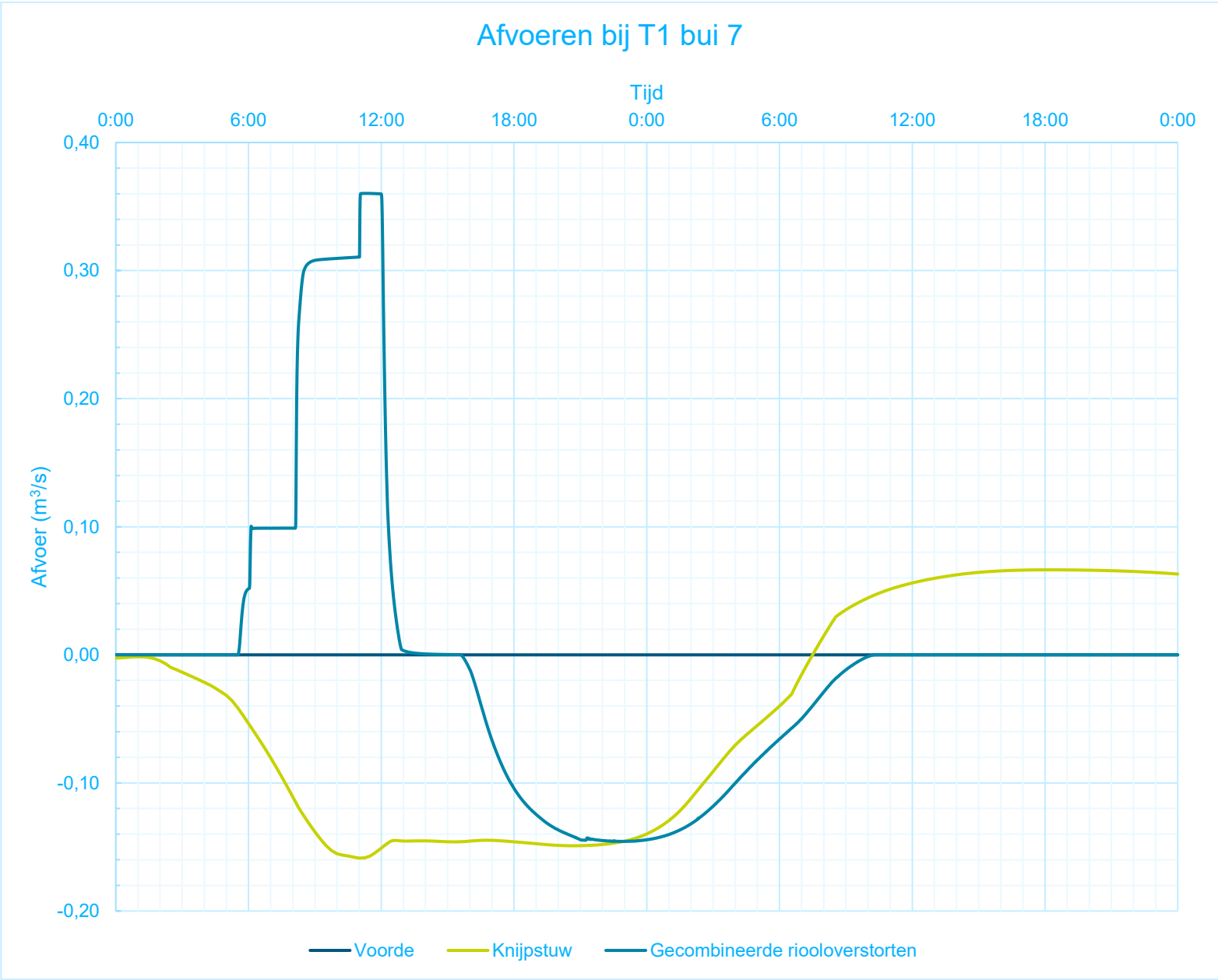
Deze term bevat de afvoer over de voorde vanuit de Wierdense Aa naar de Wendel. Een positieve afvoer duidt op afvoer vanuit de Wierdense Aa naar de Wendel, een negatieve afvoer duidt op een omgekeerde afvoerrichting (vanuit de Wendel naar de Wierdense Aa)



