



Geohydrologisch rapport

**Herbepaling signaal- en actiewaarden bemaling
verlegging gastransportleidingen en
watertransportleiding ViA15**

projectnummer 270572
definitief
2 november 2018

Geohydrologisch rapport

Herbepaling signaal- en actiewaarden bemaling verlegging gastransportleidingen en watertransportleiding ViA15

projectnummer 270572
documentnummer 270572-GHR-HAW-001
definitief revisie 00
2 november 2018

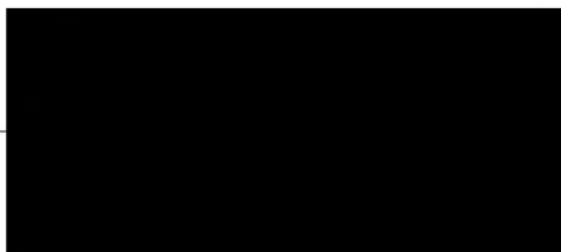
Auteurs



Opdrachtgever

N.V. Nederlandse Gasunie
Postbus 19
9700 MA Groningen

datum vrijgave	beschrijving revisie 00
2-11-2018	definitief



Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Kader	1
1.2	Voorgaande rapporten	1
1.3	Monitoringsnetwerken	2
1.4	Aanleiding en doel	2
1.5	Leeswijzer	3
2	Werkwijze	4
2.1	Effect lage stijghoogte 2018	4
2.1.1	Implicatie voor samendrukking	5
2.1.2	Implicaties voor krimp	5
2.1.3	Waarnemingen in het gebied	5
2.2	Bepaling actie- en signaalwaarden	7
2.2.1	Actiewaarden samendrukking	7
2.2.2	Actiewaarden krimp	8
2.2.3	Actiewaarden per periode	8
2.2.4	Signaalwaarden	9
3	Signaal- en actiewaarden	10
4	Conclusies	11

Bijlagen

1. Signaal- en actiewaarden.

Tekeningen

270572-DZ-KRP-001	Tekening isolijnen GLS-2018-KRP
270572-DZ-KRP-002	Tekening isolijnen GLS-2018-KRP en GLS-3
270572-DZ-KRP-003	Tekening krimpriscogebieden
270572-DZ-SAM-001	Tekening isolijnen GLS-2018-SAM
270572-DZ-SAM-002	Tekening isolijnen GLS-2018-SAM en GLS-3
270572-HM-001	Tekening vergelijking resultaten hoogtemetingen 2017 en 2018
270572-BKO-001	Tekening vergelijking resultaten bouwkundige opnamen 2017 en 2018

1 Inleiding

1.1 Kader

In opdracht van N.V. Nederlandse Gasunie heeft Antea Group de signaal- en actiewaarden voor de bemaling tijdens het verleggen van drie gastransportleidingen en één drinkwatertransportleiding in de omgeving van Duiven en Zevenaar opnieuw vastgesteld. De leidingen moeten worden verlegd in het kader van de aanleg van het Rijkswaterstaatproject ViA15.

Het ViA15-project bestaat uit de volgende deelprojecten:

- Doortrekken A15 vanaf knooppunt Ressen naar A12 tussen Duiven en Zevenaar;
- Verbreden van de A12 tussen Westervoort en Knooppunt Oud-Dijk;
- Verbreden van de A15 tussen knooppunt Valburg en knooppunt Ressen.

In het kader van de aanleg van de nieuwe rijksweg dienen drie hoofdgastransportleidingen van de N.V. Nederlandse Gasunie en een drinkwatertransportleiding van Vitens te worden verlegd, waarbij grondwater dient te worden onttrokken. Er wordt voornamelijk bemalen in grove zandlagen onder een deklaag die vrijwel volledig uit klei bestaat.

1.2 Voorgaande rapporten

De bemaling, de effecten van de bemaling en het oorspronkelijke voorstel voor monitoring zijn beschreven in de volgende documenten:

- "Geohydrologische rapport verlegging van de 48" gastransportleidingen A-524, A-533 e A-635 en een Ø630 mm PVC drinkwaterleiding Vitens Bemmell-Zevenaar, werkzaamheden 2018+1^e deel 2019", documentnummer 270572-GHR-01, revisie 06(A), d.d. 30 november 2018, opgesteld door Antea Group.
- "Geohydrologische rapport verlegging van de 48" gastransportleidingen A-524, A-533 e A-635 en een Ø630 mm PVC drinkwaterleiding Vitens Bemmell-Zevenaar, werkzaamheden 2^e deel 2019", documentnummer 270572-GHR-02, revisie 06(A), d.d. 30 november 2018, opgesteld door Antea Group.
- "Monitorings- en lozingsadvies verlegging 48" gastransportleidingen A-524, A-533 en A-635 en Ø630 mm PVC drinkwaterleiding Vitens Bemmell-Zevenaar, werkzaamheden oktober 2018 t/m maart 2019", documentnummer 270572-MLP-01, revisie 05(A), d.d. 30 november 2018, opgesteld door Antea Group.
- "Monitorings- en lozingsadvies verlegging 48" gastransportleidingen A-524, A-533 en A-635 en Ø630 mm PVC drinkwaterleiding Vitens Bemmell-Zevenaar, werkzaamheden april t/m december 2019", documentnummer 270572-MLP-02, revisie 05(A), d.d. 30 november 2018, opgesteld door Antea Group.
- "Geotechnisch rapport vooronderzoek opstellen binnen invloedsgebied grondwateronttrekking in het kader van project ViA15", documentnummer 416697-GTR-001, revisie 00, d.d. 1 november 2017, opgesteld door Antea Group in opdracht van Rijkswaterstaat.
- "Geohydrologisch rapport bepaling maximale omgevingseffecten t.b.v. verlegging kabels en leidingen, project ViA15, omgeving Duiven-Zevenaar", documentnummer 270572-GHR-MER-001, revisie 01, d.d. 13 maart 2018, opgesteld door Antea Group.

- “Technisch bemalingsplan Bommel-Zevenaar, locatie K1, fasen 1, 2 en 3”, kenmerk 801753, revisie 6.2, d.d. 16 juli 2018, opgesteld door Van Kessel Bronbemaling.

Uit de voorgaande rapporten blijkt dat risico op zettingschade het belangrijkste potentiële effect van de bemaling is. Zoals in de voorgaande rapporten is beschreven, kunnen zowel samendrukking als krimp tot zettingen leiden. Voor krimp geldt dat dit alleen een risico vormt in de periode dat er zowel neerslagtekort als een grote waterbehoefte van vegetatie is (periode juni t/m september). Er bestaat met name risico op het optreden van krimp op plaatsen waar vegetatie in de vorm van bomen en/of grote struiken aanwezig is.

In de voorgenoemde rapporten zijn de effecten van de bemaling beschouwd van een bandbreedte qua stijghoogten. Voor samendrukking en krimp is de GLS-3, de bovengrens van de bandbreedte voor de GLS, die in deze rapporten is gedefinieerd maatgevend. De signaal- en actiewaarde die in de voorgaande rapporten zijn gedefinieerd, zijn gebaseerd op de aanname dat GLS-3 de laagste stijghoogte is die gemiddeld over een langere periode voor zou kunnen komen.

1.3 Monitoringsnetwerken

Voor de trends in grondwaterstanden in het gebied is gebruikt gemaakt van de monitoringsnetwerken van Gemeenten Duiven, Zevenaar en Westervoort, te raadplegen via het platform van H2GO.

Er is gebruik gemaakt van de gegevens tot en met 14 oktober 2018. Op 15 oktober 2018 is namelijk een proefbemaling gestart door Gasunie om de debieten en de effecten van de bemaling en de werking van de retourbemaling te verifiëren. Aangezien de proefbemaling mogelijk effect heeft gehad op de grondwaterstijghoogten in één of meerdere monitoringspeilbuizen, zijn de meetgegevens na 14 oktober 2018 niet gebruikt.

