

Gemeenteraad van Dronten

Onderwerp: Raadsinformatiebrief, uitkomst klimaatstresstesten gemeente Dronten

Geachte raadsleden,

Het klimaat verandert. In Flevoland werken we in samenwerkingsverband "Klimaat Adaptatie Flevoland" (KAF) samen met het waterschap Zuiderzeeland, GGD Flevoland, Rijkswaterstaat Midden Nederland en de zes gemeenten in Flevoland. In dit samenwerkingsverband hebben we aandacht besteed aan het uitwerken van de stresstesten hitte, droogte en wateroverlast. Vanuit het Deltaplan ligt er een opgave om in 2019 de klimaatstresstesten te hebben uitgevoerd. De uitkomsten van deze onderzoeken zijn in deze brief kort toegelicht. Een nadere specificatie vindt u in de bij deze brief behorende bijlagen, "Stresstest droogte en hitte" van Tauw en "Klimaatstresstest wateroverlast en Hemelwaterstructuurplan" van Antea.

Deltaplan

Het betreft de stresstesten:

- Overstroming (Deltaplan veiligheid);
- Droogte (Deltaplan zoetwater);
- Hitte (Deltaplan ruimtelijke adaptatie);
- Wateroverlast (Deltaplan ruimtelijke adaptatie).

Stresstest overstroming

Het waterschap Zuiderzeeland en Rijkswaterstaat zijn verantwoordelijk voor het uitvoeren van de stresstest overstroming. Doordat we in een polder wonen, beschermd door dijken en primaire waterkeringen wordt deze toets standaard gedaan in het hoogwaterbeschermingsprogramma. De uitkomst is dat de keringen voldoen aan de gestelde normen.

Stresstest droogte

In samenwerking met het KAF(Klimaat Adaptatie Flevoland) is er voor de gemeente Dronten een stresstest voor droogte en hitte uitgevoerd.

Bijlage(n): div.

De zomer van 2018 was droog en warm, echter was er geen beregeningsverbod van kracht en zijn de peilen van tochten en vaarten door het waterschap 10 tot 15 cm verhoogd om beregening van akkers blijvend mogelijk te maken.

Ondanks de droge periode zijn er geen bijzonderheden opgetreden wat betreft vissterfte, verhoging van fosfaat gehalte in watergangen of blauwalg. Zelfs de watertemperatuur was niet substantieel hoger dan in andere jaren.

Het groen verloor wel zijn blad en overlast van de eikenprocessierups was verdrievoudigd (landelijk ook), echter is onduidelijk of dit te wijten is aan de droge zomerperiode. De platanen lieten door de krimp hun bast los en op zandgronden is het gras niet overal mooi terug gekomen.

Naast de Rietweg waar enkele scheuren in het asfalt waren ontstaan, is er geen sprake geweest van verzakking of scheurvorming. Enkele kolken begonnen te stinken, doordat ze droog vielen maar na het vullen was dit euvel verholpen. Wel ervaren we in april 2019 in de Bisontocht te Swifterbant problemen, die het gevolg zijn van de droge periode. Doordat de grondwaterstand is gedaald, heeft de klei/veengrond sulfaat achter gelaten, welke door de natte periode in het voorjaar 2019 is uitgespoeld in de Bisontocht. Deze uitspoeling is met name verantwoordelijk geweest voor het zuurstofarme water in de Bisontocht. Het waterschap heeft de tocht belucht, waarmee het zuurstofgehalte in de tocht weer op peil is gebracht.

Vanwege de ligging onder zeeniveau en de aanwezige kwel maalt het waterschap ook in de droge zomer van 2018 nog water de polder uit, waardoor de droogte in Flevoland minder erg is geweest dan in andere delen van Nederland.

Voor de toekomst kunnen we bij langdurige droogte wel te maken krijgen met bodemdaling. Doordat de klei- veengrond ontwaterd, zal de grond krimpen en daardoor zetten. Met name gebieden ten noordwesten van Swifterbant en de strook tussen Dronten en de randmeren is daar gevoelig voor. Zie ook het rapport "Stresstest droogte en hitte" van Tauw.

Een maatregel tegen droogte is het hemelwater vast houden in de omgeving waar het valt, in plaats van het hemelwater zo snel mogelijk af te voeren. Dit is ook ons huidige beleid, dat is beschreven in het gemeentelijk rioleringsplan. Aangezien de droogte gevoelige gebieden in het landelijk gebied liggen, is er van versnelde afvoer überhaupt geen sprake.

Stresstest Hitte

Door klimaatsverandering zal de temperatuur in de zomer gaan stijgen. Ook neemt de kans op hitte in de zomer toe. Het aantal tropische dagen zal gaan toenemen en het aantal tropische nachten ook. Er zijn hittestresskaarten opgenomen in de bijlagen. Uit de kaarten blijkt dat bedrijventerreinen, de winkelcentra en de nieuwbouwggebieden te maken krijgen met hogere gevoels- en luchttemperaturen. Met name komt dit door veel bebouwing, verhard oppervlak en verharde tuinen. De hittestress neemt in de toekomst waarschijnlijk alleen maar toe.

Er is tevens een "afstand tot koelte" kaart ontwikkeld. De kaart geeft aan wat de afstand tot koelte is. Koelte plekken zijn locaties met water en bomen met een minimale

oppervlakte van 200 m². De kaart geeft in één oogopslag weer, waar er meer behoefte is aan groen/water.

Stresstest wateroverlast

De gemeente Dronten heeft in het gemeentelijke rioleringsplan 2016-2021 (GRP 2016-2021) als maatregel opgenomen een onderzoek te doen naar hoe de kernen Biddinghuizen, Dronten en Swifterbant reageren op een extreme regenbui. De maatregel wordt in de volksmond de stresstest voor wateroverlast genoemd.

De gemeente Dronten wil zich niet laten verrassen door klimaatverandering en heeft daardoor met hulp van Antea een stresstest wateroverlast uitgevoerd. In een computermodel zijn maaiveldhoogten, riolering, bestrating verhardingstypen en infiltratiewaarden verwerkt. Daarna is er een theoretische extreme bui T=100 +10 % (63,4 mm in één uur, dit is een bui die theoretisch gezien 1 x in de honderd jaar voorkomt) met het piekmoment in het midden, losgelaten op de kernen Biddinghuizen, Dronten en Swifterbant.

Vervolgens berekent het computermodel waar er problemen kunnen ontstaan, deze kleuren rood op de kaarten in de bijlagen. Zodra de woningen/panden rood kleuren, kan er water in het pand komen te staan. Mochten de gebouwen rood omrand kleuren, dan is de wateroverlast ten gevolge van de inrichting van eigen tuin.

Uit de testen blijkt dat de kern Dronten alleen een noemenswaardig wateroverlast gebied kent in het Centrum, terwijl Swifterbant en met name Biddinghuizen meer gebieden met berekende wateroverlast kennen. Op de kaarten in de bijlagen is te zien waar deze locaties zich bevinden.

Voor toekomstige ontwikkelingen van de openbare ruimte proberen we te voorkomen dat overlast situaties, water in winkels en woningen met materiële schade en ernstige belemmeringen voor (economisch)verkeer, zich voordoen. In huidige gebieden is er nog geen maatstaf vastgesteld. In het nieuwe gemeentelijk rioleringsplan (GRP) 2021-2026 dient deze bestuurlijke afweging gemaakt te worden. Daarnaast dienen we daar ook een keuze te maken hoe we de burgers gaan betrekken. De gemeente kan het niet alleen, ook particulieren spelen een rol in de aanpak van wateroverlast. Een groot deel van het areaal is immers in handen van particulieren. Het vergroenen van tuinen, daken en gevels dragen bij aan het vasthouden, bergen en vertraagd afvoeren van hemelwater. Op welke manier we deze rol invullen is een toekomstige keuze die bestuurlijk gemaakt dient te worden in het komende GRP.

Manieren om wateroverlast te voorkomen, bereik je niet door het aanbrengen van grotere rioolafvoerleidingen, maar oplossingen die daaraan bijdragen liggen veel meer in aanpassen van de bovengrond. Te denken valt aan het tactisch plaatsen van drempels, het aanleggen van punaise drempels om zo water af te voeren in plaats van te compartimenteren, het herprofilieren/verdiepen van wegen, het aanleggen van wadi's of waterbuffers, het verhogen van vloerpeilen van gebouwen et cetera.

Kort samengevat komt het neer op het creëren van meer berging aan de oppervlakte. De maatregelen die voor de kernen zijn bedacht om de wateroverlast te beperken, zijn ook van deze orde. In de bijgevoegde rapportage "Klimaatstresstest wateroverlast

en Hemelwaterstructuurplan” is te zien wat de stresstest wateroverlast voor de kernen van de gemeente Dronten inhoudt en welke maatregelen kunnen bijdragen aan het beperken van de wateroverlastsituaties.

Vervolgstappen

Een integrale aanpak en participatie met omwonenden is cruciaal om in 2050 robuust en bestendig te zijn tegen hitte en wateroverlast. De gemeente kan het niet alleen oplossen in het openbare gebied.

In nieuw te ontwikkelen gebied:

In nieuw te ontwikkelen gebied wordt de stresstest voor wateroverlast en hitte direct uitgevoerd, zodat er toekomstgericht en klimaatproof wordt ontworpen.

Bestaand gebied.

In bestaand gebied gaan we de maatregelen tegen wateroverlast verder uitwerken en inpassen bij reconstructies van de openbare ruimte, ofwel werk met werk maken. De kosten van de maatregelen worden dan ook geraamd. Daarnaast gaan we bekijken of er maatregelen voor hittestress zijn te nemen en deze, daar waar mogelijk met de wateroverlast maatregelen te bundelen.

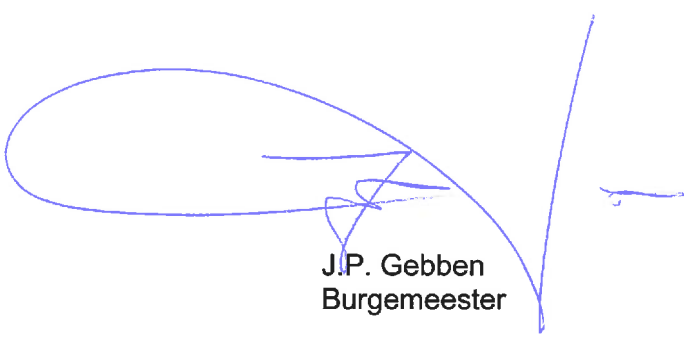
Planning

De maatregelen tegen hitte gaan we nader onderzoeken en de kosten van de maatregelen tegen wateroverlast en hitte gaan we ramen in de eerste helft van 2020. We proberen zoveel mogelijk werk met werk te maken door mee te liften met renovatie- en groot onderhouds-programma's in de openbare ruimte. De tweede helft van 2020 hebben we de kosten inzichtelijk en gaan we u hierover nader informeren.



Hoogachtend,

T. van Lenthe
Secretaris



J.P. Gebben
Burgemeester



Tauw

Stresstest in 1 dag – Gemeente Dronten

29 mei 2019



Verantwoording

Titel	Stresstest in 1 dag – Gemeente Dronten
Opdrachtgever	Waterschap Zuiderzeeland
Projectleider	Monique de Groot
Auteur(s)	Sanne Huisman
Tweede lezer	Monique de Groot
Projectnummer	1269676
Aantal pagina's	28
Datum	29 mei 2019
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 911
E info.deventer@tauw.com

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	6
1.1 Leeswijzer	6
2 Methode droogte	6
3 Quick-scan droogte	7
3.1 Beschrijving van het gebied	8
3.1.1 Watersysteem	8
3.1.2 Grondwaterstanden.....	8
3.1.3 Bodemopbouw	9
3.2 Effecten van droogte in 2018	10
3.2.1 Droogte in het landelijk gebied.....	10
3.2.2 Droogte in het stedelijk gebied.....	12
<i>Openbaar groen</i>	12
3.3 Effecten van droogte in de toekomst.....	14
3.3.1 Droogte in het landelijk gebied.....	15
3.3.2 Droogte in het stedelijk gebied.....	19
3.4 Conclusie en aanbevelingen Droogte	20
4 Hitte	21
4.1 Hittestresskaarten	24
4.2 Afstand-tot-koelte kaart.....	24
4.3 Nachthitte	25
4.4 Conclusie en aanbevelingen Hitte.....	28
 Bijlage 1	Droogte mindmap
Bijlage 2	Grondwaterstanden
Bijlage 3	Bodemopbouw
Bijlage 4	Waterkwaliteit en temperatuur De Zate en Muntmeesterdreef
Bijlage 5	Afstand-tot-koelte kaart 2019
Bijlage 6	Afstand-tot-koelte kaart 2050
Bijlage 7	Gevoelstemperatuurverschil kaart 2019



Bijlage 8	Gevoelstemperatuurverschil kaart 2050
Bijlage 9	Luchttemperatuurverschil 2019
Bijlage 10	Luchttemperatuurverschil 2050
Bijlage 11	Gevoelstemperatuur per jaar 2019
Bijlage 12	Gevoelstemperatuur per jaar 2050



Samenvatting

Voor de gemeente Dronten is een QuickScan droogte en hitte uitgevoerd om de effecten van klimaatverandering in beeld te brengen. Droogte ontstaat als er meer verdampt dan er neerslag bijkomt. Een gemiddelde zomer heeft een neerslagtekort van 100mm (KNMI). Dit leidt zelden tot problemen dankzij voldoende wateraanvoer. In de zomer van 2018 liep het neerslagtekort in Nederland echter op tot wel 300 mm. Hiermee behoort 2018 tot de 5 % droogste zomers uit de Nederlandse geschiedenis. Twee van de vier KNMI klimaatscenario's voorspellen een verandering van de luchtstromingspatronen. Dit zal leiden tot meer en intensere periodes van droogte wat effect kan hebben op bodemdaling, waterkwaliteit, schade aan openbaar groen en landbouw. Op basis van de ervaring van 2018 zijn de effecten van droogte voor verschillende sectoren verkend. Geconcludeerd kan worden dat er over het algemeen geen ernstige risico's voor toekomstige droogtestress te verwachten zijn in de gemeente Dronten omdat er voldoende water in de polder aanwezig is. Op het moment dat er echter geen mogelijkheden zijn op het peil op te stuwen, is er met name in Swifterbant -waar nog een dikke klei/veen laag van 5-6 meter aanwezig is- kans op bodemdaling. Met uitzondering van de Bisontocht zijn er (mede dankzij de ijzerrijkheid van het water) geen waterkwaliteitsproblemen in Dronten ontstaan. Openbaar groen (met name jonge aanplant) moest extra bewaterd worden en liet eerder het blad vallen maar is goed hersteld. Voor landbouw was er meer berekening nodig maar omdat het water in tegenstelling tot andere delen in het land beschikbaar was, was dit gunstig voor de opbrengst.

Klimaatverandering leidt tot meer tropische dagen en nachten wat tot hittestress kan leiden. De gevoelstemperatuur is een combinatie van luchttemperatuur, wind, stralingstemperatuur en luchtvochtigheid en een goede maat voor hittestress. Ernstige hittestress ontstaat wanneer de gevoelstemperatuur hoger dan 41 graden is. De analyse voor Dronten laat zien dat deze grens in 2050 meerdere dagen per jaar op een aantal plekken wordt overschreden. Met name het winkelcentrum in Dronten en het bedrijventerrein zijn gevoelig, omdat hier ook de afstand tot koelte groot is. Opvallend is ook dat oudere wijken veel koeler blijven dan nieuwbouwwijken. Grotere en daarmee vaak groenere tuinen met volwassen schaduwrijke bomen leveren hieraan een belangrijke bijdrage.

Het Urban Heat Island effect is het effect waarbij de stad warmer is dan omliggende buitengebied. Dit effect treedt met name 's nachts op wanneer gebouwen en verharding opgeslagen warmte afgeven aan de lucht. Bij een min. temperatuur > 20 graden slapen mensen minder goed wat onder andere leidt tot gezondheidsklachten en een afname van de arbeidsproductiviteit. Het aantal nachten dat de temperatuur in de kernen boven de 20 graden blijft loopt in 2050 op tot 2-2.5 week. Voor het nemen van wijkspecifieke maatregelen wordt aangeraden een meer gedetailleerde analyse van de nachttemperatuur uit te voeren.

Adaptatie maatregelen kunnen gezocht worden in de ruimtelijke inrichting van het gebied, maar kunnen ook aanpassingen aan gebouwen of aanpassingen in het gedrag van mensen zijn. Veel maatregelen tegen hitte en droogte (zoals het vergroenen van het stedelijk gebied) hebben ook een positief effect op het tegengaan van wateroverlast en bieden bovendien kansen voor het vergroten van de leefbaarheid van de stad.



1 Inleiding

Veel gemeenten werken al aan het klimaatbestendig maken van de leefomgeving. Maar het klimaat verandert sneller dan verwacht. Daarom is een Deltaplan opgesteld, het doel is dat klimaatadaptatie in 2020 een integraal onderdeel is van het beleid zodat in 2050 ons land klimaatbestendig ingericht is. Om dit gericht te kunnen doen is het van belang de gevolgen van klimaatverandering helder in het vizier te hebben. De gemeente voert daarom stresstesten voor wateroverlast, overstroming, hitte en droogte uit. In dit rapport zijn de stresstest resultaten van de QuickScan droogte en hitte van de gemeente Dronten te vinden.

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de onderzoeksmethode van de QuickScan droogte besproken, bestaande uit een literatuurstudie, een knelpuntenanalyse en de inventarisatie van praktijkervaringen met de effecten van droogte aan de hand van een werksessie en locatiebezoek met gebiedsdeskundigen. In hoofdstuk 3 worden de analyseresultaten besproken en de beoordeling van het risico van droogtestress per buurt voor de thema's oppervlaktewater(kwaliteit), vegetatie (stedelijk groen en natuur) en bebouwing. Hoofdstuk 4 gaat in op het thema hitte.

2 Methode droogte

Er zijn al veel (model)studies gedaan naar de gevolgen van droogte. De relevante literatuur voor de gemeente Dronten staat weergegeven in Tabel 2.1.

Er is een aantal lokale gebiedskenmerken die de *kans* op droogte beïnvloeden. Dit zijn bodemtype, maaiveldhoogte, (laagste en hoogste) grondwaterstanden en of er sprake is van grondwaterregulering. Ook het optreden van kwel en/of (natuurlijke) bodemdaling speelt een rol. Daarnaast is er een aantal kenmerken dat maakt of een gebied *kwetsbaarder* is als er droogte zou optreden. Deze risicofactoren zijn bijvoorbeeld het voorkomen van (bepaalde soorten) stedelijk groen, de aanwezigheid van paalfunderingen en het voorkomen van bepaalde typen bos (vanwege bosbranden). Voor elk van deze kenmerken en factoren is een inventarisatie gemaakt in hoeverre deze een rol spelen in de gemeente Dronten.

Tabel 2.1. Gebruikte bronnen

Titel	Soort bron
Klimaat-effectatlas	Website
Digitale legger Waterschap Zuiderzeeland	Website
Atlas Flevoland Provincie Flevoland	Website
Dinoloket Grondwatergegevens	Website
Dinoloket Bodemopbouw	Website



Interview

Na een literatuurstudie en systeemanalyse is een groepsinterview gehouden met medewerkers van de gemeente Dronten en het waterschap Zuiderzeeland om kennis op te halen van problemen die in het veld werden ervaren als gevolg van de droogte in 2018. De resultaten hiervan zijn meegenomen in de inschatting van de huidige situatie en de risicofactoren voor droogte. Tijdens dit interview is de droogte-mindmap uit bijlage 1 gebruikt als gesprekstool.

