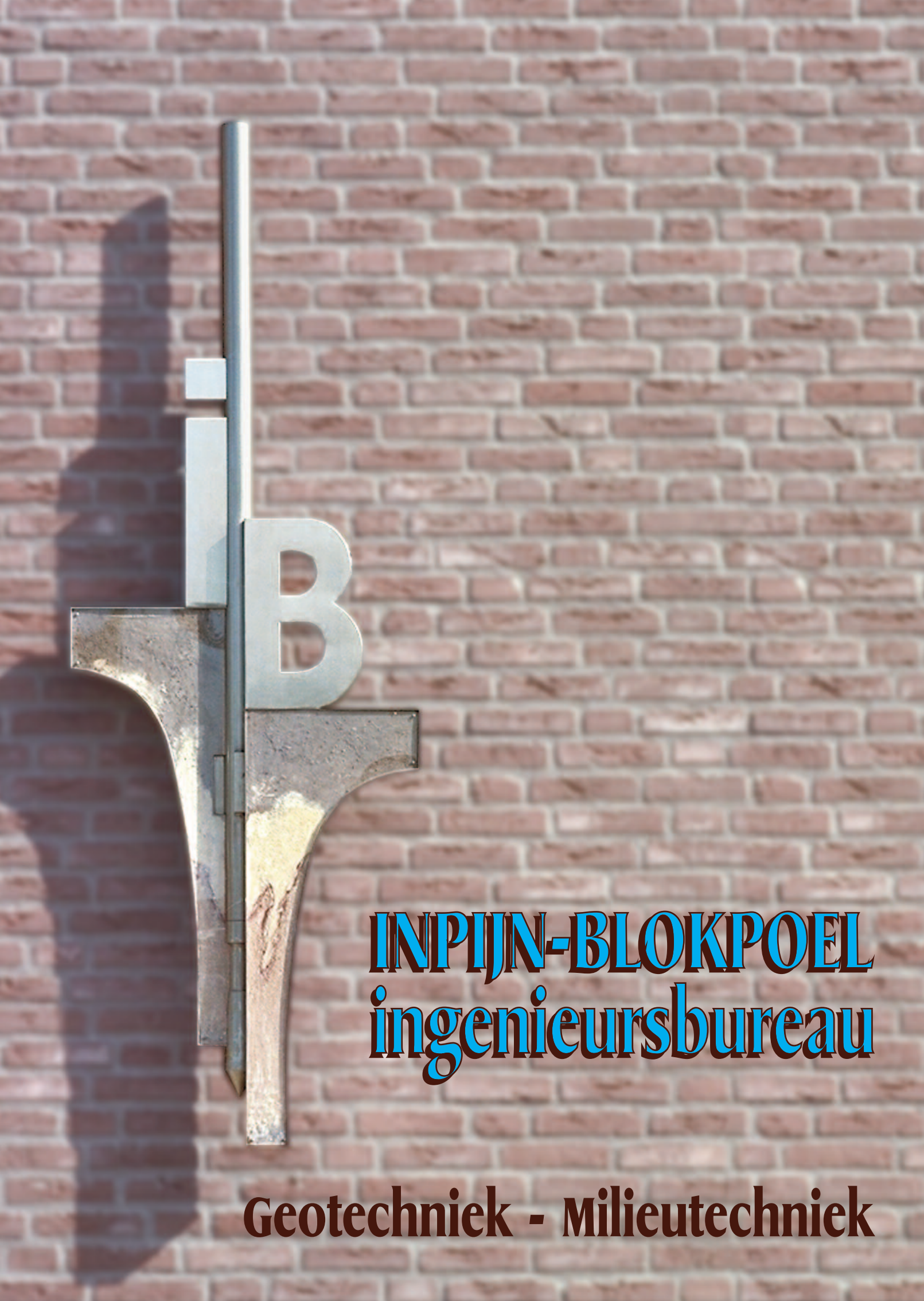


INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Geotechniek - Milieutechniek

Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Betreft	Vergunningonderbouwend bemalingsadvies
Opdrachtnummer	02P009177
Documentnummer	02P009177-adv-02
Opdrachtgever	Vrije Universiteit Amsterdam De Boelelaan 1105 1081 HV Amsterdam
Constructeur	Pieters Bouwtechniek Delft B.V Postbus 1047 2600 BA Delft

Opgesteld door	:	Drs. R.M. de Koning	Paraaf :	
Gezien	:	Ir. N.T. Debets		Paraaf :
Versie	:	2.1		
Codering	:	BM,VA		
Datum rapport	:	13 augustus 2018		

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau
Postbus 94
5690 AB SON EN BREUGEL

T 0499-471792
F 0499-477202
E post@inpijn-blokpoel.com

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING 1

2. PROJECTGEGEVENS 2

2.1 VERSTREKTE INFORMATIE 2
2.2 PROJECTLOCATIE 2
2.3 HISTORIE PROJECTLOCATIE 2
2.4 PROJECTOMSCHRIJVING 3
2.5 PLANNING EN FASERING 3
2.6 ONDERZOEK 3
2.7 TOT SLOT 3

3. BODEM EN GRONDWATER 5

3.1 HOOGTELIGGING MAAIVELD 5
3.2 BODEM 5
3.2.1 Geologie 5
3.2.2 Beschrijving bodemopbouw projectlocatie 5
3.2.3 Geohydrologische bodemopbouw 5
3.2.4 Geohydrologische eigenschappen 6
3.3 GRONDWATERREGIME 6
3.3.1 Polderpeil 6
3.3.2 Freatische grondwaterstand 6
3.3.3 Stijghoogte grondwater 1e zandlaag 7
3.3.4 Stijghoogte grondwater 2e zandlaag 8
3.3.5 Conclusie 9

4. STABILITEIT BOUWPUTBODEM 10

4.1 SAMENVATTING 10
4.2 UITGANGSPUNTEN BEREKENING 10
4.2.1 Criterium voor voldoende stabiliteit 10
4.2.2 Beschouwde situaties 11
4.2.3 Ontgraving 11
4.2.4 Bodemopbouw en bodemeigenschappen 11
4.2.5 Stijghoogte watervoerend pakket 11
4.3 RESULTATEN BEREKENING 11
4.4 AANDACHTSPUNTEN 12

5. BEMALING 13

5.1 INLEIDING 13
5.2 BEMALINGSMETHODIEK 13
5.2.1 Algemeen 13
5.2.2 Open bemaling 13
5.2.3 Spanningsbemaling 13
5.2.4 Retourbemaling 13
5.3 UITGANGSPUNTEN BEREKENING 14
5.3.1 Rekenmethodiek 14
5.3.2 Modelbegrenzing 14
5.3.3 Schematisering bodemopbouw en bodemeigenschappen 15
5.3.4 Bouwputbegrenzing 15
5.3.5 Fasering 15

5.3.6 Onttrekkings- en retourbronnen 15
5.3.7 Bouwplanning 15
5.3.8 Stijghoogte en verlagingsniveaus 16
5.4 RESULTAAT BEMALINGSBEREKENING 16
5.4.1 Indicatie bemalingscapaciteit in m³/uur 16
5.4.2 Freatische bemaling 17
5.4.3 Waterbezwaar 17
5.4.4 Beïnvloeding grondwaterstand omgeving 18
5.4.5 Verschil theorie praktijk 18
5.5 TOETSING AAN REGELGEVING 19
5.5.1 Inleiding 19
5.5.2 Bevoegd gezag 19
5.5.3 Onttrekking grondwater 19
5.5.4 Lozing bronneringswater 19
5.6 RICHTLIJNEN EN KWALITEITSZORG BEMALING 20

6. INVLOED BEMALING OP OMGEVING 21

6.1 INLEIDING 21
6.2 MAAIVELDZETTING 21
6.3 BEBOUWING EN INFRASTRUCTUUR 22
6.4 NATUUR, GROEN EN AGRARISCHE WAARDEN 22
6.5 BODEM- EN GRONDWATERVERONTREINIGINGEN 23
6.6 BESTAANDE GRONDWATERONTTREKKINGEN 23
6.7 ARCHEOLOGISCHE EN CULTUURHISTORISCHE WAARDEN 23
6.8 ZOET-BRAK-ZOUT GRENSVLAK 23
6.9 KWEL EN INZIJGING 23
6.10 STABILITEIT MAAIVELD NABIJ RETOURBRONNEN 24
6.11 GRONDWATERKWALITEIT BEMALING/RETOURBEMALING 24

7. MONITORING 25

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau
Postbus 94
5690 AB SON EN BREUGEL

T 0499-471792
F 0499-477202
E post@inpijn-blokpoel.com

BIJLAGEN:

A) Situatietekening
B) Sondeergrafiek
C) Verklaring codering
D) Resultaten bemalingsberekening
E) Algemene richtlijnen uitvoering bemaling

VERZENDLIJST

- Per mail aan Pieters Bouwtechniek Delft te Delft
  t.a.v. Dhr. M. Koekoek (M.Koekoek@pbt-delft.nl)
- Per mail aan Vrije Universiteit Amsterdam
  t.a.v. Dhr. T. Hendriks (thijs.hendriks@vu.nl)
  t.a.v. Dhr. J. van Ast (jeroen.van.ast@vu.nl)
  t.a.v. Mevr. R. Chiabodo (r.chiabodo@vu.nl)

1. INLEIDING

Aan de Boelelaan te Amsterdam zal een nieuw Onderzoeksgebouw voor de VU worden gerealiseerd. De nieuwbouw zal volledig worden onderkelderd. In voorliggend rapport wordt door ons bureau een bemalingsadvies gegeven voor de realisatie van de kelder van de nieuwbouw. Het advies is gebaseerd op de verstrekte gegevens omtrent de nieuwbouw en het geotechnisch onderzoek dat medio 2017 op de projectlocatie is uitgevoerd.

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau
Postbus 94
5690 AB SON EN BREUGEL

T 0499-471792
F 0499-477202
E post@inpijn-blokpoel.com

2. PROJECTGEGEVENS

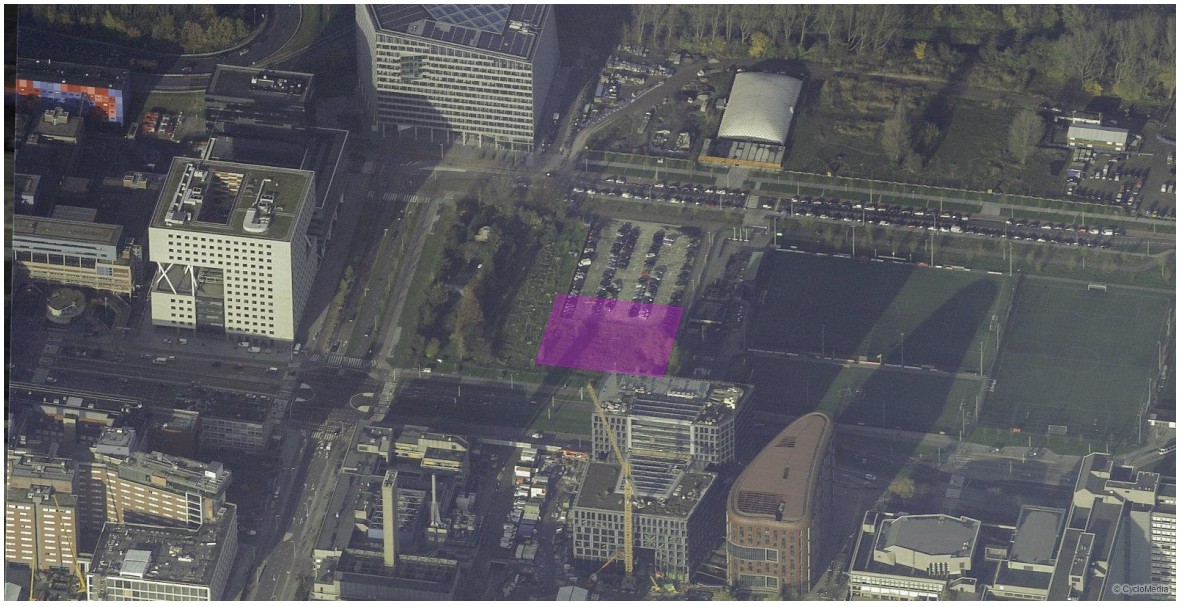
2.1 Verstrekte informatie

Binnen het kader van de opdracht konden we beschikken over de volgende informatie:

[1] Inpijn-Blokpoel, Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam, resultaten geotechnisch grond- en labonderzoek, documentnummer 02P009177-adv-01, d.d. 2 juni 2017.
[2] Inpijn-Blokpoel, Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam, Funderingsadvies documentnummer 02P009177-adv-03, d.d. 24 april 2018.
[3] Inpijn-Blokpoel, Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam, Grondkering, documentnummer 02P009177-adv-04, d.d. 24 april 2018.
[4] Inpijn-Blokpoel, Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam, Analyse grondwaterkwaliteit, documentnummer 02P009177-01-adv-01, d.d. 15 maart 2017.
[5] Pieters Bouwtechniek, Onderzoeksgebouw VU, Amsterdam, projectnummer 316-131, set constructieve tekeningen plattegronden en doorsneden DO, d.d. 12 februari 2018.
[6] VU Amsterdam, mail met peilmaat nieuwbouw en locatie retourbemaling, d.d. 22 mei 2018.

2.2 Projectlocatie

De projectlocatie bevindt zich aan de Boelelaan te Amsterdam, is momenteel deels in gebruik als parkeerplaats en deels als volkstuin en bevindt zich in bebouwd gebied. Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening SIT-01 onder bijlage A en de navolgende figuur.



Figuur 1. Ligging projectlocatie (bron: cyclomedia.nl).

2.3 Historie projectlocatie

In dit rapport is aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is. Omtrent de historie van de projectlocatie zijn ons geen gegevens bekend. Als er om enige reden aanleiding is om te veronderstellen dat sprake kan zijn van bijvoorbeeld geroerde grond of obstakels en verontreinigingen, dan dient te worden nagegaan in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.

2.4 Projectomschrijving

Het plan omvat de realisatie van een onderzoeks- en onderwijsgebouw. Het gebouw heeft een grondvlak van ca. 50 x 55 m^2 en wordt volledig onderkelderd. De nieuwbouw zal bestaan uit een hoogbouwdeel in 13 lagen en een laagbouwdeel in 7 bouwlagen boven maaiveld. Het laagbouwdeel zal onder ander plaats bieden aan trillingsarme laboratoria. In verband met deze laboratoria zal de kelder onder het hoog- en laagbouw uit twee afzonderlijke delen bestaan.

De nieuwbouw zal worden gefundeerd op vibropalen. De kelder wordt gerealiseerd binnen een bouwput die wordt omsloten door een grond- en waterkering tot minimaal voorbij de eerste zandlaag (18,5 m – NAP). Door ons bureau wordt in separate rapportages ingegaan op de fundering en de bouwputsomsluiting (zie [2] en [3]).

Bij de opzet van dit rapport is uitgegaan van de navolgende gegevens omtrent de nieuwbouw:

Tabel 1. Peilen nieuwbouw.

Onderdeel	Laagbouw [m tov NAP]	Hoogbouw [m tov NAP]
Peil	-0,50	-0,50
Bovenkant begane grondvloer	-0,57	-0,57
Onderkant begane grondvloer	-1,17	-1,17
Bovenkant keldervloer	-5,07	-5,07
Onderkant keldervloer	-6,07	-5,62
Aanlegniveau poeren	-6,87	-7,07
Onderzijde drainage pakket	-6,47	-6,02

2.5 Planning en fasering

Naar verwachting zal in 2019 met de bouw worden aangevangen. Gegevens omtrent de exacte planning en fasering van de werkzaamheden is vooralsnog niet bekend. Door ons bureau is een aanname gedaan omtrent de duur van de werkzaamheden. In onderstaande tabel is de aangenomen planning en fasering, die voor de bemalingswerkzaamheden relevant zijn, weergegeven.

Tabel 2. Fasering en planning werkzaamheden.

Fase	Werkzaamheden	Duur [weken]
1	Grondwerk	3
2	Heiwerk	5
3	Realisatie poeren	8
4	Aanleg keldervloer en verder	16
5	Eventuele onvoorziene uitloop	4
		38

2.6 Onderzoek

Medio 2017 is op de locatie een geotechnisch onderzoek uitgevoerd bestaande uit 24 sonderingen tot 35 m en 1 sondering tot 60 m, tevens zijn 2 boringen gemaakt tot 25 en 35 m. Van 35 ongeroerde monsters is het volumiek gewicht bepaald. Voor een nadere beschrijving en de resultaten van dit onderzoek wordt verwezen naar rapport [1].
Medio maart 2018 is de grondwaterkwaliteit geanalyseerd van 3 watermonsters, de resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in [4]

2.7 Tot slot

Opgemerkt wordt dat ons bureau voor wat betreft de verstrekte informatie geen verantwoordelijkheid kan nemen voor eventuele onjuistheden en/of onvolledigheden.

Geadviseerd wordt om genoemde gegevens alsmede de elders in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten uit dit rapport wordt verder gewerkt.
Met name indien (al dan niet lokaal) sprake is van bijvoorbeeld diepere aanlegniveaus kan dit van invloed zijn op de inhoud van dit rapport.

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau
Postbus 94
5690 AB SON EN BREUGEL

T 0499-471792
F 0499-477202
E post@inpijn-blokpoel.com

3. BODEM EN GRONDWATER

3.1 Hoogteligging maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten varieerde ten tijde van het onderzoek van 1,34 m – tot 0,85 m – NAP.

3.2 Bodem

3.2.1 Geologie

Op basis van REGIS II. 2.2-2017 is de volgende geologisch opbouw afgeleid.

Tabel 3. Geologie projectlocatie (REGIS II. 2.2 – 2017).

Formatie	Diepte [m t.o.v. NAP]			Omschrijving
Holoceen (Nieuwkoop, Naaldwijk)	ca. -1,0	tot	ca. - 11,0	Mariene en lagunaire afzettingen alsmede strandafzettingen en kustduinen, bestaande uit zanden en kleien.
Boxtel	ca. - 11,0	tot	ca. - 16,5	Eolische + terrestrische zanden en leem.
Eem	ca. - 16,5	tot	ca. - 17,0	Glaciale afzettingen bestaande uit fijn zand en klei.
Drente/Urk	ca. - 17,0	tot	ca. - 51,0	Glaciale afzettingen bestaande uit fijn zand en klei.

3.2.2 Beschrijving bodemopbouw projectlocatie

Van het maaiveld tot een diepte van ca. 11,5 m - NAP wordt een bovenlaag aangetroffen bestaande uit klei en veen. Tevens is in dit pakket een dun tussenzandlaagje aanwezig tussen ca. 7,5 m – en 8,5 m – NAP.
Vanaf ca. 11,5 m – tot 16,5 m – NAP is de 1^{e} zandlaag aanwezig, dit betreft een los tot matig vast gepakt, matig fijn tot matig grof zandpakket. Aan de onderzijde van dit pakket zijn meer of minder kleihoudende zand dan wel zandhoudende kleiafzettingen aanwezig.
Hieronder is de 2^{e} zandlaag aangetroffen. Dit matig fijn tot matig grof zandpakket is matig vast tot zeer vast met conusweerstanden tot plaatselijk meer dan 60 MPa. De onderzijde van dit zandpakket is aangetroffen op 51 m – NAP. Op dit niveau is een zandhoudende kleilaag aanwezig met een dikte van ca. 2,5 m, tot de maximaal verkende diepte gevolgd door een matig vast tot vaste zandlaag.

3.2.3 Geohydrologische bodemopbouw

De geohydrologische bodemopbouw op de locatie kenmerkt zich door een opeenvolging van slecht waterdoorlatende, slappe klei/veenlagen en goed waterdoorlatende, vaste zandlagen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een 1^{e}, 2^{e} en 3^{e} zandlaag. Deze zandlagen worden in principe gekenmerkt door een eigen stijghoogte en waterdoorlatendheid. Op de projectlocatie bestaat er een verbinding tussen de 1^{e} en 2^{e} zandlaag, waardoor er geen verschil bestaat in stijghoogte, deze twee zandlagen vormen samen het eerste watervoerend pakket (WVP1). De 3^{e} zandlaag, die aanwezig is vanaf ca. 53 m – NAP behoord tot het tweede watervoerend pakket (WVP2).

3.2.4 Geohydrologische eigenschappen

Voor de projectlocatie is de navolgende schematisatie van de ondergrond aangehouden, de schematisatie is gebaseerd op het uitgevoerde veldonderzoek alsmede de gegevens uit Dinoloket. De onderzijde van de eerste watervoerend pakket (51 m – NAP) is hierbij als geohydrologische basis aangehouden. Sondering DKM-19 is maatgevend gesteld voor de bepalen van de dikte van de lagen.

Tabel 4. Geohydrologische eigenschappen.

