



Geohydrologische notitie

**WarmtelinQ Rijswijk-Leiden, risicobeheersing
welvorming**

projectnummer 0475588.100
definitief revisie 00
12 december 2023

Geohydrologische notitie

WarmtelinQ Rijswijk-Leiden, risicobeheersing welvorming

projectnummer 0475588.100
documentnummer 475588-GHN-001
definitief revisie 00
12 december 2023

Auteur

[REDACTED]

Opdrachtgever

WarmtelinQ Transport Services B.V.
Concourslaan 17
9727 KC GRONINGEN

Gecontroleerd:

[REDACTED]
[REDACTED]

datum
12 december 2023

beschrijving
definitief

vrijgave

[REDACTED]

Inhoudsopgave

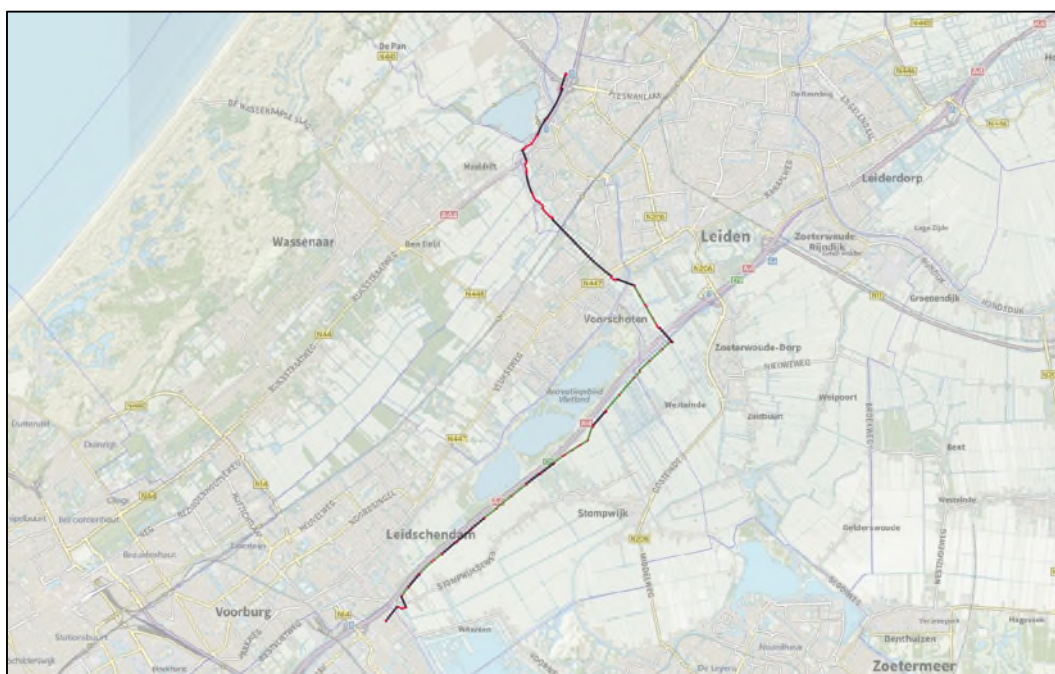
		Blz.
1	Inleiding	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Basisgegevens	2
1.3	Leeswijzer	2
2	Risico's en beheersmaatregelen HDD's	3
3	Risico's en beheersmaatregelen open ontgraving	5
4	Risico's en beheersmaatregelen inploegen	7
5	Conclusies	9

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van WarmtelinQ Transport Services (WTS) is door Antea Group een samenvattende notitie gemaakt met betrekking tot de risico's op welvorming bij de aanleg van het leidingtracé WarmtelinQ Rijswijk-Leiden en de beheersmaatregelen die hiervoor kunnen worden getroffen.

De warmtetransportleidingen die in het kader van project WarmtelinQ Rijswijk-Leiden worden aangelegd, bevinden zich deels in landelijk gebied bestaande uit relatief laaggelegen polders. In deze polder kan de grondwaterstijghoogte in diepere zandlagen boven het maaiveld uitkomen, waardoor er risico bestaat op het ontstaan van wellen als tijdens de leidingaanleg onzorgvuldig te werk wordt gegaan. De kwelgevoelige gebieden bevinden zich langs het in figuur 1.1 weergegeven leidingtracé.



