

datum

14 augustus

2017

Bemalingsadvies

Vondelstraat 87 te Amsterdam

status : definitief

versie : 1

opdrachtgever

Crux Engineering BV

Arjan Wisse

Pedro Medinalaan 3c

1086 XK Amsterdam

Adviseur

Loots Grondwatertechniek

ing. Erik Loots

erik@lootsgwt.com

+31 (0) 6 533 92 188

kenmerk

10540117B.2



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
1 Inleiding.....	2
2 Situatieanalyse project	3
2.1 Project: afmetingen en fasering	3
2.2 Project: bodemopbouw	4
2.3 Project: grondwater.....	4
2.4 Project: omgeving	5
3 Maatregelen stabiliteit grondwater.....	7
3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht	7
3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk.....	7
3.3 Maatregelen: piping	7
4 Grondwaterbeheersing implementatie.....	9
4.1 Grondwaterbeheersing: methode	9
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding	10
4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing	12
5 Aanbevelingen, actieprogramma	14
5.1 Risicocheck	14
5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring	14
5.3 Aanbevelingen: uitvoering	15
5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken.....	15
5.5 Actieprogramma	16
Gebruikte literatuur en bronnen.....	17
Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport	18
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data	19
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model	20
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving	26
Bijlage 5 – Grondonderzoeken	27
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	28

1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “Vondelstraat 87 te Amsterdam” is gemaakt door de Rappange & Partners. Door het toepassen van een tijdelijke grondwaterstand verlaging wordt het mogelijk nieuwe kelders met een goede fundering en levensduur aan te leggen.

Bij het toepassen van een bemaling wenst de opdrachtgever duidelijkheid op het gebied van geotechniek en grondwater: namelijk hoe de grondwaterstand verlaagd zou worden en welke consequenties dat zou hebben voor de omgeving en welke overheidsnormen van toepassing zijn bij deze werkwijze. Helderheid op deze punten is van belang, de opdrachtgever wenst in augustus dit jaar een verantwoorde beslissing over de aanleg van de kelders te kunnen nemen.

Doel van rapport

Het doel van dit rapport is het presenteren van de benodigde maatregelen om de grondwaterstand op de locatie te beheersen tijdens de bouw. Hierbij wordt rekening gehouden met de belangen van derden met oog op belendingen en schades in de nabije omgeving.

Op basis van de uitgangspunten ontvangen van de opdrachtgever, algemeen gehanteerde normen zoals Eurocode (1) en SBR-richtlijnen (2) (3) en lokaal grondonderzoek zijn de mogelijkheden voor grondwater te beheersen onderzocht.

Leeswijzer

Algemene lezer: Om de hoofdvraag van dit rapport te beantwoorden, wordt eerst in hoofdstuk 2 beschreven welke projectdimensies zijn gebruikt en welke bodemopbouw, grondwaterstanden en objecten in de omgeving zijn gevonden. Het derde hoofdstuk beschrijft de benodigde grondwater maatregelen voor een stabiele bouwput. Conclusies over de methode die het meest geschikt is om het grondwater te beheersen tijdens de bouw zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Tot slot zijn in hoofdstuk 5 de aanbevelingen opgenomen om de risico's te beheersen tijdens de bouw.

Technische data voor specialisten: Voor uitgebreide details met betrekking tot rekenparameters wordt verwezen naar bijlage 2, 3, 4, 5 en 6. In bijlage 2 kunt u vinden hoe de parameters zijn gevonden of bepaald. In bijlage 3 staan de rekenparameters samengevat. In bijlage 4 kunt u tekeningen vinden van het project en omgeving. In bijlage 5 zijn de grondonderzoeken bijgevoegd en tot slot in bijlage 6 is de grondwaterstand data bijgevoegd.

De algemene voorwaarden van dit rapport zijn bijgevoegd in bijlage 1.

2 Situatieanalyse project

Voor een optimale beoordeling van grondwaterbeheersing maatregelen is het criterium een zo goed mogelijk begrip van de volgende parameters: de projectafmetingen, de fasering, de bodemopbouw, de grondwater eigenschappen en tot slot de aanwezige objecten en belendingen in de omgeving. Dit hoofdstuk geeft inzicht welke uitgangspunten zijn gebruikt, door deze vast te stellen kunnen berekeningen worden uitgevoerd.

In bijlage 2 is samengevat waar de data is afgeleid.

2.1 Project: afmetingen en fasering

Het project is opgedeeld in onderdelen met een verschillende bouwtijd en/of afmeting. De onderdelen zijn weergegeven in tabel 2.1 en de onderstaande figuur. Voor het gebruik van het bemalingsadvies dient worden gecontroleerd of deze uitgangspunten nog overeenkomen met de laatste uitgangspunten. De bemalingsperiode is ingeschat. Voor een stabiele bouwputbodem is gekozen om de grondwaterstand tot 0,5 m onder ontgravingsniveau te verlagen.



Figuur 1 – ondergronds object

Tabel 2.1

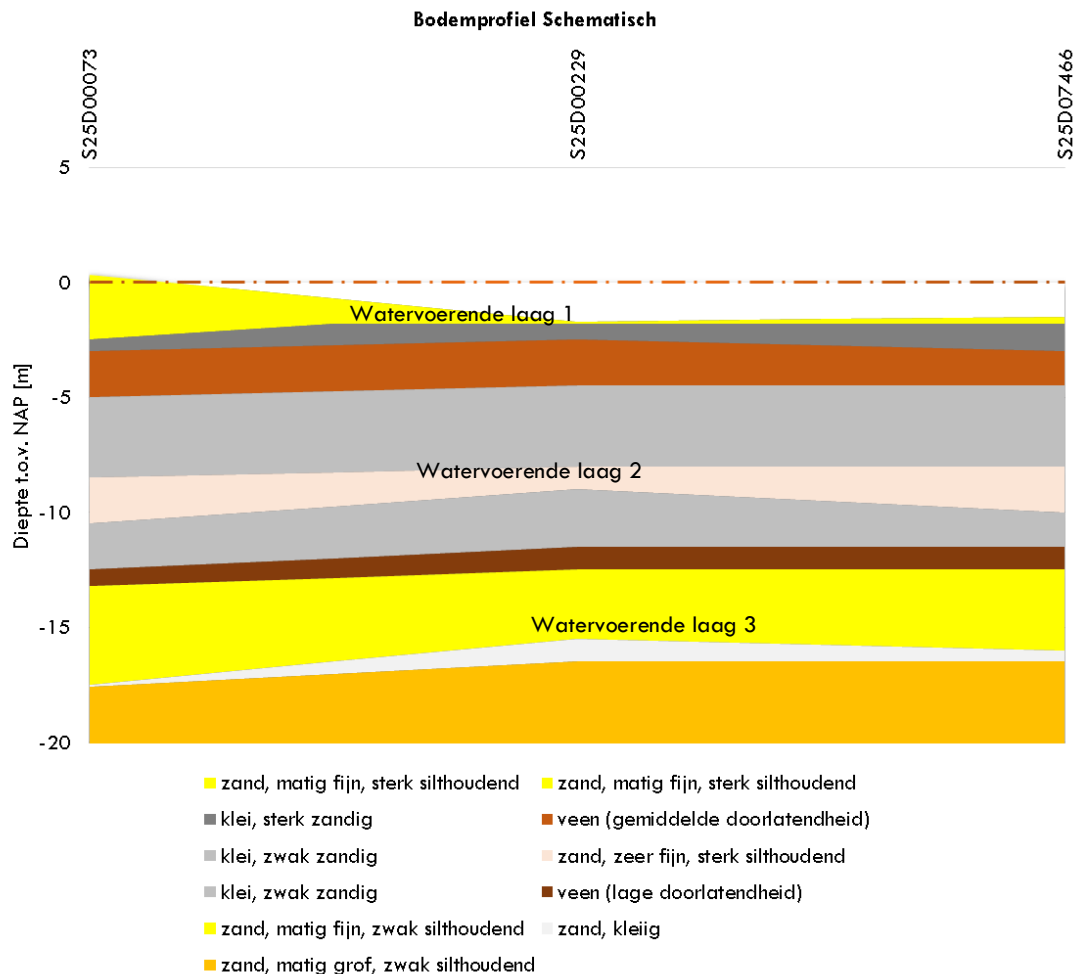
objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]	bemalings- duur	kleur in figuur 1
Kelder onder woning	21	12~16	-5,35	-11	120 dagen	Lichtblauw
Kelder garage	9	6~11	-3,25	-9,5	120 dagen	rood

In bijlage 4 is de tekening op origineel formaat bijgevoegd.

2.2 Project: bodemopbouw

De bodemopbouw is een parameter welke is ingeschat op basis van diverse onderzoeken. Zie de gebruikte literatuur en bronnen welke bodemonderzoeken gebruikt zijn voor deze analyse. De bodemopbouw betreft een schematisatie, ofwel een interpretatie van de data. Voor dit project is gekozen te rekenen met een conservatieve inschatting van bodemopbouw parameters. Dit betekent dat voor elke berekening het minst gunstige bodemprofiel is gehanteerd nabij het object of onderdeel.

In de onderstaande figuur is de schematische bodemopbouw weergegeven.

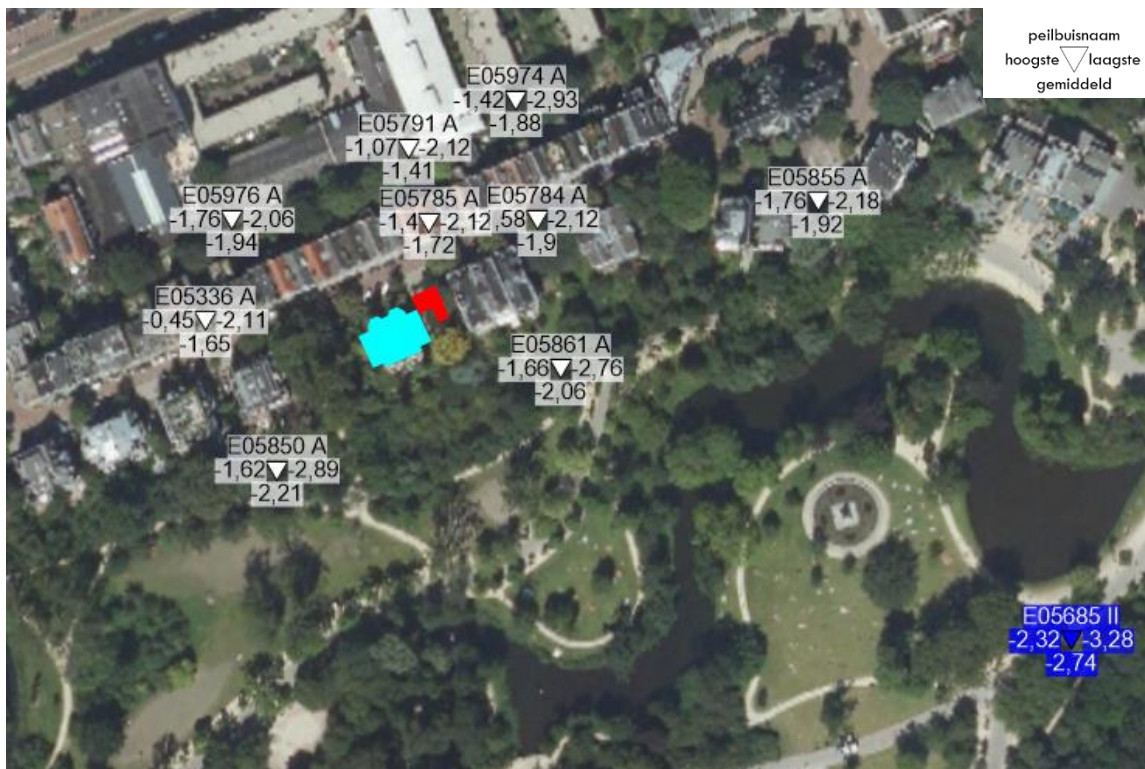


In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.

2.3 Project: grondwater

De grondwater eigenschappen bestaan uit grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit. De grondwaterstanden zijn bepaald per watervoerende laag, de grondwaterstand kan namelijk verschillend zijn afhankelijk van de diepte op een locatie.

De grondwaterkwaliteit is (nog) niet bepaald, de grondwaterkwaliteit bepaald voor een deel de bemalingskosten. Zo is grondwater met een hoge verontreinigingsgraad goed voor hoge verontreinigingsheffing en/of zuiveringsheffing. Daarnaast is bij een hoog ijzergehalte sprake van zuiveringskosten.



Figuur 2 - grondwaterstand t.o.v. NAP (wit = freatisch/watervoerende laag 1, blauw = watervoerende laag 3)

In figuur 2 zijn de gemiddelde grondwaterstanden bijgevoegd. Opgemerkt wordt het volgende:

- Op de projectlocatie stroomt het grondwater richting het zuiden in watervoerende laag 1;
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 1 is bepaald met E05785 A. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 1,72 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 1,4 m en NAP – 2,12 m;
- Grondwaterstand watervoerende laag 2 is onbekend, gerekend wordt een grondwaterstand welke 0,1 m lager is dan de rekenwaarde in watervoerende laag 1;
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 3 is bepaald met E0585 II. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 2,74 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 2,32 m en NAP – 3,28 m.

In bijlage 6 zijn de grondwater eigenschappen bijgevoegd.

2.4 Project: omgeving

Tot slot is de omgeving samengevat, met de omgeving wordt bedoeld de objecten en activiteiten welke beïnvloed kunnen worden door de bemaling maatregelen op de projectlocatie. Iedere watervoerende laag heeft een maatgevende reikwijdte, deze maat is de maximale theoretische afstand waar grondwater beïnvloed kan worden door een onttrekking.

De onderstaande figuur 3 geeft een overzicht van de omgevingsfactoren in de theoretische reikwijdte van 80 m.



In bijlage 4 zijn zeven tekeningen van de objecten in de omgeving bijgevoegd. Hieronder een korte samenvatting per onderdeel:

- Tekening 1 “Belendingen”: dichtstbijzijnde belending op 5 m afstand, bouwjaar is tussen 1700 en 1799 van deze belending. Overige belendingen op meer dan 17 m afstand hebben een gelijk bouwjaar;
- Tekening 2 “Grondwatergebruikers”: geen bijzonderheden gevonden;
- Tekening 3 “Natuur (natura-2000)”: Vondelpark ten zuiden;
- Tekening 4 “(Archeologische) monumenten”: diverse Rijksmonumenten aanwezig op, afstand tot projectlocatie is 27, 50 en 57 m;
- Tekening 5 “Algemene kaart (top 10 NL)”: gelegen in de bebouwde kom nabij het Vondelpark. Afstand tot oppervlaktewater is circa 80 m;
- Tekening 6 “Landbouw in omgeving”: geen;
- Tekening 7 “Bodemloket (verontreinigingen bodem)”: geen bijzonderheden.

3 Maatregelen stabiliteit grondwater

Bij werkzaamheden beneden de grondwaterstand kunnen verschillende soorten faalmechanismen optreden. Er zijn drie faalmechanismen uitgewerkt in dit hoofdstuk, geconcludeerd wordt welke maatregelen in aanmerking komen. Op basis daarvan vindt een keuze van grondwaterbeheersing methode plaats in hoofdstuk 4.

Voor de gedetailleerde berekeningen wordt gewezen naar bijlage 3.

3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht

Het verticaal evenwicht van een bouwput wordt verstoord door een ontgraving. Dit kan wanneer een slecht doorlatende laag gelegen is boven een watervoerende laag, in dit geval zal het verticaal evenwicht worden verstoord op het moment dat de grondwaterdruk in de watervoerende laag groter is dan de neerwaartse druk geleverd door de massa van de slecht doorlatende laag (en de lagen erboven). Door ontgraven neemt de massa snel af, bij een gelijke grondwaterdruk zal het verticaal evenwicht worden verstoord vanaf een bepaald ontgravingsniveau. Bij het verliezen van verticaal evenwicht kan een bodemlaag omhoog komen of de laag kan scheuren en vervolgens zal water in de ontgraving terecht komen.

Conclusie eerste opbarstniveau NAP – 8,5 m

Het volgende is per onderdeel geconcludeerd:

- Kelder onder woning: bij een ontgravingsniveau tot en met NAP – 5,35 m is de kritieke stijghoogte gelijk aan NAP – 4,44 m. De verwachte (gemiddelde) grondwaterstand in watervoerende laag 2 is NAP – 1,82 m, de gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 1,5 m. Geconcludeerd wordt dat een ontlastbemaling noodzakelijk is bij dit onderdeel;
- Kelder onder garage: bij een ontgravingsniveau tot en met NAP – 3,25 m is de kritieke stijghoogte gelijk aan NAP – 1,77 m. De verwachte (gemiddelde) grondwaterstand in watervoerende laag 2 is NAP – 1,82 m, de gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 1,5 m. Geconcludeerd wordt dat een ontlastbemaling mogelijk nodig is. Dit is echter afhankelijk van de grondwaterstand meting in watervoerende laag 2 vooraf de werkzaamheden.

3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk

Hydraulische grondbreuk is vergelijkbaar met het verticaal evenwicht faalmechanisme, het verschil is dat hydraulische grondbreuk optreedt in een watervoerende laag. Hydraulische grondbreuk treedt op wanneer de grondwaterdruk hoger is dan de korrelspanning, in dit geval gaan korrels drijven (drijfzand) en in het geval van een bemaling en ontgraving stromen de korrels (drijfzand) de bouwput in met als gevolg gevaarlijke situaties en (lokaal) forse maaiveld dalen.

Conclusie

Omdat verticale (dam)wanden worden toegepast is een controle op hydraulische grondbreuk uitgevoerd. Bij de diepte van de damwandplanken conform tabel 2.1 zal geen hydraulische grondbreuk optreden.

