

# Bemalingsadvies

Rioolrenovatie Europalaan te Emmeloord

Projectcode: P08469

Versie: 1.0



<b>Colofon</b>	
<b>Titel:</b>	Bemalingsadvies Rioolrenovatie Europalaan te Emmeloord
<b>Projectcode:</b>	P08469
<b>Versie:</b>	1.0
<b>Datum:</b>	08-11-2025
<b>Auteur:</b>	
<b>Opdrachtgever:</b>	Gemeente Noordoostpolder
<b>Adviesbureau:</b>	Buro Hoogstraat B.V. Kerkplein 5 8121 BM te Olst
<b>Telefoon:</b>	0570 53 083
<b>Email:</b>	info@burohoogstraat.nl
<b>Website:</b>	https://burohoogstraat.nl/
<b>Contactpersoon:</b>	
<b>Telefoon:</b>	
<b>Email:</b>	@buronoord.nl

## Inhoudsopgave

1	Inleiding .....	4
1.1	Aanleiding en doel.....	4
1.2	Leeswijzer .....	4
2	Algemene gegevens.....	5
2.1	Gegevens projectlocatie.....	5
2.2	Regionale bodemopbouw en geohydrologie.....	6
2.3	Lokale bodemopbouw .....	7
2.4	Grondwater.....	7
2.5	Oppervlaktewater .....	8
3	Bemaling.....	9
3.1	Bemalingssystemen en -technieken .....	9
3.2	Opbarsten.....	9
3.3	Opbouw bemaling .....	10
3.4	Bemalingsberekeningen.....	10
4	Effecten bemaling.....	13
4.1	Inleiding .....	13
4.2	Zetting.....	13
4.3	Natuur en landbouw .....	13
4.4	Grondwateronttrekkingen en open bodemenergiesystemen .....	14
4.5	Archeologie .....	15
4.6	Grondwaterbeschermingsgebieden .....	15
4.7	Brak-zout grensvlak.....	15
4.8	Kwel-infiltratie .....	16
4.9	Houten funderingspalen .....	16
4.10	Grondwaterverontreinigingen .....	17
5	Wettelijke bepalingen .....	18
5.1	Inleiding .....	18
5.2	Onttrekken van grondwater .....	18
5.3	Lozen van bemalingswater.....	18
6	Samenvatting .....	20
6.1	Aanleiding en doel.....	20
6.2	Bemaling.....	20
6.3	Omgevingsvergunning .....	21
6.4	Effecten bemaling.....	21
6.5	Aanbevelingen.....	21
	Verwijzingen .....	22

## Bijlagen

Bijlage 1	Ontwerptekening
Bijlage 2	Toelichting bemalingssystemen
Bijlage 3	Beschouwing grondwaterstanden
Bijlage 4	Effecten bemaling
Bijlage 5	Zettingen
Bijlage 6	Begrippenlijst



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van de gemeente Noordoostpolder is namens Buro Noord B.V. door Buro Hoogstraat B.V. een bemalingsadvies opgesteld. De aanleiding voor het bemalingsadvies is de geplande Rioolrenovatie Europalaan te Emmeloord. Aangezien hierbij gegraven moet worden tot onder de grondwaterspiegel, is bemaling nodig om de werkzaamheden in een droge ontgraving te kunnen uitvoeren. Door de bemaling wordt de grondwaterstand onder de ontgraving en in de omgeving ervan verlaagd, waardoor nadelige effecten kunnen optreden. Voorkomen moet worden dat door de bemaling belangen van derden worden geschaad. Daarom moet ernaar worden gestreefd om zo weinig mogelijk grondwater te onttrekken. Het doel van het bemalingsadvies is:

- aangeven wat onder de gegeven omstandigheden de beste bemalingswijze is;
- verkrijgen van een indicatie van het debiet waarmee het grondwater dient te worden onttrokken om de gewenste grondwaterstandsdeling in de ontgraving te bereiken en te behouden;
- nagaan of voor de bemaling een omgevingsvergunning in het kader van de Omgevingswet dient te worden aangevraagd, of dat kan worden volstaan met een melding;
- aangeven van de lozingsmogelijkheden van het bemalingswater;
- verkrijgen van een indicatie van de grondwaterstandsdeling in de omgeving van de bemaling;
- bepalen van de effecten en risico's van de bemaling in de omgeving en beschrijven van maatregelen ter beheersing van de risico's en ter beperking van negatieve effecten.

Het bemalingsadvies kan als basis worden gebruikt voor een op te stellen bestek.

## 1.2 Leeswijzer

In dit bemalingsadvies komen achtereenvolgens aan de orde:

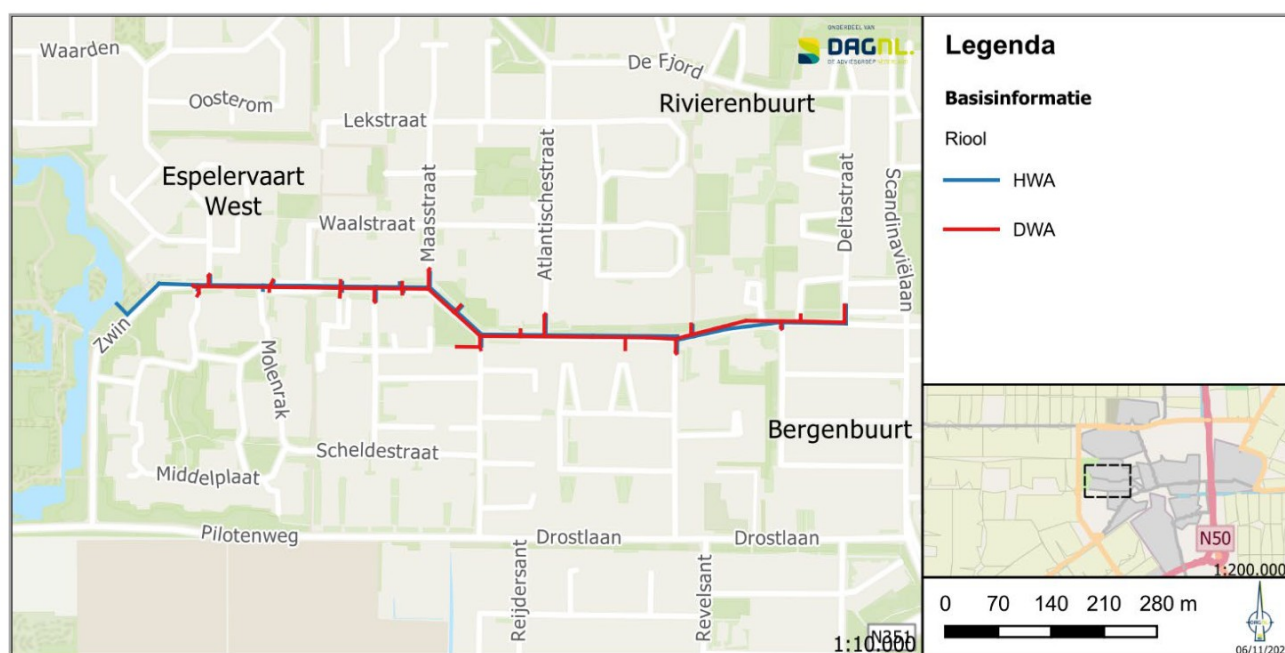
- Hoofdstuk 2 Algemene gegevens;
- Hoofdstuk 3 Bemaling;
- Hoofdstuk 4 Effecten bemaling;
- Hoofdstuk 5 Wettelijke bepalingen;

## 2 Algemene gegevens

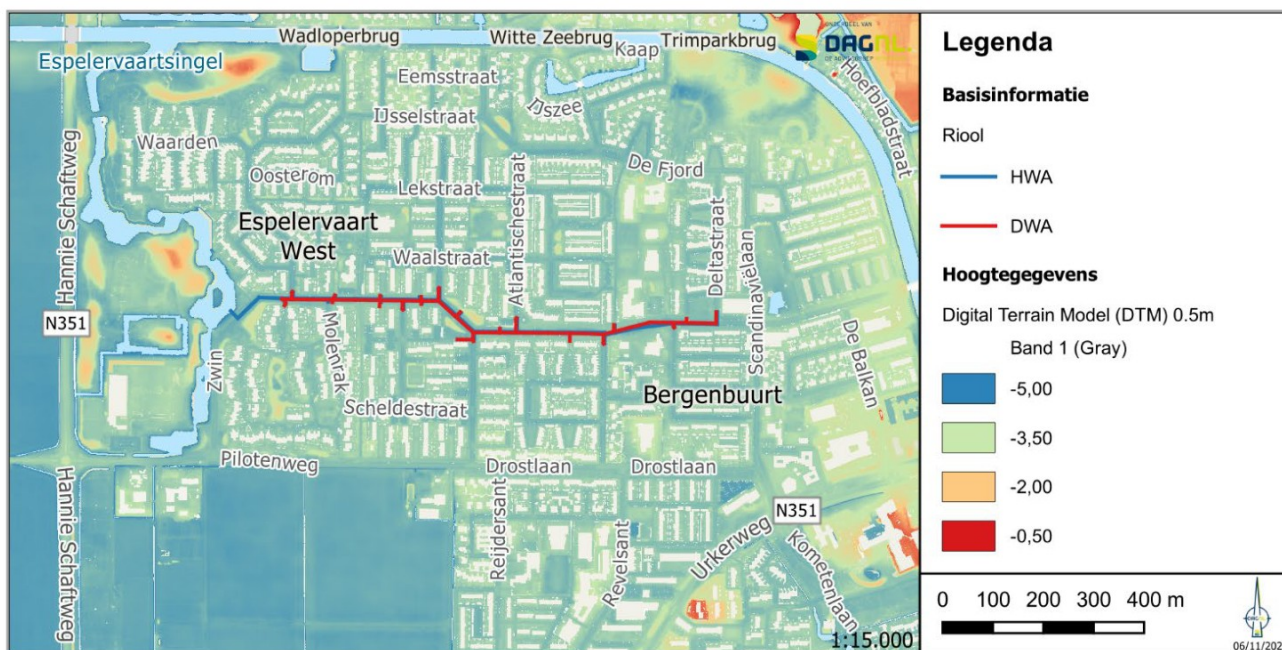
Dit bemalingsadvies is gebaseerd op de ervaring van Buro Hoogstraat B.V. met vergelijkbare projecten en op geraadpleegde bronnen waarvan aan het eind van het rapport (Verwijzingen) een overzicht is gegeven. In het rapport wordt verwezen naar de bronnen tussen de haakjes [...]. In bijlage 6 is een begrippenlijst toegevoegd met veel gebruikte begrippen en extra informatie die relevant is voor het bemalingsadvies.

### 2.1 Gegevens projectlocatie

De projectlocatie ligt in Emmeloord. In afbeelding 1 is de ligging van de projectlocatie weergegeven. De maaiveldhoogte van de projectlocatie varieert van circa -5,3 tot -3,2 mNAP [1]. De maaiveldhoogtes ter plaatsen van de projectlocatie zijn weergegeven in afbeelding 2. De geplande werkzaamheden bestaan uit Het vervangen en nieuw aan te leggen riool inclusief uitstroomvoorziening in het oppervlaktewater voor het hemelwaterriool. In afbeelding 1 zijn de geplande ontgravingen/putten weergegeven. Voor de planning wordt uitgegaan van het vervangen / nieuw aanleggen van circa 100m riool per week.



Afbeelding 1 Ligging projectlocatie



Afbeelding 2 Maaiveldhoogtes op basis van AHN [1]

## 2.2 Regionale bodemopbouw en geohydrologie

In tabel 1 is een hydrogeologisch profiel van de projectlocatie weergegeven tot een diepte van -30,7 m NAP op basis van REGIS [2].

Tabel 1 Hydrogeologisch profiel ter plaatse van de projectlocatie op basis van REGIS [2]

Diepte (m NAP)	Hydrogeologische eenheid	Lithologie	K-waarde <sup>1)</sup> (m/dag)	c-waarde <sup>2)</sup> (dagen)
-3,6 tot -6,7	Holoceen	Complexe eenheid, bestaande uit een afwisseling van zandige klei, midden en fijn zand, klei en veen en een weinig grof zand	g.w.	g.w.
-6,7 tot -10,5	Boxtel	Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	$2,5E0 \leq k_h < 5,0E0$	g.w.
-10,5 tot -21,1	Kreftenheye	Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en grof zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei en veen	$1,0E1 \leq k_h < 2,5E1$	g.w.
-21,1 tot -30,7	Drente	Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit grof en midden zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei	$2,5E1 \leq k_h < 5,0E1$	g.w.

Watervoerend pakket

Scheidende laag

- 1)  $k_h$ -waarde = horizontale waterdoorlatendheid,  $k_v$ -waarde = verticale waterdoorlatendheid;  
 2) c-waarde = hydrologische weerstand;  
 3) g.w. = geen waarde vermeld.



## 2.3 Lokale bodemopbouw

In juni 2025 is ter plaatse van het plangebied een milieukundig bodemonderzoek uitgevoerd en geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd [3]. Hiervoor zijn in totaal 23 boringen uitgevoerd met dieptes van 3,0 tot 4,0 m - mv. Op basis van de boringen is boring G02 als maatgevend aangehouden en beschreven in tabel 2.

Tabel 2 Uit boorprofielen afgeleide bodemopbouw ter plaatse van de ontgraving

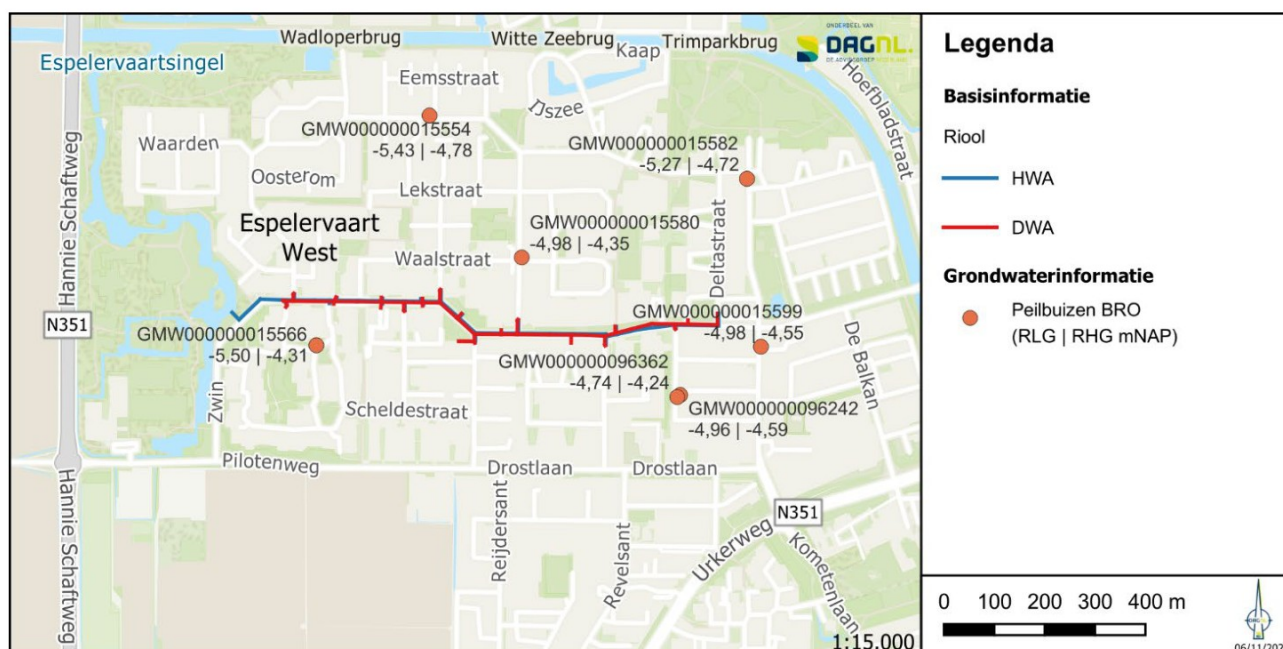
Diepte (m NAP)	Hoofdbestanddeel	Bijzonderheden
-4,1 tot -5,1	Zand	Schoon matig vast
-5,1 tot -6,9	Klei	Zwak zandig, slap
-6,9 tot -8,1	Zand	Schoon, los

## 2.4 Grondwater

### Grondwaterstanden

In de omgeving van het plangebied zijn meerdere monitoringspeilbuizen met meetreeksen van de grondwaterstand beschikbaar. De meetgegevens van de peilbuizen zijn beschikbaar gesteld via het BROloket [4]. De karakteristieken van de peilbuizen inclusief de bijbehorende meetreeksen zijn beschikbaar in bijlage 3. In afbeelding 3 zijn de locaties van de peilbuizen ten opzichte van het plangebied en de afgeleide karakteristieke grondwaterstanden weergegeven. Hierbij zijn enkel de peilbuizen weergegeven die voldoen aan de volgende criteria:

- De meetreeks van de grondwaterstand beslaat een minimale periode van 3 jaar;
- De meetreeks heeft een minimaal meetinterval van 24 metingen per jaar;
- De filterstelling van de peilbuis is gelegen tussen -3,00 m NAP en -7,00 m NAP;
- De laatste meting van de beschikbare meetreeks is na 2009;
- De peilbuis ligt binnen 500 m van het plangebied;
- De peilbuizen hebben een RLG en RHG;



Afbeelding 3 Locaties monitoringspeilbuizen en isohypsen volgens Landelijk Hydrologisch Model (LHM)

Op basis van de hiervoor beschreven grondwatersituatie zijn de in tabel 3 karakteristieke grondwaterstanden afgeleid. De karakteristieke grondwaterstanden zijn bepaald op basis van een gemiddelde van de beschouwde peilbuizen.

Tabel 3 Afgeleide RHG en RLG voor het plangebied

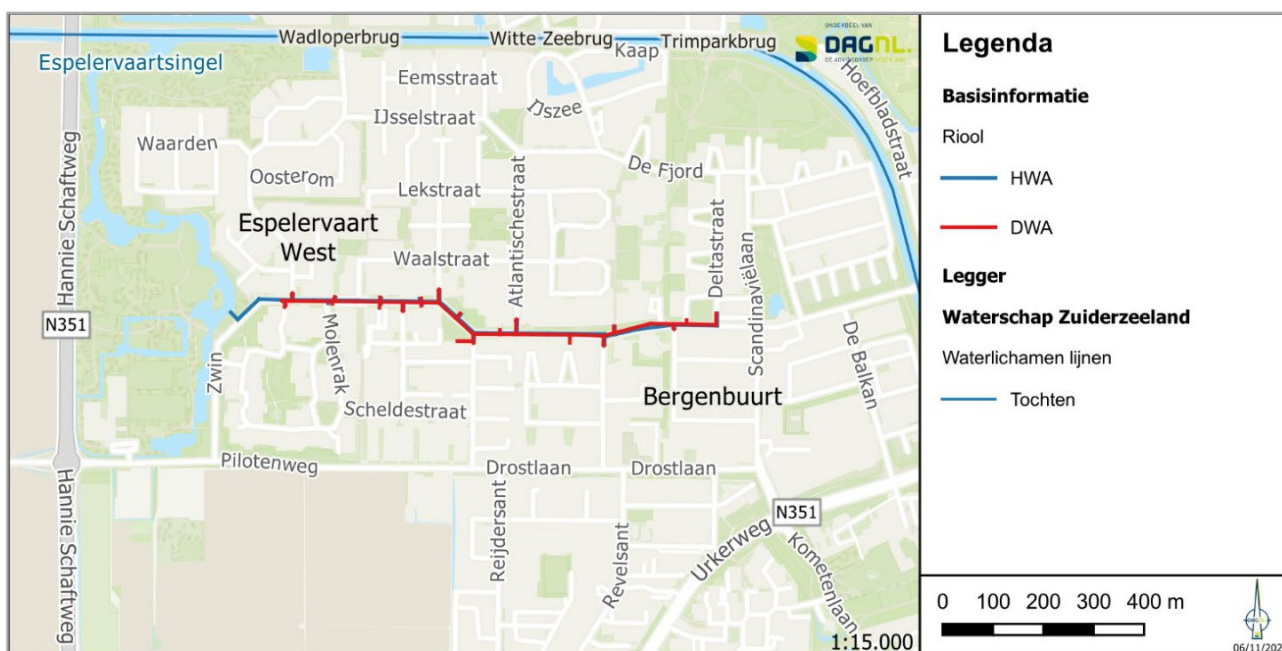
	Plangebied
Hoogte bestaand maaiveld (m NAP)	-5,30 à -3,20
RHG (m NAP)	-4,35
RLG (m NAP)	-5,25

#### Grondwaterkwaliteit

Op basis van het milieukundig bodemonderzoek zijn er geen aanleidingen om aan te nemen dat er grondwaterverontreinigingen ter plaatse van het plangebied aanwezig zijn [3].

## 2.5 Oppervlaktewater

De aanwezigheid van oppervlaktewater in de buurt van een bemaling kan (aanzienlijke) invloed op de bemaling hebben. Op de legger van het waterschap Zuiderzeeland zijn enkel de grotere oppervlaktewateren (vaarten en Tochten) opgenomen. Aan de westzijde van de Zwin (tevens ter plaatse van de uitstroomvoorzieningen) is oppervlaktewater aanwezig welke mogelijk invloed heeft op de bemaling.



Afbeelding 4 Ligging oppervlaktewater in de omgeving van de projectlocatie [19]



## 3 Bemaling

### 3.1 Bemalingssystemen en -technieken

Er bestaan verschillende bemalingssystemen en –technieken om de grondwaterstand te verlagen. Welk systeem of welke techniek wordt toegepast hangt af van de:

- bodemopbouw (samenstelling, gelaagdheid en heterogeniteit van het te bemalen bodempakket);
- natuurlijke grondwaterhuishouding in en rond het projectgebied (grondwaterstand en fluctuaties hiervan) en gewenste drooglegging onder de bodem van de ontgraving;
- mogelijke invloed van naburig oppervlaktewater (afhankelijk van de omvang en diepte van het oppervlaktewater, van de afstand tot de bemaling en van de bodemopbouw tussen het oppervlaktewater en de bemaling);
- afmetingen (lengte, breedte en diepte) van de ontgraving;
- duur van de bemaling.