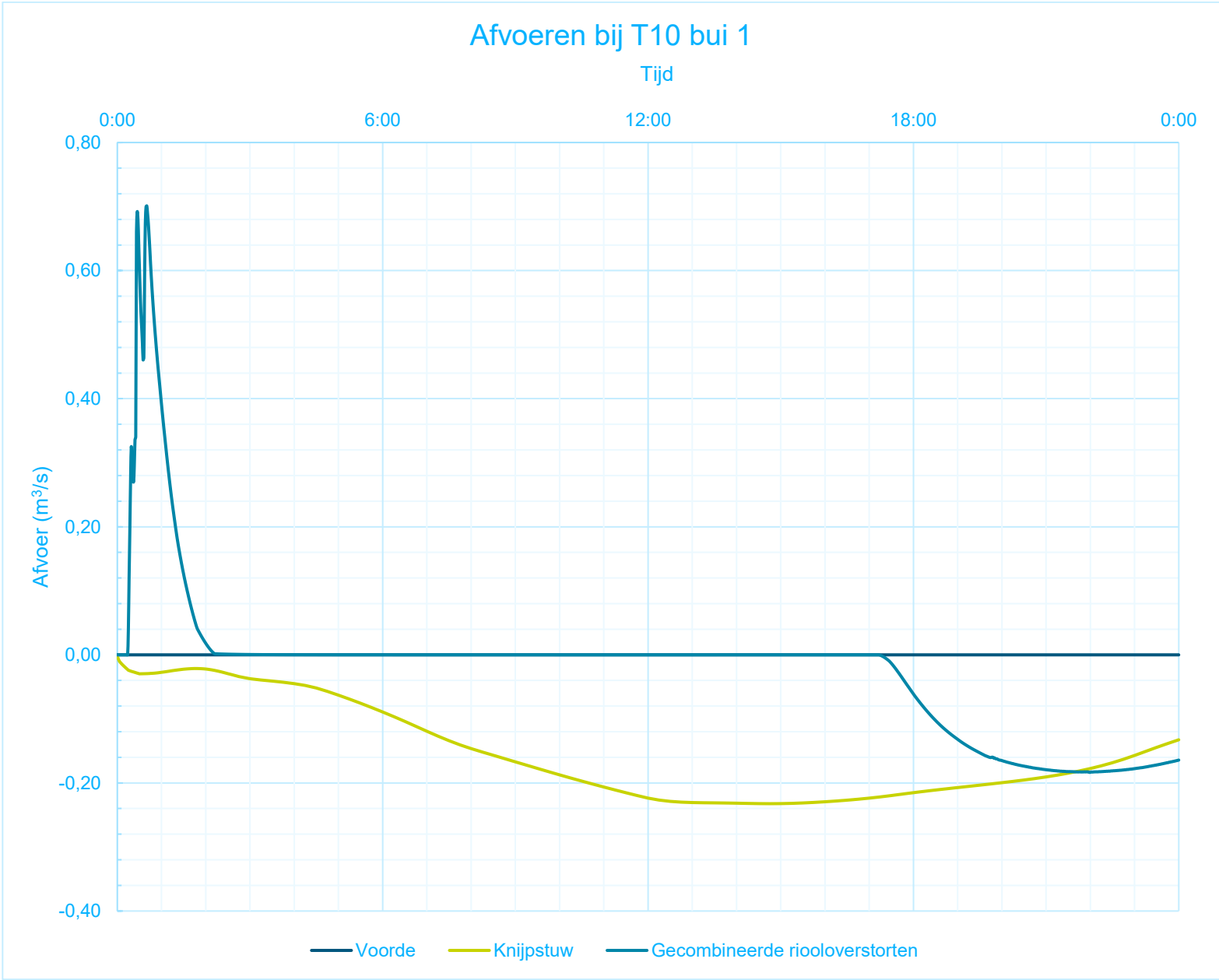


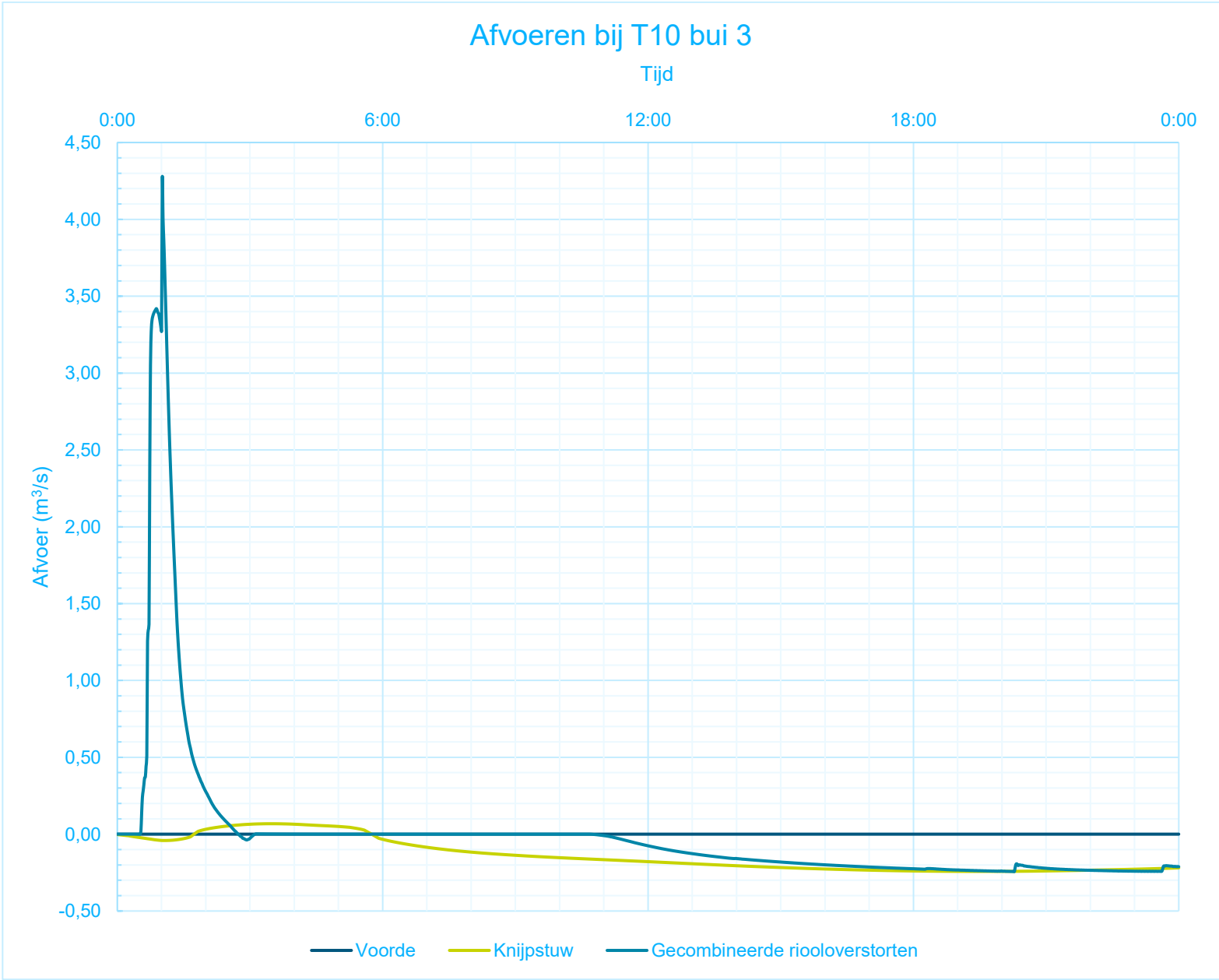
Afvoeren bij T1 bui 5



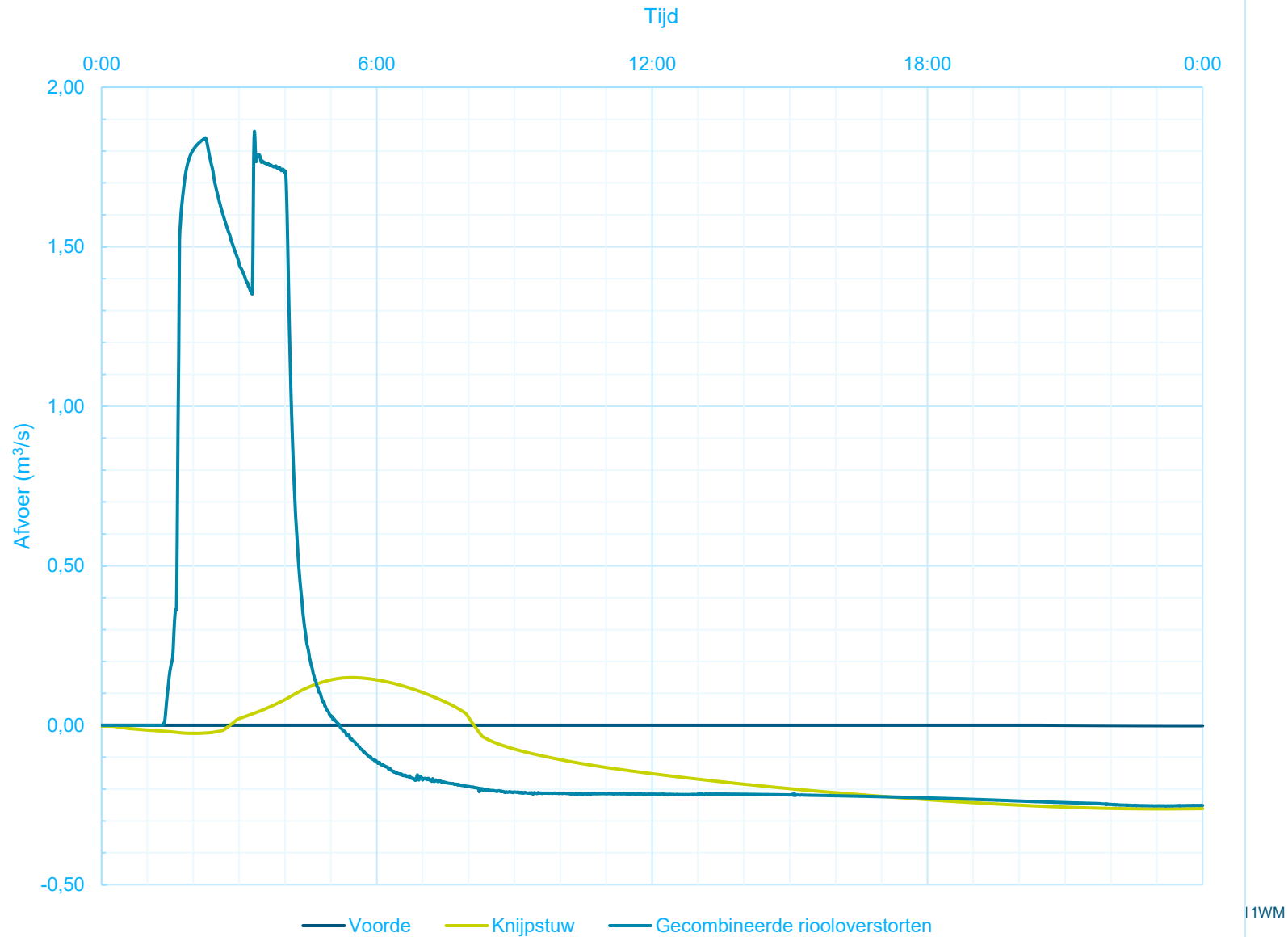






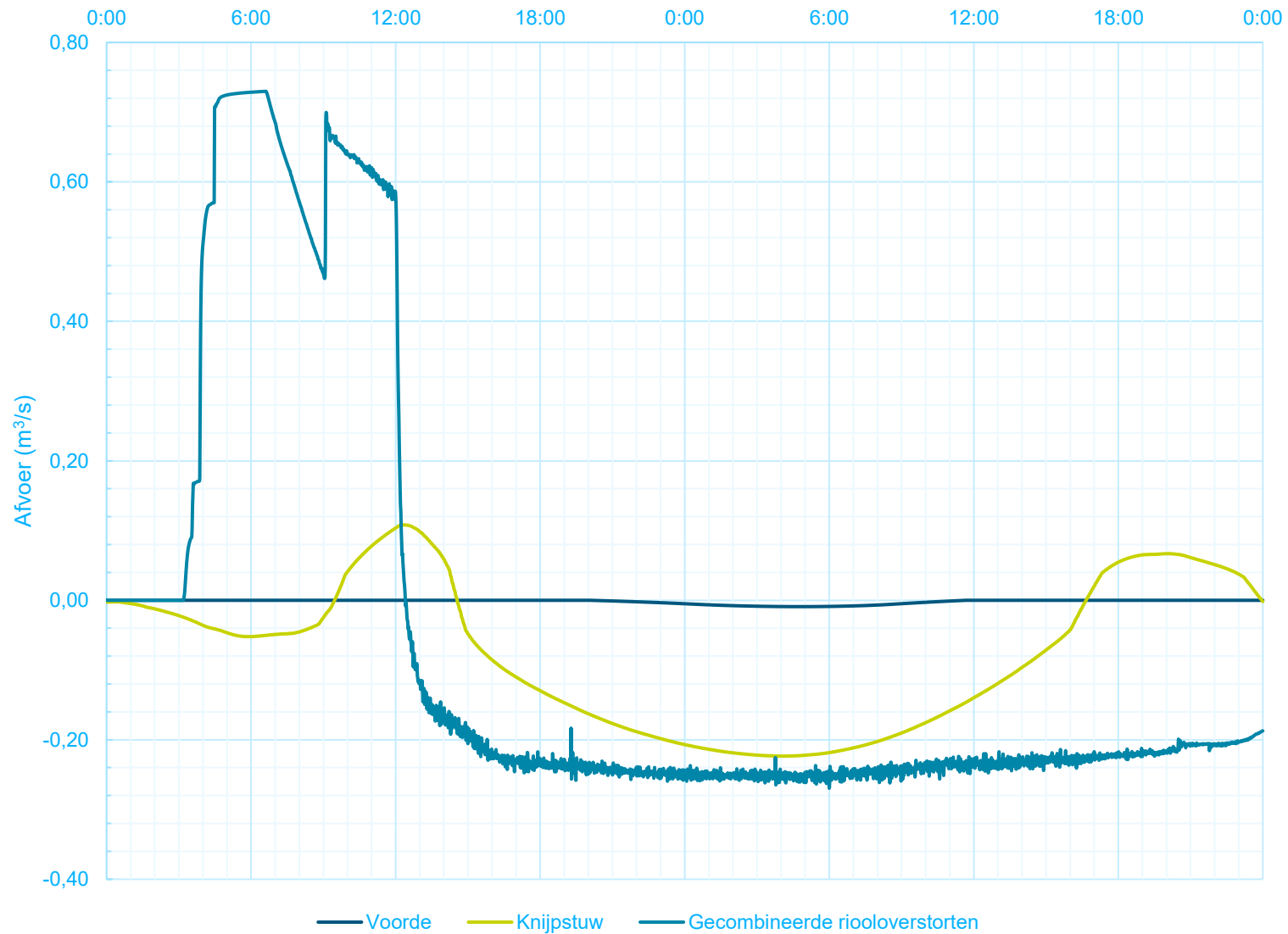


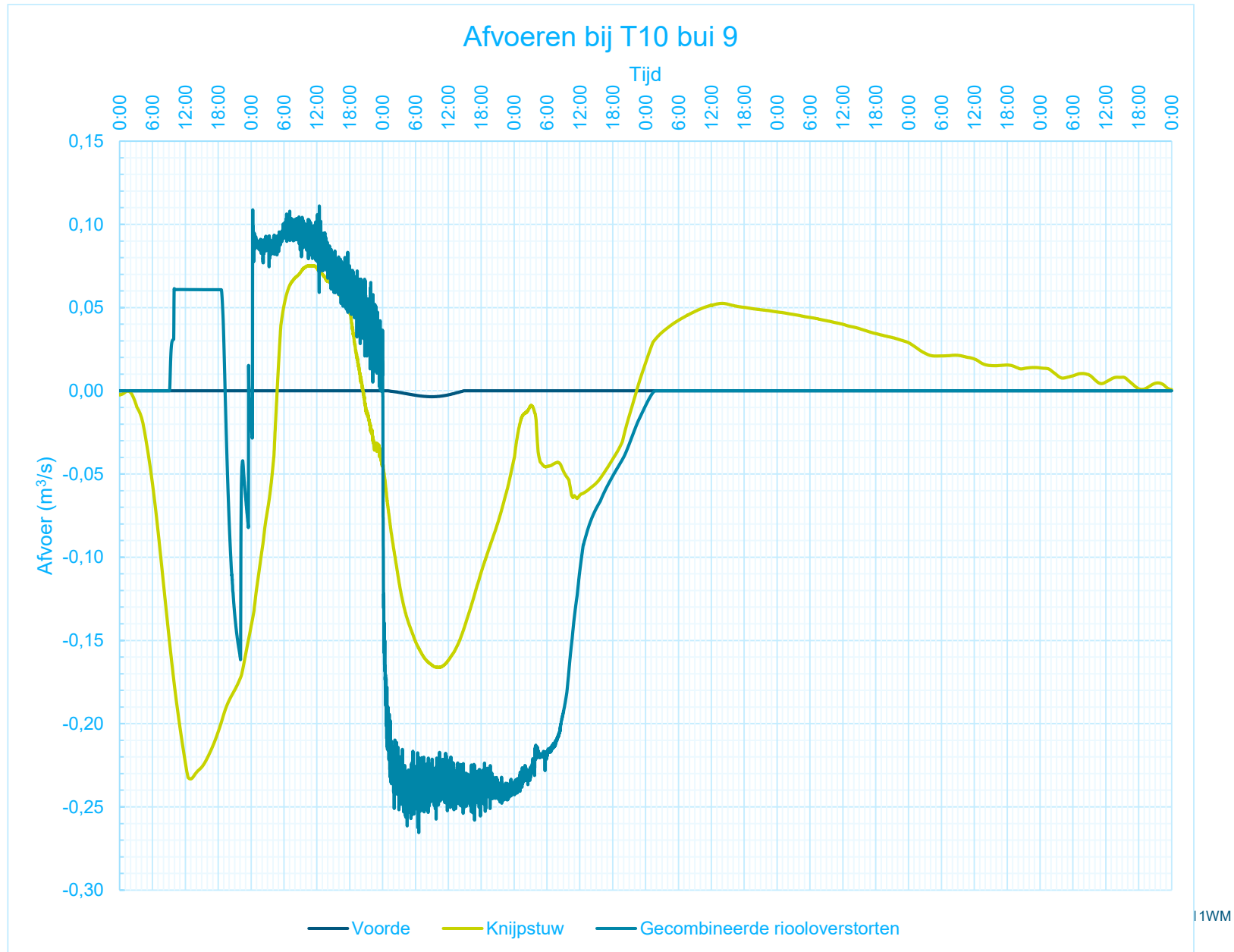
Afvoeren bij T10 bui 5