Het is belangrijk de grondwaterstand beneden het ontgravingsniveau te houden. In geval van calamiteiten (wanneer de grondwaterstand hoger is dan het ontgravingsniveau) kan gekozen worden de sleuf stabiel te houden door water in de sleuf te laten lopen tot en met het grondwater niveau

3.3 Maatregelen: piping

Tot slot is het faalmechanisme piping beschouwd, dit faalmechanisme ontstaat door de aanwezigheid van oppervlaktewater. Wanneer piping optreedt ontstaat een kanaal in de bodem “pijp” tussen de ontgraving en het oppervlaktewater. In dit geval zal het

oppervlaktewater zeer snel de bouwput in stromen met vaak transport van gronddeeltjes (maaiveldddaling mogelijk in de omgeving).

Conclusie

Piping kan niet optreden door de afwezigheid van oppervlaktewater binnen de reikwijdte van watervoerende laag 1 (circa 30 m), zie tekening 5 in bijlage 4. Piping treedt alleen op bij oppervlaktewater welke in verbinding staat met de maatgevende watervoerende laag.

4 Grondwaterbeheersing implementatie

In dit hoofdstuk wordt de methode van uitvoering grondwaterbeheersing besproken. De risico's met betrekking tot de omgeving (faalkosten en -kans) zijn beschouwd in de tweede paragraaf. Tot slot wordt geconcludeerd of de grondwaterbeheersing vergunningsplichtig is en in welk termijn een formeel toestemming van de overheid verwacht kan worden.

Voor de gedetailleerde berekeningen en modelinput wordt gewezen naar bijlage 3.

4.1 Grondwaterbeheersing: methode

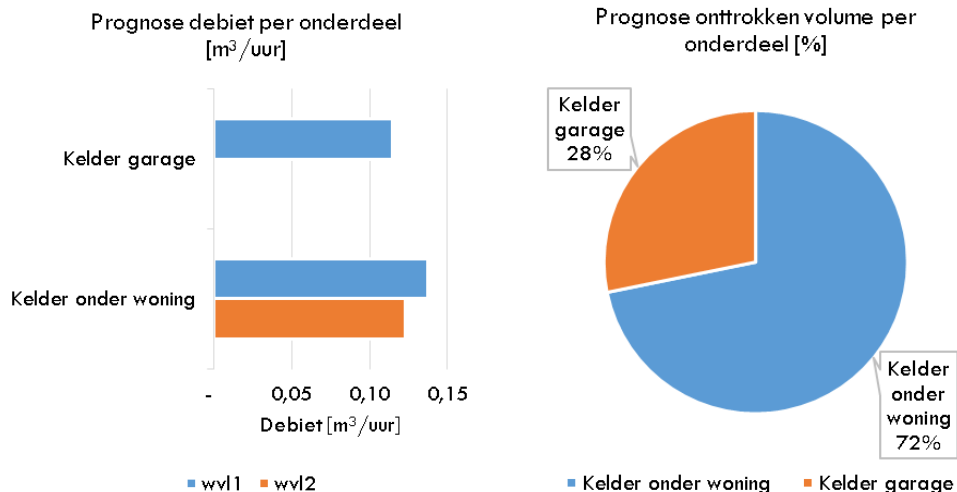
De methode om grondwater te beheersen is in deze paragraaf weergegeven per onderdeel en/of per watervoerende laag.

Bij bemaling is minimalisatie van de grondwateronttrekking door het toepassen van aangepaste bouwtechnieken en zorgvuldige planning van de uitvoering van werkzaamheden een absolute noodzaak. Iedere aanvraag voor bemaling wordt hierop getoetst door Waterschap, deze paragraaf onderbouwd de gekozen methodes.

Debiet

Er wordt benadrukt dat de berekende debieten (onttrekking en retour) prognoses betreffen op basis van geschatte parameters.

Het debiet is ingeschat op circa $0,1 \sim 0,3 \text{ m}^3/\text{uur}$ tijdens de werkzaamheden. Tijdens het ontgraven (niet-stationaire periode) wordt een debiet verwacht van maximaal $5 \text{ m}^3/\text{uur}$. Bij een uitvoeringsperiode van totaal 120 dagen resulteert dit in een totaalvolume van circa 900 m^3 à 1.150 m^3 . Voor de debietsberekening zijn de bemalingselementen tot NAP - 10 m geplaatst, dieper plaatsen van bemalingselementen zal het debiet verhogen. In de onderstaande figuren kan worden afgelezen welke hoeveelheden verwacht worden per onderdeel. Zie bijlage 3 voor berekening details.



Eigenschappen damwanden

De damwanden worden waterremmende afgewerkt, het uitgangspunt is dat de lekkage beperkt wordt tot $0,1$ à $0,3 \text{ m}^3/\text{uur}$.

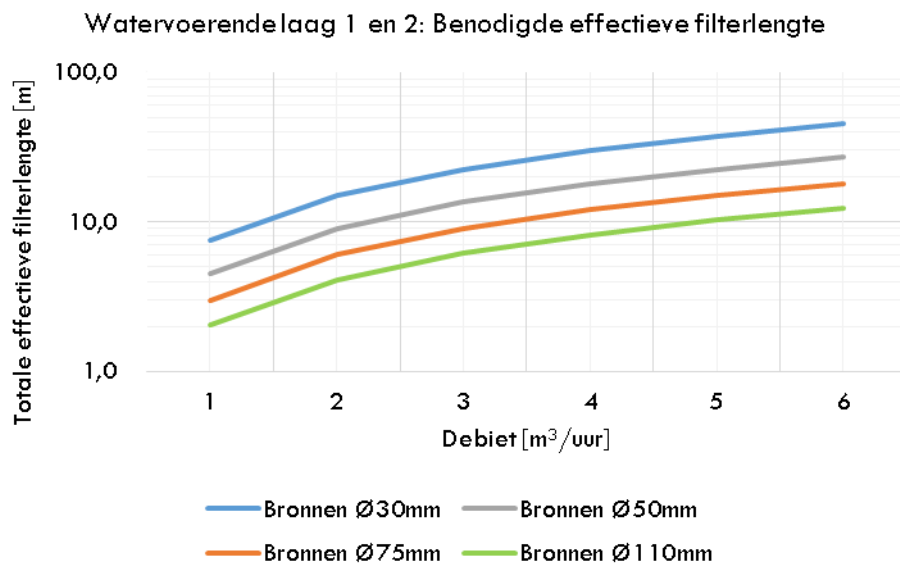
Methode bemaling

De bemaling bestaat uit een bronbemaling in watervoerende laag 1 bij beide kelders, waarbij de bemalingselementen worden afgesteld op $0,5 \text{ m}$ onder het ontgravingsniveau. Bij de kelder onder de woning wordt een ontlastbemaling geplaatst, waarbij de filters worden afgezaagd op NAP - $4,5 \text{ m}$. Bij de kelder garage wordt alleen een ontlastbemaling geplaatst indien de grondwaterstand in watervoerende laag 2 hoger is dan NAP - $1,8 \text{ m}$. Indien een

ontlastbemaling geplaatst wordt in watervoerende laag 2, dan moeten de filters worden afgezaagd op NAP – 1,8 m.

Omdat ontlastbemalingen vallen onder een spanningsbemaling (een hogere grondwaterstand dan ontgravingsniveau zal worden gehanteerd tijdens uitvoering) is het noodzakelijk dat de ruimte tussen boorgat en bronnen direct na het boren hersteld wordt. Ter hoogte van watervoerende lagen moet aangestort worden met filterzand of –grind, ter hoogte van klei en/of veen moet aangestort worden met zwelklei. Indien de omstorting niet goed is, dan zal de grondwaterstand in watervoerende laag 2 (ongecontroleerd) zakken (tot beneden het niveau waarop de filters zijn afgezaagd).

De bemalingsmethode is afhankelijk van de bemaler, deze kan bestaan uit verticale of horizontale filterelementen, waarbij alleen het filteroppervlak (perforatie) geteld wordt beneden de grondwaterstand (effectieve filteroppervlak). In de onderstaande figuur is per watervoerende laag de benodigde totale filterlengte (van alle bronnen) weergegeven.



Opgemerkt wordt dat de verliezen/winsten ten aanzien van bemalingsmethoden niet zijn meegewogen in dit hoofdstuk. Een systeem met zeer vlakke verhanglijn (bijvoorbeeld horizontale drains) zal resulteren in een lager debiet terwijl enkele grote verticale bronnen (deepwells) resulteren in een hoger debiet.

4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding

Deze paragraaf geeft een beeld van de verwachte grondwatersituatie tijdens de werkzaamheden. De minimalisatie van de grondwateronttrekking betekent dat invloed op de omgeving voor zover mogelijk beperkt is (binnen de projectgrenzen besproken in de inleiding). In de onderstaande figuren zijn contourlijnen weergegeven, de contourlijnen betreffen locaties met een gelijke grondwaterstand tijdens bemalen. De contourlijnen met driehoeken zijn de 5cm verlaginglijnen, dit is de berekende reikwijdte van de bemaling.

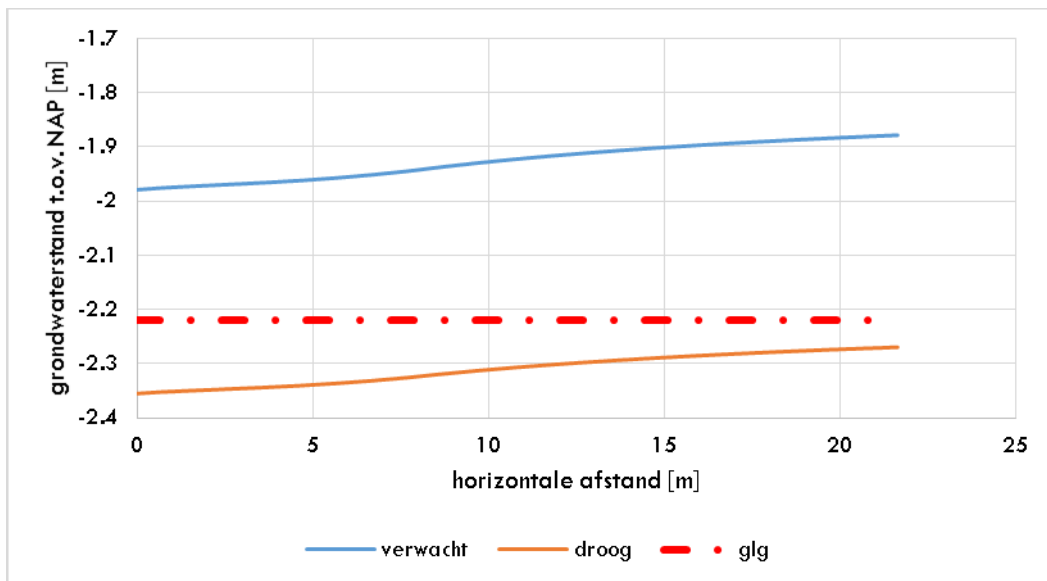


Figuur 4 – grondwaterstand [m+NAP] na 120 dagen bemalen in watervoerende laag 1

Naar verwachting wordt geen verlaging veroorzaakt beneden de gemiddeld laagste grondwaterstand buiten de perceelsgrens.



Figuur 5 - grondwaterstand [m+NAP] na 120 bemalen in watervoerende laag 2



In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand in watervoerende laag 2 van de bemaling de kelders. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging (bij gemiddelde grondwaterstand) na 120 dagen bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 120 dagen bemalen in een extreem droge periode.

De rode lijn NAP – 2,22 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg). Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 en boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode.

Indien een ontlastbemaling noodzakelijk is bij de garage dan zal er geen verlaging beneden de gemiddeld laagste grondwaterstand optreden. Indien evengoed gekozen wordt voor diepere damwanden (watervoerende laag 2 afsluiten) dan zal dit ten aanzien van omgevingsbeïnvloeding weinig effect hebben, echter moet daarvoor het bemalingssysteem wel voldoen aan de omschrijving “methode bemaling” in hoofdstuk 4.1. Een ontlastbemaling welke los geplaatst wordt in gespoten gaten zal een oncontroleerbare zakking van de grondwaterstand in watervoerende laag 2 veroorzaken (dit is niet het uitgangspunt). Bij het toepassen van diepere damwanden (tot NAP – 11 m) rondom de garage is het risico voor de omgeving beheersbaar (ook bij een slecht geplaatste ontlastbemaling).

Maaiveld dalen en effect op belendingen

De belending staat op 11 m afstand (ook geldend bij de grafiek in dit hoofdstuk). Er wordt geen verlaging beneden de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg) verwacht, in een extreem droge periode is dit wel mogelijk. De verlaging beneden de gemiddeld laagste grondwaterstand is < 0,1 m. De kans dat een verlaging beneden de glg optreedt voor een langere periode dan enkele weken is zeer klein. Bij een kortdurende verlaging van < 0,1 m beneden de glg worden geen negatieve effecten bij de belending verwacht. Monitoring is noodzakelijk om te controleren of de grondwaterstand(sverlaging) overeenkomt met deze verwachting.

4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing

Tot slot zijn in dit hoofdstuk de grondwaterbeheersing maatregelen getoetst aan de geldende wetgeving (ten tijde van opstellen rapport). Het is opgedeeld in twee onderdelen het onttrekken van grondwater uit de bodem en het lozen van (grond)water.

Onttrekking

Onttrekking wetgeving houdt in de wetten welke van toepassing zijn bij het oppompen van grondwater uit de bodem voor een bouwput. Het project is meldingsplichtig bij het Waterschap, verwacht is een debiet gelijk of kleiner dan 10 m³/uur en bemalingsperiode korter dan 6

maanden. Dit proces kan worden opgestart door het project in te voeren op omgevingsloket.nl, u dient dit bemalingsadvies bij te voegen als bijlage.

Bij bronbemaling in de regio van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Waternet is het verplicht de bemaling te melden bij een debiet dat hoger is dan 5 m³/uur en een bemalingsperiode langer dan 7 weken. De melding voor bemaling moet tenminste 4 weken voor start bemaling worden ingediend. Ten aanzien van de bronbemaling vergunningsplicht in de regio van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Waternet is het verplicht een vergunning aan te vragen bij een debiet dat hoger is dan 50 m³/uur, een debiet dat hoger is dan 15000m³/maand en/of een bemalingsperiode langer dan 6 maanden. Indien de bemaling vergunningsplichtig is dient rekening gehouden worden met het aanvraagtermijn van 10 tot 26 weken voor de onttrekkingsvergunning. De provinciale grondwaterheffing in Noord-Holland is € 0.0085 per onttrokken m³. Onttrekkingen tot 12000 m³ zijn heffingsvrij, per m³ welke is geretourneerd mag -50% van de hoeveelheid worden verminderd op de totale som van de onttrekking.

Lozing

Lozing wetgeving houdt in de wetten welke van toepassing zijn bij het lozen van grondwater uit de bodem voor een bouwput. De wetgeving is sterk afhankelijk van de locatie en lozingsroute, de melding en/of vergunning kan worden aangevraagd via omgevingsloket.nl.

Bij lozingen op het riool en/of oppervlaktewater moet rekening gehouden worden met de zuiveringsheffing en/of verontreinigingsheffing, deze wordt verrekend door middel van vervuilingseenheden. De kosten per vervuilingseenheid zijn € 53.11

Vervuilingseenheden parameters

Het aantal vervuilingseenheden wordt bepaald op basis van de grondwaterkwaliteit en ligt meestal tussen 0,001 à 0,003 VVE/m³. Door lozen van grondwater op oppervlaktewater of riool zullen vaste stoffen in deze stelsels terecht komen. Het aantal kg van deze stoffen zal moeten worden verwijderd door het waterschap. De kosten voor het verwijderen berekenen waterschappen met behulp van vervuilingseenheden. Om te bepalen hoeveel vervuilingseenheden in het grondwater zitten kan een steekproef worden uitgevoerd, met deze meting kan het aantal vervuilingseenheden per volume worden bepaald.

Voor het berekenen van vervuilingseenheden project en kostenprognose: parameters afgeleid uit verontreinigingsheffing waterschap: Chemisch zuurstof verbruik, Ammoniumstikstof en organisch gebonden stikstof, Chloride, Sulfaat, Arseen, Kwik, Cadmium, Fosfor, Chroom, Koper, Lood, Nikkel en Zink.

5 Aanbevelingen, actieprogramma

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gesommeerd welke bijdragen aan het bereiken van de doelstelling. Ten eerste worden de zwakke punten welke geïdentificeerd zijn opgesomd in de risicocheck, opgevolgd in de tweede paragraaf met aanbevelingen om deze zwakke punten te beheersen.

In de derde paragraaf worden aanbevelingen gegeven van algemene aard tijdens en vooraf de uitvoering. Het betreffen praktische aanbevelingen welke grondwater en omgevingsbeïnvloeding zo goed mogelijk beheersbaar maken.

Tot slot is het actieprogramma met daarin een overzichtelijk stappenplan voor het vervolg van het project.

5.1 Risicocheck

Bij het uitvoeren van berekeningen van maatregelen ten behoeve van grondwater beheersing wordt gewerkt met ingeschatte parameters. Deze parameters zijn met de grootst mogelijke nauwkeurigheid bepaald, het gevolg is dat gerekend wordt met conservatieve inschattingen en veiligheidsfactoren (1). In deze paragraaf zijn belangrijkste risico's (zwakke punten) samengevat welke geïdentificeerd zijn tijdens dit onderzoek:

- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling. Een langere sleuflengte en/of bemalingsduur zal in de omgeving een groter effect op grondwaterstand verlaging veroorzaken;
- Het ontwerp van de bemaling en de omgevingsbeïnvloeding is sterk afhankelijk van de eigenschappen van de damwanden. Dit rapport gaat uit van goede waterremmende eigenschappen, indien in de praktijk de damwanden slechte waterremmende eigenschappen hebben (hoger debiet), dan zal er meer verlaging optreden van de grondwaterstand.

5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring

In deze paragraaf worden de aanbevelingen uiteengezet welke worden geadviseerd op basis van de risicocheck in de vorige paragraaf. De aanbevelingen zijn bedoeld om de risico's te beheersen welke zijn toegewezen aan dit project.

