

Keringen Esch

HYDROLOGISCH RAPPORT

Projectleider	: WS de Dommel/ Hans Koekkoek
Hydroloog	: WS de Dommel/ Guido van Wijk
Datum	: Maart 2019
Status	: definitief
Projectnummer	: P016910

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Hydrologisch model Huidige Situatie	5
2.1	Inleiding	5
2.2	Toegepaste neerslagreeks voor Huidig Klimaat	5
2.3	Modellentrein HMI.....	5
2.4	Detailmodel Essche Stroom.....	6
3	Input voor bepalen MHW T150.....	11
3.1	Toekomstig Klimaat.....	11
3.2	Autonome ontwikkeling	11
3.3	Verhogen regionale waterkering Esch	13
3.4	Verplaatsen stuw Esch.....	13
4	Berekeningsresultaten MHW	14
5	Slotbepaling.....	15
	Bijlage 1: Waterstandseffect door verbreden kering	16
	Bijlage 2: Inundaties T1 t/m T150	19

Lijst met figuren

Figuur 1: Deel van de HMI-modellen	5
Figuur 2: Detailmodel (links met topografische ondergrond)	6
Figuur 3: Ruwheidsverdeling (Strickler).....	7
Figuur 4: Ingemeten watergangen	7
Figuur 5 Verschil in grid na doorgevoerde verbetering (m)	8
Figuur 6: Locaties waarop debiet-vergelijk is uitgevoerd (HMI waterlopen van 2609BDBE.lit (grijs)	9
Figuur 7: Vergelijk van de verschillende debietranden / links : T150 zonder klimaat) rechts : T150 met klimaat	9
Figuur 8: Locaties waarop waterstands-vergelijk is uitgevoerd (HMI waterlopen van 2609BDBE.lit (grijs).....	10
Figuur 9: Vergelijk van de verschillende waterstanden / links : T150 zonder klimaat / rechts : T150 met klimaat).....	10
Figuur 10: Autonome ontwikkeling (Beekherstel Essche Stroom)	12
Figuur 11: Ontwerpprofiel Essche Stroom	12
Figuur 12: Ontwerpprofiel Kleine Aa	12
Figuur 13: Verhogen en verbreden kering (links Essche Stroom / rechts bermsloot)	13
Figuur 14: Stuw Esch.....	13
Figuur 15: MHW-situatie (T150 (=incl. klimaat en incl. Maasinvloed)).....	14
Figuur 16: Waterstanden MHW-situatie T150 en referentiesituatie.....	15
Figuur 17: Inundaties huidig vs. autonome ontwikkeling bij een T1 afvoersituatie (excl. klimaat)	19
Figuur 18: Inundaties huidig vs. autonome ontwikkeling bij een T10 afvoersituatie (excl. klimaat)	20
Figuur 19: Inundaties huidig vs. autonome ontwikkeling bij een T25 afvoersituatie (excl. klimaat)	21
Figuur 20: Inundaties huidig vs. autonome ontwikkeling bij een T50 afvoersituatie (excl. klimaat)	22
Figuur 21: Inundaties huidig vs. autonome ontwikkeling bij een T100 afvoersituatie (incl. klimaat)	23
Figuur 22: Inundaties huidig vs. autonome ontwikkeling bij een T150 MHW-situatie (incl. klimaat)	24

1 INLEIDING

Bij het bepalen van het benodigd waterkerend vermogen van de regionale kering bij Esch wordt uitgegaan van de MHW (Maatgevende hoogwaterstand):

“de waterstand tijdens maatgevende omstandigheden,
excl. het effect van stroming, opwaaiing en
excl. eventueel andere waterstandsverhogende oorzaken”

Bij het bepalen van de MHW wordt vooruit gekeken en daarom wordt hierin klimaatsverandering meegenomen evenals autonome ontwikkeling (ontwerp beekherstel Essche Stroom). Onderliggende technische rapportage geeft achtergrondinformatie over het hydrologisch instrumentarium en de daarmee berekende MHW-resultaten. Het zet de uitgangspunten uiteen en geeft een toelichting op de werkwijze.

2 HYDROLOGISCH MODEL HUIDIGE SITUATIE

2.1 INLEIDING

Voor het berekenen van het MHW worden oppervlaktewatermodellen gebruikt (SOFTWARE: SOBEK VERSIE 2.15.003). Het gebied van Waterschap de Dommel is onderverdeeld in verschillende modelgebieden. De modellen van deze gebieden vallen onder het HMI (Hydrologisch Modelinstrumentarium) en worden gebruikt voor allerlei modelstudies, wateropgaves en andere onderzoeken. In de modellen zitten de zo recent mogelijke geometrische gegevens die nodig zijn om het gebied (en daarmee het hydrologisch gedrag) goed te kunnen beschrijven, gegevens van:

- waterlopen,
- dwarsprofielen,
- duikers,
- bruggen,
- stuwen en
- de maaiveldligging om overstrooming goed te kunnen nabootsen.

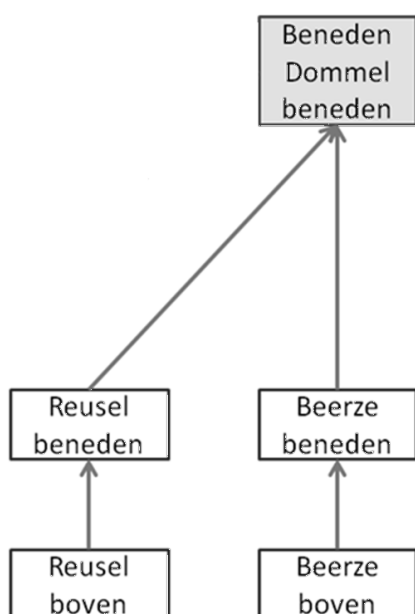
Verderop wordt dieper ingegaan op de herkomst van deze gegevens.

2.2 TOEGEPASTE NEERSLAGREEKS VOOR HUIDIG KLIMAAT

De modellen worden gevoed door een gekalibreerd neerslag-afvoermodel die de neerslag vertaalt naar een afvoerdebiet in de watergangen van het gebied. Om te komen tot afvoergolven die horen bij maatgevende situaties met herhalingstijden van T1, T10, T25, T50, T100 (MHW), is de 100-jarige neerslag van de Bilt doorgerekend. Hierbij is gebruik gemaakt van de meest actuele neerslagstatistiek (STOWA, 2015-10, november 2015). Dit is gedaan met de zogeheten 'gedetrende reeks' van de Bilt (KNMI). Dit detrenden is nodig gebleken om 'oud klimaat' uit de 100 jarige neerslagreeks te halen, om zo een goede inschatting te kunnen maken van het huidig klimaat (anno 2014). De bij T1 t/m T100 behorende afvoergolven zijn vervolgens doorgerekend met de HMI-modellen. Naast deze berekeningen met huidig klimaat zijn deze berekeningen ook gedaan met daarbij rekening houdende met toekomstig klimaat (zie paragraaf 3.1)

2.3 MODELLENTREIN HMI

Bij de totstandkoming van de maatgevende waterstand bij Esch worden bovenstrooms gelegen modellen na elkaar doorgerekend, waarbij de golf steeds wordt doorgegeven aan het volgende model. In figuur 1 is schematisch weergegeven welke modellen na elkaar zijn doorgerekend. De keringen langs de kern Esch liggen in het "Beneden Dommel Beneden"-model.

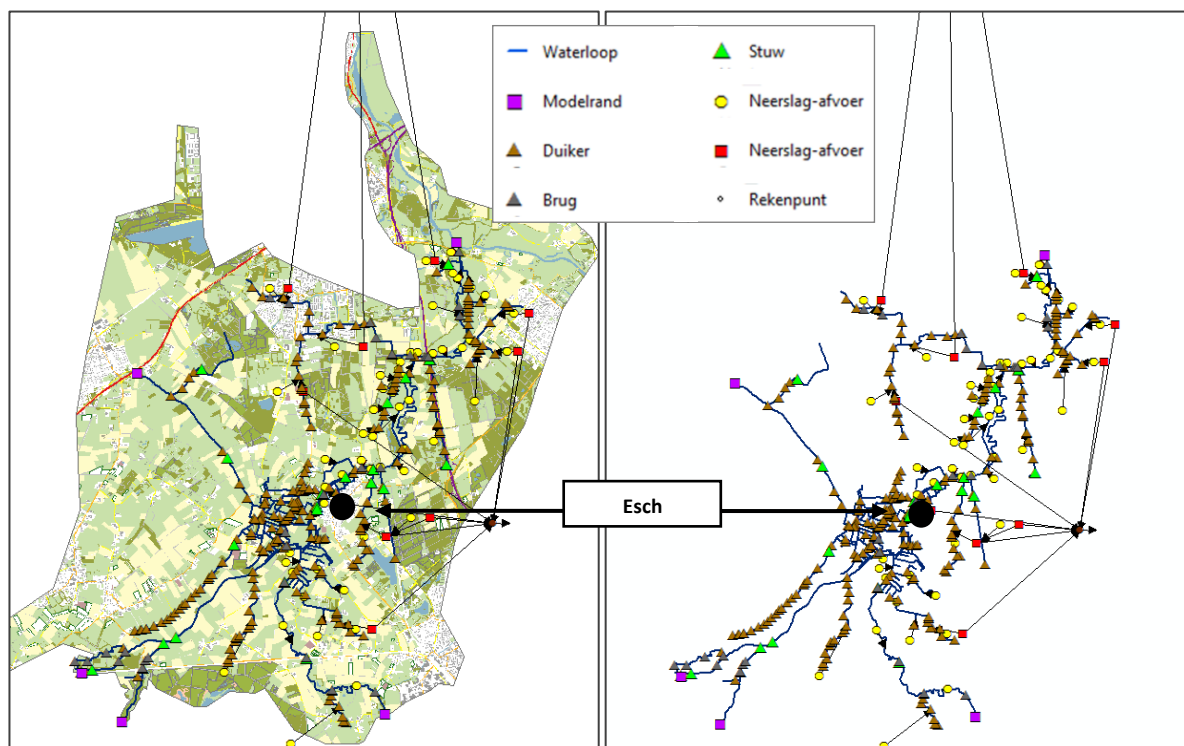


Figuur 1: Deel van de HMI-modellen

2.4 DETAILMODEL ESSCHE STROOM

Binnen het modelgebied van het “Beneden Dommel Beneden”-model heeft Waterschap de Dommel een detailmodel opgebouwd voor het stroomgebied van de Essche Stroom. Dit detailmodel vindt zijn oorsprong in het overkoepelend project waarbinnen gewerkt wordt aan de herinrichting van de Essche Stroom (projectnummer waterschap de Dommel: P016901). Daarbinnen zijn al eerder hydrologische berekeningen uitgevoerd ter ondersteuning van diverse deelprojecten in het stroomgebied van de Essche Stroom, bijvoorbeeld Halsche Beemden en Bleijendijk. Dit model is in de loop van tijd steeds verder verbeterd. Door het hogere detailniveau is het model beter geschikt om de MHW-berekeningen uit te voeren dan met het HMI-model, dat regionaal van opzet is.