Bodemlaag [m tov NAP]	Geologische formatie	Dikte [m]	Waterdoorlatendheid (k) [m/dag]
-1,0 tot - 11,0	Holoceen	7,0	0,01
-11,0 tot -16,5	Boxtel	5,5	20
-16,5 tot -17,0	Eem	0,5	0,1
-17,0 tot -51,0	Drente/Urk	34,0	20

3.3 Grondwaterregime

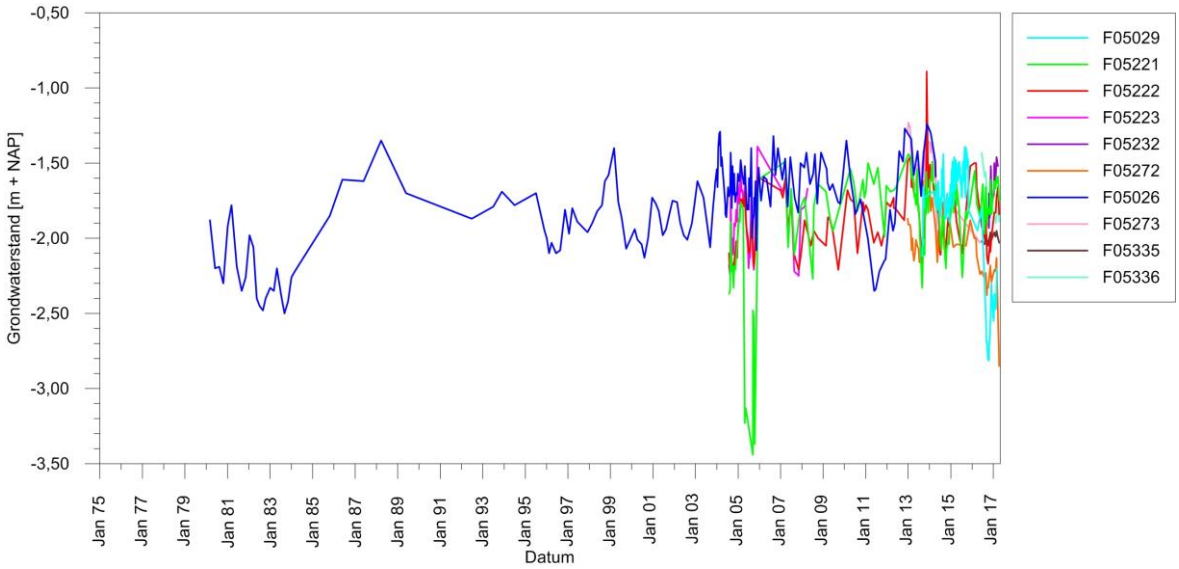
3.3.1 Polderpeil

De locatie is gesitueerd in de Binnendijkse Buitenverderse polder. Volgens het peilbesluit van het Hoogheemraadschap bedraagt het polderpeil 2,0 m – NAP.

3.3.2 Freatische grondwaterstand

Uit peilbuisgegevens van Waternet (zie navolgende figuren) blijkt dat de gemiddelde freatische grondwaterstand (GG) op de locatie naar verwachting ca. 1,8 m – NAP bedraagt. De gemiddeld hoge grondwaterstand (GHG) bedraagt naar verwachting ca. 1,6 m – NAP, de gemiddeld lage grondwaterstand (GLG) bedraagt naar verwachting ca. 2,1 m – NAP.

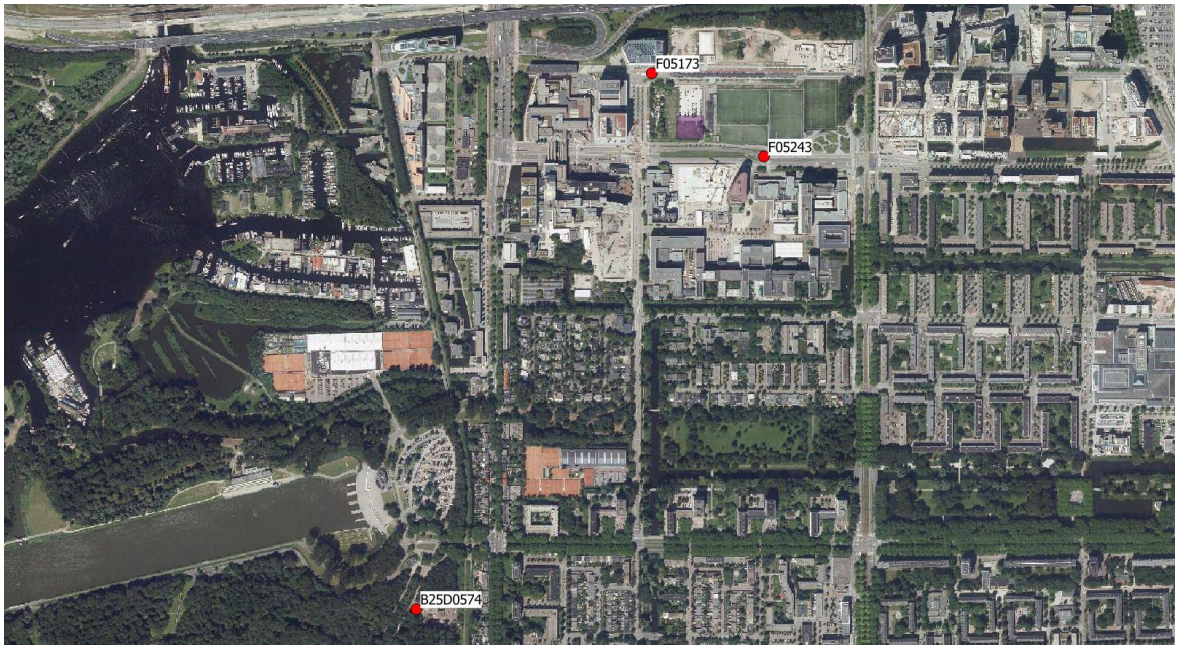
Figuur 2. Locatie freatische peilbuizen waternet.



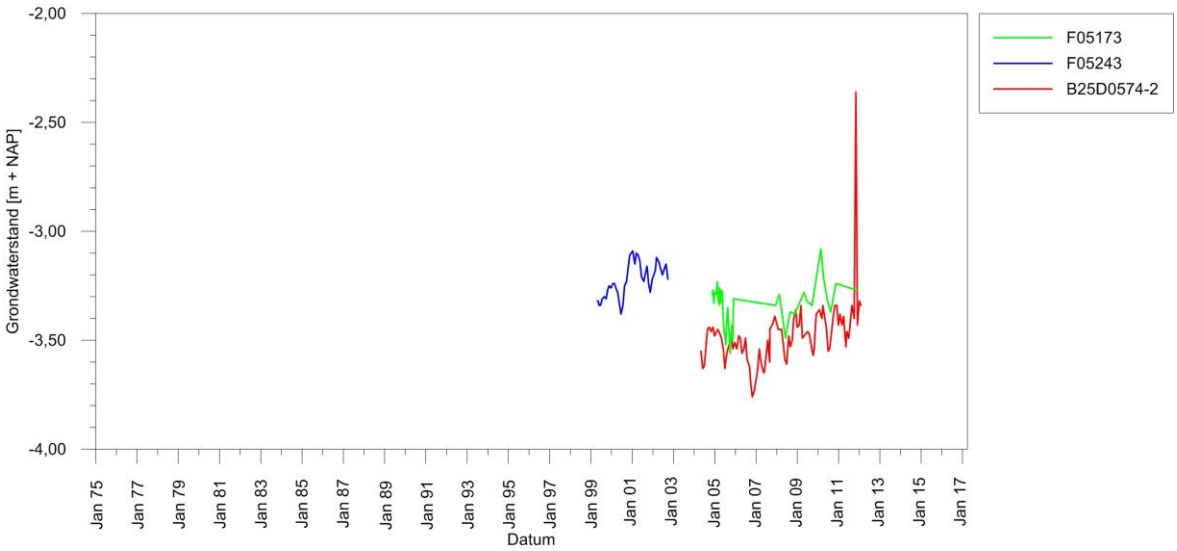
Figuur 3. Langjarige fluctuatie freatische grondwaterstand in peilbuizen waternet.

3.3.3 Stijghoogte grondwater 1e zandlaag

In de verschillende peilbuizen die door ons bureau op de projectlocatie zijn aangebracht werd op 8 en 9 mei 2017 een stijghoogte in de 1e zandlaag gepeild van 3,2 à 3,8 m – NAP. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.
Uit TNO-peilbuisgegevens en gegevens van Waternet (zie navolgende figuren) wordt voorzichtig afgeleid dat de gemiddelde stijghoogte (GS) ca. 3,3 m – NAP bedraagt. De gemiddeld hoge stijghoogte (GHS) bedraagt ca. 3,1 m – NAP, de gemiddeld lage stijghoogte (GLS) ca. 3,5 m – NAP.



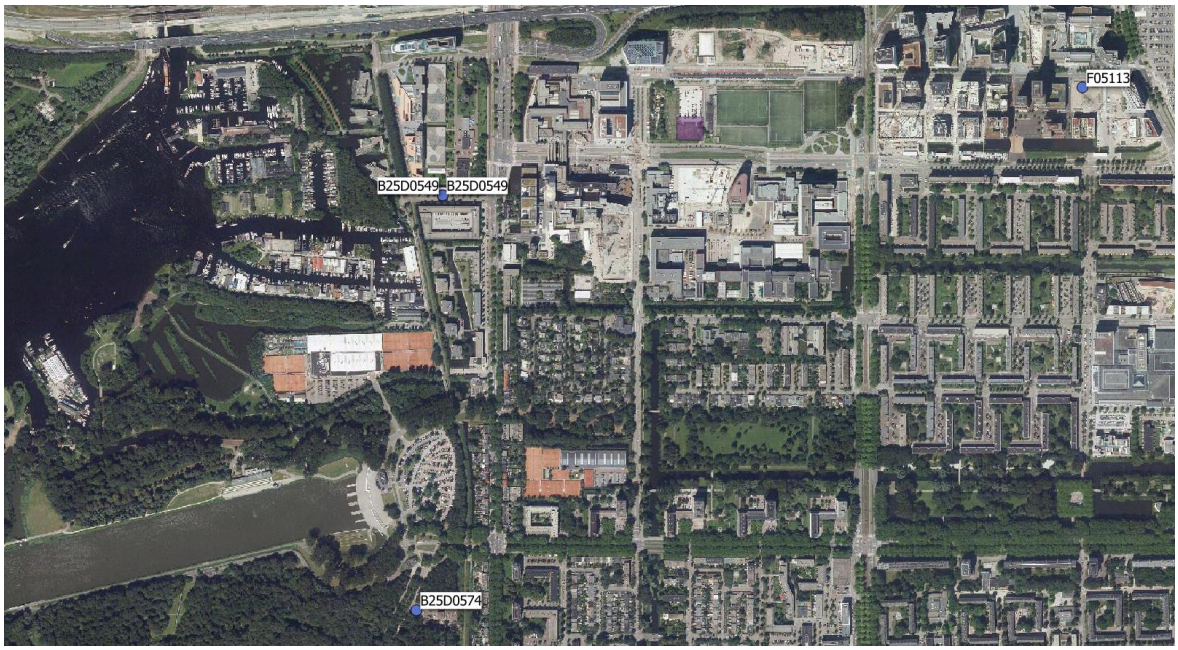
Figuur 4. Locatie peilbuizen 1e zandlaag waternet en TNO.



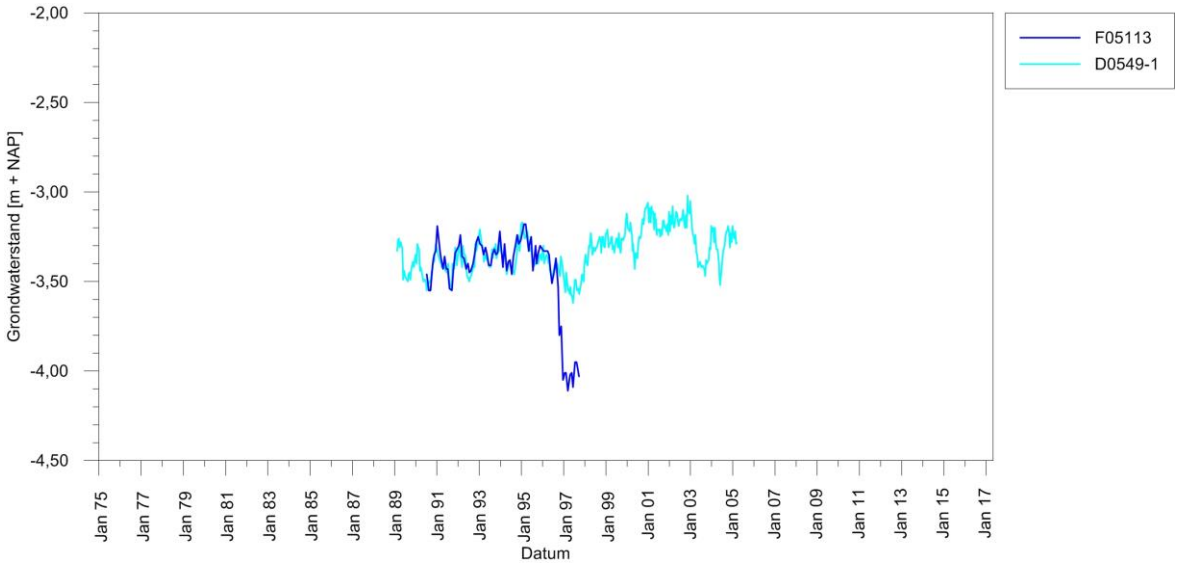
Figuur 5. Stijghoogte grondwater in 1e zandlaag.

3.3.4 Stijghoogte grondwater 2e zandlaag

In de verschillende peilbuizen die door ons bureau op de projectlocatie zijn aangebracht werd op 8 en 9 mei 2017 een stijghoogte in de 2e zandlaag gepeild van 3,2 à 3,8 m – NAP. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.
Uit TNO-peilbuisgegevens en gegevens van Waternet (zie navolgende figuren) wordt voorzichtig afgeleid dat de gemiddelde stijghoogte (GS) ca. 3,3 m – NAP bedraagt. De gemiddeld hoge stijghoge (GHS) bedraagt ca. 3,1 m – NAP, de gemiddeld lage stijghoogte (GLS) ca. 3,5 m – NAP.



Figuur 6. Locatie peilbuizen 2e zandlaag waternet en TNO.



Figuur 7. Stijghoogte grondwater in 2e zandlaag.

3.3.5 Conclusie

Op basis van de beschikbare gegevens kan worden geconcludeerd dat er sprake is van een freatische grondwaterstand en een stijghoogte van het eerste watervoerend pakket, waarbij de stijghoogte van de 1e en 2e zandlaag met elkaar in verbinding staan en een gelijke stijghoogte hebben. In onderstaande tabel is de grondwaterstand en stijghoogte gepresenteerd die in voorliggend rapport is gehanteerd.

Tabel 5. Grondwaterstand en stijghoogte.

	Freatische grondwaterstand [m tov NAP]	Stijghoogte 1e en 2e zandlaag (WVP1)[1)] [m tov NAP]
Gemiddeld hoge grondwaterstand/stijghoogte	-1,6	-3,1
Gemiddelde grondwaterstand/stijghoogte	-1,8	-3,3
Gemiddeld lage grondwaterstand/stijghoogte	-2,1	-3,5

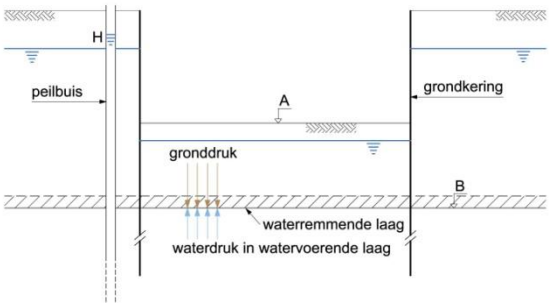
[1)] De 1e en 2e zandlaag vormen samen het eerste watervoerend pakket (WVP1).

Het komende jaar zal door ons bureau met een interval van een kwartaal de grondwaterstand in de geplaatste peilbuizen worden gemeten.

4. STABILITEIT BOUWPUTBODEM

4.1 Samenvatting

Voor een stabiele bouwputbodem dient na ontgraving de opwaartse waterdruk tegen de onderzijde van de waterremmende lagen, met een voldoende veiligheid lager te zijn dan het gewicht van de bovenliggende bodemlagen. Is dit niet het geval dan bestaat er risico voor welvorming of opbarsten van de putbodem. In het navolgende is het evenwicht nader beschouwd.



Figuur 8. Schets principe bouwputstabiliteit.

4.2 Uitgangspunten berekening

4.2.1 Criterium voor voldoende stabiliteit

Uitgaande van paragraaf 2.4.7.4 van NEN 9997-1:2016 dient voor een voldoende stabiliteit de rekenwaarde van de opwaartse waterdruk tegen de onderzijde van holocene deklaag, met een voldoende veiligheid lager te zijn dan de rekenwaarde van het gewicht van de bovenliggende bodemlagen.

$$(H - B)\cdot \gamma_{w} \cdot \gamma_{G;dst} \leq \sum_{j=1}^{j=n} d_{j;d} \cdot \gamma_{j;kar} \cdot \gamma_{G;stb}$$

Met:

H	Maatgevende hoogste stijghoogte van grondwater onder waterremmende bodemlaag (zie afbeelding)
B	Basis-niveau van de waterremmende bodemlaag (zie afbeelding)
γ_w	Volumiek gewicht grondwater
$\gamma_{G;dst}$	Belastingfactor van 1,0 overeenkomstig tabel A.15 van NEN 9997-1:2016
n	Aantal bodemlagen die bijdragen aan de neerwaartse grondbelasting
d_d	Dikte van een betreffende bodemlaag
γ_{kar}	Karakteristieke waarde van het volumiek gewicht van een bodemlaag.
$\gamma_{G;stb}$	Partiële belastingfactor van 0,9 volgens tabel A.15 van NEN 9997-1:2016

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau
Postbus 94
5690 AB SON EN BREUGEL

T 0499-471792
F 0499-477202
E post@inpijn-blokpoel.com

4.2.2 Beschouwde situaties

De stabiliteit van de bouwput is beschouwd voor situatie waarbij wordt ontgraven tot onderzijde van de poeren van de hoogbouw. Dit betreft het diepste ontgravingsniveaus dat benodigd is voor de nieuwbouw. De stabiliteit is vervolgens beschouwd voor een opbarstniveau van 11,0 m – NAP (onderzijde Holocene deklaag) en een opbarstniveau van 17,0 m – NAP (onderzijde Eem formatie).

4.2.3 Ontgraving

De stabiliteit is beschouwd voor de situatie waarbij wordt ontgraven tot onderzijde van de poeren van de hoogbouw, of te wel: 7,07 m – NAP.

4.2.4 Bodemopbouw en bodemeigenschappen

- Op basis van een analyse is sondering DKM-19 maatgevend gebleken, deze sondering is derhalve gehanteerd voor de schematisering van de bodemopbouw.
- De volumegewichten zijn bepaald op basis van tabel 2.b van NEN 9997-1:2016 in combinatie met een analyse van volumegewichten van de ongeroerde monsters.
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is en dat waterremmende lagen niet op enigerlei wijze zijn verstoord.

4.2.5 Stijghoogte watervoerend pakket

Voor de berekening van de waterdruk tegen de onderzijde van de waterremmende lagen is uitgegaan van een gemiddeld hoge stijghoogte van het grondwater van 3,1 m – NAP zoals gepresenteerd in paragraaf 3.3.5.

4.3 Resultaten berekening

In onderstaande tabellen zijn voor de beschouwde doorsneden de berekeningsresultaten gepresenteerd.

Tabel 6. Resultaten berekening grond- en waterdruk Holoceen.

Rekenwaarde gronddruk ($\gamma_{m;g}$ = 0,9)						Rekenwaarde waterdruk		
Laag	Grondsoort (hoofdbestanddeel)	Bovenzijde [m - NAP]	d_d [m]	$\gamma_{sat/dr;kar}$ [kN/m^3]	f [-]	Parameter		
1	Klei	-7,07	0,43	17,0	1	H	3,1	[m - NAP]
2	Zand	-7,5	0,8	17,4	1	B	11,0	[m - NAP]
3	Klei	-8,3	2,3	15,4	1	γ_w	9,81	[kN/m^3]
4	Veen	-10,6	0,4	10,0	1	$\gamma_{f;g;u}$	1,0	[-]
Rekenwaarde gronddruk:				54,6	[kN/m^2]	Rekenwaarde waterdruk:	77,5	[kN/m^2]

Tabel 7. Resultaten berekening grond- en waterdruk Eem.

Rekenwaarde gronddruk ($\gamma_{m;g}$ = 0,9)						Rekenwaarde waterdruk		
Laag	Grondsoort (hoofdbestanddeel)	Bovenzijde [m - NAP]	d_d [m]	$\gamma_{sat/dr;kar}$ [kN/m^3]	f [-]	Parameter		
1	Klei	-707	0,43	17,0	1			
2	Zand	-7,5	0,8	17,4	1			
3	Klei	-8,3	2,3	15,4	1	H	3,1	[m - NAP]
4	Veen	-10,6	0,4	10,0	1	B	17,0	[m - NAP]
5	Zand	-11,0	5,9	20,0	1	γ_w	9,81	[kN/m^3]
6	Klei	-16,5	0,5	18,0	1	$\gamma_{f;g;u}$	1,0	[-]
Rekenwaarde gronddruk:				168,9	[kN/m^2]	Rekenwaarde waterdruk:	137,3	[kN/m^2]

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat de Holocene deklaag onvoldoende veiligheid bezit tegen opbarsten. Voor het opbarstniveau op 17,0 m – NAP is wel voldoende veiligheid aanwezig. Dit

houdt in dat tijdens de uitvoering van de werkzaamheden de stijghoogte in de eerste zandlaag (tussen 11,0 m – en 16,5 m – NAP) moet worden verlaagd met een spanningsbemaling.