3 Quick-scan droogte

Droogte ontstaat als er meer water verdampt dan er neerslag bijkomt. Langdurige periodes met weinig neerslag komen in Nederland niet vaak voor en leiden zelden tot ernstige droogte. Dit komt door de vele meren en de gestage aanvoer van water, voornamelijk van de Rijn.

Wel stijgen vanaf april de temperaturen van het zeewater, valt er minder neerslag en onttrekken bloeiende planten meer water uit het systeem waardoor in de zomerperiode de verdamping groter is dan neerslag die er valt en er een neerslagtekort ontstaat (Rijkswaterstaat, 2018). Een gemiddelde zomer heeft een neerslagtekort van 100mm (KNMI). Per dag verdampt er dan gemiddeld 5 mm. Maar in de zomer van 2018 liep het neerslagtekort in Nederland gemiddeld op tot wel 300mm. Dit kwam onder andere door een hogedrukgebied over Zuid-Scandinavië, weinig bewolking en een hoge zonintensiteit die zorgde voor een toename van de potentiële verdampingsgraad. Al deze factoren zorgde voor een toename in de verdamping en een neerslagtekort. Hiermee behoort 2018 tot de 5% droogste zomers uit de Nederlandse geschiedenis. Volgens de KNMI scenario's bestaat er een kans dat het luchtstromingspatroon in de toekomst verandert. Dit zal leiden tot meer en intensere periodes van droogte. Langdurige droogte heeft effect op verschillende aspecten. Droogte in het landelijk gebied zal vooral schadelijk zijn voor natuur en agrarische gronden. Droogte in het stedelijk gebied zal vooral schadelijk zijn voor stedelijk groen en het vergroot de kans op zetting, paalrot van houten fundering en verslechtering van de waterkwaliteit of droogval van oppervlaktewater. In dit hoofdstuk beschrijven wij welke gevolgen droogtestress kan hebben en schetsen wij de droogtestress situatie in de gemeente Dronten.

3.1 Beschrijving van het gebied

3.1.1 Watersysteem

Vanaf Ketelhaven lopen de Lage vaart en de Hoge vaart. De Lage vaart loopt door Dronten richting Lelystad. De Swiftervaart splitst zich af van de lage vaart en loopt richting Swifterbant. De Hoge vaart loopt door Biddinghuizen.



Figuur 3.1.1. Waterlichamen in de gemeente Dronten (bron: Legger provincie Flevoland)

3.1.2 Grondwaterstanden

Waterschap Zuiderzeeland hanteert een peilbesluit voor haar beheergebied, waardoor de verwachte grondwaterstanden niet aanzienlijk zullen fluctueren tussen de gemiddeld laagste en gemiddeld hoogste grondwaterstanden (GLG en GHG). Voor het in kaart brengen van de grondwaterstanden in de gemeente Dronten is gebruik gemaakt van de peilbuisgegevens van Dinoloket. Om de GLG en GHG te berekenen is alleen gekeken naar peilbuizen met minstens 20 metingen per jaar in de periode tussen 2010 en 2018. De GLG en GHG worden afgeleid uit het gemiddelde van de drie laagste en drie hoogste metingen van de jaren met minstens 20 metingen. In bijlage 2 is de tabel met GLG en GHG gegevens van de gemeente Dronten te vinden. In figuur 3.1.2 zijn de locaties van de geanalyseerde peilbuizen weergegeven.



Figuur 3.1.2. Geanalyseerde peilbuizen in de gemeente Dronten

De grondwaterstandgegevens van het Dinoloket laten zien dat aan de noordkant van de gemeente de gemiddelde grondwaterstand varieert tussen -6 mNAP in het westen (ten noorden van Swifterbant) tot -2,4 mNAP in het oosten (Ketelhaven). De GLG varieert tussen -6,4 mNAP in het westen en -4,3 mNAP in het oosten.

Aan de zuidkant van de gemeente varieert de gemiddelde grondwaterstand tussen -2,5 mNAP en -4,3 mNAP. De GLG varieert hier tussen -2,9 mNAP en -4,6 mNAP.

Uit deze gegevens kan geconcludeerd worden dat er in de gemeente Dronten weinig uitzakking van het grondwaterpeil plaatsvindt; het verschil tussen de gemiddelde grondwaterstand en de GLG is klein.

3.1.3 Bodemopbouw

Om de bodemopbouw van de gemeente Dronten in kaart te brengen is gebruik gemaakt van het REGIS II model uit Dinoloket. In bijlage 3 zijn drie lijntrajecten te zien waarna de verticale doorsneden van deze lijntrajecten worden weergegeven.

In de bodemopbouw is te zien dat de holocene deklaag richting het zuiden steeds dunner wordt. In het noorden van de gemeente is hij nog maximaal 6 meter dik, in het zuiden van de gemeente is hij niet dikker dan 1,5 meter. Onder de holocene deklaag is in de volledige gemeente een dikke zandige laag te vinden.

De eerste meters bodem bestaan in het noorden voornamelijk uit klei (tot gemiddeld 2,5 m-mv in het noordwesten en 1 m-mv in het noordoosten) en veen (van 2,5 m-mv tot 5 m-mv in het noordwesten en 1 m-mv tot 1,5 m-mv in het noordoosten). Richting het zuidoosten wordt de kleilaag steeds dunner en verdwijnt de veenlaag op sommige plekken hier wordt na ongeveer een halve meter al zand gevonden.

3.2 Effecten van droogte in 2018

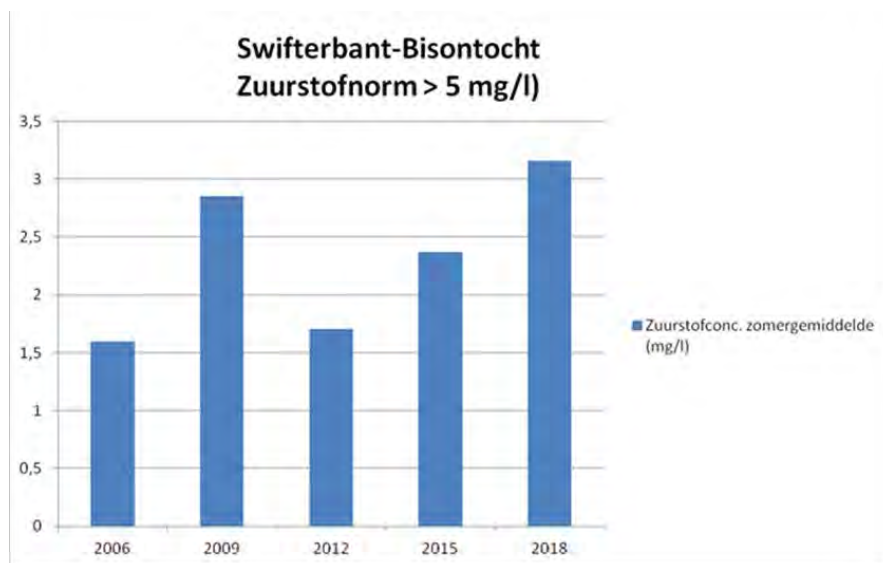
Tijdens het groepsinterview op dinsdag 12 maart is er gebiedsinformatie opgehaald bij de gemeente Dronten over de droogteproblematiek in 2018 om nog beter de gevolgen van de toenemende droogte in beeld te kunnen brengen. Bij dit interview waren de volgende mensen aanwezig: Michel van der Ploeg (beleidsmedewerker water en riolering), Henri Vos (toezichthouder wegbeheer binnen de bebouwde kom), Jacco Brink (toezichthouder bosbeheer), Dick van de Graaf (toezichthouder groen), Ingrid Rozie (waterschap Zuiderzeeland), Willemijn Rossen (waterschap Zuiderzeeland), Monique de Groot (Tauw) en Sanne Huisman (Tauw).

3.2.1 Droogte in het landelijk gebied

Functioneren watersysteem

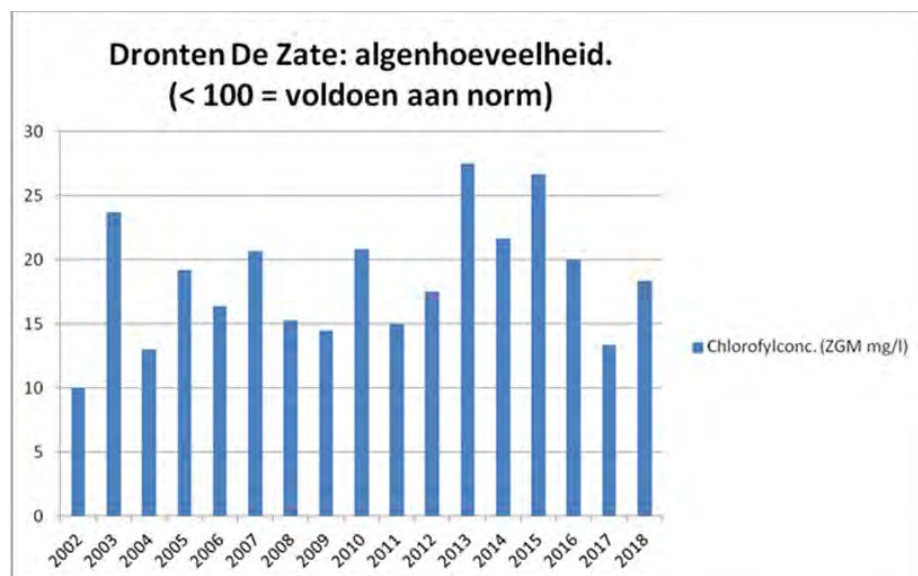
Tijdens de zomer van 2018 was er in het beheergebied van waterschap Zuiderzeeland geen beregeningsverbod van kracht. De peilen van de vaarten zijn 10 tot 15 centimeter verhoogd ten behoeve van onder andere beregening. Bij gestuwde panden zijn de peilen tijdelijk naar beneden gezakt ten gevolge van beregening, deze zijn aangevuld vanuit de vaarten en daarmee zijn de peilen weten te handhaven.

De Bisontocht in Swifterbant is gevoelig voor effecten van droogte omdat het water van nature weinig zuurstof en weinig doorspoelmogelijkheden heeft. Toename van de watertemperatuur en afname van de waterdiepte leidt tot een verdere afname van het zuurstofgehalte. Figuur 3.2.1 toont het zuurstofgehalte voor de Bisontocht, waarbij in 2018 de norm van 5mg/l niet werd gehaald. Tijdens de paaitijd (februari 2019) is in de Bisontocht vissterfte opgetreden als gevolg van een te laag zuurstof gehalte. Het waterschap heeft doorgangen gemaakt om vismigratie mogelijk te maken en zuurstofpompen geplaatst voor de toevoer van zuurstof. Het is belangrijk hier alert te blijven en voldoende onderhoudsbaggerwerkzaamheden uit te voeren voor voldoende diepgang. In andere watergangen zijn geen bijzonderheden wat betreft vissterfte waargenomen.



Figuur 3.2.1. Zuurstofgehalte Bisontocht Swifterbant

Fosfaat en chlorofyl concentraties zijn een belangrijke maat voor de waterkwaliteit en blauwalg in het bijzonder. Voor Dronten zijn voor meetpunt De Zate en Muntmeesterdreef geen afwijkende fosfaat en chlorofyl concentraties gemeten (zie bijlage 4). De Drontse wateren zijn rijk aan ijzer wat eutrofiëringseffecten tempert. Enerzijds omdat het licht als het ware tegenhoudt waardoor algen minder snel groeien en anderzijds omdat het fosfaat bindt, waardoor er minder meststof voor algen beschikbaar is (zie figuur 3.2.2). Opvallend is bovendien dat de watertemperatuur niet substantieel hoger was dan in andere jaren (zie bijlage 4).



Figuur 3.2.2. Chlorofylconcentratie De Zate, Dronten

Landbouw

Tijdens de droge zomer van 2018 is er door de gemeente Dronten een bezoek gebracht aan een akkerbouwer, een melkveebedrijf en een fruiteler. Zij hebben weinig last ervaren van de droogte omdat er voldoende water voorhanden was. Er waren echter wel grote verschillen in waterkwaliteit (EC gehalte) binnen de polder. Ook hebben zij extra kosten gemaakt voor beregening. Zelfs gewassen die normaal nooit beregend hoeven te worden, moesten nu wel beregend worden. De fruiteler meldt daarnaast dat zijn vruchten van mindere kwaliteit waren door de felle zonnekraft. Met vernevelen heeft hij de temperatuur laag proberen te houden.

3.2.2 Droogte in het stedelijk gebied

Openbaar groen

Het groen verloor zichtbaar zijn blad maar heeft zich goed hersteld. Voor zover bekend, zijn er geen bomen doodgegaan door droogte. Wel is er abnormaal veel bijgewaterd. In het begin alleen nieuwe aanplant maar later ook oudere bomen. Hiervoor was voldoende water vanuit de vaart beschikbaar. Wel zijn er in december 2018 verschillende beuken zonder aanwijsbare oorzaak omgevallen. Bij nadere inspectie van de wortels bleek dat onder de vochtige toplaag van 30-40 cm de grond nog heel droog en los was. Ook is er scheurvorming in de bodem waargenomen, zoals in afbeelding 3.2.3 is te zien. Vermoed wordt dat dit heeft geresulteerd in druk op de wortels en door de droge ondergrond de bomen onvoldoende houvast hebben gehad. Er zijn geen peilbuizen in de buurt waaruit veranderingen in de lokale grondwaterstand kunnen worden afgeleid.



Figuur 3.2.3. Scheurvorming waargenomen in beukenbos (Kerst 2018)



In de gemeente staan in totaal acht waardevolle particuliere bomen. Hiervan staan er vijf in Dronten, één in Swifterbant en twee in Biddinghuizen. Voor zover bekend heeft de droogte van 2018 geen invloed gehad op deze bomen.

Tijdens de droge periode was er minder onkruiddruk en dus minder bestrijding nodig maar na de eerste regenbui leek dit versneld terug te komen.

Opvallend was dat veel eiken hun eikels lieten vallen en er veel meer (3-voudig) meldingen waren van de eikenprocessierups dit jaar. Bij platanen was duidelijk zichtbaar dat de barst los liet. Normaal gesproken gebeurt dit wanneer de stam groeit maar nu leek het door krimp van de stam als gevolg van droogte te zijn.

Met name op de zandgronden is het gras niet mooi terug gekomen er is er sprake van verruwing van het gras (de sterke grovere soort komt wel terug). Op extra plekken is daarom doorgezaaid met het juiste mengsel.

Sportvelden

Sportvelden zijn tijdens de droge periode extra berekend met grondwater. Hiervoor gold geen restrictie. Kunstvelden hebben geen last van droogte maar wel van hitte. Dit heeft echter niet tot problemen geleid omdat ze tijdens de zomer niet bespeeld werden.

Infrastructuur

Dronten heeft nagenoeg geen last van bodemdaling. Wel is er op de Rietweg van Dronten naar Lelystad op 10 plekken sprake van scheurvorming / verzakking geweest, variërend van 10-15 cm. Uitdroging van de kleilaag heeft vermoedelijk plaatselijk geleid tot compactie (inklinking) wat scheurvorming/verzakking heeft veroorzaakt. De uitdroging is mogelijk versterkt door extra vochtonttrekking van de wortels van de dubbele bomenrij langs de weg. Er zijn geen peilbuizen in de buurt waaruit veranderingen in de lokale grondwaterstanden rondom Rietweg kunnen worden afgeleid.

Er is geen sprake geweest van verzakking van stoeptegels of klinkers door het verdampen van vocht uit het voegzand of zandbed. De rotondes op het industrieterrein (met name die met veel vrachtverkeer) zijn gestrooid met zout om zweten van asfalt tegen te gaan.

Er zijn enkele meldingen van stank binnengekomen door het droogvallen van gemengde rioolstelsels. Het advies was dan een emmer water in de desbetreffende kolk te gooien. Dit heeft dus niet tot problemen geleid. Dronten heeft nog voor 30-35 % een gemengd stelsel. Er zijn geen problemen bekend bij de rioolwaterzuivering door minder aanvoer van hemelwater.

De Ketelbrug is preventief natgehouden om problemen door uitzetting (als gevolg van hitte) te voorkomen. Fietsbrug 'de Knip' was in het verleden al eens ingekort om problemen te voorkomen. En ook bij fietspaden met betonplaten zijn reeds eerder preventief dwarsvoegen aangebracht.

Recreatie

De hete en droge zomer trok extra veel recreanten. Hierdoor waren er veel meldingen van zwerfvuil in de recreatiegebieden. Er zijn geen meldingen van blauwalg in zwembaden bekend. De randmeren worden voldoende doorgespoeld. Op de festivalterreinen zijn door de exploitanten zelf extra watertappunten geplaatst.

Bedrijvigheid en industrie

Voor zover bekend hebben bedrijven in Dronten geen last gehad van droogte. Van Staay gebruikt veel proceswater maar gebruikt hiervoor in verband met voedselveiligheid kraanwater. De gemeente zelf had voor de aanleg van een kunstgrasveld wel vertraging van de aanvoer van bouwmaterialen door lage waterstand van de Rijn. Ook andere projecten hadden te maken met een toeslag voor levering van materialen.

3.3 Effecten van droogte in de toekomst

Het is lastig te voorspellen of er in de toekomst in Nederland meer en langere periodes van droogte op zullen treden. De reden dat dit lastig te voorspellen is, is dat het optreden van droogte afhangt van veel factoren. Verdamping is bijvoorbeeld lastig te modelleren, omdat dit afhangt van hoeveel zonlicht er door de wolken wordt tegen gehouden. Of hoe nat de grond is. Ook het luchtvochtigheidsgehalte en de hoeveelheid wind beïnvloedt hoeveel er verdampt wordt (bron: www.knmi.nl). De afgelopen 112 jaar is er geen trend in Nederland gesignaleerd van afnemende neerslag in de zomer. Er is echter zeker wel een kans dat het in de toekomst in Nederland droger wordt. In twee van de 4 scenario's van het KNMI wordt meer droogte verwacht.

Het KNMI heeft vier scenario's uitgewerkt voor Nederland, waarvan het WH scenario het meest extreme is. De 'W' staat voor Warm en slaat op de verandering van de temperatuur. Bij het WH scenario wordt uitgegaan van een temperatuurstijging van 2 graden in 2050. De 'H' staat voor hoog; er wordt in dit scenario rekening gehouden met een grote verandering van het luchtstromingspatroon.

Voor de prognose van het voorkomen en de kwetsbaarheid voor droogte in 2050 gaan wij uit van het WH-scenario beschreven door het KNMI (KNMI, 2015). Dit is het scenario waarmee wij werken voor alle stresstesten en dit is ook het scenario waarmee klimaat-effectatlas.nl werkt. Het voordeel van het baseren van de stresstesten op dit scenario is dat dit een beeld geeft van een worst-case scenario.

Met betrekking tot het thema droogte is de prognose van het WH-scenario dat het in de zomer minder gaat regenen: een afname van 13%. De verdamping neemt toe met 11%. Het gemiddelde neerslagtekort neemt in dit scenario toe met 30%.