De berekende afvoergolven (T1 t/m T100), welke eerder in dit achtergrondrapport zijn toegelicht, zijn vanuit het HMI-model doorgegeven aan het detailmodel voor de Essche Stroom. In figuur 2 hieronder is het detailmodel weergegeven.



Figuur 2: Detailmodel (links met topografische ondergrond)

2.4.1 SPECIFIEKE INHOUD DETAILMODEL

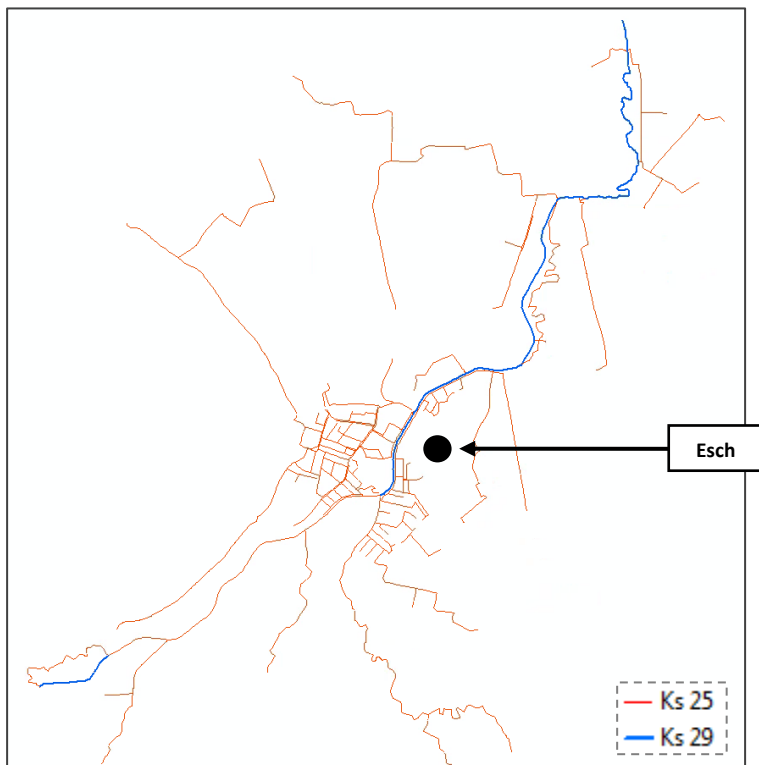
Modelranden

Bij het bepalen van de bovenstroomse modelranden (afvoeren) is aangesloten op het HMI-model, door daaruit de afvoergolven over te nemen.

Op de benedenstroomse modelrand is rekening gehouden met verhoogde waterstanden door invloed vanuit de Maas. Daarbij is een maximale waterstand gebruikt van 4.90 m NAP bij de Vugtherstuw (afgetopt op het kritieke peil van 4.90 m NAP door inzet van waterbergingsgebieden bij 's-Hertogenbosch).

Weerstandscoefficienten

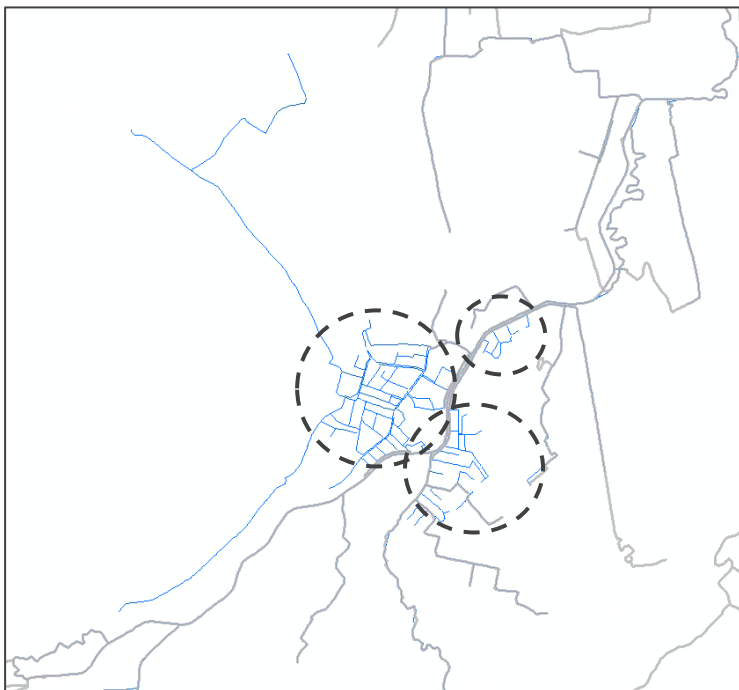
De ruwheidsformulering is gewijzigd zodat het model aansluit bij het HMI-instrumentarium. In het HMI-instrumentarium zijn, als het gaat om het modelgebied van de Essche Stroom, twee ruwheidswaarden gebruikt voor de dynamische berekeningen: ruwer, namelijk Strickler = $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ en minder ruw, namelijk $29 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Dit zijn ruwheidswaarden die afhankelijk zijn van de waterloopklasse en landgebruiksklasse, maar die vervolgens in het kalibratieproces zijn bijgesteld. Voor hoogwaterberekeningen ziet dat er als volgt uit:



Figuur 3: Ruwheidsverdeling (Strickler)

Watergangen

De watergangen rondom Esch zijn in 2014 ingemeten om het benodigde detail in het model aan te brengen. De dunne blauwe lijnen binnen de cirkels in figuur 4 geven de watergangen aan die zijn ingemeten en aan het model zijn toegevoegd. De duikers die in de watergangen aanwezig zijn, zijn ook ingemeten en aan het model toegevoegd. De lijnen binnen de meest linkse cirkel waren al in 2009 ingemeten (Ruiting).



Figuur 4: Ingemeten watergangen

In het detailmodel zijn voor de rest van het modelgebied ook ingemeten dwarsprofielen opgenomen. Zo zijn voor de gebieden Hasche Beemden en Bleijendijk de inmetingen van 2014 en 2015 verwerkt in het model.

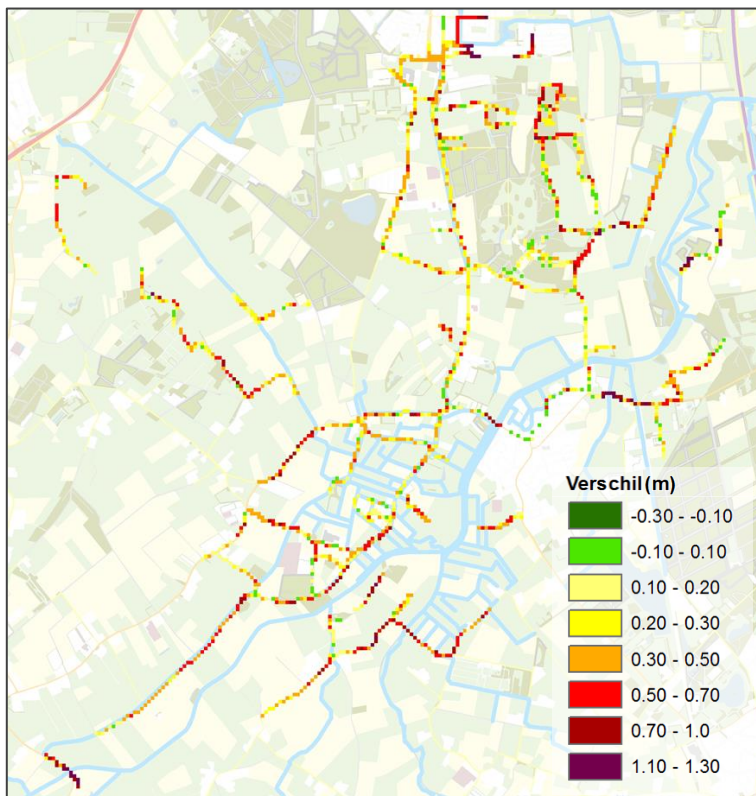
Voor een groot deel van het bovenstroomse traject van Esch is autonome ontwikkeling meegenomen door uit te gaan van beekherstel. Daarvoor zijn ontwerpprofielen opgenomen (daar wordt verderop dieper op ingegaan). Verder is het model bijvoorbeeld bovenstrooms verlengd zodat meander de Nemerlaer ook in het model werd opgenomen, het model is benedenstrooms ingekort tot aan de samenkomst met de Dommel.

2D-overstromingsgrid

Het detailniveau van het overstromingsgrid is gebonden aan een resolutie van 25 meter. Wegen, maar bijvoorbeeld ook fietspaden zijn vaak smaller dan 25 meter, maar vormen wel kerende lijnelementen in het landschap.

Aangezien 25 meter de resolutie is van het 2D overstromingsgrid, worden dit soort kerende lijnelementen uitgemiddeld door de lagere bermen of lager gelegen weilanden in de directe omgeving. De daadwerkelijke hoogte van het kerende lijnelement is daarom in een nabewerking doorgevoerd om de kerende hoogte te respecteren.

In figuur 5 is weergegeven hoe de aanpassingen in het overstromingsgrid zijn gedaan. Het verschil is in meters weergegeven.



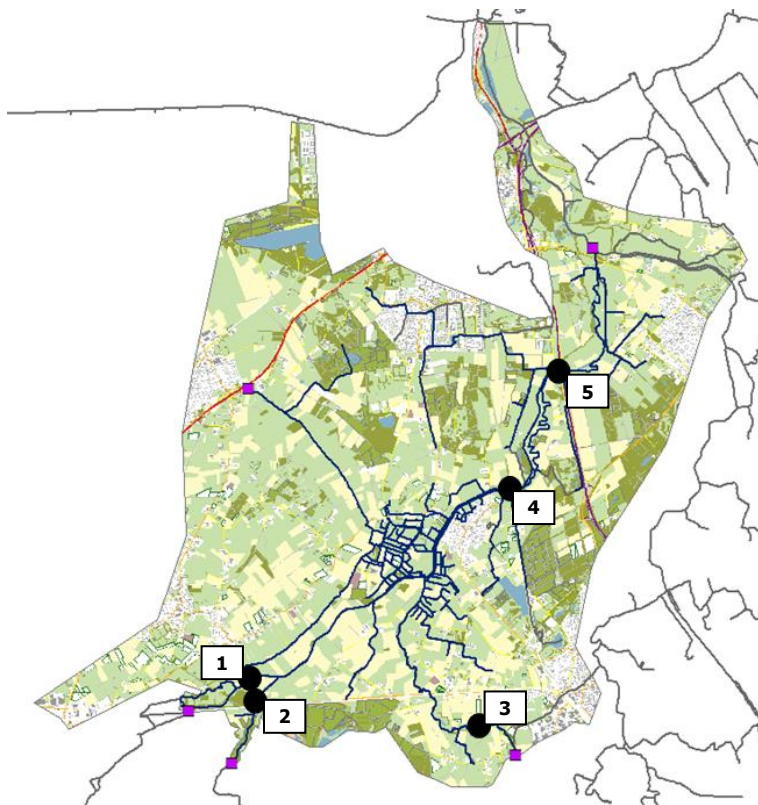
Figuur 5 Verskil in grid na doorgevoerde verbetering (m)

Ten behoeve van het project Halsche Beemden en Bleijendijk was een dergelijke gridverbetering benedenstrooms reeds doorgevoerd.