4.4 Aandachtspunten

- Geadviseerd wordt om na te gaan of de waterremmende lagen op enigerlei wijze in het verleden kunnen zijn verstoord. Indien bijvoorbeeld vroegere funderingspalen zijn getrokken dan zou welvorming kunnen optreden via de ontstane gaten.
- Er mag niet dieper worden gegraven dan de niveaus die als uitgangspunt hebben gediend voor de stabiliteitsbeschouwing.
- De maatgevend hoge stijghoogte van het grondwater is ingeschat op basis van TNO-peilbuizen in de omgeving.
- Ook tijdens de uitvoering dient de stijghoogte te worden gemonitord waarbij het monitoringsplan in dat geval voorziet in een actieplan op het moment dat een signaalwaarde wordt overschreden.
- Afhankelijk van de situatie kan het aanbevelenswaardig zijn om toezicht te houden op de uitvoering.

5. BEMALING

5.1 Inleiding

De ontgraving van de bouwput vereist de inzet van een bemaling om te komen tot een droog en begaanbaar ontgravingsvlak. Bovendien moet met de bemaling de waterdruk tegen de onderzijde van Holocene deklaag kunnen worden verlaagd om te voorkomen dat bij ontgraving welvorming optreedt en/of het ontgravingsvlak opbarst. Voor de beschouwing van het opbarstrisico wordt verwezen naar hoofdstuk 4.
In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke wijze de bemaling kan worden uitgevoerd. Op basis van een modelberekening is vervolgens zowel een inschatting gemaakt van de hoeveelheid grondwater die naar verwachting wordt onttrokken, als van de beïnvloeding van de stand van het grondwater in de omgeving. Het waterbezwaar is vervolgens getoetst aan de geldende beleidslijnen.

5.2 Bemalingsmethodiek

5.2.1 Algemeen

De freatische grondwaterstand binnen de bouwput kan worden beheerst door middel van een open bemaling. De spanningsbemaling dient te bestaan uit deepwells. Het grondwater dat wordt onttrokken met de spanningsbemaling moet worden geretourneerd in de ondergrond met een retourbemaling. De bemaling moet worden uitgevoerd binnen een bouwput die volledig is omsloten met een grond- en waterkering tot een diepte van minimaal 18,5 m – NAP.

5.2.2 Open bemaling

De freatische grondwaterstand binnen de bouwput kan worden beheerst door middel van een open bemaling. Wanneer de kelder is ontgraven, zal sprake zijn van kleilagen die weinig draagkrachtig zijn en die onder invloed van neerslag snel verweken. Om een vlotte afvoer van neerslag te bewerkstelligen en bovendien de begaanbaarheid van de putbodem te verbeteren wordt geadviseerd een ca. 0,4 m dik schoon matig grof goed waterdoorlatend zandbed aan te brengen en daarin enkele drains te leggen. De drains kunnen het water onder vrij verval afvoeren naar een verzamelput, van waaruit het water met een klokpomp voorzien van een zuigkorf centraal wordt afgevoerd.

5.2.3 Spanningsbemaling

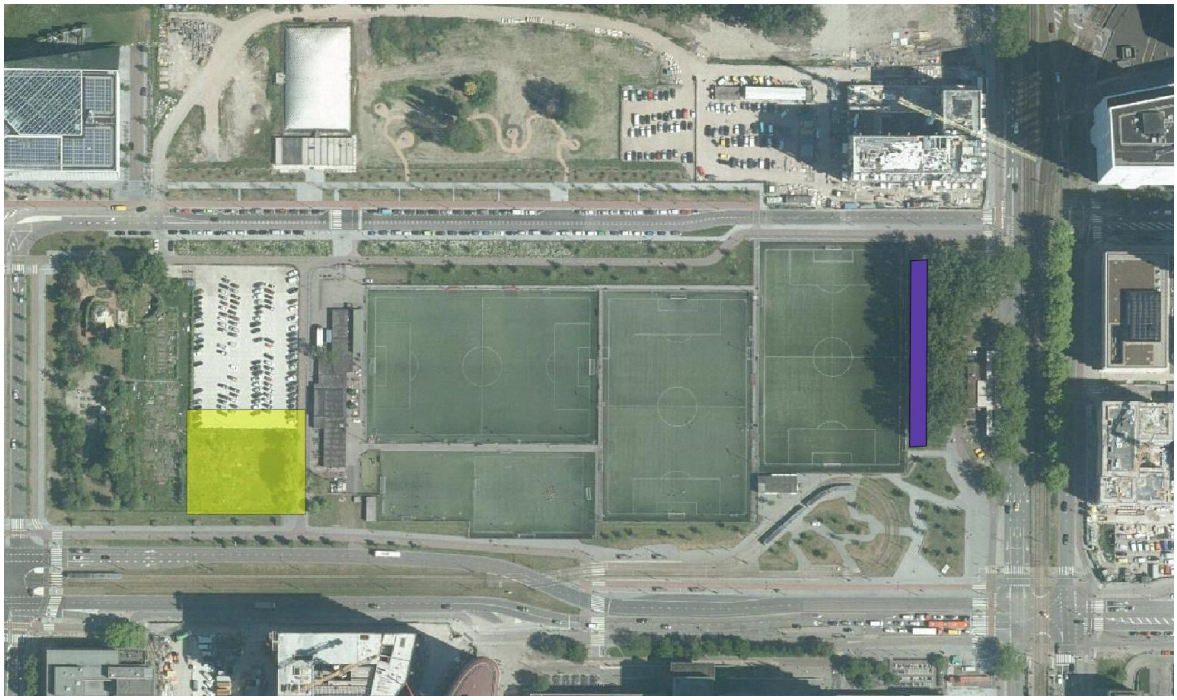
De spanningsbemaling kan bestaan uit een aantal deepwells die worden geplaatst in de afzettingen tot maximaal 16,5 m – NAP. De onderkant van de bronnen dient niet dieper te reiken dan voornoemd niveau teneinde de stagnerende invloed op de toestroom van grondwater door de aanwezigheid van de onderliggende waterremmende laag zoveel mogelijk te benutten.
De bronnen moeten worden geplaatst binnen een bouwput die is omsloten door een grond- en waterkering die minimaal reikt tot 18,5 m – NAP.

Het aantal bronnen en de positie van de bronnen moet door de bemaler worden bepaald op basis van de benodigde verlaging en het te verwachten onttrekkingsdebiet.

5.2.4 Retourbemaling

Vanuit de regelgeving van het hoogheemraadschap wordt geëist dat het grondwater dat met de spanningsbemaling wordt onttrokken wordt geretourneerd in hetzelfde watervoerende pakket, in onderhavige situatie vormen de 1e en 2e zandlaag samen het eerste watervoerend pakket (WVP1). De retourbemaling kan bestaan uit een aantal retourbronnen die op voldoende afstand worden geplaatst van de bouwput. Het water moet worden geïnfiltreerd in de 2e zandlaag, de bovenzijde

van de filters mag maximaal 18,5 m – NAP bedragen, de onderzijde maximaal ca. 50,0 m – NAP. Het exacte aantal retourbronnen, de positie van de bronnen en de lengte van de filters moet door de bemaler worden bepaald op basis van de benodigde verlaging en het te verwachten onttrekkingsdebiet. In overleg met de opdrachtgever is gekozen voor een retourveld in de groenstrook ten westen van de voetbalvelden van SC Buitenveldert. In onderstaande figuur is het retourveld weergegeven.



Figuur 9. Locatie bouwput (geel) en retourveld (paars).

5.3 Uitgangspunten berekening

5.3.1 Rekenmethodiek

Met een modelberekening is het onttrekkingsdebiet en invloedsgebied bepaald van de spanningsbemaling en retourbemaling. De berekening is uitgevoerd met het eindige elementen- en differentieprogramma MicroFem. Het model is opgezet volgens het superpositie beginsel waarbij de verlagingen berekend worden ten opzichte van een op nul gedefinieerde grondwaterstand, waarbij de bodemopbouw relatief sterk is geschematiseerd. Aspecten zoals een regionale variatie in grondwaterstand zijn niet in het model verdisconteerd. De resultaten gelden derhalve als indicatie.

5.3.2 Modelbegrenzing

De randen van het model zijn zodanig gekozen dat de invloed van de gekozen randvoorwaarden op de geohydrologische situatie ter plaatse van het plangebied verwaarloosd mag worden. Als randvoorwaarden zijn in het model aan alle zijden vaste stijghoogten opgegeven.

5.3.3 Schematisering bodemopbouw en bodemeigenschappen

De schematisering van de bodemopbouw alsmede bodemeigenschappen die in de berekening zijn gehanteerd is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 8. Schematisering bodemopbouw buiten bouwput ten behoeve van Microfem berekening.

Laagnummer	Bodemlaag [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Doorlaatvermogen [m²/dag]	Hydraulische weerstand [dagen]	Bergingscoëfficiënt [-]
C1	gws tot - 11,0	var.	---	750	---
H1	- 11,0 tot - 16,5	5,5	100	---	0,25
C2	- 16,5 tot - 17,0	0,5	---	5	---
H2	- 17,0 tot - 51,0	34	700	---	0,01

5.3.4 Bouwputbegrenzing

In de berekening is een grond- en waterkering verdisconteerd door aan de betreffende knooppunten van laag H1 een kD van 0,01 m^2/d toe te kennen.

5.3.5 Fasering

De benodigde stijghoogteverlaging hangt af van het bouwputniveau. Het niveau van de bouwputbodem zal gedurende de werkzaamheden variëren. Voor de bemalingsberekening is uitgegaan van een situatie waarbij onderscheid kan worden gemaakt in 4 fasen. Dit betreffende de volgende fasen:

[1] In de eerste fase zal worden ontgraven tot het niveau waarop het drainerend zandbed met een dikte van 40 cm kan worden aangebracht. In de berekening is uitgegaan van een niveau 6,47 m – NAP, of te wel 0,4 m onder het aanlegniveau van het keldervloer van de laagbouw.

[2] In de tweede fase is het drainerend zandbed aanwezig. Vanaf dit niveau kan het heiwerk worden verricht. Het gehanteerde bouwputbodemniveau bedraagt 6,07 m – NAP.

[3] Nadat de palen zijn aangebracht kunnen in fase 3 de poeren worden gerealiseerd. In de berekening is hiervoor een niveau van 7,07 m – NAP gehanteerd, of te wel de onderzijde van de poeren onder de hoogbouw.

[4] Nadat de poeren zijn gemaakt kan de keldervloer, -wand en -dek worden gestort. De keldervloer kan worden gestort vanaf een niveau overeenkomstig fase 2, of te wel een bouwputbodemniveau van 6,07 m – NAP.

[5] In de berekening is een extra fase gehanteerd indien de werkzaamheden onverhoopt uitlopen. Voor deze fase is eenzelfde bouwputbodemniveau gehanteerd als in fase 4.

5.3.6 Onttrekkings- en retourbronnen

In het model zijn de bemalingsbronnen verdisconteerd als onttrekkings- en retourpunt waaraan met een debiet grondwater wordt onttrokken dan wel geïnfiltreerd. In de berekening zijn 4 onttrekkingspunten in laag H1 en 5 retourpunten in laag H2 toegepast.

5.3.7 Bouwplanning

Voor de inschatting van het totaal waterbezwaar is van de planning uitgegaan zoals gepresenteerd in onderstaande tabel.

Tabel 9. Planning.

Fase	Werkzaamheden	Duur [weken]
1	Grondwerk	3
2	Heiwerk	5
3	Realisatie poeren	8
4	Aanleg keldervloer en verder	16
5	Eventuele onvoorziene uitloop	4
		38

5.3.8 Stijghoogte en verlagingsniveaus

De benodigde stijghoogteverlaging hangt af van de uitvoeringsfase en de op dat moment heersende stijghoogte. In onderstaande tabel zijn de uitgangspunten voor wat betreft de verlagingsniveaus samengevat.

Tabel 10. Verlagingsniveaus stijghoogte.

Fase	Stijghoogte [m – NAP]	Ontgravingsniveau [m – NAP]	Verlagingsniveau [m – NAP]	Verlaging [m]
1. Grondwerk	3,1 (GHS)	6,47	4,50	1,4
	3,3 (GS)	6,47	4,50	1,2
	3,5 (GLS)	6,47	4,50	1,0
2. Heiwerk	3,1 (GHS)	6,07	3,84	0,74
	3,3 (GS)	6,07	3,84	0,54
	3,5 (GLS)	6,07	3,84	0,34
3. Realisatie poeren	3,1 (GHS)	7,07	5,44	2,34
	3,3 (GS)	7,07	5,44	2,14
	3,5 (GLS)	7,07	5,44	1,94
4+5. Keldervloer en verder	3,1 (GHS)	6,07	3,84	0,74
	3,3 (GS)	6,07	3,84	0,54
	3,5 (GLS)	6,07	3,84	0,34

GHS : geschatte hoge stijghoogte op basis van peilbuisgegevens TNO en Waternet.
GS : geschatte gemiddelde stijghoogte op basis van peilbuisgegevens TNO en Waternet.
GLS : geschatte lage stijghoogte op basis van peilbuisgegevens TNO en Waternet.

5.4 Resultaat bemalingsberekening

5.4.1 Indicatie bemalingscapaciteit in m³/uur

5.4.1.1 Spanningsbemaling en retourbemaling

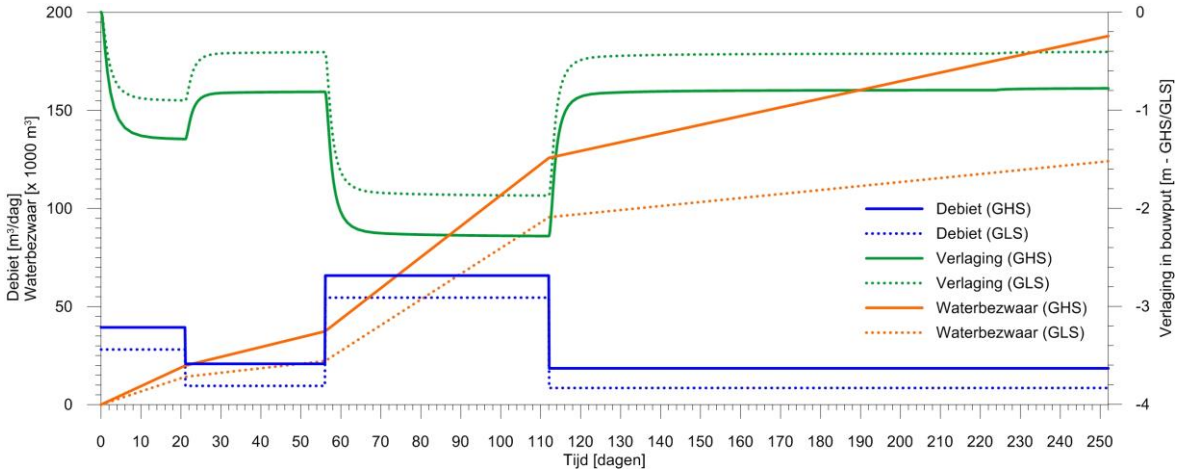
In onderstaande tabel is het onttrekkingsdebiet gepresenteerd dat naar verwachting met de spanningsbemaling zal worden onttrokken en met de retourbemaling moet worden geïnfiltreerd.

Tabel 11. Indicatie waterbezwaar dat moet worden onttrokken met de spanningsbemaling en geretourneerd met de retourbemaling.

Fase	Stijghoogte [m – NAP]	Verlagingsniveau [m – NAP]	Verlaging [m]	Debiet [m³/uur]
1. Grondwerk	3,1 (GHS)	4,50	1,4	ca. 40
	3,3 (GS)	4,50	1,2	ca. 35
	3,5 (GLS)	4,50	1,0	ca. 30
2. Heiwerk	3,1 (GHS)	3,84	0,74	ca. 20
	3,3 (GS)	3,84	0,54	ca. 15
	3,5 (GLS)	3,84	0,34	ca. 10
3. Realisatie poeren	3,1 (GHS)	5,44	2,34	ca. 65
	3,3 (GS)	5,44	2,14	ca. 60
	3,5 (GLS)	5,44	1,94	ca. 55
4+5. Keldervloer en verder	3,1 (GHS)	3,84	0,74	ca. 20
	3,3 (GS)	3,84	0,54	ca. 15
	3,5 (GLS)	3,84	0,34	ca. 10

Debiet afgerond op 5 m³/uur.

In navolgende figuur is de verloop van het debiet, waterbezwaar en verlaging in de tijd weergegeven.



Figuur 10. Debiet, waterbezwaar en stijghoogteverlaging in laag H1 (1e zandlaag) als gevolg van de spanningsbemaling.

5.4.2 Freatische bemaling

Met de freatische bemaling moet binnen de bouwput neerslag en lek door de grond- en waterkering worden afgemalen. De lek door de grond- en waterkering zal naar verwachting ca. 5 m³/uur bedragen.

De hoeveelheid neerslag die moet worden afgemalen is gelijk aan de dagneerslag vermenigvuldigd met de oppervlakte van de bouwput. Gezien de duur van de werken is voor de bepaling van de extreme neerslaghoeveelheid uitgegaan van een situatie die eens per tien jaar verwacht mag worden. Bij een jaargemiddelde neerslag tussen 750 mm en 900 mm bedraagt de dagneerslag die met een frequentie van 1/10 jaar voorkomt 53 mm. Het gemiddelde waterbezwaar als gevolg van deze extreme neerslag bedraagt voor de bouwput ca. 5 m³/uur.

Voor de freatische bemaling dient derhalve rekening te worden gehouden met een debiet van ca. 10 m³/uur.

5.4.3 Waterbezwaar

Op basis van de genoemde uitgangspunten een inschatting gemaakt van het totale waterbezwaar, uitgaande van de conservatieve aanname dat gedurende de gehele bouw sprake is van een gemiddeld hoge stijghoogte. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de hoeveelheid water die met de spanningsbemaling wordt onttrokken en moet worden geïnfiltreerd met de retourbemaling alsmede de hoeveelheid water die met de freatische bemaling wordt onttrokken en moet worden geloosd op open water of het riool.

Tabel 12. Indicatie waterbezwaar dat met de spanningsbemaling wordt onttrokken en met de retourbemaling moet worden geïnfiltreerd.

Fase	Werkzaamheden	Duur [weken]	Debiet spannings-/retourbemaling [m³/uur]	Waterbezwaar [1] [m³]
1	Grondwerk	3	ca. 40	ca. 20.500
2	Heiwerk	5	ca. 20	ca. 17.000
3	Realisatie poeren	8	ca. 65	ca. 87.500
4	Aanleg keldervloer en verder	16	ca. 20	ca. 54.000
5	Eventuele onvoorziene uitloop	4	ca. 20	ca. 13.500
	Totaal:	38		ca. 192.500

[1] Waterbezwaar afgerond op 500 m³.

Tabel 13. Indicatie waterbezwaar dat met de freatische bemaling wordt onttrokken en moet worden geloosd.

Fase	Werkzaamheden	Duur [weken]	Debiet freatische bemaling [m³/uur]	Waterbezwaar [1)] [m³]
1	Grondwerk	3	ca. 5	ca. 2.500
2	Heiwerk	5	ca. 5	ca. 4.200
3	Realisatie poeren	8	ca. 5	ca. 7.000
4	Aanleg keldervloer en verder	16	ca. 5	ca. 13.500
5	Eventuele onvoorziene uitloop	4	ca. 5	ca. 3.400
	Totaal:	38		ca. 24.300

[1)] Waterbezwaar afgerond op 100 m³.

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat in totaal 192.500 m³ + 30.600 m³ = 223.100 m³ zal worden onttrokken met de spanningsbemaling en freatische bemaling.

5.4.4 Beïnvloeding grondwaterstand omgeving

Onder invloed van de bemaling wordt de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving verlaagd. Doordat de kelder wordt uitgevoerd binnen een met een grond- en waterkering omsloten bouwput zal de freatische grondwaterstand slechts beperkt worden beïnvloed. Naar verwachting zal tot maximaal ca. 25 m uit bouwput een beperkte grondwaterstandsverlaging van enkele centimeters tot maximaal een decimeter worden bereikt.
Middels het bemalingsmodel is de stijghoogte verlaging en verhoging berekend die zal optreden als gevolg van de bemaling en de retourbemaling. Hieruit blijkt dat de maximale stijghoogteverlaging en -verhoging buiten de bouwput wordt bereikt in fase 3 (realisatie poeren). Het invloedsgebied is het grootst in fase 4 voor wat betreft de verlaging en fase 3 voor wat betreft de verhoging. In onderstaande tabel is de afstand tot de 5 cm verlaging- dan wel verhogingscontour gepresenteerd.

Tabel 14. Invloedsgebied spanningsbemaling.