De volgende bemalingssystemen worden onderscheiden:

- open bemaling;
- horizontale bemaling;
- verticale bemaling.

In bijlage 2 wordt nader ingegaan op de verschillende bemalingssystemen en –technieken.

### 3.2 Opbarsten

Indien in de ondergrond, dicht onder de bodem van een ontgraving, waterremmende lagen (zoals klei, leem en veen) voorkomen en de grondwaterstand boven deze lagen wordt verlaagd, dan bestaat tijdens uitvoering van de werkzaamheden het gevaar dat de bodem van de ontgraving opbarst. Om opbarsten te voorkomen dient de waterdruk (stijghoogte) in de watervoerende laag onder de waterremmende lagen middels een spanningsbemaling te worden verlaagd, voordat met het werk wordt begonnen. In bijlage 2 wordt dit nader toegeleucht. Of de bodem van een ontgraving opbarst is afhankelijk van onderstaande risicobepalende parameters (zie afbeelding 5 in bijlage 2):

- de mate waarin het waterremmende pakket verticale waterstroming tegengaat: de hydrologische weerstand (c-waarde) van alle waterremmende lagen, die wordt bepaald door de dikte en de verticale doorlatendheid van elke waterremmende laag);
- de diktes van de grondlagen tussen de bodem van de ontgraving en de onderzijde van het waterremmende pakket;
- de volumieke gewichten van de grondlagen tussen de bodem van de ontgraving en de onderzijde van het waterremmende pakket;
- de natuurlijke grondwaterstand en de grondwaterstand onder de bodem van de ontgraving;
- de afmetingen van de ontgraving en het talud van de wanden van de ontgraving.

De bodem van een ontgraving barst op wanneer de neerwaartse druk ( $P_g$ ) op het zogenaamde *evenwichtsvlak* (dat is de onderzijde van de onderste waterremmende laag), de omhooggerichte waterdruk ( $P_w$ ) tegen de onderzijde van het evenwichtsvlak niet kan weerstaan. De neerwaartse gronddruk wordt veroorzaakt door het gewicht van alle resterende grondlagen tussen de bodem van de ontgraving en de onderkant van het waterremmende pakket plus het gewicht van eventueel in de ontgraving aanwezig water. Bij smalle ontgravingen zorgen de grondlagen aan weerszijden van de ontgraving voor een extra neerwaartse druk ( $P_e$ ), wat een gunstig effect heeft ten aanzien van het opbarst risico. De opwaartse waterdruk wordt veroorzaakt door het verschil tussen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte in de watervoerende laag onder het evenwichtsvlak. Bij het bepalen van het opbarst risico wordt de som van de neerwaartse gronddruk  $P_g$  en de bijdrage van de zijwanden  $P_e$  vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor  $v$  ( $< 1$ ) in verband met de onzekerheden in de waarden van parameters die het opbarst risico bepalen.

Er is sprake van een opbarst risico wanneer geldt:

$$(1) \quad R_{op} = \frac{v * (P_g + P_e)}{P_w} < 1$$

### Situatie op projectlocatie

Uit de in paragraaf 0 en 2.3 beschreven bodemopbouw blijkt dat op de projectlocatie tot een diepte van circa -7,1 m NAP waterremmende lagen kunnen voorkomen. De geplande ontgravingsdiepte is circa -7,1 à -6,6 m NAP. Op basis van de geringe dikte van de waterremmende laag onder de ontgravingsdiepte is het zeer waarschijnlijk dat de bemaling al tot onder de waterremmende laag aangebracht moet worden om voldoende grondwater te kunnen onttrekken voor een droge ontgraving. Op basis hiervan wordt geadviseerd om ervoor te zorgen dat de filterstelling van de bemaling tot onder de waterremmende laag aanwezig is en hiermee feitelijk een spanningsbemaling wordt uitgevoerd met een maximale stijghoogte tot het gewenste grondwater-niveau voor de ontgraving.

### 3.3 Opbouw bemaling

Het primaire doel van bemaling is het droog maken en houden van een ontgraving. Op basis van de bodemopbouw bij de geplande ontgraving kan voor de bemaling worden uitgegaan van zwaartekrachtbemaling met verticale, open filters met inhangers, die op een onderlinge afstand van circa 1,5 à 2,0 m aan één zijde van de sleuf worden gezet. Geadviseerd wordt om filters toe te passen met een lengte van minimaal 5,0 m (waarvan 1,0m blind m en minimaal 4,0 m geperforeerd) en een diameter van minimaal 70 à 90 mm. De filters worden voorzien van haalbuizen die worden aangesloten op een centrale verzamelleiding, die wordt aangesloten op een pomp.

De in dit bemalingsadvies omschreven opbouw van de bemaling is indicatief en bedoeld om een indicatie te verkrijgen van het noodzakelijke onttrekkingsdebiet tijdens de werkzaamheden. De uiteindelijke uitvoeringswijze van de bemaling is ter keuze van de bemaler die de exacte opbouw en specificaties van de bemaling (aantal, posities, dieptes, lengte en diameters van de filters en drains) dient te omschrijven in een nader op te stellen bemalingsplan. In het bestek zal een resultaatsverplichting worden opgenomen voor het realiseren en in stand houden van de benodigde verlagingen van de grondwaterstand in de ontgraving en van de stijghoogte onder het waterremmend pakket.

### 3.4 Bemalingsberekeningen

Om een indicatie te krijgen van het tijdens de bemaling benodigde onttrekkingsdebiet, zijn bemalingsberekeningen uitgevoerd voor de in tabel 4 aangegeven varianten.

Tabel 4 Varianten bemalingsberekeningen

Variant	Doorlatendheid	Freatische grondwaterstand / stijghoogte	Doel: verkrijgen indicatie van ...
I	Hoog	RHG	- maximale onttrekkingsdebiet - maximale omvang invloedsgebied
II		RLG	- maximale omvang risicogebied
III	Laag	RHG	- minimale omvang risicogebied
IV		RLG	- minimale onttrekkingsdebiet - minimale omvang invloedsgebied



In tabel 5 is de gebruikte bodemschematisatie voor de bemalingsberekeningen weergegeven.

*Tabel 5 Bodemschematisatie ten behoeve van bemalingsberekeningen*

Modellaag	Hoogte (mNAP)	Geohydrologische eenheid	K-waarde <sup>1)</sup> (m/dag)
1	-4,1 tot -5,1	Watervoerend	2,5 à 5,0
2	-5,1 tot -7,1	Waterremmend	0,005 à 0,01
3	-7,1 tot -10,5	Watervoerend	2,5 à 5,0
4	-10,5 tot -21,1	Watervoerend	10 à 25
5	-21,1 tot -30,7	Watervoerend	25 à 50

1) Zie tabel 1, horizontale doorlatendheid van watervoerende lagen en verticale doorlatendheid van waterremmende lagen (aannee: de verticale doorlatendheid is 1/5<sup>de</sup> van de horizontale doorlatendheid).

- Uitvoeringswijze : open ontgraving met talud (1:1);
- Lengte van een deelbemaling : 80 m (circa één week werk);
- Gewenste grondwaterstand in ontgraving : 0,3 m onder ontgravingsdiepte;
- Effectieve porositeit bodem : 0,30;
- RLG / RHG : -5,25 / -4,35 mNAP;
- Het te bemalen zandpakket is homogeen.

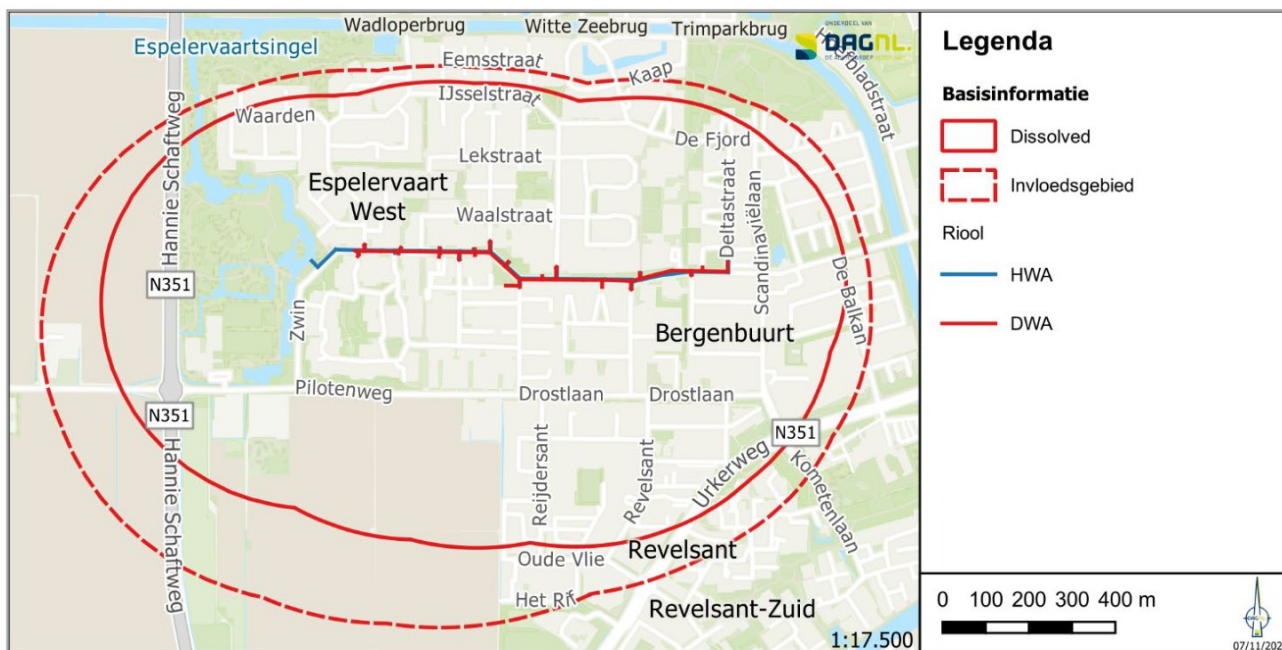
De bemalingsberekeningen zijn uitgevoerd met Modflow.

In tabel 6 zijn de resultaten van de bemalingsberekeningen weergegeven.

*Tabel 6 Resultaten bemalingsberekeningen*

Variant	Doorlatendheid	Grondwaterstand	Onttrekkingsdebiet (m <sup>3</sup> /uur) <sup>1)</sup>	Waterbezwaar	
				(m <sup>3</sup> /week) <sup>2)</sup>	(m <sup>3</sup> /maand) <sup>3)</sup>
I	Hoog	RHG	250	42.000	180.000
II		RLG	170	28.560	122400
III	Laag	RHG	110	18.480	79.200
IV		RLG	70	11.760	50.400

Voor de bemaling is een invloedssfeer berekend van maximaal 850 m en een risicogebied van maximaal 630 m. In afbeelding 5 zijn het berekende invloedsgedied en risicogebied weergegeven.



Afbeelding 5 Berekende maximale invloedsgebied en risicogebied

#### Aanvullende opmerkingen

- Bij de bemalingsberekeningen zijn de op het Dinoloket vermelde K-waarden gebruikt.
- In het begin van de bemaling kan het onttrekkingsdebiet 25 tot 50% hoger zijn dan in tabel 6 is aangegeven. Het begindebiet is afhankelijk van de gewenste tijdsduur waarbinnen de ontgraving droog moet zijn bemalen (hoe sneller, des te hoger het begindebiet). Zodra de gewenste grondwaterstandsaling is bereikt kan het onttrekkingsdebiet worden gereduceerd. Dit aspect is van belang in verband met de benodigde pomp-capaciteit.
- Tijdens perioden met hevige neerslag kan een relatief groot volume hemelwater in de ontgraving terecht komen. Een bui waarbij 20 mm hemelwater in 1 uur valt betekent een tijdelijk extra benodigd onttrekkingsdebiet van 6 m<sup>3</sup>/uur. In verband hiermee wordt geadviseerd om extra pompcapaciteit op de locatie beschikbaar te houden.

## 4 Effecten bemaling

### 4.1 Inleiding

Als gevolg van de bemaling wordt de freatische grondwaterstand onder de ontgraving bouwput en in de omgeving ervan verlaagd. Bij een (langdurige) verlaging van de grondwaterstand kunnen in de omgeving van de bemaling nadelige effecten optreden. In bijlage 4 is dit toegelicht. Voorkomen moet worden dat ten gevolge van de bemaling belangen van derden worden geschaad. Derhalve moet ernaar worden gestreefd om zo weinig mogelijk grondwater te onttrekken om de effecten in de omgeving zoveel mogelijk te beperken. De beïnvloeding is het grootst direct naast de bemaling en neemt af met toenemende afstand tot de bemaling.

### 4.2 Zetting

Indien samendrukbare grondlagen (zoals veen, klei en leem) in de verzadigde (ondiepe) ondergrond voorkomen en de freatische grondwaterstand wordt verlaagd tot onder de RLG, kunnen deze lagen worden samengedrukt met zetting van het maaiveld tot gevolg. Door zetting kan esthetische schade, of erger, constructieve schade aan bestaande bebouwing (vooral op staal gefundeerde bebouwing is hiervoor gevoelig), boven- en ondergrondse infrastructuur (wegen, leidingen en riool) kunstwerken en/of waterkeringen ontstaan. Met name het optreden van differentiële zetting (op één plaats meer zetting dan op een andere plaats) kan tot (aanzienlijke) schade leiden.

Voor de geplande locatie zijn reeds zettingsberekeningen uitgevoerd voor de geplande vervanging van het riool en het opvullen van de rioolsleuf met zand [5]. Deze zettingsberekeningen zijn uitgebreid op basis van de grondwaterstandsverlagingen als gevolg van de bemaling. De aangehouden uitgangspunten voor de bodemopbouw zijn gelijk gehouden. De belastingen als gevolg van de zandopvulling in de rioolsleuf is in de berekeningen voor de zettingen als gevolg van de bemaling niet meegenomen. De grondwaterstandsverlagingen als gevolg van de bemalingen zijn nu als belastingen toegevoegd. De invoergegevens voor de berekeningen zijn bijgevoegd in bijlage 5 en een samenvatting van de resultaten is in tabel 7 weergegeven. Voor de zettingsberekeningen als gevolg van de grondwaterstandsval bij de naastgelegen bebouwing is uitgegaan van een verlaging van 1,35 m ten opzichte van de RLG (verlaging van de grondwaterstand tot -6,6 m NAP) voor maximaal 2 weken. Op basis van de berekende zettingen is er geen aanleiding om aan te nemen dat de bemalingen zettingen tot gevolg hebben welke tot schade gaan leiden.

Tabel 7 Resultaten zettingsberekeningen

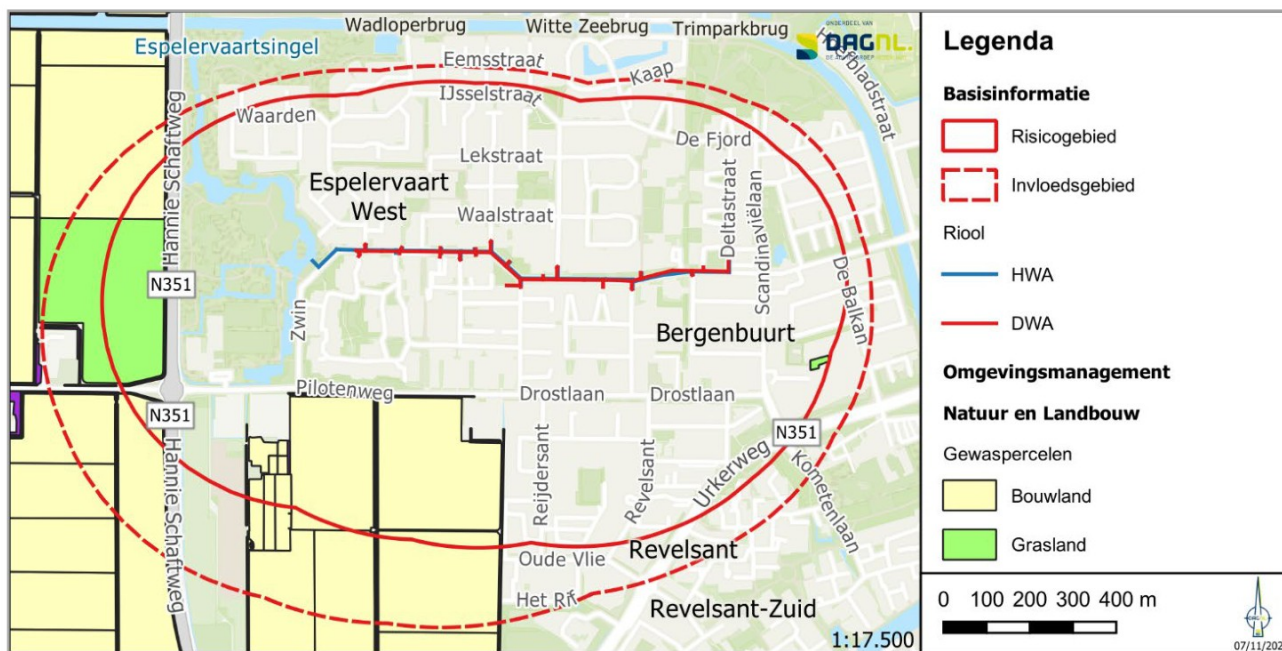
Rekenverticaal	Zettingen na 14 dagen	Zettingen na 10.000 dagen
1	9 mm	36 mm
2	0 mm	36 mm

### 4.3 Natuur en landbouw

Indien zich binnen het invloedsgebied van een bemaling natuur, natte natuurgebieden, verdroogde gebieden, landbouwgebieden en/of (monumentale) bomen bevinden, en de freatische grondwaterstand wordt (langdurig) verlaagd tot onder de voor dat seizoen normale grondwaterstand, kan dat ertoe leiden dat de vochtvoorziening vanuit het grondwater afneemt of zelfs geheel wegvalt. Hierdoor kan schade als gevolg van vochttekort ontstaan aan grondwaterafhankelijk groen. In bijlage 4 is dit nader toegelicht.

Uit afbeelding 6 blijkt dat zich binnen het berekende maximale invloedsgebied landbouwgebieden bevinden [6], [7]. Derhalve kunnen nadelige effecten op natuur- en landbouwgebieden als gevolg van de bemaling niet worden uitgesloten. Geadviseerd wordt om vóór aanvang van de bemaling na te gaan of door de bemaling nadelige effecten op dit groen kunnen worden verwacht.





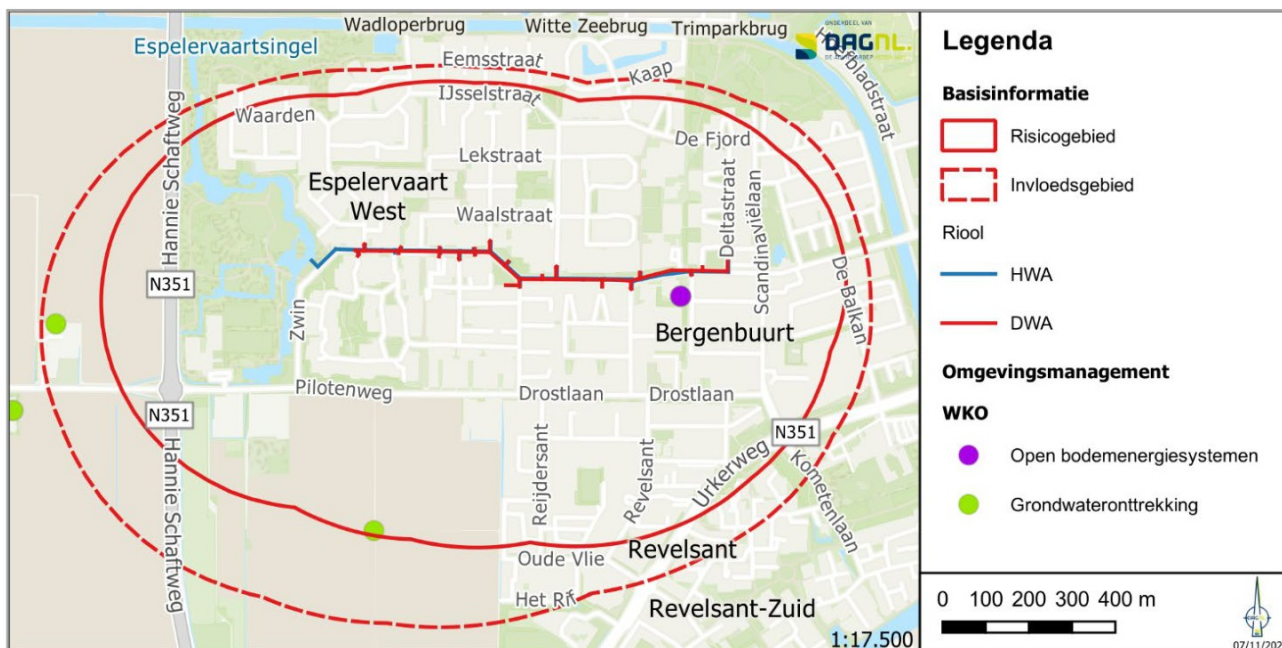
Afbeelding 6 Ligging van natuur en/of landbouwgebieden ten opzichte van het berekende maximale invloedsgebied [6], [7]

#### 4.4 Grondwateronttrekkingen en open bodemenergiesystemen

Indien zich binnen het invloedsgebied van een bemaling grondwateronttrekkingen en/of open bodemenergiesystemen van derden bevinden, kunnen deze door een bemaling nadelig worden beïnvloed (verminderde opbrengst en/of verstoring van de energiebalans van open bodemenergiesystemen). In bijlage 4 is dit nader toegelicht.

