



Droogtestudie Lisse

Definitief

BODEM WATER FUNDERINGEN



Wareco is een gespecialiseerd ingenieursbureau op het gebied van water, bodem en funderingen. Onze kracht is onze kennis van de ondergrond te integreren met de bovengrondse opgaven. We verbinden onderzoeken en adviezen aan concrete ontwerpen en uitvoering. Enthousiast, persoonlijk en innovatief. Al 40 jaar leveren we maatwerk, met als resultaat hoge kwaliteit en duurzame, kostenbesparende oplossingen.

Vanuit meerdere vestigingen verspreid over Nederland bedienen we met circa 80 professionals overheden, bedrijfsleven en particulieren.

We hechten grote waarde aan kwaliteit en duurzaamheid. Het managementsysteem is ISO 9001 (kwaliteitsmanagement) en ISO 14001 (milieumanagement) gecertificeerd. Voor u als opdrachtgever komt dit tot uiting in de vorm van duidelijke afspraken, het afhandelen van klachten volgens vaststaande procedures en het, waar mogelijk en wenselijk, aandragen van duurzame oplossingen.

Daarnaast staat duurzaamheid ook bij onze bedrijfsvoering hoog op de agenda. Dit komt tot uiting in aandacht voor besparing op en hergebruik van grondstoffen en het beperken van milieubelasting.

Amsterdamseweg 71
1182 GP Amstelveen
020 750 46 00

Burg. van der Borchstraat 2
7451 CH Holten
0570 66 09 10

Droogtestudie Lisse

Definitief

Uitgebracht aan:

Gemeente Lisse

Auteur	M. Boerma, BSc	Kenmerk	190984, RAP20191108
Vrijgave	ir. D. Kuijk	Datum	15-11-2019
		Status	Definitief

Inhoudsopgave

Tekst	pagina
1. Inleiding.....	1
1.1. Aanleiding	1
1.1. Doelstelling	2
1.2. Gebruikte gegevens.....	4
1.3. Leeswijzer	4
2. Samenvatting	5
2.1. Waarnemingen droogte 2018.....	5
2.2. Grondwaterhuishouding na klimaatsverandering in 2050	6
2.3. Risico bodemdaling.....	6
2.4. Risico's droogstand funderingen.....	7
2.5. Integrale droogteanalyse en oplossingsrichtingen.....	7
2.6. Aanbevelingen richting praktijk en dialogen.....	9
3. Droogte - achtergronden	10
3.1. Algemeen.....	10
3.2. Waarnemingen droogte 2018.....	11
3.2.1. Meteorologie.....	11
3.2.2. Wateraanvoer en peilbeheer	12
3.2.3. Grondwaterhuishouding	13
3.3. Droogtescenario's voor toekomstig beheer	14
3.3.1. Effecten van klimaatsverandering 2050 op de grondwaterhuishouding	15
3.3.2. Effecten van preventief opzetten boezempeil	16
3.3.3. Effecten van uitzakkend oppervlaktewaterpeil.....	16
4. Risico's op bodemdaling	17
4.1. Zettingsgevoelige bodemlagen in Lisse	18
4.2. Droogvallen veenlagen.....	18
5. Risico's op schade aan panden	19
5.1. Typen funderingen in Lisse	19
5.2. Aandachtsgebieden	20

6.	Infrastructuur(leidingen) en droogte	22
6.1.	Droogstand van drainagesystemen.....	22
6.2.	Aanvullende schade leidingen door droogte	23
7.	Ervaringen uit de Praktijk	24
7.1.	Meldingen	24
7.2.	Infrastructuur en Groenvoorziening	24
7.3.	Waterbeheer	25

Bijlagen

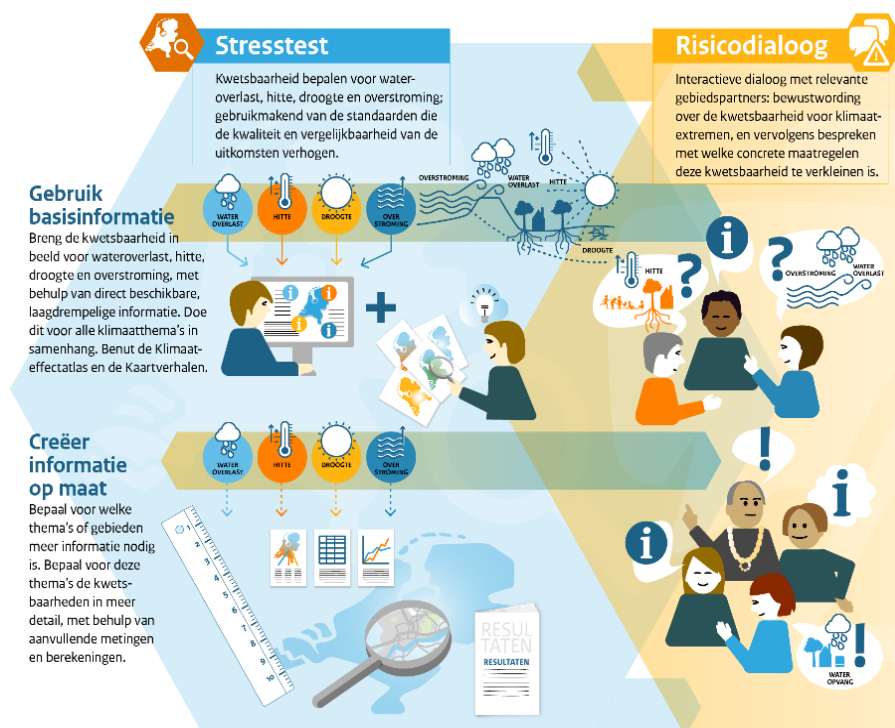
1. Uitzakking grondwaterstand 2018 ten opzichte van historie
2. Effect klimaatverandering op RLG
3. Effect klimaatverandering op minimale grondwaterstand
4. Effect van verhogen boezempeil op grondwaterstand
5. Effect van uitzakken oppervlaktewater op grondwaterstand
6. Zettingsgevoelige bodem in Lisse
7. Locaties waar veenlagen zijn drooggevallen in 2018
8. Indicatie type fundering
9. Locaties funderingstype op staal in zettingsgevoelig gebied
10. Aandachtsgebieden zettingen en fundering op staal
11. Aandachtsgebieden droogstand houten palen funderingen
12. Risico droogstand van drainageleidingen
13. Risico's riolering in zettingsgevoelig gebied
14. Integrale analyse
15. Informatie over actief grondwaterpeilbeheer en urban water buffer

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Ons klimaat verandert. Men verwacht dat klimaatextremen, zoals langdurig droge perioden, vaker voor gaan komen. Door een toenemend neerslagtekort en verdamping dalen de grondwaterstanden, wat verschillende indirecte effecten met zich meebrengt. Om Nederland voor te bereiden op klimaatverandering, hebben alle gemeenten met elkaar afgesproken om klimaatstresstesten uit te voeren voor de thema's: wateroverlast, droogte, hittestress en waterveiligheid. De stresstesten brengen de kwetsbaarheden van deze thema's binnen de gemeenten in kaart, met als doel een klimaatdialoog op gang te brengen en een maatregelenprogramma op te zetten.

De gemeente Lisse wil inzicht krijgen in hoe de droogte in 2018 van invloed is geweest op de grondwaterstanden, hoe de droogte zich verhoudt ten opzichte van eerdere droge jaren en verwachte droge jaren uit klimaatscenario's. Om inzicht te krijgen in de gevolgen van droogte heeft de gemeente in kaart laten brengen wat de aandachtsgebieden zijn en hoe zich dat vertaalt naar risico op bodemdaling en risico's voor bouwconstructies, infrastructuur en (groen)voorzieningen. Het kader wordt weergegeven in figuur 1.

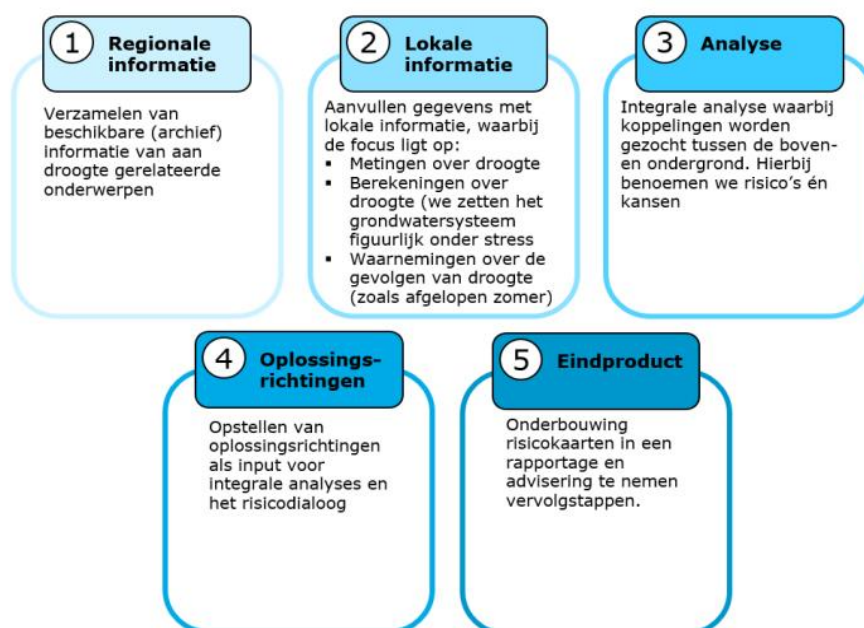


Figuur 1: Kader voor deze droogtestudie

1.1. Doelstelling

De droogtestudie kan de gemeente gebruiken als klimaatstresstest voor het thema droogte, maar bevat ook praktische informatie die voor het dagelijks beheer te gebruiken is. Hiermee wordt invulling gegeven aan de verplichting tot het uitvoeren van een stresstest voor eind 2019 zoals benoemd in het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie. We hanteren daarbij de stappen zoals weergegeven in figuur 2 voor het verzamelen, combineren en interpreteren van informatie.

In deze studie gaan we in op de te verwachten effecten en kwetsbaarheden van droogte voor de gemeente. De relevante thema's zijn opgenomen in figuur 3. De aandachtsgebieden voor droogte zijn gebaseerd op algemene informatie over de bodemopbouw, de ouderdom van de bebouwing en de funderingswijze. Deze is gekoppeld aan de gemeten grondwaterstanden en modelberekeningen van diverse droogtescenario's. Door kaarten met verschillende risico's en kwetsbaarheden met elkaar te combineren, ontstaat een beeld van de buurten die gevoelig zijn voor droogte. We dragen verschillende oplossingsrichtingen op hoofdlijnen aan binnen het thema droogte. Met deze droogtestudie vergroten we het inzicht in de praktische implicaties door de droogte in 2018 als praktijktest te gebruiken.



Figuur 2: Stappen voor het verzamelen, combineren en interpreteren van informatie.

Met deze droogtestudie integreren we de bevindingen uit de vorige studies van Wareco in Lisse maar nu met de focus op klimaat verandering tot 2050 en droogte voor en integrale analyse. We gebruiken daarbij het grondwatermeetnet met data over de periode 2017-2019, dus inclusief de droogte van 2018 en de historische handmetingen vanaf 2010. We brengen de volgende onderdelen in kaart:

- Welk effect heeft droogte op de grondwaterstanddaling nu en met klimaatverandering?
- Welke gebieden zijn kwetsbaar voor bodemdaling?
- Welke risico's zijn er voor de openbare infrastructuur (wegen, riolering, drainage) door droogte?
- Wat zijn de risico's van droogte op particuliere percelen? En waar treden deze risico's op?
- Wat gebeurt er met de grondwaterstand als het oppervlaktewaterpeil door droogte zakt?



Figuur 3: Onderwerpen waarbinnen (indirecte) effecten verwacht worden als gevolg van droogte en grondwaterstanddaling.

1.2. Gebruikte gegevens

Voor het uitvoeren van het onderzoek hebben wij de volgende gegevens gebruikt:

1. Dinoloket van TNO en REGIS (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem)
2. Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG)
3. Gemeentelijk grondwatermeetnet Lisse, in beheer bij Wareco Ingenieurs, kenmerk: KM74Q
4. Grondwatermodel gemeente Lisse, kenmerk: CC96 RAP20171123, d.d. 23 Oktober 2017, opgesteld door Wareco Ingenieurs
5. KNMI'14 Klimaatscenario's voor Nederland
6. Praktijkervaring van de Gemeente Lisse
7. Klimaateffectatlas.nl
8. De nationale bodemdalingskaart.nl
9. Actueel Hoogtebestand Nederland
10. Aandachtsgebieden overlast en onderlast Lisse, kenmerk KM74A RAP20130731, d.d. 6 augustus 2013
11. Inventarisatie risico op onderlast in Lisse, kenmerk KM74C RAP20140216, d.d. 30 juni 2014
12. Maatregelen kwetsbare panden op staal te Lisse, Kenmerk KM74O RAP20170102, d.d. 24 april 2017

De in de tekst vermelde cijfers tussen [] verwijzen naar bovenstaande gegevens.

1.3. Leeswijzer

In dit rapport leest u de resultaten van onze studie naar de aandachtsgebieden voor droogte in de gemeente Lisse.

Het rapport is zodanig opgebouwd dat u als eerste onze conclusies, aanbevelingen en oplossingsrichtingen leest met betrekking tot de aandachtsgebieden voor droogte. Als u wilt weten hoe wij tot deze aandachtsgebieden zijn gekomen, dan leest u door in de overige hoofdstukken.

2. Samenvatting

Het stedelijk watersysteem van de gemeente Lisse is getoetst aan de hand van waarnemingen die zijn gedaan tijdens de droogte die in de zomer van 2018 is opgetreden. Daarbij is gekeken naar waarnemingen die binnen de gemeente zijn gedaan (metingen, observaties in het groenbeheer et cetera) en acties die noodzakelijk waren om de gevolgen van droogte voor het stedelijk gebied te compenseren. Deze praktijkervaring leert ons voor een groot deel hoe robuust het watersysteem en leefomgeving van de gemeente is.

Daarnaast is met het grondwatermodel van de gemeente Lisse een inschatting gemaakt van de betekenis van toekomstige extremen op het grondwatersysteem. Hoe ver zakt het grondwater verder uit als de voorspelling vanuit klimaatmodellen werkelijkheid wordt of wanneer oppervlaktewaterpeilen niet meer kunnen worden gehandhaafd?

De kennis die is opgedaan uit de praktijkervaring bij de droogte in 2018 en de voorspellingen vanuit klimaatscenario's, is in samenhang gebruikt als basis voor oplossingsrichtingen.

2.1. Waarnemingen droogte 2018

De zomer van 2018 was extreem droog met een neerslagtekort dat slechts eens in de dertig jaar voorkomt en een rivierafvoer die slechts eens in de zestig jaar voorkomt. Deze periode vormt daardoor een goede praktijktoets voor de gevoeligheid of robuustheid van het (grond)watersysteem voor droogte. Onderstaand lichten wij per uitgelicht thema onze bevindingen toe:

Beheer gemeente

Het algemene beeld is dat er bij de gemeente in 2018 weinig meldingen van droogte gerelateerd problematiek zijn binnengekomen [6]. Daarbij geldt wel dat onbekend is of bewoners überhaupt weten dat er schade is opgetreden, dat schade aan panden gemeld kan of moet worden bij de gemeente en hoe die meldingen worden geregistreerd. De riolering in Lisse is vaak niet onderheid. Tijdens en na de droogte van 2018 zijn geen aanvullende waarnemingen bekend dat schade is opgetreden door ongelijkmatige zettingen.

Het openbaar groen is vorig jaar bij nieuwe aanplant en bij de beukenhagen aanvullend bewaterd. Er is weinig zichtbare schade aan de groenvoorzieningen opgetreden. Opgemerkt wordt dat de schade pas in een later stadium zichtbaar wordt. Bijvoorbeeld bomen en heesters die in het voorjaar niet opnieuw uitlopen. Jonge aanplant heeft water gehad en de inboet-uitval- lijkt niet meer dan andere jaren.

De extreem droge periode in 2018 lijkt daarmee voor het beheer van voorzieningen binnen de gemeente Lisse geen bijzondere invloed te hebben gehad. Er zijn geen uitzonderlijke waarnemingen gedaan of inspanningen noodzakelijk geweest, ten opzichte van andere zomers.

Beheer oppervlaktewater

In de droge zomer van 2018, stond de aanvoer van zoet water onder druk en waren inspecties van veendijken noodzakelijk. Vanaf 24 juli 2018 is de zogeheten KWA regeling (Klein-schalige Water Aanvoer) in werking getreden die zorgt voor manieren om ondanks watertekort toch zoet water aan te voeren. In tijden van extreme droogte raakt het inname punt bij Gouda verzilt door lage rivierwaterafvoer.

Het verzilte water is onder meer schadelijk voor de natuur en teelt van bollen, fruit, bomen en groente. Nu wordt de KWA gemiddeld eens in de acht jaar ingezet (2003, 2011, 2018), in de toekomst zal dat steeds vaker het geval zijn.

Tijdens de droogte van 2018 kon het oppervlaktewaterpeil door het Hoogheemraadschap van Rijnland worden gehandhaafd. Er is nagedacht (en tevens uitgevoerd in 2018) over de mogelijkheden om het oppervlaktewaterpeil op te zetten, met onder meer als doel het grondwater en overig oppervlaktewater in tijden van droogte aan te vullen.

Grondwaterhuishouding

De grondwaterstanden in 2018 zakten plaatselijk tot 20 cm verder uit dan uit de historische meetgegevens vanuit het grondwatermeetnet is waargenomen, zie [bijlage 1](#). De grootste uitzakking vindt plaats in gebieden waar van nature ondiepe veenlagen aanwezig zijn, ten oosten van de dorpskern en in de Poelpolder.

De grondwaterstanden zakken plaatselijk uit tot meer dan 20 cm beneden het gehanteerde oppervlaktewaterpeil (zomerpeil). Dit resulteert in een grotere kwel component van het (zoute) diepe grondwater en een versnelling van verzilting van het zoete grondwater.

Als gevolg van de droge periode zakken grondwaterstanden plaatselijk uit tot nabij of zelfs onder het aanlegniveau (b.o.b.) van drainageleidingen, zie [bijlage 12](#). Dit is onwenselijk en heeft invloed op de levensduur of benodigde onderhoudsinspanning om de ontwaterende functie van de drainage te waarborgen.

