

Bemalingsadvies

Project Aanleg riolering projectgebied Steenbrugge fase 2 en 3 te Deventer

Projectnummer 220011

Opdrachtgever LBA

Constructeur -

Datum Velp, 21 februari 2022

Opgesteld door Ing. B. Spikker

Collegiale check -

Documentnr. 220011

Versie 1

Bezoekadres Reinaldstraat 93, 6883 HL Velp

Telefoon (026) 36 900 30

Email b.spikker@koops-romeijn.nl

Website www.koops-romeijn.nl

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
2.	Gegevens en uitgangspunten	2
2.1	Constructie	2
2.2	Tijdsplanning	3
3.	Bodemkundige en geohydrologische gesteldheid	4
3.1	Grond- en oppervlaktewater	4
4.	Bronbemaling	5
4.1	Vereiste verlaging grondwaterstand	5
4.2	Bemalingsmethode	5
4.3	Waterbezwaar	6
4.4	Lozing bemalingswater	7
4.5	Monitoring	7
5.	Gevolgen in de omgeving	8
5.1	Grondwaterstandsverlaging in de omgeving	8
5.2	Zettingen	8
5.3	Grondwaterverontreinigingen	9
5.4	Archeologie en grondwateronttrekkingen derden	9
5.5	Natuurwaarden en beplantingen	9
5.6	Monitoring	10
5.6.1	Monitoringspeilbuizen	10
6.	Regelgeving onttrekking en lozing	11
6.1	Onttrekking	11
6.2	Lozing	11
6.3	Procedure	11

Bijlagen

1	ligging projectlocatie met peilbuislocaties TNO
2	ontwerptekeningen
3	sondeer- en boorgegevens Atellus Grondmechanica
4	geohydrologisch profiel
5	peilbuisgegevens TNO
6	modelopbouw MicroFEM
7	invloedssfeer bemaling
8	bodemverontreinigingen
9	grondwateronttrekkingen derden en archeologische waarden

1. INLEIDING

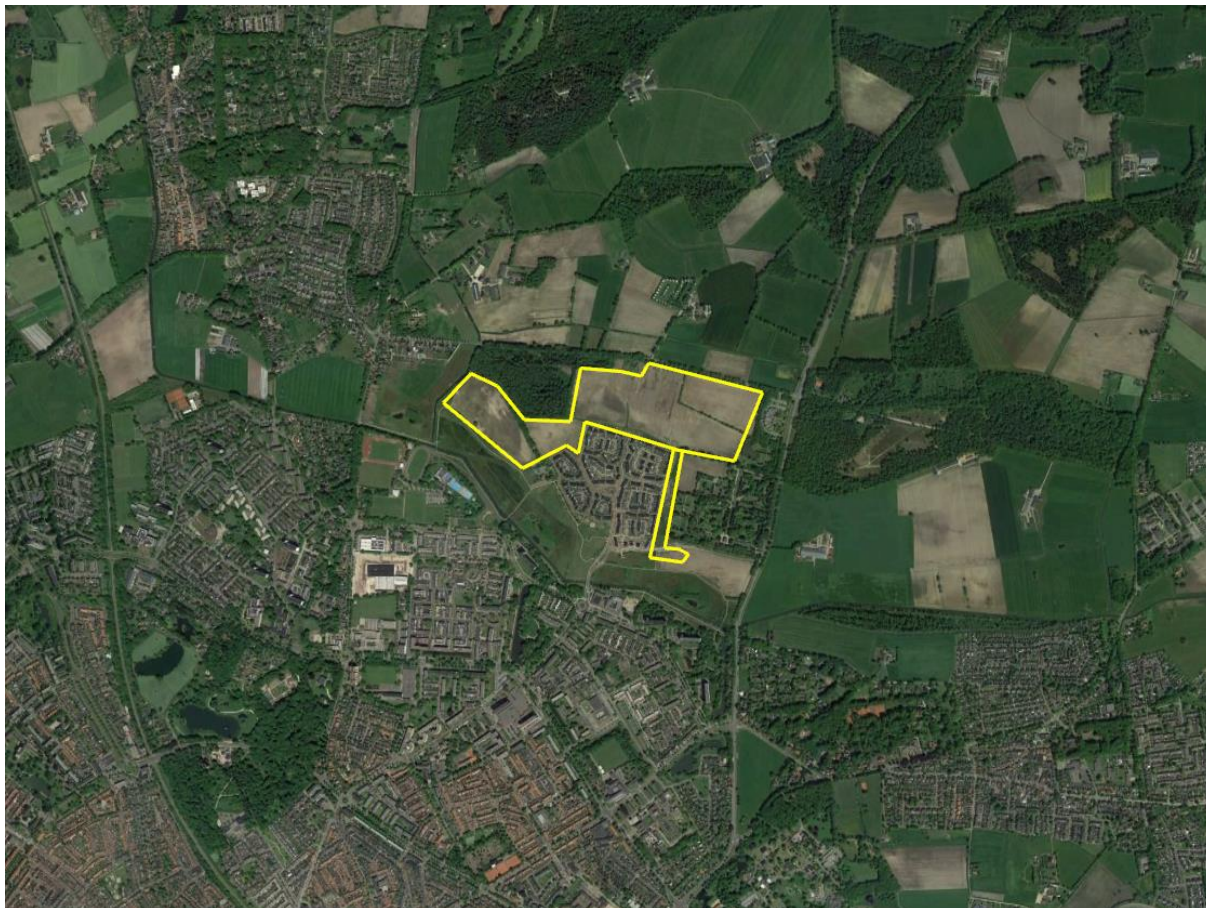
In januari 2022 ontving ASC Sports & Water, partner in de Koops & Romeijn Geogroep, de opdracht voor het uitbrengen van een geotechnisch bemalingsadvies in het kader t.b.v. de aanleg van een rioleringsstelsel in het plangebied Steenbrugge voor de fasen 2 en 3 te Deventer.

Voorliggend rapport bevat het bemalingsadvies ten behoeve van de aanleg van de riolering. Dit advies dient mede ter onderbouwing van de melding bij het Waterschap Drents Overijsselse Delta.

Paragraaf 2 geeft de beschrijving van de uitgangspunten van het project voor wat betreft de geplande fasering van de bemaling. De geohydrologische gesteldheid is beschreven in paragraaf 3. In paragraaf 4 wordt de toe te passen bemaling beschreven alsmede het waterbezwaar. Paragraaf 5 beschrijft de gevolgen van de bemaling op de omgeving. De toepasselijke regelgeving wordt beschreven in paragraaf 6.

2. GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN

De regionale ligging van het project is weergegeven in afbeelding 1.



Afbeelding 1. Regionale ligging projectlocatie

2.1 Constructie

Volgens de verstreekte gegevens omvat het plan de aanleg van een HWA-IT en DWA-stelsel. De maaiveldhoogtes zijn op basis van rioleringstekeningen afgeleid tussen op 6,1 à 4,8 m + NAP (tevens straatpeilen). Het referentiepeil is aangehouden op 5,3 m + NAP.

In bijlage 2 zijn de rioleringsplannen voorzien van een kaartnummer. In tabel 1 zijn de afmetingen van de samengestelde rioolsleuven weergegeven.

Tabel 1: Afmetingen ondergrondse constructies

gebied	afmetingen in m	niveau in m – ref. peil	niveau in m - NAP
BS1	302 x 2	1,60	3,70
BS2	640 x 2	1,85	3,45

BS3	532 x 2	1,59	3,71
BS4	877 x 2	1,87	3,43
BS5	774 x 2	1,51	3,79
BS6	513 x 2	1,57	3,73
PARK	224 x 2	1,63	3,67
WEST	421 x 2	1,45	3,85
ZWERM	1216 x 2	1,90	3,40

2.2 Tijdsplanning

De start van de bemalingswerkzaamheden is aangegeven in het voorjaar van 2022. De legsnelheid is aangehouden op 50 m/dag, uitgaande van een samengestelde sleuf. In de 1^e fase worden Zwemdorp, Dorp west en de buurtschappen 1 en 2 aangelegd. Fase 2 (buurtschappen 3 t/m 6) wordt hierop volgend uitgevoerd. De start van deze fase is derhalve aangehouden op november 2022.

3. BODEMKUNDIGE EN GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID

Op basis van de literatuur en specifiek voor dit project uitgevoerde boringen en sonderingen door Koops & Romeijn (zie bijlage 3) wordt de volgende bodemopbouw aangetroffen.

- **Freatisch pakket**
Vanaf maaiveld komen tot een diepte van 2 à 3 veelal fijne en silthoudende zandlagen voor behorend tot de formatie Bortel. Hieronder bevinden zich het watervoerend pakket dat is afgezet tijdens het Pleistoceen en behoort tot de Formatie van Kreftenheye. De dikte bedraagt circa 35 m en bestaat uit overwegend grove zandlagen (rivierafzettingen). De doorlaatfactor van deze zandlagen is op basis van de literatuur aangehouden op 25 à 50 m/dag.
- **Scheidende laag, hydrologische basis**
Deze bestaat voornamelijk uit leem en klei. De afzettingen behoren tevens tot de Formatie van Kreftenheye. De weerstand is op basis van de literatuur aangehouden op >5000 dagen.

Op basis van de verzamelde gegevens zijn de volgende geohydrologische opbouw en parameters vastgesteld.

Tabel 2: Geohydrologische schematisatie

geohydrologische eenheid	diepte m - NAP	formatie	samenstelling	kD [m ² /d]	c [dagen]
freatisch pakket	mv tot 30	Bortel, Kreftenheye	zand	1.500	-
scheidende laag	30 tot >50	Kreftenheye	klei	-	>2.000

3.1 Grond- en oppervlaktewater

Informatie betreffende het functioneren van de grondwaterhuishouding is opgevraagd bij het DINO loket van TNO. In de bijlagen 1 en 5 zijn de peilbuisgegevens gepresenteerd.

Op basis van de langjarige peilbuisgegevens (en met name B27G0309 en B27G0311) kan de freatische grondwaterstandsfluctuatie worden afgeleid tussen circa 4,8 en 3,5 m + NAP, overeenkomend met ca. 0,5 à 1,8 m - maaiveld. In november 2021 zijn tijdens de veldwerkzaamheden momentane grondwaterstanden waargenomen op 1,0 à 1,7 m – maaiveld.

Ten tijde van de veldwerkzaamheden is geen oppervlaktewaterpeil ingemeten. Door het waterschap wordt het peil van omliggende watergangen beheerd tussen ca. 3,5 en 5,0 m + NAP.

4. BRONBEMALING

4.1 Vereiste verlaging grondwaterstand

Uitgaande van het in paragraaf 2 genoemde ontgravingsniveau voor de kelder zal de grondwaterstand in het freatisch pakket verlaagd moeten worden tot 0,3 m – ontgravingsdiepte. In de hieronder gegeven tabel aangegeven niveaus.