3.3.1 Droogte in het landelijk gebied

Natuur

Wanneer droogtestress optreedt in de natuur kan groen niet meer optimaal verdampen; planten gaan in de overlevingsstand. Bij langdurige droogte zullen planten uiteindelijk gedeeltelijk of helemaal afsterven. De mate waarin droogtestress optreedt, heeft te maken met de bodemsoort, grondwaterstanden het oppervlaktewaterpeil ten opzichte van het maaiveld en het vermogen van de bodem om water vast te houden. In periode van langdurige droogte neemt ook het risico op natuurbranden toe. Dit is omdat de bodem en de strooisellaag op de bodem uitdrogen. Het uiteindelijke natuurbrandrisico is afhankelijk van het soort begroeiing (heide, naaldbos), het aantal en type gebruikers (wandelaars, kampeersers) en de weersomstandigheden (droogte, wind). Begroeiing die zeer brandbaar is, is bijvoorbeeld heide, naaldbos, duindoorn en rododendron. Loofbos is nauwelijks brandbaar. De meeste natuurbranden ontstaan door menselijke onvoorzichtigheid. Soms is er sprake van natuurinvloeden zoals blikseminslag. In figuur 3.3.1 zijn gebieden in de gemeente Dronten met een natuurbrandrisico weergegeven. Te zien is dat voornamelijk de bosrand in het noordoosten van de gemeente en lokale bossen bij Dronten, Swifterbant en pretpark Walibi Holland gevoelig zijn voor natuurbranden. Verschillende natuurtypen hebben elk een andere waterbehoefte. Zo is droge heide ingedeeld als droogteresistent, hoogveen als vochtminnend en vochtig hooiland ligt hier tussenin. Sommige natuurbeheertypen zijn niet goed in te delen, bijvoorbeeld omdat ze nog breed gedefinieerd zijn. In figuur 3.3.2 zijn de natuurtypen in de gemeente Dronten weergegeven waarin onderscheid is gemaakt tussen droogteresistente natuur en vochtminnende natuur. Hierin is te zien dat er nauwelijks vochtminnende natuur voorkomt in de gemeente Dronten.



Figuur 3.3.1. Gebieden met natuurbrandrisico in de gemeente Dronten (bron: Klimaateffectatlas.nl maart 2019)



Figuur 3.3.2. Natuurgebeentypen in de gemeente Dronten (bron: Klimateffectatlas.nl maart 2019)

Landbouw

Landbouw zal in Nederland voornamelijk droogteproblematiek ondervinden door de tekorten aan neerslag en de verlaagde grondwaterstanden. Er zullen andere bronnen van water gebruikt moeten worden. Langdurige droogte kan leiden tot een verminderde gewasopbrengst. In figuur 3.3.3 zijn akkerbouwlanden en graslanden in de gemeente Dronten weergegeven. Te zien is dat de gemeente voornamelijk bestaat uit akkerland.

Vanwege de diepe ligging van de polder komt er een forse hoeveelheid kwel naar boven. De bemalen (zeer grote) peilvakken blijven daardoor goed op peil. De gestuwde peilvakken bleken in 2018 gevoelig voor peilfluctuaties - voornamelijk als gevolg van beregening uit oppervlaktewater.



Figuur 3.3.3. Akkerbouw en Grasland in de gemeente Dronten (bron: Klimateffectatlas.nl maart 2019)

Waterkwaliteit

Eén van de factoren voor waterkwaliteit is de watertemperatuur. De watertemperatuur hangt af van de diepte, mate van doorstroming, mate van kwel, de hoeveelheid schaduw en of het water zich in stedelijk gebied bevindt. Een indicator voor de kans op verslechtering van de waterkwaliteit is het aantal aaneengesloten dagen dat het water in de zomer warmer dan 20° C is. In figuur 3.3.4 zijn gebieden met een risico op opwarming van het oppervlaktewater in de gemeente Dronten volgens het huidige klimaat weergegeven. Hierin is te zien dat zowel de randmeren, het ketelmeer en een deel van de vaarten en de tochten een risico voor opwarming hebben. In verband met de kleurkeuze van de Klimateffectatlas is de paarse kleur van de tochten helaas niet goed te zien. In figuur 3.3.5 is de situatie voor 2050 volgens het WH-scenario weergegeven. Hierin is te zien dat oppervlaktewater in de gemeente Dronten een aanzienlijk langere periode aaneengesloten boven de 20° C is. Oppervlaktewateren dieper dan drie meter zijn niet opgenomen in de analyse.



Figuur 3.3.4. Risico op opwarming van oppervlaktewater in de gemeente Dronten in het huidige klimaat (bron: Klimaateffectatlas.nl maart 2019)



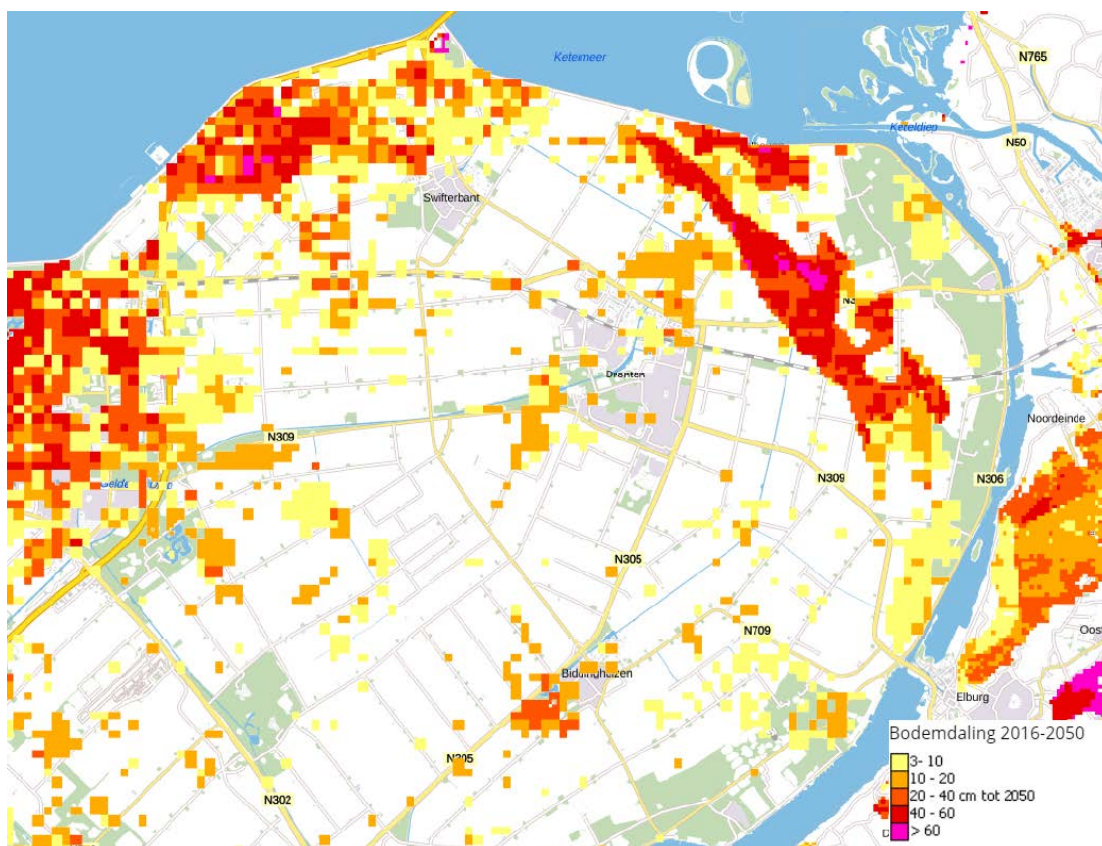
Figuur 3.3.5. Risico op opwarming van oppervlaktewater in de gemeente Dronten WH-scenario 2050 (bron: Klimateffectatlas.nl maart 2019)

3.3.2 Droogte in het stedelijk gebied

Bodemdaling

Een effect van bodemdaling én stijging is dat verschillen in bodembewegingssnelheid schade kan toebrengen aan wegen, huizen, kunstwerken en ondergrondse infrastructuur (kabels, leidingen, riolering). De mate van schade hangt af van de snelheid en het snelheidsverschil van de beweging en de staat of aanwezigheid van funderingen.

Bodemdaling is onder meer het gevolg van het ontwateren van klei en veengronden. Ontwaterde klei- en veengrond krimpt (rijping) en de organische stof oxideert. Daarnaast zorgt de ontwaterde grond voor compactie van de onderliggende grond. Lokaal kunnen lage grondwaterstanden leiden tot bodemdaling van meer dan één meter tot 2050. In figuur 3.3.6 is de verwachte bodemdaling voor de gemeente Dronten te zien. Hierin is te zien dat voornamelijk het gebied ten noordwesten van Swifterbant en de strook tussen Dronten en de bosrand tegen de randmeren een grotere verwachte bodemdaling kennen.



Figuur 3.3.6. Verwachte bodemdaling tot 2050 in de gemeente Dronten (bron: Klimaateffectatlas.nl maart 2019)

Paalrot

Door droogte kan schade ontstaan aan houten paalfunderingen: paalrot. De kwetsbaarheid komt voort uit een aantal factoren. De bouwperiode en bodemkenmerken van een gebied geven een indicatie van de hoeveelheid houten paalfunderingen. Een daling van de grondwaterstand kan ervoor zorgen dat de houten paalfundering langdurig of permanent bloot komt te liggen, waardoor paalrot zich kan ontwikkelen. Gebouwen in de gemeente Dronten hebben geen fundering van houten palen; paalrot zal dus niet voorkomen.

3.4 Conclusie en aanbevelingen Droogte

In het algemeen zijn er geen ernstige risico's voor toekomstige droogtestress te verwachten in de gemeente Dronten. Wel is bodemdaling aangewezen als aandachtspunt.

Bodemdaling

Na aanleiding van de bodemopbouw en de verwachte bodemdaling uit de klimaateffectatlas liggen er in de gemeente Dronten risico's op dit gebied. Omdat waterschap Zuiderzeeland werkt met peilbesluiten en de peilvlakken goed op peil kan houden kan de kans op bodemdaling in de veen en kleigebieden onder controle worden gehouden. In periodes van droogte heeft het oppervlaktewater een beperkte invloed op de grondwaterstand.



Gemeente Dronten vs. Landelijk

Op het gebied van droogte loopt de gemeente Dronten over het algemeen minder risico dan landelijk. De gemeente ligt in het beheergebied van waterschap Zuiderzeeland, een waterschap dat de bemalen peilvakken goed op peil kan houden. Ook heeft de gemeente minder natuurgebieden die een risico lopen. Wel kent de gemeente een hoger percentage akkerbouw dan landelijk. Dit grondgebruik kan kwetsbaar zijn voor droogte.

4 Hitte

Door klimaatverandering zal de temperatuur in de zomers in de komende jaren gaan stijgen. Ook neemt de kans op langere periodes van hitte toe (KNMI, 2015). In 2050 per jaar zullen gemiddeld 7 tot 15 tropische dagen (dagen waarop de maximum temperatuur hoger is dan 30 graden) voorkomen ten opzichte van gemiddeld 4 in het huidige klimaat. Hogere temperaturen kunnen een negatieve invloed hebben op de gezondheid, de productiviteit en het welbevinden van mensen en dieren. Bij temperaturen hoger dan 30 graden overdag neemt het comfort voor de mens af. Dit is ook sterk afhankelijk van de luchtvochtigheid, straling en wind. De gevoelstemperatuur of PET (een combinatie van luchttemperatuur, wind, stralingstemperatuur en luchtvochtigheid) is daarom een betere indicator voor het optreden van hittestress. Men spreekt van ernstige hittestress wanneer de gevoelstemperatuur hoger dan 41 graden is (zie figuur 4.1).

Scenario	T_a (°C)	T_{mrt} (°C)	v (m/s)	VP (hPa)	PET (°C)
Typical room	21	21	0.1	12	21
Winter, sunny	−5	40	0.5	2	10
Winter, shade	−5	−5	5.0	2	−13
Summer, sunny	30	60	1.0	21	43
Summer, shade	30	30	1.0	21	29

PET (°C)	Thermal perception	Grade of physiological stress
<4.1	Very cold	Extreme cold stress
4.1–8.0	Cold	Strong cold stress
8.1–13.0	Cool	Moderate cold stress
13.1–18.0	Slightly cool	Slight cold stress
18.1–23.0	Comfortable	No thermal stress
23.1–29.0	Slightly warm	Slight heat stress
29.1–35.0	Warm	Moderate heat stress
35.1–41.0	Hot	Strong heat stress
>41.0	Very hot	Extreme heat stress

^a Values hold only for an internal heat production of 80 W and a heat transfer resistance of clothing of 0.9 clo (after Matzarakis and Mayer 1996)

Figuur 4.1. Voorbeelden van PET waarden bij verschillende omstandigheden en de relatie tot het ervaren van stress

Het Urban Heat Island effect is het effect waarbij de luchttemperatuur in de stad veel hoger is dan de luchttemperatuur van het omliggende buitengebied. Dit effect treedt met name 's nachts op wanneer gebouwen en verharding opgeslagen warmte afgeven aan de lucht (zie figuur 4.2). De temperatuur van oppervlakte blijft nagenoeg gelijk. Overdag zijn dit dus koelere plekken, terwijl ze 's nachts juist warmer dan hun omgeving zijn.



Figuur 4.2. Temperaturen dag en nacht

Hittestress heeft een negatieve effect op de gezondheid en arbeidsproductiviteit. Tijdens hittegolven zijn er relatief meer sterfgevallen bij ouderen en zieken (Kluck, et al., 2017). Slecht geïsoleerde gebouwen met een plat dak (waaronder vaak op scholen) zijn extra kwetsbaar omdat overdag hier de temperatuur binnen flink kan oplopen. Ook 's nachts leidt hitte tot problemen. Bij een min. temperatuur > 20 graden slapen mensen minder goed wat onder andere leidt tot gezondheidsklachten en een afname van de arbeidsproductiviteit.

De hittestresskaarten maken zichtbaar waar in de gemeente de temperaturen tijdens hete dagen oplopen. Aan de hand van de kaarten kunnen bijvoorbeeld probleemlocaties geïdentificeerd worden. Voor deze locaties kunnen vervolgens maatregelen bedacht worden die anticiperen op aspecten als gezondheid, milieu en duurzame energie. Deze maatregelen kunnen liggen op het gebied van ruimtelijke adaptatie, maar kunnen ook aanpassingen aan gebouwen of aanpassingen in het gedrag van mensen zijn. Veelal kunnen ruimtelijke adaptatie oplossingen synergievoordelen bieden voor het tegengaan van wateroverlast en biedt het kansen voor de leefbaarheid van de stad.

4.1 Hittestresskaarten

Het Tauw hittestressmodel geeft inzicht in zowel de huidige situatie als in de toekomst (2050) en gaat uit van de lucht- en gevoelstemperatuur (volgens de PET-methode). Het hittestressmodel geeft een voorspelling van de lokale lucht- en gevoelstemperatuur op (circa) 1,5 meter boven grond rond het tijdstip 15:00 uur op een hete, bijna windstille middag tijdens een fictieve hittegolf. De resulterende hittestresskaarten (relatieve luchttemperatuur 2018 en 2050 en relatieve gevoelstemperatuur 2018 en 2050) tonen de lokale temperatuur met een kwalitatieve schaal (aanzienlijk warmer, warmer, neutraal, koeler en aanzienlijk koeler dan buiten de stad) en geven een goede indicatie van het effect van hittestress. De gevoelstemperatuur per jaar toont het aantal dagen waarbij de PET boven een grenstemperatuur komt. De hittestresskaarten van Tauw bieden informatie op straat- en wijkniveau. Ons hittestressmodel is ontwikkeld samen met de Wageningen Universiteit (WUR). De kaarten geven weer waar mogelijke knelpunten op kunnen treden met betrekking tot hittestress.

De gevoelstemperatuur kaarten zijn weergegeven in bijlage 7 en bijlage 8 respectievelijk voor de jaren 2019 en 2050. De luchttemperatuur kaarten zijn weergegeven in bijlage 9 en 10 respectievelijk voor de jaren 2019 en 2050. De gevoelstemperatuur per jaar kaarten zijn weergegeven in bijlage 11 en 12 voor respectievelijk de jaren 2019 en 2050. De gevoelstemperatuur per jaar kaarten laten zien welke gevoelstemperaturen voor hoeveel dagen per jaar voorkomen. De kaarten laten zien dat vooral de bedrijventerreinen, dichtbebouwde woonwijken en winkelgebieden te maken krijgen met hogere gevoelstemperaturen en luchttemperaturen. Ondanks dat er bij nieuwbouwwijken doorgaans wel rekening wordt gehouden met vergroening of andere hittemaatregelen worden toegepast, zullen deze er in de analyse uitkomen als hetere plekken. Dit resultaat wordt veroorzaakt door meerdere aspecten; jonge aanplant heeft een veel kleinere verkoelende werking dan oudere bomen, nieuwbouw huizen worden doorgaans dichter op elkaar gebouwd en tuinen van nieuwbouwhuizen worden vaker grotendeels of volledig verhard.

4.2 Afstand-tot-koelte kaart

Om meer handvatten te geven voor wat acceptabel is als het gaat om hittestress hebben wij de afstand tot koelte ontwikkeld. Hittestress heeft invloed op de leefbaarheid binnen het stedelijk gebied. Om de leefbaarheid zo sterk mogelijk te behouden voor de inwoners, is het belangrijk dat deze koelte op kunnen zoeken wanneer de temperaturen hoog oplopen. De afstand tot koelte kaart geeft aan hoever panden van koelte af liggen. Koelteplekken worden gedefinieerd als een plek met een minimale oppervlakte van 200 m² waar geen opwarming van de gevoelstemperatuur is ten opzichte van het buitengebied. Dit zijn over het algemeen plaatsen met water of groen. Aannemende dat 5 minuten lopen (uitgaande van 2 kilometer per uur is dit ongeveer 165 meter) op een hete dag voor ouderen (vooral 75-plussers) maatgevend is kun je zo zien welke delen van de stad meer koelteplekken nodig hebben. Veel gemeenten geven aan graag te werken met deze 'afstand tot koelte' -kaart, omdat in één oogopslag duidelijk wordt in welke wijken behoefte is aan meer (beleefbaar) groen (of koelte).

De afstand tot koelte kaarten zijn weergegeven in bijlage 5 en bijlage 6 van respectievelijk de jaren 2019 en 2050. Op de afstand tot koelte kaarten is te zien dat vooral de middelste gedeelten van woonwijken oranje ofwel rood kleuren. Dit betekent dat de afstand tot een koele plek voor de bewoners van deze huizen 100 tot 200 meter of 200 meter of meer lopen is. Daarnaast valt het op dat zowel in de kern Dronten als in de kern Swifterbant de bedrijventerreinen donkerder gekleurd zijn. Ook op bedrijventerreinen is het realiseren van koelteplekken aan te raden omdat dit de leefbaarheid en arbeidsproductiviteit van medewerkers bevordert en de koellast (energieverbruik) van de bedrijven reduceert. Ook een groen dak levert een positieve bijdrage aan het realiseren van de koellast en kan tevens als waterberging worden ingezet.