2.2. Grondwaterhuishouding na klimaatsverandering in 2050

Als gevolg van klimaatsverandering nam neerslag in de winter met 17% toe en zal in de zomer juist 13% minder neerslag vallen. De representatief lage grondwaterstand (RLG) daalt als gevolg van klimaatverandering in 2050 tot maximaal 5 cm ten opzichte van de huidige situatie. In geval van extremen (laagste voorkomende grondwaterstanden) zal dit meer zijn (tot circa 25 cm).

Modelmatig is nagegaan hoe robuust het grondwatersysteem is wanneer oppervlaktewaterpeilen als gevolg van droogte niet langer kunnen worden gehandhaafd (15 cm uitzakken t.o.v. peil over de droge periode). Als gevolg van de uitzakking wordt verwacht dat in een straal van 50 meter rondom de watergangen een extra daling van de grondwaterstanden zal optreden.

2.3. Risico bodemdaling

Bodemdaling vormt voor Lisse op basis van de bodemopbouw een risico, zie [bijlage 6](#). Er zijn veel gebieden en wijken die op een veen of kleiondergrond liggen en dat levert risico's voor panden, funderingen en infrastructuur. Zettingsschade vormt een risico als ondiepe klei of veenlagen voor het eerst droogvallen. Bij te lage grondwaterstanden kunnen versnelde en ongelijkmatige zettingen plaatsvinden met risico's op scheuren in bebouwing of riolering. In [bijlage 10](#) zijn de aandachtsgebieden voor schade aan panden door zettingen in de bodem opgenomen. In [bijlage 13](#) is weergegeven welke riolering in zettingsgevoelig gebied liggen en gevoelig zijn voor schade/scheuren.

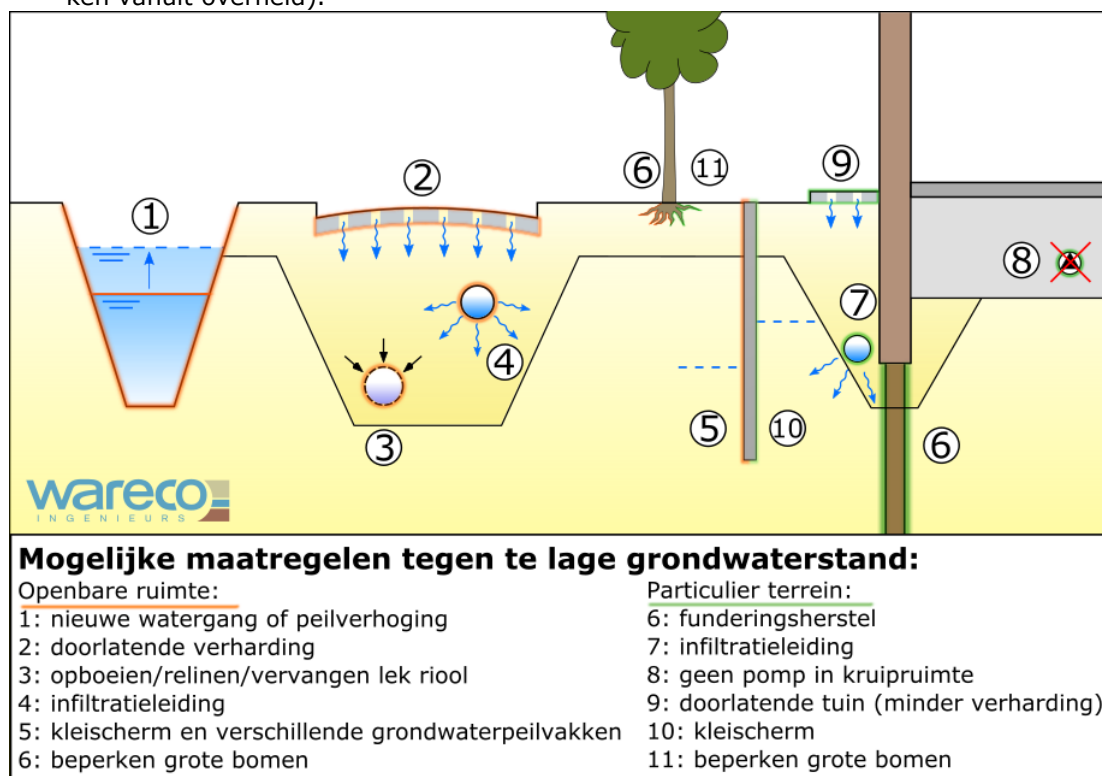
2.4. Risico's droogstand funderingen

Door droogte zakt de grondwaterstand uit. Bij te lage grondwaterstanden en panden die gefundeerd zijn op houten palen kan droogstand optreden. Door droogstand worden de houten palen aangetast waardoor de draagkracht vermindert. Na verloop van tijd kan de draagkracht dermate verminderen waardoor er kans is op schade aan het pand. In [bijlage 11](#) is aangegeven in welke gebieden de grondwaterstand in 2050 dermate laag is dat er kans is op droogstand van houten palen.

2.5. Integrale droogteanalyse en oplossingsrichtingen

Het risico voor schade als gevolg van droogte is op basis van de achterliggende analyse en informatie reëel. In [bijlage 14](#) is een samenvattende kaart opgenomen met daarin waar in de gemeente bijzondere aandacht voor droogte nodig is. Op hoofdlijnen zijn de volgende oplossingsrichtingen voor droogteproblematiek mogelijk:

- beperken van afvoer (lekke riolen vervangen, aanpassen groen/boomtype, bemalingen beperken, verhogen en flexibel maken drainage-instelniveaus, gezuiverd effluent terugbrengen naar bodem, dynamisch oppervlaktewaterpeilbeheer);
- vasthouden en bergen (regenwater vasthouden en ondiep infiltreren, langdurig bergen op grotere diepte zoals Urban Waterbuffer);
- aanvoeren (grondwater aanvoeren vanuit een waterberging in de diepere ondergrond, het oppervlaktewater op peil houden en aanvoeren via infiltratieleidingen);
- verdelen van water van het ene gebied (met overschot) naar andere (met watervraag);
- lokale afwatering richting groenstroken (de 'klimaatboom');
- voorkomen dat extra gewicht wordt aangebracht op slappe bodems (gewichtsneutraal ophogen);
- herstel funderingen panden (stimulering vanuit overheid);
- water aanbieden aan bewoners om grondwaterstand op eigen terrein op peil te houden (aanleg drainage-infiltratieleidingen openbaar gebied, stimulering om daarop aan te takken vanuit overheid).



Figuur 4: Enkele droogtemaatregelen gevisualiseerd

Conflicterende belangen vragen een integrale aanpak met regie

Voor verschillende gebieden en verschillende droogte gerelateerde problemen zijn oplossingsrichtingen op maat nodig. In de vervolgfasen worden de richtingen voor de verschillende klimaatthema's integraal benaderd. Daarbij moet ervoor worden gewaakt dat bij het oplossen van het ene probleem een nieuw probleem wordt veroorzaakt. Rekening houdend met conflicterende belangen in tijd (natte en droge perioden) maar ook in de ruimte (wijken met zowel funderingen op staal als op houten palen). Dat vraagt om een aanpak waar alle belanghebbende partijen worden betrokken en kennis en informatie over de ondergrond wordt gebundeld. Enkele voorbeelden van conflicterende belangen zijn:

- oppervlaktewater via drainage-infiltratieleidingen naar het grondwater leiden, goed voor beperken grondwaterdaling, mogelijk slecht voor beschikbaarheid oppervlaktewater;
- regenwater afvoeren naar bodem: goed voor bestrijden wateroverlast op straat en droogte, mogelijk slecht voor grondwateroverlast in woningen;
- vergroening: geeft meer koelte en meer regenwateraanvulling naar bodem, mogelijk slecht voor uitzakking grondwater en daarmee zakkingsrisico's voor panden en bijvoorbeeld riolering;
- aanleggen van drains: goed om grondwateroverlast te bestrijden, mogelijk slecht ten aanzien van droogte;
- oppervlaktewaterpeilen meer fluctueren: robuuster watersysteem, mogelijk slecht voor grondwateroverlast en droogte.

Maatwerk

Actief grondwaterpeilbeheer in veengebieden vraagt een andere aanpak dan op de strandwallen, hoewel het doel gelijk is: een waterbuffer voor droogte aanleggen. Op de strandwallen is de grondwaterstand diep en is er vaak ruimte om regenwater te infiltreren, de uitwerking: hoe, waar en wanneer zou samen met Rijnland en de Keukenhof moeten worden bepaald.

In veengebieden is er door oppervlaktewaterpeilen net onder het maaiveldniveau een geringe ontwatering en daardoor weinig ruimte om een grondwaterbuffer aan te leggen. Deze ruimte ontstaat pas als door droogte het grondwater uitzakt; dan is zoetwater echter schaars en kan het in Lisse onvoldoende worden aangevoerd. Als het oppervlaktewaterpeil op niveau is, kan het via onderwaterdrainage in het veenpakket worden gebracht om maaiveld daling te voorkomen. In Lisse zelf is dit door het beperkte aantal watergangen slechts op een beperkt aantal plaatsen te realiseren. Als bij extreme droogte ook het oppervlaktewaterpeil zakt, zal er van elders water aangevoerd moeten worden om onomkeerbare schade te voorkomen. In sommige omstandigheden zijn er mogelijkheden om een watervoorraad in de diepere ondergrond op te slaan en bij droogte aan te spreken een voorbeeld daarvan is de Urban Water Buffer ([bijlage 15](#)).

Strandwallen

De grondwaterstand zakt hier pas uit bij langere droge perioden. Voor zetting levert dit nauwelijks risico's op vanwege de zandondergrond. Het centrum van Lisse ligt op deze zandondergrond, hoewel er hier soms ook veenlagen voorkomen. Verzilting is een risico dat vooral van Rijnland en de bollenboeren aandacht verdient; de gemeente kan hiertegen maar beperkt maatregelen nemen. Een oplossingsrichting voor dit gebied is meer regenwater infiltreren en actief grondwaterpeilbeheer (zie [bijlage 15](#)). Omdat de afstand tot oppervlaktewater soms groot is, kan (regen)water opslag in de ondergrond met een systeem als de Urban Water Buffer zinvol zijn (zie [bijlage 15](#)).

Funderingsrisico's zijn er in Zeeheldenwijk en de Oranjewijk door droogval van houten paal fundering.

In het buitengebied is voor de bollenteelt en de Keukenhof een belangrijk door de keuze of droogte of juist wateroverlast het voornaamste probleem is en hoe dit kan worden aangepakt zonder andere problemen te veroorzaken.

Voormalige strandvlakten: Pas na een langere droge periode zakt het grondwater hier uit, waardoor de klei- en veenlagen op de zandondergrond voor zettingsrisico's kunnen zorgen. Halfweg is gelegen op de voormalige strandvlakten. Verzilting is op de langere termijn een risico dat vooral van Rijnland en de landbouw aandacht verdient; gemeenten kunnen hiertegen maar beperkt maatregelen nemen. Een oplossingsrichting voor dit gebied is meer regenwater infiltreren en actief grondwaterpeilbeheer.

De (veen)polders: Het grondwater zakt hier uit ondanks peilhandhaving en door de veen- en kleiondergrond is er een risico op zetting en op droogstand van houten paalfunderingen. Verzilting vormt een probleem voor de oppervlaktewaterkwaliteit en vormt daardoor ook voor gemeenten een risico. Zetting vormt in het oostelijke gedeelte van Lisse een risico door ondiepe klei- en veenlagen die droogvallen, zeker als bij extreme droogte peilhandhaving niet meer mogelijk is. Onze stresstest geeft aan dat bij droogte door het uitzakken van oppervlaktewaterpeilen overal in de polders risico's ontstaan op zetting. Oplossingsrichting is actief grondwaterpeilbeheer met en het op peil houden oppervlaktewater. In Lisse is oppervlaktewater mogelijk niet altijd beschikbaar, dit zal in een risicodialog met Rijnland moeten worden afgewogen. Als geen oppervlaktewater beschikbaar is, kan een systeem als de Urban Water Buffer zinvol zijn (zie [bijlage 15](#)).

2.6. Aanbevelingen richting praktijk en dialogen

Met de klimaatdialog in het vooruitzicht, bevelen we aan de volgende droogte-thema's/dilemma's mee te nemen naar de integrale sessies over klimaatadaptatie:

- Waterbeschikbaarheid bespreken met Rijnland ter behoeve van actief grondwaterpeilbeheer; gebruik oppervlaktewater of als alternatief het inzetten van dieper grondwater voor berging en aanvulling (Urban Waterbuffer)?
- Voor de strandwal beslissen om prioritering te geven aan droogte óf grondwateroverlast;
- Aanpak bodemdaling in gebieden met veen, relevant voor weg- en rioolbeheer;
- Aanpak funderingsrisicogebieden, hoe pandeigenaren betrekken?
- Om bovenstaande thema's goed te kunnen behandelen, bevelen we aan om een stedelijk grondwater-/funderingsspecialist erbij te betrekken.

Uit deze droogtestudie komen de volgende aanbevelingen:

- We bevelen aan om daar waar de grondwaterstand bij droogte diep uitzakt, met groenbeheerders het type vegetatie en moment van werkzaamheden af te stemmen op de waterbeschikbaarheid.
- In gebieden met een groot risico op bodemzettingen bevelen wij aan een extra beoordeling van de waterdichtheid van de riolering uit te voeren ten opzichte van de grondwaterstand.
- Voor de zettingsgevoelige gebieden bevelen we aan om nauwkeuriger te beoordelen wat het risico is op het extra droogvallen van veen- en kleilagen.

Hieronder volgen hoofdstukken die onderbouwing geven van de genoemde effecten en risico's.

3. Droogte - achtergronden

3.1. Algemeen

Dit hoofdstuk beschrijft de verdeling van het schaarse zoete water bij droogte (Hoofdstuk 3), de gevolgen en risico's van droogte door het uitzakken van de grondwaterstand. Daarnaast zijn scenarioberekeningen uitgevoerd voor de effecten van klimaatverandering volgens het WH2050 klimaatscenario van het KNMI [5] en aangepast peilbeheer. Daarbij zijn de verwachte gevolgen van scenario's (Hoofdstuk 3.3) voor: de droogte van 2018, het KNMI-scenario WH2050, het verhogen van boezempeilen en het uitzakken van oppervlaktewaterpeilen beschouwd.

Door te kijken hoe de grondwaterstanden in de gemeente Lisse tijdens de droogte van 2018 zijn uitgezakt in verhouding tot historische metingen, gebruiken we deze periode als een praktijkproef voor de toekomst. De praktijkervaringen in deze periode bij gemeenten en waterbeheerders worden gebruikt voor oplossingsrichtingen.

Voor droogteproblematiek zijn een aantal zaken mogelijk van belang:

Het absolute niveau van het grondwater: In de ondiepe ondergrond van de gemeente bevinden zich op enkele locaties zettingsgevoelige klei- en veenlagen. Zettingsschade vormt hier een risico als ondiepe klei of veenlagen voor het eerst droogvallen. Bij te lage grondwaterstanden kunnen versnelde en ongelijkmatige zettingen plaatsvinden (Hoofdstuk 4) of versnelde maaiveldddaling door veenoxidatie (Hoofdstuk 4.2) met risico's op scheuren in bebouwing of riolering. Daarnaast is het absolute grondwaterniveau belangrijk voor onder andere droogstand van funderingen en voor verdroging van bloemen en groenvoorzieningen. Door lagere grondwaterstanden is ook de tegendruk tegen kwel -opwaartse stroming- van dieper zout grondwater geringer waardoor ook de risico's op verzilting toenemen.

Schade vanwege droogte hoeft niet direct op te treden: een boom die een dag geen water kan opnemen zal bijvoorbeeld niet meteen afsterven, maar als dit over langere periode gebeurt kan er wel schade optreden. Hetzelfde geldt voor zettingsrisico's of droogstand van een houten paalfundering. Een houten paalfundering die een dag droog komt te staan is niet meteen risicovol, maar als dit over een langere periode (of zeer regelmatig) gebeurt, kan er wel schade optreden. De duur van een droge periode is daarom van belang bij het inschatten van de risico's.

De verdeling van het beschikbare water: De verdringingsreeks is enkele jaren geleden vastgesteld en is daarna ook wettelijk verankerd. De verdringingsreeks geeft aan hoe bij een watertekort het beschikbare zoete water moet worden toegekend aan verschillende gebruiksfuncties, met als doel om de maatschappelijke en economische schade zoveel mogelijk te beperken. In het Waterbesluit staat in artikel 2.1: In geval van een watertekort of dreigend watertekort wordt met het oog op de verdeling van het beschikbare water over de maatschappelijke en ecologische behoeften bij het beheer de volgende rangorde van behoeften in acht genomen: (1) het waarborgen van de veiligheid tegen overstroming en het voorkomen van onomkeerbare schade, zoals maaiveldddaling in veengebieden en aan natuur; (2) nutsvoorzieningen; (3) kleinschalig hoogwaardig gebruik; (4) overige behoeften. Met andere woorden: een verdringingsreeks regelt de prioritering van functies bij een watertekort.



