

Monitoringsplan grondwater, zettingen, VOCL en effluent Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

Stadsingenieurs
Postadres: Postbus 8375,
3503 RJ Utrecht
Bezoekadres: Stadsplateau 1, Utrecht
Telefoon: 030 – 286 43 23

Project: 330.0141
Datum: 10 februari 2022
Projectleider: E. van Haren
Versie: 01
Status: definitief

	Naam	Datum	Handtekening
Opsteller	D. Mohan	10-02-2022	
Toetser	I. Marang	15-02-2022	
Groepshoofd	F. van der Vaart	16-02-2022	
Projectleider	E. van Haren	10-02-2022	

Inhoud

1.	INLEIDING	3
2.	BEMALINGSWERKZAAMHEDEN	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Invloed bemaling op de omgeving	5
2.3	Verlaging en monitoring grondwaterstanden	5
2.4	Zettingen	7
2.5	Waterkwaliteit en lozing	7
3.	MONITORING GRONDWATER EN STIJGHOOGTE 1E WVP	9
4.	MONITORING ZETTINGEN EN DEFORMATIE	10
5.	WATERKWALITEIT EN LOZING	11
6.	TAKEN EN BEVOEGDHEDEN	13

Bijlagen

Bijlage 1:	Ligging aan te leggen riool en fasering bemaling	14
Bijlage 2:	Invloedsgebied bemaling in GHG- en GLG situatie	17
Bijlage 3:	Principe meting freatisch water & stijghoogte 1e WVP	22
Bijlage 4:	Rapportage zettingsberekening Crux	24
Bijlage 5:	Monitoringsplan zettingen Crux	25
Bijlage 6:	Situatietekening monitoring zettingen	26
Bijlage 7:	Situatietekening monitoring VOCL	29

1. Inleiding

In opdracht van Stedelijk Beheer van de gemeente Utrecht heeft Stadsingenieurs een monitoringsplan opgesteld in verband met de voorgenomen aanleg van de riolering ter plaatse van de van de Kanaalstraat en de Damstraat (KsDs) te Utrecht.

In bijlage 1 is de ligging van het geplande riooltracé en de fasering weergegeven.

Dit overkoepelde monitoringsplan is gebaseerd op het bemalingsadvies¹ dat voor deze werkzaamheden is opgesteld door Staatsingenieurs gemeente Utrecht (hierna SI), op de notitie met betrekking tot zettingsberekeningen² en de monitoringsplan zettingen³, waarbij beide laatstgenoemden gerapporteerd zijn door Crux Engineering BV (hierna CRUX). Beide zijn tevens opgenomen in respectievelijk bijlage 4 en -5.

Het doel van het overkoepelende monitoringsplan is inzicht te geven in de uitgangspunten en aanpak voor de monitoring.

De monitoring bestaat in hoofdlijn uit:

- het meten van de verschillende niveaus van het grondwater tijdens de onttrekking. Dit betreft zowel het niveau v/h freatisch grondwater als de stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket;
- het meten van zettingen en zettingsverschillen, ookwel rotatie en het eventueel uitvoeren van scheurmetingen;
- het preventief beheersen van de nabijgelegen VOCL verontreiniging;
- het meten van de effluent op lozingsnormen voor oppervlaktwater i.h.k.v. het zorgplicht;

Betreffende het eerste punt wordt in deze rapportage het principe beschreven hoe gemeten zal worden, wat gemeten wordt en met welke frequentie.

Wat betreft het tweede punt wordt in deze rapportage de aanpak beschreven van de uit te voeren zettingsmetingen en rotatiemetingen. Dit geldt tevens voor eventuele scheurmetingen.

Bij het derde punt zal de betreffende VOCL-spot worden gemonitord en zal deze verder worden uitgewerkt en bijgevoegd bij de aanvraag van de watervergunning.

Bij het vierde punt genoemde effluent zal conform de eisen van het Besluit lozen buiten inrichtingen (Bibi) worden bemonsterd en geanalyseerd.

¹ Bemalingsadvies rioolvervanging Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht, project No. 330.0141, rapport versie 1, d.d. 10 februari 2022, opgesteld door Stadsingenieurs.

² Zettingen door bemalingen Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht, project No. 21484, rapport kenmerk. NT21484a3 versie 3, d.d. 21 januari 2022, opgesteld door CRUX.

³ Monitoringsplan rioleringswerkzaamheden Kanaalstraat & Damstraat te Utrecht, project No. 21484, rapport kenmerk. NT21484b2 versie 2, d.d. 8 februari 2022, opgesteld door CRUX.

Het projectgebied betreft de openbare weg van de Kanaalstraat (Fase-1) en de Damstraat (Fase-2), waarbij ook de kruispunten met de volgende zijstraten worden aangepakt, t.w.:

- Bilitonkade _ Fase-1A;
- Soendastraat _ Fase-1C
- Pieter Bothstraat _ Fase-1E
- Abel Tasmanstraat _ Fase-1G
- Bantam-Kanaal-Palembangstraat _ Fase-1i
- Bandoengstraat _ Fase-1K
- Semarang-Kanaal-Soerabayastraat _ Fase-1M
- Lombokstraat _ Fase-1O
- Riouwstraat _ Fase-1Q
- Balistraat _ Fase-1S
- Javastraat _ Fase-1U
- Borneo-Kanaalstraat _ Fase-1W
- Sumatra-Kanaalstraat _ Fase-1Y

Indien noodzakelijk moet tijdig kunnen worden bijgesteld in de uitvoering in overleg met het bevoegd gezag het waterschap HDSR te Houten en de aannemer. De metingen worden door de aannemer uitgevoerd waarbij het veldwerk dient te voldoen aan het keurmerk BRL SIKB 2000.

2. Bemalingswerkzaamheden

2.1 Algemeen

De geplande werkzaamheden ter plaatse van de genoemde straten omvatten de aanleg van een gescheiden hemel- en afvalwaterriool, de realisatie en vervanging van huisaansluitingen. Het exacte riooltrace en de fasering hiervan is weergegeven op de tekening in bijlage 1.

Vanwege diverse aspecten in het project (milieutechnische, bemaling, logistieke, planning, civiel-technische, etc.) worden de werkzaamheden in deelprojecten uitgevoerd. Deze deelprojecten worden in dit advies gekenmerkt als fasen. In totaal zijn er voor 2 fasen gekozen, t.w.:

- Fase 1: Aanleg riolering Kanaalstraat
- Fase 2: Aanleg riolering Damstraat

2.2 Invloed bemaling op de omgeving

Ten aanzien van de omgevingsaspecten van de bemaling wordt voor vier doorsnedes gekozen in de buurt van monumentale panden. Dit zijn:

- doorsnede 1: Kanaalstraat 197; nabij sleuf S15 (verlagingsniveau NAP -0,85 m);
- doorsnede 2: Kanaalstraat 196; nabij sleuf S17 (verlagingsniveau NAP -0,63 m);
- doorsnede 3: Kanaalstraat 70 – 76; nabij sleuf S44 (verlagingsniveau NAP -0,63 m);
- doorsnede 4: Kanaalstraat 36; nabij sleuf S54 (verlagingsniveau NAP -0,63 m);

De panden, zoals de meeste panden in de omgeving, zijn gefundeerd op staal (=geen palen).

2.3 Verlaging en monitoring grondwaterstanden

Om inzicht te krijgen in het invoedsgebied van de voorgenomen bemaling in worst case GHG- en GLG-situatie, zijn in bijlage 2 de GHG- en GLG verlagingscontouren voor de totale bemaling en als ook per fase individueel opgenomen.

Voor de berekeningen is een GHG-stijghoogte afgeleid van NAP +0,25 m (sleuf S1) tot NAP +0,45 m (nabij sleuf S-55) en een GLG-stijghoogte van NAP -0,10 m.

In tabel 2.1 is een prognose uitgewerkt van de verlaging van de stijghoogte tijdens bemaling van genoemde sleuven S15, S17, S44 en S54 in GHG situatie.

In tabel 2.2 is hetzelfde gedaan, maar dan voor de verlaging van de freatische grondwaterstand in GLG-situatie.

Tabel 2.1: Prognose van de verlagingen stijghoogte in GHG situatie nabij de sleuven S15, S17, S44 en S54.

Afstand tot de sleuf (m)	Verwachte maximale Stijghoogteverlaging nabij sleuf S15 streng: H45-43-V12-11 (m)	Verwachte maximale Stijghoogteverlaging nabij sleuf S17 streng: H43t/m39-V11-10 (m)	Verwachte maximale Stijghoogteverlaging nabij sleuf S44 streng: H14-12-V4-3 (m)	Verwachte maximale Stijghoogteverlaging nabij sleuf S54 streng: H01-H02 (m)
0,5	1,17	1,00	1,03	1,05
2,3	1,10	0,90	1,00	0,95
5	1,00	0,80	0,95	0,80
7	0,90	0,75	0,90	0,70
14	0,70	0,60	0,80	0,50
24	0,50	0,45	0,55	0,30
33	0,35	0,35	0,35	0,20
40	0,30	0,30	0,25	0,15
50	0,23	0,23	0,15	0,10
75	0,13	0,13	0,08	0,05
80	0,12	0,12	0,05	
87	0,10	0,10		
95	0,08	0,09		
118	0,06	0,06		
125	0,05	0,05		

Tabel 2.2: Prognose van de verlagingen freatische grondwaterstand in GLG situatie nabij de sleuven S15, S17, S44 en S54.

Afstand tot de sleuf (m)	Verwachte maximale Freatische verlaging nabij sleuf S15 streng: H45-43-V12-11 (m)	Verwachte maximale Freatische verlaging nabij sleuf S17 streng: H43t/m39-V11-10 (m)	Verwachte maximale Freatische verlaging nabij sleuf S44 streng: H14-12-V4-3 (m)	Verwachte maximale Freatische verlaging nabij sleuf S54 streng: H01-H02 (m)
0,5	0,80	0,60	0,75	0,5
2,3	0,75	0,50	0,70	0,4
5	0,55	0,45	0,60	0,35
7	0,45	0,35	0,50	0,29
14	0,30	0,30	0,40	0,18
24	0,20	0,20	0,25	0,10
33	0,15	0,15	0,20	0,07
40	0,13	0,13	0,13	0,05
60	0,08	0,08	0,05	
75	0,05	0,05		

Voor de uitvoering dienen aanvullend enkele peilbuizen te worden geplaatst in het freatisch pakket en in de bovenzijde van het 1^e watervoerend pakket. Dit overeenkomstig het traject waar de verticale filters worden geplaatst.

In het bemalingsadvies zijn de te bemalen rioolgedeeltes benoemd alsook bijbehorende gegevens zoals ontgravingshoogtes, te bemalen sleuflengtes, verlagingsniveau's en dergelijke.

Voor alle rioolgedeeltes zal in principe grotendeels bronbemaling worden toegepast. Uitgangspunt is, zoals ook in het bemalingsadvies vermeld, dat verlaging plaatsvindt tot maximaal 0,25m beneden de sleufbodem.

Langs de te bemalen sleuven wordt een ringleiding op het maaiveld aangelegd waaraan de onttrekkingsfilters worden gekoppeld. De onttrekkingsfilters worden zoveel mogelijk in de bovenzijde van het 1^e watervoerend pakket aangebracht om zo efficiënt mogelijk te onttrekken en ter reductie van het waterbezwaar. Voor het bepalen van de juiste filterstelling wordt door de uitvoerende aannemer kennis genomen van het verkennend- en aanvullend bodem- en verhardingsonderzoek. In dit onderzoek zijn de gegevens van de bodem-opbouw ten opzichte van NAP opgenomen zodat deze goed kan worden bepaald.