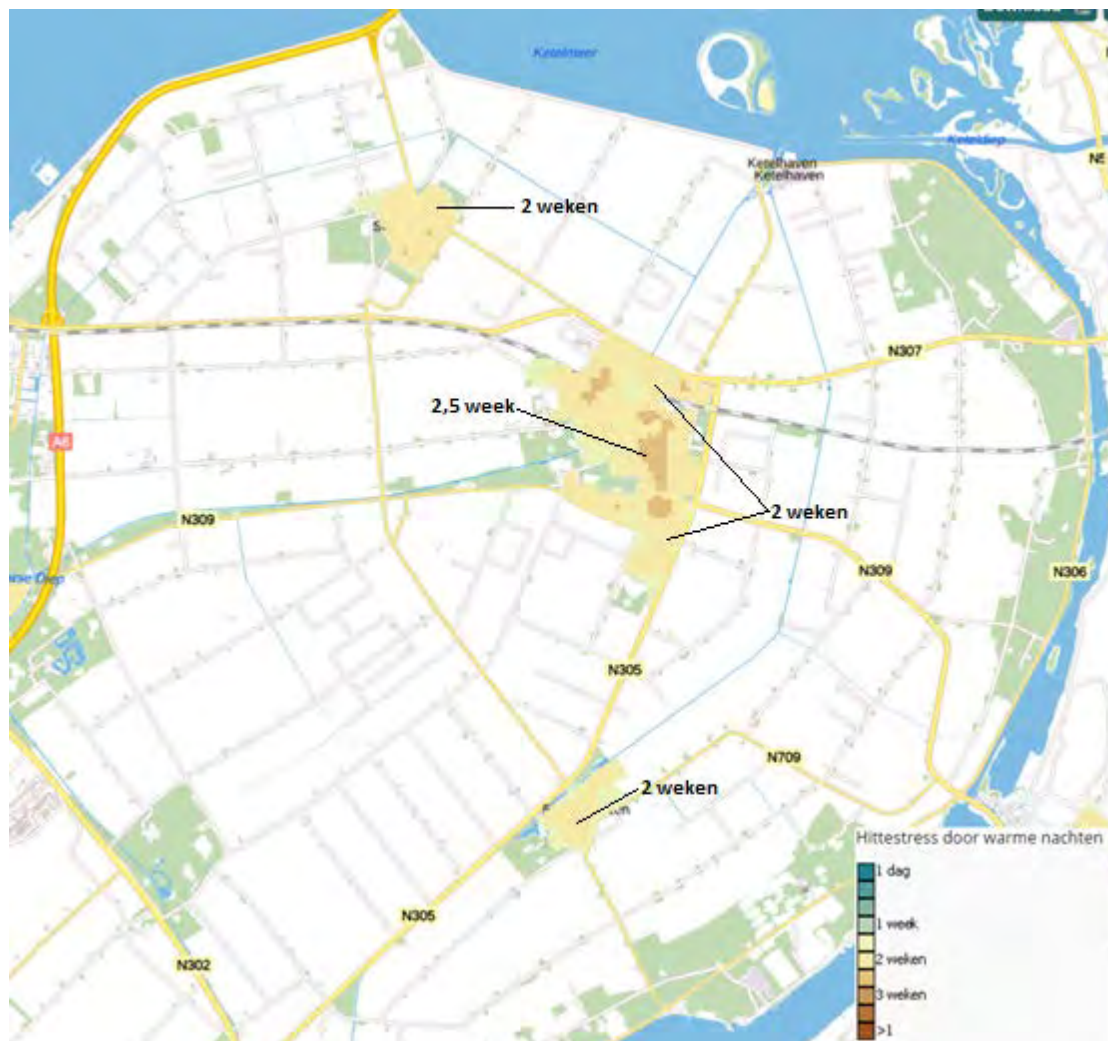
4.3 Nachthitte

Er zijn een aantal hitte effecten die overdag anders zijn dan 's nachts. Water kan bijvoorbeeld overdag een (licht) afkoelend effect hebben, terwijl het 's nachts vaak een opwarmend effect heeft. Smalle straatjes zijn overdag relatief koel, maar 's avonds en 's nachts blijft de warmte juist hangen.

Figuur 4.3.1 geeft een inschatting van het gemiddelde aantal tropische nachten per jaar, in het stedelijk gebied van de gemeente Dronten voor het huidige klimaat. Figuur 4.3.2 geeft een inschatting van het gemiddelde aantal tropische nachten per jaar, in het stedelijk gebied van de gemeente Dronten het WH-scenario in 2050. Tijdens een tropische nacht daalt de temperatuur niet onder de 20 °C. De minimumtemperatuur is dus 20 °C of hoger. Warme nachten zijn een belangrijke factor bij hittestress. In figuur 4.3.1 is te zien dat zowel in de kern Dronten, als in Swifterbant en Biddinghuizen hittestress door warme nachten onder een week blijft. In figuur 4.3.2 is te zien dat in 2050 deze tijd al verlengt is naar minimaal een week tot zelfs 2 à 3 weken. Voor het nemen van maatregelen wordt aangeraden een gedetailleerde analyse van nachthitte uit te voeren.



Figuur 4.3.1. Hittestress door warme nachten in de gemeente Dronten, huidige klimaat (bron: Klimateffectatlas maart 2019)

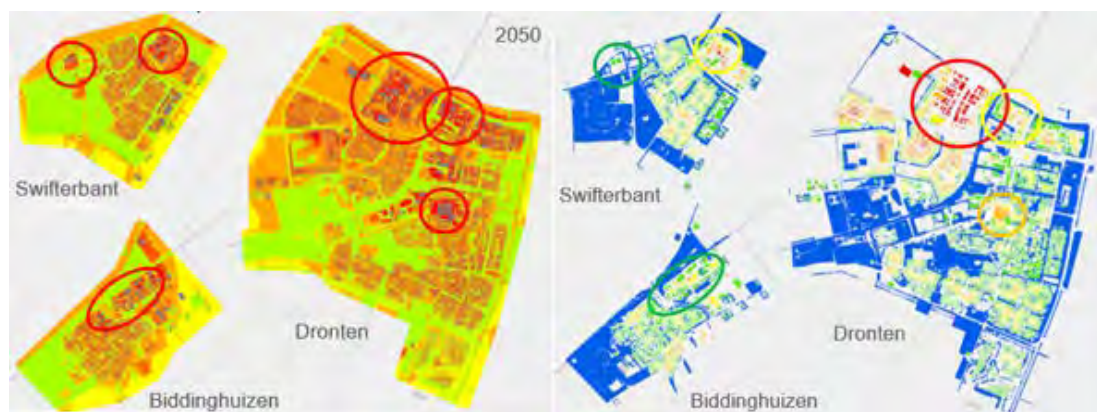


Figuur 4.3.2. Hittestress door warme nachten in de gemeente Dronten, WH-scenario 2050 (bron: Klimaateffectatlas maart 2019)

4.4 Conclusie en aanbevelingen Hitte

Dubbele hotspot

In paragraaf 4.1 en 4.2 wordt uitleg gegeven over de hittekaarten welke zijn opgesteld voor de gemeente Dronten. Wanneer we deze kaarten met elkaar vergelijken zien we plekken die zowel een hoge gevoelstemperatuur kennen, maar ook nog eens op een langere afstand van een koele plek liggen. De locaties met een geel tot rode kleur zijn in figuur 4.4.1 weergegeven voor zowel de PET kaart als de afstand tot koelte kaart. Hierin is te zien dat twee locaties in het noorden van Dronten in beide gevallen een rode of cirkel krijgen; De gevoelstemperatuur ligt hoog en de afstand tot een koele plek is lang. Deze locaties hebben wij dubbele hotspots genoemd. Ze scoren dus in beide gevallen minder en verdienen daarom extra aandacht.



Figuur 4.4.1. Links: PET temperatuur 2050 Rechts: Afstand tot koelte 2050

Gemeente Dronten vs. Landelijk

Op het gebied van hitte scoort Dronten vergelijkbaar met gemeenten met dezelfde kerngrootte. Landelijk gezien heeft de grootte van de kernen of steden invloed op de hoeveelheid gebieden met hittestress en de afstand tot koelte.

Aanbeveling

Omdat adaptatieoplossingen tegen hittestress en tegen wateroverlast dichtbij elkaar liggen kan hier rekening mee worden gehouden tijdens de ontwerpfase van projecten. Zo kan er tegelijkertijd meer koelte en meer berging worden gecreëerd.



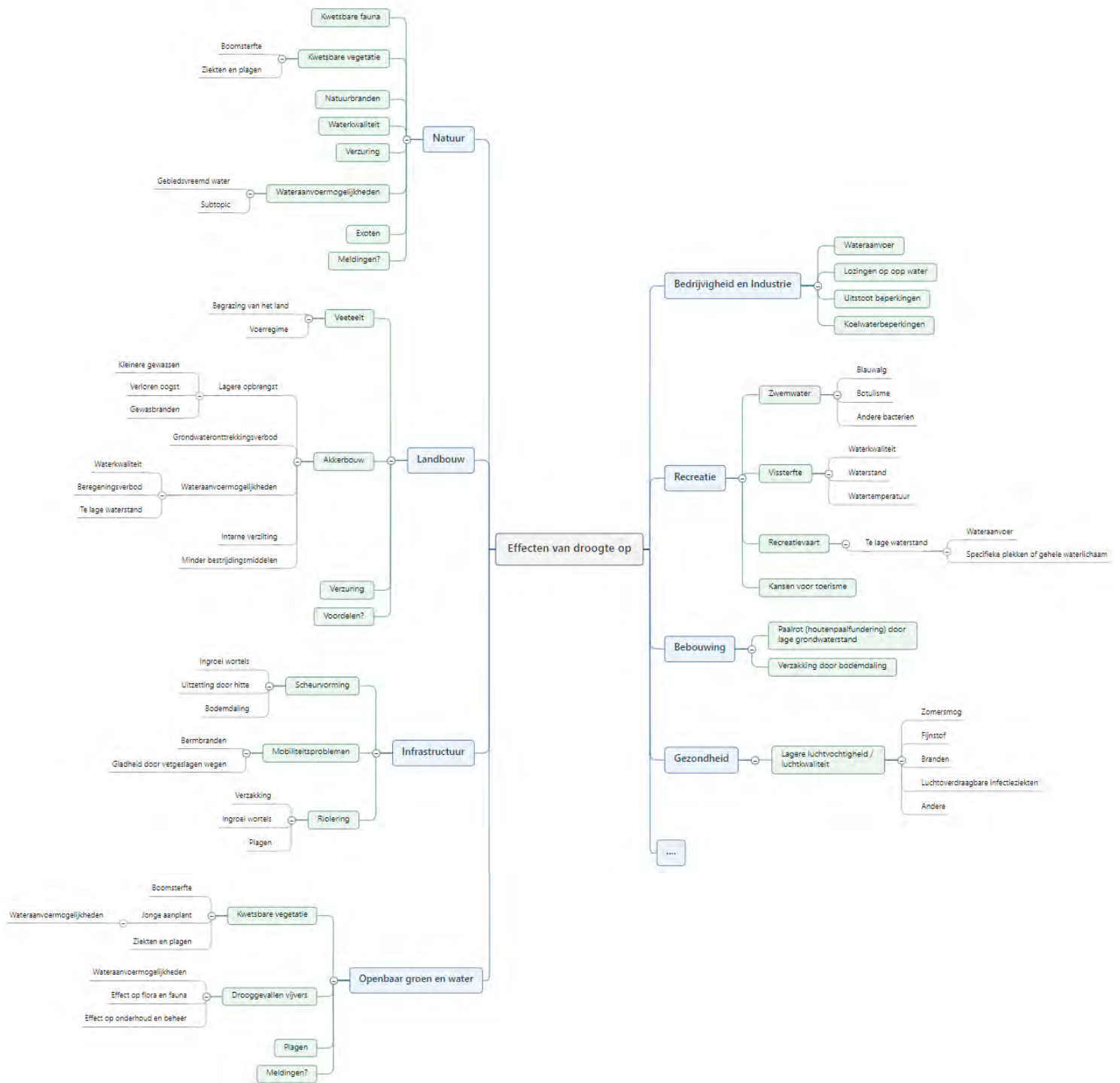
Tauw

Kenmerk

R001-1269676SAH-V02-rvb-NL

Bijlage 1

Droogte mindmap





Bijlage 2 Grondwaterstanden

Tabel B2.1. Peilbuizen met GLG en GHG gegevens in de gemeente Dronten (bron: Dinoloket)

Peilbuisnummer	Gemiddelde GWS	GLG	GHG
B20F2456	-4,29	-4,23	-3,57
B20G0129	-5,29	-5,48	-5,19
B20H2714	-5,26	-5,44	-4,91
B20H2714	-4,98	-5,22	-4,46
B20H2716	-4,72	-5,07	-4,03
B20H2717	-4,98	-5,47	-4,58
B20H2718	-4,95	-5,23	-4,34
B20H2719	-5,98	-6,44	-5,42
B20H2720	-5,49	-5,83	-4,95
B20H2721	-5,15	-5,44	-4,56
B20H2722	-5,07	-5,47	-4,42
B20H2723	-4,85	-5,21	-4,29
B21C0170	-3,7	-3,88	-3,52
B21C0170	-3,67	-3,9	-3,47
B21C0170	-3,61	-3,81	-3,4
B21C0171	-2,25	-2,35	-2,11
B21C0171	-2,26	-2,35	-2,12
B21C0171	-2,26	-2,36	-2,06
B21C0171	-2,21	-2,3	-2,08
B21C0171	-2,31	-2,41	-2,18
B21C0171	-2,27	-2,36	-2,15
B21C0171	-2,27	-2,39	-2,11
B21C0340	-2,73	-2,59	-2,35
B21C0341	-3,87	-4,32	-3,08
B21C2089	-2,21	-2,7	-1,81
B21C2090	-2,05	-2,47	-1,72
B26F0194	-2,8	-2,89	-2,7
B26F0194	-2,8	-2,89	-2,7
B26F0194	-2,78	-2,87	-2,69
B26F0194	-2,79	-2,89	-2,7
B26F0194	-2,73	-2,82	-2,63
B26F0194	-2,71	-2,81	-2,52
B26F0194	-1,28	-1,48	-1,15
B26F0194	-1,1	-1,28	-0,94
B26F0271	-2,88	-3,11	-2,38
B26F0272	-2,54	-2,8	-2,34
B26F0279	-4,16	-4,46	-3,89
B26F0281	-3,53	-3,62	-3,41
B26F0290	-3,77	-3,9	-3,63
B26F0291	-3,59	-3,75	-3,42
B26F0292	-3,64	-3,87	-3,46
B26F0293	-3,58	-3,76	-3,4
B26F0294	-3,57	-3,73	-3,41
B26F0295	-3,6	-3,74	-3,43
B26F0296	-3,59	-3,71	-3,45
B26F0297	-2,93	-3,06	-2,83

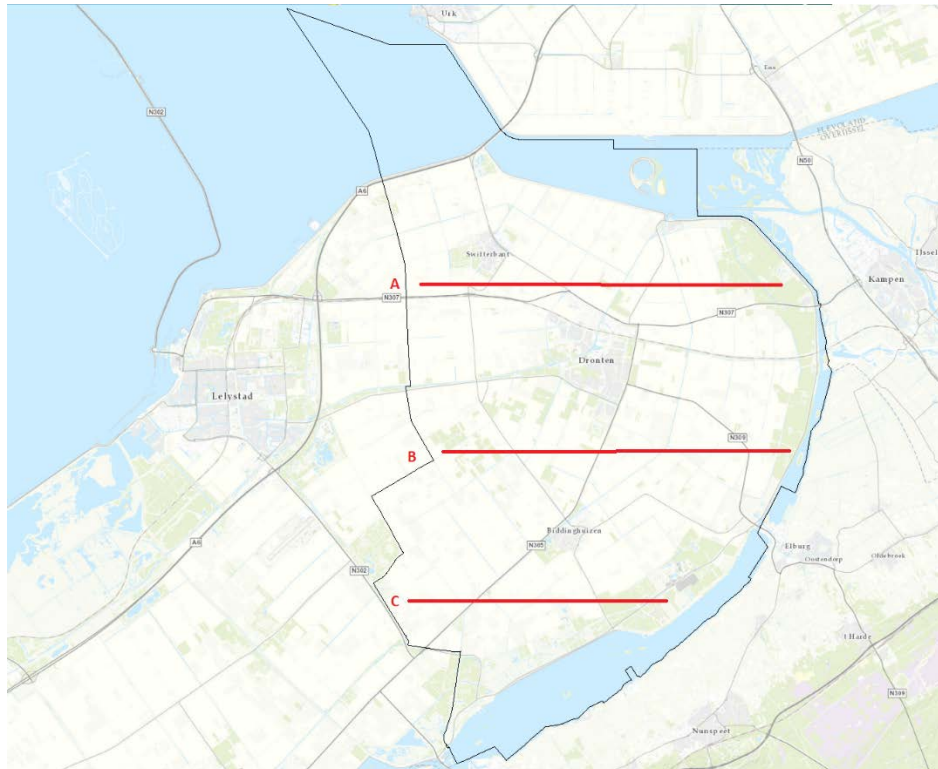


B26F0303	-3,15	-3,31	-3,03
B26F0304	-3,09	-3,19	-2,95
B26F0305	-3,18	-3,31	-3,05
B26F0306	-2,97	-3,1	-2,83
B26F0307	-3,35	-3,47	-3,13
B26F0311	-3,77	-4,02	-3,44
B26F0311	-3,89	-4,07	-3,63
B26F0312	-3,14	-3,27	-2,97
B26F0312	-3,15	-3,29	-2,99
B26F0313	-2,93	-3,03	-2,79
B26F0313	-2,94	-3,05	-2,82
B26F0315	-3,52	-3,77	-3,29
B26F0315	-3,63	-3,88	-3,37
B26F0317	-3,32	-3,57	-3,18
B26F0349	-4,32	-4,47	-3,89
B26F2186	-4,14	-4,59	-3,65
B26F3134	-3,66	-3,79	-3,45
B26F3135	-3,1	-3,26	-2,92
B26F3136	-3,92	-4,11	-3,7
B26F3137	-3,27	-3,35	-3,17
B26F3140	-3,46	-3,36	-2,79
B26F3147	-3,43	-3,55	-3,24
B26F3149	-3,98	-4,26	-3,6
B26F3150	-3,77	-3,93	-3,35
B26F3151	-2,46	-3,05	-2,46
B27A0220	-2,55	-2,64	-2,38
B27A0220	-2,5	-2,59	-2,38
B27A0220	-2,49	-2,58	-2,37
B27A0220	-2,46	-2,55	-2,34
B27A0364	-2,42	-2,47	-2,02



Bijlage 3 Bodemopbouw

Om de bodemopbouw van de gemeente Dronten in kaart te brengen is gebruik gemaakt van het REGIS II model uit Dinoloket. In figuur B3.1 zijn drie lijntrajecten te zien waarvan in figuur B3.3 tot en met B3.5 de verticale doorsnede wordt weergegeven.