Figuur 5: Prioritering voor de verdeling van zoet water bij droogte (Bron: Rijkswaterstaat)

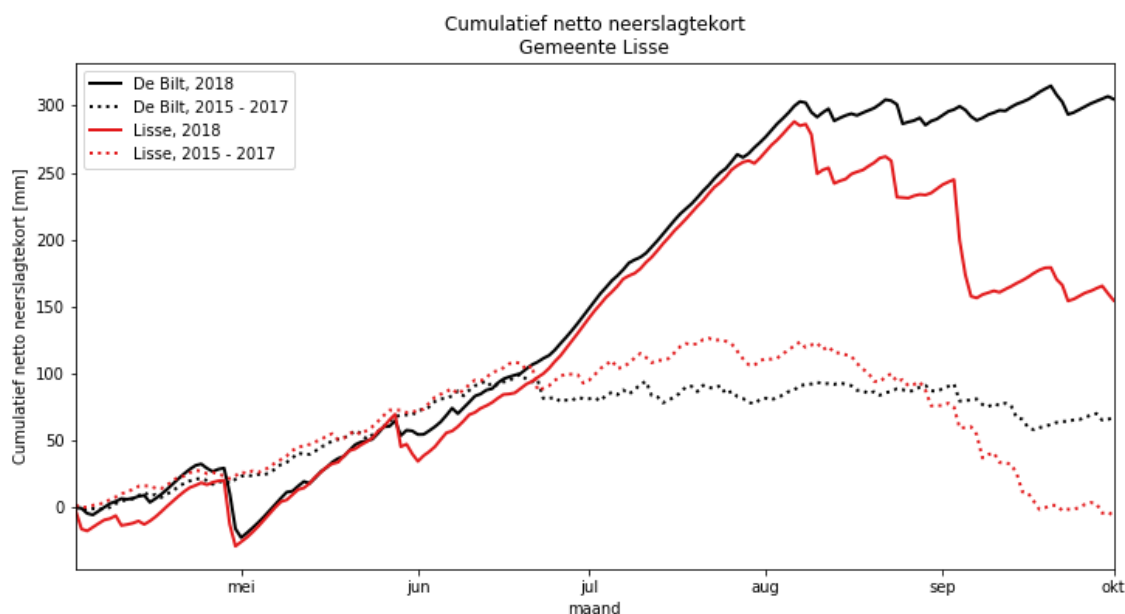
Peilhandhaving is een randvoorwaarde voor bijna alle gebruiksfuncties. Peilhandhaving is vereist om allerlei ongewenste effecten op de waterkwaliteit, volksgezondheid en infrastructuur te voorkomen. Bij de peilhandhaving van boezemwateren en dijksloten is ook het veiligheidsbelang van de stabiliteit van de waterkeringen aan de orde. Daarom is de gehele watervraag voor peilhandhaving gekoppeld aan de categorie 1 van de landelijke verdringingsreeks.

3.2. Waarnemingen droogte 2018

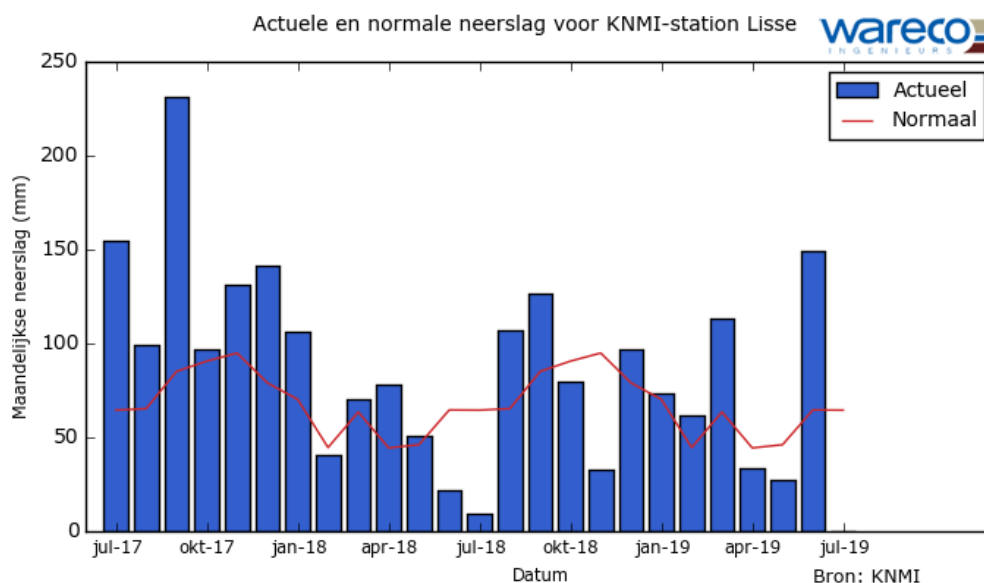
3.2.1. Meteorologie

In de gemeente ligt het KNMI neerslagstation Lisse. Samen met de verdampingsreeks van KNMI station Schiphol kan het neerslagtekort worden bepaald. Het neerslagtekort is een maat voor de mate van (meteorologische) droogte in een jaar, die door het KNMI wordt gebruikt om te communiceren over droogte. Het neerslagtekort van 2018 komt eens in de dertig jaar voor. Voor de interpretatie van lage grondwaterstanden is dit ook waardevolle informatie, omdat een groot deel van de grondwateraanvulling door neerslag tot stand komt.

In figuur 6 is het neerslagtekort weergegeven op landelijke niveau en dan voor de gemeente Lisse in de afgelopen droge zomer van 2018 en het gemiddelde (2015-2019) als referentie. Uit de figuur is zichtbaar dat het maximale neerslagtekort in 2018 met circa 210 mm hoger ligt dan de mediaan jaren. Richting het najaar was het neerslagtekort in 2018 met 150 mm ruim hoger als in de voorgaande jaren (circa 25 mm). In figuur 7 is te zien dat de maandelijkse neerslagsom in juni en juli 2018 aanzienlijk lager dan in een gemiddeld jaar.



Figuur 6 Netto neerslagtekort In Lisse



Figuur 7 Gesommeerde maandneerslag 2018 t.o.v. langjarig gemiddelde neerslagsom

3.2.2. Wateraanvoer en peilbeheer

Vanaf 24 juli 2018 is de zogeheten KWA regeling (Kleinschalige Water Aanvoer) in werking getreden die zorgt voor manieren om ondanks watertekort toch zoet water aan te voeren. Via drie alternatieve aanvoerroutes wordt zoet water vanuit het Amsterdam Rijnkanaal en de Lek naar West Nederland gevoerd. Het water wordt dan aangevoerd vanuit een punt waar de zee geen invloed heeft: de Lek en het Amsterdam-Rijnkanaal. Deze aanvoer vindt plaats via ge-
maal De Aanvoerder in Utrecht. De KWA bleef in werking tot 28 september 2018. Normaal gesproken krijgt het westen van Nederland voldoende zoet water via de Hollandse IJssel. Deze lage rivierafvoer komt ongeveer eens in de zestig jaar voor. Als de afvoer van de Rijn onder de 1100 m³/per seconde komt, kan zilt water vanuit de Noordzee via de Nieuwe Waterweg door gebrek aan tegendruk verder de Hollandse IJssel instromen, soms tot aan Gouda.

Dit is het punt waar normaal gesproken 25 m³/per seconde wordt ingelaten. In tijden van extreme droogte raakt dit inname punt verzilt door lage rivierwaterafvoer. Het verzilte water is onder meer schadelijk voor de natuur en teelt van bollen, fruit, bomen en groente.

Met ingang van 2 augustus 2018 was er volgens de Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling (LCW) in Nederland officieel sprake van een watertekort. Daarom dient het beschikbare water zo goed mogelijk beschermt en verdeelt te worden. Het Hoogheemraadschap draagt hieraan bij door het waterpeil op orde te houden, verzilting tegen te gaan en de waterkwaliteit te bewaken. Daarvoor kijkt Rijnland of meldingen van dode vissen en vogels kunnen wijzen op symptomen als blauwalg en botulisme.

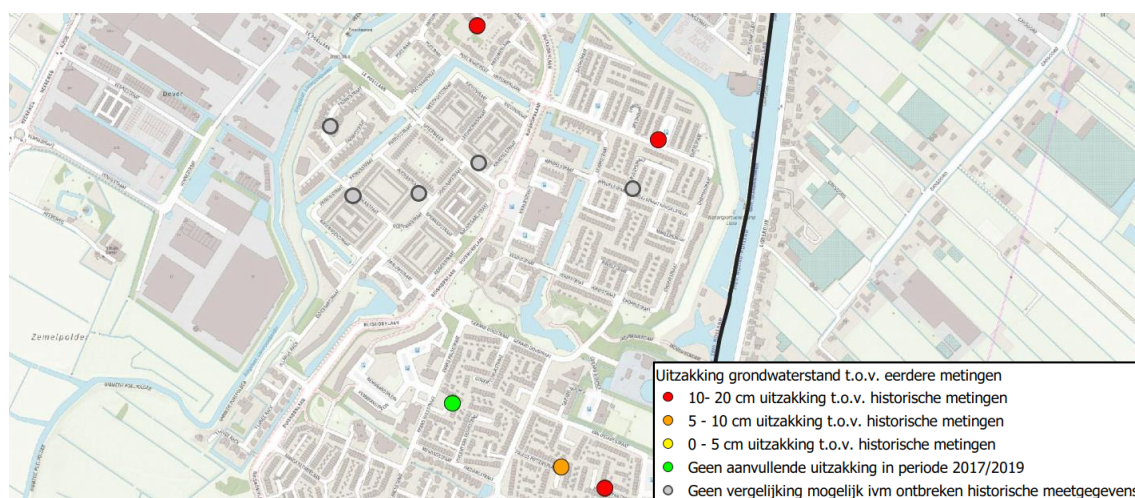
De effecten van klimaatverandering zijn van grote invloed op het waterbeheer. Dat bleek in de droge zomer van 2018, toen de aanvoer van zoet water onder druk stond en inspecties van veendijken noodzakelijk waren. De periode van droogte was nog niet voorbij, of er viel een recordhoeveelheid regen in Boskoop en omgeving. Door de klimaatverandering zullen periodes van droogte steeds vaker voorkomen. Nu wordt de KWA gemiddeld eens in de acht jaar ingezet (2003, 2011, 2018), in de toekomst zal dat steeds vaker het geval zijn.

In een groot deel van de polders stond in 2018 het waterpeil hoger dan gebruikelijk voor een zomerpeil. Dit doet het Hoogheemraadschap om verzilting van grondwater, dat naar boven komt, tegen te gaan. Bijvoorbeeld in de hoofdvaart van de Haarlemmermeer werd het peil 10 cm hoger dan het zomerpeil gezet. De Hoogheemraadschappen proberen het zoete water dat er nog is, zoveel mogelijk te sparen en te verdelen. Dit gebeurt onder meer door de sluisen op kritieke punten, waar veel verzilt water binnenkomt, te sluiten. Hoewel verzilting van het grondwater door gemeenten nog niet als een probleem wordt ervaren, zullen we hier bij klimaatverandering steeds meer problemen van gaan ondervinden. Dat komt door een verder stijgende zeespiegel samen met een verder dalend maaiveld in toch al laaggelegen polders. Perioden van droogte zorgen in die laaggelegen gebieden voor minder tegendruk tegen kwel en dat zorgt dat het diepere zoute grondwater omhoog komt. Dit kan het landgebruik aan het oppervlak beïnvloeden. Het risico van brak grondwater is voor gemeenten beperkt, een regenwaterlens in de bovenste meters blijft aanwezig.

Wel treedt risico op van het verzilting van het oppervlaktewatersysteem. Tijdens de droogte van 2018 kon het peil door het Hoogheemraadschap worden gehandhaafd. Daarvoor was nog voldoende zoet water beschikbaar, maar desnoods was met verzilt water het peil gehandhaafd.

3.2.3. Grondwaterhuishouding

In [bijlage 1](#) zijn de historische grondwaterstanden uit het meetnet van de gemeente Lisse vergeleken met de laagst voorkomende grondwaterstanden in de zomer van 2018. De grondwaterstanden zakken plaatselijk tot 20 cm verder uit dan uit de historische meetgegevens vanuit het grondwatermeetnet is waargenomen. Dit is een direct gevolg van de extreem droge zomer. De grootste uitzakking vindt plaats in gebieden waar van nature ondiepe veenlagen aanwezig zijn, ten noordoosten van de dorpskern en in de Poelpolder. Deze uitzakking kan zorgen voor ongelijkmatige zettingen en mogelijk schade aan panden en infrastructuur.



Figuur 7 Uitsnede uitzakking grondwaterstanden 2018 ten opzichte van historische metingen (bijlage 1).

De grondwaterstanden zakken plaatselijk uit tot meer dan 20 cm beneden het gehanteerde oppervlaktewaterpeil (zomerpeil). Dit resulteert in een grotere kwel component van het (zoute) diepe grondwater en een versnelling van verzilting van het zoete grondwater.

3.3. Droogtescenario's voor toekomstig beheer

De droogte van 2018 is met het huidige klimaat nog een incident. De verwachting is dat door klimaatverandering droge periodes vaker voorkomen. De robuustheid van het grondwater-systeem voor droogte testen met een drietal fictieve scenario's.

Het effect van klimaatsverandering op de grondwaterhuishouding in 2050

Dit is een toekomstig klimaatscenario dat is bepaald op basis van de klimaatmodellen van het KNMI. Hiervoor is het scenario WH 2050 toegepast op dezelfde neerslag en verdampingsreeksen en grondwaterstandsmetingen van de periode 2017-2019. Het WH-scenario kent van de vier KNMI'14-scenario's [5] de laagste grondwaterstanden en daarmee de meeste risico's.

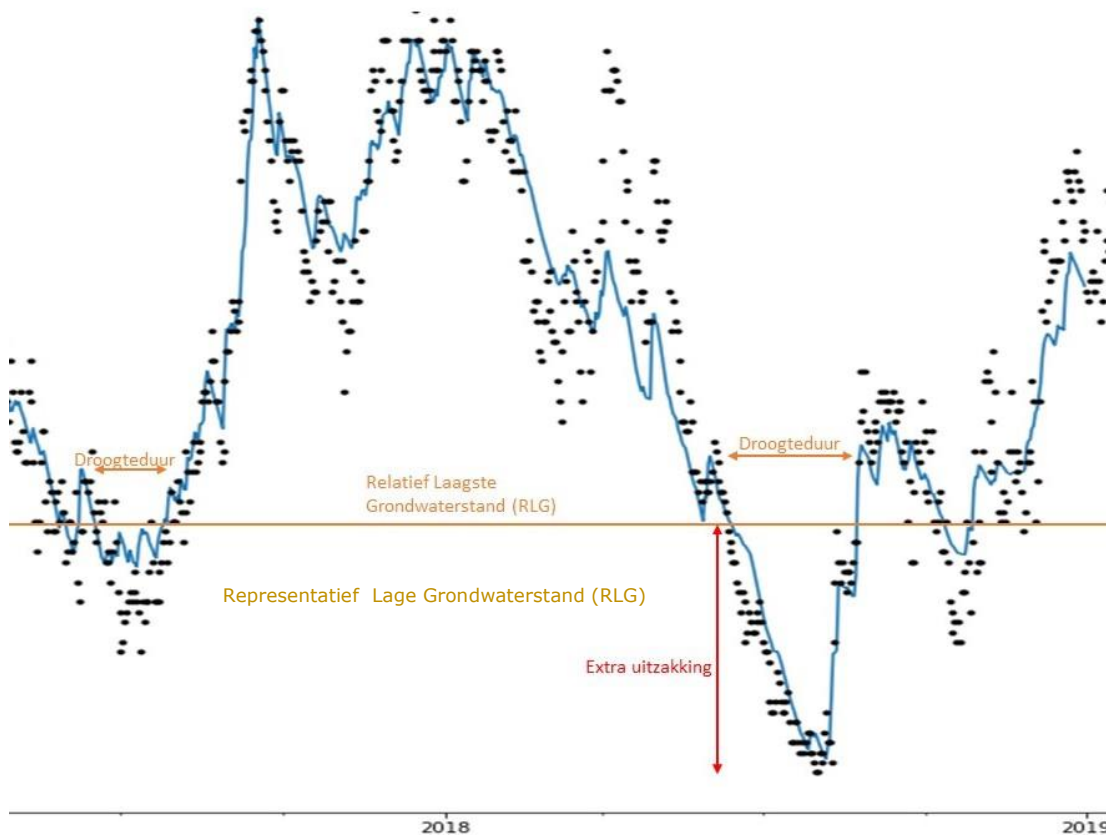
Maatregel door tijdelijke verhoging boezempeil

In dit scenario is modelmatig het effect bepaald van een tijdelijke verhoging van het boezempeil met 10 cm vanaf 1 april tot het einde van de droge periode.

Wat als het oppervlaktewaterpeil niet kan worden gehandhaafd?

In dit scenario is het effect van het uitzakken van oppervlaktewater na opzetten van het peil in kaart gebracht. Tot eind september daalt in dit fictieve scenario het oppervlaktewaterpeil verder tot in totaal maximaal 15 cm onder het gewenste peil.

De effecten van de scenario's op de uitzakking van het grondwater zijn beoordeeld op de wijze uit figuur 8.

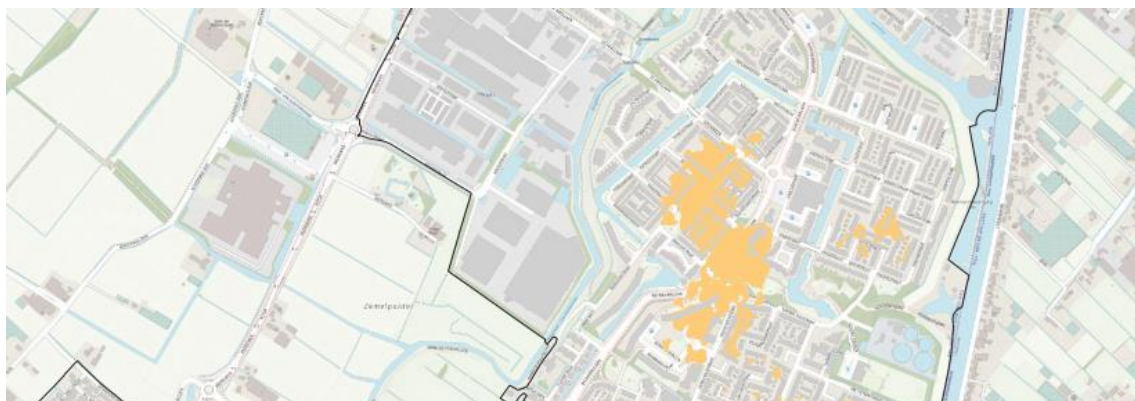


Figuur 8: De grondwaterdynamiek met gebruikte droogte maten.

3.3.1. Effecten van klimaatsverandering 2050 op de grondwaterhuishouding

Als gevolg van klimaatsverandering neerslag in de winter met 17% toe en zal in de zomer juist 13% minder neerslag vallen. De representatief lage grondwaterstand (RLG) daalt als gevolg van klimaatverandering in 2050 tot maximaal 5 cm ten opzichte van de huidige situatie. In [bijlage 2](#) is de verwachte extra uitzakking van de RLG bij het KNMI klimaatscenario WH2050 met het grondwatermodel berekend.