Figuur 1.1: topografische ligging tracé met in rood aanleg in open ontgraving, in zwart HDD's en in groen in te ploegen delen. Bron ondergrond: TopoPlus.

1.2 Basisgegevens

De aanlegmethoden voor de warmtetransportleidingen die door WarmtelinQ worden gebruikt zijn: aanleg in open ontgraving, inploegen van de leiding en aanleg van de leiding door horizontaal gestuurde boringen (HDD's).

Deze notitie is gebaseerd op rapportages die met betrekking tot de leidingaanleg zijn opgesteld. Er zijn drie soorten rapporten opgesteld die voor deze notitie relevant zijn:

- Grondmechanische rapporten met betrekking tot de geplande sleufloze technieken, in de vorm van horizontaal gestuurde boringen (HDD's).
- Geotechnische rapporten met betrekking tot de leidingsecties die ingeploegd zullen worden.
- Geohydrologische rapporten met betrekking tot de bemaling die tijdens de leidingaanleg noodzakelijk is.

Om de rapporten op te kunnen stellen is langs het gehele tracé bodemonderzoek uitgevoerd. Met het bodemonderzoek zijn de bodemopbouw en de grondwaterstanden bepaald.

De bodemopbouw ter plaatse van het tracé blijkt in het algemeen vanaf het maaiveld te bestaan uit slecht waterdoorlatende klei- en veenlagen. In de diepere ondergrond komen op verschillende diepten zandlagen voor.

In de lager gelegen polders kan de grondwaterstijghoogte in diepere zandlagen boven het maaiveld uitkomen. Normaal gezien ontstaan er desondanks in het algemeen geen wellen. Dit komt omdat de slecht doorlatende afzettingen (klei en veen) tussen de zandlagen en het maaiveld het water tegenhouden. Zolang deze lagen in tact blijven, kunnen er normaal gezien geen wellen ontstaan. De bovenste klei- en veenlagen worden vaak "deklaag" genoemd.

In het kader van de aanleg van de warmteleidingen is het verstoren van de grond echter noodzakelijk. De slecht doorlatende lagen moeten worden doorgraven (bij aanleg in open ontgraving), doorboord (bij HDD's) of doorsneden (bij ploegen). Omdat de slecht doorlatende lagen worden verstoord, zouden er zonder beheersmaatregelen wellen kunnen ontstaan door de leidingaanleg. Het risico op welvorming en de beheersmaatregelen om welvorming te voorkomen, worden in dit rapport besproken.

1.3 Leeswijzer

In deze rapportage worden de volgende onderdelen behandeld:

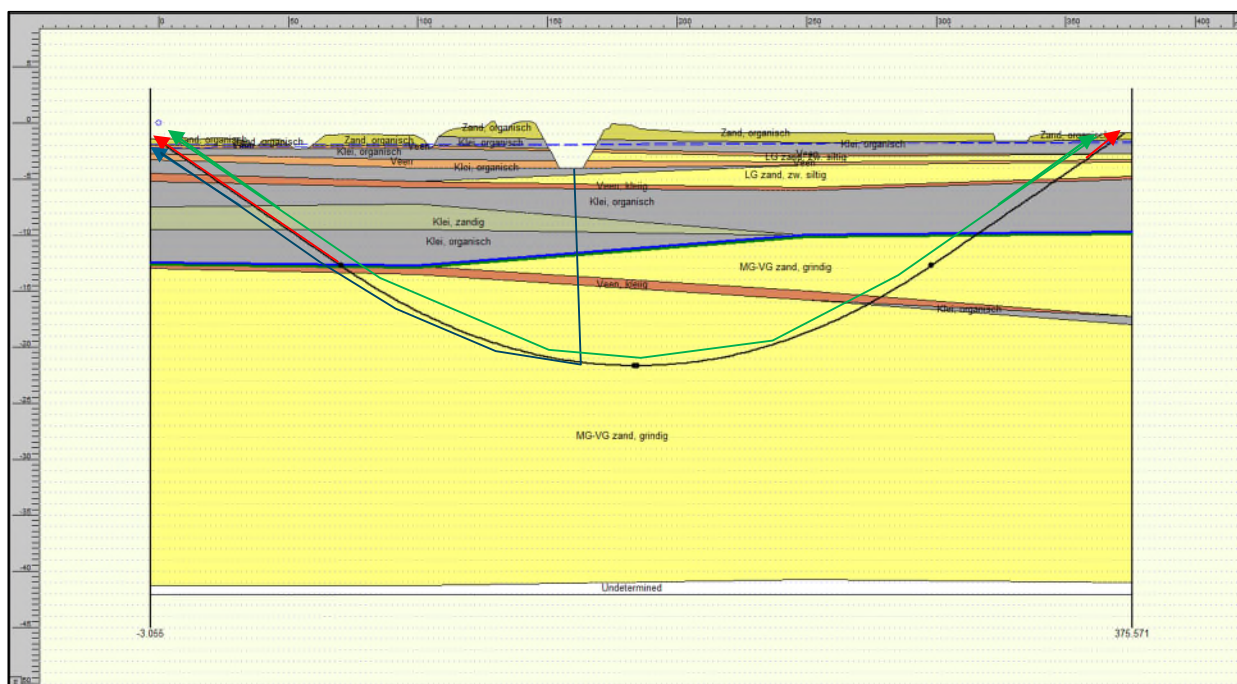
- Risico op welvorming en beheersmaatregelen bij horizontaal gestuurde boringen, ook wel HDD's genoemd (hoofdstuk 2).
- Risico op welvorming en beheersmaatregelen bij leidingaanleg in open ontgraving (hoofdstuk 3).
- Risico op welvorming en beheersmaatregelen bij het inploegen van de leiding (hoofdstuk 4).
- Conclusies (hoofdstuk 5).

2 Risico's en beheersmaatregelen HDD's

Bij HDD's zouden wellen kunnen vormen op de volgende manieren:

1. De HDD's gaan door de slecht doorlatende afzettingen en de zandlagen heen. Hierdoor kan "kortsluiting" ontstaan tussen de diepere zandlagen en het maaiveld. Het water zou in dat geval langs de doorgang vanuit de zandlagen naar het maaiveld stromen als het boorgat na uitvoering van de boring niet wordt afgedicht.
2. Als de HDD onder brede watergangen doorloopt met een waterstand die hoger is dan het maaiveld, zou in theorie het oppervlaktewater via de boorgang naar het maaiveld aan één van de uiteinden van de HDD boring kunnen stromen.
3. In het geval een HDD loopt tussen gebieden met verschillende grondwaterstanden, zou er grondwater vanaf de zijde met de hogere grondwaterstand, langs het boorgat, naar de zijde met een lagere grondwaterstand kunnen lopen.

Ter illustratie van deze risico's zijn deze in een voorbeeld van een geplande HDD in figuur 2.1 weergegeven.



Figuur 2.1: risico's op kwelstromen bij een HDD. In rood risico 1, in blauw risico 2 en in groen risico 3.

Om te voorkomen dat er bij uitvoering van de HDD's daadwerkelijk welvorming optreedt, zijn de volgende beheersmaatregelen beschikbaar:

- Het opvullen van de gehele doorgang met boorgroot tijdens het intrekken van de leiding. De boorgang wordt in dat geval zodanig afgedicht, dat er geen water meer doorheen kan stromen. Dit groot wordt dan toegepast in plaats van de bentonietspoeling die normaal gesproken wordt gebruikt. De bentonietspoeling sluit het boorgat ook grotendeels af, maar

kan in principe iets krimpen tijdens het uitharden, waardoor er kleine openingen kunnen ontstaan.

- Bij de uiteinden van de HDD kunnen zogenaamde kleikoffers worden aangebracht in de slecht doorlatende deklaag. De kleikoffers vormen als het ware een “prop” op de boorgang. Deze “prop” sluit aan op de slecht doorlatende afzettingen die zich van nature rondom de boorgang bevinden. Stroming van water langs het doorgang naar het maaiveld wordt hiermee voorkomen.

De beide beheersmaatregelen zijn in principe geschikt om de kwel door alle drie de mogelijke oorzaken van welvorming (hierboven genummerd met 1 t/m 3) te voorkomen.