Fase	Afstand tot 5 cm contour tijdens GLS condities [m]		Afstand tot 5 cm contour tijdens GHS condities [m]	
	Stijghoogte verlaging	*Stijghoogte verhoging*	*Stijghoogte verlaging*	*Stijghoogte verhoging*
1	90	250	150	310
2	115	200	210	350
3	300	540	380	610
4	300	250	420	500
5	280	150	400	420

Onder bijlage D zijn de verlaging- en verhogingslijnen weergegeven zoals deze gedurende hoge en lage stijghoogte condities zijn berekend.

5.4.5 Verschil theorie praktijk

Bemalingsberekeningen gaan uit van een modellering waarbij de bodemopbouw relatief sterk wordt geschematiseerd. Hoewel de schematisatie op basis van de onderzoeksresultaten zo goed mogelijk is doorgevoerd kan de situatie in de praktijk afwijken van hetgeen op basis van het model is berekend. In onderhavige situatie zit de onderzekerheid met name in de doorlatendheid van de kleilaag tussen de 1e en 2e zandlaag.
Er is geen sprake is van een continu over het grondvlak van de bouwput aanwezige waterremmende laag maar van meerdere dunne waterremmende laagjes met een begrensde horizontale verbreiding op telkens verschillende niveaus.

5.5 Toetsing aan regelgeving

5.5.1 Inleiding

Voor algemene informatie aangaande wet- en regelgeving die van belang is bij bemalingen wordt verwezen naar de “algemene richtlijnen bemaling” die onder bijlage E aan dit rapport zijn toegevoegd. In het navolgende wordt het berekende waterbezwaar getoetst aan de voor de projectlocatie geldende criteria.

5.5.2 Bevoegd gezag

Bevoegd gezag voor wat betreft het onttrekken en infiltreren van grondwater en het lozen op oppervlaktewater is het Hoogheemraadschap van Amstel, Gooi en Vecht. Voor lozing op het riool is in de meeste gevallen de gemeente het bevoegd gezag.

5.5.3 Onttrekking grondwater

Conform de Keur geldt voor het onttrekken van grondwater de volgende regelgeving. Een bemaling is vergunningplichtig indien:

[1] Meer wordt onttrokken dan 15.000 m^3 per maand.
[2] Meer wordt onttrokken dan 50 m^3 per uur.
[3] De bemalingswerkzaamheden langer duren dan 6 maanden.
[4] Door het waterschap wordt als aanvullende eis gesteld dat bij een waterbezwaar van meer dan 15.000 m^3 per maand het water moet worden teruggebracht in hetzelfde watervoerend pakket.

Uit hetgeen gepresenteerd in paragraaf 5.4 blijkt dat op basis van alle 4 genoemde punten een watervergunning nodig is. In verband met de hoeveelheid te onttrokken grondwater per maand moet het grondwater dat met de spanningsbemaling wordt onttrokken worden geretourneerd in het eerste watervoerend pakket.

5.5.4 Lozing bronneringswater

Alhoewel conform de Keur het onttrokken grondwater moet worden geïnfiltreerd in de ondergrond zal vanuit een praktisch oogpunt een deel van het grondwater moeten worden geloosd. Dit betreft het freatische grondwater dat met de open bemaling wordt onttrokken. Tevens moet mogelijk incidenteel grondwater dat met de spanningsbemaling wordt onttrokken worden geloosd, bijvoorbeeld tijdens onderhoud aan de retourbronnen of een calamiteit.
In het algemeen geldt dat bronneringswater kan worden geloosd op oppervlaktewater of het riool. Lozing op oppervlakte water heeft hierbij de voorkeur. Beide zijn in de nabije omgeving van de projectlocatie aanwezig.

Geadviseerd wordt tijdig de betreffende instanties (gemeente en hoogheemraadschap) te benaderen met betrekking tot de wijze van lozen. Binnen dit kader zijn tevens de grondwaterkwaliteitsgegevens van belang, deze zijn gepresenteerd in [4]. Uit de resultaten blijkt dat er geen sprake is van grondwaterverontreinigingen. Wel is sprake van relatief hoge waarden ijzer en onopgeloste bestandsdelen in het freatische grondwater en een hoog ijzergehalte in grondwater in de eerste zandlaag (zie tabel).

Tabel 15. Gehalte ijzer, chloride en onopgesloste bestanddelen.

Peilbuis	Filter	Filterdiepte [m tov NAP]	IJzer totaal [µg/l]	Chloride [mg/l]	Onopgeloste bestanddelen [mg/l]
MB-02	PB-01	-2,75 tot -3,75	52.000	45	380
MB-02	PB-02	-12,5 tot -13,5	11.000	310	20
MB-02	PB-03	-35 tot -36	160	56	<10

Bij het lozen van het freatische water dient rekening te worden gehouden dat mogelijk een ontijzeringsinstallatie en bezinkbak nodig is.

5.6 Richtlijnen en kwaliteitszorg bemaling

Onder bijlage E zijn richtlijnen gegeven die betrekking hebben op de bemaling. Onder meer wordt ingegaan op het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen, op de relatie tussen de bemaling en de omgeving, op de wet- en regelgeving, op aspecten die van toepassing zijn op de bouwput, het werkterrein en de inrichting en uitvoering van de bemaling. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

6. INVLOED BEMALING OP OMGEVING

6.1 Inleiding

Een bemaling beïnvloed de stand van het grondwater in de omgeving. Van belang is dat als gevolg hiervan geen belangen van derden worden geschaad. In het navolgende wordt op de diverse belangen nader ingegaan.

6.2 Maaiveldzetting

Een verlaging van de stijghoogte in het watervoerend zandpakket leidt tot een afname van de waterspanning en een toename van de korrelspanning in de bodem. Indien de stijghoogte wordt verlaagd tot beneden de niveaus die in het verleden reeds zijn opgetreden, en indien beneden deze niveaus sprake is van zettinggevoelige bodemlagen dan bestaat de kans dat afhankelijk van de bodemopbouw een zekere extra zakking optreedt.
Op de projectlocatie is sprake van een Holocene deklaag tot een diepte van 11 m – NAP. Bij deze bodemopbouw bestaat er een kans op maaiveldzetting indien de stijghoogte wordt verlaagd tot beneden de historisch laagste grondwaterstand.

Om een beeld te krijgen van de maaiveldzetting is een zettingsberekening gemaakt. Voor de berekening van de zetting is de opbouw van de bodem geschematiseerd op basis van het beschikbare geotechnisch veld- en labonderzoek. De bodemeigenschappen zijn bepaald op basis van de resultaten van het veld- en labonderzoek in combinatie met tabel 2.b van NEN 9997-1:2016 en ervaring van ons bureau.

Tabel 16. Bodemopbouw ten behoeve van zettingsberekening met D-Settlement.

Laag	Grondsoort	Bovenzijde [m tov NAP]	Onderzijde [m tov NAP]	γ'_d / γ'_s [kN/m^2]	RR [-]	CR [-]	Cα [m²/s]	OCR [-]
1	Topzand	-1,0	-2,1	17,0/19,0	0,0038	0,0115	0,0000	1,30
2	Klei 1	-2,1	-2,4	17,0/17,0	0,0511	0,1533	0,0061	1,74
3	Hollandveen	-2,4	-3,9	10,0/10,0	0,1533	0,4600	0,0230	2,00
4	Klei 2	-3,9	-4,6	12,3/12,3	0,1022	0,3067	0,0153	2,00
5	Klei 3	-4,6	-7,5	17,0/17,0	0,0510	0,1530	0,0060	1,72
6	Tussenzand	-7,5	-8,3	17,4/17,4	0,0017	0,0051	0,0000	1,30
7	Klei 4	-8,3	-10,6	15,4/15,4	0,0767	0,2300	0,0092	1,74
8	Basisveen	-10,6	-11,0	10,0/10,0	0,1533	0,4600	0,0230	2,00
9	Zand 3	-11,0	-16,5	18,0/20,0	0,0013	0,0038	0,0000	1,30

met:	γ_d	: volumiek gewicht droge grond (natuurlijk vochtgehalte)	[kN/m^3]
	γ_s	: volumiek gewicht verzadigde grond	[kN/m^3]
	RR	: primaire samendrukkingsconstante voor de grensspanning	[-]
	CR	: primaire samendrukkingsconstante na de grensspanning	[-]
	Cα	: secundaire samendrukkings-constante (kruip)	[-]
	OCR	: Over Consolidatie Ratio	[-]

Voor het bepalen van de zetting is voor wat betreft de verlaging van de grondwaterstand uitgegaan van hetgeen is berekend met het bemalingsmodel bij gemiddeld lage stijghoogtecondities direct buiten de bouwput. In onderstaande tabel is de gehanteerde verlaging gepresenteerd.

Tabel 17. Stijghoogte direct buiten de bouwput ten behoeve van zettingsberekening.

Fase	Begintijd [dagen]	Eindtijd [dagen]	Verlaging ten opzichte van GLS [m – GLS]	Verlaging ten opzichte van NAP [m – NAP]
1	0	21	0,25	3,75
2	22	56	0,25	3,75
3	57	112	0,45	3,95
4	113	224	0,30	3,80
5	225	252	0,30	3,80

Bij de genoemde uitgangspunten wordt gedurende de bemalingsperiode direct buiten de bouwput een zetting berekend van ca. 5 mm als gevolg van de spanningsbemaling. Op grotere afstand zal de stijghoogteverlaging minder zijn, waardoor de maaiveldzetting zal afnemen met de afstand tot de bouwput.

In de praktijk zal de maaiveldzetting minder zijn dan berekend, doordat:

- Voor de samendrukkingseigenschappen in de berekening in aansluiting op NEN 9997-1:2016 is uitgegaan van karakteristieke waarden oftewel lage representatieve ervaringswaarden voor de samendrukkingseigenschappen van de ondergrond. Dit betekent dat er een grotere kans is dat de daadwerkelijk optredende zettingen iets lager zullen uitvallen, dan dat de zettingen hoger zullen zijn.
- Bij de zettingsberekening is uitgegaan van een gemiddeld lage stijghoogte, in plaats van de historische laagste stijghoogte.

Opmerking:

- Buiten de bouwput zal binnen een straal van ca. 25 m ook de freatische grondwaterstand mogelijk maximaal ca. 10 cm worden verlaagd gedurende de werkzaamheden. Gezien de natuurlijke grondwaterstandsfluctuatie zal deze beperkte freatische grondwaterstands-verlaging niet resulteren in noemenswaardige maaiveldzetting.
- Als gevolg van natuurlijke processen zal het maaiveld autonome zetting ondergaan. De autonome zetting bedraagt naar verwachting ca. 1 mm/jaar.

6.3 Bebouwing en infrastructuur

Binnen het invloedsgebied van de bemaling waarbinnen een verlaging van de grondwaterstand optreedt is sprake van diverse bebouwing en infrastructuur. Dit betreffen nagenoeg enkel onderwijsgebouwen en kantoorpanden. Deze panden zullen op betonnen palen zijn gefundeerd. Deze panden zullen geen schade ondervinden van de beperkte stijghoogte verlaging en minimale maaiveldzeting die buiten de bouwput zal optreden.

Er kan niet worden uitgesloten dat er mogelijk toch enkele op staal of houten palen gefundeerde bouwwerken aanwezig zijn. Daar waar de freatische grondwaterstand wordt verlaagd is geen sprake van bebouwing op houten palen, beïnvloeding van houten palen is dan ook niet aan de orde. Daarnaast is de maaiveldzetting dermate gering dat schade aan op staal gefundeerde bebouwing ook niet wordt verwacht.

Aanwezige kabels- en leiding, welke niet zijn onderheid, zullen de maaiveldzetting volgen. Gezien de beperkte maaiveldzetting van minder dan 5 mm zal er geen negatieve invloed worden uitgeoefend op kabels en leidingen.

Het spoor ten noorden van de nieuwbouw valt net binnen de 5 cm verlagingscontour. Op deze afstand worden geen zettingen van enige betekenis verwacht, van invloed naar het spoor zal dan ook geen sprake zijn.

6.4 Natuur, groen en agrarische waarden

In de omgeving van de nieuwbouw staan diverse bomen. Er is geen sprake van beschermde natuurwaarden of Natura2000 gebieden. Als gevolg van de bemaling zal de stijghoogte worden verlaagd dan wel verhoogt in het eerste watervoerend pakket. Als gevolg van de Holocene deklaag zal geen verlaging- of verhoging van de freatische grondwaterstand plaatsvinden waar begroeiing negatief door wordt beïnvloed.

6.5 Bodem- en grondwaterverontreinigingen

Volgens informatie van het Bodemloket zijn binnen het invloedsgebied van de bemaling geen ernstige grondwaterverontreinigingen aanwezig in het eerste watervoerend pakket. Er zijn wel bodemverontreinigingen aanwezig in de Holocene deklaag, deze liggen echter buiten het invloedsgebied van de freatische grondwaterstand en worden daardoor niet beïnvloed.

6.6 Bestaande grondwateronttrekkingen

Binnen het invloedsgebied van de bemaling zijn verschillende KWO-systemen aanwezig. Deze KWO-systemen hebben een filterdiepte in het twee en/of derde watervoerend pakket. Als gevolg van de scheidende laag die tussen het eerste en tweede watervoerend pakket aanwezig is zal geen negatieve invloed worden uitgeoefend op KWO-systemen.

6.7 Archeologische en cultuurhistorische waarden

Volgens de online kaart Bodemvisie van de Provincie Noord-Holland is binnen het invloedsgebied van de bemaling geen sprake van aardkundige, archeologische en cultuurhistorische waarden.

6.8 Zoet-Brak-Zout grensvlak

Op basis van grondwaterkwaliteitsgegevens uit Dinoloket en [4] ligt het grensvlak tussen het zoet en brak grondwater naar verwachting op een diepte van ca. 50 m – NAP, rond de onderzijde van het eerste watervoerend pakket en bovenzijde van het tweede watervoerend pakket. Het grensvlak tussen brak en zout grondwater ligt naar verwachting op een diepte van ca. 80 m, in het tweede watervoerend pakket.
De grondwateronttrekking vindt plaatst in de eerste zandlaag, aan de bovenzijde van het eerste watervoerend pakket. Als gevolg van de waterremmende laag die tussen de eerste en twee zandlaag aanwezig is (tussen ca. 16,5 à 17 m – NAP) zal op een diepte van 50 m – NAP geen noemenswaardige opwaartse grondwaterverplaatsing plaatsvinden als gevolg van de spanningsbemaling. Verplaatsing van het zoet-brak grensvlak ter plaatste van de bouwput zal dan ook niet ook niet optreden.
Ter plaatse van de retourbemaling zal zoet grondwater worden geïnfiltreerd in de tweede zandlaag. Indien het zoet brak grensvlak zich nog net in het eerste watervoerend pakket bevindt zal als gevolg van het infiltreren van grondwater het zoet-brak grensvlak mogelijk iets neerwaarts verplaatsen. Nadat de bemalingswerkzaamheden gereed zijn zal het grensvlak weer herstellen tot het oorspronkelijke niveau.

Het brak-zout grensvlak bevindt zich in het tweede watervoerend pakket. Zowel de onttrekking als infiltratie vindt plaats in het eerste watervoerend pakket, tussen deze pakket is een waterremmende laag aanwezig met een dikte van enkele meters waardoor het brak-zout grensvlak niet zal worden beïnvloed.

6.9 Kwel en inzijging

Op de projectlocatie is in de natuurlijke situatie sprake van inzijging, de freatische grondwaterstand is hoger dan de stijghoogte van het eerste watervoerend pakket. Als gevolg van de spanningsbemaling zal tijdelijk de stijghoogte worden verlaagd waardoor in theorie iets meer inzijging optreedt. Het Holocene pakket is echter dermate ondoorlatend dat in de praktijk geen extra inzijging op zal treden gedurende de bemalingsperiode.
In een gebied rondom de retourbemaling zal tijdelijk de stijghoogte iets worden verhoogt. Uit de bemalingsberekening volgt nabij de retourbronnen een stijghoogte verhoging van maximaal ca. 0,8 m tot opzichte van een gemiddelde hoge stijghoogte, of te wel 2,3 m – NAP. De gemiddelde freatische grondwaterstand bedraagt 1,8 m – NAP, ter plaatse van retourbronnen zal derhalve ook tijdens de bemaling sprake zijn van inzijging.

6.10 Stabiliteit maaiveld nabij retourbronnen

Nabij de retourbronnen wordt de stijghoogte verhoogd 0,8 m ten opzichte van een gemiddeld hoge stijghoogte, of te 2,3 m – NAP.
In onderstaande tabellen is voor twee situaties de stabiliteit van het maaiveld getoetst als gevolg van de stijghoogte verhoging. Dit betreft een situatie waarbij maaiveld op een niveau van 1,0 m – NAP (huidig maaiveld volgens het AHN) en een situatie waarbij een watergang aanwezig met een bodempeil van 4 m – NAP (3 m – maaiveld).
Uit de resultaten blijkt dat voor beide beschouwde situaties de veiligheid ruimschoots voldoende is.

Tabel 18. Resultaten berekening grond- en waterdruk nabij retourbemaling – maaiveld 1,0 m – NAP.

Rekenwaarde gronddruk ($\gamma_{m;g}$ = 0,9)						Rekenwaarde waterdruk		
Laag	Grondsoort (hoofdbestanddeel)	Bovenzijde [m - NAP]	d_d [m]	$\gamma_{sat/dr;kar}$ [kN/m^3]	f [-]	Parameter		
1	Zand	-1,0	1,1	17,0	1			
2	Klei	-2,1	0,3	17,0	1			
3	Veen	-2,4	1,5	10,0	1			
4	Klei	-3,9	0,7	12,3	1			
5	Klei	-4,6	2,9	17,0	1	H	2,3	[m - NAP]
6	Zand	-7,5	0,8	17,4	1	B	11	[m - NAP]
7	Klei	-8,3	2,3	15,4	1	γ_w	9,81	[kN/m^3]
8	Veen	-10,6	0,4	10,0	1	$\gamma_{f;g;u}$	1,0	[-]
Rekenwaarde gronddruk:				135,0	[kN/m^2]	Rekenwaarde waterdruk:	85,3	[kN/m^2]

Tabel 19. Resultaten berekening grond- en waterdruk nabij retourbemaling – maaiveld 4,0 m – NAP.

Rekenwaarde gronddruk ($\gamma_{m;g}$ = 0,9)						Rekenwaarde waterdruk		
Laag	Grondsoort (hoofdbestanddeel)	Bovenzijde [m - NAP]	d_d [m]	$\gamma_{sat/dr;kar}$ [kN/m^3]	f [-]	Parameter		
1	Klei	-4,0	0,6	12,3	1			
2	Klei	-4,6	2,9	17,0	1	H	2,3	[m - NAP]
3	Zand	-7,5	0,8	17,4	1	B	11	[m - NAP]
4	Klei	-8,3	2,3	15,4	1	γ_w	9,81	[kN/m^3]
5	Veen	-10,6	0,4	10,0	1	$\gamma_{f;g;u}$	1,0	[-]
Rekenwaarde gronddruk:				99,0	[kN/m^2]	Rekenwaarde waterdruk:	85,3	[kN/m^2]

Bij een maaiveldhoogte van 1,0 m – NAP bedraagt de rekenwaarde van de gronddruk 135 kN/m^3 op de onderzijde van de basisveenlaag (zie tabel 18). Dit houdt in dat de stijghoogte kan stijgen tot 2,77 m + NAP voordat er onvoldoende veiligheid is tegen opbarsten.

6.11 Grondwaterkwaliteit bemaling/retourbemaling

Uit de grondwateranalyse [4] kan worden geconcludeerd dat het grondwater dat met de spanningsbemaling wordt onttrokken niet is verontreinigd. De grondwaterkwaliteit ter plaatse van het retourveld wordt daardoor niet in negatieve zin beïnvloed.

7. MONITORING

Op basis van hetgeen in voorgaand hoofdstuk is gepresenteerd wordt er geen invloed naar de omgeving verwacht. Desalniettemin wordt geadviseerd tijdens de uitvoering van de werkzaamheden de volgende aspecten te monitoren:

- Gedurende de periode dat wordt bemalen moet dagelijks de debietstand worden gemonitord. Per dag moet van de freatische, spannings- én retourbemaling het debiet, de datum en het tijdsstip worden vastgelegd.
- Minimaal één week voorafgaand tot één week na afloop van de bemalingswerkzaamheden moet de grondwaterstand en stijghoogte worden gemonitord. Dit kan door enkele peilbuizen te plaatsen rond de bouwput en de retourbemaling. Geadviseerd wordt de grondwaterstand en stijghoogte te monitoren met automatische dataloggers.
- Er wordt geen noemenswaardige maaiveldzetting verwacht. Monitoring van deformatie van panden is ons inziens dan ook niet noodzakelijk.