Onderzoek

Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van onderzoek:

- Dit onderzoek is met de hoogste nauwkeurigheid uitgevoerd op basis van de huidige wetenschap, in het bouwproces is er vaak sprake van wijzigingen en nieuwe inzichten tijdens de uitvoeringsfase. Aanbevolen wordt tijdens de start van de (aanleg van) bemaling de adviseur van dit plan op werkbezoek uit te nodigen en te laten controleren of hierbij de gestelde conclusie nog van toepassing is;

Monitoring bouwput

Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van monitoring op de projectlocatie:

- Aanbevolen wordt het toepassen van een geijkte debietmeter. Met de inwerkingtreding van de Waterwet is het voor alle grondwateronttrekkingen verplicht om de onttrokken hoeveelheid grondwater of geïnfiltreerd water met een nauwkeurigheid van maximaal 5% afwijking te meten;
- Aanbevolen wordt om dagelijks de grondwaterstand op de projectlocatie controleren, met behulp van een peilbuis op de projectlocatie. Grondwaterstand in de bouwput of ontgraving moet in verband met een goede preparatie van de funderingslaag en een goede begaanbaarheid van de bouwputbodem niet hoger reiken dan 0,3 m beneden het lokale ontgravingsniveau. Ten aanzien van eisen in de Waterwet mag de grondwaterstand ten hoogste 0,5 m onder ontgravingsniveau worden verlaagd;
- Aanbevolen wordt het debiet en grondwaterstand meting dagelijks en in later stadium wekelijks te registreren (verplicht) EN na het verzamelen van één week aan debiet en grondwaterstanden

meetdata deze meterstanden te verzenden naar info@lootsgwt.com met als vermelding "metingen 10540117B.2". Het controleren van deze bouwputmetingen wordt als service uitgevoerd.

Monitoring omgeving

Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van monitoring in de omgeving:

- Aanbevolen wordt om peilbuizen te plaatsen tussen de bouwput en de risicovolle objecten bij elke bemaling, daarnaast tenminste één peilbuis plaatsen op 5m afstand haaks op de bemaling bij het ontbreken van kritieke objecten. Grenswaarden vaststellen op NAP – 2,12 m in watervoerende laag 1 en NAP – 2,22 m in watervoerende laag 2. Dagelijks grondwaterstand controleren. Bij verlagingen beneden het kritieke niveau dient actie ondernomen om de grondwaterstand te herstellen (met een retourbemaling drain buiten de damwand);
- Bij alle belendingen/infrastructuur binnen 15 m straal dient een vooropname worden uitgevoerd en bij bebouwing welke mogelijk zal zakken een hoogtebout geplaatst;
- Bij toepassing van bronbemaling dient rekening gehouden te worden met het behoud van de bomen en struikgewas. Bij (extreem) droge weersomstandigheden dient er binnen een straal van 50 meter van het centrum van de bemaling, lokaal (extra) te beregent te worden in combinatie met een retourbemaling ter aanvulling van de hoeveelheid bodemvocht.

5.3 Aanbevelingen: uitvoering

De aannemer/bemaler is vrij om te kiezen voor specifieke boor-/plaatsing methode, wijze van omgaan met lokale afwijkingen in de bodem, type materieel. De vrije keuze is omdat materieel om te bemalen zeer divers is en varieert per bemaler. Wel moet rekening gehouden worden dat het plan mogelijk niet kan voldoen bij bepaalde (combinaties) van uitvoeringstechnische werkwijzen en materieel.

De volgende aanbevelingen zijn om het bemalingsresultaat te halen, omgevingsbeïnvloeding te beheersen en te voldoen aan wetgeving:

- Het wordt aanbevolen het bemalingsplan en het uitvoeringsontwerp te overleggen met de bemalingsadviseur, daarbij zal de invloed op de omgeving worden gecontroleerd en/of (indien wenselijk) met monitoring de bemaling geoptimaliseerd tijdens uitvoering;
- Aanbevolen wordt een plan en materieel en mensen klaar te hebben om ten alle tijden de bemaling/bouwputstabiliteit te kunnen herstellen binnen de responstijd. Responstijd is de verwachte tijdsduur tussen uitval bemaling en grote problemen in de bouwput;
- Tenslotte wordt aanbevolen een bemalingsinstallatie toe te passen met voldoende capaciteit en welke (lokaal) instelbaar is. De bemalingsinstallatie dient voldoende instelbaar te zijn om een te grote onttrekking/verlaging te voorkomen. Aanbevolen wordt te overleggen wie dit zal controleren/instellen en welke controle frequentie toegepast zal worden.

5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken

De grondwaterbeheersing is niet alleen afhankelijk van het bemaling ontwerp en –uitvoering. Ten tweede kan de kwaliteit van in de grond gebouwde objecten worden beïnvloed door de grondwaterbeheersing.

De volgende aanbevelingen zijn toegevoegd :

- De bouwplaats kan erg nat worden bij veel neerslag. Het wordt aanbevolen tenminste 0,3 m doorlatend zand aan het oppervlak tijdens de bouw te hanteren zodat is dat hemelwater kan infiltreren. Als alternatief kan gewerkt worden met verzamelgreppels van hemelwater tijdens de bouw. Het is mogelijk dat de grondverbetering aan het oppervlak dichtslibt (bijvoorbeeld door verkeer dat erop rijdt), het wordt dan aanbevolen tijdens de bouw de grondverbetering te bewerken voor een betere doorlatendheid (ter voorkoming van vertraging door hemelwater overlast tijdens de bouw);

5.5 Actieprogramma

In het actieprogramma wordt beschreven welke stappen genomen moeten worden voor uitvoering bemaling:

1. Noodzakelijke aanvullende onderzoeken uitvoeren H5.2;
2. Uitvoeren melding bemaling;
3. Selectie aannemer bemaling;
4. Aannemer bemaling een bemalingsplan laten opstellen;
5. Controleren werkwijze aannemer bemaling;
6. Bij definitief uitvoeringsontwerp punten H5.4 eenmaal controleren;
7. Monitoring H5.2 plaatsen;
8. Start bemaling, opschrijven beginstand debietmeter;
9. Een monstername van het grondwater genomen vanuit het lozingswater. Dit monster dient te worden geanalyseerd op de parameters welke Waterschap zal vragen (mogelijks moet dit worden herhaald per week).
10. Controle bemaling op locatie en grondwaterstandmetingen verzenden naar info@lootsgwt.com met als vermelding "metingen 10540117B.2";

Neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

ing. E.J. Loots (06-53392188)

Loots Grondwatertechniek

14 augustus 2017

Gebruikte literatuur en bronnen

1. **Nederlands Normalisatie-instituut.** *NEN 9997-1+C1-2012*. Normcommissie 351 006 "Geotechniek". Delft : NEN, 2012. ICS 91.080.01; 93.020.
2. **SBR.** *190.03 Bemaling van bouwputten*. Rotterdam : SBR, 2003.
3. —. *273.98 Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing*. Rotterdam : SBR, 1998.
4. **Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu.** Bodemloket. [Online] 2013. <http://www.bodemloket.nl>.
5. **Google.** *Google Earth*. 2012. 7010101888.
6. **Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed - Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.** *IKAW - Archeologische Monumentenkaart*. [Autocad] 2011.
7. **Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond.** *Ondergrondgegevens*.
8. **Dienst Regelingen.** *Basisregistratie Percelen*.
9. **GBO Provincies.** *Grondwaterbescherming en -onttrekking*.
10. **Publieke Deinstverlening op kaart.** *Natura 2000 gebieden*.
11. **Kadaster.** *Basisregistraties Adressen en Gebouwen*.
12. —. *Top10NL kaart nederland*. 2012.
13. **Duyts.** *216576K01 tekening kelder*. 13-6-2017.
14. **Rappange&Partners.** *1615 tekeningen*. 1-2-2017.
15. —. *1615 tekeningen*. 29-5-2017.
16. —. *1615 tekeningen garage*. 23-6-2017.

Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport

Op alle, door Loots Grondwatertechniek uitgebrachte adviezen en berekeningen, is de DNR 2011 <http://www.nlingenieurs.nl/downloads/dnr-2011/> van toepassing.

Het advies en de berekeningen zijn opgesteld conform de onderstaande wetgeving, normen, richtlijnen en protocollen:



Eurocode 7: Geotechniek
NEN 9997-1+C1:2012



Wetgeving Rijksoverheid
Waterwet



SBR190.03 Bemaling van
bouwputten

SBR273.98 Leidraad voor het
onderzoek naar de invloed van
een grondwaterstandsaling op
de bebouwing

De onderstaande beperkingen en voorwaarden in dit hoofdstuk zijn van toepassing op dit document:

Algehele stabiliteit, stabiliteit ophogingen en stabiliteit taluds, belastingen, stabiliteit, sterkte grondkerende constructies en verankeringen worden niet beschouwd;

© 2014 Loots Grondwatertechniek - Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, gecommuniceerd, aangepast, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Loots Grondwatertechniek, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd. De rekenwaarden zijn uitsluitend voor berekening van bemaling(effecten) en worden geenszins met het oog op enig specifiek gebruik ter beschikking gesteld;

Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data

De aangeleverde data zijn gedeeltelijk consistent met data van voorgaande projecten/archiefdata. De interpretatie is gebaseerd op beperkte informatie van het project en aangenomen wordt dat de waarden welke opdrachtgever beschikbaar heeft gesteld op lange termijn representatief zijn.

[A] Vastgestelde parameters projectlocatie

De volgende parameters zijn afgeleid uit aangeleverde informatie en het archiefonderzoek:

- Projectafmeting, projectlocatie;
- Geotechnische bodemopbouw en geotechnische categorie;
- Aanwezigheid van grondwaterbeschermingsgebied, openbaar groen/natuur, landbouw, natura 2000 gebied.

[B] Geraamde parameters op basis van meerdere gegevensbronnen

De volgende parameters zijn bepaald aan de hand van meerdere gegevensbronnen, dit zijn vaak ervaringen in de nabijheid van de projectlocatie. Hierbij wordt gekozen voor een conservatieve benadering waarbij voor elke parameter de minst gunstige waarde wordt gehanteerd. Er valt vaak winst te halen door deze parameters nader te bepalen. De volgende parameters zijn geraamd:

- Geotechnische bodemonderzoeken;
- Geohydrologische parameters, geraamd op basis van Dinoloket, grondwaterkaart, boorbeschrijving;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 2;
- Aanwezigheid van archeologische objecten, grondwaterverontreinigingen, infrastructuur.

[C] Geraamde parameters op basis van ervaring

De parameters in dit hoofdstuk zijn niet direct af te leiden uit beschikbare gegevensbronnen. Hierbij wordt gekozen voor een conservatieve benadering waarbij elke parameter wordt bepaald conform Eurocode (1) en ervaring. De volgende parameters zijn geraamd:

- Bemalingsperiode;
- Ontgravingsdiepten;
- Grondwateraanvulling is ingeschat op 250mm/jaar;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 1;
- Oppervlaktewater, diepte en verbinding met watervoerende lagen;
- De volumieke gewichten betreffen een raming op basis van ervaring. Om meer inzicht te verkrijgen in de volumieke gewichten kunnen grondmonsters worden gestoken waarvan in het laboratorium de volumieke gewichten worden bepaald. Belastingen worden beschouwd als blijvend, dit betekent dat de maatgevende grondwaterstand bepaald moet zijn (worst-case) en/of maatregelen ten aanzien van monitoring moet worden toegepast voor en/of tijdens bemalen.

[D] Ontbrekende parameters

Na het opstellen is gebleken dat de volgende parameters niet of slecht zijn te bepalen:

- Aanwezigheid van kritieke belastingen;
- De actuele grondwaterstand t.o.v. NAP;
- Grondwaterkwaliteit.

Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

- Projectdimensies;
- Overzicht geotechnische parameters op projectlocatie en binnen reikwijdte;
- Overzicht geohydrologische parameters op projectlocatie;
- Overzicht eigenschappen grondwater op projectlocatie per onderdeel;
- Berekening(en) verticaal evenwicht per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening(en) hydraulische grondbreuk per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening(en) piping per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening debiet per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening omgevingsbeïnvloeding (of de maatgevende).

Projectdimensies:

objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]
Kelder onder woning	21	12~16	-5.35	-11
Kelder garage	9	6~11	-3.25	-9.5

Geotechnische bodemparameters:

γ is de volumieke massa van de bodemlaag, dit is het gewicht wat gebruikt wordt voor het verticaal evenwicht.

k_h of k_v zijn de doorlatendheid eigenschappen (hogere waarde is meer doorlatend)

geotechnische omschrijving op locatie	top laag [m+NAP]	Dikte gemiddeld [m]	Dikte minimaal en maximaal [m]	γ [kN/m ³]	richtlijn
zand, los (onverzadigd)	0.32 ~ -1.7	0.8	0.1 ~ 2.1	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (verzadigd)	-1.8	0.2	0 ~ 0.7	19	NEN 9997-1+C1:2012
klei, sterk zandig	-1.8 ~ -2.5	0.8	0.5 ~ 1.2	19	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-2.5 ~ -3	1.8	1.5 ~ 2	11	NEN 9997-1+C1:2012
klei, slap	-4.5 ~ -5	3.5	3.5	14	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	-8 ~ -8.5	1.7	1 ~ 2	20	NEN 9997-1+C1:2012
klei, zwak zandig, slap	-9 ~ -10.5	2	1.5 ~ 2.5	15	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig (matig voorbelast)	-11.5 ~ -12.5	0.9	0.7 ~ 1	12	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-12.5 ~ -13.2	3.6	3 ~ 4.3	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-15.5 ~ -17.5	0.5	0.1 ~ 1	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-16.5 ~ -17.6	13.1	12.4 ~ 13.5	21	NEN 9997-1+C1:2012

geohydrologische laag omschrijving	type	top [m+NAP]	k_h [m/d]	k_v [m/d]	Reikwijdte [m]	gemiddelde porositeit	bron of richtlijn
zand, matig fijn, sterk silthoudend	DKL	0.32 ~ -1.7	3	1.5		0.25	Grondwaterzakboekje
zand, matig fijn, sterk silthoudend	WVL1	-1.8	3	1.5	19.0	0.25	Grondwaterzakboekje
klei, sterk zandig	SDL1	-1.8 ~ -2.5	0.1	0.01	0.8	0.1	SBR 190.03
veen (gemiddelde doorlatendheid)	SDL1	-2.5 ~ -3	0.5	0.003	0.8	0.3	SBR 190.03
klei, zwak zandig	SDL1	-4.5 ~ -5	0.01	0.002	0.8	0.1	SBR 190.03
zand, zeer fijn, sterk silthoudend	WVL2	-8 ~ -8.5	1	0.5	78.7	0.25	Grondwaterzakboekje
klei, zwak zandig	SDL2	-9 ~ -10.5	0.01	0.002	0.8	0.1	SBR 190.03
veen (lage doorlatendheid)	SDL2	-11.5 ~ -12.5	0.1	0.003	0.8	0.3	SBR 190.03
zand, matig fijn, zwak silthoudend	WVL3	-12.5 ~ -13.2	10	5	780.2	0.3	Grondwaterzakboekje
zand, kleiig	WVL3	-15.5 ~ -17.5	0.1	0.05	780.2	0.1	SBR 190.03
zand, matig grof, zwak silthoudend	WVL3	-16.5 ~ -17.6	20	10	780.2	0.3	Grondwaterzakboekje

Maatgevende grondwaterstand per onderdeel:

Ghg is Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand, een representatieve bovengrens van de te verwachten grondwaterstanden.

Act is de actuele grondwaterstand een representatieve actuele waarde, ofwel een recente meting, danwel een representatieve waarde voor maan waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd.

Glg is Gemiddeld Laagste Grondwaterstand, een representatieve ondergrens van de te verwachten grondwaterstanden. Deze natuurlijke ondergrens wordt ook maatgevend beschouwd als waarde vanaf wanneer maaiveld daling ontstaat.

Afstand_{pb}/R is de afstand tussen project en peilbuis gedeeld door de reikwijdte van de desbetreffende laag. Als dit kleiner is dan 1 is de meting representatief. Bij een hogere waarde moet het geohydrologisch worden beschouwd of er aanvullend onderzoek nodig is.