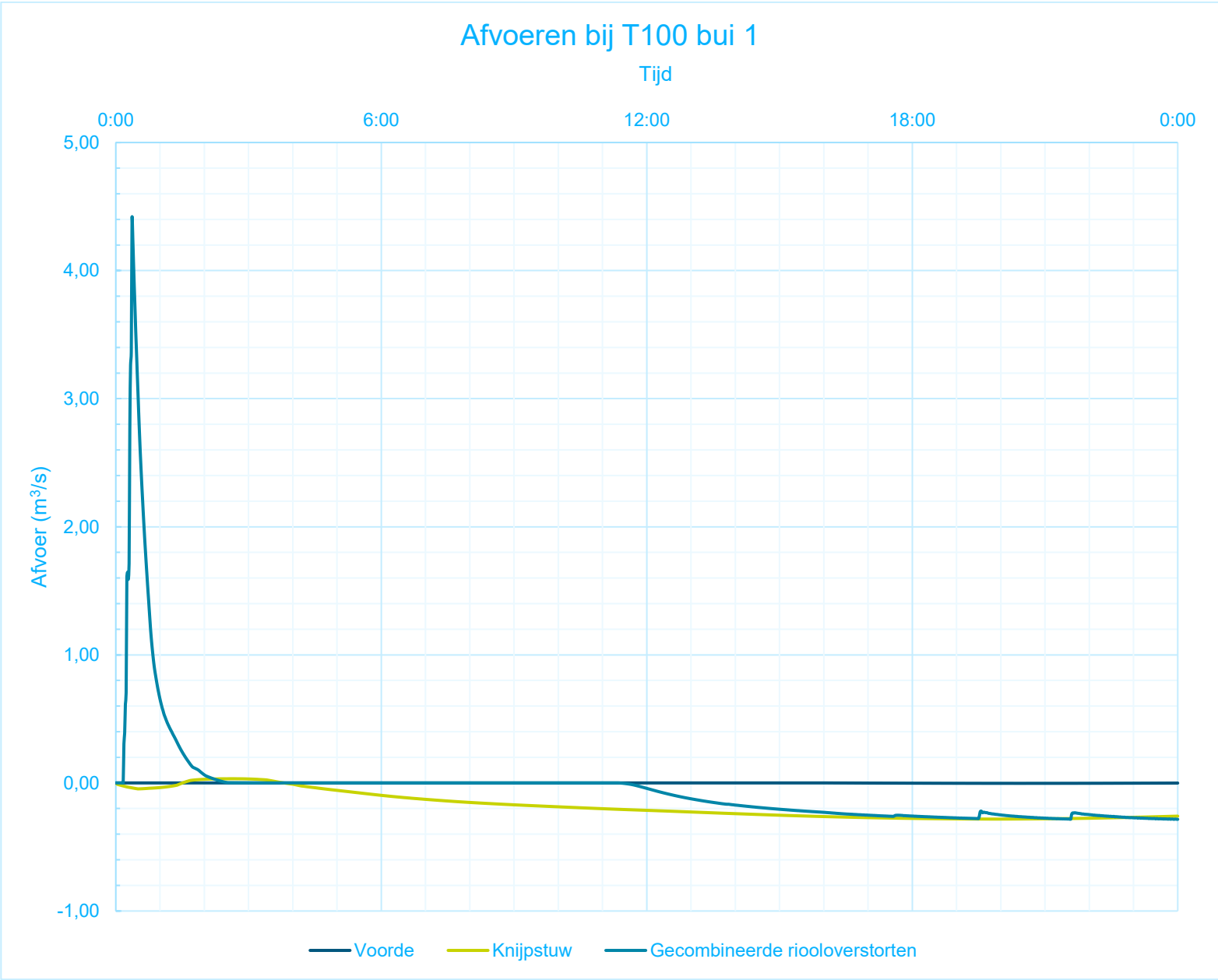


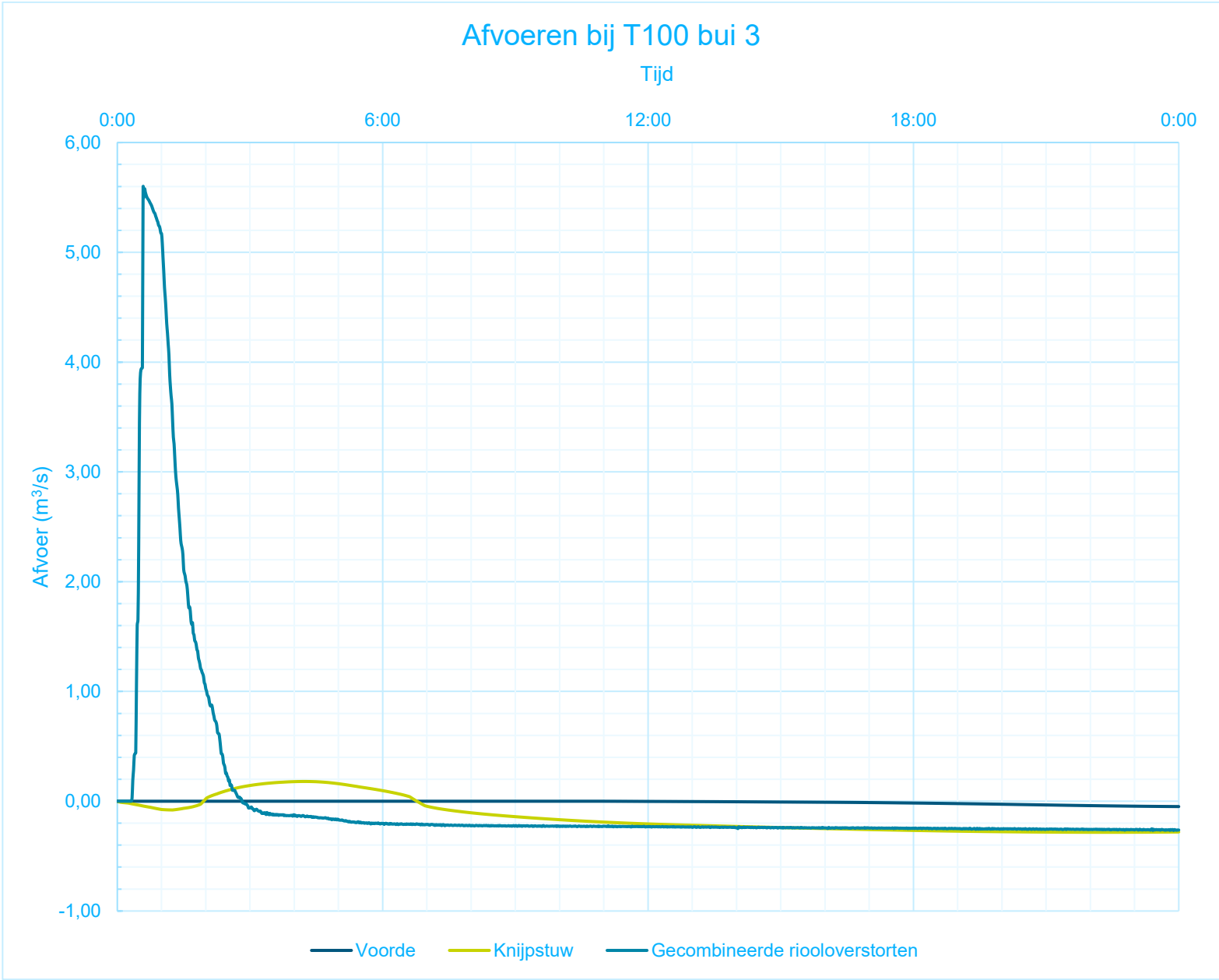
Afvoeren bij T10 bui 7

Tijd

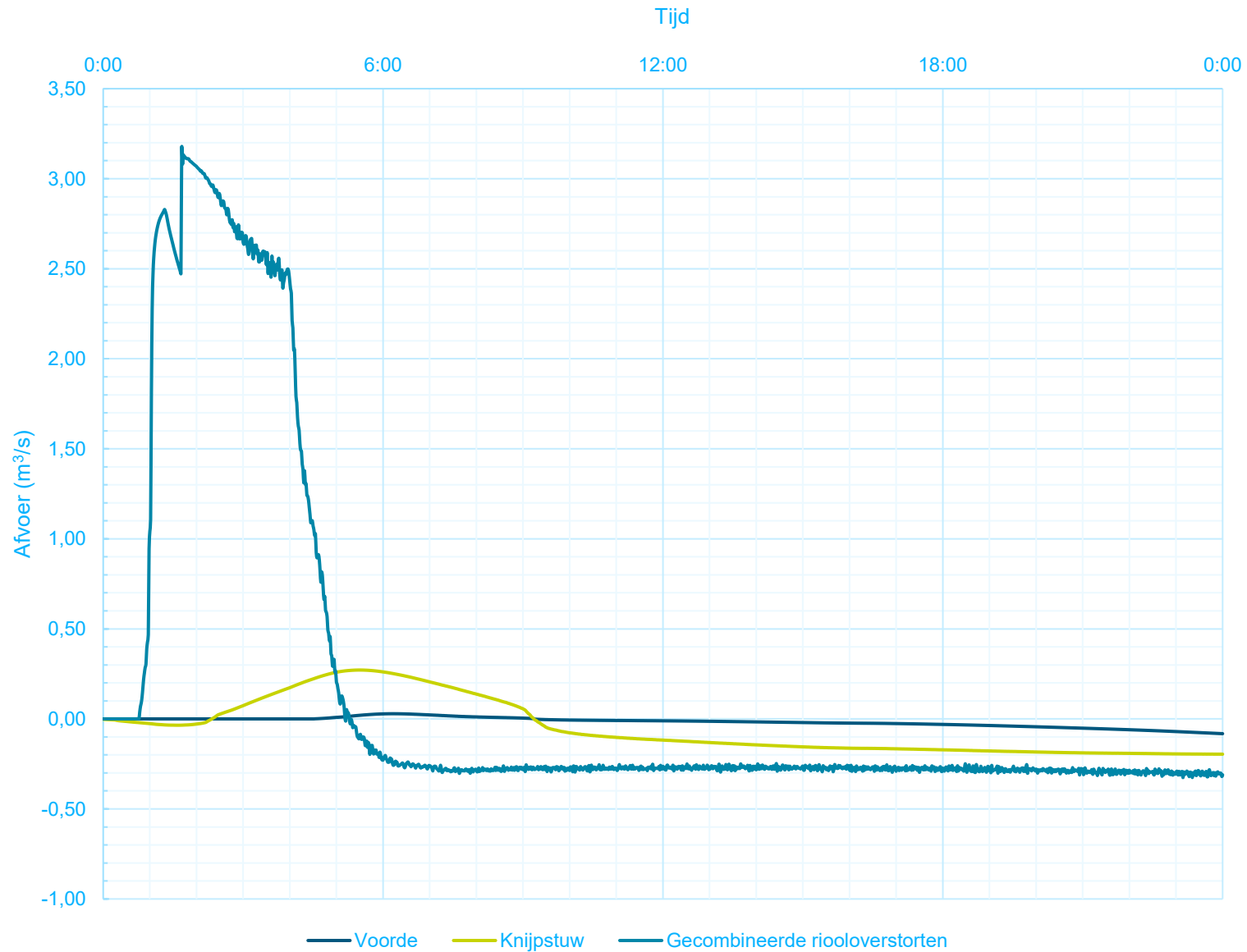




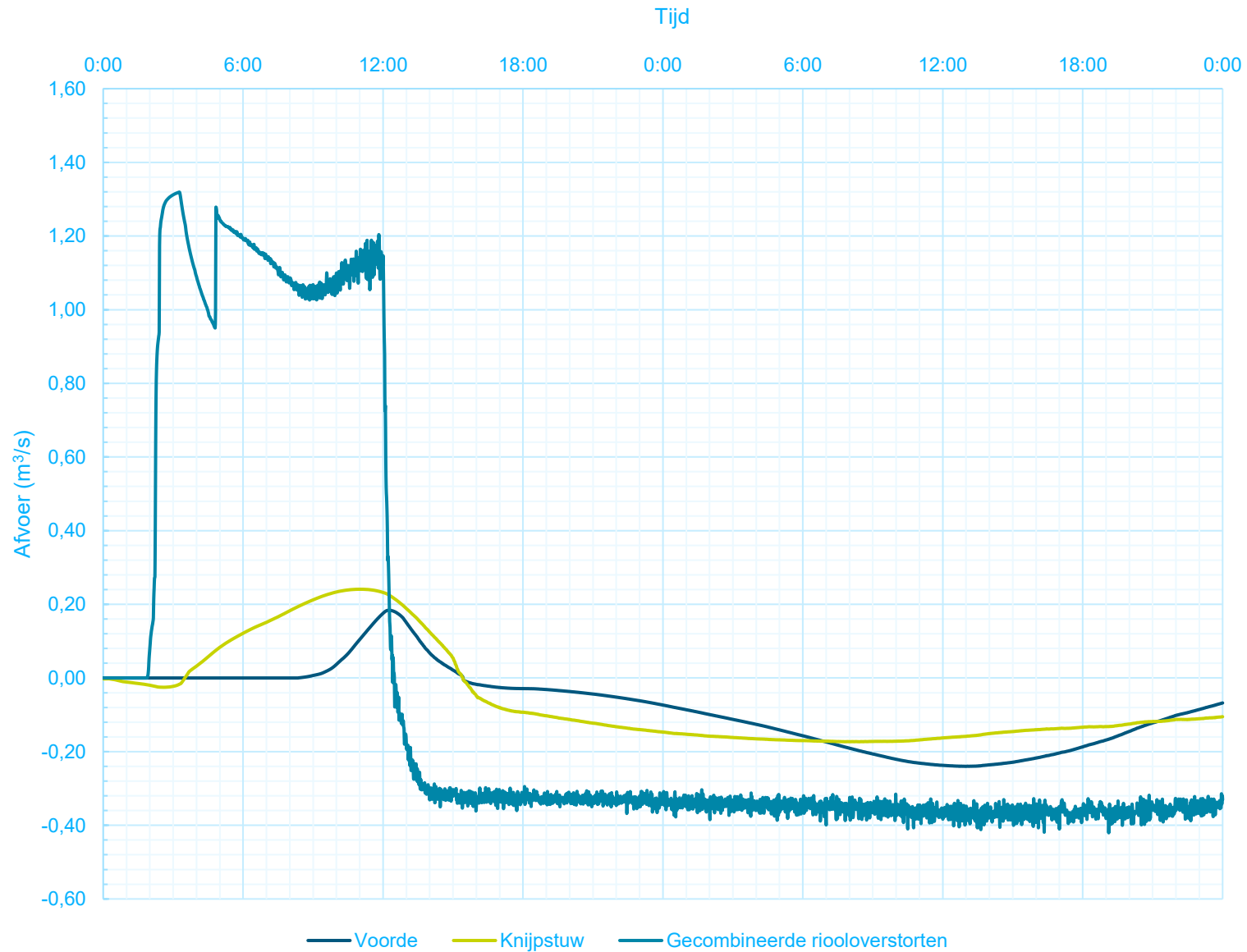




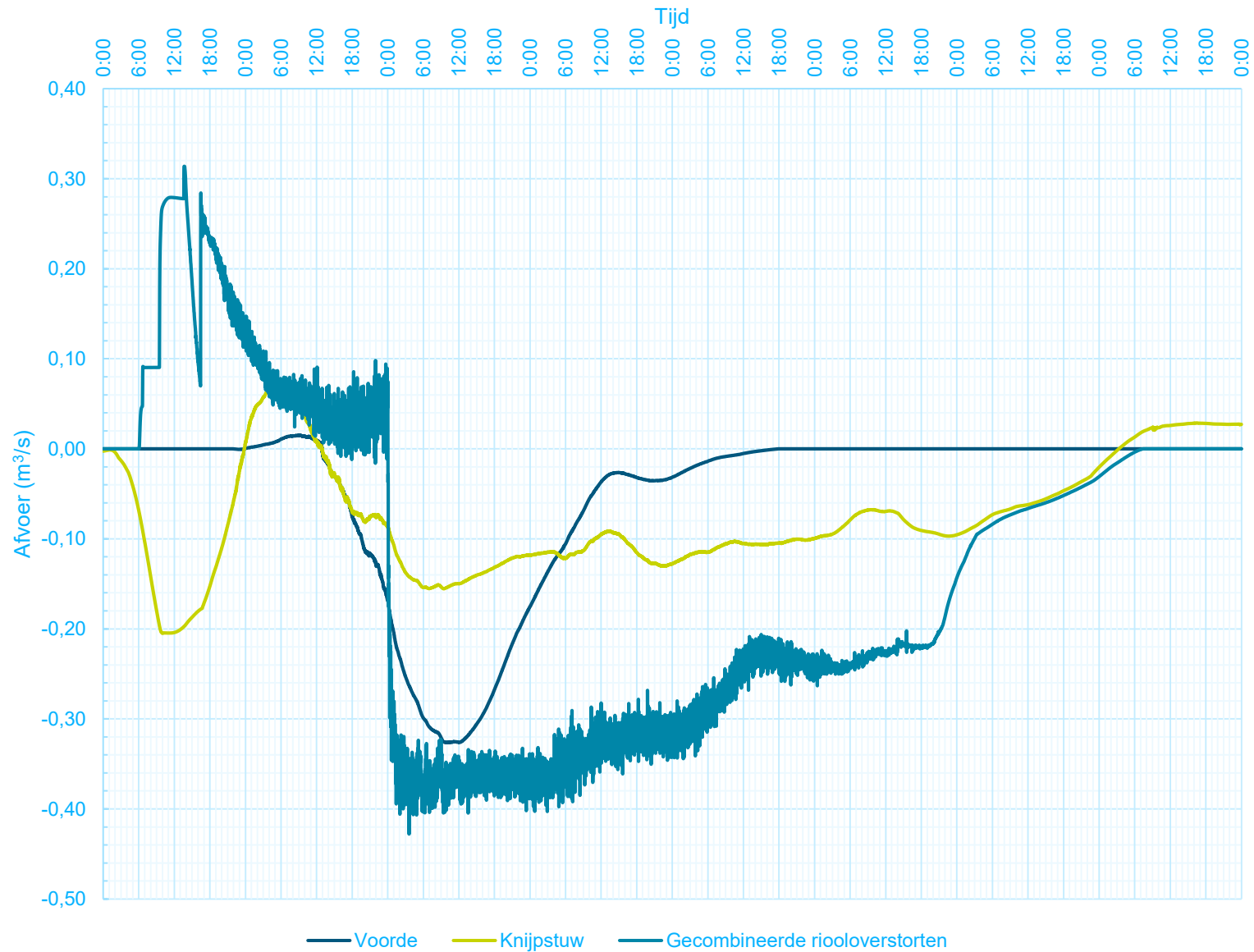
Afvoeren bij T100 bui 5