De monitoring moet worden uitgevoerd op basis van een monitoringsplan. Dit monitoringsplan moet uiteraard voorafgaand aan de werkzaamheden worden opgesteld. In dit plan moeten minimaal de volgende onderdelen aan bod komen:

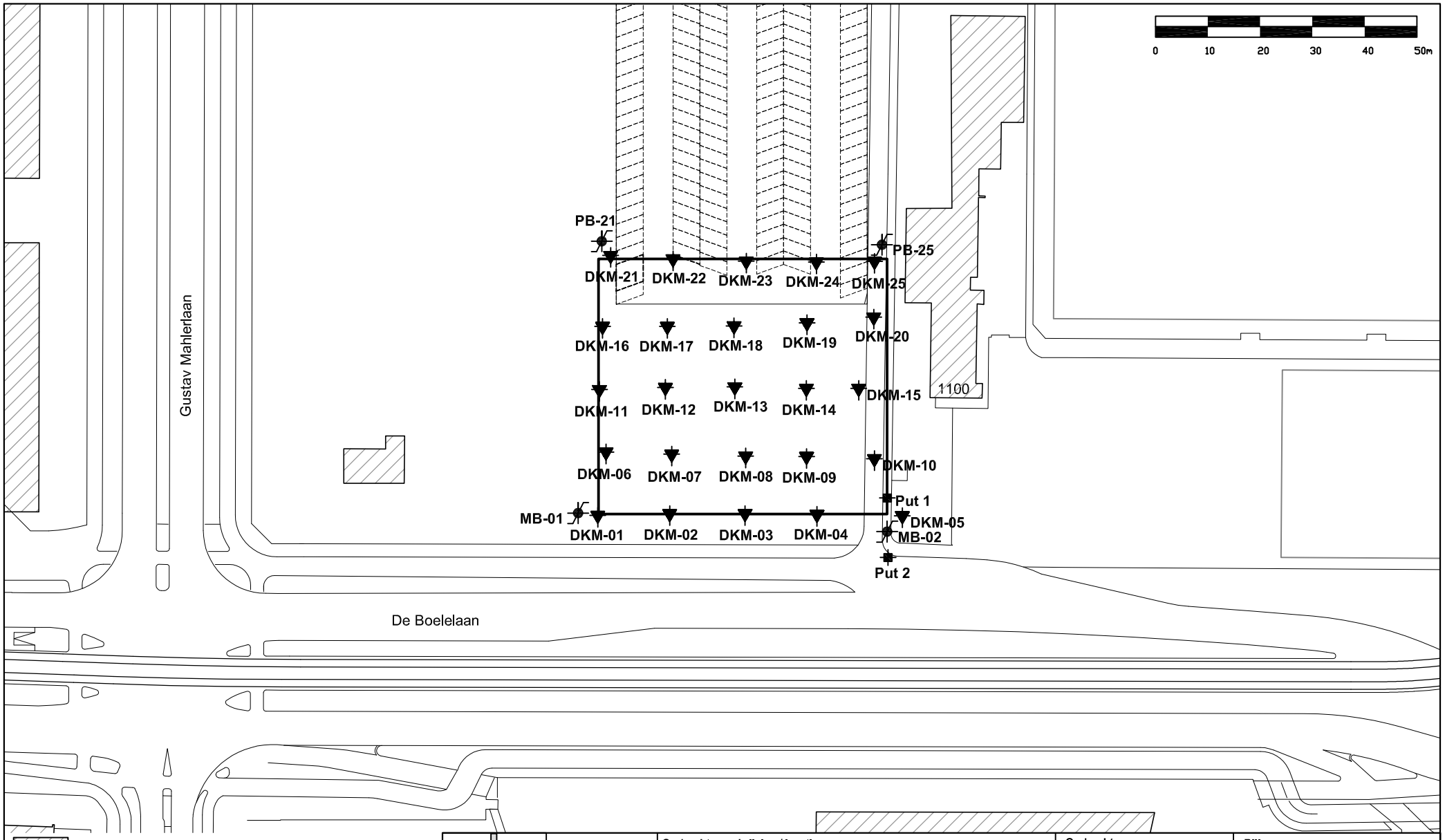
- Monitoringswijze
- Monitoringslocaties
- Meetnauwkeurigheid
- Meetfrequenties
- Attentie- en interventiewaarden
- Maatregelen- en terugvalscenario's
- Presentatie resultaten
- Taakverdeling monitoringswerkzaamheden

Desgewenst kunnen de monitoringswerkzaamheden door ons bureau worden uitgevoerd.

Bijlage A

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau
Postbus 94
5690 AB SON EN BREUGEL

T 0499-471792
F 0499-477202
E post@inpijn-blokpoel.com



Bestaande bebouwing

Bron:	E-mail digitale tekening
Bureau + vestigingsplaats:	VU Vrije Universiteit Amsterdam
Tekening- / bladnummer:	5100001b / 1451-B-01-
Datum laatste bewerking:	-

N

INPIJN-BLOKPOEL
Ingenieursbureau

Opdrachtomschrijving / locatie:	Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam
Omschrijving tekening:	Situatietekening

Opdrachtnummer: 02P009177	Bijlage: SIT-01	
Bewerkt: JBS	Datum: 25-07-2017	
X, Y: RD	Schaal: 1 : 1000	Formaat: A4

Deze situatietekening dient om inzicht te geven in de locatie van de meet- en onderzoekspunten. De tekening dient niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

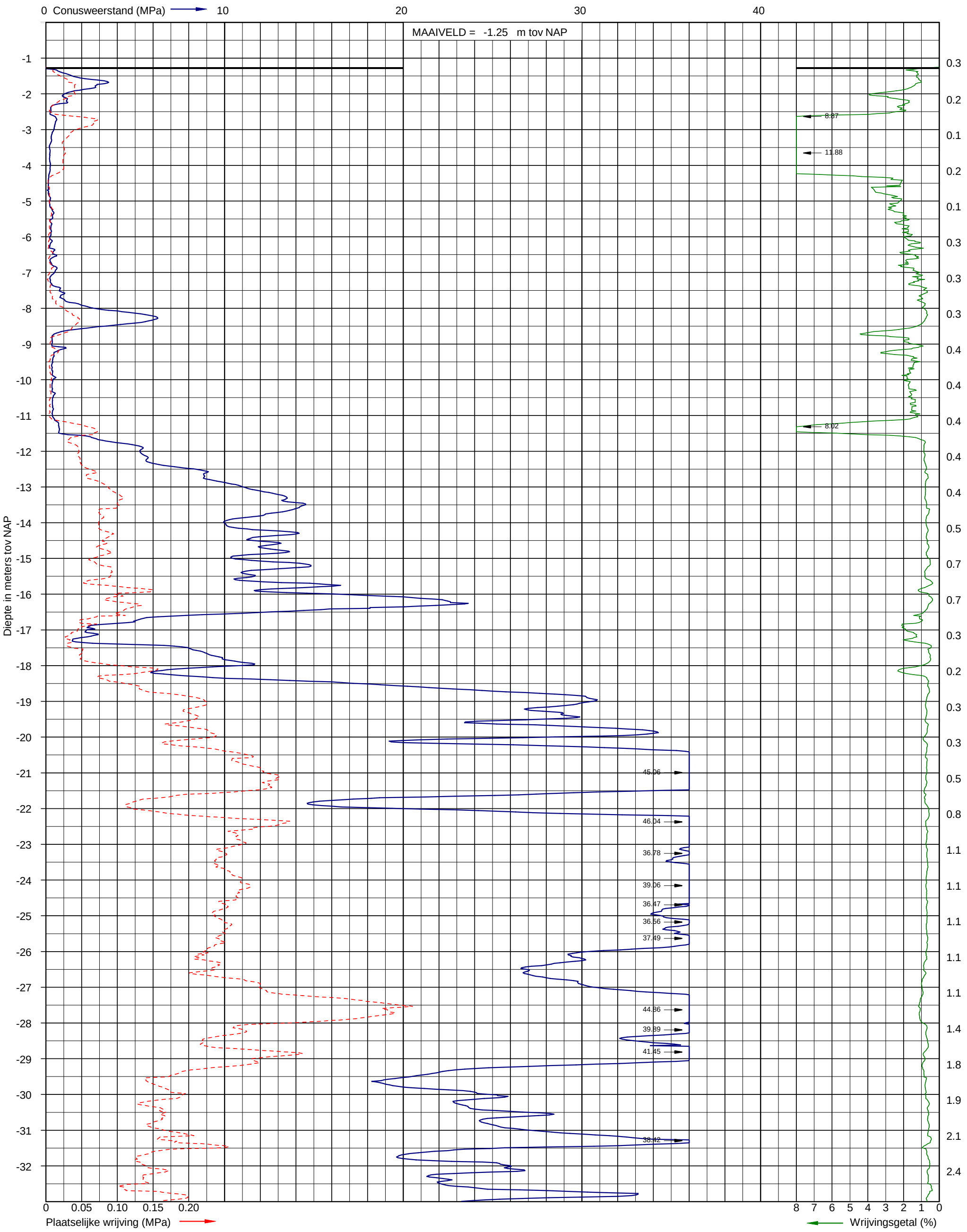
\\vm-fs01\data\opdrachten\02\0091\02p009177\06-veldwerk\04-tekeningen\02p009177-sit-01-jbs.dwg

Bijlage B

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau
Postbus 94
5690 AB SON EN BREUGEL

T 0499-471792
F 0499-477202
E post@inpijn-blokpoel.com

Opdracht: 02P009177
Project: Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 15 cm²
Conusnummer: I-CFXY-15

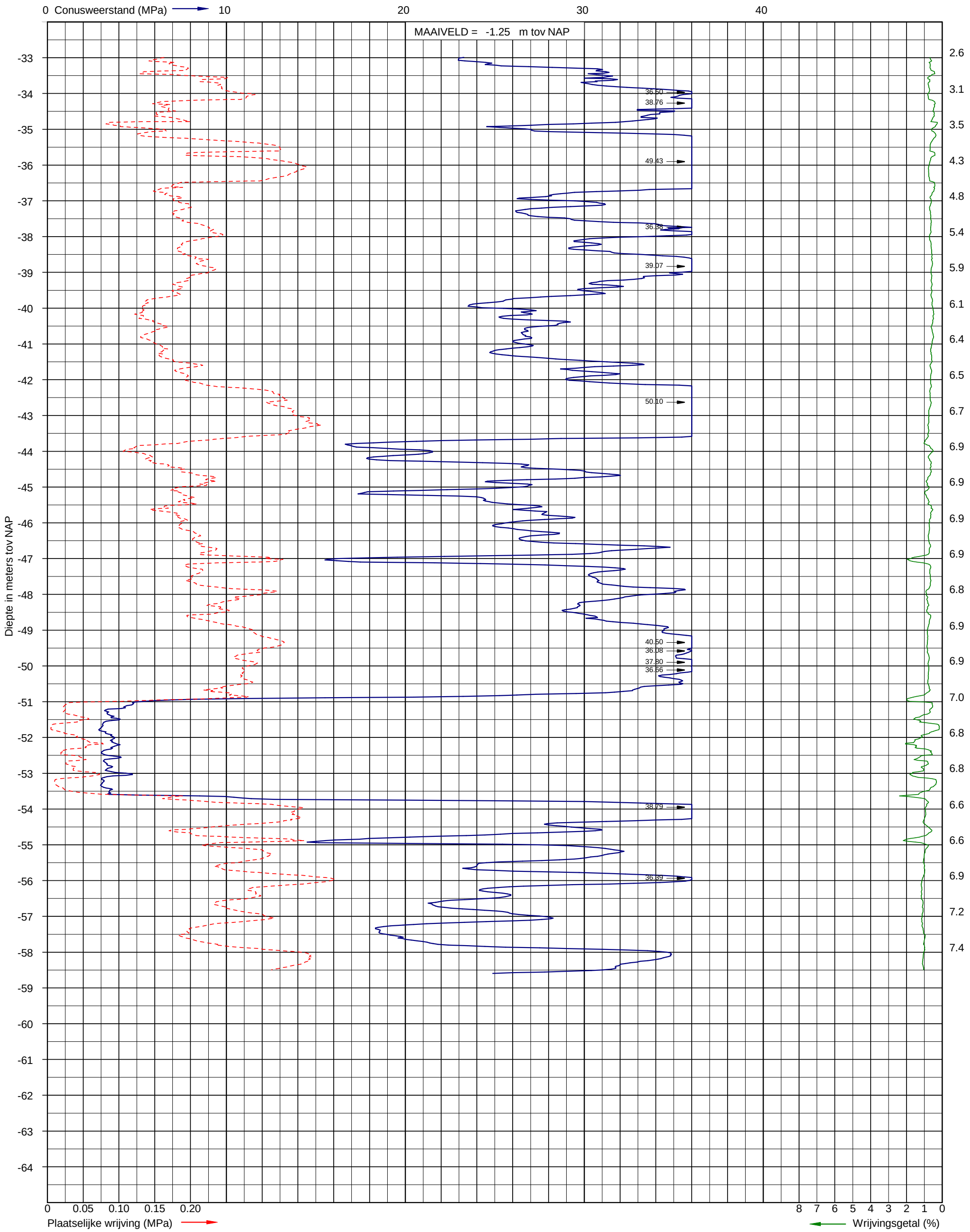
Uitvoerder: RHL-S22
Datum: 9-5-2017
GWS (m-mv):

X: 119272
Y: 483221

Sondering DKM-16

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P009177
Project: Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 15 cm²
Conusnummer: I-CFXY-15

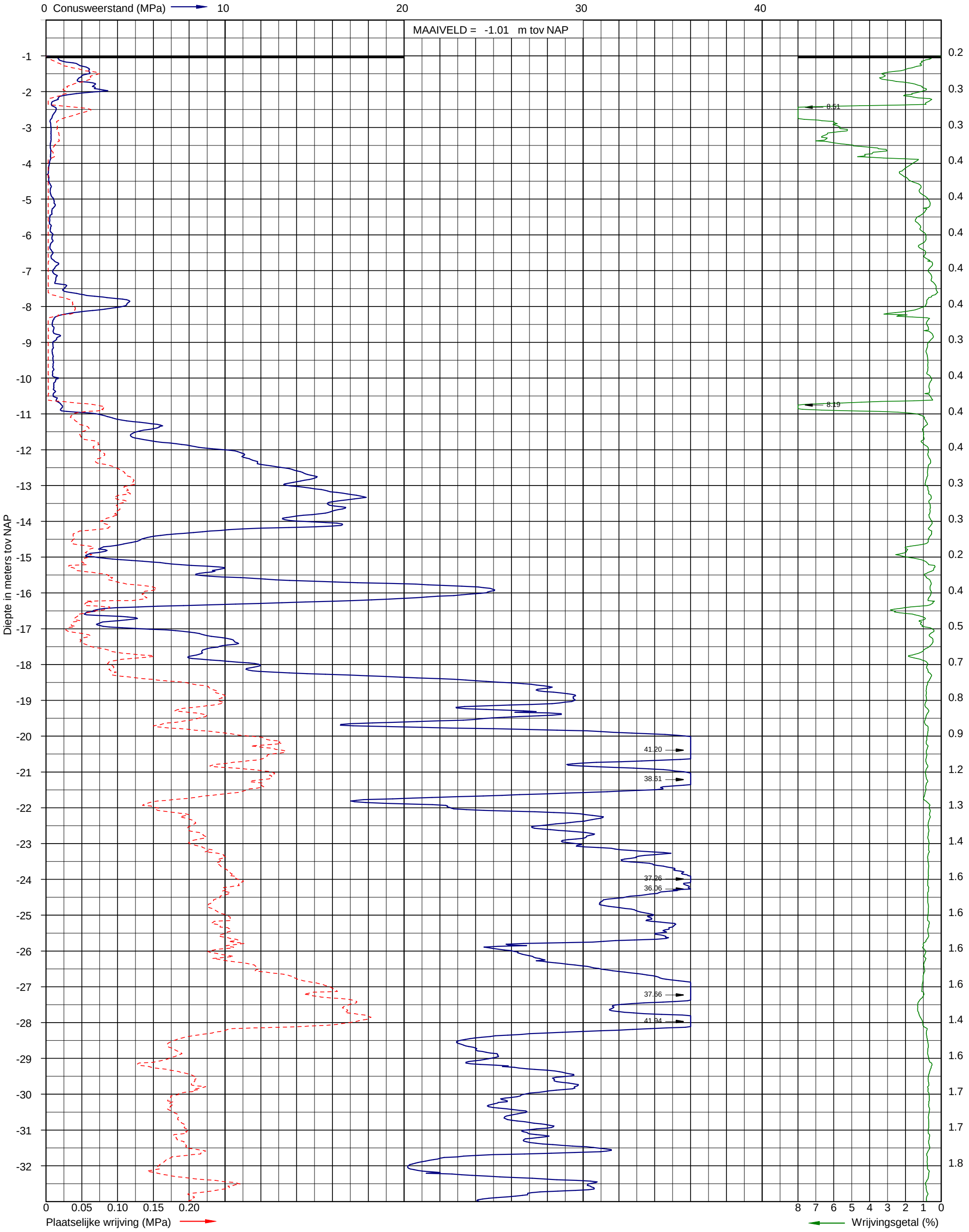
Uitvoerder: RHL-S22
Datum: 9-5-2017
GWS (m-mv):

X: 119272
Y: 483221

Sondering DKM-16

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P009177
Project: Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 15 cm^2
Conusnummer: I-CFXY-15

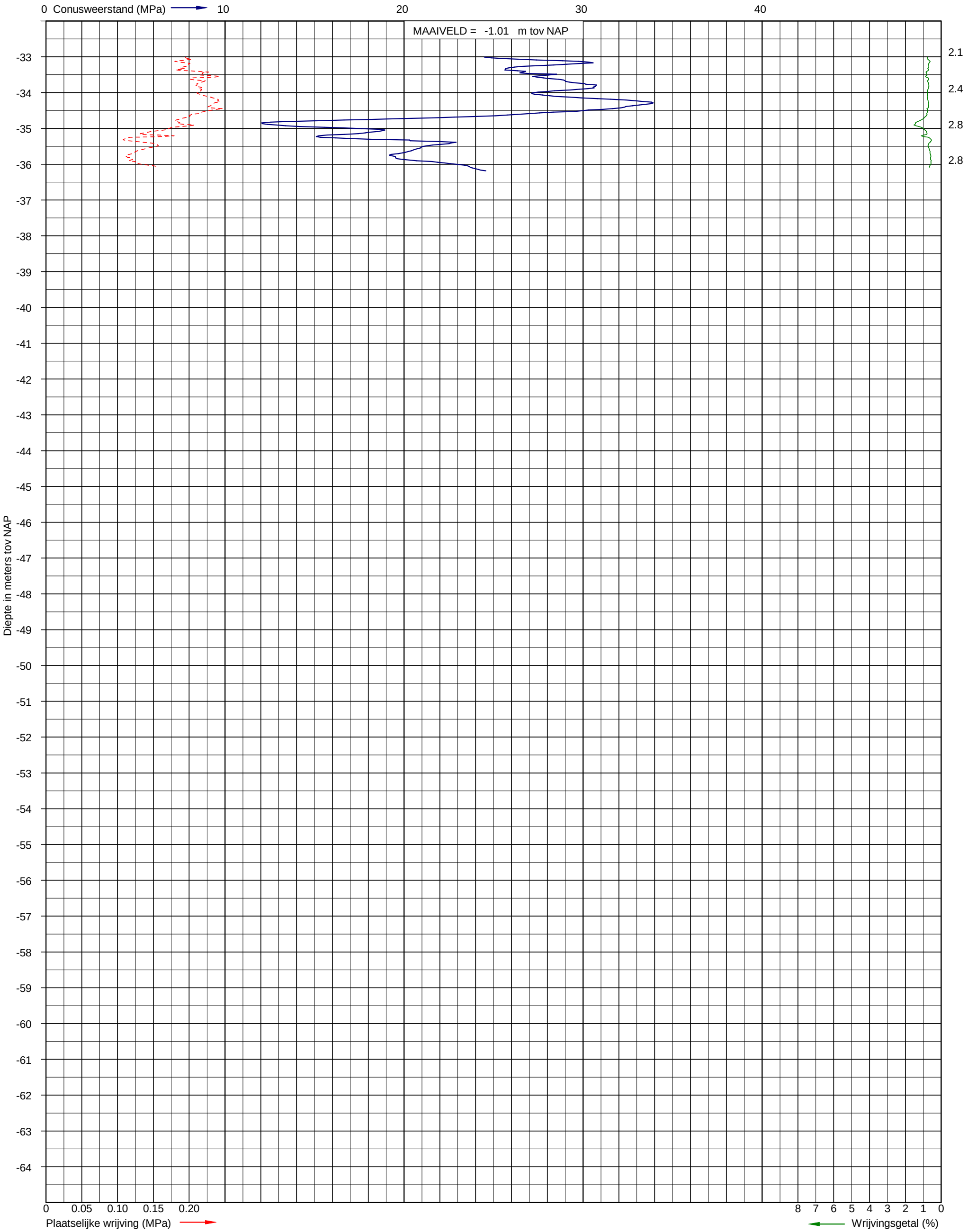
Uitvoerder: RHL-S22
Datum: 9-5-2017
GWS (m-mv):

X: 119311
Y: 483222

Sondering DKM-19

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Opdracht: 02P009177
Project: Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
Conusoppervlak 15 cm^2
Conusnummer: I-CFXY-15

Uitvoerder: RHL-S22
Datum: 9-5-2017
GWS (m-mv):

X: 119311
Y: 483222

Sondering DKM-19

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau

Bijlage C

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau
Postbus 94
5690 AB SON EN BREUGEL

T 0499-471792
F 0499-477202
E post@inpijn-blokpoel.com

VERKLARING CODERING BORINGEN
(conform NEN 5104)

GRIND
- grind, siltig
- grind, zwak zandig
- grind, matig zandig
- grind, sterk zandig
- grind, uiterst zandig