In tabel 2.3 staan de indicatieve gegevens betreffende de filterstelling. Deze filterstelling is indicatief omdat deze steeds optimaal zal worden aangepast aan betreffend rioolgedeelte en plaatselijke grondslag. Ook de overige gegevens zijn indicatief. Voor de definitieve invulling stelt de aannemer een bemalingsplan op waarin een en ander verder is uitgewerkt.

Tabel 2.3 Kenmerken van de bronbemaling (filters)

Blind gedeelte filter en geperforeerd gedeelte	3m en 2m
Hart op hart afstand	3m
Methode boren	Spoelboren, handmatig
Diameter boorgat	80mm
Diameter filter	60mm
Type filter	Filters omhuld met kokos

2.4 Zettingen

Voor de maatgevende grondopbouw is nabij de Kanaalstraat 36 (doorsnede-4) aangetroffen en gekozen voor sleuf S54 (streng H01-H02). Ondanks de grondwaterstandsverlaging met NAP - 0,63 m relatief hoger ligt dan bij doorsnede-1/ sleuf S15 (verlagingsniveau NAP -0,85 m), is eerstgenoemde locatie (S54) maatgevend vanwege de aanwezige kleilaag en onderliggende veenlaag. De GLG-verlagingscontouren nabij S54 horen bij een bemalingsduur van 10 dagen. Vanwege onzekerheid in het consolidatiegedrag van de kleilagen is voor de zettingsberekeningen conservatief een consolidatietijd of zettingstijd van 15 dagen aangehouden.

De maatgevende zettingen worden dan ook gevonden bij doorsnede 4; deze bedragen maximaal 12 mm nabij sleuf S54 en circa 8 mm op een afstand van 35m vanuit de sleuf. Voor doorsnede 1 tot en met 3 is de berekende zetting maximaal 1 mm. De maatgevende zettingen van doorsnede 4 worden aan een pand opgelegd en getoetst aan de hand van de schadepredictie met CruxRisk.

2.5 Waterkwaliteit en lozing

Het grondwater in het diepe 1e Watervoerend pakket (1e WVP) is matig tot sterk verontreinigd met VOCL (met name VC) die mekaar gedeeltelijk (Sleufnummers 54, 57 en 58) overlappen. Genoemde verontreiniging bevindt zich zowel in het werkgebied van de voorgenomen bemaling en binnen haar invloedsgebied. De kans is beperkt dat genoemde diepe grondwaterverontreiniging zich met bemaling van de sleuven kunnen verspreiden naar de ondiepe bemaling. Echter is in het

ondiepe grondwater (filterinstelling 2,0 – 3,0 m-mv) een VC-gehalte van ca. 6 µg/l aangetoond. Hoewel dit gehalte veel lager ligt dan de lozingsnorm (20 µg/l) op oppervlaktewater, zal deze spot worden gemonitord.

Lozing

De verwachte VC concentratie ligt tussen de 4,6 á 6 µg/l en voldoet hiermee aan de eisen voor het te lozen bemalingswater in het oppervlaktewater (lozingsnorm <20 µg/l). Maar indien tijdens de bemaling een VC concentratie boven 20 µg/l wordt aangetroffen in het bronneringswater, dient deze voorgezuiverd te worden alvorens geloosd mag worden. Dit wordt geregeld met een maatwerkbesluit. Dit kan met een verzoek voor het stellen van maatwerkvoorschriften bij de HDSR.

3. Monitoring grondwater en stijghoogte 1e wvp

De bemaling zoals in hoofdstuk 2 beschreven heeft tot gevolg dat de stijghoogte van het grondwater in het freatisch pakket en waar nodig in het 1^e watervoerend pakket ter plaatse van de sleuf tot het gewenste niveau wordt verlaagd. Volgens de keur van het waterschap mag deze verlaging niet meer bedragen dan 0,30 meter onder de sleufbodem. In het bemalingsadvies wordt een verlagingniveau van 0,25 meter gehanteerd. Nadat grondverbetering is toegepast kan de grondwaterstand/stijghoogte weer opkomen tot aan 0,25 m minus b.o.b.

Om ervoor te zorgen dat niet verder wordt verlaagd dan noodzakkelijk, wordt ten tijde van de bemaling de grondwaterstand/stijghoogte gemeten. Een beschrijving van de uitvoering van dergelijke meetwerkzaamheden waaronder de locatie van de meetpunten, de meetfrequentie, filterdiepte en signaal- en interventiewaarden zijn verder uitgewerkt (zie hoofdstuk 5 Peilbuismetingen) in het bijgevoegde monitoringsplan van Crux (zie bijlage 5).

Indien blijkt dat de verlagingen binnen de prognose vallen, dan kan de meetfrequentie worden beperkt. Het gebruik van een diver in de besturingspeilbuis zou ideaal zijn. Je kunt een alarmeringswaarde instellen, plaatsbepaling uitvoeren en aansluiten op een datalogger. Het neemt veel werk uit handen en is niet arbeidsintensief. Afhankelijk van de voortgang van de bemaling en de gemeten verlaging in de peilbuizen, kan snel geschakeld worden en overwogen worden om de meetintensiteit i.o.m. HDSR (bevoegd gezag) aan te passen.

Om de effecten op de omgeving nader te kunnen beoordelen en in de tijd te kunnen volgen tijdens de bemaling/ontgraving, wordt geadviseerd om de bemaling debietgestuurd als volgt uit te voeren:

- De peilbuizen voorafgaand en tijdens de bemaling 1x per dag peilen nabij de te bemalen deelgebieden. Dit is de frequentie na inregelen van de bemaling. Bij inregelen moet veel vaker worden gemeten rond de sleuf. Beter is om juist voor de besturing enkele peilbuizen met divers te gebruiken. Dan kan meteen de relatie tussen actuele verlaging en debiet worden gecontroleerd;
- Een principe meting van het freatisch grondwater en de stijghoogte in het onderliggend waterpakket is opgenomen in bijlage 3;
- Bij weinig variatie in de metingen kan in overleg de meetfrequentie worden beperkt en/of de periode tussen de metingen worden vergroot;
- Dagelijks de onttrekkingshoeveelheden registreren;
- Dagelijks een visuele inspectie van de stabiliteit van de bodemsleuf;
- Niet meer verlagen dan noodzakkelijk is (ca. 0,25 m beneden bodemsleuf/ ontgravingsdiepte) en dit tijdens de werkzaamheden aan de hand van de geplaatste peilbuizen te controleren;
- De exacte uitvoerswijze van deze taken liggen bij de opdrachtgever en de aannemer als zijnde uitvoeringsdeskundige vooraf worden bepaald aan de start van de werkzaamheden. Gegevens dienen dagelijks verwerkt te worden en aan de directie beschikbaar worden gesteld.

4. Monitoring zettingen en deformatie

Voorgenomen riolerings- en bijbehorende bemalingswerkzaamheden kunnen gevolgen hebben voor de omgeving. Aan Crux is daarom verzocht zettingsberekeningen uit te voeren en het opstellen van een monitoringsplan om de omgevingsbeïnvloeding hiermee te controleren. In bijlage 4 en -5 van dit rapport zijn deze rapportages van Crux opgenomen. Crux heeft inmiddels naar aanleiding van de uitkomsten van de zettingsberekeningen tezamen met SI contact opgenomen met het waterschap HDSR om het een en andere indien nodig nader te belichten.

Op basis van genoemde rapportage wordt voorgesteld metingen te verrichten. Met als doel eventueel optredende zetting te kunnen meten alsook eventuele rotatie. In het bemalingsadvies is dit eveneens opgenomen. Wat betreft de opname van de nulsituatie wordt aanbevolen een opname van de buitengevel te maken. Aanvullend hierop kunnen ook in pandig opnames worden gemaakt in overleg met betreffende bewoners. In- en externe opnames gelden in eerste instantie voor de aanliggende panden direct naast de sleuf. Door Crux wordt dit ook geadviseerd voor de panden in de zijstraten tot 30 m afstand van de sleuf. Zichtbare schade en/of scheuren wordt hierbij fotografisch vastgelegd en beschreven in een logboek.

Alhoewel scheurmetingen niet zijn opgenomen in het rapport van Crux, wordt door SI wat betreft deformaties ook aanbevolen zonodig eventueel ook zogenaamde scheurmetingen uit te voeren. Hierbij wordt ten opzichte van een vastgestelde situatie mogelijke wijzigingen gemeten. Dit wordt alleen zinvol geacht als de gemeten zettingen tijdens uitvoering beduidend hoger zijn als vooraf verwacht

Voor alle uit te voeren meetwerkzaamheden zal door de gemeente Utrecht ter zake deskundige en van de aannemer onafhankelijke partijen worden ingeschakeld. Dit om een kwalitatief en objectief oordeel te kunnen vormen wat betreft de resultaten. In het bestek voor de uitvoering kan een post worden opgenomen voor het verrichten van deze meetwerkzaamheden waarbij van alle gebouwen langs de sleuf a.d.h.v. diverse meetpunten steeds de xyz-positionering wordt gemeten. Verwacht wordt dat de horizontale scheefstand minimaal gaat zijn. Verticale scheefstand is net zo belangrijk. Maar ook relatieve rotatie tussen dragende muren van hetzelfde gebouw zijn van belang (veelal een zakkende tussenmuur naast de voordeur); scheefstand kan nul zijn, maar kan wel veel schade aan de gevel ontstaan.

Een beschrijving van de uitvoering van dergelijke meetwerkzaamheden is verder uitgewerkt in het bijgevoegde monitoringsplan van Crux (zie bijlage 5).

5. Waterkwaliteit en lozing

De kwaliteit van het grondwater is bepaald door middel van de uitvoering van een verkennend- en aanvullend bodem- en verhardingsonderzoek⁴. Tijdens de uitvoering van dit onderzoek zijn de zogenaamde lozingsparameters bepaald. Verder zijn de stoffen bepaald die onderdeel uitmaken van het NEN5740 grondwaterpakket. Voor de lozingsparameters zijn maatregelen aan de orde gericht op het reduceren van de ijzerconcentratie en het terugbrengen van de concentratie onopgeloste bestanddelen. Verder is in het bestek (op basis waarvan de werkzaamheden worden aanbesteed) opgenomen, dat door de aannemer maatregelen moeten worden getroffen om te voldoen aan de lozingseisen conform het Besluit Lozen Buiten Inrichtingen (BLBI). Omdat er stoffen worden geloosd die niet zijn opgenomen in tabel 3.1 van het BLBI dan dient de lozing nog afzonderlijk te worden geregeld met maatwerkvoorschriften. Het betreft in dit geval lozen van mogelijk VOCL houdend grondwater met meetwaarden > I-waarden.

Aangezien de werkzaamheden over circa 800 meter zijn verspreid en het de voorkeur geniet te lozen op oppervlaktewater zal het bemalingswater van de Kanaalstraat (fase-1) worden geloosd op de aangrenzende hoofdwatgang Oude Rijn en/of de nabijgelegen (via de J.P. Coenstraat) hoofdwatgang de Leidse Rijn. Voor het bemalingswater van de Damstraat (fase-2) is lozing op de aangrenzende hoofdwatgang Leidse Rijn een betere optie.

De genoemde watergangen zijn volgens de Blbi niet-aangewezen waterlichamen. Alle watergangen van HDSR zijn in het kader van het Blbi niet-aangewezen wateren. De enige uitzonderingen hierop zijn de watergangen die zijn opgenomen in Bijlage 2 van de Activiteitenregeling.

Voor dit project zal in eerste instantie tijdens de aanleg van het rioleringsgedeelte tussen de Billitonkade en de Lombokstraat de lozing van het bronneringswater op de bestaande HWA-riolering van de J.P. Coenstraat (via lozingspunt H03/ put 1196/ HWA-put hoek J.P. Coenstraat met Kanaalstraat) plaatsvinden. In een latere stadium zal bij verdere aanleg van de riolering tussen de Lombokstraat en de Damstraat/ begin Kanaalstraat (t.h.v. Kop van Lombok) de lozing van het bronneringswater plaatsvinden via het pas aangelegde HWA riool met HWA-overstortput t.p.v. de BillitonKade.