2.4.2 PRESTATIES DETAILMODEL T.O.V. HMI-MODEL

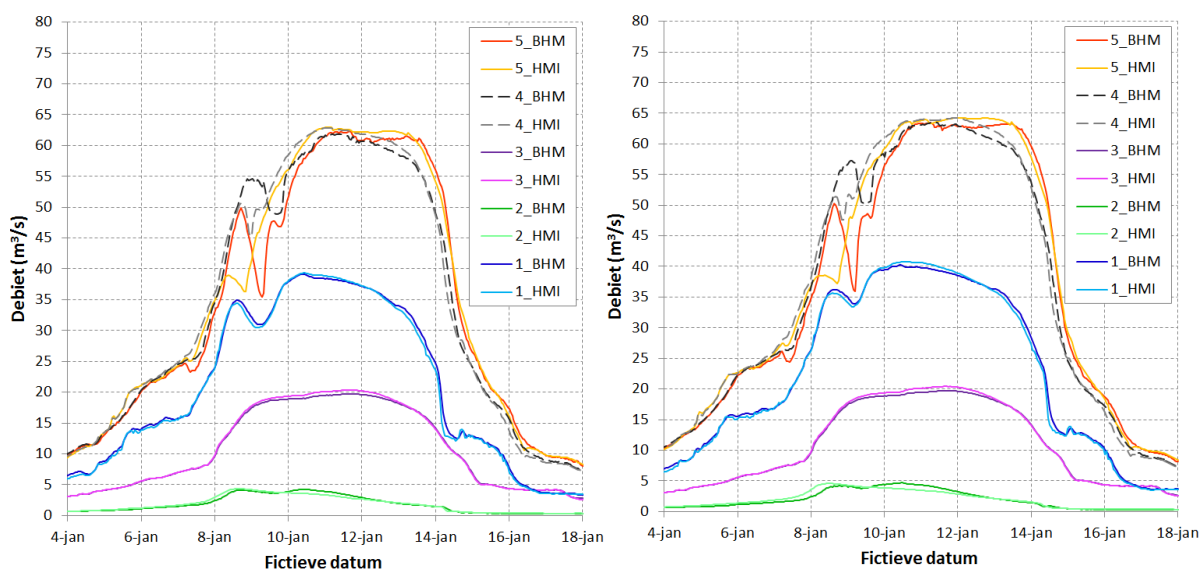
Nadat de randen zijn overgezet op het basismodel voor de Essche Stroom zijn deze, na het doorrekenen ervan, gecontroleerd. Die controle, waarbij de modelrandvoorwaarden vergeleken met die van het HMI, is hieronder weergegeven. Dit is gedaan voor T = 150 zonder en met het 2050 klimaatscenario en is gedaan op de onderstaande locaties, weergegeven in figuur 6:

1. de Essche Stroom beneden Nemelaer
2. de Rozep
3. de Kleine Aa
4. Onder de spoorbrug bij Esch
5. Benedenstrooms van Halsche Beemden



Figuur 6: Locaties waarop debiet-vergelijk is uitgevoerd (HMI waterlopen van 2609BDBE.lit (grijs))

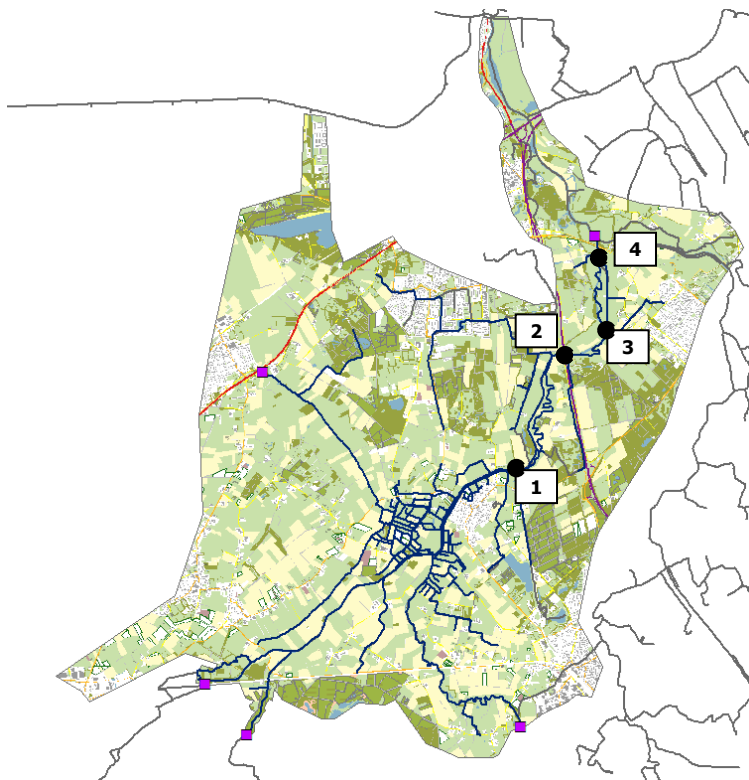
Hieronder zijn de debietreeksen weergegeven van het model. De donkere/hardere kleuren zijn steeds van het detailmodel Essche Stroom (hier aangeduid met BHM) met de bijbehorende lichtere kleur voor het HMI-model. Links is T150 zonder klimaat en rechts is met klimaat.



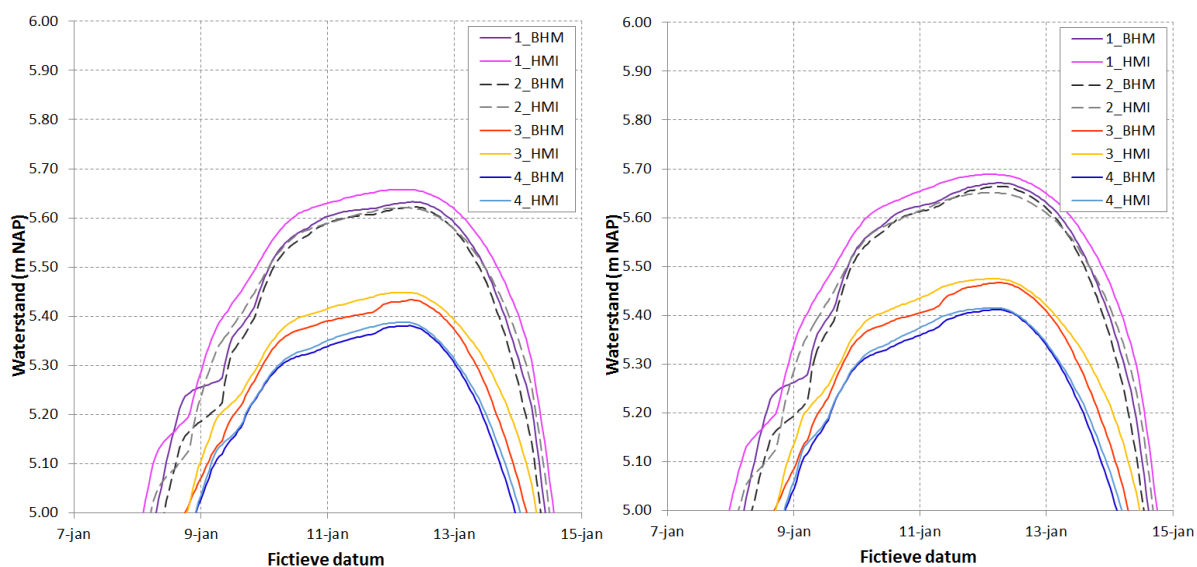
Figuur 7: Vergelijk van de verschillende debietranden / links : T150 zonder klimaat) rechts : T150 met klimaat
(*nummers corresponderen met figuur 6)

Conclusie: Te zien is dat de verschillende debietranden goed zijn overgenomen vanuit het HMI en dat de debieten goed overeenkomen (verschillen minimaal).

Naast het vergelijken van de debietranden is ook een vergelijking gemaakt met de waterstandsranden van beide modellen. Dit is op een 4-tal plaatsen gedaan. Zie hieronder de locaties waar de waterstanden zijn vergeleken.



Figuur 8: Locaties waarop waterstands-vergelijk is uitgevoerd (HMI waterlopen van 2609BDBE.lit (grijs))



Figuur 9: Vergelijk van de verschillende waterstanden / links : T150 zonder klimaat / rechts : T150 met klimaat)
(*nummers corresponderen met figuur 6)

Conclusie: Te zien is dat de verschillende waterstanden goed overeenkomen met die vanuit het HMI-model. We zagen al dat de afvoerlopen / debieten goed zijn overgenomen. Dat is input voor het model. De waterstanden worden door het model zelf berekend, maar ook hier zien we dat die niet in een vreemde mate afwijken van het HMI-model.

Het algehele modelvergelijk van modelinput en rekenresultaten geeft vertrouwen in het functioneren van het detailmodel voor de Essche Stroom. De verschillen zijn niet groot en zijn te verklaren aan de hand van doorgevoerde modelverbeteringen. Van beide modellen is getracht het beste te behouden: Van het HMI zijn de verbeterde randvoorwaarden overgenomen, van het detailmodel weten we dat het meer detailinformatie bevat.

3 INPUT VOOR BEPALEN MHW T150

Bij toetsing en ontwerp van de benodigde kerende hoogte is het van belang dat deze toekomstbestendig is. Bij het bepalen van de MHW wordt daarom vooruit gekeken en is:

- 1) klimaatsverandering meegenomen, evenals
- 2) autonome ontwikkeling (beekherstel Essche Stroom).

Bij het ontwerpproces van de regionale kering bleek dat het verplaatsen van stuw Esch in bovenstroomse richting voordeel opleverde in meerdere opzichten. Aanleiding voor het verplaatsen van de stuw is ruimtegebrek door het breder worden van de kering. Daarom is ook gerekend met:

- 3) verbreding en verhoging van de kering en
- 4) een verplaatste stuw Esch.

3.1 TOEKOMSTIG KLIMAAT

Bij het berekenen van de MHW is het effect van klimaatverandering meegenomen. Het KNMI heeft klimaatscenario's uitgewerkt en hebben deze in 2014 vrijgegeven: oplopend in extremiteit zijn dat de klimaatscenario's G_L, G_H, W_L en W_H . Waterschap de Dommel gebruikt het zichtjaar 2050 (landelijk) met het meest extreme scenario W_H . Dit zijn tevens de gebruikte uitgangspunten die gebruikt zijn bij de provinciale Verordening ruimte.

Toelichting Huidig Klimaat: De neerslagreeks zoals vaak gebruikt (De Bilt) voor hydrologische analyses kent een trend. Namelijk: in het laatste deel van de afgelopen honderd jaar is de neerslag sterker toegenomen, waaruit blijkt dat klimaatverandering gaande is. De reeks van de Bilt is hierop gecorrigeerd naar een nieuwe neerslagreeks (gedetrende reeks). Dit is gedaan om het huidig klimaat (2014) vast te leggen.