Tabel 3. Verlagingsniveau freatische grondwaterstand

gebied	afmetingen in m	Ontgravingsniveau in m + NAP	Ontwateringsniveau in m + NAP
BS1	302 x 2	3,70	3,3
BS2	640 x 2	3,45	3,1
BS3	532 x 2	3,71	3,4
BS4	877 x 2	3,43	3,1
BS5	774 x 2	3,79	3,5
BS6	513 x 2	3,73	3,4
PARK	224 x 2	3,67	3,3
WEST	421 x 2	3,85	3,5
ZWERM	1216 x 2	3,40	3,1

4.2 Bemalingsmethode

Op basis van de boor- en sondeergegevens lijken de silthoudende zandlagen tot 2 à 3 m – maaiveld ontgraven te worden waardoor enkel een freatische bemaling nodig is. De bemaling van de samengestelde rioolsleuf kan bestaan uit de toepassing van een horizontale drainage op 0,5 à 0,7 m – sleufbodem.

Ter plaatse van ondergrondse obstakels (bijv. kabels en leidingen) en aansluitingen op bestaande stelsels kunnen verticale filters worden toegepast. Ter voorkoming van ongewenste hoge debieten en omgevingseffecten dient dit echter zoveel mogelijk voorkomen te worden.

Geadviseerd wordt om voorafgaande aan de start van de werkzaamheden door de aannemer een bemalingsplan te laten opstellen voor een voldoende ontwatering van de bouwput.

4.3 Waterbezwaar

Het waterbezwaar is berekend met Microfem door op de knooppunten van de bouwput de vereiste grondwaterstand te fixeren en het waterbezwaar te berekenen. Het model maakt gebruik van de parameters zoals gegeven in bijlage 6.

In de tabellen 4 en 5 zijn de berekende waterbezwaren weergegeven. In de berekeningen voor fase 1 is uitgegaan van relatief hoge uitgangsgroundwaterstand op 4,4 m + NAP vanwege de geplande start in het voorjaar. De bemalingslengte is aangehouden op 50 m.

Tabel 4. Waterbezwaar fase 1

Constructie	Afmetingen m	Verlaging m	Debiet m ³ /dag	Tijdsduur dagen	Waterbezwaar m ³
BS1	302 x 2	1,1	2.000	7	14.000
BS2	640 x 2	1,3	2.400	13	31.200
PARK	224 x 2	1,1	2.000	5	10.000
WEST	421 x 2	0,9	1.650	9	14.850
ZWERM	1216 x 2	1,3	2.400	25	60.000
Totaal				59	130.050

Het stationaire waterbezwaar is berekend op 70 à 100 m³/uur. Teneinde de verlaging van de grondwaterstand te kunnen bereiken is een initiële onttrekking noodzakelijk om de verlaging tot stand te kunnen brengen. De hoeveelheid water die daartoe gedurende de eerste dagen moet worden onttrokken bedraagt circa 130% van de hoeveelheid die als stationaire onttrekking is berekend.

Het maximale waterbezwaar komt hiermee op circa 130 m³/uur gedurende de eerste dag(en). Aangezien getracht dient te worden onder de vergunningsgrens van 100 m³/uur te blijven dient ter plaatse van buurtschap 2 en Zwerm dorp met kortere lengtes bemalen te worden.

Voor het berekenen van het waterbezwaar voor fase 2 is uitgegaan van een uitgangsgroundwaterstand op 4,1 m + NAP.

Tabel 5. Waterbezwaar fase 2

Constructie	Afmetingen m	Verlaging m	Debiet m ³ /dag	Tijdsduur dagen	Waterbezwaar m ³
BS3	532 x 2	0,7	1.300	11	14.300
BS4	877 x 2	1,0	1.900	18	34.200
BS5	774 x 2	0,6	1.100	16	17.600
BS6	513 x 2	0,7	1.300	11	14.300
Totaal				56	80.400

Het stationaire waterbezwaar is berekend op 50 à 80 m³/uur. Teneinde de verlaging van de grondwaterstand te kunnen bereiken is een initiële onttrekking noodzakelijk om de verlaging tot stand te kunnen brengen. De hoeveelheid water die daartoe gedurende de eerste dagen moet worden onttrokken bedraagt circa 130% van de hoeveelheid die als stationaire onttrekking is berekend.

Het maximale waterbezwaar komt hiermee op circa 100 m³/uur gedurende de eerste dag(en).

4.4 Lozing bemalingswater

Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op omliggend oppervlaktewater. Hiertoe dient vroegtijdig afstemming plaats te vinden met het Waterschap Drents Overijsselse Delta.

Alvorens het water te lozen kan, afhankelijk van de kwaliteit van het water, de toepassing van een zuiveringsinstallatie op voorhand niet worden uitgesloten. Derhalve wordt geadviseerd hiertoe vroegtijdig een peilbuis te plaatsen waaruit een watermonster genomen kan worden ter analyse van de grondwaterkwaliteit op locatie.

4.5 Monitoring

Geadviseerd wordt om voorafgaande aan de start van de bouwwerkzaamheden de actuele grondwaterstand op de planlocatie te volgen in een aan te brengen peilbuis met filterstelling op 3 tot 4 m – maaiveld. Hiermee kan het ontwerp en de intensiteit van de bemaling vroegtijdig worden bepaald en kunnen ter plaatse van verticale filterbemalingen overdadige grondwateronttrekkingen worden tegengegaan. Ook kan hieruit een grondwatermonster worden genomen.

De hoeveelheid water die wordt onttrokken moet worden gemeten met een aantoonbaar recentelijk geijkte watermeter.

5. GEVOLGEN IN DE OMGEVING

5.1 Grondwaterstandsverlaging in de omgeving

Ten gevolge van de bemaling zal ook in de omgeving de grondwaterstand dalen. Uitgaande van een benodigde grondwaterstandsverlaging van circa 1,3 m gedurende maximaal 1 week en in totaal 23 weken dient rekening te worden gehouden met een invloedssfeer van ca. 100 à 120 m tot de rioleringssleuven (zie ook bijlage 7).

5.2 Zettingen

Binnen het door de bemaling beïnvloede gebied is sprake van een effectieve korrelspanningsverhoging als gevolg van het verlagen van de grondwaterstand. Door het verhogen van de korrelspanning kunnen zettingen optreden. De grootte van de zetting wordt bepaald door de grondsoort en de mate van voorbelasting hiervan in het verleden door bijvoorbeeld eerdere verlagingen van de grondwaterstand.

Gedurende de bemalingswerkzaamheden wordt de grondwaterstand gedurende 23 weken verlaagd tot ca. 0,4 m – GLG (de gemiddeld laagste grondwaterstand). Door het beperkt samendrukbare karakter van de silthoudende zandlagen van het freatisch pakket en de reeds voorbelaste ondiepe silt-/leemlagen worden eindzettingen als gevolg van de grondwaterstandsverlaging in de omgeving berekend tot maximaal 5 mm nabij de bouwput. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van ingeschatte bodemparameters en ervaringscijfers overeenkomstig de theorie van Terzaghi, waarbij gebruik gemaakt is van de navolgende formule:

$$z = \frac{h}{C} \ln \frac{p + \Delta p}{p}$$

z = zetting in mm

h = dikte samendrukbare laag

C = samendrukkingsconstante

ln = natuurlijk logaritme

p = korrelspanning

Δp = korrelspanningsverhoging

Op een afstand van meer dan 10 m tot de bouwput zullen de grondwaterstandsverlagingen daarbij minder zijn, dan de reeds van nature optredende lage grondwaterstanden.

Mede vanwege de beperkte zettingseigenschappen van de ondiepe siltlagen, de reeds opgetreden voorbelasting als gevolg van de 1^e fase wordt de kans op meetbare zettingen/maaiveldzakkingen nihil geacht.

5.3 Grondwaterverontreinigingen

Uit de informatie verkregen uit het digitale bodemloket is binnen de invloedssfeer van de bemaling geen bodemverontreiniging aanwezig. Mitigerende maatregelen hieromtrent worden derhalve niet aan de orde geacht.

Op de locatie zelf zijn wel bodemverontreinigingen bekend. Dit blijkt uit het rapport van Greenhouse advies. Bij peilbuis 26 (zie bijlage 4) is een verhoogde concentratie nikkel aangetroffen tijdens het verkennend bodemonderzoek. Verder in de omgeving worden licht tot matige grondwaterverontreiniging aangetroffen. Door de initiatiefnemer dient nagegaan te worden of er ook grondwaterverontreinigingen op locatie aanwezig zijn.

Zekerheidshalve wordt geadviseerd een grondwatermonster te nemen om de kwaliteit op deze locaties te analyseren. Indien hieruit blijkt dat hier stoffen in zitten boven de lozingsnorm dan dient een zuiveringsinstallatie toe te worden gepast voordat geloosd mag worden op omliggend oppervlaktewater of rioleringsstelsel.

5.4 Archeologie en grondwateronttrekkingen derden

Op basis van de archeologische waarden kaart (zie ook bijlage 9) is binnen de invloedssfeer van de bemaling geen archeologische waarde bekend. Over het algemeen zijn relatief kortdurende grondwaterstandsverlagingen ondieper dan de GLG niet schadelijk voor archeologische waarden.

In bijlage 9 is een uitsnede van de WKOtool weergegeven. Binnen de invloedssfeer van de bemaling is geen geothermische bron aanwezig of een andere vorm van permanente grondwateronttrekking. De planlocatie en het invloedsgebied bevinden zich niet in een grondwaterbeschermingsgebied.

5.5 Natuurwaarden en beplantingen

In de directe omgeving van de te bemalen bouwput zijn beplantingen in de vorm van onder meer bomen en heesters aanwezig binnen een afstand van ca. 25 m. Binnen de invloedssfeer van de bemaling bevinden zich geen beschermde natuurgebieden of landbouwgronden.

De bemaling staat gepland in het groeiseizoen. Indien in de directe omgeving van de planlocatie (ca. 50 m) monumentale bomen aanwezig zijn die droogtegevoelig zijn dan kunnen hiertoe, bij een uitvoering in het groeiseizoen, aanvullende bewateringsmaatregelen worden overwogen. Op basis van het landelijk bomen register is dit niet aan de orde.

Bewateringsmaatregelen worden derhalve niet nodig geacht.

5.6 Monitoring

5.6.1 Monitoringspeilbuizen

Teneinde overdadige verlagingen ter plaatse van verticale filterbemalingen te voorkomen dient voortijdig een monitoringspeilbuis geplaatst te worden waarop tijdig gestuurd kan worden. Ook kan hieruit voortijdig de kwaliteit van het te lozen grondwater worden bepaald.

6. REGELGEVING ONTTREKKING EN LOZING

6.1 Onttrekking

Voor het onttrekken van grondwater dient in het kader van de Waterwet een vergunning te worden aangevraagd bij het waterschap Drents Overijsselse Delta als de bemalingsperiode langer duurt dan 6 maanden of als de hoeveelheid water die onttrokken wordt groter is dan 100 m³/uur of 70.000 m³/maand.

Bij het berekende waterbezwaar voor fase 1 op 100 à 130 m³/uur is de bemaling vergunningsplichtig. Door de opdrachtgever is aangegeven dat getracht dient te worden onder de vergunningslimiet van 100 m³/uur te blijven, derhalve dient door de aannemer/bemaler de bemalingslengte hierop aangepast te worden.