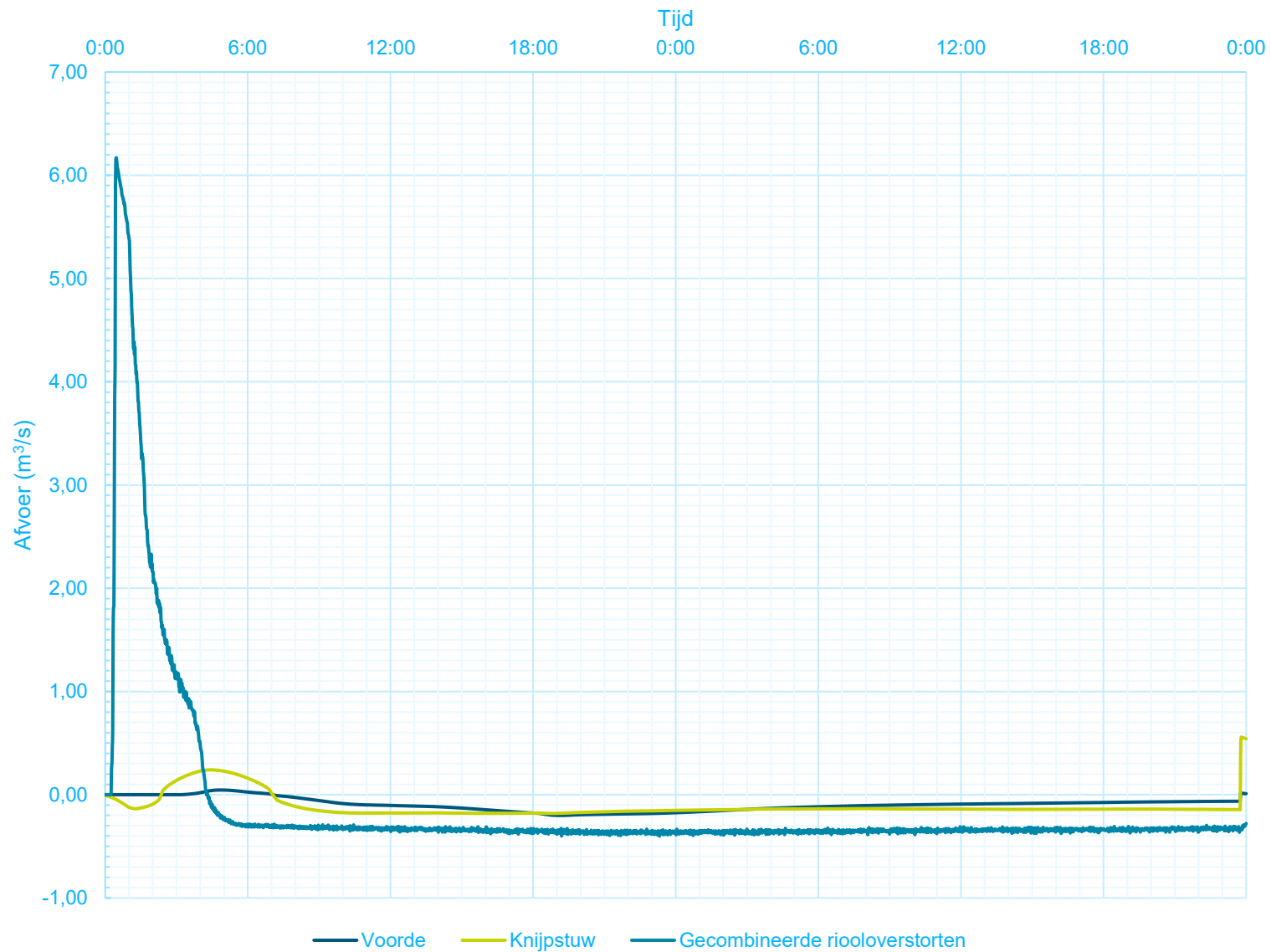
Afvoeren bij T100 bui 7

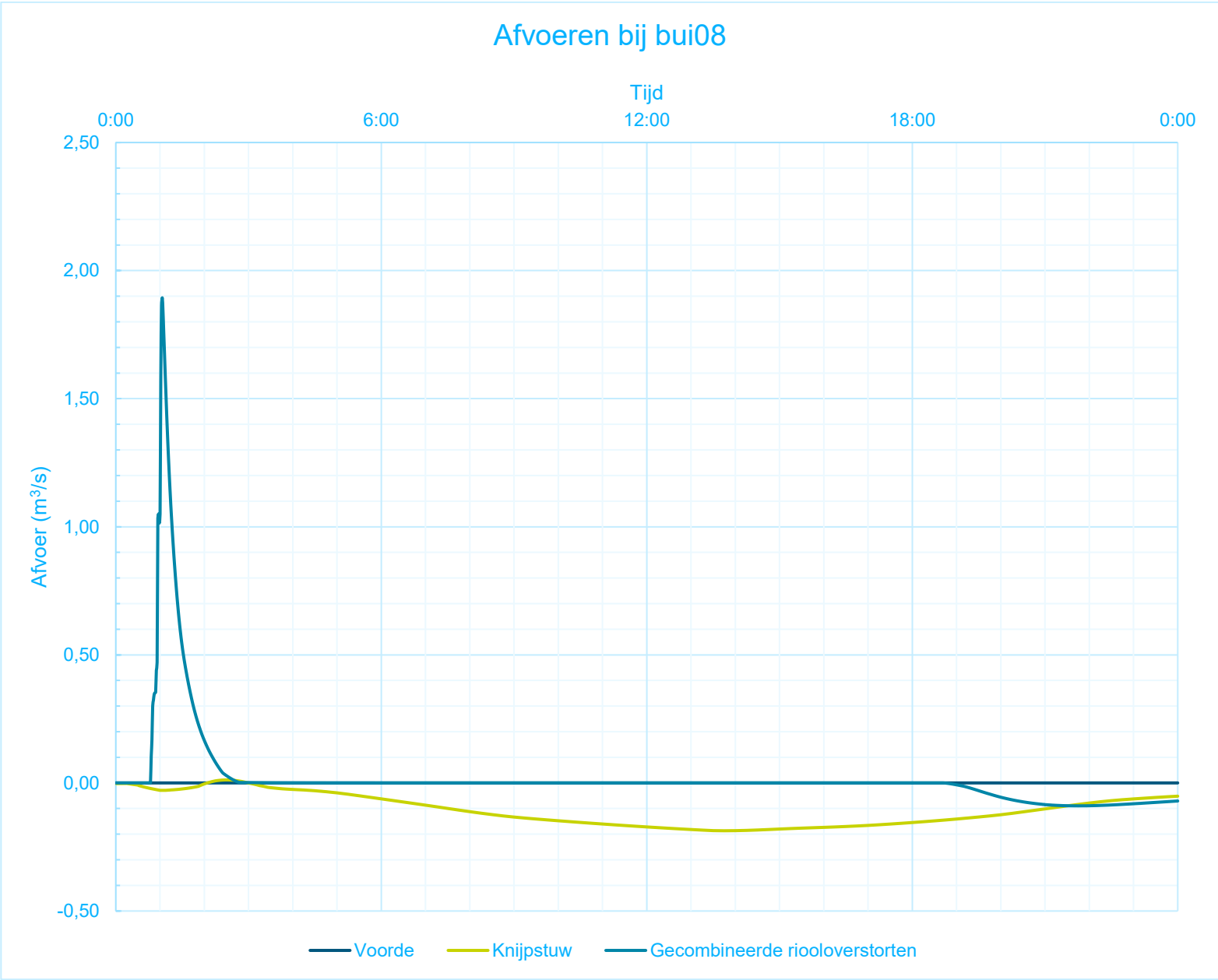


Afvoeren bij T100 bui 9



Afvoeren bij bui 90mm in 1 uur





Bijlage E

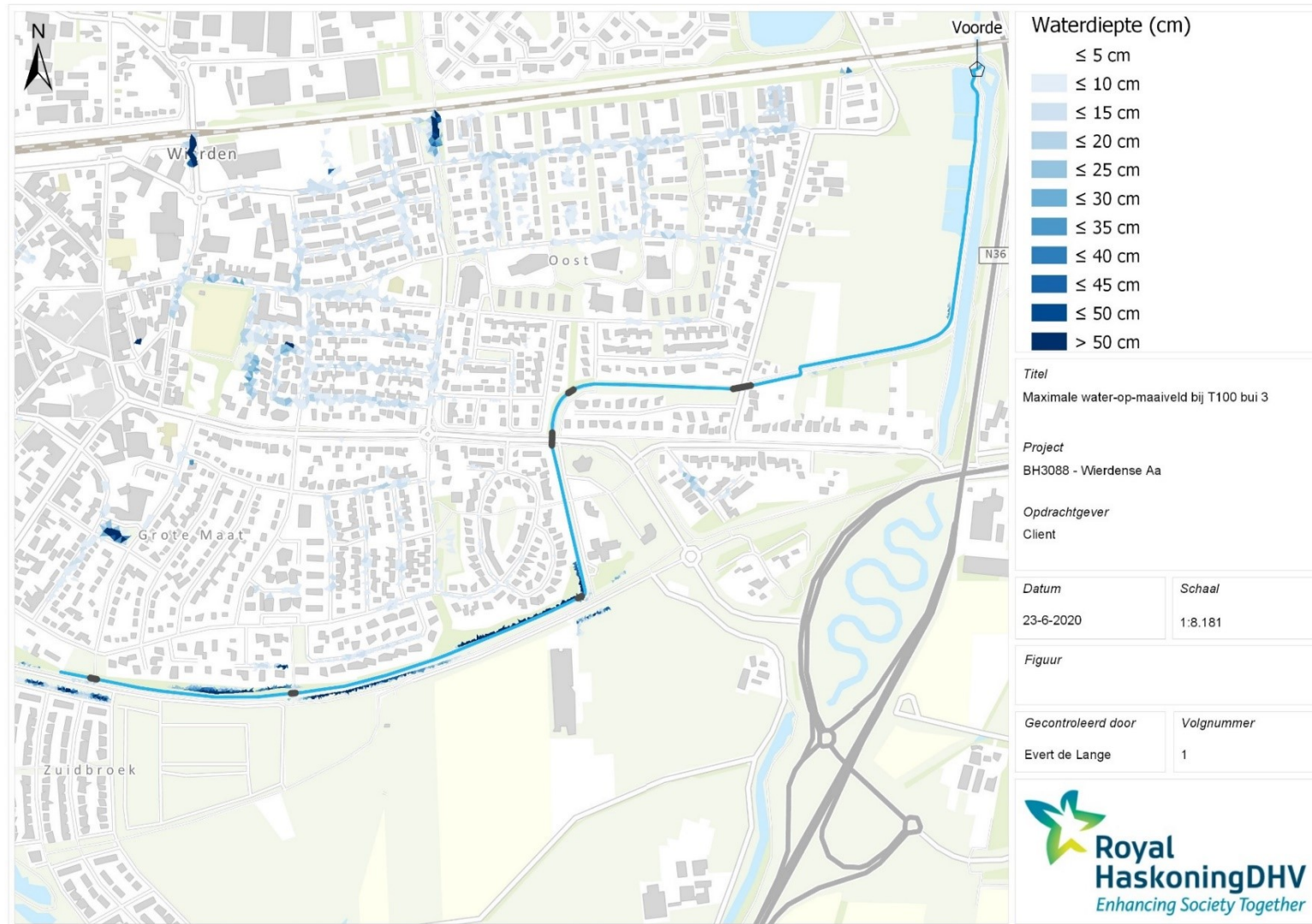
Inundatiebeelden bij plansituatie (2D)