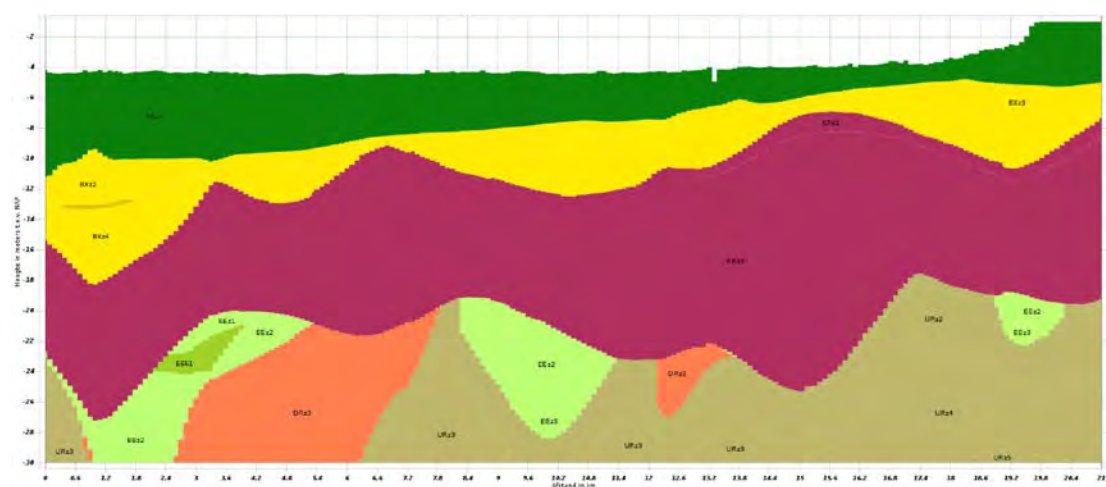


Figuur B3.1. Lijntrajecten verticale doorsneden REGIS II

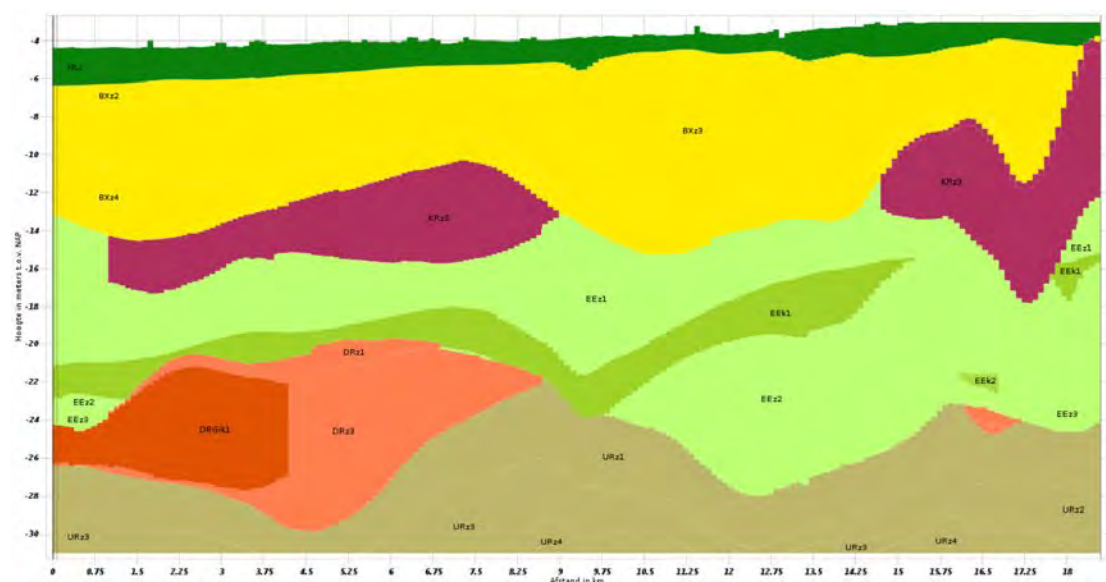
Hydrogeologie

-  Holocene deklaag, complexe eenheid
-  Formatie van Boxtel, tweede zandige eenheid
-  Formatie van Boxtel, eerste kleiige eenheid
-  Formatie van Boxtel, derde zandige eenheid
-  Formatie van Boxtel, vierde zandige eenheid
-  Formatie van Kreftenheye, tweede zandige eenheid
-  Formatie van Kreftenheye, derde zandige eenheid
-  Eem Formatie, eerste zandige eenheid
-  Eem Formatie, eerste kleiige eenheid
-  Eem Formatie, tweede kleiige eenheid
-  Eem Formatie, tweede zandige eenheid
-  Eem Formatie, derde zandige eenheid
-  Formatie van Drenthe, eerste zandige eenheid
-  Formatie van Drenthe, derde zandige eenheid
-  Formatie van Urk, eerste tot vijfde zandige eenheid
-  Formatie van Drenthe, Laagpakket van Gieten, eerste kleiige eenheid

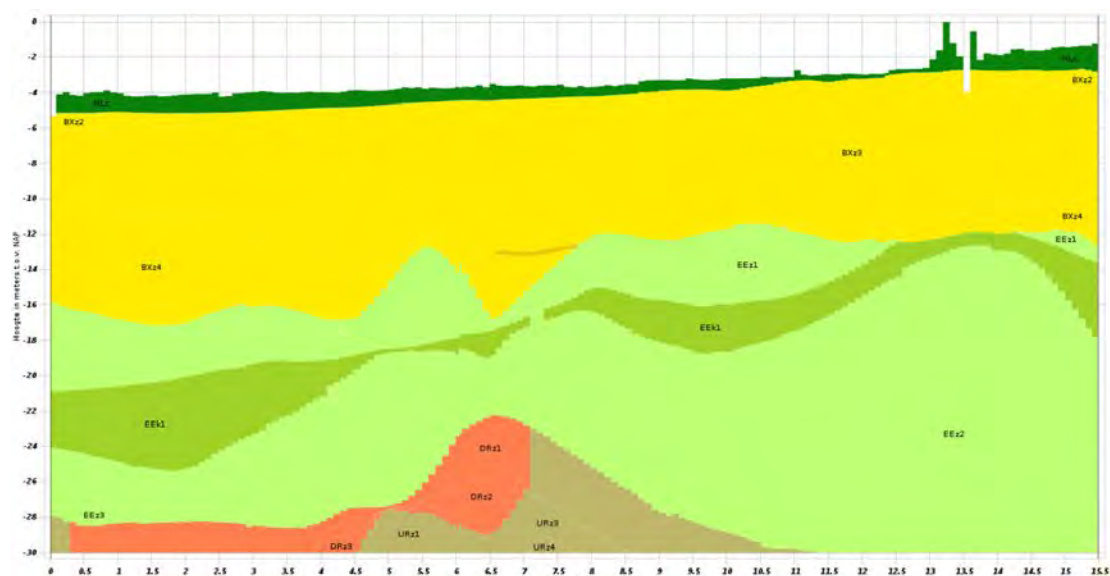
Figuur B3.2. Legenda behorende tot verticale doorsneden REGIS II