1.4 Aanleiding en doel

De aanleiding voor de her-evaluatie van de signaal- en actiewaarden zoals deze in de in paragraaf 1.2 genoemde documenten zijn genoemd, zijn de (extreem) lage grondwaterstijghoogten in de zomer en het vroege najaar van 2018. Uit de metingen blijkt dat de grondwaterstijghoogten in meetpunten van het monitoringsnet van Gemeenten Duiven, Zevenaar en Westervoort (te raadplegen via H2GO) vanaf begin juni 2018 tot het opstellen van dit rapport vrijwel continu zijn afgenomen. Op tekening 270572-DZ-SAM-002 is de gemiddelde stijghoogte vanaf begin augustus t/m medio oktober 2018 vergeleken met de GLS-3 (zie paragraaf 1.2) waarop de oorspronkelijke signaal- en actiewaarde op gebaseerd zijn. De stijghoogte bleek begin september 2018 veelal circa 0,5 m lager dan GLS-3. De stijghoogten zijn gedurende de zomer van 2018 onder natuurlijke omstandigheden (dus zonder dat werd bemalen) op veel plaatsen ruim beneden de tot nu aangehouden actiewaarden gekomen.

Het bovenstaande impliceert dat bij het hanteren van de huidige actiewaarde er zonder dat er bemalen wordt mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn. De mitigerende maatregelen dienen de negatieve effecten van de bemaling te voorkomen. Er kan niet redelijkerwijs verwacht worden dat lage stijghoogten die onder natuurlijke omstandigheden optreden worden gemitigeerd. De hoeveelheid water die voor verhogen van de natuurlijk lage stijghoogten is, is bovendien niet voorhanden. Bij bemaling in een droge periode zou er in theorie meer water geretourneerd moeten worden dan er wordt onttrokken.

De doelstelling van het onderhavige rapport is om nieuwe signaal- en actiewaarden vast te stellen, waarbij de droge periode in de zomer en het vroege najaar van 2018 als uitgangspunt wordt genomen. De signaal- en actiewaarden dienen een werkbare situatie op te leveren, waarbij alleen wordt gealarmeerd indien de stijghoogteverlaging als gevolg van de bemaling tot (extra) zettingsschade zou kunnen leiden.

Bij de her-bepaling van de signaal en actiewaarden wordt mede gebruik gemaakt van aanvullend bouwkundig onderzoek in het gebied. Een toetsing op basis van het bouwkundige onderzoek in september en oktober 2018 of de droge zomer van 2018 heeft geleid tot zetting en schade dient ter bepaling van de betrouwbaarheid van de gehanteerde theorie voor het vaststellen van de nieuwe signaal- en actiewaarden.

1.5 Leeswijzer

In dit rapport komt het volgende aan bod:

- Beschrijving van de effecten van de lage stijghoogte die in de zomer van 2018 zijn opgetreden en bepaling van een wijze voor het afleiden van de nieuwe signaal- en actiewaarden (hoofdstuk 2).
- Presentatie en bespreking van de herziene signaal- en actiewaarden (hoofdstuk 3).
- Conclusies (hoofdstuk 4).

2 Werkwijze

2.1 Effect lage stijghoogte 2018

De lage stijghoogte in de zomer en het najaar van 2018 heeft de volgende effecten:

1. De lage stijghoogten hebben geleid tot lage waterspanningen in de deklaag en daardoor verhoging van de korrelspanningen.
2. De stijghoogte is in verschillende gebieden gedurende langere tijd tot beneden de onderzijde van de deklaag gezakt (zie subparagraaf 2.1.2 en tekening 270572-DZ-KRP-003).

Het bovenstaande effecten hebben geleid tot het optreden van zettingen door natuurlijk lage grondwaterstijghoogten. Dit heeft ook gevolgen voor de zettingen die nog op kunnen treden als gevolg van de stijghoogteverlaging als gevolg van de bemaling. De implicaties voor samendrukking en krimp zijn in de navolgende tekst beschreven.

De stijghoogten in het projectgebied worden voor de gemeenten Westervoort, Duiven en Zevenaar gemeten met het H2GO systeem. Voor de beoordeling van de effecten van de droge periode in 2018 op zetting door samendrukking en krimp, zijn de volgende uit de H2GO meetreeksen afgeleide stijghoogteniveaus relevant:

1. Relevant voor samendrukking: Gemiddelde stijghoogte over een periode van 70 dagen gedurende de zomer en het vroege najaar van 2018 (aangeduid als GLS-2018-SAM). De gekozen periode loopt van begin augustus t/m medio oktober 2018, de periode direct voor opstarten van de proefbemaling. Dit is de periode met de laatste stijghoogten voor de start van de proefbemaling.
De periode van 70 dagen komt overeen met de periode waarin de stijghoogte als gevolg van de bemaling ter plaatse van individuele panden significant wordt verlaagd. De samendrukking treedt op onder invloed van verhoging van de korrelspanningen gedurende een bepaalde periode. Eventuele fluctuaties van de stijghoogte (in de orde van cm's, hoogstens dm's) hebben hoogstens een geringe invloed op de waterspanningen (variaties in de orde van 1 kPa of minder), terwijl het effect op de korrelspanningen sterk wordt vertraagd door de lage consolidatiecoëfficiënt van de klei en veen. Om deze reden is de gemiddelde waarde maatgevend. De GLS-2018-SAM is op tekening 270572-DZ-SAM-001 weergegeven en op tekening 270572-DZ-SAM-002 vergeleken met GLS-3.
2. Relevant voor krimp: maximale stijghoogte die gedurende een periode van 70 dagen is opgetreden gedurende de krimpperiode (juni t/m september) van 2018 (aangeduid als GLS-2018-KRP). De gekozen periode is medio juli t/m eind september 2018. In deze periode zijn in de krimpperiode de laagste stijghoogten gemeten.
Ook hier is de periode van 70 dagen gekozen omdat deze overeenkomt met de periode waarin de stijghoogte als gevolg van de bemaling ter plaatse van individuele panden significant wordt verlaagd. Voor de krimp is de maximale stijghoogte van belang en niet de gemiddelde. Korte perioden met stijghoogten boven het gemiddelde kunnen namelijk leiden tot het ophouden van de krimp en het weer gedeeltelijk opzwellen van de klei. Alleen bij toetsing van de maximale waarde kan bepaald worden of er al dan niet over een aaneengesloten periode van 70 dagen krimp is opgetreden. GLS-2018-KRP is op tekening 270572-DZ-KRP-001 weergegeven en op tekening 270572-DZ-KRP-002 vergeleken met GLS-3.

Voor het bovenstaande zijn de stijghoogte in het meetnet van Gemeenten Duiven, Zevenaar en Westervoort gebruikt.

2.1.1 Implicatie voor samendrukking

De verhoogde korrelspanning gedurende de periode met langdurig lage grondwaterstijghoogten kan onder natuurlijke omstandigheden tot zetting als gevolg van samendrukking hebben geleid. De duur van de periode waarin de stijghoogten extreem laag waren, komt overeen met de periode waarin ter plaatse van individuele panden de stijghoogte significant wordt verlaagd als gevolg van de bemaling. De mate van consolidatie in de deklaag gedurende de zomer van 2018 komt dus overeen met de mate van consolidatie die optreedt tijdens de bemaling. Bij een verlaging van de stijghoogte door de bemaling tot GLS-2018-SAM, worden er dus geen hogere korrelspanningen bereikt dan gedurende de zomer en het vroege najaar van 2018 aanwezig waren.

Bij verhoging van de korrelspanningen als gevolg van bemaling tot GLS-2018-SAM reageert de grond dan ook stijf op de belastingsverhoging (parameter a in het a,b,c,-isotachenmodel) en zal geen noemenswaardige zetting optreden. Pas bij verlaging van de stijghoogte beneden GLS-2018-SAM kan slap gedrag optreden (parameter b in het a,b,c,-isotachenmodel) en kunnen significante zettingen ontstaan.

2.1.2 Implicaties voor krimp

Bij de beschrijving van de effecten van de bemaling (zie rapporten in paragraaf 1.2) is uitgegaan van de worst case-aanname dat de krimp instantaan optreedt op het moment dat de stijghoogte tot onder de onderzijde van de deklaag wordt verlaagd.

In de gebieden waarin de GLS-2018-KRP lager is dan de onderzijde van de deklaag, is de potentiële krimp die gedurende een periode die overeenkomt met de bemalingsperiode kan optreden, reeds opgetreden. Uit het laboratoriumonderzoek (zie rapporten paragraaf 1.2) is gebleken dat de deformatie bij opeenvolging van krimp-zwelcycli, per cyclus sterk afneemt en dat er na de eerste krimp blijvende deformatie is.