Door het Hoogheemraadschap van Rijnland zijn specifieke kwelgevoelige gebieden aangeduid. In deze gebieden wordt boorgroot toegepast in de HDD's.

Bij HDD's buiten de kwelgevoelige gebieden waar kwel niet uit te sluiten is, worden kleikoffers aangebracht.

3 Risico's en beheersmaatregelen open ontgraving

Als gevolg van de leidingaanleg in open ontgraving zouden eventueel wellen kunnen ontstaan door het volgende:

1. Door graafwerkzaamheden vermindert de dikte van de bovenste slecht doorlatende lagen tijdelijk. Het tegengewicht tegen de waterdruk in de diepere lagen neemt hierdoor af. Als het tegengewicht te laag wordt kan de bodem van de ontgraving "opbarsten". Hierbij ontstaan er wellen in de bodem van de ontgraving. Dergelijke wellen zijn, als ze eenmaal ontstaan zijn, moeilijk af te dichten en kunnen na aanvulling van de ontgraving door blijven stromen.
2. Als de slecht doorlatende lagen onder het maaiveld niet al te dik zijn, zou bij het graven van een sleuf of werkput deze deklaag geheel kunnen worden doorgraven. De bodem van de ontgraving bevindt zich in dat geval in de diepere zandlagen met een hogere grondwaterstijghoogte. Als de werkput niet goed wordt aangevuld, zou dit na de leidingaanleg kunnen leiden tot welvorming.
3. De leiding zou kunnen opdrijven als gevolg van de waterdruk. Dit zou kunnen gebeuren als de som van het gewicht van de leiding en het gewicht van de grond op de leiding kleiner is dan de opwaartse druk op het opdrijvend vermogen van de leiding (het gewicht van het door de leiding verplaatste water). Als de leiding opdrijft, kan deze zich omhoog gaan bewegen, waarmee de deklaag verstoord wordt. Dit kan uiteindelijk tot welvorming leiden buiten alle andere ongewenste effecten die het opdrijven van de leiding met zich meebrengt.
4. Om tijdens de leidingaanleg in den droge te kunnen werken en om te voorkomen dat slecht doorlatende lagen opbarsten, is bemaling noodzakelijk tijdens de leidingaanleg. De bemaling wordt grotendeels met verticale filters uitgevoerd. Langs dergelijke bemalingsfilters zou grondwater kunnen gaan kwellen indien de filters na de leidingaanleg niet op de juiste wijze worden afgedicht.

Voor al deze mechanismen die tot ontstaan van wellen kunnen leiden, zijn beheersmaatregelen beschikbaar. Deze worden hieronder beschreven.

Beheersmaatregel opbarsten (1)

Het opbarsten van de bodem van de ontgraving als gevolg van afname van het tegengewicht tegen de waterdruk door de ontgraving, wordt voorkomen door bemaling.

Er wordt bemalen in de diepere zandlaag om de waterspanning in deze lagen te verminderen gedurende de periode van de ontgraving openligt. Op deze manier wordt de waterspanning minimaal zover verlaagd dat ook met de verminderde tegendruk van de grond ter plaatse van de ontgraving geen wellen kunnen ontstaan.

De bemaling in de diepere zandlagen ter verlaging van de waterspanning om opbarsten van de werkputten en sleuven te voorkomen, wordt "spanningsbemaling" genoemd. Deze spanningsbemaling wordt uitgevoerd naast de normale bemaling om de werkputten en sleuven zelf droog te houden.

Beheersmaatregel doorgraven deklaag (2)

Plaatselijk kunnen werkputten en sleuven dieper zijn dan de deklaag dik is, waardoor tot in hieronder gelegen zandlagen kan worden gegraven. Om te voorkomen dat na aanvulling van de

ontgraving als gevolg van hoge grondwaterstijghoogten in het zand wellen kunnen ontstaan, moet de ontgraving goed worden aangevuld.

Ter voorkoming van het ontstaan van wellen op deze manier, worden de ontgravingen aangevuld met de grond die oorspronkelijk aanwezig was. De oorspronkelijke laagopbouw wordt hierbij hersteld en de aanvulgrond wordt goed verdicht.