Op de tekening in de bijlage 1 (fasering bemaling Kanaalstraat en Damstraat met bijbehorende lozingsrouten) is aangegeven over welk tracé de lozing plaatsvindt en is ook nadere informatie vermeld over de diverse lozingspunten en bijbehorende lozingsrouten.

In Tabel 5.1 zijn de lozingsnormen samengevat van de parameters welke lichte overschreidingen van de streefwaarde in het grondwater zijn aangetroffen, tezamen met de lozingseisen zoals aangegeven in tabel 3.1a en - 3.1b van het besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi) voor het lozen op een niet-aangewezen oppervlaktewater.

Bij het opstellen van de maatwerkvoorschriften worden deze meestal als richtlijnen door het waterschap HDSR gehanteerd.

⁴ Bodem- en verhardingsonderzoek Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht, projectnummer 202443/ versie 2.0/ d.d. 11 augustus 2020, opgesteld door BK ingenieurs.

Tabel 5.1: Lozingseisen BLBI (niet aangewezen waterlichaam)

Parameter	Meetwaarde Grondwater [$\mu\text{g/l}$]	Opmerking	Lozingseis BLBI niet-aangewezen oppervlakte water
Barium	65 á 130	> streefwaarde	n.v.t. door HDSR
Arseen	30 á 36	> streefwaarde	n.v.t. door HDSR
Naftaleen	0,03 á 0,04	> streefwaarde	0,2
Dichloorethenen	0,43 á 0,87	> streefwaarde	20
Vinylchloride	6,0	> Interventiewaarde	8
Onopgeloste stoffen	12 á 200 mg/l	> BLBI- lozingsnorm	50 mg/L
IJzer	2,6 á 8,7 mg/l	> BLBI- lozingsnorm	geen visuele verontreiniging; gehalte < 5mg/l
Chloride	onbekend		200 mg/l

Monitoring

Met betrekking tot genoemde grondwaterverontreinigingen wordt geadviseerd om deze te monitoren gedurende de bemaling. In bijlage 7 is een situatietekening opgenomen met nog extra te plaatsen peilbuizen voor monitoring van de VOCL spot tijdens de voorgenomen bemalingswerkzaamheden. Zo kan een nulmeting worden gedaan, kunnen de diverse verontreinigingen gedurende de bemaling worden gemonitord en afgesloten met een eindmeting.

6. Taken en bevoegdheden

De directie houdt afstemming met aannemer over de maatregelen op basis van het bestek en door of namens de aannemer op te stellen bemalingsplan.

In het bestek zijn de eisen opgenomen conform bemalingsadvies. Een van die eisen is dat de verlaging van de stijghoogte van het grondwater niet verder wordt verlaagd dan 0,25 meter onder de rioolsleuf. Dit is ook zo opgenomen in het zogenaamde basisdocument wat onderdeel uitmaakt van de bij het bestek gevoegde documenten.

Een ander punt is dat de maximaal te bemalen sleuflengte ook wordt gehanteerd zoals opgenomen in dit basisdocument. In de uitvoering zal hierop intensief worden toegezien vanuit de directievoering.

Los van de te bemalen maatgevende rioolgedeelten zullen ook metingen betreffende de hoogte van het freatisch grondwater en betreffende de stijghoogte van het 1^e watervoerend pakket worden uitgevoerd op andere geselecteerde locaties (zie bijlage 3). Metingen worden tijdens werkdagen nabij genoemde in uitvoering zijnde rioolgedeelte frequent en minimaal dagelijks uitgevoerd en geregistreerd door de aannemer. De metingen worden geregistreerd met bijbehorende xyz-hoogtes. Steeds wordt bij de meetregistraties aangegeven welk rioolgedeelte op dat moment wordt bemalen en welke sleuflengte wordt bemalen. Vanuit de directievoering wordt erop toegezien dat bovenstaande metingen en registraties worden verricht.

Bij de zettingsberekeningen wordt door Crux geadviseerd om bij start van de werkzaamheden de kwetsbare panden op een kritische locatie te voorzien van hoogtematen op de dragende muren en het plaatsen van scheurmeters. Vooral ter plaatse van de monumentale panden, zoals geadresseerd in tabel 2 van het monitoringsplan van Crux. En in mindere intensiteit ter plaatse van de overige verzwakte- en kwetsbare gebouwen. Hierbij zal de monitoring bestaan uit meetbouten op genoemde gebouwen. Het e.e.a. zoals beschreven in het monitoringsplan van Crux.

De bouten hebben ook een andere functie, namelijk voor de bewijsvoering in geval er (door derden) schade wordt gerapporteerd.

Door deze panden intensief te monitoren kan worden aangetoond dat geen schade door de werkzaamheden te verwachten is en kan op andere locaties worden volstaan met opname van de panden. Voor deze gebouwen is van belang dat de grondwaterstand/stijghoogte in de directe omgeving wordt gemeten en niet op grote afstanden. In bijlage 6 is een situatietekening opgenomen met peilbuizen in het freatisch pakket voor monitoring van de bemaling en het voorkomen van zettingen.

In het door de aannemer op te stellen bemalingsplan wordt bovenstaande nader uitgewerkt en worden taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden vastgelegd en afgestemd met de directie. Zodanig dat hierover geen misvattingen kunnen ontstaan.

Een afschrift van de metingen wordt geregistreerd en desgewenst aan het waterschap verstrekt waarbij steeds inzichtelijk wordt gemaakt wat de beginstanden zijn. Met name het kritisch volgen van de gemeten freatische waterstanden is belangrijk omdat significante wijzigingen hierin effect kunnen hebben op de omgeving. De panden en objecten in het projectgebied zijn immers grotendeels op staal zijn gefundeerd.

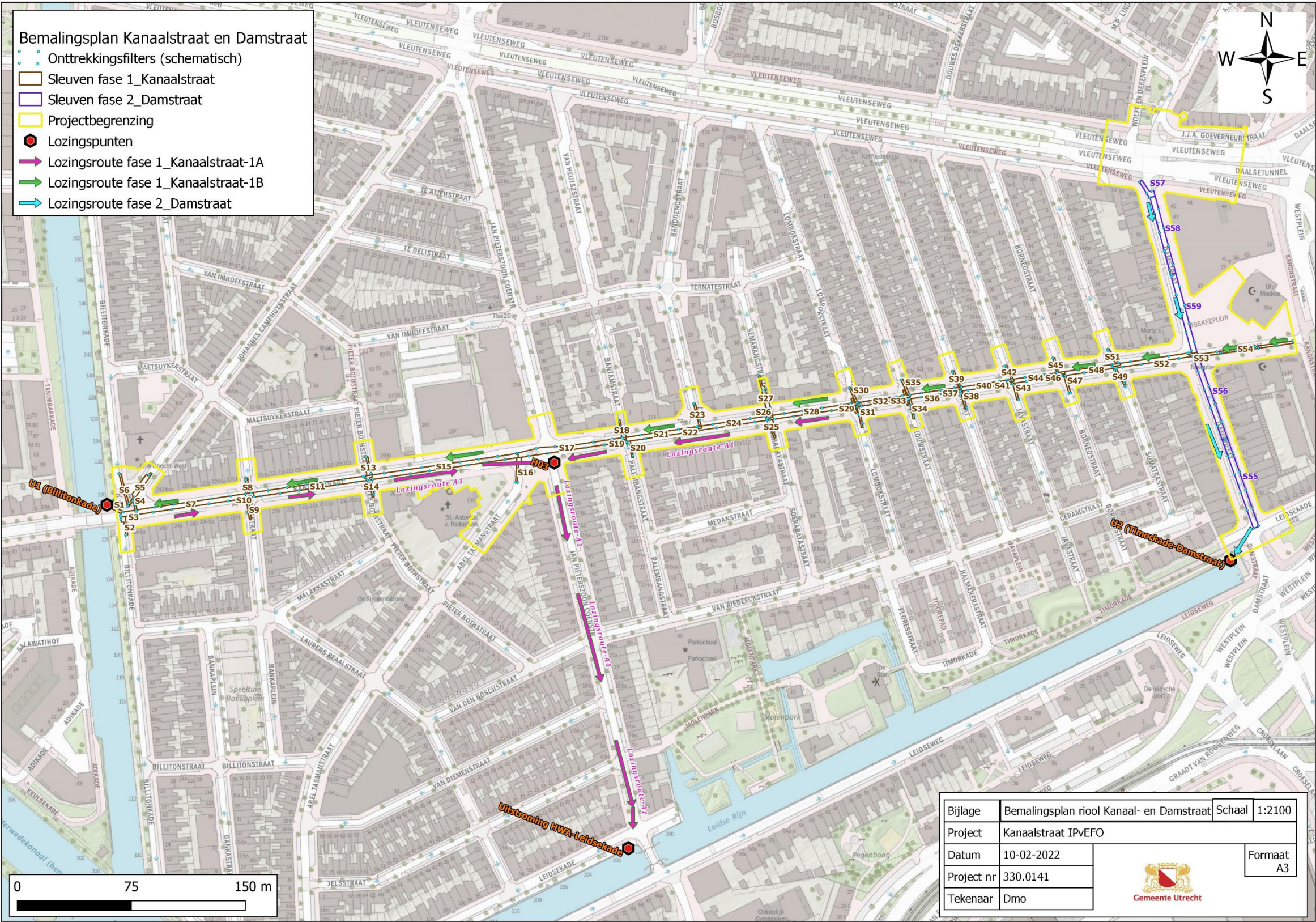
Wat betreft de onttrokken hoeveelheden wordt dagelijks gemeten en geregistreerd onder vermelding van het rioolgedeelte dat op dat moment wordt bemalen. De debieten worden steeds geregistreerd en in beeld gebracht. De afwijkingen zijn dan optimaal inzichtelijk.