Uit afbeelding 7 blijkt dat zich binnen het berekende maximale invloedsgebied grondwateronttrekkingen en open bodemenergiesystemen bevinden [8]. De grondwateronttrekking bevindt zich mogelijk in hetzelfde watervoerend pakket als de bemaling, echter ligt deze op de grens van het berekende risicogebied. Op basis hiervan zal naar verwachting de grondwateronttrekking geen hinder ondervinden van de bemaling, immers bestaat het risico anders al dat de grondwateronttrekking in droge zomers al hinder kan ondervinden van een daling van de grondwaterstand.

Op basis van BROloket bevindt de filterstelling van het bodemenergiesysteem zich op een diepte van -20 tot -24 m NAP. Dit is dieper dan voor de bemaling als invloedsgebied verwacht wordt, op basis hiervan is het aannemelijk dat het bodemenergiesysteem niet nadelig beïnvloed wordt door de bemaling.



Afbeelding 7 Ligging van grondwateronttrekkingen en open bodemenergiesystemen [8]

## 4.5 Archeologie

Indien zich binnen het risicogebied van een bemaling een archeologische waarde bevindt en de grondwaterstand wordt door de bemaling dusdanig verlaagd dat de archeologische waarde tijdelijk (gedeeltelijk) boven het grondwater komt te liggen, kan dit nadelige effecten op de archeologische waarde hebben. In bijlage 4 wordt dit nader toegelicht.

Volgens beschikbaar kaartmateriaal van de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed [9] zijn er binnen het berekende risicogebied van de bemaling geen archeologische waarden en/of rijksmonumenten aanwezig.

## 4.6 Grondwaterbeschermingsgebieden

De bemaling en het berekende invloedsgebied liggen niet in een waterwingebied of in een grondwaterbeschermingsgebied van de provincie Flevoland [10]. Derhalve worden als gevolg van de geplande bemaling geen negatieve effecten op waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden verwacht.

## 4.7 Brak-zout grensvlak

Door de bemaling wordt ook grondwater vanuit diepere bodemlagen omhooggetrokken waardoor grensvlakken tussen grondwaterlichamen met een verschillende samenstelling zich omhoog kunnen verplaatsten. Dit kan een negatief effect hebben op de kwaliteit van het ondiepere (meestal zoetere) grondwater. In bijlage 4 wordt dit nader toegelicht.

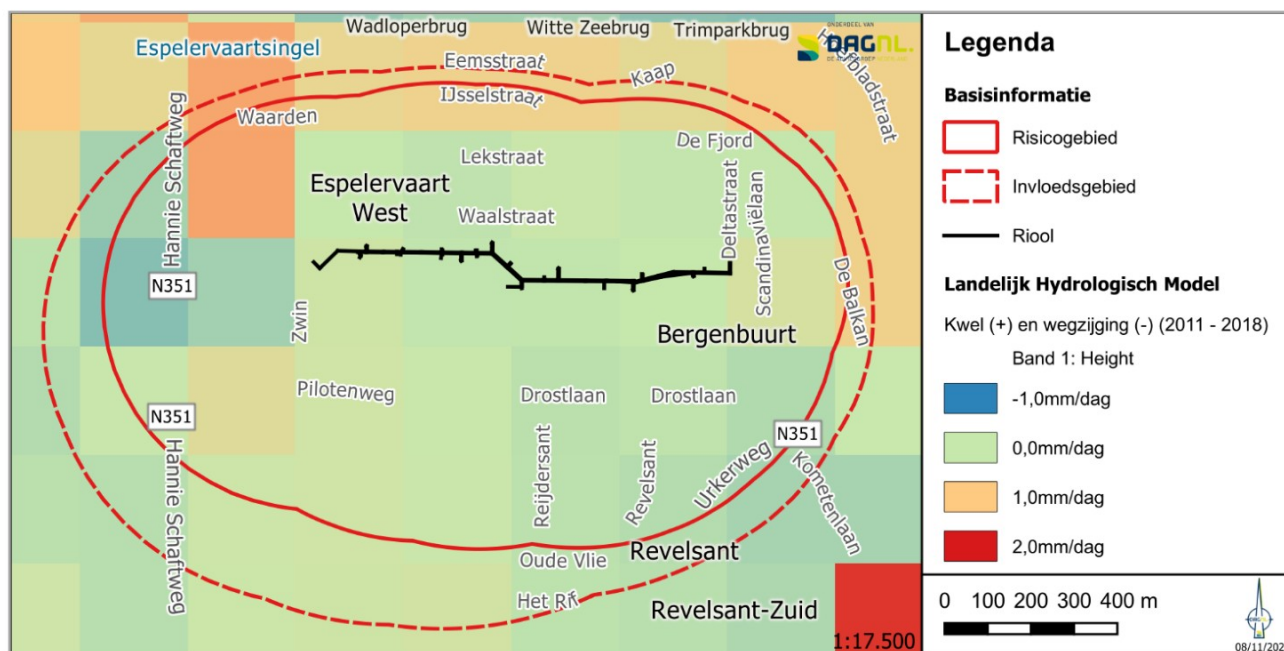
De bemaling ligt in een gebied waar de zoutgrens van 1.000 mg Cl/l zich dieper tussen -100 en -200 m NAP bevindt [11]. Aangezien dit ruim onder het dieptetraject van de bemaling is, zal de zoutgrens door de bemaling niet omhoogkomen. Derhalve wordt als gevolg van de bemaling geen negatieve invloed op de zoutgrens verwacht.



## 4.8 Kwel-infiltratie

Indien een bemaling wordt uitgevoerd in een kwelgebied, zal de kwel in theorie toenemen, waardoor dieper grondwater met een andere samenstelling zich mengt met ondieper grondwater. Dit kan een nadelig effect hebben op grondwaterafhankelijke natuurgebieden. In bijlage 4 wordt dit nader toegelicht.

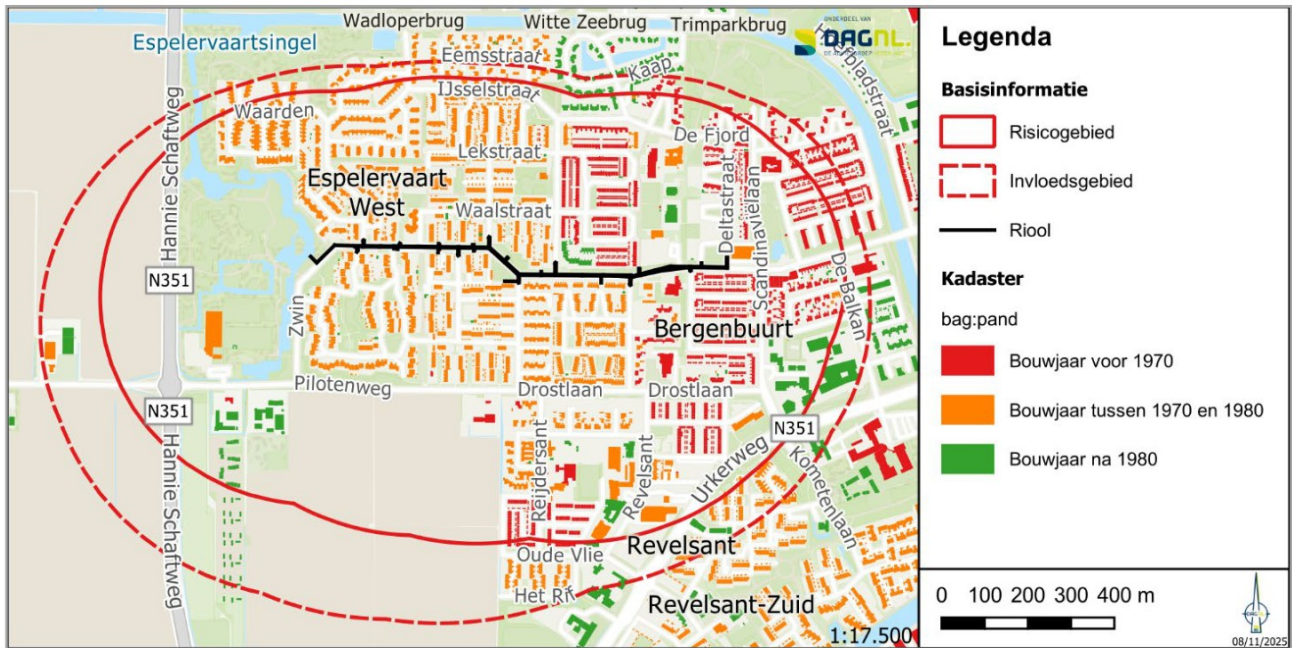
De bemaling ligt in een gebied waarvoor sprake is van kwel, zie afbeelding 8 [12]. Binnen het invloedsgebied van de bemaling zal de kwel in theorie tijdelijk toenemen. Gelet op de relatief geringe grondwaterstandsval en geringe duur van de bemaling, worden als gevolg van de (tijdelijke) kweltoename geen nadelige effecten op grondwaterafhankelijke natuurgebieden verwacht.



Afbeelding 8 Kwel-infiltratiesituatie [12]

## 4.9 Houten funderingspalen

Door een bemaling kunnen houten funderingspalen, die zich binnen het risicogebied van de bemaling bevinden, droogvallen. Hierdoor kan zuurstof bij het hout komen waardoor schimmels en bacteriën kans krijgen zich te ontwikkelen met kans op paalrot tot gevolg. Houten paalfunderingen werden met name gebruikt in de bouw vóór 1970. Deze houten paalfunderingen kunnen in de loop der tijd schade oplopen, met name in gebieden met een minder draagkrachtige bodem. Bij veel gemeentes is niet centraal bekend of er houten funderingspalen zijn gebruikt. Op de website van KCAF (Kenniss Centrum Aanpak Funderingsproblematiek) zijn gegevens te vinden van het aantal panden met een bouwjaar van vóór 1970. In afbeelding 9 is hiervan het gebied rondom de projectlocatie weergegeven. Deze kaart biedt een eerste inzicht in waar aandacht voor eventuele funderingsproblematiek met houten funderingspalen op zijn plaats kan zijn. Hieruit blijkt dat de bemaling in een gebied wordt uitgevoerd waarin gebouwen vóór 1970 gebouwd zijn. Gelet op de bodemopbouw in het gebied is de kans reëel dat (een deel van de) bij de gebouwen houten funderingspalen zijn toegepast.



Afbeelding 9 Verwachte aanwezigheid van houten funderingen op basis van bodemopbouw en bouwjaar [20]

Uit afbeelding 9 blijkt dat er binnen het risicogebied van de bemaling gebouwen met een bouwjaar van voor 1970 aanwezig zijn. Voor het gebied is het aannemelijk dat de gebouwen op palen zijn gefundeerd. Hiermee bestaat het risico dat er houten funderingspalen droog zouden kunnen vallen. Voor het nader bepalen van het risico is het van belang wat de diepteligging van de paalkoppen is en of de funderingspalen droog kunnen vallen als gevolg van de bemaling. Hiervoor dient contact opgenomen te worden met het gemeentelijk bouwarchief.

#### 4.10 Grondwaterverontreinigingen

Indien zich binnen het invloedsgebied van een bemaling een grondwaterverontreiniging bevindt, kan deze door de bemaling worden verplaatst. Naast een ongewenste verspreiding van grondwaterverontreinigingen kan het op te pompen bemalingswater door het aantrekken van een verontreiniging dusdanig verontreinigd raken, dat de kans bestaat dat het bemalingswater dient te worden gezuiverd, voordat het kan worden geloosd.

In de bodemrapportage van de omgevingsdienst Flevoland, Gooi en Vechtstreek zijn binnen het berekende invloedsgebied van de bemaling geen beschikte grondwaterverontreinigingen aangegeven. Derhalve worden als gevolg van de geplande bemaling geen negatieve effecten op grondwaterverontreinigingen verwacht.



## 5 Wettelijke bepalingen

### 5.1 Inleiding

Aan het onttrekken van grondwater en het lozen van het onttrokken grondwater (het bemalingswater) zijn regels verbonden. Voor het onttrekken van grondwater is de Waterschapsverordening van toepassing, voor het lozen van (bemalings)water is de Omgevingswet en in sommige gevallen ook de Waterschapsverordening van toepassing.

Afhankelijk van het bemalings-, lozingsdebiet en de duur van de bemaling is een melding of omgevingsvergunning voor het onttrekken en lozen noodzakelijk. De vergunning/melding kan aangevraagd/gedaan worden via de website <https://omgevingswet.overheid.nl>. De behandeltermijn van een vergunningaanvraag bedraagt 8 weken. Deze termijn kan maximaal met nog eens 8 weken worden verlengd.

Voor grondwateronttrekkingen, lozingen op oppervlaktewater bij bronbemalingen en het infiltreren van (grond)water in de bodem, zijn de waterschappen het bevoegd gezag. De regels en voorwaarden voor het onttrekken van grondwater zijn opgenomen in de Waterschapsverordening van het waterschap. Bij lozen van bemalingswater op het hemelwater- of vuilwaterriool is de gemeente het bevoegd gezag.

### 5.2 Onttrekken van grondwater

Voor de beschouwde bemaling in Emmeloord is Waterschap Zuiderzeeland het bevoegd gezag. Voor de bemaling geldt meldplicht en hoeft geen omgevingsvergunning te worden aangevraagd indien [13]:

- De onttrekking korter duurt dan 6 maanden; en
- Er minder dan 140 m<sup>3</sup>/u wordt onttrokken.

#### Situatie op de projectlocatie

Voor de ongunstige variant is een onttrekkingsdebiet berekend van 250 m<sup>3</sup>/uur (zie tabel 6). Voor de gunstige variant is een onttrekkingsdebiet berekend van 70 m<sup>3</sup>/uur (zie tabel 6). Dit betekent dat afhankelijk van de grondwaterstand tijdens uitvoering van de bemaling waarschijnlijk het maximale onttrekkingsdebiet en/of waterbezwaar wordt overschreden voor een melding. In verband hiermee wordt geadviseerd om zekerheidshalve een omgevingsvergunning aan te vragen.

### 5.3 Lozen van bemalingswater

Bij voorkeur wordt niet verontreinigd bemalingswater geloosd op oppervlaktewater. In gevallen waarbij geen geschikt oppervlaktewater in de directe nabijheid aanwezig is, dient te worden overwogen of retourbemaling een alternatief is. Is dat niet het geval, dan kan onder bepaalde voorwaarden toestemming voor lozing op het riool worden verleend.

Voor lozingen zijn eisen gesteld aan de kwaliteit van het te lozen water en het maximale debiet waarmee het bemalingswater geloosd mag worden. Deze eisen zijn afhankelijk van of het bemalingswater op oppervlaktewater of op het riool wordt geloosd en of de ontwatering binnen een geval van bodemverontreiniging plaatsvindt. De regels omtrent de kwaliteit en kwantiteit van het te lozen bemalingswater zijn vermeld in de waterschapsverordening en in gemeentelijk beleid.

De melding voor het lozen moet meestal vier weken voor aanvang van het lozen gedaan worden. Voor het lozen op oppervlaktewater of op het riool kunnen, afhankelijk van de regio, heffingen opgelegd worden.

Bij de lozing van bemalingswater op oppervlaktewater is altijd de zorgplicht van toepassing en is het de verantwoordelijkheid van de lozer om te voldoen aan de waterschapsverordening. Afhankelijk van de locatie en de aard/omvang van het ontvangende oppervlaktewater kunnen er aanvullende voorschriften ten aanzien van waterkwaliteit en waterkwantiteit gelden.

Tabel 8 Algemene eisen gesteld aan het lozen van bemalingswater [13]

Lozing in of op:	Parameter	Eis
Oppervlaktewater	Onopgeloste bestanddelen	$\leq 50 \text{ mg/l}$
	IJzer	Geen visuele verontreiniging
Hemelwaterriool	IJzer	$\leq 5 \text{ mg/l}$
Vuilwaterriool	Duur	$\leq 8 \text{ weken}$
	Lozingsdebiet	$\leq 5 \text{ m}^3/\text{uur}$

#### Situatie op de projectlocatie

Aangezien in het grondwater op de projectlocatie geen verontreinigende stoffen zijn aangetoond in concentraties boven de in de waterschapsverordening vermelde waarden, zijn er geen belemmeringen voor lozing op oppervlaktewater. Geadviseerd wordt om ruim vóór aanvang van de bemaling in overleg te treden met waterschap Zuiderzeeland om toestemming te krijgen voor lozing van het bemalingswater op de watergang ten westen van de Zwin.

## 6 Samenvatting

### 6.1 Aanleiding en doel

In opdracht van de gemeente Noordoostpolder is namens Buro Noord B.V. door Buro Hoogstraat B.V. een bemalingsadvies opgesteld. De aanleiding voor het bemalingsadvies is de geplande Rioolrenovatie Europalaan te Emmeloord. Aangezien hierbij gegraven moet worden tot onder de grondwaterspiegel, is bemaling nodig om de werkzaamheden in een droge ontgraving te kunnen uitvoeren. Door de bemaling wordt de grondwaterstand onder de ontgraving en in de omgeving ervan verlaagd, waardoor nadelige effecten kunnen optreden. Voorkomen moet worden dat door de bemaling belangen van derden worden geschaad. Daarom moet ernaar worden gestreefd om zo weinig mogelijk grondwater te onttrekken. Het doel van het bemalingsadvies is:

- aangeven wat onder de gegeven omstandigheden de beste bemalingswijze is;
- verkrijgen van een indicatie van het debiet waarmee het grondwater dient te worden onttrokken om de gewenste grondwaterstands daling in de ontgraving te bereiken en te behouden;
- nagaan of voor de bemaling een omgevingsvergunning in het kader van de Omgevingswet dient te worden aangevraagd, of dat kan worden volstaan met een melding;
- aangeven van de lozingsmogelijkheden van het bemalingswater;
- verkrijgen van een indicatie van de grondwaterstands daling in de omgeving van de bemaling;
- bepalen van de effecten en risico's van de bemaling in de omgeving en beschrijven van maatregelen ter beheersing van de risico's en ter beperking van negatieve effecten.

### 6.2 Bemaling

Het primaire doel van bemaling is het droog maken en houden van een ontgraving. Op basis van de bodemopbouw bij de geplande ontgraving kan voor de bemaling worden uitgegaan van zwaartekrachtbemaling met verticale, open filters met inhangsers, die op een onderlinge afstand van circa 1,5 à 2,0 m aan één zijde van de sleuf worden gezet. Geadviseerd wordt om filters toe te passen met een lengte van minimaal 5,0 m (waarvan 1,0m blind m en minimaal 4,0 m geperforeerd) en een diameter van minimaal 70 à 90 mm. De filters worden voorzien van haalbuizen die worden aangesloten op een centrale verzamelleiding, die wordt aangesloten op een pomp.

De in dit bemalingsadvies omschreven opbouw van de bemaling is indicatief en bedoeld om een indicatie te verkrijgen van het noodzakelijke onttrekkingsdebiet tijdens de werkzaamheden. De uiteindelijke uitvoeringswijze van de bemaling is ter keuze van de bemaler die de exacte opbouw en specificaties van de bemaling (aantal, posities, dieptes, lengte en diameters van de filters en drains) dient te omschrijven in een nader op te stellen bemalingsplan. In het bestek zal een resultaatsverplichting worden opgenomen voor het realiseren en in stand houden van de benodigde verlagingen van de grondwaterstand in de ontgraving en van de stijghoogte onder het waterremmend pakket.

Voor de geplande bemaling zijn de in tabel 9 aangegeven aspecten berekend.

*Tabel 9 Berekende aspecten bemaling*

Onderdeel	Waarde
Te bereiken grondwaterstand in de ontgraving	Circa 7,6 m NAP
Onttrekkingsdebiet	70 tot 250 m³/uur
Risicogebied	630 m
Invloedsgebied	850 m
Waterbezwaar	11.760 tot 42.000 m³ / week



### 6.3 Omgevingsvergunning

Voor de beschreven bemaling is een omgevingsvergunning noodzakelijk aangezien het onttrekkingsdebiet hoger kan zijn dan 140 m<sup>3</sup>/u.

#### Lozing

Voor de lozing worden geen bemelingen verwacht ten aanzien van de kwaliteit van het te lozen water op oppervlaktewater.

### 6.4 Effecten bemaling

Als gevolg van de bemaling wordt de freatische grondwaterstand onder de ontgravingen in de omgeving ervan verlaagd. Bij een (langdurige) verlaging van de grondwaterstand worden de volgende nadelige effecten in de omgeving verwacht:

- droogteschade aan grondwaterafhankelijke landbouw/natuur;
- aantasting houten funderingspalen.

### 6.5 Aanbevelingen

- Onder de geplande ontgravingsdiepte blijft een dunne waterremmende laag aanwezig welke mogelijk kan opbarsten. Geadviseerd wordt om de bemaling middels verticale filters toe te passen welke tot onder de aanwezige kleilaag worden aangebracht. Door de bemaling tot onder de waterremmende laag wordt aangebracht kan het risico op opbarsten ondervangen worden.
- Geadviseerd wordt om vóór aanvang van de bemaling na te gaan of door de bemaling nadelige effecten kunnen worden verwacht op het binnen het berekende maximale invloedsgebied aanwezige (openbare) groen.
- Geadviseerd wordt om voor aanvang van de bemaling na te gaan welke panden op hout zijn gefundeerd en vanaf welke diepte de houten fundering begint. Op basis hiervan kan nagegaan worden of de houten palen naar verwachting droog komen te staan of dat ze tijdens de werkzaamheden onder het grondwater-niveau blijven.
- Geadviseerd wordt om ruim vóór aanvang van de bemaling in overleg te treden met Waterschap Zuiderzeeland om toestemming te krijgen voor lozing van het bemalingswater op de watergang ten westen van de Zwin.
- Geadviseerd wordt om in een bestek of technische werkomschrijving een resultaatsverplichting op te nemen voor het realiseren en in stand houden van de benodigde verlaging van de grondwaterstand in de ontgraving.