De minimale grondwaterstand daalt als gevolg van klimaatverandering tussen de 0 en 3 cm tot maximaal 5 cm, zie [bijlage 3](#). Deze daling is met name zichtbaar in ter hoogte van de Poelpolder.



Figuur 10: Daling van de Representatief lage grondwaterstand (RLG) bij het KNMI WH2050 scenario (legenda te zien in [bijlage 2](#)).

Door klimaatverandering worden de extremen groter waardoor het risico op schade als gevolg van droogte in de toekomst groter zal zijn. De verwachte daling van structureel lage grondwaterstanden lijkt beperkt.

3.3.2. Effecten van preventief opzetten boezempeil

In de hoofdvaart van de Haarlemmermeer en de daarop aangesloten Greveling en Ringsloot wordt het peil 10 cm hoger dan het zomerpeil gezet. Zo probeert Rijnland te voorkomen, dat er meer chloriderijk water in de polder ontstaat. Op 1 April 2018 start het scenario met een 10cm verhoogde boezempeil. In [bijlage 4](#) is de verwachte grondwaterstijging als gevolg van het opzetten van het boezempeil weergegeven. Een stijging van meer dan 5 cm is zichtbaar tot 50 m rondom het oppervlaktewater verbonden met de hoofdvaart en de Greveling. In een bredere strook in het hoger gelegen westelijke deel van Lisse tegen de Westelijke Randweg en bij de Engel en Ter Beek stuwt het grondwater door een vertraagde afvoer richting het verhoogde boezempeil.

3.3.3. Effecten van uitzakkend oppervlaktewaterpeil

Peilhandhaving heeft in de verdringingsreeks die de Nederlandse waterbeheerders hanteren bij droogte de hoogste prioriteit en zal daarom pas als allerlaatste worden losgelaten. Gedurende de droge periode van 2018 is de waterbeheerder steeds in staat gebleken om de oppervlaktewaterpeilen op peil te houden. Met dit fictieve scenario analyseren hoeveel de grondwaterstand in 2018 extra zou dalen wanneer het oppervlaktewaterpeil niet langer gehandhaafd kan worden en daardoor tussen half juli en eind september langzaam 15 cm verder uitzakt. Over deze periode gaat het om een voortschrijdende verlaging van oppervlaktewaterpeil ter grootte van de dagelijkse verdamping die tijdelijk afremt door de hoeveelheid neerslag in een etmaal. Deze verlaging volgt ná een verhoging van het boezempeil op 1 april ([Bijlage 4](#)). [Bijlage 5](#) toont het effect op de grondwaterstand voor het scenario waar het oppervlaktewaterpeil uitzakt na een initiële verhoging van het boezempeil.



Figuur 11: Verandering grondwaterstand na verhoging van het boezempeil gevolgd door een uitzakkend oppervlaktewatersysteem (legenda te zien in [bijlage 5](#)).

Als gevolg van de uitzakking wordt verwacht dat in een straal van 50 meter rondom de watergangen een extra daling van de grondwaterstanden zal optreden. Het noordelijk deel van Lisse is gevoeliger voor uitzakking van oppervlaktewaterstanden, doordat watergangen hier dicht op elkaar zijn gelegen. De gebieden wat verdere van de watergangen houden het grondwater langer vast. Dit is terug te zien in bijlage 5.

In de lager gelegen (stedelijke)gebieden wordt bij droogte het risico op verzilting door kwel (opwaartse stroming) vanuit het diepere zoute grondwater groter en zullen vaker waterkwaliteitsproblemen en stankklachten optreden. Dit probleem is vooral urgent in de lageregelegen (polder)gebieden die door een slappe ondergrond verder kunnen dalen.

4. Risico's op bodemdaling

Binnen de gemeente Lisse zijn oude panden aanwezig welke op een zettingsgevoelige ondergrond zijn gebouwd. Door droogte kunnen de grondwaterstanden dalen waardoor er (ongelijkmatige) zettingen optreden. Deze zettingen kunnen op termijn schade veroorzaken aan panden en infrastructuur. Enkele algemene voorbeelden van nadelige gevolgen van zettingen zijn weergegeven in het onderstaande figuur.

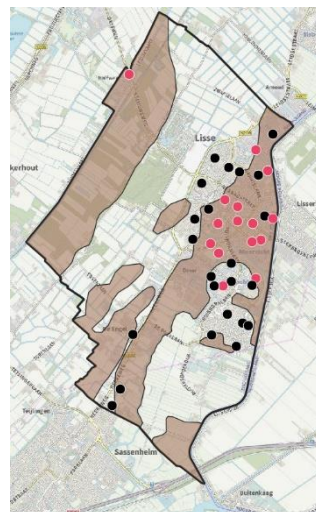


Figuur 12 Gevolgen maaiveldddaling

4.1. Zettingsgevoelige bodemlagen in Lisse

Op basis van alle beschikbare bodemgegevens is een actuele overzichtskaart opgesteld met de locaties waar zettingsgevoelige (veen)lagen in de ondiepe ondergrond bekend zijn. Grofweg wordt gesteld dat wanneer er in de bovenste 5 meter van de ondergrond veen aanwezig is, er een risico bestaat op zettingen als gevolg van lage grondwaterstanden. Veenlagen op grote diepte zijn reeds samengedrukt door het bovenliggende gewicht van de grond.

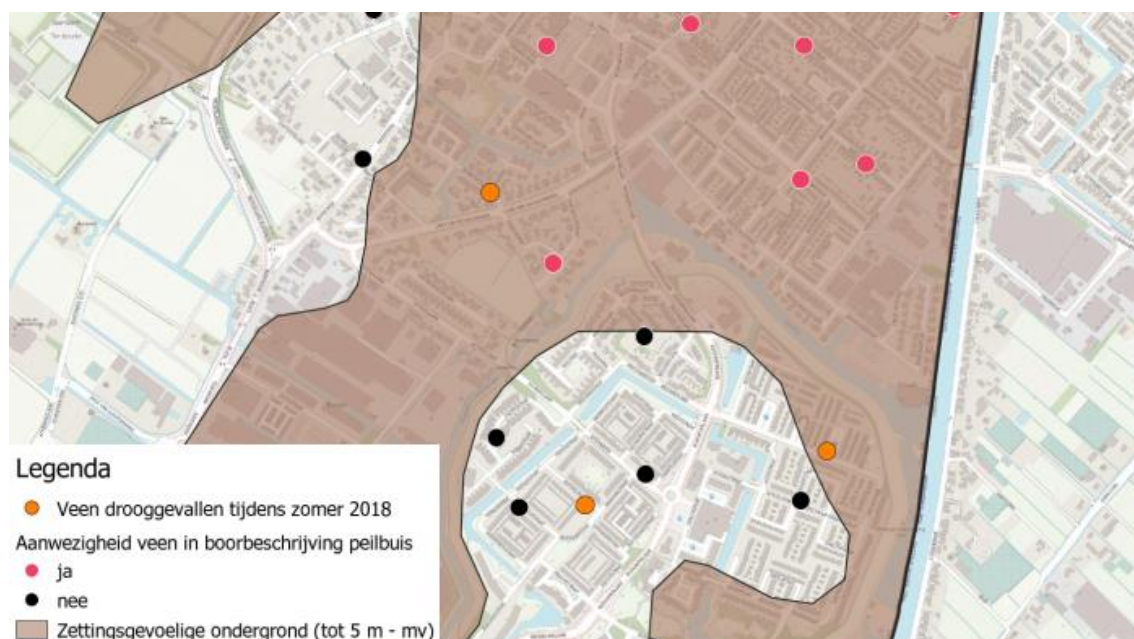
Door het combineren van de geologische kaart, gegevens uit Dinoloket en boorprofielen uit het archief van Wareco is een overzicht gemaakt van de aanwezigheid van de zettingsgevoelige (veen)lagen in de ondiepe ondergrond. In [bijlage 6](#) is de kaart zettingsgevoelige ondergrond weergegeven.



Figuur 13 Zettingsgevoelige bodem

4.2. Droogvallen veenlagen

Op basis van de gemeten grondwaterstanden en de aangetroffen veenlagen in de boorprofielen is in [bijlage 7](#) aangegeven op welke locaties de veenlaag is drooggevallen. Gedurende de droogte in 2018 zijn op drie locaties waar peilbuizen staan veenpakketten drooggevallen. Deze locaties zijn dus vatbaar voor zettingen in de bodem gedurende droge periode. Mogelijk zijn de veenpakketten in de directe omgeving van deze peilbuis ook drooggevallen. De in [bijlage 7](#) weergegeven gebieden is kans op zettingen van de bodem met als gevolg schade aan panden en/of infrastructuur, zie hoofdstukken 5 en 6.



Figuur 14: locaties waar veenlagen in boorbeschrijving van peilbuis zijn aangetroffen.

5. Risico's op schade aan panden

Bij lage grondwaterstanden, als gevolg van bijvoorbeeld de droogte van 2018, kan schade aan bebouwing ontstaan. Deze schade kan ontstaan door bijvoorbeeld droogstand van houten palen. Hiernaast kunnen ongelijkmatige zettingen in de bodem zorgen voor scheefstand en scheuren bij panden met een fundering op staal. Om inzicht te krijgen op welke locaties deze risico's voorkomen is geïnventariseerd welke type fundering op welke locatie voorkomt.

5.1. Typen funderingen in Lisse

In [bijlage 8](#) is een indicatie voor het type fundering van de panden in Lisse op kaart weergegeven. Deze indicatie is gebaseerd op archiefgegevens, visuele beoordeling en de bouwjaren van de panden [2,11,12]. Dit geeft als vervolg ook een indicatie van de kwetsbaarheid van de bebouwing voor lage grondwaterstanden. Hieronder is aangegeven welk type fundering wij verwachten op basis van het bouwjaar van het pand.

Bouwjaar ouder dan 1960

De oudste panden in Lisse zijn in bruin aangegeven op kaart en komen vooral in de noordelijke helft van Lisse voor. Gezien hun bouwjaar mag verwacht worden dat deze panden op staal (zonder funderingspalen) zijn gebouwd of zijn gefundeerd op houten palen. Funderingen op staal zijn gevoelig voor onregelmatige bodemzettingen (eventueel versneld door lage grondwaterstanden). Funderingen op houten palen zijn gevoelig voor droogstand en aantasting van het funderingshout. Omdat het funderingshout vaak ondiep zit, zijn deze funderingen extra risicovol bij lage grondwaterstanden.

Bebouwing tussen 1960 en 1980

Bebouwing met een ouderdom tussen 1960 en 1980 is in oranje aangegeven op kaart en is met name te vinden in de wijken Poelpolder en Zeeheldenwijk. Over het algemeen geldt dat bebouwing uit deze periode gefundeerd is op houten palen met betonopzetters. De kans op droogstand en aantasting van het funderingshout is bij deze panden kleiner. Bij extreem lage grondwaterstanden kan het echter voorkomen dat het funderingshout toch droog komt te staan.

Bebouwing na 1980

Bebouwing gebouwd na 1980 is in groen aangegeven op kaart. Naar verwachting zijn deze panden gefundeerd op betonpalen. Dit type fundering is niet of nauwelijks gevoelig voor te lage grondwaterstanden of zettingen van de bodem.

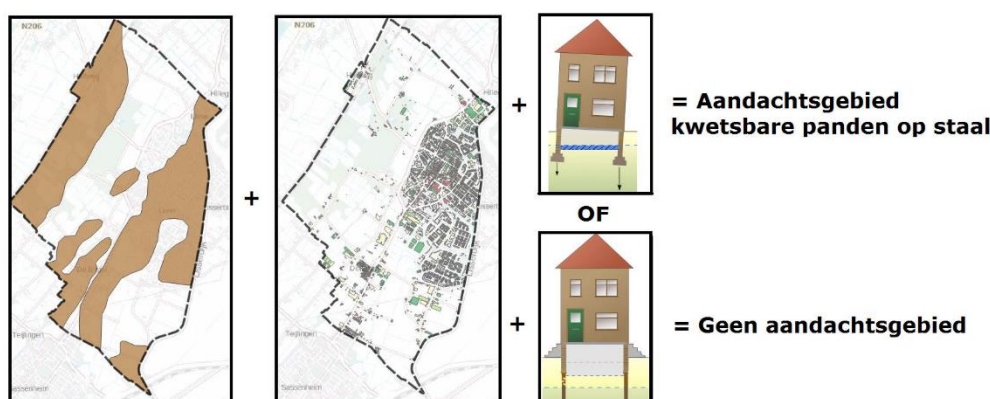
Tabel 2 Voorkomende funderingstypen in Lisse

Type fundering	Toelichting	Globale schatting percentage type fundering in Lisse
Op staal of houten palen	Panden voor 1960 Panden met een bouwjaar voor 1960 zijn gefundeerd op staal of op houten palen en hebben daardoor de grootste kans op schade door lage grondwaterstanden.	22%
Op houten palen met betonopzetters	1960 – 1980 Panden met een bouwjaar tussen 1960 en 1980 zijn veelal gefundeerd op houten palen met betonopzetters	32%
Op betonnen palen	Na 1980 Panden met een bouwjaar na 1980 zijn zeer waarschijnlijk gefundeerd op betonnen palen en zijn daardoor ongevoelig voor lage grondwaterstanden en/of zettingen	46%

5.2. Aandachtsgebieden

Zettingen

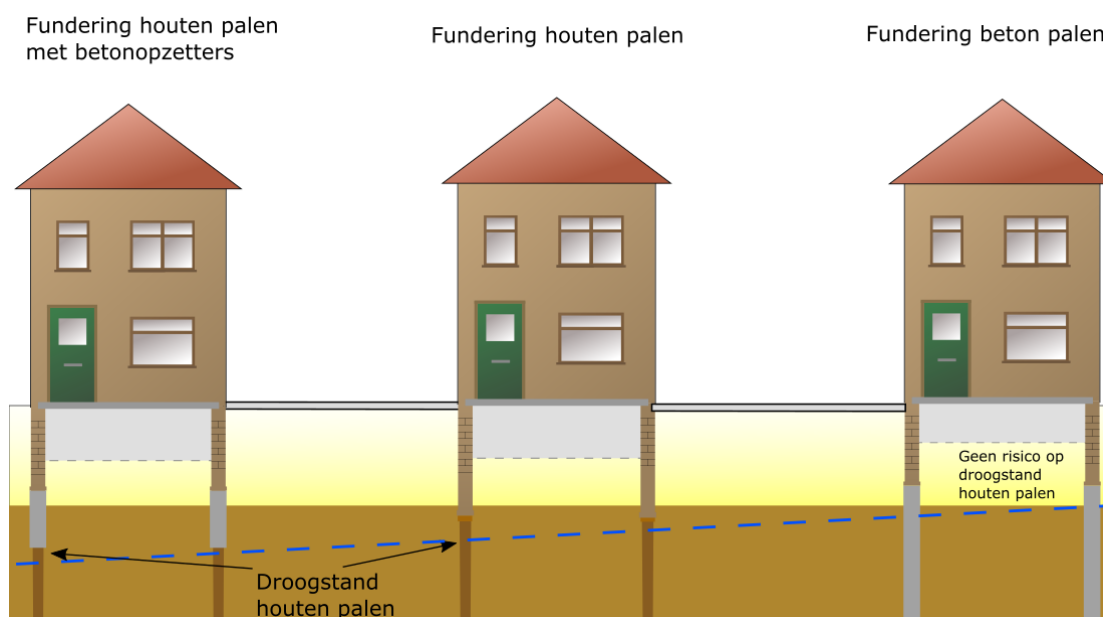
Bij een fundering op staal wordt de belasting direct op de ondergrond afgedragen. Deze panden kunnen verzakken als gevolg van zettingen in de bodem. Door droogte kunnen zettingsgevoelige bodemlagen (veen en kleilagen) oxideren of sneller zetten met als gevolg onregelmatige verzakkingen. Dit kan schade veroorzaken aan de panden tot gevolg hebben. In [bijlage 9](#) is aangegeven welke panden met het vermoedelijke funderingstype op staal in zettingsgevoelige gebieden liggen.


Figuur 15 Principe schade aan panden door zettingen bodem

Op basis deze zettingsgevoelige bodem en funderingstype is in [bijlage 10](#) aangegeven welke aandachtsgebieden voor zetting in Lisse zijn. Uit dit overzicht blijkt dat met name het centrum van Lisse gevoelig is voor zettingen in de bodem waarbij panden met het funderingstype op staal aanwezig zijn. Hoewel uit het grondwatermodel blijkt dat op veel locaties gedurende droge periode de grondwaterstanden niet verder zullen dalen ten opzichte van het huidige klimaat blijven dit aandachtlocaties voor zettingen.

Droogstand funderingen

Panden welke gefundeerd zijn op houten palen zijn gevoelig voor lage grondwaterstanden. Wanneer de grondwaterstand ter plaatse van de houten paal zakt onder het niveau van de paalkop komt het hout in contact met zuurstof. De houten palen kunnen op dat moment gaan rotten. Hoe langer de houten palen in contact zijn met zuurstof des te groter de kans op schade aan fundering met als gevolg mogelijk het bezwijken van het gehele pand, zie onderstaand figuur.