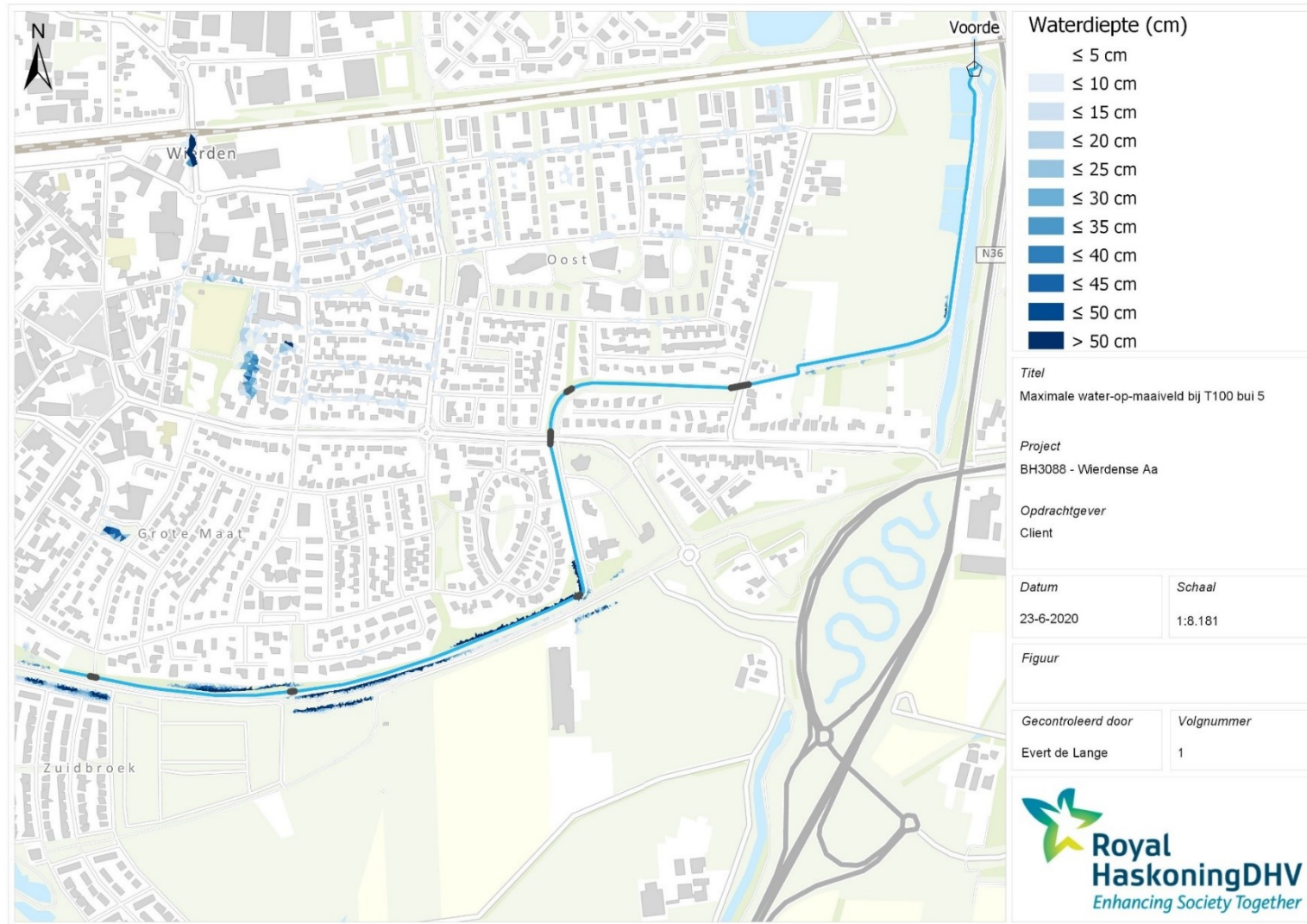
In deze bijlage zijn enkel de inundatiebeelden opgenomen van buien waarbij er in de plansituatie sprake is van inundatie van maaiveld vanuit de Wierdense Aa in stedelijk. Tabel 1 geeft aan bij welke buien daar sprake van is.