## Verwijzingen

- [1] Actueel Hoogtebestand Nederland, „Actueel Hoogtebestand Nederland (<https://www.ahn.nl/>)”, 2024. [Online].
- [2] TNO - Geologische Dienst Nederland, *Dinoloket ondergrondmodellen* (<https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>), 2024.
- [3] Greenhouse Advies B.V., *Asfalt-, fundatie- en bodemonderzoek Europalaan te Emmeloord (P08535, 19 juni 2025)*.
- [4] BROloket, „Ondergrondgegevens,” [Online]. Available: <https://www.broloket.nl/ondergrondgegevens>. [Geopend 20 mei 2025].
- [5] VWB Bodem B.V., *Geotechnisch advies t.b.v. Europalaan te Emmeloord (05-11-2025, B0266, versie 1.0.)*.
- [6] Ministerie Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, *Natura2000 gebieden*.
- [7] Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, *Basisregistratie Gewaspercelen*, 2024.
- [8] Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, *WKO-Tool* (<https://wkotool.nl/>), 2024.
- [9] Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, *Archeologie in Nederland* (<https://rce.webgispublisher.nl/Viewer.aspx?map=Archeologie%2Din%2DNederland>), 2024.
- [10] Provincie Flevoland, *Omgevingsverordening provincie Flevoland* (<https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR706275>, geldend vanaf 01-01-2025).
- [11] Stichting Climate Adaptation Services, *Klimaat-effectatlas* (<https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/kaartviewer>).
- [12] Nederlands Hydrologisch Instrumentarium, *Dataportaal* (<https://data.nhi.nu/>).
- [13] Waterschap Zuiderzeeland, *Waterschapsverordening*.
- [14] Stichting Kennis Centrum Aanpak Funderingsproblematiek, *Funderingsviewer* ([https://geocontent.rvo.nl/funderingsviewer\\_storymap/](https://geocontent.rvo.nl/funderingsviewer_storymap/)), 2024.
- [15] TNO - Geologische Dienst Nederland, *BROloket - ondergrondgegevens*.
- [16] TNO - Geologische Dienst Nederland, *Grondwaterstanden in beeld* (<https://www.grondwatertools.nl/>), 2024.
- [17] Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, *Archeologie in Nederland* (<https://rce.webgispublisher.nl/Viewer.aspx?map=Archeologie%2Din%2DNederland>), 2024.
- [18] Vitens N.V., *Vitens Lizard* (<https://vitens.lizard.net/>), 2024.
- [19] Waterschap Zuiderzeeland, *Legger* (<https://experience.arcgis.com/experience/22559d8489a4489f84d52c366e6e33a7/page/Informatieproducten/>).
- [20] Kadaster, *BAG Viewer*.

## **Bijlage 1      Ontwerptekening**

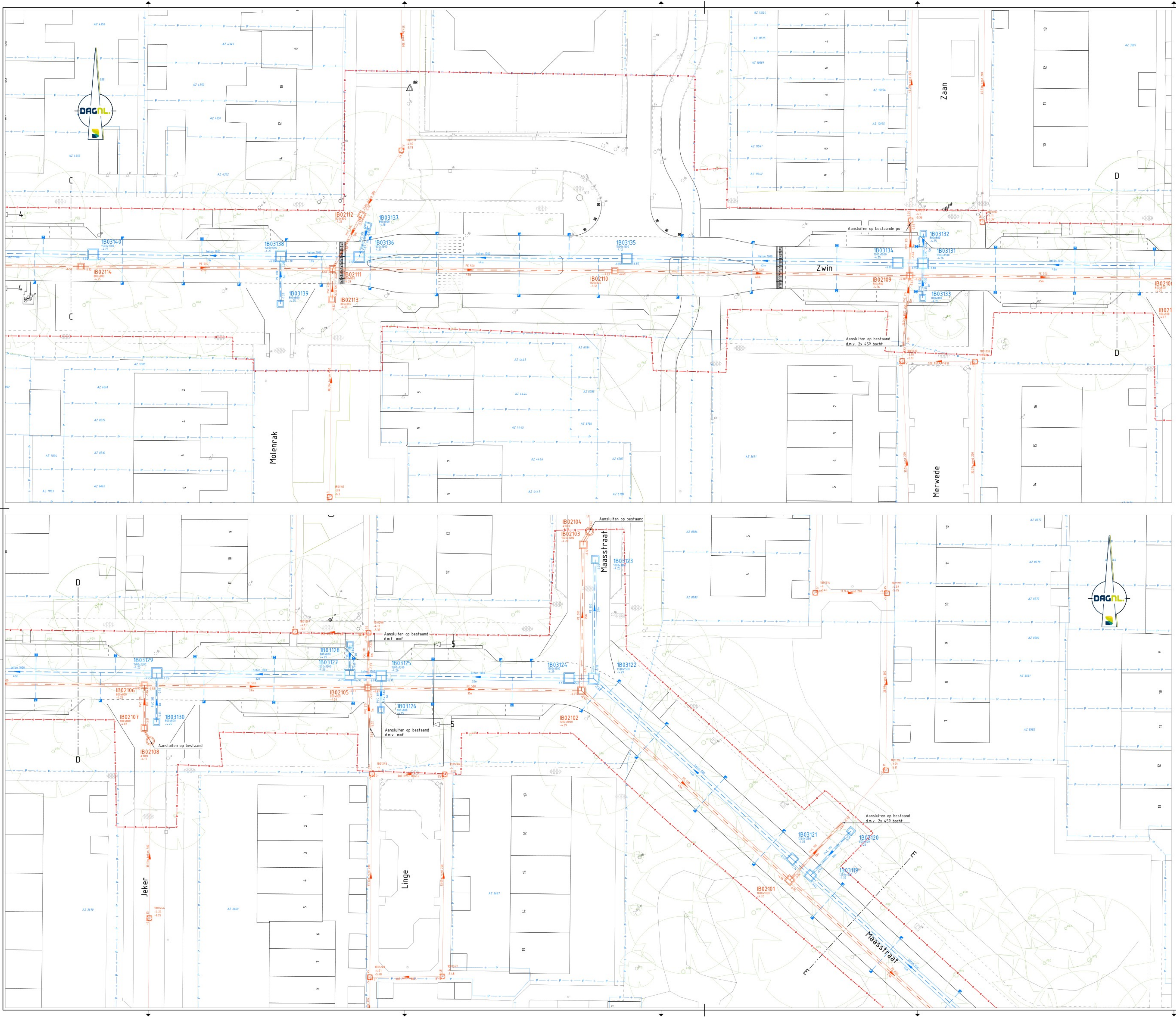












**LEGENDA**  
**Riooltekening**  
VVA-riool met materiaal, bak's, straat, lengte en slooerichting  
HVA-riool met materiaal, bak's, straat, lengte en slooerichting  
VVA-inspectieput met putnummer, afmeting en putdiepte  
HVA-inspectieput met putnummer, afmeting en putdiepte  
HVA-afstromvoorziening met putnummer en putdiepte  
**Rioolrevisie**  
GVA/VVA-riool met bak's, lengte, diameter en slooerichting  
HVA-riool met bak's, lengte, diameter en slooerichting  
GVA/VVA-inspectieput met putnummer, meetdiepte en putdiepte  
HVA-inspectieput met putnummer, meetdiepte en putdiepte

**Bestaande situatie**  
topografie  
bebouwing  
asfaltering  
tegelsverharding  
elementverharding  
 haag  
water  
**Algemeen**  
personeelsgrens

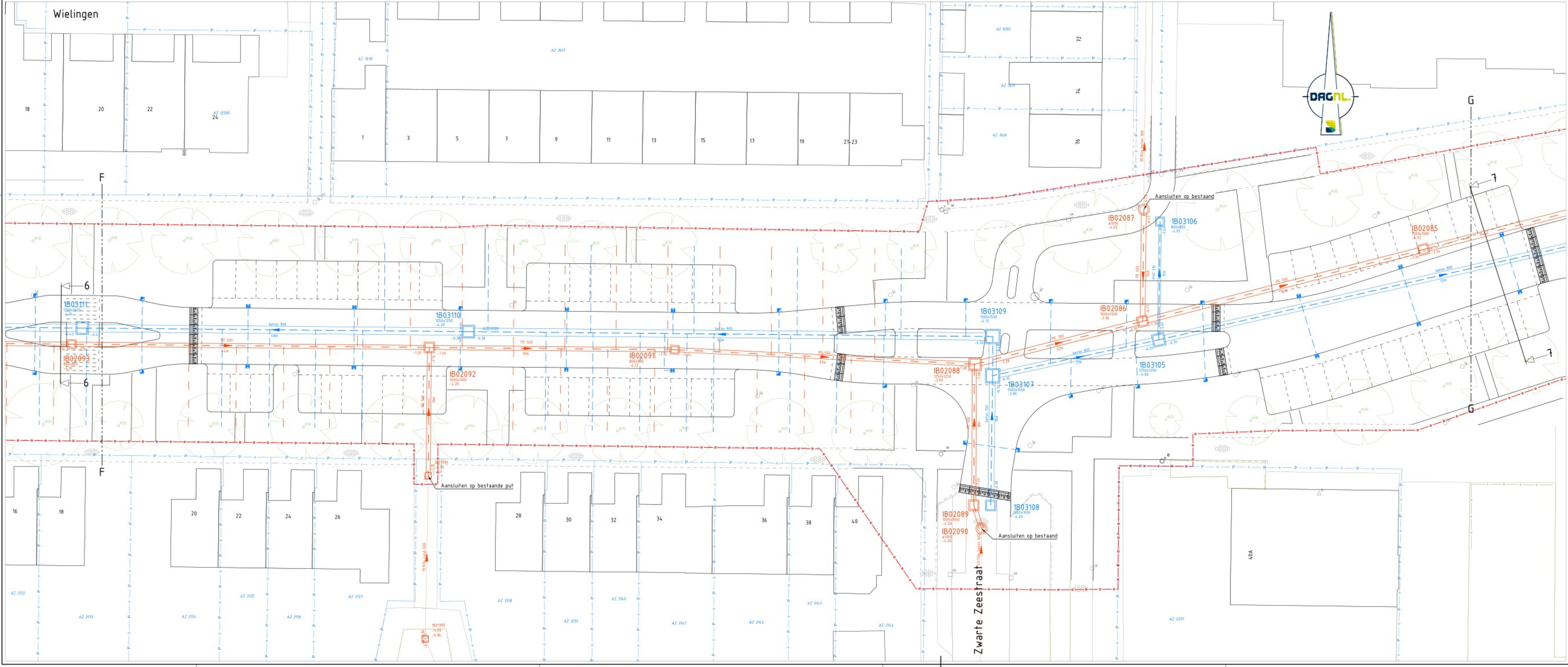
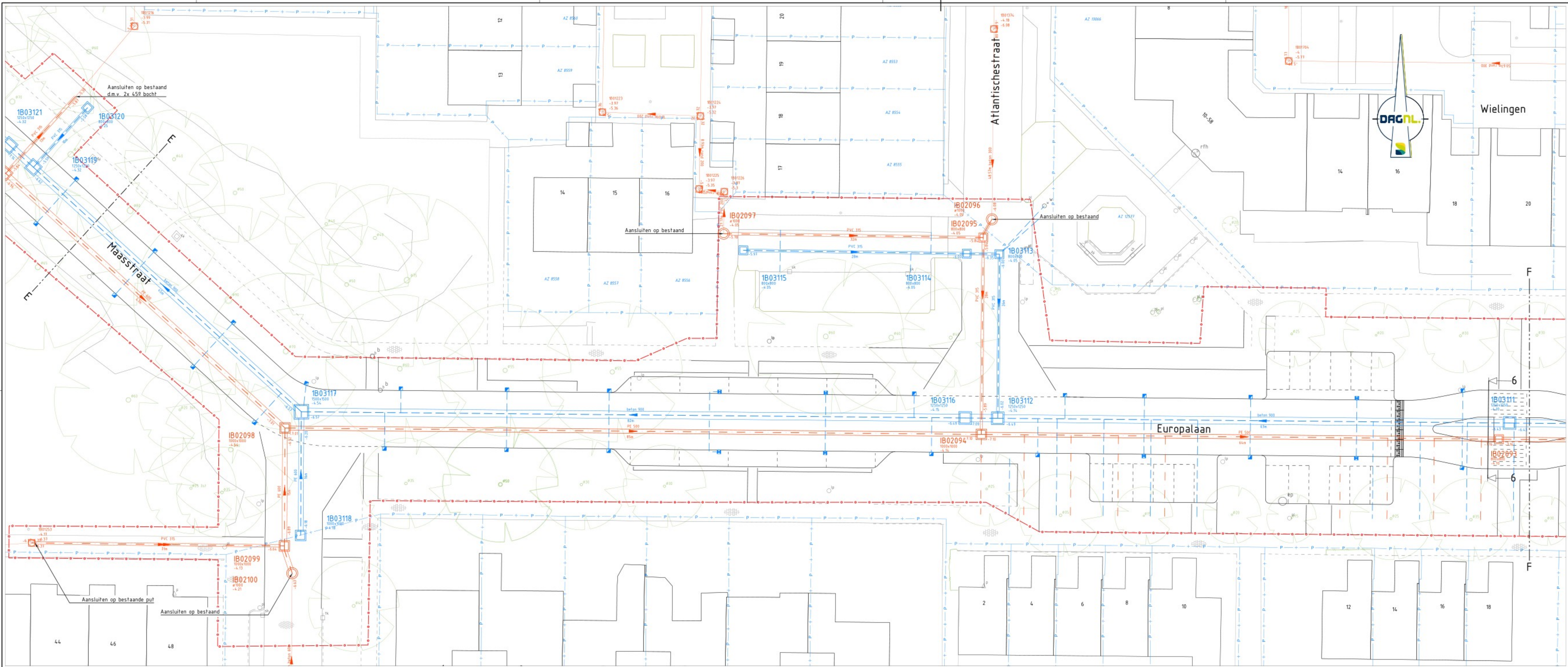


Meter in m, materiaalmaat in mm, putdiameter in m t.o.v. N.A.P., diameters in mm, tenzij anders vermeld.  
Opdrachtgever:  
**Gemeente Noordoostpolder**  
Project:  
**Herinrichting Europaan-Zwin te Emmeloord**  
Fase:  
**Definitief Ontwerp**  
Onderswerp:  
**Riooltekening**

**buro noord**  
DAGNL  
P08469-DO-RI-03-C01

Getekend:  
Gedrukt:  
Schaal:  
Formaat:  
Projectcode:  
Datum:  
Status:  
Versie:  
Concept:  
TEKENING





**LEGENDA**

**Riooltekening**

- VAA-riool met materiaal, bak's, straat, lengte en straatbreedte
- VAA-riool met materiaal, bak's, straat, lengte en straatbreedte
- VAA-inspectieput met putnummer, afmeting en putdiepte
- VAA-inspectieput met putnummer, afmeting en putdiepte
- VAA-afvoeropening met putnummer en putdiepte

**Rioolrevisie**

- VAA-riool met bak's, lengte, diameter en straatbreedte
- VAA-riool met bak's, lengte, diameter en straatbreedte
- VAA-inspectieput met putnummer, maatvoering en putdiepte
- VAA-inspectieput met putnummer, maatvoering en putdiepte

**Bestaande situatie**

- hooptafel
- bebouwing
- asfaltverharding
- tegelsverharding
- elementverharding
- haag
- vallei

**Algemeen**

- perceelsgrens



Maat in m, materiaalmaat in mm, putdiameter in m t.o.v. N.A.P., diameters in mm, tenzij anders vermeld.

Schaal: 1:200

**Gemeente Noorddijkpolder**

Project:  
**Herinrichting Europalaan-Zwin te Emmeloord**

Fase:  
**Definitief Ontwerp**

Ontwerp:  
**Riooltekening**

Geslacht:  
1:200

Datum:  
Status:  
Concept

Formaat:  
A0

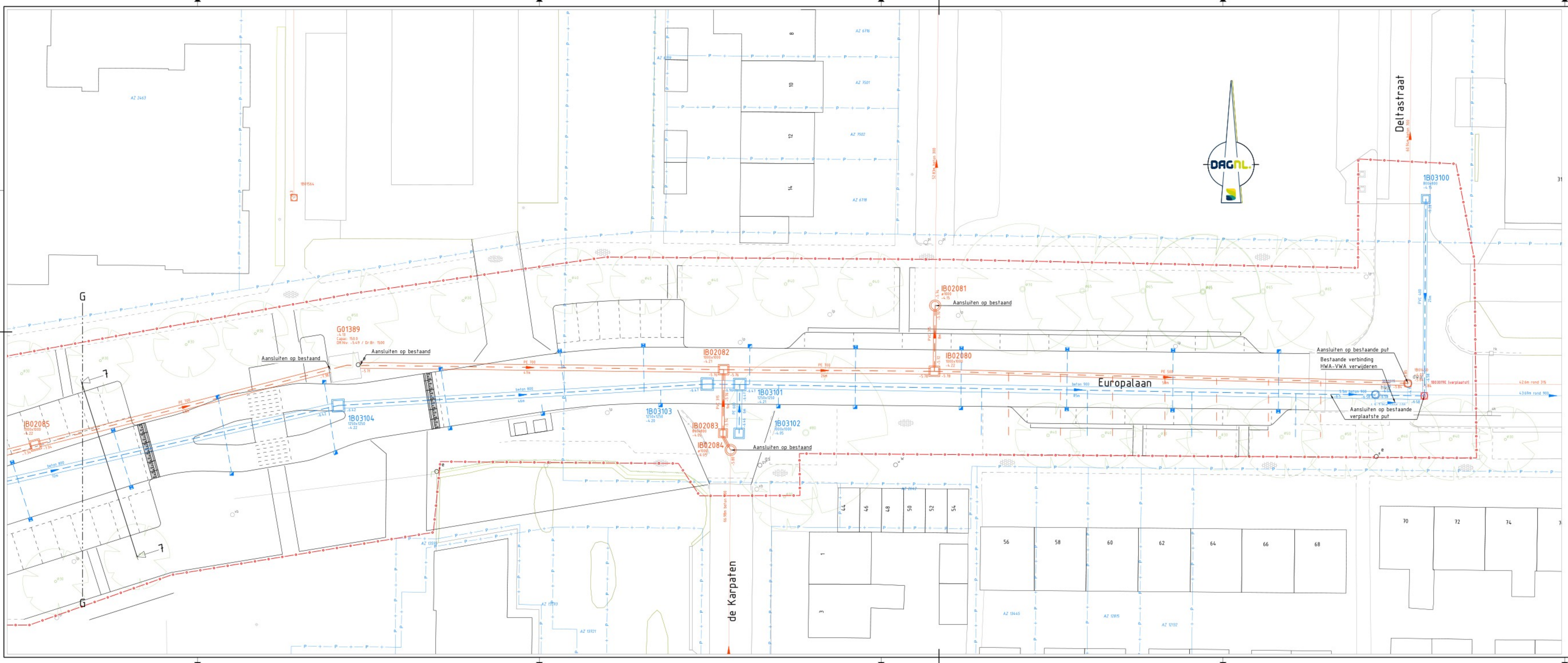
Projectcode:  
P08469

Soort document:  
TEKENING

**buro noord**

ONDERDEEL VAN  
**DAGNL**  
DE GEMEENTEN  
TEKENINGEN  
P08469-DO-RI-04-C01





LEGENDA

Riooltekening

	VWA-riool met materiaal, bak's, straat, lengte en stroomrichting
	HWA-riool met materiaal, bak's, straat, lengte en stroomrichting
	VWA-inspectieput met putnummer, afmeting en pultkaphoogte
	HWA-inspectieput met putnummer, afmeting en pultkaphoogte
	HWA-uitstroombuis met putnummer en pultkaphoogte

Rioolrevisie

	GWA/VWA-riool met bak's, lengte, diameter en stroomrichting
	HWA-riool met bak's, lengte, diameter en stroomrichting
	GWA/VWA-inspectieput met putnummer, maaiveldhoogte en pultkaphoogte
	HWA-inspectieput met putnummer, maaiveldhoogte en pultkaphoogte

Bestaande situatie

	topografie
	bebouwing
	asfaltverharding
	tegelsverharding
	elementverharding
	haag
	water



Maten in m, materiaalmaten in mm, peilmaten in m t.o.v. N.A.P., diameters in mm, tenzij anders vermeld.  
Opdrachtgever: Gemeente Noordoostpolder  
Project: Herinrichting Europalaan-Zwin te Emmeloord  
Fase: Definitief Ontwerp  
Onderwerp: Riooltekening

Getekend: [Signature] Datum: [Date]  
Goedgekeurd: [Signature] Datum: [Date]  
Schaal: 1:200 Status: Concept  
Formaat: A2.0 Versie: 01  
Projectcode: P08469 Soort document: TEKENING