Figuur 16 Principe droogstand houten palen funderingen

Omdat de exacte hoogtes van het bovenste funderingshout niet beschikbaar zijn kan niet worden bepaald of er droogstand van houten palen is opgetreden. In de Julianastraat zijn, op basis van archiefonderzoek [12] bij de gemeente Lisse, achttien panden aangetroffen welke op houten palen gefundeerd zijn en waarbij, gezien de opgetreden grondwaterstand, kans is op droogstand van houten palen. Dit treedt waarschijnlijk op meer locaties in Lisse op

Op basis van de berekende grondwaterstanden bij klimaatscenario voor 2050 en de ouderdom van de bebouwing kunnen we wel aangeven in welke gebieden een hoog risico op droogstand is. Voor het bepalen van aandachtsgebieden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

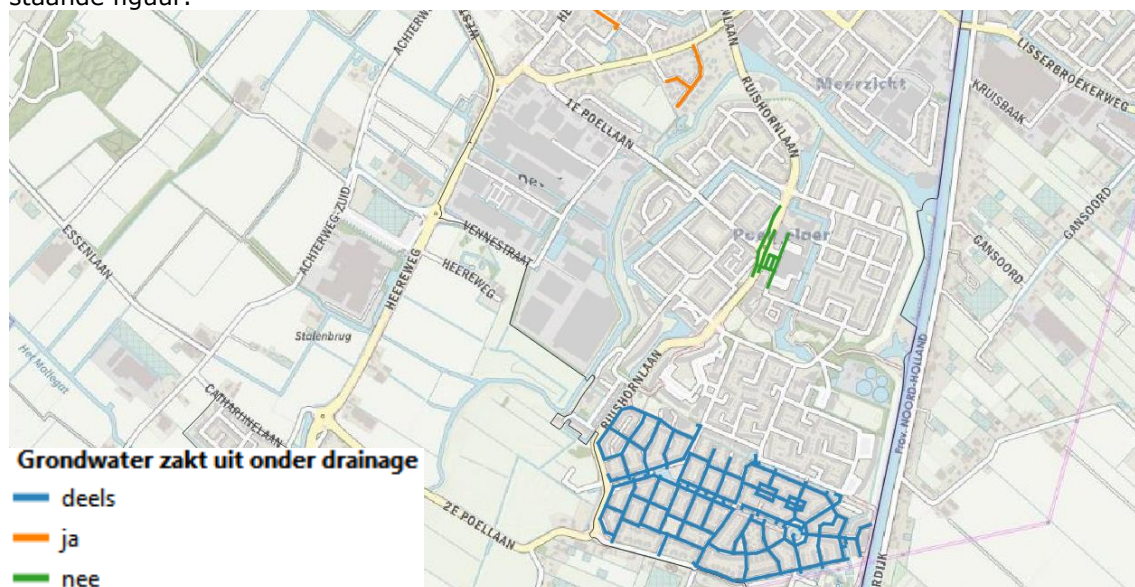
- Risico op droogstand houten palen (panden met bouwjaar <1960) vanaf 1,2 m ontwatering
- Risico op droogstand houten palen met betonopzetters (panden met bouwjaar tussen 1960-1980) vanaf 2,0 m ontwatering

In [bijlage 11](#) zijn de aandachtsgebieden voor droogstand van fundering op basis van de verwachte ontwatering tijdens een droge periode in 2050 (grondwatermodel met klimaatscenario) aangegeven. Dit zijn gebieden waarbij mogelijk panden met houten palen zijn toegepast (<1960) en waar de grondwaterstanden meer dan 1,2 m onder maaiveld uitzakken. Vanaf deze ontwatering verwachten wij dat er kans is op droogstand van houten palen.

6. Infrastructuur(leidingen) en droogte

6.1. Droogstand van drainagesystemen

Als gevolg van de droge periode zakken grondwaterstanden plaatselijk uit tot nabij of zelfs onder het aanlegniveau (b.o.b.) van drainageleidingen. Dit is onwenselijk en kan voor de toekomst invloed hebben op de levensduur of benodigde onderhoudsinspanning om de ontwaterende functie van de drainage te waarborgen. De uitzakking van de grondwaterstanden is zowel modelmatig bepaald als met grondwatermetingen geverifieerd. Een overzicht van de locaties waar risico is voor uitzakking van grondwaterstanden onder het aanlegniveau van de drainage is opgenomen in [bijlage 12](#). Een uitsnede van de kaart is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 17 uitsnede locaties waar grondwaterstanden uitzakken onder het aanlegniveau van drainageleidingen ([bijlage 12](#))

Op basis van inspectieresultaten van het drainagesysteem in de Poelpolder verwachten wij dat dit systeem al dermate is verslechterd door droogstand dat deze niet goed meer functioneert. Wij adviseren om bij rioolvervanging het drainagesysteem te vervangen.

6.2. Aanvullende schade leidingen door droogte

Door droogte kunnen zettingen ontstaan. Leidingen welke al beschadigd zijn kunnen hierdoor der mate verder beschadigen waardoor deze lek raken en mogelijk negatieve effecten hebben op de grondwaterstand. Hiermee ontstaat er een verhoogde kans op zettingen en droogstand van houten palen, zie onderstaand figuur. In [bijlage 13](#) is op basis van de inspectieresultaten van de riolering aangegeven welke bestaande beschadigde leidingen in zettingsgevoelig gebied liggen en aandacht verdienen.



Figuur 18 Effecten van lekke riolering op grondwater en zetting

7. Ervaringen uit de Praktijk

Bij de gemeente is een gesprek georganiseerd om praktijkervaringen op te halen over de droogte van 2018. Het gaat daarbij om de wijze waarop de meldingen worden geregistreerd, de aard van het probleem en de wijze waarop is gereageerd. Daarna is per email aanvullende informatie gevraagd van groenbeheerders. In dit hoofdstuk wordt de opgehaalde informatie uit deze gesprekken besproken.

7.1. Meldingen

Het algemene beeld is dat er bij de gemeenten in 2018 weinig meldingen van droogte gerelateerd problematiek zijn binnengekomen. Daarbij geldt wel dat onbekend is of bewoners überhaupt weten dat er schade is opgetreden, dat schade aan panden gemeld kan of moet worden bij de gemeente en hoe die meldingen worden geregistreerd. De route waarlangs eventuele meldingen binnenkomen zijn niet uniform en vaak niet geformaliseerd, waardoor registratie van een toe- of afname en samenhang met droogte moeilijk te leggen valt. Veel funderingen in het veengebieden van Lisse zijn op palen, enkele op staal. Op de hogere zandgebieden is vooral op staal gefundeerd. In de Plaspoelpolder is met name op betonnen palen gefundeerd. De Riolering in Lisse wordt eens per tien jaar geïnspecteerd en is vaak niet gefundeerd en soms op rieten matten. Toch heeft de gemeente niet het gevoel dat hierdoor schade optreedt vanwege gelijkmatige zettingen.

Tijdens droogte van 2018 is er één telefoontje van een bewoner die zich zorgen maakte om houten paal fundering vlak naast het oppervlaktewater. En één andere melding van een bewoner die bang was dat de lage grondwaterstanden voor zettingen van de bodem zou zorgen met extra schade aan zijn kelder die al lek was als gevolg. Het waterdicht houden van kelders is voor eigen verantwoordelijkheid van de eigenaar, aldus de gemeente.

7.2. Infrastructuur en Groenvoorziening

Kastelen, landgoederen en buitenplaatsen lijden schade door de aanhoudende droogte. Bij een aantal kastelen en landhuizen is zelfs sprake van schade aan de fundering, doordat omringende slotgrachten zijn drooggefallen. Dat meldt de stichting Kastelen, Buitenplaatsen en Landgoederen (sKBL).

Groenbeheerders zijn benaderd voor praktijkervaringen met de droogte van 2018. Het openbaar groen is vorig jaar bij nieuwe aanplant betreft en de beukenhagen aanvullend bewaterd. De schade door de droogte wordt nu pas zichtbaar: Bomen die dood gaan en ook heesters die niet opnieuw uitlopen. Jonge aanplant heeft water gehad en de inboet lijkt niet meer dan andere jaren. De schade hier wordt nu pas zichtbaar maar hoe groot die is, is nog niet bekend. De groenvoorzieningen hadden op veel plekken te lijden onder de droogte en zijn daarom van water voorzien met waterwagens. De omvang van de schade en extra kosten is nog onduidelijk, ook omdat het effect van groen vaak pas het volgende seizoen zichtbaar is.

Bloemen- en bollenteelt zijn belangrijk voor Lisse hierover waren bij de gemeente weinig gegevens beschikbaar in relatie tot droogte.

7.3. Waterbeheer

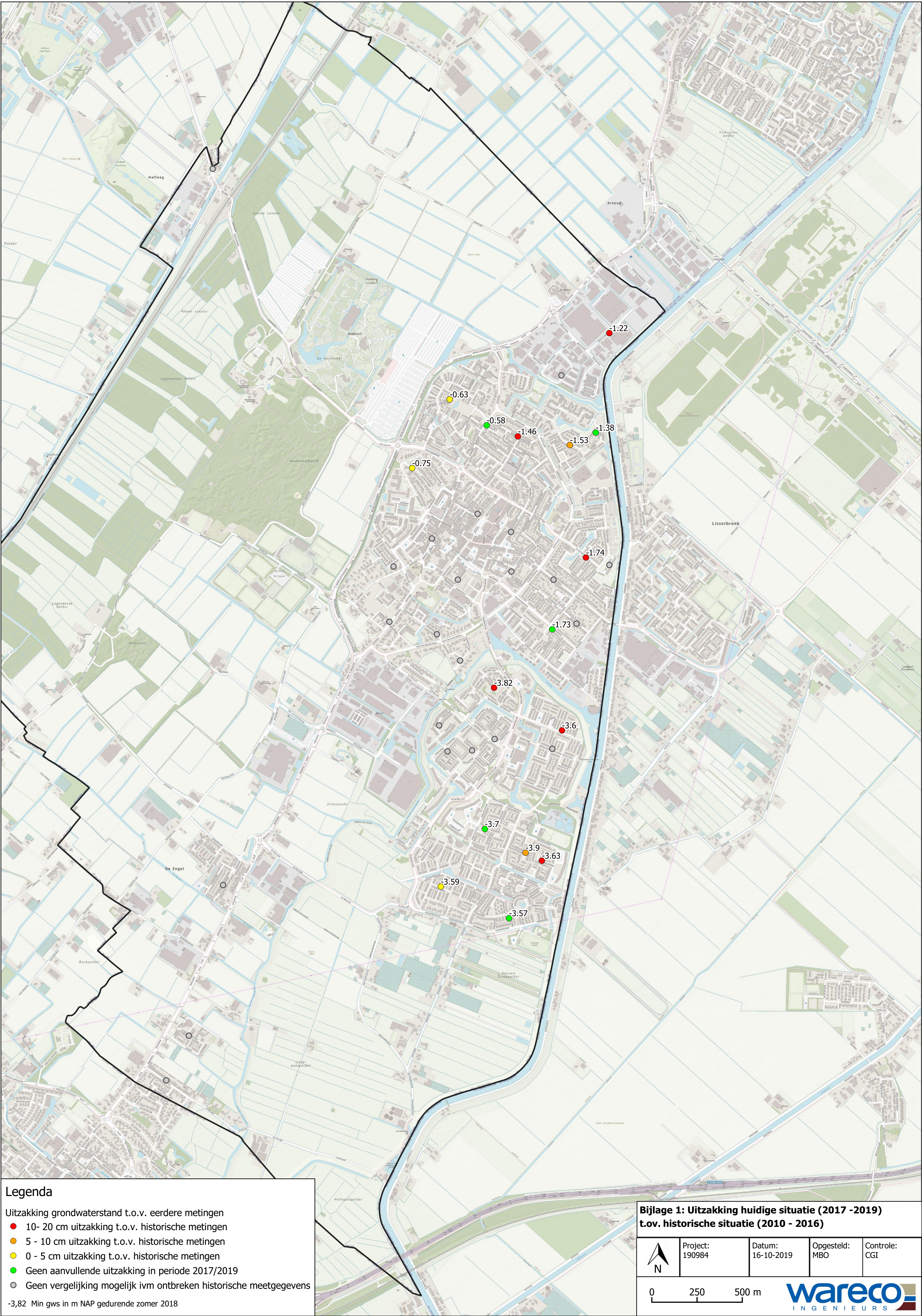
Een van de zorgen van Rijnland tijdens de droogte is de waterveiligheid. Juist als het droog is, moeten de waterkeringen extra gecontroleerd worden. Droogte kan namelijk zorgen voor scheuren in de dijken en kades. Hierdoor ontstond in 2003 bij Wilnis een overstroming. Er zijn in 2018 al een aantal scheuren in de dijk gerepareerd, maar er zijn ook andere manieren om onze dijken en kades te beschermen tegen uitdroging. Rijnland focust zich voornamelijk op het op peil houden van het oppervlaktewater. Rijnland heeft in de afgelopen periode verschillende maatregelen genomen om de negatieve gevolgen van het neerslagtekort te beperken. Er zijn watergangen doorgespoeld om zout water kwijt te raken en vlak voor de droogte is het boezempeil verhoogd (10 cm) om een kleine zoetwaterbuffer te creëren.

Ter hoogte van gemaal bij Bloemenwijk wordt alleen water uitgepompt naar Ringvaart, maar kan er niet ingepompt worden. Bij het droogvallen van de slootjes in de wijk moeten de stuwen handmatig open gezet worden om water in te laten. De beheerder van Rijnland doet elke week zijn ronde waarbij als het nodig is stuwen open worden gezet om water in te laten, waardoor oppervlaktewaterpeilen slechts tijdelijk verlaagd zijn. De stankoverlast daarbij levert wel meldingen maar onduidelijk is wat de stank precies veroorzaakt: overstort riolering, slechte waterkwaliteit, kwel etc. Een hogere zoutgehalte en de afbraakproducten vormen een risico voor het waterleven en voor (huis)dieren die het water drinken maar verzilting is voor de gemeente een (nog) onbekend probleem.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1

Uitzakking grondwaterstand 2018 ten opzichte van historie



Legenda

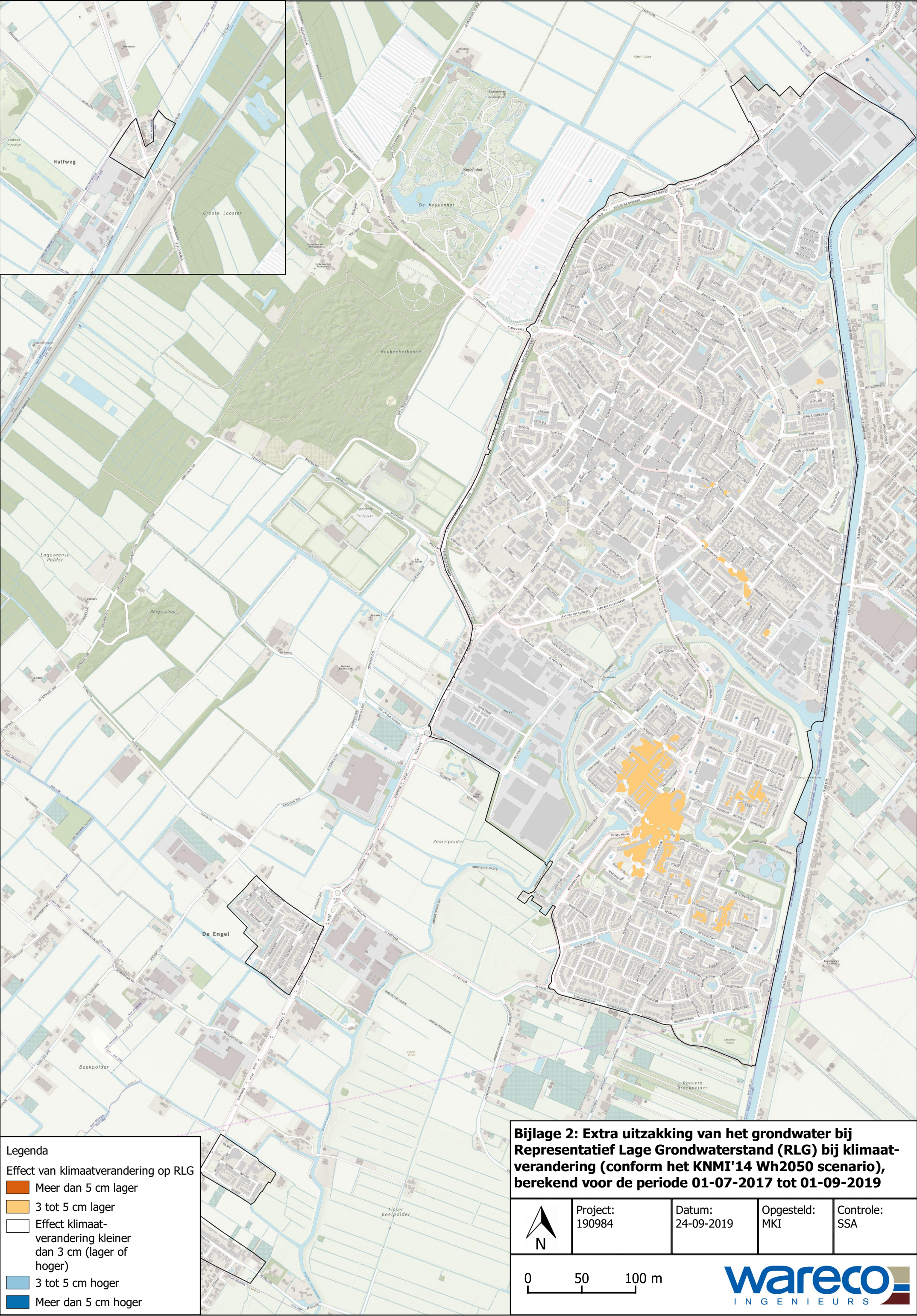
- Uitzakking grondwaterstand t.o.v. eerdere metingen
- 10- 20 cm uitzakking t.o.v. historische metingen
 - 5 - 10 cm uitzakking t.o.v. historische metingen
 - 0 - 5 cm uitzakking t.o.v. historische metingen
 - Geen aanvullende uitzakking in periode 2017/2019
 - Geen vergelijking mogelijk ivm ontbreken historische meetgegevens
- 3,82 Min gws in m NAP gedurende zomer 2018

Bijlage 1: Uitzakking huidige situatie (2017 - 2019)
t.ov. historische situatie (2010 - 2016)

