

# Natura 2000 Dinkelland

## Oppervlaktewatersysteem Lemselermaten

7 september 2021



## Contactpersoon

**JEROEN BEUSEKER**

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Nederland

---

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1	Achtergrond en doel	5
1.2	Aanpak	5
1.3	Projectgroep en proces	6
1.4	Leeswijzer	6
<b>2</b>	<b>Afbakening en uitgangspunten</b>	<b>7</b>
2.1	Ligging interessegebied	7
2.2	Kenmerken studiegebied	8
2.3	Beschikbare (meet)gegevens	8
2.4	Toelichting gehanteerde methodieken	9
2.4.1	Uitwerking in analyses	9
2.4.1.1	Stationaire afvoersituaties	9
2.4.1.2	Modelonderdelen	9
2.4.1.3	Inundatie en controle NBW-knelpunten	11
2.4.1.4	Normopvulling	11
2.4.1.5	Gevoeligheidsanalyse begroeiingsweerstand	11
2.4.2	Gehanteerde uitgangspunten, randvoorwaarden en toetsingscriteria	11
<b>3</b>	<b>Referentiesituatie</b>	<b>15</b>
3.1	Afvoeren	15
3.2	Stroomsnelheden en waterdiepte	15
3.3	Waterstanden, inundatie en overlastlocaties	17
<b>4</b>	<b>Detailering maatregelen</b>	<b>18</b>
4.1	Opheffen detailontwatering	18
4.2	Aanpassingen profielen waterlopen	19
4.3	Aanpassingen kunstwerken	19
<b>5</b>	<b>Effecten herstelmaatregelen</b>	<b>20</b>
5.1	Inundaties en NBW-knelpunten	20

5.2	Locaties normopvulling	22
5.2.1	Afvoer benedenstrooms Weerselo	24
5.3	Stroomsnelheden en waterdiepte	25
5.4	Onderhoud Weerselerbeek	28
5.5	Lengteprofielen toekomstige situatie	29
<b>6</b>	<b>Literatuurlijst</b>	<b>30</b>
<b>Bijlagen</b>		
	<b>Bijlage A - Gebiedsbeschrijving</b>	<b>31</b>
	<b>Bijlage B - Modelinstrumentarium</b>	<b>37</b>
	<b>Bijlage C - Huidige situatie</b>	<b>49</b>
	<b>Bijlage D - Detaillering maatregelen</b>	<b>53</b>
	<b>Bijlage E - Gevoeligheidsanalyse stromingsweerstand Weerselerbeek</b>	<b>62</b>
	<b>Kaartenbijlage</b>	<b>67</b>
	<b>Colofon</b>	<b>68</b>

# 1 Inleiding

Voor u ligt het hydrologische achtergronddocument 'Natura 2000 Dinkelland, oppervlaktewatersysteem Lemselermaten (d.d. 8 juni, versie 00). Het is in opdracht van de provincie Overijssel opgesteld door Arcadis. Het document met de resultaten vormt de basis voor de grondwaterberekeningen en (daarmee) de uitwerkingen van de maatregelen en effecten bij het inrichtingsplan voor Lemselermaten.

## 1.1 Achtergrond en doel

De provincie Overijssel staat aan de lat voor de realisatie van de Natura 2000-gebieden in Overijssel. Hiervoor zijn per Natura 2000-gebied zogeheten gebiedsanalyses opgesteld (Overijssel, Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Lemselermaten, 2015). In de gebiedsanalyse zijn de doelen en beoogde herstelmaatregelen op hoofdlijnen omschreven waarna ze verder zijn uitgewerkt in de beheerplannen (Overijssel, Natura 2000 beheerplan - Lemselermaten, 2016). De opgenomen herstelmaatregelen hebben een directe relatie tot het grond- en oppervlaktewatersysteem. Om de stap naar een inrichtingsplan te maken, moeten de maatregelen verder geconcretiseerd worden en effecten van de maatregelen worden vastgesteld. Dit vereist hydrologische detaillering van de maatregelen met uitwerking van bijbehorende effecten. Het navolgende rapport voorziet hierin voor het oppervlaktewatersysteem. Hiermee is het doel van deze studie:

1. detailleren van de maatregelen in het oppervlaktewatersysteem;
2. kwantificeren van de oppervlaktewatereffecten van de herstelmaatregelen.

Dit rapport beschrijft de huidige situatie, herstelmaatregelen met de bijbehorende effecten. De effecten in het oppervlaktewater zijn getoetst aan het relevante beleid. Daarnaast zijn de berekende waterpeilen de input voor de grondwaterberekeningen. Deze zijn aangeleverd en waar nodig afgestemd met de modelleers van Tauw die verantwoordelijk zijn voor het grondwatermodel. De effecten op het grondwater maken geen onderdeel uit van deze rapportage. Deze zijn in een separate rapportage uitgewerkt waarbij tevens is beoordeeld of de Natura 2000-doelen in het Natura 2000-gebied worden behaald.

## 1.2 Aanpak

Om de maatregelen te detailleren en effecten op het oppervlaktewatersysteem te kwantificeren, is inzicht in het systeem vereist. Hiervoor is gebruik gemaakt van analyses en het oppervlaktewatermodel SOBEK om de waterstanden, drooglegging, stroomsnelheden, debieten en inundaties vast te stellen. Meer concreet zijn hiervoor de navolgende werkstappen doorlopen:

1. Gegevensinventarisatie, zie bijlage A (gebiedsbeschrijving en beschikbare gegevens);
2. Ontwikkeling SOBEK oppervlaktewatermodel (SOBEK2.12, flowmodule en RR module), zie bijlage B (Modelinstrumentarium);
3. vaststellen referentiesituatie, zie bijlage C (huidige situatie);
4. Detaillering maatregelen, zie bijlage D (detaillering waterlopen en kunstwerken);
5. Effectbepaling, zie hoofdstuk 5 en de kaartbijlage;
6. Gevoeligheidsanalyse, zie bijlage E.

Het ontwikkelde model is opgesteld aan de hand van de beschikbare meet- en veldgegevens. De gehanteerde methodieken zijn toegelicht in bijlage B Modelinstrumentarium. De modeluitkomsten zijn geverifieerd door het Waterschap en de werkgroep en waar nodig verder geoptimaliseerd. De droogleggingskaarten en de inventarisatie van wateroverlast uit 1998, zoals opgenomen in bijlage D, zijn hiervoor de belangrijkste verificatiedocumenten geweest. Mede door de onbetrouwbaarheid van de debietmetingen zijn ter controle meerdere berekeningen en gevoeligheidsanalyses uitgevoerd (met als belangrijkste de begroeiingsweerstand). Op basis van de uitgevoerde berekeningen is gezamenlijk geconcludeerd dat het model voldoende betrouwbaar en nauwkeurig is om de benodigde resultaten te genereren en deze daarmee bruikbaar zijn voor de onderbouwing van de maatregelen en effecten bij het inrichtingsplan.

## **1.3 Projectgroep en proces**

Het rapport is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met de leden van de projectgroep. Deze bestaat uit gebiedsadviseurs en inhoudelijke specialisten (hydrologen en visexperts) van onder andere de gemeente Dinkelland, provincie Overijssel, waterschap Vechtstromen, LTO en Staatsbosbeheer.

## **1.4 Leeswijzer**

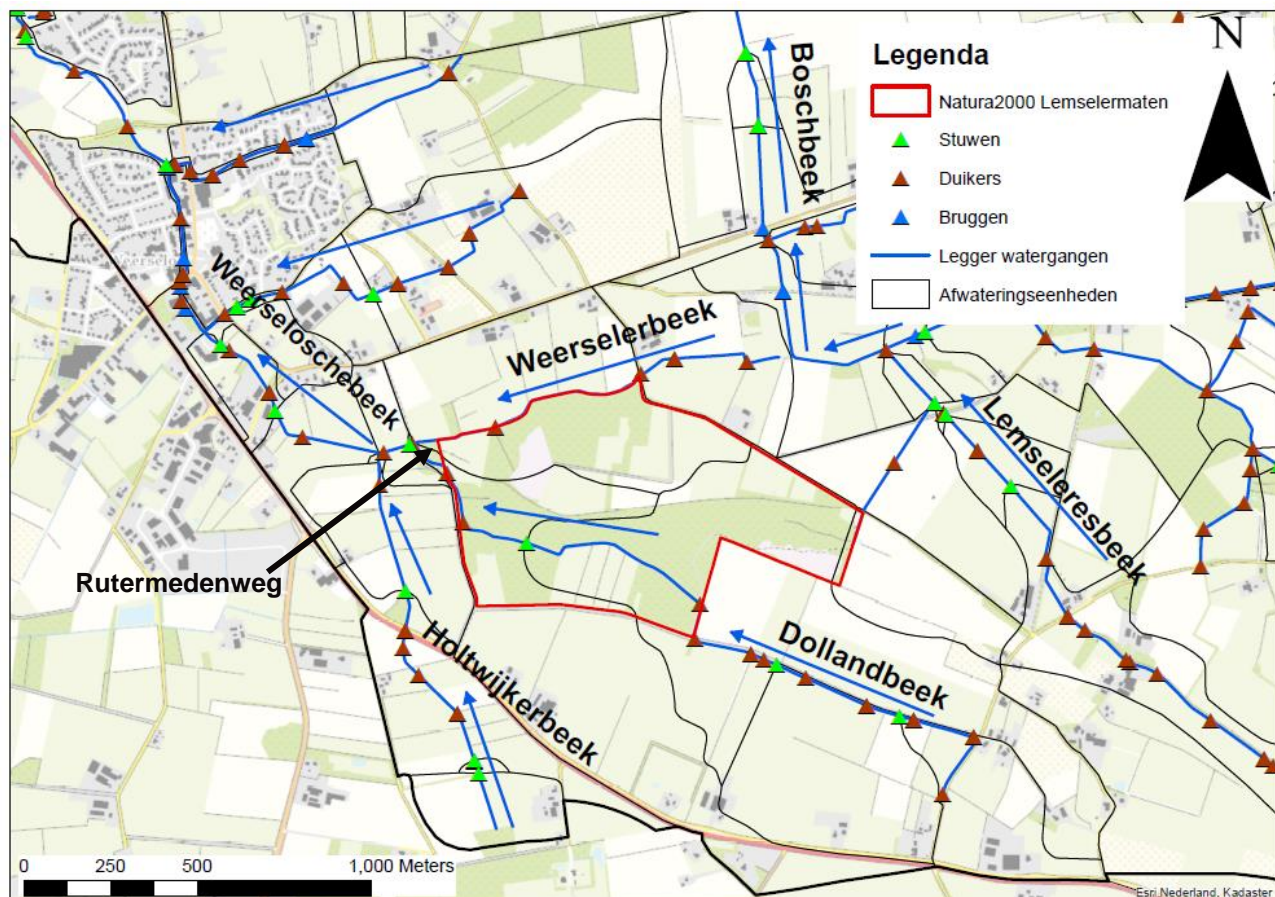
Om tot herleidbare resultaten te komen, die aansluiten op de wensen van het gebied, zijn in hoofdstuk 2 de afbakening, gehanteerde methodieken en randvoorwaarden en uitgangspunten beschreven. Tezamen met bijlage A Gebiedsbeschrijving (systeemkennis en gebruikte basisgegevens) en de modelopbouw (input en methodieken), is dit de basis onder de uitwerkingen. Hoofdstuk 3 en bijlage C beschrijven de huidige situatie. Deze is gebruikt om de knelpunten te kwantificeren en vormt de referentiesituatie waaruit de effecten zijn afgeleid. In hoofdstuk 4 is het maatregelenpakket toegelicht en zijn de maatregelen verder uitgewerkt (zie ook bijlage D). De effecten van deze maatregelen zijn beschreven in hoofdstuk 5. De effecten zijn getoetst aan het vigerend beleid met als belangrijkste de stroomsnelheden (vispassage en erosie). Tevens is inzichtelijk gemaakt waar normopvulling optreedt.

## 2 Afbakening en uitgangspunten

### 2.1 Ligging interessegebied

Het Natura 2000-gebied Lemselermaten ligt in de gemeente Dinkelland, ten zuidoosten van Weerselo, tussen de Weerselerbeek en de Dollandbeek. Het Natura 2000-gebied beslaat een oppervlakte van ongeveer 55 ha. Het wordt gekenmerkt door voornamelijk natte vegetaties die allemaal afhankelijk zijn van een goede vocht- en nutriëntenhuishouding. Deze is in de huidige situatie niet op orde. De herstelmaatregelen zijn nodig om de abiotische condities voor de in het gebied aanwezige habitats te realiseren en vastgesteld in de gebiedsanalyse. Het doel is om tot de waterhuishoudkundige maatregelen te komen die noodzakelijk zijn om de abiotische omstandigheden te verbeteren in de habitats en de bijkomende effecten in beeld te brengen.

Het interessegebied is met de belangrijkste waterhuishoudkundige kenmerken weergegeven in de navolgende figuur. Relevante watergangen zijn de Boschbeek, Weerselerbeek, Dollandbeek, Holtwijkerbeek en de Weerseloschebek. Het interessegebied ligt ten zuidoosten van Weerselo. De Rutermedenweg kruist de Weerselerbeek ten westen van het Natura 2000-gebied.



Figuur 1. Afwateringssituatie van de watergangen

## 2.2 Kenmerken studiegebied

In Bijlage A staat een uitgebreide beschrijving van de kenmerken in het studiegebied met toelichting van de beschikbare basisinformatie. De belangrijke kenmerken zijn navolgend opgesomd. Ten aanzien van Lemselermaten geldt het volgende:

- In het Natura 2000-gebied Lemselermaten liggen elzenbroekbossen, vochtige heiden, blauwgraslanden en kalkmoerassen. Deze natuurtypen hebben baat bij hogere grondwaterstanden zonder inundatie met voedselrijk beekwater. Voor de waterhuishouding betekent dit dat er een combi nodig is van verondiepen en dempen van watergangen en extensiveren van detailontwatering en -afwatering. Om de hogere waterpeilen op te vangen zonder inundatie is extra bergende ruimte vereist;
- Het is een reliëfrijk gebied met waterlopen in de laagste delen. Met uitzondering van de gegraven Dollandbeek. Deze is gegraven en doorkruist een hoge rug in het gebied (bron: AHN3). Voorgesteld is de huidige loop te dempen voor verhogingen van de grondwaterstanden in de habitats en tergerlijkertijd de beek te verleggen met een ontwateringsmogelijkheid voor landbouw op een hoger niveau;
- De bodem kent veel variatie in de opbouw en samenstelling van de ondiepe ondergrond (BRO, 2021). De bodem in de omgeving bestaat voornamelijk uit sterk lemig fijn zand, lokaal op keileem. Hoge delen zandig met infiltratie, lage delen moerig van samenstelling;
- Door het hoogteverschil is er ook veel variatie in de ontwateringsdiepte. In de hoge zandige delen kan het water grotendeels infiltreren en komt vertraagd via korte grondwaterstromingen tot afvoer. Dit komt als kwel in de watergangen en de laagste delen in het gebied aan de oppervlakte (Hullenaar, 2015). Waar de ontwateringsdiepte klein is, is weinig bodemberging en treedt grondwater versneld uit en komt oppervlakkige tot afvoer. Dit gebiedseigenwater wordt zoveel vastgehouden en komt vertraagd tot afvoer. Door de hoogteverschillen en beperkte bodemberging in het bovenstroomse gebied is er desondanks sprake van een snel reagerend systeem;
- Rondom het Natura 2000-gebied zijn de percelen hoofdzakelijk in landbouwkundig gebruik als grasland. Met name de percelen tussen de Dollandbeek en de Holtwijkerbeek worden heringericht en krijgen een ander hydrologisch regime. De landbouwgronden en gebouwen rondom het maatregelgebied vormen daarbij een aandachtspunt. De afwatering en ontwatering in deze moet na maatregelen op orde blijven;
- De watergangen komen samen in de kern van Weerselo. Deze flessenhals vormt een aandachtspunt binnen het systeem omdat er geen hydraulische capaciteit beschikbaar is om toename van afvoeren op te vangen. Binnen een studiegebied is dit met name een zorg vanwege de voorgenomen koppeling tussen de Weerselerbeek en de Boschbeek;
- De Weerselerbeek ontspringt ten noorden van de Lemselermaten. In de droge periode is er de wens om meer doorstroming te realiseren;
- In de Weerselerbeek ligt één stuw die in de huidige situatie een knelpunt vormt voor vismigratie. Deze ligt bij de Rutermedenweg. Bovenstrooms van de Weerselerbeek is er geen koppeling met de Boschbeek. Een koppeling is nodig voor de vismigratie en vereist mogelijk een vispassage.

## 2.3 Beschikbare (meet)gegevens

Voor de opbouw van het model zijn de volgende (meet)gegevens gebruikt en vertaald naar een SOBEK-model. Een uitgebreide beschrijving van de modelbouw is te lezen in Bijlage B. Belangrijke meetgegevens zijn onderstaand opgesomd:

- afvoervakken;
- afwateringseenheden;
- kunstwerken;
- gemeten profielen;
- waterlopen legger;
- bodemkaart;
- oppervlaktewatermeetpunten;
- stroomgebiedsbegrenzing;
- meetgegevens Stiftsbeek/Middensloot;
- toelichting verdeelwerk Middensloot/Stiftsbeek;
- afvoercoëfficiënten Vechtstromen;
- GxG gegevens grondwatermodel Tauw.

Voor het model is geen kalibratie uitgevoerd, omdat het afvoermeetpunt bij de Middensloot niet als betrouwbaar is ervaren door de gebiedkenners. De afgeleide afvoeren leiden tot waterpeilen bij extreme situaties die niet herkend worden door de omgeving. Daarom is gekozen om het model op te bouwen op basis van de abiotische kenmerken en



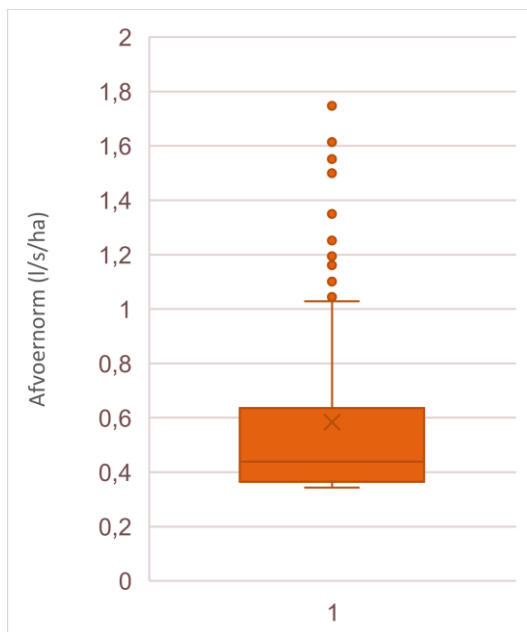
grondwaterdata uit het meest recente gevalideerde grondwatermodel. De berekende grondwaterdata is aangeleverd door Tauw in december 2020. Deze data is middels de methodiek uit het Hydrologisch handboek van Vechtstromen getransformeerd tot afvoerdata. Zie hiervoor paragraaf 3.6 in het hydrologische handboek van Vechtstromen (Waterschap Vechtstromen, 2020). Ter controle van de gehanteerde afvoeren zijn de resultaten geverifieerd door gebiedskenners en zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd om de variatie in het hydrologische functioneren (waterpeilen, stroomsnelheid, inundatie) bij verschillende afvoeren te toetsen. De gegenereerde afvoeren, waterpeilen, drooglegging en inundatie, als berekend met het ontwikkelde model, komen overeen met hun kennis over het systeemfunctioneren. De gevoeligheidsanalyses wijzen uit dat er geen grote afwijkingen te verwachten zijn indien de gehanteerde afvoeren worden overschreden (bijlage E). Wel wordt geadviseerd een monitoringsplan op te stellen om zowel de 0-situatie als het toekomstige functioneren in beeld te brengen.

## 2.4 Toelichting gehanteerde methodieken

### 2.4.1 Uitwerking in analyses

#### 2.4.1.1 Stationaire afvoersituaties

In afstemming met het waterschap is ervoor gekozen om de semi-stationaire methode toe te passen. De semi-stationaire methode houdt in dat er een constante afvoerhoeveelheid op de watergangen wordt gezet door middel van 'laterals' (knooppunten aan de watergangen in het SOBEK-model). De laterals zijn gekoppeld aan de beschikbare afwaterende eenheden en bevatten het oppervlak van deze afwaterende eenheden. In Bijlage B is een beschrijving opgenomen van de methodiek voor de bepaling van de afvoer per afwaterende eenheid, zie de Paragraaf genaamd "laterals". De gemiddelde afvoer voor het gehele gebied is 0,75 l/s/ha. Binnen het stroomgebied zijn 166 afwaterende eenheden. Hoge uitschieters komen voor in kleine afvoergebieden met een hoge GHG.



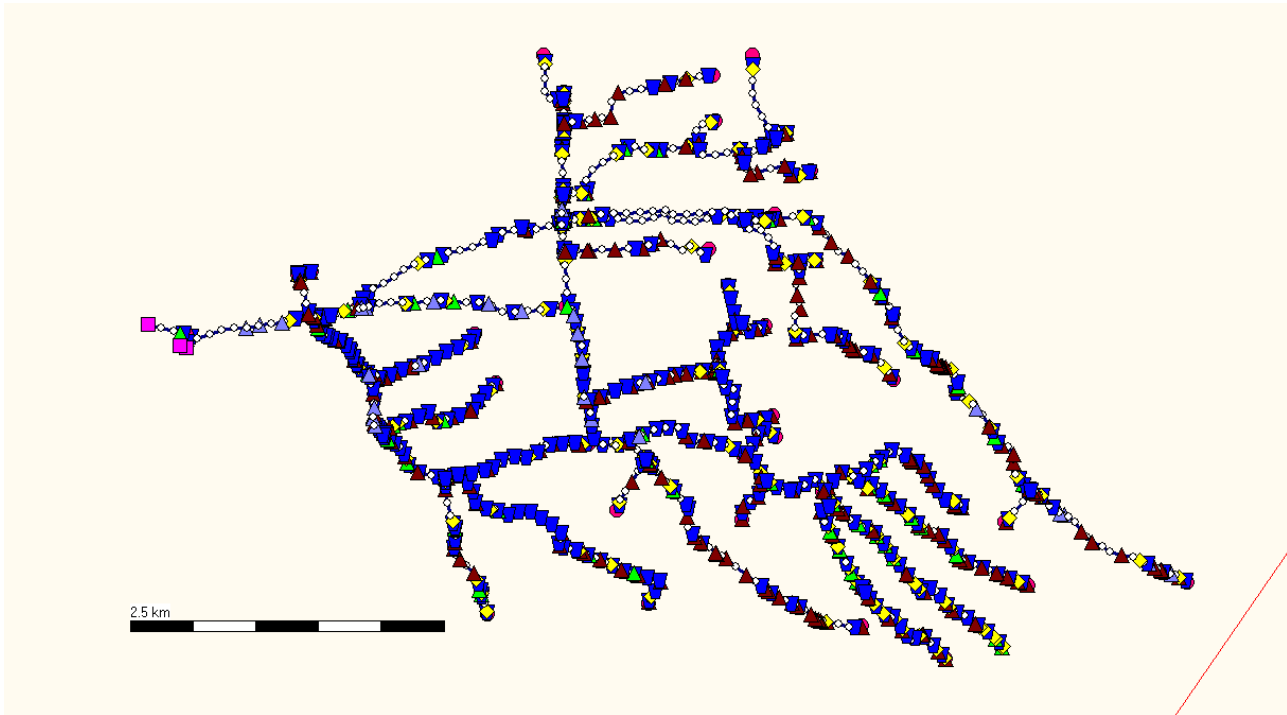
Figuur 2 Variatie in afvoernorm binnen het stroomgebied, op basis van 166 afwaterende eenheden.

#### 2.4.1.2 Modelonderdelen

Het model bestaat uit verschillende onderdelen:

- watergangen met dimensies en weerstanden;
- laterals met oppervlaktes van afwateringseenheden in combinatie met een afvoerverwijzing;
- stuwen met dimensies en weerstanden;
- duikers met dimensies en weerstanden;
- bruggen met dimensies en weerstanden.

Een overzicht van het model is weergegeven in onderstaande Figuur.



Figuur 3. Modelnetwerk in SOBEK

### 2.4.1.3 Inundatie en controle NBW-knelpunten

Met het model worden waterstanden in de watergangen berekend voor verschillende afvoersituaties. Vanuit deze waterstanden is bepaald waar inundatie optreedt en wat de drooglegging is. Daarvoor is een relatie gelegd met de hoogtekartaar (AHN3). Daar waar de waterstand hoger is dan het maaiveld treedt inundatie op. Hiervoor worden drie stappen doorlopen:

1. De puntgegevens met waterstanden worden geïnterpoleerd tot een vlakdekkend raster.
2. Met de ArcGIS-tool Topo2Raster zijn de geïnterpoleerde waterstanden afgetrokken van de maaiveldhoogte.
3. Inundatielocaties die niet direct in contact staan met de watergang zijn uit het inundatierasterbestand gefilterd door een bewerking in GIS.

Inundatie is bepaald door de eendimensionale rekenresultaten te interpoleren binnen de afwaterende eenheden. Het verschil tussen deze interpolatie en een maaiveldraster bepaalt de inundatiediepte. Op basis hiervan zijn inundaties bepaald voor een T1, T10 en T100 afvoergebeurtenis. Hierbij is rekening gehouden met kades en wallen. Hierbij is ook rekening gehouden met aanwezige gaten in wallen. In dat geval is inundatie niet weggefilterd. Inundatie die niet in verbinding staat met een watergang, bijvoorbeeld door tussenliggende dammen of hoge ruggen, is wel weggefilterd. In Bijlage B is voor het interessegebied een inundatiekaart weergegeven en een droogleggingskaart.

### 2.4.1.4 Normopvulling

Indien het inundatierisico verslechtert door actief ingrijpen, zonder normoverschrijding, is sprake van normopvulling. Gezien het beleid van Vechtstromen is normopvulling toegestaan, maar dient inzichtelijk gemaakt te worden en afgestemd met het gebied. Dit is uitgewerkt door de verandering van de berekende inundatiefrequenties huidige en toekomstige situatie te vergelijken voor verschillende afvoersituaties (T1, T10 en T100). Wanneer het inundatierisico toeneemt, bijvoorbeeld van T100 naar T10 of T1 is er sprake van normopvulling. Neemt het risico af, dan is er sprake van een verbetering.

In de kaartenbijlage van deze rapportage zijn waterpeilverschilkaarten opgenomen voor de verschillende afvoersituaties (winter- en zomerafvoer, T1, T10, T100). Op basis van deze kaarten is te zien op welke locaties normopvulling plaatsvindt. De analyse is beschreven in Paragraaf 5.2.

### 2.4.1.5 Gevoeligheidsanalyse begroeiingsweerstand

Om het waterschap een indicatie te geven van de onderhoudsfrequentie van de Weerselerbeek en inzicht te krijgen bij de veranderingen ten gevolge van de begroeiing zijn de weerstanden gevarieerd binnen een gevoeligheidsanalyse. Om dit inzichtelijk te maken, is de Bos en Bijkerk-weerstand in de watergangen doorgerekend met een BB10, BB15, BB20 bij een T1- en T10-afvoergebeurtenis. Deze stromingsweerstand corresponderen respectievelijk met een licht, matig en sterk begroeide watergang. De analyse en benodigde onderhoudsfrequentie is beschreven in Paragraaf 5.4.

## 2.4.2 Gehanteerde uitgangspunten, randvoorwaarden en toetsingscriteria

Bij de studie zijn verder de navolgende uitgangspunten aangehouden:

- Op basis van de methodiek worden eerst maatgevende afvoeren bepaald. Deze zijn per laterale knoop bepaald op basis van grondwaterdata en de afwaterende eenhedenvlakken. Hieruit zijn meerdere situaties afgeleid. De afvoersituaties zijn een fractie of een opschaling van de maatgevende afvoer. Binnen de methodiek kan gekozen worden voor een correctie voor aanleg van detailontwatering. Deze is in dit geval niet toegepast. Detailontwatering leidt niet tot significante wijziging in de afvoer, omdat het totaal aan maatregelen maar 3% is van het afwateringsgebied en 0,6% van het gehele stroomgebied. En omdat dit tot dubbeling leidt bij de berekeningen in het grondwatermodel. In Bijlage B is een uitgebreide beschrijving opgenomen van de methodiek (paragraaf genaamd laterals en laterale afvoer).
- De zomersituatie is berekend met een 1/100Q afvoersituatie en de winter met een 1/4Q afvoer. Voor T1, T10 en T100 afvoersituaties is de maatgevende afvoer respectievelijk met 100%, 150% en 200% opgeschaald. Het uitgangspunt voor deze opschaling is een logaritmisch verband tussen herhalingstijden en extreme afvoer. Zie hiervoor Figuur 9 in het hydrologische handboek van waterschap Vechtstromen.
- De stromingsweerstand bedraagt voor de landbouwkundige watergangen Bos en Bijkerk 34 (winter) en 23 (zomer). Voor natuurlijke beken, zoals de toekomstige Weerselerbeek, is een stromingsweerstand van BB23 gehanteerd.
- In het ontwerp zijn vistrappen opgenomen. Het ontwerp is uitgewerkt tot het detailniveau, zodat deze in het model geschematiseerd kunnen worden. De keuze voor het type en de hydraulische dimensionering zijn getoetst door visspecialisten van waterschap Vechtstromen en van Arcadis.

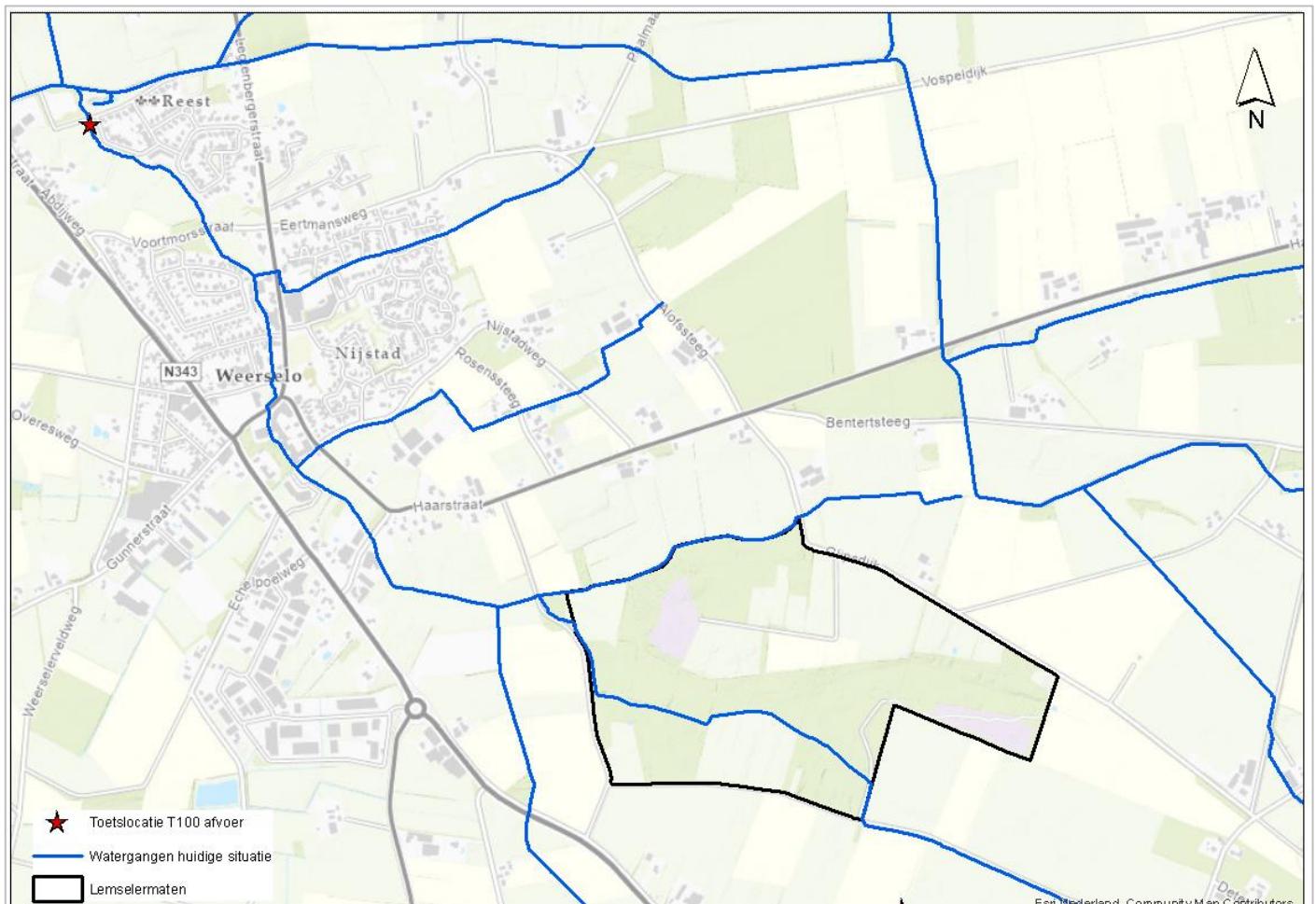
- Peilverloop in de watergangen is bepalend voor de grondwaterstanden. De rekenresultaten uit het oppervlaktewatermodel zijn voor de huidige situatie aangeleverd aan Tauw voor deze berekeningen. Voor de zomersituatie is 1/100 maatgevende afvoer aangehouden met een stromingsweerstand van BB23. Voor de wintersituatie is 1/4 maatgevende afvoer aangehouden met een stromingsweerstand van BB34.

Bij de studie gelden de navolgende randvoorwaarden:

- De afvoer door Weerselo mag niet groter zijn dan 1,0 m<sup>3</sup>/s bij een T100 neerslaggebeurtenis, de navolgende Figuur toont de toetslocatie.
- Inundatie is pas een probleem als het ten opzichte van de norm een overschrijding betreft. De inundatievlekken zijn vergeleken met de normeringskaart om overlastlocaties vast te stellen. Figuur 5 toont de normeringskaart voor het gebied. Daarnaast is er getoetst aan de huidige functiekaart (LGN7, 2012). Voor de knelpunten is gekeken of in de toekomstige situatie functies wijzigen. Verandert een locatie met normoverschreiding in de toekomst van functie naar natuur dan komt het knelpunt te vervallen. Knelpunten in de hydrologische bufferzone of knelpunten die ontstaan ten gevolg van de inrichting en die niet kunnen worden opgelost zonder aantasting van het effect op de N2000 doelen worden geaccepteerd. Vergoeding bij natschade is een van de maatregelen ter compensatie.
- Inundatie binnen het N2000 gebied mag voorkomen, maar enkel met gebiedseigen water.

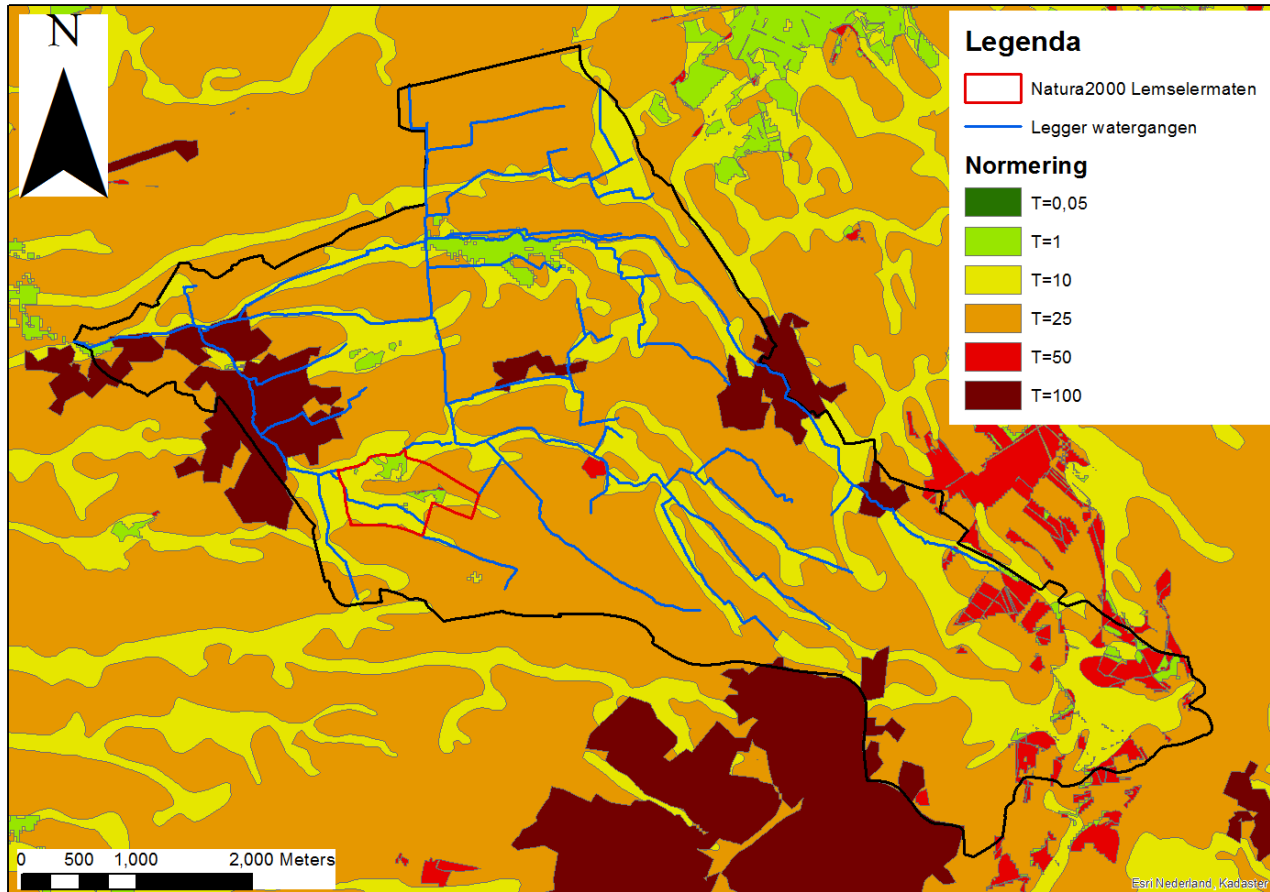
Bij de studie zijn de navolgende toetsingscriteria aangehouden:

- Voor vispasseerbaarheid is het criterium dat de stroomsnelheden bij een 1/4Q situatie tussen de 0,1 en 0,5 m/s moeten zijn. In een T1, T10 of T100 situatie mag de stroomsnelheid niet hoger zijn dan 1,0 m/s om erosie van de watergangen te voorkomen, bij een talud van 1:1,5. De waterdiepte in de Weerselerbeek moet circa 0,1 tot 0,2 m zijn bij een 1/4Q situatie.
- Ten aanzien van erosie is aangehouden dat bij een T1 neerslaggebeurtenis de stroomsnelheid niet mag stijgen tot boven 1,0 m/s binnen een watergang (Hydrologisch handboek Vechtstromen). Omdat deze kritische grens hoger ligt dan voor vismigratie is met name op het laatste punt gefocust bij de uitwerkingen.
- De uitstroomsnelheid van duikers mag maximaal 0,45 m/s zijn bij zand.



Figuur 4. Toetslocatie T100 afvoer benedenstrooms van Weerselo

Figuur 5 toont de normeringskaart. Deze is vastgesteld door het waterschap. In de praktijk is de situatie eigenlijk niet 1 op 1 toepasbaar is voor het gebied waarin de functies wijzigen. Bij de interpretatie van norm overschrijdende inundatie is rekening gehouden met functiewijzigingen.



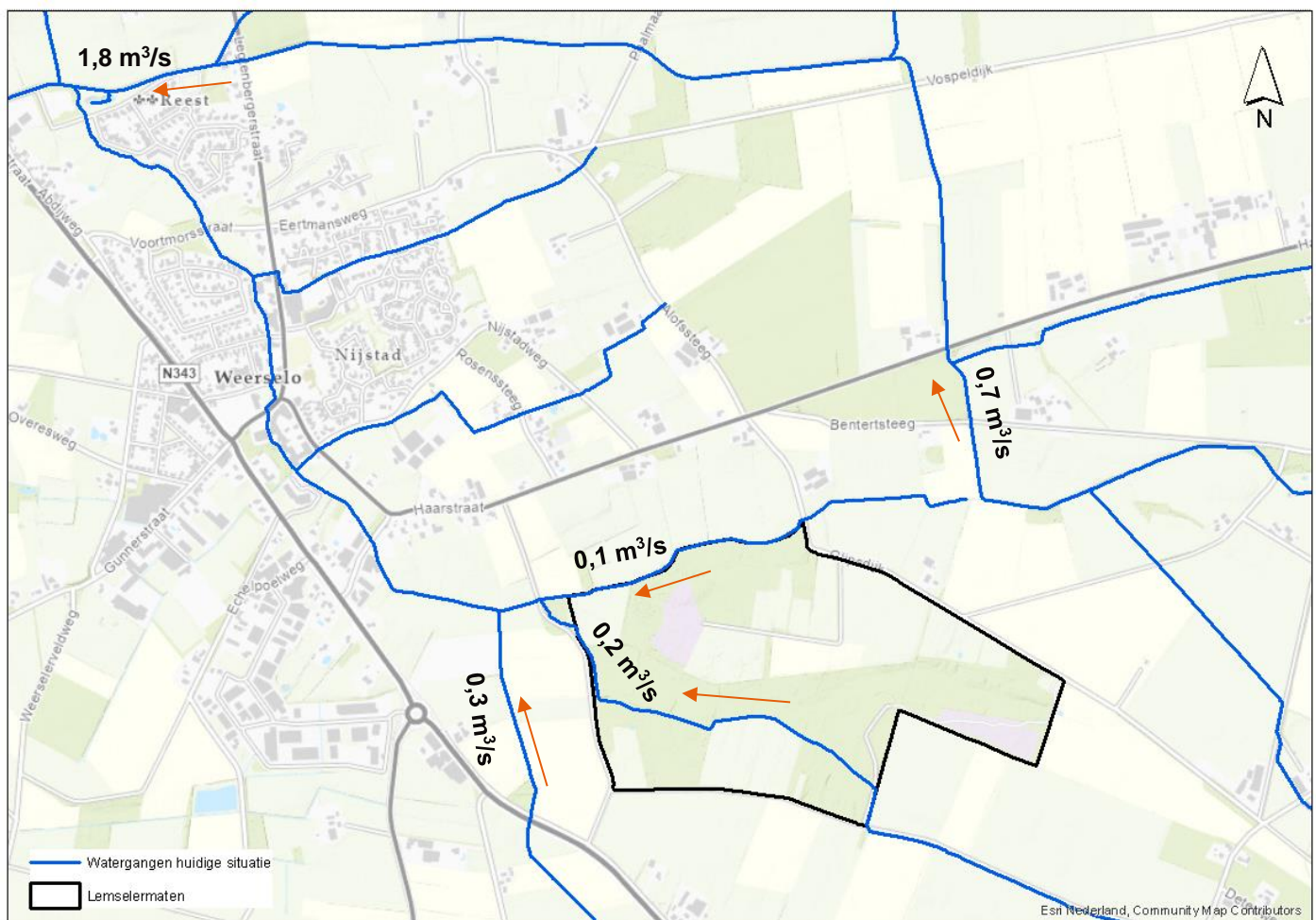
Figuur 5. Normeringskaart voor inundaties, aangeleverd in 2017 door waterschap Vechtstromen

### 3 Referentiesituatie

Op basis van de uitgevoerde analyses en modelberekeningen is het hydrologische functioneren voor de huidige situatie in beeld gebracht. De resultaten zijn op kaarten uitgewerkt en opgenomen in bijlage C en geschikt bevonden om de knelpunten in de huidige situatie vast te stellen en als referentie aan te houden voor het bepalen van de effecten van de maatregelen.

#### 3.1 Afvoeren

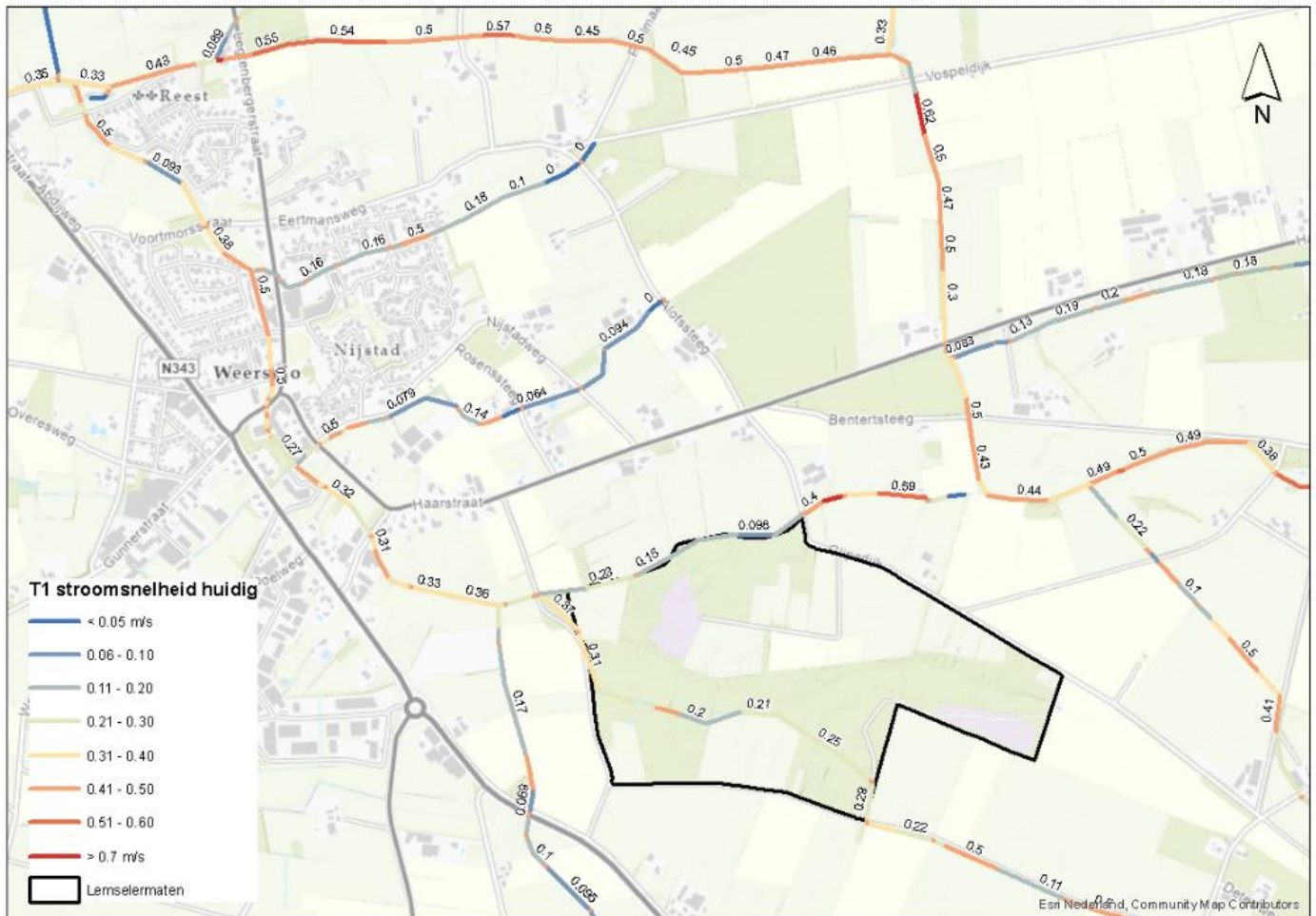
In het SOBEK-model zijn verschillende afvoersituaties doorgerekend. De afvoerdeling in het gebied bij diverse afvoersituaties is weergegeven in Bijlage B. Figuur 6 toont de afvoerdeling binnen het interessegebied bij een T1 afvoersituatie.