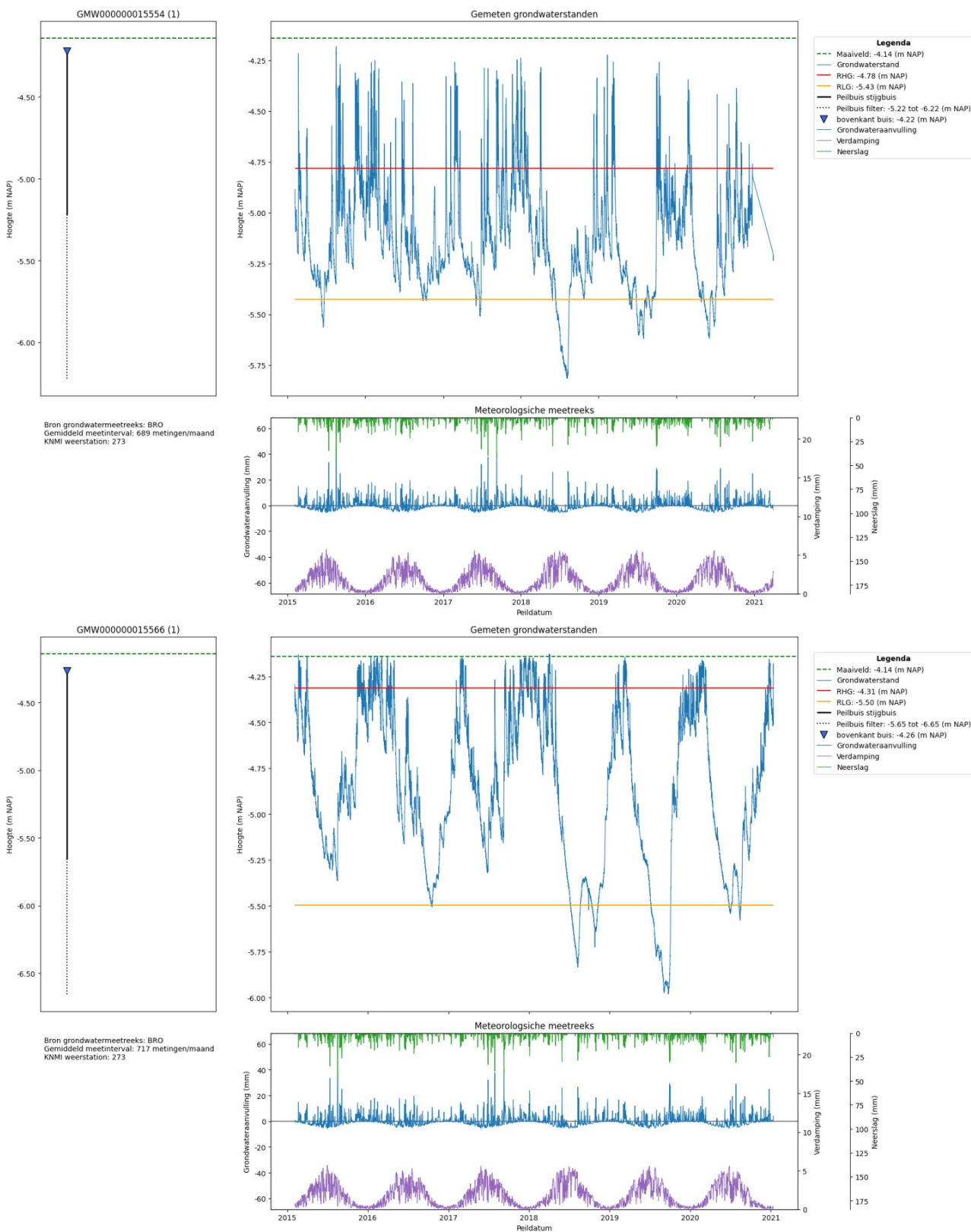
0 2.0 4.0 6.0 8.0m  
Schaal 1:200

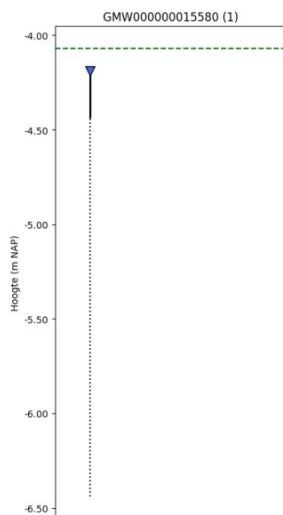
gemeente NOORDOOSTPOLDER  
buro noord  
ONDERHOEF VAN  
DAGNL  
DE ADVIESROEP  
Tekeningsnummer: P08469-DO-RI-05-C01



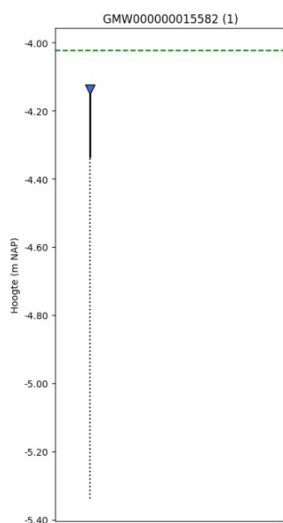
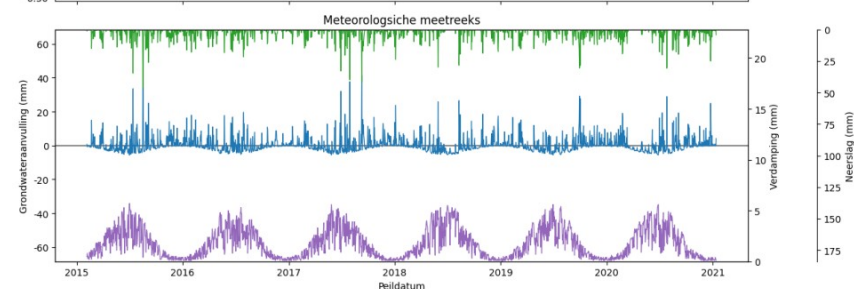
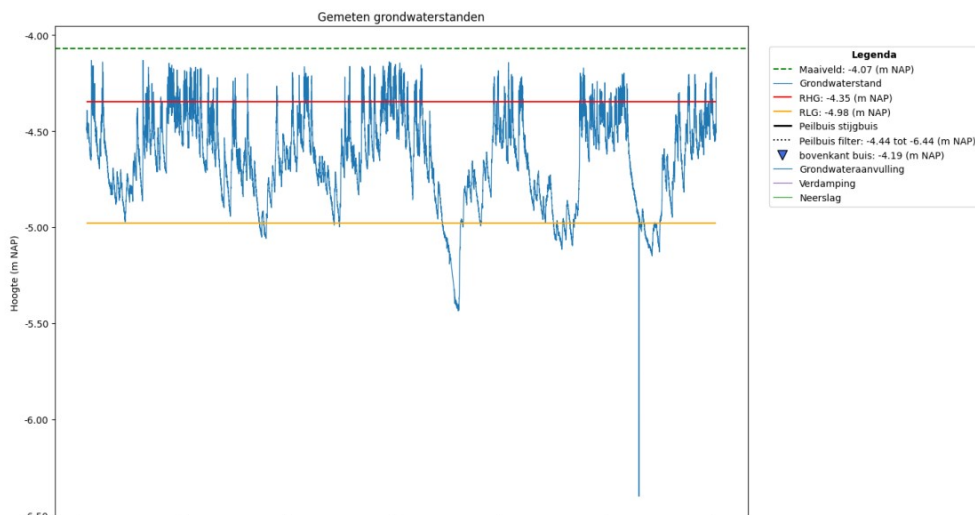
## **Bijlage 2      Toelichting bemalingssystemen**

## Bijlage 3 Beschouwing grondwaterstanden

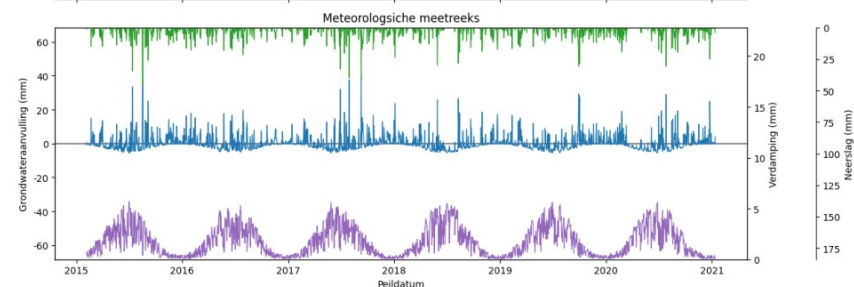
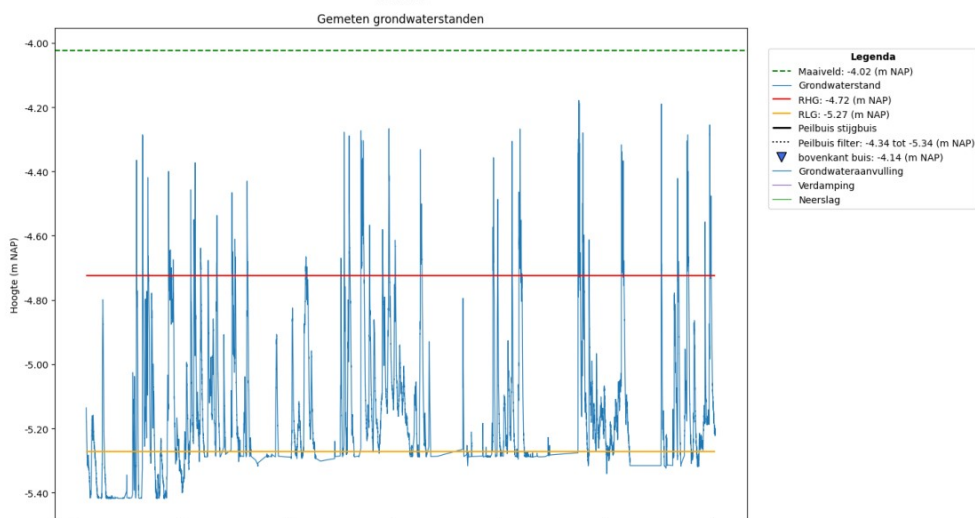




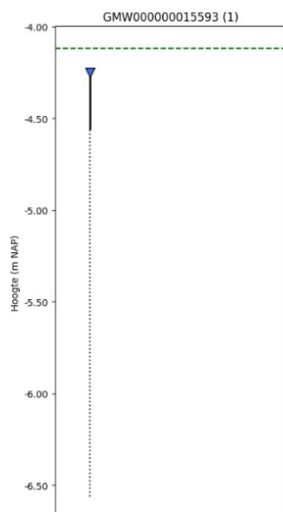
Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 714 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273



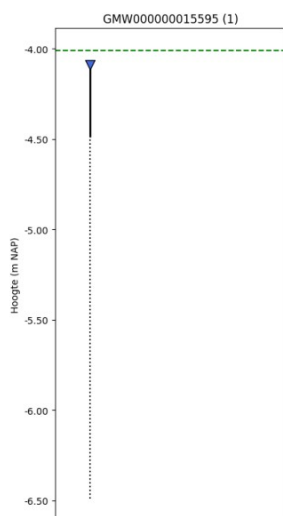
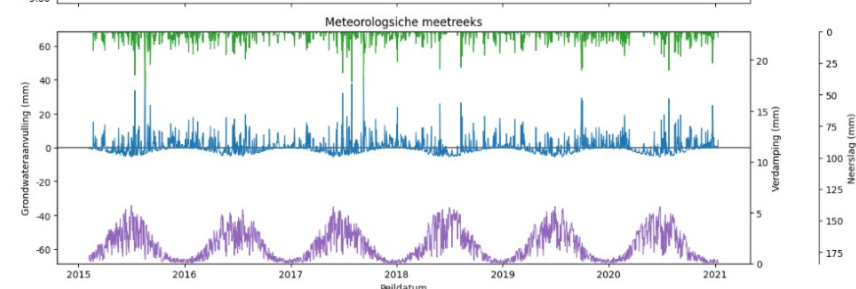
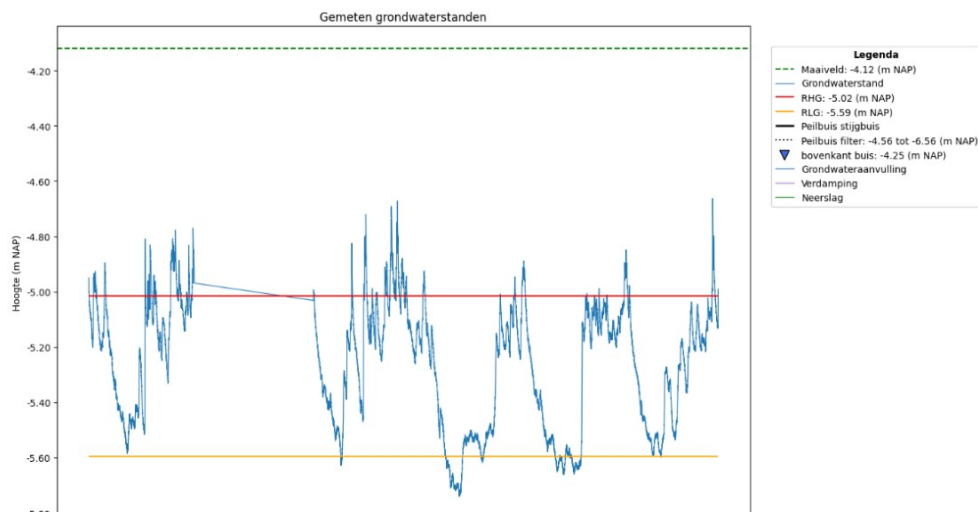
Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 439 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273



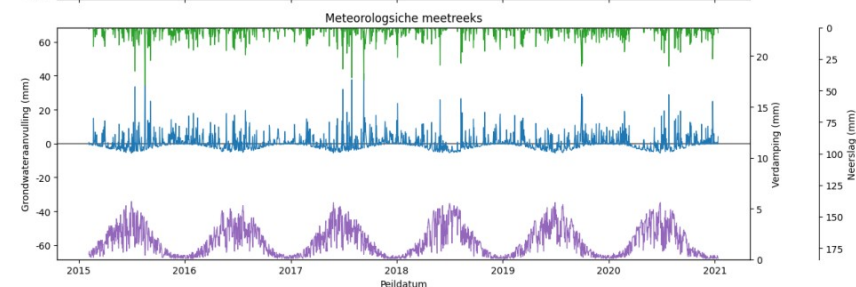
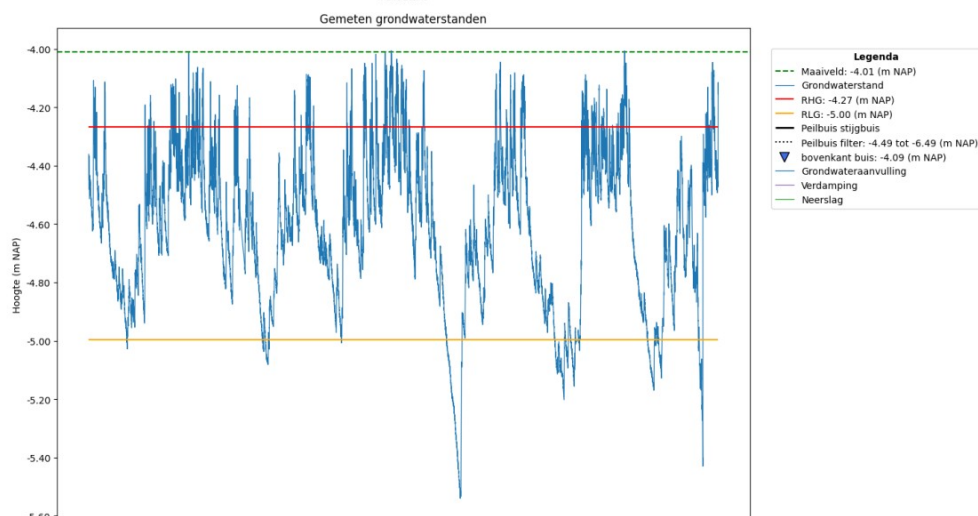


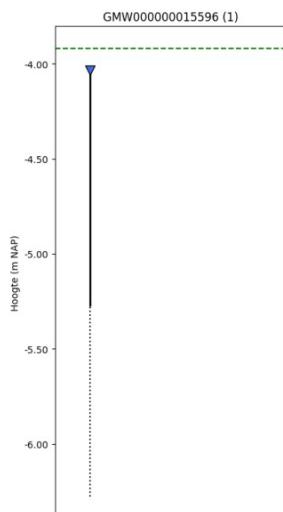


Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 584 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273

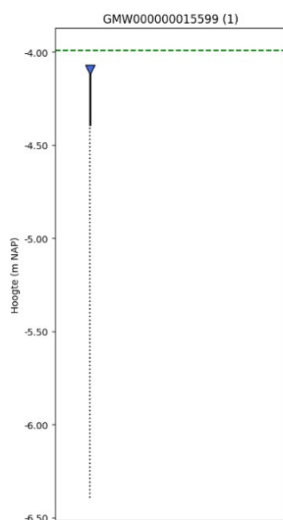
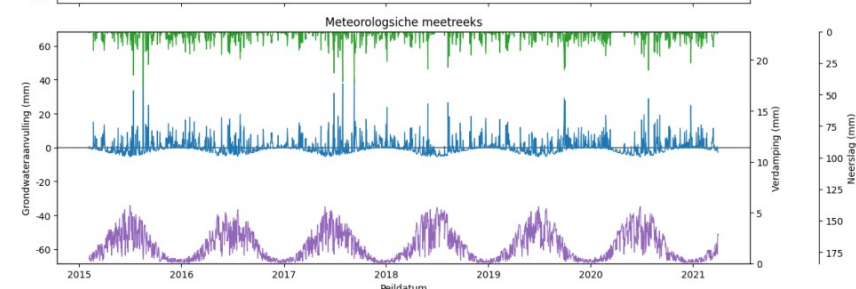
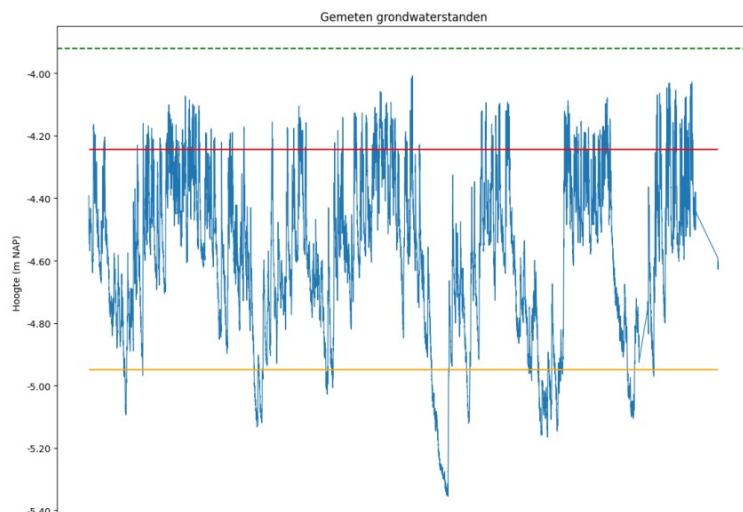


Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 710 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273

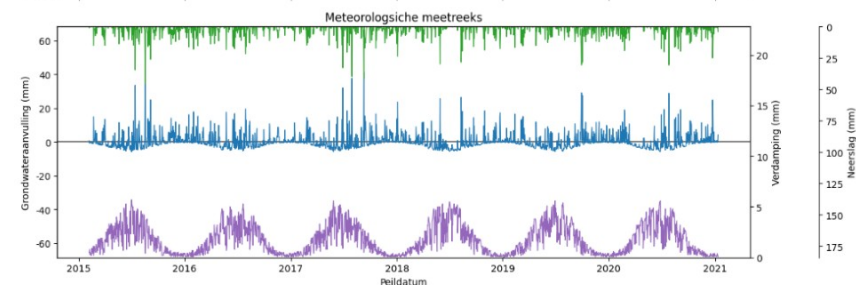
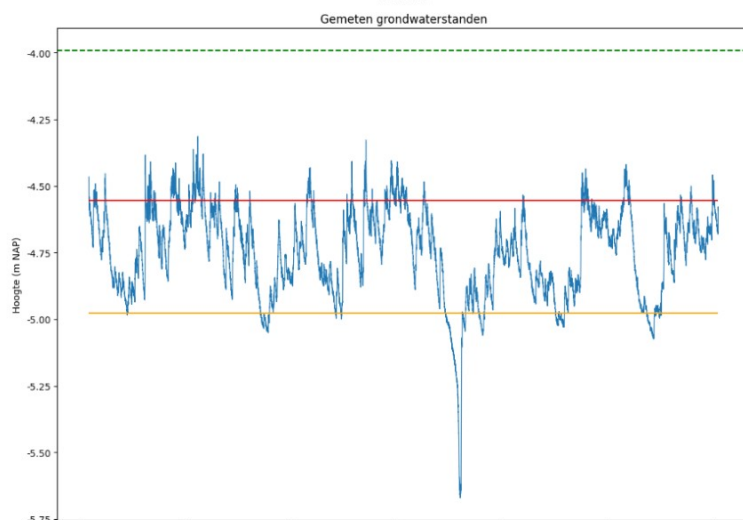


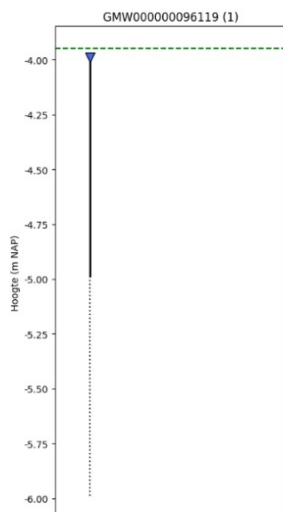


Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 686 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273