De krimpperiode van 2018 is ten einde. Dit houdt in dat swelling van de klei optreedt zodra de capillaire werking hersteld is. De gebieden waarin de GLS-2018-KRP lager is dan de onderzijde van de deklaag binnen de oorspronkelijke krimpriscogebieden (behorend bij GLS-3) zijn op tekening 270572-DZ-KRP-003 weergegeven. Hier geldt dat de krimp al heeft kunnen optreden gedurende een periode die overeenkomt met of langer is dan de periode waarin bemaling tot significante verlaging van de stijghoogte leidt. Voor de betreffende gebieden geldt dat er geen krimp meer wordt verwacht als gevolg van de bemaling in het kader van project Gasunie/Vitens.

2.1.3 Waarnemingen in het gebied

Hoogtemeting

Op een groot aantal panden zijn medio 2017 hoogtemerken geplaatst. De hoogtemerken zijn in september 2018, dus voor de start van de proefbemaling door Gasunie, opnieuw ingemeten, teneinde de zetting door natuurlijke omstandigheden in de tussenliggende periode te kunnen bepalen. De resultaten van de hoogtemeting in 2018 en de vergelijking met de nulmeting in 2017 zijn op tekening 270572-HM-001 weergegeven.

Uit een vergelijking van de recente meting met de nulmeting blijkt het volgende:

- Voor 30 adressen geldt dat de vergelijking tussen de metingen in 2017 en in september 2018 geen indicatie geeft voor het optreden van zakking in de tussengelegen periode.
- Ter plaatse van 20 adressen zijn de gemeten hoogtes lager dan de 0-hoogtemeting. Dit betekent dat er mogelijk zakking is opgetreden ter plaatse van deze panden. De potentiële zakking zijn ter plaatse van 11 adressen maximaal 5 mm, en zijn vermoedelijk deels het gevolg van een meetonzekerheid (per meting ligt deze in de orde van 1 à 2 mm). Ter plaatse van 9 adressen zijn de zakkingen groter dan 5 mm gemeten, hetgeen het gevolg kan zijn van samendrukking en/of krimp van de kleilaag door de lage grondwaterstanden tijdens de zomer van 2018.

De panden waar zakking is gemeten zijn verdeeld over het gebied aanwezig. Voor enkele panden kan de zakking mogelijk verklaard worden door de aanwezigheid van bomen nabij de bebouwing of de aanwezigheid van een veenlaag in de ondergrond. Boomwortels onttrekken water aan de bodem en versnellen hiermee het krimpproces, terwijl veenlagen sterk samendrukkinggevoelig zijn. Een eenduidige verklaring voor de gemeten zakkingen is echter niet mogelijk.

Bouwkundige opname

Van een groot aantal panden die nabij het tracé van de te leggen en de te verwijderen leidingen gesitueerd zijn, is medio 2017 een bouwkundige opname uitgevoerd. In week 41 van 2018 zijn de betreffende panden, voor zover hier toestemming voor is verkregen van de grondeigenaren, opnieuw bouwkundig opgenomen. Tijdens de bouwkundige opnamen zijn op basis van visuele waarnemingen van een bouwkundige expert de schades aan de bebouwing aangeduid. Op tekening 270572-BKO-001 zijn de verschillen tussen de bouwkundige opname in 2017 en de bouwkundige opname in 2018 opgenomen. Deze verschillen betreffen schades die in de tussentijd zijn ontstaan of verergerd. Bij de vergelijking zijn alleen de panden meegenomen die beide keren volledig (binnen en buiten) zijn opgenomen, om tot een betrouwbare vergelijking te kunnen komen.

Uit de vergelijking van de bouwkundige opnamen in 2017 en 2018 blijkt het volgende:

- Op 11 adressen blijken geen indicaties voor het ontstaan van schade tussen medio 2017 en oktober 2018.
- Op 10 adressen zijn in oktober 2018 5 of minder haarscheuren of lichte scheuren aangetroffen die medio 2017 nog niet werden waargenomen.
- Op 13 adressen zijn in vergelijking met de opname medio 2017 1 of meer matige tot zware scheuren en/of meer dan 5 haarscheuren tot lichte scheuren extra waargenomen in oktober 2018.

Uit een vergelijking van de bouwkundige opnamen blijken indicaties voor het ontstaan van schade in de periode tussen medio 2017 en oktober 2018. Deze schade is vermoedelijk deels het gevolg van samendrukking en krimp als gevolg van de lage grondwaterstijghoogten. Andere mechanismen kunnen echter ook een rol spelen. Haarscheuren en lichte scheuren zouden bijvoorbeeld ook kunnen zijn ontstaan door de hoge temperaturen in de zomer van 2018 en verschillen in uitzettingscoëfficiënten van de toegepaste bouwmaterialen.

Uit een vergelijking tussen tekeningen 270572-HM-001 en 270572-BKO-001 blijkt geen relatie tussen de gemeten zakkingen en de geconstateerde schades.

Conclusies

Op basis van de vergelijking van het bouwkundige onderzoek (hoogtemetingen en bouwkundige opnamen) in 2017 en 2018 blijkt het volgende:

- Er zijn aanwijzingen dat er tijdens de droge periode in 2018 zakking van bebouwing is opgetreden en dat schade is ontstaan.
- De oorzaken van zakking en de schade zijn niet eenduidig vast te stellen. Beide zijn vermoedelijk (deels) het gevolg van zetting door samendrukking en/of krimp.
- Aangezien het optreden van zetting door samendrukking en krimp als gevolg van de droge periode op basis van de theorie te verwachten was, kunnen de bouwkundige waarnemingen worden beschouwd als bewijs dat de theorie die gebruikt is voor het her-bepalen van de signaal- en actiewaarden (zie subparagrafen 2.1.1 en 2.1.2) correct is.

2.2 Bepaling actie- en signaalwaarden

De actiewaarden komen overeen met het niveau waaronder de stijghoogte niet kan worden verlaagd zonder dat er risico is op het optreden van negatieve effecten als gevolg van de bemaling. Bij overschrijding van de actiewaarden zijn dan ook mitigerende maatregelen noodzakelijk om het optreden van negatieve effecten te voorkomen. De mitigerende maatregelen zijn uitgewerkt in de in paragraaf 1.2 genoemde rapporten en bestaan voornamelijk uit retourbemaling en aanpassing van de werkwijze en werksnelheid waardoor de hoeveelheid bemaling die op een bepaald tijdstip nodig is, kan worden beperkt.

De signaalwaarden dienen ter alarmering bij het naderen van de actiewaarden. De signaalwaarden dienen zodanig te worden gekozen dat na het bereiken ervan voldoende tijd resteert om de monitoring te intensiveren voordat de actiewaarde bereikt wordt. De signaalwaarde wordt dan ook op een niveau van enkele decimeters boven de actiewaarde gekozen.

2.2.1 Actiewaarden samendrukking

Voor de bepaling van de actiewaarden in de in paragraaf 1.2 genoemde rapporten is uitgegaan van verhoogd risico op zettingsschade bij overschrijding van een relatief hoekrotatie van 1:300 tussen de funderingselementen. Deze toetsingswaarde is gebaseerd op een literatuurstudie (met name Boscarding, M.D., Edward J. Cording: "Building response to excavation-induced settlement. Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 115, No. 1, January 1989).

In de voorgaande rapporten is uitgegaan van de volgende actiewaarden:

- Voor panden met een verhoogd risico op zettingsschade: GLS-3
- Voor panden zonder een verhoogd risico op zettingsschade: de berekende verlaging van de stijghoogte als gevolg van bemaling bij GLS-3.

De eerder vastgestelde actiewaarden zijn zeer veilig, maar niet realistisch aangezien de actiewaarden onder natuurlijke omstandigheden reeds worden overschreden.