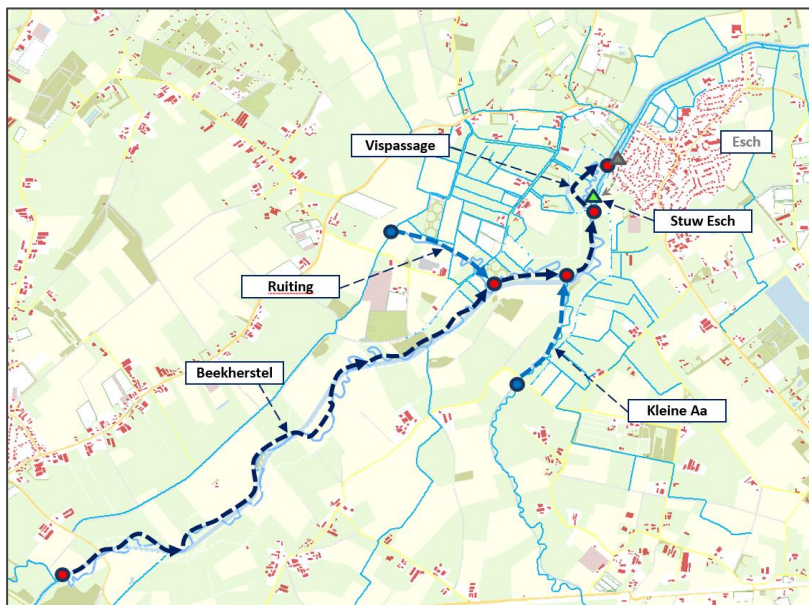
In deze rapportage geldt: De T1 t/m T50 is berekend op basis van huidig klimaat. De T100 en T150 is berekend op basis van klimaatscenario 2050 W_H . T150 is gebruikt voor het bepalen van de MHW waarop de kering ontworpen is.

3.2 AUTONOME ONTWIKKELING

Een ander belangrijk uitgangspunt bij het berekenen van deze MHW waterstand is het meenemen van autonome ontwikkeling. Daartoe is het meest recente ontwerp van het beekherstel van de Essche Stroom in de modelberekeningen meegenomen. Het ontwerp is iteratief tot stand gekomen, waarbij gelet is op het behalen van verschillende natuurdoelen (KRW) en landbouwdoelen. Het ontwerp beekherstel loopt vanaf de Nemer tot aan de stuw bij Esch. Voor het ontwerp geldt dat:

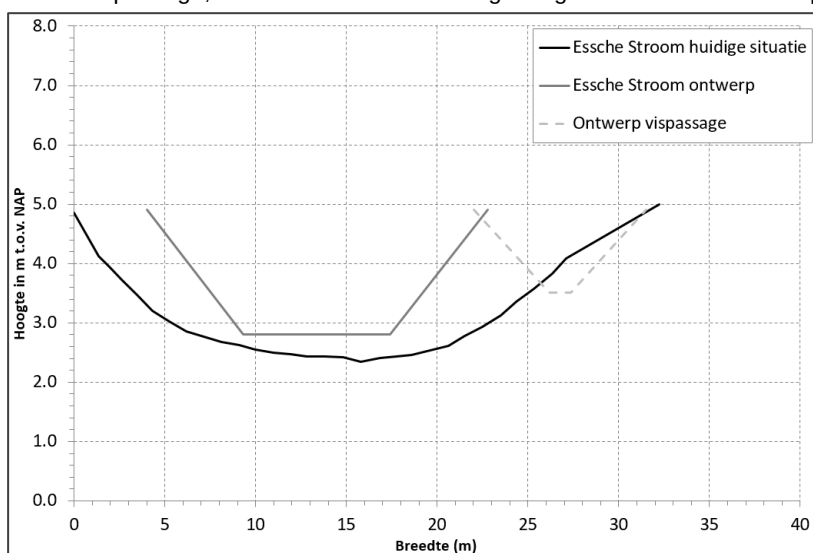
- op de trajecten met beekherstel meandering is opgenomen. Daarbij is de ligging van de loop voor het grootste deel gebaseerd op oude gegevens van de historische ligging.
- Verder zijn in het ontwerp aanpassingen doorgevoerd aan het beekprofiel en
- is de beekbodem verhoogd, waardoor
- stuw Bruggelaer kan komen te vervallen.

Op het laatste deel van het beekherstel traject bevindt zich de vispassage die de verplaatste stuw op dat traject vispasseerbaar moet maken. Op het laatste deel van de Kleine Aa, namelijk vanaf de Helweg vindt ook beekherstel plaats. Verder wordt een verbinding gemaakt zodat water van de Ruiting richting de Essche Stroom kan, in drogere perioden. In figuur 10 zijn de verschillende trajecten schematisch weergegeven.

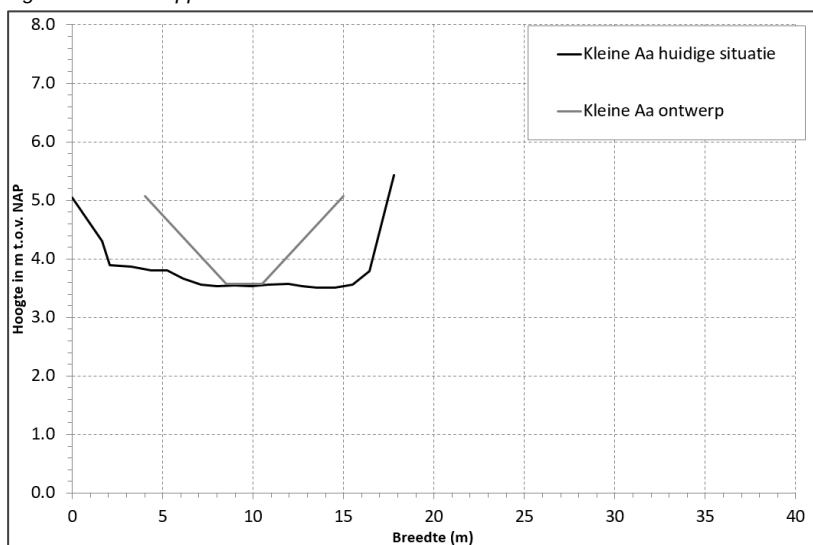


Figuur 10: Autonome ontwikkeling (Beekherstel Essche Stroom)

Hieronder zijn de ontwerpprofielen van het beekherstel weergegeven voor de Essche Stroom en voor de Kleine Aa. Het profiel is toegepast over het donkerblauw gestippelde traject dat in figuur 10 is weergegeven, met uitzondering van de vispassage, de Kleine Aa en de Ruiting. In figuur 6 is ook het ontwerp van de vispassage opgenomen:



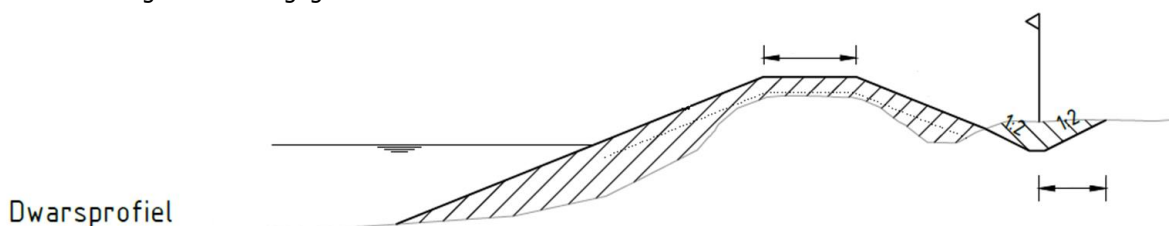
Figuur 11: Ontwerpprofiel Essche Stroom



Figuur 12: Ontwerpprofiel Kleine Aa

3.3 VERHOGEN REGIONALE WATERKERING ESCH

Zoals in het projectplan is uiteengezet is het nodig om de regionale waterkering rondom Esch te versterken. Dat betekent dat de kering dient te worden verhoogd. Daarbij zal tegelijk ook verbreding nodig zijn. Dat principe is hieronder in figuur 13 weergegeven.



Figuur 13: Verhogen en verbreden kering (links Essche Stroom / rechts bermsloot)

Over het gehele traject zal dat de hogere en bredere kering in het doorstroomprofiel van de huidige Essche Stroom terecht komen. Doordat de bredere kering enerzijds iets richting de Essche Stroom opschuift betekent dit een afname van het doorstroomprofiel. Dat resulteert in een minimale waterstandsverhoging bij extremere afvoeren. Een nadere uiteenzetting is terug te vinden in bijlage 1.

3.4 VERPLAATSEN STUW ESCH

De huidige stuw Esch ligt met twee landhoofden en drie openingen 'ingeklemd' tussen de keringen. De functie van de stuw Esch is het water op peil houden op momenten dat de afvoer laag wordt. Bij hoge afvoeren wordt ervoor gezorgd dat de twee openingen naast het midden ook water doorlaten om zo de opstuw in bovenstroomse richting te minimaliseren. Alleen de landhoofden en de constructie van de stuw hebben dan nog een opstuwende werking.