Bui	Inundatie van omliggend maaiveld vanuit de Wierdense Aa in stedelijk gebied?
T=1 (bui1)	Nee
T=1 (bui3)	Nee
T=1 (bui5)	Nee
T=1 (bui7)	Nee
T=1 (bui9)	Nee
T=10 (bui1)	Nee
T=10 (bui3)	Nee
T=10 (bui5)	Nee
T=10 (bui7)	Nee
T=10 (bui9)	Nee
T=100 (bui1)	Nee
T=100 (bui3)	Ja
T=100 (bui5)	Ja
T=100 (bui7)	Ja
T=100 (bui9)	Ja
Bui08 (stedelijk)	Nee
90mm in 1 uur (stedelijk)	Ja

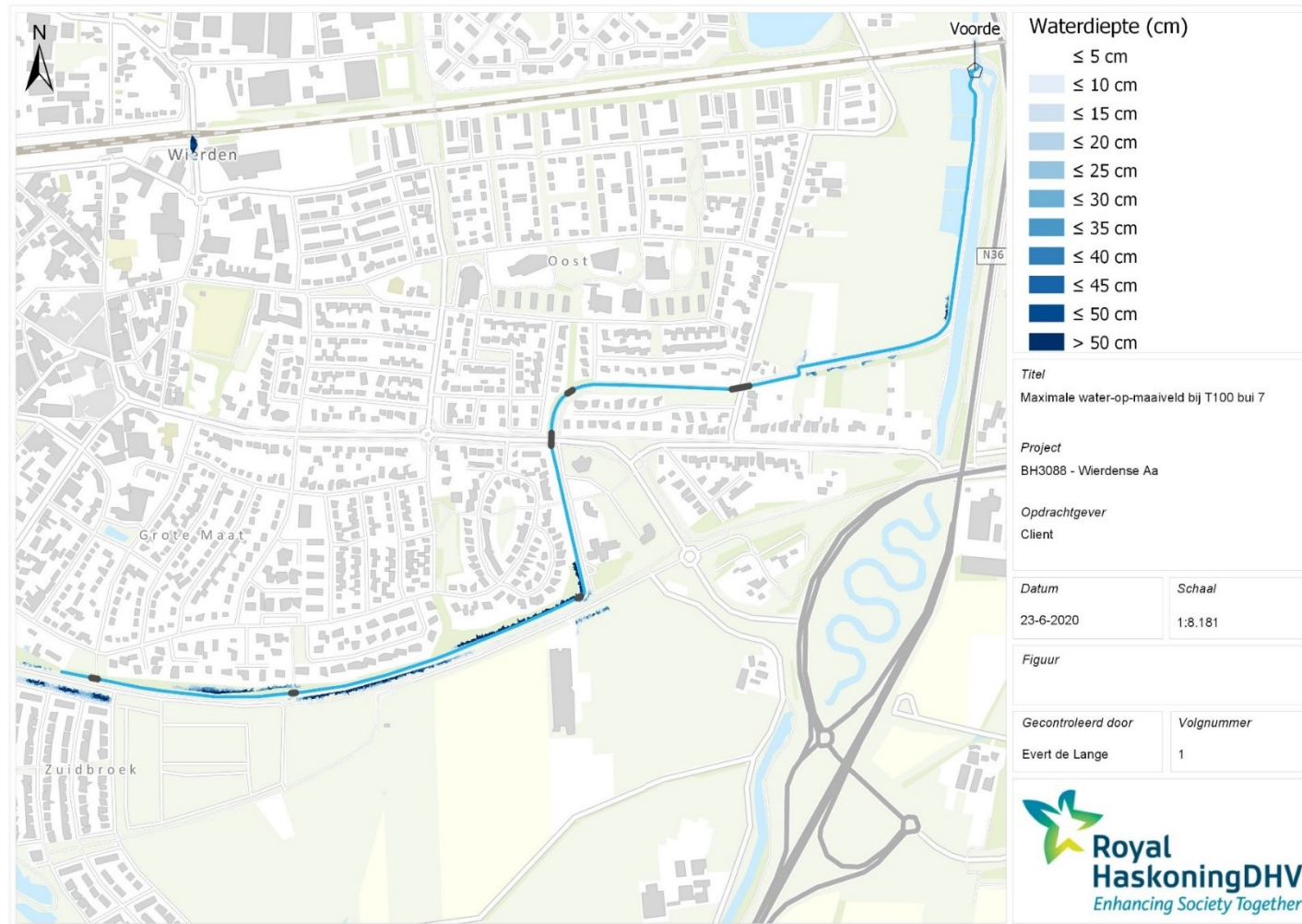
Inundatiebeeld bij T100 bui 3



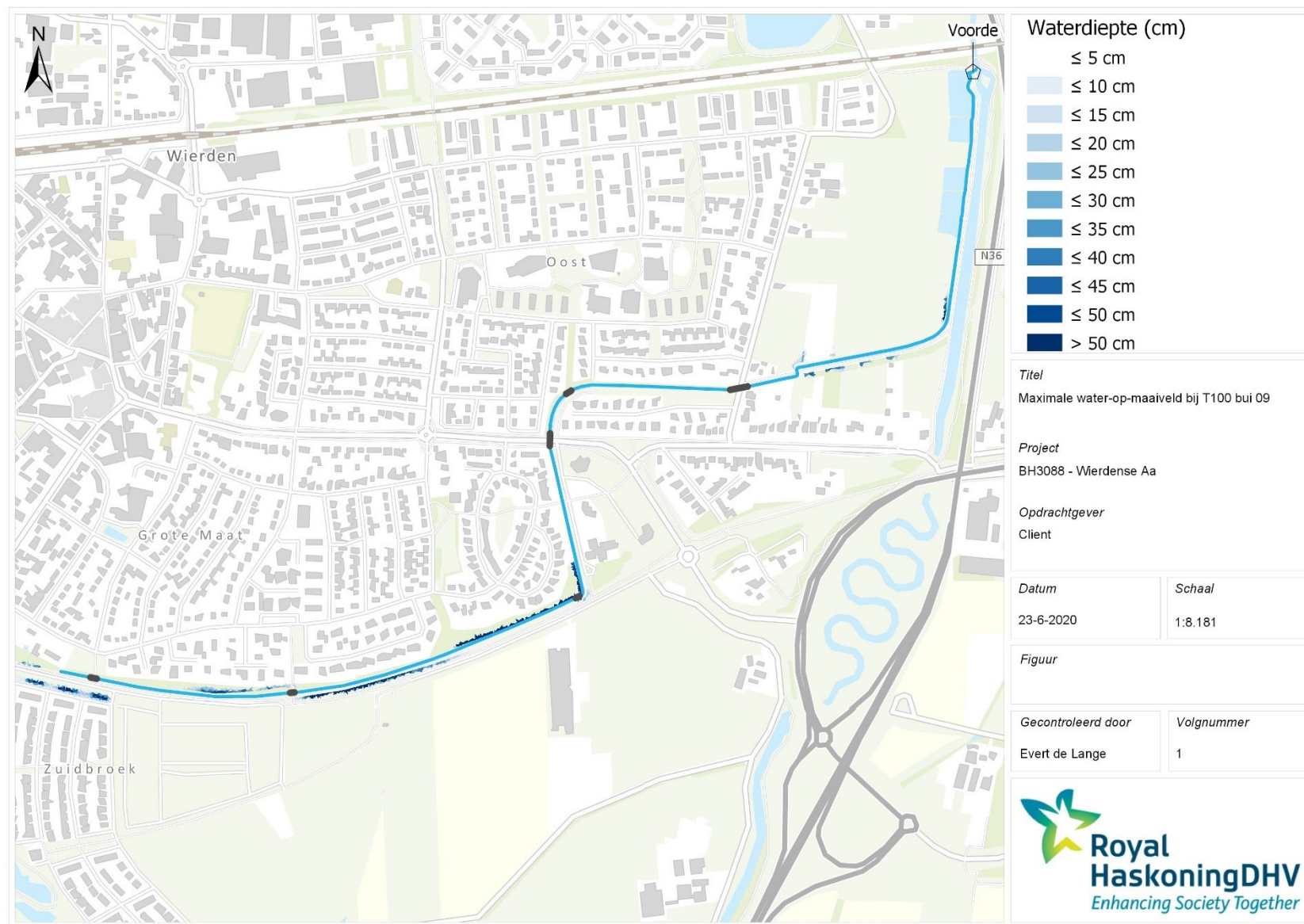
Inundatiebeeld bij T100 bui 5



Inundatiebeeld bij T100 bui 7



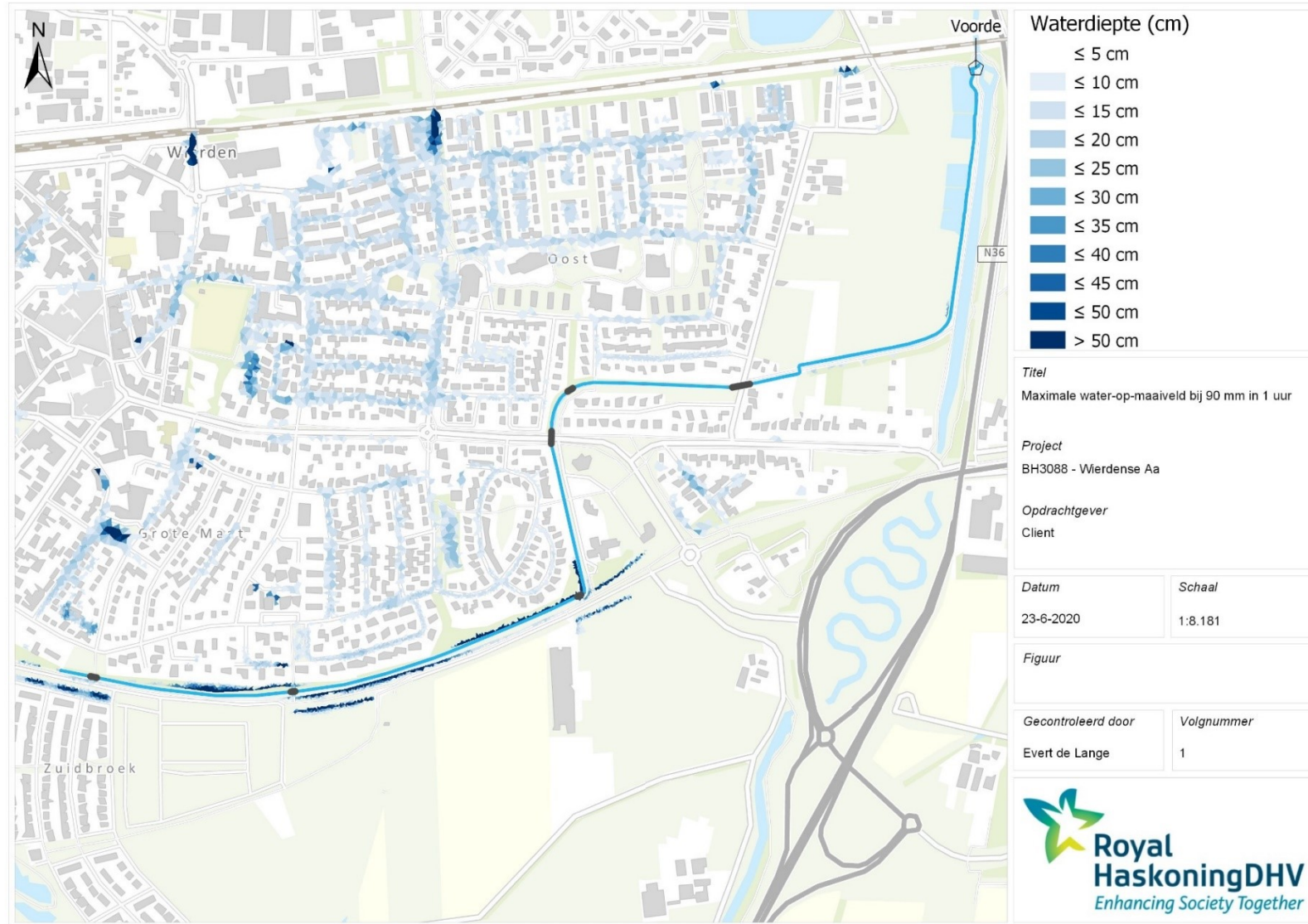
Inundatiebeeld bij T100 bui 9





Inundatiebeeld bij **90 mm in 1 uur**

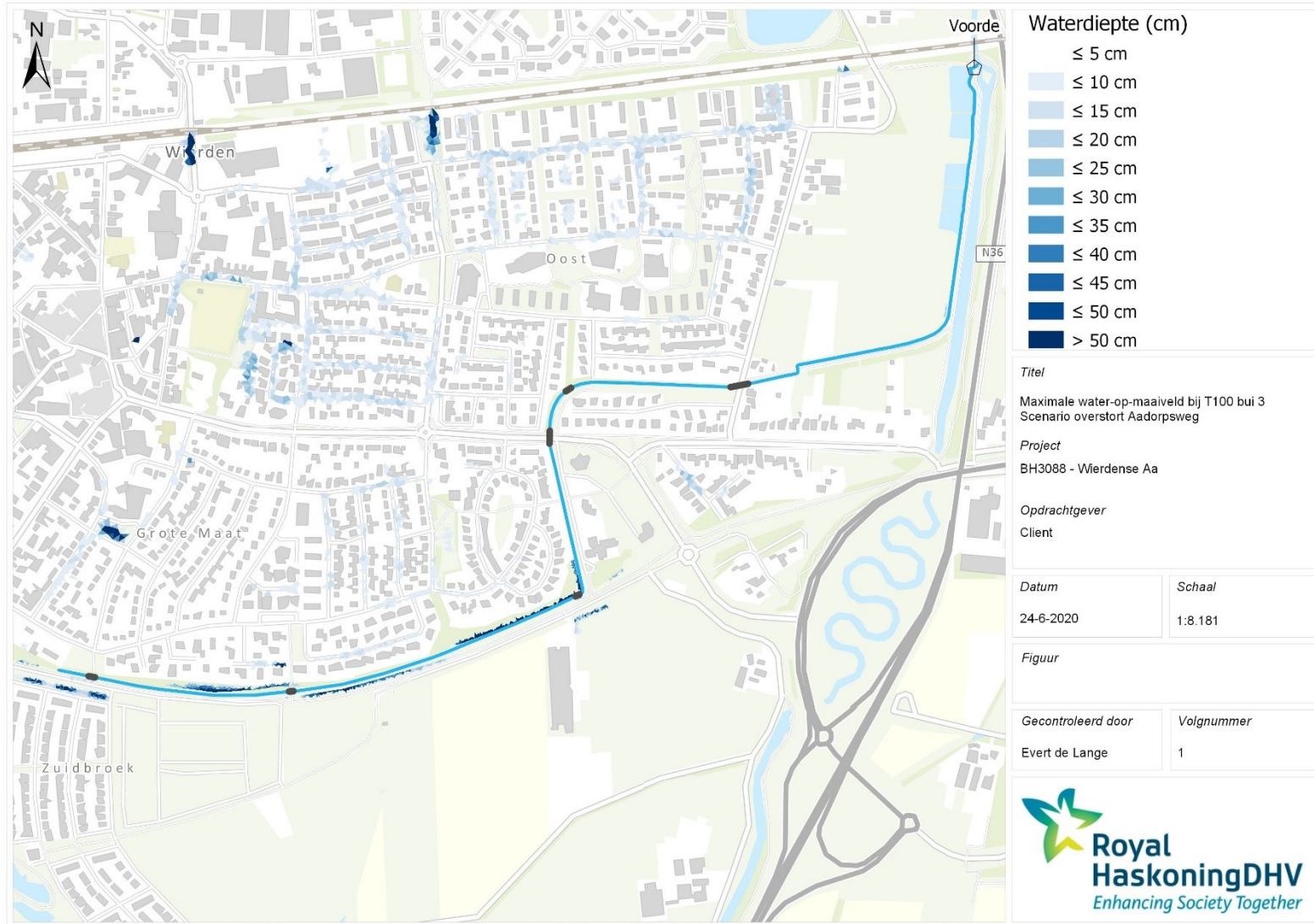
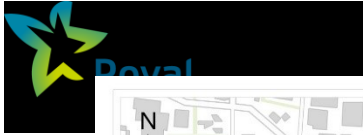
Projectgerelateerd