Om tot realistische actiewaarden te komen zijn de volgende stappen gezet:

1. Berekening van de maximale zetting die mag optreden voordat een relatieve hoekrotatie van 1:300 bereikt wordt. Hierbij is uitgegaan van de worst case-aanname dat het zettingsverschil 50% van de maximale absolute zetting is. Ook is voor elk pand uitgegaan van de worst case bodemopbouw die langs de gevels van het pand is aangetroffen. De onderlinge afstanden tussen de funderingselementen zijn afgeleid uit het eerder uitgevoerde onderzoek in het

- bouwarchief (zie paragraaf 1.2). Indien er geen gegevens over de onderlinge afstanden tussen de funderingselementen bekend zijn, is uitgegaan van een worst case-waarde van 2,5 m.
2. Berekening van de maximale stijghoogteverlaging die gedurende 70 dagen vanuit een GLS-3-situatie mag optreden waarbij de zetting nog kleiner is dan de bij stap 1 berekende zetting. Deze waarde is iteratief bepaald in het programma DSettlement van Deltares. Bij deze berekeningen zijn dezelfde worst case-waarden voor de grondparameters aangehouden als in de in paragraaf 1.2 genoemde rapporten. Er is uitgegaan van GLS-3 omdat dit een worst case uitgangspunt betreft (GLS-3 vormt de bovenzijde van de bandbreedte van GLS-waarden in het gebied).
 3. Vergelijking van de onder stap 2 berekende stijghoogte met de GLS-2018-SAM. De laagste van deze beide waarden is de actiewaarde.

Stappen 1 en 2 betreffen een theoretische berekening van de laagste stijghoogte waarbij nog geen verhoogd risico aanwezig is op zetting als gevolg van samendrukking. Omdat is uitgegaan van worst case aannamen (zettingsverschil komt overeen met 50% van de absolute zetting, worst case afstand tussen funderingselementen, worst case aanvangsstijghoogte (GLS-3), worst case grondparameters) betreft dit een veilige waarde.

Zoals in subparagraaf 2.1.1 is aangegeven, reageert de grond stijf op verhoging van de korrelspanningen totdat GLS-2018-SAM is bereikt. Pas bij verlaging van de stijghoogte tot beneden GLS-2018-SAM reageert de grond slap en kunnen grotere zettingen door samendrukking optreden. Om deze reden is stap 3 toegevoegd.

2.2.2 Actiewaarden krimp

In de in paragraaf 1.2 genoemde rapporten is de volgende actiewaarde aangehouden:

Voor gebieden waarin de GLS-3 zich boven de onderzijde van de deklaag bevindt, geldt de onderzijde van de deklaag als actiewaarde.

In gebieden waar de GLS-2018-KRP lager is dan de onderzijde van de deklaag is het krimmpotentieel reeds grotendeels verbruikt. Bij een eventuele volgende krimpfase in 2019 zullen de deformaties door krimp aanzienlijk kleiner zijn. De zetting als gevolg van de bemaling is met andere woorden verwaarloosbaar ten opzichte van de zetting die onder natuurlijke omstandigheden al is opgetreden. Voor gebieden waarin de GLS-2018-KRP onder de onderzijde van de deklaag ligt, worden dan ook geen actiewaarden meer voor krimp meer aangehouden. In alle overige gebieden blijven de oorspronkelijke actiewaarden van kracht.

2.2.3 Actiewaarden per periode

In de periode oktober t/m mei, waarin geen krimprisico aanwezig is, is de volgens subparagraaf 2.1.1 bepaalde actiewaarde voor samendrukking maatgevend.

In de periode van juni t/m september moeten de actiewaarde voor samendrukking (bepaald zoals omschreven in subparagraaf 2.1.1) en de actiewaarde voor krimp (bepaald zoals beschreven in subparagraaf 2.1.2) met elkaar vergeleken worden. De laagste van beide waarden is maatgevend.

2.2.4 Signaalwaarden

De signaalwaarden worden op een niveau van 0,2 m boven de actiewaarde aangehouden. Vrijwel alle bebouwing binnen het invloedsgebied van de bemaling bevindt zich op enige afstand van de bemaling. De stijghoogtedaling als gevolg van de bemaling zal hier langzaam verlopen en het verschil van 0,2 m tussen signaal- en actiewaarde biedt voldoende mogelijkheid op bijsturen.

3 Signaal- en actiewaarden

De herziene signaal- en actiewaarden zijn als bijlage 1 opgenomen.

Bij een aantal peilbuizen zijn geen signaal- en actiewaarden weergegeven. Voor deze peilbuizen geldt het volgende:

- Geen actiewaarde voor samendrukking: Bij verlaging van de stijghoogte tot de onderzijde van de deklaag blijft de relatieve hoekrotatie kleiner dan 1:300. Verdere verlaging van de stijghoogte in de zandlaag onder de deklaag, leidt niet tot verdere toename van de korrelspanningen in de kleilaag.
- Geen actiewaarde voor krimp: De GLS-2018 bevindt zich beneden de onderzijde van de deklaag, zodat er geen verhoogd risico is op verdere zetting als gevolg van krimp.

4 Conclusies

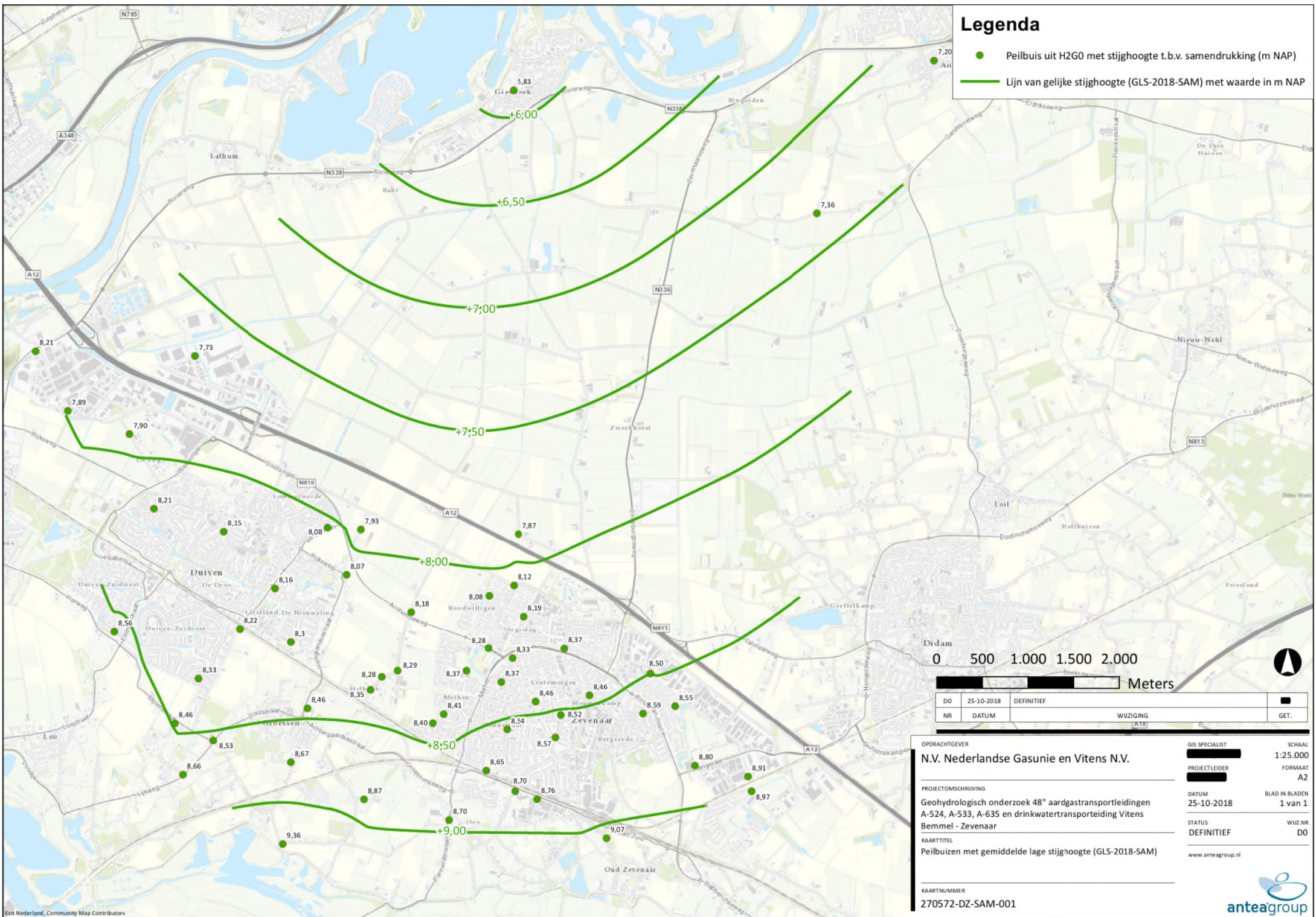
Op basis van de uitgevoerde analyse kan het volgende geconcludeerd worden:

- In de zomer en het vroege najaar van 2018 zijn de grondwaterstijghoogten geruime tijd lager geweest dan de in het verleden vastgestelde actiewaarden (actiewaarden volgens de rapporten in paragraaf 1.2).
- In verband met de lage stijghoogten in de zomer en het vroege najaar van 2018 is herziening van de signaal- en actiewaarden voor de bemaling gerechtvaardigd. Zonder deze herziening is de verlegging van de leidingen niet redelijkerwijs uitvoerbaar, omdat in dit geval onnodige en onrealistische, grootschalige mitigerende getroffen zouden moeten worden terwijl geen sprake is van een verhoogd risico op zettingsschade. De oorspronkelijke actiewaarden en de hieraan gekoppelde, mogelijke mitigerende maatregelen waren op het moment van vaststellen ervan, voor de zomer van 2018, realistisch. Door de droogte in de zomer en het vroege najaar van 2018 is de uitgangssituatie echter gewijzigd, waardoor dit niet langer het geval is. De gewijzigde uitgangssituatie noopt tot herziening signaal- en actiewaarden.
- Uit bouwkundig onderzoek (hoogtemeting en bouwkundige opname) zijn indicaties gebleken voor het optreden van zakking van bebouwing en het ontstaan van schade gedurende de droge periode in 2018. Voor de gemeten zakking en waargenomen schades is geen eenduidige verklaring te geven. De resultaten van het bouwkundige onderzoek is in lijn met de theorie achter de her-bepaling van de signaal- en actiewaarden en kunnen worden beschouwd als bewijs dat deze theorie correct is.
- Op basis van de theorie met betrekking tot het ontstaan van samendrukking en krimp is aanscherping van de signaal- en actiewaarden mogelijk zonder dat een verhoogd risico op zettingsschade ontstaat. De resulterende signaal- en actiewaarden zijn als bijlage bij dit rapport gevoegd.

Antea Group,
Heerenveen, november 2018

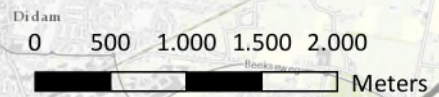
Bijlage 1: Signaal- en actiewaarden

Tekeningen



Legenda

- Peilbuis uit H2G0 met stijghoogte t.b.v. samendrukking (m NAP)
- Lijn van gelijke stijghoogte (GLS-2018-SAM) met waarde in m NAP

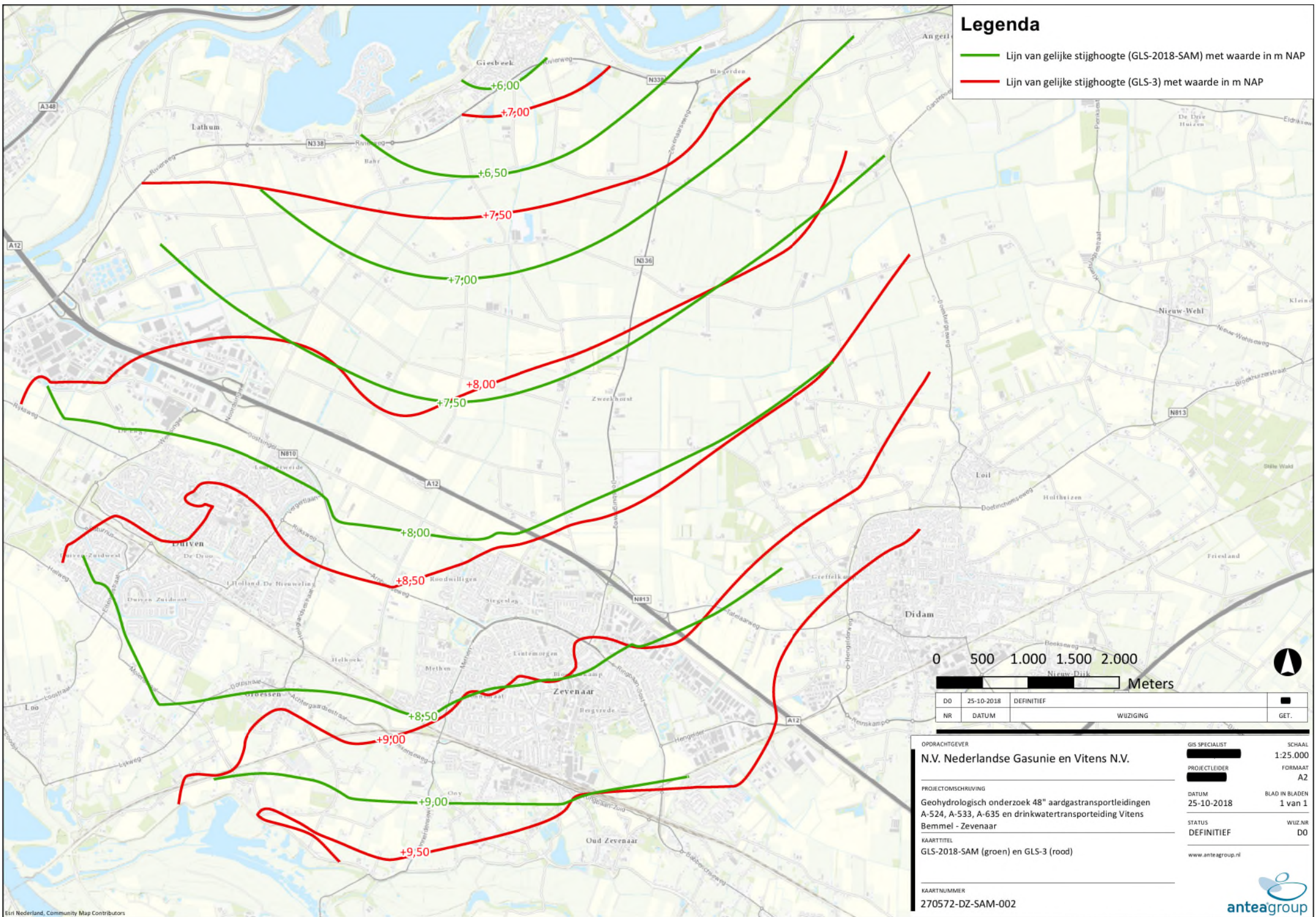


DO	25-10-2018	DEFINITIEF		
NR	DATUM	WIJZIGING		GET.

OPDRACHTGEVER	GIS SPECIALIST	SCHAAL
N.V. Nederlandse Gasunie en Vitens N.V.	[REDACTED]	1:25.000
PROJECTOMSCHRIJVING	PROJECTLEIDER	FORMAAT
Geohydrologisch onderzoek 48" aardgastransportleidingen A-524, A-533, A-635 en drinkwatertransportleiding Vitens Bemmel - Zevenaar	[REDACTED]	A2
KAARTTITEL	DATUM	BLAD IN BLADEN
Peilbuizen met gemiddelde lage stijghoogte (GLS-2018-SAM)	25-10-2018	1 van 1
	STATUS	WIJZNR
	DEFINITIEF	DO
	www.anteagroup.nl	

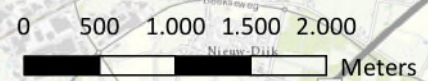
Esri Nederland, Community Map Contributors

R:\00270000\00270572\ArcGIS\project K1\Kaarten\23-10-2018_Signaal_actiewaarden_obv_actuele_stijghoogtes_H2G0\270572-DZ-SAM-001.mxd