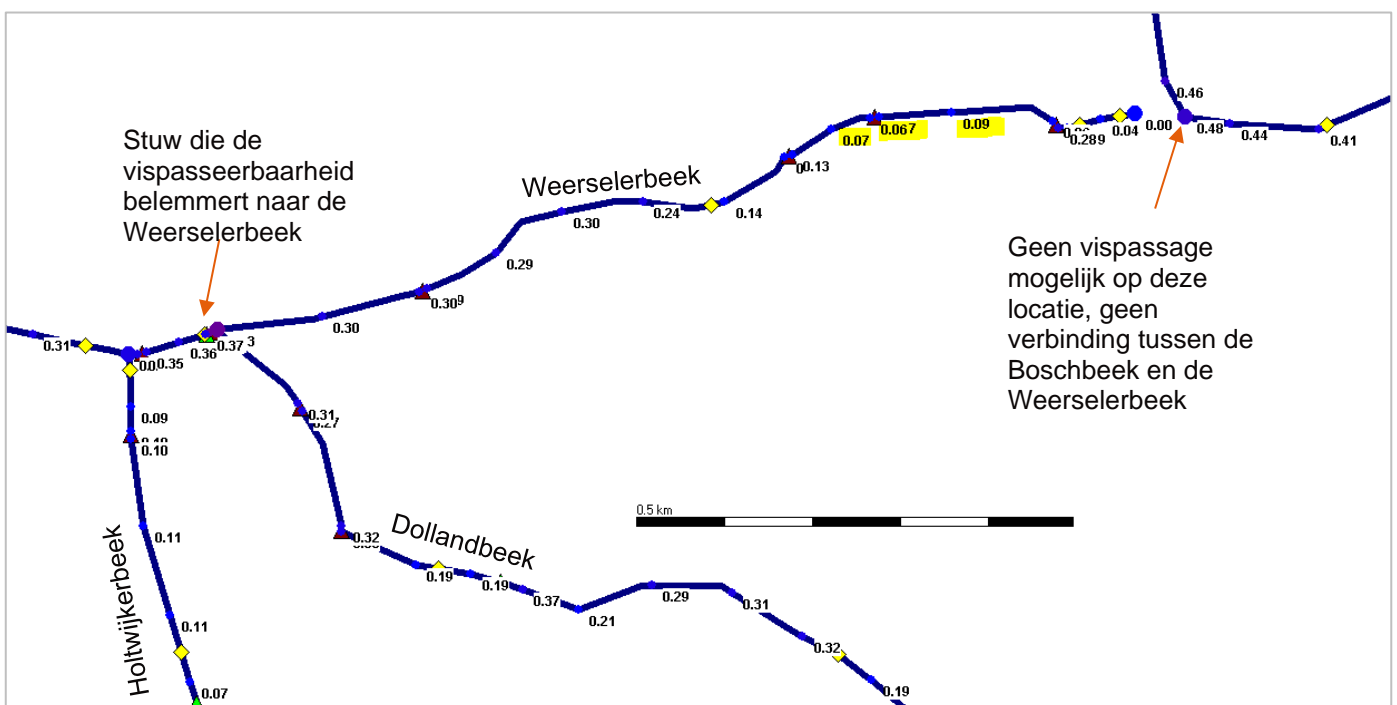
Figuur 6. Afvoerdeling interessegebied bij maatgevende afvoer (T1)

#### 3.2 Stroomsnelheden en waterdiepte

Stroomsnelheden zijn relevant voor de vispasseerbaarheid en de erosie. In de kaartenbijlage is voor diverse relevante locaties in de Dollandbeek, Weerselerbeek, Weerselosche beek, Lemselermatenbeek en de Middensloot weergegeven wat de stroomsnelheden zijn bij diverse afvoergebeurtenissen. Hieruit volgt dat er geen knelpunten zijn vanwege een te hoge stroomsnelheid. Bij T1 afvoersituaties blijft de stroomsnelheid onder de 1,0 m/s waardoor er geen risico is op erosie. De stroomsnelheid bij een T1 afvoersituatie is weergegeven in de navolgende Figuur. Ten aanzien van de waterdiepte zijn er twee knelpunten. De Weerselerbeek heeft bij winterafvoer een te lage waterdiepte. Daarnaast is de Weerselerbeek niet vispasseerbaar vanaf de Weerselosche beek door de aanwezigheid van een stuw bij de Rutermedenweg.



Figuur 7. Stroomsnelheid maatgevende afvoer



Figuur 8. Waterdiepten in een winterafvoersituatie (m)



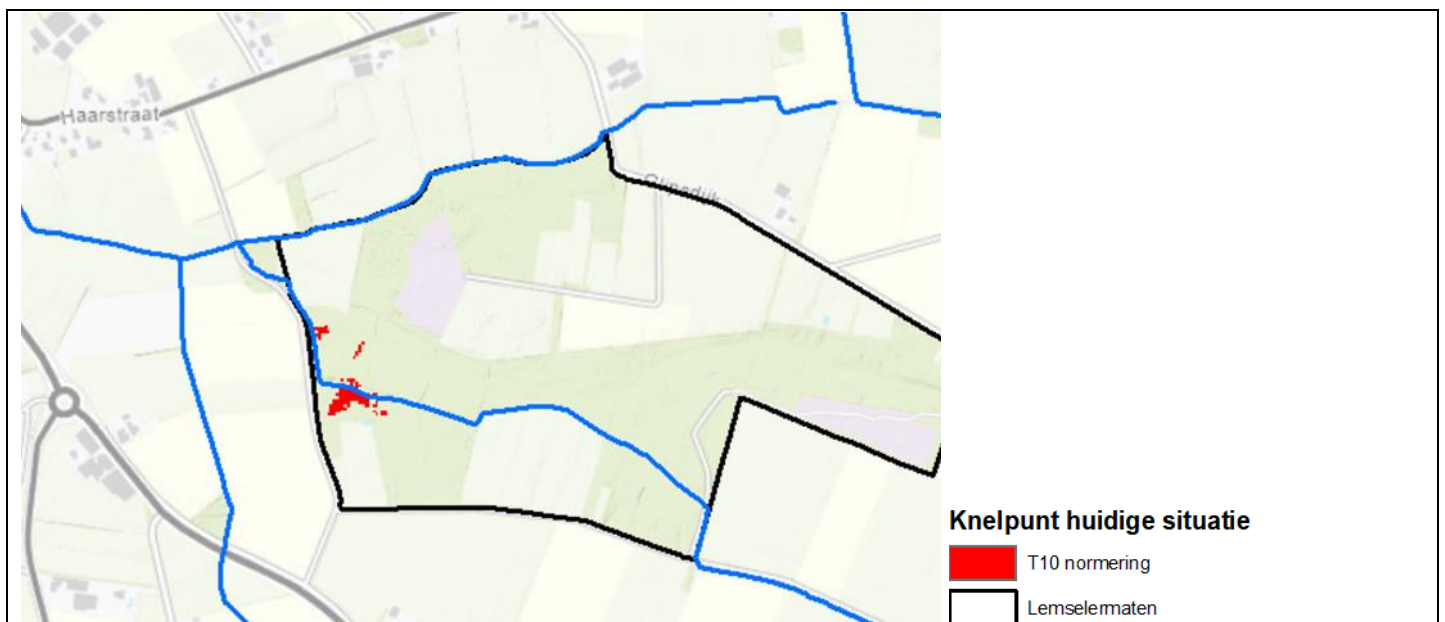
### 3.3 Waterstanden, inundatie en overlastlocaties

Inundatie binnen het interessegebied komt enkel voor langs de Dollandbeek. Dit is binnen het Natura 2000-gebied waarvoor formeel een T10 norm geldt. Gezien het feit dat dit gebiedseigen water betreft, wordt dit niet als knelpunt aangemerkt ervan uitgaande dat de waterkwaliteit in het gebied (op termijn) voldoet.



Figuur 9. Inundatie bij T1, T10 en T100 afvoersituaties

In de huidige situatie is binnen het interessegebied enkel T10 en T100 inundatie langs de Oude Dollandbeek binnen Lemselermaten. De overschrijdingsnorm op deze locatie is ééns in de tien jaar (zie normeringskaart). Binnen het interessegebied is in de huidige situatie één T10 NBW-knelpunt aanwezig. In de toekomstige situatie wordt de Oude Dollandbeek gedempt en stroomt het water binnen Lemselermaten af richting de Weerselerbeek. In combinatie met de functiewijziging naar natuur vervalt dit NBW-knelpunt voor Lemselermaten.

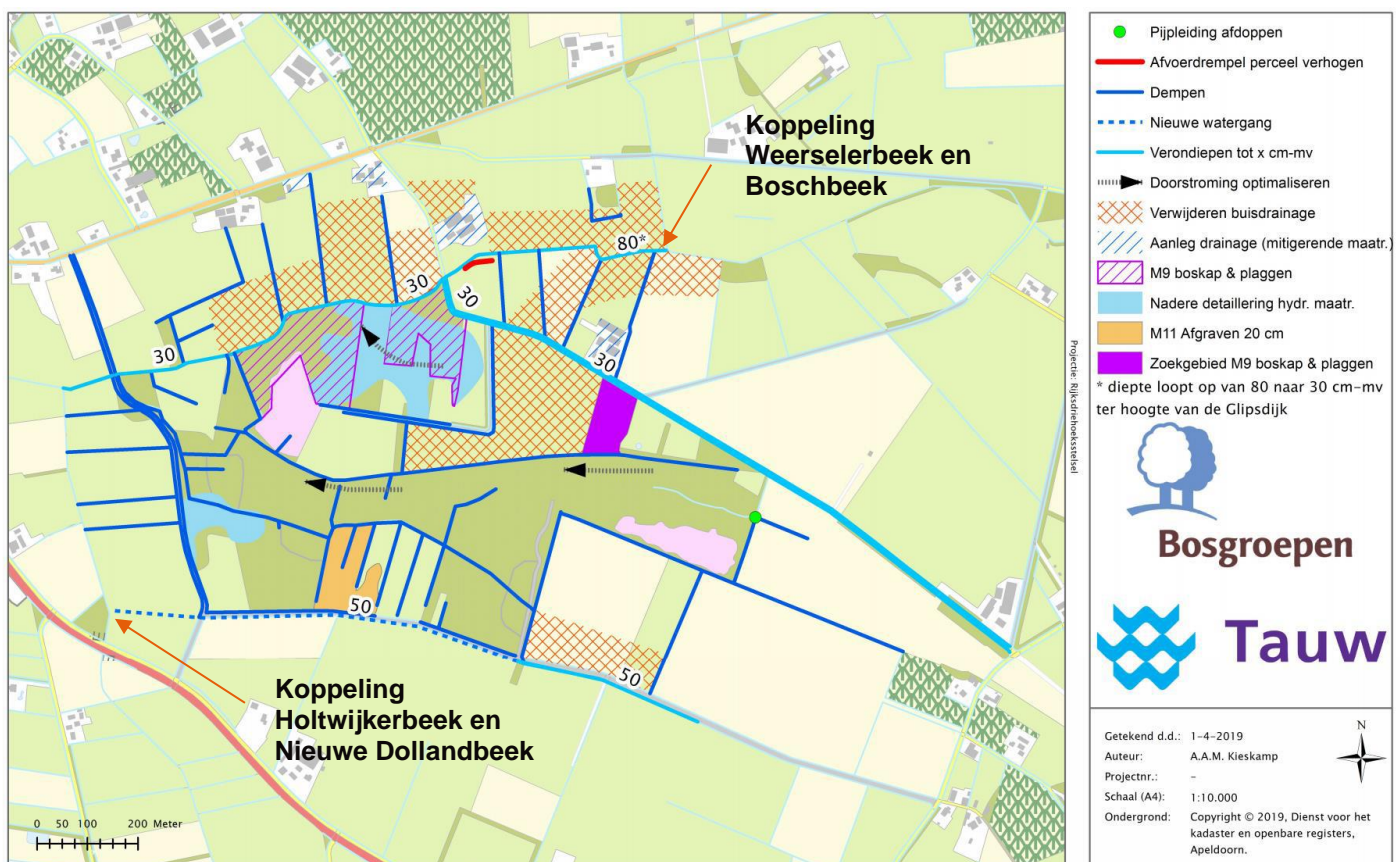


Figuur 10. T10 NBW-knelpunt langs de Oude Dollandbeek

## 4 Detaillering maatregelen

In Bijlage D worden de maatregelen die zijn doorgevoerd in het oppervlaktewatermodel in detail toegelicht. Dit hoofdstuk geeft een korte toelichting. Onderstaande figuur toont de inrichtingsmaatregelen binnen Lemselermaten (Unie van Bosgroepen, 2017). Op hoofdlijnen betreft het de navolgende maatregelen:

1. In de toekomstige situatie wordt de Weerselerbeek verondiept tot 30 cm onder maaiveld.
2. De Oude Dollandbeek, die door Lemselermaten loopt en benedenstrooms afvoert op de Weerselerbeek, wordt gedempt. Daarvoor in de plaats wordt de Nieuwe Dollandbeek gegraven die wordt verbonden met de Holtwijkerbeek.
3. De Weerselerbeek wordt bovenstrooms gekoppeld aan de Boschbeek. De detailontwatering binnen Lemselermaten en ten noorden van de Weerselerbeek worden gedempt. Naast het graven en dempen van watergangen wordt ook buisdrainage verwijderd.



Figuur 11. Inrichtingsmaatregelen Lemselermaten

### 4.1 Opheffen detailontwatering

In het oppervlaktewatermodel is de Oude Dollandbeek gedempt. Overige tertiaire watergangen en buisdrainage zijn niet opgenomen in het oppervlaktewatermodel en dus ook niet als maatregelen meegenomen in SOBEK. Dit effect is binnen het grondwatermodel doorgerekend. Het effect van deze maatregelen is niet significant op het oppervlaktewatersysteem tijdens extreme condities.

## 4.2 Aanpassingen profielen waterlopen

In Bijlage D zijn de huidige en gewijzigde profielen opgenomen. Globaal geldt dat de navolgende aanpassingen van de profielen zijn doorgevoerd:

1. Er is een koppeling gemaakt met de Boschbeek.
2. Het profiel van de Weerselerbeek is over de gehele lengte verondiept tot 30 cm onder maaiveld. Deze verondieping leidt ertoe dat watergangen (automatisch) breder worden. Hiernaast zijn watergangen op sommige plekken verbreed met natuuroevers. Er is rekening gehouden met een maximale breedte van 5 m.
3. De Dollandbeek is verlegd langs het Natura 2000-gebied. Deze watergang heeft een diepte van 50 cm en is gekoppeld aan de Holtwijkerbeek.

## 4.3 Aanpassingen kunstwerken

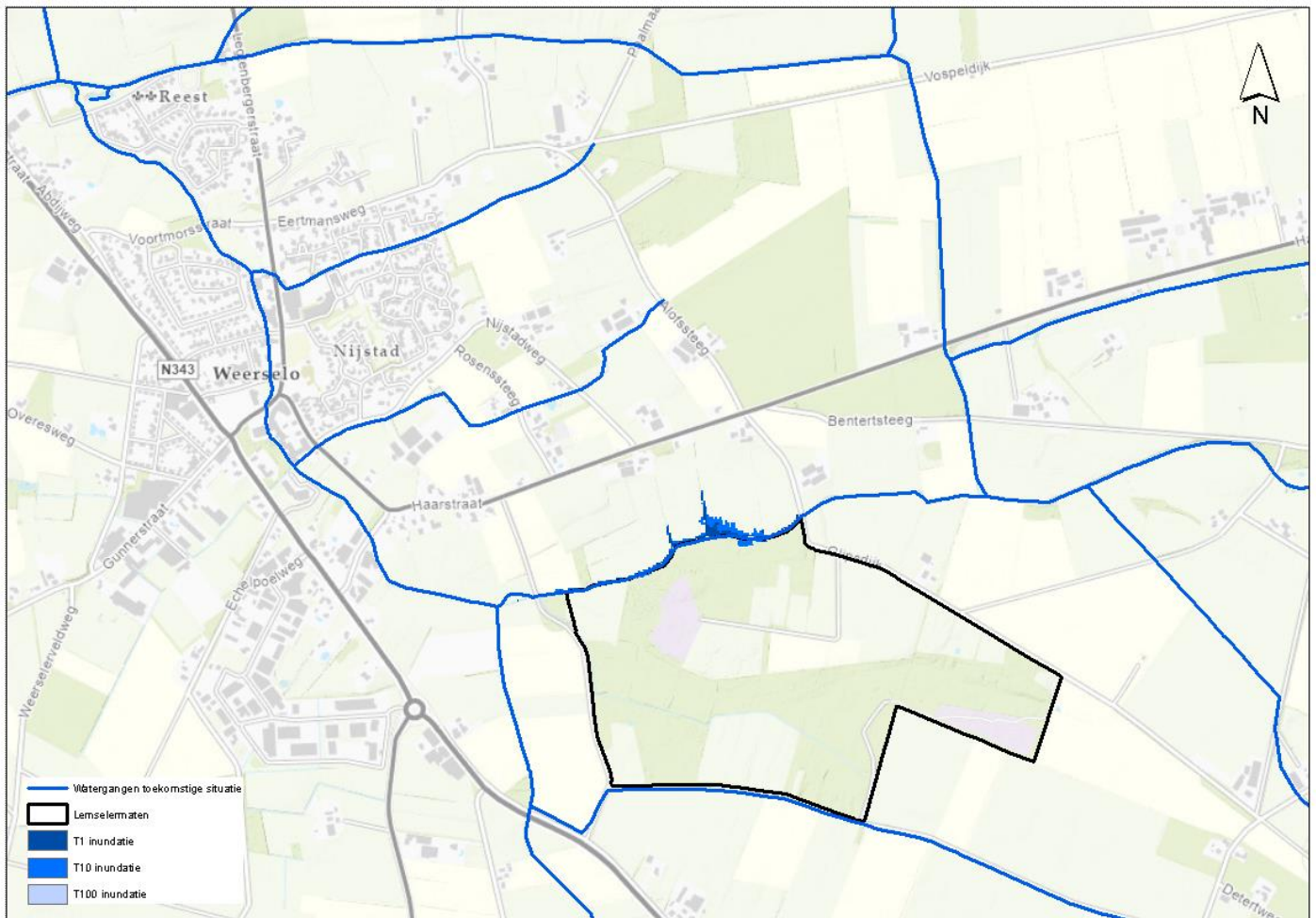
Globaal geldt dat de navolgende aanpassingen aan kunstwerken zijn doorgevoerd. In Bijlage D is de uitwerking van de kunstwerken opgenomen. Het betreft:

1. De stuw bij de Rutermedenweg wordt vispasseerbaar gemaakt middels een hellingpassage. Daarnaast zorgt de koppeling tussen de Weerselerbeek en de Boschbeek dat hier vispassage kan plaatsvinden.
2. De Boschbeek en de Weerselerbeek zijn verbonden middels een dam met duiker. Voor deze duiker zit een regelbare schuif.
3. De Weerselerbeek en Dollandbeek zijn beide verondiept. In de Weerselerbeek zijn hierdoor op diverse locaties duikers verhoogd. In totaal zijn zes duikers gewijzigd en zijn er op twee locaties duikers bijgekomen. Hierbij is niet gekeken of de duikers voldoende dekking hebben. Er is enkel gekeken naar het hydrologische functioneren van het systeem. Zie Bijlage D voor de exacte locaties van deze duikers.
4. De stuw bij de Rutermedenweg is verwijderd. Hiervoor in de plaats is een hellingvispassage ontworpen.

## 5 Effecten herstelmaatregelen

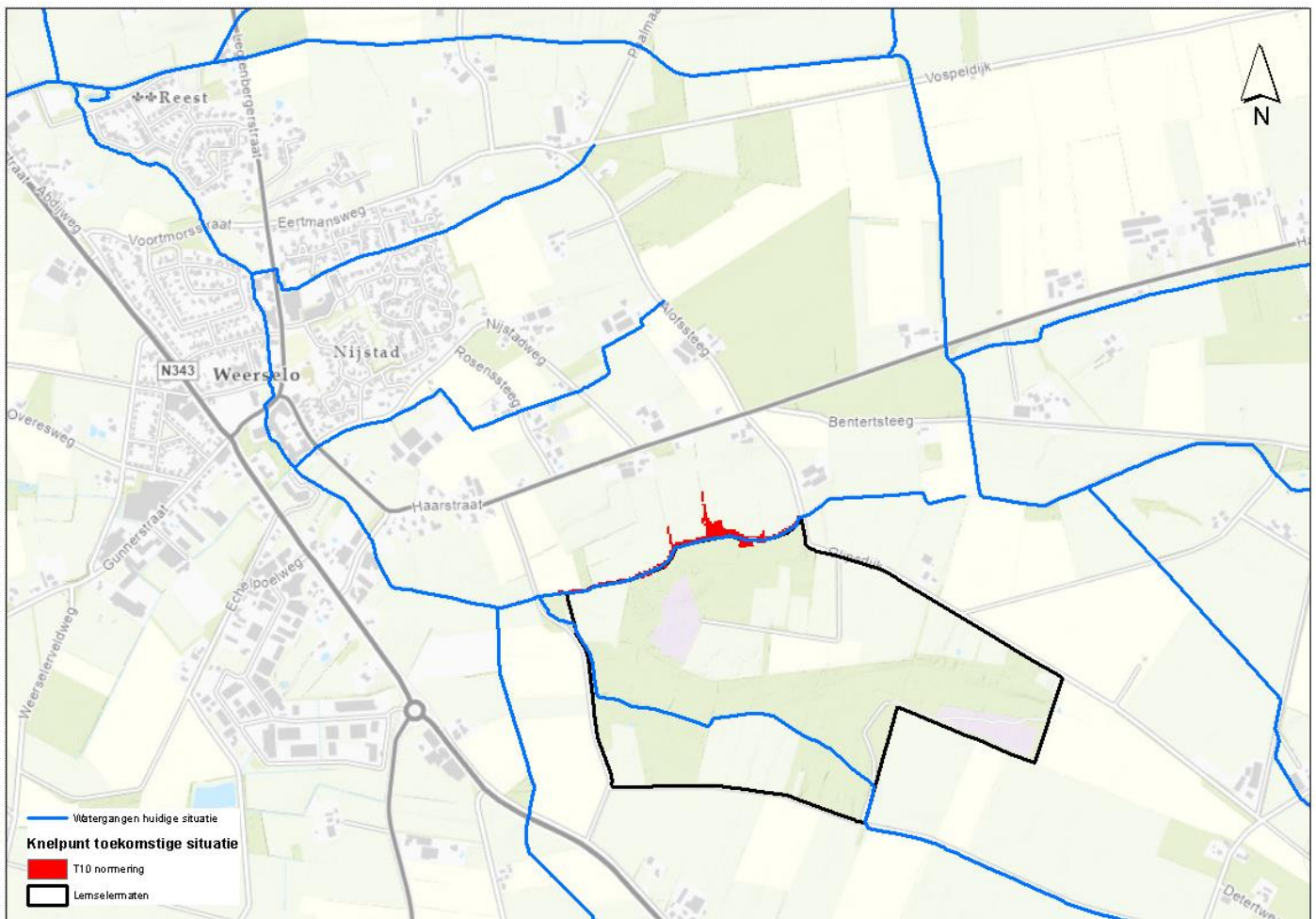
### 5.1 Inundaties en NBW-knelpunten

Onderstaande figuur toont inundatie die optreedt bij T1, T10 en T100 afvoergebeurtenissen. Zoals is te zien, komt inundatie enkel voor ten noorden van de Weerselerbeek. Op deze locatie geldt een overschrijdingsnorm van eens in de tien jaar.



Figuur 12: T1, T10 en T100 inundatie in de toekomstige situatie

Onderstaande figuur toont de locatie van een T10-knelpunt dat tot stand komt bij de vergelijking met de normeringskaart. Met Staatsbosbeheer is dit knelpunt besproken. Inundatie aan de zuidzijde van de Weerselerbeek treedt op eigendom van Staatsbosbeheer ter plaatse van alluviaal bos. De locatie waar inundatie optreedt, wordt niet aangemerkt als een knelpunt, omdat het beekwater door kwel niet infiltreert. Daarnaast bestaat het inunderende water uit gebiedseigen water. Wel wordt de inundatie beschouwt als een aandachtspunt. De inundatie is een gevolg van de benodigde bodemverhoging ten behoeve van de habitats. In de studie is verkend in hoeverre het knelpunt te verminderen is door duikers te verruimen. De duikers zoals gedimensioneerd in het ontwerp zorgen niet voor opstuwing die effect heeft op de locatie van de inundatie. Gezien de onzekerheid qua meetgegevens is het te vroeg om maatregelen te treffen. Het advies is om op deze locatie de waterpeilen en debieten te monitoren.

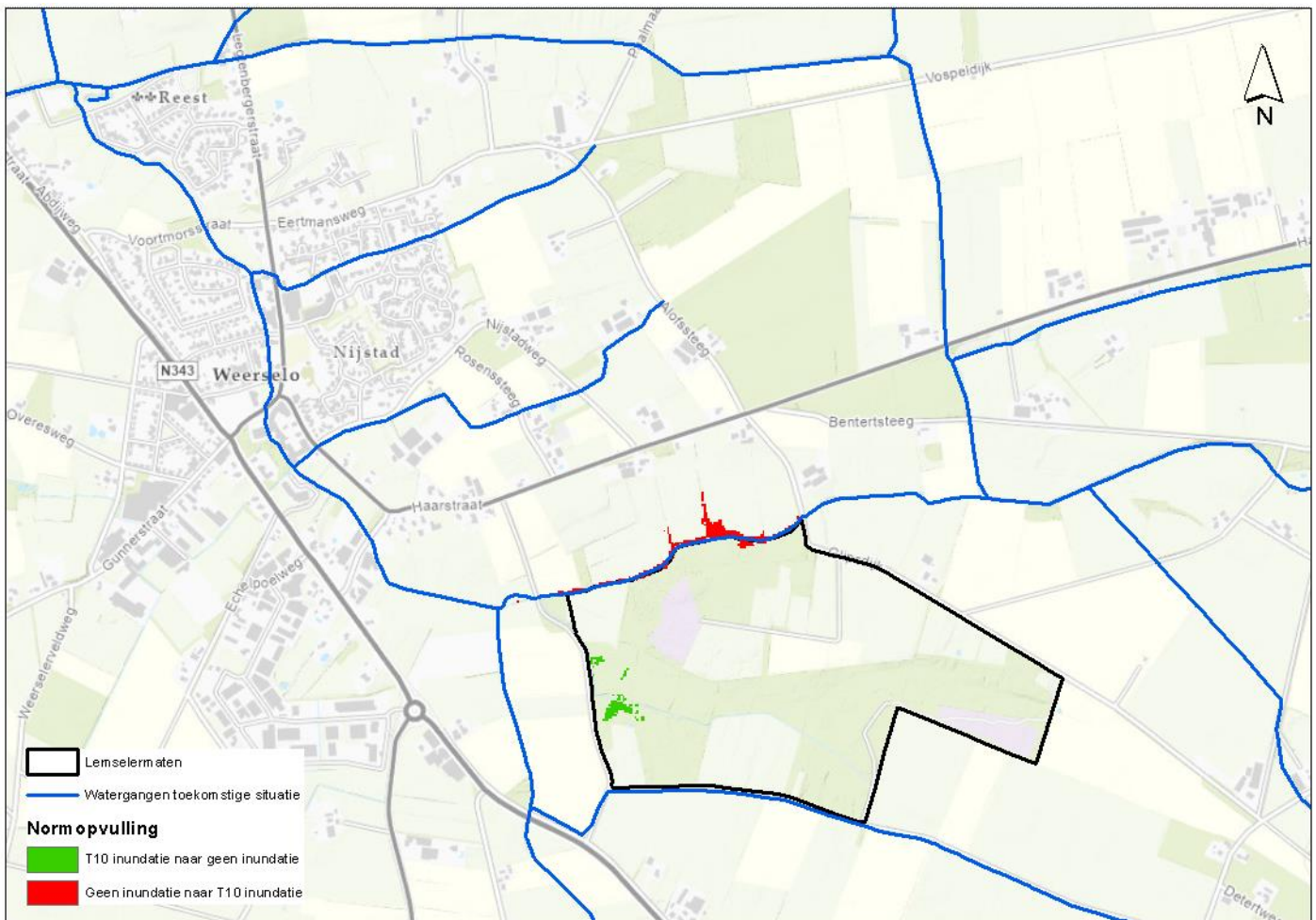


Figuur 13. Norm overschrijdende inundatie toekomstige situatie volgens de huidige normering

## 5.2 Locaties normopvulling

Figuur 14 toont de locaties waar normopvulling plaatsvindt. In groen is aangegeven waar verbetering optreedt en in rood een verslechtering. Binnen het Lemselermaten verdwijnt een T10-knelpunt doordat de Oude Dollandbeek wordt gedempt. Ten gevolge van de verondieping van de Weerselerbeek treden er lokaal verhoogde waterpeilen op.

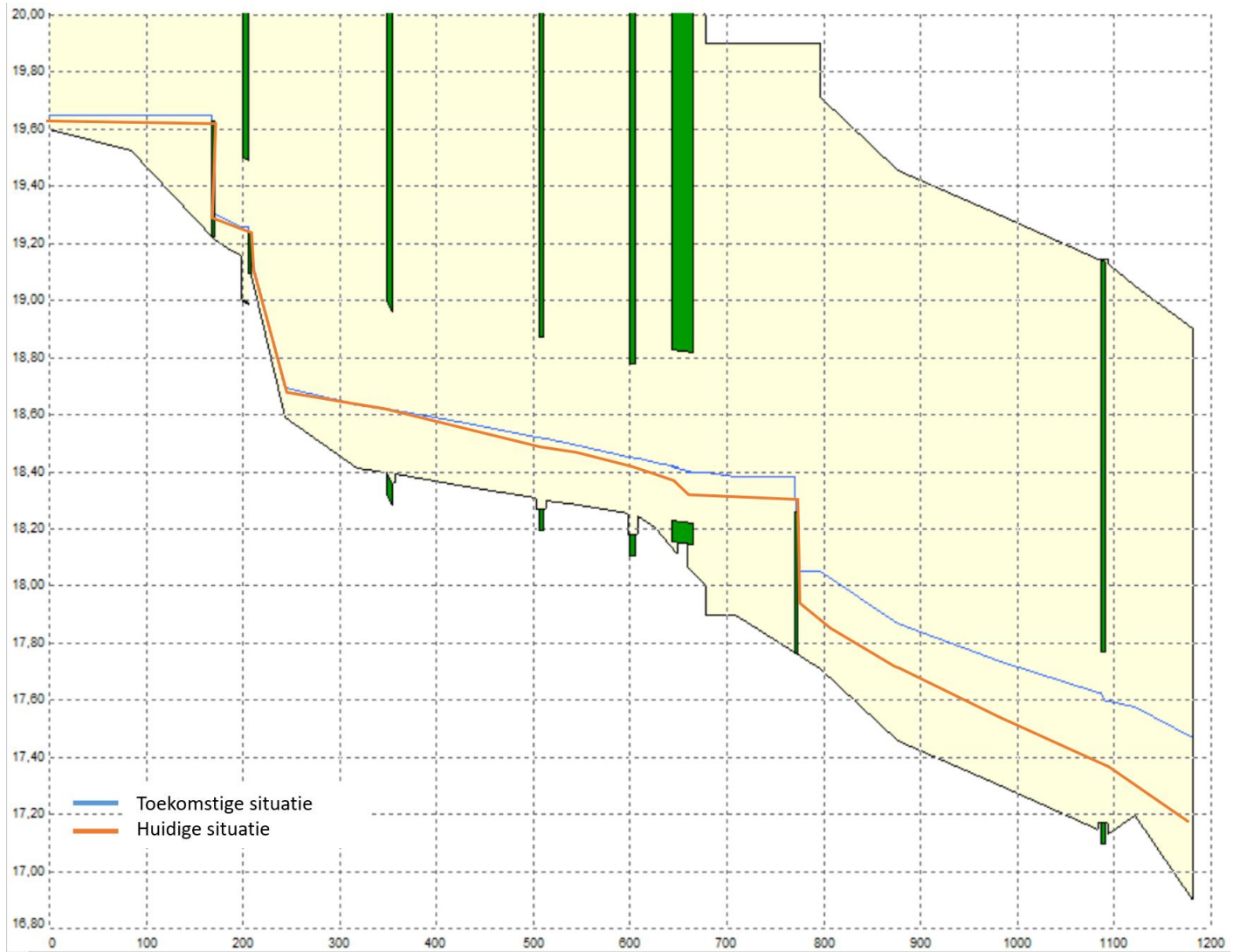
Er is geen sprake van normopvulling binnen het interessegebied. In de huidige situatie is er één knelpunt dat komt te vervallen omdat de Oude Dollandbeek wordt gedempt. In de toekomstige situatie ontstaat op een nieuwe locatie een knelpunt langs de Weerselerbeek.



Figuur 14. Normopvulling ten gevolge van de maatregelen

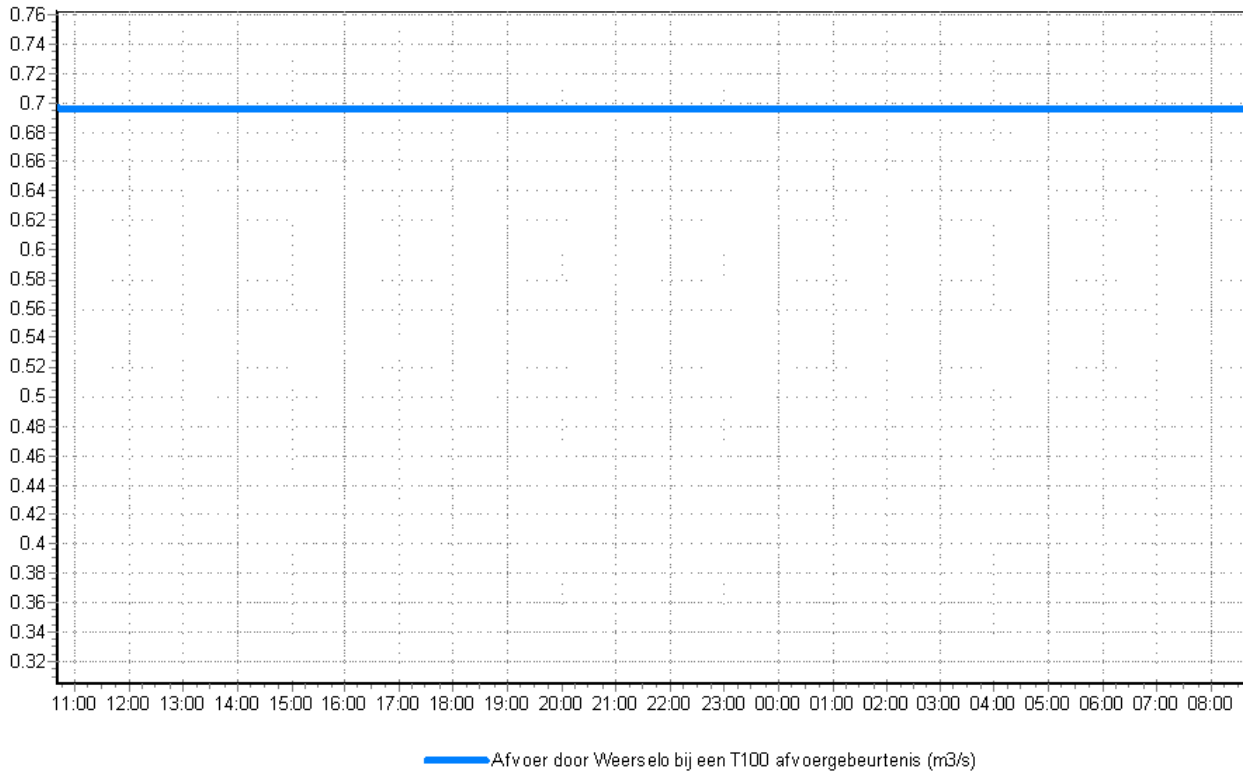
### Normopvulling Holtwijkerbeek

Door de koppeling Langs de Holtwijkerbeek ontstaat geen inundatie in de extreme situaties. Dit was in de huidige situatie ook niet het geval. Door de koppeling met de Dollandbeek stijgen de waterpeilen in de Holtwijkerbeek wel. De normering aan weerszijden van de Holtwijkerbeek is T10. Bij een T10 neerslaggebeurtenis stijgt het waterpeil benedenstrooms van stuw van de aanknoping tot maximaal 20 cm. Dit heeft ook te maken met het stijgende peil in de Weerselerbeek benedenstrooms van de Holtwijkerbeek. De drooglegging in de Holtwijkerbeek varieert over het tracé tussen het aanknopingspunt met de Dollandbeek en het aanknooppunt met de Weerselerbeek circa tussen de 70 en 40 cm onder maaiveld.



### 5.2.1 Afvoer benedenstrooms Weerselo

Afvoer door Weerselo mag niet hoger zijn dan 1,0 m<sup>3</sup>/s. Navolgende figuur toont de maximale afvoer bij een T100 afvoergebeurtenis.



Figuur 15. Maximale afvoer bij een T100 afvoergebeurtenis benedenstrooms van Weerselo



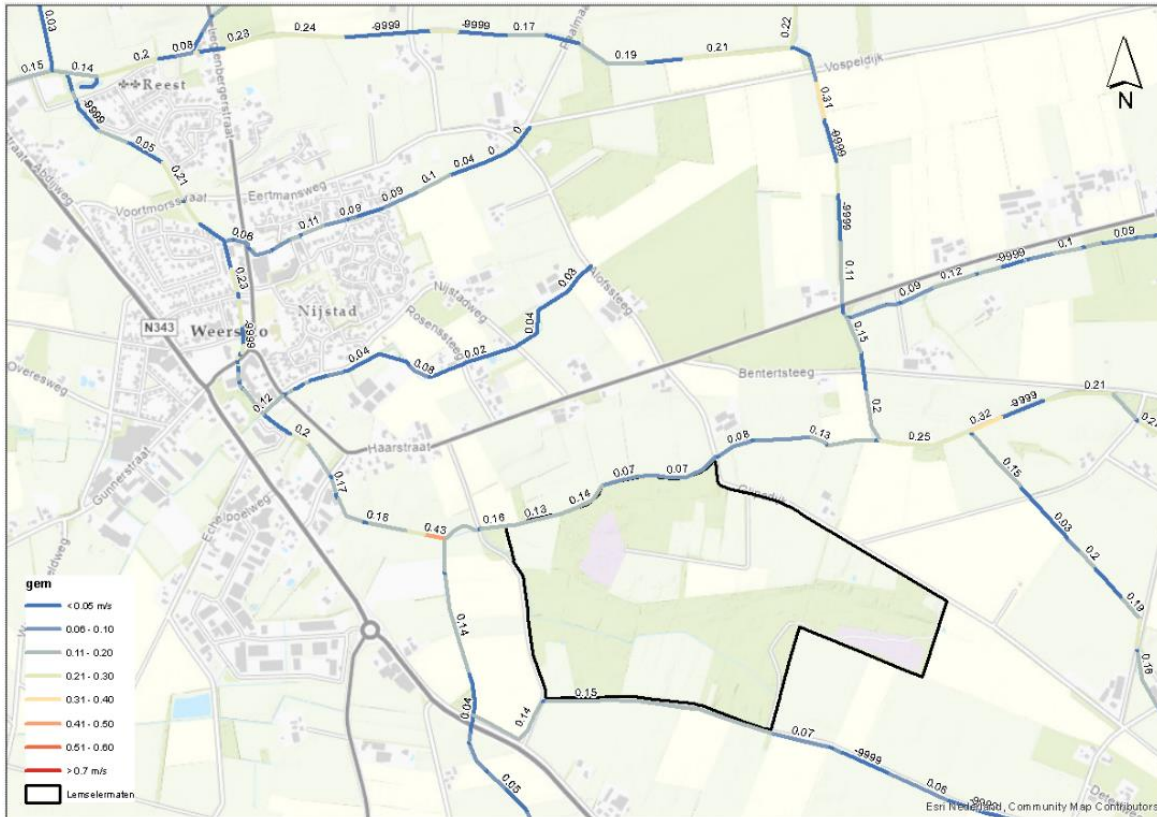
### 5.3 Stroomsnelheden en waterdiepte

Figuur 16 toont de waterdiepte in de Weerselerbeek bij kwart maatgevende afvoer. Zoals is te zien, varieert de diepte in deze situatie tussen de 0,18 en 0,30 m. Deze diepte voldoet aan de eisen voor vispasseerbaarheid (minimaal 0,1 m diepte bij ¼Q).

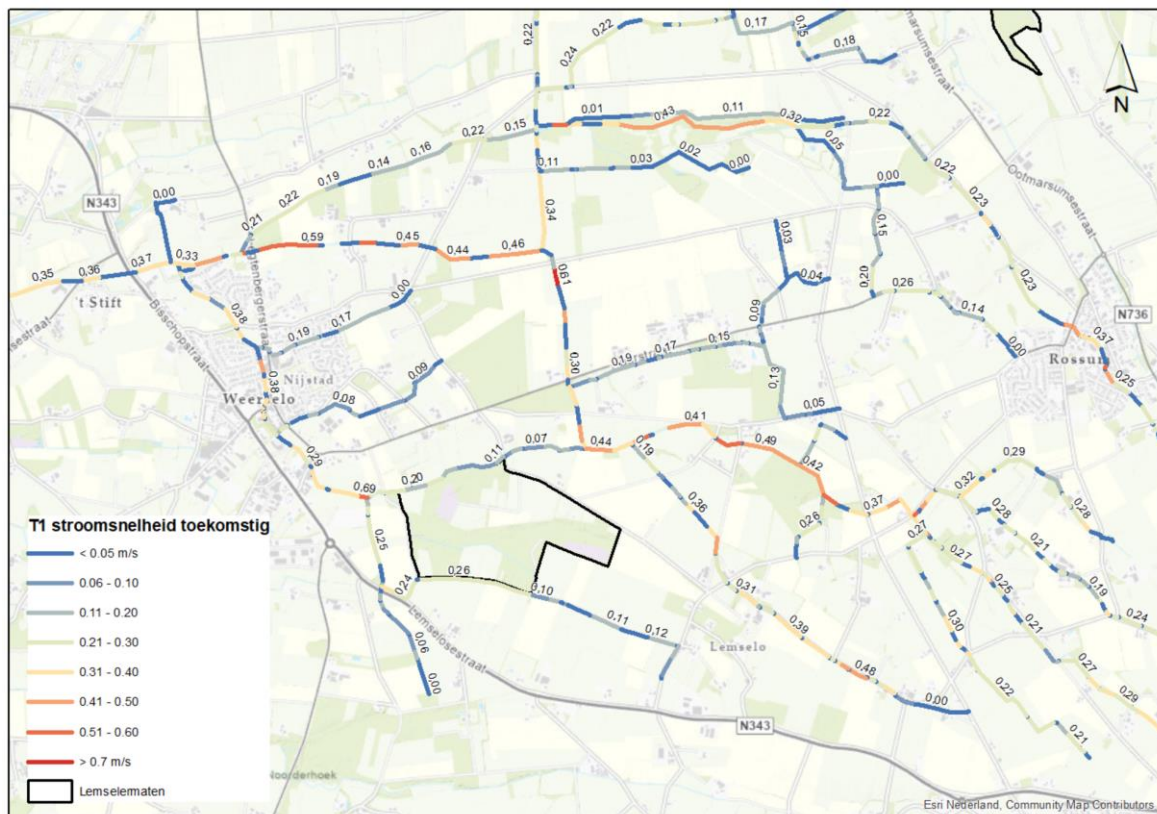


Figuur 16. Waterdiepte bij 1/4Q in de Weerselerbeek

Figuur 17 toont de stroomsnelheid in de Weerselerbeek bij een 1/4Q afvoer in de toekomstige situatie. De stroomsnelheid voldoet aan de eisen voor vispasseerbaarheid (bij een 1/4Q situatie maximaal 0,5 m/s). Bij een T1 afvoergebeurtenis treden geen stroomsnelheden op die leiden tot erosie.

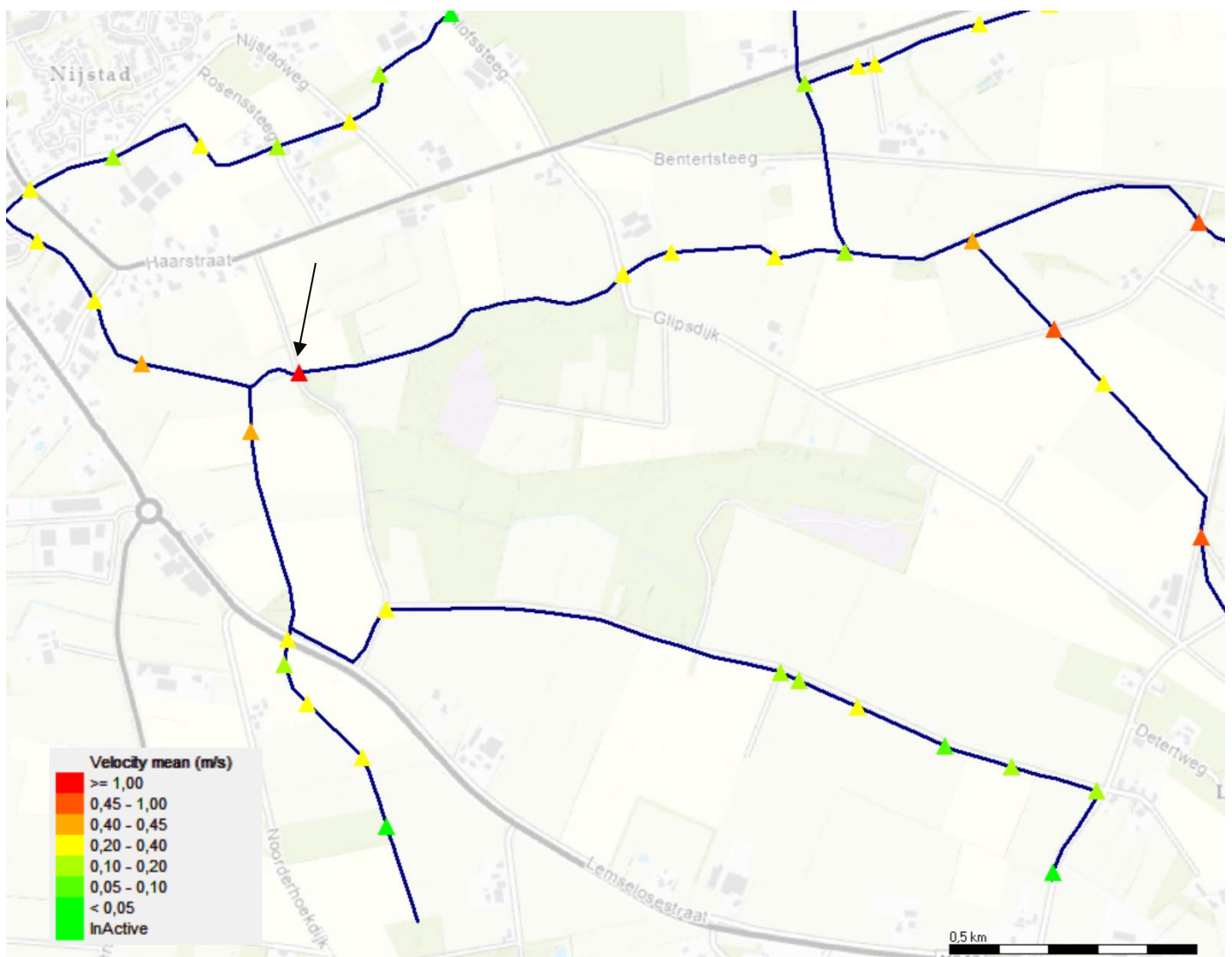


Figuur 17. Stroomsnelheid bij 1/4Q



Figuur 18. Stroomsnelheid bij T1

Figuur 19 toont de stroomsnelheden in de duikers. Op 1 locatie aangegeven in de kaart is de stroomsnelheid boven de norm (de norm is 0,45 m/s uitstroomsnelheid bij een maatgevende afvoer (T1)). De uitreesnelheid van de duiker is circa 1,0 m/s. De stroomsnelheid in de watergang is op deze locatie hoog bij een T1 situatie, namelijk 0,28 m/s. Dit heeft te maken met het verhang net benedenstrooms van de duiker waar de hellingpassage is opgenomen in het Sobek model. De bestaande duiker op deze locatie is elipsevormig en heeft een horizontale diameter van 1,2 meter en verticaal van 0,83 meter, met een lengte van 9,35 m. De duiker zorgt voor 10 cm opstuwing. Stroomsnelheid in deze duiker is circa 0. In deze studie is de bestaande duiker verruimd naar een rechthoekige duiker van 1,6 m breed bij 0,5 m hoog. Bij deze breedte van de duiker is de waterdiepte circa 20 cm diep bij maatgevende afvoer. Een bredere duiker is niet mogelijk binnen de watergang, omdat de bodembreedte te smal is. De stroomsnelheid in de rechthoekige duiker neemt af tot 0,7 m/s. Gezien dit nog steeds boven de norm is het advies om de bestaande duiker te behouden en bodembescherming na de duiker aan te brengen. De eliptische duiker zorgt bij maatgevende afvoer voor opstuwing. De verhoging van het waterpeil reikt echter niet ver bovenstrooms en is niet bepalend voor de inundatie die voorkomt net benedenstrooms van de Glipsdijk.