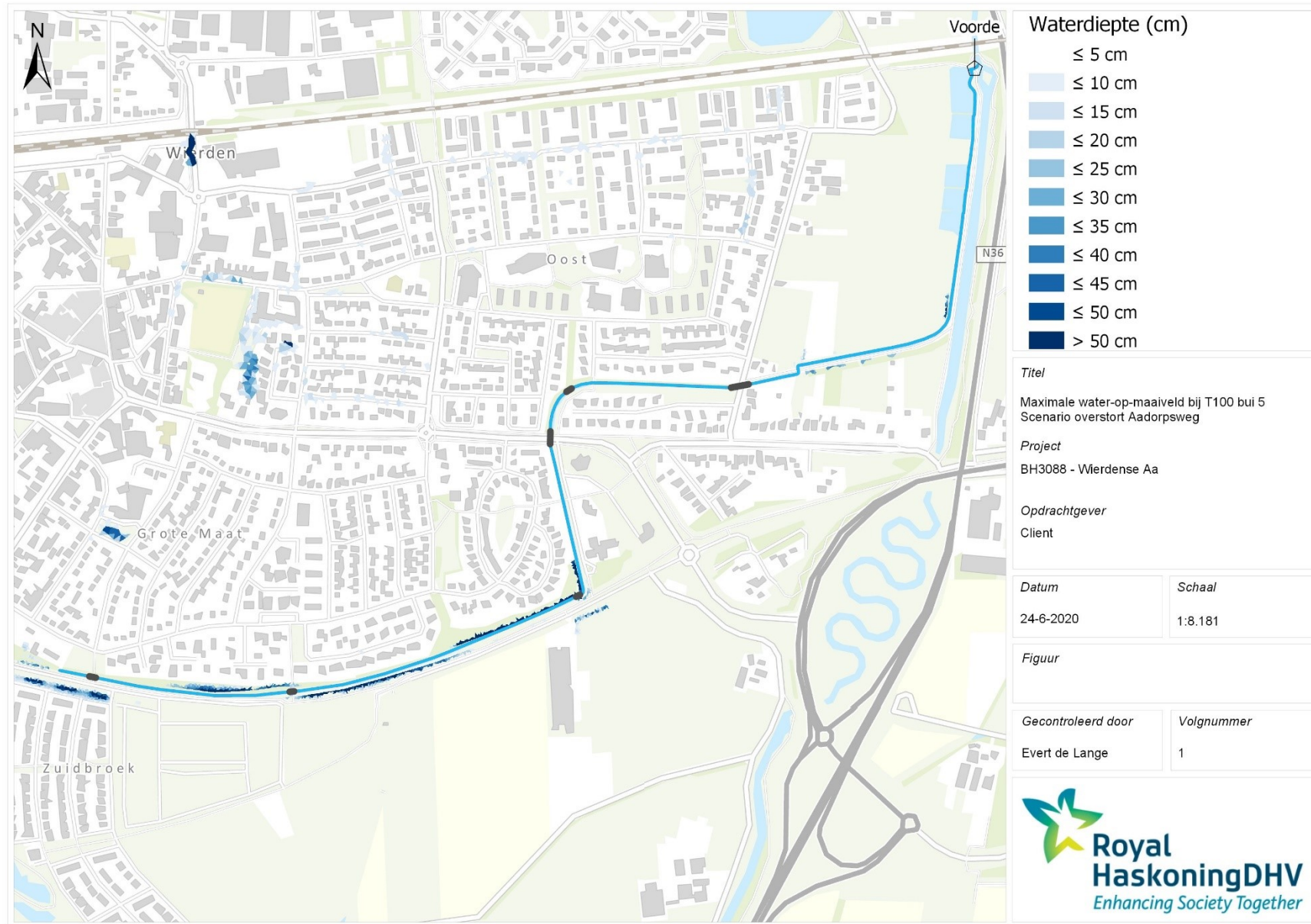
Bijlage F

Scenario overstort Aadorpsweg

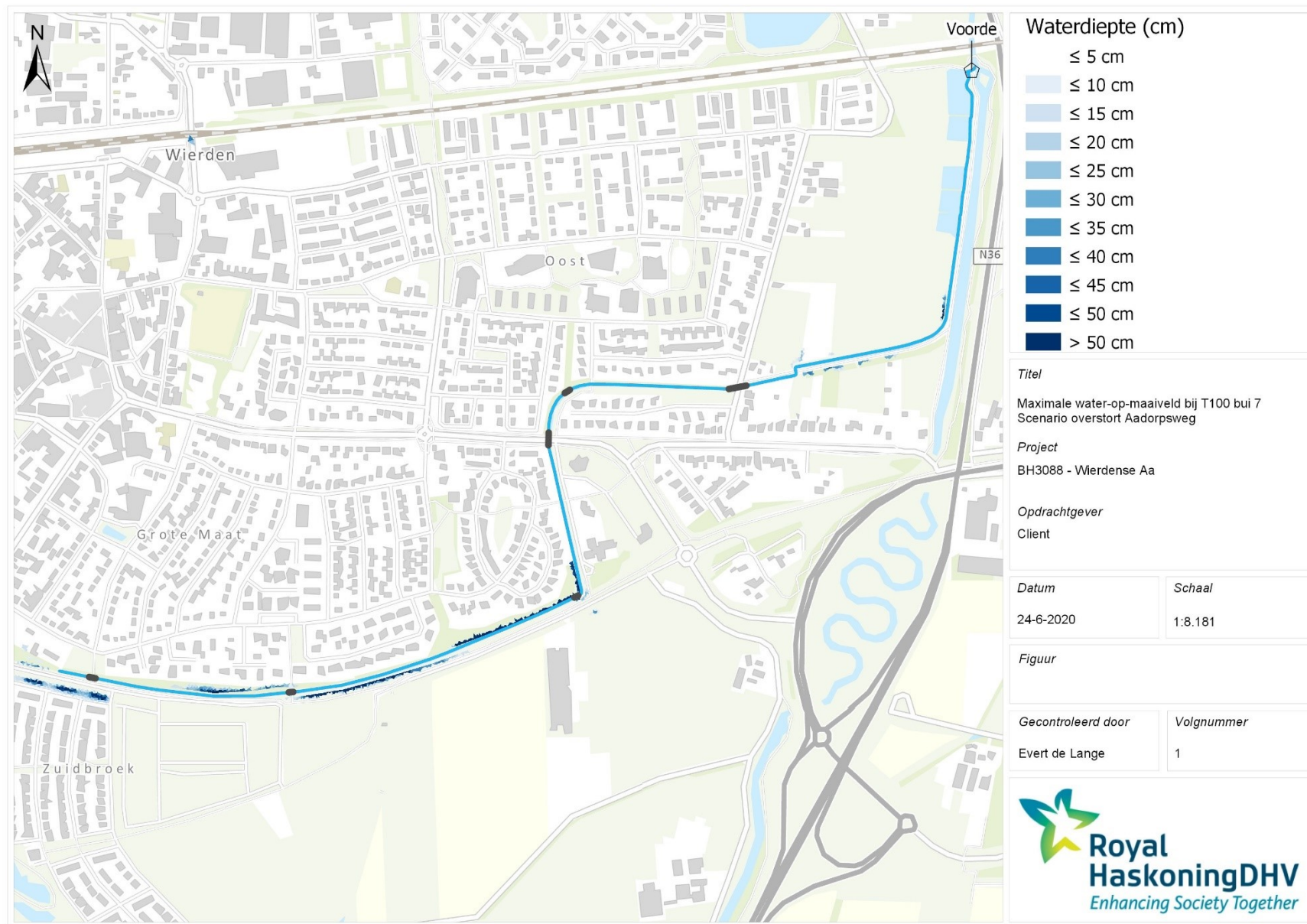
Projectgerelateerd



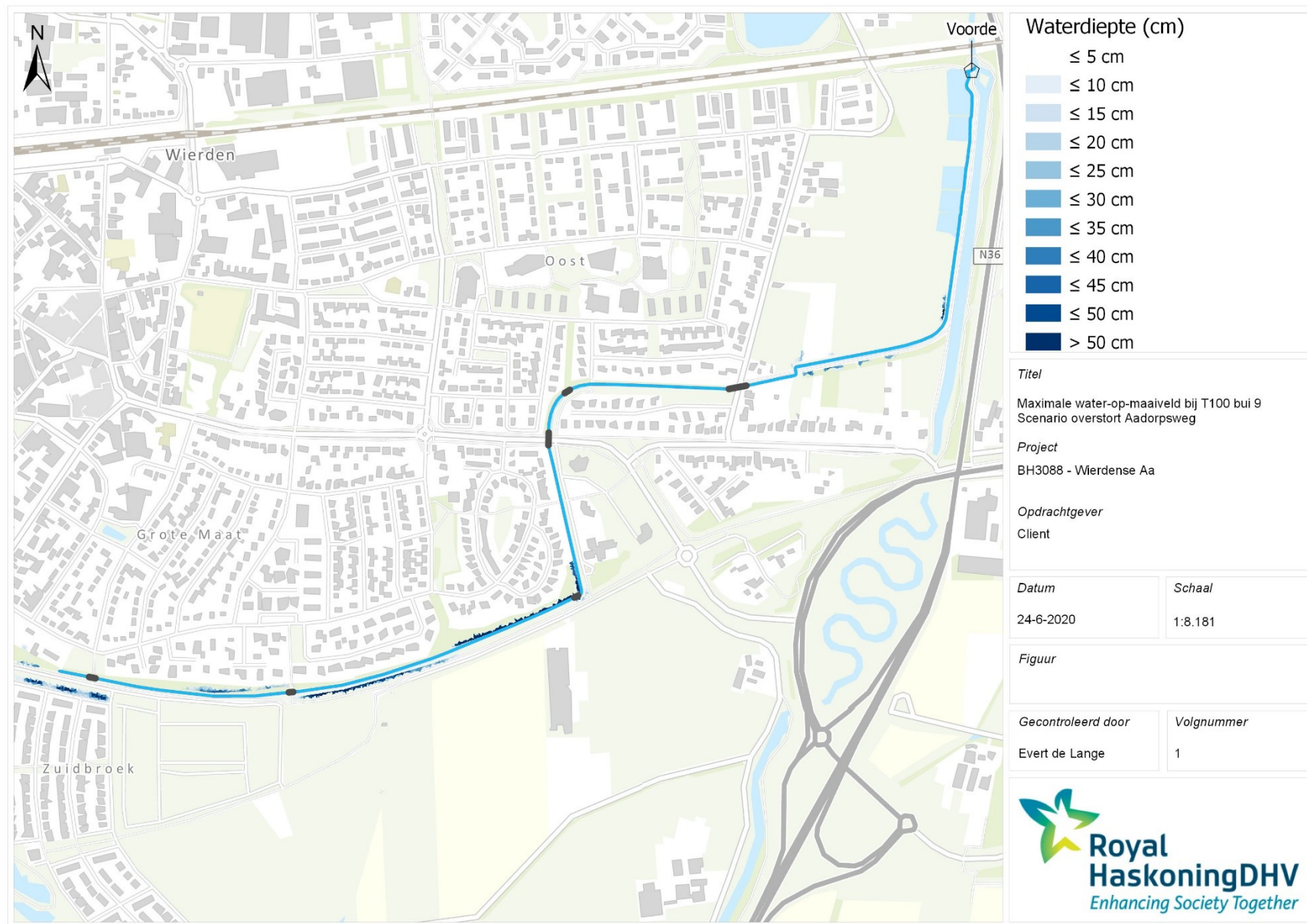
Projectgerelateerd



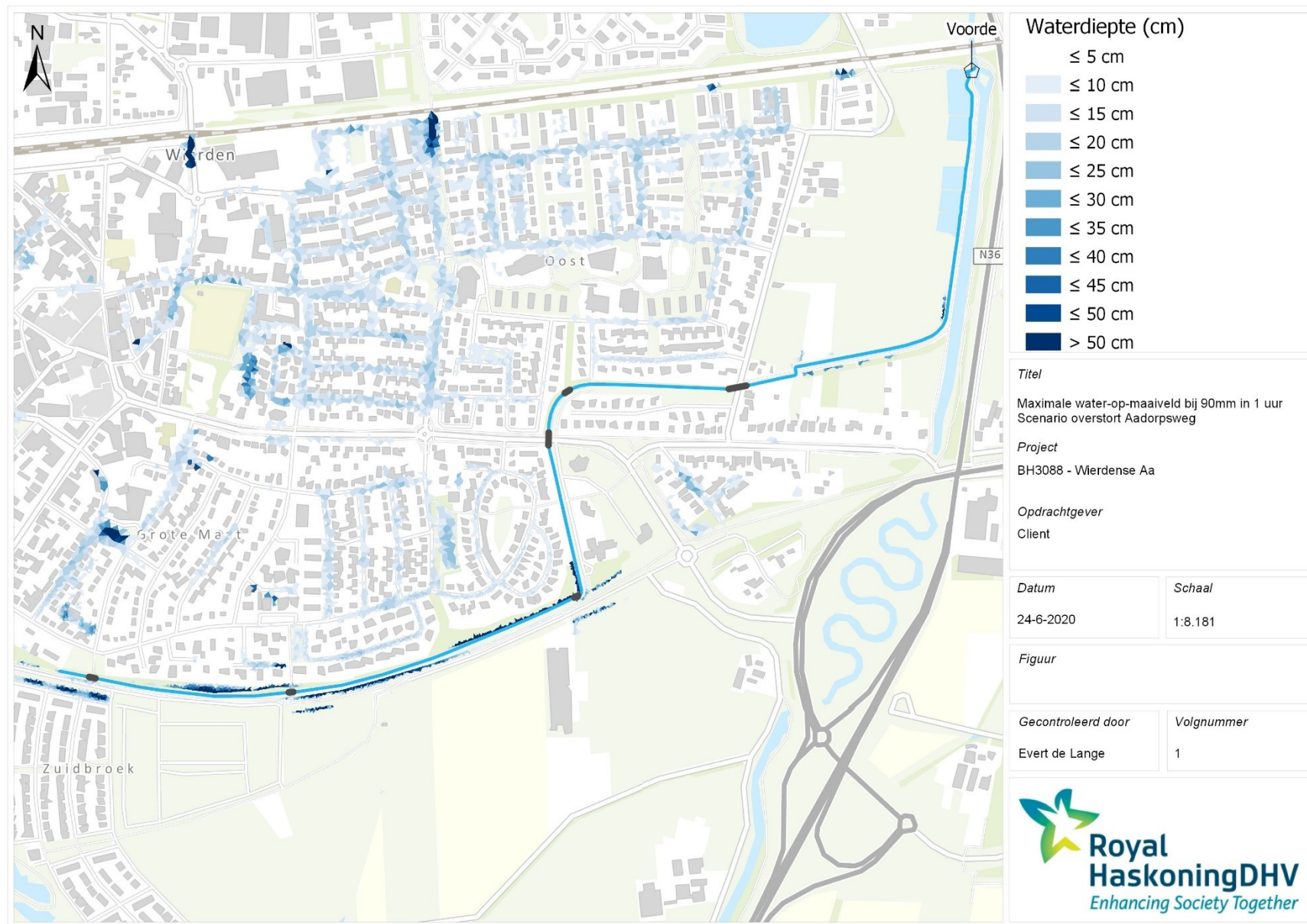
Projectgerelateerd



Projectgerelateerd



Projectgerelateerd





Bijlage G

Verslag overleggen met gebiedsbeheerders



Notulen

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aanwezig: Maandag 08/06 (sessie 1):

Jarno Kroeze (Waterschap Vechtstromen)
Marcel Wessels (Waterschap Vechtstromen)
Niek Heijs (Waterschap Vechtstromen/Arcadis),
Evert de Lange (Royal HaskoningDHV)
Martin Colee (Royal HaskoningDHV)

Woensdag 10/06 (sessie 2):

Richard Spikker (Gemeente Wierden)
Bert Ebeltjes (Gemeente Wierden)
Jarno Kroeze (Waterschap Vechtstromen)
Marcel Wessels (Waterschap Vechtstromen)
Martin Colee (Royal HaskoningDHV)

Afwezig:

Van: Martin Colee

Datum: 10 juni 2020

Locatie: Sessie 1: Microsoft Teams, Sessie 2: Gemeentewerf Wierden

Kopie:

Ons kenmerk: BH3088WATMI2006101430

Classificatie: Projectgerelateerd

Bijlagen:

Onderwerp: Overleg huidige situatie en wateroverlast Wierdense Aa

In de 2^e week van juni 2020 hebben twee losse overleggen plaatsgevonden welke beide als doel hadden om een beter beeld te krijgen van de huidige situatie in de Wierdense Aa en de wateroverlastsituaties die sinds de omkering van de afvoerrichting hebben plaatsgevonden. Deze ervaringen met het functioneren van het watersysteem van de Wierdense Aa kan helpen bij het vaststellen of het integrale model herkenbare uitkomsten geeft.

Daar deze twee overleggen hetzelfde doel hadden, en een aantal deelnemers bij beide gesprekken aanwezig waren, zijn de notulen van deze twee overleggen uit praktische overwegingen samengevoegd.

Ervaringen vanuit Waterschap Vechtstromen:

- De stedelijke afvoer vanuit de kern Wierden, ging voorheen via de Exloose Aa naar de Regge, in 2010 is de omvoerrichting omgekeerd richting de Wendel.
- Sinds die omkering is er in enkele gevallen sprake van de hogere waterstanden en wateroverlast dan voorheen.
- e afvoer van de Wierdense Aa richting de Wendel is een knelpunt, vooral in situaties waarin er een hoge waterstand op de Wendel is.



- Er is, na omkering van de afvoerrichting, een schot geplaatst in de (verlegde) duiker onder de Akkerwal om daardoor het stedelijk water richting het noorden te leiden.