	Project: 190984	Datum: 16-10-2019	Opgesteld: MBO	Controle: CGI
0 250 500 m				

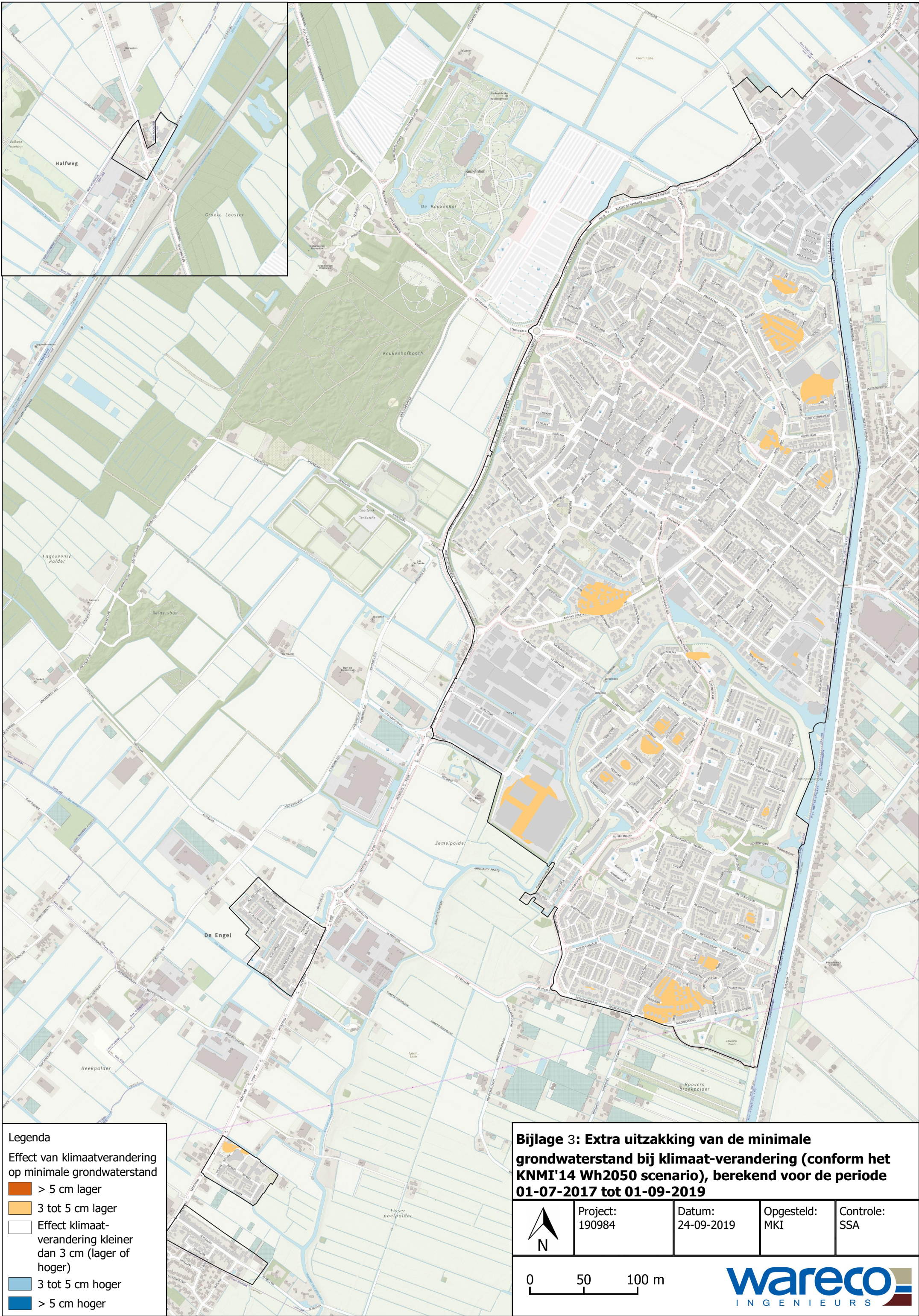
BIJLAGE 2

Effect klimaatverandering op RLG



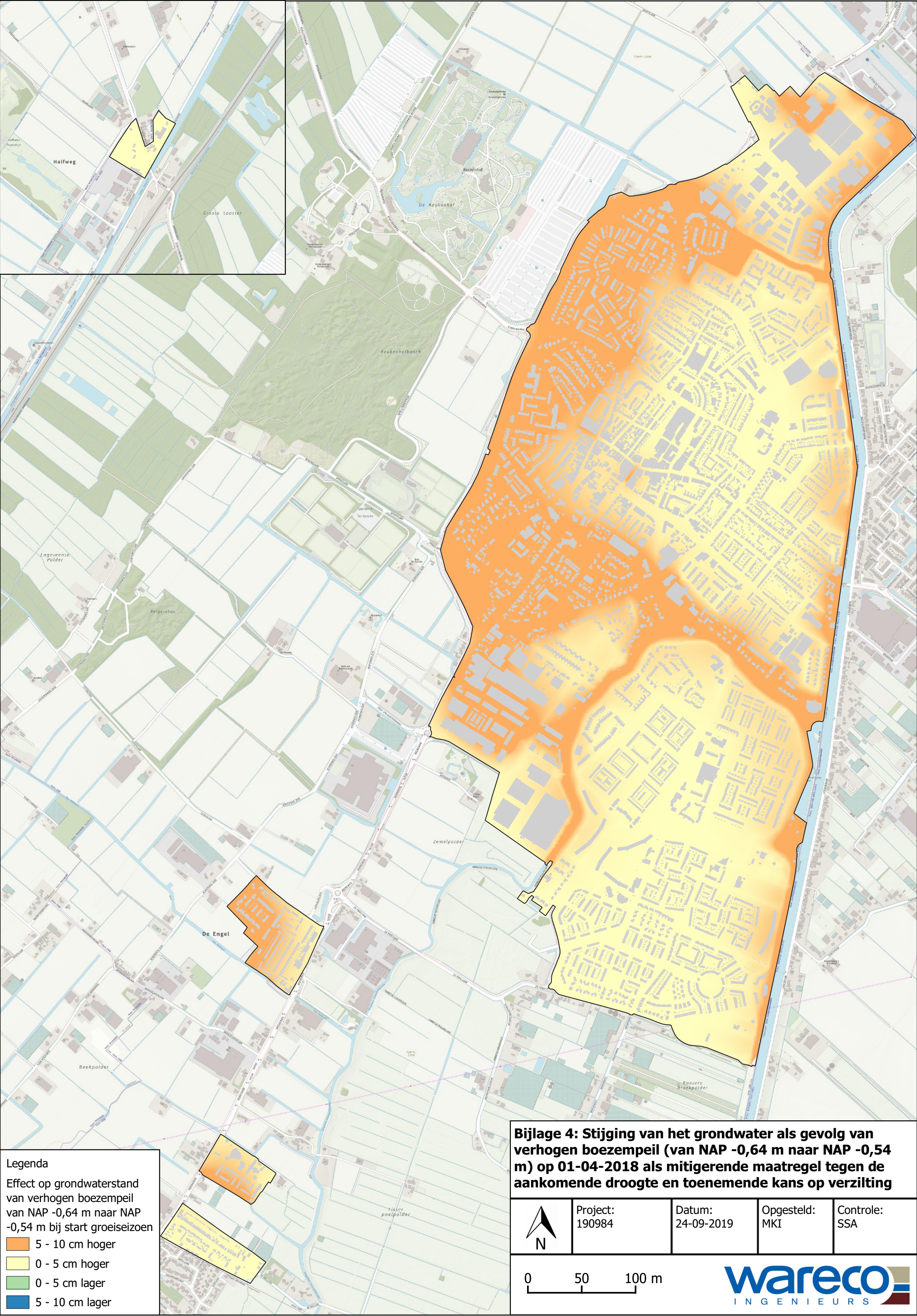
BIJLAGE 3

Effect klimaatverandering op minimale grondwaterstand



BIJLAGE 4

Effect van verhogen boezempeil op grondwaterstand



Legenda

Effect op grondwaterstand van verhogen boezempeil van NAP -0,64 m naar NAP -0,54 m bij start groeiseizoen

- 5 - 10 cm hoger
- 0 - 5 cm hoger
- 0 - 5 cm lager
- 5 - 10 cm lager

Bijlage 4: Stijging van het grondwater als gevolg van verhogen boezempeil (van NAP -0,64 m naar NAP -0,54 m) op 01-04-2018 als mitigerende maatregel tegen de aankomende droogte en toenemende kans op verzilting

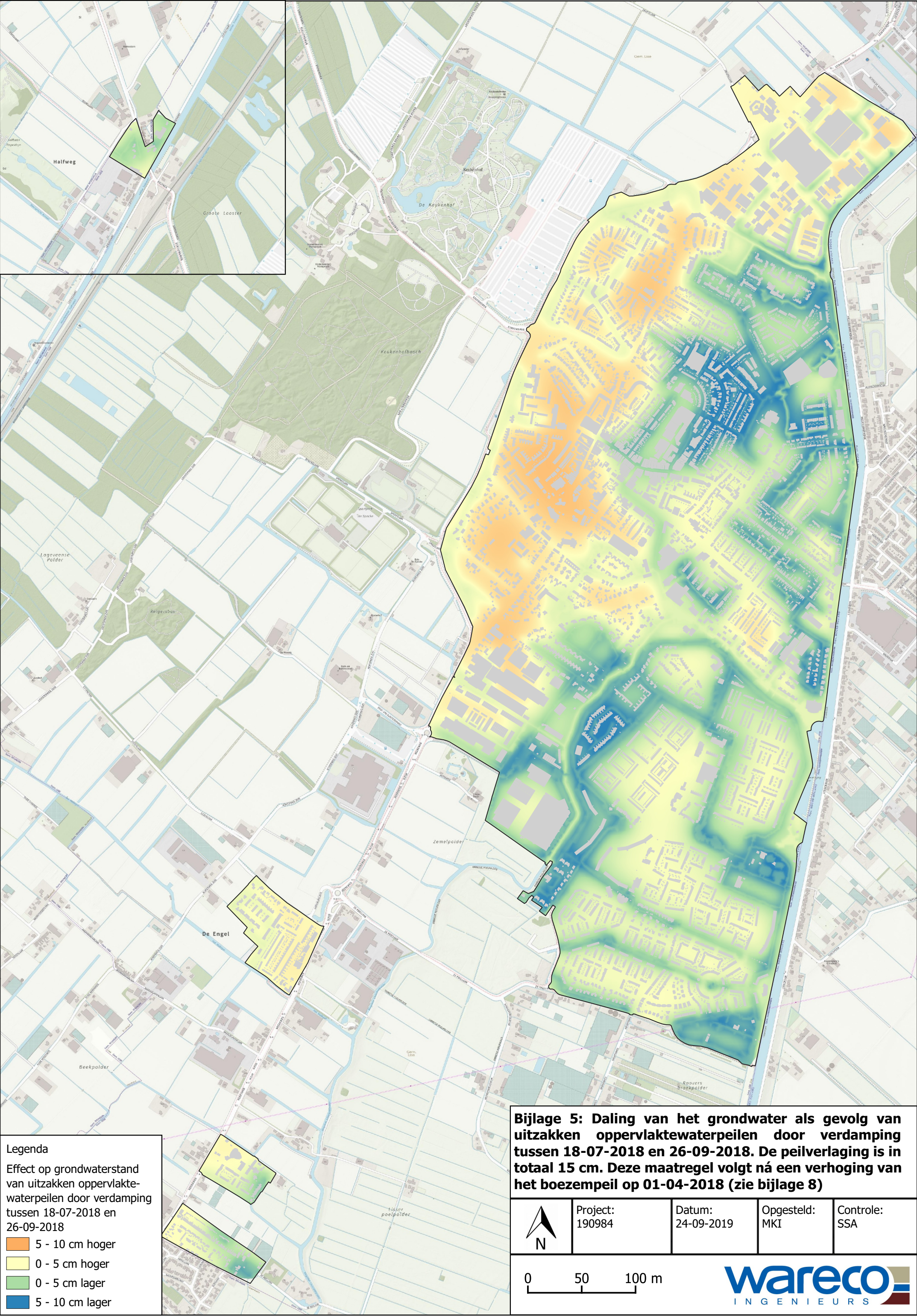
	Project: 190984	Datum: 24-09-2019	Opgesteld: MKI	Controle: SSA
--	--------------------	----------------------	-------------------	------------------

0 50 100 m

wareco
INGENIEURS

BIJLAGE 5

Effect van uitzakken oppervlaktewater op grondwaterstand



Legenda

Effect op grondwaterstand van uitzakken oppervlaktewaterpeilen door verdamping tussen 18-07-2018 en 26-09-2018

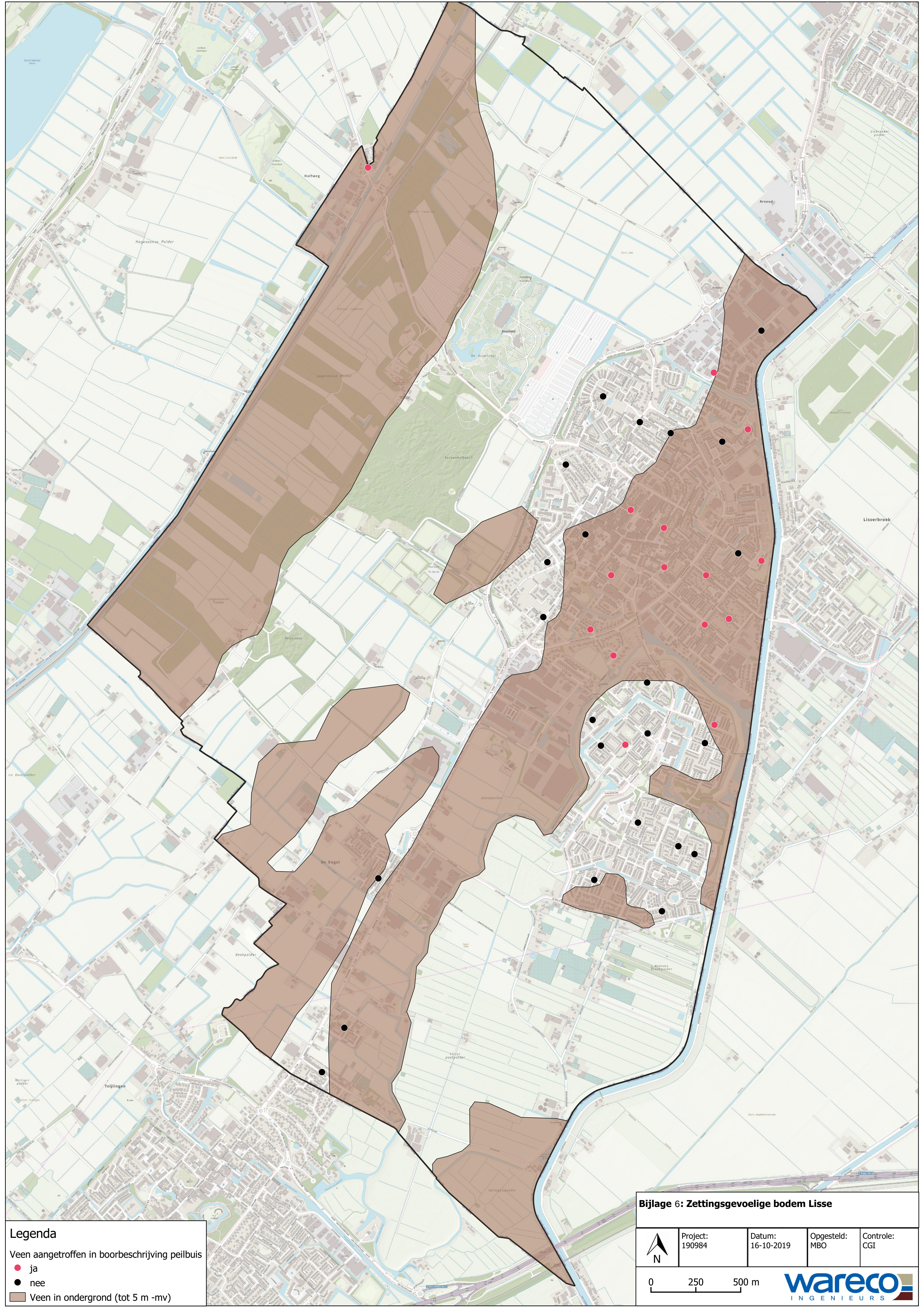
- 5 - 10 cm hoger
- 0 - 5 cm hoger
- 0 - 5 cm lager
- 5 - 10 cm lager

Bijlage 5: Daling van het grondwater als gevolg van uitzakken oppervlaktewaterpeilen door verdamping tussen 18-07-2018 en 26-09-2018. De peilverlaging is in totaal 15 cm. Deze maatregel volgt ná een verhoging van het boezempeil op 01-04-2018 (zie bijlage 8)

	Project: 190984	Datum: 24-09-2019	Opgesteld: MKI	Controle: SSA

BIJLAGE 6

Zettingsgevoelige bodem in Lisse



Legenda

Veen aangetroffen in boorbeschrijving peilbuis

ja

nee

Veen in ondergrond (tot 5 m -mv)