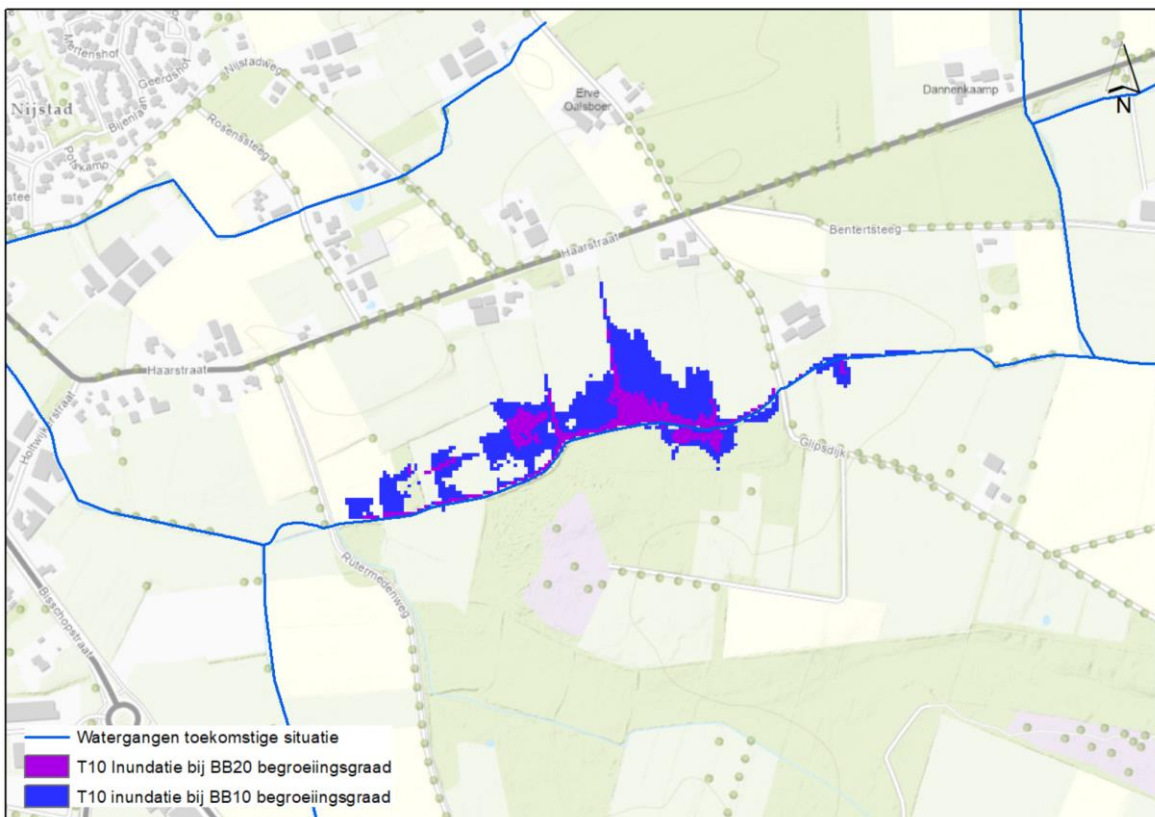


Figuur 19 Stroomsnelheid in de duikers bij een T1 afvoersituatie

## 5.4 Onderhoud Weerselerbeek

Bijlage E beschrijft een gevoeligheidsanalyse naar de begroeiingsgraad bij verschillende afvoersituaties. Uit deze analyse is te concluderen dat bij een T10 afvoergebeurtenis een significante peilstijging optreedt bij een begroeiingsgraad van Bos en Bijkerk 10 (BB10) ten opzichte van een begroeiingsgraad van BB20. Eens in de tien jaar inundatie is de normering langs de Weerselerbeek en daarom maatgevend. Onderstaande kaart toont het verschil in inundatie bij een T10 afvoersituatie tussen BB10 en BB20 begroeiingsgraad.

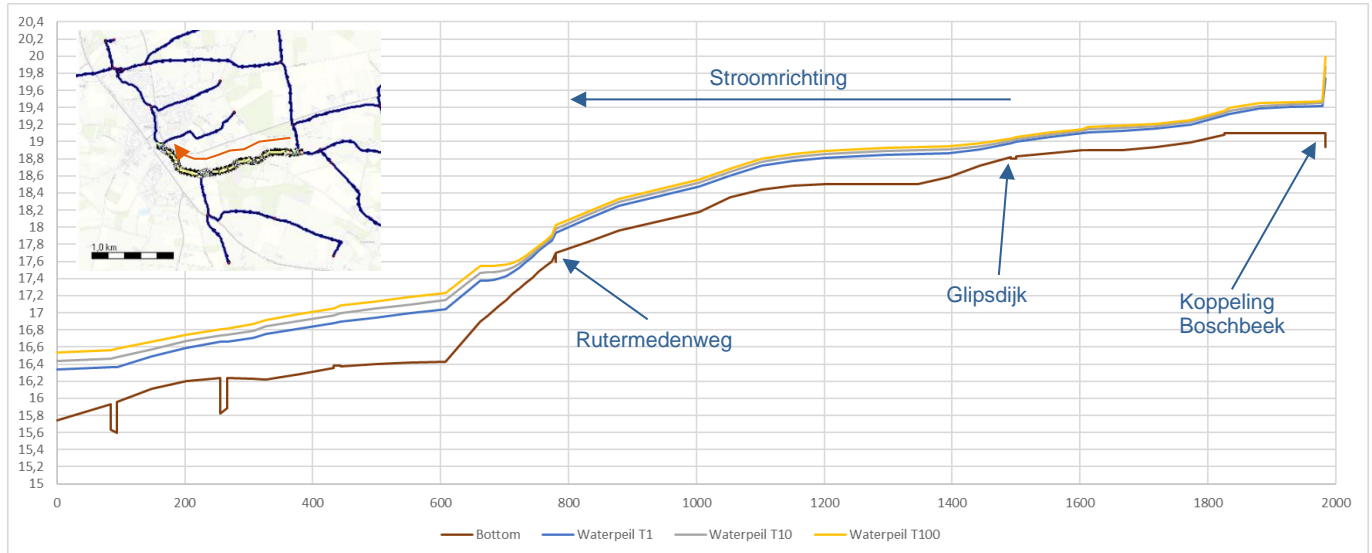
Op basis van deze analyse is het advies om de Weerselerbeek te onderhouden vanaf een begroeiingsgraad van BB10, die te beschrijven is als: "vrij sterk begroeid. Profiel voor deel volgegroeid, hier en daar tot oppervlakte." (Hydrologisch handboek Vechtstromen, 2020).



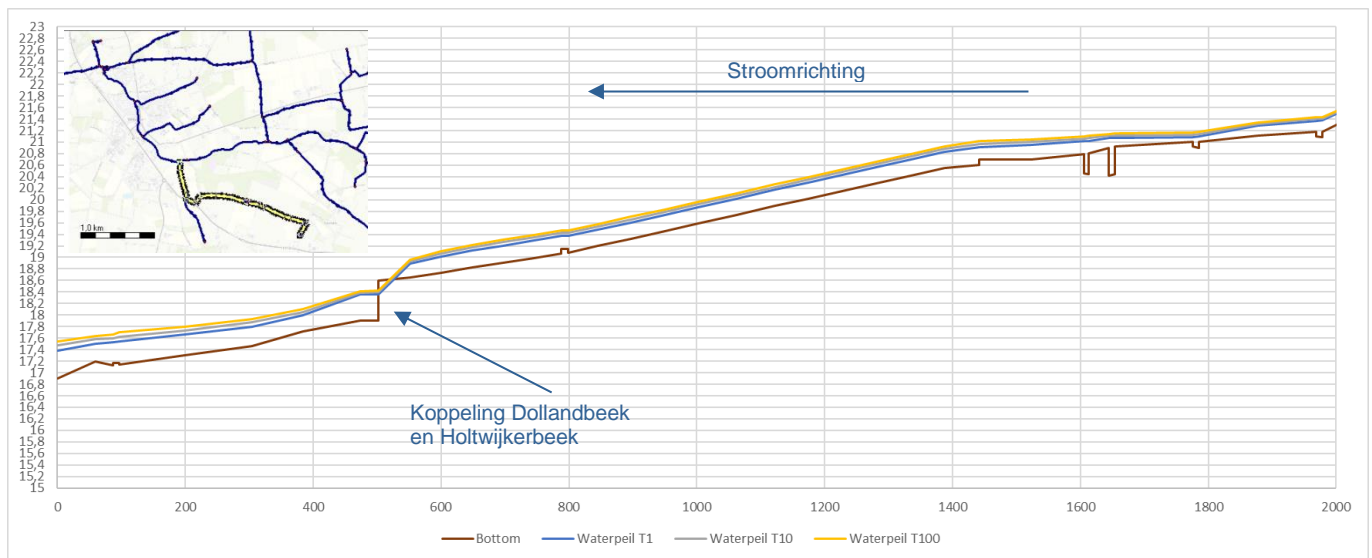
Figuur 20. Inundatie langs de Weerselerbeek bij een T10 situatie voor twee verschillende begroeiingsgradsituaties (BB10 en BB20)

## 5.5 Lengteprofielen toekomstige situatie

Figuur 21 en Figuur 22 tonen de lengteprofielen voor een T1, T10 en T100 afvoersituatie in de Weerselerbeek, Holtwijkerbeek en in de Dollandbeek.



Figuur 21 Lengteprofiel met waterstanden bij T1, T10 en T100 afvoersituaties in de Weerselerbeek



Figuur 22 Lengteprofiel met waterstanden bij T1, T10 en T100 afvoersituaties in de Dollandbeek (Bovenstrooms, rechts) en in de Holtwijkerbeek (links, benedenstrooms)

## 6 Literatuurlijst

BRO. (2021). De Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000.

Hullenaar, B. (2015). *Ecohydrologische systeemanalyse Lemselermaten*. Zwolle: Vitens.

LGN7. (2012). *Landelijk Grondgebruikbestand Nederland*.

Overijssel, P. (2015). *Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Lemselermaten*.

Overijssel, P. (2015). *Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Lemselermaten*.

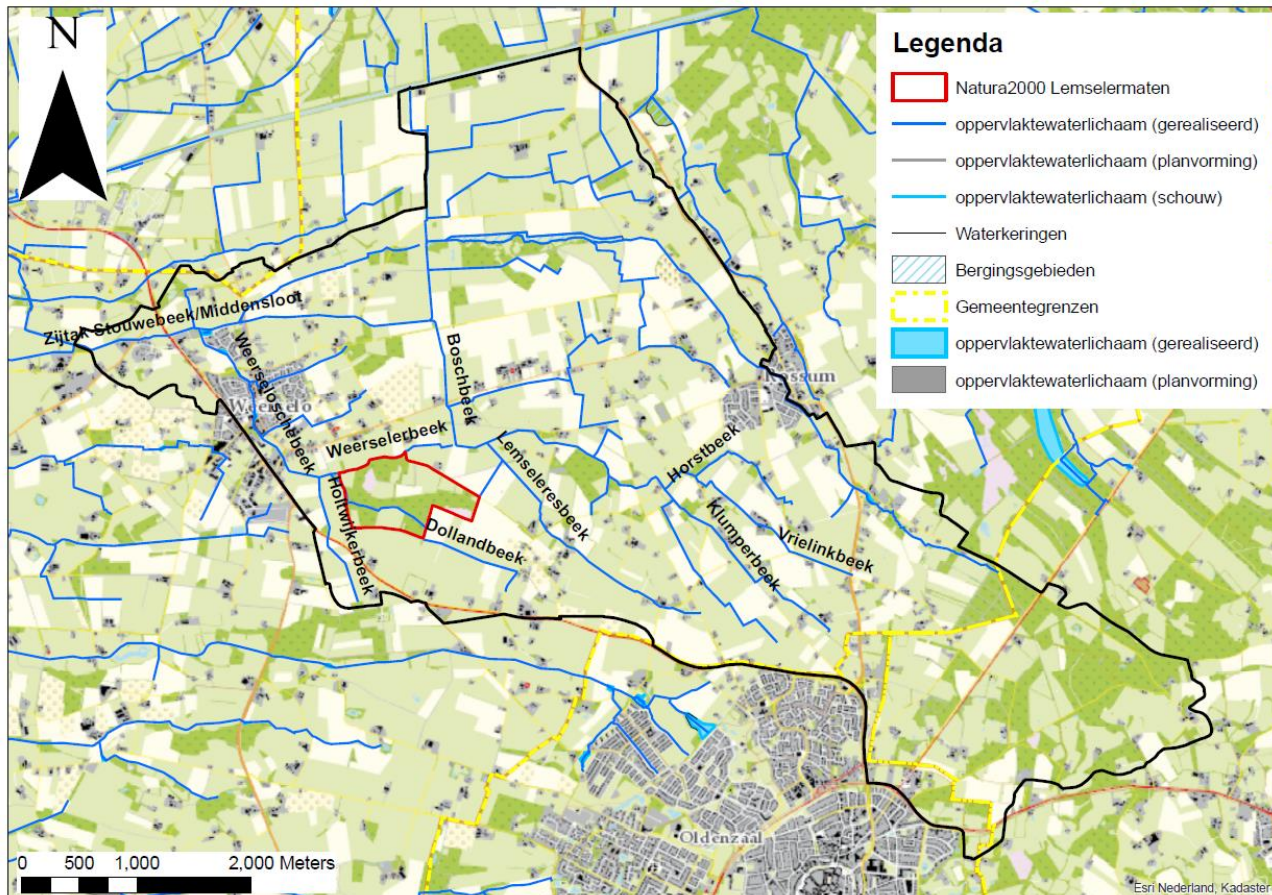
Overijssel, P. (2016). *Natura 2000 beheerplan - Lemselermaten*.

Waterschap Vechtstromen. (2020). *Hydrologisch handboek*.

## Bijlage A - Gebiedsbeschrijving

### Algemeen

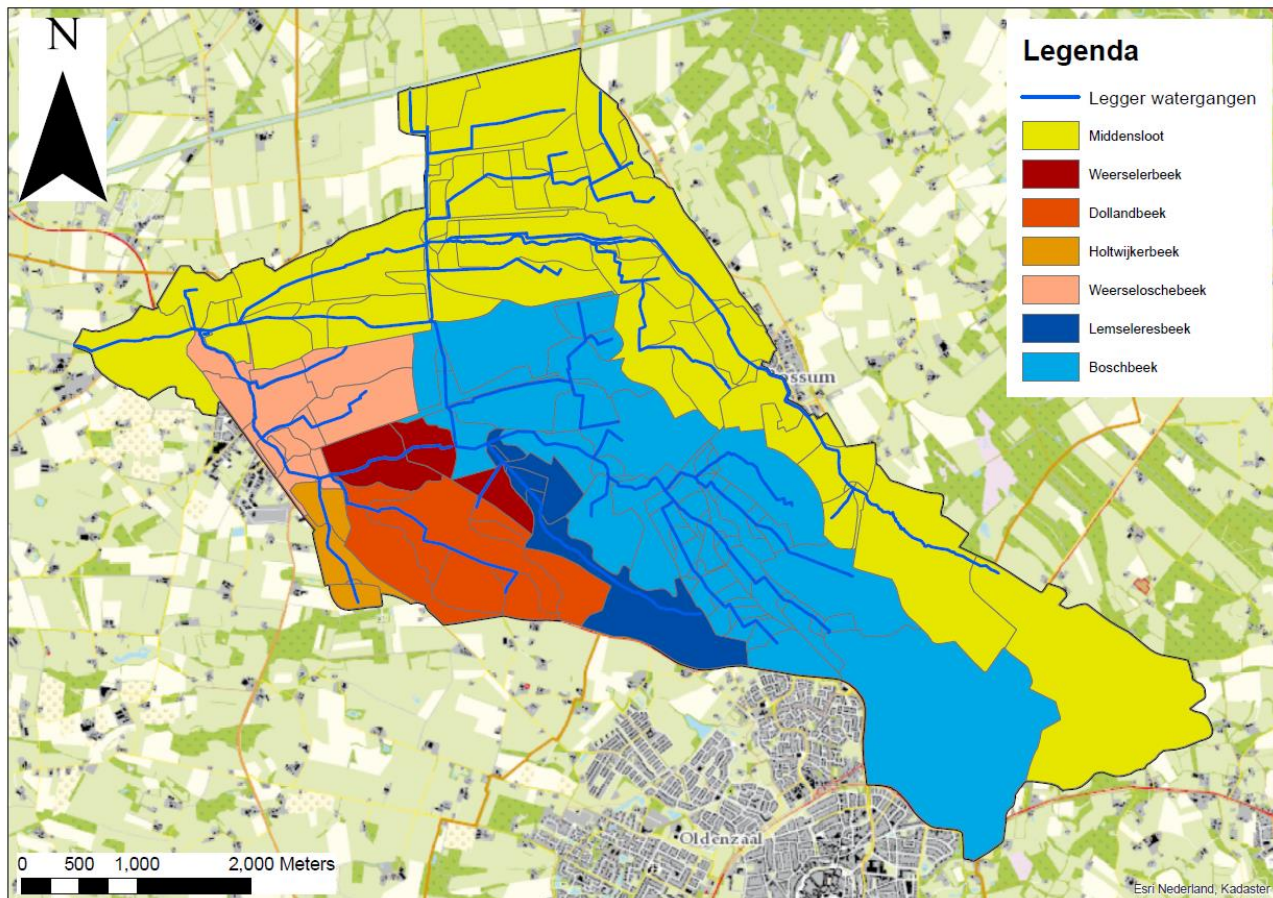
Het Natura 2000-gebied Lemselermaten ligt in de gemeente Dinkelland 0,5 tot 1,0 km ten zuidoosten van de kern Weerselo en 2,5 tot 3,0 km ten noordwesten van Oldenzaal. Het gebied wordt aan de noordzijde begrensd door de Weerselerbeek. Aan de west- en zuidzijde loopt de Dollandbeek. Deze beek loopt door het gebied heen. Het gebied is 55 ha groot.



Figuur 23. Ligging van Natura 2000-gebied Lemselermaten binnen het stroomgebied.

### Stroomgebied

Het Natura 2000-gebied Lemselermaten valt binnen het stroomgebied van de Weerselosche beek en ligt op de grens met het stroomgebied van de Boschbeek. Het stroomgebied van de Weerselosche beek bestaat uit de beken Weerselerbeek, Dollandbeek en Holtwijkerbeek. Het stroomgebied van de Boschbeek bestaat onder andere uit de Lemseleresbeek en de Boschbeek. Beide stroomgebieden wateren af op de Middensloot en vallen daarom binnen het stroomgebied van deze watergang. Omdat de maatregelen omtrent Lemselermaten op zowel het stroomgebied van de Weerselosche beek als de Boschbeek betrekking hebben of kunnen hebben, is het gehele stroomgebied van de Middensloot opgenomen in het SOBEK-oppervlaktewatermodel. Een overzicht van de genoemde stroomgebieden is weergegeven in Figuur 24.



Figuur 24. Stroomgebieden waarbinnen Lemselermaten is gelegen

De stroomgebiedoppervlaktes zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 1: Stroomgebied en oppervlaktes

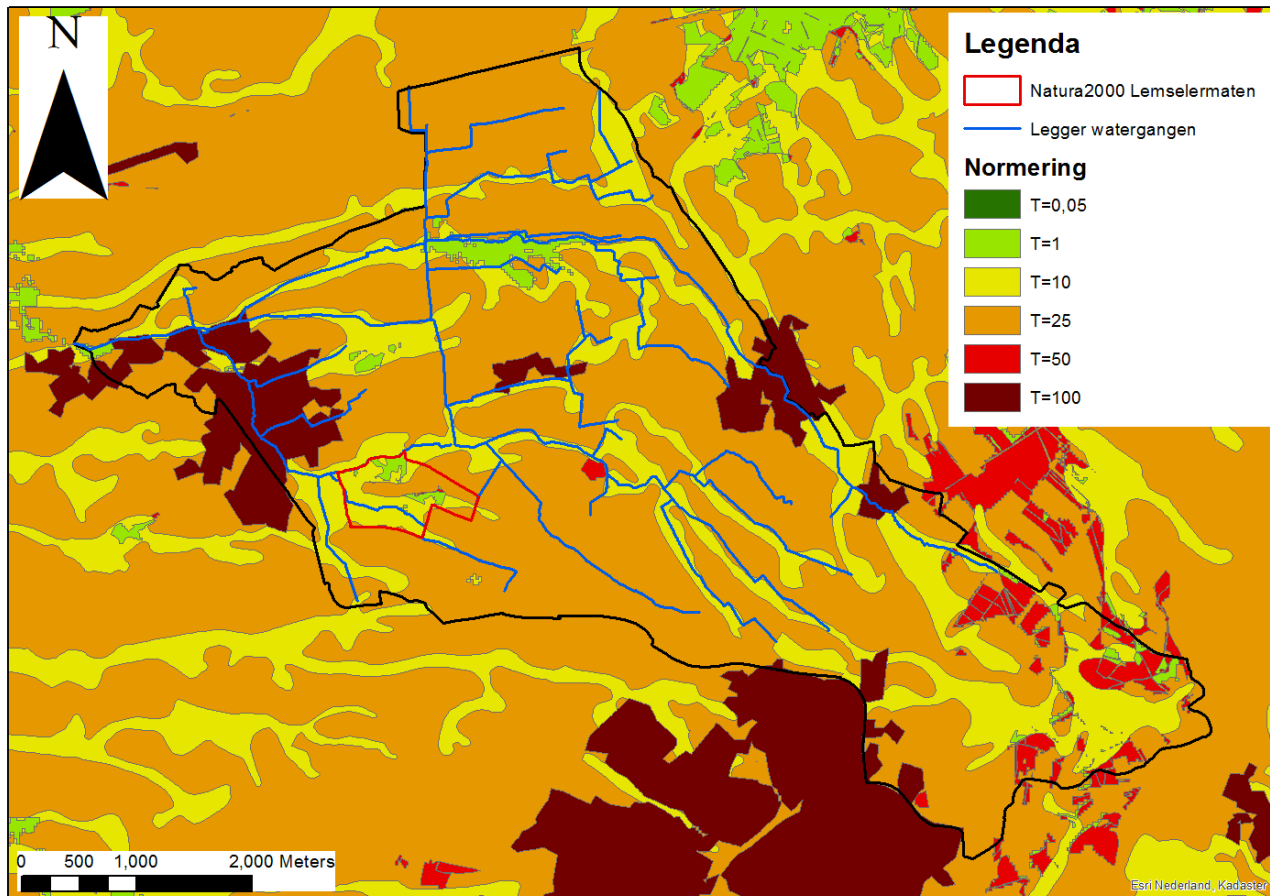
Stroomgebied	Oppervlak [ha]
Middensloot	1.195
Weerselosche beek	150
Weerselerbeek	70
Dollandbeek	198
Holtwijkerbeek	42
Boschbeek	853
Lemseleresbeek	96
<b>Totaal</b>	<b>2.604</b>

### Funcities en oppervlakten

De bodem in de omgeving bestaat voornamelijk uit sterk lemig fijn zand, lokaal op keileem (Hullenaar, 2015). De voornaamste landgebruiksfunctie is volgens het LGN7\_BRP2015 agrarisch grasland en maïs. Natuur in de omgeving bestaat uit loofbos, sterk vergraste heide en moerasvegetatie.

Op basis van onder andere landgebruiksfuncties zijn normeringskaarten opgesteld door het waterschap. Deze kaart is weergegeven in Figuur 25. Stedelijk gebied heeft een strengere normering dan bijvoorbeeld natuur. Zo is op de kaart te zien dat in de kern Weerselo minder dan eens per 100 jaar inundatie mag optreden. In de omgeving van Lemselermaten is dat afhankelijk van de locatie eens per jaar tot eens per 25 jaar.

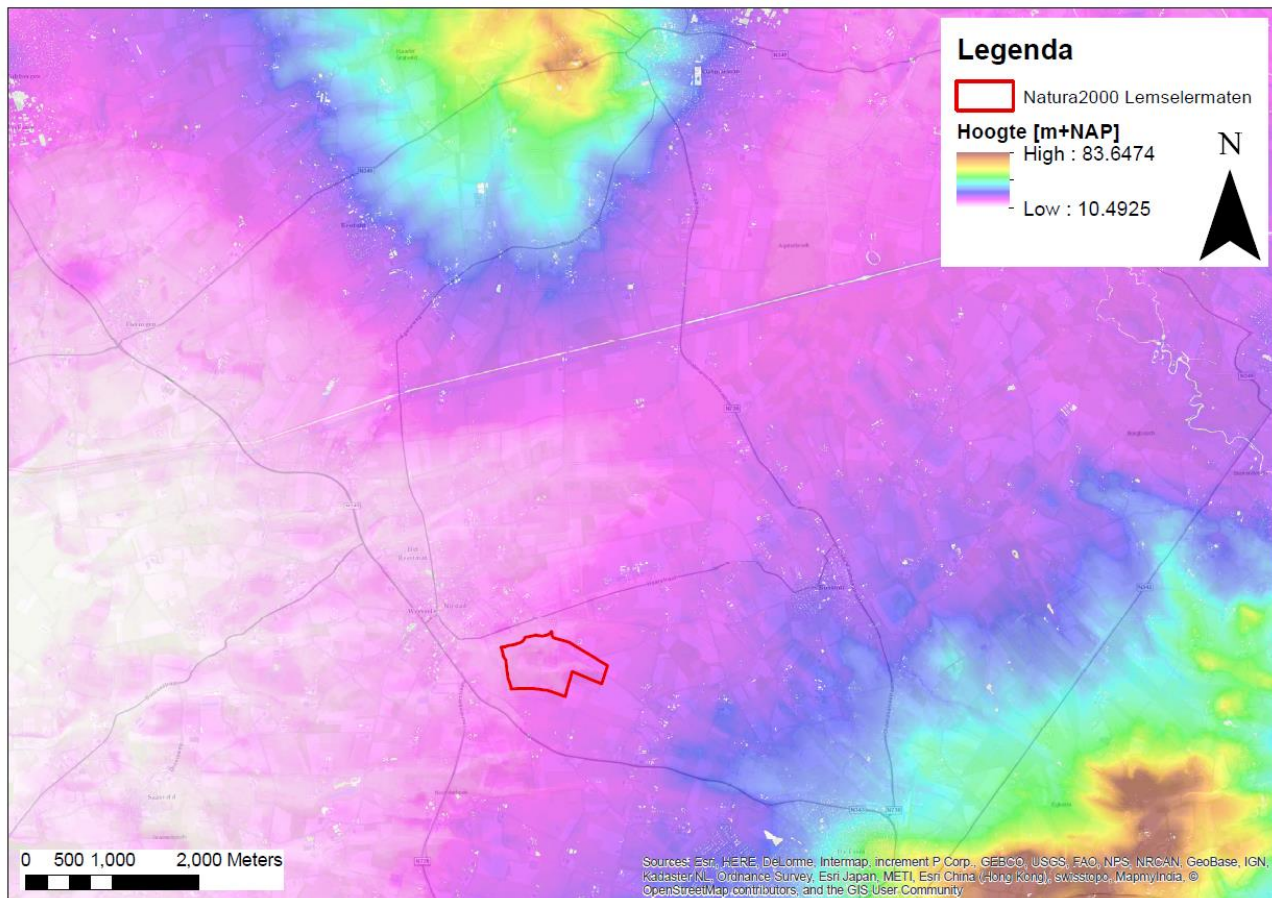




Figuur 25. Normeringskaart voor inundaties (aangeleverd door waterschap Vechtstromen, mei 2017)

### Hoogteligging

Ten zuidwesten van Lemselermaten, bij de stuwwal van Oldenzaal, ligt het maaiveld rond de NAP +80 m (intrekgebied). Ter hoogte van het Natura 2000-gebied ligt het maaiveld rond de NAP +19 m en ten noorden van Weerselo op NAP +15 m. Lemselermaten ligt dus op een overgang van sterk hellend gebied naar een vlakker landschap. Het hoogteverloop is weergegeven in Figuur 26.



Figuur 26. Hoogtekaart omgeving Lemselermaten (AHN2 50cm maaiveld, Esri)

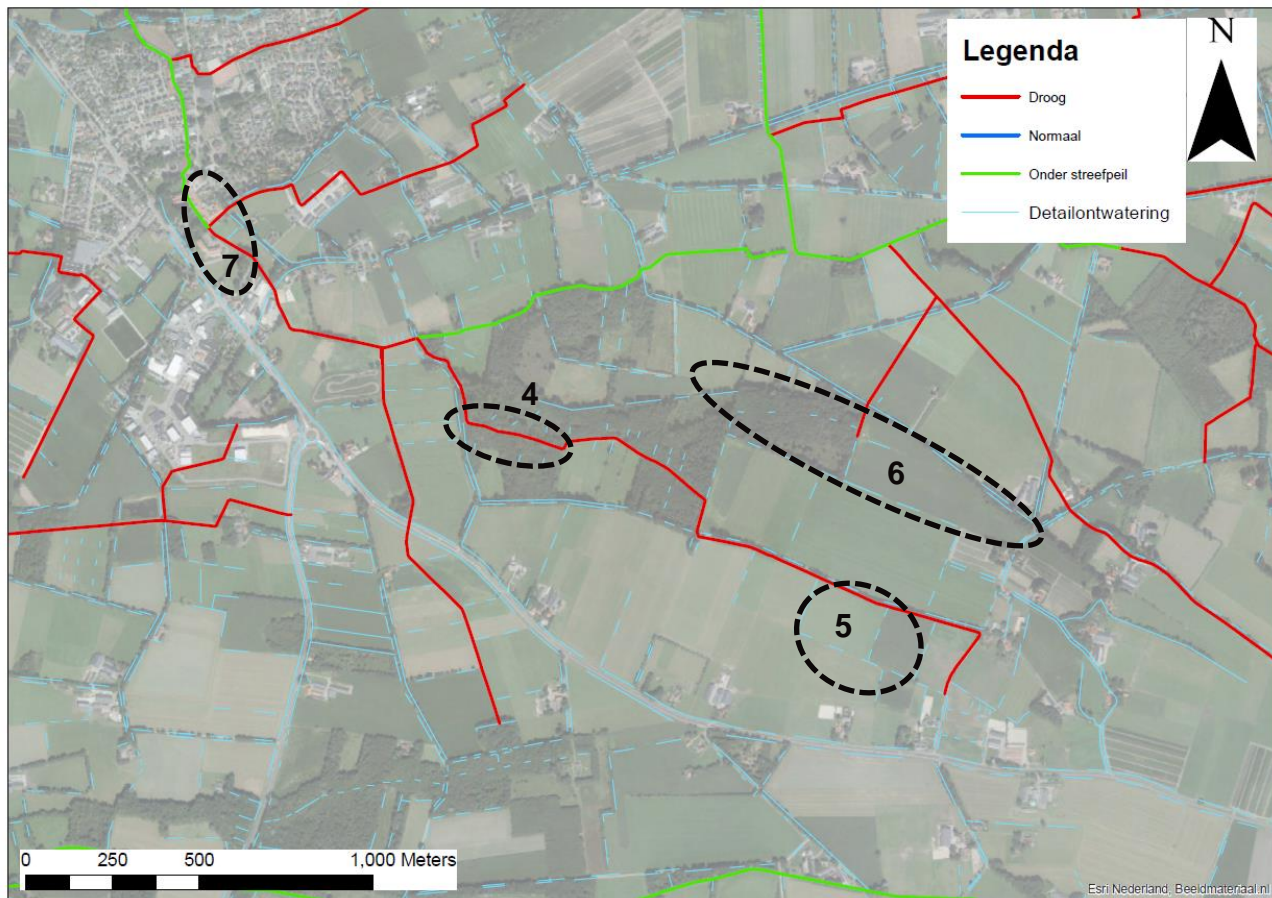
### Bekende knelpunten/overlastlocaties

In 1998 is een extreem natte situatie voorgekomen. Voor deze situatie is in beeld gebracht waar sprake is geweest van hoog water en inundatie. Binnen het stroomgebied van de Middensloot zijn er maar enkele plekken bekend waar tijdens deze extreme situatie wateroverlast is opgetreden. Deze locaties vallen niet binnen de stroomgebieden van de Weerselosche beek en de Boschbeek.

Bij gesprekken met particuliere grondeigenaren en gemeente zijn een aantal plekken naar voren gekomen waarvan is aangegeven dat de waterstand in de waterloop snel tot aan de rand staat of overloopt. Deze zijn weergegeven in Figuur 27. Verder is het volgende aangegeven:

1. peilstijging Weerselerbeek gevoelsmatig eens in het jaar 50 cm;
2. hoogwatersituaties zijn vaak zeer kort;
3. begroeiing in de Dollandbeek in Lemselermaten is niet groot, weinig begroeiing door beschutte locatie;
4. vanuit de Dollandbeek treedt inundatie op, redelijk frequent en binnen de Natura 2000-contour. Voornamelijk net voor de knik naar het noorden;
5. bovenstrooms van het Natura 2000-gebied treedt ook weleens inundatie op;
6. oostelijk deel van het Natura 2000-gebied is nat;
7. wateroverlast in de kern Weerselo.

De meeste beken in de omgeving vallen doorgaans droog in de zomer. Het gaat dan om de Dollandbeek, Holtwijkerbeek en Lemselerbeek. De Weerselerbeek, Weerselosche beek en Boschbeek vallen doorgaans niet droog.



Figuur 27. Aangegeven inundaties van perceeleigenaren (zwarte stippellijn). Van leggerwatergangen is weergegeven of deze conform de meetgegevens droogvallen in de zomerperiode. Het droogvallen is ook geconstateerd in het veld.

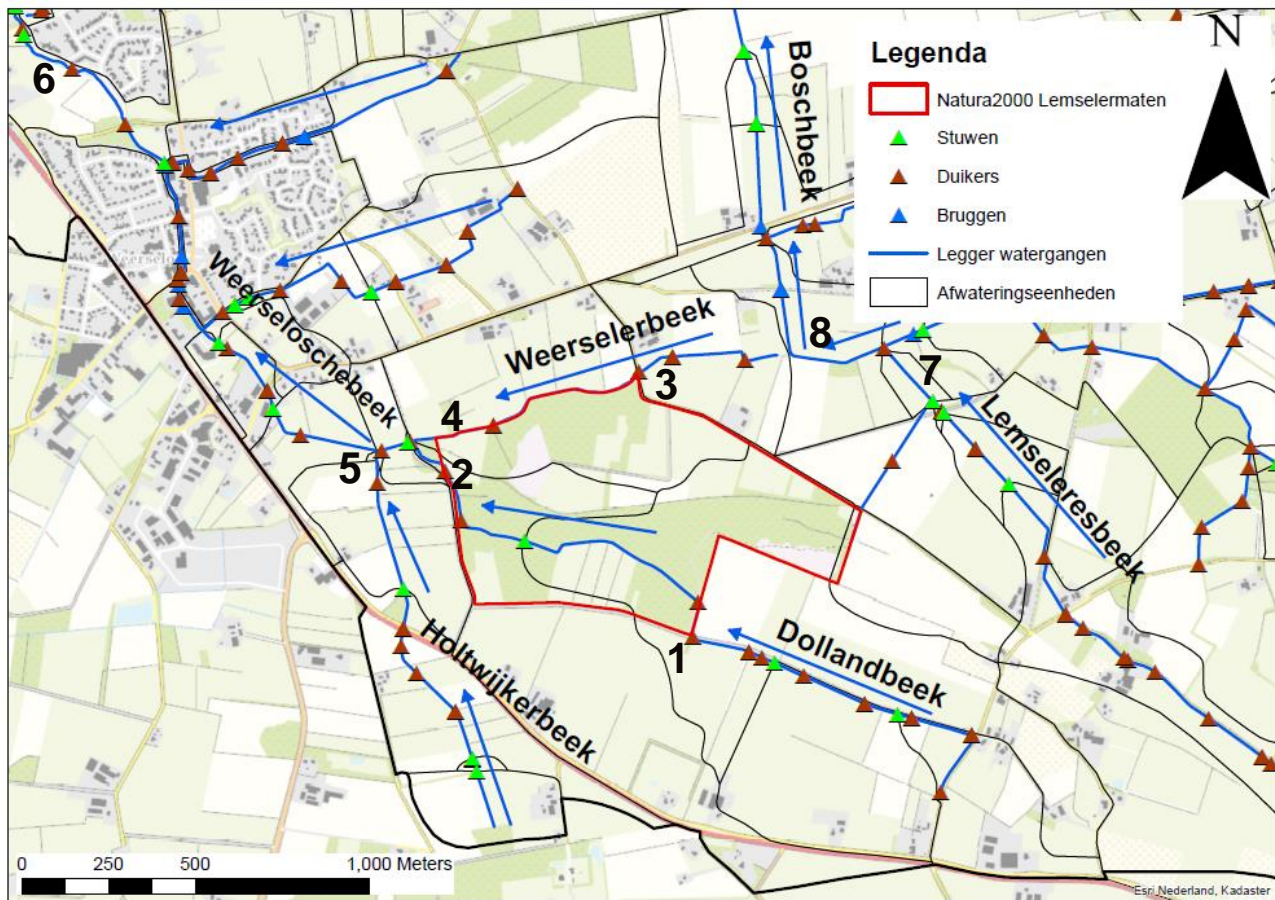
## Afwatering

De Weerselerbeek en de Dollandbeek stromen langs en door het Natura 2000-gebied en voeren tezamen al het water van Lemselermaten af. Beide beken, maar vooral de Weerselerbeek vangt kwelwater af door de diepe uitgraving van de beek (ecohydrologische systeemanalyse Lemselermaten). Het peil in de beken wordt door een stuw gereguleerd op het punt dat beide beken samen komen. De Dollandbeek bevat stroomopwaarts binnen het Natura 2000-gebied nog een stuw. Verder stroomopwaarts buiten het Natura 2000-gebied liggen nog een tweetal stuwen.

De Holtwijkerbeek komt uit zuidelijke richting en komt samen met de Weerseler- en Dollandbeek. Samen vormen deze beken de Weerselosche beek die in noordelijke richting door Weerselo stroomt. De Holtwijkerbeek bevat een drietal stuwen, de Weerselosche beek een viertal.

Ten oosten van Lemselermaten stroomt de Lemseleresbeek. Deze beek komt uit in de Boschbeek, die vroeger in verbinding stond met de Weerselerbeek. Deze verbinding is in het verleden verwijderd omdat de Weerselerbeek de afvoer van de Boschbeek niet kon verwerken. De Boschbeek stroomt heden vanaf dat punt in noordelijke richting, waarna het afwatert op de Middensloot en in westelijke richting het gebied verlaat.

Van de grens van Natura 2000-gebied Lemselermaten staat een duiker in contact met de Lemselerbeek. Deze duiker heeft een lengte van ca. 500 meter en een diameter van 230 mm. Uit een veldbezoek en blijkt dat deze duiker in de praktijk vrijwel nooit water afvoert. De duiker ligt dusdanig hoog dat het waterpeil dit niveau vrijwel nooit bereikt.



Figuur 28. Afwateringssituatie van de watergangen. Nummers corresponderen met nummers in Tabel 7

## Bijlage B - Modelinstrumentarium

Het model is specifiek voor dit project ontwikkeld. De gegevens zijn aangeleverd door waterschap Vechtstromen in mei 2017. Bij de bouw van het model is zoveel mogelijk aangesloten op de uitgangspunten die beschreven staan in het 'Hydrologisch handboek' van het waterschap. In dit hoofdstuk wordt de modelbouw beschreven.

### Gegevens en proces

De modelopbouw kan procesmatig in de volgende stappen worden onderverdeeld:

1. gegevensinventarisatie;
2. vertaling gegevens naar SOBEK-model;
  - ontbrekende informatie aanvullen;
  - parameters afleiden;
  - controle en aanpassingen op instabiliteit en realistische werking model;
3. modelkalibratie en -validatie.

### Gegevens

Voor de opbouw van het model zijn verschillende gegevens beschikbaar gesteld door het waterschap Vechtstromen. Een overzicht van deze gegevens is in onderstaande tabel weergegeven. Met behulp van ArcGIS en diverse tools in Excel (Excel to SOBEK) is de data vertaald naar SOBEK-invoer.

Tabel 2: Overzicht beschikbaar gestelde gegevens

Gegevens	Bestandsnaam
Afvoervakken	afvoervak_sel.shp
Afwateringseenheden	afw_eeenh_sel.shp
Bodemvallen	bodemval_sel.shp
Bruggen	brug_sel.shp
Duikers	duikers_sel.shp
Gemeten profielen	profielen_sel_LEM.shp
Putten	put_sel.shp
Stuwen	stuw_sel.shp
Waterlopen legger	waterlopen_sel.shp
Bodemkaart	bodemkaart50000 actueel.shp
Oppervlaktewatermeetpunten	Oppwater_metingLEM.shp
Stroomgebied	StroomgebiedLEM.shp
Meetgegevens Stiftsbeek/Middensloot	HT-068 Middensloot Stiftsbeek Verdeelwerk.xlsx
Toelichting verdeelwerk Middensloot/Stiftsbeek	Verdeelwerk_LEM.pdf
Afvoercoëfficiënten Vechtstromen	Afvoercoëfficiënt.pdf
GxG kaarten aangeleverd uit het grondwatermodel van Tauw	GxG.tif

### Modelkalibratie en -validatie

Doorgaans wordt de kalibratie uitgevoerd door een specifieke situatie uit het verleden door te rekenen en de modelresultaten te vergelijken met metingen. Parameters van het model worden aangepast om tot betere resultaten en een betere fit te komen. De validatie van het model vindt dan plaats door een andere situatie door te rekenen en de resultaten te vergelijken met de metingen. Hieruit moet blijken of het model de karakteristieken van het systeem goed simuleert. Nu is met de gekozen rekenmethodiek niet het neerslag-afvoerproces gemodelleerd. Dit komt omdat er gerekend wordt met vaste afvoeren op de laterals en geen vertaling wordt gemaakt van neerslag naar afvoer. Het neerslag-afvoerproces is afhankelijk van gebiedseigenschappen en varieert per afwateringseenheid. Dit bepaalt hoe snel de neerslag via grondwater of oppervlakkige afstroming in de watergang terecht komt. Het is dus niet mogelijk een werkelijke situatie door te rekenen, omdat we niet weten wat de afvoer is geweest in de afwateringseenheden, alleen benedenstrooms bij het meetpunt. En neerslag is niet geschikt als invoer omdat het proces van neerslag naar afvoer niet meegenomen is.

De kalibratie is daarom iets anders ingestoken dan normaal het geval is. Er zijn drie stappen genomen om het model te verbeteren:

1. De afgeleide specifieke afvoer is doorgerekend met het model. Deze afvoeren simuleren verschillende maatgevende situaties. De benedenstrooms berekende waterstanden zijn vergeleken met afgeleide gemeten maatgevende waterstanden met Gumble.
2. De berekende waterstandsstijgingen, inundaties en droogleggingskaarten zijn voorgelegd aan de projectgroep en gebiedsbeheerders (inclusief particuliere grondeigenaren).
3. Vermoedelijke discrepanties tussen gegevens en werkelijkheid zijn in het veld bezocht.

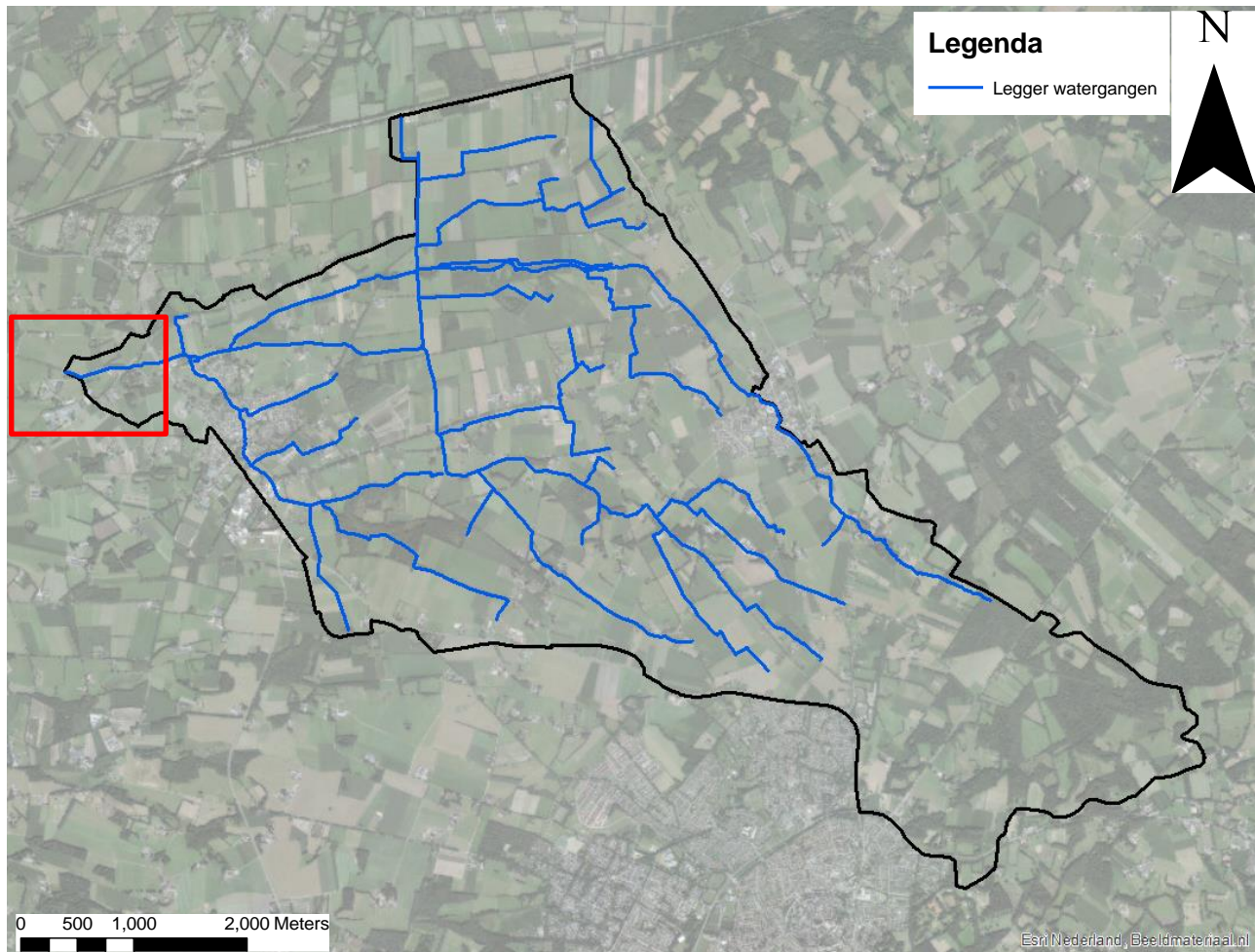
Naar aanleiding van bovengenoemde drie stappen zijn enkele modelaanpassingen doorgevoerd. Het gaat om:

- aanpassingen afwateringseenheden;
  - contouren;
  - oppervlaktes;
  - afstromingsrichting en locatie;

### **Modelgebied en randvoorwaarden**

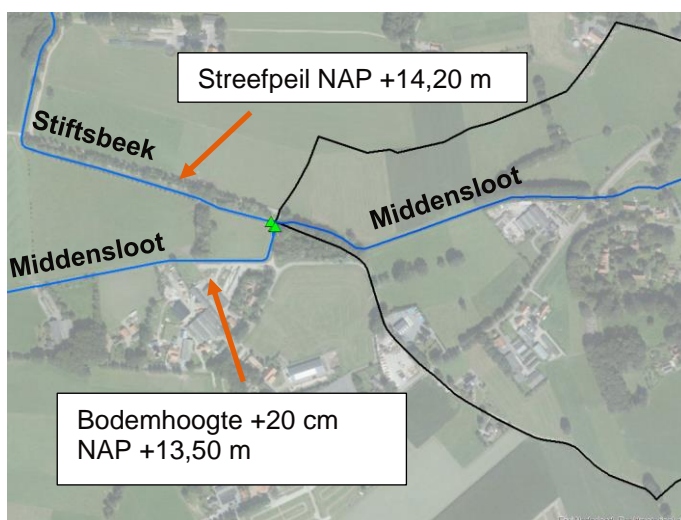
In het model zijn alle leggerwatergangen van het waterschap opgenomen voor het gehele stroomgebied (zie Figuur 29). Verder geldt:

1. De focus van de studie ligt op het Natura 2000-gebied Lemselermaten. De belangrijkste beeksystemen in de omgeving van dit gebied zijn de Weerselerbeek en de Dollandbeek. Deze systemen zijn inclusief het bovenstroomse beekstelsel.
2. De Boschbeek en de Lemseleresbeek zijn ingevoerd, omdat:
  - De wens is om de Boschbeek met de Weerselerbeek te verbinden (Weerselerbeekvisie, KRW). De basisafvoer zou via de Weerselerbeek geleid worden, hogere afvoeren via de huidige loop van de Boschbeek.
  - een kleine tak van de Lemseleresbeek langs het Natura 2000-gebied Lemselermaten loopt. Maatregelen kunnen mogelijk invloed hebben op de afwatering op deze watergang.