In enkele gevallen kan het op basis van technische overwegingen noodzakelijk zijn dat er ook ander materiaal dan de uitgekomen grond wordt gebruikt bij het aanvullen van de werkputten. In deze gevallen wordt altijd een voldoende groot deel van de deklaag hersteld zodat welvorming niet op kan treden.

Beheersmaatregel opdrijven (3)

Bij leidingen die in open ontgraving worden aangelegd kan het opdrijven van de leiding worden voorkomen door het verzwaren van de leiding of door het verankeren van de leiding.

Door het verzwaren van de leiding wordt ervoor gezorgd dat het gewicht van de leiding en de grond die erop ligt voldoende is om opdrijven te voorkomen.

Bij verankering van de leiding wordt opdrijven voorkomen doordat ankers de leiding op zijn plaats houden.

Beheersmaatregel kwel langs bemalingsfilters (4)

Bij plaatsing van de bemalingsfilters wordt er voor gezorgd dat waterkerende lagen in de ondergrond rondom het filter niet verstoord worden of zodanig hersteld worden dat deze op het filter aansluiten. Dit wordt gedaan met waterkerend materiaal, namelijk zwelklei. Ter hoogte van doorbroken slecht doorlatende lagen wordt deze zwelklei (korrels) aangebracht tussen de slecht doorlatende laag en het bemalingsfilter.

De bemalingsfilters dienen na gebruik en tijdens het verwijderen goed te worden afgedicht om welvorming te voorkomen. De filtergaten worden afgedicht met zwelklei. Het aanbrengen van de zwelklei wordt op één van de volgende manieren gedaan:

- Dor het inbrengen van zwelklei op de juiste diepte in vast vorm (staven of korrels).
- Onder druk inspuiten van zwelklei in vloeibare vorm.

De zwelklei zal een waterkerende prop vormen ter vervanging van de waterkerende grondlagen.

4 Risico's en beheersmaatregelen inploegen

De risico's op wellen bij het inploegen zijn het gevolg van de volgende processen:

1. Tijdens het inploegen wordt de grond door de ploeg tijdelijk "opgetild", waardoor het tegenwicht van de grond tegen de waterdruk in de diepere zandlagen tijdelijk afneemt (zie ter illustratie https://www.youtube.com/watch?v=w_aMGXhFvb4). Net als bij aanleg in open ontgraving kunnen door de afname van het tegenwicht wellen ontstaan. Bij het ploegen is de afname van het tegenwicht echter kleiner dan bij open ontgraving. Ook duurt de tijdelijke afname van het tegenwicht zeer korter.
2. Als de ploeg de deklaag van slecht doorlatende afzettingen volledig doorsnijdt tot in een daaronder gelegen zandlaag. Het grondwater in de zandlaag krijgt dan de kans om naar het maaiveld toe te stromen als de ploegvoor niet goed wordt afgedicht.
3. Net als bij leidingaanleg in open ontgraving, kan ook bij aanleg door middel van ploegen opdrijven de leiding optreden.
4. Ter plaatse van de in te ploegen leidingsecties is plaatselijk ook bemaling noodzakelijk, net als op tracédelen die in open ontgraving worden aangebracht. Op de betreffende tracédelen zou kwel langs bemalingsfilters op kunnen treden.

Bij inploegen zijn de manieren waarop wellen kunnen ontstaan vergelijkbaar met die bij aanleg in open ontgraving. Het verschil tussen inploegen en open ontgraving is alleen dat de leiding minder goed toegankelijk is, waardoor een deel van de beheersmaatregelen anders wordt ingevuld. De beheersmaatregelen worden in de navolgende tekst besproken.

Beheersmaatregel opbarsten (1)

Het voorkomen van het ontstaan van wellen door het tijdelijk optillen van de grond wordt op dezelfde manier voorkomen als bij aanleg in open ontgraving, namelijk door spanningsbemaling. De spanningsbemaling wordt in dit geval gehandhaafd totdat de grond rondom de leiding zodanig is aangedrukt dat het risico op opbarsten van de slecht doorlatende lagen is geweken.

Het aanbrengen van de leiding door middel van ploegen heeft ten opzichte van de aanleg in open ontgraving wel het voordeel dat er veel minder langs hoeft te worden bemalen. Het risico op opbarsten is bij het inploegen van de leiding namelijk aanmerkelijk korter aanwezig.