De melding dient ca. 4 weken voor start bemaling schriftelijk te worden voldaan bij het Waterschap Drents Overijsselse Delta.

6.2 Lozing

Het lozen van het onttrokken water zal in overleg met het bevoegd gezag, zijnde het Waterschap Drents Overijsselse Delta, naar verwachting plaats kunnen vinden op het aanliggende oppervlaktewater. Hiertoe dient vroegtijdig overleg te worden gevoerd.

Lozingspunten en wijze dient te worden opgenomen in het bemalingsplan nadat definitieve uitvoeringsmethode is vastgesteld.

6.3 Procedure

Ook dit advies dient na vaststellen uitvoeringsmethode en planning aan te worden gepast zodat dit overeenkomt. Indien er alsnog een vergunning dient aan te worden gevraagd dan wordt aanvullend een beknopte m.e.r. notitie gevraagd door het Waterschap Drents Overijsselse Delta.

Symbolen en definities

symbool	omschrijving	eenheid
γ_n	volumieke gewicht van de grond in verzadigde toestand	kN/m ³
c	effectieve cohesie	kPa
φ	effectieve hoek van inwendige wrijving	°
C'_p	primaire samendrukkingcoëfficiënt	-
C'_c	secundaire samendrukkingcoëfficiënt	-
C_c	primaire samendrukkingindex	-
C_α	secundaire samendrukkingindex	-
kD	doorlaatvermogen, product van k en D	m ² /d
k	doorlaatfactor	m/d
D	laagdikte	m
c	weerstand van waterremmende lagen	dag
wvp	watervoerend pakket	
zetting	verticale verplaatsing van een funderingselement of het maaiveld ten opzichte van het niveau in onbelaste situatietoestand	mm
grondwaterstand	hoogte van een punt waar het grondwater een drukhoogte gelijk aan nul heeft ten opzichte van de atmosferische druk	m t.o.v. ref niveau