Figuur 29. Modelgebied en opgenomen watergangen in het SOBEK-model van Lemselermaten. Binnen het rode vak zijn de randvoorwaarden opgegeven.

Benedenstrooms van het modelgebied is de modelrand gedefinieerd. Dit zijn een drietal stuwen die het water van de Middensloot verdelen over de Stiftsbeek en de Middensloot. Richting de Stiftsbeek stroomt alleen water bij hoge afvoeren ( $>0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ). De basisafvoer gaat richting de Middensloot.



Figuur 30. Stuwen benedenstrooms van het SOBEK-model en gekozen randvoorwaarden.

## Rekenmethode

Er bestaan verschillende manieren om de afvoer van waterlopen in een SOBEK-model te schematiseren. We sluiten zoveel mogelijk aan bij de gangbare methodes die worden toegepast bij waterschap Vechtstromen en beschreven staan in het Hydrologisch handboek van het waterschap. In afstemming met het waterschap is ervoor gekozen om de semi-stationaire methode toe te passen.

De semi-stationaire methode houdt in dat er een constante afvoerhoeveelheid op de watergangen wordt gezet door middel van 'laterals' (knooppunten aan de watergangen in het SOBEK-model). De laterals zijn gekoppeld aan de beschikbare afwaterende eenheden en bevatten het oppervlak van deze afwaterende eenheden. De constante afvoer kan een benadering zijn van een afvoer die karakteristiek is voor bepaalde situaties zoals een zomersituatie of een piekafvoer die eens in het jaar voorkomt. Deze afvoer wordt ook wel de specifieke afvoer genoemd. Deze afvoer is gebaseerd op de karakteristieken van de afwateringseenheid. Het is mogelijk de afvoer op verschillende manieren af te leiden.

Deze methode sluit aan bij het gevraagde detailniveau en past bij de nauwkeurigheid van de beschikbare gegevens. Dat heeft met name te maken met het type maatregelen dat voorzien wordt. Het gaat met name om het verleggen, verondiepen of op een andere manier aanpassen van de watergangen en de bijbehorende profielen. Hiervan is het nodig te weten of de benodigde afvoer nog gegarandeerd kan worden en/of wat de invloed is op de afvoer en waterstandsstijging. Pas als een bergingsopgaven ter sprake komt, dan volstaat deze methode niet. Omdat er gebruik gemaakt wordt van een constante afvoer loopt een berging namelijk vol, waardoor deze niet meer meedoet om de piekafvoer en waterstandsstijging af te vlakken.

## Specifieke afvoer

De specifieke afvoer is af te leiden uit afvoermetingen of gebiedskarakteristieken zoals bodemtype en grondwaterstand. Voor alle methoden is de specifieke afvoer bepaald en zijn deze met elkaar vergeleken. Op basis van eerste modelresultaten en bevindingen is uiteindelijk een keuze gemaakt voor de methode. Er is zoveel mogelijk aangesloten aan de methode beschreven in het Hydrologisch handboek van het waterschap.

## Beschikbare metingen

Er is maar op één enkel punt een afvoer afgeleid uit waterstandsmetingen. Dit punt bevindt zich bij het verdeelwerk van de Stiftsbeek en Middensloot, tevens modelrand. Het meetpunt is niet heel betrouwbaar volgens de meetnetbeheerder van waterschap Vechtstromen (dhr. Top). De stuw naar de Stiftsbeek verdringt en er zijn geen metingen van de benedenwaterstand. Door een schatting op basis van een verder benedenstrooms meetpunt (in de Stiftsbeek) zijn deze waterstanden alsnog afgeleid en is een debiet bepaald in de Middensloot.

## Afvoeranalyse meetpunt

Deze analyse is uitgevoerd gedurende de modelontwikkeling. Uiteindelijk is niet gekozen om dit model middels dit meetpunt te kalibreren en valideren. Er is voor de afvoer bij het verdeelwerk Middensloot/Stiftsbeek een afvoeranalyse uitgevoerd. Verschillende analyses van de afvoer zijn met elkaar vergeleken:

- Gumble-verdeling jaarlijkse piekafvoeren:
  - Bij deze analyse worden de jaarmaxima bepaald. Voor de beschikbare meetreeks vanaf 2005 zijn dus 12 jaarmaxima bepaald. Deze jaarmaxima worden vertaald naar een frequentieverdeling. De methode is vooral geschikt om extreme afvoeren te bepalen.
- Percentielwaardes meetreeks:
  - Bij deze analyse wordt bepaald wat de overschrijdingsfractie is. De laagst gemeten afvoer wordt 100% overschreden en de hoogste gemeten afvoer 0%. Bij deze analyse wordt dus nooit een lagere of hogere afvoer afgeleid dan in de meetperiode is gemeten. De methodiek is vooral goed om normale afvoeren te bepalen.
- Afvoerbepaling afvoercoëfficiëntenkaart/gebiedskarakteristieken en verschalingsfactoren:
  - Bij gebrek aan metingen kan worden teruggevallen op een theoretische bepaling van de afvoer op basis van gebiedskarakteristieken. Waterschap Vechtstromen heeft een afvoercoëfficiëntenkaart opgesteld op basis van de bodemkaart en grondwatertrappen. Deze geeft de specifieke jaarlijkse afvoer. Met behulp van verschalingsfactoren worden afvoeren voor andere situaties afgeleid.

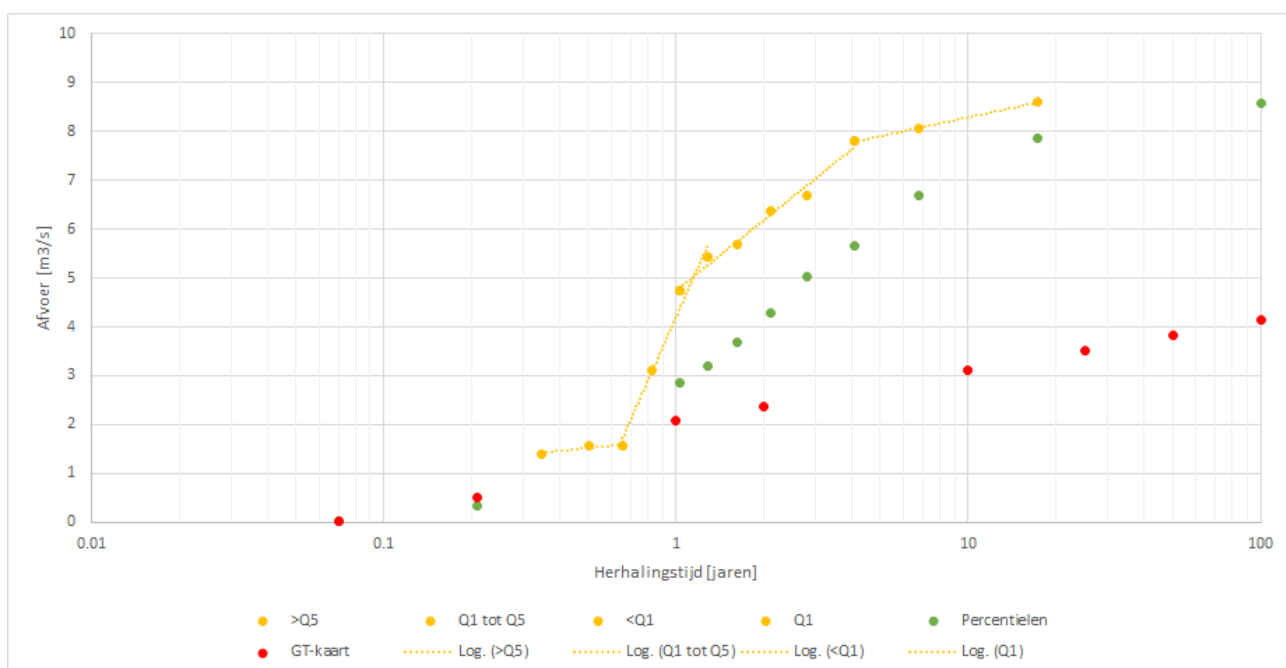
In onderstaande figuur is een vergelijking gegeven van de resultaten van de bovengenoemde methoden. Uit de Gumble-analyse valt veel informatie te ontlezen. Er is een groot verschil tussen de frequentie lage afvoeren en minder frequente hoge afvoeren. Deze scherpe sprong ligt rond de T1 en de verschillen zijn vrij groot.



Er zijn drie knikpunten te zien in de grafiek: vermoeden is dat het als volgt werkt:

- Lage afvoer (1/100Q en 1/4Q): bij lage intensiteit vooral voeding vanuit grondwater.
- Hoge afvoer (frequente piekafvoeren >1x per jaar tot T5): hoge intensiteit en ook sprake van oppervlakkige afstroming, de snelle component.
- Extreme afvoeren (T5 tot T100): extreme neerslag intensiteit, oppervlakkige afstroming, maar beperking van de watergangen die de afvoer niet aan kunnen. Daarom is het verschil met de hoge afvoeren minder groot.

Met percentielwaarde kan op een meer nauwkeurige manier de lage afvoer bepaald worden. Voor hoge afvoeren is de Gumble-methode meer geschikt. Voor de hoge en extreme afvoeren ziet de percentiële methode de individuele events niet en maakt daarom een onderschatting. De theoretische afvoer onderschat de hoge afvoer en overschat de lage afvoer.



Figuur 31. Vergelijking verschillende afvoeranalyses voor het stroomgebied van de Middensloot.

Omdat de afvoermetingen mogelijk niet heel betrouwbaar zijn, is in eerste instantie gerekend met de theoretisch afgeleide afvoer. Deze modelresultaten zijn besproken met de projectgroep en daaruit is naar voren gekomen dat de waterstandsstijging, die in het model berekend wordt, te beperkt is. In de Weerselerbeek en Dollandbeek is voor een situatie die eens in het jaar voorkomt een peilstijging van 10 à 20 cm berekend. De beleving is dat dit toch significant hoger is en eerder rond de 50 cm ligt. Dit is aanleiding geweest om nader onderzoek te doen naar de extremen en een vergelijking te maken tussen alle beschikbare methoden en gegevens. Daarnaast is het in het kader van de effectbeschrijving van de huidige situatie en in beeld brengen van kwetsbare gebieden beter om de afvoer iets te overschatten dan het te onderschatten.

Lage afvoeren (mediaan en lage afvoer) gebaseerd op percentielwaardes en voor hoge afvoeren (T1 en hoger) op de Gumble-methode. Dit heeft geresulteerd in afvoeren weergegeven in onderstaande tabel.

Op basis van deze analyseresultaten is geconstateerd dat er een afvoernormenverschil is. Om die reden is besloten gebruik te maken van de methodiek uit het handboek Vechtstromen voor de bepaling van afvoernormen op basis van gevalideerde GxG data van een recent ontwikkeld grondwatermodel, ontwikkeld door Tauw.

Tabel 3. Afgeleide afvoeren uit de beschikbare meetgegevens met percentielwaarden voor laag- en mediaanafvoeren en met Gumbleanalyse voor T1 tot T100 situatie. Afvoeren zijn gegeven in m<sup>3</sup>/s.

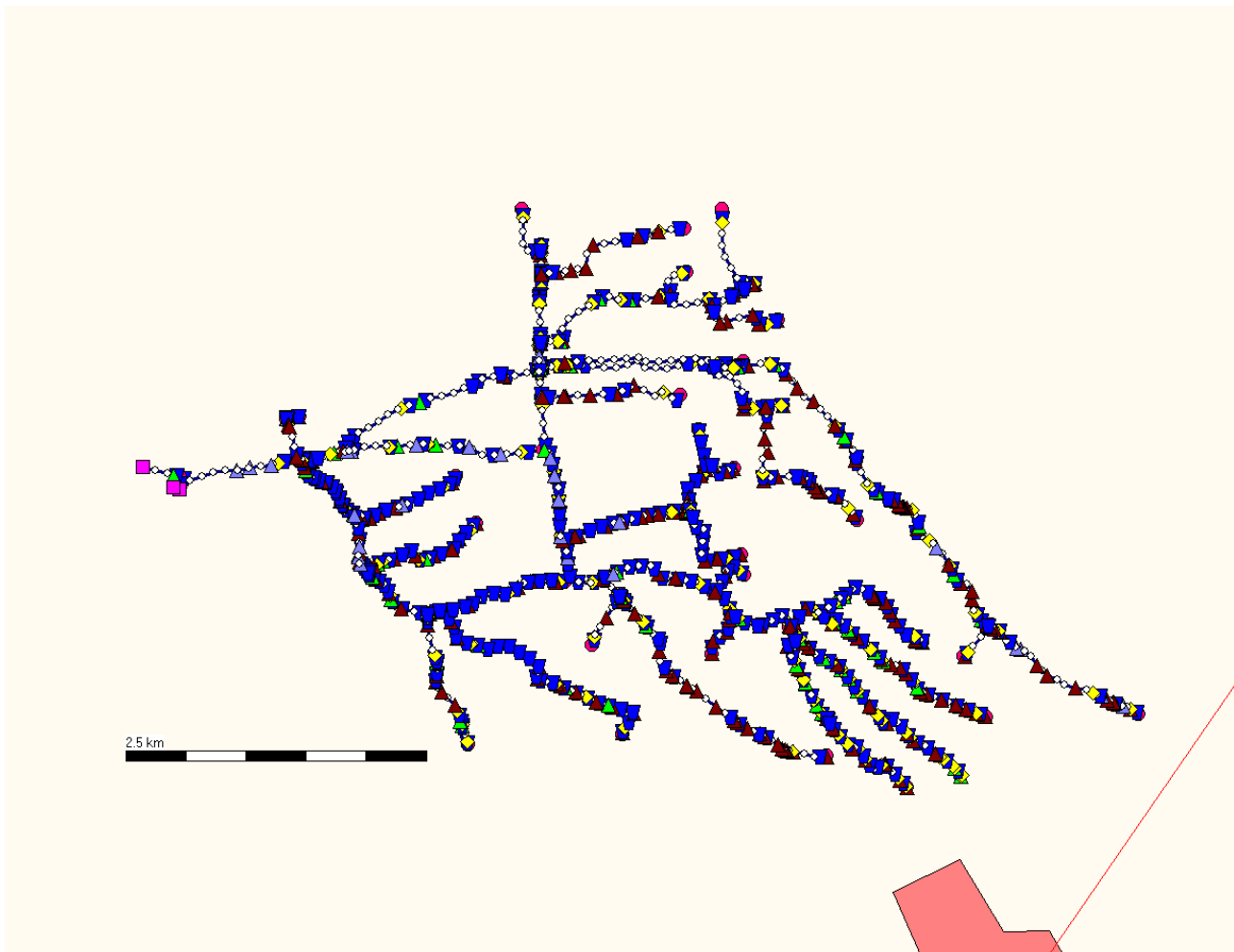
Situatie	Frequentie van voorkomen	Afvoer [m <sup>3</sup> /s]	Afvoer [mm/hr]
Lage afvoer	Wordt gedurende 10% van de zomerperiode bereikt of onderschreden	0.015	0.002
Mediaan	Wordt 80 dagen per jaar bereikt of overschreden	0.330	0.046
T1	Komt eens per jaar voor	4.501	0.625
T2	Komt eens per twee jaar voor	6.236	0.866
T10	Komt eens per tien jaar voor	8.228	1.143
T100	Komt eens per honderd jaar voor	9.579	1.331

### Modelonderdelen

Het model bestaat uit verschillende onderdelen:

- watergangen met dimensies en weerstanden;
- laterals met oppervlaktes van afwateringseenheden in combinatie met een afvoerwijzing;
- stuwen met dimensies en weerstanden;
- duikers met dimensies en weerstanden;
- bruggen met dimensies en weerstanden.

Alle onderdelen worden hieronder kort besproken. Een overzicht van het model is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 32. Modelnetwerk in SOBEK.

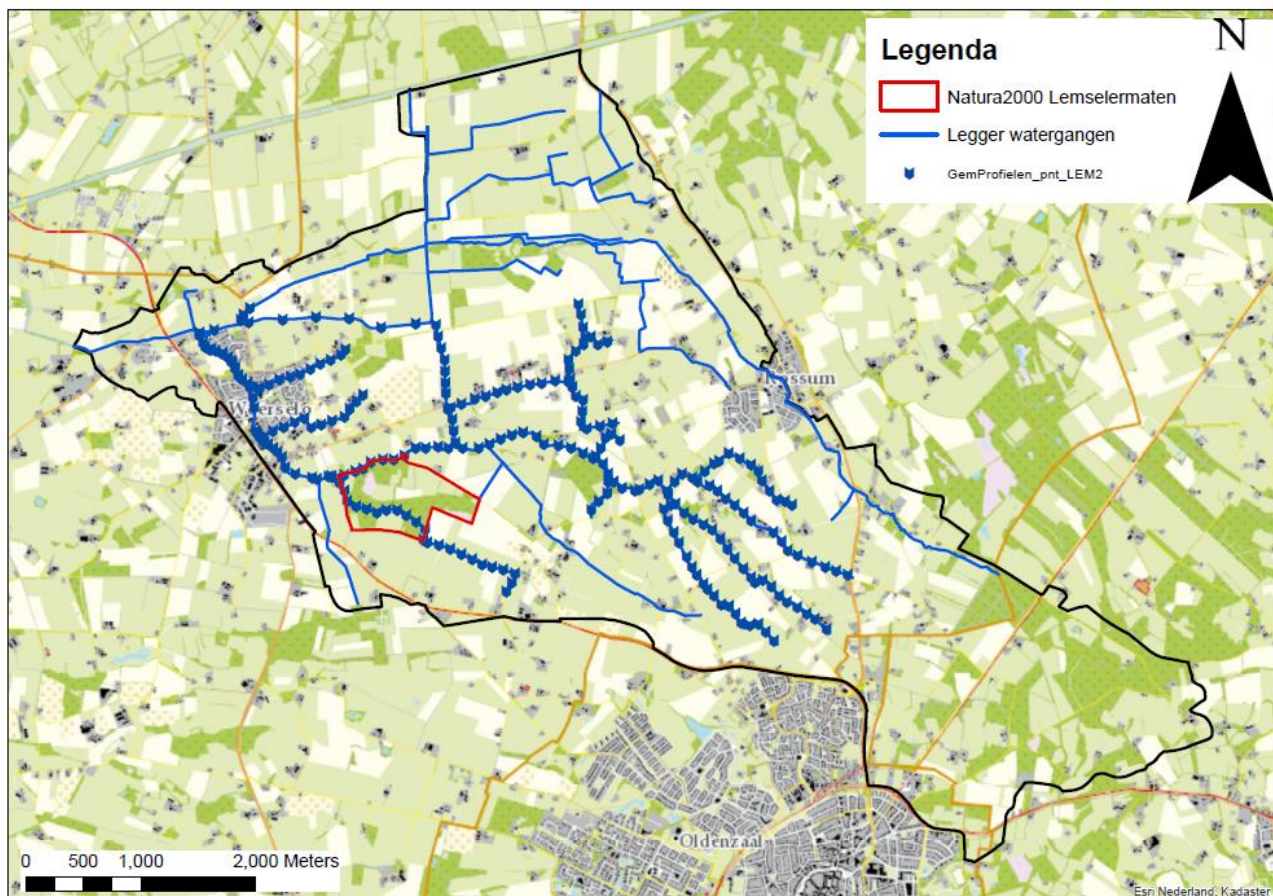
## Watergangen

Vergelijking van gemeten profielen met leggerprofielen laat zien dat er forse verschillen voorkomen (bijv. tot 0,5 m verschil in bodemhoogte). Gekozen is om daarom gebruik te maken van de ingemeten profielen waar deze beschikbaar zijn. Niet voor alle watergangen binnen het modelgebied zijn ingemeten profielen beschikbaar. Voor deze watergangen zijn de leggerprofielen toegepast. Behalve de Lemseleresbeek en Holtwijkerbeek zijn dit watergangen die niet binnen het interesse- of vermoedelijke invloedsgebied vallen. De locaties waarvan gemeten profielen beschikbaar en gebruikt zijn, zijn weergegeven in Figuur 33.

Alle profielen zijn als yz-profielen geschematiseerd.

Er wordt gewerkt met een representatieve zomer- en winterweerstand voor alle watergangen:

- zomerweerstand: Bos en Bijkerk 23;
- winterweerstand: Bos en Bijkerk 34.



Figuur 33. Watergangen waarvan ingemeten profielen beschikbaar zijn en gebruikt zijn in het model.

## Laterals

Waterschap Vechtstromen maakt gebruik van een afwateringseenhedenkaart. Voor iedere afwateringseenheid binnen het stroomgebied is een lateral toegevoegd aan het model en op de bijbehorende watergang geplaatst. Het afstromend oppervlak van de afwateringseenheid is in de lateral gedefinieerd.

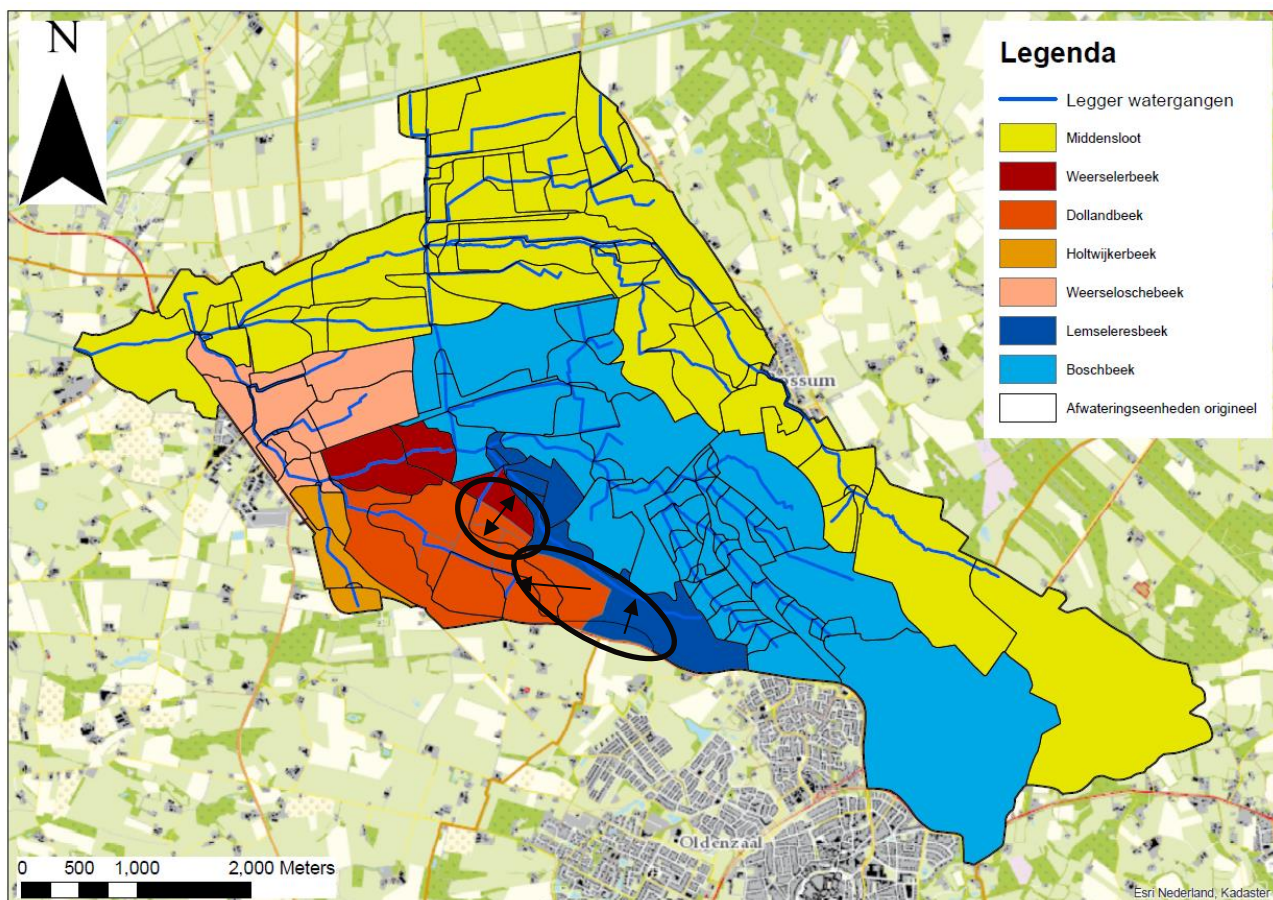
Naar aanleiding van de input tijdens de presentatie van de eerste modelresultaten aan de projectgroep en een daarop volgend veldbezoek en aanvullende stroomgebiedsanalyse zijn enkele aanpassingen doorgevoerd die betrekking hebben op de contouren en oppervlaktes van de afwateringseenheden en de locatie van de laterals. Deze aanpassingen zijn weergegeven in onderstaande Tabel 4 en Figuur 34.

Van afwateringseenheid AFW\_E/2102031201/010 is na veldbezoek en gesprek met de grondeigenaar geconstateerd dat deze niet via duiker DK07605 naar de Lemseleresbeek kan afwateren. Op basis van een stroomgebiedsanalyse (hierbij wordt aan de hand van de maaiveldhoogte bepaald waar het water naartoe stroomt) en beschouwing van de aanwezige detailwatergangen zoals sloten en greppels is de eenheid opgesplitst in een deel dat afwatert op de Weerselerbeek en een deel op de Dollandbeek.

Een deel van afwateringseenheid AFW\_E/21020312/010 is op de Dollandbeek geplaatst op basis van stroomgebiedsanalyse en aanwezige detailontwatering.

Tabel 4. Aanpassingen afwateringseenheden

Afwateringseenheid	Originele oppervlak	Gecorrigeerde oppervlak	Originele deelstroomgebied	Gecorrigeerde deelstroomgebied	Opmerking
AFW_E/2102031201/010	28.4	23.0	Lemseleresbeek	Weerselerbeek	Deel op Dollandbeek en deel op Weerselerbeek
AFW_E/21020312/010	94.3	80.3	Lemseleresbeek	Lemseleresbeek	Deel op Dollandbeek geplaatst
AFW_E/21020105/030	63.7	86.3	Dollandbeek	Dollandbeek	Deel van Lemseleresbeek naar Dollandbeek
AFW_E/21020105/020	24.8	30.2	Dollandbeek	Dollandbeek	Deel van Lemseleresbeek naar Dollandbeek



Figuur 34. Verandering van afwateringseenheden weergegeven met gecorrigeerde onderdelen.

## Laterale afvoeren

De laterale afvoeren zijn bepaald op basis van een methodiek beschreven in het Hydrologisch handboek van waterschap Vechtstromen.

Er is gekozen voor het gebruik van GHG data om afvoernormen af te leiden, omdat Tauw recent een gevalideerd grondwatermodel heeft ontwikkeld met de meest betrouwbare gegevens. De GHG-data is opgeleverd door Tauw in december 2020. De methodiek vertaalt GHG-rasterdata om tot een afvoer in mm/d per rastercel. De GHG-waarde in de rastercel is omgerekend met onderstaande formule.

$$\text{Afvoer} = 1,48e^{0,0116 \cdot \text{GHG}}$$

Met deze formule wordt een stationaire T1 afvoer bepaald, een maatgevende afvoer die eens per jaar voorkomt. Deze afvoer kan verschaald worden tot een 1/4Q (25% van T1) of een 1/100Q (1% van T1).

Een groter gebied veroorzaakt een lagere afvoer dan je op basis van de 'afvoerfactoren' zou verwachten. Dit gebiedsgrootte-effect treedt op vanaf 10.000 ha. De afvoeren in dit model zijn niet gereduceerd om rekening te houden met dit effect. Het totale stroomgebied heeft een oppervlak van 2603,86 ha.

De afvoerfactoren zijn stationair of dag-gemiddeld en valide voor gebieden groter dan 10.000 ha. Voor gebieden kleiner dan 10.000 ha is de piek juist hoger (gebiedskleinte-effect). In overleg met het waterschap is hier geen gebruik van gemaakt. Rekening houdend met dit effect zou de afvoer toenemen met 129%. Deze toename zou leiden tot een gemiddelde laterale afvoer van 0,98 mm/d. Dit kwam niet overeen met de ervaringen in het gebied. Het gemiddelde debiet uit het stroomgebied is in het model 0,75 mm/d.

Per afwaterende eenheid is een gemiddelde bepaald van de afvoerwaarden. Dit debiet is opgelegd aan de laterale knopen in het SOBEK-model.

## Stuwen

In het model zijn de stuwen opgenomen zoals deze in het bestand aangeleverd door het waterschap Vechtstromen beschikbaar zijn. In totaal zijn er 71 stuwen aan het model toegevoegd. Het grootste deel van deze stuwen bestaan uit stuwen met een vaste overlaat. Het type stuwen dat aanwezig is:

- schotbalkstuw;
- cascadestuw;
- overlaat.

Bij de volgende stuwen is volgens de gegevens een kruinbreedte van 0,01 meter aanwezig. Voor deze stuwen is de gegeven doorstroombreedte gebruikt:

- ST00388;
- ST00489;
- ST02455;
- ST01720.

Benedenstrooms van het gebied is een verdeelwerk aanwezig bestaande uit drie stuwen:

- ST02360 – basisafvoer richting Middensloot. In toegeleverd stuwenbestand is de kruinhoogte NAP +13,48 m. Uit waterstandsmetingen en het memo "VERDEELWERK VW031" blijkt dit niveau NAP +14,06 m te zijn.
- ST02359 – basisafvoer richting Middensloot. Kruinhoogte NAP +14,01 m.
- ST00094 – piekafvoer richting Stiftsbeek. Kruinhoogte NAP +14,21 m.

## Duikers

In totaal zijn er 253 duikers in het model opgenomen. De gegevens komen uit het duikers(legger)bestand aangeleverd door het waterschap. Het overgrote deel zijn ronde duikers. Op enkele locaties zijn de duikers rechthoekig of ellipsvormig. Voor de weerstand van de duikers is een weerstand van  $ks \cdot 75 \cdot m^{1/3} / s$  gehanteerd, volgens het Hydrologisch handboek Vechtstromen.

Van enkele duikers is geen insteekhoogte bekend, voor deze duikers is de uitsteekhoogte gebruikt als insteekhoogte. Er zijn ook duikers waar de uitsteekhoogte niet bekend is, voor deze duikers is de insteekhoogte gebruikt.

Het gaat om onderstaande duikers:

- DK10374 (insteekhoogte onbekend);
- DK03722 (insteekhoogte onbekend);
- DK05523 (insteekhoogte onbekend);
- DK02634 (insteekhoogte onbekend);
- DK02633 (insteekhoogte onbekend);
- DK13309 (uitsteekhoogte onbekend);
- DK10375 (uitsteekhoogte onbekend);
- DK00054 (uitsteekhoogte onbekend).

Van duiker DK05523 is geen hoogte, diameter en lengte bekend. De lengte is berekend via GIS op 60 meter. De diameter is overgenomen van direct aangrenzende duikers. Voor de bodemhoogte is de bodemhoogte van de watergang genomen.

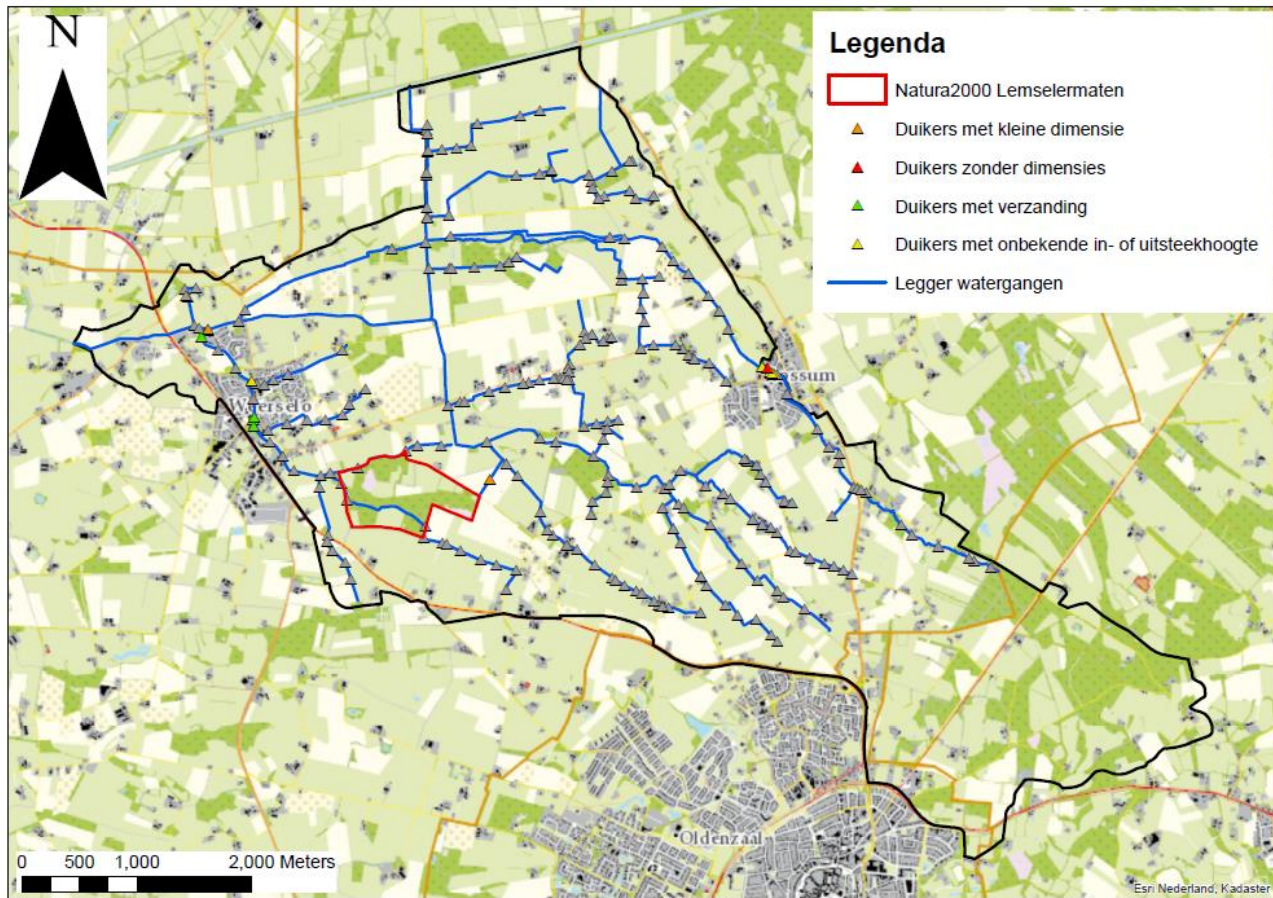
Van enkele duikers in de stedelijke kern Weerselo is de ervaring dat deze beperkend zijn voor de afvoer. Omdat de duikers wat beneden het bodemniveau van de watergang liggen en in het veld is geconstateerd dat er verzanding is opgetreden, is voor de betreffende drietal duikers de duiker opgevuld tot bodemniveau van de watergang. Het gaat om de duikers in onderstaande tabel. Voor de weerstand van de grond in de duikers is een weerstand van  $ks\ 40\ m^{(1/3)}/s$  gehanteerd, volgens het Hydrologisch handboek Vechtstromen.

Tabel 5: Duikers in de kern Weerselo waar verzanding is geschematiseerd in SOBEK

Duiker	Onderkant buis [m+NAP]	Onderkant watergang [m+NAP]	Opvullen [m]
DK11932	15,25	15,7	0,45
DK06947	15,14	15,8	0,66
DK15791	15,51	15,8	0,30
DK28334	13,96	14,4	0,44

Duiker DK13376 heeft een diameter van 150 mm en ligt 36 cm boven het bodemniveau. Hierdoor is er vrijwel geen afvoer mogelijk. Deze duiker ligt in een klein zijtakje van de Middensloot en heeft geen invloed op onze berekeningen.

Duiker DK07605 heeft een kleine diameter van 230 mm en is 460 m lang. Na veldbezoek en gesprek met de grondeigenaar is geconstateerd er geen water afwatert via duiker DK07605 naar de Lemseleresbeek. Volgens de eigenaar is dit hooguit een enkele keer voorgekomen in de afgelopen 30 jaar.

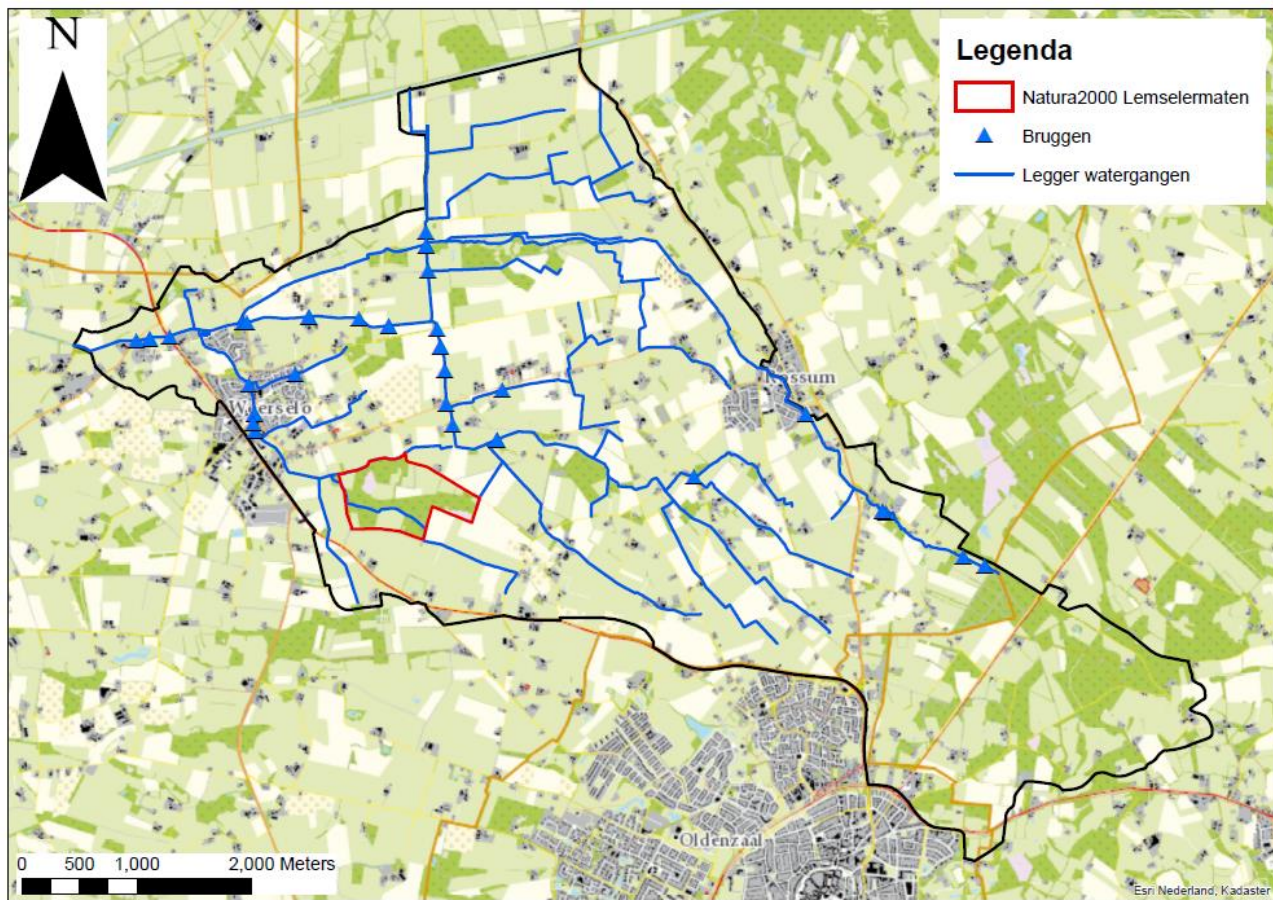


Figuur 35. Overzicht van de duikers in het model weergegeven met gecorrigeerde onderdelen.

## Bruggen

In totaal zijn er 29 bruggen opgenomen in het model met een breedte variërend van 1,36 m tot 9 m. Voor de dimensies van deze bruggen is uitgegaan van het door het waterschap Vechtstromen aangeleverde leggerbestand. De bruggen zijn allemaal als een enkele overspanningsbrug in het model ingebracht met een rechthoekige onderdoorgang.

Voor de bruggen is uitgegaan van een weerstand van  $ks \ 75 \text{ m}^{(1/3)}/s$  in aansluiting op de waarde die hier vanuit het waterschap Vechtstromen veelal voor wordt gebruikt.

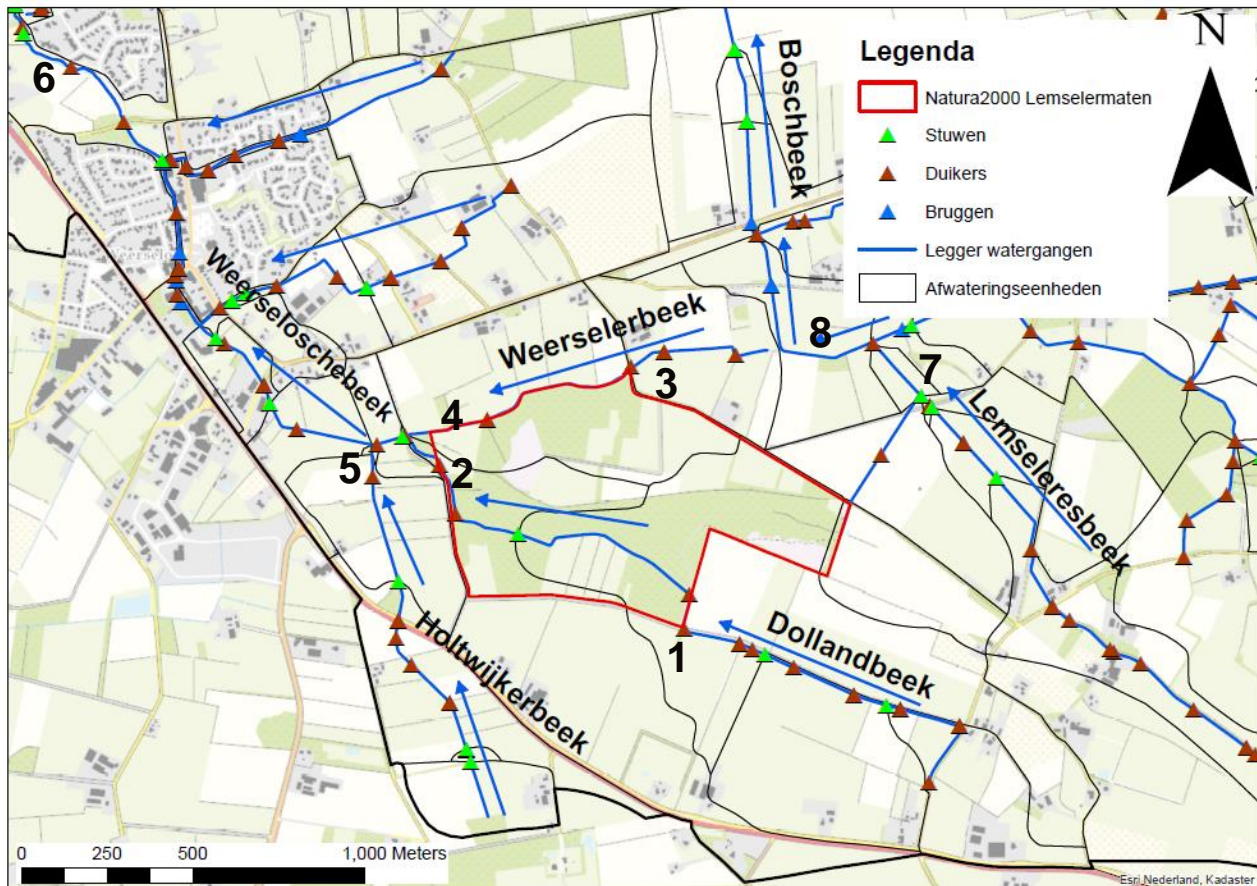


Figuur 36. Overzicht van alle bruggen in het model.



## Bijlage C - Huidige situatie

In deze bijlage wordt het huidige functioneren van het watersysteem beschreven. Onderstaand figuur bevat de locaties die overeenkomen met de nummers in de tabellen in dit hoofdstuk. De tabellen bevatten informatie over de afvoeren, stroomsnelheden en waterpeilen op diverse locaties.



Figuur 37. Afwateringssituatie van de watergangen. Nummers corresponderen met de nummers in tabellen 6 t/m 8.

### Afvoeren

Voor verschillende locaties in de omgeving van Lemselermaten zijn de maatgevende afvoeren berekend. Deze zijn weergegeven in onderstaande tabel. De nummers in de tabel corresponderen met de locaties aangegeven in Figuur 37. Door het relatief kleine afwateringsgebied van de Dollandbeek en Weerselerbeek is de afvoer door deze watergangen relatief laag ten opzichte van de Boschbeek en de Rossummerbeek. De mediane afvoer van de Weerselerbeek ligt tussen de 0,005 m<sup>3</sup>/s bovenstrooms van Lemselermaten en 0,01 m<sup>3</sup>/s voor de kruising met de Dollandbeek.

Tabel 6: Afvoeren (m<sup>3</sup>/s) op verschillende locaties voor verschillende maatgevende situaties

Nr.	Locatie	1/100Q	1/4Q	T1	T10	T100
1	Dollandbeek bovenstrooms Natura 2000	0.001	0.02	0.07	0.10	0.13
2	Dollandbeek benedenstrooms Natura 2000	0.002	0.04	0.15	0.23	0.31
3	Weerselerbeek bovenstrooms Natura 2000	0.001	0.01	0.03	0.04	0.05
4	Weerselerbeek benedenstrooms Natura 2000	0.002	0.02	0.08	0.12	0.15
5	Weerselosche beek kruispunt Holtwijkerbeek	0.003	0.07	0.28	0.42	0.56
6	Weerselosche beek benedenstrooms Weerselo	0.001	0.08	0.34	0.42	0.67
7	Lemselerbeek benedenstrooms	0.01	0.04	0.18	0.26	0.35
8	Boschbeek knikpunt richting noorden	0.02	0.17	0.69	1.03	1.38
9	Middensloot *)	0.001	0.46	1.83	2.75	3.66

\*) Locatie 9 ligt op de kruising van de Weerselosche beek en de Middensloot, ten noorden van Weerselo en valt buiten figuur 31.

## Stroomsnelheden

Voor verschillende locaties in de omgeving van Lemselermaten zijn de stroomsnelheden berekend. Deze zijn weergegeven in onderstaande tabel. De nummers in deze tabel refereren naar Figuur 37.