Legenda

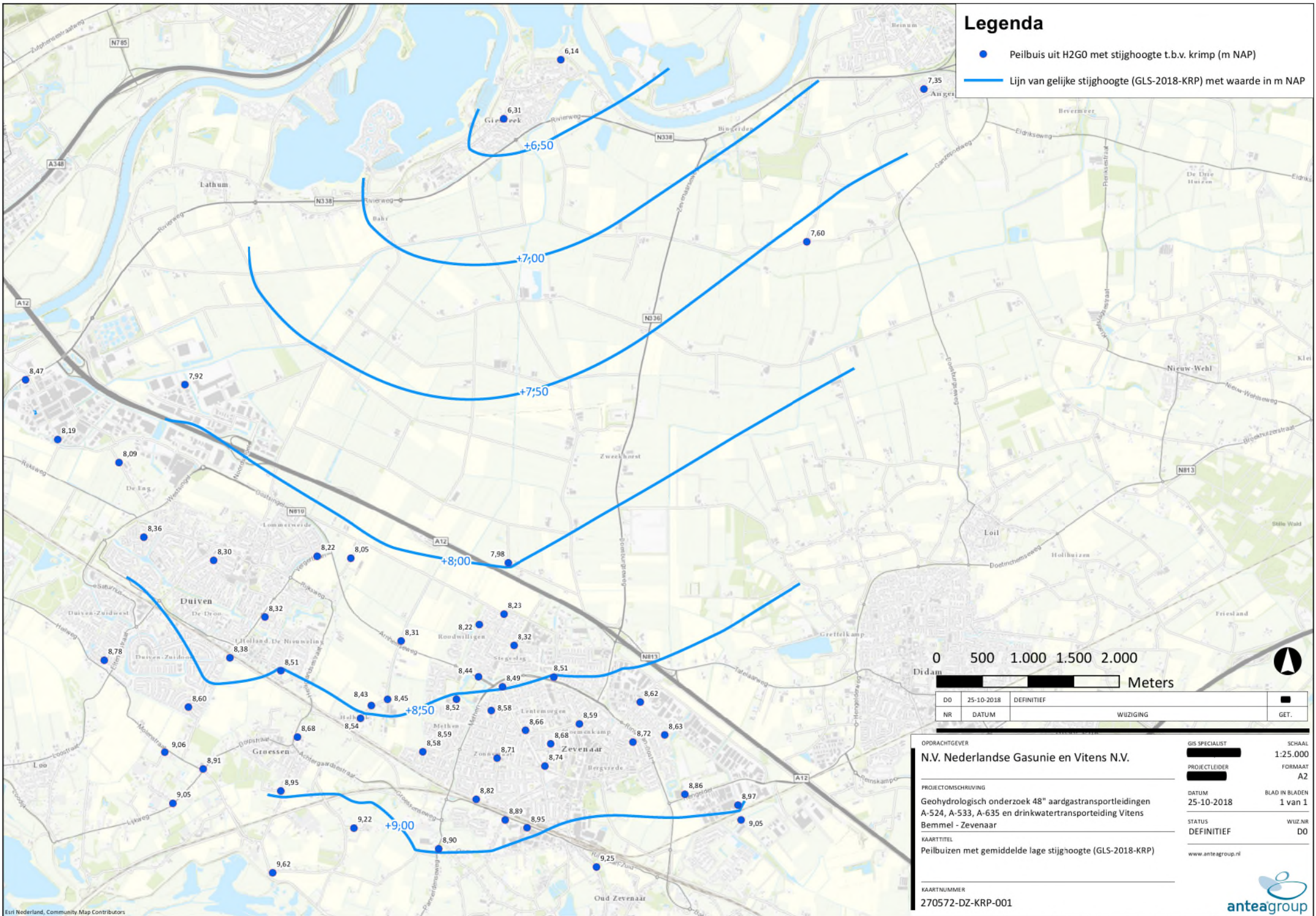
- Lijn van gelijke stijghoogte (GLS-2018-SAM) met waarde in m NAP
- Lijn van gelijke stijghoogte (GLS-3) met waarde in m NAP



DO	25-10-2018	DEFINITIEF		
NR	DATUM	WIJZIGING		GET.

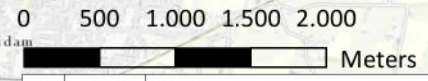
OPDRACHTGEVER		GIS SPECIALIST		SCHAAL
N.V. Nederlandse Gasunie en Vitens N.V.		[REDACTED]		1:25.000
PROJECTOMSCHRIJVING		PROJECTLEIDER		FORMAAT
Geohydrologisch onderzoek 48" aardgastransportleidingen A-524, A-533, A-635 en drinkwatertransportleiding Vitens Bemmel - Zevenaar		[REDACTED]		A2
KAARTNUMMER		DATUM	BLAD IN BLADEN	
GLS-2018-SAM (groen) en GLS-3 (rood)		25-10-2018	1 van 1	
		STATUS	WIJZ.NR	
		DEFINITIEF	DO	
		www.anteagroup.nl		
KAARTNUMMER		SCHAAL		
270572-DZ-SAM-002		1:25.000		





Legenda

- Peilbuis uit H2GO met stijghoogte t.b.v. krimp (m NAP)
- Lijn van gelijke stijghoogte (GLS-2018-KRP) met waarde in m NAP



DO	25-10-2018	DEFINITIEF		
NR	DATUM	WIJZIGING		GET.

OPDRACHTGEVER
N.V. Nederlandse Gasunie en Vitens N.V.

PROJECTOMSCHRIJVING
 Geohydrologisch onderzoek 48" aardgastransportleidingen A-524, A-533, A-635 en drinkwatertransportleiding Vitens Bemmel - Zevenaar

KAARTITEL
 Peilbuizen met gemiddelde lage stijghoogte (GLS-2018-KRP)

KAARTNUMMER
 270572-DZ-KRP-001

GIS SPECIALIST
 [Redacted]

PROJECTLEIDER
 [Redacted]