Ligging projectlocatie met peilbuislocaties TNO



Planlocatie

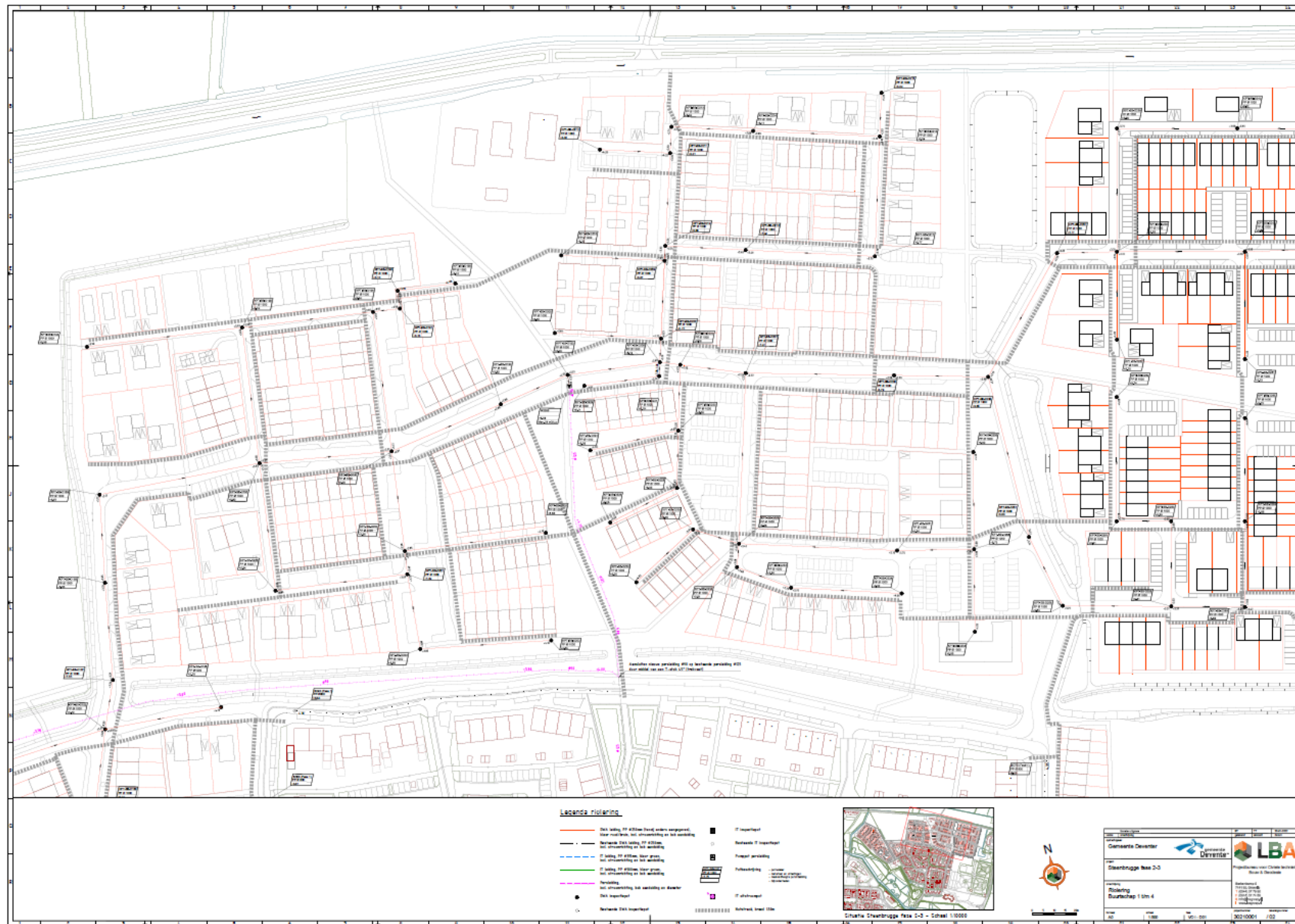


Peilbuislocatie TNO

Rioleringsplan



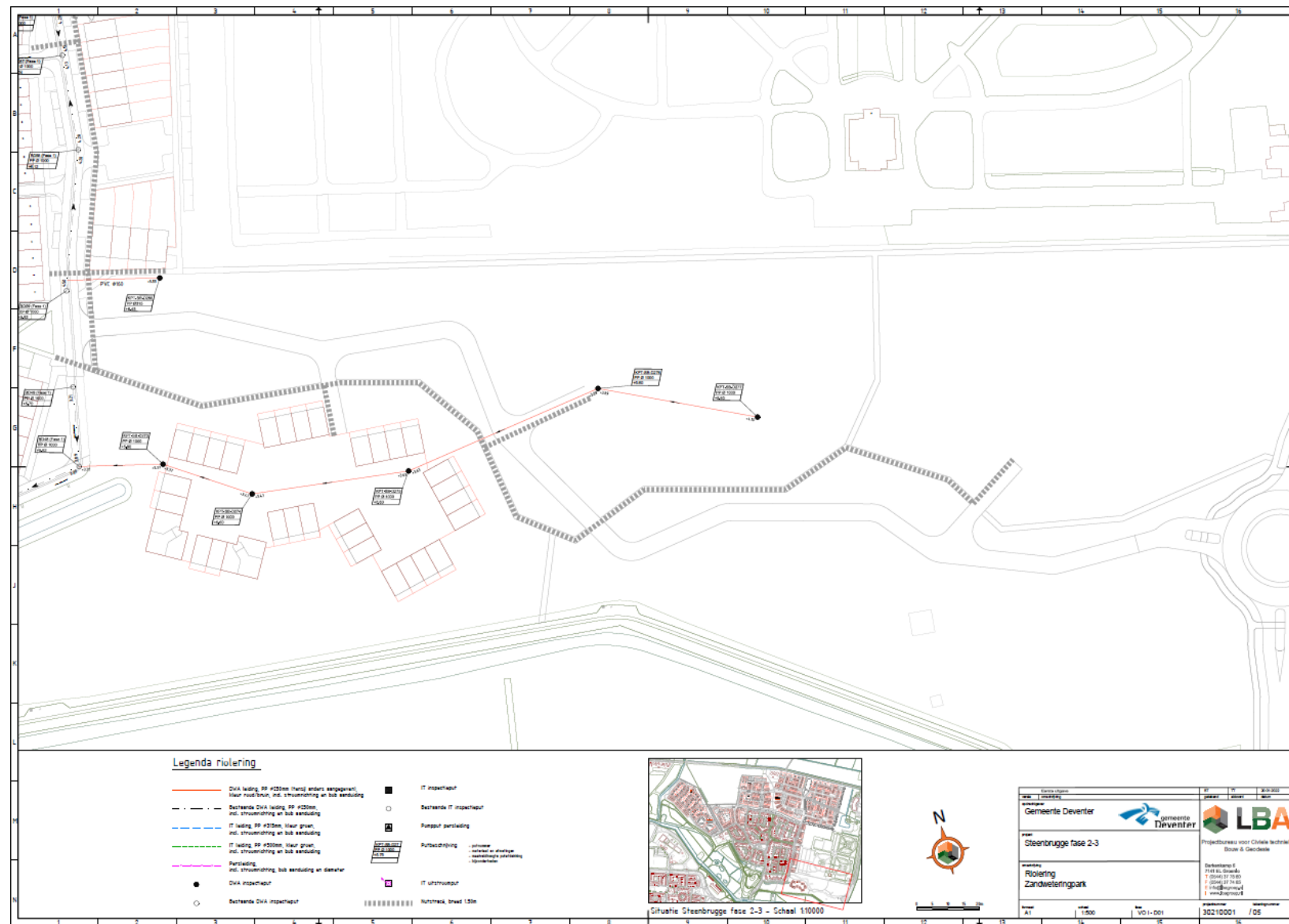








Rioleringsplan



Sondeergegevens Lankelma



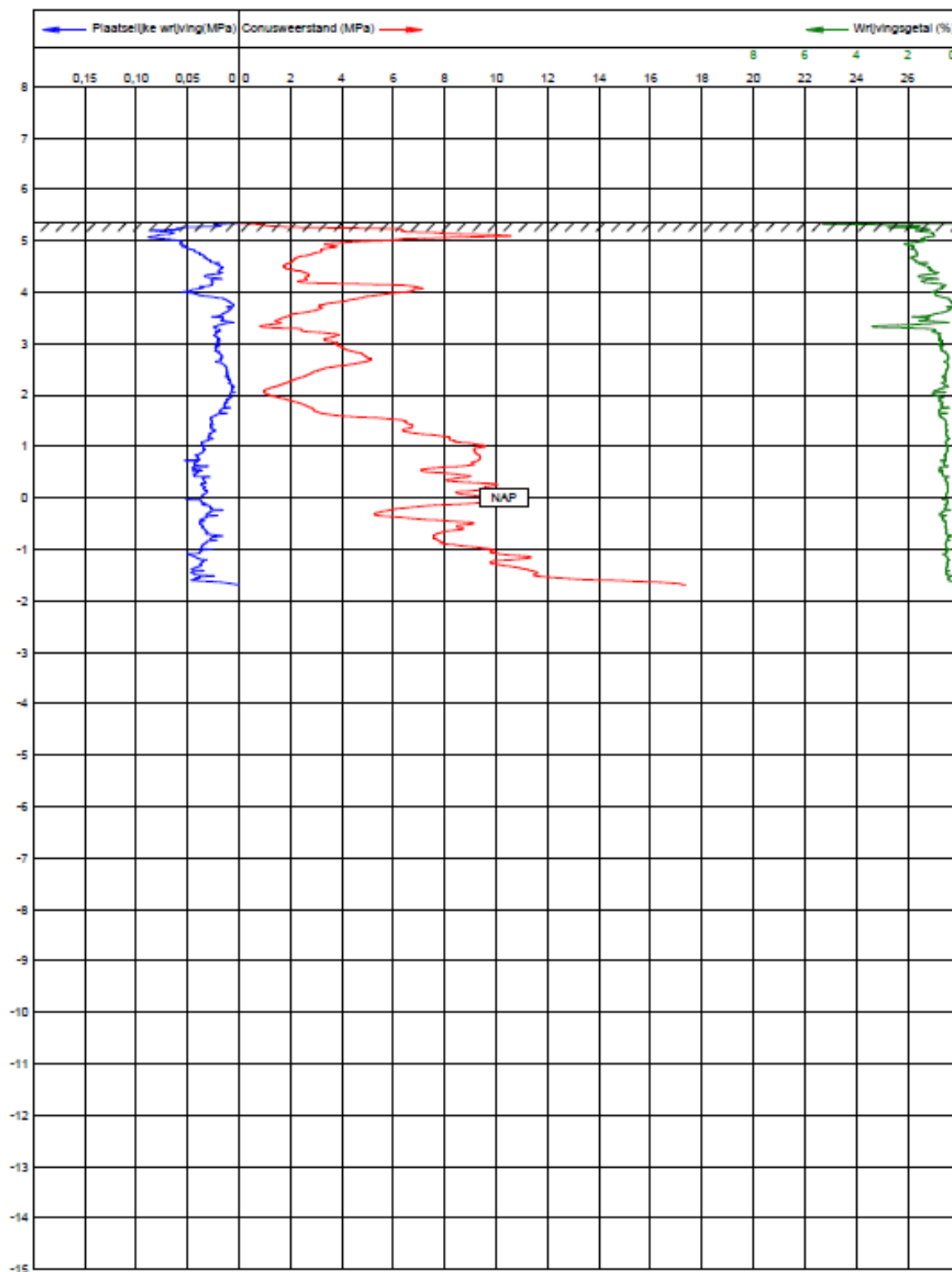
Sondeergegevens Lankelma



Einsteinstraat 12a, 7801 PR ALMELO
Tel: 0546-53 20 74 Fax: 0546-53 10 59

Werknummer : 205066-11
Sondering : DKM1
Datum : 05-07-2016
Plaats : Deventer/Diepenveen
Project omschrijving : Plangebied Steenbrugge
Opdrachtgever : LBA Projectbureau

Conus : S10-CFII.810
Opp. punt : 1000 mm²
Maaiveld : 5,34 m. t.o.v. NAP
X-coördinaat : 208307.936
Y-coördinaat : 476362.070
Classificatie : NEN 5140 Klasse 2



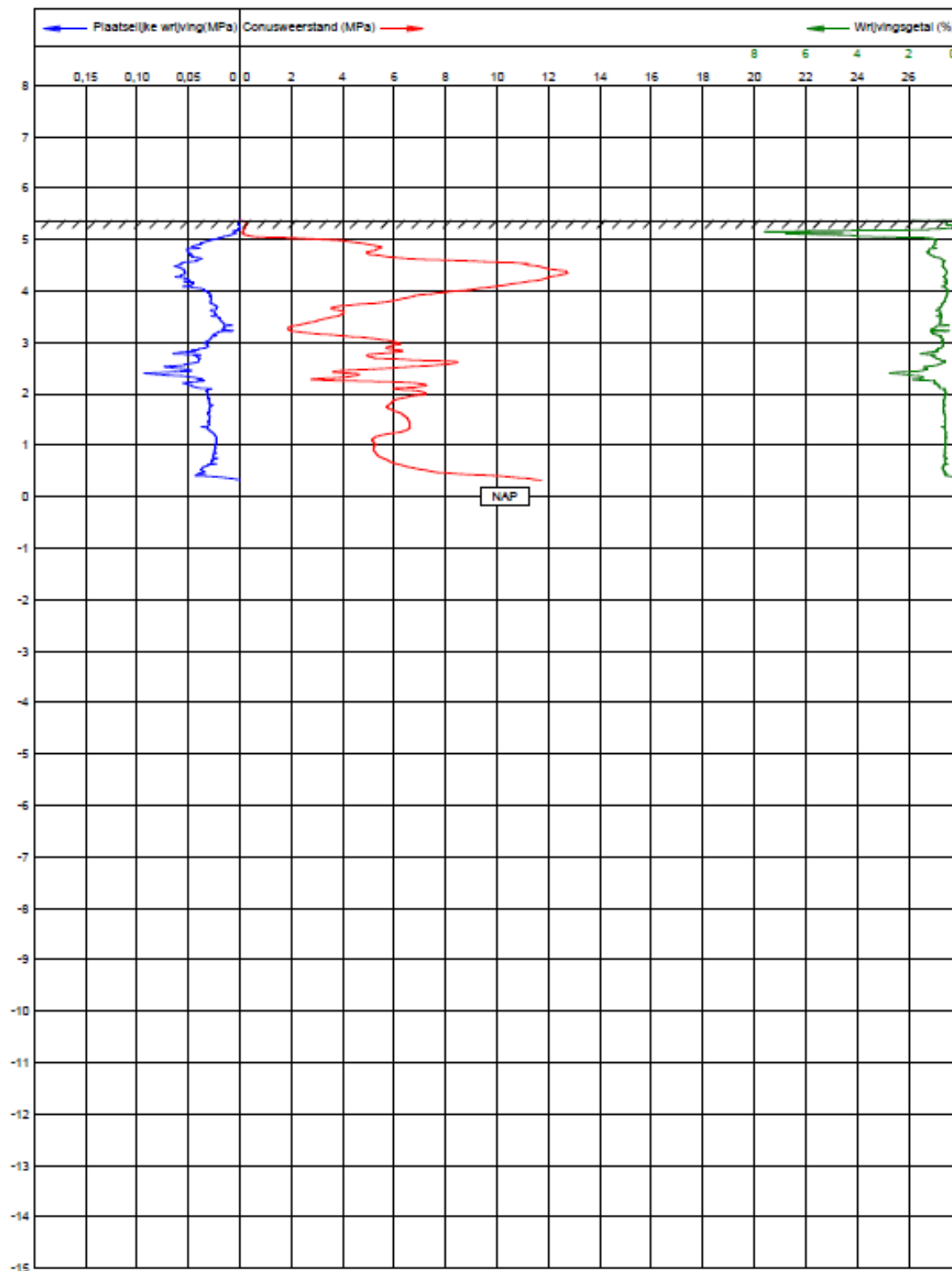
Sondeergegevens Lankelma



Einsteinstraat 12a, 7801 PR ALMELO
Tel: 0546-53 20 74 Fax: 0546-53 10 59

Werknummer : 205066-11
Sondering : DKM4
Datum : 04-07-2016
Plaats : Deventer/Diepenveen
Project omschrijving : Plangebied Steenbrugge
Opdrachtgever : LBA Projectbureau

Conus : S10-CFII.810
Opp. punt : 1000 mm²
Maaiveld : 5,37 m. t.o.v. NAP
X-coördinaat : 208474.924
Y-coördinaat : 476562.171
Classificatie : NEN 5140 Klasse 2



Sondeergegevens Lankelma

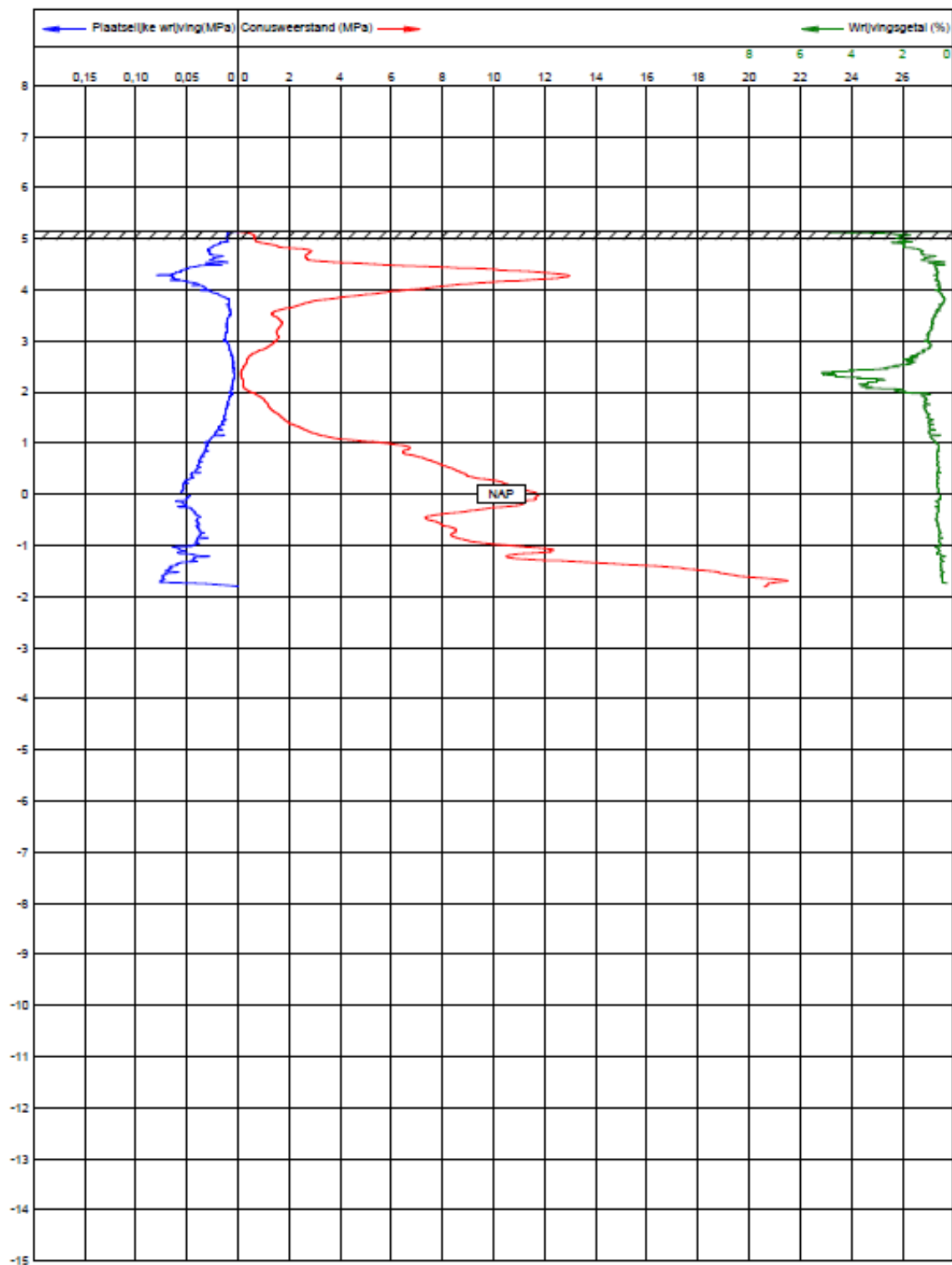


INGENIEURSBUREAU
VOOR LIG- EN FUNDAMENTTECHNIEK

Boskruisstraat 12a, 7801 PR ALMELO
Tel: 0546-63 20 74 Fax: 0546-63 10 69

Werknummer : 205066-11
Sondering : DKM8
Datum : 04-07-2016
Plaats : Deventer/Diepenveen
Project omschrijving : Plangebied Steenbrugge
Opdrachtgever : LBA Projectbureau