Bijlage 6: Zettingsgevoelige bodem Lisse

N

Project:
190984

Datum:
16-10-2019

Opgesteld:
MBO

Controle:
CGI

0

250

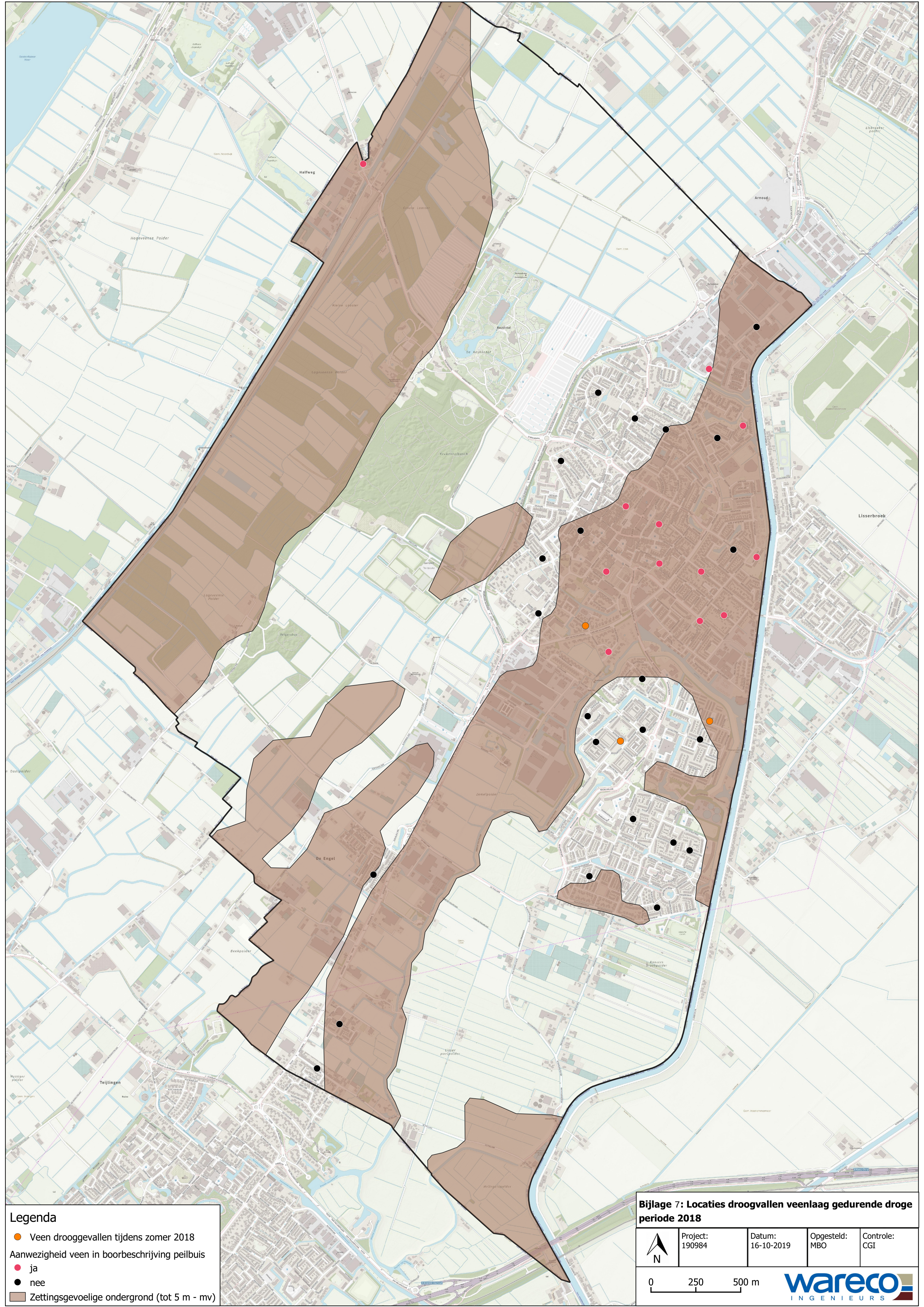
500 m

wareco

INGENIEURS

BIJLAGE 7

Locaties waar veenlagen zijn drooggevallen in 2018



Legenda

Veen drooggevallen tijdens zomer 2018

Aanwezigheid veen in boorbeschrijving peilbuis

ja

nee

Zettingsgevoelige ondergrond (tot 5 m - mv)

Bijlage 7: Locaties droogvallen veenlaag gedurende droge periode 2018

N

0

250

500 m

Project: 190984

Datum: 16-10-2019

Opgesteld: MBO

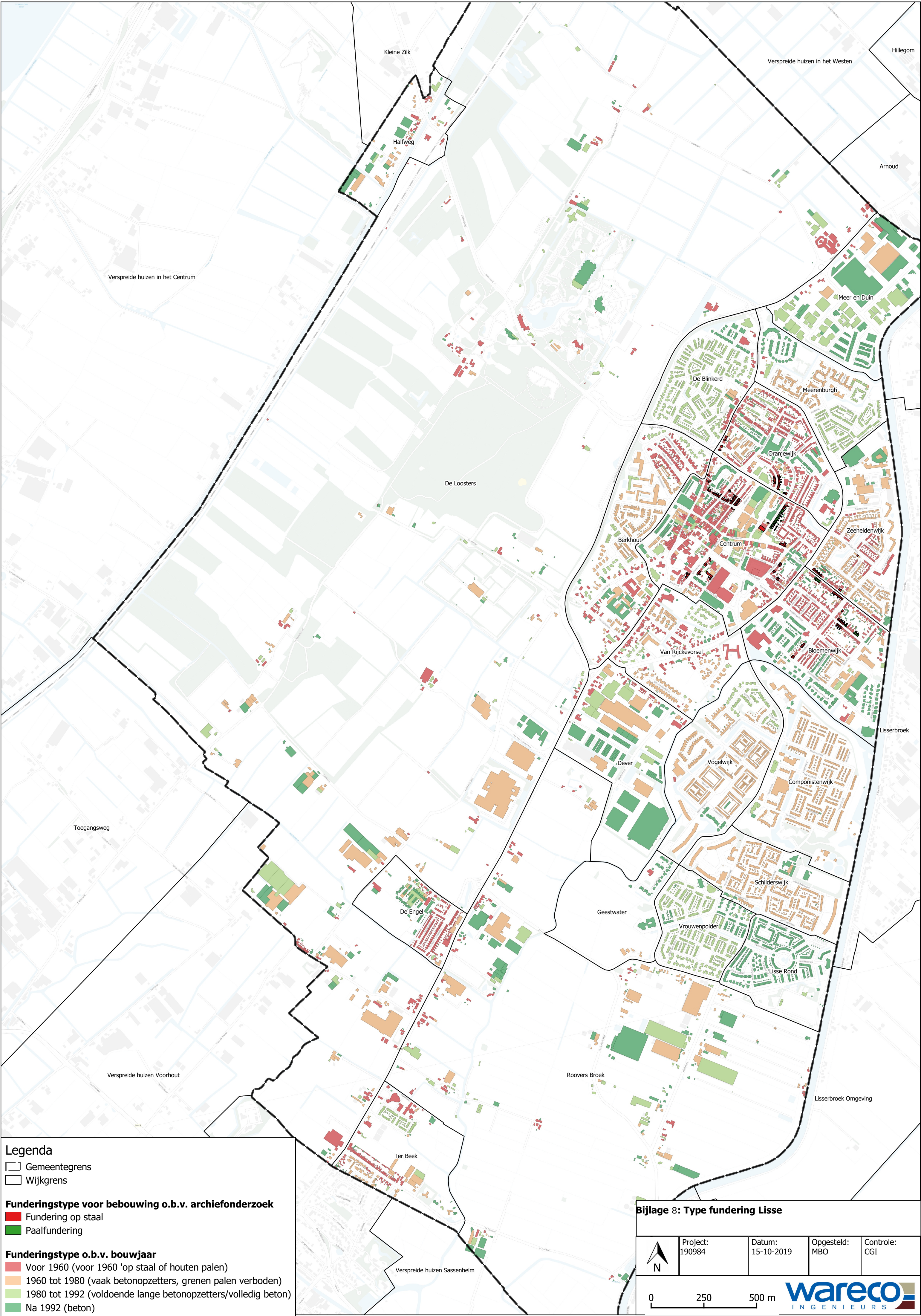
Controle: CGI

wareco

INGENIEURS

BIJLAGE 8

Indicatie type fundering



Legenda

Gemeentegrens

Wijkgrens

Funderingstype voor bebouwing o.b.v. archiefonderzoek

Fundering op staal

Paalfundering

Funderingstype o.b.v. bouwjaar

Voor 1960 (voor 1960 'op staal of houten palen)

1960 tot 1980 (vaak betonopzetters, grenen palen verboden)

1980 tot 1992 (voldoende lange betonopzetters/volledig beton)

Na 1992 (beton)

Bijlage 8: Type fundering Lisse

N

Project:

190984

Datum:

15-10-2019

Opgesteld:

MBO

Controle:

CGI

0

250

500 m

wareco

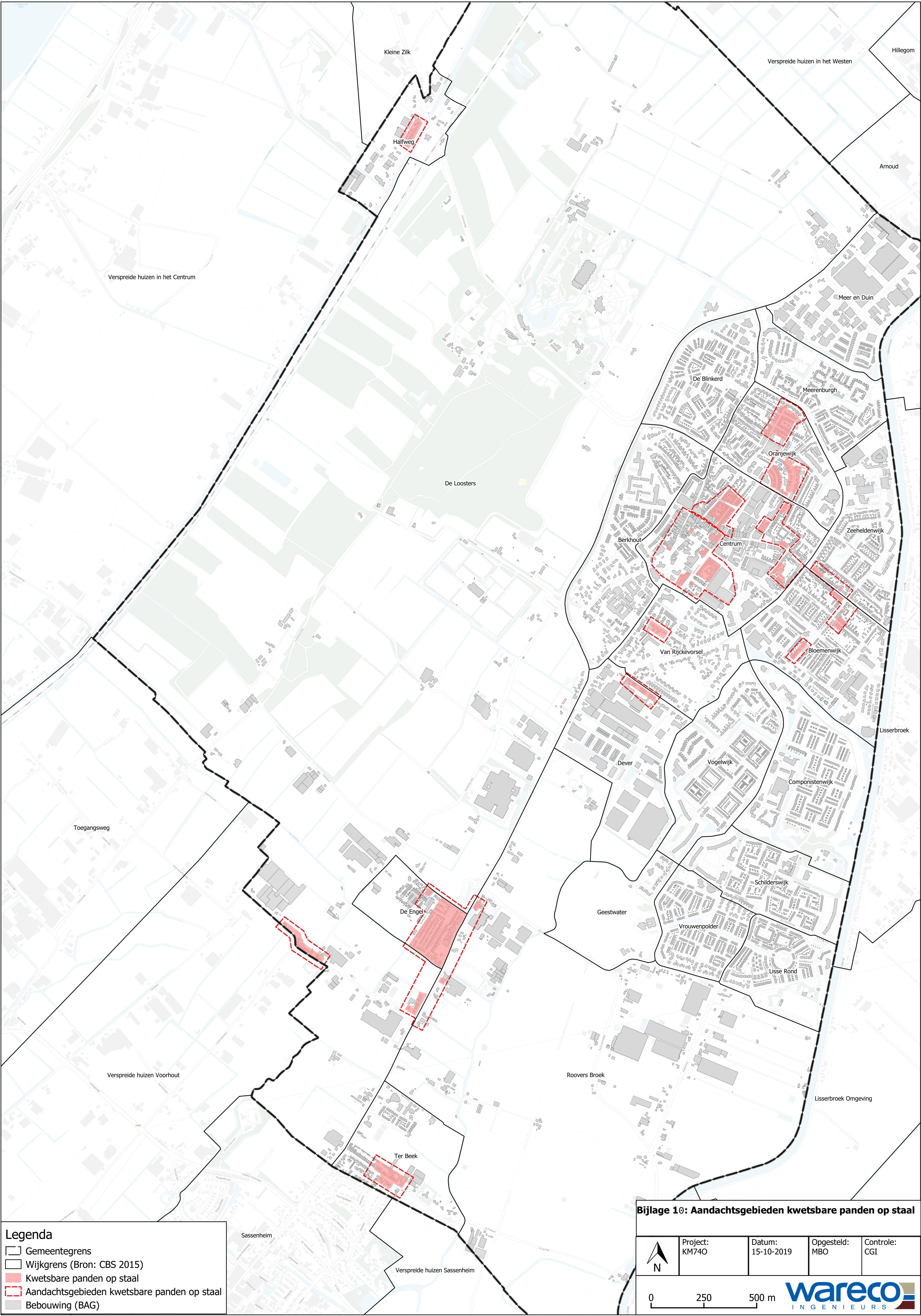
INGENIEURS

BIJLAGE 9

Locaties funderingstype op staal in zettingsgevoelig gebied

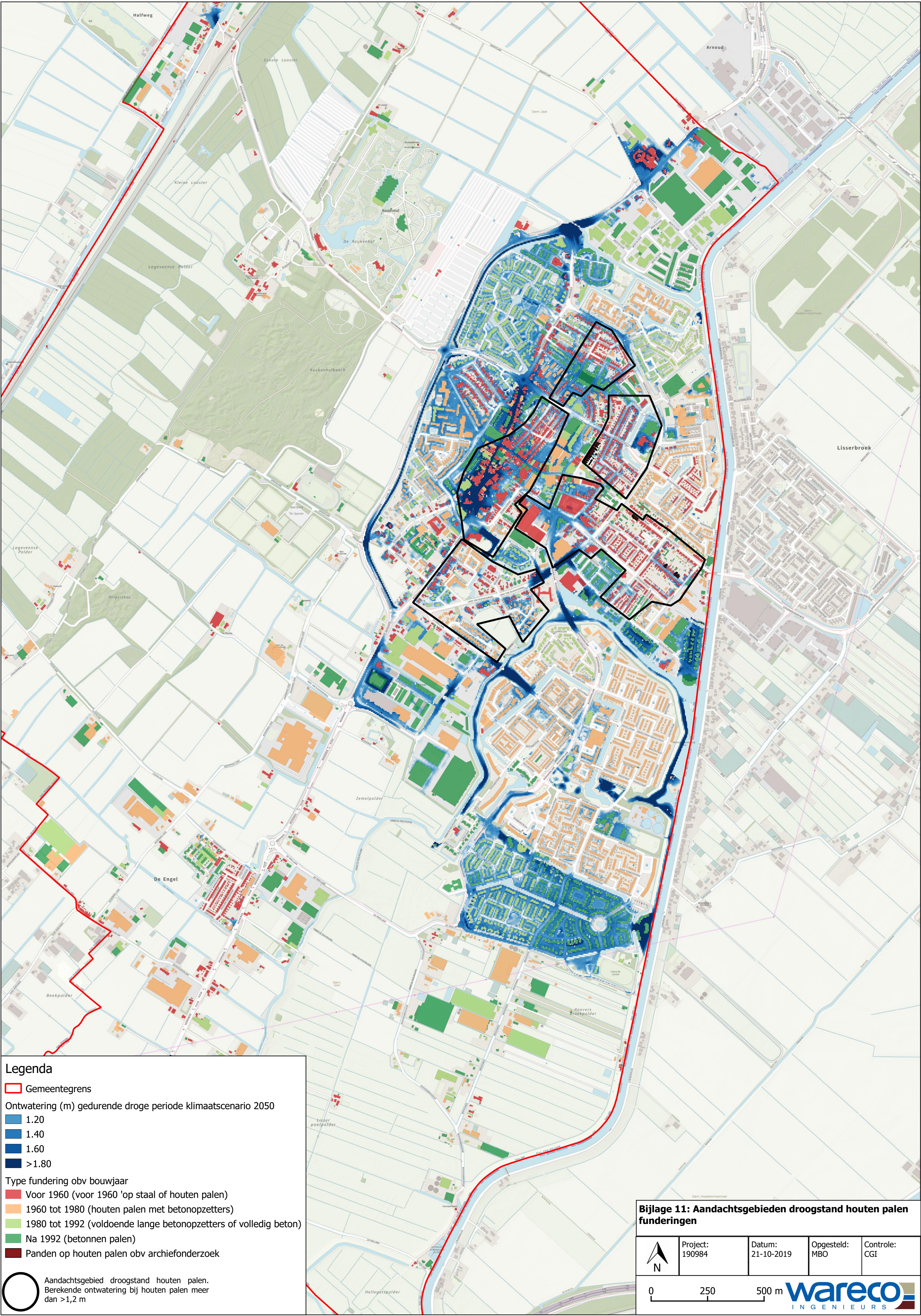
BIJLAGE 10

Aandachtsgebieden zettingen en fundering op staal



BIJLAGE 11

Aandachtsgebieden droogstand houten palen funderingen



Legenda

Gemeentegrens

Ontwatering (m) gedurende droge periode klimaatscenario 2050

1.20

1.40

1.60

>1.80

Type fundering obv bouwjaar

Voor 1960 (voor 1960 'op staal of houten palen)

1960 tot 1980 (houten palen met betonopzetters)

1980 tot 1992 (voldoende lange betonopzetters of volledig beton)

Na 1992 (betonnen palen)

Panden op houten palen obv archiefonderzoek

Aandachtsgebied droogstand houten palen.
Berekende ontwatering bij houten palen meer dan >1,2 m

Bijlage 11: Aandachtsgebieden droogstand houten palen funderingen

N

Project:
190984

Datum:
21-10-2019

Opgesteld:
MBO

Controle:
CGI

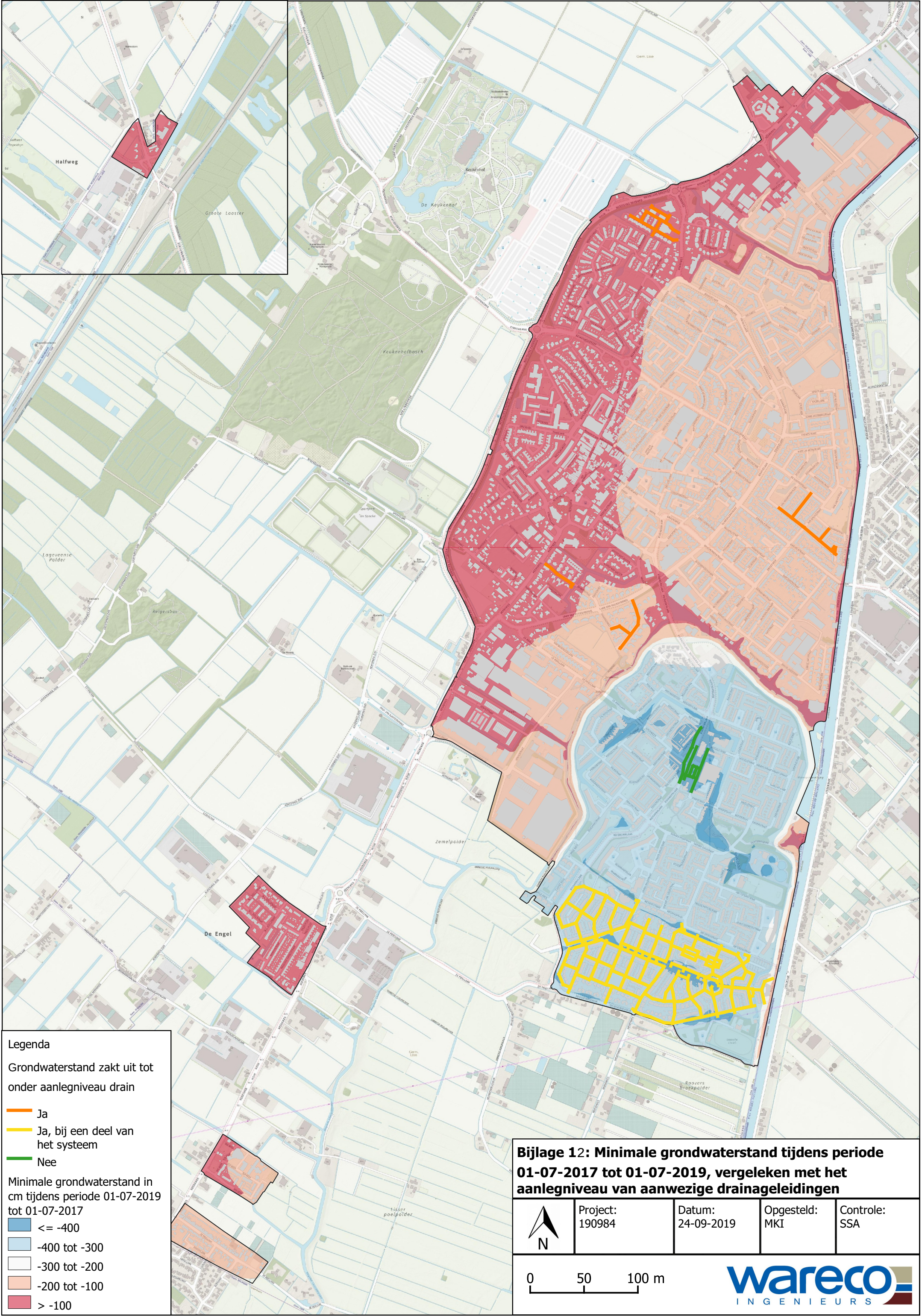
0250500 m

wareco

INGENIEURS

BIJLAGE 12

Risico droogstand van drainageleidingen



Legenda

Grondwaterstand zakt uit tot onder aanlegniveau drain

Ja

Ja, bij een deel van het systeem

Nee

Minimale grondwaterstand in cm tijdens periode 01-07-2019 tot 01-07-2017

<= -400

-400 tot -300

-300 tot -200

-200 tot -100

> -100

Bijlage 12: Minimale grondwaterstand tijdens periode 01-07-2017 tot 01-07-2019, vergeleken met het aanlegniveau van aanwezige drainageleidingen