DATUM
 25-10-2018

STATUS
 DEFINITIEF

SCHAAL
 1:25.000

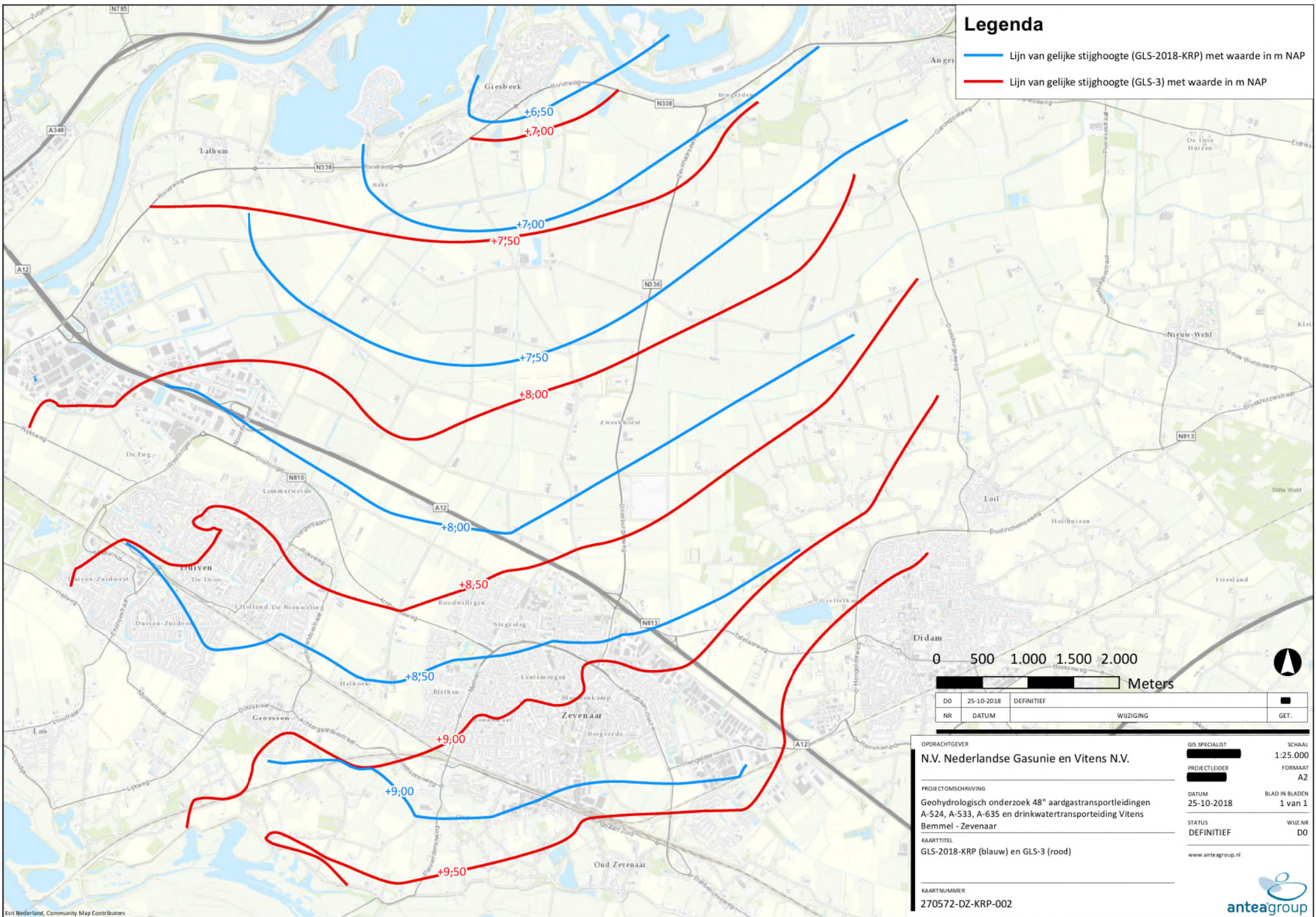
FORMAAT
 A2

BLAD IN BLADEN
 1 van 1

WIJZNR
 DO

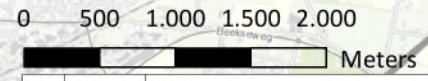
www.anteagroup.nl





Legenda

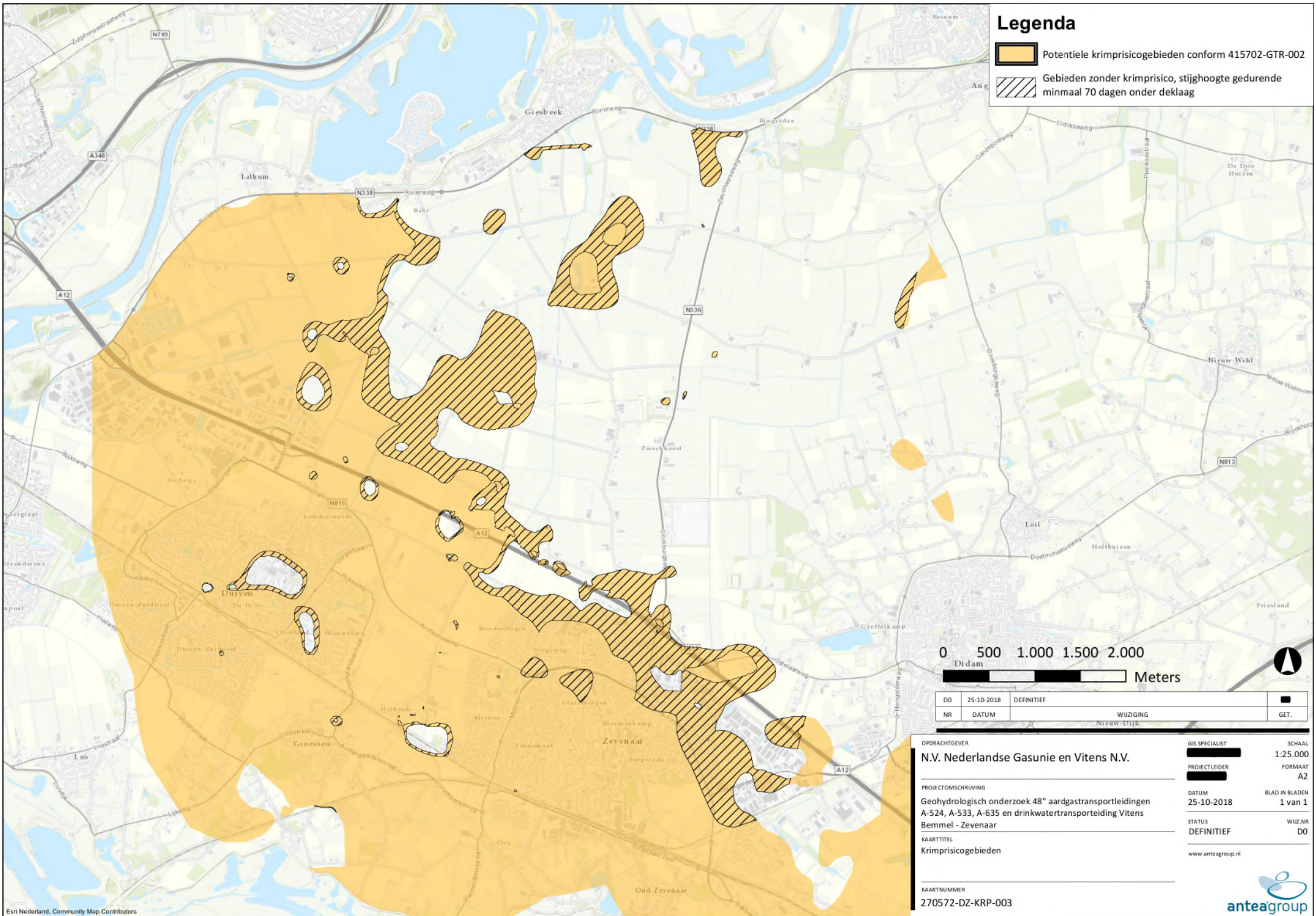
- Lijn van gelijke stijghoogte (GLS-2018-KRP) met waarde in m NAP
- Lijn van gelijke stijghoogte (GLS-3) met waarde in m NAP





DO	25-10-2018	DEFINITIEF		
NR	DATUM	WIJZIGING		GET.

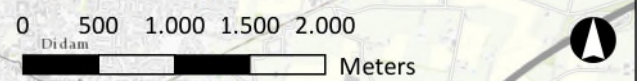
OPDRACHTGEVER N.V. Nederlandse Gasunie en Vitens N.V.		GIS SPECIALIST [Redacted]	SCHAAL 1:25.000
PROJECTOMSCHRIJVING Geohydrologisch onderzoek 48" aardgastransportleidingen A-524, A-533, A-635 en drinkwatertransportleiding Vitens Bemmel - Zevenaar		PROJECTLEIDER [Redacted]	FORMAAT A2
KAARTTITEL GLS-2018-KRP (blauw) en GLS-3 (rood)		DATUM 25-10-2018	BLAD IN BLADEN 1 van 1
KAARTNUMMER 270572-DZ-KRP-002		STATUS DEFINITIEF	WIJZ.NR DO
www.anteagroup.nl			





Legenda

-  Potentiele krimprisicogebieden conform 415702-GTR-002
-  Gebieden zonder krimprisico, stijghoogte gedurende minimaal 70 dagen onder deklaag



DO	25-10-2018	DEFINITIEF		
NR	DATUM	WIJZIGING		GET.
		Nieuw-Dijk		

OPDRACHTGEVER
N.V. Nederlandse Gasunie en Vitens N.V.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek 48" aardgastransportleidingen A-524, A-533, A-635 en drinkwatertransportleiding Vitens Bemmelen - Zevenaar

KAARTITEL
Krimprisicogebieden

KAARTNUMMER
270572-DZ-KRP-003

GIS SPECIALIST
[Redacted]

PROJECTLEIDER
[Redacted]