ZAND
- zand, kleiig
- zand, zwak siltig
- zand, matig siltig
- zand, sterk siltig
- zand, uiterst siltig

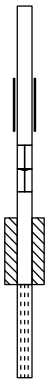
VEEN
- veen, mineraalarm
- veen, zwak kleiig
- veen, sterk kleiig
- veen, zwak zandig
- veen, sterk zandig

LEEM
- leem, zwak zandig
- leem, sterk zandig

SLIB
- slib

KLEI
- klei, zwak siltig
- klei, matig siltig
- klei, sterk siltig
- klei, uiterst siltig
- klei, zwak zandig
- klei, matig zandig
- klei, sterk zandig

TOEVOEGINGEN
- zwak humeus
- matig humeus
- sterk humeus
- zwak grindig
- matig grindig
- sterk grindig

PEILBUIS

- blinde buis
- casing
- indicatie hoge grondwaterstand
- actuele grondwaterstand
- indicatie lage grondwaterstand
- bentoniet afdichting
- filter

GRONDMONSTERS
- geroerd monster
- ongeroerd monster

OVERIG
- bijzonder bestanddeel
- indicatie hoge grondwaterstand
- actuele grondwaterstand
- indicatie lage grondwaterstand

LEGENDA TEKENINGEN

SONDERINGEN
- D — Sondering met meting conusweerstand
- DKM — Diepsondering met plaatselijke kleef
- DKP — Sondering met waterspanning
- DKM — Seismische sondering
- DKM — Sondering met bolconus
- hM — Handsondering
- SD — Slagsondering
- Niet uitgevoerde sonderingen

BORINGEN en PEILBUIZEN
- B — Boring
- B — Boring met peilbuis
- Niet uitgevoerde boring
- B — Boring eerdere fase

MONITORING
- SCM-01 — Scheurmeter
- Deformatiebout
- Trillingsmeter
- PDP- — Plaatdrukproef
- ZB- — Zakbaak
- WSM- — Waterspanningsmeter
- HLM- — Hellingmeter

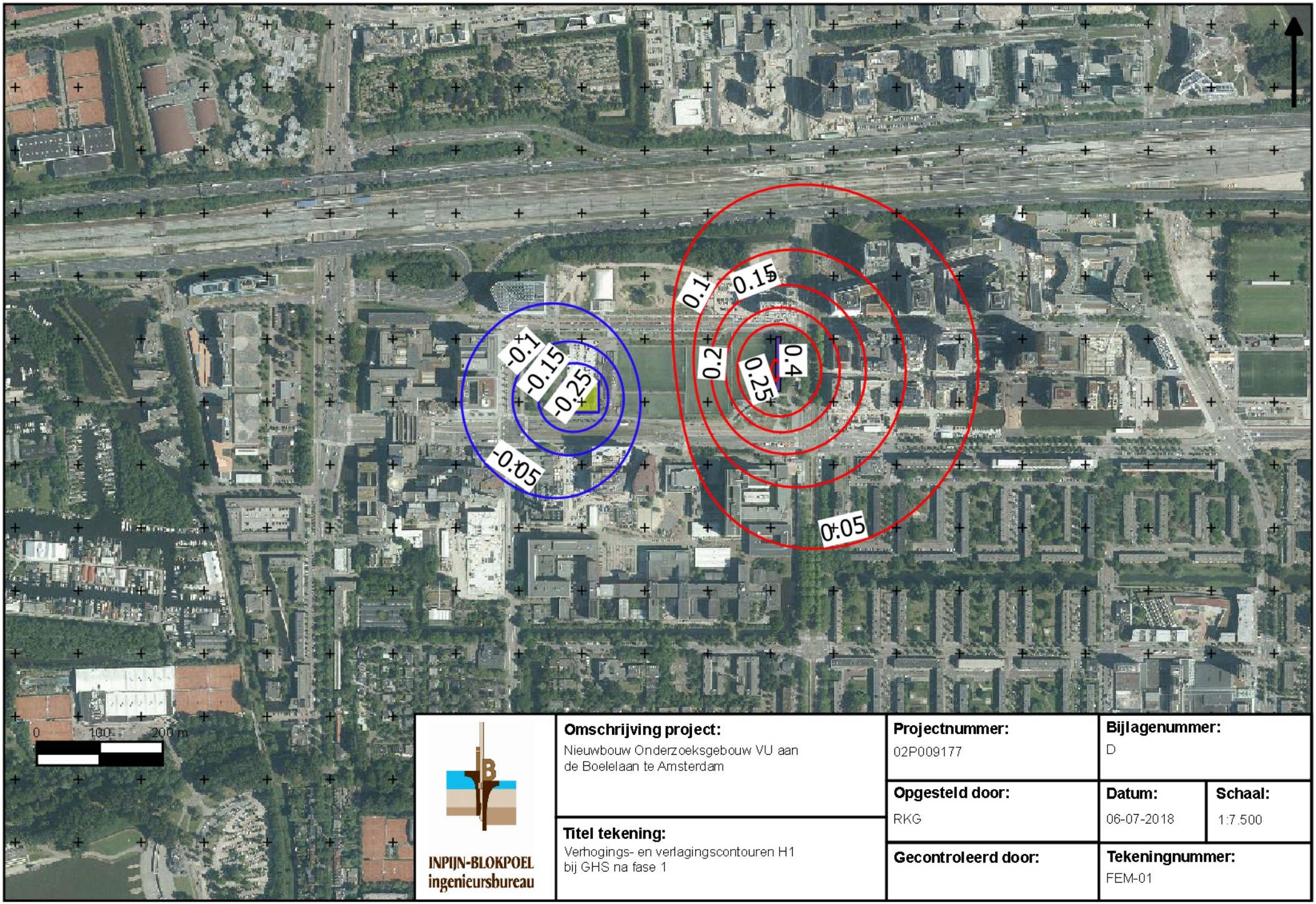
ANDERE SYMBOLEN
- foto 1 — Positie en richting foto
- Meetpunt
- 0-punt lokaal assenstelsel

KLEUR CODERING ONDERZOEKSFASE
- D- — Sondering Fase 02
- D- — Sondering Fase 03
- D- — Sondering Fase 04

Bijlage D

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau
Postbus 94
5690 AB SON EN BREUGEL

T 0499-471792
F 0499-477202
E post@inpijn-blokpoel.com



INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Omschrijving project:
Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Titel tekening:
Verhogings- en verlagingscontouren H1 bij GHS na fase 1

Projectnummer:
02P009177

Bijlagenummer:
D

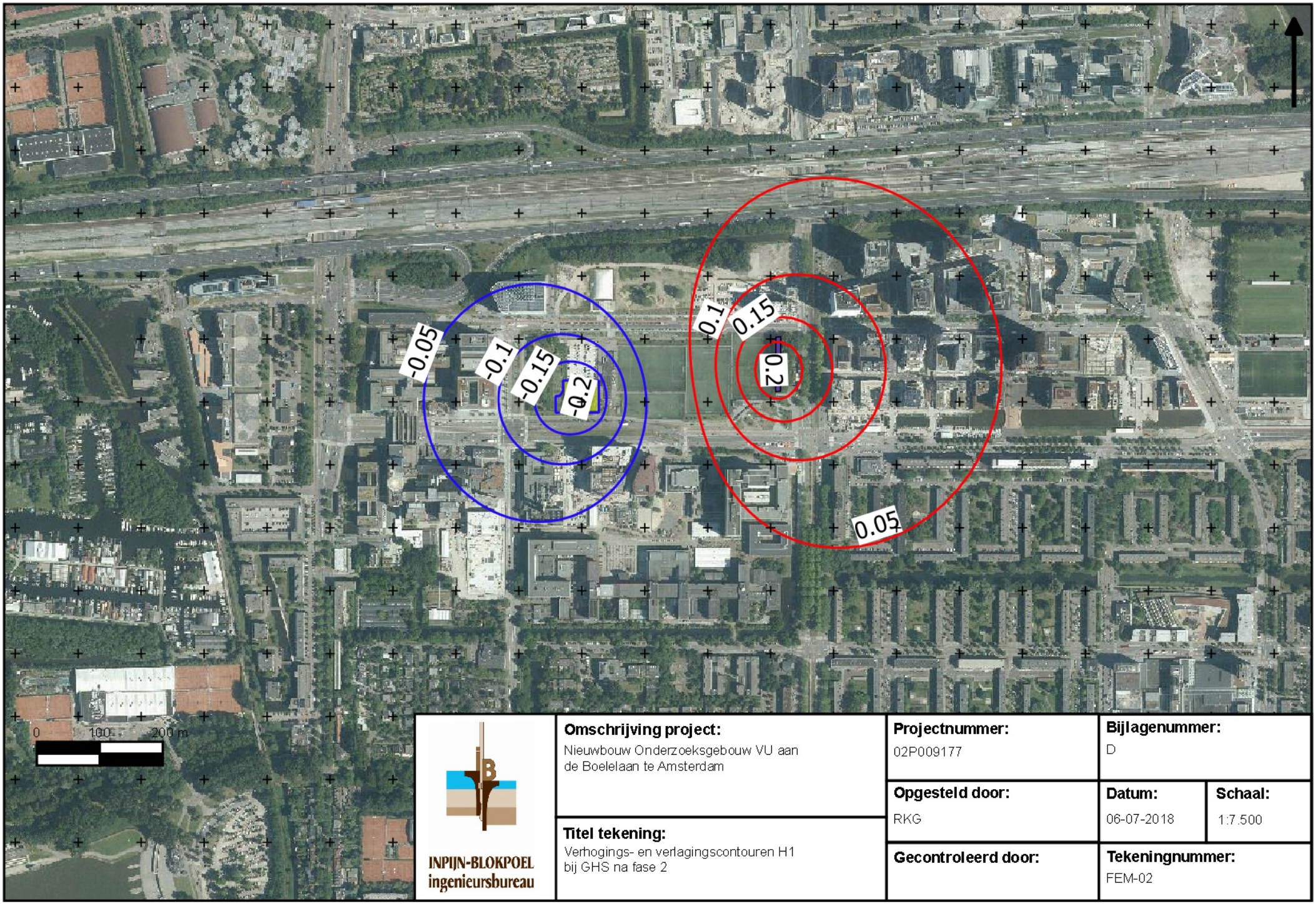
Opgesteld door:
RKG

Datum:
06-07-2018

Schaal:
1:7.500

Gecontroleerd door:

Tekeningnummer:
FEM-01

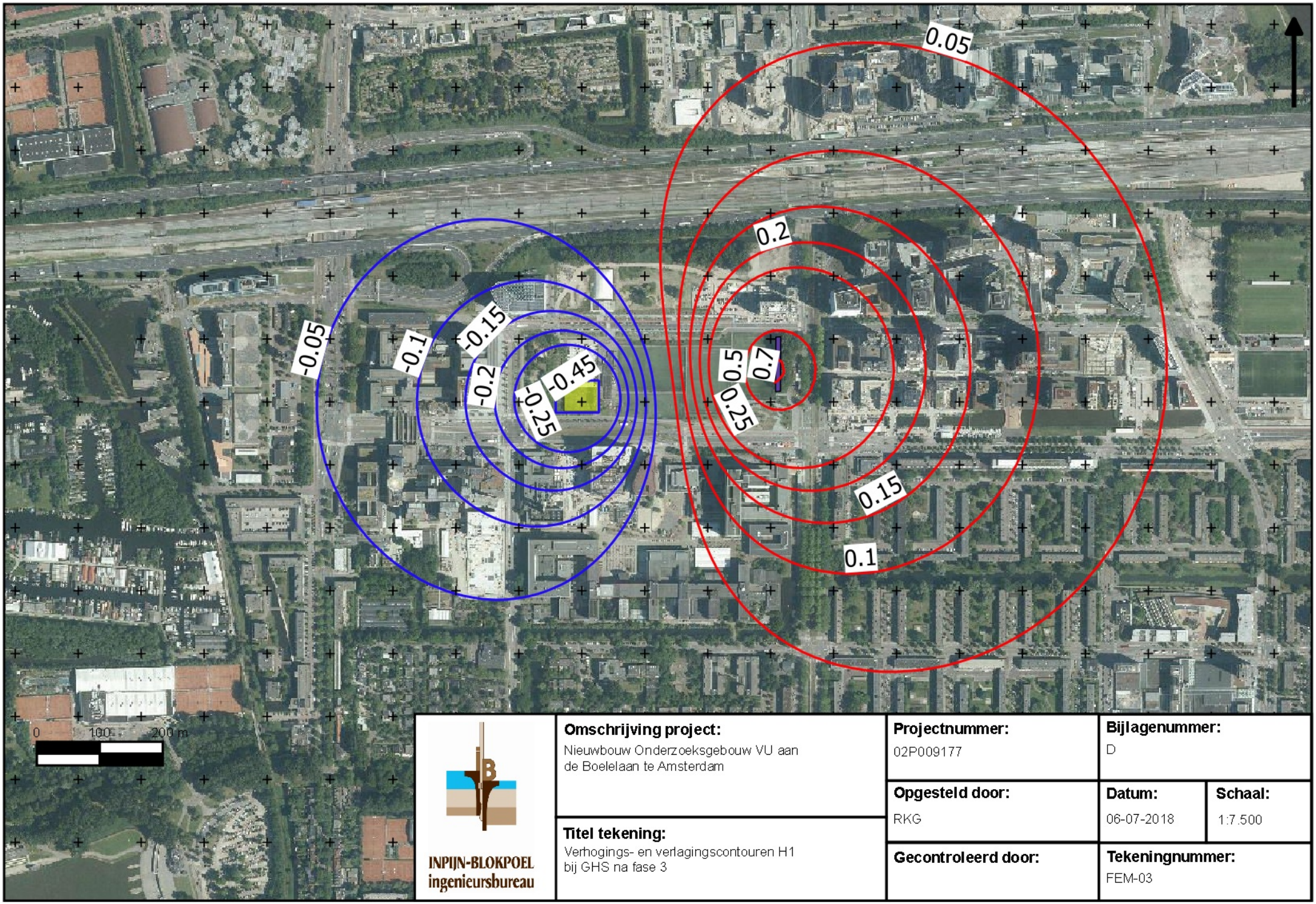


INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Omschrijving project:
Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Titel tekening:
Verhogings- en verlagingscontouren H1 bij GHS na fase 2

Projectnummer: 02P009177	**Bijlagenummer:** D
Opgesteld door: RKG	**Datum:** 06-07-2018 / **Schaal:** 1:7.500
Gecontroleerd door:	**Tekeningnummer:** FEM-02



INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau

Omschrijving project:
Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Titel tekening:
Verhogings- en verlagingscontouren H1 bij GHS na fase 3

Projectnummer:
02P009177

Bijlagenummer:
D

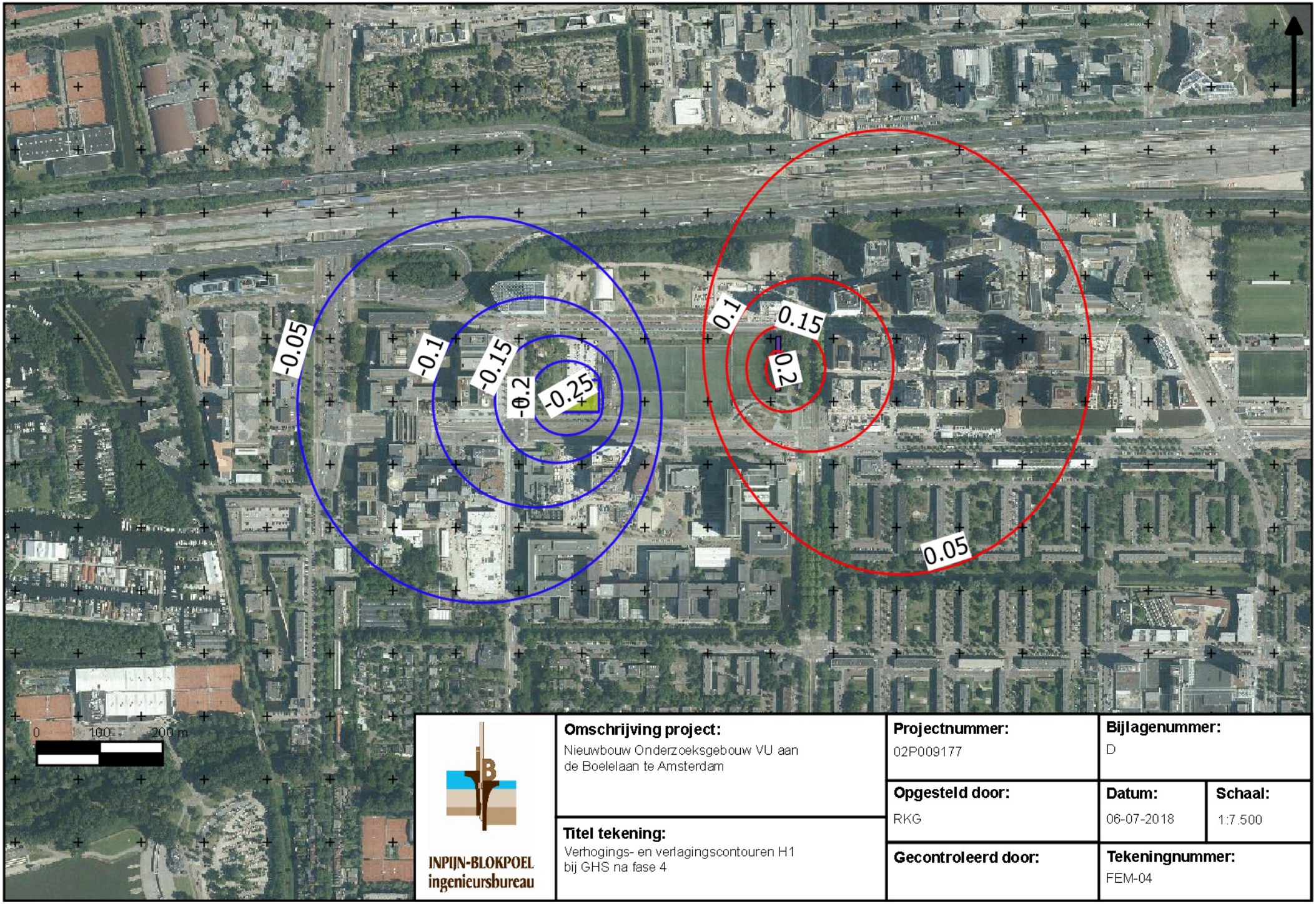
Opgesteld door:
RKG

Datum:
06-07-2018

Schaal:
1:7.500

Gecontroleerd door:

Tekeningnummer:
FEM-03



INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Omschrijving project:
Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Titel tekening:
Verhogings- en verlagingscontouren H1 bij GHS na fase 4

Projectnummer:
02P009177

Bijlagenummer:
D

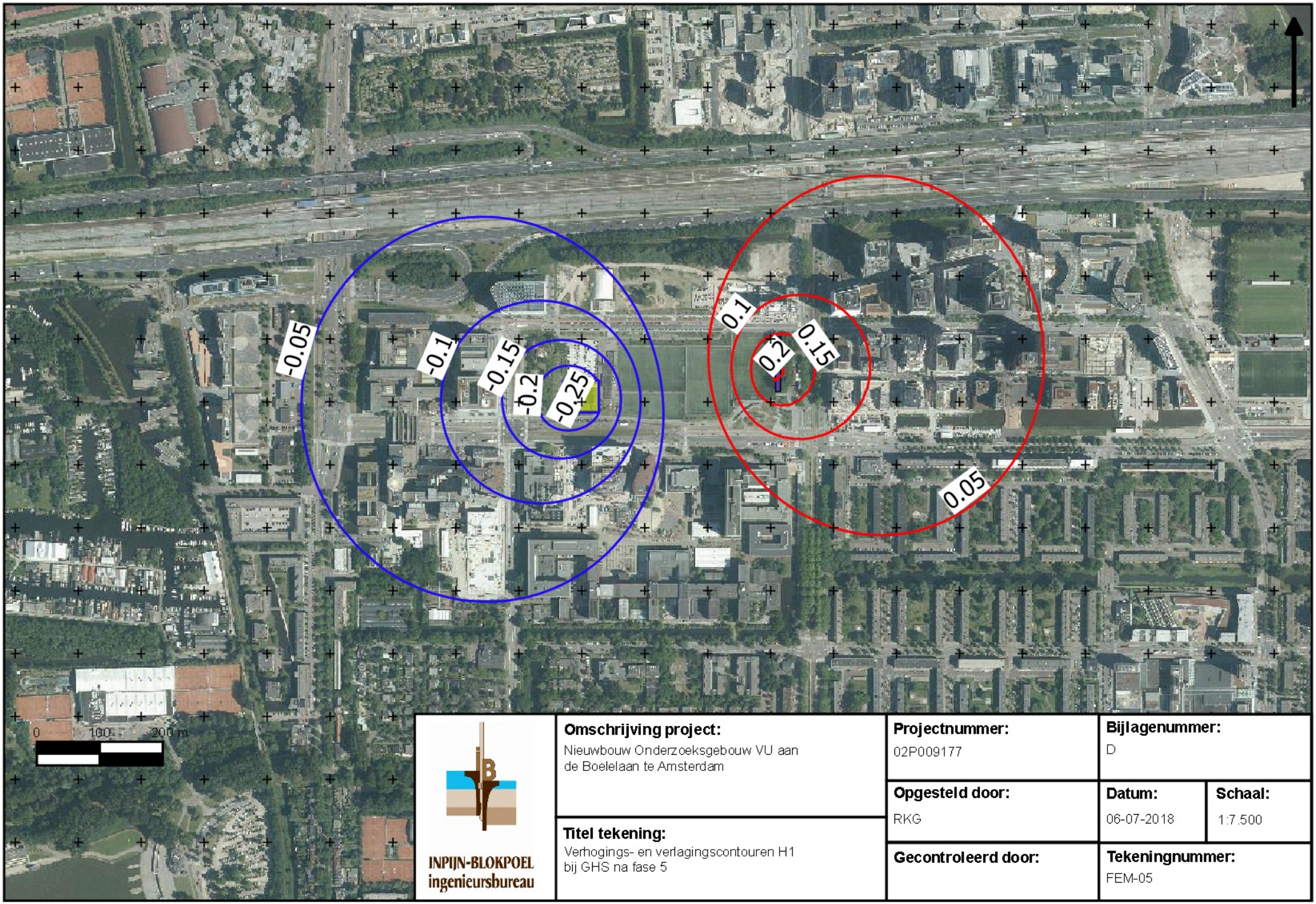
Opgesteld door:
RKG

Datum:
06-07-2018

Schaal:
1:7.500

Gecontroleerd door:

Tekeningnummer:
FEM-04

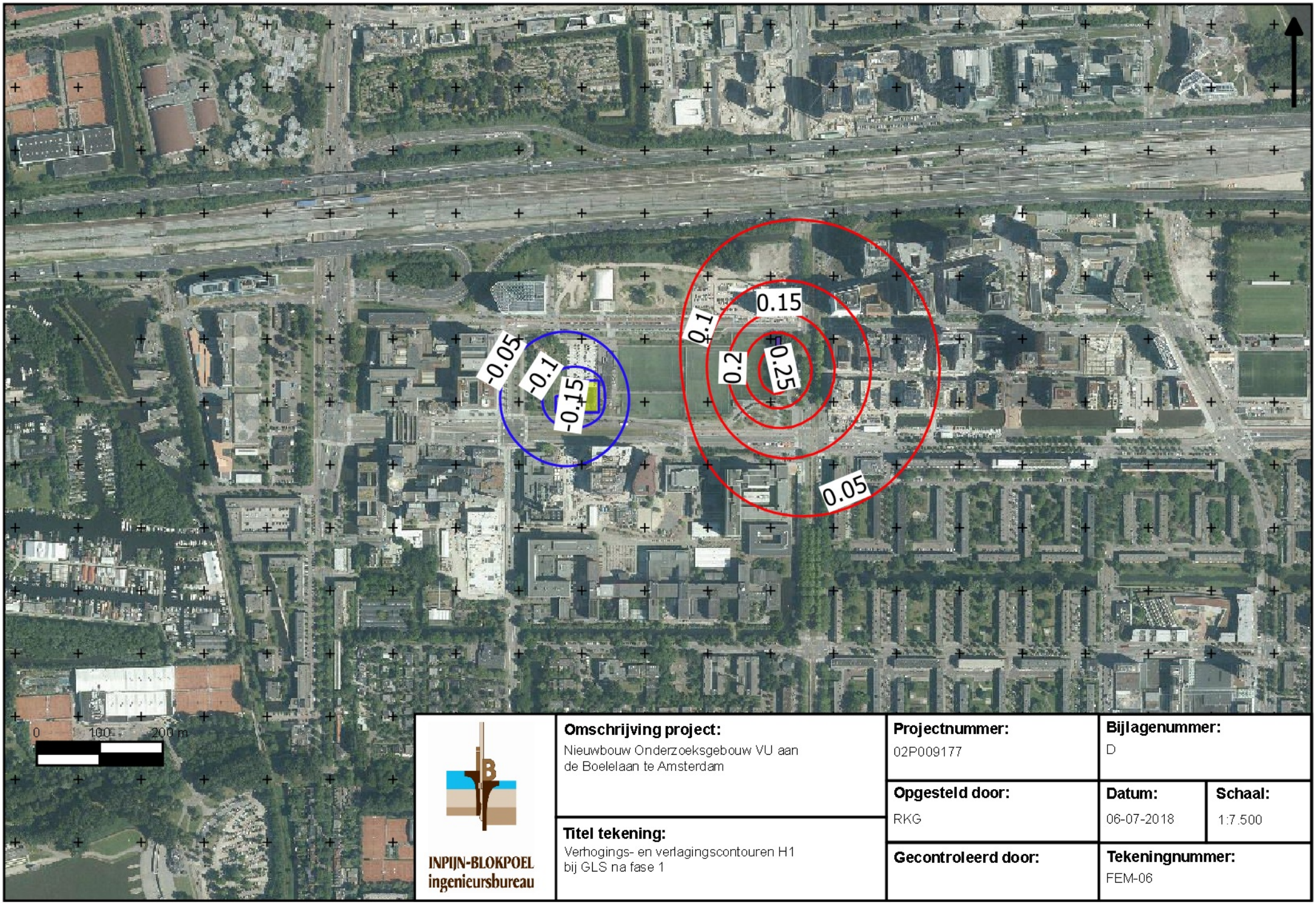


INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Omschrijving project:
Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Titel tekening:
Verhogings- en verlagingscontouren H1 bij GHS na fase 5

Projectnummer: 02P009177	**Bijlagenummer:** D
Opgesteld door: RKG	**Datum:** 06-07-2018 / **Schaal:** 1:7.500
Gecontroleerd door:	**Tekeningnummer:** FEM-05



INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Omschrijving project:
Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Titel tekening:
Verhogings- en verlagingscontouren H1 bij GLS na fase 1

Projectnummer:
02P009177

Bijlagenummer:
D

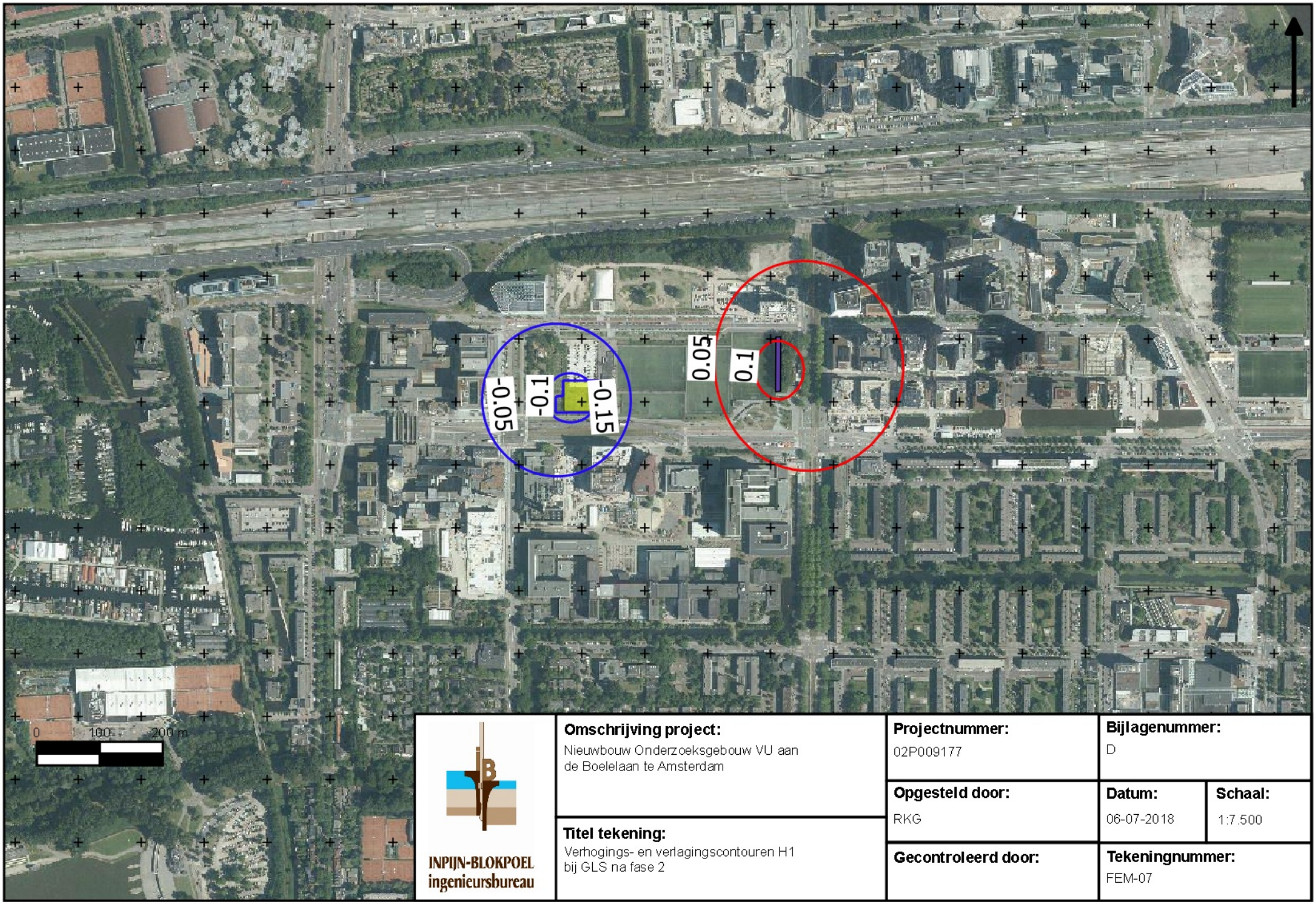
Opgesteld door:
RKG

Datum:
06-07-2018

Schaal:
1:7.500

Gecontroleerd door:

Tekeningnummer:
FEM-06

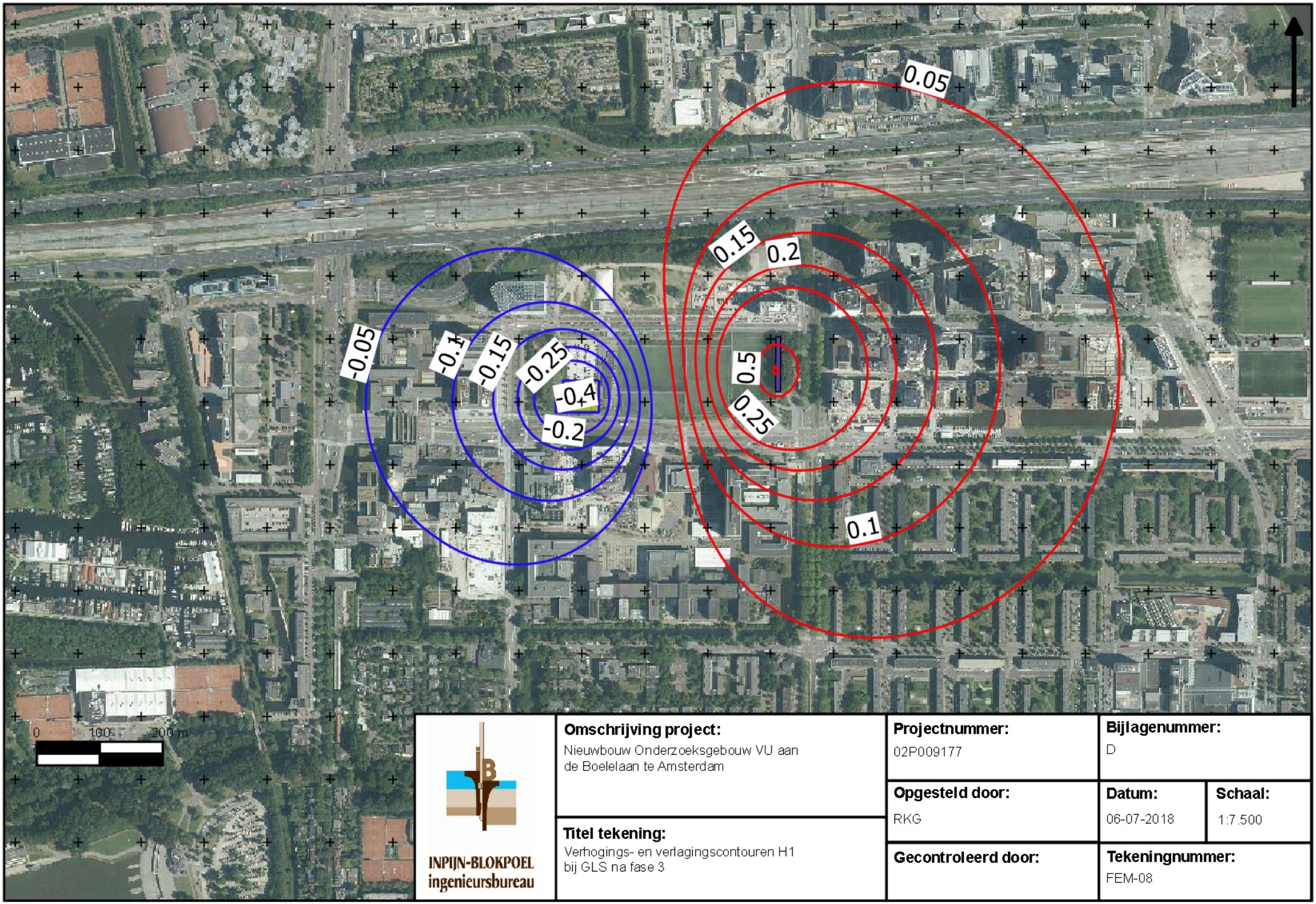


INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Omschrijving project:
Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Titel tekening:
Verhogings- en verlagingscontouren H1 bij GLS na fase 2

Projectnummer: 02P009177	**Bijlagenummer:** D	
Opgesteld door: RKG	**Datum:** 06-07-2018	**Schaal:** 1:7.500
Gecontroleerd door:	**Tekeningnummer:** FEM-07	

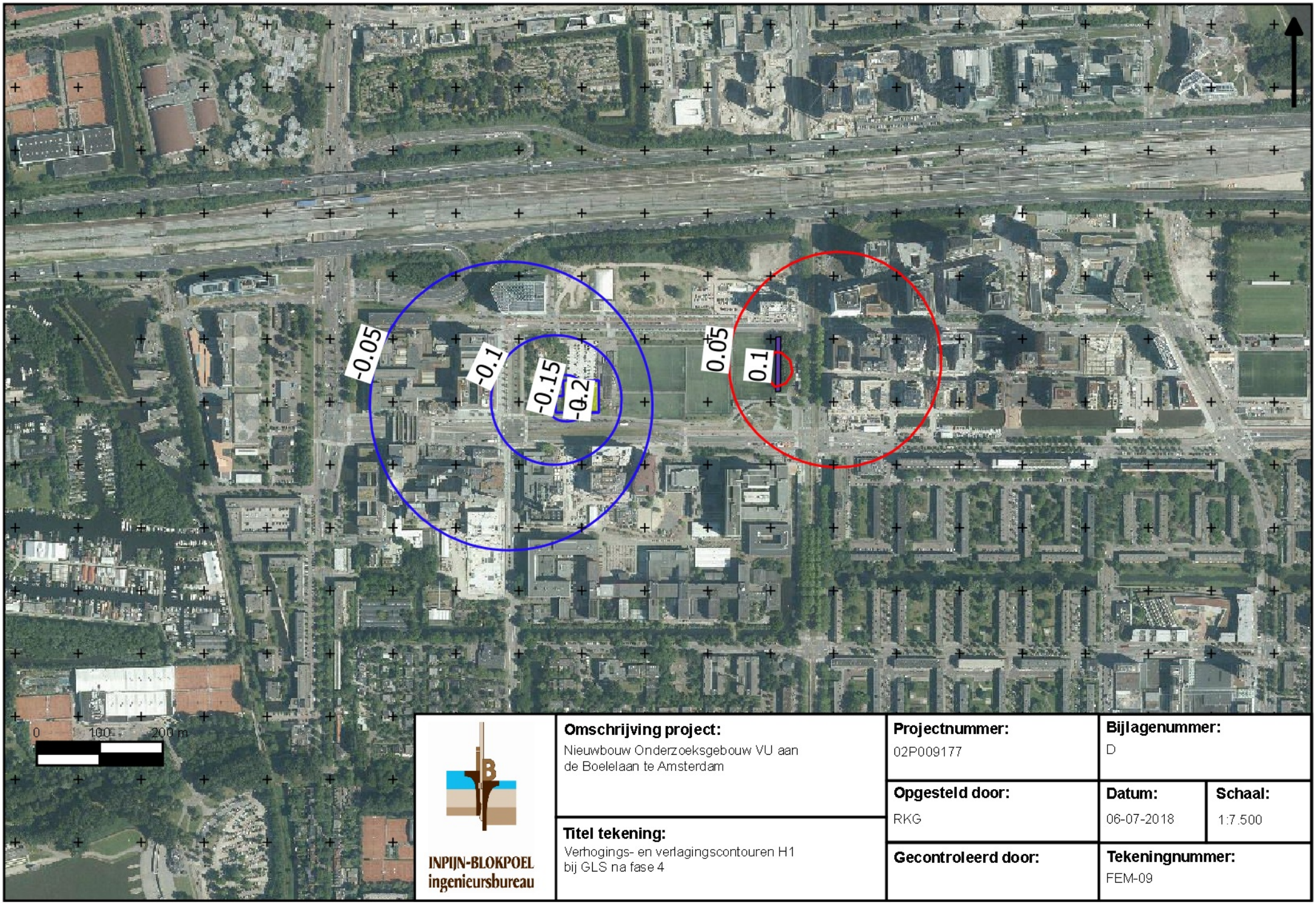


INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau

Omschrijving project:
Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Titel tekening:
Verhogings- en verlagingscontouren H1 bij GLS na fase 3

Projectnummer: 02P009177	**Bijlagenummer:** D	
Opgesteld door: RKG	**Datum:** 06-07-2018	**Schaal:** 1:7.500
Gecontroleerd door:	**Tekeningnummer:** FEM-08	

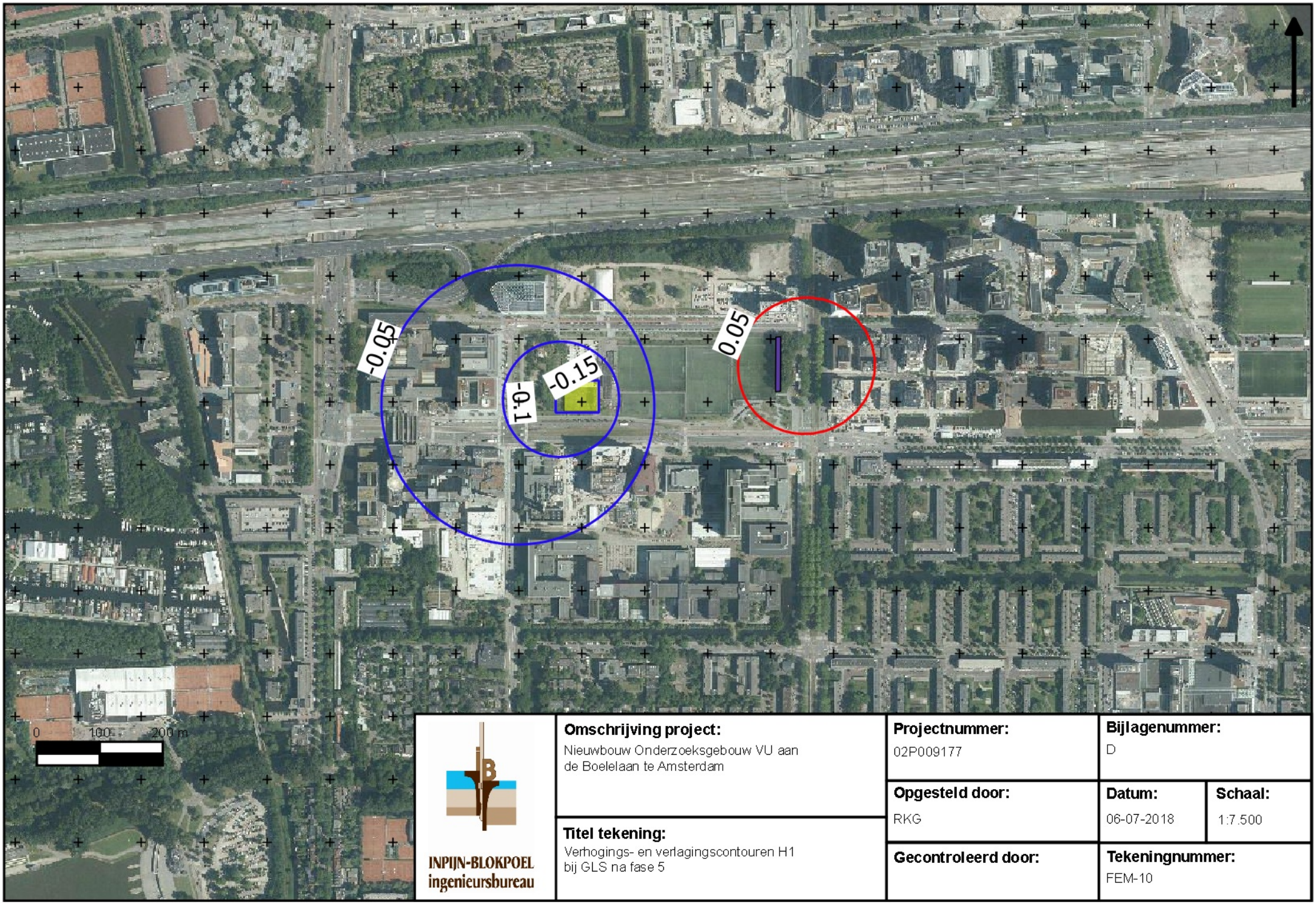


INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Omschrijving project:
Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Titel tekening:
Verhogings- en verlagingscontouren H1 bij GLS na fase 4