Figuur B3.3. Lijnstraject A



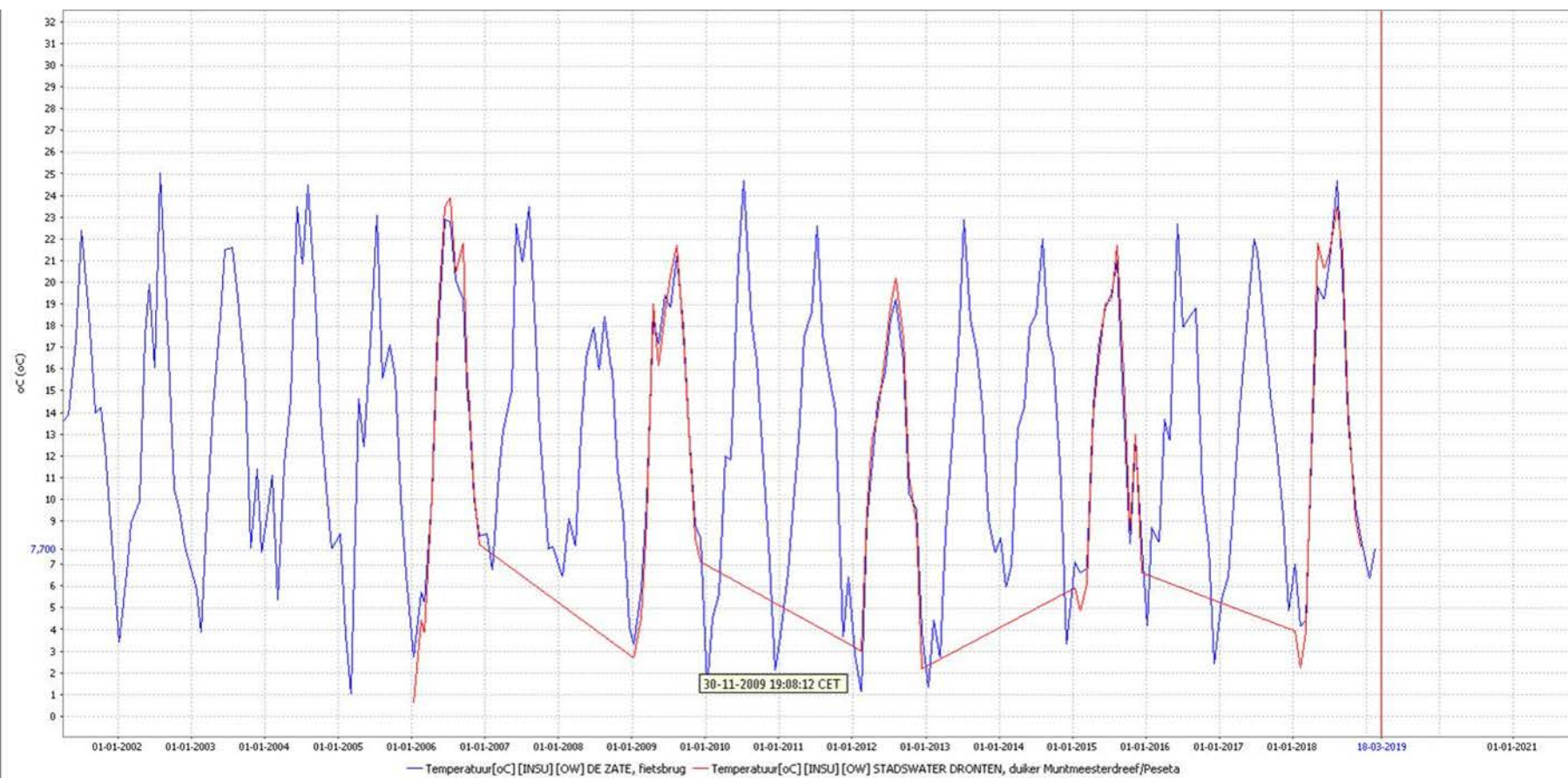
Figuur B3.4. Lijnstraject B

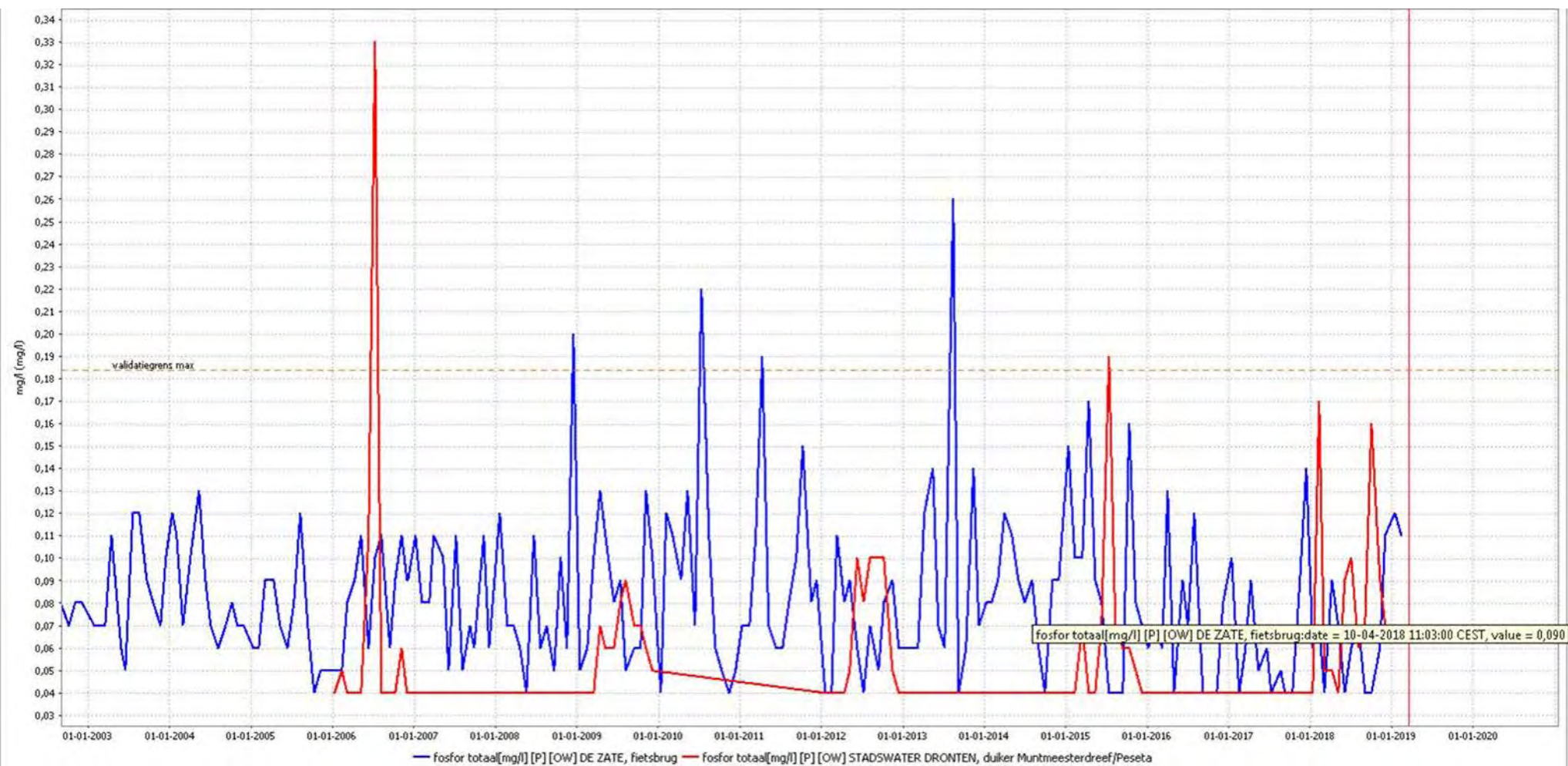


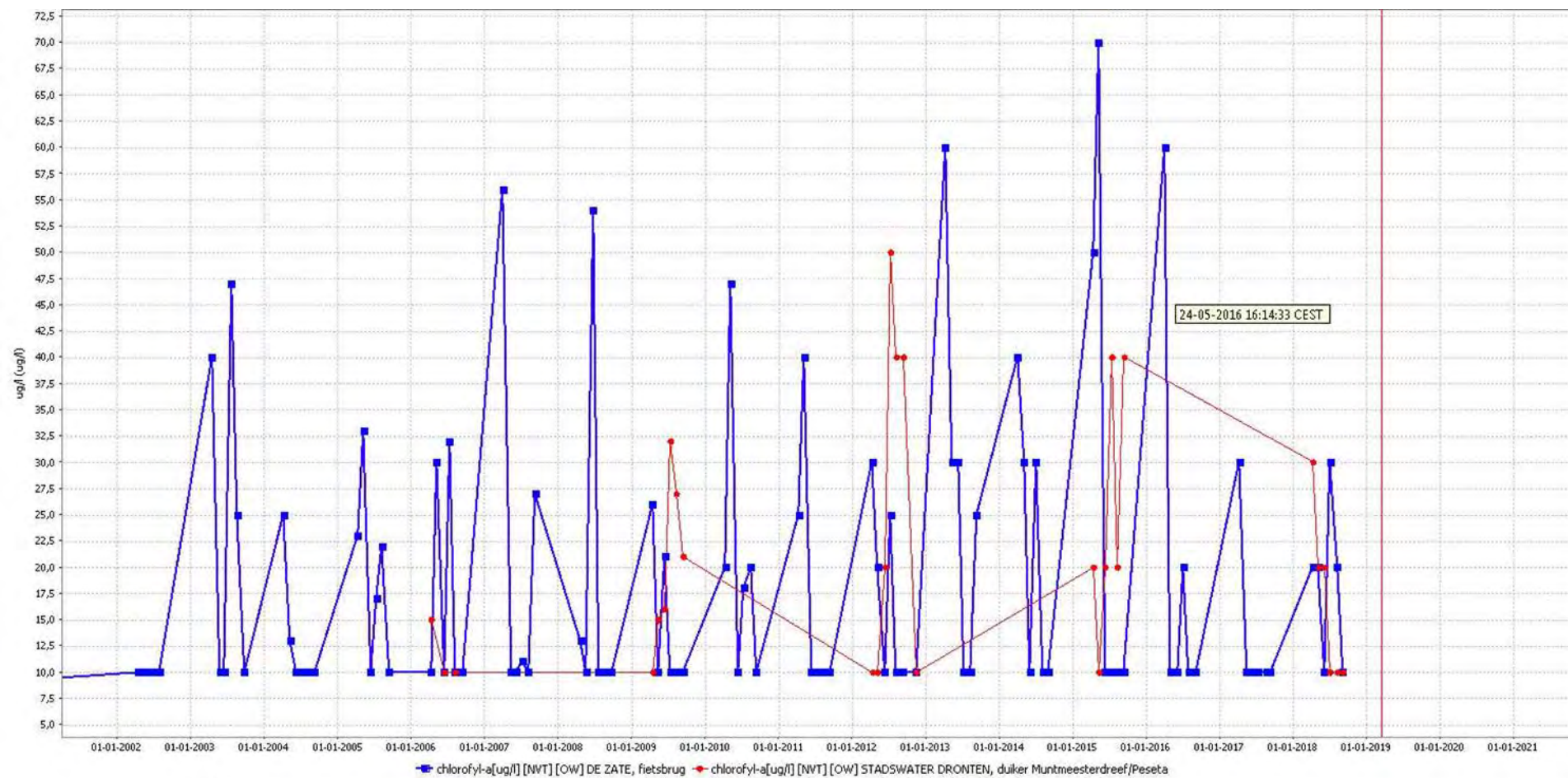


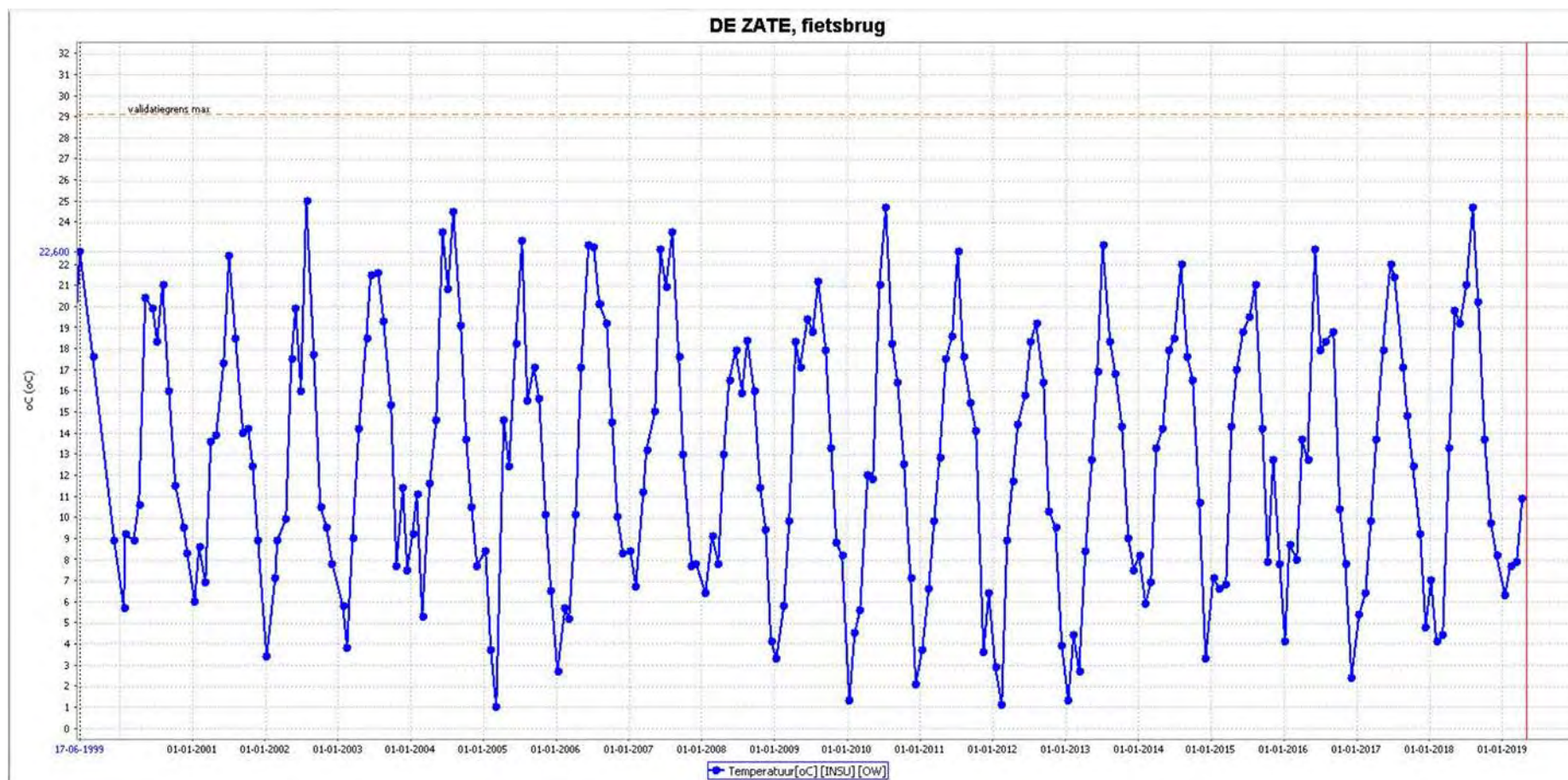
Bijlage 4

Waterkwaliteit en temperatuur De Zate en Muntmeesterdreef







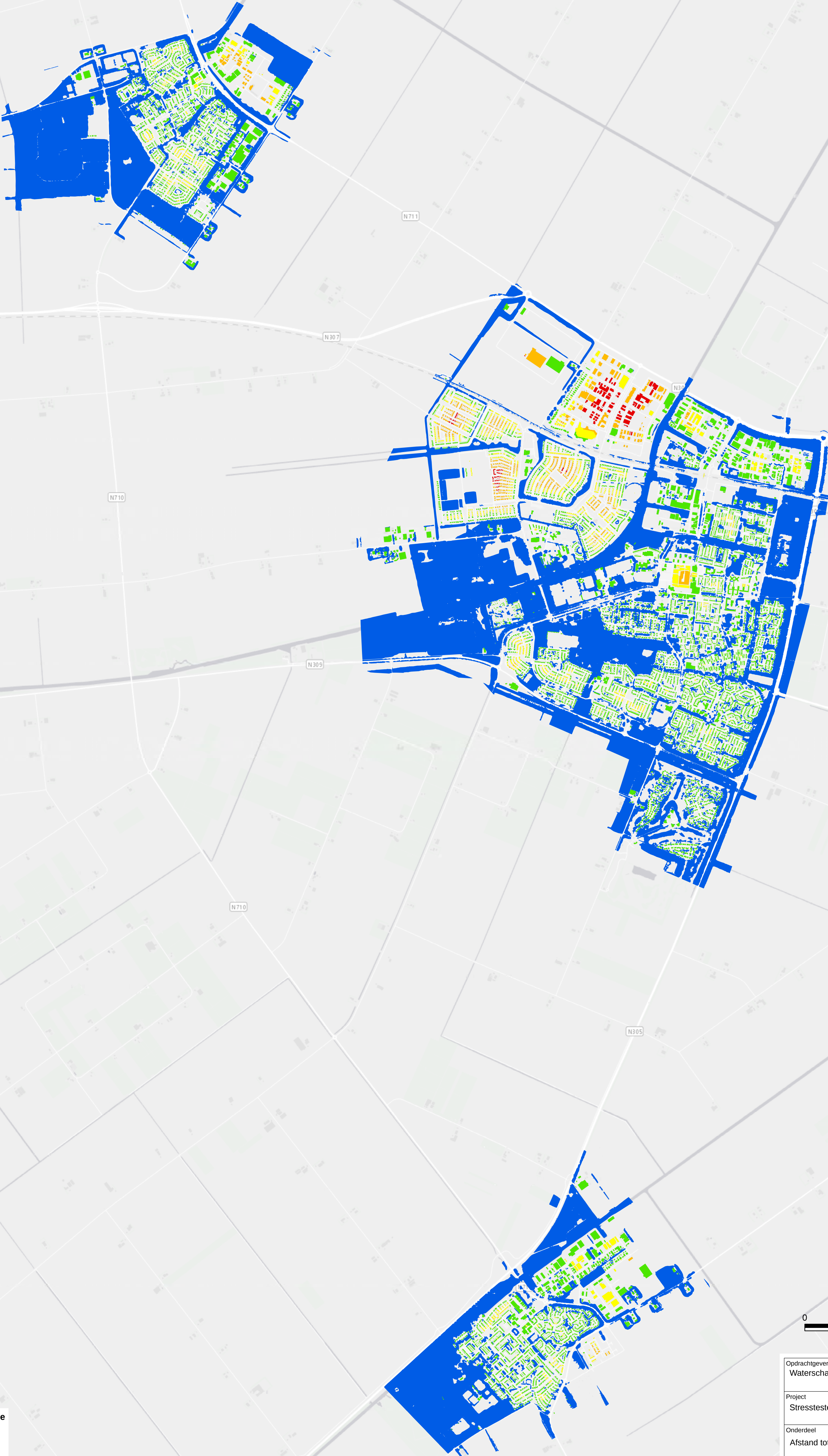




Bijlage 5

Afstand-tot-koelte kaart 2019

Afstand tot Koelte 2019



categorie afstand tot koelte

<50m

50 - 100m

100 -200m

>200m

Koeltebron

Koeltebron

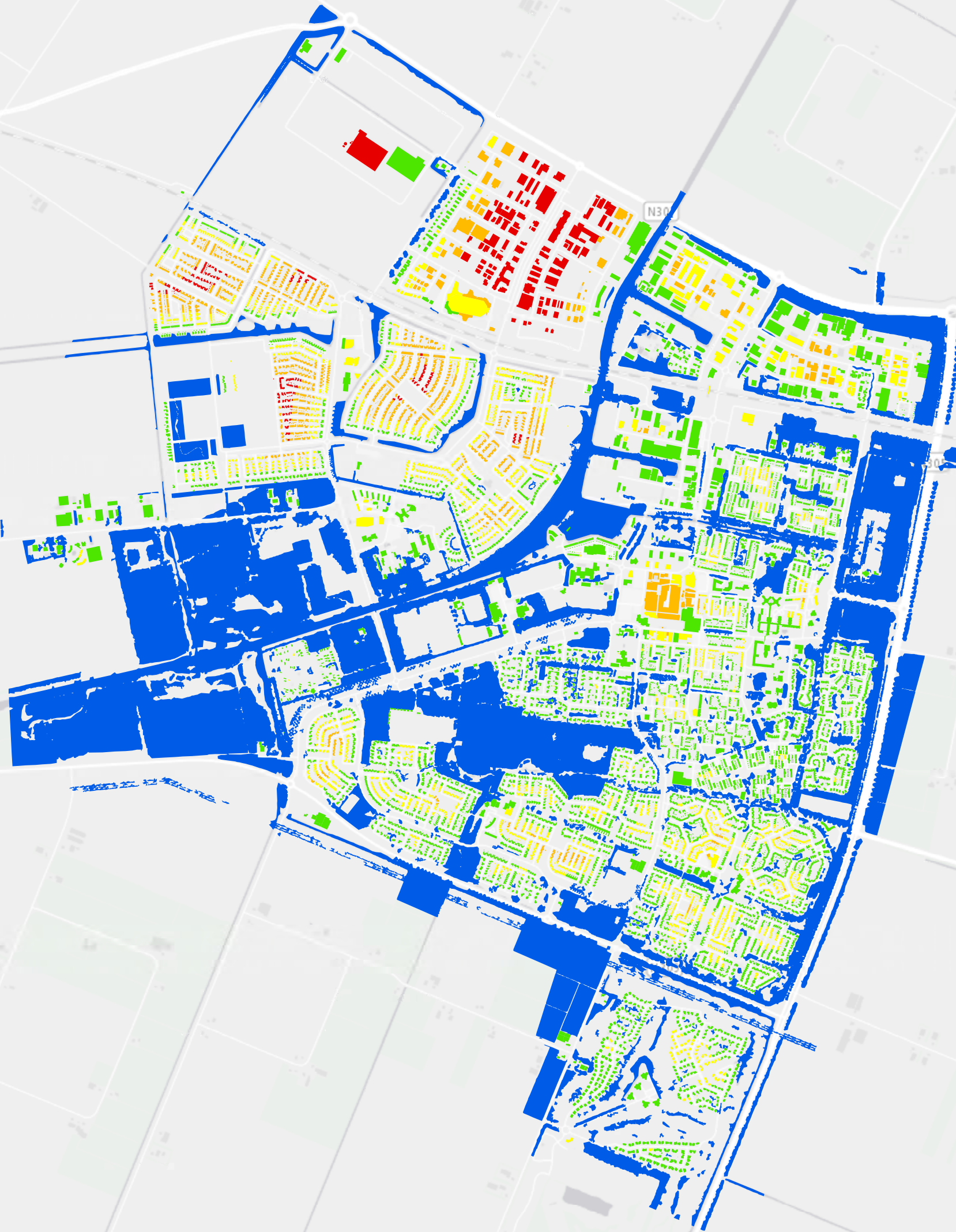
Opdrachtgever Waterschap Zuiderzeeland	Schaal 1:22000	Status DEFINITIEF
Project Stresstesten Dronten	Formaat A1	Projectnummer 1269676
Onderdeel Afstand tot Koelte 2019	Datum 15-03-19 11:46 Get. HSC Gec. #	Tekeningnummer 3
Tauw		Postbus 133 7400 AC Deventer Telefoon (0570) 69 99 11 Fax (0570) 69 96 66



Bijlage 6

Afstand-tot-koelte kaart 2050

Afstand tot Koelte 2050



categorie afstand tot koelte

<50m

50 - 100m

100 -200m

>200m

Koeltebron

Koeltebron



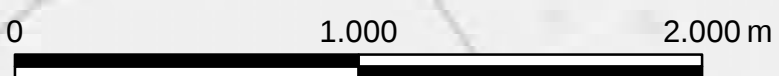
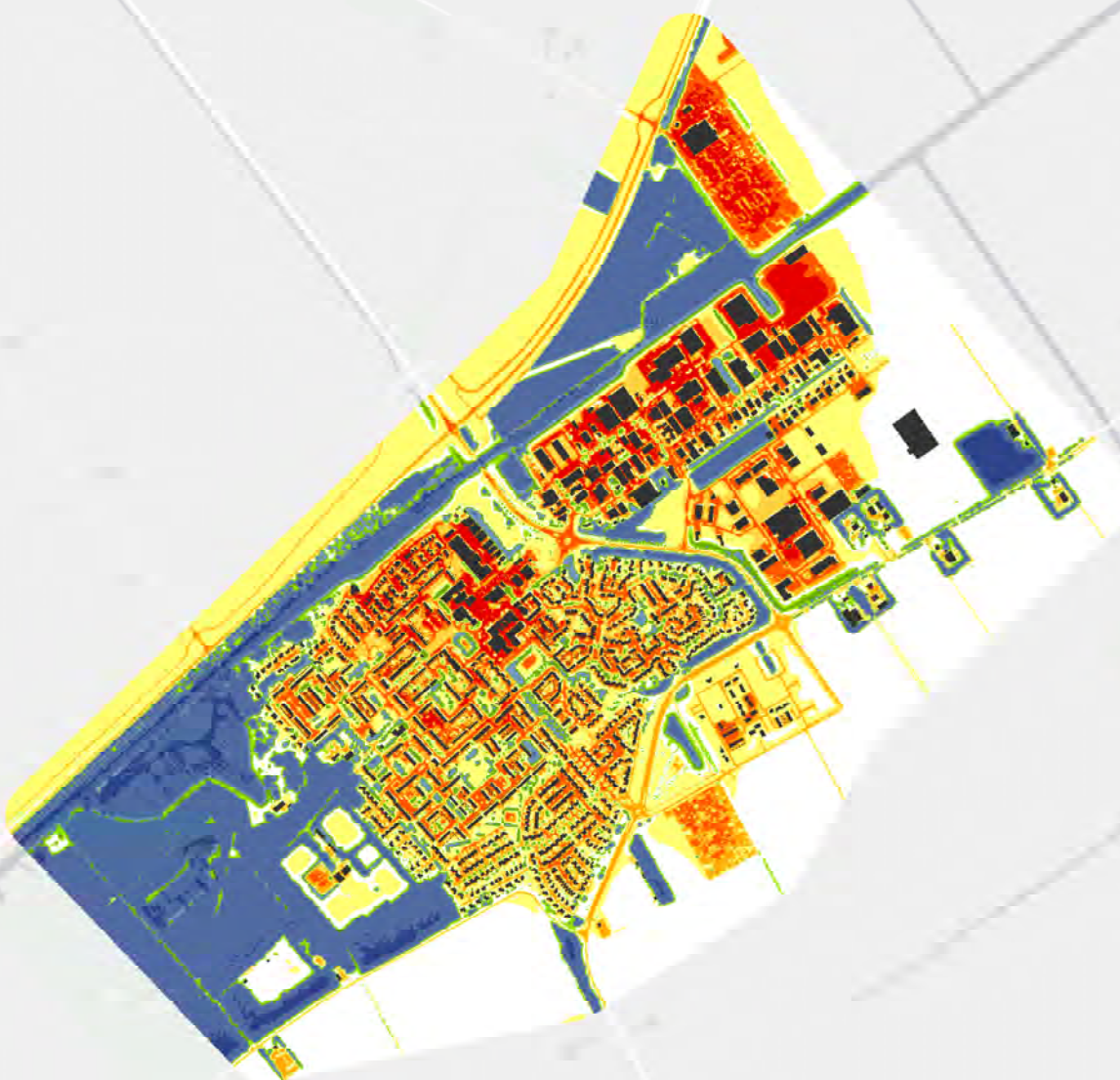
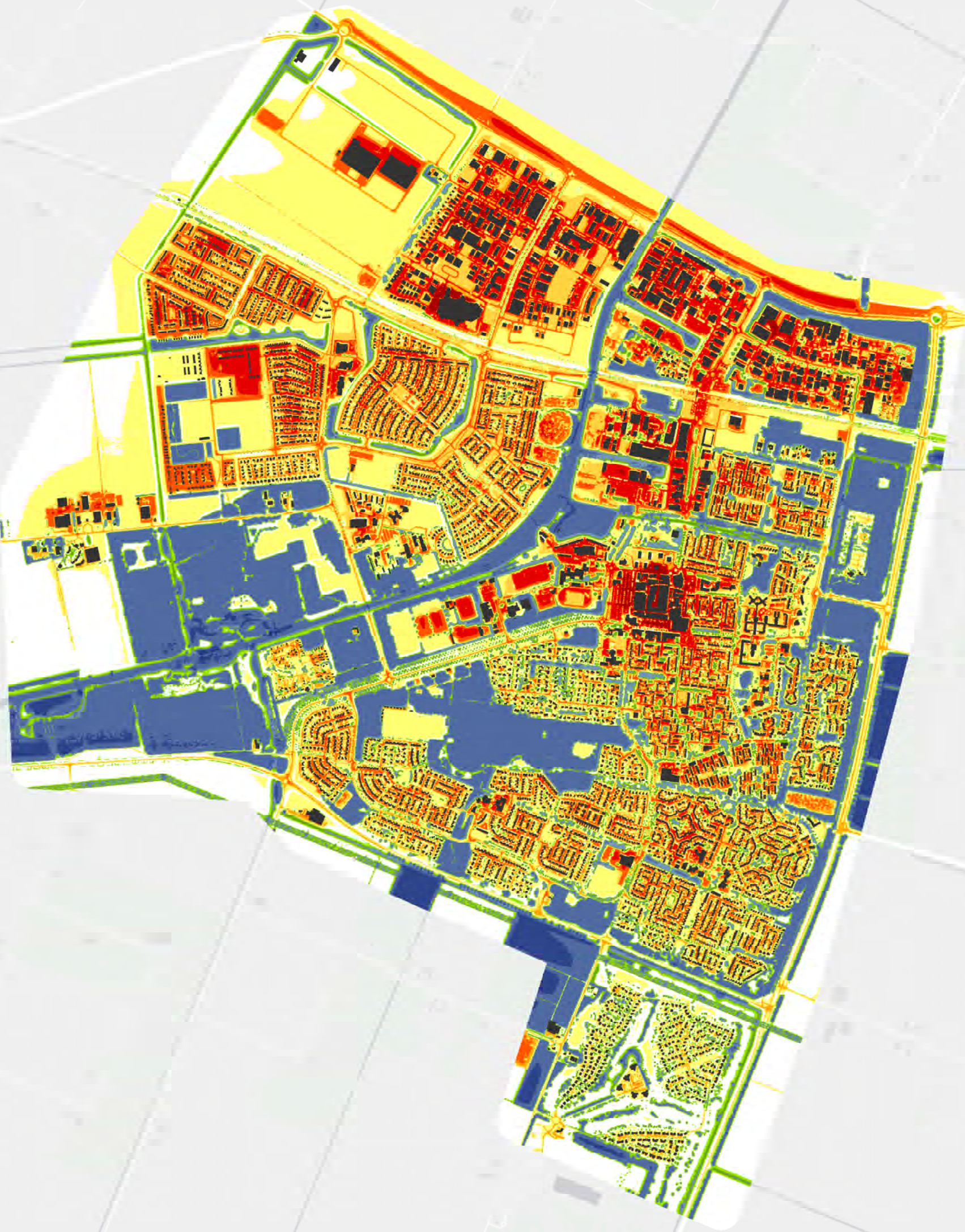
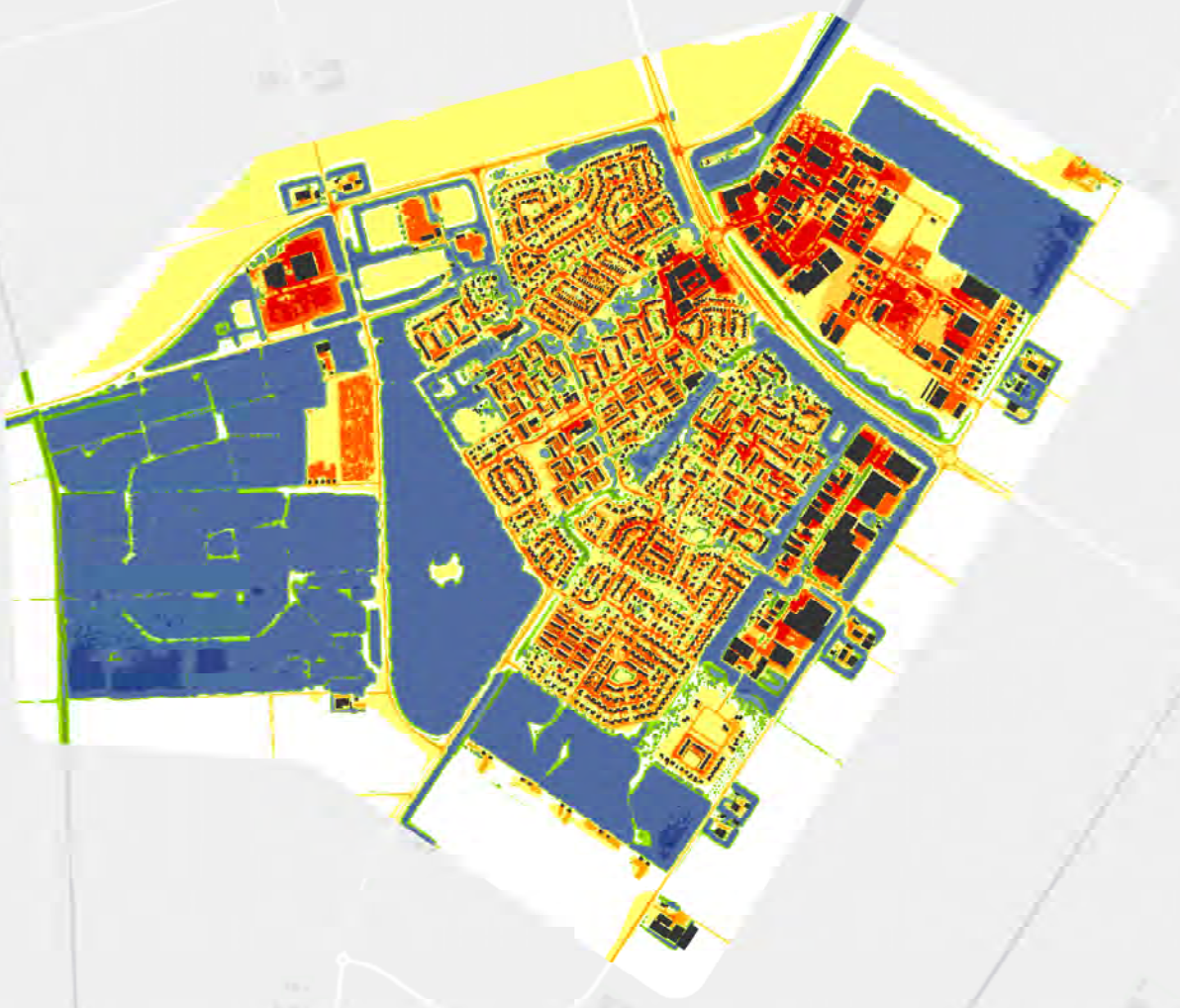
Opdrachtgever Waterschap Zuiderzeeland	Schaal 1:22000	Status DEFINITIEF
Project Stresstesten Dronten	Formaat A1	Projectnummer 1269676
Onderdeel Afstand tot Koelte 2050	Datum 15-03-19 11:46 Get. HSC Gec. #	Tekeningnummer 3
		Postbus 133 7400 AC Deventer Telefoon (0570) 69 99 11 Fax (0570) 69 96 66