Grondwaterstand wvl1	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	peilbuis
Kelder onder woning	-1.4	-1.72	-2.12	8.4	2014	E05785 A
Kelder garage	-1.4	-1.72	-2.12	8.4	2014	E05785 A

Grondwaterstand wvl2	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	peilbuis
Kelder onder woning	-1.5	-1.82	-2.22	8.4	2014	E05785 A
Kelder garage	-1.5	-1.82	-2.22	8.4	2014	E05785 A

Grondwaterstand wvl3	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	peilbuis
Kelder onder woning	-2.32	-2.69	-3.28	11.2	2011	E05685 II
Kelder garage	-2.32	-2.69	-3.28	11.2	2011	E05685 II

Grondwatertechnische maatregelen per onderdeel

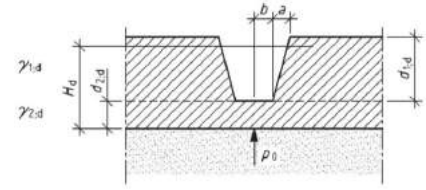
verticaal evenwicht 1	bodemprofiel	diepte [m+NAP]	talud	bodem-breedte	opbarst-niveau [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	verwachte gws [m+NAP]	maatregel conclusie
Kelder onder woning	S25D00073	van -5 tot -5.4	1:0	16	-8.5	-4.44	-1.5	-1.82	ja
Kelder garage	S25D00073	van -2 tot -3.3	1:0	9	-8.5	-1.77	-1.5	-1.82	mogelijk

verticaal evenwicht 2	bodemprofiel	diepte [m+NAP]	talud	bodem-breedte	opbarst-niveau [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	verwachte gws [m+NAP]	maatregel conclusie
Kelder onder woning	S25D00073	van -5 tot -5.4	1:0	16	-13.2	-1.88	-2.32	-2.69	nee
Kelder garage	S25D00073	van -2 tot -3.3	1:0	9	-13.2	1.23	-2.32	-2.69	nee

Bemalingsberekening per onderdeel:

Debiet en volume	periode [dagen]	wvl bemalen	reken-methode	Q_{prognose} [m ³ /uur]	Q_{hoogst} [m ³ /uur]	Q_{laagst} [m ³ /uur]	V_{prognose} [m ³]	V_{hoogst} [m ³]	V_{laagst} [m ³]
Kelder onder woning	120	1 2	3D-model	0.2	0.3	0.1	596	749	404
Kelder garage	120	1 2	3D-model	0.1	0.1	0.0	234	330	114

Project : Vondelstraat 87 te Amsterdam
Projectnummer : 10540117
Bemaling : Kelder onder woning
Bodemprofiel : S25D00073
Datum : 11-8-2017



input bodemopbouw	γ [kN/m ³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m ²]	opb2 [kN/m ²]	opb3 [kN/m ²]
zand, los (onverzadigd)	17	0.32	2.12			
zand, los (verzadigd)	19	-1.8	0.7			
klei, sterk zandig	19	-2.5	0.5			
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3	2			
klei, slap	14	-5	3.5	44.2	45	
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-8.5	2		40	
klei, zwak zandig, slap	15	-10.5	2		30	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-12.5	0.7		8.4	
zand, vast (verzadigd)	21	-13.2	4.3			
zand, vast (verzadigd)	21	-17.5	0.1			
zand, vast (verzadigd)	21	-17.6	12.4			
klei, sterk zandig	19	-30				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-5.35
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-5.35
z_{mv} [m+NAP]	-5
b_{bodem} [m]	8
$\alpha_{lud} [a=(z_{mv}-z_d) \times \alpha_{lud}]$	1:0.001
f_{min}	0.022
f_{max}	0.176
h_{ghg-o1} [m+NAP]	-1.5
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2.32
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-1.82
h_{act-o2} [m+NAP]	-2.69
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-8.5
z_{o2} [m+NAP]	-13.2
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

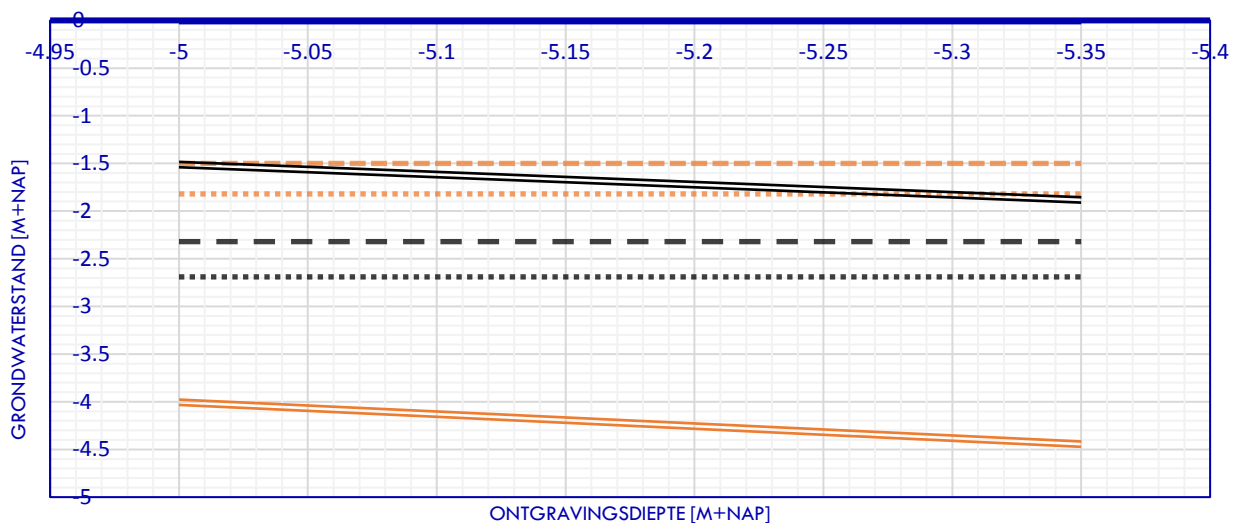
z_d = ontgravingniveau,
 z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
 ontgraving, h = grondwaterstand

$$(1) u_{z;d} < \gamma_{z;d} \times d_{z;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

$$(2) f = \frac{2}{\pi} \left(\left(1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left(\frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left(\frac{d_2}{b} \right) \right)$$

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	39.8	44.2	-4.44	-3.99	2.62	2.94
opbarstniveau 2	111.0	123.4	-1.88	-0.62	0.00	0.00
opbarstniveau 3	70.6	78.4				

Formule 1 bepaling rekenwaarde
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012



— hkr o1 - - - hghg o1 ... hact o1 — hkr o2 - - - hghg o2
... hact o2 — hkr o3 - - - hghg o3 ... hact o3

Project : Vondelstraat 87 te Amsterdam
Projectnummer : 10540117
Bemaling : Kelder onder woning
Bodemprofiel : S25D00073
Datum : 11-8-2017
Bemalingsduur : 120 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	0.32	3	1.5	onverzadigd	0.25		
watervoerende laag 1	-1.8	3	1.5	freatisch	0.25	2.1	19
slecht doorlatende laag 1	-2.5	0.01~0.5	0.002~0.01	slecht doorlatend	0.000199		
watervoerende laag 2	-8.5	1	0.5	spanningswater	0.000544	2	70
slecht doorlatende laag 2	-10.5	0.01~0.1	0.002~0.003	slecht doorlatend	0.000148		
watervoerende laag 3	-13.2	0.1~20	0.05~10	spanningswater	0.00016	336	697
slecht doorlatende laag 3	-30	0.1	0.01	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E05785 A	-1.4	-1.72	-2.12	1.1	0.78	0.38
watervoerende laag 2	E05785 A	-1.5	-1.82	-2.22	2.94	2.62	2.22
watervoerende laag 3	E05685 II	-2.32	-2.69	-3.28	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	21	21
breedte bouwput [m]	12	16
diepte bouwput [m+NAP]	-5.35	-5.35

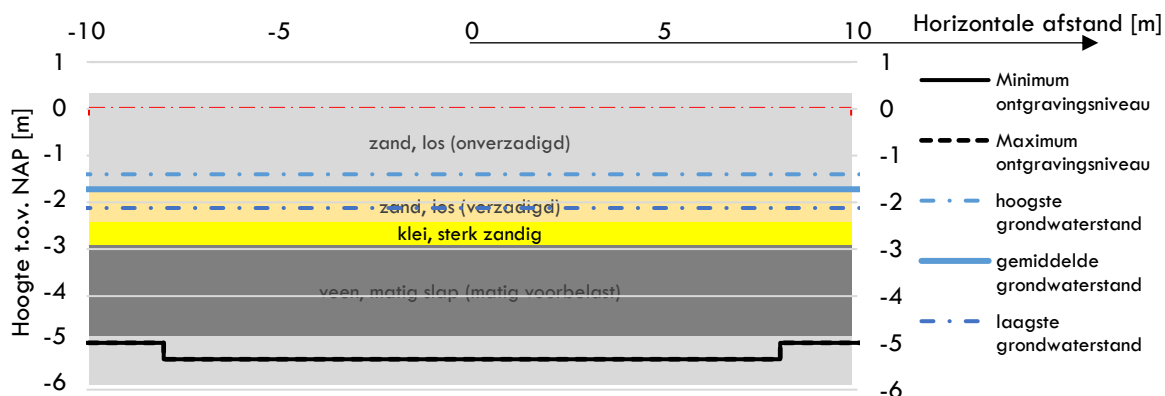
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

$$(2) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times K_0 \left(\frac{r}{\lambda} \right)$$

Formule 1 van Thiem, analytische benadering voor verlaging in stationaire toestand bij freatisch grondwater. Formule 2 van De Glee, analytische benadering voor verlaging in stationaire toestand bij semi-spanningswater.

output prognose debiet [m ³ /dag]	formule	analytisch Q _{ghg}	analytisch Q _{act}	analytisch Q _{glg}	remmende objecten in model	model Q _{ghg}	model Q _{act}	model Q _{glg}
watervoerende laag 1	Thiem	25	18	9	ja	3	2	1
watervoerende laag 2	De Glee	29	26	22	ja	3	3	2
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning} [m ³ /uur]	Q _{bemalingsinstallatie} [m ³ /dag]	Q _{watervergunning} [m ³ /dag]	Q _{bemalingsinstallatie} [m ³ /uur]	Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 120 dagen maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	0	2	0	3	360	120
watervoerende laag 2	0	3	0	3	360	240
watervoerende laag 3						



k_h=horizontale doorlatendheid, k_v=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h_{act}=actuele of verwachte grondwaterstand, h_{glg}=gemiddeld laagste grondwaterstand, h_{ghg}=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh_{act}=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh_{glg}=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh_{ghg}=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q_{ghg}=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q_{act}=debiet bij actuele grondwaterstand, Q_{glg}=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q_{watervergunning}=debiet opgave bij vergunning, Q_{bemalingsinstallatie}=debiet ontwerpwaarde bemaling

Project : Vondelstraat 87 te Amsterdam
Projectnummer : 10540117
Bemaling : Kelder garage
Bodemprofiel : S25D00073
Datum : 11-8-2017
Bemalingsduur : 120 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	0.32	3	1.5	onverzadigd	0.25		
watervoerende laag 1	-1.8	3	1.5	freatisch	0.25	2.1	19
slecht doorlatende laag 1	-2.5	0.01~0.5	0.002~0.01	slecht doorlatend	0.000199		
watervoerende laag 2	-8.5	1	0.5	spanningswater	0.000544	2	70
slecht doorlatende laag 2	-10.5	0.01~0.1	0.002~0.003	slecht doorlatend	0.000148		
watervoerende laag 3	-13.2	0.1~20	0.05~10	spanningswater	0.00016	336	697
slecht doorlatende laag 3	-30	0.1	0.01	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E05785 A	-1.4	-1.72	-2.12	1.1	0.78	0.38
watervoerende laag 2	E05785 A	-1.5	-1.82	-2.22	0.27	0	0
watervoerende laag 3	E05685 II	-2.32	-2.69	-3.28	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	9	9
breedte bouwput [m]	6	11
diepte bouwput [m+NAP]	-3.25	-3.25

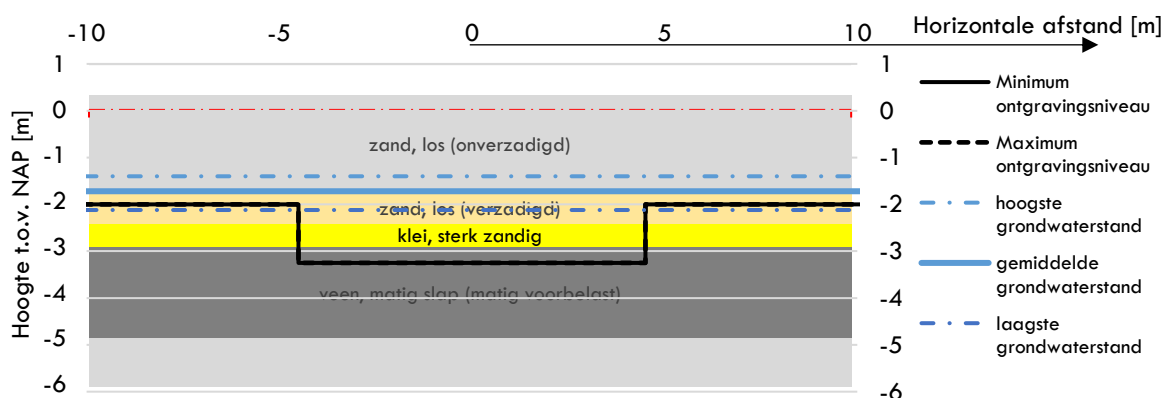
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

$$(2) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times K_0 \left(\frac{r}{\lambda} \right)$$

Formule 1 van Thiem, analytische benadering voor verlaging in stationaire toestand bij freatisch grondwater. Formule 2 van De Glee, analytische benadering voor verlaging in stationaire toestand bij semi-spanningswater.

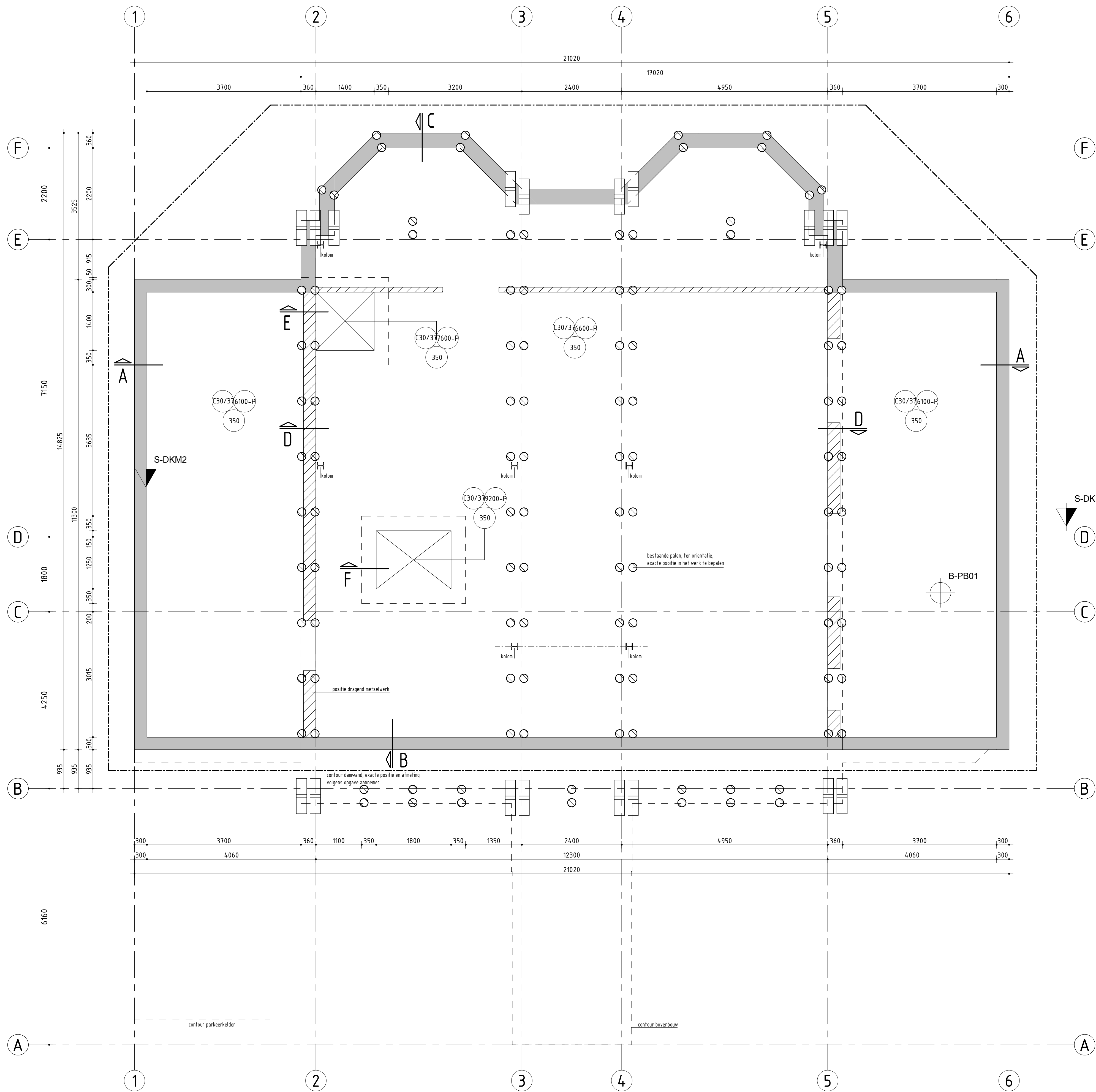
output prognose debiet [m ³ /dag]	formule	analytisch Q _{ghg}	analytisch Q _{act}	analytisch Q _{glg}	remmende objecten in model	model Q _{ghg}	model Q _{act}	model Q _{glg}
watervoerende laag 1	Thiem	13	9	4	ja	3	2	1
watervoerende laag 2	De Glee	2						
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 120 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	0	2	0	3	360	120
watervoerende laag 2			0	2	240	
watervoerende laag 3						



k_h=horizontale doorlatendheid, k_v=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h_{act}=actuele of verwachte grondwaterstand, h_{glg}=gemiddeld laagste grondwaterstand, h_{ghg}=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh_{act}=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh_{glg}=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh_{ghg}=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q_{ghg}=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q_{act}=debiet bij actuele grondwaterstand, Q_{glg}=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q_{watervergunning}=debiet opgave bij vergunning, Q_{bemalingsinstallatie}=debiet ontwerpwaarde bemaling

Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving



voor details, zie tekening -K.02-

Betonconstructie			
betonkwaliteit	: C30/37	uitvoering volgens :	
cementsoort	: CEM III/B42,5 LH HS	NEN-EN 1992-1-1	
betonstaalkwaliteit	: B500B	NEN-EN 206-1 en NEN 8005	
milieuklasse	: XC4	NEN-EN 13670	
nominale korrel	: 31,5 mm		
consistentiegebied	: 2/3		
aanduiding wapening		betondekking op betonstaal in mm	
		plaat/wand	binnenzijde
		20	35
		balk/voer/console	binnenzijde
		-	-
		kolom	binnenzijde
		-	-
- Las- en verankeringslengte volgens art 8.4 & 8.7 NEN-EN 1992-1-1. Als vuistregel is 50 ϕ de staafdiameter aan te houden. - Lassen verspreidend aanbrengen. - Minimale buigstraal (r) bij $\phi_{yk} \leq 16$ mm: $r=4 \cdot \phi_{yk}$ bij $\phi_{yk} > 16$ mm: $r=5$. - De wapening 2 werkdagen voor het storten ter keuring aanbieden aan B.W.T. en Duyts Bouwconstructies B.V.			

Maten in het werk controleren !!!

Wijziging	Datum	Omschrijving		Tekenaar

Oprichting :
De Compagnie III

Architect :
Rappange & Partners Architecten b.v.