Bijlage 1: Ligging aan te leggen riool en fasering bemaling

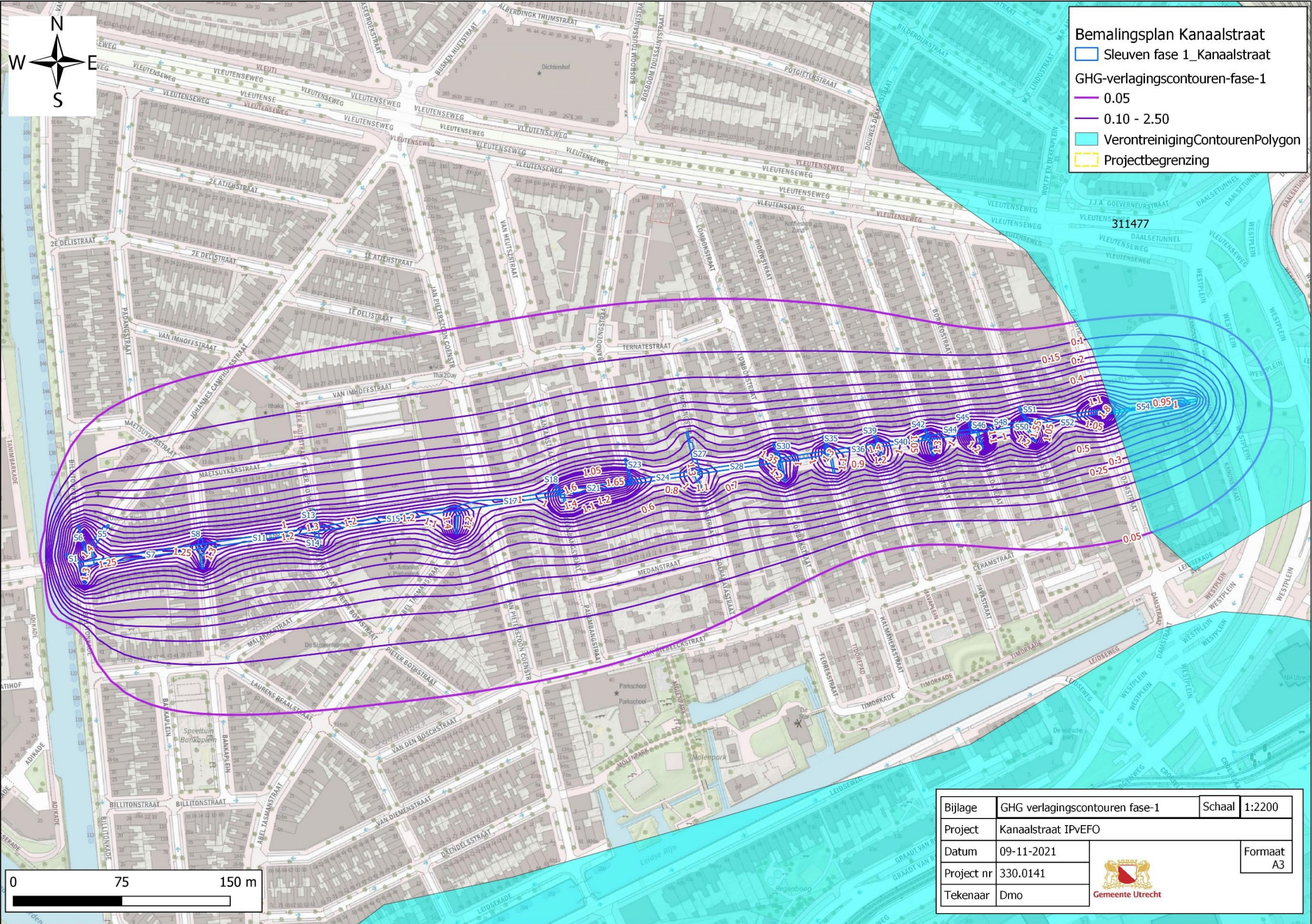
Situatietekening aan te leggen riool Kanaalstraat en Damstraat



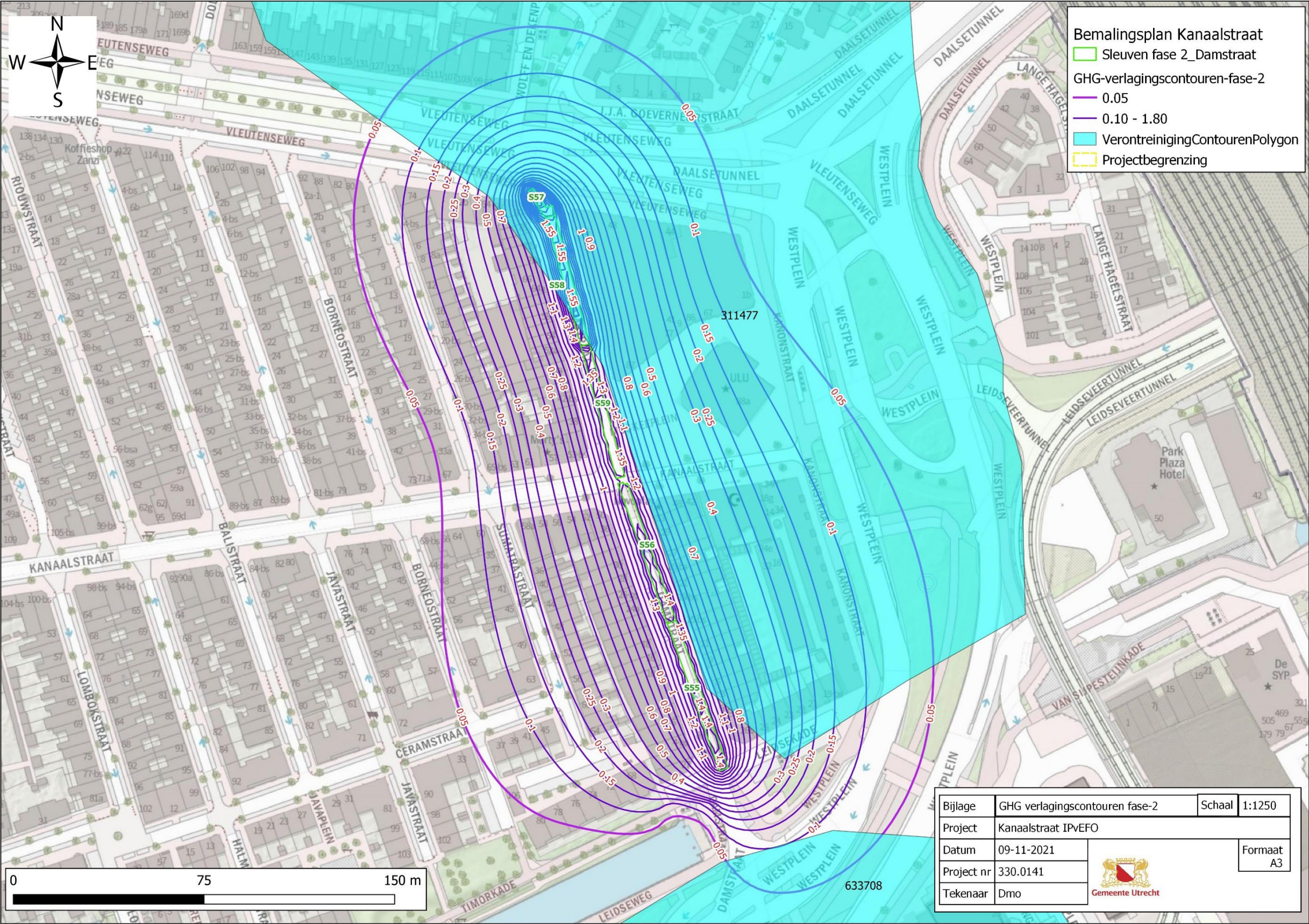
Fasering bemaling Kanaalstraat en Damstraat met bijbehorende lozingsrouten



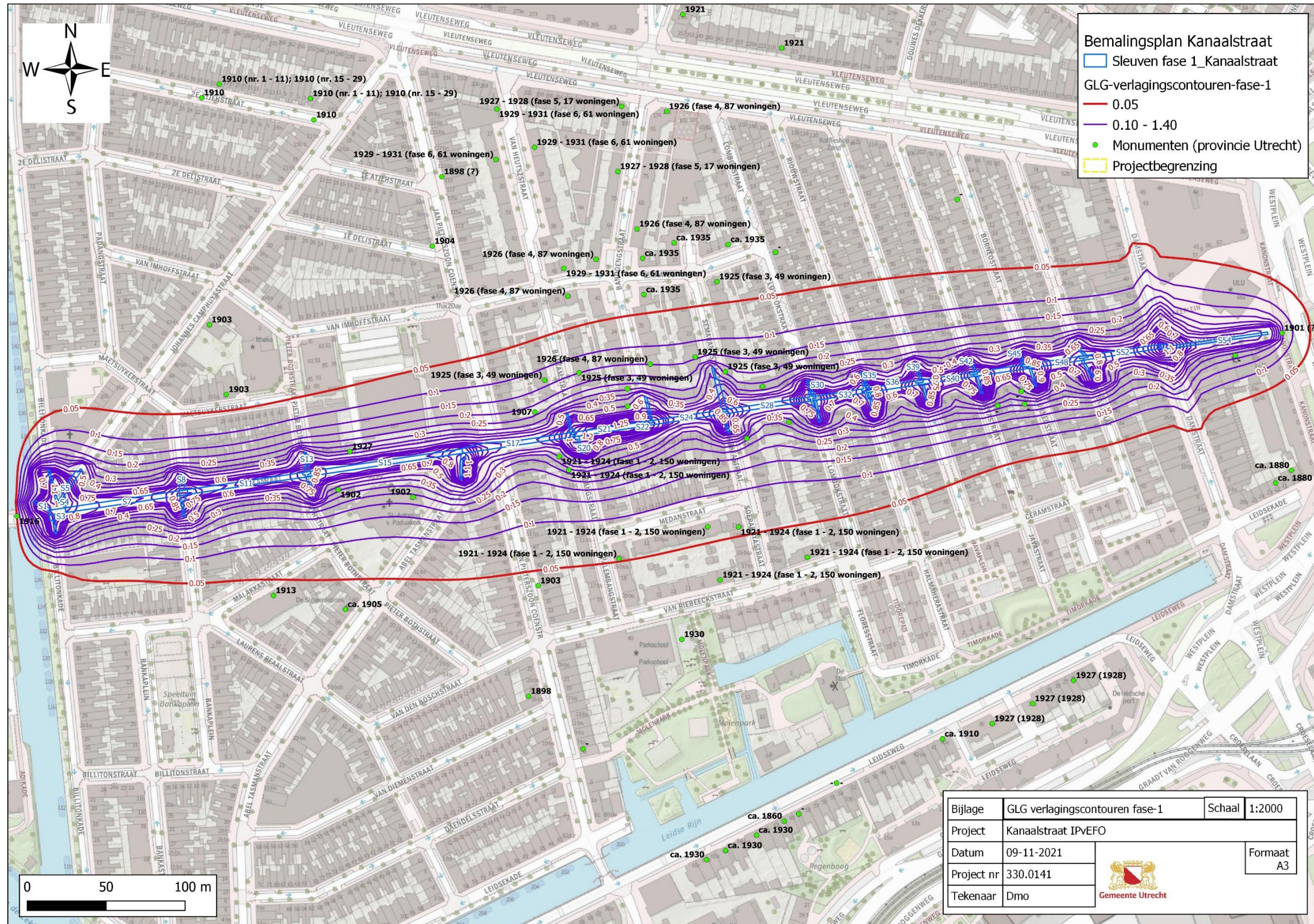
Bijlage 2: Invloedsgebied bemaling in GHG- en GLG situatie



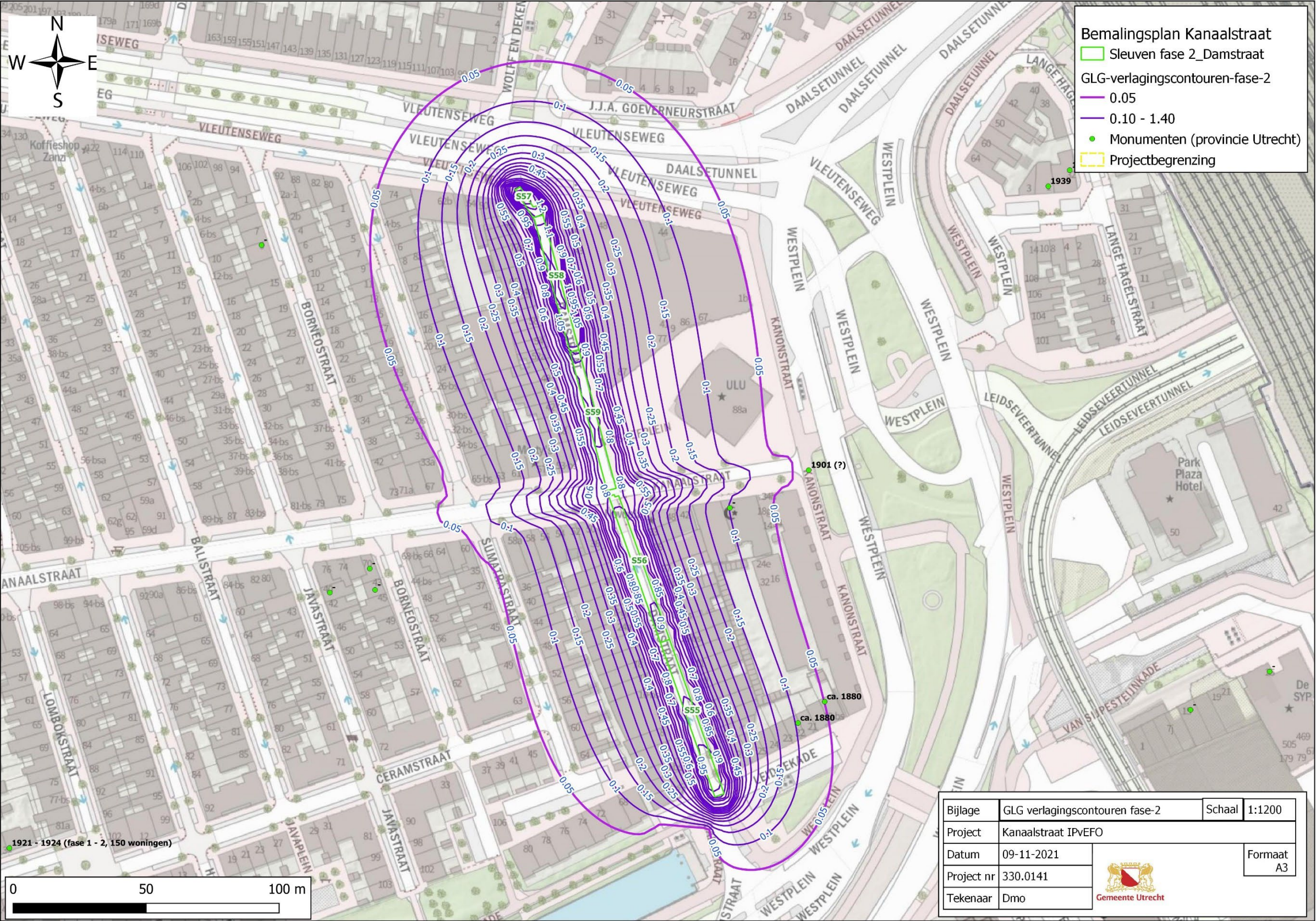
GHG- verlagingscontouren grondwaterstand in 1° WVP uitgaande van de bepaalde grondwaterstand in GHG situatie (NAP +0,25 m á +0,45 m), de grondwaterstandsverlaging en de bemalingsduur tijdens Fase-1_Kanaalstraat