Figuur 14: Stuw Esch

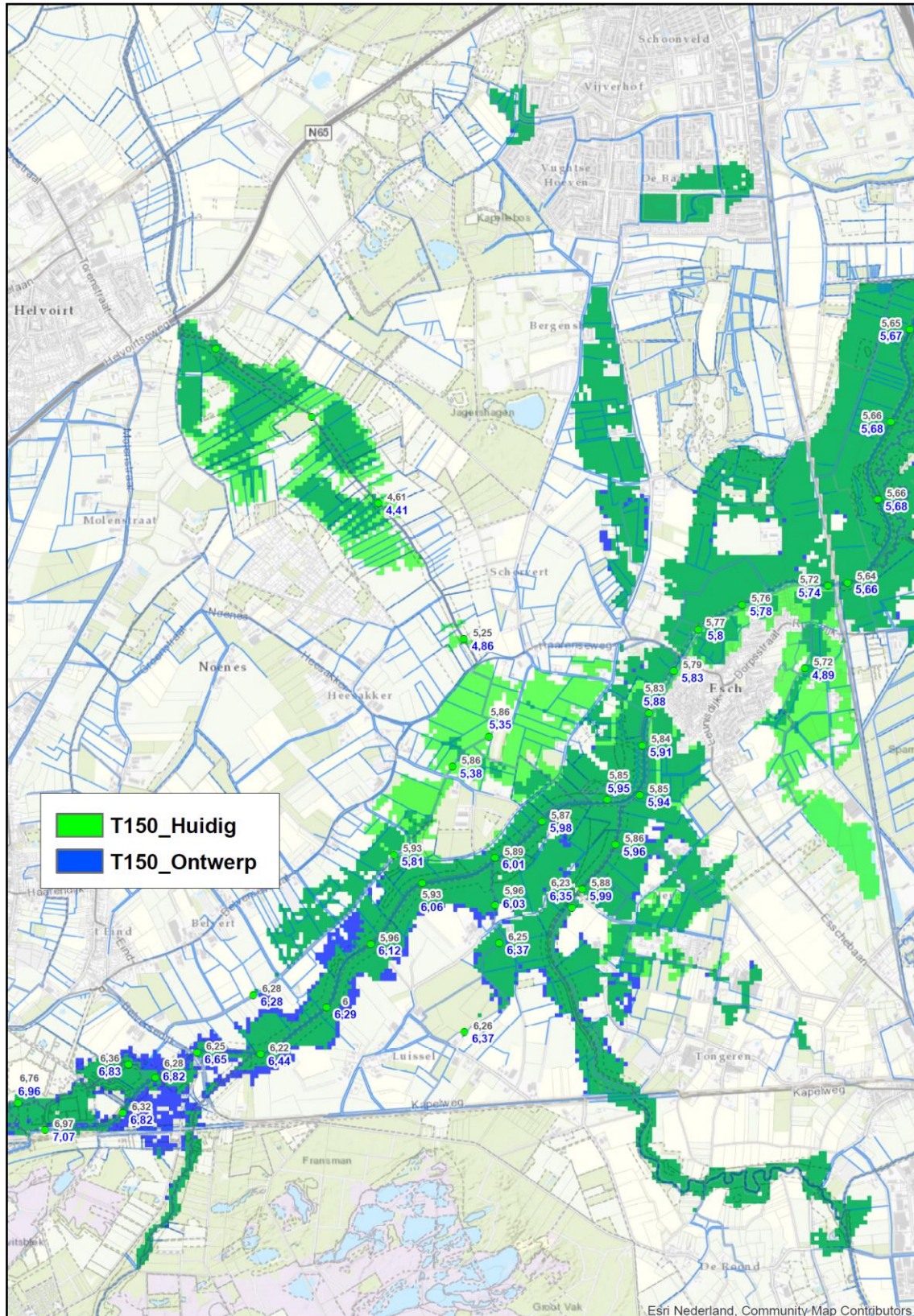
Tijdens het ontwerpproces van de regionale keringen bleek het vanuit verschillende invalshoeken beter om de stuw naar een bovenstrooms gelegen locatie te verschuiven. Die invalshoeken waren o.a. de functie bij alleen lage afvoeren en het ruimtegebrek voor de regionale kering (los van de noodzaak om de vernieuwen/vervangen).

In de berekeningen voor het MHW is:

- het verplaatsen van de stuw meegenomen
- evenals het nieuwe profiel dat gevormd wordt door de taluds van de regionale keringen.

4 BEREKENINGSRESULTATEN MHW

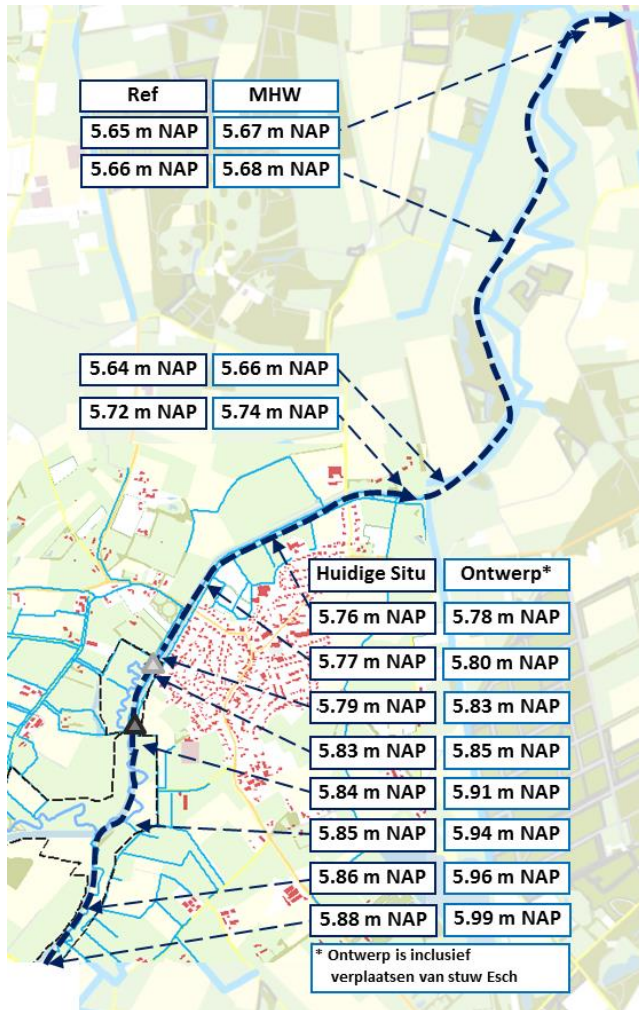
Het oppervlaktewatermodel is doorgerekend aan de hand van de uitgangspunten die in de vorige hoofdstukken zijn besproken. Het resultaat van T150 (MHW) is hieronder weergegeven. In de kaart is weergegeven wat er inundeert bij een dergelijke situatie (T150 incl. klimaat en Maasinvloed). Dit is met (lichtgroen voor de huidige situatie weergegeven en daaronder is dit met donkerblauw weergegeven voor de MHW-situatie (donkergroen is waar de inundatie van het ontwerp gelijk is aan de huidige inundatie).



Figuur 15: MHW-situatie (T150 (=incl. klimaat en incl. Maasinvloed))

Hydrologische Achtergrondrapportage bij Projectplan Keringen Esch

De waterhoogten langs Esch lopen van 5.94 m NAP bij de samenkomst Essche Stroom-Kleine Aa naar 5.74 m NAP net bovenstrooms van het spoor. In de figuur hieronder zijn de getallen in vereenvoudigde weergave getoond.



Figuur 16: Waterstanden MHW-situatie T150 en referentiesituatie

In bijlage 2 zijn de kaarten getoond van de berekeningen van T1 t/m T150, waarbij T1 t/m T50 excl. klimaat is. T100 en T150 zijn berekeningen inclusief klimaat 2050W_H. Het verschil tussen T100 en T150 (MHW) is het gevolg van Maasinvloed.

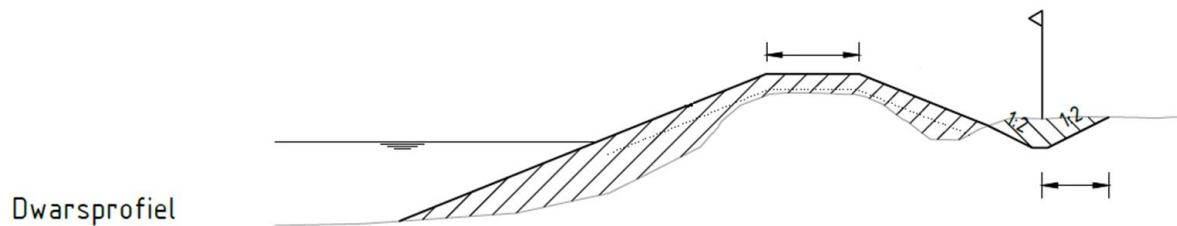
5 SLOTBEPALING

De berekende MHW waterstanden zijn exclusief het effect van stroming, opwaaiing en exclusief eventueel andere waterstandsverhogende oorzaken, die juist wel worden meegenomen bij het berekenen van de kerende hoogte van de kering en het ontwerpen van de kering. Bij de berekende MHW waterstanden is wel klimaatsverandering meegenomen evenals autonome ontwikkeling (ontwerp beekherstel Essche Stroom).

Bijlage 1: Waterstandseffect door verbreden kering

Aanleiding

De regionale kering langs Esch wordt opgehoogd. Daarmee wordt de kering ook gelijk breder (zie figuur):



Deze aanpassing veroorzaakt bij het huidige ontwerp een vernauwing van het doorstroomprofiel bij Esch. Om te onderzoeken welke effecten dit heeft op de waterstanden is een aantal berekeningen gedaan met het Sobek oppervlaktewatermodel. Om deze profielen te kunnen invoeren zijn de verschillende profielen van representatieve locaties aangeleverd in AutoCAD-formaat.

Berekeningen

Eerst zijn berekeningen gemaakt met profielen van de huidige situatie. Vervolgens zijn berekeningen gemaakt met de nieuwe kade. Als extra is dit herhaald waarbij de kade 1 meter extra is verbreed richting de Essche Stroom (gevoeligheidsanalyse).

De berekening van de nieuwe situatie verschilt bewust enkel in dit opzicht van de berekening van de huidige situatie om zodoende enkel het effect van de vernauwing in beeld te kunnen brengen.

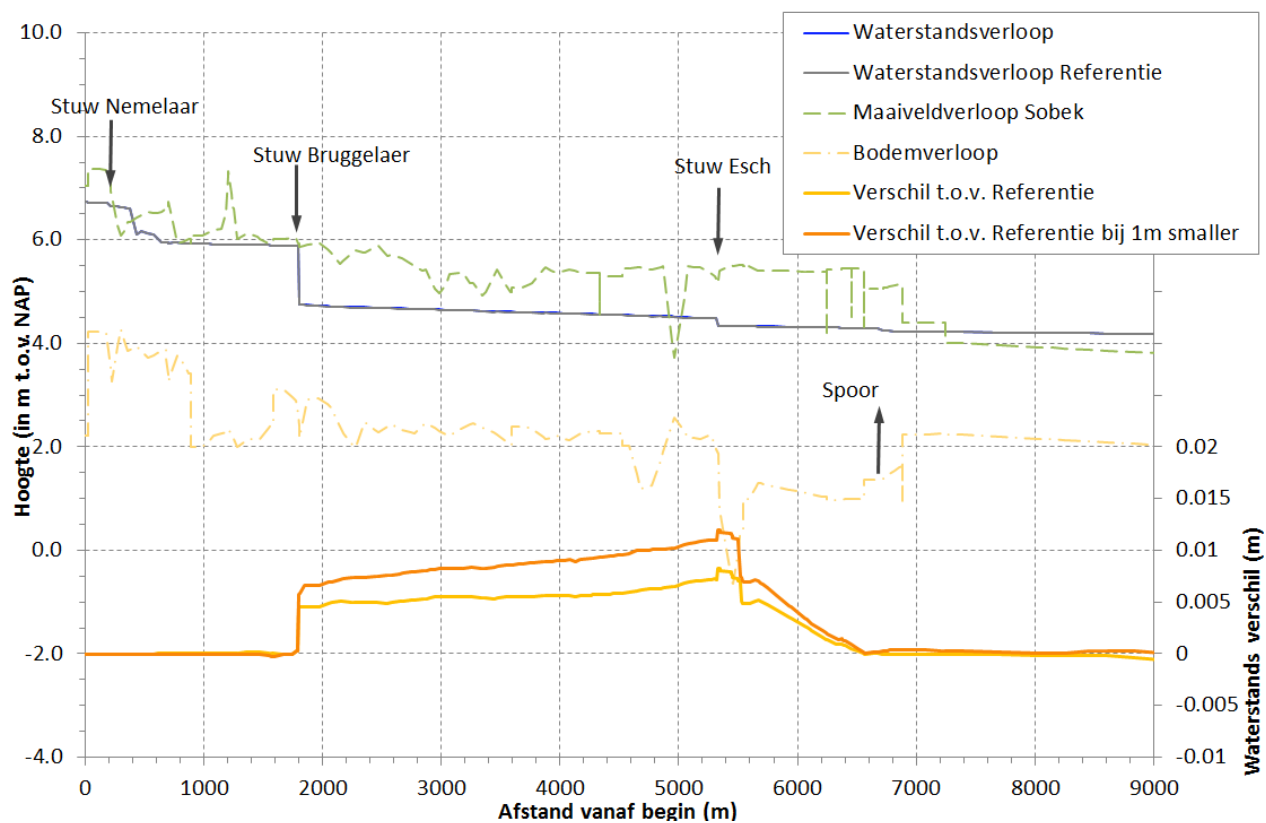
Het bovenstaande is met drie verschillende afvoersituaties getoetst:

- T1
- T100
- T150 (verhoging Maas)

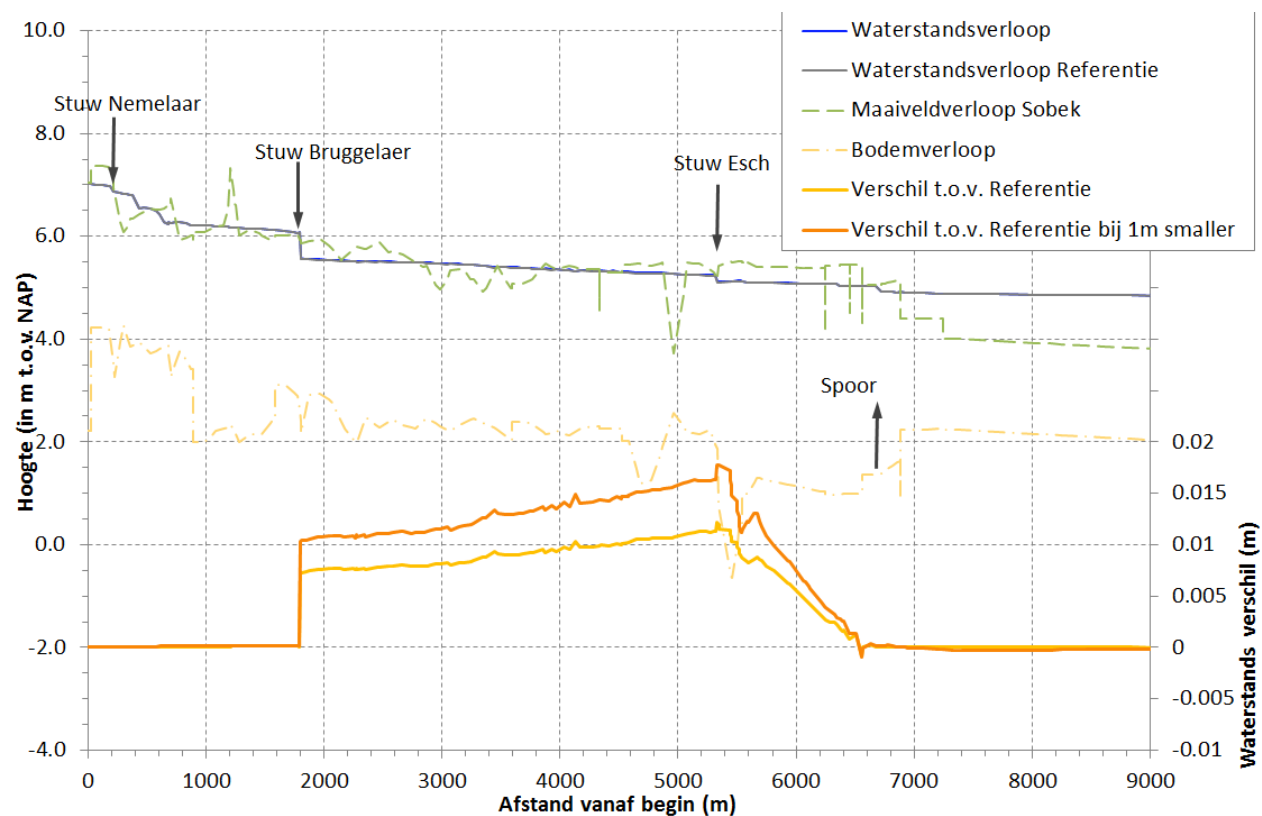
Resultaten T1, T100 en T150

De resultaten zijn hieronder in een lengteprofiel weergegeven. Omdat de waterstanden zo dicht op elkaar liggen is het verschil tussen referentie en nieuwe situatie niet goed te zien. Om dit te verhelpen zijn de verschillen tussen de lijnen uitgerekend en weergegeven op de rechter-as.

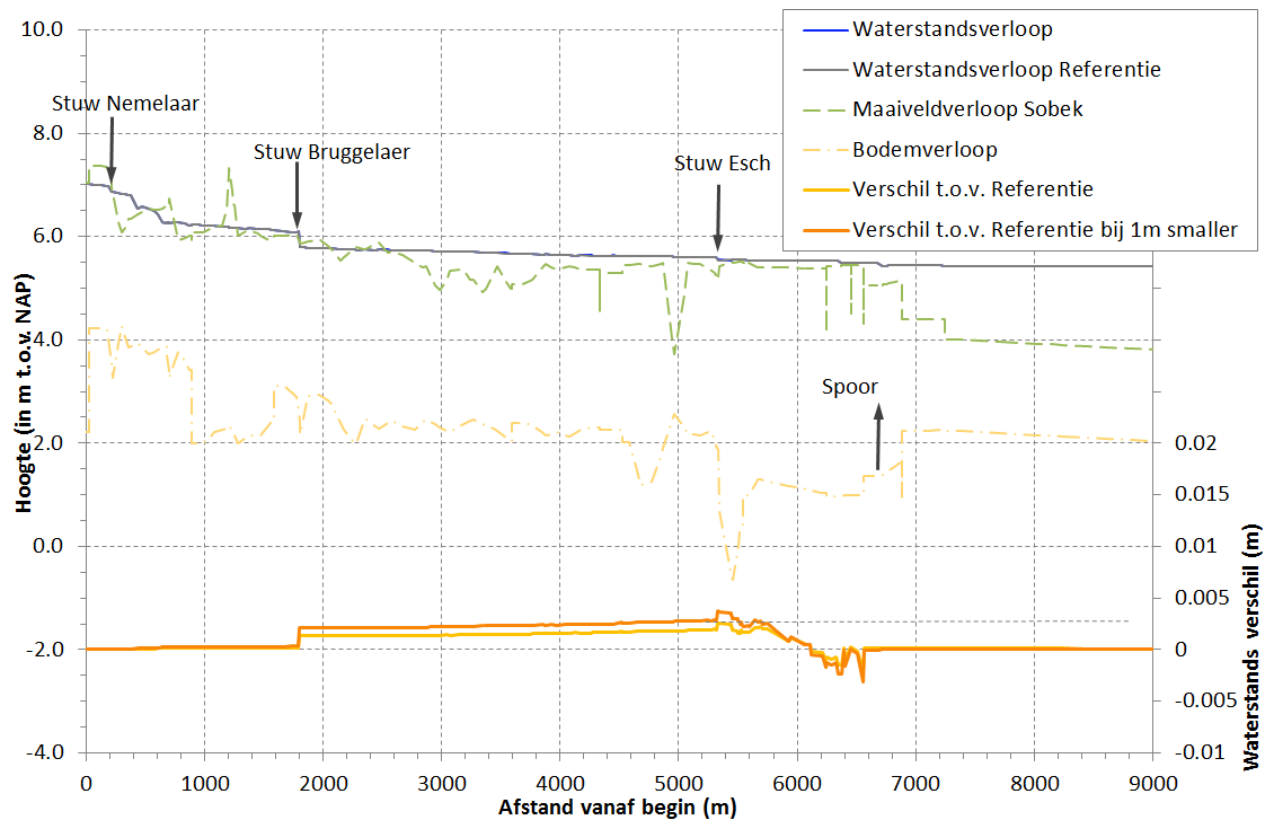
De licht-oranje lijn geeft de waterstandstoename ten gevolge van de nieuwe kade. De donker-oranje lijn geeft de waterstandstoename waarbij de kade extra is verbreed richting de Essche Stroom en het doorstroomprofiel van de Essche Stroom met nog eens een meter extra afneemt.



Figuur 1: T1 Waterstanden in het lengteprofiel



Figuur 2: T100 Waterstanden in het lengteprofiel



Figuur 3: T150 Waterstanden in het lengteprofiel (met verhoogde Maas)