Binnen het gebied zijn veel korte trajecten waar de stroomsnelheid hoog is. Dit komt mede door een modeleigenschap, omdat het water van een heel afwateringsgebied op één locatie op de watergang afstroomt. Hierdoor neemt de stroomsnelheid op deze plekken toe. Toch kan de stroomsnelheid veel zeggen over het functioneren van het watersysteem. Daar waar de stroomsnelheid hoog is, kan het zijn dat de watergang te weinig capaciteit heeft. Dezelfde afvoer moet dan door een kleiner oppervlak stromen.

In de Dollandbeek zijn een aantal locaties waar de stroomsnelheid hoge snelheden bereikt. Een van deze locaties is het uitstroompunt van de Dollandbeek, waar de stroomsnelheid ook in laag-afvoersituaties nog 0,3 m/s betreft. Verder bovenstrooms in de Dollandbeek aan de grens van het Natura 2000-gebied kan de stroomsnelheid bij hoog-afvoersituaties aanzienlijk toenemen. Ook in de Weerselosche beek kan de stroomsnelheid tot boven de 1,5 m/s uitkomen.

Tabel 7: Stroomsnelheden (m/s) op verschillende locaties voor verschillende maatgevende situaties

Nr.	Locatie	1/4Q	T1	T10	T100
1	Dollandbeek bovenstrooms Natura 2000	0.13	0.22	0.26	0.29
2	Dollandbeek benedenstrooms Natura 2000	0.21	0.27	0.36	0.46
3	Weerselerbeek bovenstrooms Natura 2000	0.10	0.17	0.18	0.19
4	Weerselerbeek benedenstrooms Natura 2000	0.08	0.15	0.18	0.20
5	Weerselosche beek kruispunt Holtwijkerbeek	0.18	0.36	0.43	0.48
6	Weerselosche beek benedenstrooms Weerselo	0.20	0.26	0.33	0.39
7	Lemselerbeek benedenstrooms	0.14	0.19	0.20	0.23
8	Boschbeek knikpunt richting noorden	0.20	0.22	0.29	0.30
9	Middensloot *)	0.15	0.33	0.45	0.52

\*) Locatie 9 ligt op de kruising van de Weerselosche beek en de Middensloot, ten noorden van Weerselo en valt buiten figuur 31.

## Waterstanden

Voor verschillende locaties in de omgeving van Lemselermaten zijn de maatgevende waterstand berekend. Deze zijn weergegeven in onderstaande tabel. De nummers in deze tabel refereren naar Figuur 37. In de Dollandbeek zijn de verschillen tussen waterstanden bij laagafvoer en waterstanden met hoogafvoer 20 cm bij een T1 tot 100 cm bij T100. De stijging in de Weerselerbeek is licht voor dezelfde situaties op respectievelijk 20 cm en 60 cm. Benedenstrooms van Weerselo in de Weerselerbeek is de stijging respectievelijk 60 cm en 135 cm. In de Boschbeek en de Lemselerbeek zijn peilstijgingen van meer dan 100 cm eens in de 10 jaar mogelijk.

Tabel 8: Waterstanden op verschillende locaties voor verschillende maatgevende situaties in meters boven NAP (referentie)

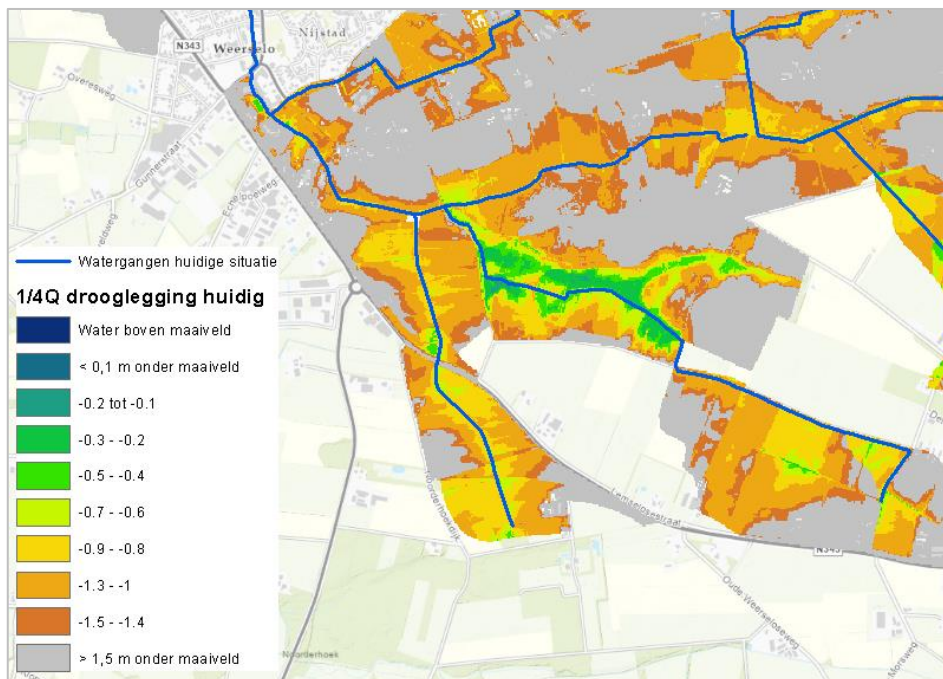
Nr	Locatie	1/100Q	1/4Q	T1	T10	T100
1	Dollandbeek bovenstrooms Natura 2000	19.71	19.81	19.93	19.98	20.03
2	Dollandbeek benedenstrooms Natura 2000	16.75	17.95	18.11	18.18	18.24
3	Weerselerbeek bovenstrooms Natura 2000	19.19	19.23	19.28	19.30	19.32
4	Weerselerbeek benedenstrooms Natura 2000	17.44	17.51	17.67	17.92	17.81
5	Weerselosche beek kruispunt Holtwijkerbeek	16.51	16.64	16.82	16.91	17.00
6	Weerselosche beek benedenstrooms Weerselo	14.75	14.83	14.98	15.07	15.15
7	Lemselerbeek benedenstrooms	19.33	19.62	19.96	20.10	20.21
8	Boschbeek knikpunt richting noorden	19.18	19.32	19.57	19.68	19.78
9	Middensloot *)	14.76	14.90	15.15	15.27	15.38

\*) Locatie 9 ligt op de kruising van de Weerselosche beek en de Middensloot, ten noorden van Weerselo en valt buiten figuur 31.

## Drooglegging

De drooglegging is het verschil tussen het peil in de beek en het omliggende maaiveld. Hiermee wordt in beeld gebracht waar het water in de beek bijna buiten zijn oevers treedt en waar juist nog veel hoogteverschil is. Dit beeld is gemaakt op basis van de leggerwatergangen, dus de hoofdwatergangen en beken in het gebied. Er is geen informatie gebruikt over waterstanden in sloten of greppels.

In Figuur 38 is de drooglegging bij het winterpeil weergegeven. Het overgrote deel van het stroomgebied ligt meer dan 80 cm hoger dan de dichtstbijzijnde beek. Wat duidelijk naar voren komt, zijn de lage delen in het Natura 2000-gebied Lemselermaten. Hier is op delen de drooglegging rond de 40 cm.

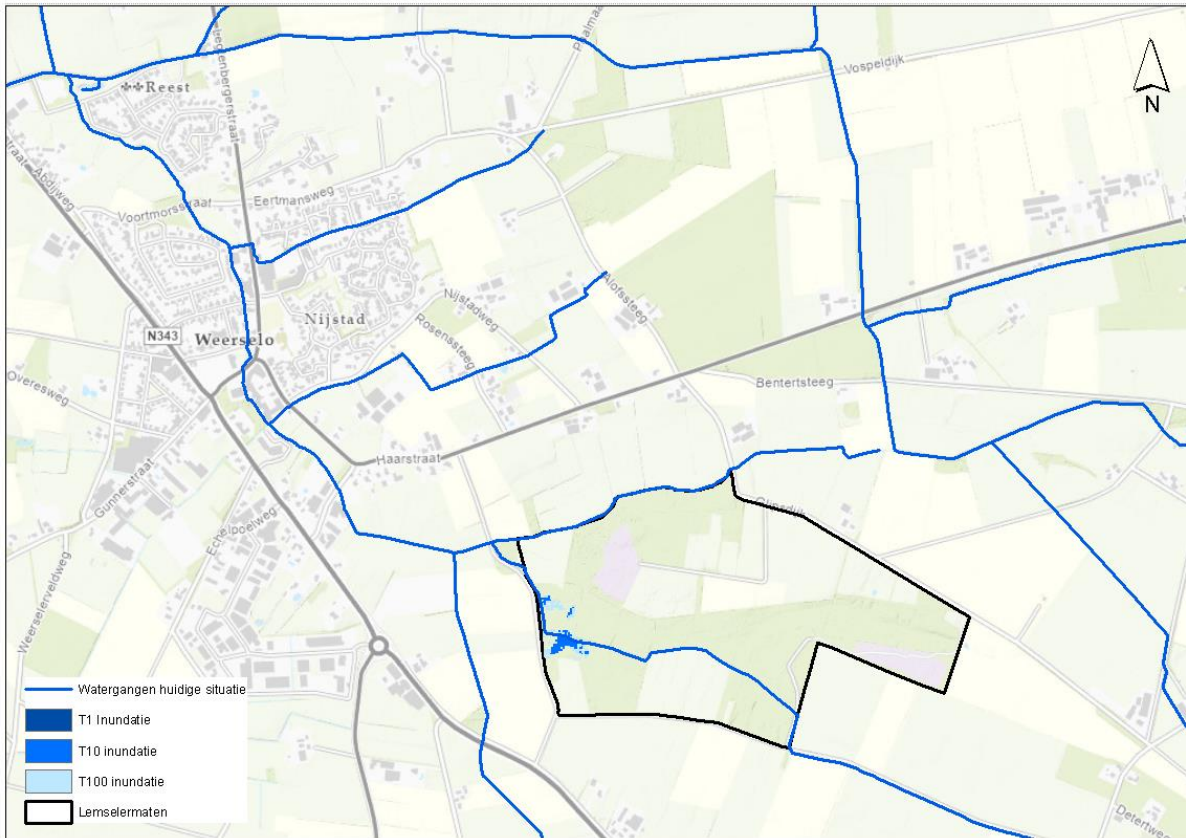


Figuur 38. Drooglegging bij winterpeil rond Lemselermaten

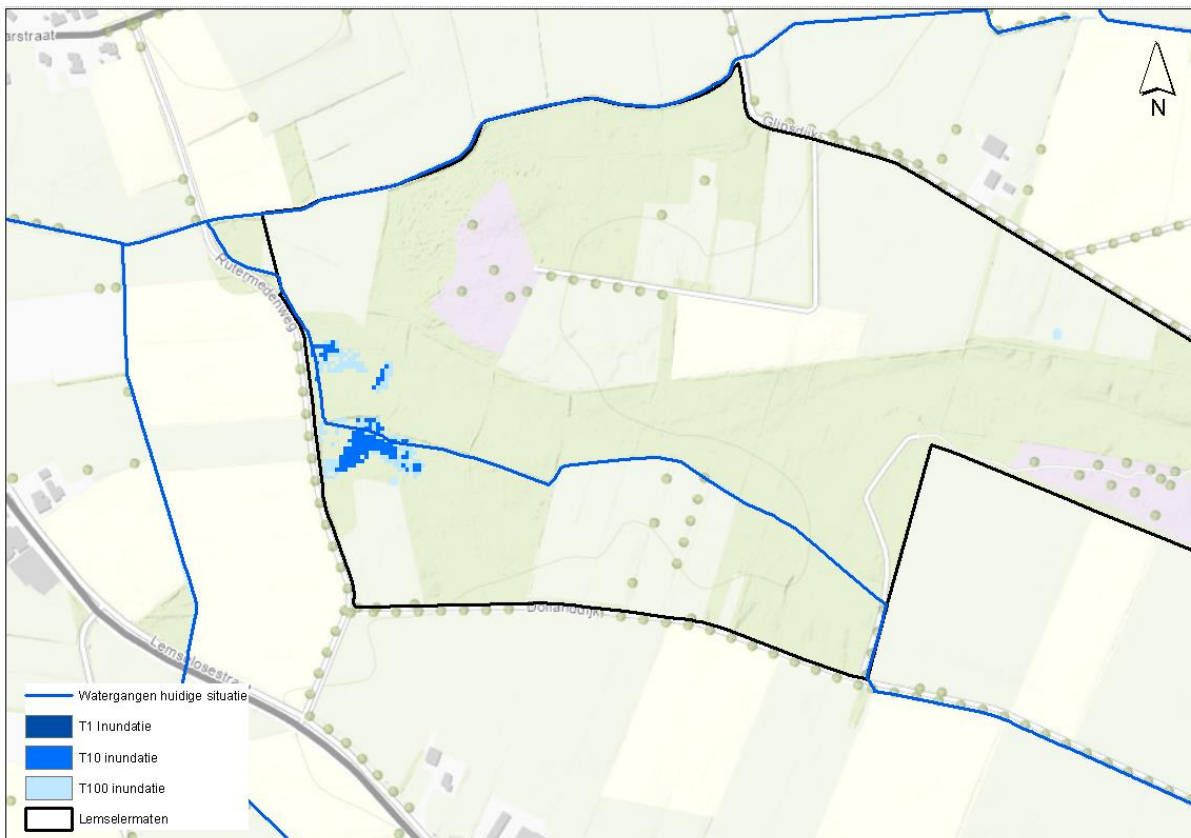
## Inundatie

Met inundatie wordt hier bedoeld het onderlopen van het maaiveld als gevolg van het buiten zijn oevers treden van een watergang. Dit beeld is gemaakt op basis van de leggerwatergangen, dus de hoofdwatergangen en beken in het gebied. Er is geen informatie gebruikt over waterstanden in sloten of greppels.

In Figuur 39 en Figuur 40 is het inundatiebeeld voor het gehele stroomgebied gegeven. Precies de locaties die een kleine drooglegging hebben, zijn kwetsbaar. Daar waar het waterpeil ook nog veel stijgt, treedt inundatie op.



Figuur 39. Inundaties bij afvoersituaties zomer, winter, T1, T10 en T100 rond Lemselematen



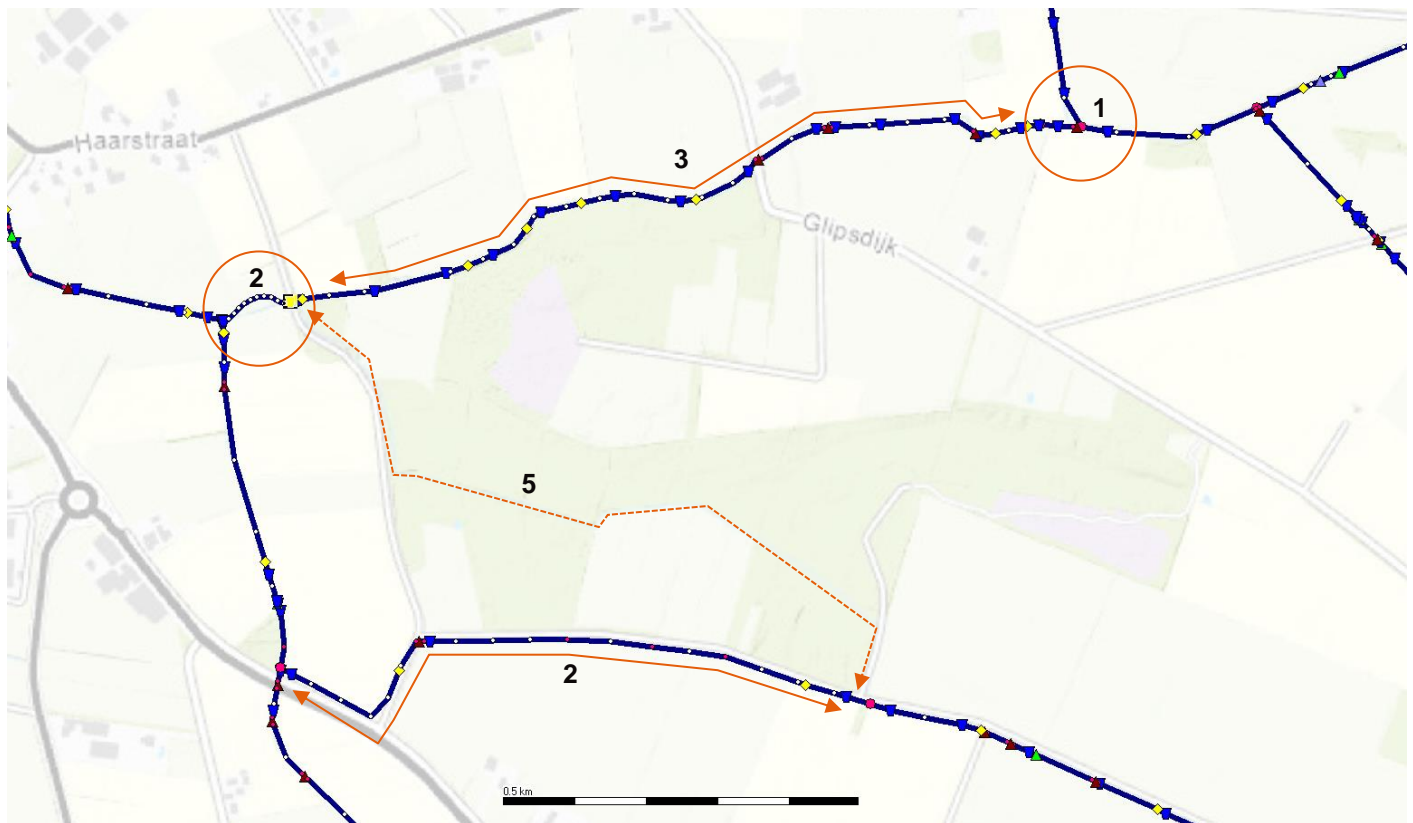
Figuur 40. Inundaties bij afvoersituaties zomer, winter, T1, T10 en T100

## Bijlage D - Detaillering maatregelen

In deze bijlage worden de diverse maatregelen, beschreven in hoofdstuk 4 van de hoofdrapportage, in meer detail toegelicht. Het gaat hierbij om de aanpassingen aan de profielen, detaillering van de vispassage en nieuwe kunstwerken.

### Overzicht maatregelen

Onderstaande figuur toont de locaties en tracés waar maatregelen zijn genomen aan het oppervlaktewatersysteem binnen het interessegebied. De nummers corresponderen met de genummerde kopjes in deze paragraaf.



Figuur 41. Maatregelen binnen interessegebied

#### 1. Koppeling Weerselerbeek en Boschbeek

Het koppelen van deze twee beken heeft als voordeel dat er gedurende lage afvoersituaties meer afvoer door de Weerselerbeek stroomt (bij 1/100Q en 1/4Q). Deze koppeling leidt er ook toe dat vissen kunnen migreren van de Weerselerbeek naar de Boschbeek.

De hogere afvoeren door deze koppeling mogen bij piekafvoeren niet leiden tot inundatie langs de Weerselerbeek en ook niet tot een debiet groter dan 1,0 m<sup>3</sup>/s bij een T100 situatie benedenstrooms van Weerselo.

De Weerselerbeek moet vispasseerbaar zijn. Dit betekent dat de stroomsnelheid niet hoger mag zijn dan 1 m/s.

Op diverse locaties langs de Weerselerbeek liggen duikers. In de meest bovenstrooms gelegen duiker is een schuif voorzien met als doel om de afvoer in een later stadium te kunnen reguleren. In een 1/4Q of 1/100Q situatie heeft de duiker geen knijpende werking. In de hogere afvoersituaties T1, T10 en T100 knijpt de duiker wel.



Figuur 42. Locatie duiker met regelbare schuif

## 2. Vispassage

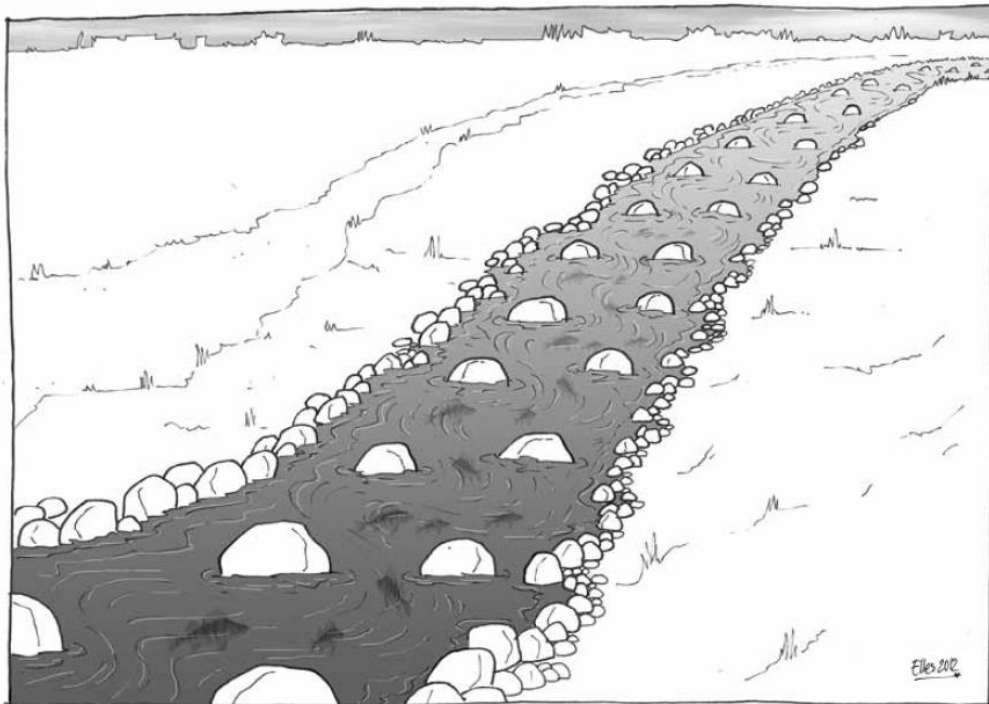
Tussen de Rutermedenweg en de koppeling Holtwijkerbeek is een sterk verval in de Weerselerbeek. Op dit tracé wordt een hellingvispassage toegepast. In Figuur 44 een voorbeeld van deze semi-natuurvriendelijke vispassage weergegeven. Het voordeel van dit type passage is dat in de realisatiefase aanpassingen gedaan kunnen worden om de werking te optimaliseren. Bijvoorbeeld door extra stenen of hout in de watergang te plaatsen. Door te monitoren na de uitvoering kan worden bepaald of de hellingpassage geknepen moet worden door meer stenen in de beek te plaatsen. Een goed aangelegde hellingvispassage biedt veel vluchtplaatsen in de vorm van obstakels (stenen en/of hout).

Het tracé is in de huidige situatie recht. Het uitgangspunt voor de vispassage is dat er een verval mag zijn van 5 cm per 13 m. De totale lengte van het tracé is 120 m en begint bij de Rutermedenweg (zie Figuur 43). De vispassage heeft de volgende afmetingen:

- talud: 1:1,5 aan de noordoever;
- bodembreedte: 3,5 m;
- insteekbreedte: 5 m;
- diepte: 30 cm;
- op de bodem liggen keien die bepalend zijn voor de stroomsnelheid en waartussen vissen kunnen migreren.



Figuur 43. Vispassage Weerselerbeek



Figuur 44. Voorbeeld hellingvispassage (illustratie uit Handreiking vispassages in Noord Brabant)

### 3. Verondiepen tot 0,30 m onder maaiveld

Langs de Weerselerbeek zijn op diverse locaties dwarsprofielen ingemeten. Op basis van deze inmetingen zijn de profielen aangepast, waarbij rekening is gehouden met de volgende ontwerpuitgangspunten:

- talud: 1:1,5;
- bodembreedte: 0,5 m;
- insteekbreedte: 5,0 m;
- diepte: 0,3 m.

### 4. Dempen oude Dollandbeek

De Oude Dollandbeek wordt gedempt. Afvoer op deze watergang stroomt westelijk richting de Holtwijkerbeek.

### 5. Ontwerp Nieuwe Dollandbeek

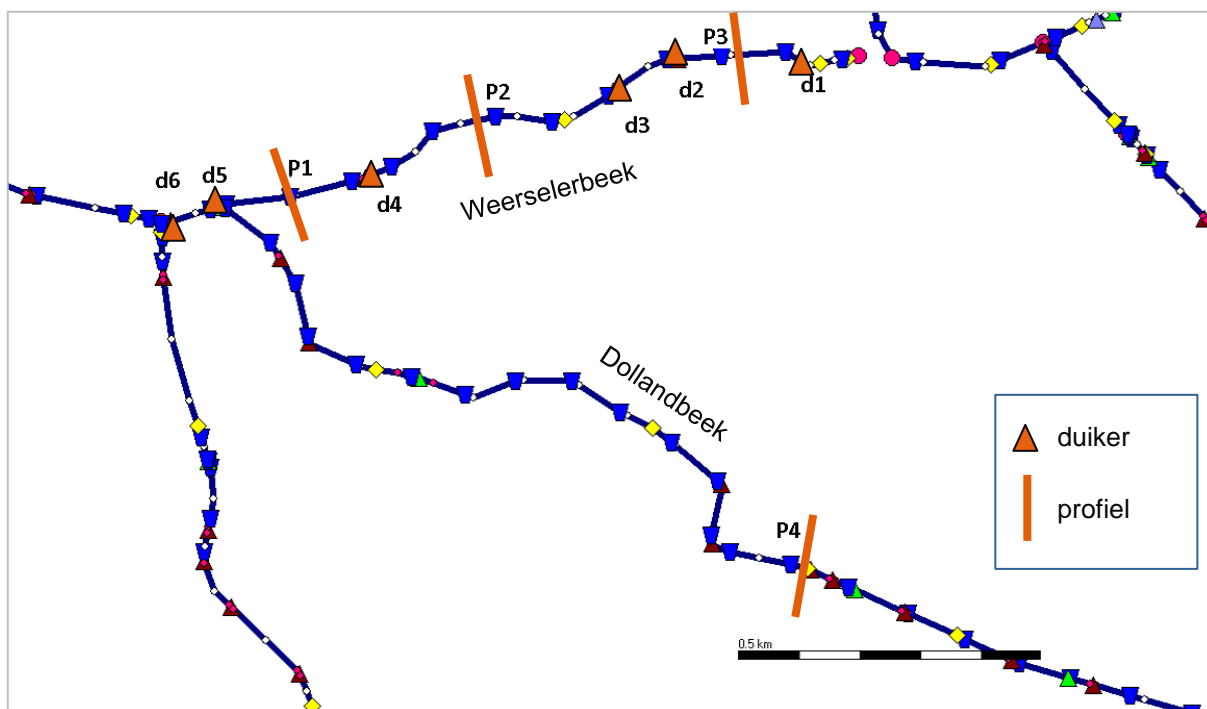
De Nieuwe Dollandbeek heeft de volgende afmetingen:

- talud: 1:1,5;
- bodembreedte: 0,5 m;
- insteekbreedte: 2,0 m;
- diepte: 0,5 m.

## Kunstwerken en profielen

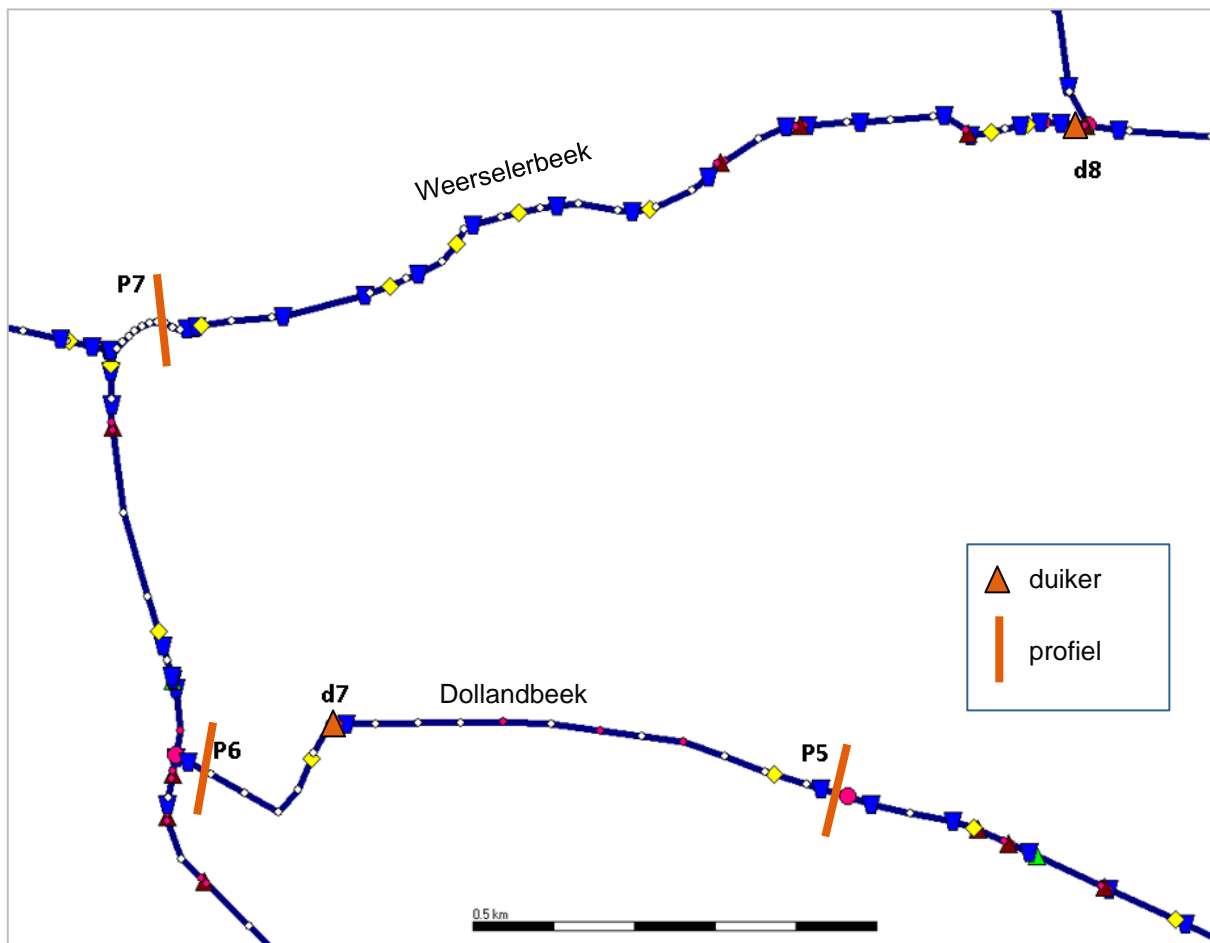
Figuur 45 en Figuur 46 tonen locaties van duikers en profielen. De nummers in de figuren corresponderen met de gegevens in Tabel 9. Twee bestaande duikers komen te vervallen. De overige duikers krijgen een andere hoogte. De kunstwerken in de Oude Dollandbeek die gedempt worden, komen te vervallen. Bovenstrooms van de Weerselerbeek bij de koppeling met de Boschbeek komt een nieuwe dam met hierin een duiker met een regelbare schuif (d8 in Figuur 46).

Het principeprofiel voor de Weerselerbeek heeft een breedte van 5 meter.



Figuur 45. Duikers en profielen in de huidige situatie





Figuur 46. Duikers en profielen (toekomstige situatie)

Tabel 9. Duikers in de huidige en toekomstige situatie

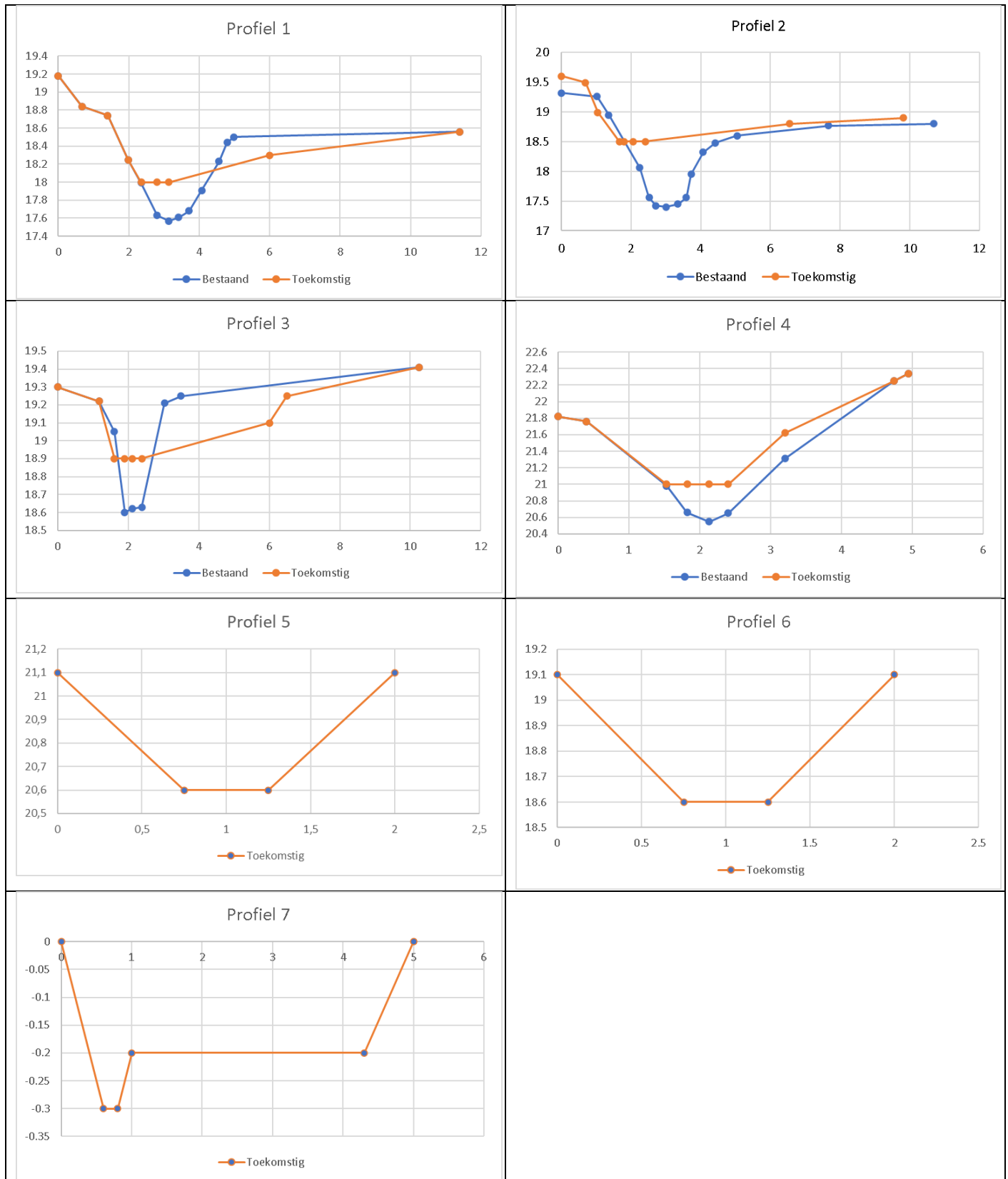
nummer	Lengte (m)	Huidig				Toekomstig				Opmerking
		b.o.b. (NAP + m)	diameter (mm)	type	Lengte (m)	b.o.b. (NAP + m)	diameter (mm)	type		
d1	DK29020	12.69	19.18	500	rond	12.69	19.1	500	rond	
d2	DK29715	7.49	18.3	800	rond	7.49	18.9	800	rond	
d3	DK08625	8.48	18	800	rond	8.48	18.8	800	rond	
d4	DK06808	5.23	17.41	700	rond	<-- opgeheven				
d5	DK06150	9.35	17.34	1.2x0.83	Ellips	9.35	17.7	1.2x0.83	elliptisch	Bodembescherming noodzakelijk vanwege hoge uittreesnelheid bij maatgevende afvoer
d6	DK12372	6.21	16.72	1.2x0.83	Ellips	<-- opgeheven				
d7						10	19.15	0.5x1.3	rechthoekig	
d8						5	19.1	400	rond	

Tabel 10. Bestaande profielen die worden gewijzigd

Profiel 1		Profiel 2		Profiel 3		Profiel 4	
Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)
0	19.18	0	19.32	0	19.3	0	21.82
0.67	18.84	1.02	19.26	1.17	19.22	0.4	21.76
1.4	18.74	1.36	18.95	1.6	19.05	1.53	20.98
1.98	18.25	2.25	18.06	1.9	18.6	1.82	20.66
2.35	17.99	2.52	17.56	2.11	18.62	2.13	20.55
2.81	17.63	2.71	17.42	2.38	18.63	2.4	20.65
3.14	17.57	3	17.4	3.03	19.21	3.2	21.31
3.42	17.61	3.34	17.45	3.5	19.25	4.74	22.25
3.71	17.68	3.58	17.56	10.25	19.41	4.95	22.34
4.07	17.91	3.72	17.95				
4.56	18.23	4.07	18.32				
4.79	18.44	4.42	18.48				
4.99	18.5	5.04	18.6				
11.4	18.56	7.67	18.77				
		10.69	18.8				

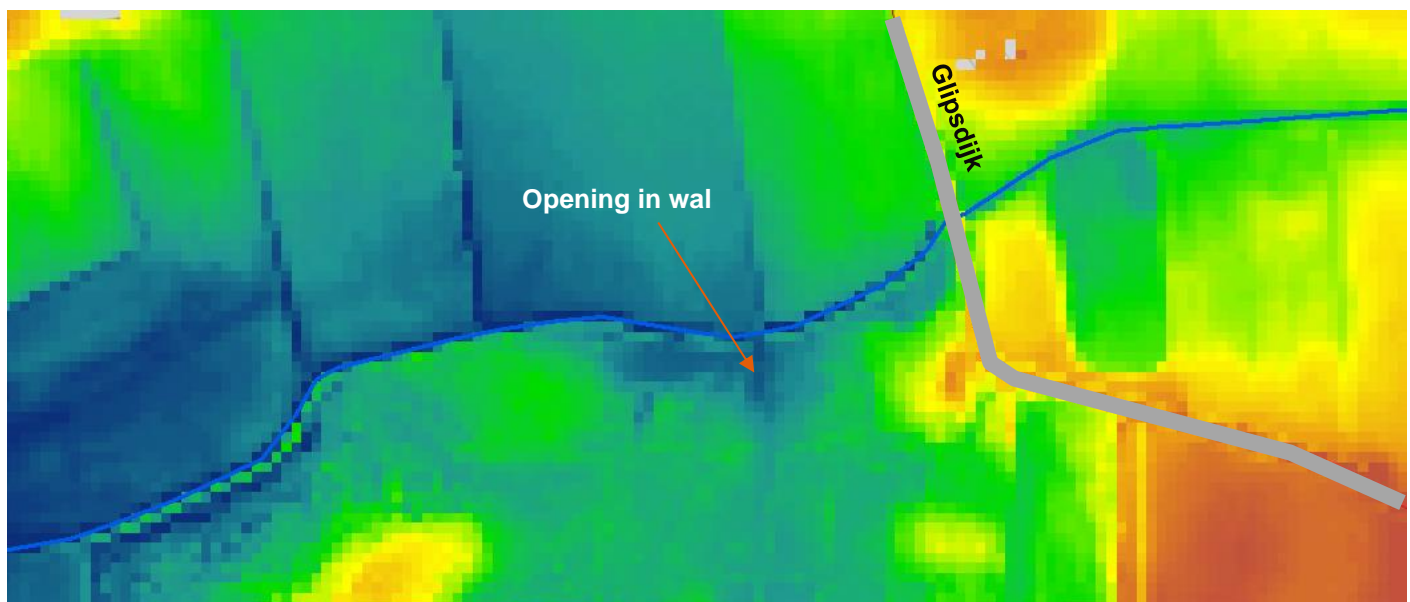
Tabel 11. Profielen toekomstige situatie

Profiel 1		Profiel 2		Profiel 3		Profiel 4		Profiel 5		Profiel 6	
Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)
0	19.18	0	19.6	0	19.3	0	21.82	0	21,1	0	19.1
0.67	18.84	0.69	19.49	1.17	19.22	0	21.82	0.75	20,6	0.75	18.6
1.4	18.74	1.04	18.99	1.6	18.9	0.4	21.76	1.25	20,6	1.25	18.6
1.98	18.25	1.66	18.5	1.9	18.9	1.53	21	2	21,1	2	19.1
2.35	18	1.8	18.5	2.11	18.9	1.82	21				
2.81	18	2.06	18.5	2.38	18.9	2.13	21				
3.14	18	2.41	18.5	6	19.1	2.4	21				
6	18.3	6.55	18.8	6.5	19.25	3.2	21.62				
11.4	18.56	9.81	18.9	10.25	19.41	4.74	22.25				
						4.95	22.34				



### Detailtering ontwerp verbinding Boschbeek met Weerselerbeek

Een belangrijk uitgangspunt bij piekneerslaggebeurtenissen is dat er een minimale hoeveelheid gebiedsvreemd water mag inunderen in het Lemselermatengebied. Op een specifieke locatie langs de Weerselerbeek zit een opening in een wal, deze ligt circa 120 meter benedenstrooms van de Glipsdijk (Figuur 47). De wal langs de Weerselerbeek heeft op deze locatie een hoogte van circa NAP 19,2 m, terwijl de opening in de wal en het achterliggende maaiveld een hoogte heeft van NAP 18,7 m. Deze opening kan niet worden afgesloten, omdat vanaf dit punt water het Lemselermatengebied moet kunnen uitstromen. In de natte periode wanneer er een hoge grondwaterstand is, zal het Lemselermatengebied blank staan, waardoor het water vanuit de Weerselerbeek het gebied niet in kan stromen. Echter als er een piekbui valt tijdens drogere maanden dan kan het water vanuit de Weerselerbeek het Lemselermatengebied in stromen. Dit is enkel een probleem als een groot deel van het water gebiedsvreemd is. Om hier rekening mee te houden, is een schuif voor de duiker geplaatst om het debiet vanuit de Boschbeek volledig of deels af te sluiten. In het SOBEK-rekenmodel heeft de schuif een opening van 0,2 bij 0,2 m. Tabel 12 toont het totale debiet door de Weerselerbeek en de fractie afkomstig uit de Boschbeek voor de verschillende afvoersituaties. De knijpende duiker kan ook volledig worden afgesloten in een pieksituatie om de fractie gebiedsvreemd water terug te brengen naar 0,0.

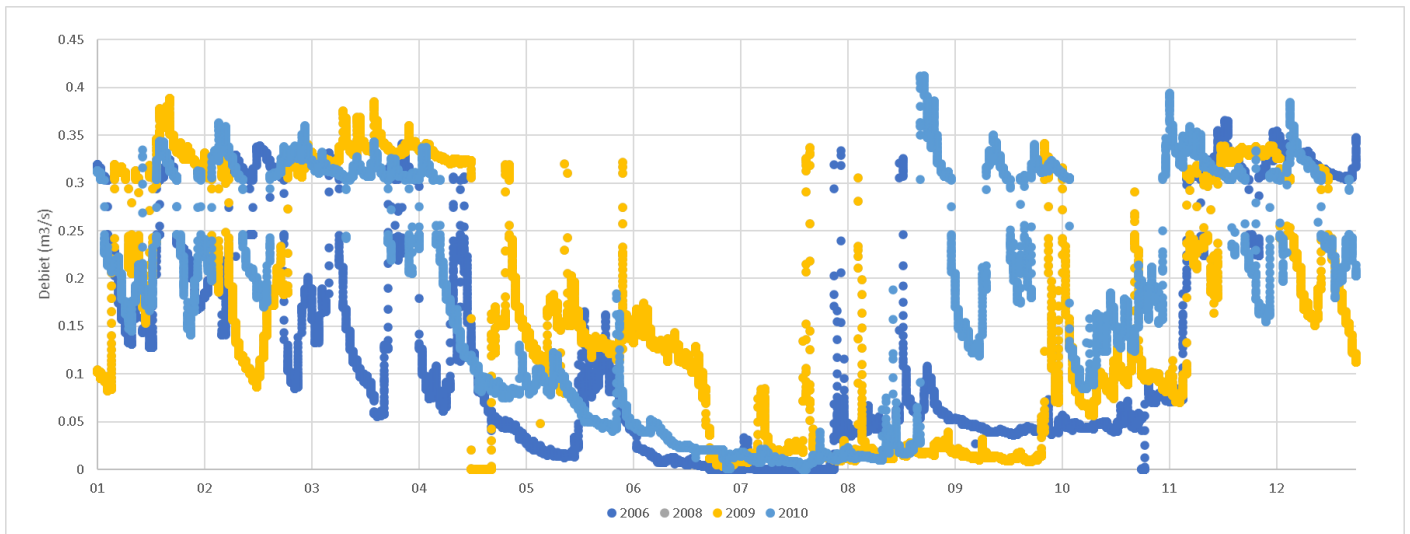


Figuur 47. Maaiveldvariatie benedenstrooms van de Glipsdijk

Tabel 12. Verhouding afvoer in Weerselerbeek afkomstig uit Lemselermaten gebied en Boschbeek tijdens T1, T10 en T100 situaties

Neerslagsituatie	Gebiedseigen afvoer (m <sup>3</sup> /s)	Boschbeek (m <sup>3</sup> /s)	Fractie gebiedsvreemd water
T1	0,19	0.016	0,084
T10	0,27	0.018	0,067
T100	0,35	0,020	0,057

Figuur 48 toont gemeten afvoer in de Middensloot bij Weerselo. Deze grafiek is gemaakt om een beeld te krijgen van wanneer de extreme pieksituaties voorkomen in het jaar. In de droge periode komen in de jaren 2006, 2008, 2009 en 2010 korte piekafvoeren voor. Dit betekent dat het in het gebied voorkomt dat extreme piekbuien voorkomen in droge periode. In deze droge periodes is het Lemselermatengebied kwetsbaar voor inundatie, omdat er weinig afvoer vanuit Lemselermaten de Weerselerbeek in stroomt.



Figuur 48. Afvoer bij het meetpunt in de Middensloot voor diverse jaren

## Bijlage E - Gevoeligheidsanalyse stromingsweerstand Weerselerbeek

Om te bepalen vanaf welke begroeiingsgraad onderhoud nodig is aan de watergang is een gevoeligheidsanalyse gedaan. De gevoeligheidsanalyse is voor vier stromingsweerstand gedaan, waarvan de begroeiingsweerstand correspondeert met de beschrijving in onderstaande tabel. De modellen zijn voor twee situaties doorgerekend, een T1 en een T10 afvoersituatie. In onderstaande tabel staat de conclusie over de opstuwings ten gevolge van de veranderende stromingsweerstand per afvoersituatie. De berekende waterpeilen van de BB5, BB10 en BB15 simulaties zijn vergeleken met de BB20 situatie.