Conus : S10-CF11.810
Opp. punt : 1000 mm²
Maasveld : 5,14 m. t.o.v. NAP
X-coördinaat : 208415.629
Y-coördinaat : 476631.559
Classificatie : NEN 5140 Klasse 2



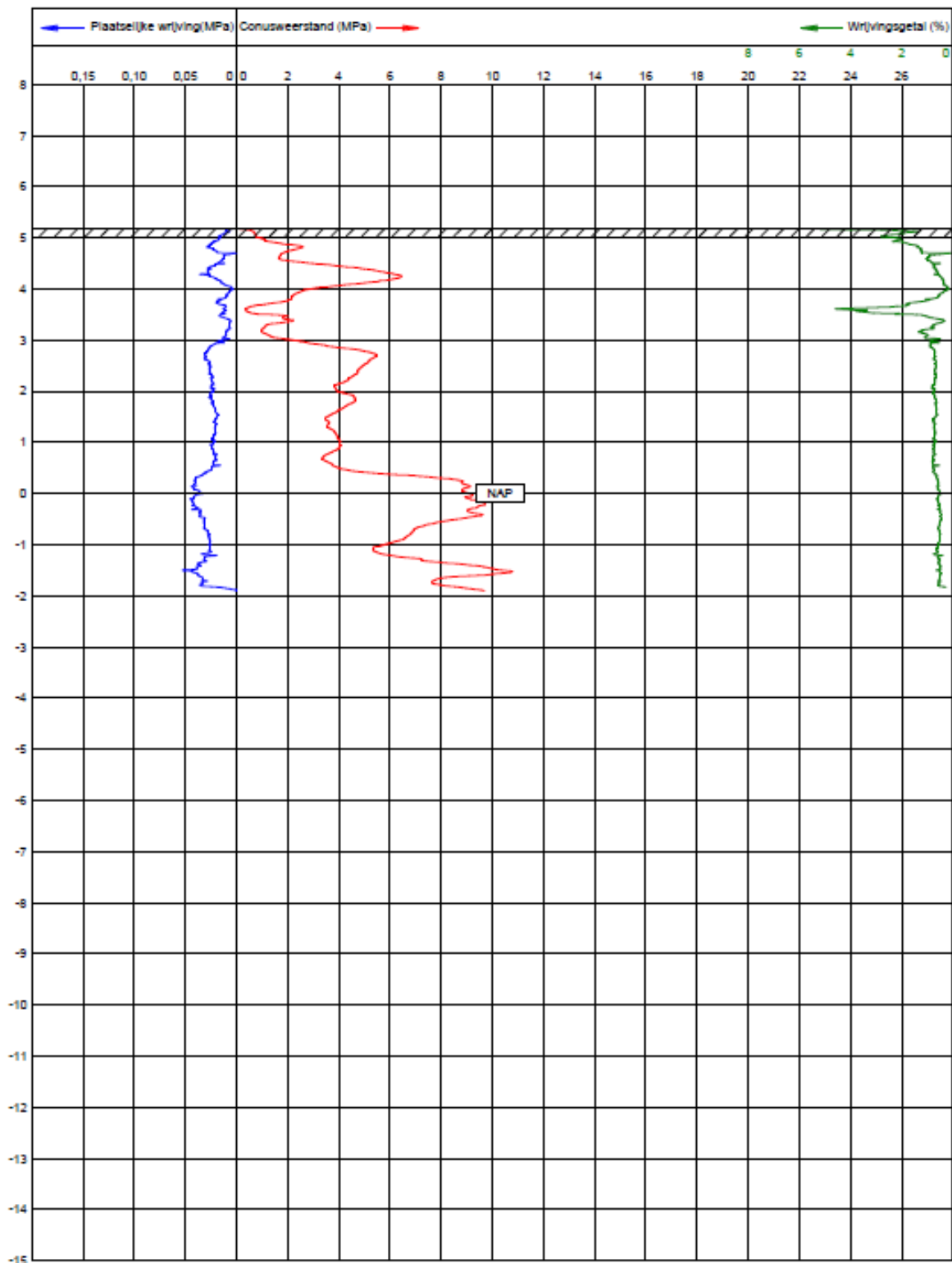
Sondeergegevens Lankelma



Ernstmeijerlaan 12a, 7801 PR ALMELO
Tel: 0546-53 20 74 Fax: 0546-53 10 59

Werknummer : 205066-11
Sondering : DKM17
Datum : 05-07-2016
Plaats : Deventer/Diepenveen
Project omschrijving : Plangebied Steenbrugge
Opdrachtgever : LBA Projectbureau

Conus : S10-CFII.810
Opp. punt : 1000 mm2
Maalveld : 5,18 m. t.o.v. NAP
X-coördinaat : 208379.766
Y-coördinaat : 476753.484
Classificatie : NEN 5140 Klasse 2



Sondeergegevens Lankelma



Zettingsanalyse "aanleg wegen plangebied Steenbrugge in Diepenveen/Deventer"

op de waarden in tabel 2b van NEN 9997-1+C1:2012 en op ervaringsgetallen. Voor de grafische voorstelling van de aangehouden bodemprofielen wordt verwezen naar de afbeeldingen 3 en 4.

Tabel 5: Maatgevend bodemprofiel (sondering DKM8) en de toegepaste grondparameters

Laag	Niveau bovenkant [m NAP]	$\gamma_{sat} / \gamma_{dr}$ [kN/m ³]	C_p [-]	C_p' [-]	C_s [-]	C_s' [-]	C_v [m ² /s]
zand (los gepakt)	+5,1	17,0/19,0	-	500	-	-	-
zand (matig vast)	+4,5	18,0/20,0	-	1000	-	-	-
zand (los gepakt)	+3,5	17,0/19,0	-	500	-	-	-
klei (slap)	+2,5	14,0/14,0	120	30	480	120	$1,5 \cdot 10^{-07}$
zand (los gepakt)	+2,0	17,0/19,0	-	500	-	-	-
zand (matig vast)	+1,0	18,0/20,0	-	1000	-	-	-

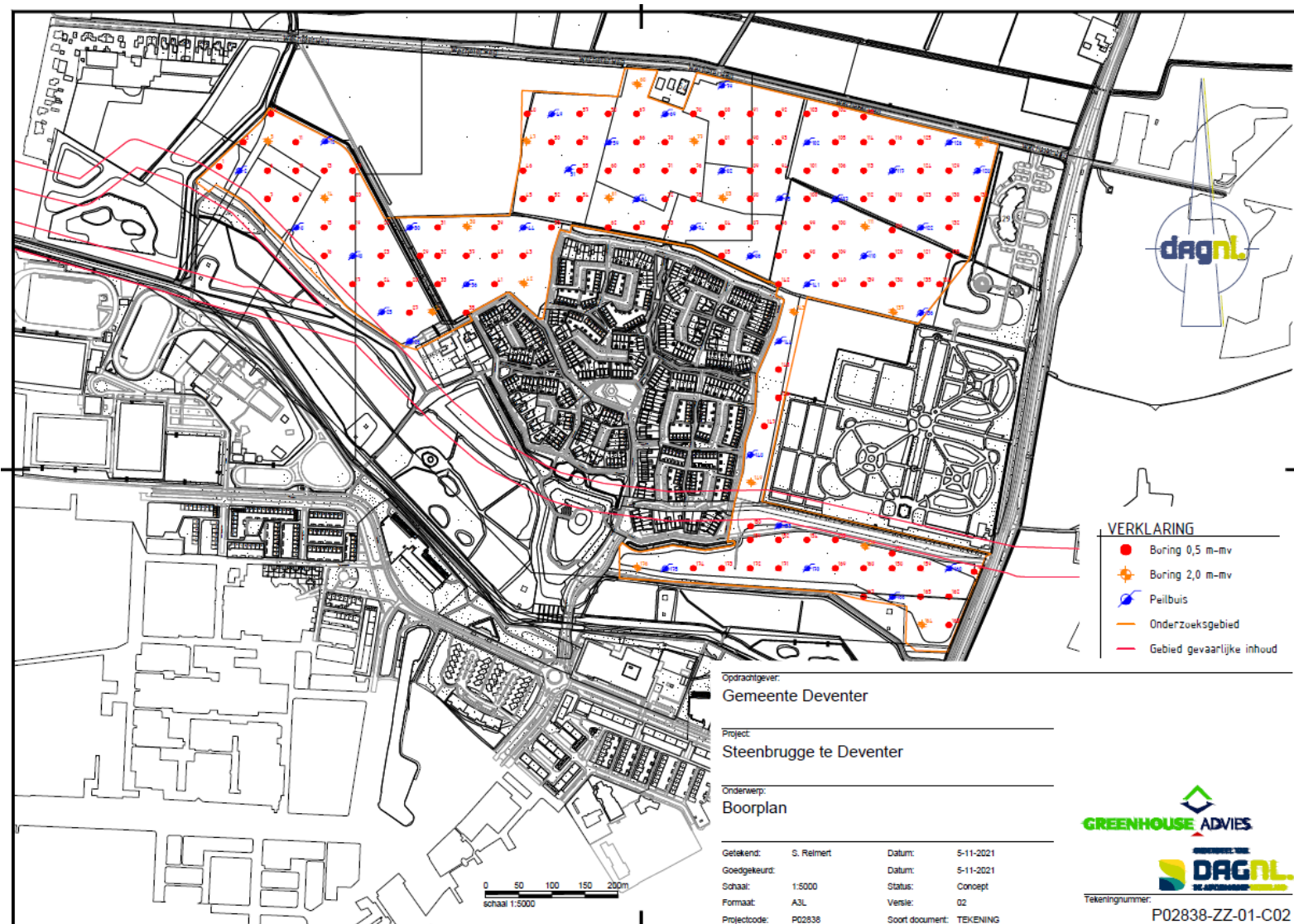
Tabel 5a: Maatgevend bodemprofiel (sondering DKM12) en de toegepaste grondparameters