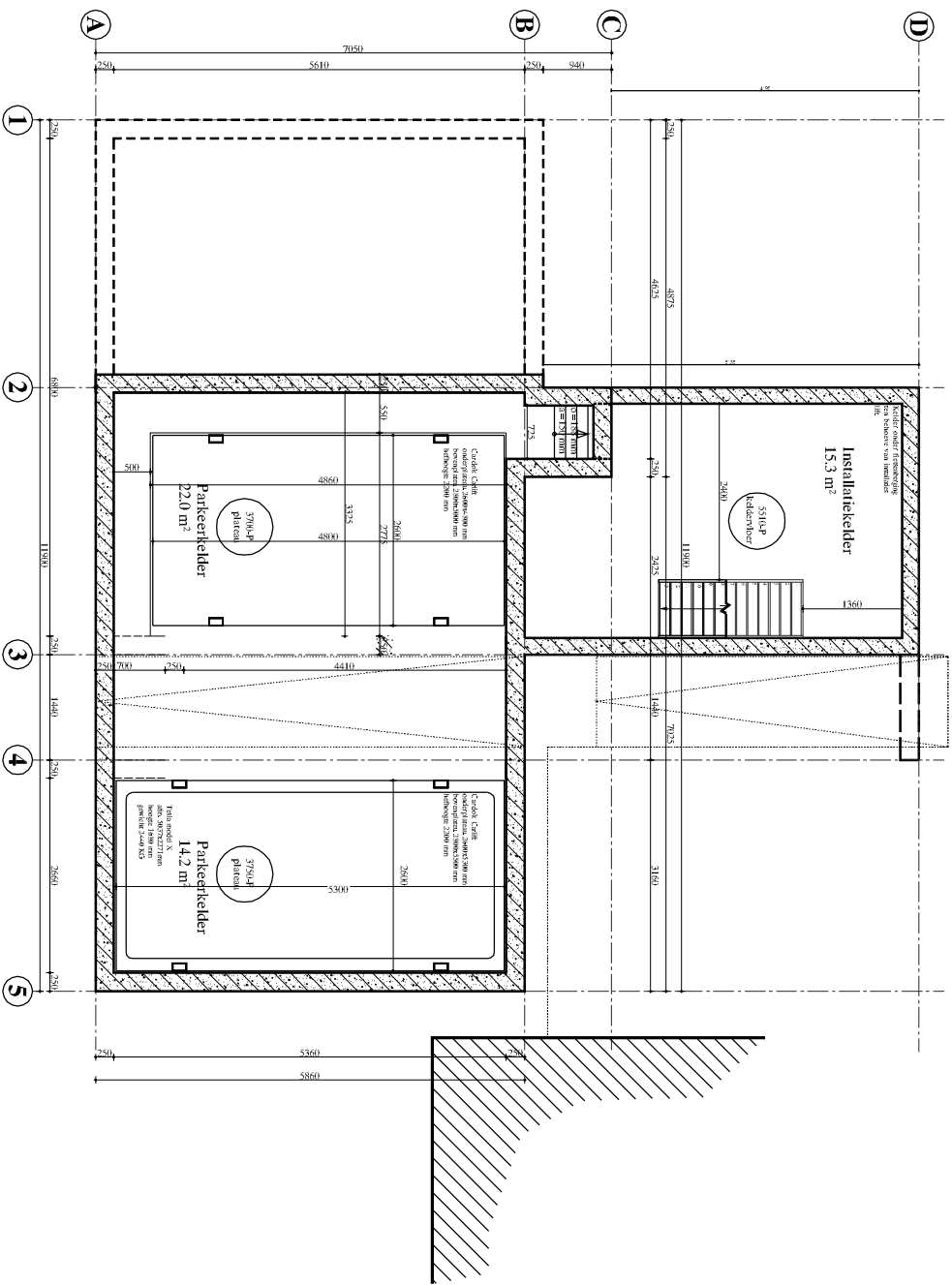
Werk :
Vondelstraat 87

Amsterdam
Onderdeel :
kelder

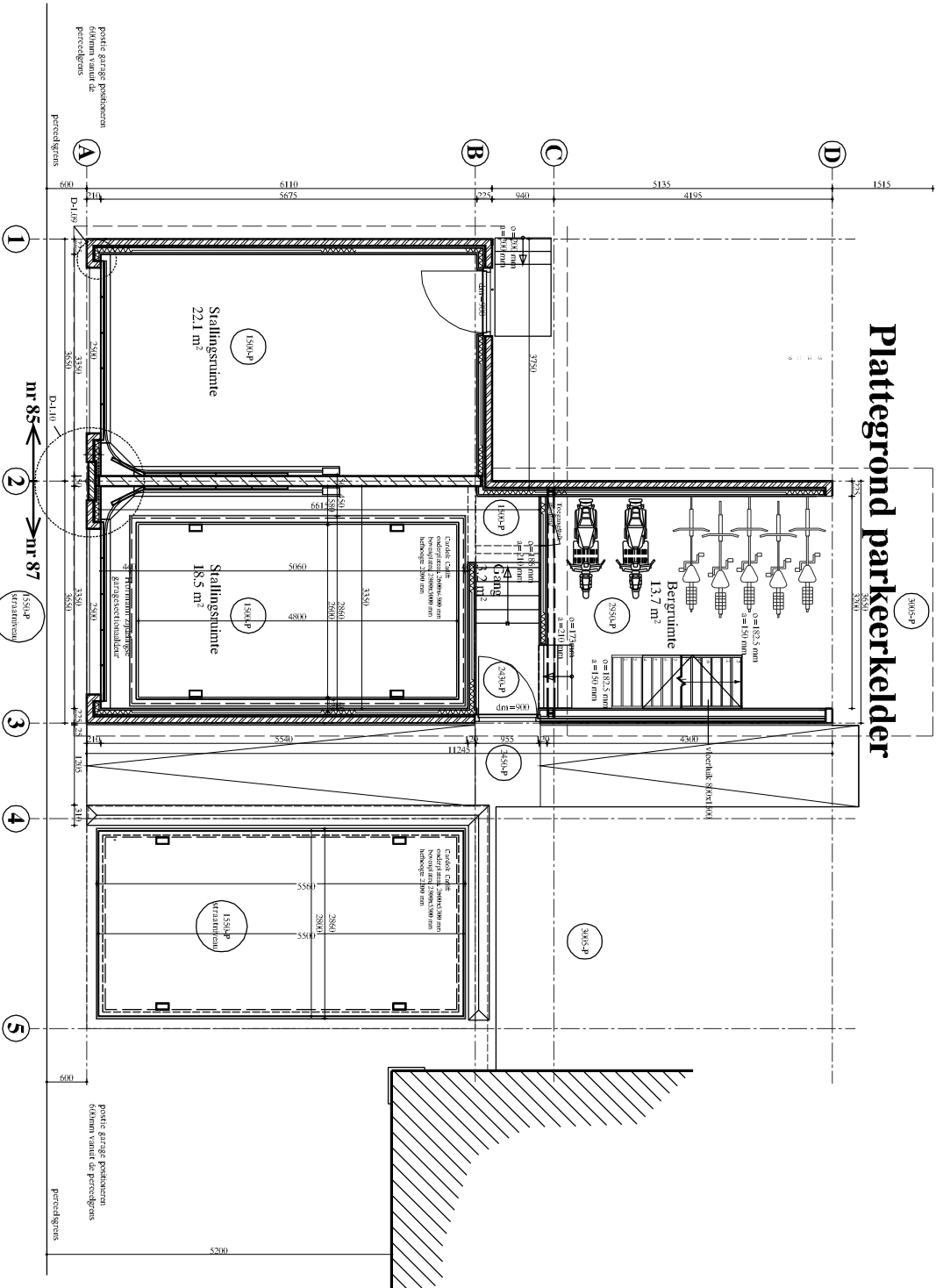
Duyts bouw
constructies

Duyts Bouwconstructies B.V.
Van Stijngelandtstraat 28
1051 CH Amsterdam
Postbus 57153
1040 BB Amsterdam
Telefoon : 020 684 74 75
Fax : 020 684 13 35
E-mail : info@duyts.nl
www.duyts.nl

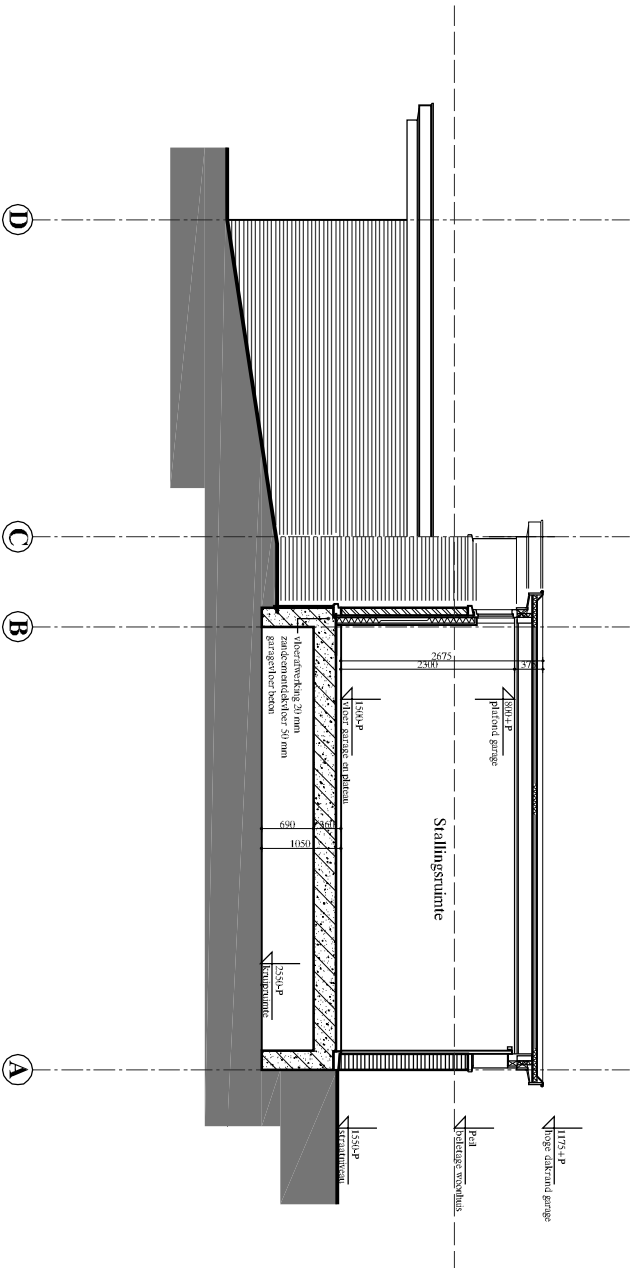
Modelleur :	Constructeur :	Schaal :	Datum :	Werk nr. :	Tek. nr. :
S. van Steijn	M. Miltenburg	1:50	13-06-2017	216576	-K.01-



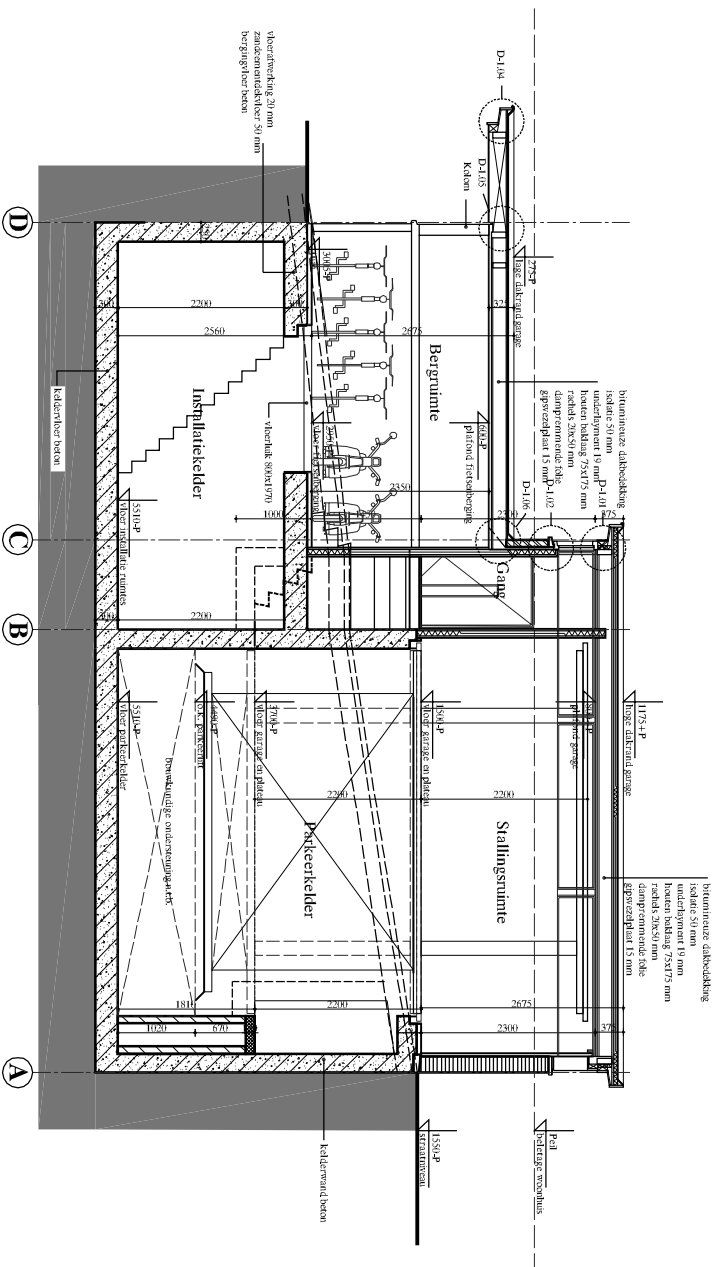
Plattegrond parkeerkelder



Plattegrond garage en berging



langsdoorsnede garage nr 85



langsdoorsnede garage nr 87

PROJECT
VONDELSTRAAT 85-87
TE AMSTERDAM



ONTWERP DUBBELE GARAGE
VONDELSTRAAT 85 EN 87
(zonder kelder nr. 85)

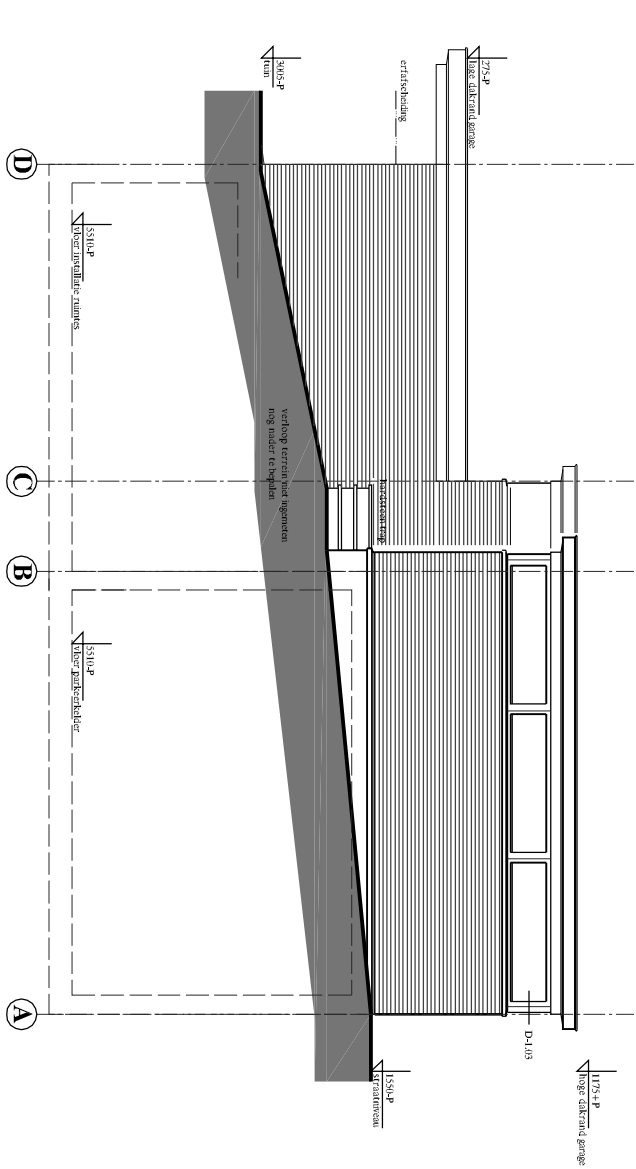
PROJECT		PROJECT	
GEWITZIGD ONDERDEEL		DATUM	
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			

PROJECT		PROJECT	
Vondelstraat 85 en 87 Amsterdam	1615		
Ontwerp dubbele garage en parkeerplek	OY-99-2		
De Compagnie III	23-06-2017		
	1:100		

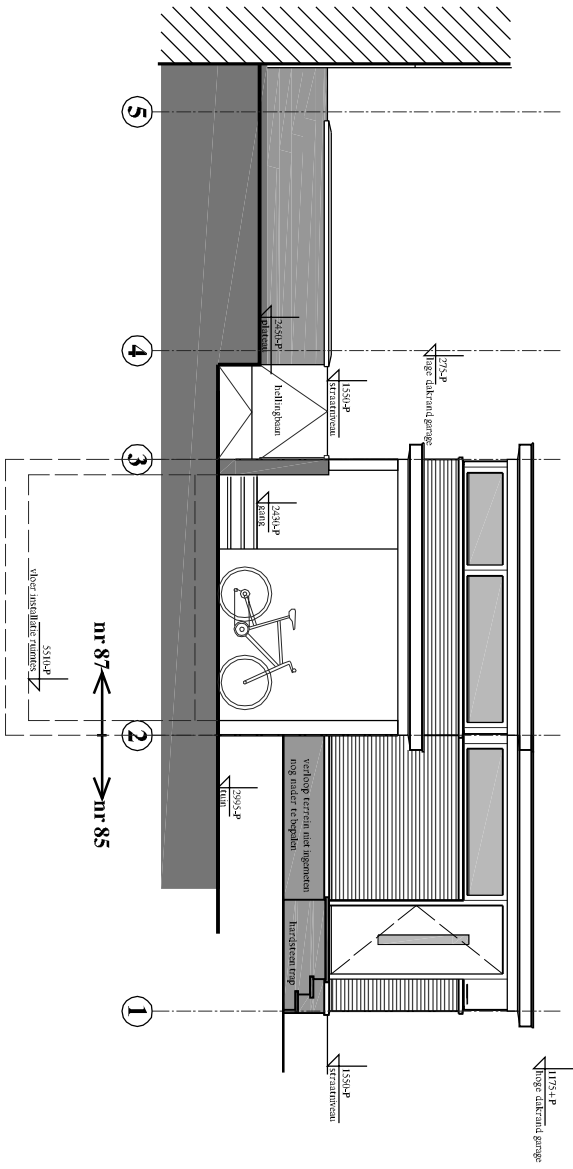
Rappange & Partners
architecten b.v.