GHG- verlagingscontouren grondwaterstand in 1° WVP uitgaande van de bepaalde grondwaterstand in GHG situatie (NAP +0.45 m), de grondwaterstandsverlaging en de bemalingsduur tijdens Fase-2_Damstraat

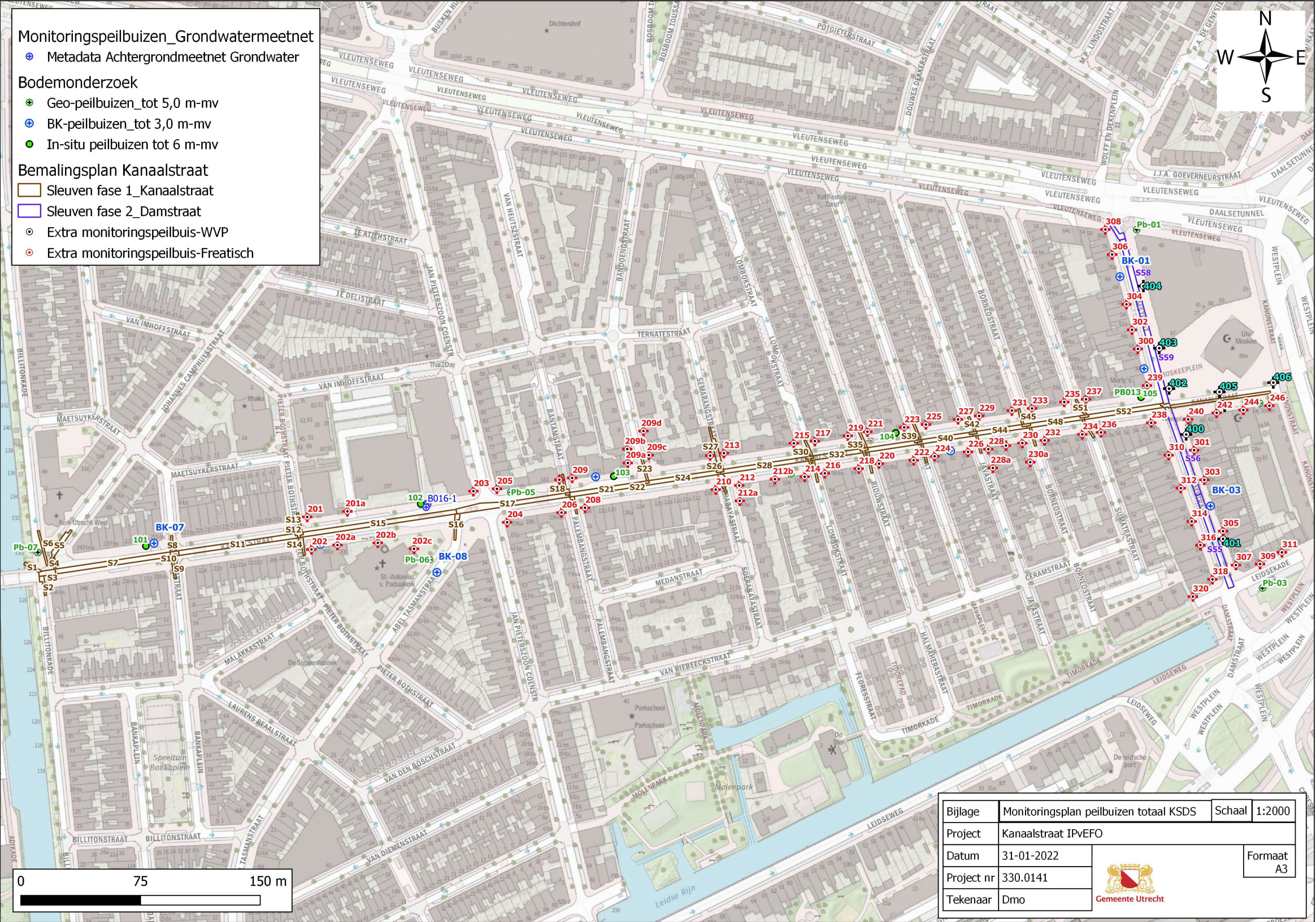


GLG- verlagingscontouren grondwaterstand freatisch deklaag uitgaande van de grondwaterstand in GLG situatie (NAP -0,10 m), de grondwaterstandsverlaging en de bemalingsduur tijdens Fase-1_Kanaalstraat



GLG- verlagingscontouren grondwaterstand in freatisch deklaag uitgaande van de bepaalde grondwaterstand in GLG situatie (NAP -0,10 m), de grondwaterstandsverlaging en de bemalingsduur tijdens Fase-2_Damstraat.

Bijlage 3: Principe meting freatisch water & stijghoogte 1e WVP



Bijlage 4: Rapportage zettingsberekening Crux

Stadsingenieurs Utrecht
E. van Haren
Postbus 8375
3503 Utrecht

Notitie

Onderwerp
Zettingen door bemaling
Kanaalstraat en Damstraat
Utrecht

Projectnummer
21484

Ons kenmerk
NT21484a3

Versie
3

Datum
21 januari 2022

Pagina's
16

Opgesteld
ir. D. Vink

Gecontroleerd
ir. ing. M. de Koning

Vrijgave
ir. G. Meinhardt

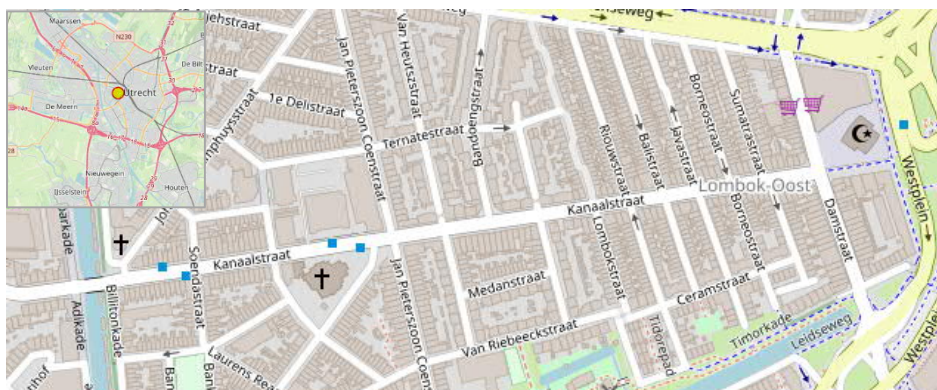
Bijlagen
Aantal bijlagen: 4

Formulier
NT-010

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De gemeente Utrecht is van plan om de riolering in de Kanaalstraat en de Damstraat te vervangen. Hierbij zal de freatische grondwaterstand bemalen worden. De verlaging van het grondwater heeft mogelijk grondzakkingen tot gevolg. In deze notitie worden de grondvervormingen door het bemalen onderzocht en wordt aan de hand van de gevonden zettingen een schadepredictie opgesteld. Overige invloeden op de omgeving zoals het ontgraven van de sleuven en het toepassen van een sleufbekisting vallen buiten de opdracht.



Figuur 1 Projectlocatie

1.2 Versiegeschiedenis

Versie	Toelichting	Datum
1	1 ^e uitgave	22-12-2021
2	Opmerking gemeente Utrecht en HDSR verwerkt	11-1-2022
3	Toets vervormingen SBR leidraad, update zettingsberekeningen	21-1-2022

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten en referenties

De volgende documenten dienen als uitgangspunt voor deze notitie:

- [1] Gemeente Utrecht, tekening *GLG verlagingscontouren fase-1 & fase-2*, Kanaalstaat IPvEFO, 330.0141, 9-11-2021.
- [2] BK ingenieurs, *Bodem- en verhardingsonderzoek Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht*, 202443, 2.0, 11-8-2020.
- [3] Stadsingenieurs, *Bemalingsadvies rioolvervanging Kanaalstraat en Damstraat*, 330.0141, 15-11-2021.
- [4] Netzel, H.D., *Building response due to ground movements*, IOS Press, 2009.
- [5] www.ahn.nl (algemene hoogtekaart Nederland)
- [6] HDSR, *Uitvoeringsregels bij de Keur Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden 2018*.
- [7] SBR, *Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsdeling op de bebouwing*, 1998.

Ons kenmerk

NT21484a3

Pagina

2/16

2.2 Programmatuur

De zettingen zijn berekend met het programma D-Settlement versie 20.1.

De schadepredictie is uitgevoerd met het door CRUX ontwikkelde programma CruxRisk versie 2.0.

2.3 Doorsnedes en belendingen

Berekeningen zijn uitgevoerd voor vier doorsnedes die zijn gekozen in de buurt van monumentale panden[3]. Dit zijn:

- doorsnede 1: Kanaalstraat 197
- doorsnede 2: Kanaalstraat 196
- doorsnede 3: Kanaalstraat 70 – 76
- doorsnede 4: Kanaalstraat 36

De panden, zoals de meeste panden in de omgeving, zijn gefundeerd op staal.



Figuur 2 Situatie locatie doorsnedes



Figuur 3 Pand doorsnede 1



Figuur 4 Panden doorsnede 2



Figuur 5 Panden doorsnede 3



Figuur 6 Panden doorsnede 4

2.4 Verlaging grondwaterstand

Voor de bepaling van de zakkingen is uitgegaan van de verlagingscontouren van de freatische grondwaterstand ten opzichte van de gemiddelde lage grondwaterstand als aangegeven op door de opdrachtgever verstrekte tekening [1] (opgenomen in Bijlage 1). De contouren horen bij een bemalingsduur van 10 dagen. Voor de zettingsberekeningen is een consolidatietijd of zettingstijd van 15 dagen aangehouden.

De GLG ligt op NAP -0,1m. Per doorsnede is het verloop van de verlaging bepaald.