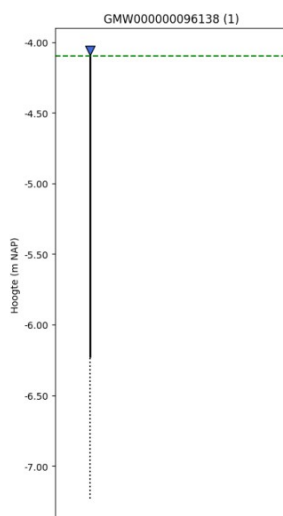
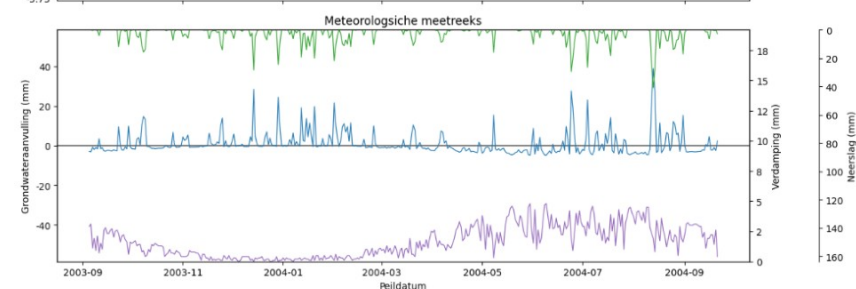
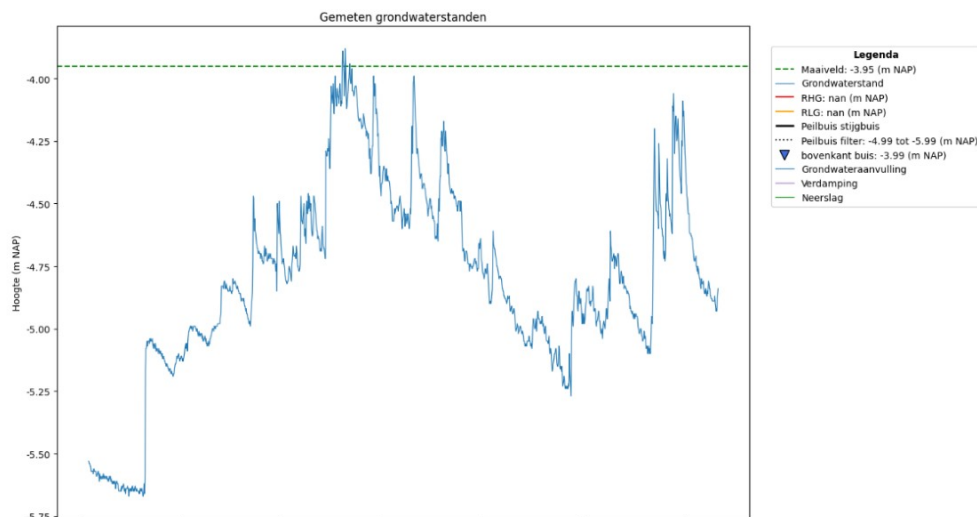


Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 719 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273

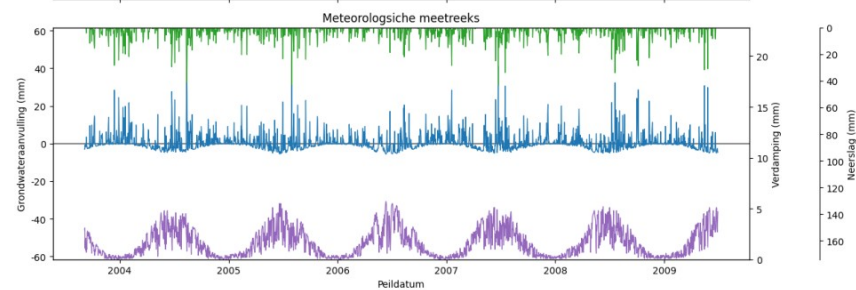
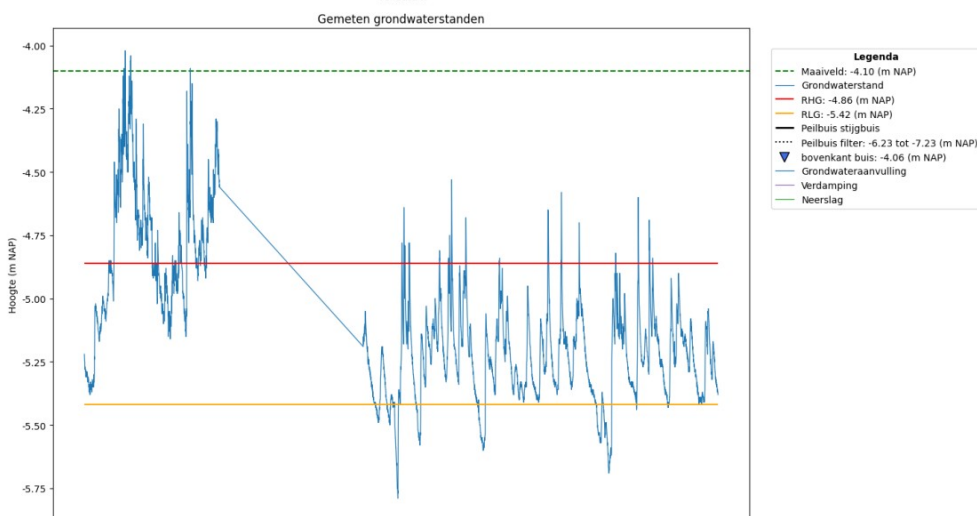




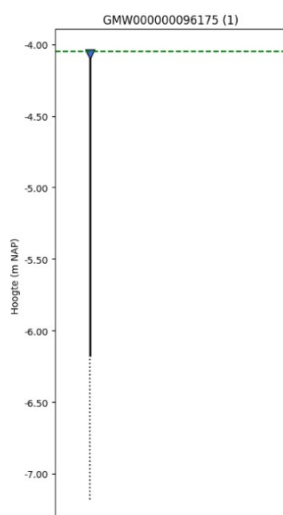
Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 120 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273



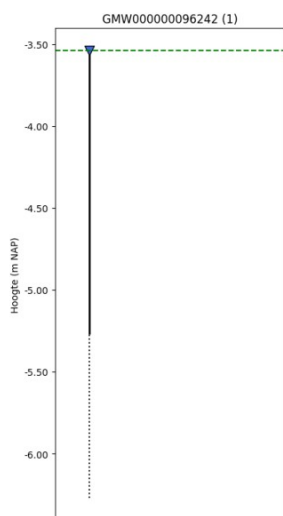
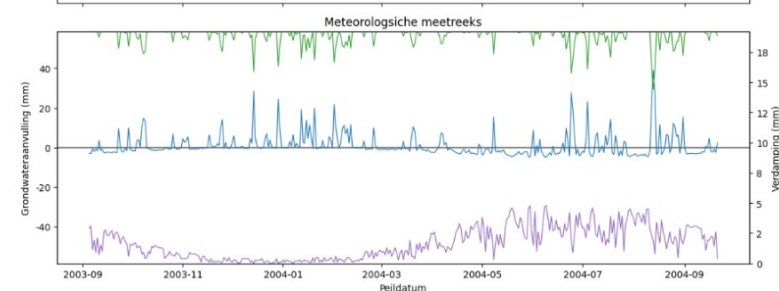
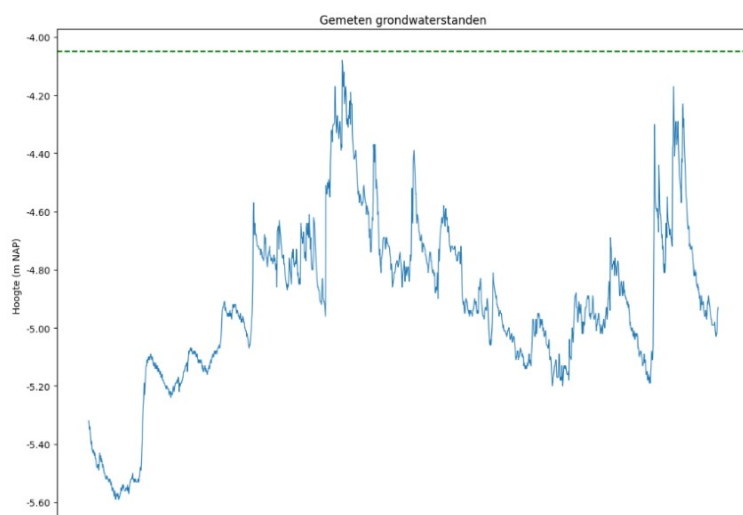
Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 93 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273



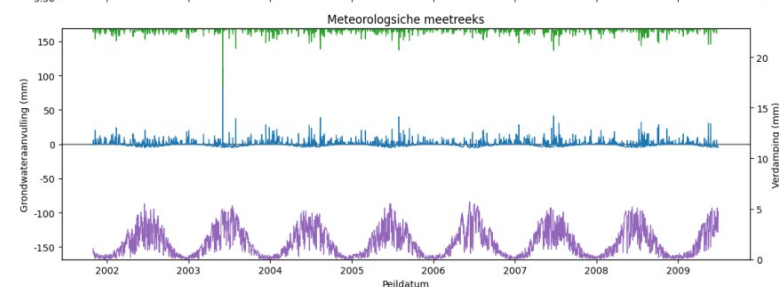


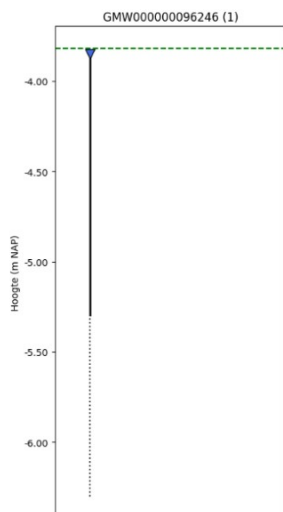


Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 120 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273

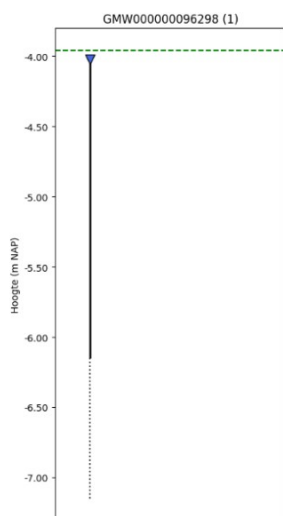
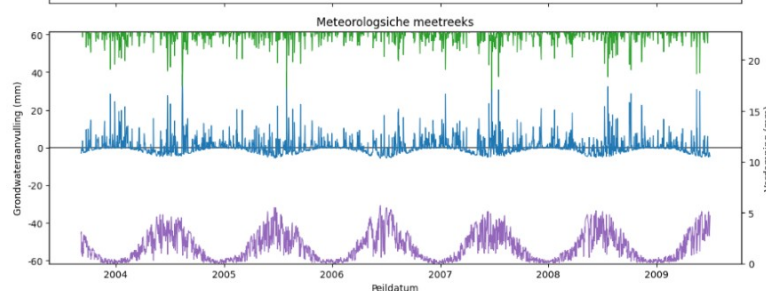
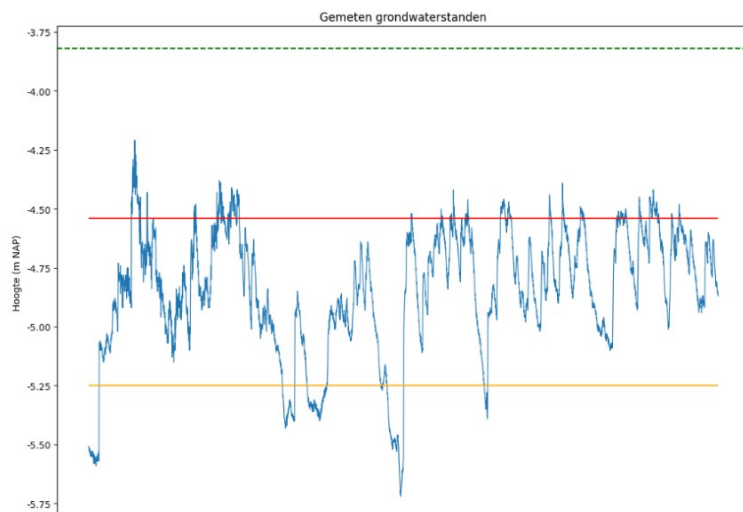


Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 113 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273

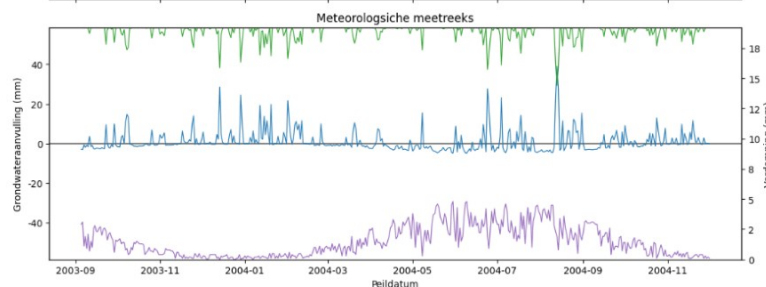
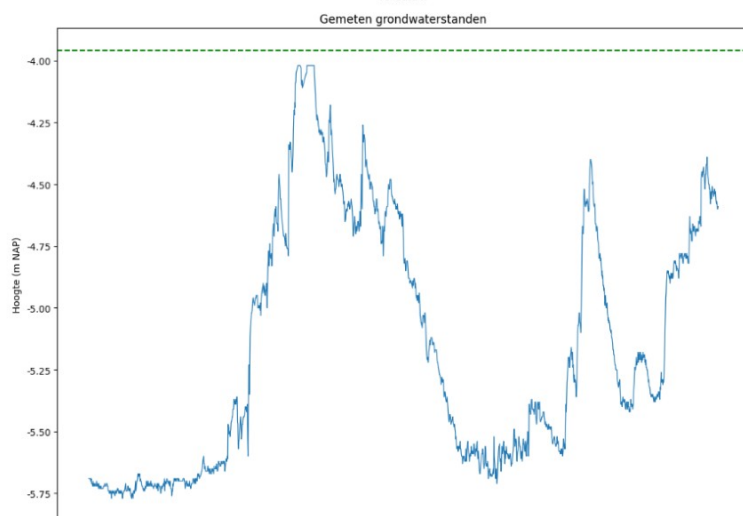


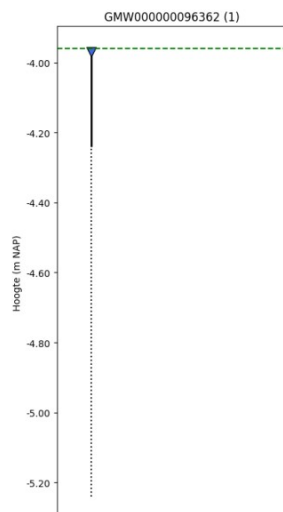


Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 120 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273

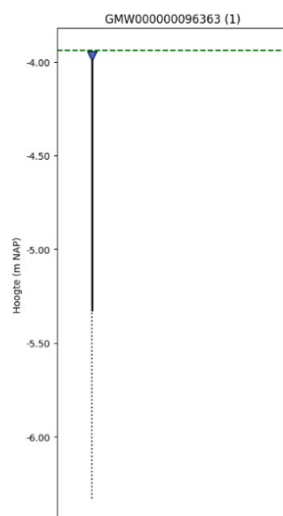
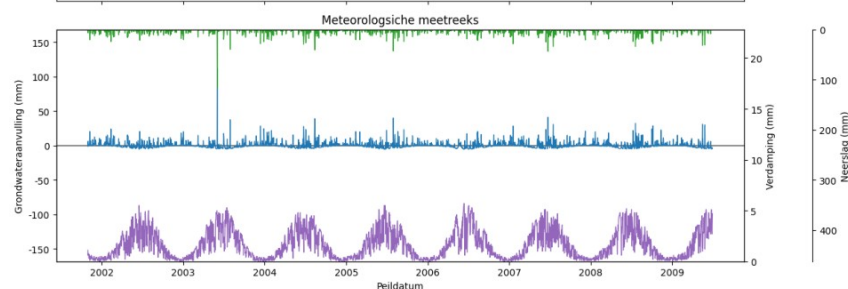
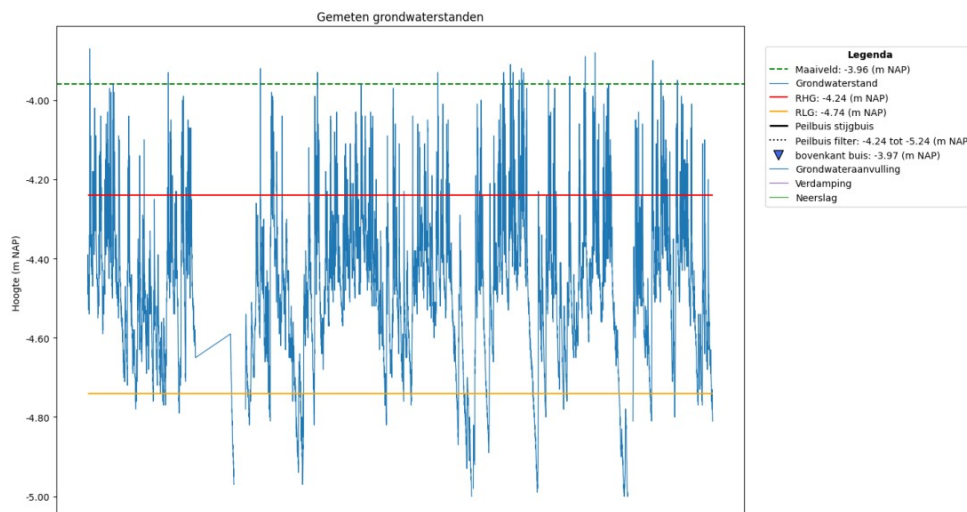


Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 117 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273

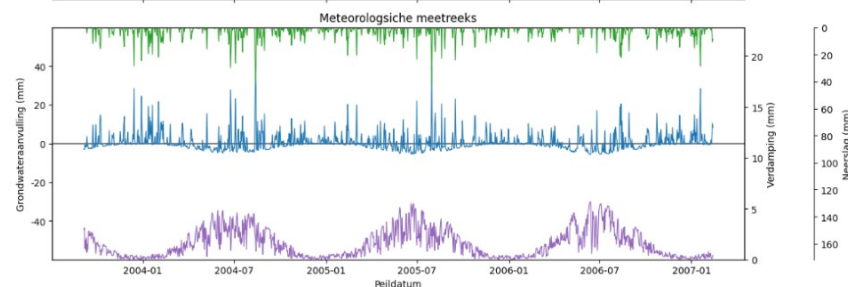
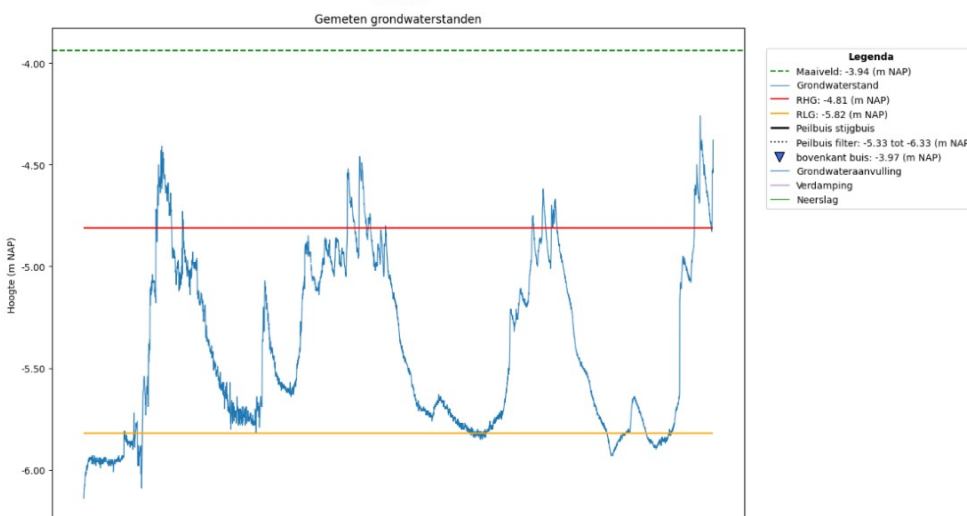




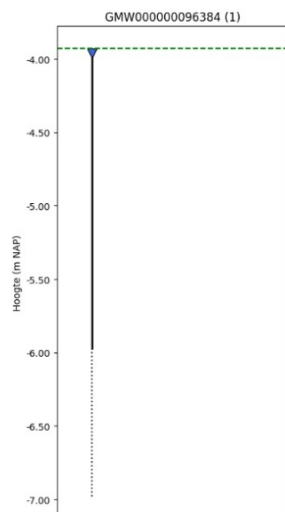
Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 113 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273



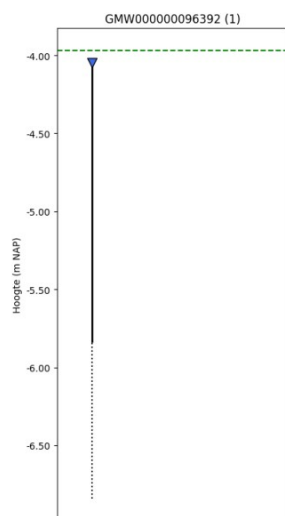
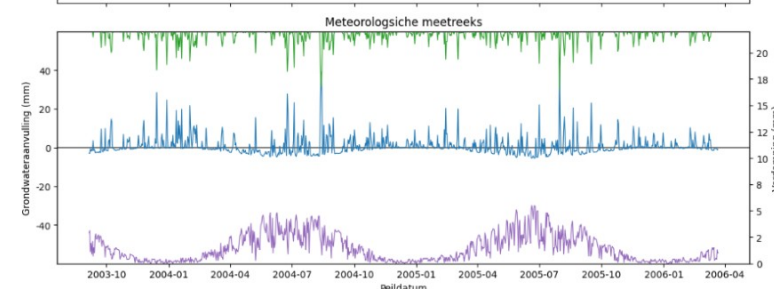
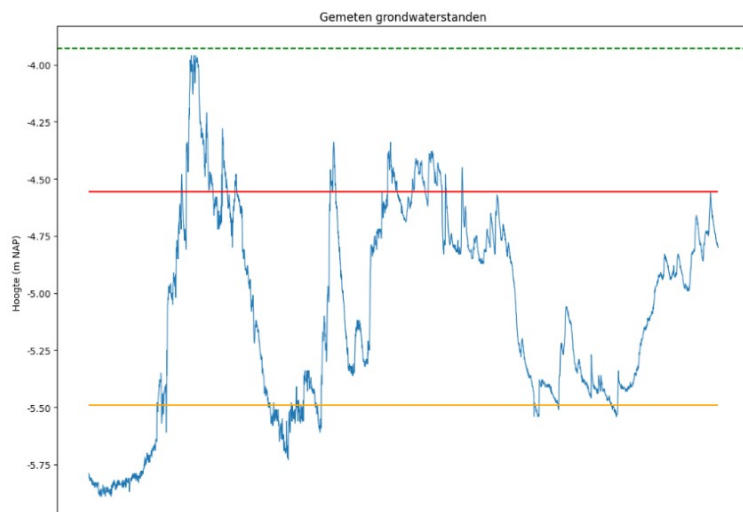
Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 120 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273