laurensgracht 12 1016 H Amsterdam
www.rappange.nl

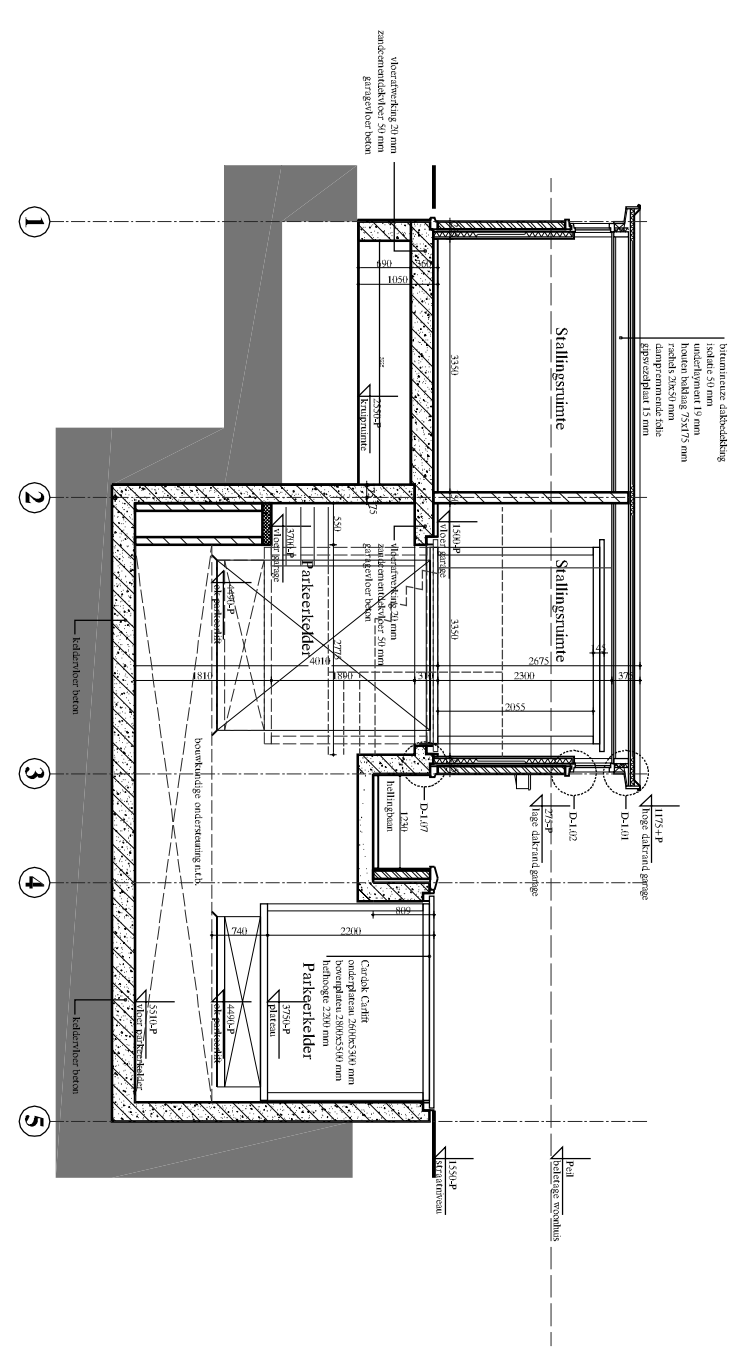
tel:020-6265781
e-mail: info@rappange.nl



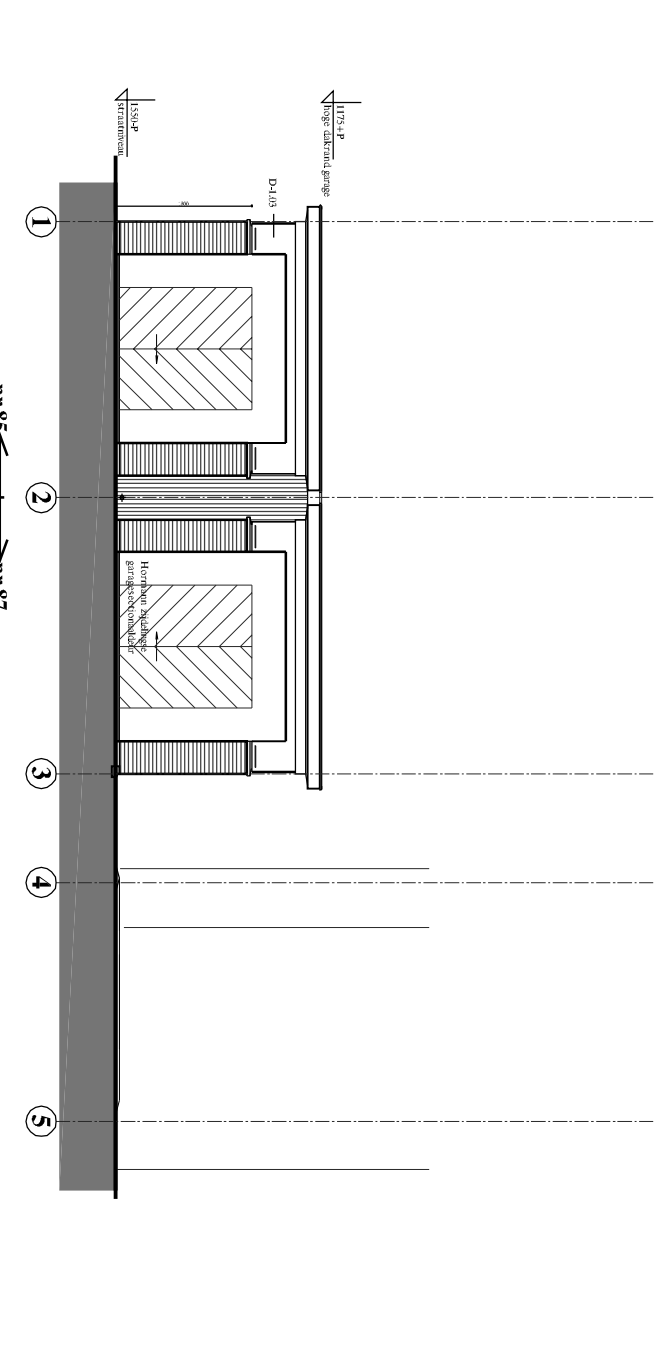
Aanzicht linker zijgevel zijde nr 85



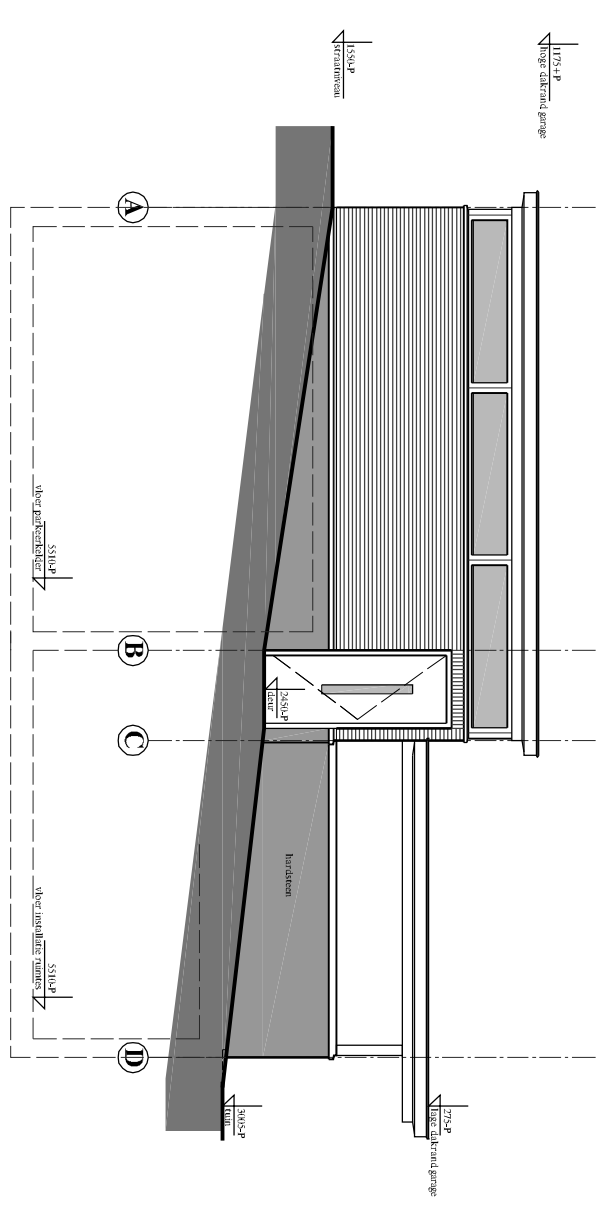
Aanzicht achtegevel



Dwarsdoorsnede dubbele garage en parkeerplek



Aanzicht straatzijde garage's en parkeerplek



Aanzicht rechter zijgevel zijde nr 87

PROJECT
VONDELSTRAAT 85-87
TE AMSTERDAM



ONTWERP DUBBELE GARAGE
VONDELSTRAAT 85 EN 87
(zonder kelder nr. 85)

GEWIJZIGD ONDERDEEL		DATUM
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		

PROJEKT	VERSIE	1615
Vondelstraat 85 en 87 Amsterdam	3d-architectuur	
Ontwerp dubbele garage en parkeerplek	OV-99-1	
opdrachtgever	datum	23-06-2017
De Compagnie III	schaal	1:100

Rappange & Partners

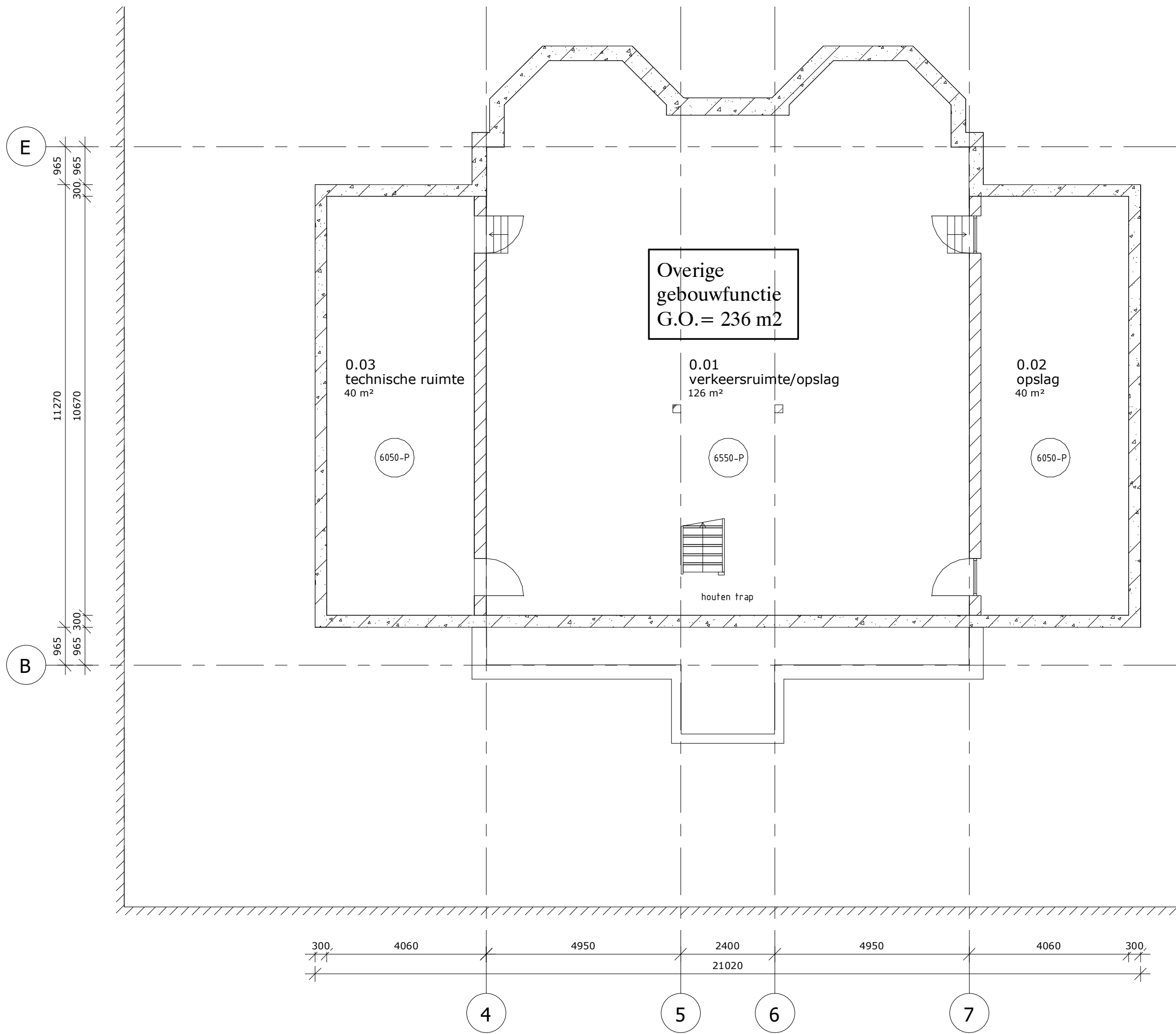
architecten b.v.

hantingracht 12 1016 t amsterdam

www.rappange.nl

td103k456781

e-mail: info@rappange.nl



PLATTEGROND KELDER

renvooi symbolen

Table with 2 columns: symbol and description. Includes symbols for g.s., k.k., m.g., v.m., w.d., w.m., m.v., c.v., m.k., and various drainage and ventilation symbols.

renvooi bouwkundig

Table with 2 columns: symbol and description. Includes symbols for existing and new masonry, concrete, and insulation.

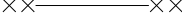
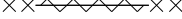
NIEUWE TOESTAND

Table with 2 columns: project information and drawing details. Includes project name, address, drawing number, and date.

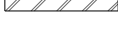
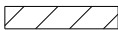
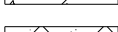
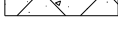
Rappange & Partners Architecten b.v. contact information and website.

[illegible]

renvooi symbolen

g.s.	gootsteen
k.k.	koelkast
m.g.	magnetron
v.m	vaatwasmachine
w.d.	wasdroger
w.m.	wasmachine
m.v.	mechanische ventilatie
c.v.	centrale verwarming
m.k.	meterkast
⌕ v.w.a.	standleiding riolering
⌕ ontl.	ontluchting riolering
⌕ h.w.a.	standleiding hemelwater
	wdbbo 30 minuten
	wdbbo 30 minuten zelfsluitend
	wdbbo 60 minuten
	wdbbo 60 minuten zelfsluitend
wdbbo 30	wdbbo 30 minuten
wdbbo 60	wdbbo 60 minuten
vr	ventilatie rooster
vr-30	ventilatie rooster met wdbbo 30 minuten
vr-60	ventilatie rooster met wdbbo 60 minuten

renvooi bouwkundig

	bestaand metselwerk baksteen
	bestaand metselwerk kalkzandsteen
	bestaand lichte scheidingswand
	bestaand beton gewapend i.h.w.
	nieuw metselwerk baksteen invulwerk
	nieuw metselwerk baksteen
	nieuw metselwerk kalkzandsteen
	nieuw beton gewapend
	nieuw beton prefab
	nieuw lichte scheidingswand
	nieuw lichte scheidingswand metalstud
	nieuw voorzetwand metalstud
	nieuw isolatie

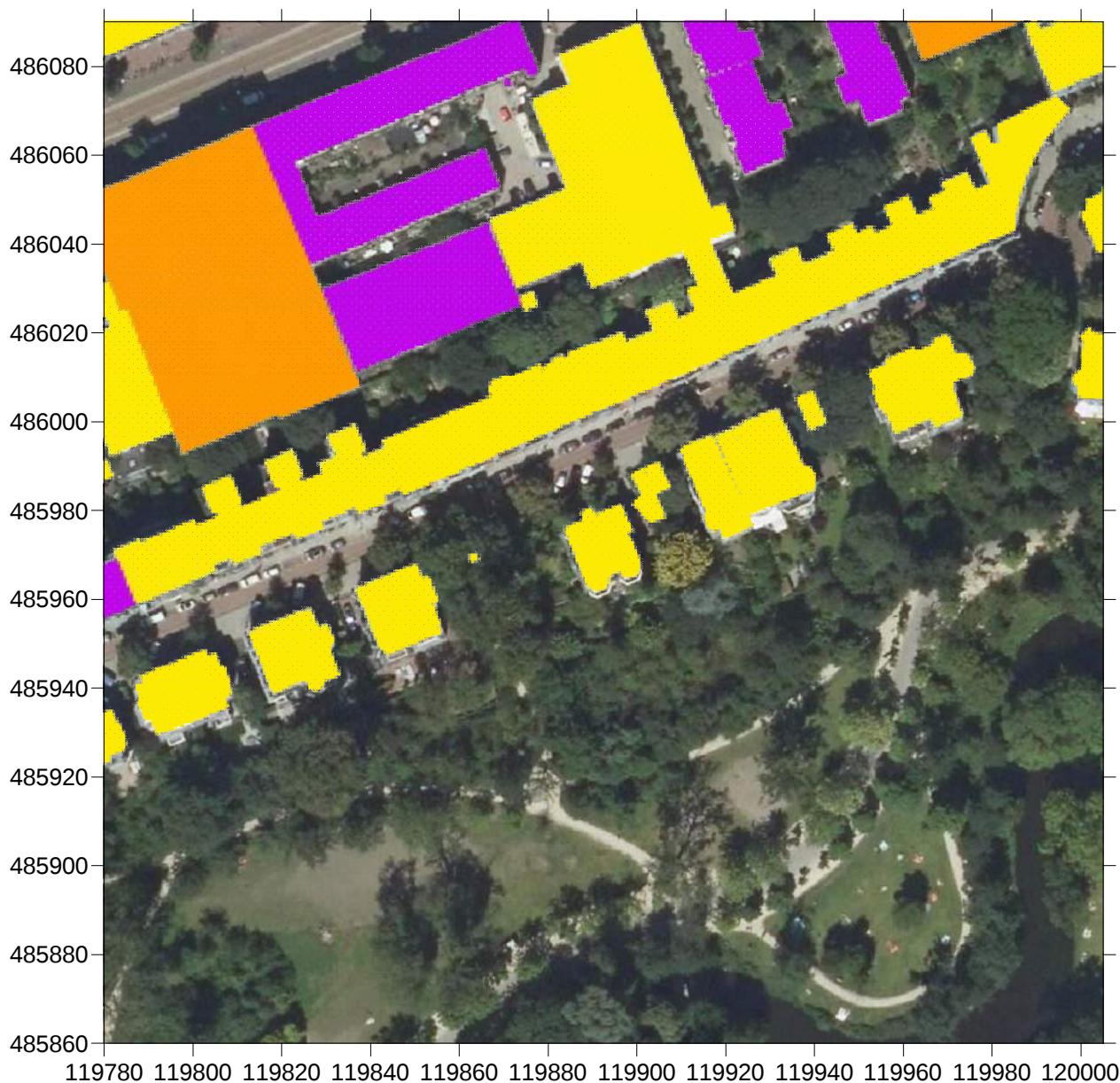
NIEUWE JOES I AND

project:	1615 Vondelstraat 87	werknr.:	1615
onderwerp:	doorsnede A-A	teknr.:OV_21ke	
opdrachtgever:	De Compagnie III	dd.29-05-2017	
		schaal: 1 : 100	

R a p p a n g e & P a r t n e r s
Architecten b.v.