2.5 Grondopbouw

Voor de grondopbouw is het beschikbare grondonderzoeksrapport [2] gehanteerd. Dit rapport bevat boringen in heel de Kanaalstraat en Damstraat met dieptes tot maximaal 5m beneden maaiveld. Verder zijn sonderingen opgevraagd uit het Dino-loket. Alleen aan het eind van de Kanaalstraat (west) en meer in de buurt van het station ten oosten van de Kanaalstraat zijn sonderingen beschikbaar.

De bodem bestaat uit een toplaag van zand met daaronder klei- en zandlagen. Helemaal in het begin van de Kanaalstraat (oostelijk) wordt er een veenlaag aangetroffen. Per doorsnede is de grondopbouw bepaald en weergegeven in Tabel 1.

Boorprofielen zijn opgenomen in Bijlage 2. De boringen zijn uitgezet ten opzichte van het maaiveld. Het maaiveldniveau in de Kanaalstraat ligt om en nabij NAP+1,9m [5].

Tabel 1 Laagopbouw doorsnedes 1 t/m 4 in [m NAP]

Laag	1	2	3	4
Zand top	+1,90	+1,90	+1,90	+1,90
Klei	+1,40	+0,40	+1,40	+0,90
Veen matig				-2,10
Zand top	+0,90			
Klei	+0,40			
Zand matig	-0,10	-0,60	+0,10	-2,60
onderkant model	-5,00	-5,00	-5,00	-5,00

2.6 Modelleren en grondparameters

Er is gebruik gemaakt van het NEN-Bjerrum grondmodel. De zettingsparameters zijn bepaald aan de hand van tabel 2.b uit NEN9997-1: 2017. Voor alle grondlagen is een POP (*pre overburden pressure*) van 10 kPa aangehouden. De zandlagen zijn gedraineerd. Voor de klei- en veenlagen is een consolidatiecoëfficiënt aangehouden. De waarden zijn conservatief aan de hoge kant gekozen omdat een snelle consolidatie tot meer zetting leidt.

Tabel 2 Representatieve waarden grondparameters

Naam	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	RR [-]	CR [-]	C_α [-]	C_v [m ² /s]
Zand top	17	19	0,0009	0,0036	0,000	-
Klei	15	15	0,0311	0,1869	0,007	3,0E-07
Veen matig	12	12	0,0613	0,3067	0,026	3,0E-07
Zand matig	18	20	0,0012	0,0046	0,000	-

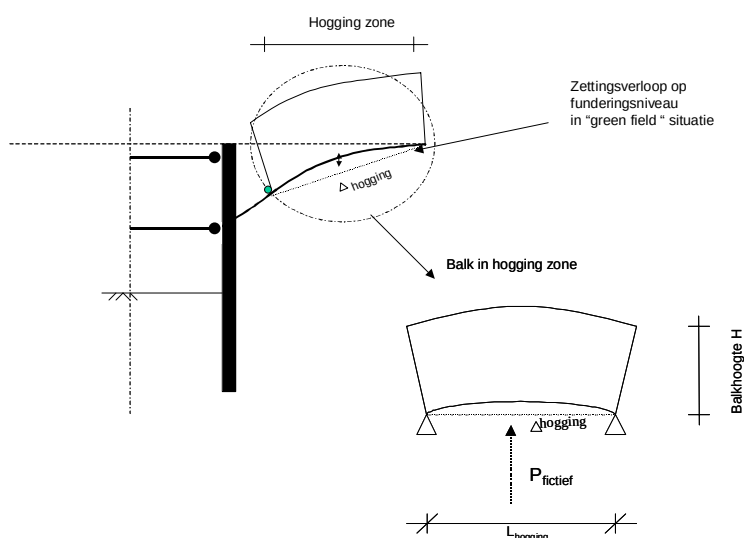
CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
NT21484a3

Pagina
5/16

2.7 Methode schadepredictie

Voor de schadepredictie wordt de methode der grensrekken (Limiting Tensile Strain Method ofwel LTSM) toegepast welke is beschreven in referentie [4]. Met deze empirische analytische rekenmethodiek worden maatgevende rekken in het gebouw ten gevolge van de opgelegde grondvervormingen bepaald. Het gebouw wordt hierbij vereenvoudigd geschematiseerd door een geavanceerd balkmodel (Timoshenko balk rekening houdend met buig- en afschuifvervormingen). Er wordt geen rekening gehouden met grond - constructie interactie waardoor de methode wordt geacht een conservatieve bovengrens van te verwachten schade weer te geven. Deze empirisch getoetste methodiek geeft een indicatie weer van de mogelijke schadeomvang ten gevolge van de grondvervormingen bij de uitvoering van het werk. De methodiek geeft de state-of-the-art in de ontwerppraktijk in het binnen- en buitenland weer en wordt ook genoemd in COB-rapport F530 *Aanbevelingen voor het ontwerp van bouwkuipen in stedelijke omgeving*. De methode is succesvol toegepast voor schadepredicties van belendingen bij klein- en grootschalige ondergrondse bouwprojecten in binnenstedelijke omgeving. De empirisch, analytische "Methode der grensrekken" wordt in dit rapport gebruikt ter bepaling van schade aan belendende panden. De principes van deze methodiek zijn het bepalen van geometrische schadeparameters (relatieve hoekverdraaiing, relatieve doorbuiging en horizontale rek uit de maaiveld (greenfield) grondvervormingen ter plaatse van het gebouw. Het gebouw (geschematiseerd als een balk) wordt gesplitst in een opbuigingszone (hogging) en een doorbuigingszone (sagging); zie Figuur 7 als voorbeeld voor hogging.



Figuur 7 Schematisering methode der grensrekken voor verticale verschilzettingen

Op de als balk geschematiseerde constructie worden de grondvervormingen opgelegd en worden vervolgens met behulp van mechanische formules conform de elasticiteitsleer lineair-elastische rekken berekend. Om met een grote bandbreedte van in de praktijk voorkomende L/H (lengte/hoogte)-verhoudingen van constructie-elementen rekening te houden, wordt daarbij in de balkformules o.a. met afschuifvervormingen rekening gehouden. De berekende rekken worden vervolgens gerelateerd aan empirisch afgeleide observaties tussen rekken en optredende schade zoals opgesteld door het Building and Research Establishment, zie Tabel 3.

Tabel 3 Schade classificatiesysteem conform BRE

Schadecategorie	Schadeklasse	Rekgrenzen
Esthetische, architectonische schade	<i>Verwaarloosbaar</i>	$0,000 < \epsilon_{\text{tot}} \leq 0,050 \%$
	<i>Zeer licht</i>	$0,050 < \epsilon_{\text{tot}} \leq 0,075 \%$
	<i>Licht</i>	$0,075 < \epsilon_{\text{tot}} \leq 0,150 \%$
Functionele Schade	<i>Matig</i>	$0,150 < \epsilon_{\text{tot}} \leq 0,300 \%$
	<i>Ernstig</i>	$> 0,300 \%$
Constructieve Schade (Stabiliteitsproblemen)	<i>Zeer ernstige schade</i>	

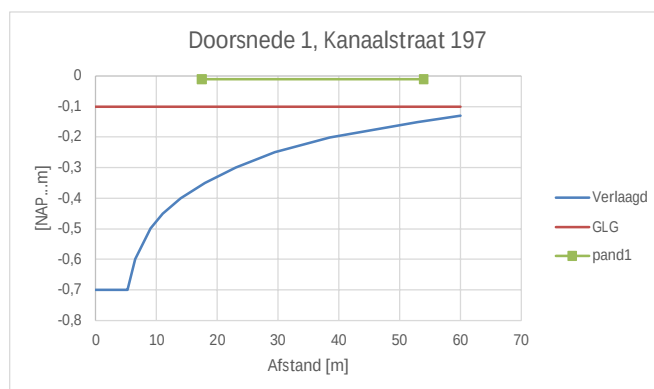
Door de gekozen conservatieve berekeningsaannamen (geen beschouwing van interactie tussen gebouw en grond) wordt rekenkundig een bovengrens van de te verwachten schade bepaald. Als acceptabele grens in de ontwerp praktijk wordt de schadeklasse “lichte” esthetische schade aangehouden (groen gearceerd gebied in Tabel 3).

Behalve bovenstaande toets worden de vervormingen getoetst aan de KEUR van HDSR [6]. In hoofdstuk 71 van de Keur wordt gesteld dat de verschilvervormingen in het pand maximaal mogen leiden tot een helling van 1:1000.

3 Resultaten

3.1 Doorsnede 1

De doorsnede bevindt zich bij Kanaalstraat 197. Het verlaagde peil is afgelezen uit [1] en weergegeven in Figuur 8. In de figuur zijn ook de GLG en de locatie van het belendende pand aangegeven.



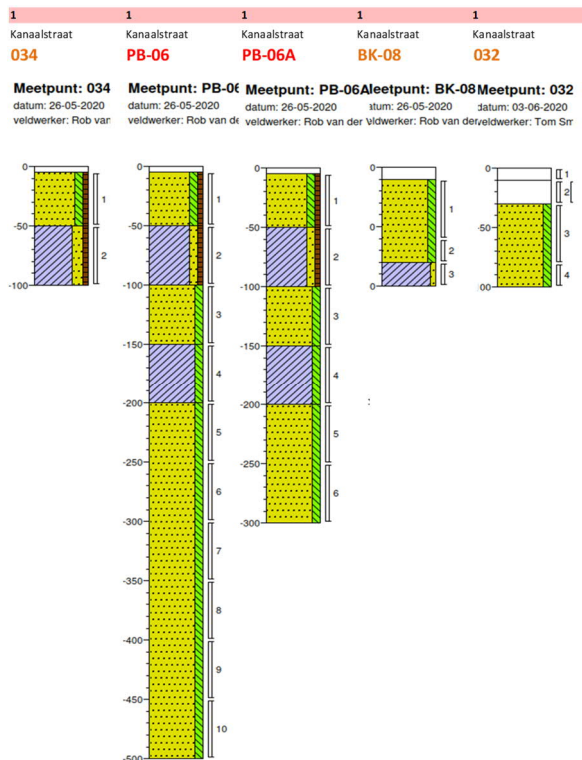
Figuur 8 Verlaagd waterpeil doorsnede 1

De grondopbouw is gebaseerd op de boringen die in Figuur 9 zijn weergegeven. De gehanteerde grondopbouw in het zettingsmodel is weergegeven in Tabel 1.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
NT21484a3

Pagina
7/16

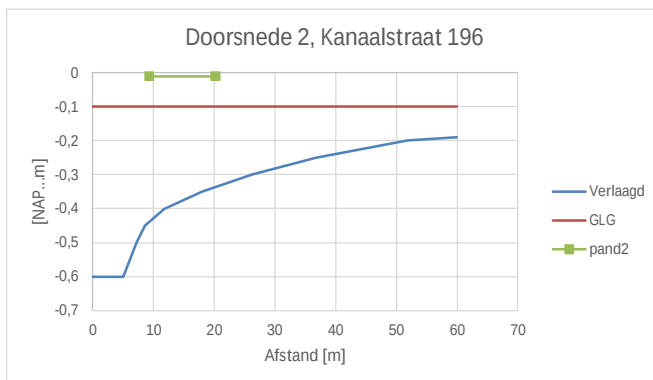


Figuur 9 Boringen bij doorsnede 1

De resultaten van de zettingsberekening van deze doorsnede en tevens de andere doorsnedes zijn samengevat in Figuur 16 op bladzijde 10.