Bijlage 7

Gevoelstemperatuurverschil kaart 2019

Gevoelstemperatuurverschil 2019



Opdrachtgever Waterschap Zuiderzeeland	Schaal 1:22000	Status DEFINITIEF
Project Stresstesten Dronten	Formaat A1	Projectnummer 1269676
Onderdeel Gevoelstemperatuurverschil 2019	Datum 15-03-19 11:46 Get. HSC Gec. #	Tekeningnummer 3



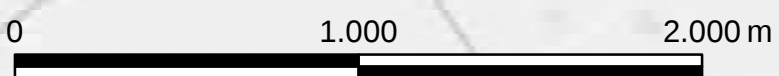
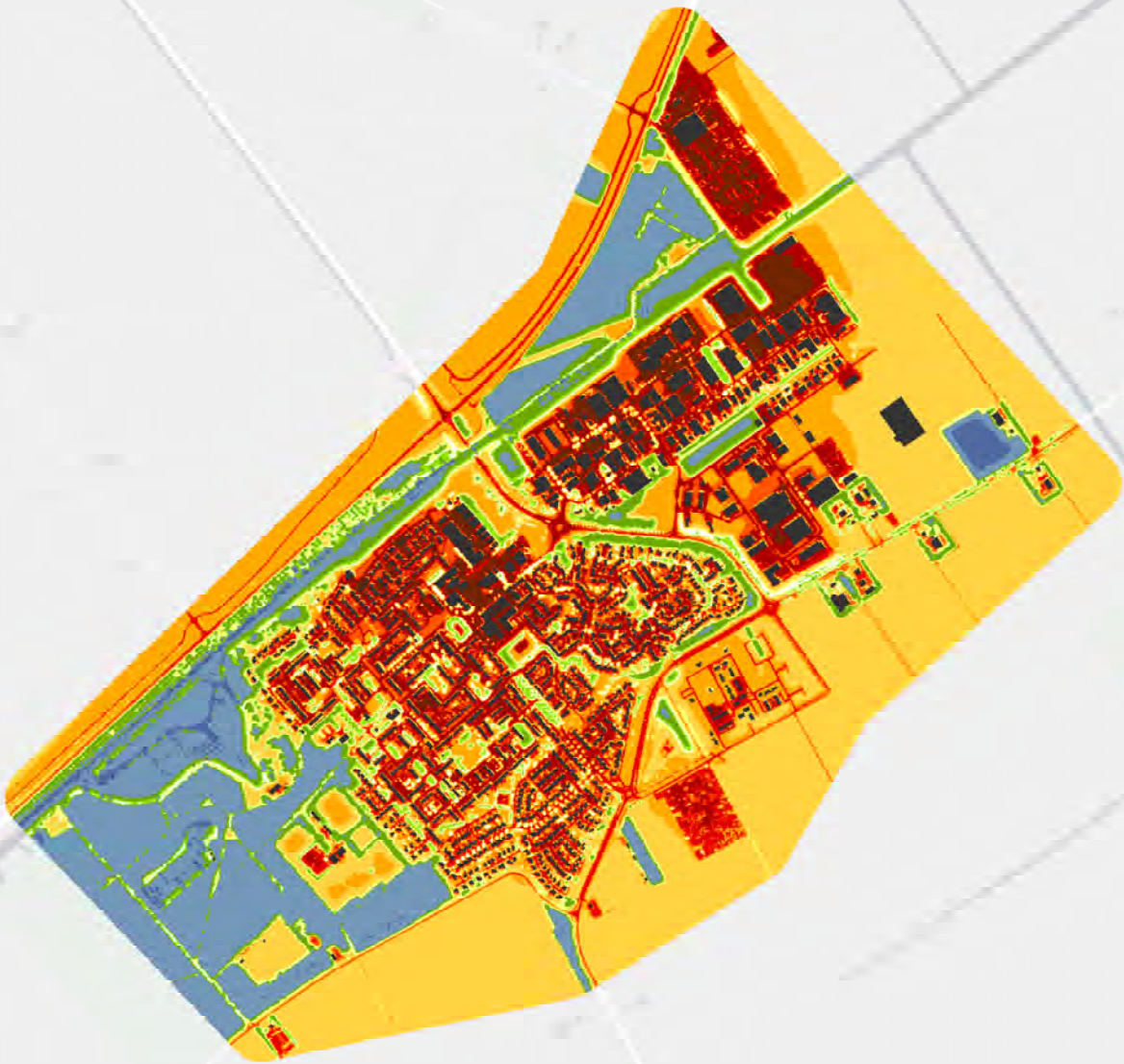
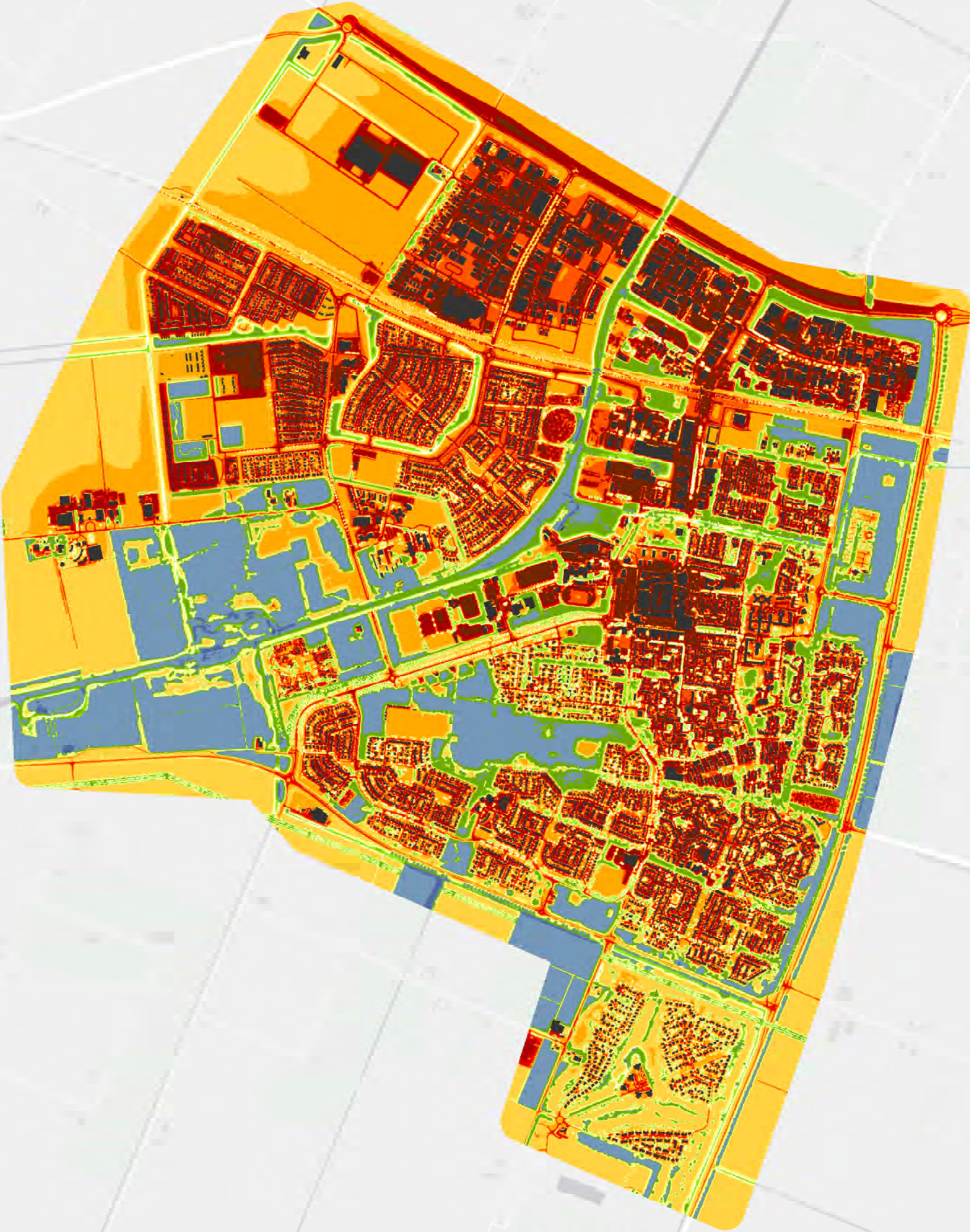
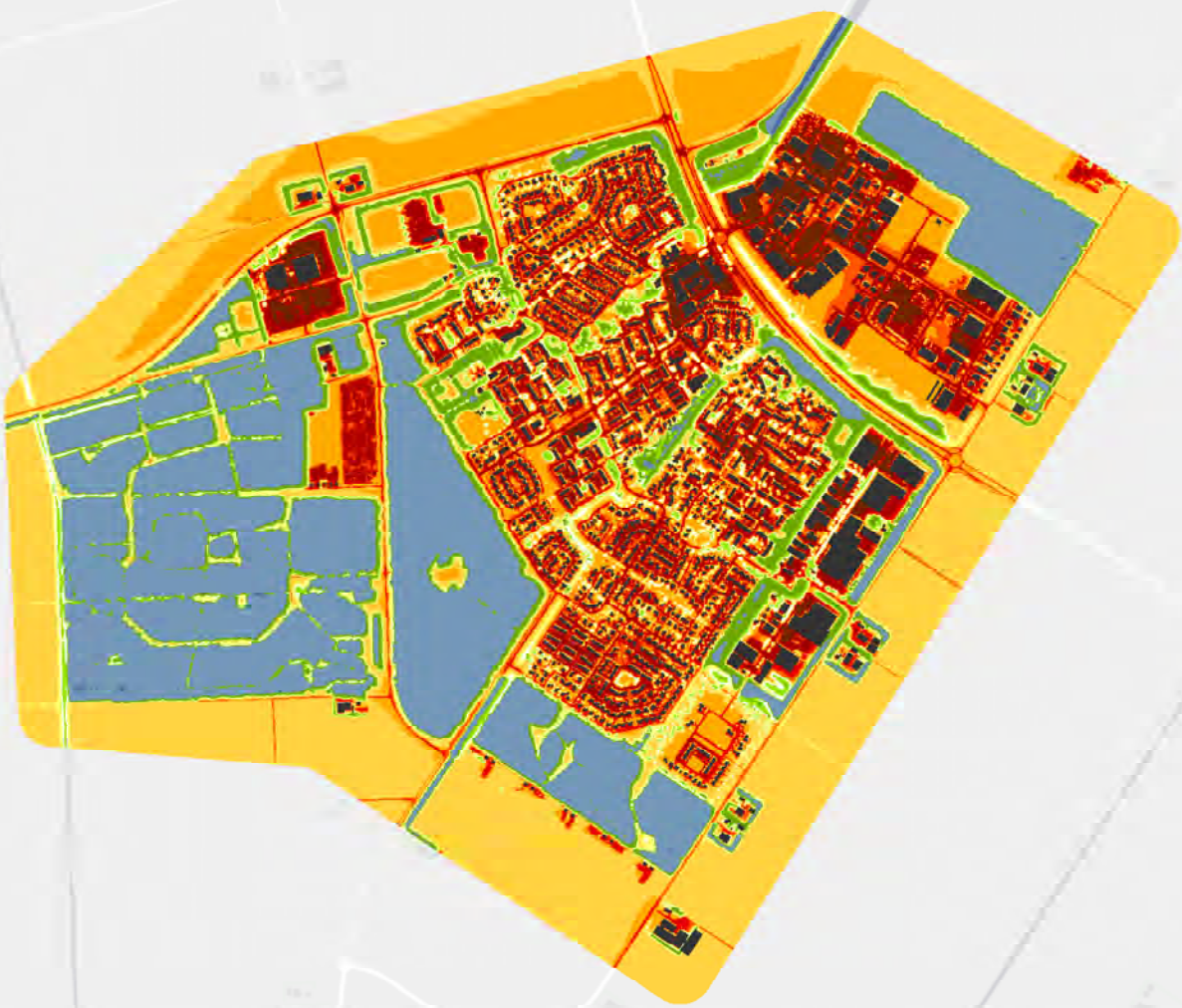
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon (0570) 69 99 11
Fax (0570) 69 96 66



Bijlage 8

Gevoelstemperatuurverschil kaart 2050

Gevoelstemperatuurverschil 2050



Opdrachtgever Waterschap Zuiderzeeland	Schaal 1:22000	Status DEFINITIEF
Project Stresstesten Dronten	Formaat A1	Projectnummer 1269676
Onderdeel Gevoelstemperatuurverschil 2050	Datum 15-03-19 11:46 Get. HSC Gec. #	Tekeningnummer 3



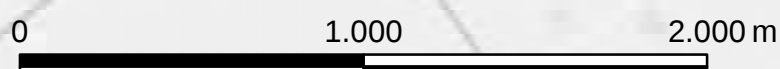
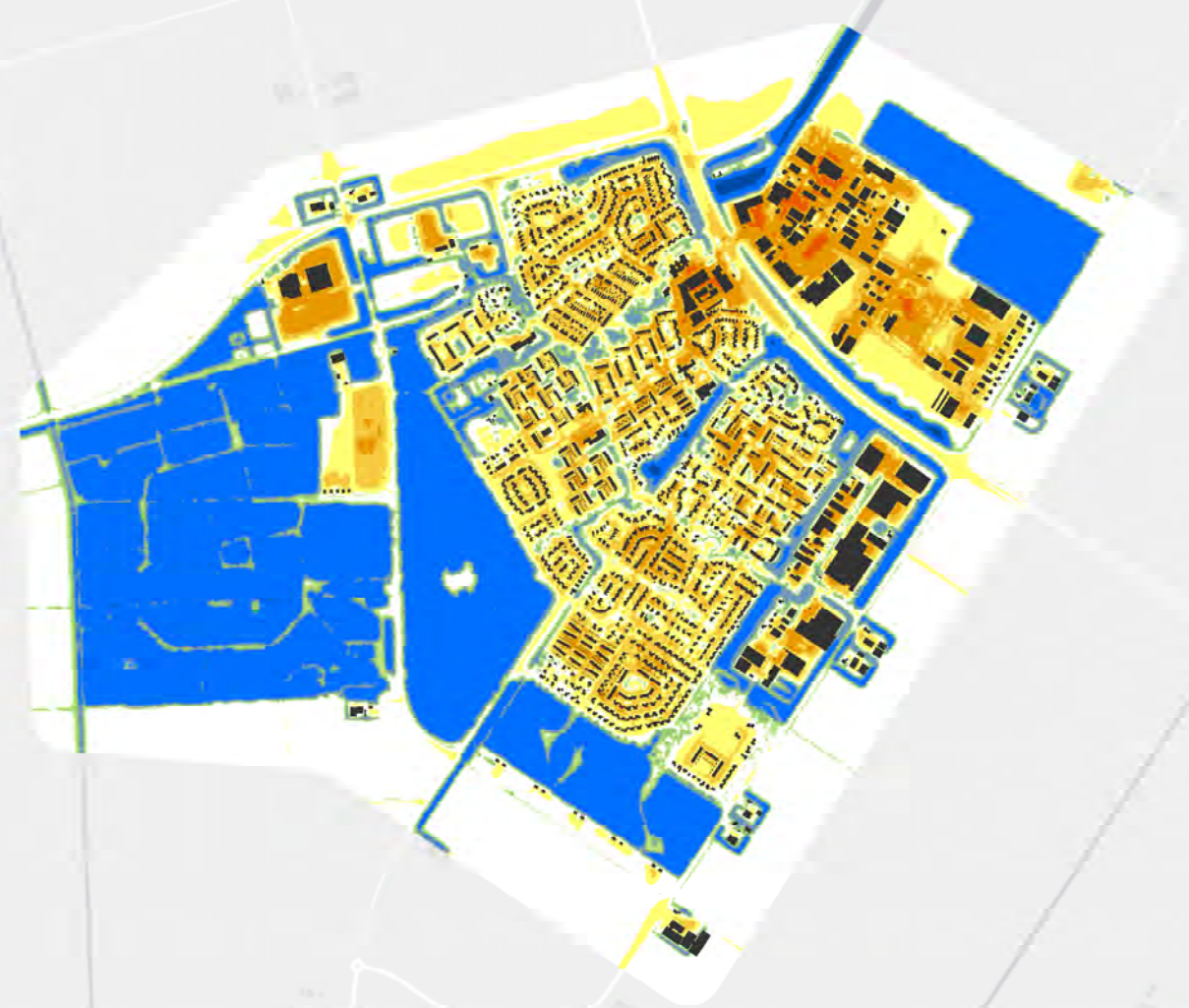
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon (0570) 69 99 11
Fax (0570) 69 96 66