Lauriergracht 12 1016 rl amsterdam
www.rappange.nl

tel. 020-6265781
e-mail: info@rappange.nl



Kadaster - Basisregistraties Adressen en Gebouwen legenda

Pand voor 1600	Pand 1945 - 1959	Pand 2000 - 2009
Pand 1600 - 1699	Pand 1960 - 1969	Pand 2010 - 2019
Pand 1700 - 1799	Pand 1970 - 1979	
Pand 1800 - 1899	Pand 1980 - 1989	
Pand 1900 - 1944	Pand 1990 - 1999	

omschrijving:

VONDELSTRAAT 87

opdrachtgever:

CRUX ENGINEERING BV

schaal:
N.V.T.

order:
10540117

tekeningnummer:
1

formaat:
A4

getekend:
EL

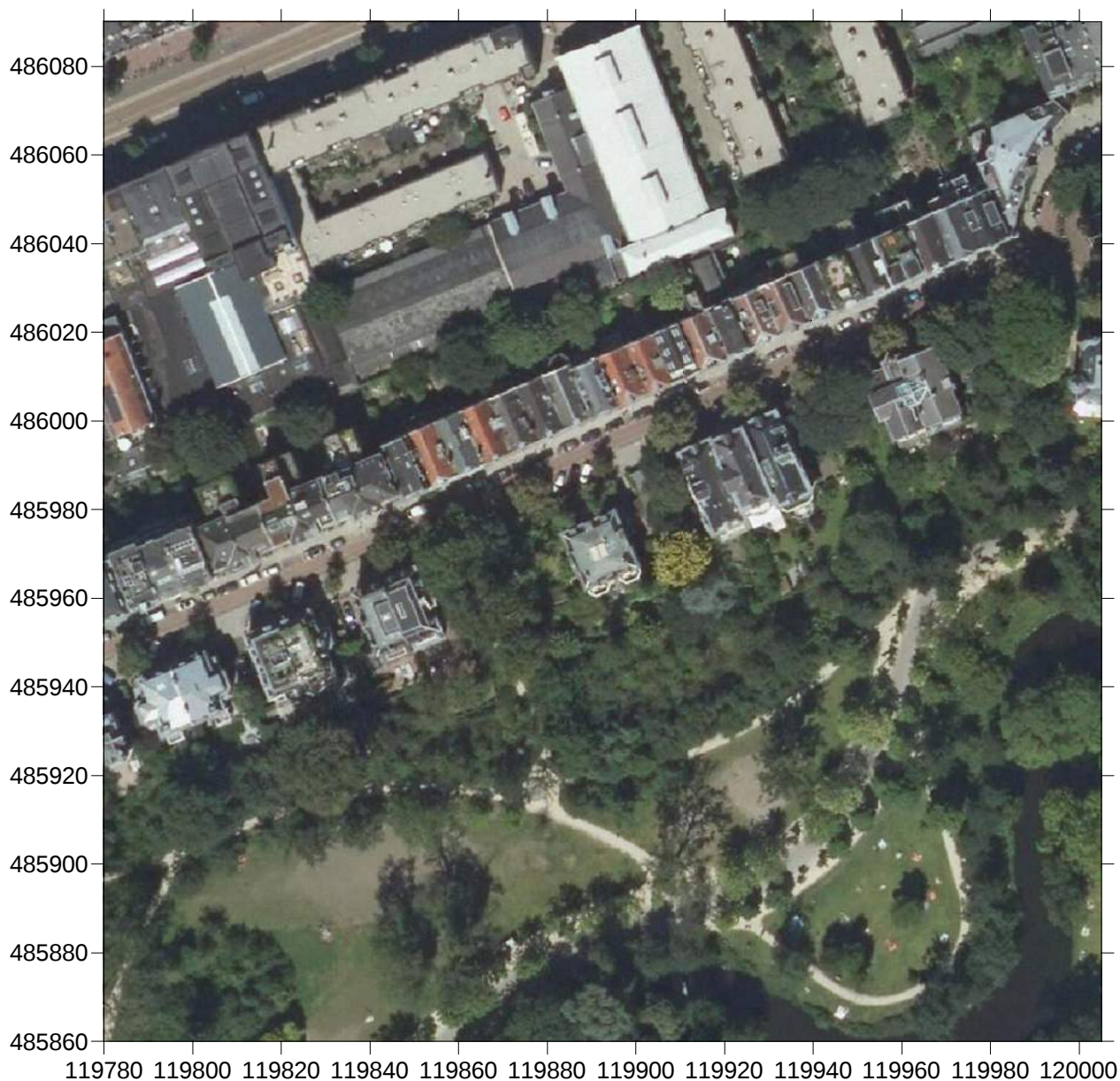
datum:
10-08-2017



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



Grondwaterbescherming en -onttrekking (GBO Provincies) legenda

- Grondwateronttrekking
- Grondwaterbescherming gebied
- Boringvrije zone

omschrijving:

VONDELSTRAAT 87

opdrachtgever:

CRUX ENGINEERING BV

schaal:
N.V.T.

order:
10540117

tekeningnummer:
2

formaat:
A4

getekend:
EL

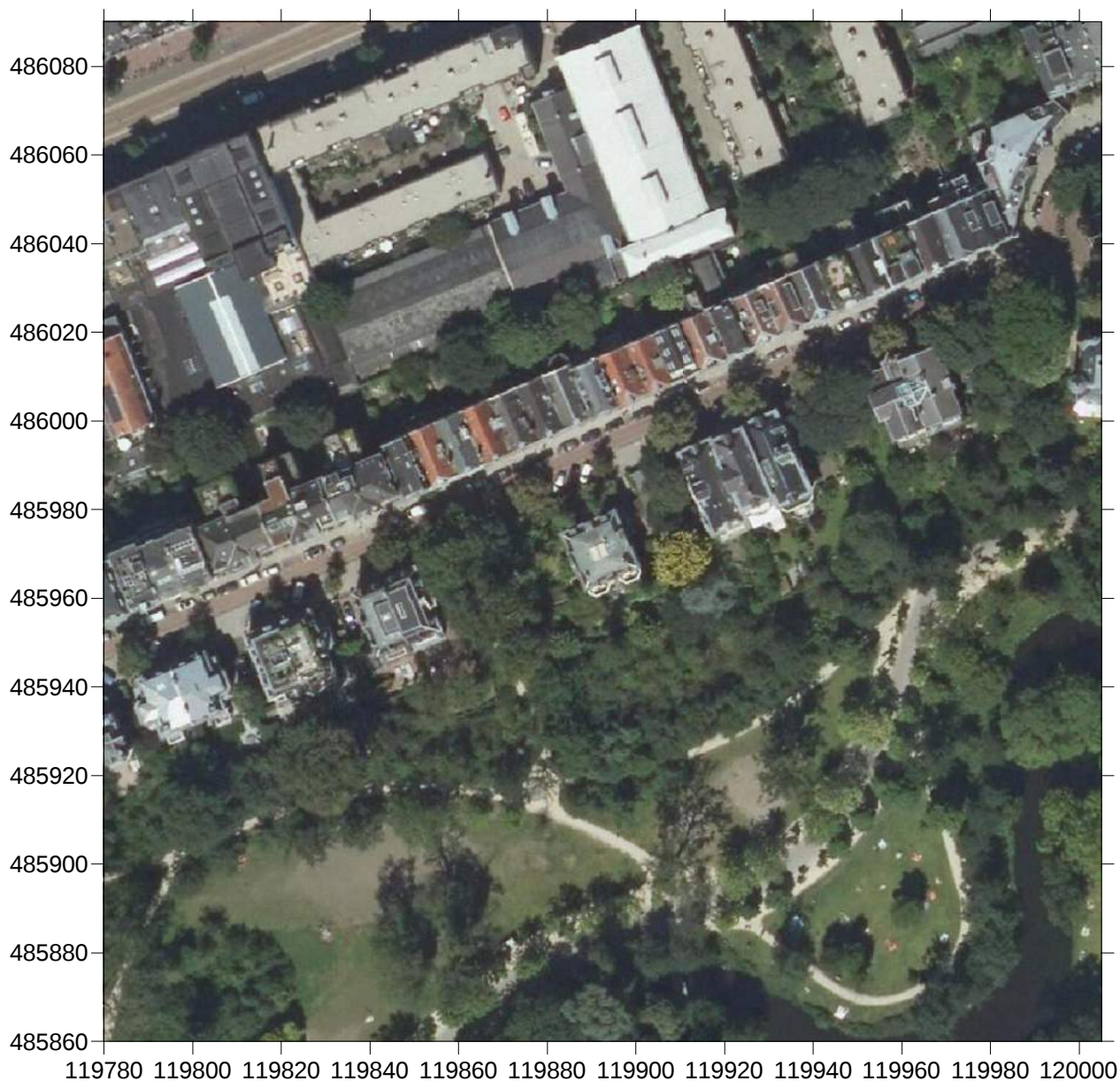
datum:
10-08-2017



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



Natura 2000 gebieden (Publieke Dienstverlening op kaart) legenda

	Habitatrichtlijn		Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn
	Vogelrichtlijn		Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet
	Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet		
	Vogelrichtlijn en Natuurbeschermingswet		

omschrijving:

VONDELSTRAAT 87

opdrachtgever:

CRUX ENGINEERING BV

schaal:
N.V.T.

order:
10540117

tekeningnummer:
3

formaat:
A4

getekend:
EL

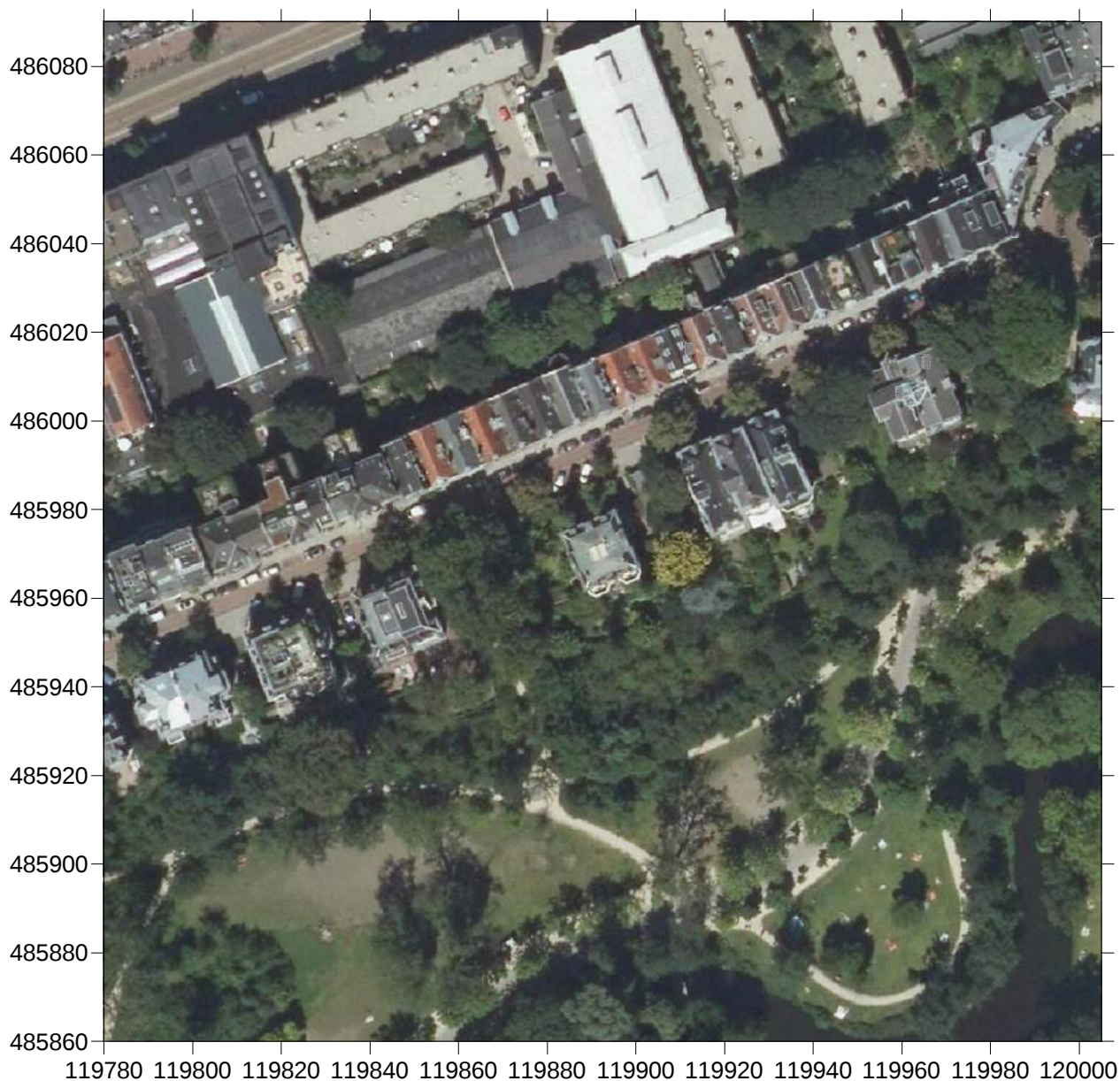
datum:
10-08-2017



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



IKAW Monumentenkaart, Rijksdienst Cultureel Erfgoed legenda

■ Locatie Rijksmonument

□ Omtrek locatie archeologie (IKAW)

omschrijving:

VONDELSTRAAT 87

opdrachtgever:

CRUX ENGINEERING BV

schaal:
N.V.T.

order:
10540117

tekeningnummer:
4

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
10-08-2017



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



Kadaster - Top10NL kaart legenda

 Snelweg	 Fietspad	 Water
 Hoofdweg	 Promenade	 Grasland
 Regionale weg	 Busbaan	 Akkerland
 Lokale weg	 Spoorbaan	 Bomen

omschrijving:

VONDELSTRAAT 87

opdrachtgever:

CRUX ENGINEERING BV

schaal:
N.V.T.

order:
10540117

tekeningnummer:
5

formaat:
A4

getekend:
EL

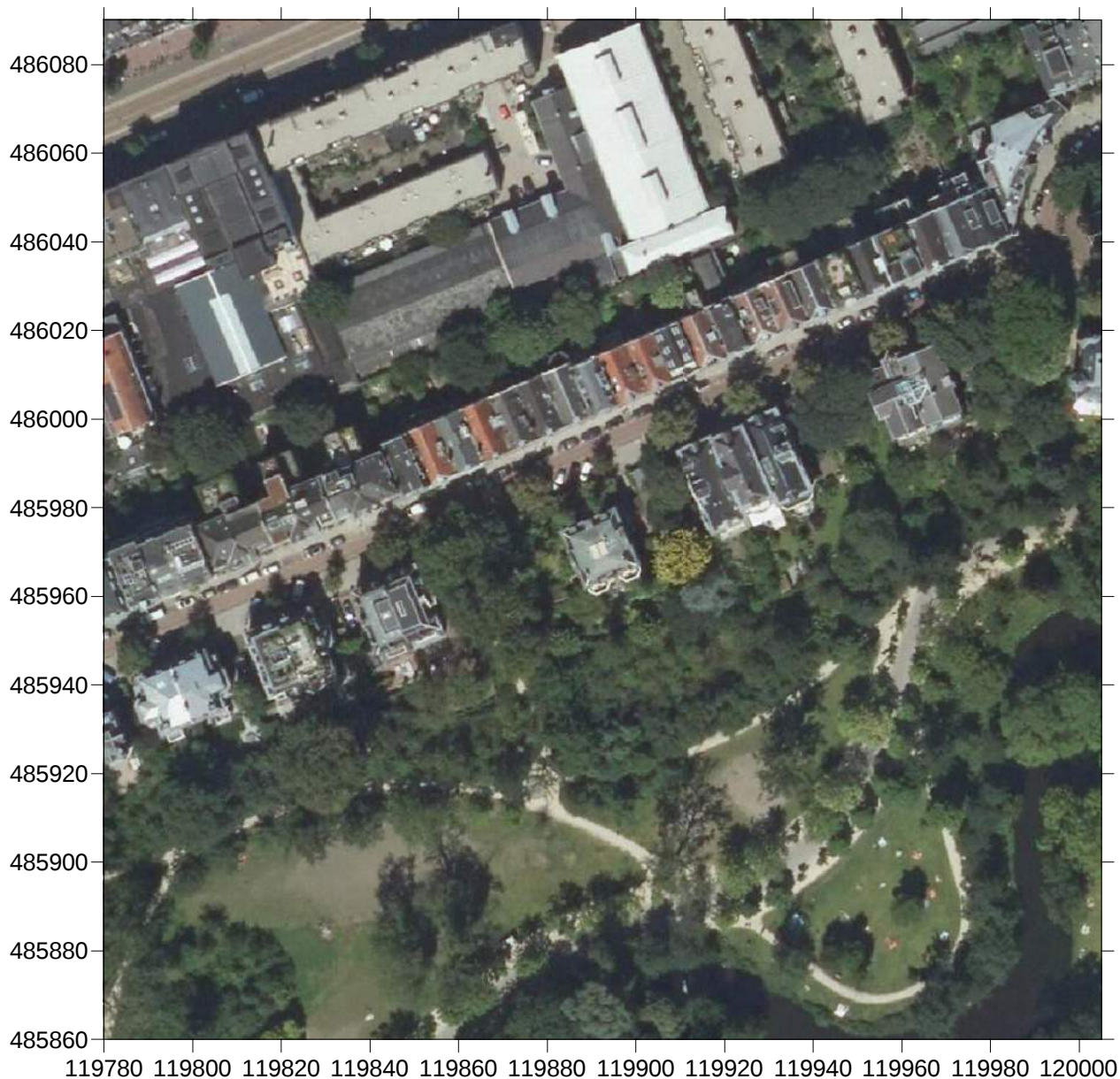
datum:
10-08-2017



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



Basisregistratie Percelen (Dienst Regelingen) legenda

	Bouwland		Overige
	Grasland		
	Braakland		
	Natuurterrein		

omschrijving:

VONDELSTRAAT 87

opdrachtgever:

CRUX ENGINEERING BV

schaal:
N.V.T.

order:
10540117

tekeningnummer:
6

formaat:
A4

getekend:
EL

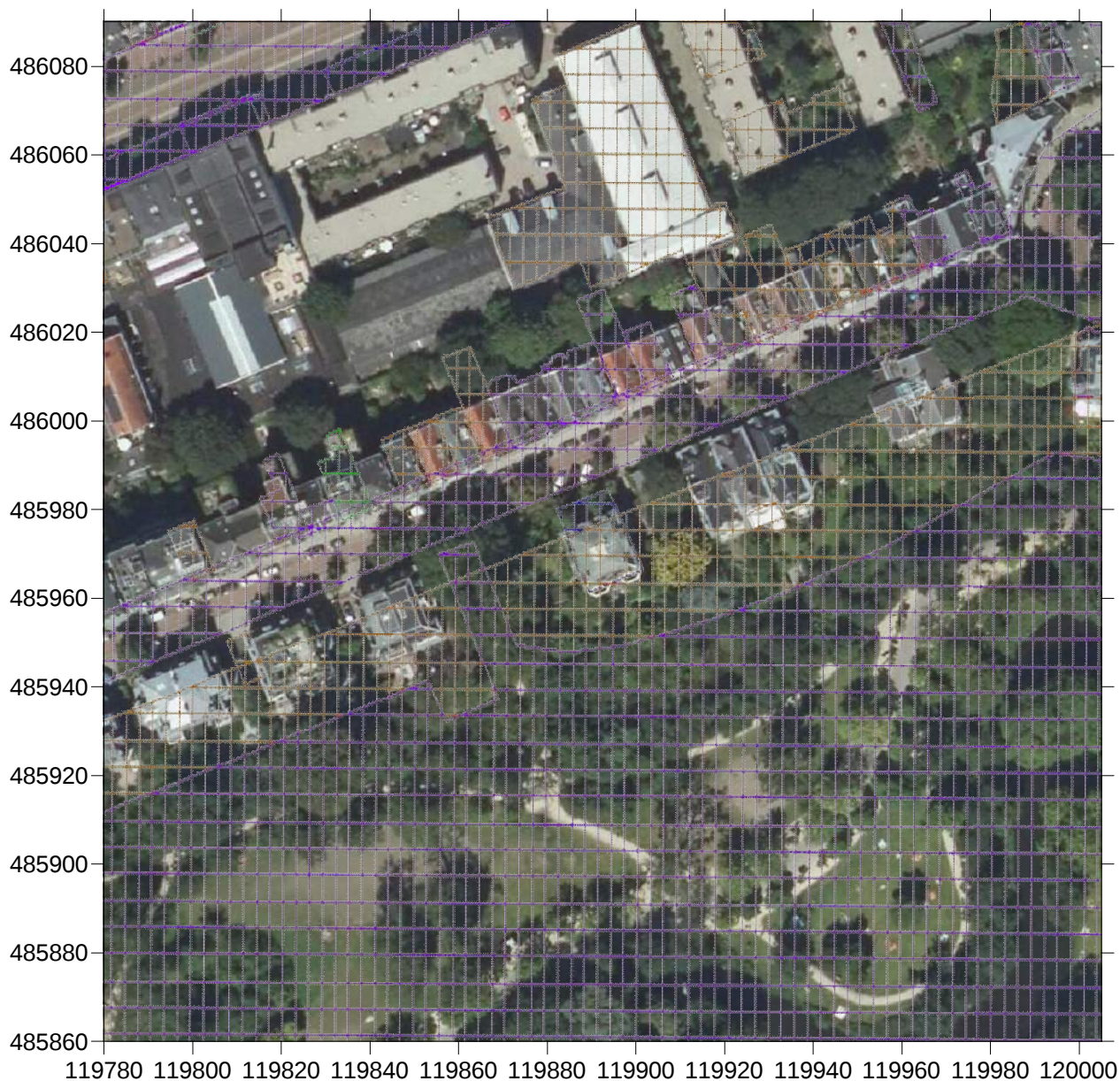
datum:
10-08-2017



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



Rijkswaterstaat bodemloket legenda

-  Gesaneerd
-  Onderzoek uitgevoerd, geen noodzaak tot verder onderzoek of sanering
-  Onderzoek uitgevoerd, verder onderzoek kan noodzakelijk zijn
-  Historische activiteit bekend

omschrijving:

VONDELSTRAAT 87

opdrachtgever:

CRUX ENGINEERING BV

schaal:
N.V.T.

order:
10540117

tekeningnummer:
7

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
10-08-2017



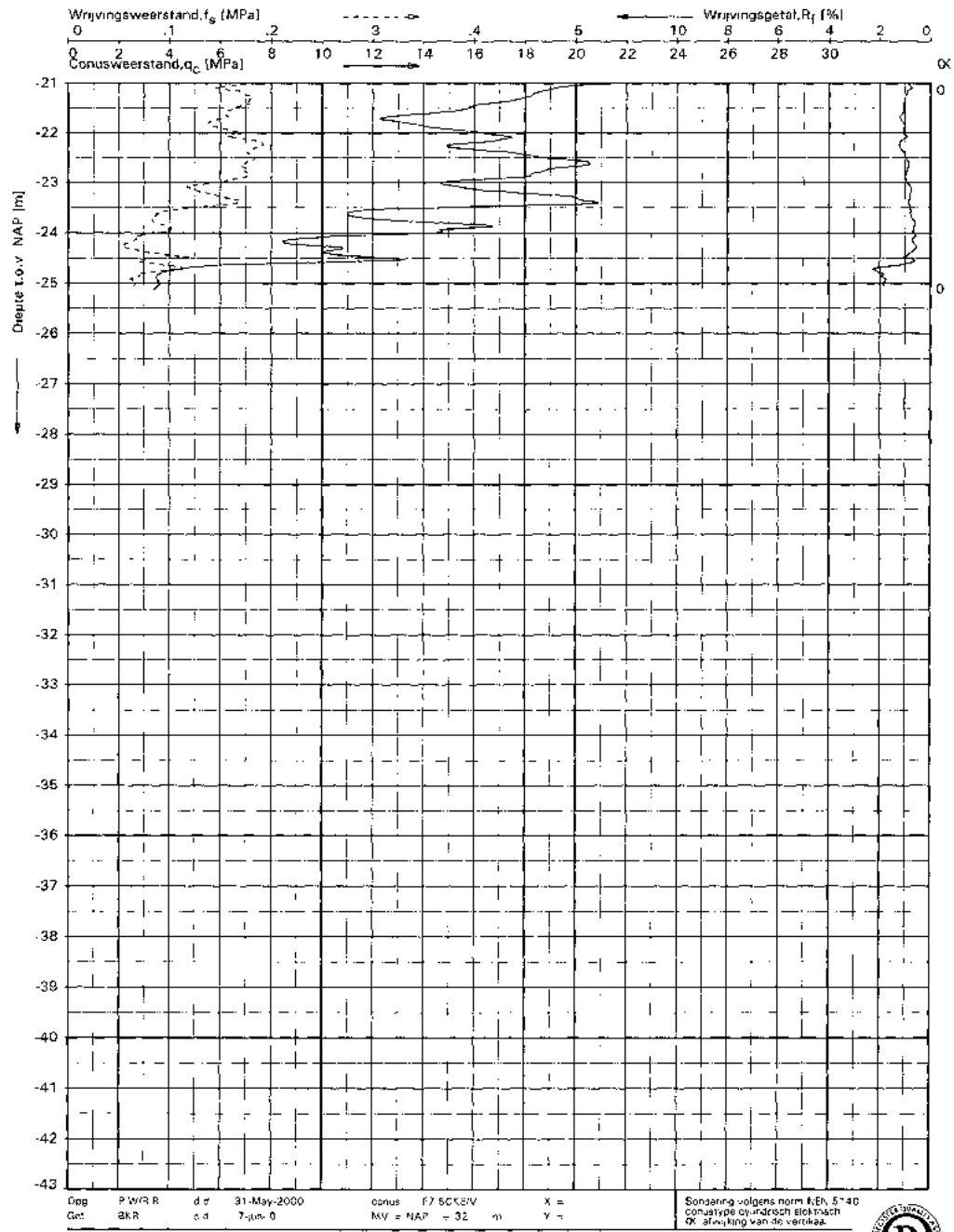
Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

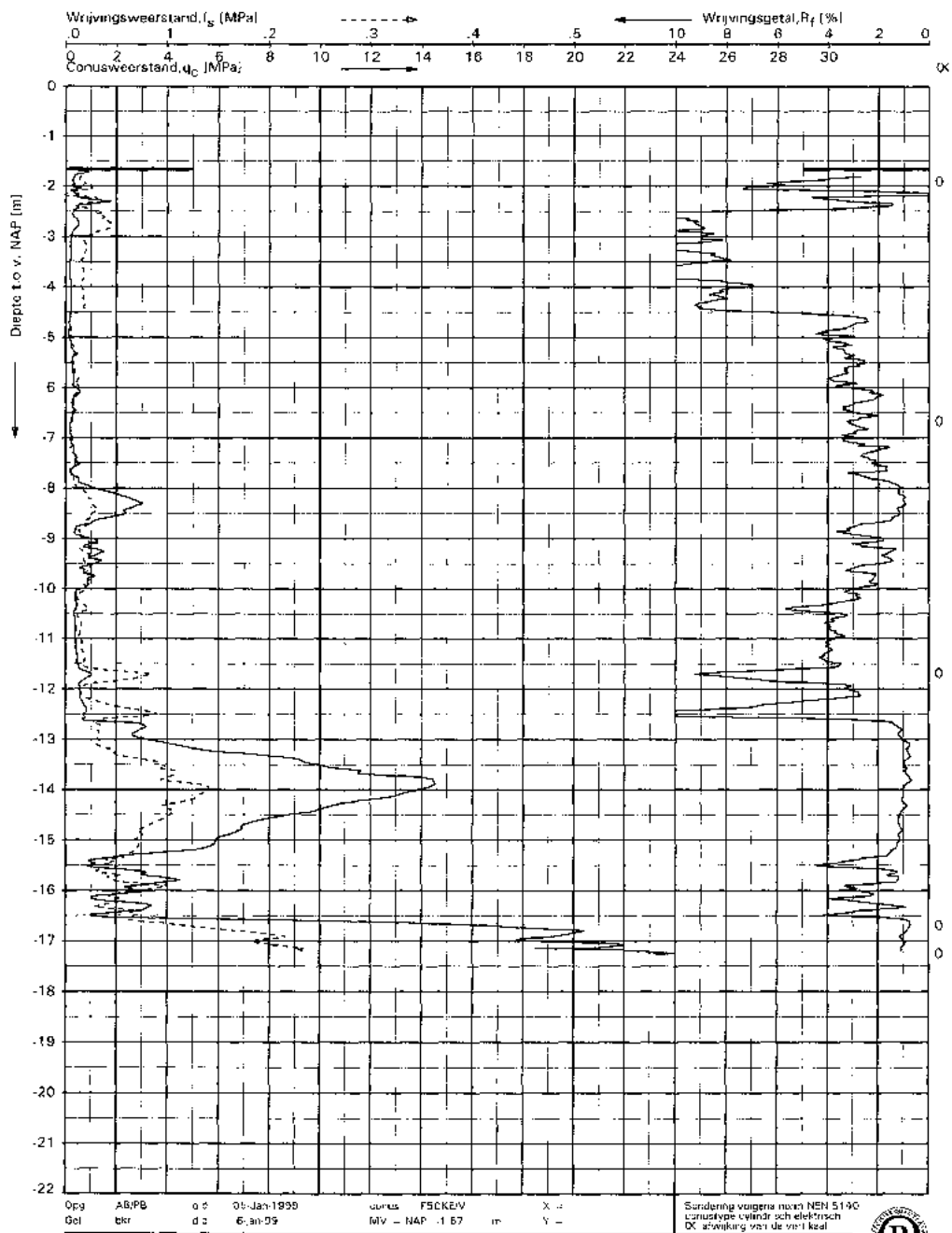
Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

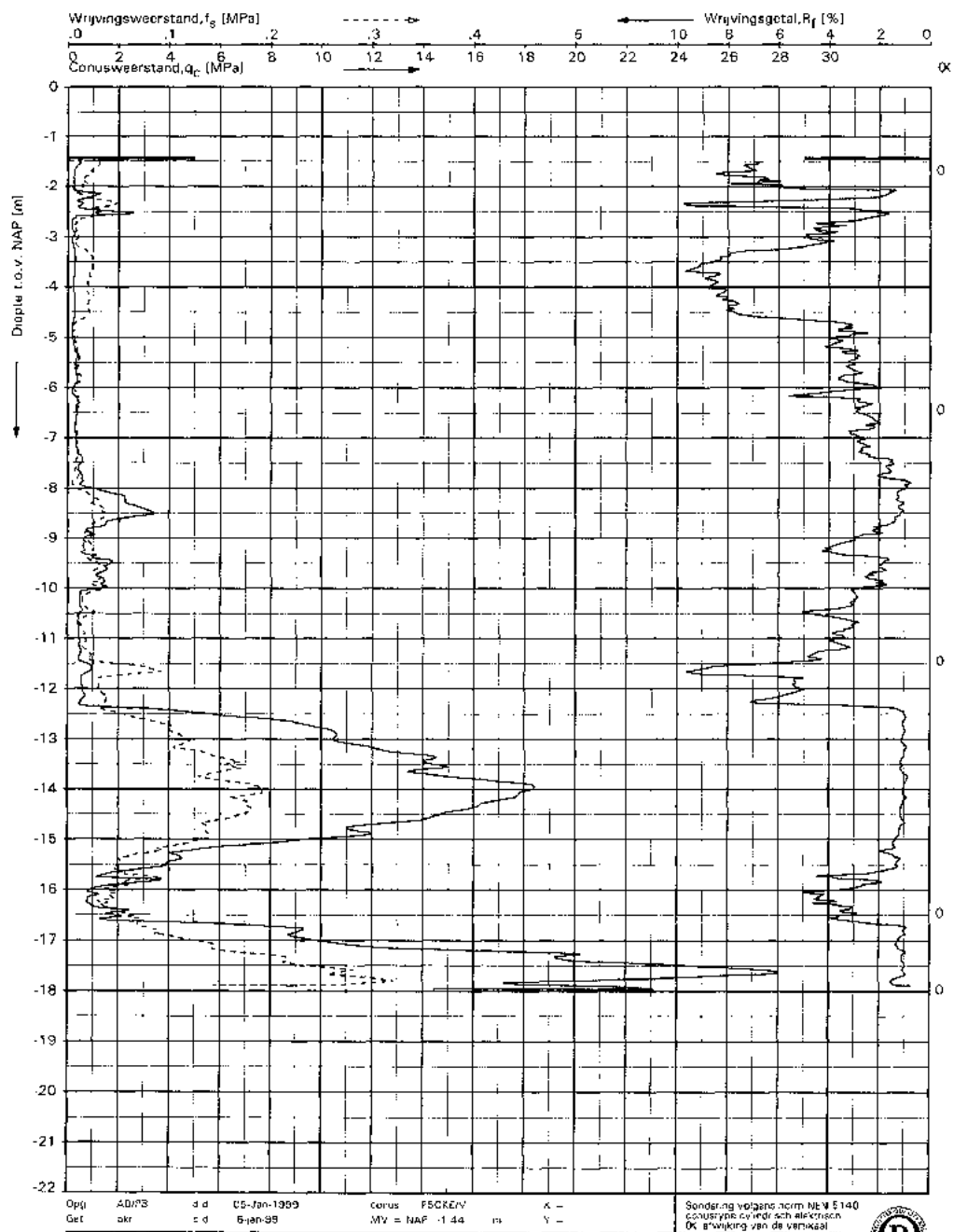
info@lootsgwt.com

Bijlage 5 – Grondonderzoeken

1000 1000 1000 1000







Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden over lange termijn in een tabel;
- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden per seizoen (maand);
- Meetgrafieken grondwaterstanden.

laag=dichtstbijzijnde) watervoerende laag, GHG= gemiddeld hoogste grondwaterstand (maatgevend als hoogste waarde voor diverse berekeningen), GEM=gemiddelde grondwaterstand, GLG=gemiddeld laagste grondwaterstand (maatgevend als laagste waarde voor diverse berekeningen), MH= maatgevend hoogste (grondwaterstand plus 2x standaarddeviatie), ML= maatgevend laagste (grondwaterstand minus 2x

bovenstaande grondwaterstanden zijn gemiddelden per maand en gemeten t.o.v. NAP in m