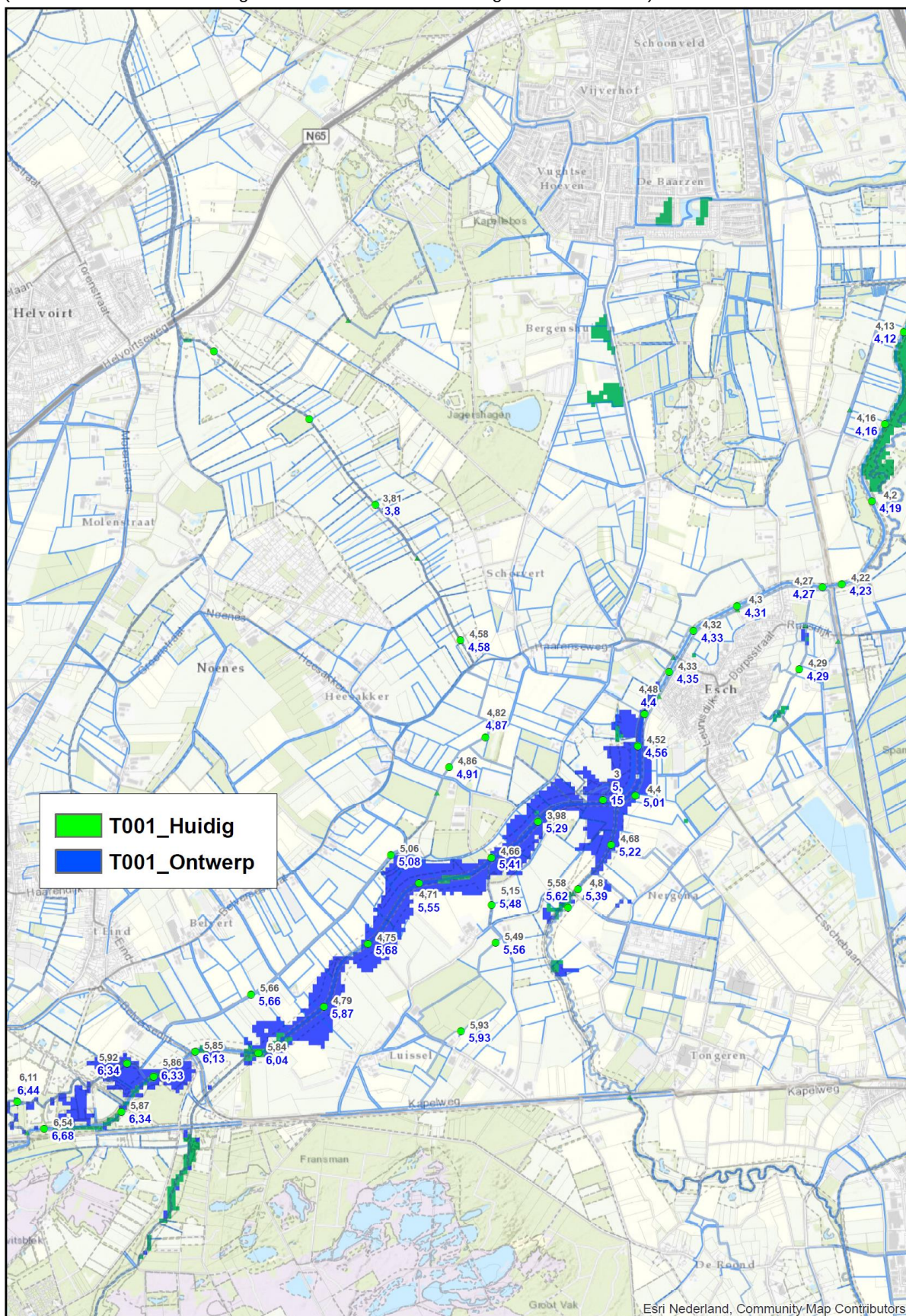
Conclusies

- Het smaller worden van het doorstroomprofiel heeft tot gevolg dat de waterstanden toenemen.
- De mate waarin waterstanden toenemen hangt af van de situatie: bij verhoogde Maas is het effect van het smaller worden van het doorstroomprofiel minder goed zichtbaar. Dit komt doordat de verhoogde Maas, die een bepaalde stagnerende werking heeft op de afvoer, het effect deels dempt. Uiteraard heeft de T150-situatie absoluut gezien de maximale waterstand.
- De waterstanden nemen meer toe bij de situaties T1 t/m T100 zonder verhoogde Maas
- De waterstanden nemen toe met ca 1.5 a 2.0 centimeter.

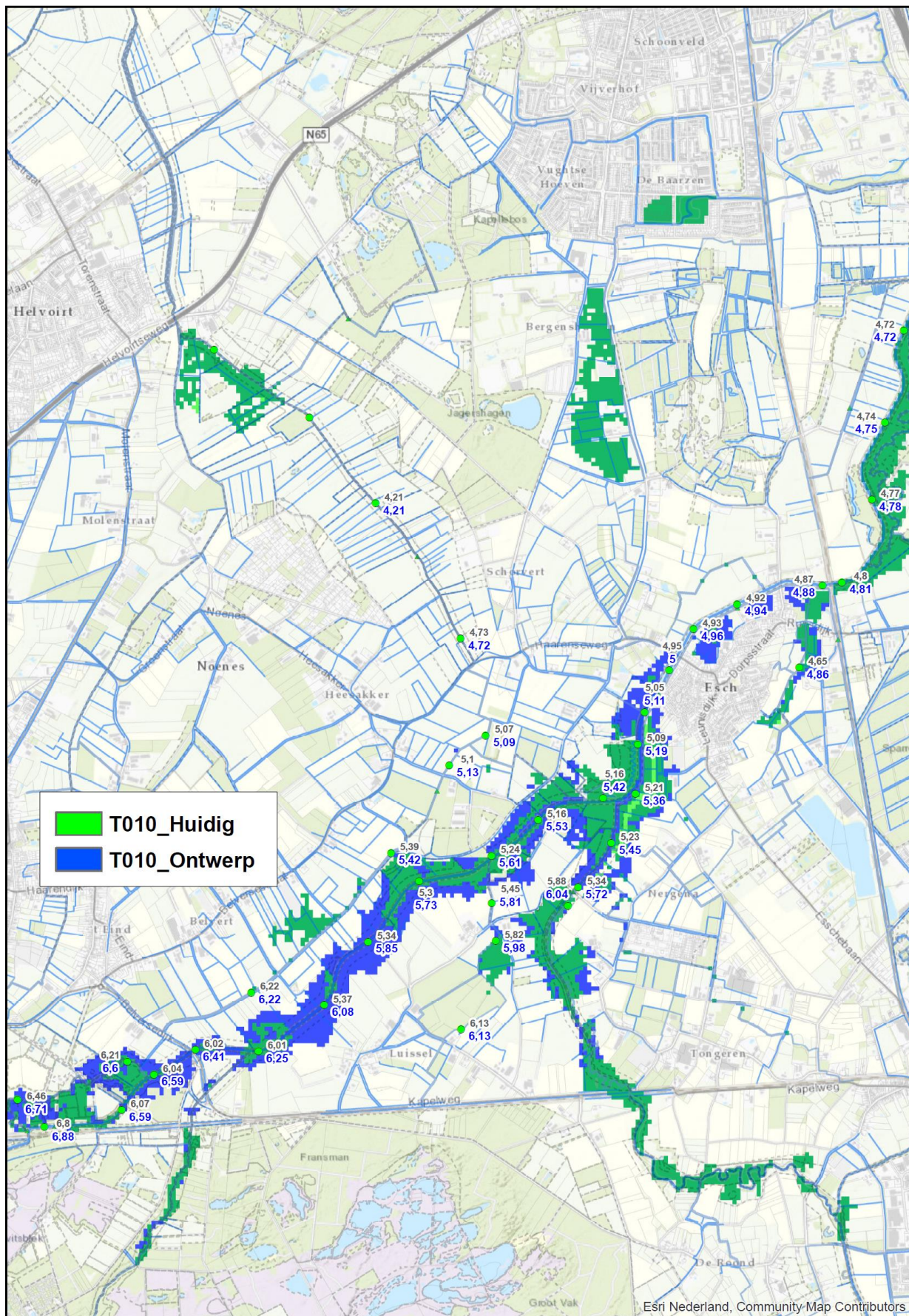
Bijlage 2: Inundaties T1 t/m T150

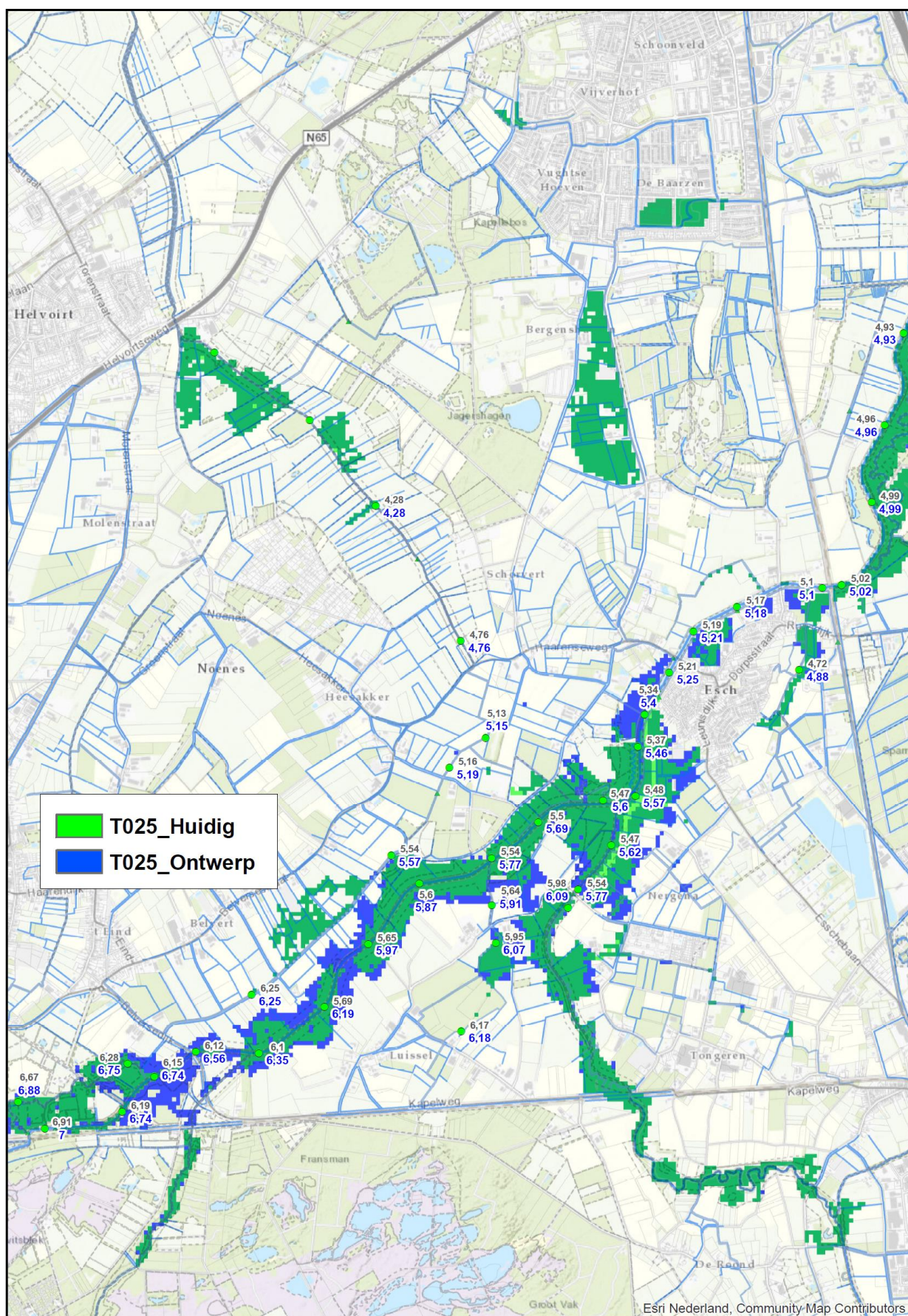
(T1 t/m T50 = excl. klimaatverandering)