Tabel 13. Stromingsweerstand en beschrijving toestand waterloop en conclusie scenarios gevoeligheidsanalyse

	Bos en Bijkerk 5	Bos en Bijkerk 10	Bos en Bijkerk 20
Omschrijving toestand waterloop	Zeer sterk begroeide waterloop. Rietkragen langs de kanten. Zware begroeiing met water-planten in midden van het profiel	Vrij sterk begroeid. Profiel voor deel volgegroeid, hier en daar tot oppervlakte.	Licht begroeide waterloop. Lichte aaneengesloten begroeiing van bodem en talud.
T1 situatie	Ten opzichte van BB20 stijgt het peil 10 tot 15 cm in de Weerselerbeek.	Ten opzichte van BB20 stijgt het peil 2,5 cm in de Weerselerbeek	
T10 situatie		Ten opzichte van BB20 stijgt het peil 5 tot 10 cm in de Weerselerbeek (inundatiekaart in Figuur 49)	

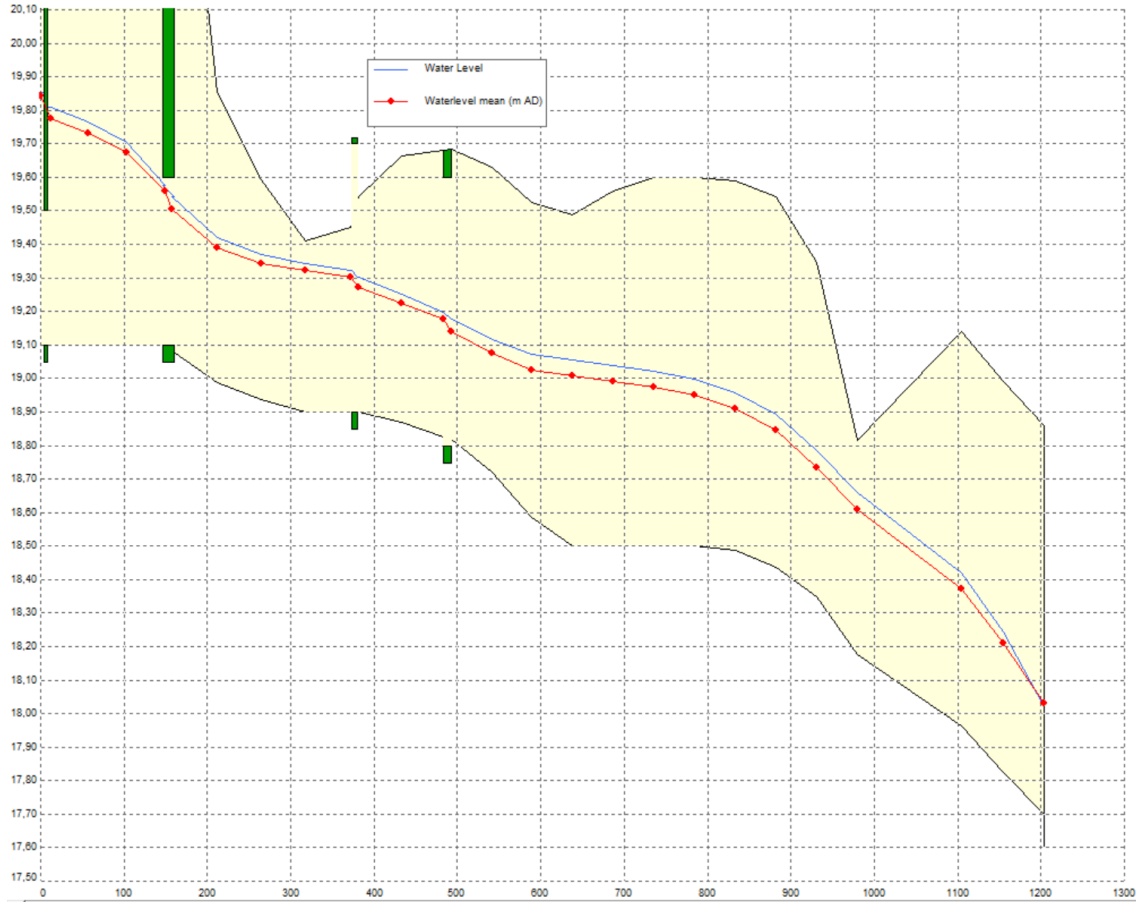
Uit de onderstaand beschreven analyse is te concluderen dat vanaf een begroeiingsgraad van BB10 (Vrij sterk begroeid. Profiel voor deel volgegroeid, hier en daar tot oppervlakte) onderhoud nodig is aan de watergang. Vanaf deze begroeiingsgraad is er een peilstijging van circa 5 tot 10 cm langs de Weerselerbeek. Dit leidt tot een significante toename aan inundatie ten opzichte van de BB20 begroeiingsgraad (lichte begroeiing). Figuur 49 toont het verschil in inundatie dat optreedt.

### Analyse gevoeligheidsanalyse begroeiingsgraad

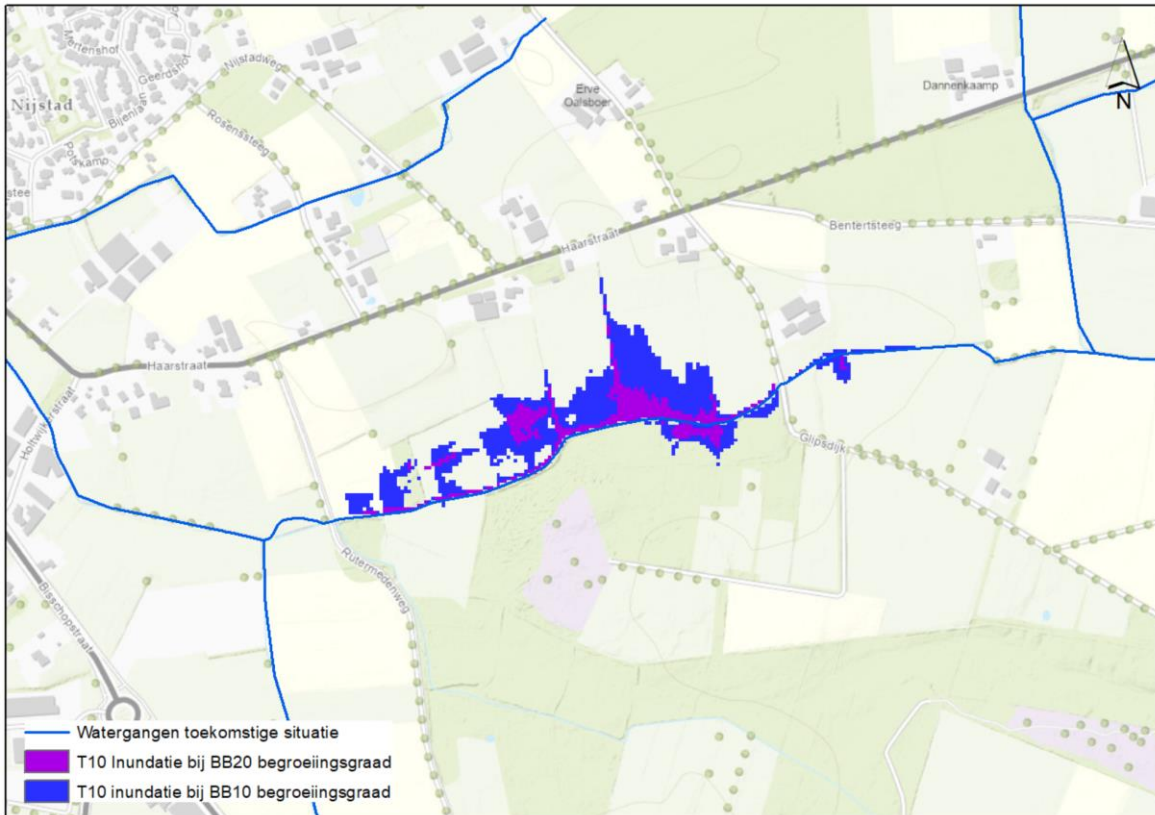
Figuur 50 toont een lengteprofiel met waterpeilen voor de T1 situatie. Met blauw is het waterpeil berekend met een weerstand van Bos en Bijkerk 10 en met rood van Bos en Bijkerk 20. Het verschil bedraagt gemiddeld 2,5 cm bij een 'sterke' begroeiing. Gezien de drooglegging bij T=1 geen verwachting dat dit tot inundatie leidt. Daarom geen noodzaak om de begroeiing te verwijderen. Deze zelfde berekening is gedaan met een weerstand van BB5 in de watergang en weergegeven in Figuur 51. Het verschil in waterpeil varieert tussen de 10 en 15 cm. Dit is wel een significant verschil gezien de beschikbare drooglegging. Om die reden wordt wel geadviseerd om bij deze waterloop begroeiing te verwijderen die overeenkomt met een Bos en Bijkerk 5 begroeiing ("Zeer sterk begroeide waterloop. Rietkragen langs de kanten. Zware begroeiing met water-planten in midden van het profiel").

*Uit de analyse die is gedaan bij een T1 situatie is te concluderen dat een begroeiingsgraad tot BB5 onacceptabel is en dat op dit punt maaien noodzakelijk is. De normering langs de Weerselerbeek is T10. Om te toetsen of een BB10 begroeiingsgraad in de*

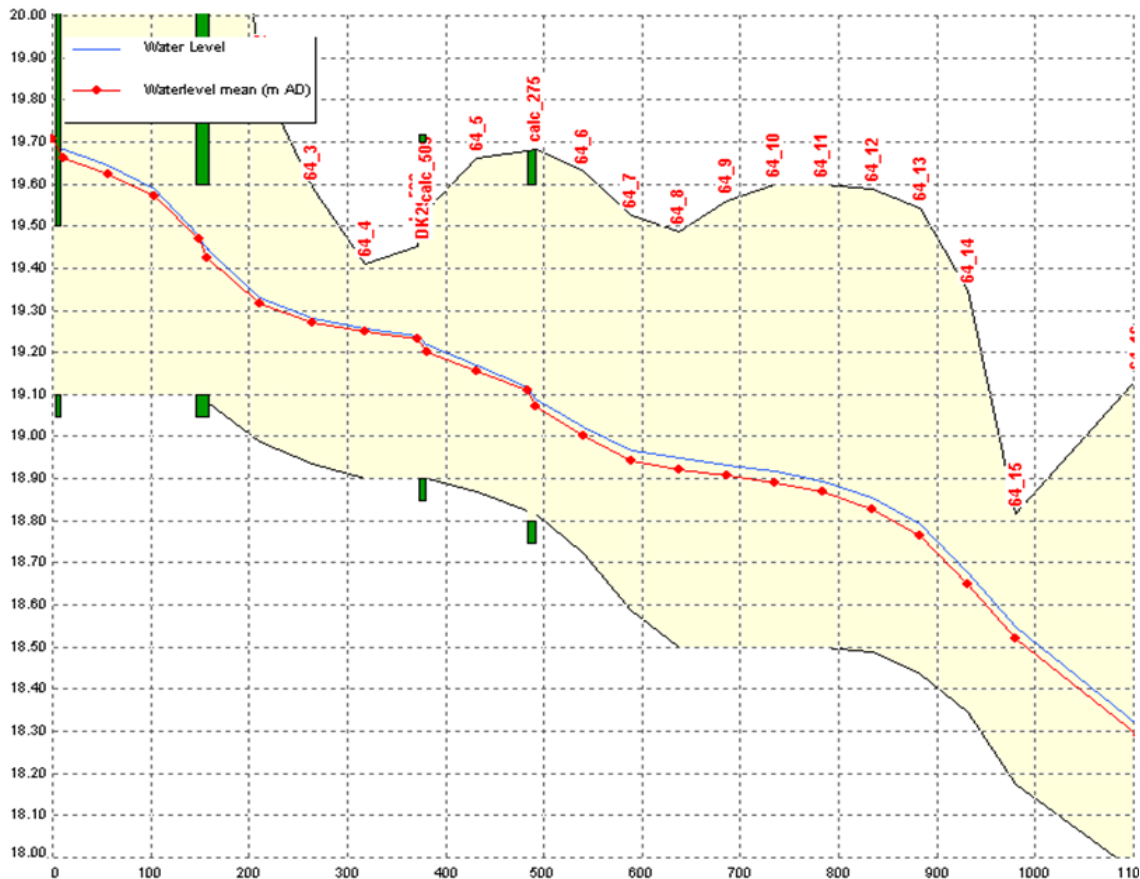
watgang bij een T10 normering niet leidt tot inundatie boven normoverschreiding is in



Figuur 52 het peilverschil weergegeven tussen een BB10 en een BB20 begroeiingsgraad bij een T10 neerslaggebeurtenis. Hieruit is te concluderen dat het peil bij een BB10 begroeiingsgraad circa 5 cm hoger is dan een BB20 begroeiingsgraad.

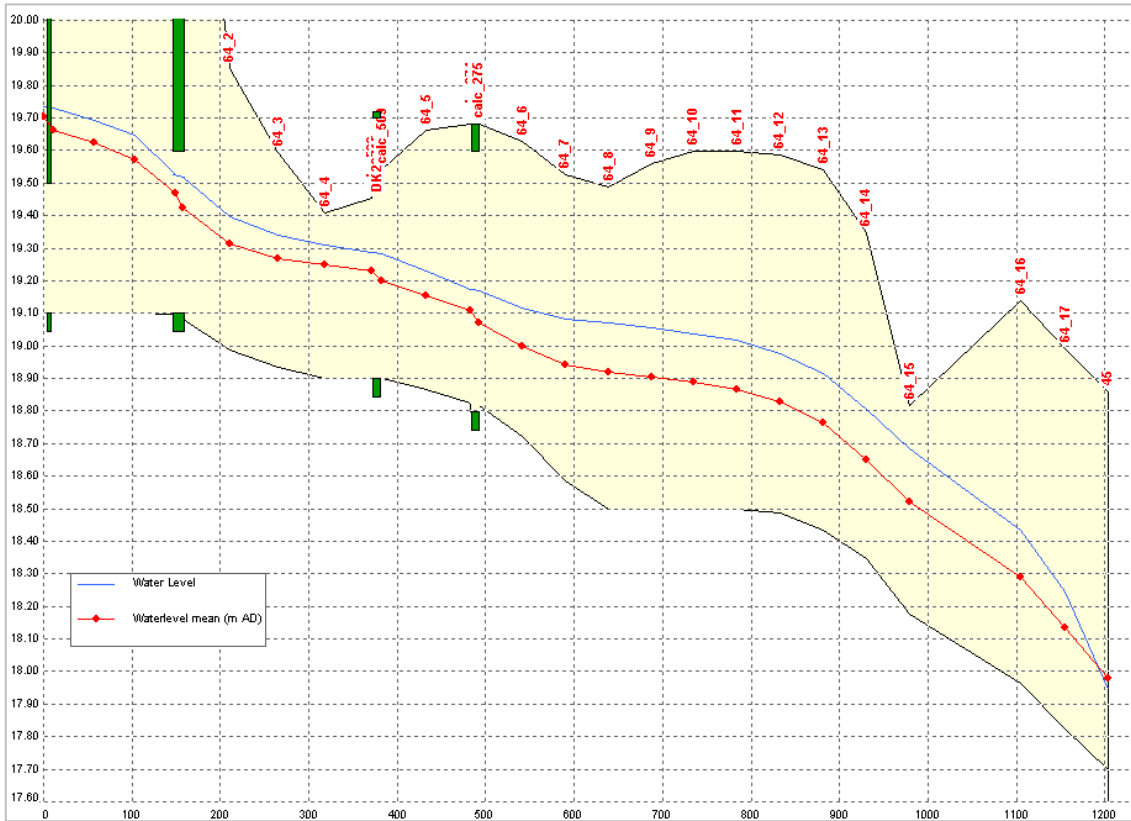


Figuur 49. Inundatie langs de Weerselerbeek bij een T10 situatie voor twee verschillende begroeiingsgraadsituaties (BB10 en BB20)

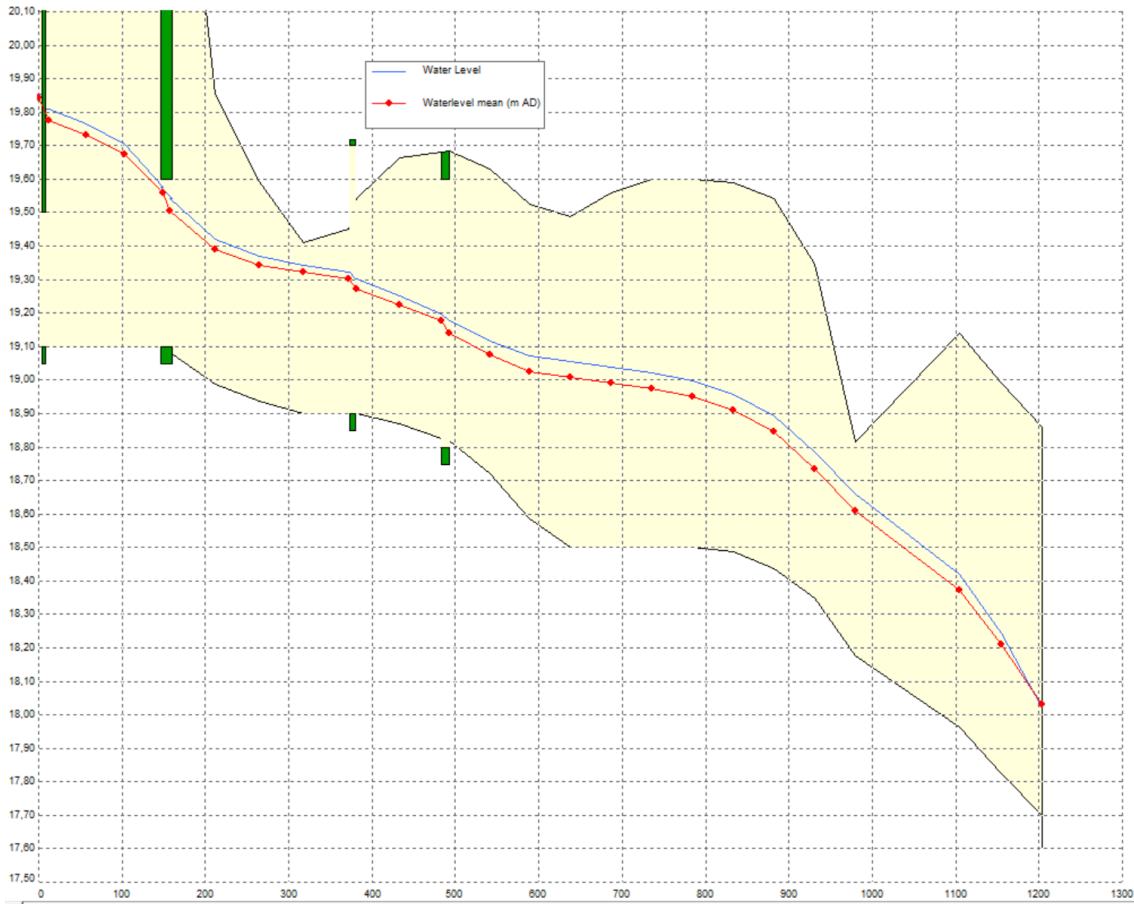


Figuur 50. Waterpeil in de Weerselerbeek bij een T1 situatie. Blauw is BB10 en rood is BB20





Figuur 51. Waterpeil in de Weerselerbeek bij een T1 situatie. **Blauw is BB5** en **rood is BB20**



Figuur 52. Waterpeil in de Weerselerbeek bij een T10 situatie. **Blauw is BB10** en **rood is BB20**

## Kaartenbijlage

## Colofon

NATURA 2000 DINKELLAND  
OPPERVLAKTEWATERSYSTEEM LEMSELERMATEN

AUTEUR  
Bas Agerbeek

PROJECTNUMMER  
30073413 (C06051.000044) / LB

ONZE REFERENTIE  
D10033070:74

DATUM  
7 september 2021

STATUS  
Definitief

GECONTROLEERD DOOR

VRIJGEGEVEN DOOR

Jeroen Beuseker  
Projectmanager Waterbeheer

Jeroen Beuseker  
Sr. Projectleider Waterbeheer

## Over Arcadis

Arcadis is een toonaangevend wereldwijd ontwerp- en consultancybureau voor de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij maken het verschil voor onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Met 27.000 mensen in meer dan 70 landen genereerden we in 2020 een omzet van €3,3 miljard. Wij ondersteunen UN-Habitat met kennis en expertise om leefomstandigheden te verbeteren in gebieden getroffen door de gevolgen van de klimaatverandering.

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

### **Arcadis Nederland B.V.**

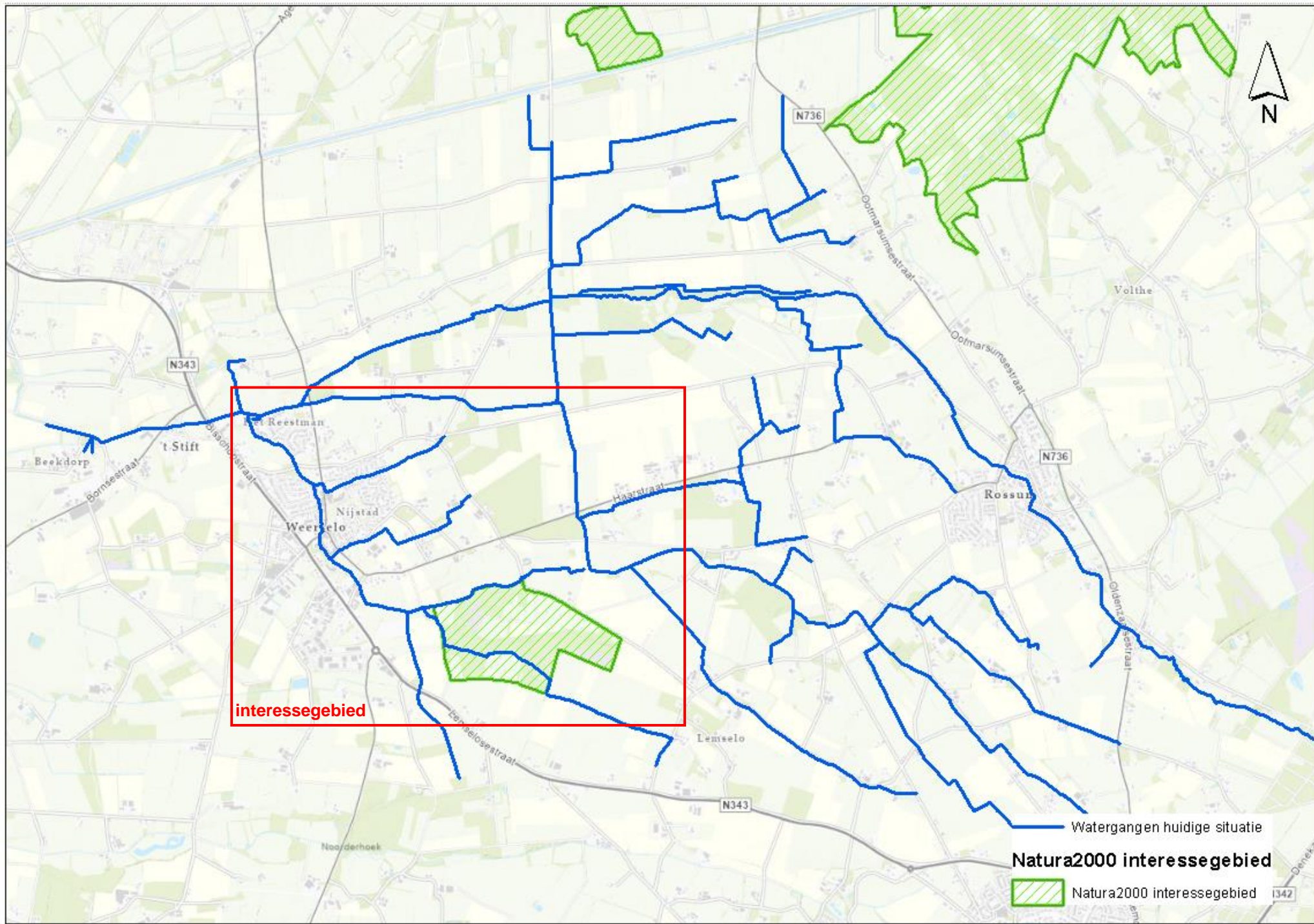
Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

# Kaarten oppervlaktewatersysteem Lemselermaten

7-9-2021

Overzichts  
figuur



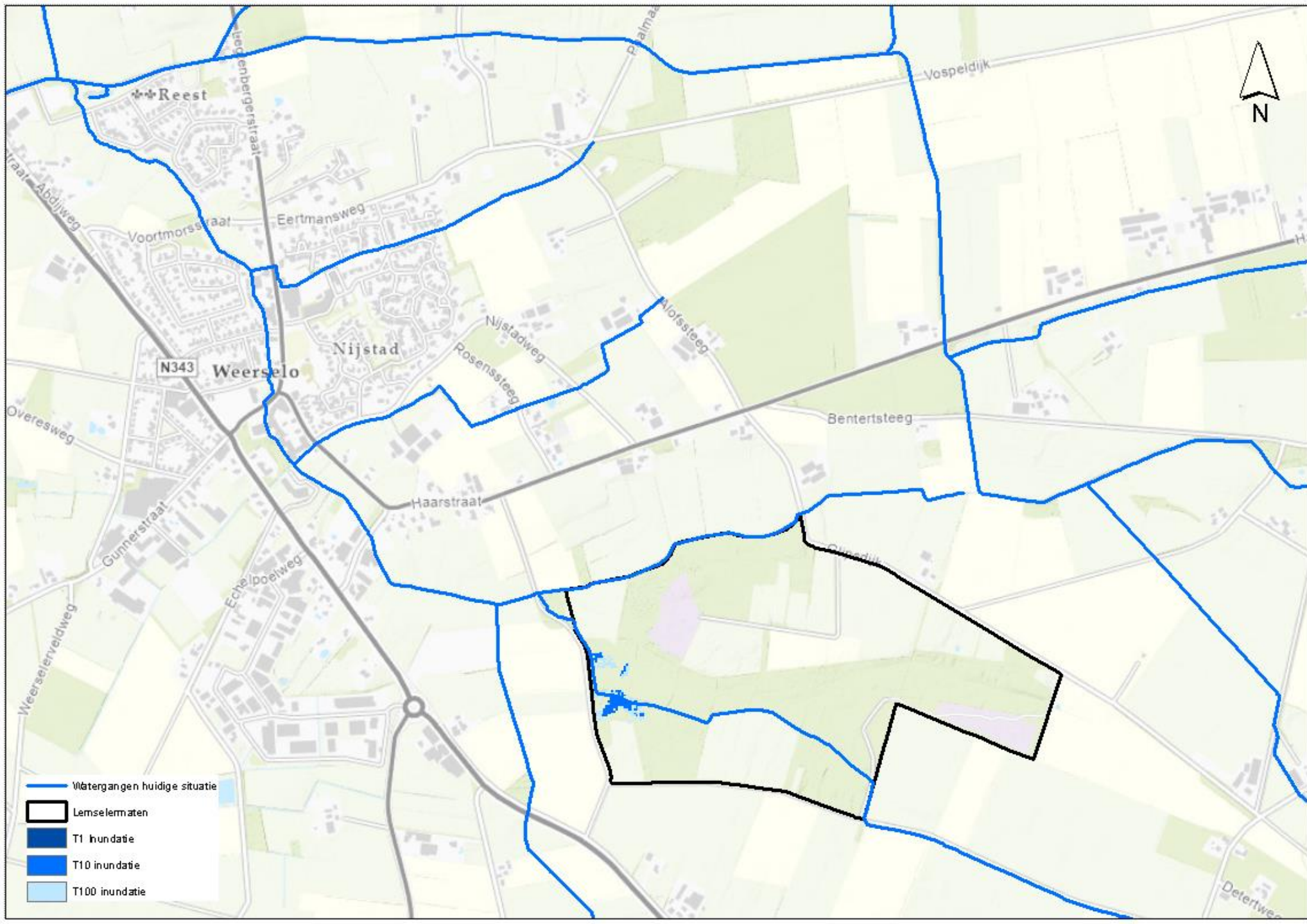
interessegebied

Watergangen huidige situatie  
Natura2000 interessegebied  
1342

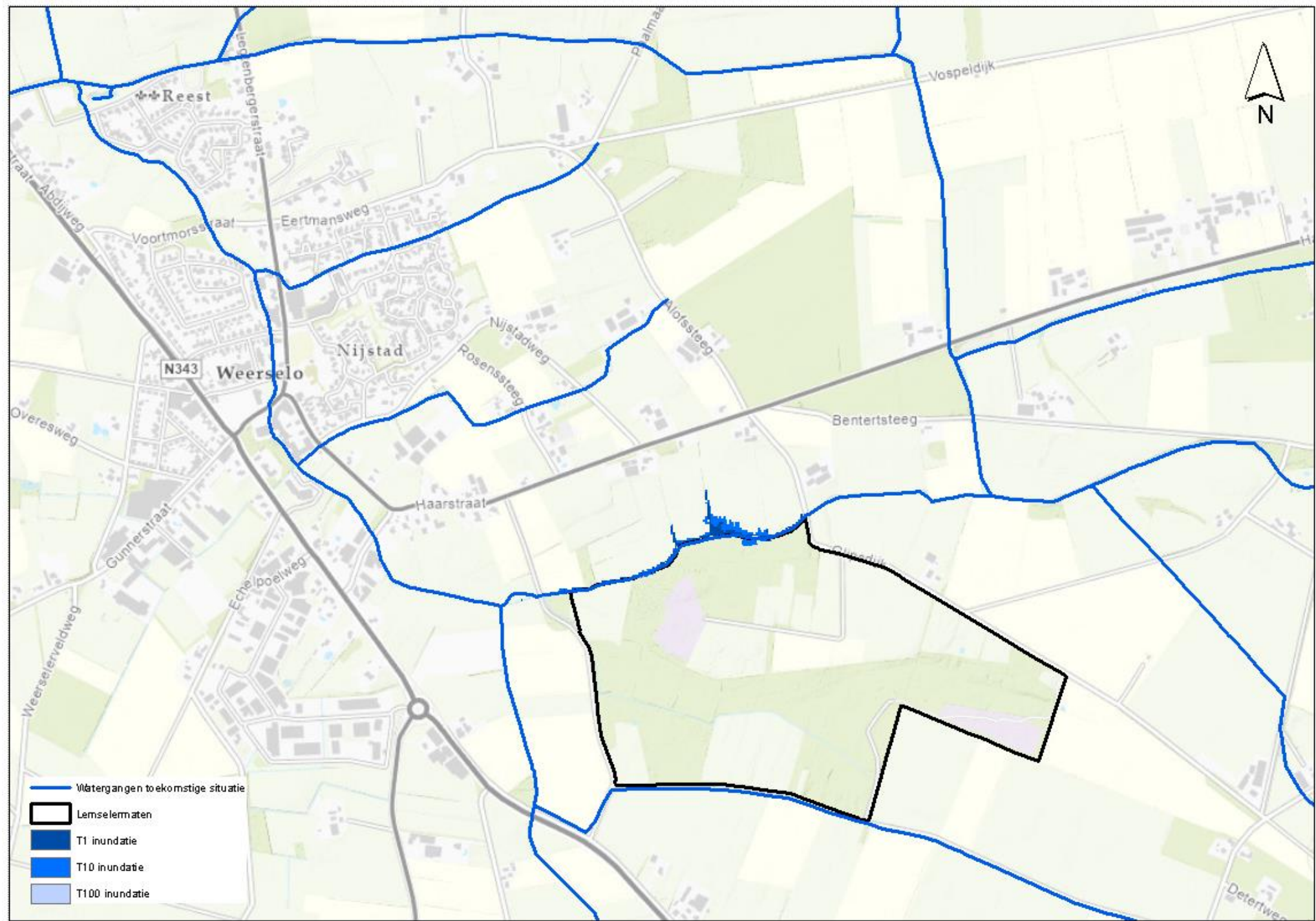
# Inundatiekaarten huidige en toekomstige situatie



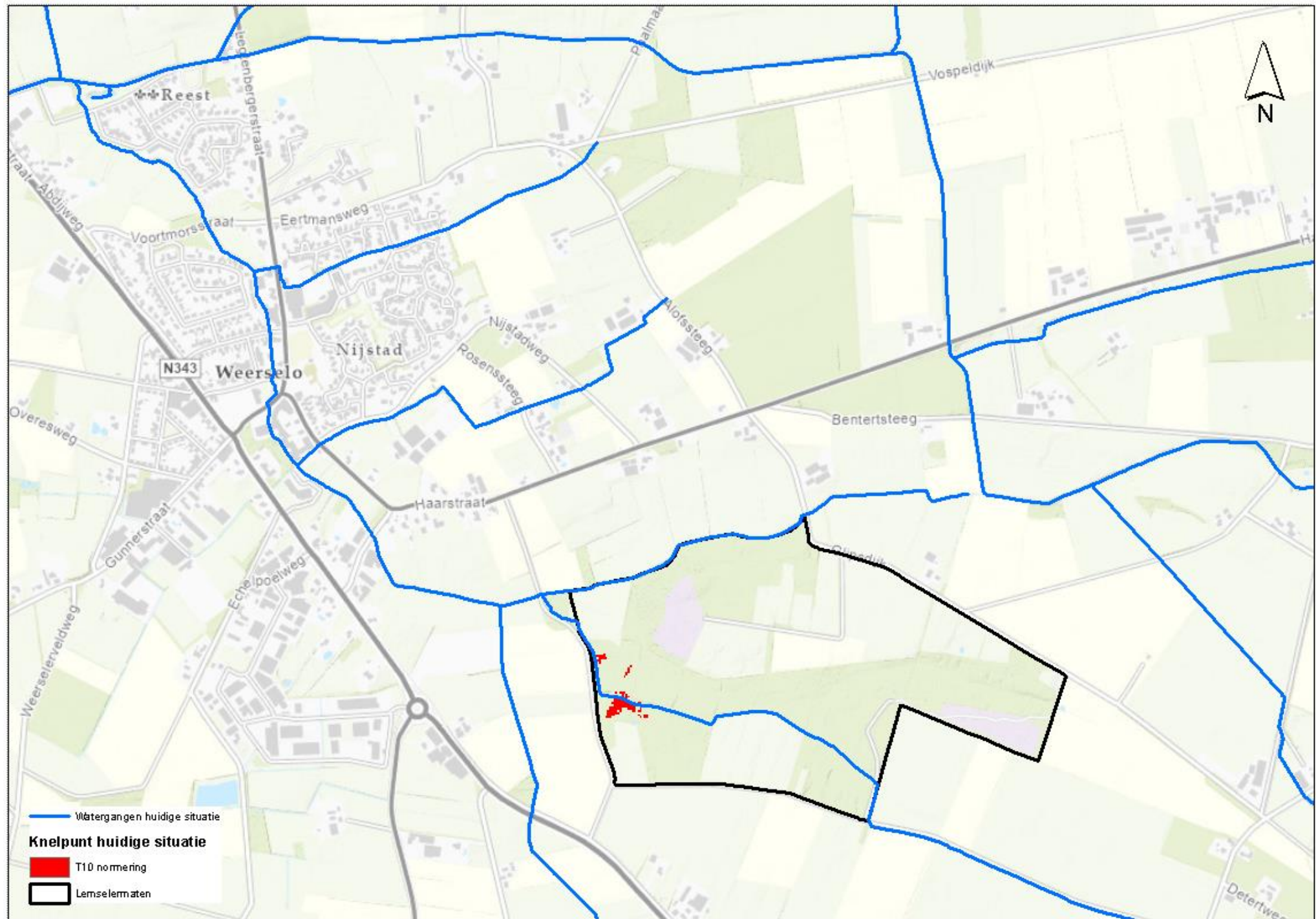
# Inundatie huidig



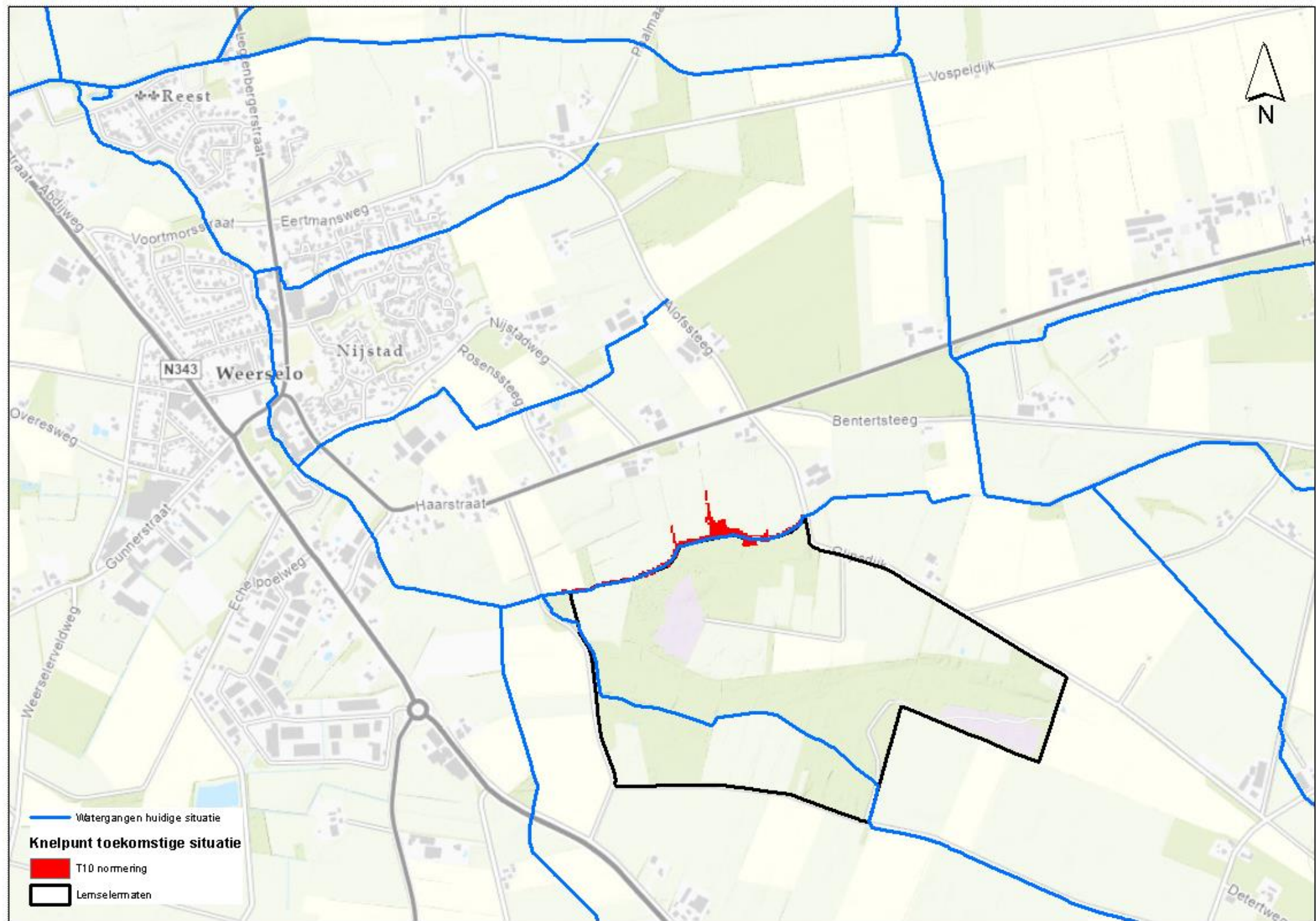
# Inundatie toekomstig



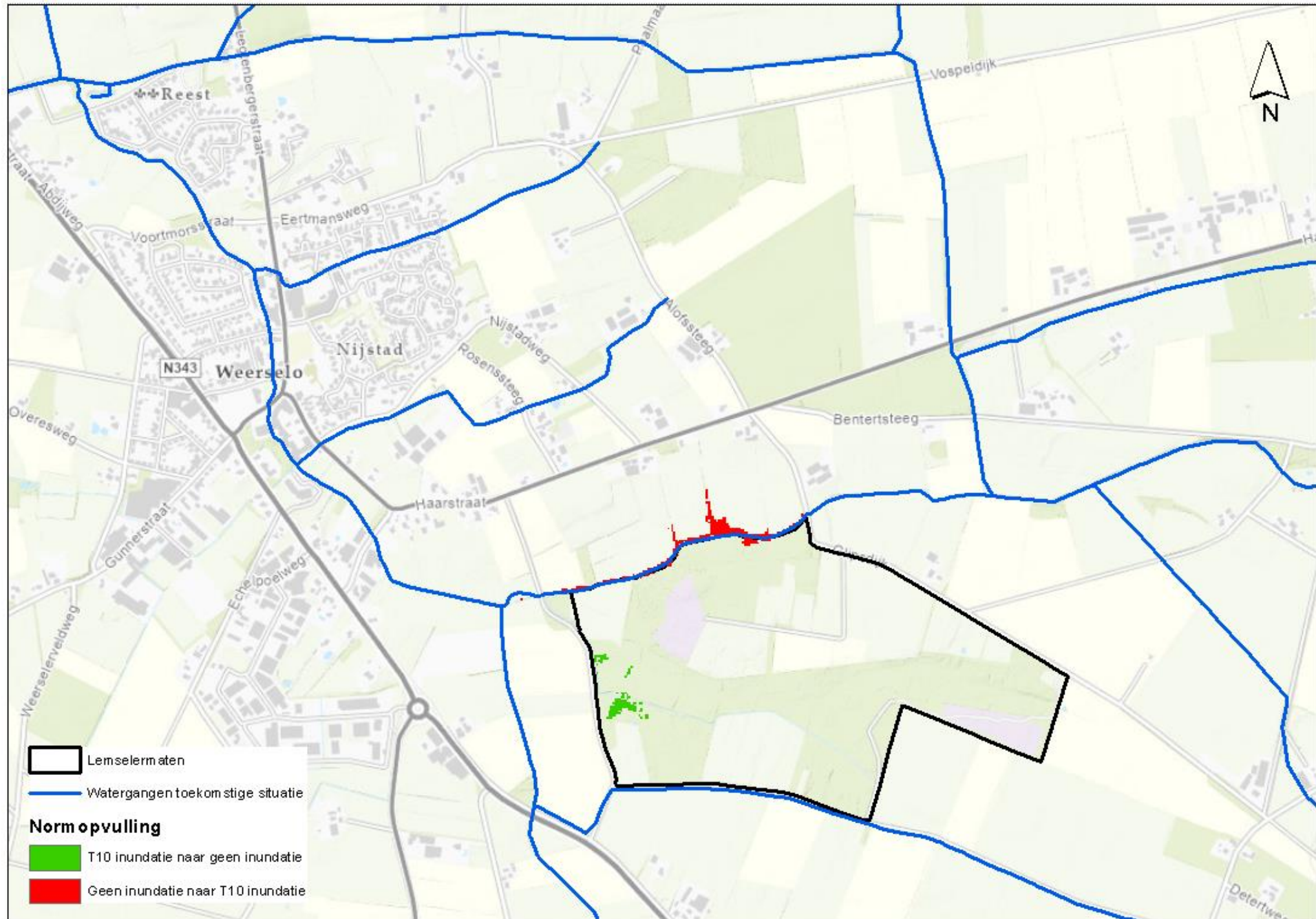
# Knelpuntenkaarten huidige en toekomstige situatie



# Knelpunt toekomstige situatie



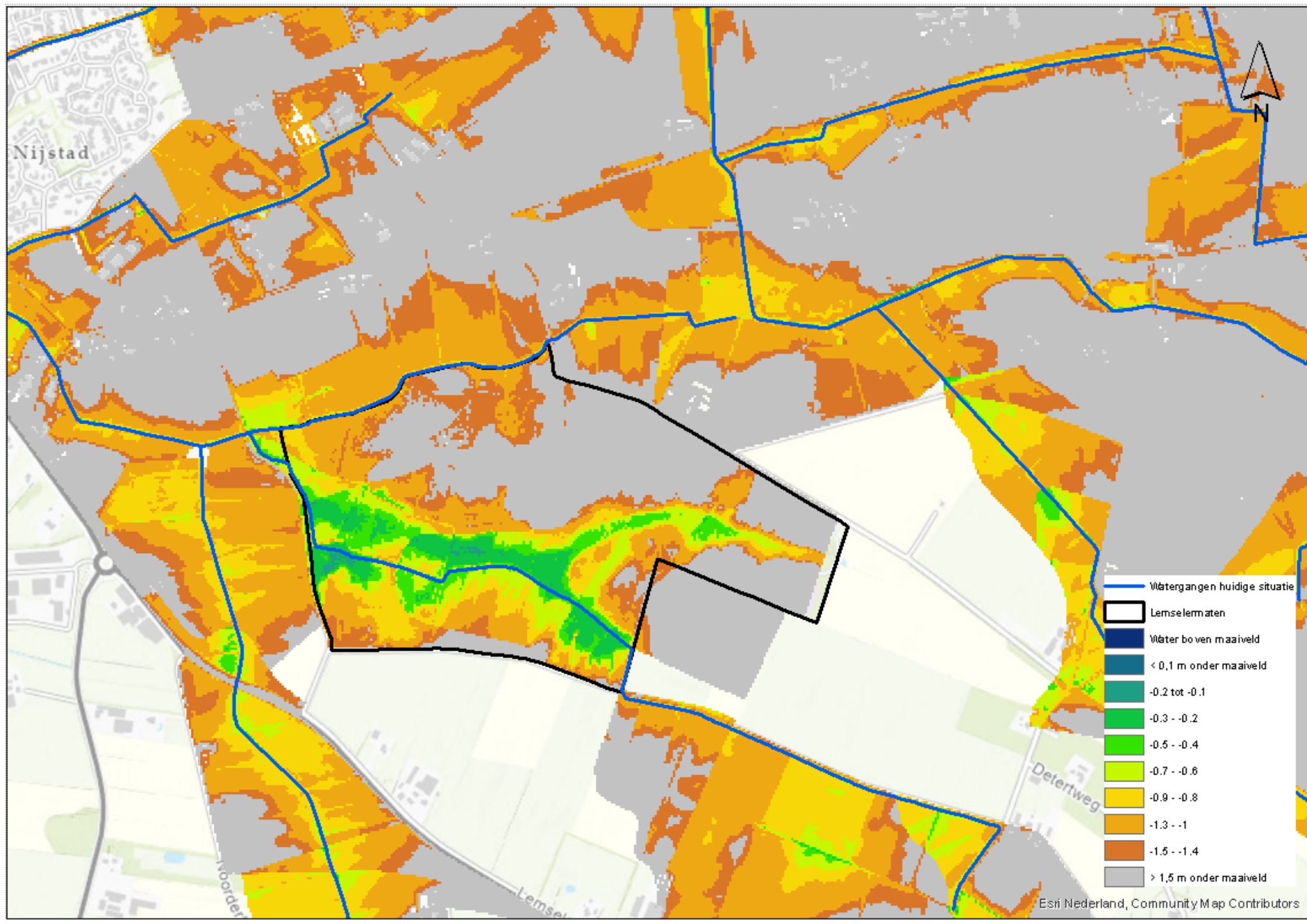
# Normopvulling



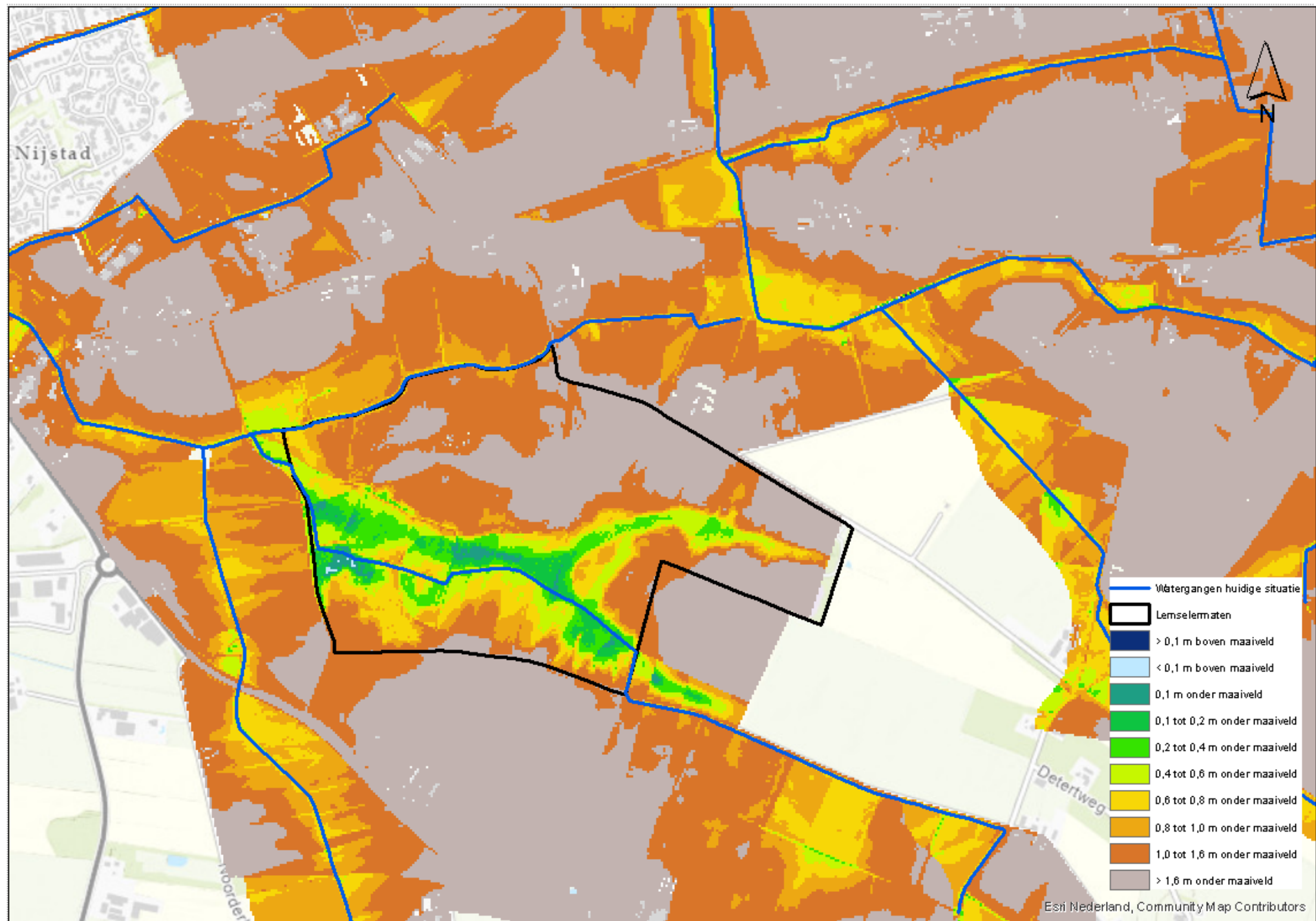
# Droogleggingskaarten huidige en toekomstige situatie