Laag	Niveau bovenkant [m NAP]	$\gamma_{sat} / \gamma_{dr}$ [kN/m ³]	C_p [-]	C_p' [-]	C_s [-]	C_s' [-]	C_v [m ² /s]
zand (los gepakt)	+5,4	17,0/19,0	-	500	-	-	-
leem (sterk zandig)	+4,0	18,0/18,0	400	100	1600	400	$2,5 \cdot 10^{-07}$
klei (slap)	+3,4	14,0/14,0	120	30	480	120	$1,5 \cdot 10^{-07}$
zand (matig vast)	+3,2	18,0/20,0	-	1000	-	-	-

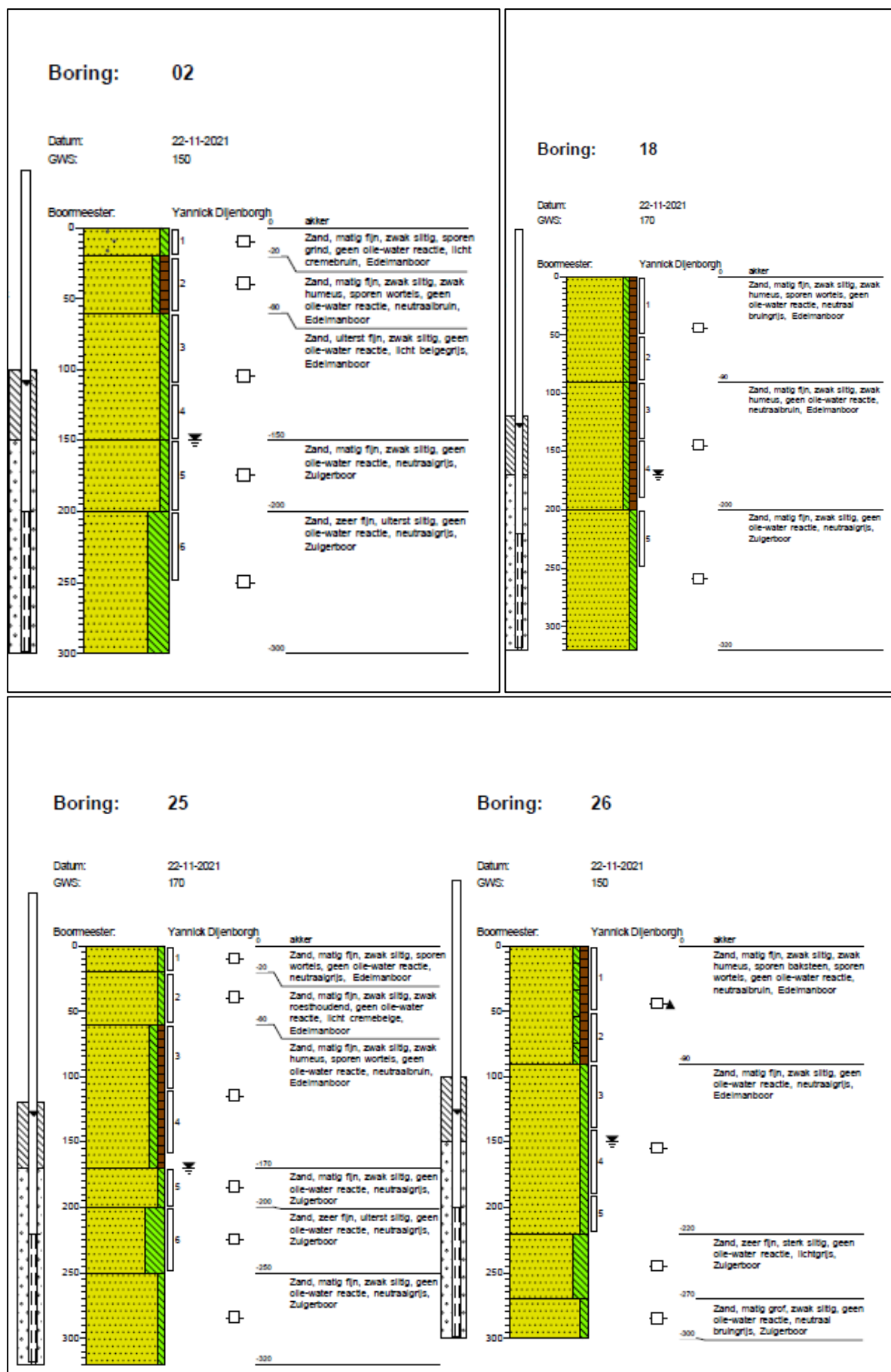
Boorgegevens Greenhouse Advies



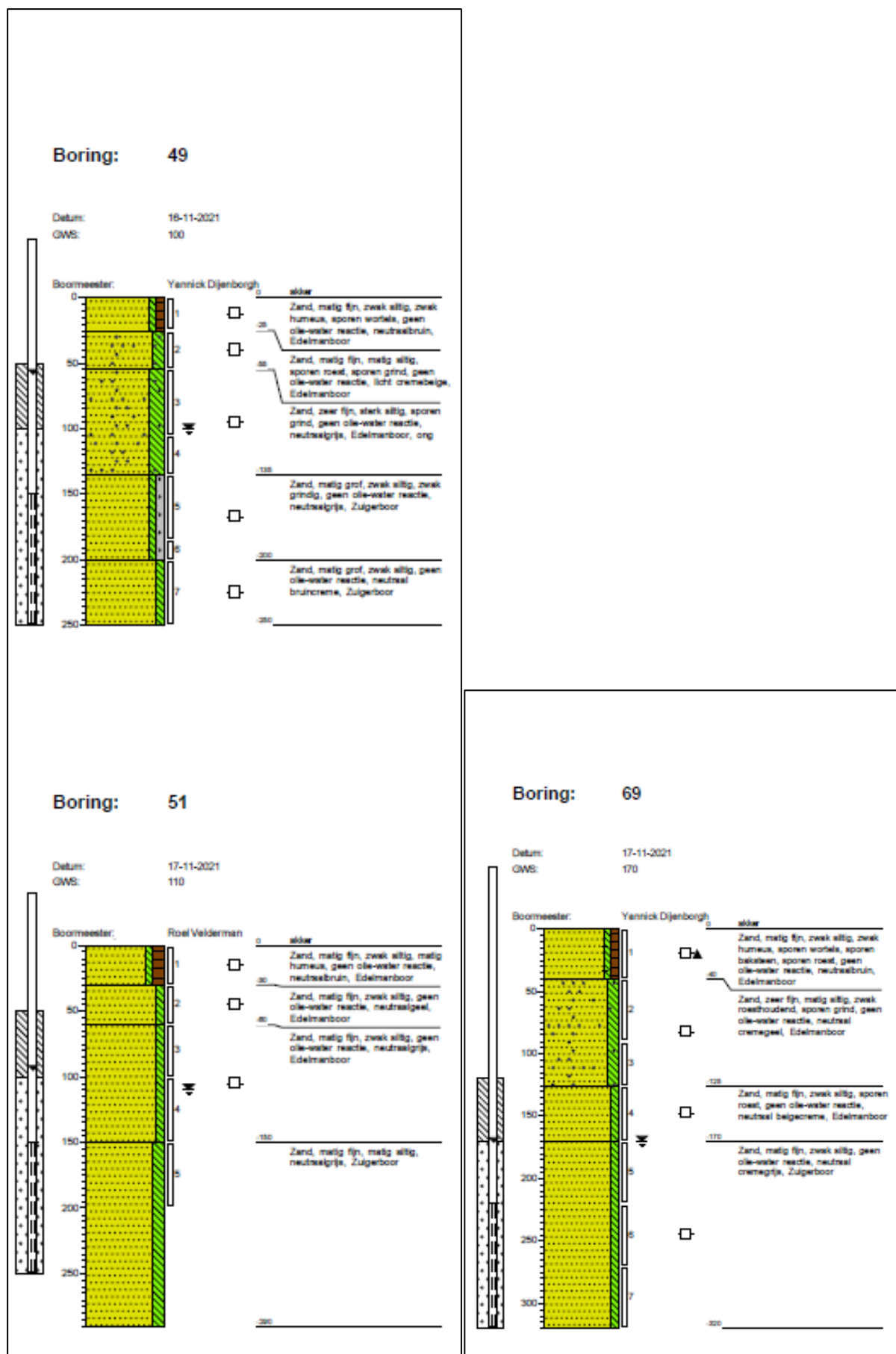
Boorgegevens Greenhouse Advies