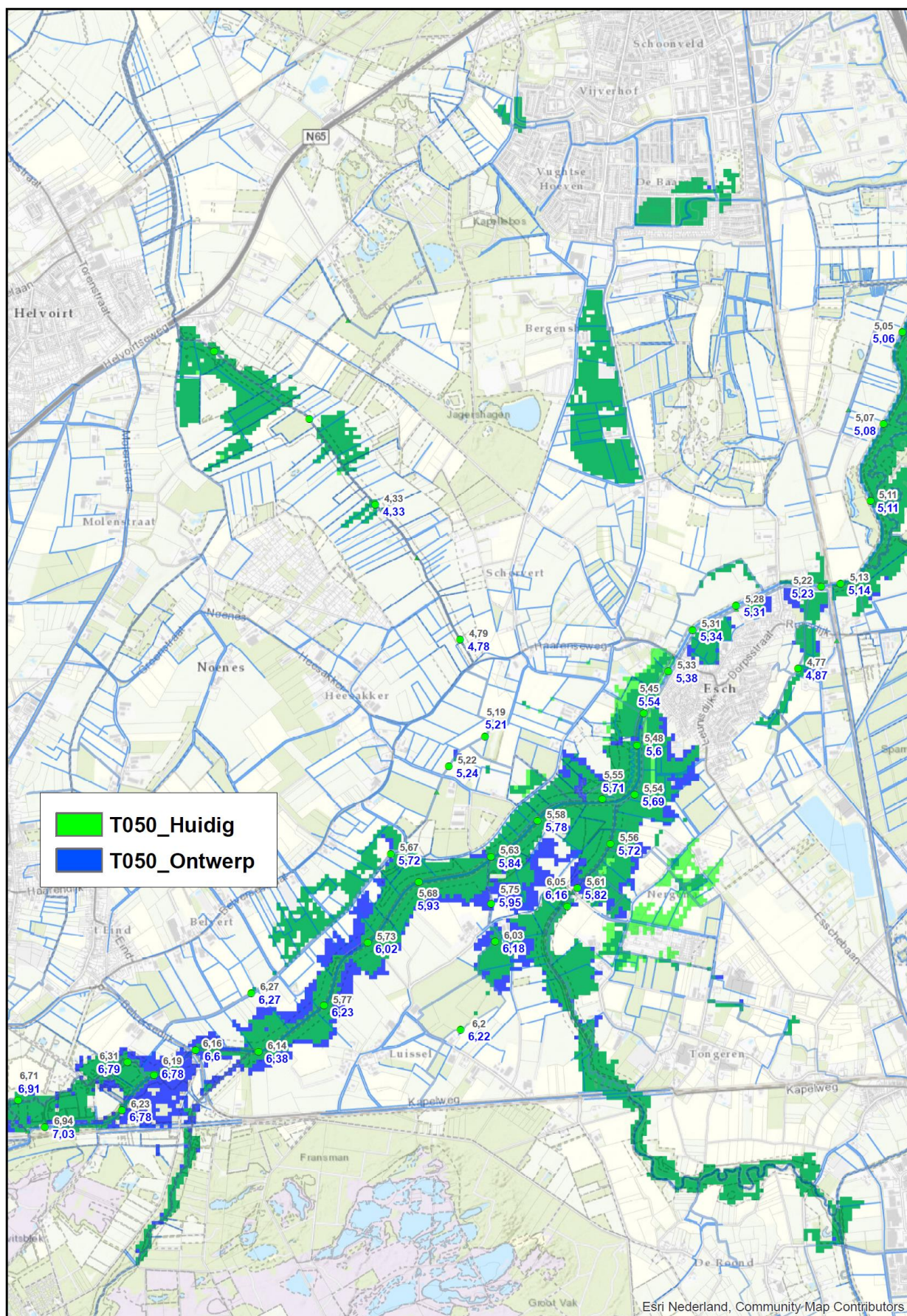
(T100 incl. klimaatverandering / T150 incl. klimaatverandering incl. Maasinvloed)



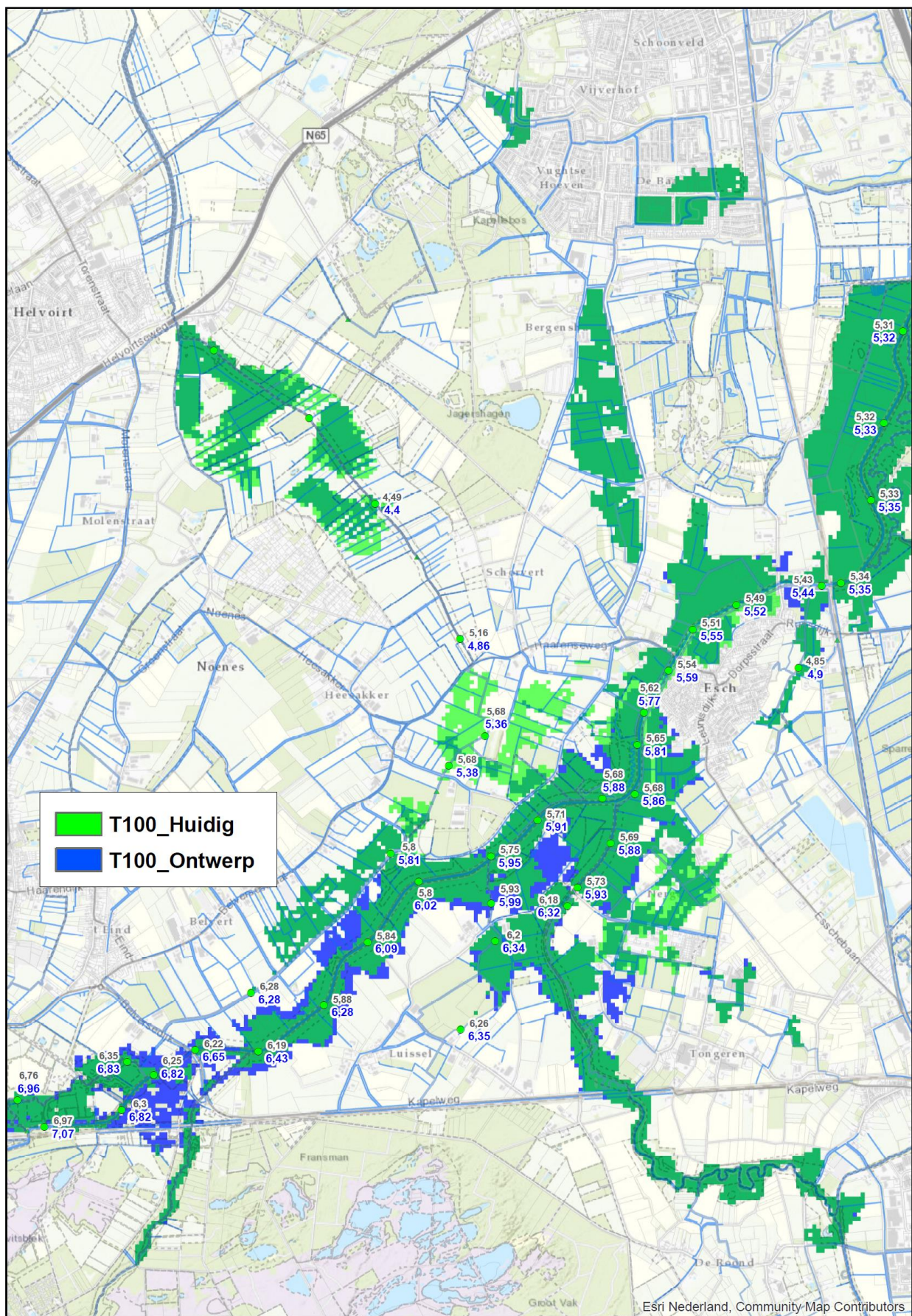
Figuur 17: Inundaties huidig vs. autonome ontwikkeling bij een T1 afvoersituatie (excl. klimaat)



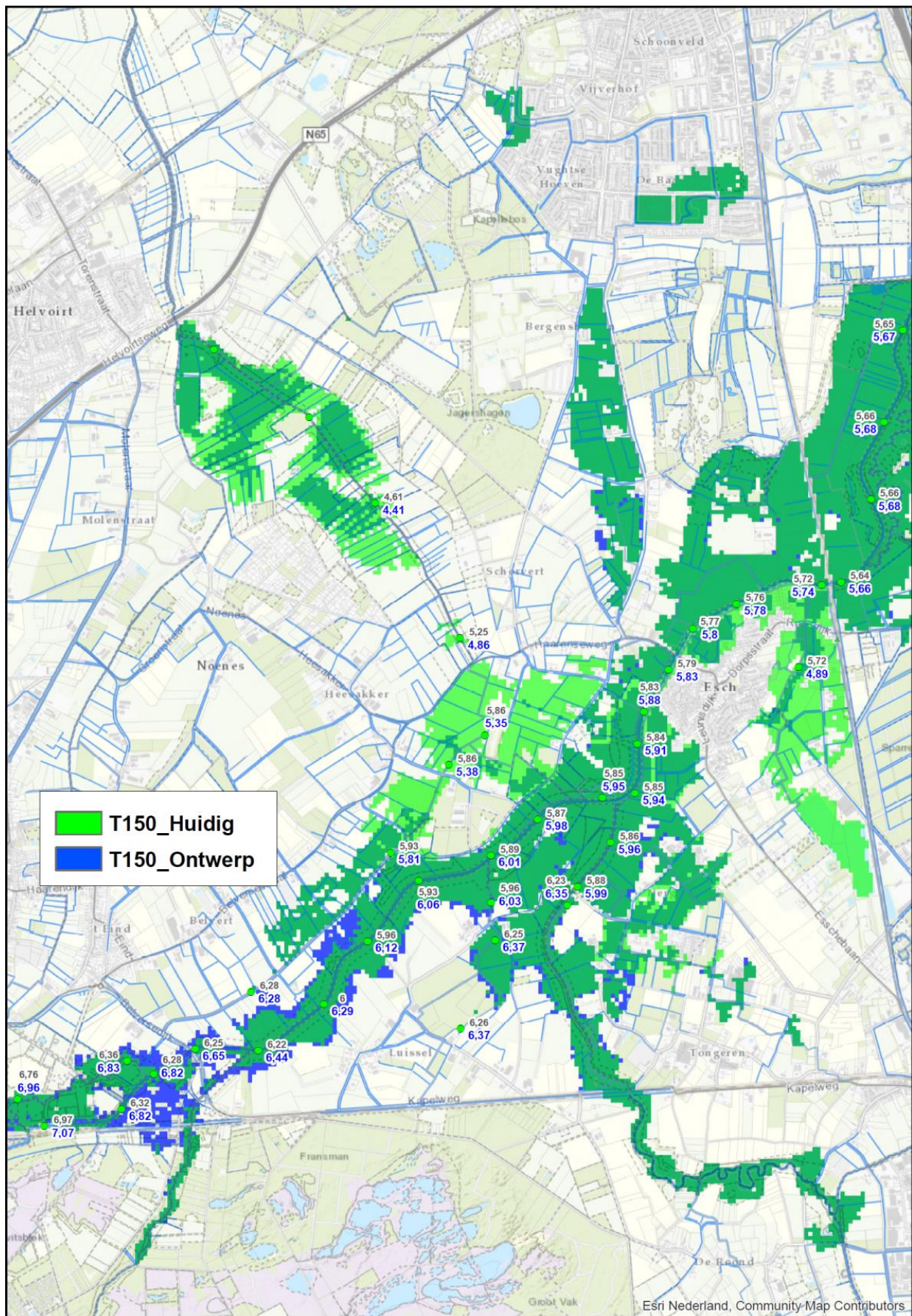




Figuur 20: Inundaties huidig vs. autonome ontwikkeling bij een T50 afvoersituatie (excl. klimaat)



Figuur 21: Inundaties huidig vs. autonome ontwikkeling bij een T100 afvoersituatie (incl. klimaat)



Figuur 22: Inundaties huidig vs. autonome ontwikkeling bij een T150 MHW-situatie (incl. klimaat)

* Verschil T150 met T100 is het gevolg van Maasinvloed