3.2 Doorsnede 2

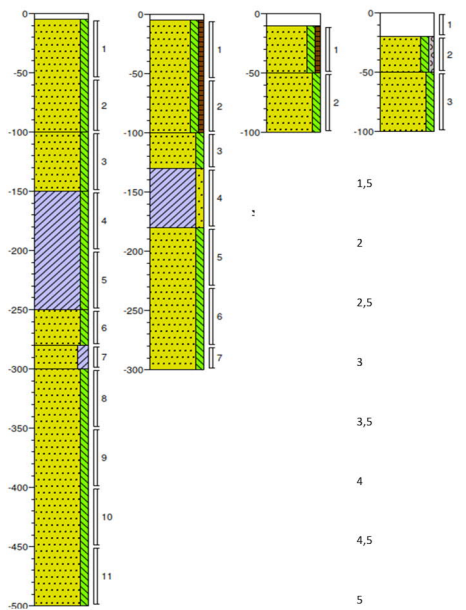
De doorsnede bevindt zich bij Kanaalstraat 196. Het verlaagde peil is afgelezen uit [1] en weergegeven in Figuur 10. In de figuur zijn ook de GLG en de locatie van het belendende pand aangegeven.



Figuur 10 Verlaagd waterpeil doorsnede 2

De grondopbouw is gebaseerd op de boringen die in Figuur 11 zijn weergegeven. De gehanteerde grondopbouw in het zettingsmodel is weergegeven in Tabel 1.

2	2	2	2
Kanaalstraat	Kanaalstraat	Kanaalstraat	Kanaalstraat
PB-05	PB-05A	031	030
Meetpunt: PB-05	Meetpunt: PB-05A	Meetpunt: 031	Meetpunt: 030
datum: 26-05-2020	datum: 25-05-2020	datum: 25-05-2020	datum: 03-06-2020
veldwerker: Rob van d	veldwerker: Rob van d	veldwerker: Rob van d	veldwerker: Tom Sm

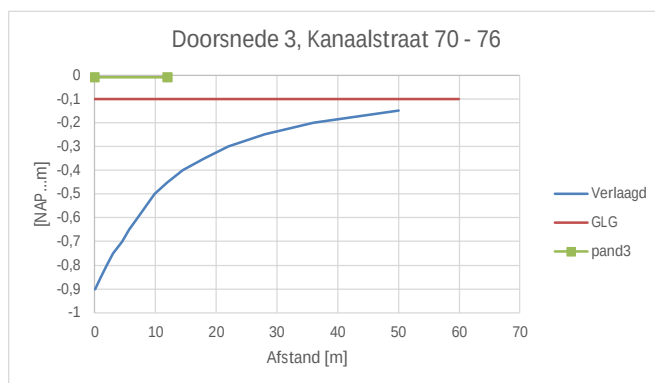


Figuur 11 Boringen bij doorsnede 2

De resultaten van de zettingsberekening van deze doorsnede en tevens de andere doorsnedes zijn samengevat in Figuur 16 op bladzijde 10.

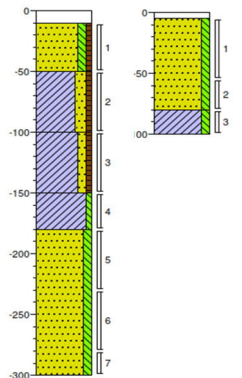
3.3 Doorsnede 3

De doorsnede bevindt zich bij Kanaalstraat 70 - 76. Het verlaagde peil is afgelezen uit [1] en weergegeven in Figuur 10. In de figuur zijn ook de GLG en de locatie van de belendende panden aangegeven. De isohypsen op de verlagingssteekening liggen zo dicht op elkaar dat er in de buurt van de sleuf geen onderscheid gemaakt kon worden. Hierdoor is het nulpunt van de grafiek bij de gevel van het pand gekozen in plaats van bij de sleuf. Afstand 0m is dus niet de sleuf.



Figuur 12 Verlaagd waterpeil doorsnede 3

De grondopbouw is gebaseerd op de boringen die in Figuur 13 zijn weergegeven. De gehanteerde grondopbouw in het zettingsmodel is weergegeven in Tabel 1.

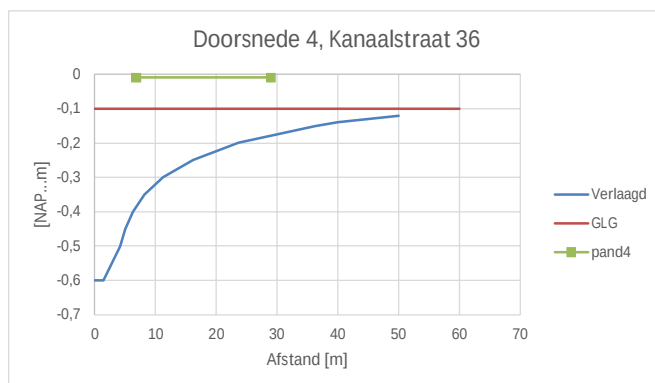


Figuur 13 Boringen bij doorsnede 3

De resultaten van de zettingsberekening van deze doorsnede en tevens de andere doorsnedes zijn samengevat in Figuur 16 op bladzijde 10.

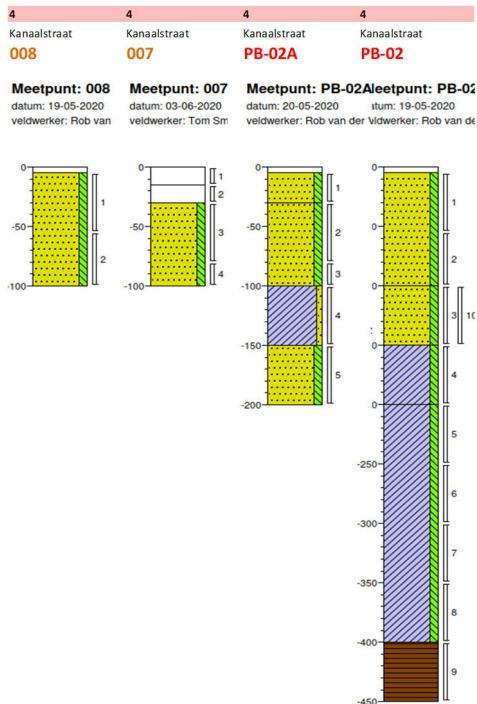
3.4 Doorsnede 4

De doorsnede bevindt zich bij Kanaalstraat 36. Het verlaagde peil is afgelezen uit [1] en weergegeven in Figuur 14. In de figuur zijn ook de GLG en de locatie van de belendende panden aangegeven.



Figuur 14 Verlaagd waterpeil doorsnede 4

De grondopbouw is gebaseerd op de boringen die in Figuur 15 zijn weergegeven. De gehanteerde grondopbouw in het zettingsmodel is weergegeven in Tabel 1.

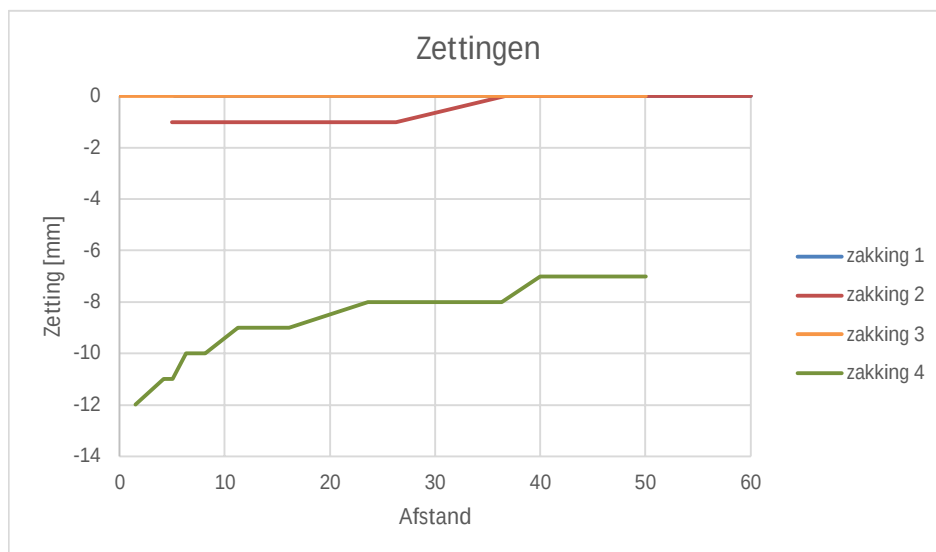


Figuur 15 Boringen bij doorsnede 4

De resultaten van de zettingsberekening van deze doorsnede en tevens de andere doorsnedes zijn samengevat in Figuur 16 op bladzijde 10. Een uitdraai van de resultaten is opgenomen in Bijlage 3.

3.5 Samenvatting zettingen door bemalen

De berekende zettingen bij doorsnede 1 tot en met 4 zijn weergegeven in Figuur 16. De maatgevende zettingen worden gevonden bij doorsnede 4 en deze bedragen maximaal 12mm bij de sleuf en circa 8mm op een afstand van 35m vanuit de sleuf. Voor doorsnede 1 tot en met 3 is de berekende zetting maximaal 1mm. De maatgevende zettingen van doorsnede 4 worden aan een pand opgelegd en getoetst aan de hand van de schadepredictie met CruxRisk.



Figuur 16 Resultaten zettingsberekening doorsnedes 1 t/m 4

Geadviseerd wordt om tijdens de bemalingswerkzaamheden de vervormingen en de grondwaterstand te monitoren. Voorafgaand aan de werkzaamheden

moet hiervoor een monitoringsplan worden opgesteld. Het monitoringsplan bevat protocollen voor het meten en het toetsen van de metingen. Hierin staat ook beschreven welke acties ondernomen moeten worden bij overschrijding van de signalerings- en interventiewaarden.

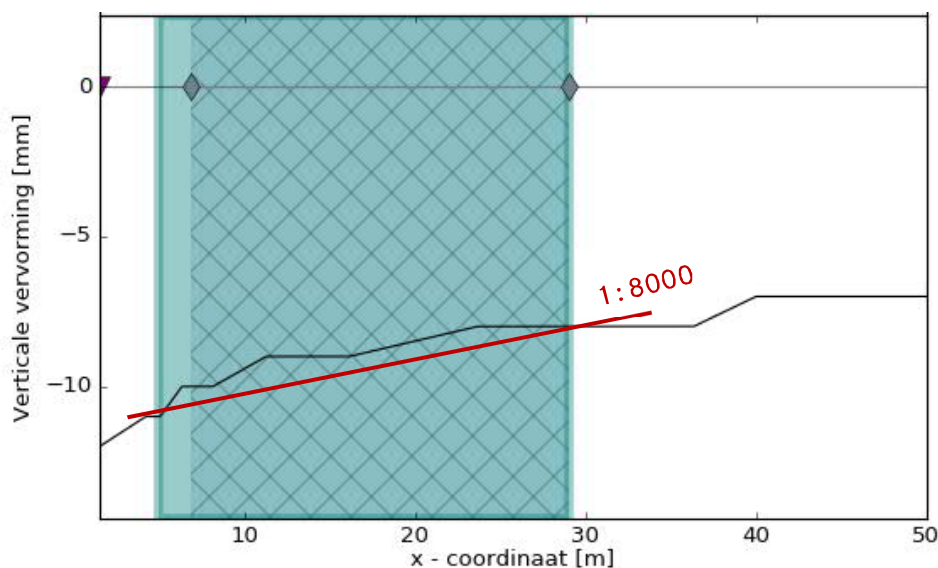
3.6 Schadepredictie

3.6.1 Inleiding

Voor de toets van de vervormingen in het pand is het volgende aangehouden:

- De maatgevende maaiveldzakking is berekend bij doorsnede 4, Kanaalstraat 36.
- Het pand is gefundeerd op staal en de aangehouden overdrachtsfactor is 100%. Dit wil zeggen dat het pand evenveel zakt als het maaiveld.
- Voor de afstand ten opzichte van de sleuf is aangehouden 5m en diepte van het pand 24m (dit is de lengte haaks op de bemalingssleuf).
- De hoogte van het pand Kanaalstraat 36 tot de dakrand is 3 verdiepingen; de aangehouden hoogte is 9m.