Project:
190984

Datum:
24-09-2019

Opgesteld:
MKI

Controle:
SSA

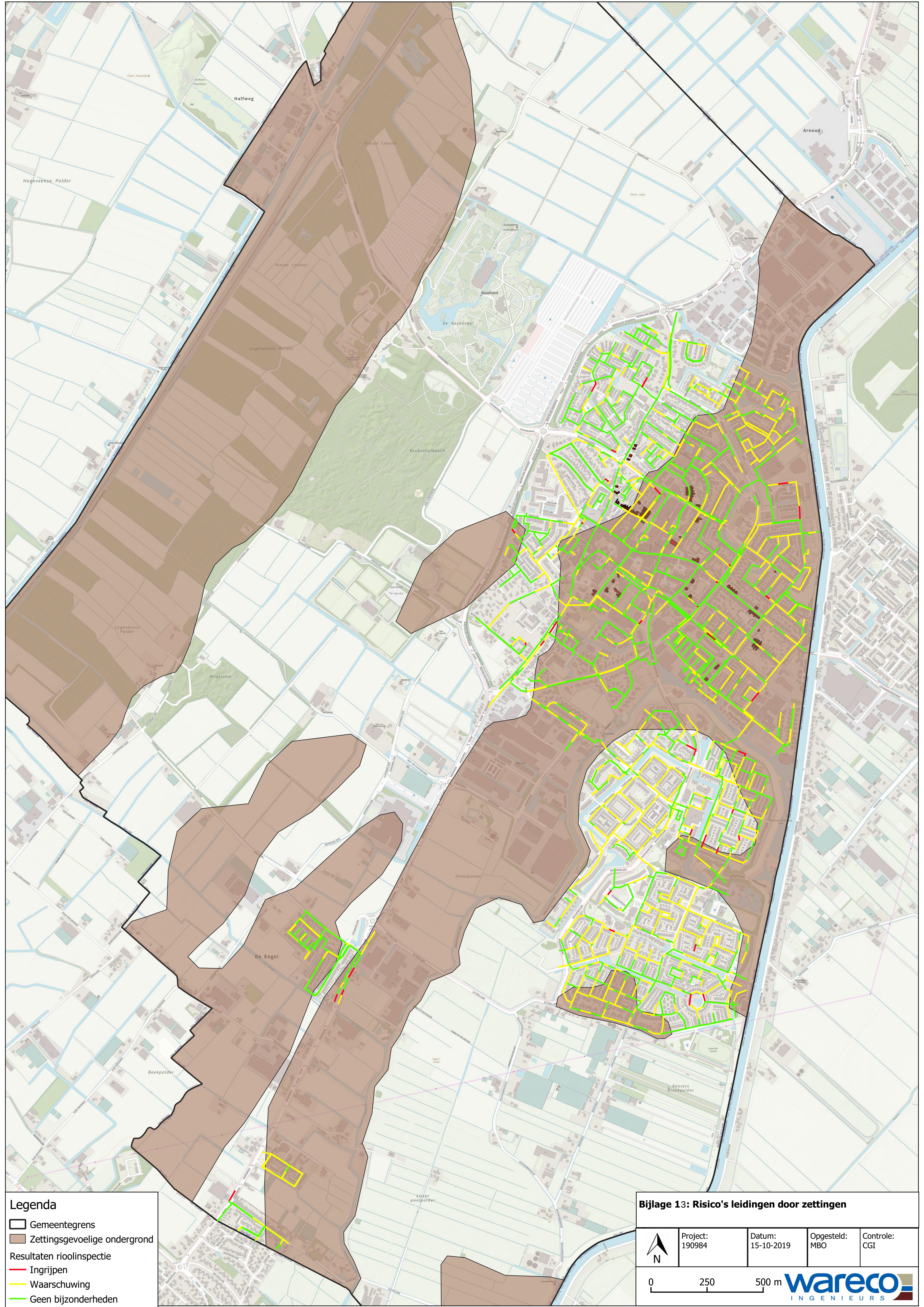
0

50

100 m

BIJLAGE 13

Risico's riolering in zettingsgevoelig gebied



Legenda

Gemeentegrens

Zettingsgevoelige ondergrond

Resultaten rioolinspectie

Ingrijpen

Waarschuwing

Geen bijzonderheden

Bijlage 13: Risico's leidingen door zettingen

N

0

250

500 m

Project:
190984

Datum:
15-10-2019

Opgesteld:
MBO

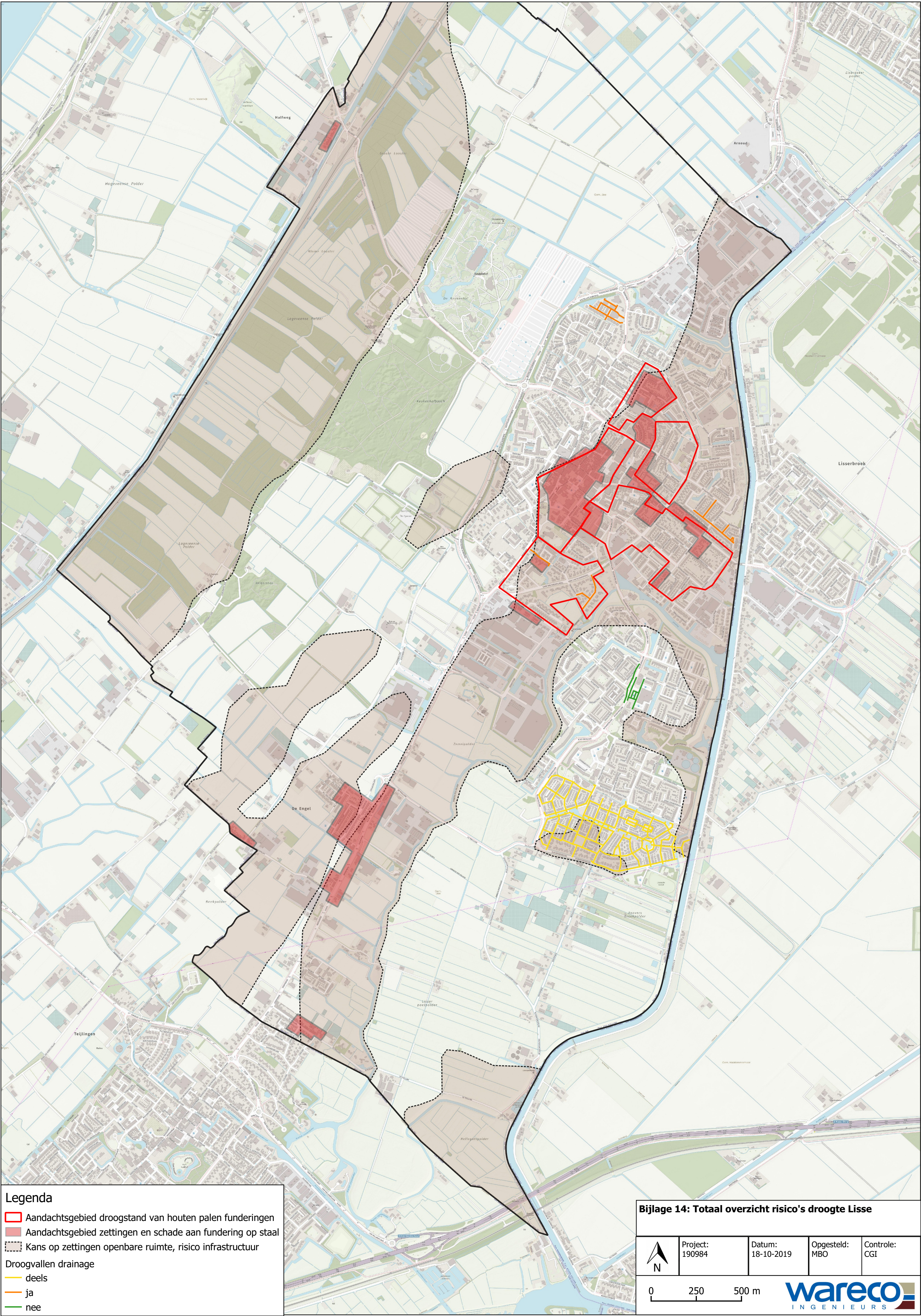
Controle:
CGI

wareco

INGENIEURS

BIJLAGE 14

Integrale analyse



Legenda

Aandachtsgebied droogstand van houten palen funderingen

Aandachtsgebied zettingen en schade aan fundering op staal

Kans op zettingen openbare ruimte, risico infrastructuur

Droogvallen drainage

deels

ja

nee

Bijlage 14: Totaal overzicht risico's droogte Lisse

N

Project:

190984

Datum:

18-10-2019

Opgesteld:

MBO

Controle:

CGI

0

250

500 m

wareco

INGENIEURS

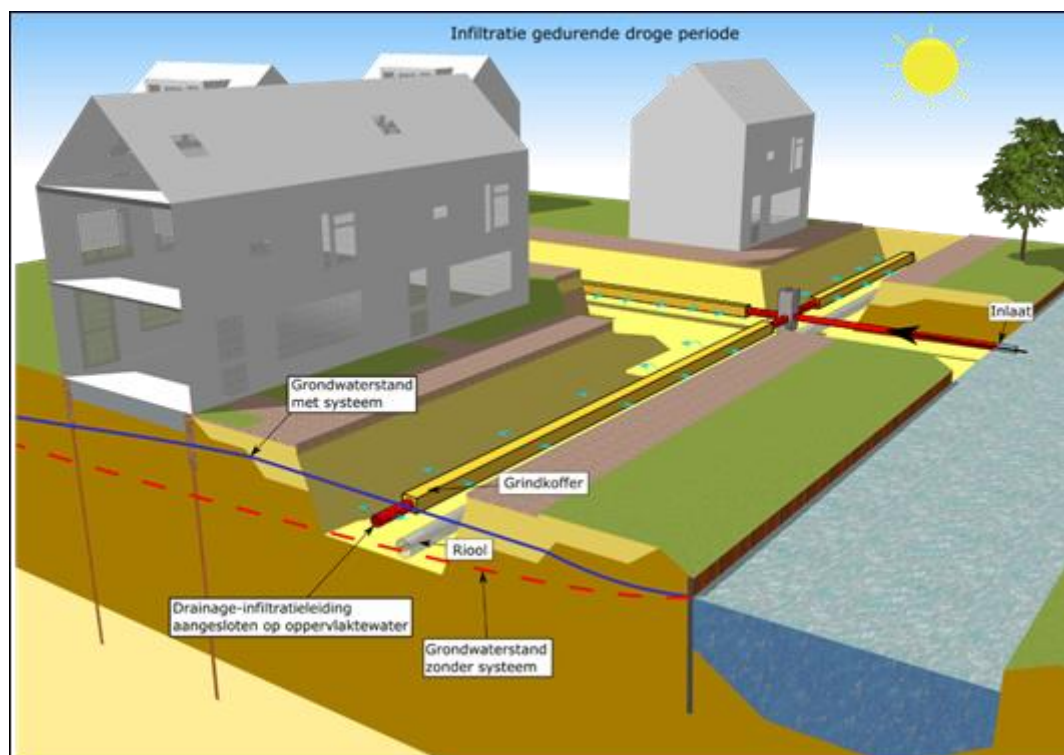
BIJLAGE 15

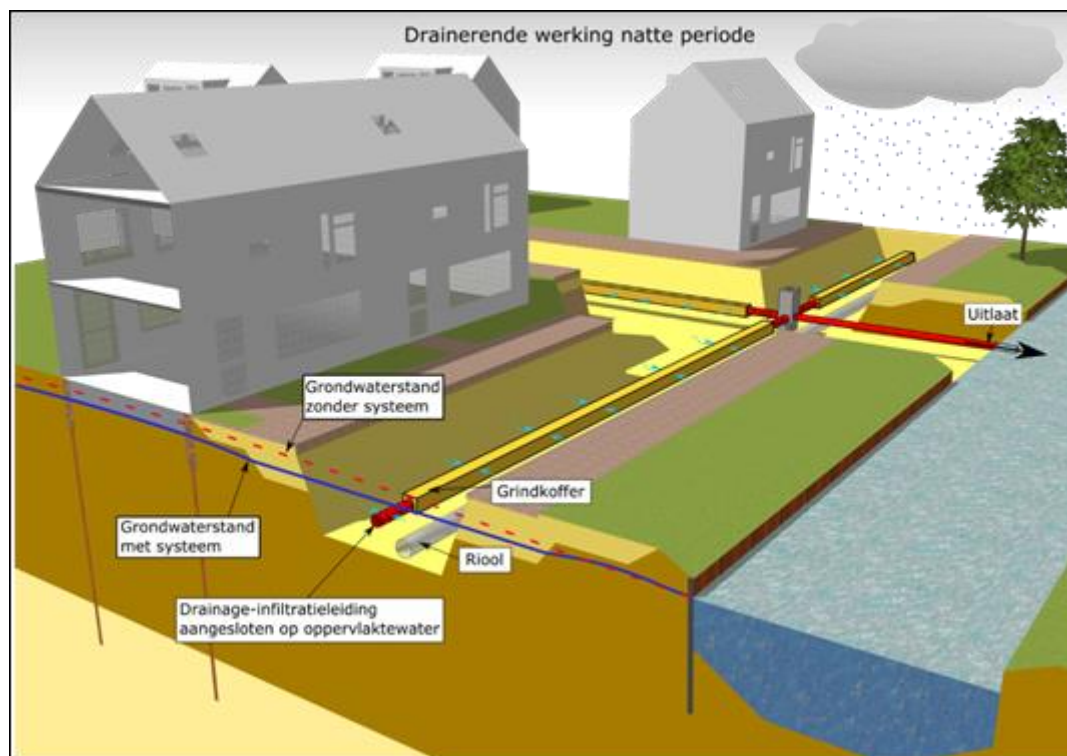
Informatie over actief grondwaterpeilbeheer en urban water buffer

BIJLAGE 15: Toelichting principes Actief Grondwaterpeilbeheer en de Urban Waterbuffer

Actief grondwaterpeilbeheer

Actief grondwaterpeilbeheer definiëren we als een gerichte inspanning om een gewenst grondwaterpeil te realiseren, door water aan te voeren in droge perioden en water af te voeren in natte perioden. Actief grondwaterpeilbeheer wordt veelal gerealiseerd met behulp van een eenvoudige drainage-infiltratieleiding die in directe verbinding staat met het oppervlaktewater (zie onderstaand figuur). Kenmerkend is het zogenaamde 'instelniveau', dat is het streefpeil van het grondwater waarop het leidingsysteem is ingesteld. Actief grondwaterpeilbeheer is er op gericht om zowel grondwateroverlast als -onderlast (verzakkingen, funderingsschade, groenschade) te beperken, als inspanningsverplichting. Met actief grondwaterpeilbeheer wordt door de overheid de grondwaterstand in het openbare terrein geregeld. Bewoners kunnen, net als bij de regenwater- en afvalwaterriolering, een aansluiting aanvragen op het systeem voor actief grondwaterpeilbeheer. Zo kan dit systeem aan bewoners een effectieve randvoorwaarde bieden om op particulier terrein de grondwaterstand te regelen.





De Urban Waterbuffer als bron voor Actief Grondwaterpeilbeheer

In sommige gevallen kan het voorkomen dat er geen oppervlaktewater beschikbaar is om het grondwater mee aan te vullen. Voorbeelden hiervan zijn geen oppervlaktewater, of een te laag streefpeil van het oppervlaktewater, of aanhoudende droogte waardoor oppervlaktewater schaars wordt. In deze gevallen kan het een optie zijn om zelf een bron van water beschikbaar te hebben.

De Urban waterbuffer kan in dit geval een uitkomst bieden. Door hemelwater op te vangen, te zuiveren en te infiltreren in diepere bodemlagen wordt een ondergrondse zoetwaterbel gecreëerd die in droge periodes benut kan worden voor verschillende doeleinden. In het geval van actief grondwaterpeilbeheer kan de zoetwaterbel ingezet worden om met een freatische grondwater mee aan te vullen.

In onderstaand figuur is een Urban Waterbuffer geschetst waarbij zowel de hemelwaterafvoer als het drainage-infiltratiesysteem zijn aangesloten op een centrale vijver. Deze vijver is door een drempel gescheiden van de rest van het oppervlaktewatersysteem. Door de aanvoer van hemel- en grondwater stijgt het vijverpeil waarna het overloopt naar een bio-filter. Nadat het water gezuiverd is wordt het geïnfiltréerd in een diepere bodemlaag. Wanneer het peil in de vijver 's zomers zakt wordt het weer op peil gebracht door water terug te winnen.