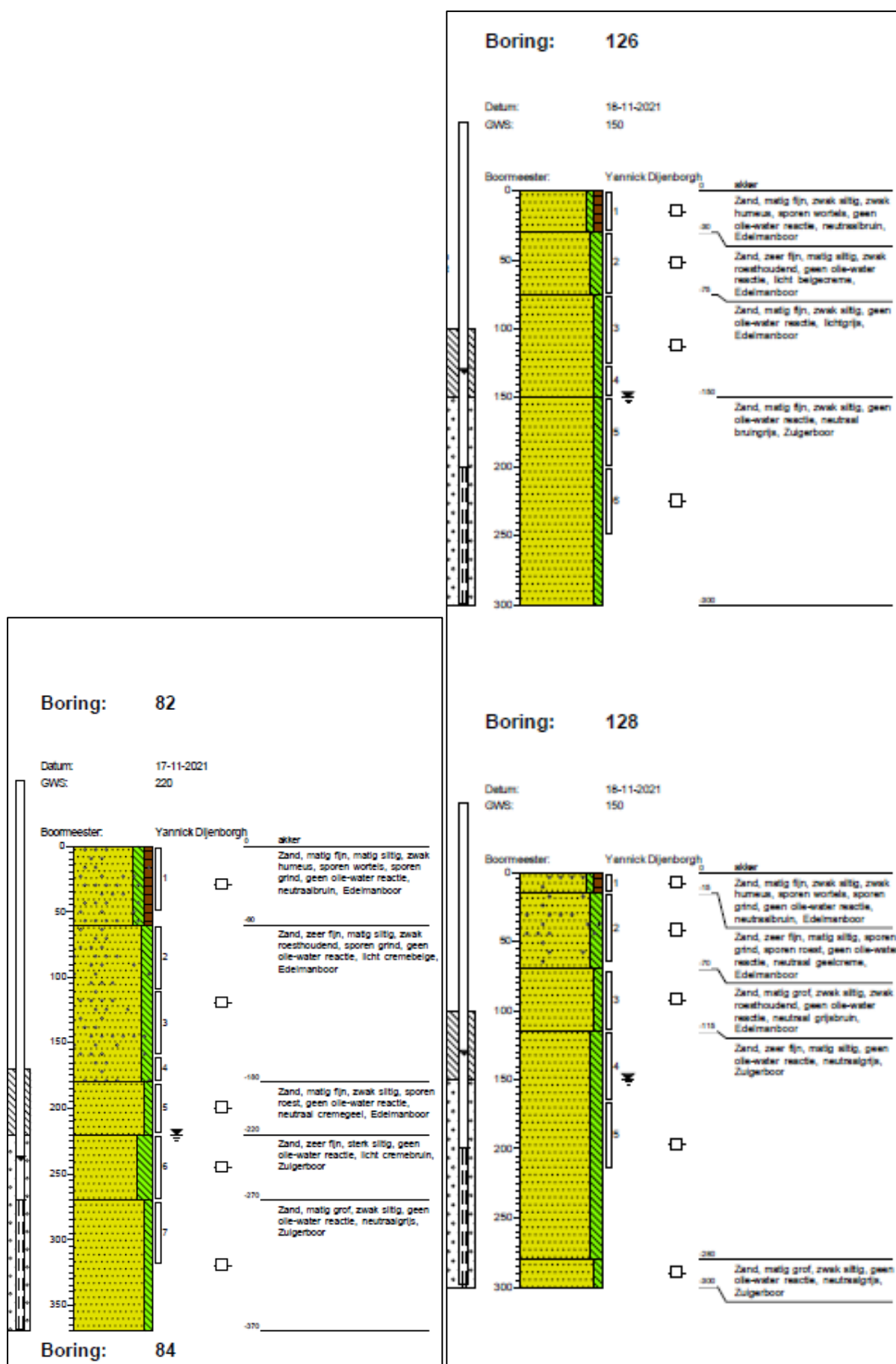
Boorgegevens Greenhouse Advies



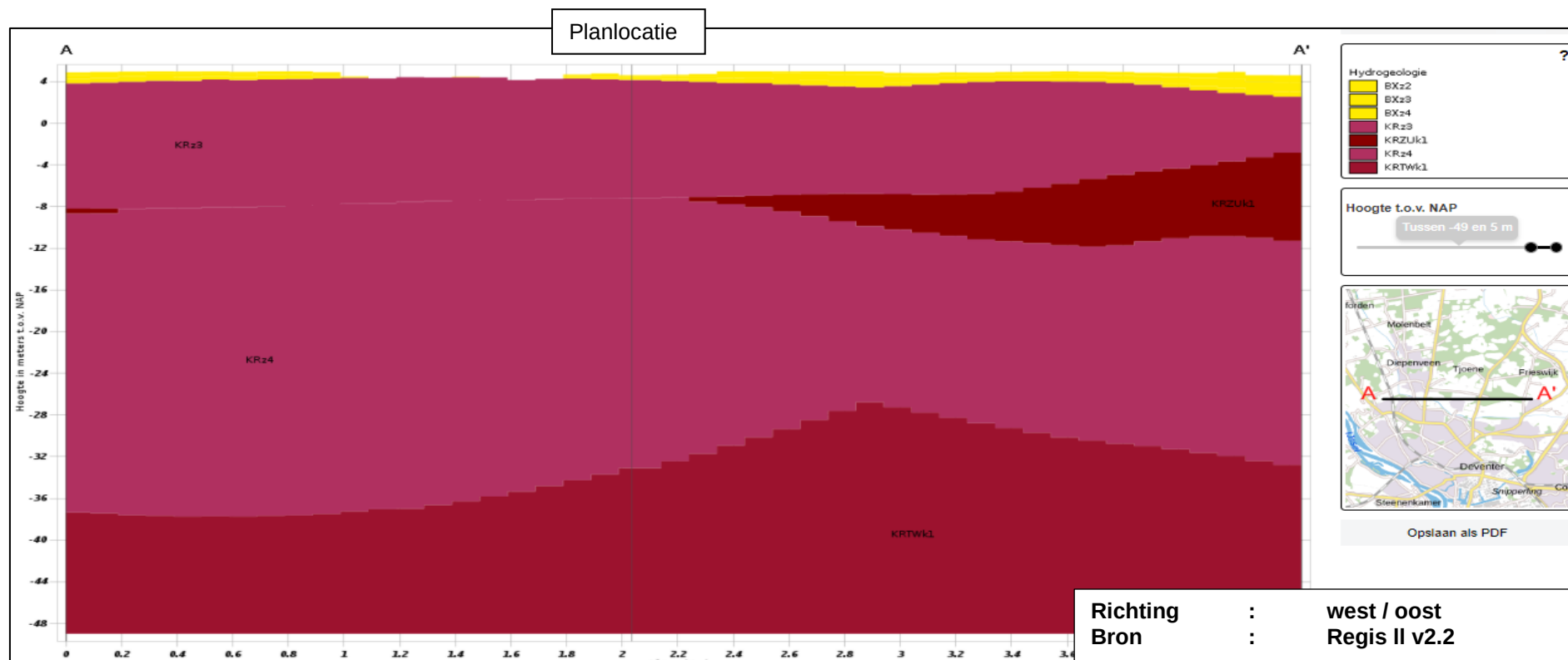
Boorgegevens Greenhouse Advies



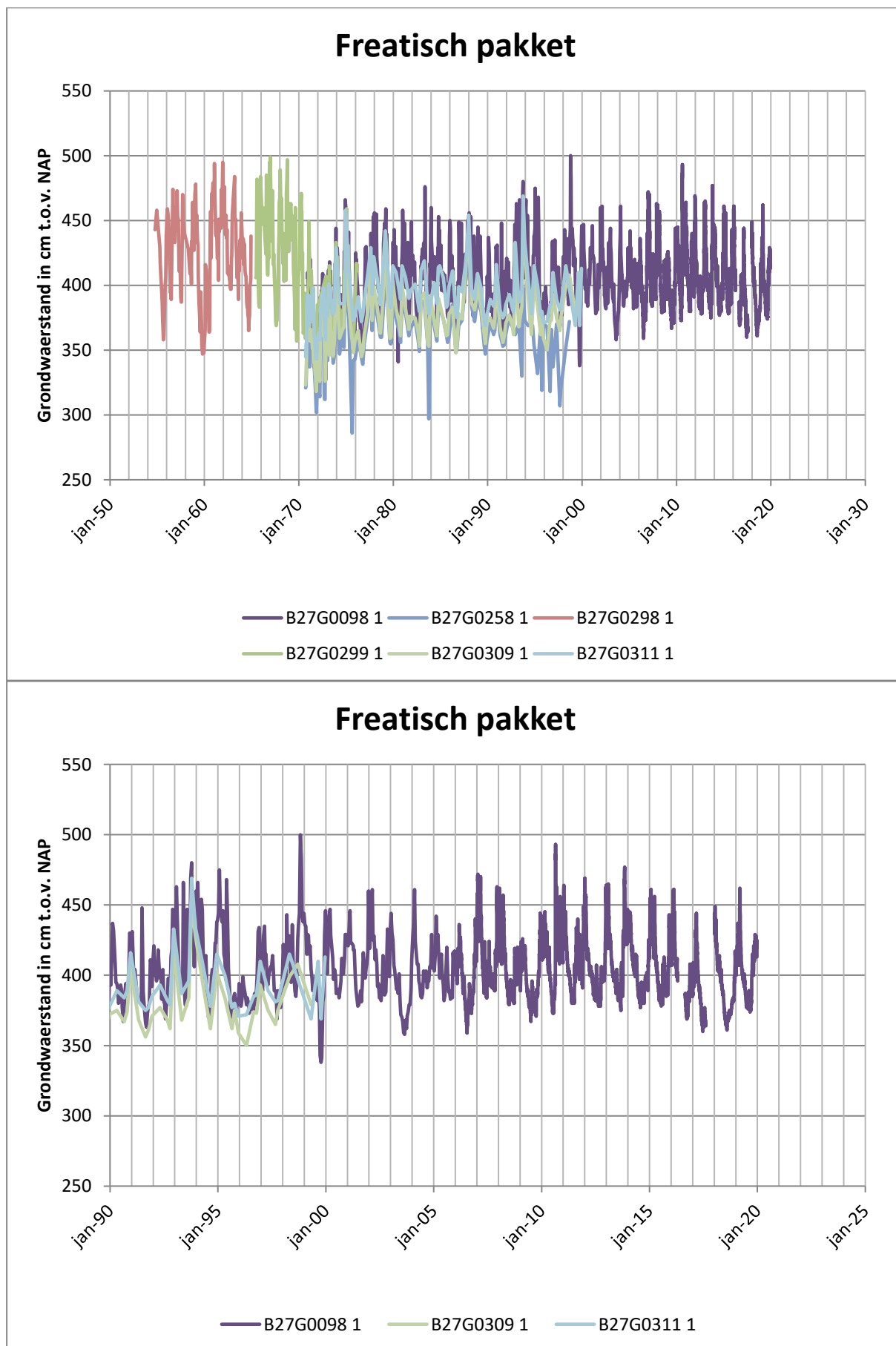
Boorgegevens Greenhouse Advies



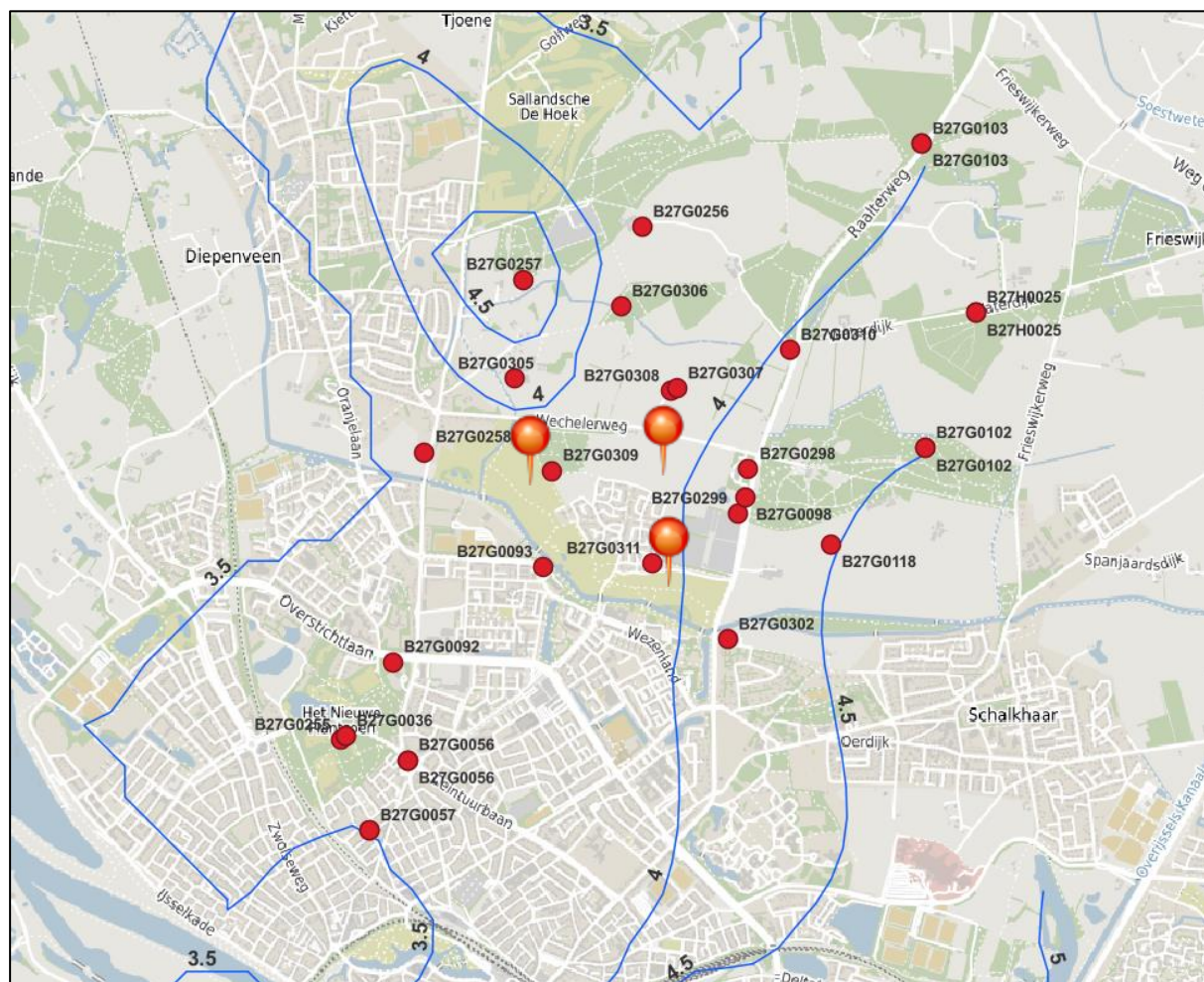
Geohydrologisch profiel



Peilbuisgegevens en isohypsenkaart TNO



Peilbuisgegevens en isohypsenkaart TNO



Bron: Grondwaterkaart van Nederland 1995, provincie Gelderland TNO: Isohypsenpatroon eerste watervoerend pakket