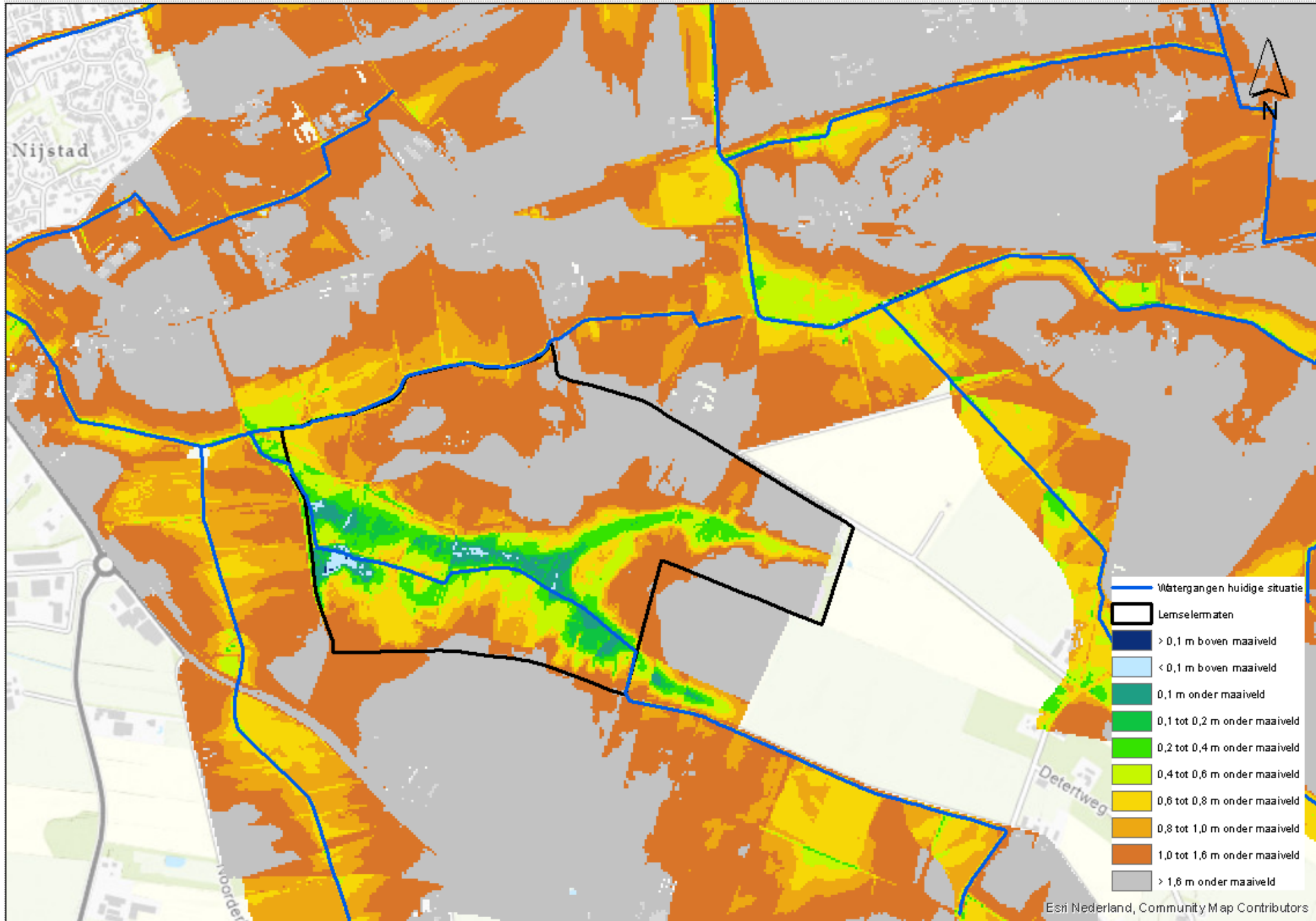
# Drooglegging 1/4Q (huidig)



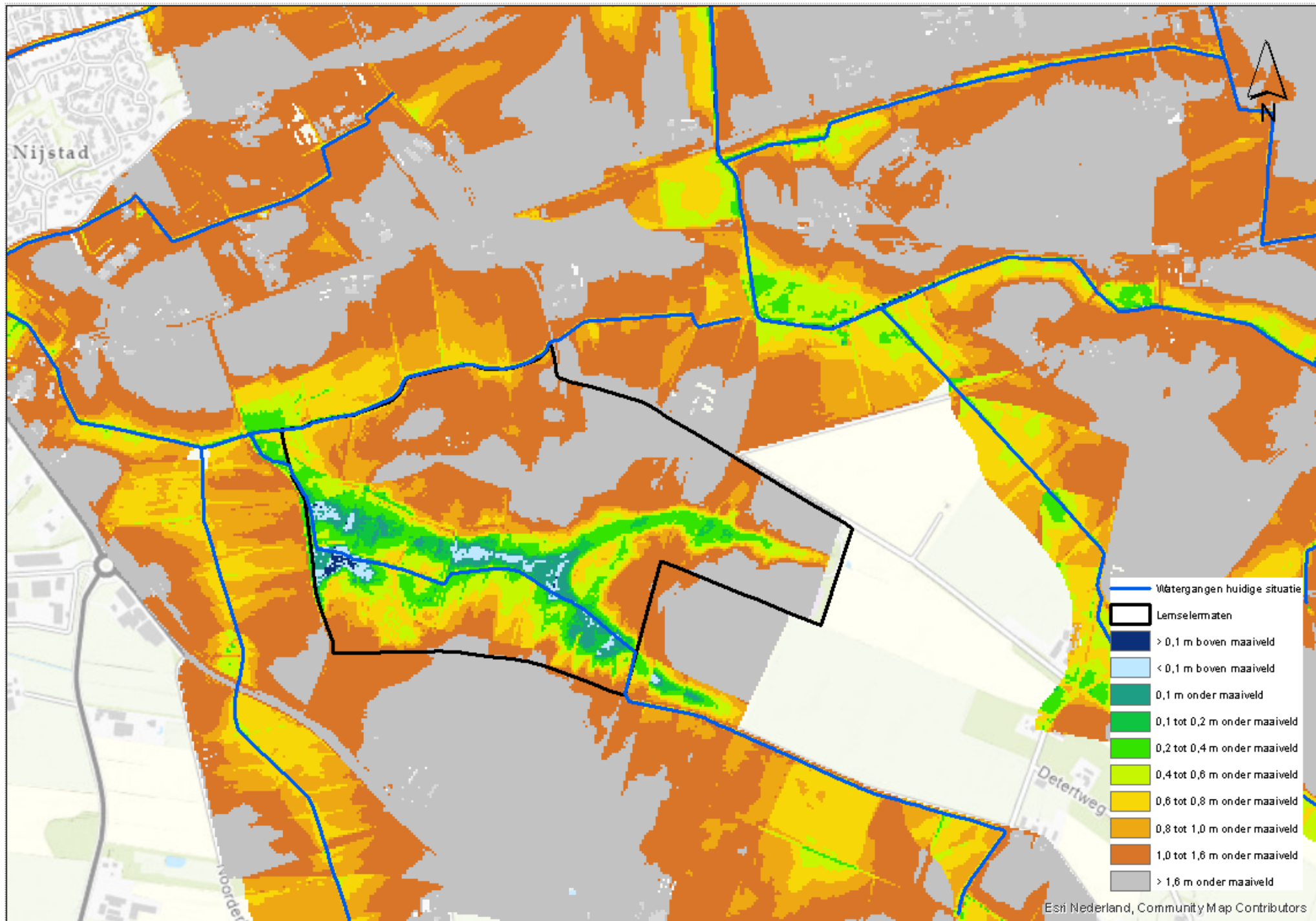
# Drooglegging T1 (huidig)



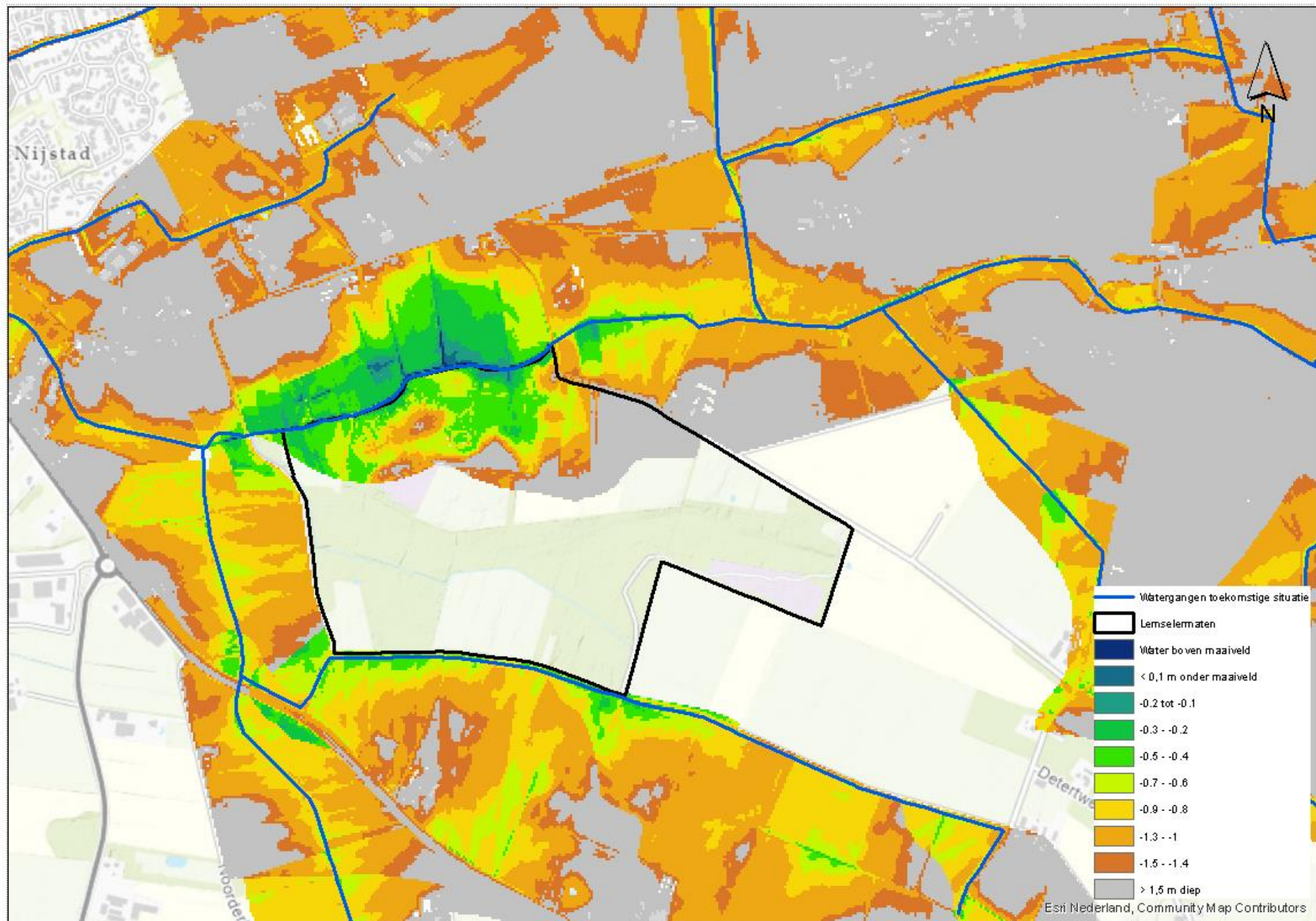
# Drooglegging T10 (huidig)



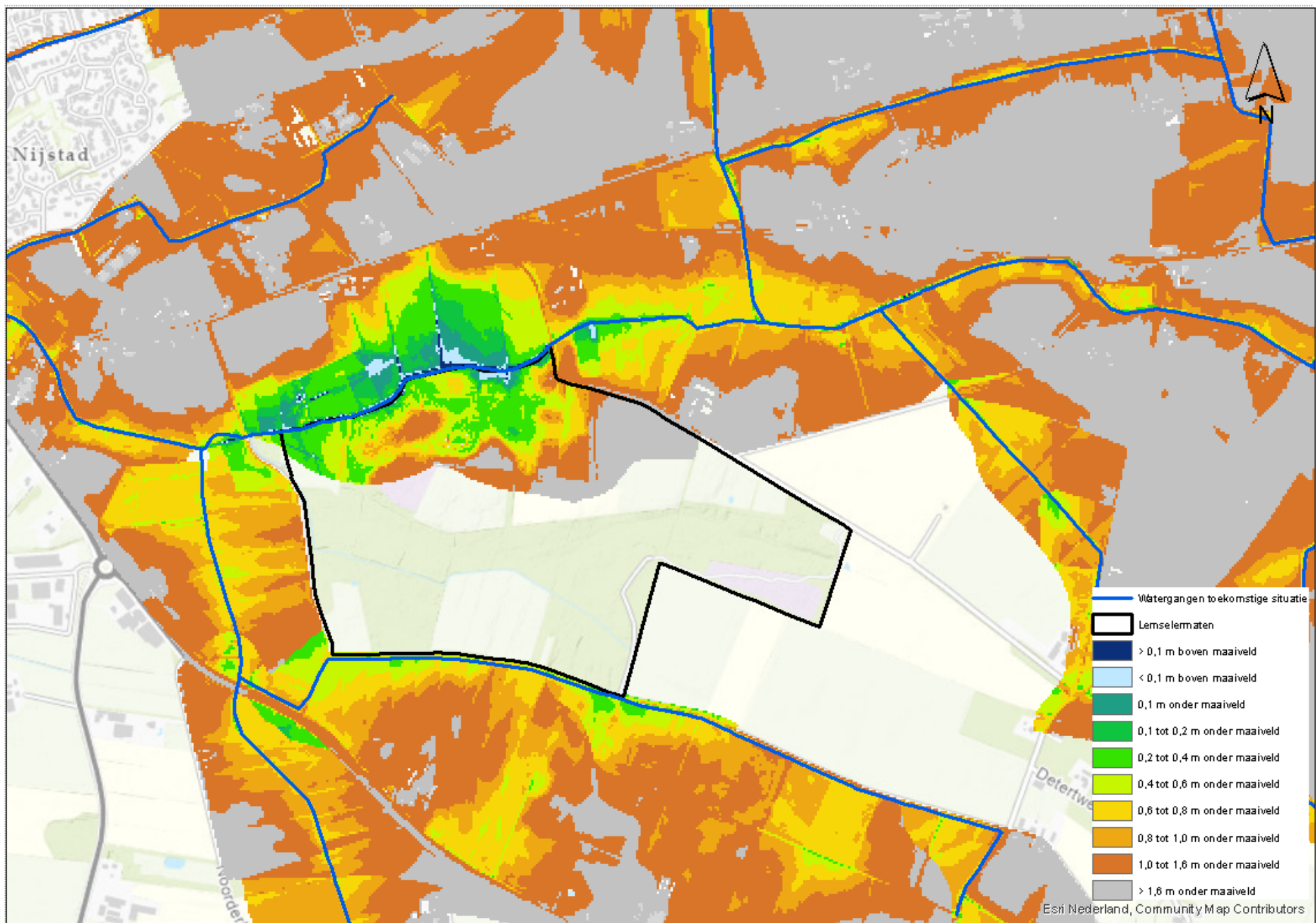
# Drooglegging T100 (huidig)



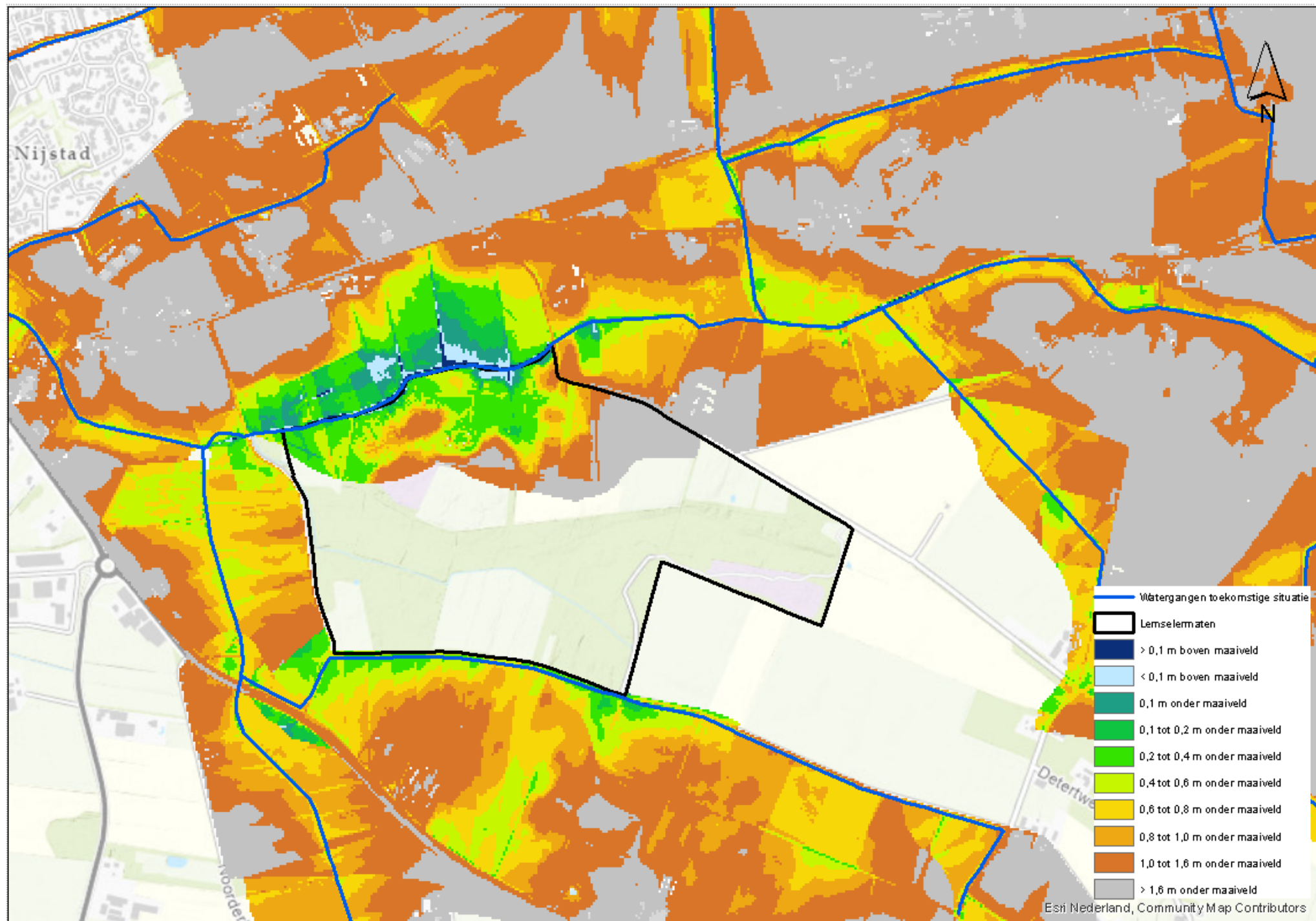
**Drooglegging  
1/4Q  
(toekomst)**



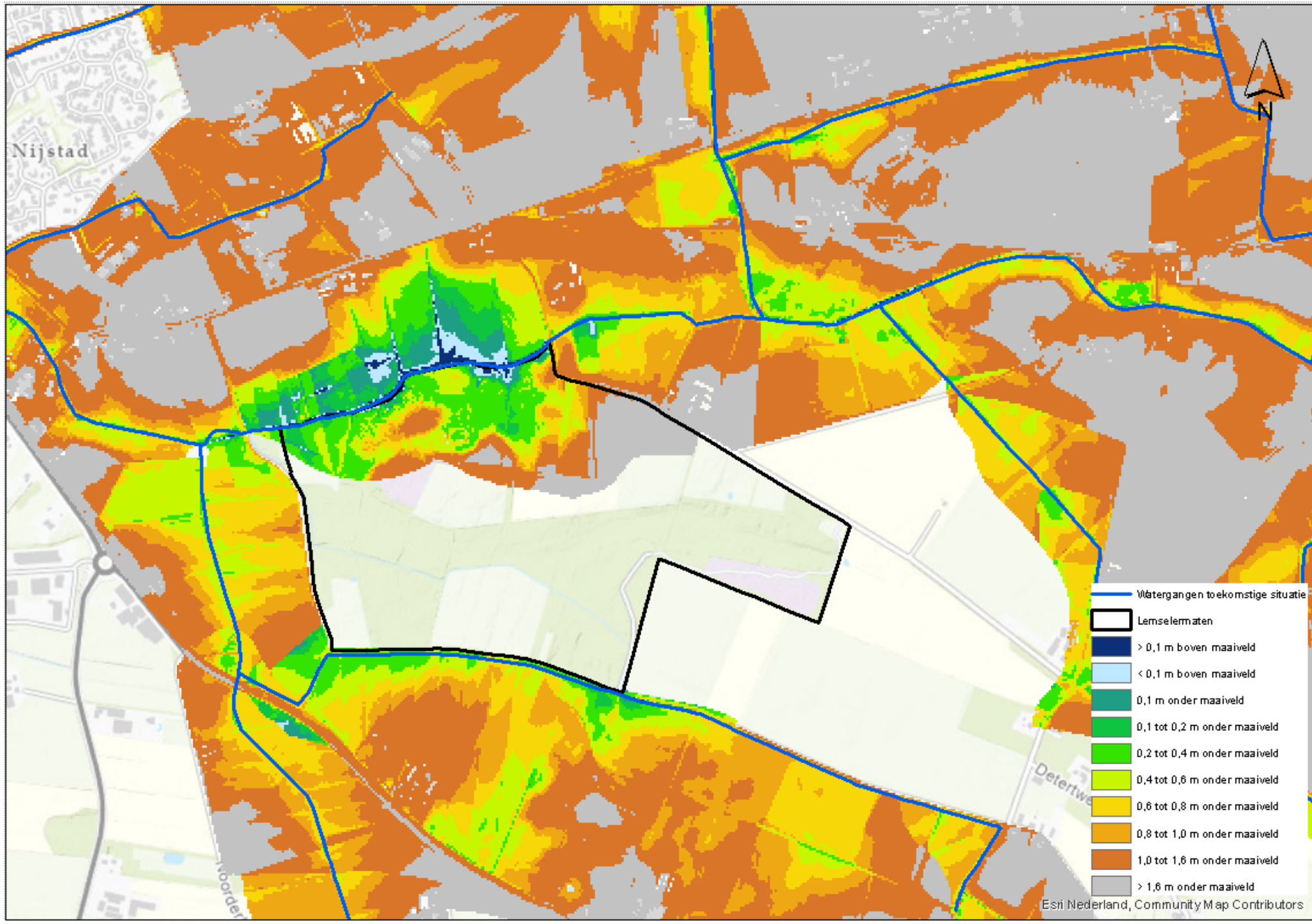
# Drooglegging T1 (toekomst)



# Drooglegging T10 (toekomst)



**Drooglegging  
T100  
(toekomst)**

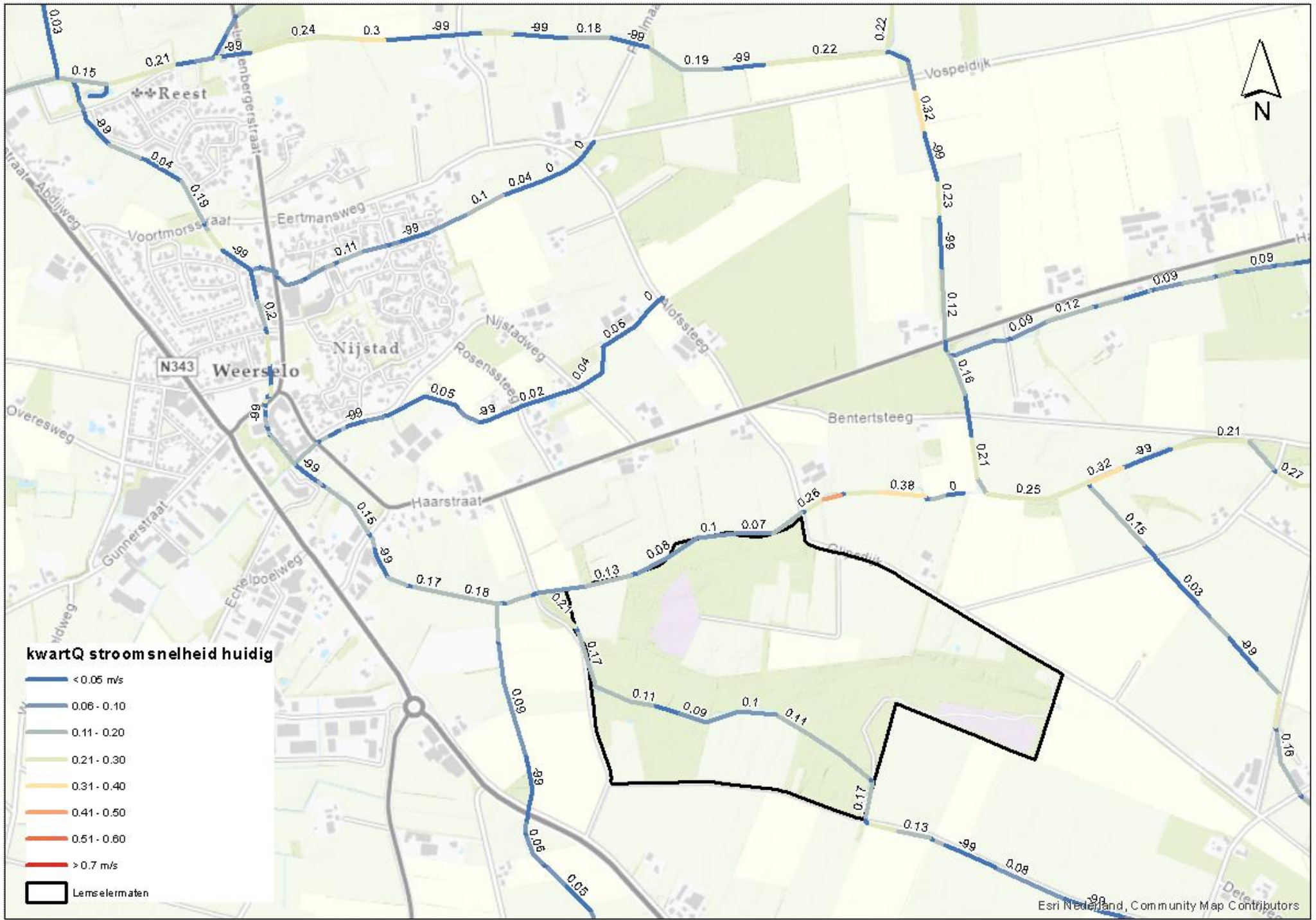




# Stroomsnelheidskaarten

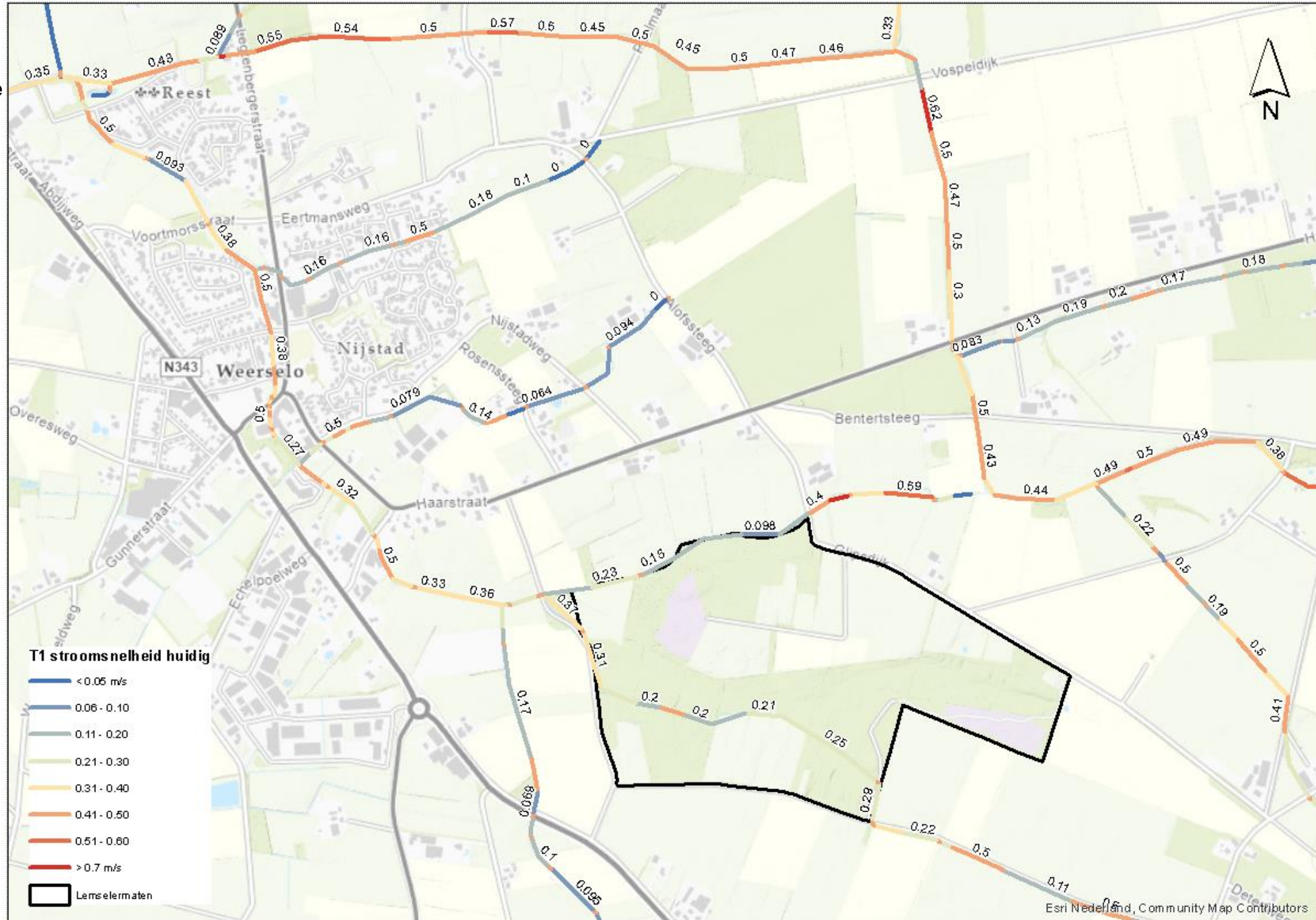
# 1/4Q stroom- Snelheid

Huidige situatie



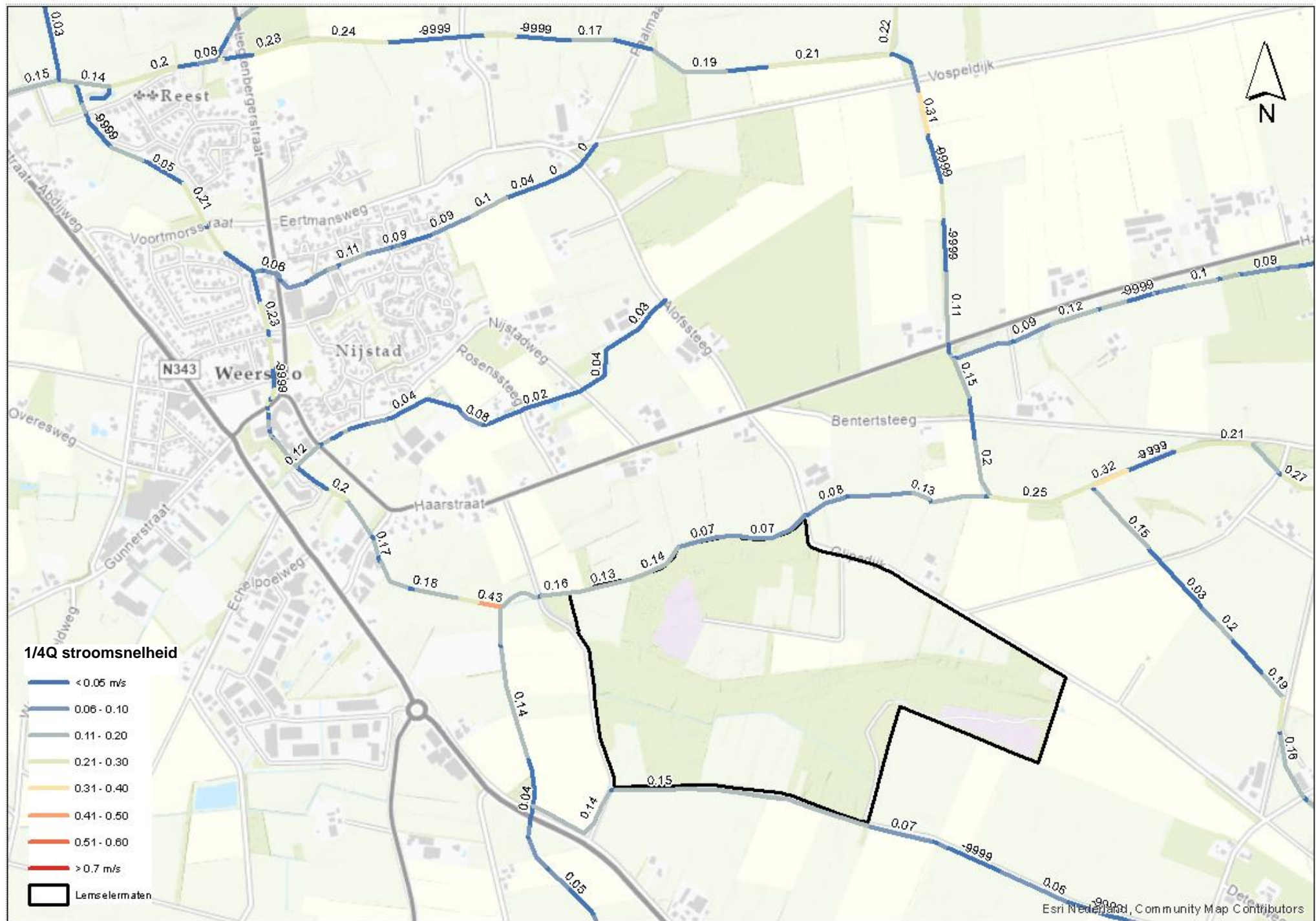
# T1 stroom- Snelheid

Huidige situatie



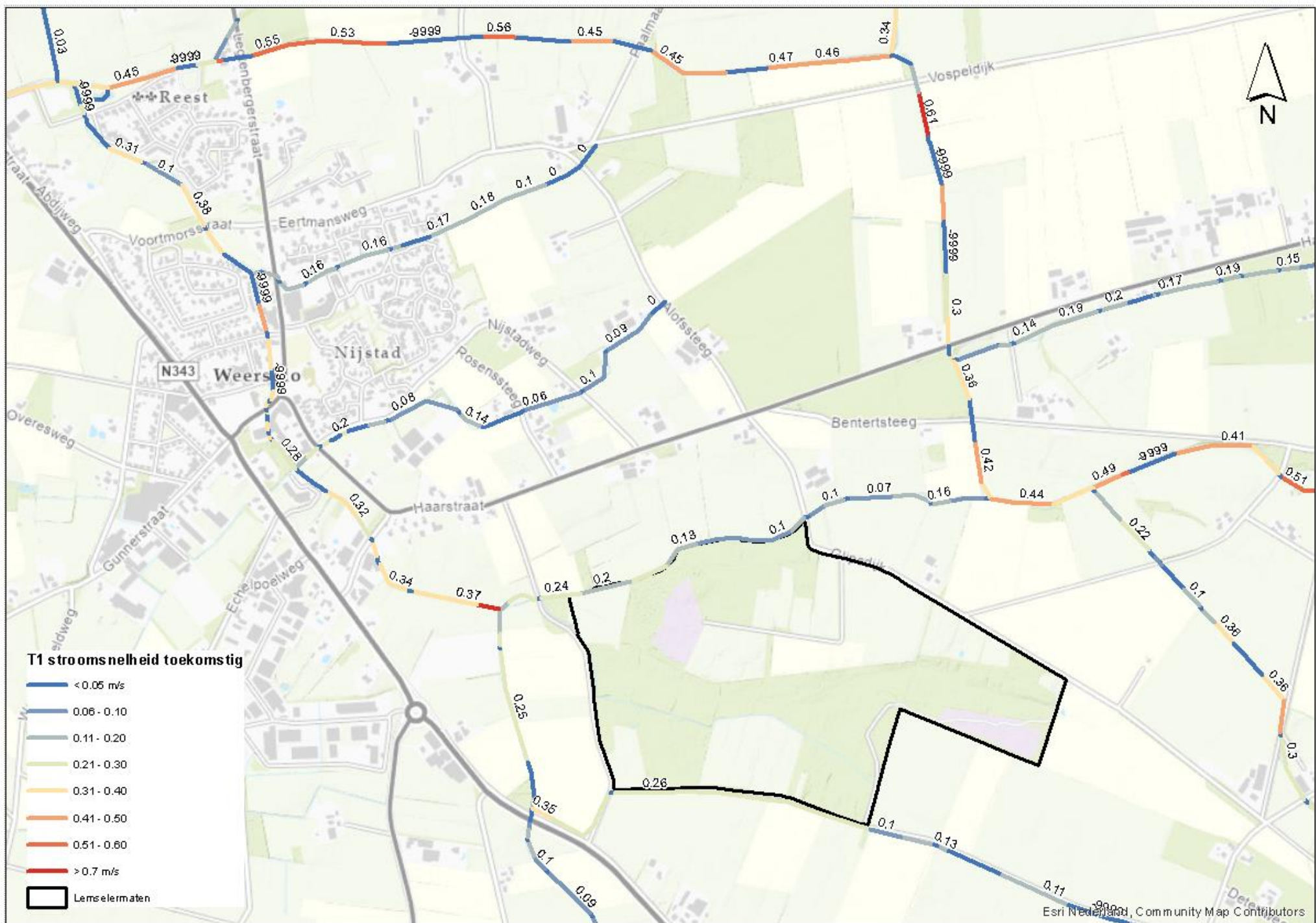
# 1/4Q stroom-Snelheid

## Toekomstige situatie



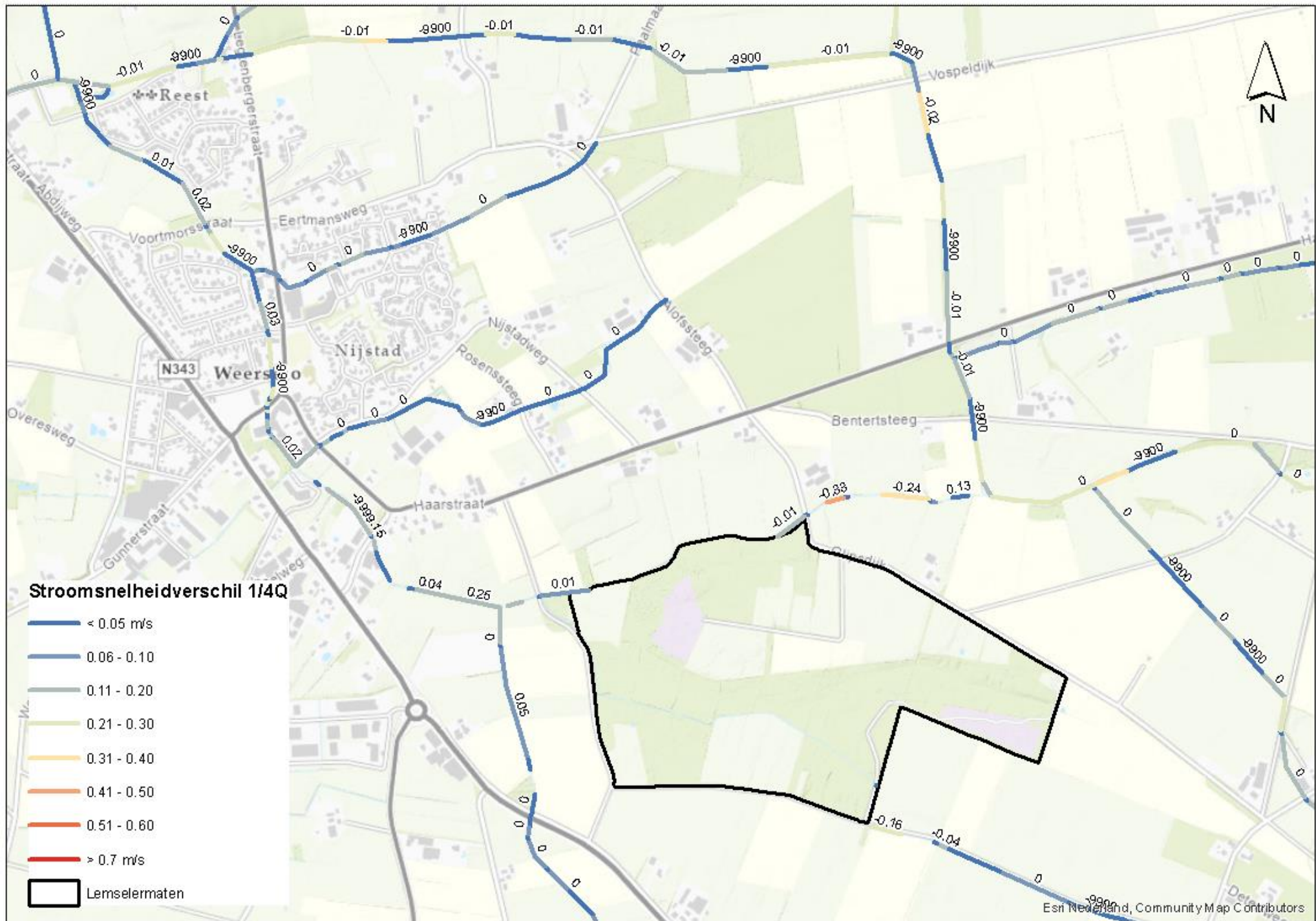
# T1 stroom-

# Toekomstige situatie



# Stroomsnelheidsverschilkaarten

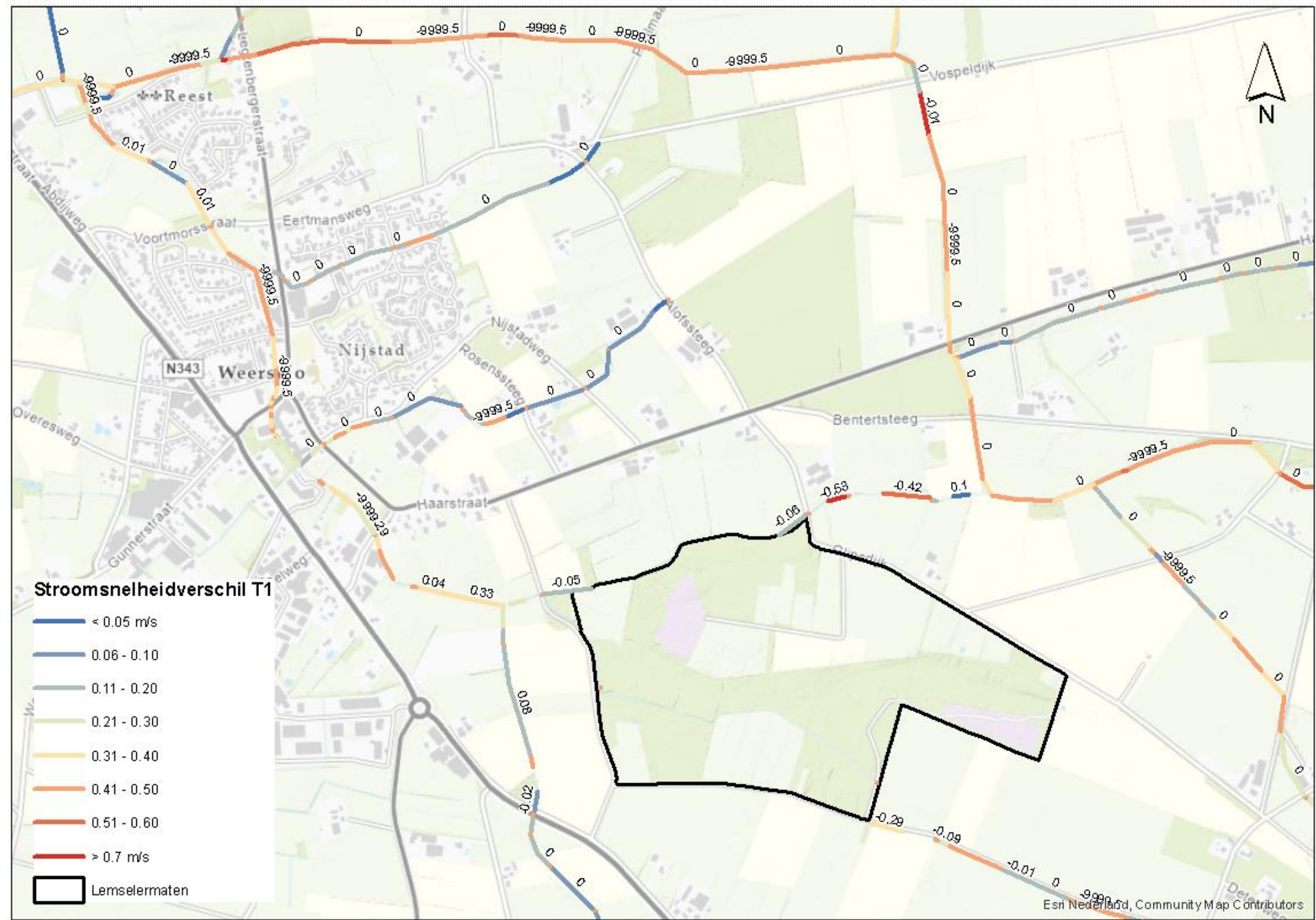
**1/4Q  
Stroomsnelheid  
verschil**



**Stroomsnelheidsverschil 1/4Q**

- <math>< 0.05 \text{ m/s}</math>
- 0.06 - 0.10
- 0.11 - 0.20
- 0.21 - 0.30
- 0.31 - 0.40
- 0.41 - 0.50
- 0.51 - 0.60
- > 0.7 m/s
- Lemselermaten