DATUM
25-10-2018

STATUS
DEFINITIEF

SCHAAL
1:25.000

FORMAAT
A2

BLAD IN BLADEN
1 van 1

WIJZ.NR
DO

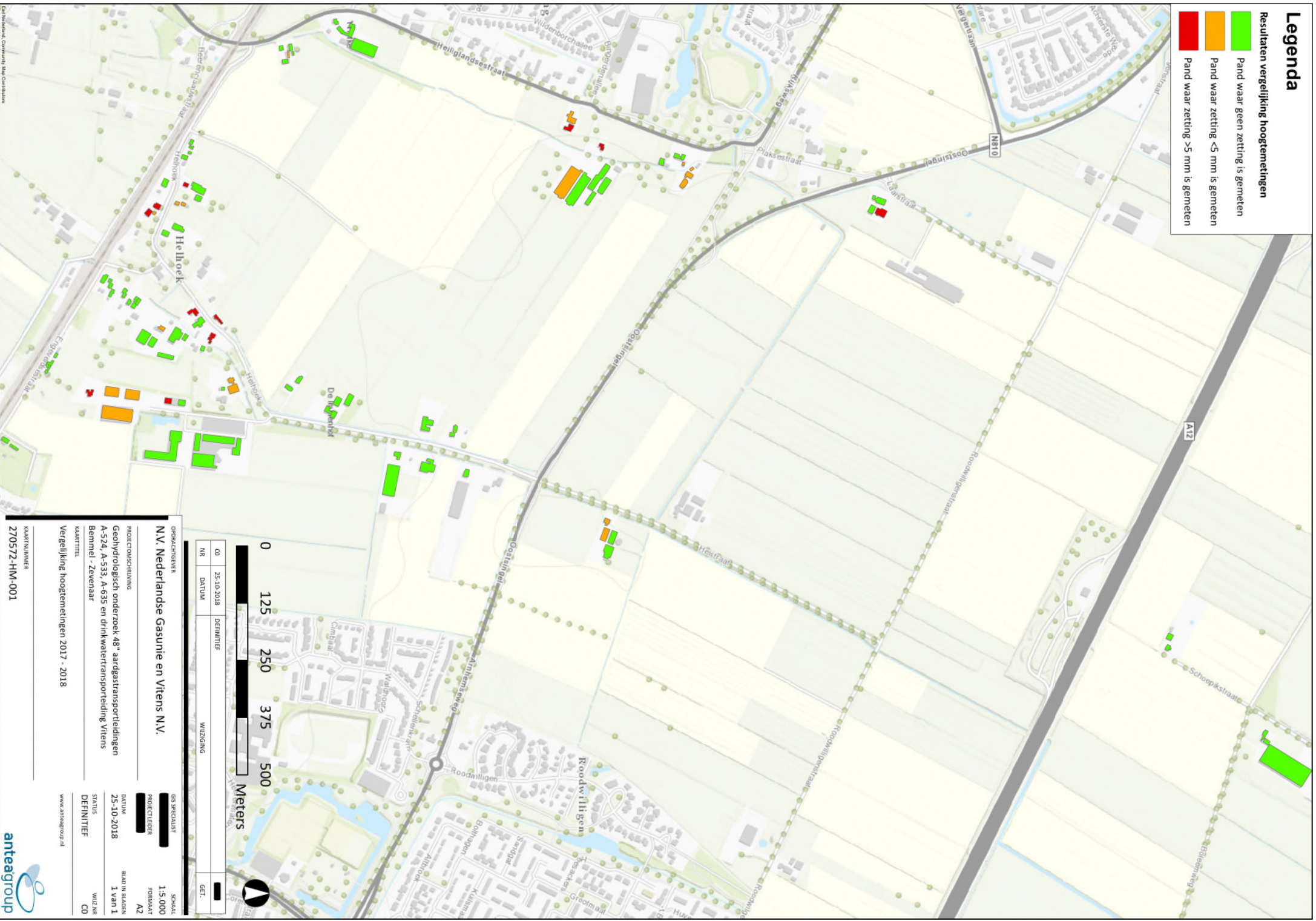
www.anteagroup.nl



Legenda

Resultaten vergelijking hoogtemetingen

-  Pand waar zetting is gemeten
-  Pand waar zetting <5 mm is gemeten
-  Pand waar zetting >5 mm is gemeten



CD	NR	DATUM	DEFINITIEF	WIJZIGING	GET.
0	25-10-2018				

OPDRACHEGEEVER
N.V. Nederlandse Gasunie en Vitens N.V.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek 48" aardgastransportleidingen A-524, A-533, A-635 en drinkwatertransportleiding Vitens Bemmel - Zevenaar

KAARTITEL
Vergelijking hoogtemetingen 2017 - 2018

SCHAAL
1:5.000

PROJECTIEGEBIED
A2

DATUM
25-10-2018

BLAD IN RIJZEN
1 VAN 1

STATUS
DEFINITIEF

WIJZIGING
CD

KAARTNUMMER
270572-HM-001



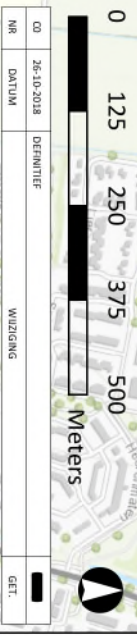
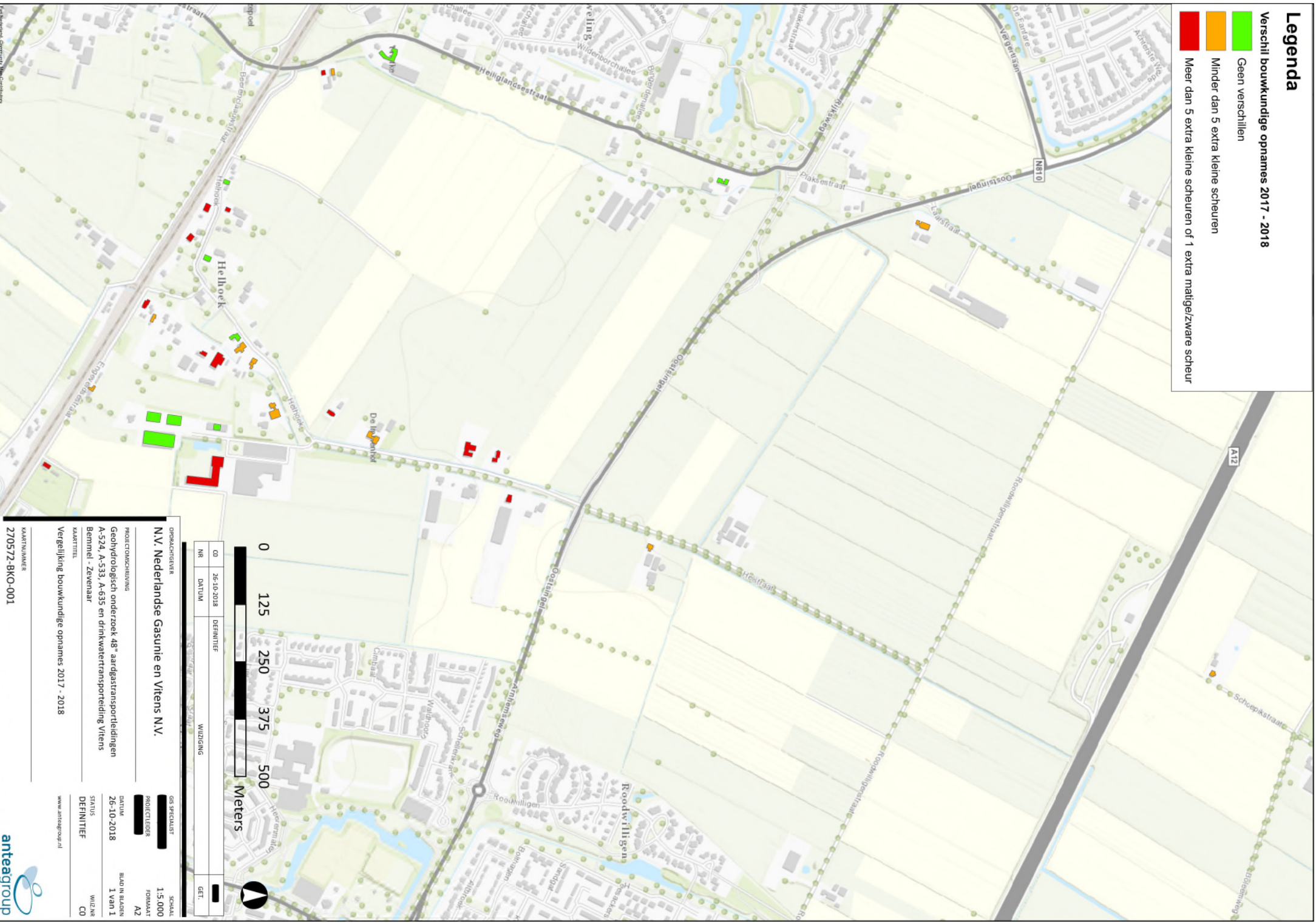
Legenda

Verschil bouwkundige opnames 2017 - 2018

■ Geen verschillen

■ Minder dan 5 extra kleine scheuren

■ Meer dan 5 extra kleine scheuren of 1 extra matige/zware scheur



OPDRACHTGEVER: N.V. Nederlandse Gasunie en Vitens N.V.

PROJECTOMSCHRIJVING: Geohydrologisch onderzoek 48" aardgasleidingen

A-524, A-533, A-635 en drinkwatertransportleiding Vitens

Bemmel - Zeevaar

KAARTITEL: Vergelijking bouwkundige opnames 2017 - 2018

KAARTNUMMER: 270572-BKO-001

SCHAAL: 1:5.000
FORMAAT: A2

DATUM: 26-10-2018
BLAD IN RIJZEN: 1 VAN 1

STATUS: DEFINITIEF
WILNIS: CO

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV HEERENVEEN
Postbus 24
8440 AA HEERENVEEN


www.anteagroup.nl

Copyright © 2018

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.