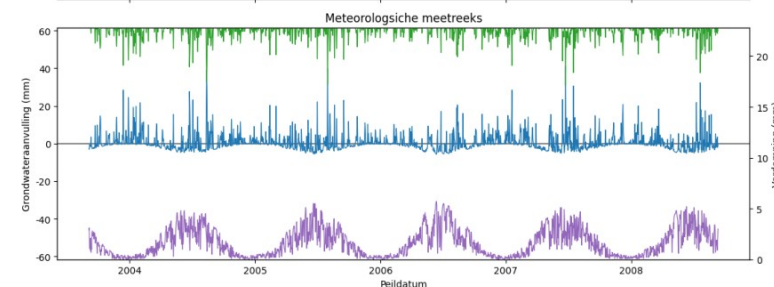
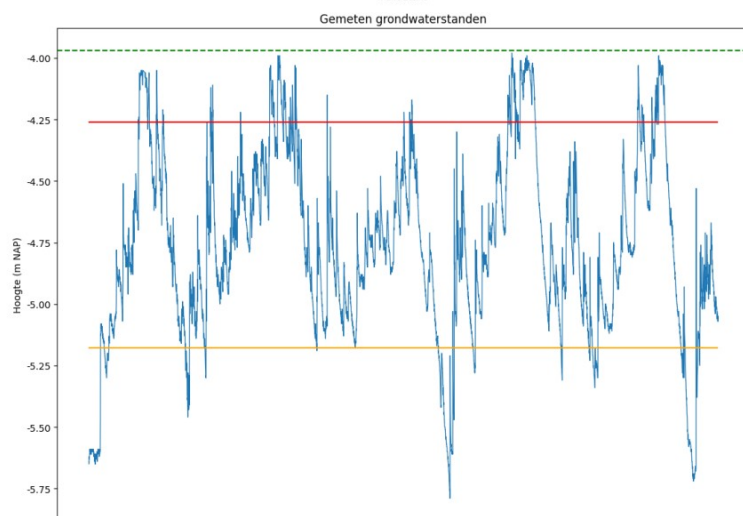


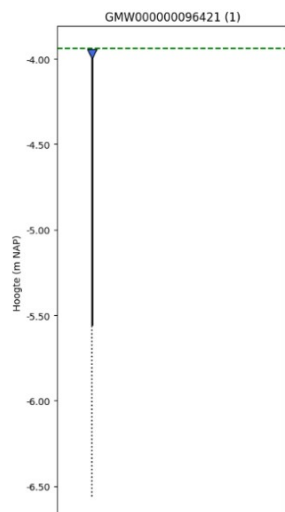


Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 119 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273

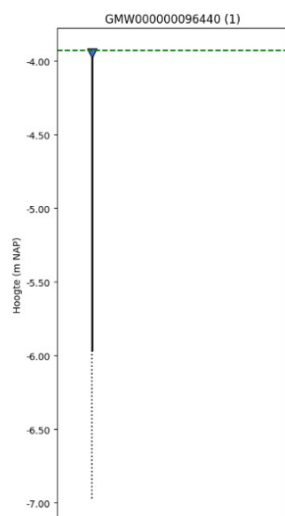
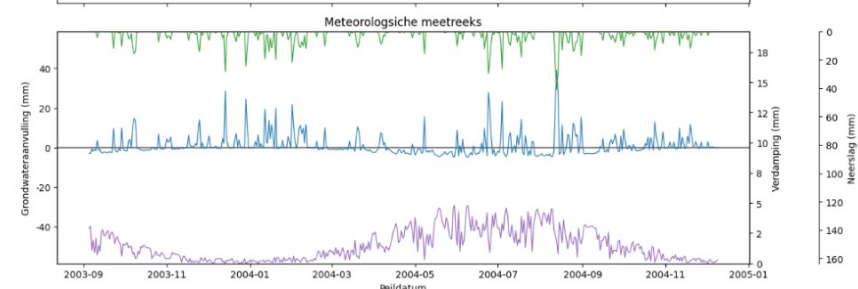
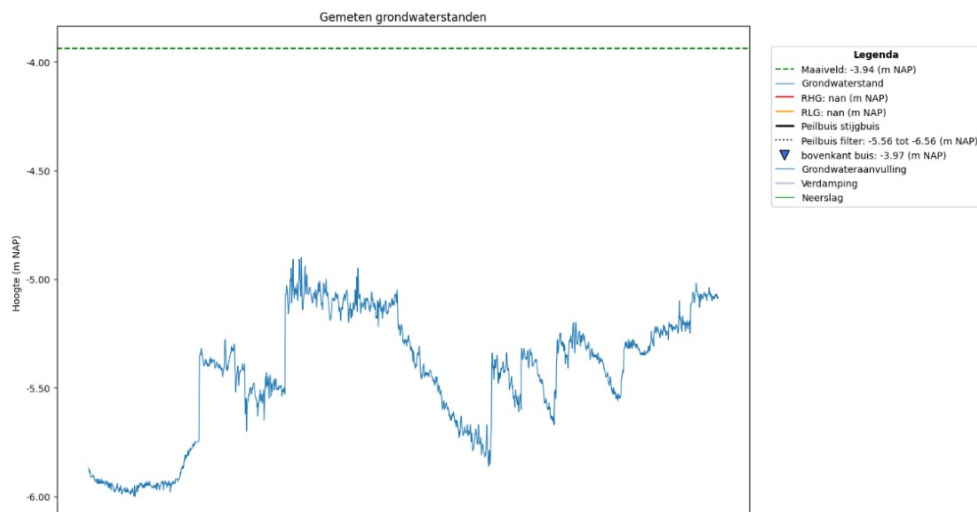


Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 119 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273

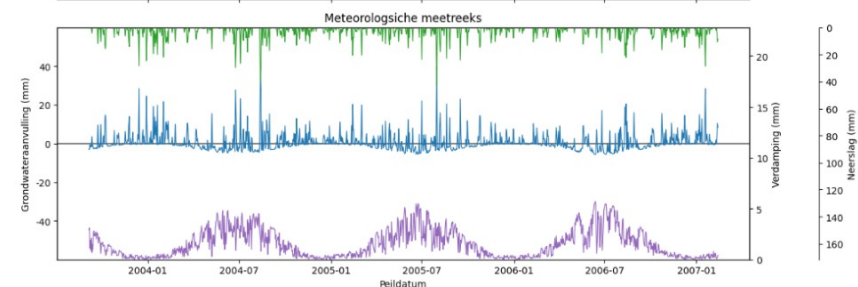
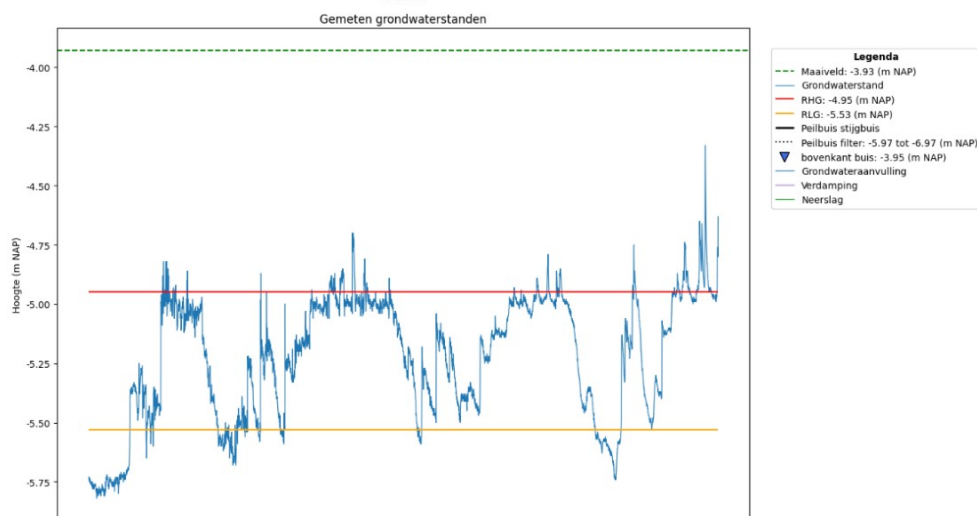




Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 120 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273



Bron grondwatermeetreeks: BRO  
Gemiddeld meetinterval: 120 metingen/maand  
KNMI weerstation: 273



## **Bijlage 4      Effecten bemaling**



## Effecten bemaling

### 1 Inleiding

Als gevolg van een bemaling wordt de freatische grondwaterstand onder een ontgraving en in de omgeving ervan verlaagd. Bij een (langdurige) verlaging van de grondwaterstand kunnen binnen het gebied waar de grondwaterstand tot onder de in het verleden laagst voorgekomen grondwaterstand wordt verlaagd (het zogenaamde *risicogebied*) de volgende effecten optreden:

- schade ten gevolge van zetting;
- negatieve beïnvloeding van archeologische monumenten.

Bij een (langdurige) verlaging van de grondwaterstand kunnen binnen het gebied waar de grondwaterstand minimaal 5 cm daalt (het zogenaamde *invloedsgebied*) de volgende effecten optreden:

- droogteschade aan grondwaterafhankelijke landbouw/natuur;
- negatieve beïnvloeding van grondwateronttrekkingen;
- negatieve beïnvloeding van het grensvlak zoet-brak grondwater;
- negatieve beïnvloeding van grondwaterbeschermingsgebieden;
- negatieve verandering van de waterhuishouding (kwel/inzijging);
- aantasting houten funderingspalen;
- verplaatsing van grondwaterverontreinigingen.

Voorkomen moet worden dat ten gevolge van een bemaling belangen van derden worden geschaad. Derhalve moet er bij bemalingen naar worden gestreefd om zo weinig mogelijk grondwater te onttrekken om de effecten in de omgeving zoveel mogelijk te beperken. De beïnvloeding is het grootst direct naast de bemaling en neemt af met toenemende afstand tot de bemaling.

### 2 Zetting

Indien samendrukbare grondlagen (zoals veen, klei en leem) in de verzadigde (ondiepe) ondergrond voorkomen en de grondwaterstand wordt verlaagd tot onder de in het verleden laagst voorgekomen grondwaterstand, kunnen deze lagen worden samengedrukt met zetting van het maaiveld tot gevolg. Door zetting kan esthetische schade, of erger, constructieve schade aan bestaande bebouwing (vooral op staal gefundeerde bebouwing is hiervoor gevoelig) en boven- en ondergrondse infrastructuur (wegen, leidingen en riool) ontstaan. Met name het optreden van differentiële zetting (op één plaats meer zetting dan op een andere plaats) kan tot (aanzienlijke) schade leiden. De mate waarin ten gevolge van een grondwaterstandsverlaging zetting en eventueel daaraan gerelateerde schade optreedt, is afhankelijk van:

- de aard, diepte en dikte van aanwezige samendrukbare (zettingsgevoelige) lagen;
- de extra verlaging van de grondwaterstand onder de in het verleden voorgekomen laagste grondwaterstand;
- de lengte van de tijdsperiode, waarin de grondwaterstandsvaling in stand wordt gehouden;
- de funderingswijze van binnen het risicogebied aanwezige bebouwing en infrastructuur;
- de staat van de fundering, bebouwing en infrastructuur;
- de mate waarin in het verleden al "voorzetting" heeft plaatsgevonden ten gevolge van in het verleden aangebrachte bovenbelastingen (bebouwing, grondophogingen) en/of natuurlijke fluctuaties van de grondwaterstand of kunstmatige verlagingen van de grondwaterstand.

Indien in het verleden al voorzetting heeft plaatsgevonden kan verdere zetting alleen optreden indien de grondwaterstand tot onder het niveau van de laagste historische grondwaterstand (LHG) wordt verlaagd. Aangenomen kan worden dat samendrukbare lagen boven de LHG in het verleden hun eindzetting reeds hebben bereikt. Door in het verleden opgetreden zetting is de korrelspanning in de grond reeds toegenomen en deze toegenomen korrelspanning bepaalt de maximale zetting, die bij een daling van de grondwaterstand (b.v. ten gevolge van een grondwateronttrekking) nog mag optreden.

### 3 Natuur en landbouw

Indien zich binnen het invloedsgebied van een bemaling natuur, natte natuurgebieden, verdroogde gebieden, landbouwgebieden en/of monumentale bomen bevinden, en de grondwaterstand wordt (langdurig) verlaagd tot onder de voor dat seizoen normale grondwaterstand, kan dat ertoe leiden dat de vochtvoorziening vanuit het grondwater afneemt of zelfs geheel wegvalt. Hierdoor kan schade als gevolg van vochttekort ontstaan aan

grondwaterafhankelijk groen. Dit kan zich met name voordoen in het groeiseizoen en in de periode van bladvorming (voorjaar). Later in het jaar is begroeiing in de meeste gevallen beter bestand tegen vochttekort. Het niveau van de grondwaterstand hangt af van de tijd van het jaar en de hoeveelheid neerslag die er valt. In de zomer is de verdamping groter dan de neerslag en daalt de grondwaterstand en in de winter stijgt het grondwater omdat er een neerslagoverschot is. Afhankelijk van de mate van een vochttekort kunnen de volgende effecten optreden aan bomen, korte vegetatie en fauna:

- een afname van de groei;
- een toename van de kwetsbaarheid van de opstand;
- het verdwijnen van soorten;
- een verandering in concurrentie van soorten;
- een verandering in soortensamenstelling;
- een verandering in diversiteit van soorten;
- een verandering in flora en fauna (ecosysteem);
- een ander visueel beeld van het bos, natuur en landschap;
- gevaarlijke situaties (bijv. vallen van dode takken).

De mate waarin eventueel schade optreedt, wordt bepaald door de hoeveelheid water die gedurende de periode van de grondwaterstandsverlaging voor de begroeiing beschikbaar is. De hoeveelheid beschikbaar water is afhankelijk van:

- de grondwaterstand bij aanvang van de grondwaterstandsverlaging (afhankelijk van het seizoen);
- de grondwaterstandsval (afhankelijk van de benodigde verlaging bij de bron en de doorlatendheid van de bodem);
- het seizoen waarin de grondwaterstand wordt verlaagd (begroeiing is in het groeiseizoen (globaal maart - september) het meest gevoelig voor vochttekort);
- de tijdsduur van de grondwaterstandsverlaging;
- de standplaats van de begroeiing;
- de weersomstandigheden (de hoeveelheid neerslag, de temperatuur en de windsnelheid) die zich tijdens de periode van de grondwaterstandsverlaging voordoen.

Op basis van voornoemde aspecten en de waterbehoefte en gevoeligheid van de begroeiing voor vochttekort (beiden afhankelijk van het soort begroeiing) kan een inschatting worden gemaakt van het risico op het ontstaan van schade als gevolg van vochttekort. Om na te gaan of dit aan de orde is dient in eerste instantie een inventarisatie te worden gemaakt van de aanwezigheid (aard en aantallen) van begroeiing binnen het risicogebied van een bemaling en de staat waarin deze begroeiing verkeert. Indien hieruit blijkt dat er grondwaterafhankelijk groen aanwezig is dient een inschatting te worden gemaakt van het risico op schade hieraan als gevolg van vochttekort. Wanneer de verwachting bestaat dat er schade gaat optreden, wordt geadviseerd om een monitoringsprogramma op te stellen, waarin wordt aangegeven welke maatregelen worden getroffen om eventuele vochttekorten in een zo vroeg mogelijk stadium te signaleren of te voorspellen, zodat tijdig gepaste maatregelen (debiet grondwateronttrekking zoveel mogelijk beperken en water geven) kunnen worden getroffen om onherstelbare schade te voorkomen.

Naast een verlaging van de grondwaterstand kan de kwaliteit van het grondwater veranderen wanneer grondwater van een andere samenstelling toestroomt door een gewijzigd grondwaterstromingsbeeld. Behalve mogelijke veranderingen van de grondwaterstand en/of de kwaliteit van het grondwater kunnen ook in vijvers, vennen, (grens)sloten en grachten die in direct hydrologisch contact staan met het grondwater, lagere waterstanden (of zelfs droogstand) ontstaan, met alle mogelijke gevolgen voor vegetatie en fauna.

#### 4 Grondwateronttrekkingen en WKO-systemen

Indien zich binnen het invloedsgebied van een bemaling grondwateronttrekkingen van derden bevinden, kunnen deze door de bemaling nadelig worden beïnvloed (verminderde opbrengst en/of verstoring energiebalans bij een WKO met open bronnen).

De mate waarin dat eventueel gebeurt is afhankelijk van:

- de daling van de grondwaterstand ter plaatse van de grondwateronttrekking /WKO-bronnen als gevolg van de bemaling (deze daling is direct afhankelijk van het onttrekkingsdebiet van de bemaling en de afstand van de bemaling tot de grondwateronttrekking/WKO-bronnen);
- de diepte van de bemaling ten opzichte van de diepte van de andere grondwateronttrekking of de WKO-bronnen;
- de bodemopbouw tussen de bemaling en de andere grondwateronttrekking/WKO-bronnen;
- de tijdsduur van de bemaling.



## 5 Archeologie

Indien zich binnen het risicogebied van een bemaling een archeologisch monument bevindt en de grondwaterstand wordt door de bemaling dusdanig verlaagd dat het archeologisch monument tijdelijk (gedeeltelijk) boven het grondwater komt te liggen, kan dit nadelige effecten (vervorming, uitdroging en/of chemische/biologische aantasting) op het archeologisch monument hebben. Het risico hierop is afhankelijk van:

- de samenstelling van het archeologisch monument (organisch, steen en/of metaal);
- de staat waarin het archeologisch monument verkeert;
- de chemische omstandigheden in de bodem waarin het archeologisch monument ligt;
- de diepte van het archeologisch monument ten opzichte van de grondwaterstands daling ter plaatse van het archeologisch monument (deze daling is afhankelijk van de grondwaterstands daling op de projectlocatie, de afstand tussen de bemaling en het archeologisch monument en de bodemopbouw tussen de bemaling en het archeologisch monument);
- de tijdsduur van de grondwaterstands daling.

## 6 Grondwaterbeschermingsgebieden

Zowel het rijk als de provincies, waterschappen en gemeenten voeren taken uit binnen het grondwaterbeheer, elk vanuit verschillende verantwoordelijkheden. Het kwantitatieve grondwaterbeheer bestaat uit grondwater-*voorraad*beheer en grondwater-*peil*beheer. Het omvat een aantal strategische en operationele taken. Strategisch is beheer gericht op planvorming (beleid) en kaderstelling.

Tot de operationele taken behoren:

- het verlenen en handhaven van vergunningen;
- het beoordelen van meldingen voor grondwateronttrekkingen en hiermee samenhangende infiltraties;
- het zorgen voor een grondwaterpeil in bebouwd gebied afgestemd op de bovengrondse gebruiksfuncties (mits doelmatig);
- het bekostigen van met het grondwaterbeheer samenhangende taken;
- het behandelen van verzoeken om schadevergoeding.

Het kwalitatieve grondwaterbeheer omvat:

- planvorming (beleid);
- kaderstelling, het reguleren van infiltraties en lozingen in de bodem;
- de sanering van ernstig verontreinigd grondwater.

Het grondwaterkwaliteitsbeheer was voorheen geregeld in de Wet bodembescherming en de Wet milieubeheer. Daarnaast is het landbouwbeleid van belang. Op basis van de Europese regelgeving zijn hiervoor regelingen opgenomen in de Meststoffenwet en de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden.

De Waterwet heeft tot gevolg dat de waterschappen nu worden belast met het kwantitatieve grondwaterbeheer. Die taak lag voorheen op grond van de Gww bij de provincies. Het grondwaterkwaliteitsbeheer blijft een taak voor een aantal grote gemeenten en de provincies op grond van de Wet Bodembescherming. Waterschappen verzorgen nu dus de vergunningverlening voor grondwateronttrekkingen. De provincie blijft echter bevoegd gezag voor een aantal specifieke categorieën en de daarmee verband houdende infiltraties.

Direct hieraan gerelateerd zijn de grondwaterbeschermingsgebieden en regels ter bescherming hiervan, die in een Provinciale milieuverordening (Pmv) worden vastgelegd (Wet milieubeheer). In de Pmv's staan over het algemeen ook kaarten met de grondwaterbeschermingsgebieden van de provincie. Provincies gaan verschillend om met grondwaterbeschermingsgebieden. Sommige provincies leggen het primaat van de bescherming van de grondwaterbeschermingsgebieden bij de ruimtelijke ordening. In het bestemmingsplan moet onderscheid gemaakt worden in de 25-jaars-beschermingszone en het waterwingebied. Deze gebieden moeten een bestemming krijgen die voorrang geeft aan de bescherming van de kwaliteit van het grondwater en de drinkwaterwinning.

In andere provincies heeft het milieubeleid het voortouw. Via de provinciale milieuverordening worden regels gesteld en uitgevoerd. In het bestemmingsplan hoeft dan geen aparte regeling te worden opgenomen. Wel is het raadzaam altijd de 1-en 25-jaars beschermingszones op de bestemmingsplankaart aan te geven. In die gebieden zijn er strengere beschermingsniveaus waardoor niet alle activiteiten zonder meer zijn toe te laten. De kwalitatieve bescherming van grondwaterlichamen wordt in beperkte mate door de Waterwet afgedekt. In het planstelsel van de Waterwet speelt de bescherming en bevordering van de chemische kwaliteit van grondwatersystemen wel een belangrijke rol. De wet regelt het lozen van stoffen en het inbrengen of onttrekken van water aan een oppervlaktewaterlichaam. Voor grondwaterlichamen is alleen onttrekking van grondwater en infiltratie (om dit later weer te onttrekken) van water geregeld.