Planlocatie



Lijn van gelijke freatische grondwaterstand in m t.o.v. NAP



Peilbuislocatie TNO

Modelopbouw MicroFem

Model

Het onttrekkingsdebiet en de verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving als gevolg van de bemaling zijn bepaald op basis van superpositie met het numerieke programma Microfem, voor een stationaire situatie.

Modelgrenzen

Het modelgebied is zo gekozen dat de modelgrenzen buiten de invloedssfeer van de bemaling liggen. De invloedssfeer van de bemaling bedraagt circa 100 à 120 m. Het modelgebied is rechthoekig met afmetingen van 3 x 3 km.

Netwerk

Een netwerk is gegenereerd dat bestaat uit driehoekige elementen. De gehanteerde knooppuntafstanden zijn:

bouwput	5 m
vanaf bouwput tot modelgrens	oplopend van 5 tot 250 m

Modelopbouw

De volgende opbouw is in het model ingevoerd:

parameter	Waarde	eenheid
ho	0	m + NAP
c1	0	dagen
kD1	1.500	m ² /dag
h2	grondwaterstand te berekenen	m + NAP
c2	1.000	dagen
kD2	500	m ² /dag
h3	grondwaterstand te berekenen	m + NAP

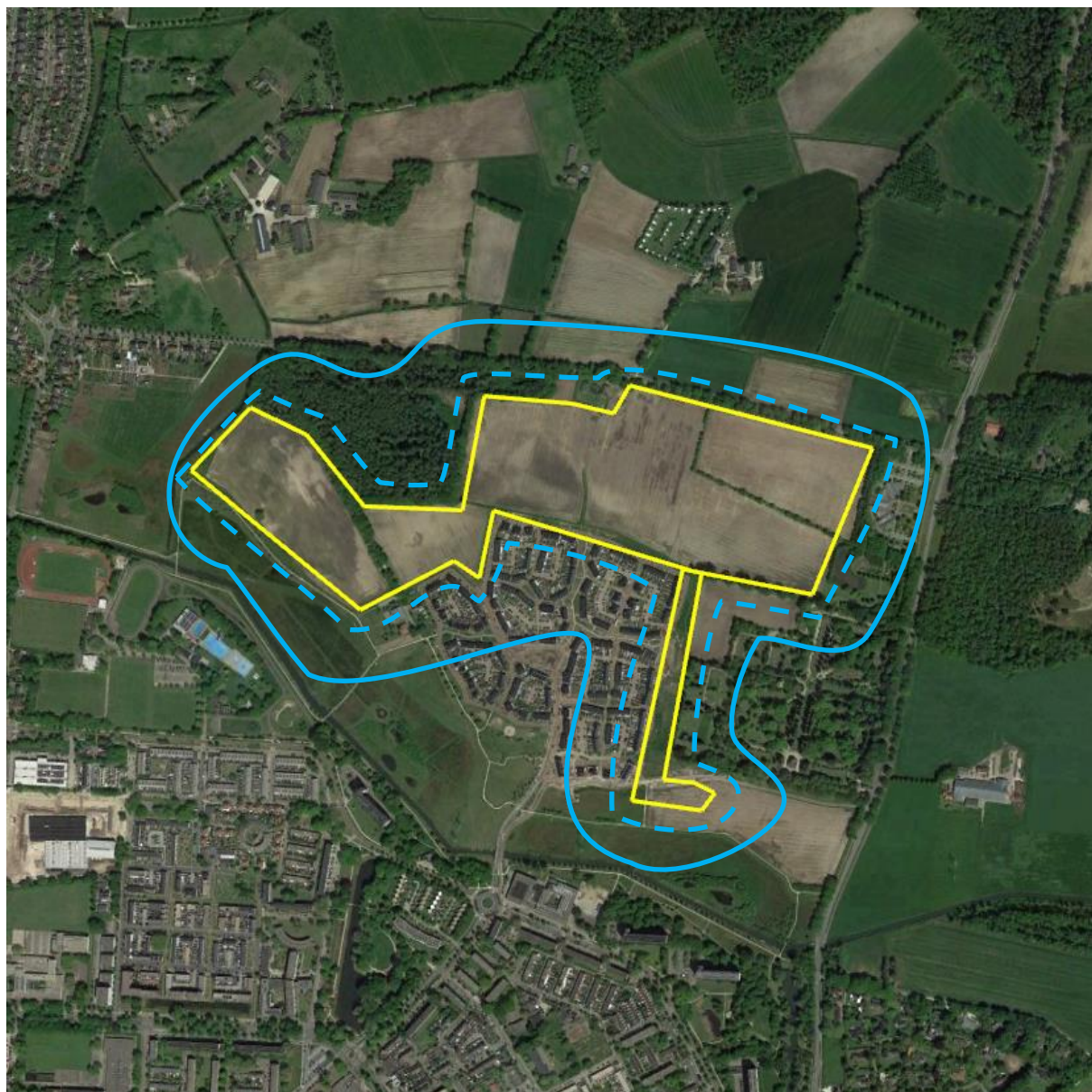
Diversen

Een neerslagoverschot van 300 mm per jaar is toegepast.

Waterbezwaar

Het waterbezwaar van de bouwput is berekend door een vaste stijghoogte op de knooppunten van de bouwput op te leggen.

Invloedssfeer bemaling



Planlocatie

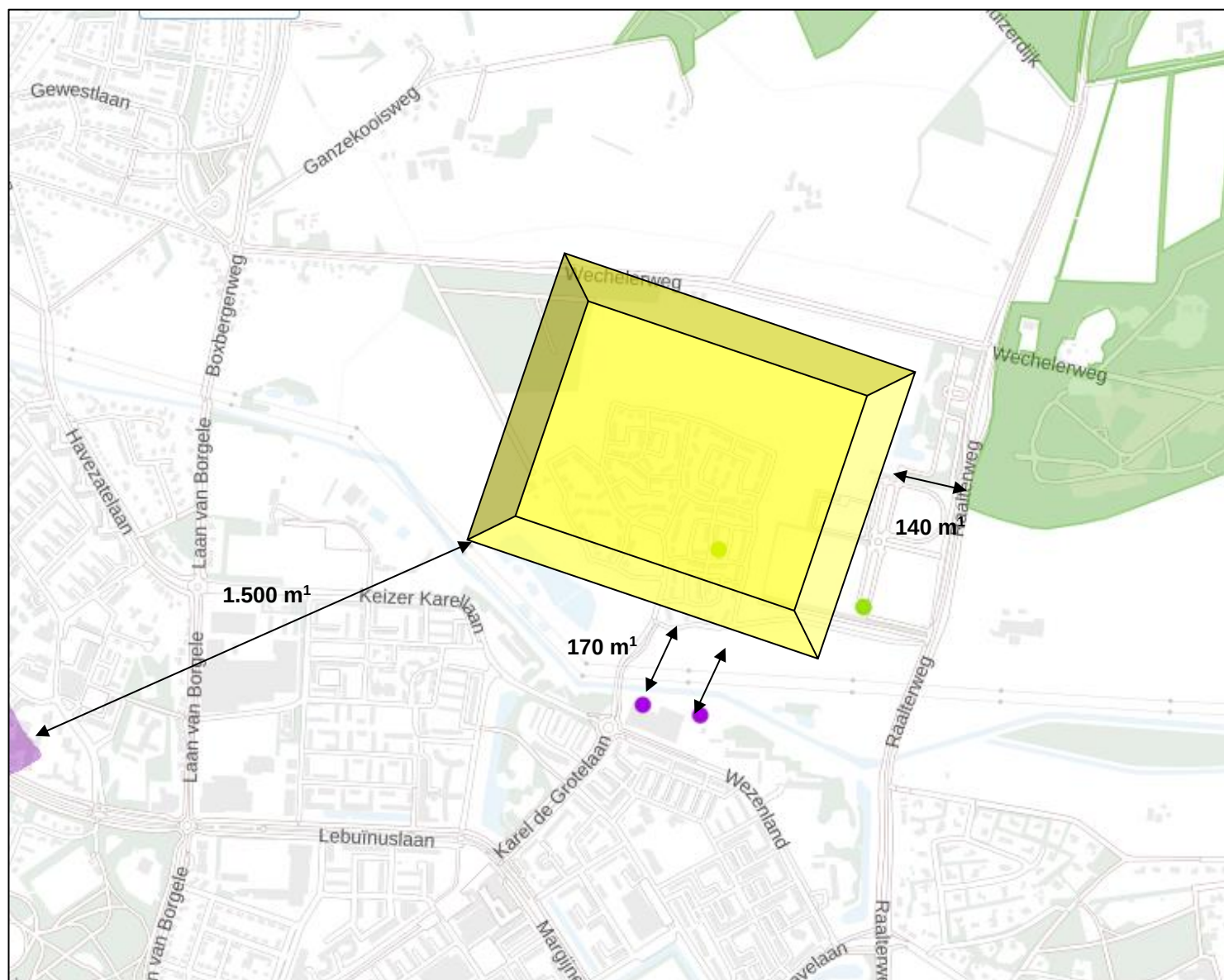


Verlagingscontour 0,05 m op 120 m tot bemalingsgebied



Verlagingscontour 0,9 m (GLG) op 10 à 20 m tot bemalingsgebied

Grondwateronttrekkingen derden en archeologische waarden



Open bodemenergiesystemen



Grondwateronttrekking



Aandachtsgebied Natuur



Aandachtsgebied Archeologie



planlocatie