Bijlage 9

Luchttemperatuurverschil 2019

Luchttemperatuurverschil 2019



Opdrachtgever Waterschap Zuiderzeeland	Schaal 1:22000	Status DEFINITIEF
Project Stresstesten Dronten	Formaat A1	Projectnummer 1269676
Onderdeel Luchttemperatuurverschil 2019	Datum 15-03-19 11:46 Get. HSC Gec. #	Tekeningnummer 3



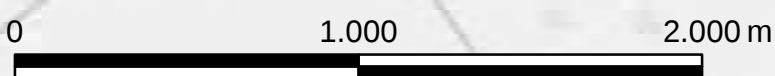
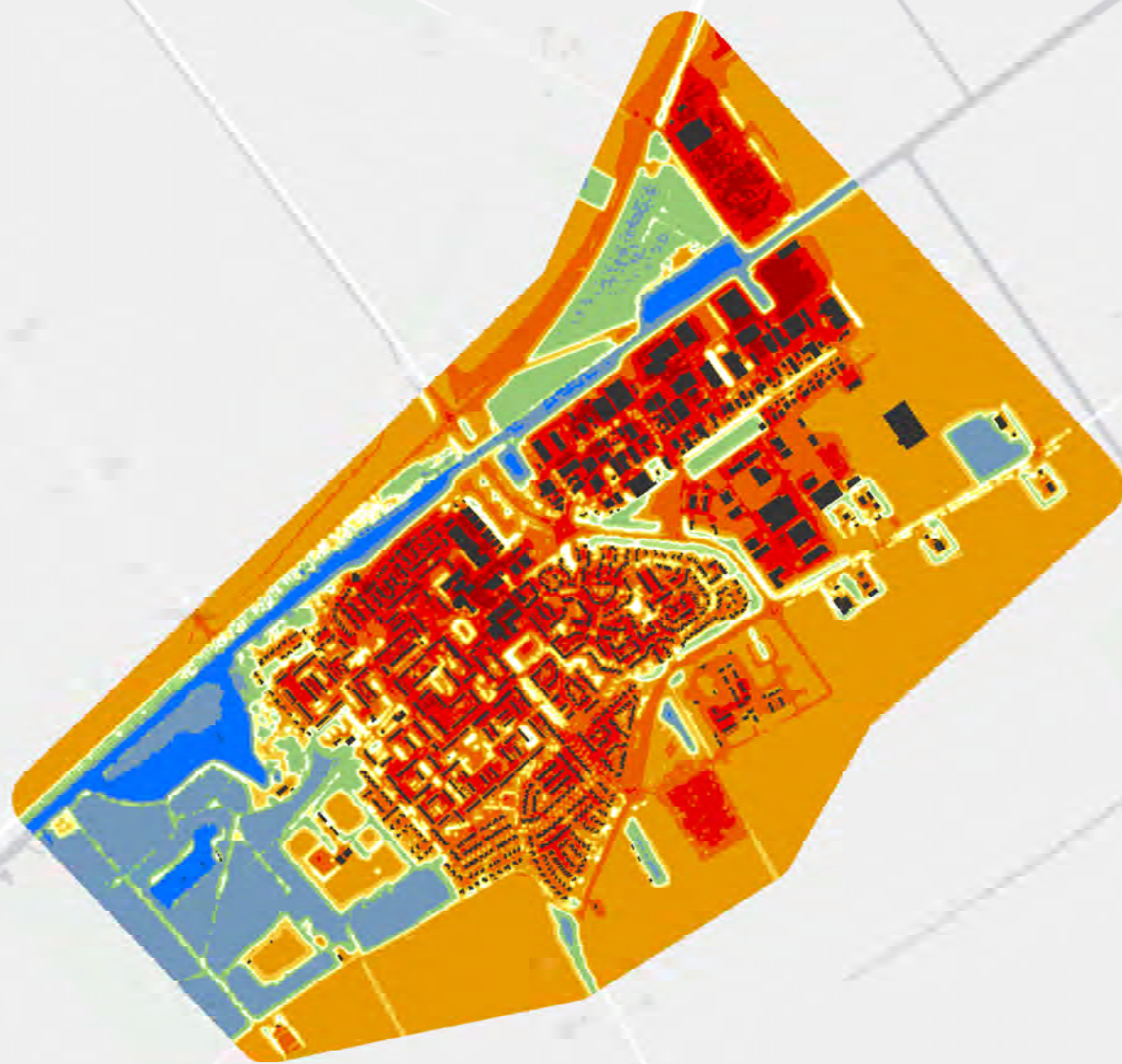
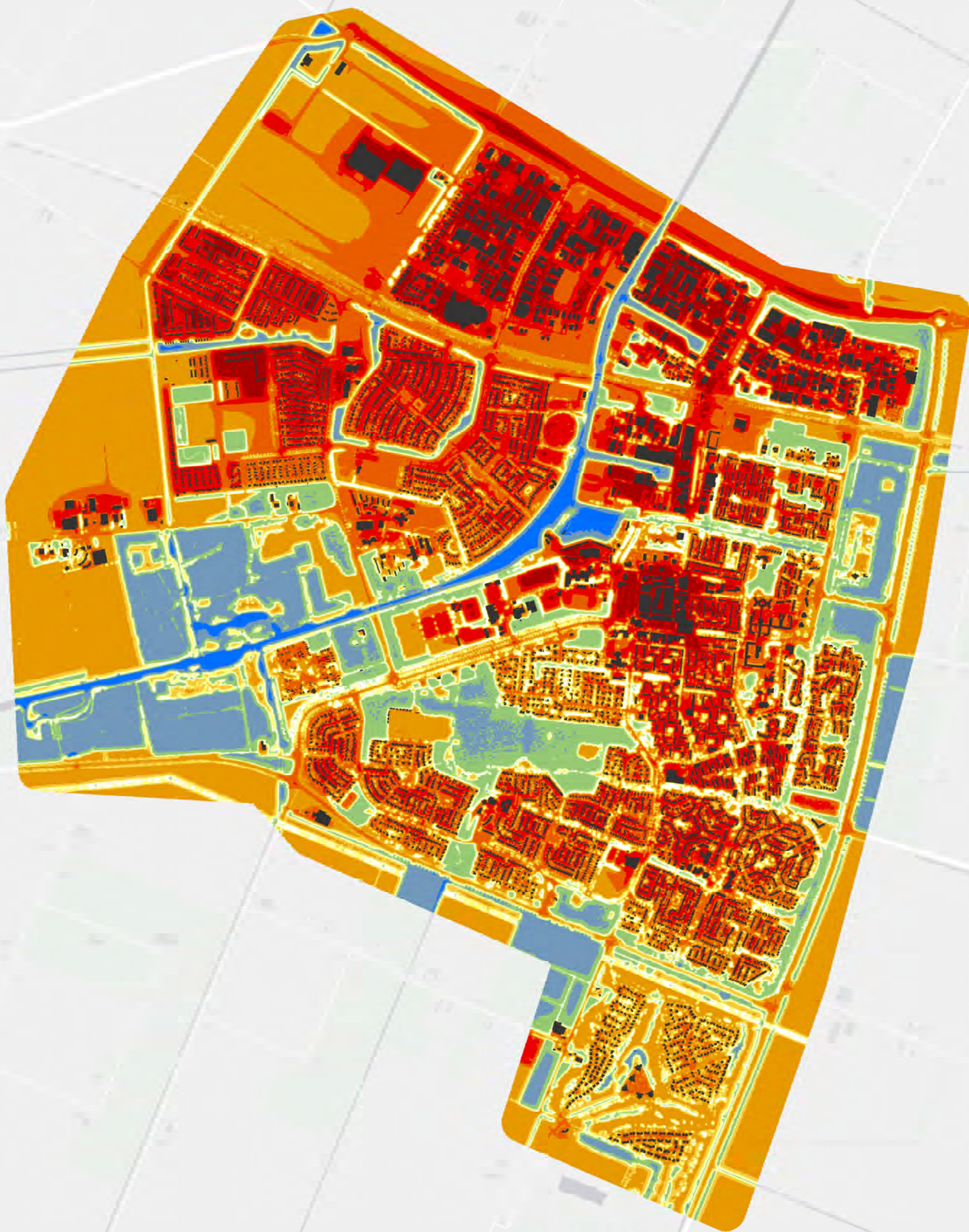
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon (0570) 69 99 11
Fax (0570) 69 96 66



Bijlage 10

Luchttemperatuurverschil 2050

Luchttemperatuurverschil 2050



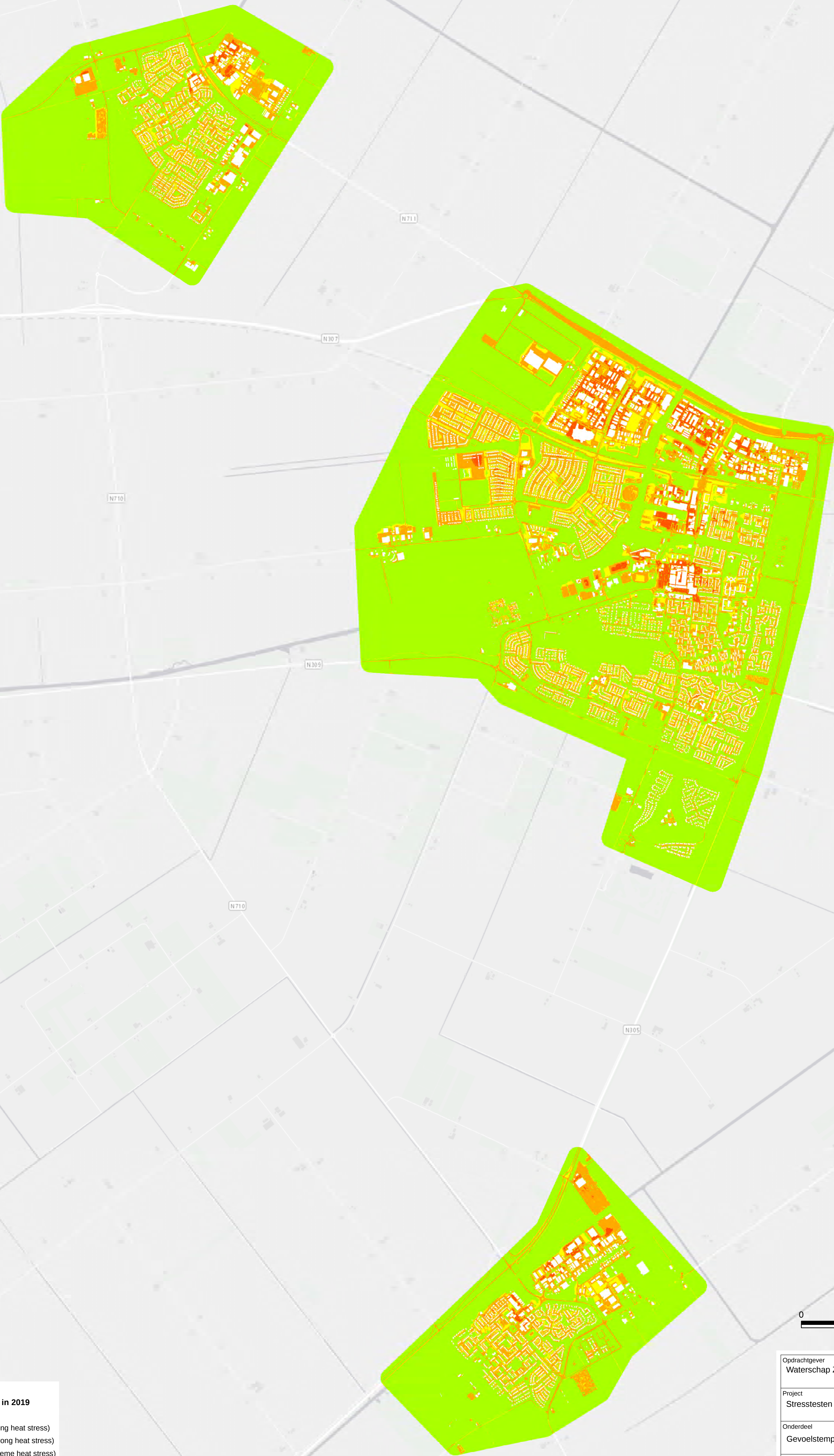
Opdrachtgever Waterschap Zuiderzeeland	Schaal 1:22000	Status DEFINITIEF
Project Stresstesten Dronten	Formaat A1	Projectnummer 1269676
Onderdeel Luchttemperatuurverschil 2050	Datum 15-03-19 11:46 Get. HSC Gec. #	Tekeningnummer 3
 Tauw		Postbus 133 7400 AC Deventer Telefoon (0570) 69 99 11 Fax (0570) 69 96 66



Bijlage 11

Gevoelstemperatuur per jaar 2019

Gevoelstemperatuur per jaar in 2019



Panden (wit)

Gevoelstemperatuur per jaar in 2019

- <5 dag/jaar PET >35
- PET >35 , >5 dag/jaar (Strong heat stress)
- PET >35 , >10 dag/jaar (Strong heat stress)
- PET >41 , >2 dag/jaar (Extreme heat stress)
- PET >41 , >7 dag/jaar (Extreme heat stress)
- PET >47 , >0.5 dag/jaar (Danger?!)
- PET >47 , >1 dag/jaar (Danger?!)

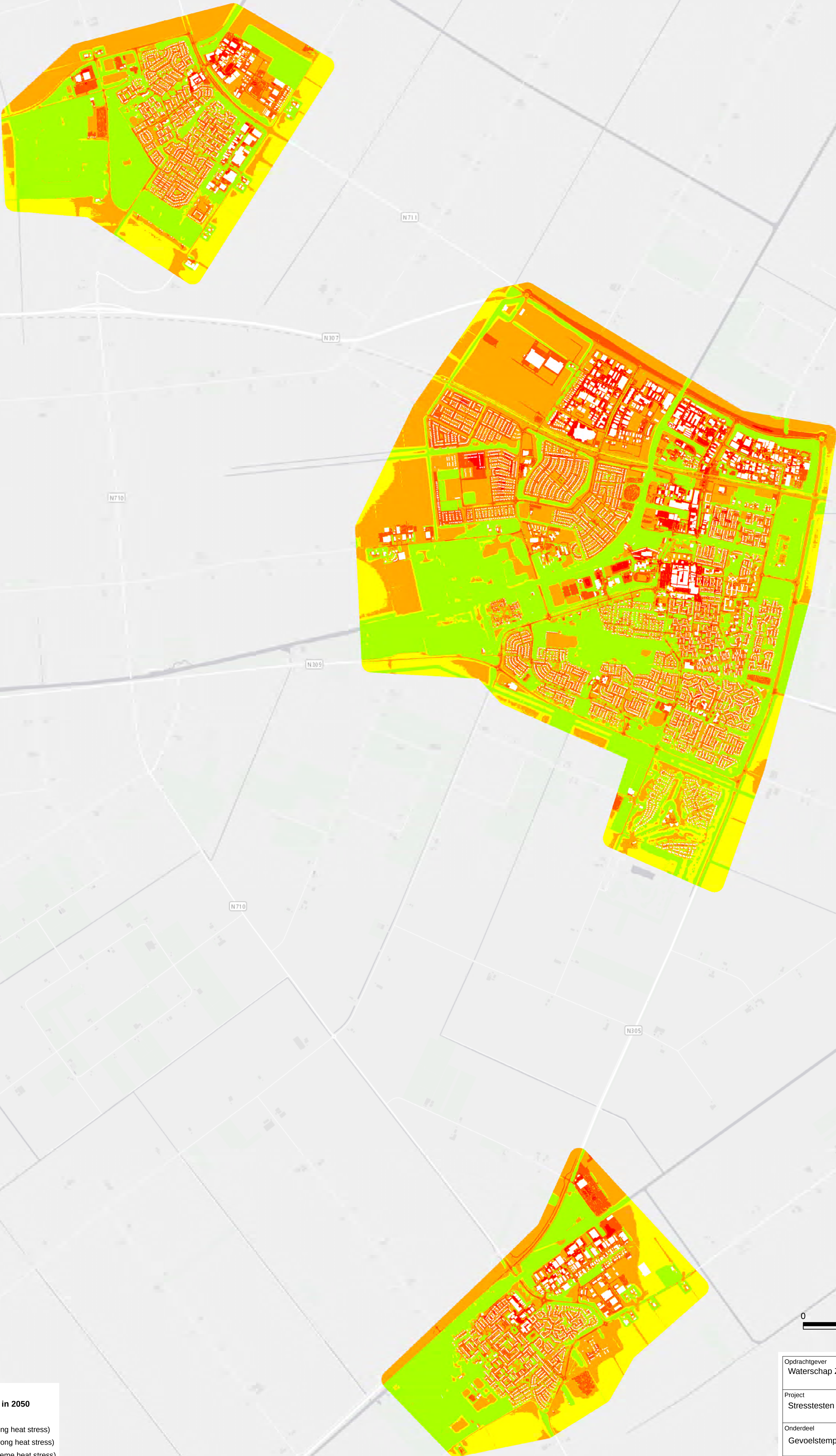
Opdrachtgever Waterschap Zuiderzeeland	Schaal 1:22000	Status DEFINITIEF
Project Stresstesten Dronten	Formaat A1	Projectnummer 1269676
Onderdeel Gevoelstemperatuur per jaar in 2019	Datum 15-03-19 11:46 Get. HSC Gec. #	Tekeningnummer 3
		Postbus 133 7400 AC Deventer Telefoon (0570) 69 99 11 Fax (0570) 69 96 66



Bijlage 12

Gevoelstemperatuur per jaar 2050

Gevoelstemperatuur per jaar in 2050



Panden (wit)

Gevoelstemperatuur per jaar in 2050

- <5 dag/jaar PET >35
- PET >35 , >5 dag/jaar (Strong heat stress)
- PET >35 , >10 dag/jaar (Strong heat stress)
- PET >41 , >2 dag/jaar (Extreme heat stress)
- PET >41 , >7 dag/jaar (Extreme heat stress)
- PET >47 , >0.5 dag/jaar (Danger?!)
- PET >47 , >1 dag/jaar (Danger?!)

Opdrachtgever Waterschap Zuiderzeeland	Schaal 1:22000	Status DEFINITIEF
Project Stresstesten Dronten	Formaat A1	Projectnummer 1269676
Onderdeel Gevoelstemperatuur per jaar in 2050	Datum 15-03-19 11:46 Get. HSC Gec. #	Tekeningnummer 3
		Postbus 133 7400 AC Deventer Telefoon (0570) 69 99 11 Fax (0570) 69 96 66