In de Drinkwaterwet is een algemene zorgplicht opgenomen, die zich richt tot alle bestuursorganen: *'Bestuursorganen dragen zorg voor de duurzame veiligstelling van de openbare drinkwatervoorziening'*. Gevolg van deze zorgplicht is dat het collectieve drinkwaterbelang een belangrijke plek inneemt, bij het beoordelen van ruimtelijke ontwikkelingen en beoordelen van de milieugevolgen van activiteiten of inrichtingen. Bij het beheer van grondwater, dat als bron voor de drinkwatervoorziening wordt gebruikt, moeten bestuursorganen voldoende zorgen voor de bescherming van dat grondwater. De memorie van toelichting noemt als voorbeelden van die taken en bevoegdheden onder meer:

- de vergunningverlening voor grondwateronttrekkingen;
- bevoegdheden in het kader van de ruimtelijke ordening;
- bevoegdheden bij zware ongevallen en rampen.

De provincie stelt in de Provinciale Milieuverordening (PMV) voor aangewezen gebieden (beschermingszones) regels ter bescherming van het grondwater met het oog op de waterwinning. Indien van belang, geeft de provincie ook aan wanneer zij deze beschermingsregels vertaalt in de Provinciale Ruimtelijke Verordening.

## 7 Brak-zout grensvlak

Door de bemaling wordt ook grondwater vanuit diepere bodemlagen omhoog getrokken. Tot welke diepte het grondwater door de bemaling wordt beïnvloed, is onder andere afhankelijk van:

- de bodemopbouw onder de onderzijde van de bemalingsfilters;
- de diepte van de onttrekkingsfilters;
- de grondwaterstandsaling in de ontgraving;
- de bemalingsduur.

Als gevolg van de verticale invloed van een bemaling kan dieper grondwater met een ander zoutgehalte naar boven toe worden getrokken, waardoor het grensvlak tussen grondwaterlichamen met een verschillende samenstelling zich omhoog verplaatst, wat een negatief effect kan hebben op de kwaliteit van het ondiepere grondwater.

## 8 Kwel-infiltratie

Indien bemalingen worden uitgevoerd in een kwelgebied, zal de kwelsituatie tijdens de bemalingen veranderen; binnen het invloedsgebied van de bemaling zal de kwel in theorie toenemen. Afhankelijk van de samenstelling (kwaliteit) van het omhoog kwellende grondwater, de duur van de bemaling en het seizoen waarin de bemaling wordt uitgevoerd, kan een (tijdelijke) toename van kwel effect hebben op grondwaterafhankelijke natuurgebieden. Een tijdelijke verandering van de kwelsituatie zal niet leiden tot nadelige effecten. Na beëindiging van de bemaling zal de oorspronkelijke kwelsituatie zich weer herstellen.

## 9 Houten funderingspalen

Door een bemaling kunnen houten funderingspalen, die zich binnen het risicogebied van de bemaling bevinden, droogvallen. Hierdoor kan zuurstof bij het hout komen waardoor schimmels en bacteriën kans krijgen zich te ontwikkelen; er is dan sprake van paalrot. De mate waarin dat gebeurt is onder andere afhankelijk van de houtsoort van de palen, de staat waarin de houten palen verkeren, de biologische en chemische omstandigheden rondom de palen en de tijdsduur van droogstand. Als de schimmelaantasting vaak en lang genoeg de kans krijgt, tast het de draagkracht van houten palen zo sterk aan dat het pand erboven verzakt. Funderingsproblemen met houten palen kunnen leiden tot zeer kostbare herstelopgaves.

Woningen gebouwd vóór 1970 hebben vaak een houten fundering, maar niet altijd. Sinds circa 1975 zijn veel panden op een slappe ondergrond gebouwd op betonnen paalfunderingen. Deze funderingen zijn niet gevoelig voor paalrot.

## 10 Grondwaterverontreinigingen

Door een bemaling wordt het natuurlijke grondwaterstromingsbeeld in de omgeving van de bemaling verstoord, met als gevolg een verandering van de grootte en/of de richting van de natuurlijke grondwaterstroming. Indien zich binnen het invloedsgebied van een bemaling een grondwaterverontreiniging bevindt, kan deze door de bemaling worden verplaatst. Naast een ongewenste verspreiding van grondwaterverontreinigingen kan het op te pompen bemalingswater door het aantrekken van een verontreiniging dusdanig verontreinigd raken, dat de kans bestaat dat het bemalingswater dient te worden gezuiverd, voordat het mag worden geloosd.

## **Bijlage 5      Zettingen**

## Rapport voor D-Settlement 23.2

Zettingsberekeningen  
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 11/8/2025  
Tijd van rapport: 3:45:56 PM  
Rapport met versie: 23.2.1.41771

Datum van berekening: 11/8/2025  
Tijd van berekening: 3:41:25 PM  
Berekend met versie: 23.2.1.41771

Bestandsnaam: P08469\_Zettingsberekening NEN Bjerrum

Projectbeschrijving: P08469 -- Emmeloord  
DAGnl



## 1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Weergave van de Invoer	3
2.1 Laagscheidingen	3
2.2 PN-lijnen	3
2.3 Algemene Gegevens	3
2.4 Grondprofielen	3
2.5 Grondeigenschappen	3
2.6 Waterlast	4
2.6.1 Waterlast: Bemaling	4
2.6.2 Waterlast: Einde Bemaling	4
2.7 Verticalen	4
3 Resultaat per Verticaal	5
3.1 Resultaat voor Verticaal 1 (X = 15.00 m; Z = 0.00 m)	5
3.2 Resultaat voor Verticaal 2 (X = 100.00 m; Z = 0.00 m)	5
4 Zettingen	7
4.1 Zettingen	7
4.2 Resttijden	7
5 Waarschuwingen en fouten	8

## 2 Weergave van de Invoer

### 2.1 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-4.250	-4.250			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-4.900	-4.900			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-7.050	-7.050			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-10.000	-10.000			

### 2.2 PN-lijnen

PN-lijnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-5.250	-5.250			
2 - X -	0.000	14.696	100.000		
2 - Y -	-6.600	-6.600	-5.250		

### 2.3 Algemene Gegevens

Grondmodel:	NEN Bjerrum
Consolidatiemodel:	Darcy
Rekmodel:	Lineair
Grondwaterniveau:	Initiëel bepaald door PN-lijnummer 1
Volumiek gewicht grondwater:	9.81 [kN/m³]
Spanningsspreiding	
- Grond:	Buisman
- Belastingen:	Simuleren
Einde consolidatie:	10000.00 [dagen]
Geen onderhouden hoogte	
Pg (initiëel):	Variabel evenwijdig aan de initiële grondspanning
Pg (Per stap):	Automatisch verhoogd tot de uiteindelijke grondspanning
Kruipsnelheid referentietijd:	1.000 [dagen]
Geen denkbeeldig maaiveld	
Met onderwaterzakken	
(alleen voor niet-uniforme belastingen)	
- Criterium einde iteratie :	0.10 [m]
Breedte belastingkolom	
- Niet-Uniforme Belastingen :	1.00 [m]
- Trapeziumvormige Belastingen :	1.00 [m]

### 2.4 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-lijn boven	PN-lijn onder
3	Zand, schoon, matig	1	1
2	Klei, zw zandig, slap	1	1
1	Zand, schoon, los	1	1

### 2.5 Grondeigenschappen

Laag nummer	Gedraineerd	Volumiek gewicht	
		Onverzadigd [kN/m³]	Verzadigd [kN/m³]

Laag nummer	Gedraineerd	Volumiek gewicht	
		Onverzadigd [kN/m³]	Verzadigd [kN/m³]
3	Ja	18.00	20.00
2	Nee	15.00	15.00
1	Ja	17.00	19.00

Laag nummer	Berging type	Vert. consolid. coëfficiënt Cv [m²/s]
3	Vert. cons.	-
2	Vert. cons.	2.00E-08
1	Vert. cons.	-

Laag nummer	Verticale doorlatendheid [m/s]	Doorlatendheid rek modulus [-]	Initieel verticale doorlatendheid [m/s]
3	-	-	-
2	-	-	-
1	-	-	-

Laag nummer	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. leeftijd [dagen]
3	6.50	-	-
2	6.50	-	-
1	-	1.25	-

Laag nummer	Herbelasting/ zwel-ratio RR [-]	Compressie-ratio CR [-]	Sec. comp.-coëfficiënt Ca [-]	Herbelasting/ zwel-index Cr [-]	Compressie-index Cc [-]	Init. poriën-getal (e0) [-]
3	0.0013000	0.0038000	0.0000000	-	-	-
2	0.0767000	0.2300000	0.0092000	-	-	-
1	0.0038000	0.0115000	0.0000000	-	-	-

## 2.6 Waterlast

### 2.6.1 Waterlast: Bemaling

Freatische lijn 1  
Tijd: 0 [dagen]

Laagnummer	PN-lijn boven	PN-lijn onder
3	2	99
2	99	99
1	99	2

### 2.6.2 Waterlast: Einde Bemaling

Freatische lijn 1  
Tijd: 14 [dagen]

Laagnummer	PN-lijn boven	PN-lijn onder
3	1	1
2	1	1
1	1	1

## 2.7 Verticalen

Verticaalnummer	X-coördinaten [m]				
1 - 2	15.000	100.000			



### 3 Resultaat per Verticaal

#### 3.1 Resultaat voor Verticaal 1 (X = 15.00 m; Z = 0.00 m)

Diepte [m]	Effectieve Spanning [kPa]	Stijg- hoogte [m]	Belasting [kPa]	Zetting [m]
-4.250	0.001	-4.250	0.000	0.036
-4.350	1.800	-4.350	0.000	0.036
-4.450	3.600	-4.450	0.000	0.036
-4.550	5.400	-4.550	0.000	0.036
-4.575	5.850	-4.575	0.000	0.036
-4.650	7.200	-4.650	0.000	0.036
-4.750	9.000	-4.750	0.000	0.036
-4.850	10.800	-4.850	0.000	0.036
-4.900	11.700	-4.900	0.000	0.036
-4.900	11.700	-4.900	0.000	0.036
-4.950	12.447	-4.950	0.000	0.036
-5.050	13.942	-5.049	0.000	0.035
-5.150	15.437	-5.149	0.000	0.034
-5.250	16.630	-5.248	-0.302	0.032
-5.975	20.370	-5.246	-0.302	0.021
-6.595	23.599	-5.247	-0.302	0.010
-7.050	25.990	-5.250	-0.302	0.001
-7.050	25.990	-5.250	-0.302	0.001
-7.825	33.112	-5.250	-0.302	0.000
-8.525	39.545	-5.250	-0.302	0.000
-9.300	46.668	-5.250	-0.302	0.000
-10.000	53.101	-5.250	-0.302	0.000

#### 3.2 Resultaat voor Verticaal 2 (X = 100.00 m; Z = 0.00 m)

Diepte [m]	Effectieve Spanning [kPa]	Stijg- hoogte [m]	Belasting [kPa]	Zetting [m]
-4.250	0.001	-4.250	0.000	0.036
-4.350	1.800	-4.350	0.000	0.036
-4.450	3.600	-4.450	0.000	0.036
-4.550	5.400	-4.550	0.000	0.036
-4.575	5.850	-4.575	0.000	0.036
-4.650	7.200	-4.650	0.000	0.036
-4.750	9.000	-4.750	0.000	0.036
-4.850	10.800	-4.850	0.000	0.036
-4.900	11.700	-4.900	0.000	0.036
-4.900	11.700	-4.900	0.000	0.036
-4.950	12.447	-4.950	0.000	0.035
-5.050	13.942	-5.049	0.000	0.034
-5.150	15.437	-5.149	0.000	0.033
-5.250	16.637	-5.248	-0.295	0.032
-5.975	20.377	-5.246	-0.295	0.021
-6.550	23.370	-5.247	-0.295	0.010
-7.050	25.998	-5.250	-0.295	0.000
-7.050	25.998	-5.250	-0.295	0.000
-7.825	33.120	-5.250	-0.295	0.000
-8.525	39.553	-5.250	-0.295	0.000
-9.300	46.675	-5.250	-0.295	0.000

---

Diepte [m]	Effectieve Spanning [kPa]	Stijg- hoogte [m]	Belasting [kPa]	Zetting [m]
-10.000	53.108	-5.250	-0.296	0.000

## 4 Zettingen

### 4.1 Zettingen

Verticaal nummer	X-coördinaat [m]	Z-coördinaat [m]	Maaiveld [m]	Zetting [m]
1	15.00	0.00	-4.25	0.036
2	100.00	0.00	-4.25	0.036

### 4.2 Resttijden

Verticaal nummer	Tijd [dagen]	Zetting [m]	Percentage van eindzetting [%]	Restzetting [m]
1	14	0.009	23.659	0.028
	10000	0.036	100.000	0.000
2	14	0.000	0.322	0.036
	10000	0.036	100.000	0.000



## 5 Waarschuwingen en fouten

Lijst met niet fatale waarschuwingen en/of fouten gegenereerd tijdens de berekening.

- 1 The use of 'Submerging' option in combination with 'Water Loads' is strongly discouraged. The Submerging option makes changes in the stress distribution in layers due to diminishing layer thickness and water level relative to layer boundaries. When 'Submerging' is selected in combination with 'Water Loads', the original phreatic line will be maintained and effective stresses can be calculated in the wrong way. For more information, the user manual can be consulted.
- 2 If multiple layers, that are designated as 'drained' in the 'Materials' window, are used in the subsurface schematisation, the (effective) stresses in these layers are immediately adapted to the water pressure in the layer to which the Water Loads are applied if that layer is also designated as a drained layer. For more information, the user manual can be consulted.
- 3 The use of 'Submerging' option in combination with 'Water Loads' is strongly discouraged. The Submerging option makes changes in the stress distribution in layers due to diminishing layer thickness and water level relative to layer boundaries. When 'Submerging' is selected in combination with 'Water Loads', the original phreatic line will be maintained and effective stresses can be calculated in the wrong way. For more information, the user manual can be consulted.
- 4 If multiple layers, that are designated as 'drained' in the 'Materials' window, are used in the subsurface schematisation, the (effective) stresses in these layers are immediately adapted to the water pressure in the layer to which the Water Loads are applied if that layer is also designated as a drained layer. For more information, the user manual can be consulted.

## Einde Rapport

## **Bijlage 6      Begrippenlijst**

	Uitleg veelgebruikte begrippen/ afkortingen
Ontwateringsdiepte	Het hoogteverschil tussen het maaiveld en het grondwaterpeil in m.
Drooglegging	Het hoogteverschil tussen het waterpeil in de watergang en het maaiveld in m.
Infiltratievoorziening	Een voorziening waarin het opgevangen hemelwater tijdelijk wordt geborgen en van waaruit het vervolgens in de bodem infiltreert.
Bergende voorziening	Een voorziening waarin hemelwater geborgen wordt en van waaruit het vervolgens vertraagd wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater of een infiltratievoorziening.
Hemelwaterriool	Riolering waarnaar het hemelwater wordt afgevoerd dat afkomstig is van daken en terreinverharding. Vanuit een hemelwaterriool wordt het hemelwater vaak geloosd op oppervlaktewater of in een infiltratievoorziening.
Vuilwaterriool/ droogweerafvoer	Riolering waarmee het afvalwater (huishoudelijk- en industrieel) wordt afgevoerd naar een rioolwaterzuivering.
GLG/ GHG	Gemiddeld laagste grondwaterstand/ Gemiddeld hoogste grondwaterstand. De GLG en GHG worden als volgt bepaald. In een hydrologisch jaar (dat loopt van 1 april tot en met 31 maart van het daaropvolgende jaar) wordt de grondwaterstand in een peilbuis twee keer per maand (gewoonlijk op de 14 <sup>de</sup> en 28 <sup>ste</sup> dag van de maand) gemeten. Van elk hydrologisch jaar (waarvan 24 metingen beschikbaar zijn) worden de drie hoogst en drie laagst gemeten grondwaterstanden genomen. De GHG/GLG is het gemiddelde van de hoogst/laagst gemeten grondwaterstanden van minimaal acht hydrologische jaren. In een "hydrologisch" normaal jaar staat het grondwater in september rond de GLG en in maart rond de GHG.
GG	Gemiddelde grondwaterstand → gemiddelde grondwaterstand gezien over een heel jaar.
RLG/ RHG	Voor het bepalen van de representatieve lage en hoge grondwaterstanden (RLG/ RHG) wordt gebruik gemaakt van percentielwaarden van een meetreeks. De hierbij gehanteerde percentielwaarden zijn de 10- en de 90-percentiel. <ul style="list-style-type: none"> <li>De representatieve lage grondwaterstand is de 90<sup>e</sup> percentiel. Dit betekent dat 10% van de metingen een lagere waarde heeft. Bij 10% van de metingen is de grondwaterstand dus lager dan de RLG. Dit komt overeen met 36 dagen per jaar.</li> <li>De representatieve hoge grondwaterstand is de 90<sup>e</sup> percentiel. Dit betekent dat 90% van de metingen een lagere waarde heeft. Bij 10% van de metingen is de grondwaterstand dus hoger dan de RHG. Dit komt overeen met 36 dagen per jaar.</li> </ul> <p>Voor het toepassen van de RLG-/ RHG-methode geldt dat de meetreeks moet bestaan uit een compleet jaar, of uit meerdere complete jaren. De reden hiervoor is dat alleen complete jaren een goed beeld geven; een meetreeks van bijvoorbeeld 1,5 jaar met één winter en twee zomers geeft een vertekend beeld van de RHG en de RLG door de oververtegenwoordiging van de zomerperiode met lage grondwaterstanden in de meetreeks <sup>1</sup>.</p> <p>Bij voorkeur wordt uitgegaan van een meetreeks van minimaal 3 complete jaren. Echter kan ook een indicatie van de RLG/ RHG worden verkregen op basis van een kortere meetreeks echter ontstaat hierbij een grotere mate van onzekerheid.</p>

<sup>1</sup> Bron: Stichting Rioned, Representatieve hoge/lage grondwaterstand, 2 januari 2024 <https://www.riool.net/kennisbank/water-en-klimaat/stedelijke-hydrologie/basiskennis-grondwater/stedelijk-grondwatersysteem/karakteriseren-van-grondwaterfluctuaties-de-begrippen-ghg-en-rhg>



Uitleg veelgebruikte begrippen/ afkortingen															
Doorlatendheid	De capaciteit van de bodem om water door te laten.														
	Het heeft de doorlatendheid van de bodem als volgt geclassificeerd <sup>1</sup> :														
	<table><tr><th>k (m/dag)</th><th>klasse</th></tr><tr><td>&lt;0,01</td><td>zeer slecht</td></tr><tr><td>0,01 – 0,10</td><td>slecht</td></tr><tr><td>0,10 – 0,50</td><td>matig</td></tr><tr><td>0,50 – 1,0</td><td>vrij goed</td></tr><tr><td>1,0 - 10</td><td>goed</td></tr><tr><td>• &gt;10</td><td>zeer goed</td></tr></table>	k (m/dag)	klasse	<0,01	zeer slecht	0,01 – 0,10	slecht	0,10 – 0,50	matig	0,50 – 1,0	vrij goed	1,0 - 10	goed	• >10	zeer goed
	k (m/dag)	klasse													
	<0,01	zeer slecht													
	0,01 – 0,10	slecht													
	0,10 – 0,50	matig													
	0,50 – 1,0	vrij goed													
1,0 - 10	goed														
• >10	zeer goed														
Hydromorfe kenmerken	Kenmerken in de grond veroorzaakt door bodemvocht en grondwaterbeweging. Zichtbaar in de grond door roestsporen of het ontbreken daarvan.														
Waking	Verschil tussen het maaiveldniveau en de berekende maximum waterstand in de riolering/ infiltratievoorzieningen.														
Herhalingstijd	De herhalingstijd is het gemiddelde tijdsinterval waarin een bepaalde hydrologische gebeurtenis, gedefinieerd door de hoeveelheid neerslag binnen een bepaalde periode, optreedt <sup>2</sup> .														
Leidraadbui	De Leidraadbui 01 t/m 10 zijn kunstmatige neerslaggebeurtenissen met statistische herhalingstijden uit module C2100 van de voormalige Leidraad Riolering. Deze buien waren de algemeen geaccepteerde Nederlandse standaard voor neerslagbelastingen om de hydraulische capaciteit van rioolstelsels te beoordelen <sup>1</sup> .														
Onderdrempelberging/ Statische berging	De onderdrempelberging is de hoeveelheid water die in het rioolstelsel onder het niveau van de laagste overstortdrempel en boven het laagste gemaalinslagpeil kan worden geborgen. Onderdrempelberging wordt ook wel statische berging genoemd omdat deze in de tijd niet varieert zoals bij de dynamische berging <sup>1</sup> .														
Composietbui	Met composietbui kunt u het hydraulisch functioneren evalueren onder een maatgevende belasting die is gedefinieerd door een bepaalde statistische herhalingstijd. Het grote voordeel van de composietbui ten opzichte van de standaardbui uit de Leidraad Riolering of van gemeten historische extreme gebeurtenissen is dat de composietbui met de gekozen herhalingstijd voor zowel korte als lange buiduren een representatieve neerslaghoeveelheid bevat. De composietbui geeft de maatgevende neerslagbelasting met de gewenste herhalingstijd voor alle duren van 5 minuten tot de totale duur van de composietbui <sup>3</sup> .														

<sup>1</sup> Bron: Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum, 1998, De Bilt, Cultuurtechnische vereniging

<sup>2</sup> Bron: Stichting RIONED, Reken met aanvulling om de zuivere afvoercapaciteit te toetsen, 2 januari 2019, <https://www.riool.net/kennisbank/onderzoek/modelleren-hydraulisch-functioneren/stap-iv-hydraulische-belasting-bepalen/hemelwaterafvoer-hwa/ontwerpbuien-met-statistische-herhalingstijd/bui01-bui10/rekenen-met-bui01-bui10?action=login>

<sup>3</sup> Bron: Stichting RIONED, Composietbui, 1 juli 2020, <https://www.riool.net/kennisbank/onderzoek/modelleren-hydraulisch-functioneren/stap-iv-hydraulische-belasting-bepalen/hemelwaterafvoer-hwa/ontwerpbuien-met-statistische-herhalingstijd/composietbuien>