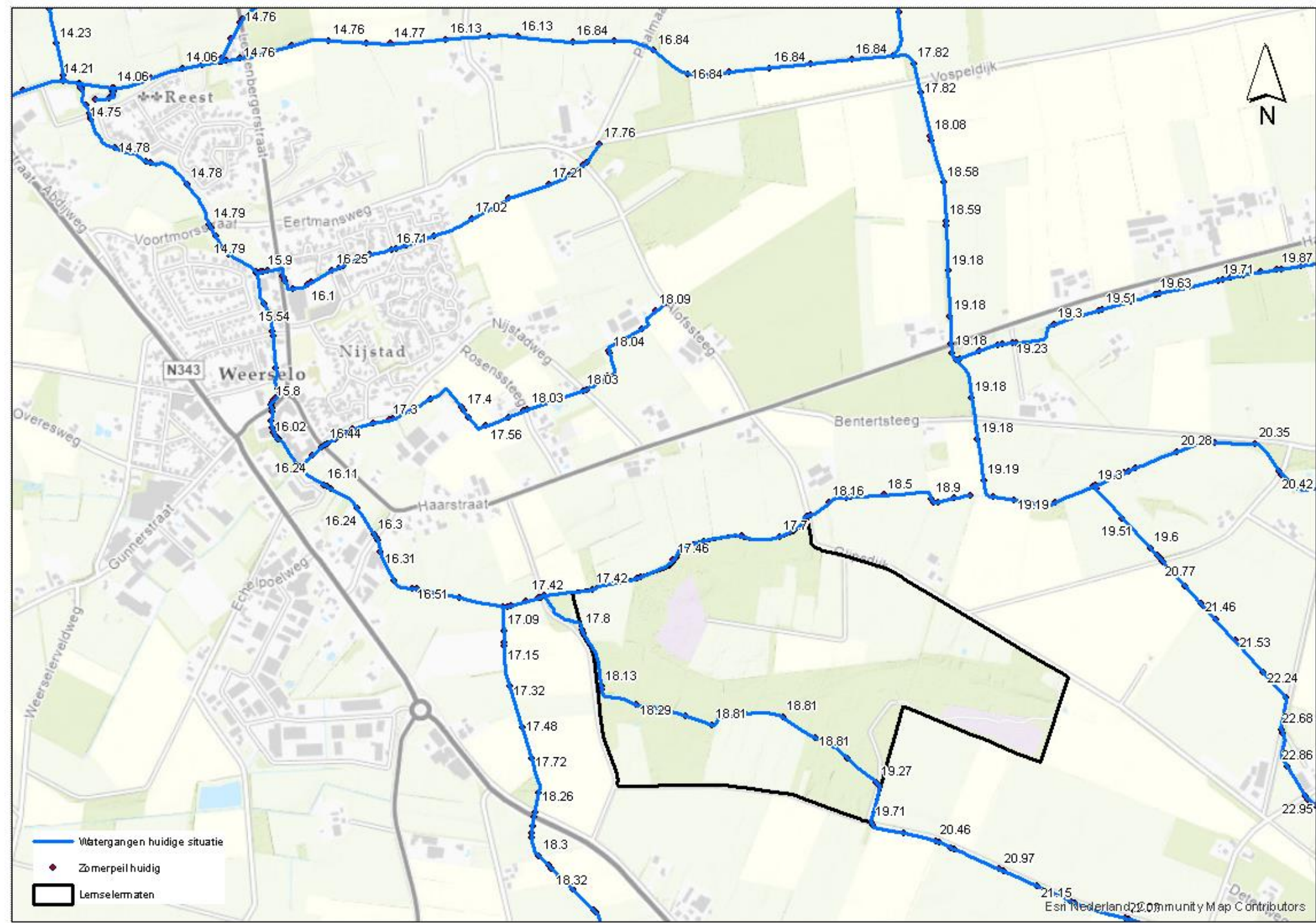
# T1 Stroomsnelheid verschil



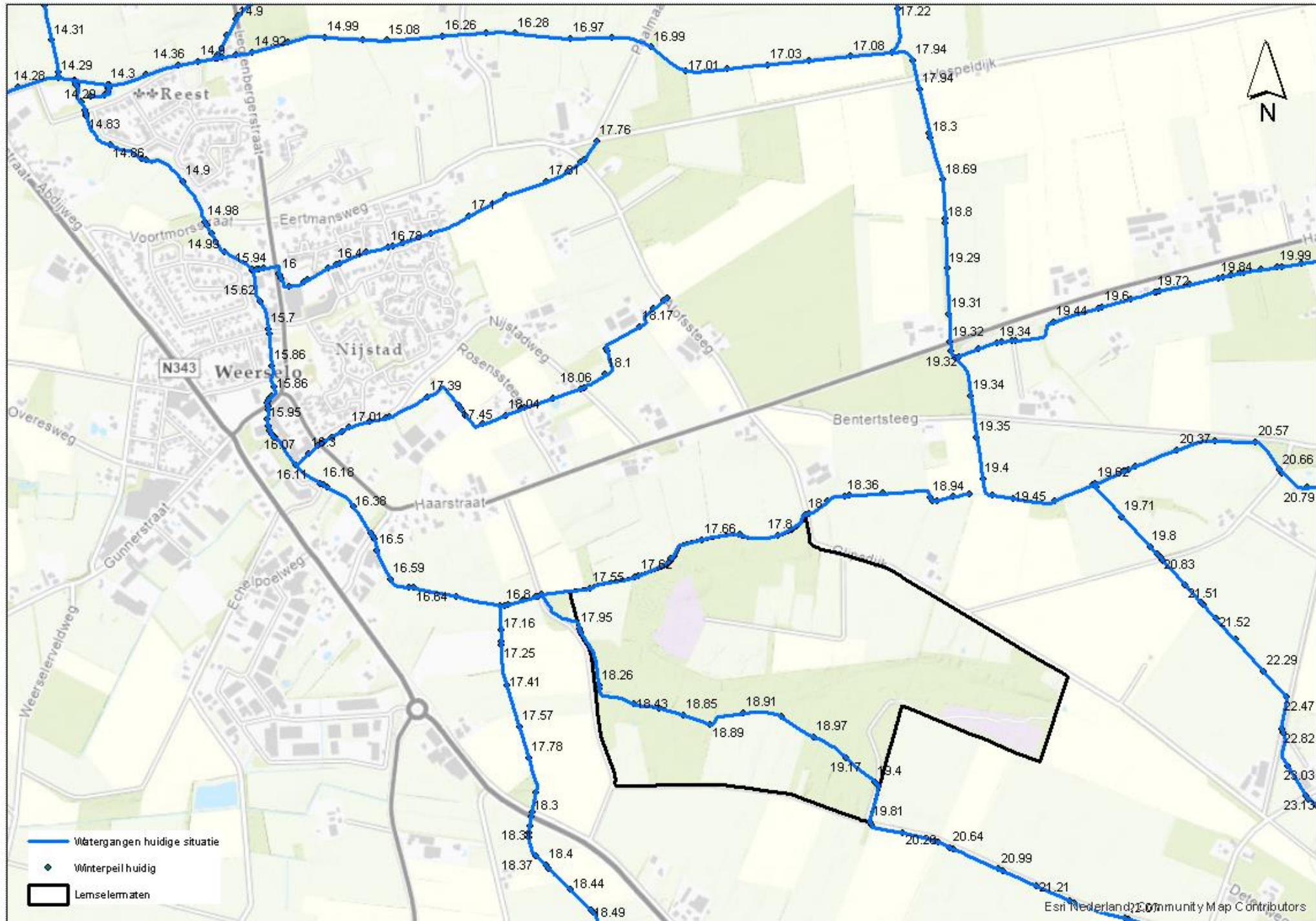


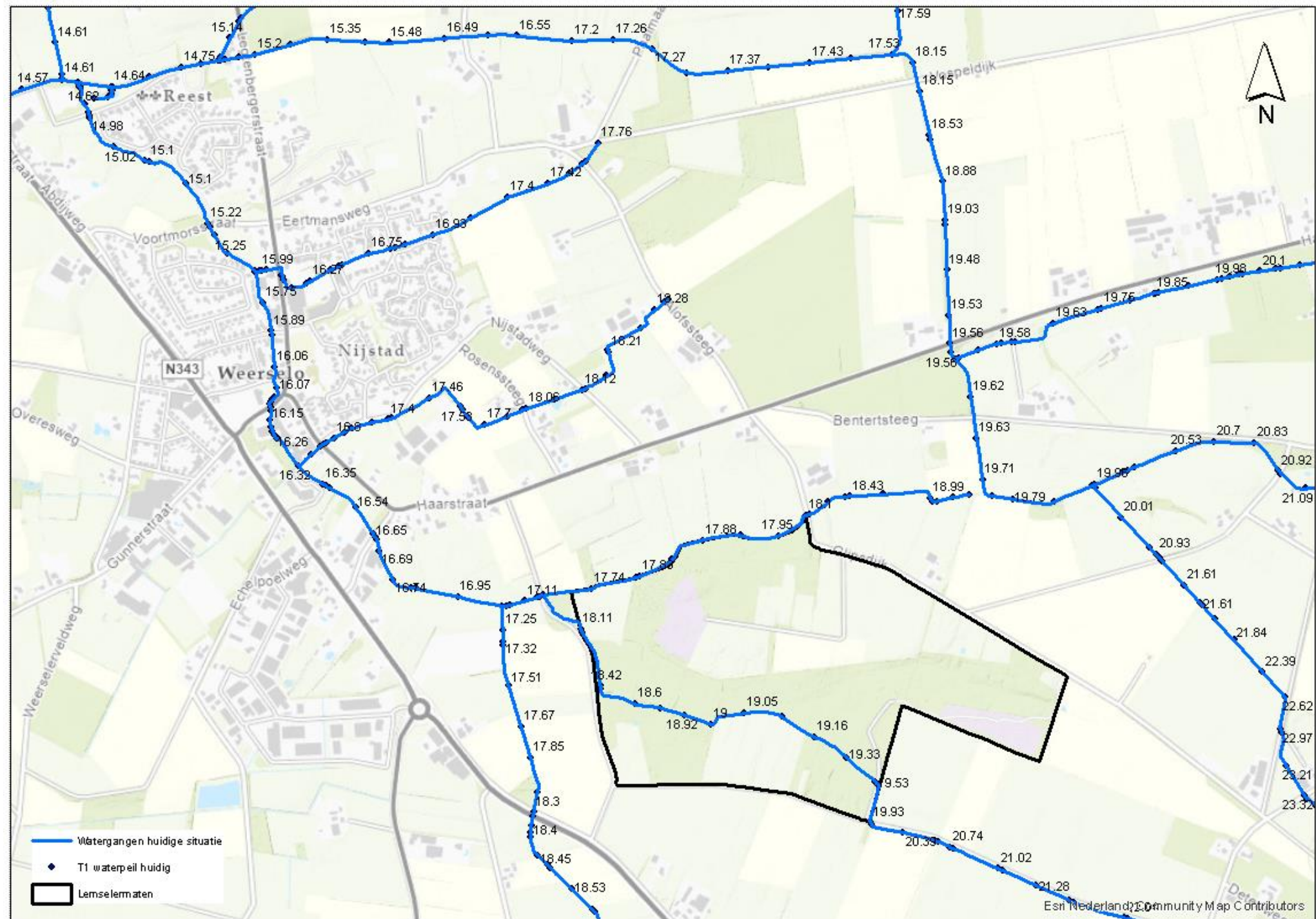
# Waterpeil- en waterpeilverschilkaarten

# Zomerpeil huidig

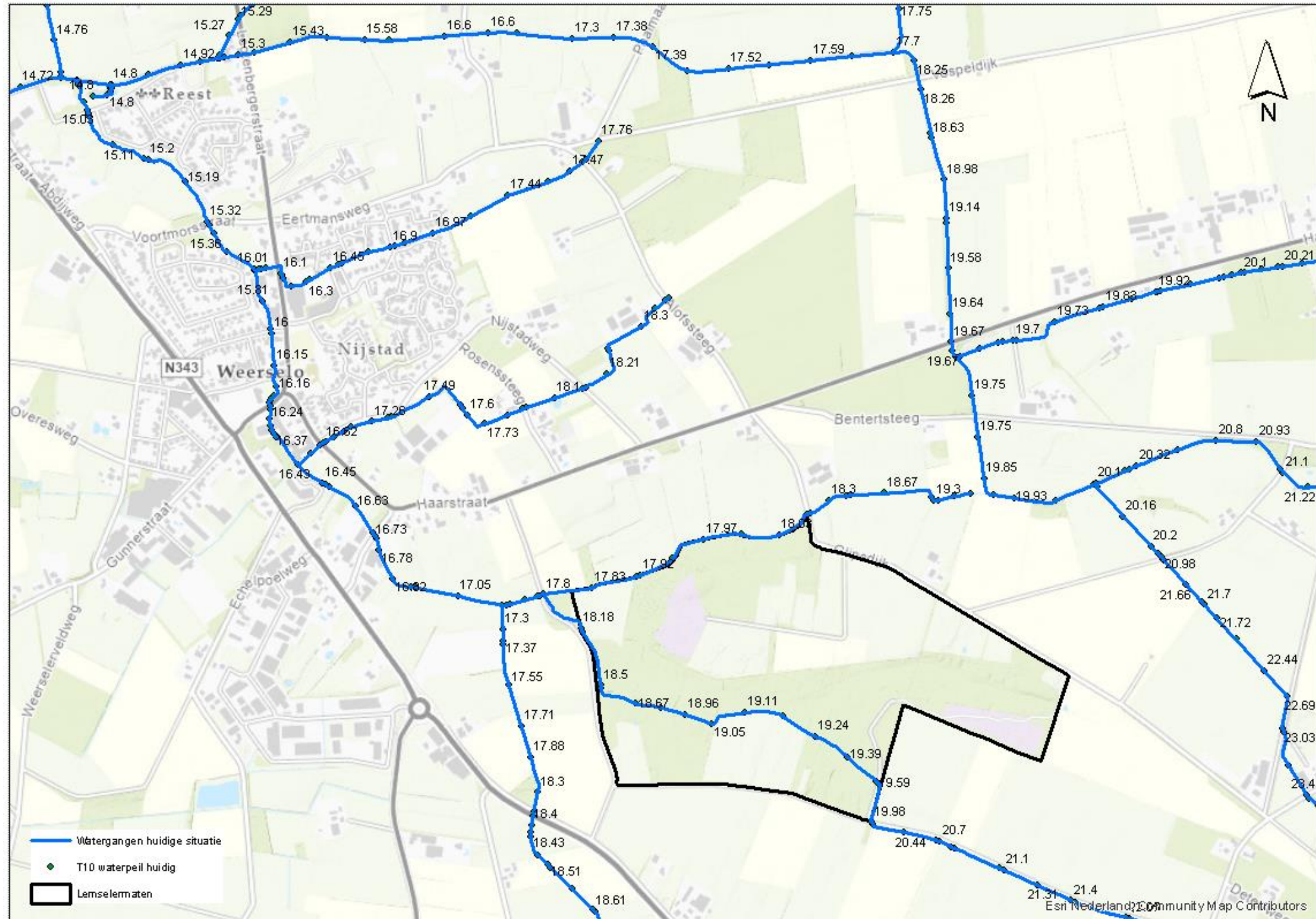


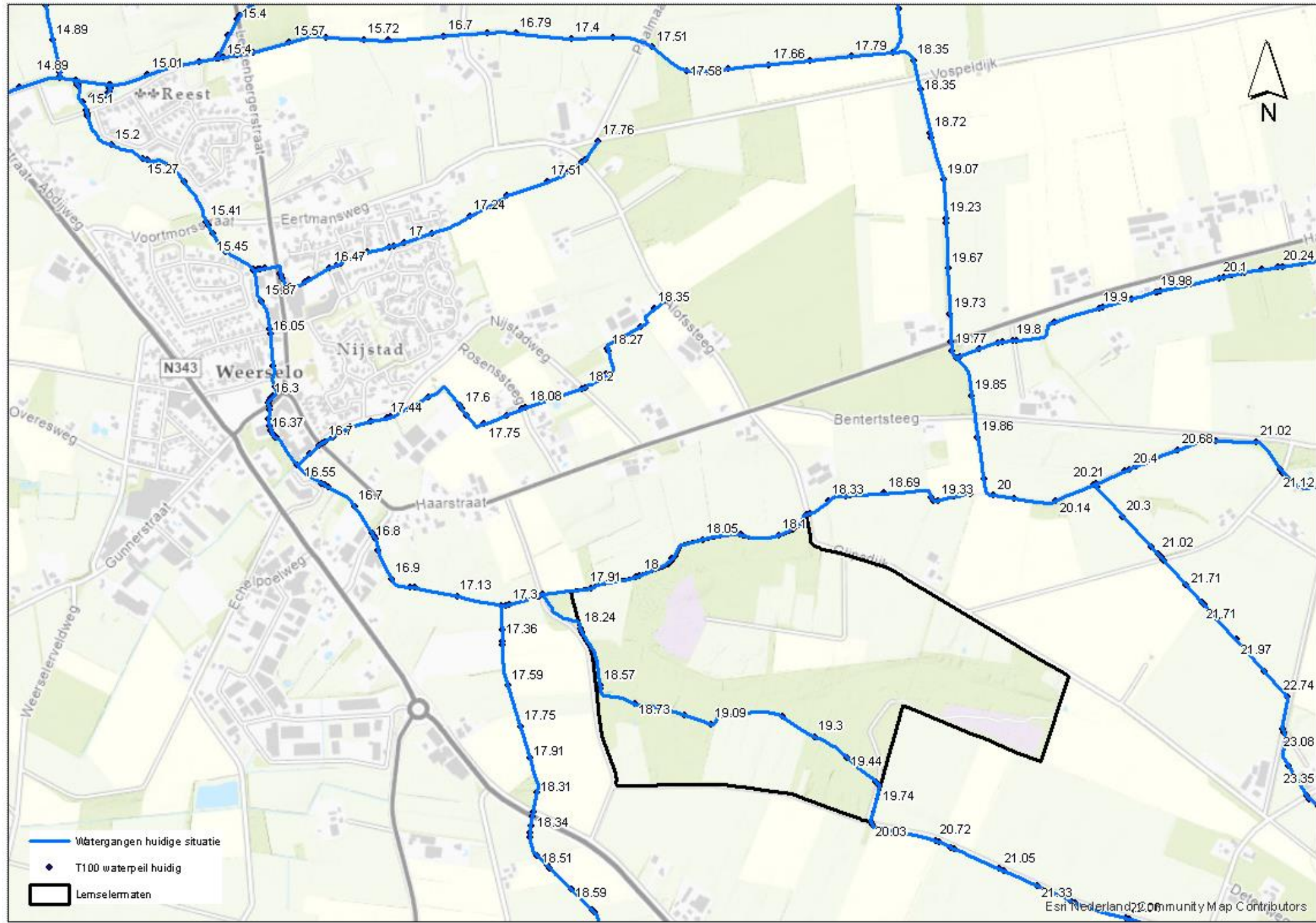
# Winterpeil huidige





# T10 huidig

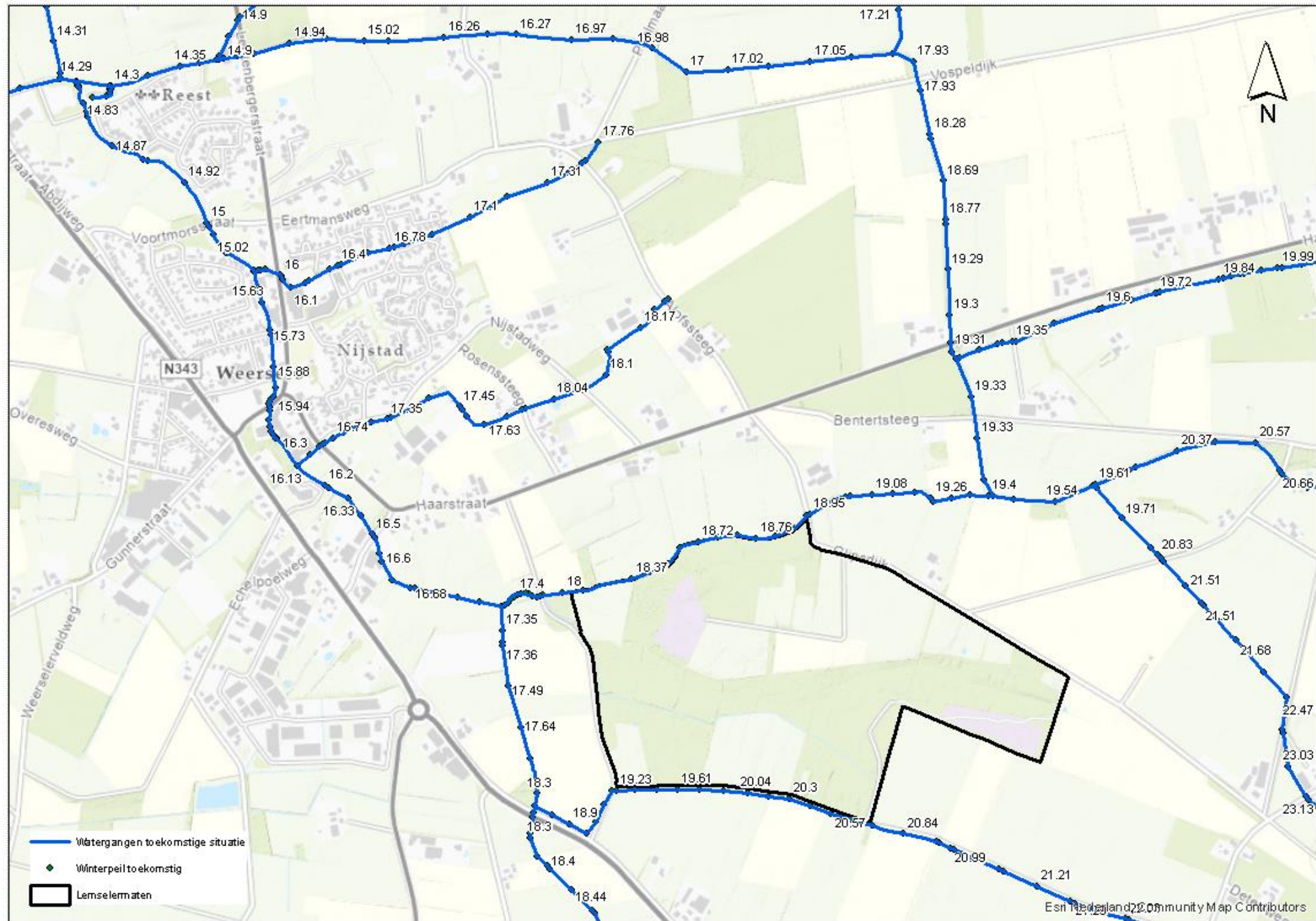




# Zomerpeil Toekomstig



# Winterpeil Toekomstig

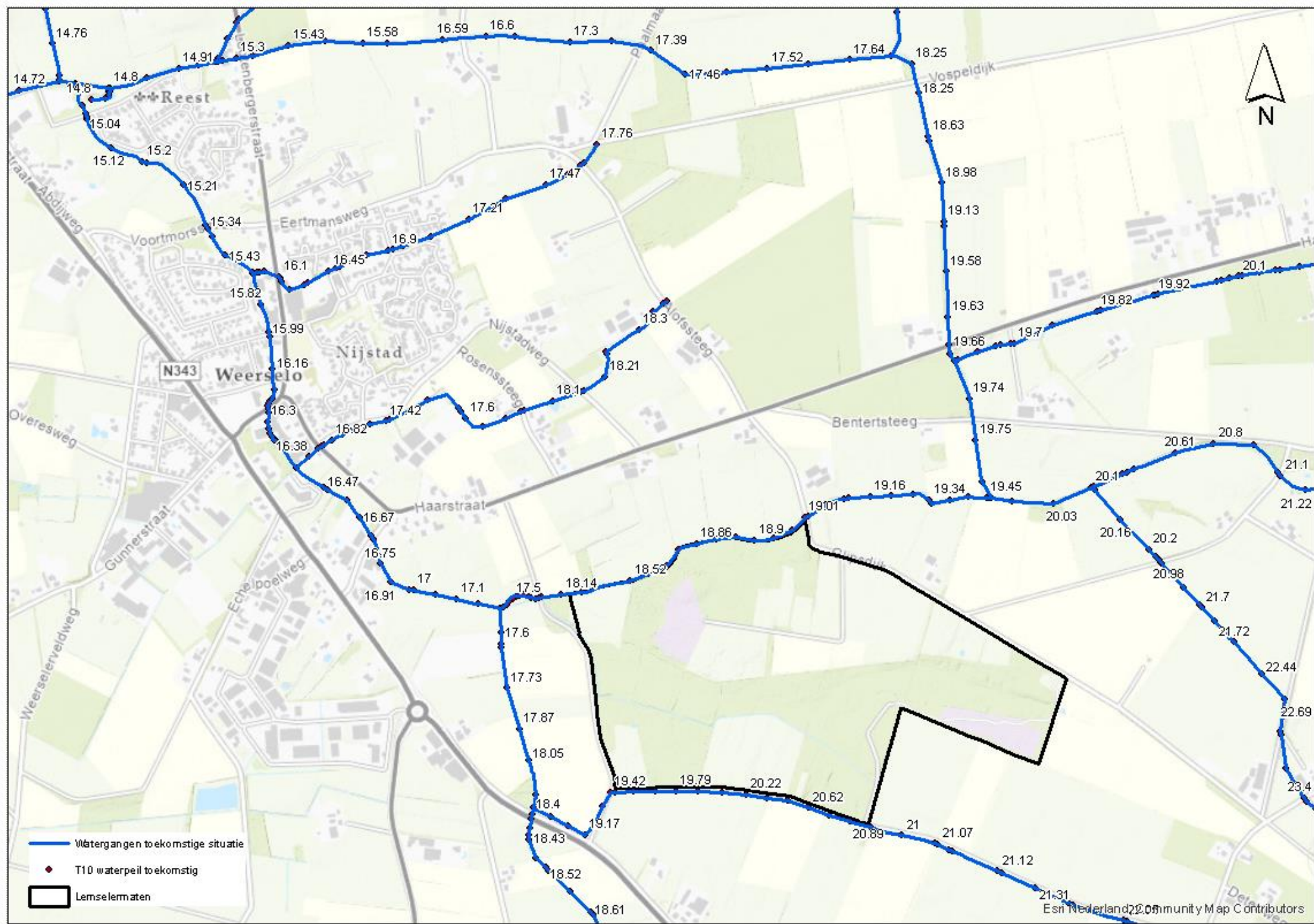




# T1 Toekomstig



# T10 Toekomstig

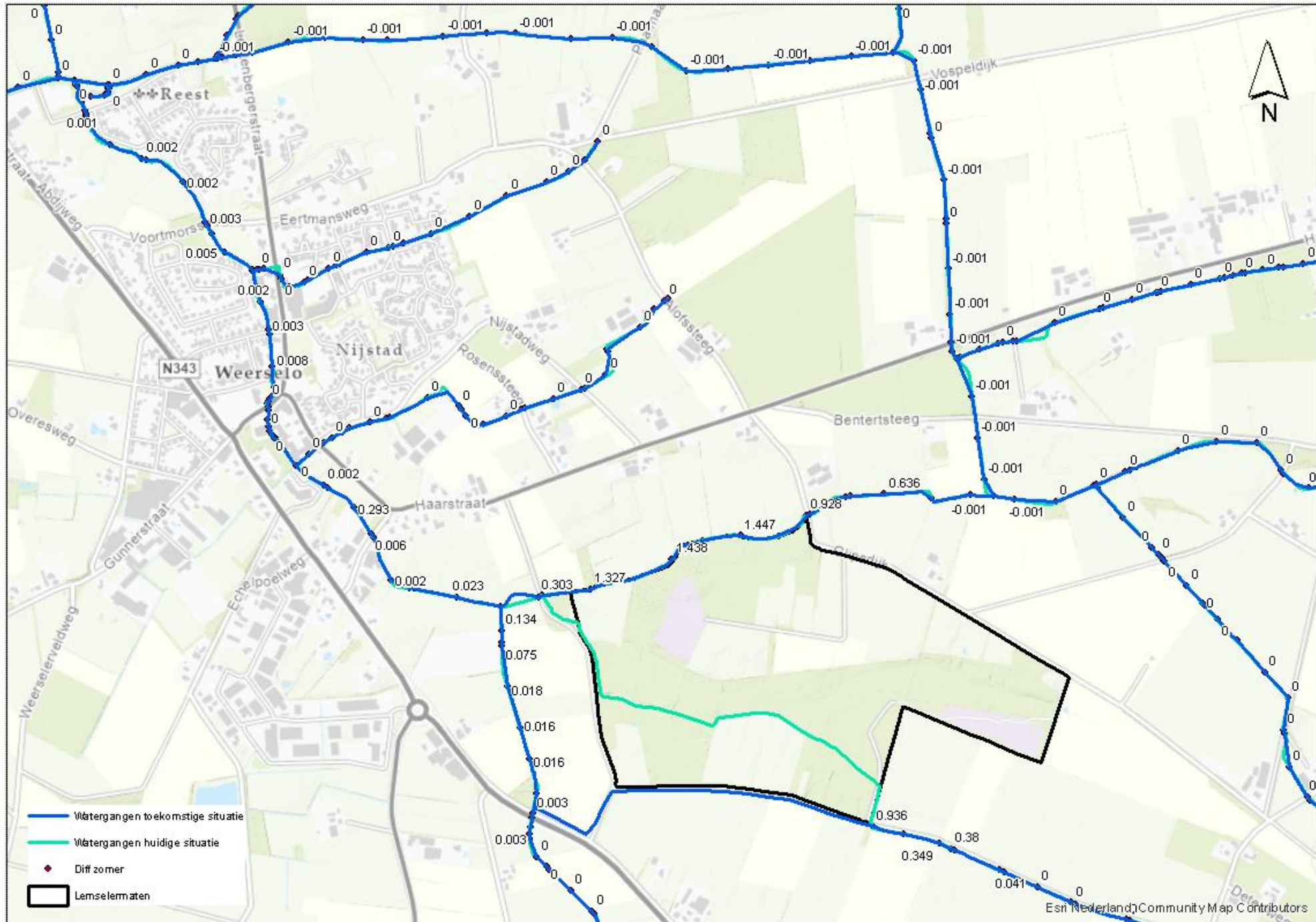


# T100 Toekomstig

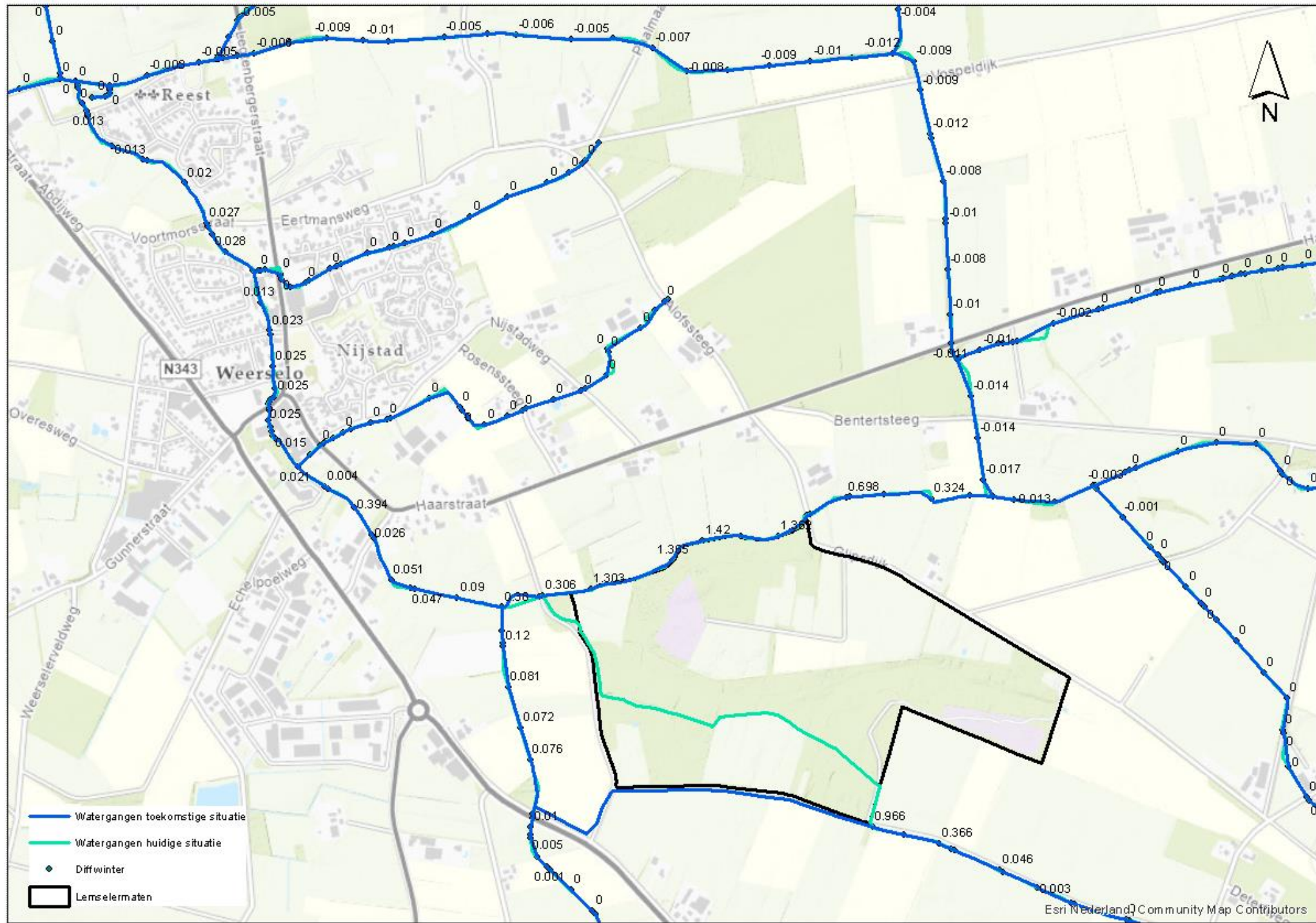


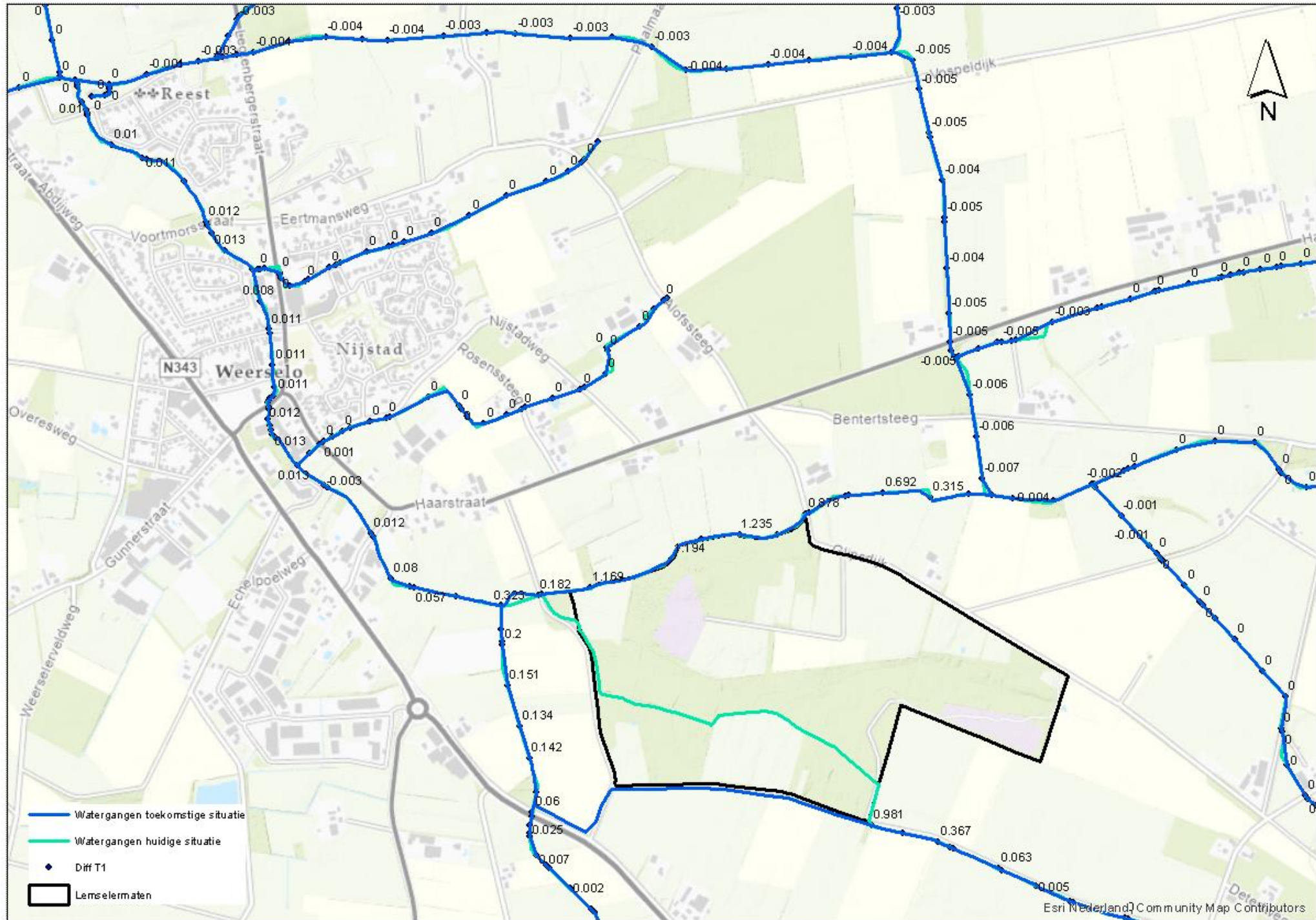
# Waterpeilverschilkaarten

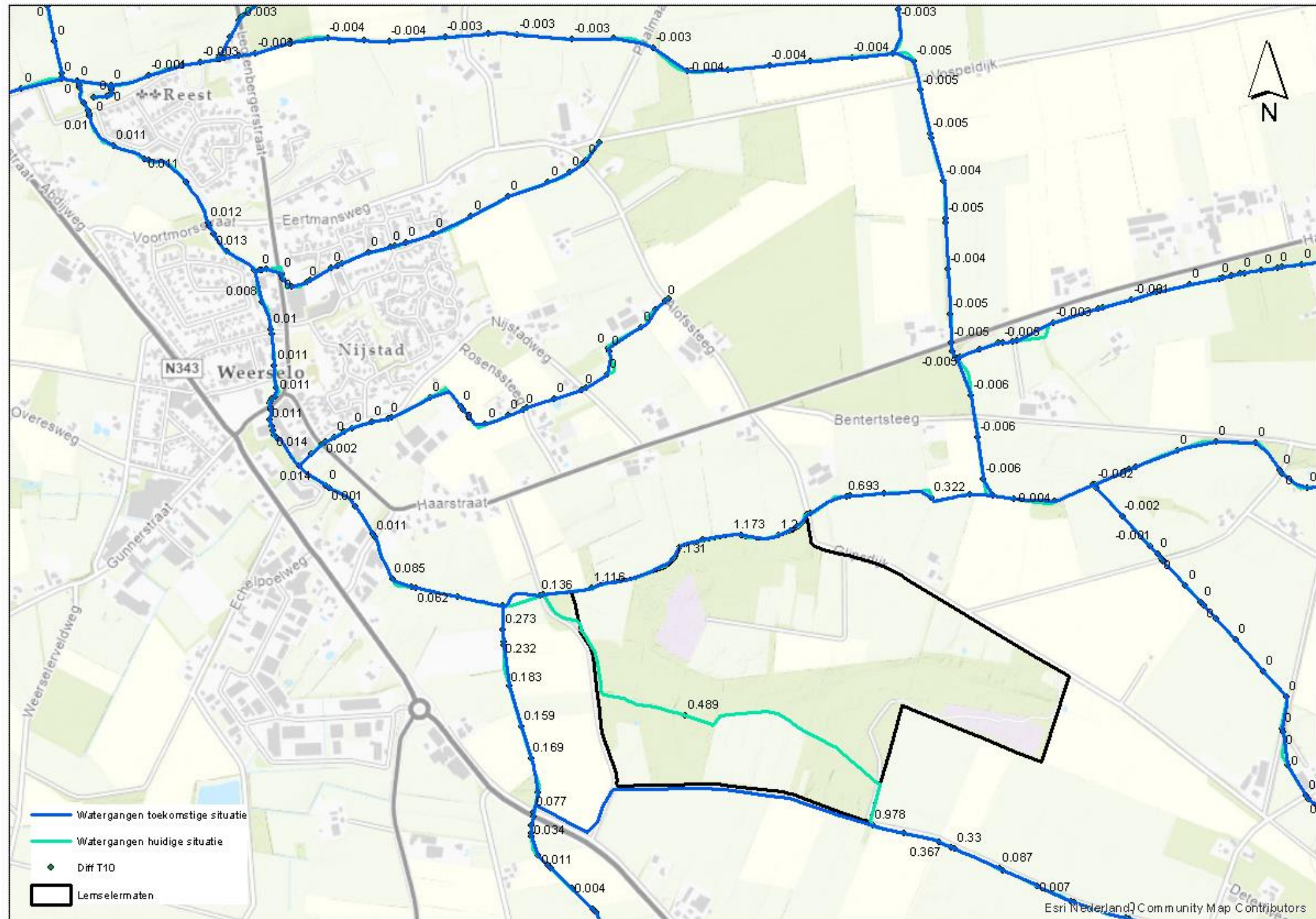
1/100Q verschil  
(zomer)



1/4Q verschil  
(winter)

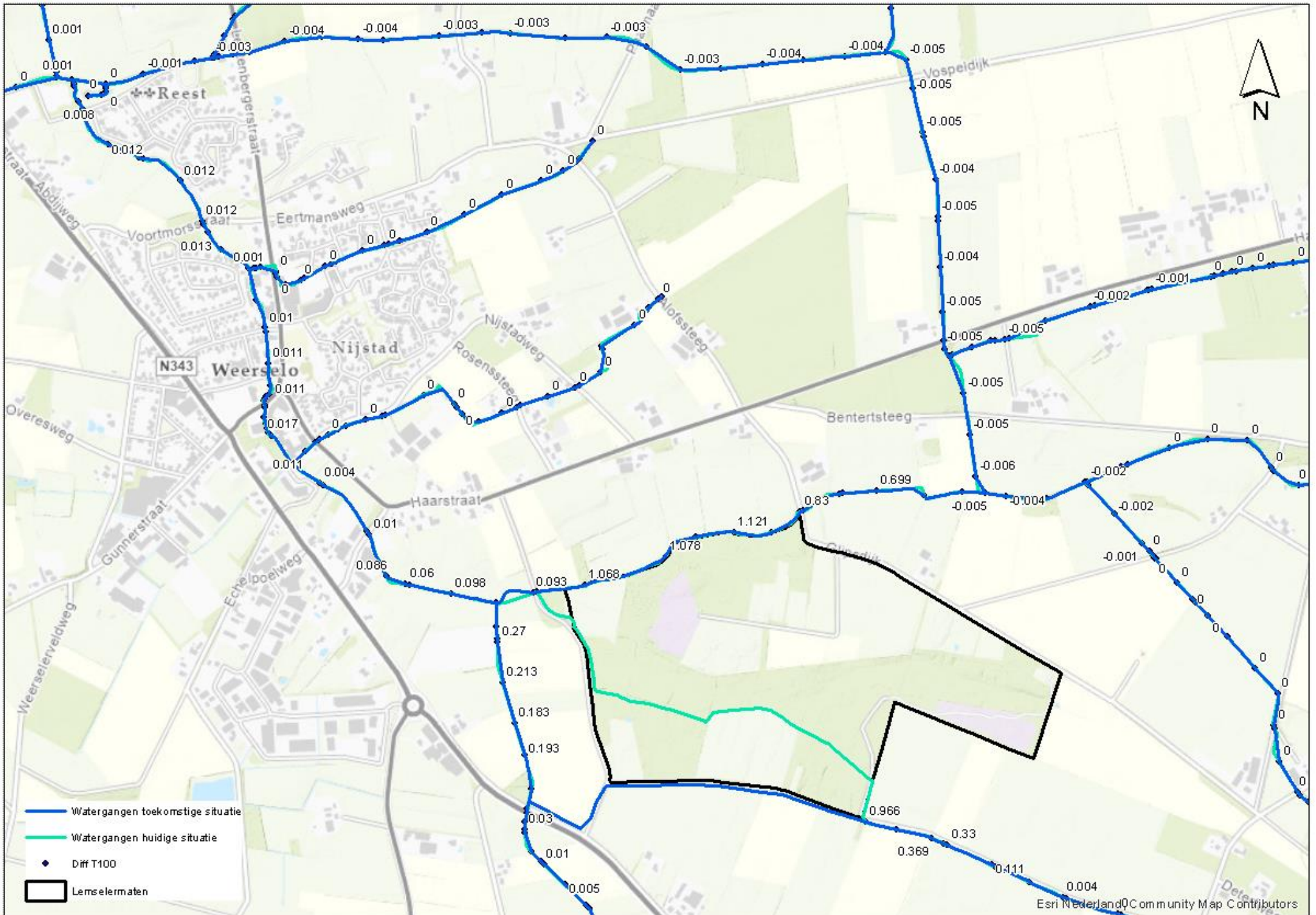




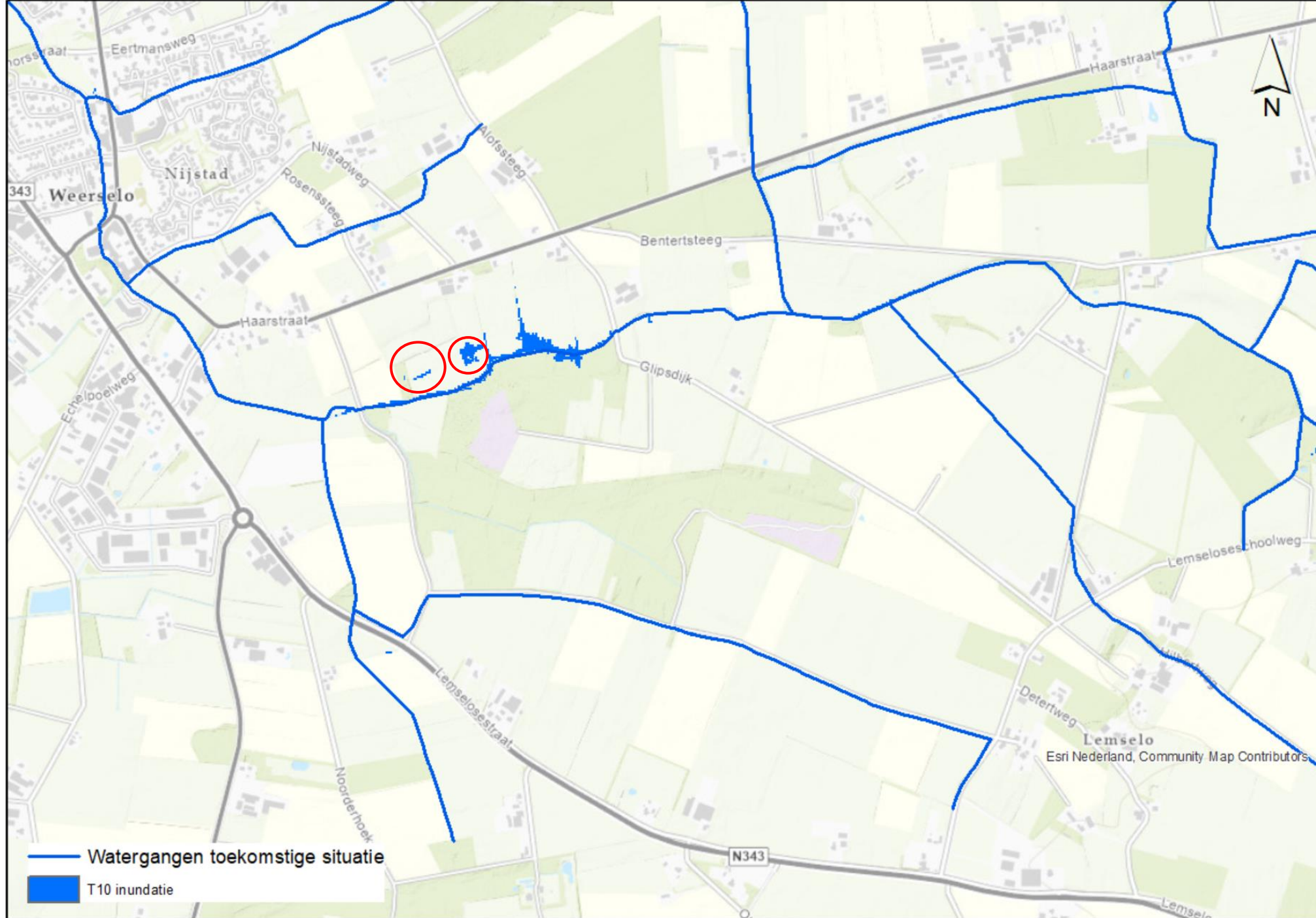




# T100 verschil



# Ongefilterde T10 inundatie



**Arcadis.** Improving quality of life.