- Na klachten van wateroverlast is dat schot voor de duiker onder de Akkerwal verwijderd, waardoor er weer afvoer richting de Exosche Aa mogelijk was.
- In een droog jaar is het schot voor de duiker onder de Akkerwal weer terug geplaatst, waardoor de afvoer weer richting de Wendel ging.
- Daarna, na klachten, is dit schot weer verwijderd. Momenteel is er dus geen schot geplaatst, en is afvoer zowel in noordelijke- als zuidelijke richting mogelijk. In het SOBEK model wordt er uitgegaan van de aanwezigheid van een schot, er wordt dus al uitgegaan van de gewenste plansituatie voor de toekomst (scheiden stedelijk en landelijk water).
- Eind mei 2014 zijn er klachten binnengekomen van ondergelopen kelders rondom de Sparrenlaan. Dit bleek ontstaan te zijn door drainagebuizen welke afvoerden op de Wierdense Aa. Deze afvoer van deze drains is omgelegd naar het HWA riool.
- Circa 2 jaar geleden (2018?) vond er ook een calamiteit plaats, afvoer richting de Wendel ging moeilijk. De aanwezigheid van stevige begroeiing lijkt een rol te hebben gespeeld.
- De laagste riooloverstort op de Wierdense Aa heeft een drempelhoogte van 8,42 m NAP, de meeste overstorten zitten hier net boven. De berekende waterstanden zijn hoger dan deze drempelhoogtes. Ook in de Wendel wordt een hoger peil berekend, waardoor er aan het eind van de buien sprake is van terugstroming in het riool. Metingen in het hoofdrioolgemaal zouden kunnen bevestigen of dit in de praktijk ook voorkomt (rekening houdend met het schot wat in de praktijk niet aanwezig is).

Ervaringen gemeente Wierden:

- In mei 2014 waren locaties met wateroverlast in De Grote Maatweg (specifiek De Grote Maatweg 30), en de Eikenlaan. Het rioolstelsel op deze locaties stond voor langere tijd helemaal vol waardoor hemelwater slecht kon worden afgevoerd en/of er water-op-straat optrad vanuit het riool.
- Tijdens deze calamiteit was er sprake van inundatie op enkele plekken in het bosplantsoen (de groenstrook tussen de Wierdense Aa en de Grote Maatweg/Sparrenlaan).
- Overige (bekende-) wateroverlastlocaties in Wierden zijn de Korianderhof/plan Oost. Of het hydraulisch functioneren ter plaatse gerelateerd kan worden aan (mogelijke-) instroming vanuit de Wierdense Aa is niet bekend.
- De duiker onder de Almelsestraat is in het recente verleden verstopt geweest, dit zorgde voor sterke opstuwing bovenstrooms van deze duiker. Dit probleem is toen snel verholpen door het waterschap.