Projectnummer: 02P009177	**Bijlagenummer:** D	
Opgesteld door: RKG	**Datum:** 06-07-2018	**Schaal:** 1:7.500
Gecontroleerd door:	**Tekeningnummer:** FEM-09	



INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Omschrijving project:
Nieuwbouw Onderzoeksgebouw VU aan de Boelelaan te Amsterdam

Titel tekening:
Verhogings- en verlagingscontouren H1 bij GLS na fase 5

Projectnummer:
02P009177

Bijlagenummer:
D

Opgesteld door:
RKG

Datum:
06-07-2018

Schaal:
1:7.500

Gecontroleerd door:

Tekeningnummer:
FEM-10

Bijlage E

INPIJN-BLOKPOEL Ingenieursbureau
Postbus 94
5690 AB SON EN BREUGEL

T 0499-471792
F 0499-477202
E post@inpijn-blokpoel.com

A) Controle uitgangspunten en aannamen

- Voorafgaand aan de uitvoering van de bemaling dienen ten minste de navolgende zaken te worden geverifieerd:
  - uitgangspunten van het bemalingsadvies en de uiteindelijke condities (ontgravingsniveaus, aanlegniveaus, grondvlak verlaging, grondwaterstand, planning en duur bemaling etc.);
  - voorgestelde werkwijze in relatie tot de geplande uitvoeringswijze;
  - of aan procedurele vereisten voor wat betreft onttrekken en afvoer van grondwater is voldaan.
- Bij afwijkingen dient te worden nagegaan wat de consequenties hiervan kunnen zijn.
- Geadviseerd wordt de controle tijdig uit te voeren zodat eventuele negatieve consequenties niet te laat worden onderkend, op de afwijkingen nog kan worden geanticipeerd en eventueel mitigerende maatregelen kunnen worden genomen.
- Nagegaan dient te worden of er voldoende ruimte beschikbaar is voor het aanbrengen van het bemalingsysteem, de aanleg van afvoerleidingen en (indien van toepassing) voor het aanbrengen van een infiltratiesysteem.
- Voor zover gebruik wordt gemaakt van de openbare ruimte of grond van derden dient hiervoor toestemming te zijn verleend.
- Bemalingsfilters en drains dienen zodanig te worden gepositioneerd en aangebracht, dat het draagvermogen van bestaande en eventueel nieuw aan te brengen funderingselementen (palen, stroken, poeren) hierdoor niet wordt beïnvloed.
- In een bemalingsadvies wordt op basis van de beschikbare gegevens een zo goed mogelijke inschatting gemaakt van het traject waarover de grondwaterstand van nature fluctueert en van de geohydrologische eigenschappen van de ondergrond waaronder de waterdoorlatendheid. Genoemde aspecten zijn sterk bepalend voor de prognose van het waterbezwaar en voor de invloed van de bemaling op de omgeving.
- Hoewel ten behoeve van de in de rapportage verrichte berekeningen de bodemschematisatie op basis van de beschikbare resultaten zo goed mogelijk is doorgevoerd mag, onder meer door de soms zeer variabele ondergrond, niet worden uitgesloten dat de situatie in de praktijk significant kan afwijken van hetgeen op basis van het model wordt berekend.
- Voor meer inzicht in de grondwaterstandfluctuaties wordt geadviseerd om tot de start van de bemaling een aanwezige of aan te brengen peilbuis te monitoren en de resultaten na verloop van tijd te vergelijken met de (geactualiseerde) gegevens van TNO-peilbuizen over dezelfde periode.
- Meer zekerheid omtrent de geohydrologische eigenschappen van de ondergrond kan worden verkregen door aanvullend grondonderzoek, een pompproef of een proefbemaling.
- Ook gegevens van reeds uitgevoerde bemalingen in de omgeving kunnen bij de controle worden betrokken.

B) Omgeving

- Voor een bemaling geldt, evenals voor andere bouwwerkzaamheden, dat er in principe een aanvaardbaar minimaal risico dient te zijn ten aanzien van negatieve consequenties voor de omgeving.
- Bij negatieve effecten kan worden gedacht aan onder meer zettingen met risico voor schade aan bebouwing, verplaatsing van grondwaterverontreinigingen, schade aan landbouw, flora en fauna en negatieve beïnvloeding van onttrekkingen van derden, waaronder KWO-systemen.
- Voor zover in het advies niet aan de orde gesteld, dient de invloed op de omgeving te worden nagegaan.
- Bij negatieve effecten kan het nodig zijn om maatregelen te nemen ter beperking van de invloed.
- Met name als effecten te laat worden onderkend kan dit van invloed zijn op de kosten, de aanvang, de planning en in sommige gevallen zelfs de haalbaarheid van een project.
- Ons bureau kan in de vorm van een quickscan een omgevingsinventarisatie uitvoeren om na te gaan of potentiële knelpunten dan wel negatieve effecten te verwachten zijn.

C) Wet en regelgeving

Bevoegd gezag

Het onttrekken van grondwater, het lozen op oppervlaktewater en het infiltreren in de bodem zijn “activiteiten in het watersysteem” die vallen onder de Waterwet (2009). Voor het regionale watersysteem is het waterschap het bevoegd gezag; voor het hoofdwatersysteem Rijkswaterstaat.
Lozingen op een openbaar rioolstelsel zijn met de inwerkingtreding van de waterwet geregeld binnen de Wet Milieubeheer. Bevoegd gezag in deze is in de meeste gevallen de gemeente.
Geadviseerd wordt om tijdig contact op te nemen met het bevoegd gezag (waterschap, Rijkswaterstaat, gemeente), of een vooroverleg aan te vragen om na te gaan welke regelgeving precies van toepassing is, welke procedures moeten worden gevolgd, welke tijd hiermee gemoeid is en met welke heffingen en leges rekening moet worden gehouden.

Onttrekkingen, lozingen op oppervlaktewater en bodeminfiltraties

In het merendeel van de gevallen zullen deze activiteiten plaats vinden in het regionale watersysteem en is het waterschap het bevoegd gezag.
Per waterschap zijn de regels waaraan moeten worden voldaan, vastgelegd in verordeningen. Afhankelijk van bepaalde criteria zoals bijvoorbeeld in welke gebied de activiteit plaats vindt, hoe lang de activiteit duurt, met welk waterbezwaar de activiteit gepaard gaat en wat de kwaliteit is van het grondwater, kan het zijn dat voor de activiteit:

1) een ontheffing geldt en dus geen melding en geen watervergunning nodig is,
2) algemene regels van toepassing zijn waardoor geen watervergunning hoeft te worden aangevraagd maar kan worden volstaan met een melding,
3) een watervergunning moet worden aangevraagd,
4) een algemeen verbod geldt.

Een melding dient doorgaans te geschieden een aantal weken voor aanvang van de activiteit middels de daarvoor bestemde formulieren.
De aanvraag van een vergunning geschiedt met het formulier “Aanvraag Watervergunning” en vereist een begeleidende rapportage waarin de effecten op de omgeving in kaart worden gebracht. Hierbij moet worden gedacht aan zettinggevoelige bebouwing, verontreinigingen, drinkwaterwinningen, natuurgebieden, bestaande energieopslagsystemen en dergelijke.
Afhankelijk van de aard van het project zal door het waterschap worden bepaald welke Awb-procedure (Algemene wet bestuursrecht) dient te worden gevolgd:
De reguliere voorbereidingsprocedure gaat uit van een beslistermijn van 8 weken na binnenkomst van de aanvraag. Belanghebbenden worden door het waterschap aangeschreven en in de mogelijkheid gesteld binnen deze periode bezwaar aan te tekenen.
De openbare voorbereidingsprocedure gaat uit van een beslistermijn van 6 maanden na binnenkomst aanvraag. Tijdens de procedure komt een ontwerp- en een definitieve beschikking uit, die beide gedurende 6 weken ter visie liggen. In deze periode kunnen belanghebbenden zienswijzen of bezwaren indienen tegen de beschikking.

Lozing op riolering

Lozing van schoon grondwater op de riolering is in principe niet gewenst. Het is nadelig voor de goede werking van de rioolwaterzuiveringsinstallatie en het bevordert het overstorten van vervuild water vanuit de riolering op oppervlaktewater. Als het redelijkerwijs niet mogelijk is het grondwater te lozen op oppervlaktewater kan worden gekozen voor lozing op het riool.
Lozingen op een openbaar rioolstelsel worden met de inwerkingtreding van de Waterwet geregeld binnen de Wet Milieubeheer en vallen daarmee in de meeste gevallen onder de bevoegdheid van de gemeente. Het is verstandig om tijdig contact op te nemen met de gemeente om na te gaan welke regelgeving precies van toepassing is, welke procedure moet worden gevolgd en welke tijd hiermee gemoeid gaat. Of lozing op het riool wordt toegestaan zal mede afhangen van de hoeveelheid in relatie tot de rioolcapaciteit en de kwaliteit van het water.

Aanleg afvoerleidingen

Nagegaan dient te worden of het praktisch gezien mogelijk is om een afvoerleiding aan te leggen tussen de onttrekking en de geplande locatie van de lozing dan wel de infiltratie.

Kwaliteit grondwater

Aan de kwaliteit van het te lozen of te infiltreren bemalingswater kunnen door bevoegd gezag aanvullende eisen worden gesteld. Hiervoor kan het nodig zijn de kwaliteit van het water op bepaalde parameters te bepalen.
Bij een onvoldoende kwaliteit kunnen maatregelen nodig zijn zoals bijvoorbeeld beluchting (bij een te laag zuurstofgehalte), ontijzering (bij een te hoog ijzergehalte) of zuivering (bij verontreinigingen).

Heffingen en Leges

Met de aanvraag van de benodigde vergunningen zijn over het algemeen legeskosten gemoeid. Bovendien dient rekening te worden gehouden met heffingen per m^3 te onttrekken of te lozen grondwater door het Rijk, de Provincie het Waterschap en de gemeente. Of en zo ja welke leges-kosten en heffingen precies van toepassing zijn kan per geval verschillen.

D) Werkterrein en bouwput

- Het werkterrein dient zodanig droog en stabiel te zijn dat verantwoord kan worden gewerkt.
- De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.
- De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op het aanbrengen van de bemalingsinrichting.
- Taluds dienen voldoende flauw te worden ontgraven. Taludinstabiliteit kan namelijk aanleiding geven tot filterbreuk en daarmee tot het uitvallen van de bemaling. In perioden met veel neerslag dienen taluds frequent te worden gecontroleerd en zo nodig te worden hersteld.
- Graafwerkzaamheden die volgen op de installatie en in bedrijfname van de bemaling dienen voldoende achter te blijven ten opzichte van de bereikte verlaging.
- Nagegaan moet worden in hoeverre graafwerk zonder risico voor nabijgelegen bebouwing en infrastructuur kan worden uitgevoerd.
- Voor verdere aanwijzingen met betrekking tot de graafwerkzaamheden wordt verwezen naar publicatieblad P25 van de Arbeidsinspectie.

E) Inrichting en uitvoering bemaling

Kwaliteitsborging

- Een bemaling dient over het algemeen ononderbroken plaats te vinden. Afgestemd op de omvang van de bemaling en de risico's die ontstaan bij het uitvallen of onvoldoende functioneren van de installatie moet aandacht worden besteed aan de inrichting van de bemaling en de bewaking van de continuïteit van de bemaling.
- Geadviseerd wordt om de installatie te voorzien van een alarmeringssysteem dat de werking ervan op essentiële zaken bewaakt (te hoge of lage grondwaterstanden, droogdraaien, wegvallen vacuüm of uitvallen pompen, te hoge persdruk c.q. verstopping bij infiltratie etc.).
- Afspraken dienen te worden gemaakt over hoe te handelen bij een alarmering.
- Afspraken dienen te worden gemaakt over toezicht op de juiste uitvoering, de werking en het onderhoud van de installatie.
- Zorg moet worden gedragen voor de beschikbaarheid van een reserve-energievoorziening en reservepompvermogen.
- Voorgaande zaken dienen te zijn afgestemd op de omvang van de bemaling en de risico's die kunnen ontstaan bij uitvallen van de bemaling.
- Aanbevolen wordt alvorens te ontgraven de doelmatigheid van de bemaling te toetsen zodat indien nodig nog tijdig aanpassingen kunnen worden doorgevoerd.

- Voor zover in het rapport niet specifiek aan de orde gekomen, wordt erop gewezen dat zo nodig maatregelen moeten worden getroffen om taludstabiliteit te verzekeren (drainage, volledig gesleufde filters met geringe filterafstand, voldoende flauwe taluds e.d.).
- Onttrekkings- en retourfilters mogen na afronding van de bemaling niet zonder meer worden getrokken. Indien de bemalingsfilters belangrijke waterremmende bodemlagen perforeren dient ter hoogte van deze lagen een afdichting met klei of bentoniet te worden aangebracht.
- Geadviseerd wordt om de bemalingswerkzaamheden te laten uitvoeren door een aannemer met voldoende aantoonbare ervaring in vergelijkbare grondslag.

Monitoring bereikte verlaging en waterbezwaar

- De mate van onttrekking dient te worden afgestemd op de bereikte verlaging. Voorkomen moet worden dat de grondwaterstand in de bodemlagen waaruit wordt onttrokken, dieper dan strikt noodzakelijk wordt verlaagd en voor een langere duur dan strikt noodzakelijk. Hiermee wordt het waterbezwaar en de invloed naar de omgeving zoveel mogelijk beperkt.
- De hoeveelheden onttrokken, geloosd en geretourneerd water dienen gaande het werk door debietmeters op deugdelijke wijze te worden gemeten en gerapporteerd.
- De meetgegevens dienen gaande het werk op overzichtelijke wijze inzicht te geven in het waterbezwaar per uur, per dag, per maand en in totaal.
- Voor zover een bemaling bestaat uit meerdere onderdelen (strengbemaling, deepwells, horizontale drainbemaling) dient het systeem van debietmeters inzicht te geven in de verdeling van het waterbezwaar over de diverse onderdelen.

F) Monitoring omgeving

Monitoringplan

- Geadviseerd wordt om volgens een vooropgezet plan de omgeving op relevante aspecten te monitoren. Monitoring biedt onder meer de mogelijkheid om:
  - het functioneren van de bemaling te kunnen beoordelen,
  - de omgevingsbeïnvloeding te toetsen aan de inschatting vooraf,
  - na te kunnen gaan of een beïnvloeding daadwerkelijk *tijdens* de bemaling is opgetreden,
  - na te kunnen gaan of een beïnvloeding daadwerkelijk *als gevolg van* de bemalingswerkzaamheden is opgetreden of dat mogelijk andere oorzaken hieraan debet zijn,
  - bij een negatieve beïnvloeding zo mogelijk nog beheersmaatregelen te kunnen treffen.
- Bij monitoring is het van belang dat vooraf de nulsituatie wordt vastgelegd.
- Binnen een monitoringsplan dient bovendien aandacht te worden besteed aan de wijze, de frequentie en de nauwkeurigheid van meten en de verslaglegging en interpretatie van de meetresultaten gaande het werk.
- De monitoring moet na afloop van de bemaling worden doorgezet tot een eventuele invloed niet meer te meten is.
- Het bevoegd gezag kan eisen stellen aan de monitoring.
- Desgewenst kan door ons bureau een monitoringsplan met daaraan gekoppeld een actieplan worden opgesteld.

Grondwaterstand / stijghoogte

- Een bemaling en ook een retourbemaling beïnvloedt in principe de stand en de stromingsrichting van het grondwater in de omgeving.
- De beïnvloeding kan worden gemonitoord door middel van peilbuizen.
- Het aantal, de locatie van de peilbuizen, de diepte van de filters, de meetwijze (handmatig of met drukopnemers) en de meetfrequentie dient per project in relatie tot de omgeving te worden bepaald.
- De koppen van de peilbuizen dienen te worden ingemeten ten opzichte van NAP, de locatie van iedere peilbuis dient bij voorkeur te worden vastgelegd in RD-coördinaten, de aangetroffen grondslag dient te worden beschreven in een boorprofiel.

Bebouwing / infrastructuur

- Bij een verlaging van de grondwaterstand/stijghoogte tot beneden de in het verleden regelmatig opgetreden lage grondwaterstanden bestaat, afhankelijk van de opbouw van de bodem, de kans dat enige maaiveldzakking optreedt.
- Maaiveldzakking kan consequenties hebben voor bebouwing en infrastructuur in de omgeving.
- Geadviseerd wordt om zo nodig fotografische vooropnamen te maken van objecten waarbij zichtbare schades worden vastgelegd.
- Het uiteindelijke effect van zettingen en zettingsverschillen op bebouwing is sterk afhankelijk van de aard van de bebouwing, de funderingswijze en de bouwkundige conditie. Afhankelijk van de situatie kan het raadzaam zijn hiernaar nader onderzoek te laten doen.
- Door meetpunten aan te brengen op objecten in de omgeving (hoogteboutjes, asfaltspijkers e.d.), kan de hoogteligging worden gemonitoord; met scheurmeters de scheurwijdte.
- De hoogte van de meetpunten dient voorafgaand aan het werk door minimaal twee nulmetingen te worden vastgelegd.
- Bij voorkeur dienen vooraf meerdere metingen te worden verricht om inzicht te krijgen in het effect van weers- en seizoensinvloeden en de meetwijze op het resultaat van de meting.
- Belangrijk is dat wordt uitgegaan van een referentiepunt dat zelf niet aan zetting onderhevig is.

Grondwaterverontreinigingen / grondwaterkwaliteit

- Afhankelijk van de situatie kan het nodig zijn om het te lozen of te infiltreren water te bemonsteren en te onderzoeken op parameters als ijzer, zuurstof of specifieke verontreinigingen.
- Bij aanwezigheid van eventuele grondwaterverontreinigingen in de omgeving kan het nodig zijn deze te monitoren.

G) Vastlegging uitvoeringsgegevens

- Datum en nummer relevante documenten zoals: bemalingsplan, bemalingsadvies, grondonderzoeks-rapporten, vooropnamerapporten, monitoringsplan, werktekeningen en dergelijke.
- Ingezet materieel.
- Ontgravingsniveaus ten opzichte van NAP.
- Gegevens monitoring bemaling en omgeving.
- Bijzonderheden tijdens uitvoering (aantrekken van lucht, afwijkende bodemopbouw, te grote of te geringe verlagingen etc.).

H) Milieu

Er wordt op gewezen dat milieu-aspecten met betrekking tot eventuele aan- en afvoer van grond en lozing van grondwater in principe niet binnen het kader van deze opdracht vallen.

I) Tot slot

Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar

1. SBR-rapport Bemaling van bouwputten,
2. NEN 6740:2006,
3. CUR 2004-1 “beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen”,
4. CUR-richtlijn 223 “meten en monitoren bij bouwputten”,
5. publicatieblad P25,
6. Beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 2100 “mechanisch boren” 17 juni 2010

ADVISERING GEOTECHNIEK

Paalfundering
Fundering op staal

Bouwputontwerp
Bemaling
Grondkerende constructie
Taludstabiliteit

Bouwrijp maken terrein
Grondbalans
Drainage
Afkoppelen en infiltreren
Geo-hydrologische studie

Toezicht heiwerk

Funderingsrenovatie
Schade expertise

Pijpleidingen
Gestuurde boringen

Trillingsanalyse
Geluidsanalyse

VELDWERK

Sonderen
Boren
Pompproeven
Peilbuizen

Landmeetkundig werk
Nauwkeurigheidswaterpassing
DGPS-metingen
Inmeten palenplan

Trillingsmeting
Geluidsmeting
Akoestische paalcontrole
Geo-monitoring

Heibegeleiding
Toezicht bouwputten

LABORATORIUM

Classificatie proeven
Mechanische eigenschappen
Chemische analyse

MILIEU-ONDERZOEK

Verkennend-, nader- en
saneringsonderzoek
Advisering
Projectbegeleiding
Akoestisch onderzoek
Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)

INPIJN-BLOKPOEL
ingenieursbureau

Ingenieursbureau Inpijn-Blokpoel Son B.V.
Ekkersrijt 2058
postbus 94 - 5690 AB Son
telefoon (0499) 47 17 92

e-mail post@inpijn-blokpoel.com

Tevens vestigingen te:
Waddinxveen, Hoofddorp
en Groningen

www.inpijn-blokpoel.com

MGMT. SYS. RvA C 174
SGS
V GM C HECKLIST A ANNEMERS

Op de opdrachten voor het uitvoeren en rapporteren van technische werkzaamheden zijn van toepassing de "A.L.U.W.-2015". Deze zijn gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissementsrechtbank te 's-Hertogenbosch. Voor adviesopdrachten geldt de "D.N.R.-2005". Inschrijving Handelsregister K.V.K. nummer 17052457.