Beheersmaatregel doorsnijden deklaag (2)

Als de aanlegdiepte van de leiding zich in een bovenste zandlaag bevindt op de tracédelen waarop de leiding wordt ingeploegd, dan doorsnijdt de ploeg de volledige deklaag. Op deze manier zou "kortsluiting" tussen de zandlaag en het maaiveld kunnen ontstaan waardoor water vanuit de zandlaag naar het maaiveld zou kunnen kwellen.

Op de tracédelen waar dit risico aanwezig is, wordt via op de ploeg gemonteerde injectielansen grout achter de ploeg in de deklaag gesloten. De deklaag wordt hiermee na passage van de ploeg afgedicht. Tijdens de periode die noodzakelijk is voor het uitharden van de grout wordt waar dat noodzakelijk is, in de zandlaag bemalen waardoor wordt voorkomen dat het nog deels vloeibare grout alsnog uit de deklaag wegspoelt.

De groutinjectie vindt plaats op diepten beneden een halve meter onder maaiveld, zodat de uitgeharte grout de agrarische grondbewerking niet verstoort.

Beheersmaatregel opdrijven (3)

Leidingen die door middel van inploegen worden aangebracht, kunnen in beginsel ook opdrijven, net als bij leidingen die in open ontgraving worden aangelegd. Bij ingeploegde leidingen wordt verankering toegepast op tracédelen waar risico op opdrijven bestaat. Hiervoor wordt de leiding op enkele plaatsen vrij gegraven om de ankers aan te brengen en aan de leidingen te bevestigen. Bij deze graafwerkzaamheden worden dezelfde beheersmaatregelen gebruikt als in hoofdstuk 3 zijn uitgewerkt om welvorming te voorkomen.

Beheersmaatregel kwel langs bemalingsfilters (4)

De beheersmaatregelen tegen kwel langs bemalingsfilters is op de te ploegen secties gelijk aan de maatregelen die zijn beschreven voor aanleg in open ontgraving.

5 Conclusies

Gezien de bodemopbouw en de grondwaterstijghoogten in het gebied waarin de warmte-transportleidingen ten behoeve van WarmtelinQ Rijswijk-Leiden worden aangelegd, is er een risico op welvorming als gevolg van de leidingaanleg aanwezig. De aanlegmethoden voor de leidingen die door WarmtelinQ worden gebruikt zijn: aanleg in open ontgraving, inploegen van de leiding en aanleg van de leiding door middel van horizontaal gestuurde boringen (HDD's).

De manieren waarop wellen zouden kunnen ontstaan, zijn afhankelijk van de aanlegmethode die op het betreffende tracédeel wordt gebruikt. In dit rapport zijn de mogelijke oorzaken voor het vormen van wellen per aanlegmethode beschreven. Op basis van de uitgevoerde bodemonderzoeken is in kaart gebracht waar de verschillende oorzaken van wellen zich kunnen voordoen. De in te zetten beheersmaatregelen zijn hierop afgestemd. Door het toepassen van de beheersmaatregelen wordt het maximale dat redelijkerwijs mogelijk is gedaan om welvorming te voorkomen.

Mocht er onverhoopt welvorming worden geconstateerd, dan dient na te worden gegaan of dit al dan niet het gevolg is van de werkzaamheden in het kader van de leidingaanleg. De wellen kunnen tijdens de leidingaanleg ontstaan als gevolg van de in deze notitie besproken grondroerende activiteiten. Omdat het kwellende water in de ondergrond de weg van de minste weerstand zoekt, kan een wel zich echter op een andere plaats aan het maaiveld manifesteren dan waar de grondroering plaats heeft gevonden. Per geval zal dus moeten worden bepaald of er al dan niet een relatie is tussen de leidingaanleg en de welvorming. Mogelijke maatregelen tegen de overlast als gevolg van ontstane wellen zullen eveneens per geval moeten worden vastgesteld.

Antea Group
Heerenveen, december 2023

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden is niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontleen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV HEERENVEEN
Postbus 24
8440 AA HEERENVEEN


www.anteagroup.nl

Copyright © 2023

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.