De zakkingslijn en de projectie van het pand zijn weergegeven in Figuur 17. In de volgende paragrafen worden de vervormingen getoetst aan de KEUR van HDSR en wordt een schadepredictie gedaan met behulp van de methode der grensrekken en volgens SBR-leidraad [7].



Figuur 17 Zakkingslijn en pand Kanaalstraat 36 (in grijsblauw)

3.6.2 KEUR HDSR

De berekende zakkings aan de voor- en achterzijde van het pand Kanaalstraat 36 zijn $X_0 = 11\text{mm}$ respectievelijk $X_1 = 8\text{mm}$. De verschilzakking over het pand is dus $\Delta v = 3\text{mm}$. Met de aangehouden lengte van het pand van $L = 24\text{m}$ resulteert dit in een rotatiehoek van $\omega = 1 : 8000$. Hiermee wordt rekenkundig voldaan aan de norm $1 : 1000$ volgens de KEUR van het Hoogheemraadschap HDSR [6].

3.6.3 CruxRisk

Met het programma CruxRisk is een schadepredictie opgesteld voor de maatgevende doorsnede (nummer 4, Kanaalstraat 36). CruxRisk rekent

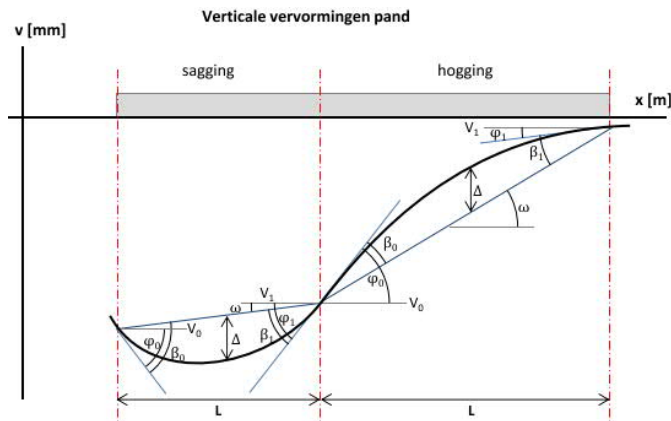
opgelegde vervormingen om in rekken in het pand volgens de in referentie [4] beschreven methode van der grensrekken (zie paragraaf 2.7). Deze rekken worden getoetst aan de door Building Research Establishment (BRE) opgestelde tabel met schadeklassen, zie Tabel 3. De resultaten van de berekeningen zijn samengevat in Tabel 4.

Tabel 4 Schadepredictie CruxRisk doorsnede 4 / Kanaalstraat 36

Naam	Sectie 1		Type	Hogging ▾	
X_0	5.0	X_1	29.0		
Lengte	24.00 m	L/H	2.667		
v_0	-11.0 mm	v_1	-8.0 mm	Δv	3.0 mm
φ_0	1:∞	φ_1	1:∞	ω	1:8000
β_0	1:8000	β_1	1:8000	β^{gem}	1:8000
Δ	1.2 mm	Δ/L	0.000051		
Totaalrekken uit verticale vervormingen					
$\epsilon_b(\Delta/L)$	0.0083 %	$\epsilon_d(\beta^{gem})$	0.0042 %	$\epsilon_d(\beta^{max})$	0.0042 %
Totaalrekken uit verticale en horizontale vervormingen					
$\epsilon_b^{tot}(\Delta/L)$	0.0083 %	$\epsilon_d^{tot}(\beta^{gem})$	0.0042 %	$\epsilon_d^{tot}(\beta^{max})$	0.0042 %
Gebruik voor totaalrek:	☐ Gemiddelde β		☒ Maximum β		
ϵ^{tot}	0.0083 %				
Schade klasse	Verwaarloosbaar				

Toelichting symbolen (zie ook Figuur 18):

- X_0, X_1 Coördinaten van het begin- en eindpunt van een sectie in de doorsnede (bijvoorbeeld de voor- en achterzijde van het pand)
- Lengte Lengte van de sectie
- L/H Verhouding Lengte en Hoogte van het pand in de sectie
- v_0, v_1 Zakkingen aan begin en eind van de sectie
- Δv Verschilzakking over de sectie ($= v_1 - v_0$)
- φ_0, φ_1 Raaklijn aan de zakkingscurves in X_0 en X_1
- ω Rotatie of tilt ($= \Delta v / L$)
- β_0, β_1 Hoekverdraaiing in X_0 en X_1
- Δ Doorzakking of zeeg
- ϵ_b Buigrek
- ϵ_d Diagonaalrek
- ϵ_{tot} Maatgevende rek (te toetsen aan Tabel 3)



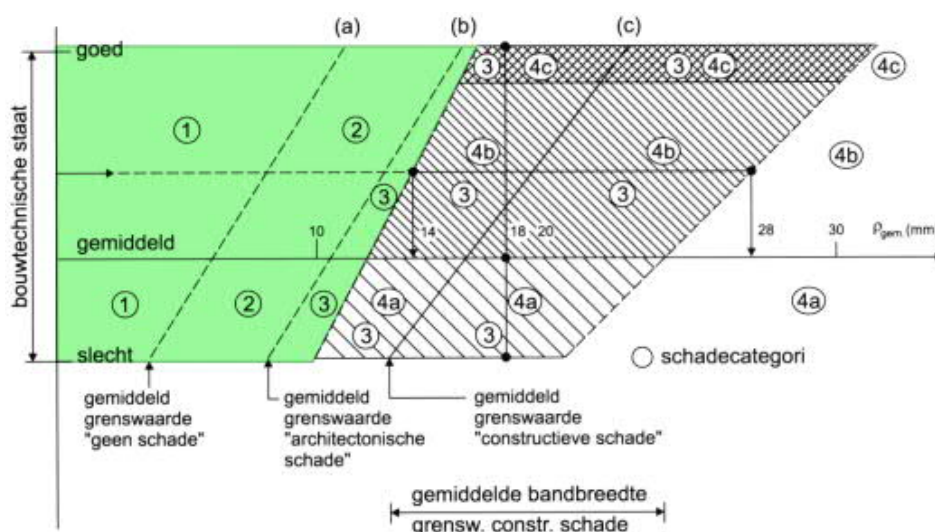
Figuur 18 Overzichtsfiguur definities verticale vervormingen

Bij de maatgevende doorsnede (4) wordt een maximale rek (ϵ_{tot}) berekend van 0,0083% en vallen de panden in schadeklasse *Verwaarloosbaar*. Een uitdraai van de berekening is opgenomen in Bijlage 4.

Dat betekent dat er een kans is op verwaarloosbare esthetische schade door de zettingen die optreden als gevolg van de bemaling van de freatische grondwaterstand. Dit wordt in de bouwpraktijk als een aanvaardbaar risicoprofiel gezien. Opgemerkt wordt dat de voorspelling betrekking heeft op het mogelijk optredende schadeprofiel. Er wordt geen uitspraak gedaan over de kans daarop. Met andere woorden: als er schade optreedt zal dit naar verwachting beperkt blijven tot verwaarloosbare esthetische schade.

3.6.4 Leidraad SBR

In voorgaande paragrafen is bij de toets van de zakking van de panden geen rekening gehouden met heterogeniteit van de grond. Door heterogeniteit van de ondergrond kunnen verschilzettingen ontstaan bij dezelfde peilverlaging. SBR-leidraad [7] verschaft op basis van empirisch onderzoek de mogelijkheid om de zakking te toetsen waarbij heterogeniteit impliciet is meegenomen. De methode neemt de gemiddelde zakking van het gebouw (horizontale as in Figuur 19) als inputparameter. Hoe groter de zakking, des te groter de kans op schade en des te groter de mate van schade (schadecategorie neemt toe van 1 tot 4):



Figuur 19 Diagram grenswaarden voor gebouwszakking

In schadecategorie 2 moet rekening worden gehouden met een geringe kans op zeer lichte schade en een zeer geringe kans op lichte schade. Dit is een algemeen aanvaard schadeprofiel. Ook schadecategorie 3 met een zeer kleine kans op architectonische schade is algemeen aanvaard. Deze categorieën zijn groen aangegeven in Figuur 19. Voor deze categorieën hoeven geen compenserende maatregelen genomen te worden.

De uit Figuur 19 bepaalde grenswaarde van de zakking voor een pand in gemiddelde bouwtechnische staat is 12mm.

De berekende (maximale) zakking van de panden in doorsnede 4 bedraagt 11mm (Figuur 17). De panden vallen dus op de rand tussen schadecategorie 2 en 3. Er wordt voldaan aan het vereiste.

3.6.5 Samenvatting schadepredictie

Geconcludeerd wordt dat het huidige (bemalings)ontwerp voldoet met betrekking tot risico's voor de belendende panden volgens zowel de eis van een maximale rotatie van 1:1000 van HDSR als het schadeprofiel volgens de methode der grensrekken en de schadecategorie aan de hand van SBR *Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing*. Ongeacht deze uitkomst van de schadepredictie adviseren wij een monitoringsplan te (laten) maken en uit te voeren tijdens de werkzaamheden.

4 Conclusie

In deze notitie zijn de zakkingen berekend die het gevolg zijn van de peilverlaging door het bemalen van de sleuven voor de renovatie van de riolering in de Kanaalstraat en de Damstraat in Utrecht. De verlagingscontouren zijn door de opdrachtgever aangeleverd. Benadrukt wordt dat alleen de invloed van de peilverlaging is beschouwd. Andere mogelijke invloedsbronnen waaronder het ontgraven van de sleuf of het toepassen van de sleufbekisting vallen buiten de scope van deze notitie.

In de buurt van het begin van de Kanaalstraat worden een dikkere kleilaag en een veenlaag aangetroffen waardoor hier de maatgevende zettingen zijn berekend, namelijk tot maximaal circa 11mm op 5m afstand van de bemaling (doorsnede 4).

De verschilzettingen in de maatgevende doorsnede 4 blijven ruim onder de norm 1 : 1000 van de KEUR van HDSR zodat wordt voldaan aan het vereiste. De schadepredictie op basis van de methode der grensrekken voor de panden resulteert in algemeen geaccepteerde schadeklasse *Verwaarloosbaar*. Toetsing aan de hand van de SBR-leidraad [7] resulteert in schadecategorie 2 à 3 waarbij een kleine kans is op lichte schade en een zeer kleine kans op architectonische schade. Deze categoriën geven geen aanleiding voor compenserende maatregelen.

Het in deze notitie geanalyseerde ontwerp van de bemaling voldoet voor wat betreft risico's voor de belendende panden.

Het wordt nadrukkelijk geadviseerd tijdens de werkzaamheden de omgevingsbeïnvloeding te controleren aan de hand van een monitoringsplan. Het monitoringsplan dient de volledige beschrijving te bevatten van de meting

van de grondwaterstanden en de hoogtemetingen van de belendende panden inclusief de nulmetingen (meetfrequentie, wanneer, waar), hoe de metingen te toetsen (signalerings- en interventiewaarden), en welke procedures doorlopen moeten worden bij afwijking van de verwachte metingen. Omdat grondwaterstanden een belangrijke rol spelen is het zaak om de natuurlijke fluctuaties van de grondwaterstand ruim voor aanvang van de werkzaamheden in beeld te krijgen.

[CRUX Engineering BV](#)
cruxbv.nl

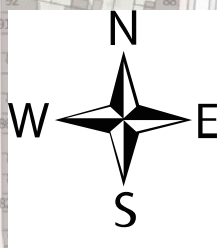
[Ons kenmerk](#)
NT21484a3

[Pagina](#)
15/16

Inhoudsopgave bijlagen

Bijlage 1	Kaart peilverlaging
Bijlage 2	Boorprofielen
Bijlage 3	Uitvoer D-Settlement doorsnede 4
Bijlage 4	Uitvoer CruxRisk

Bijlage 1 Kaart peilverlaging



Bemalingsplan Kanaalstraat

☐ Sleuven fase 1_Kanaalstraat

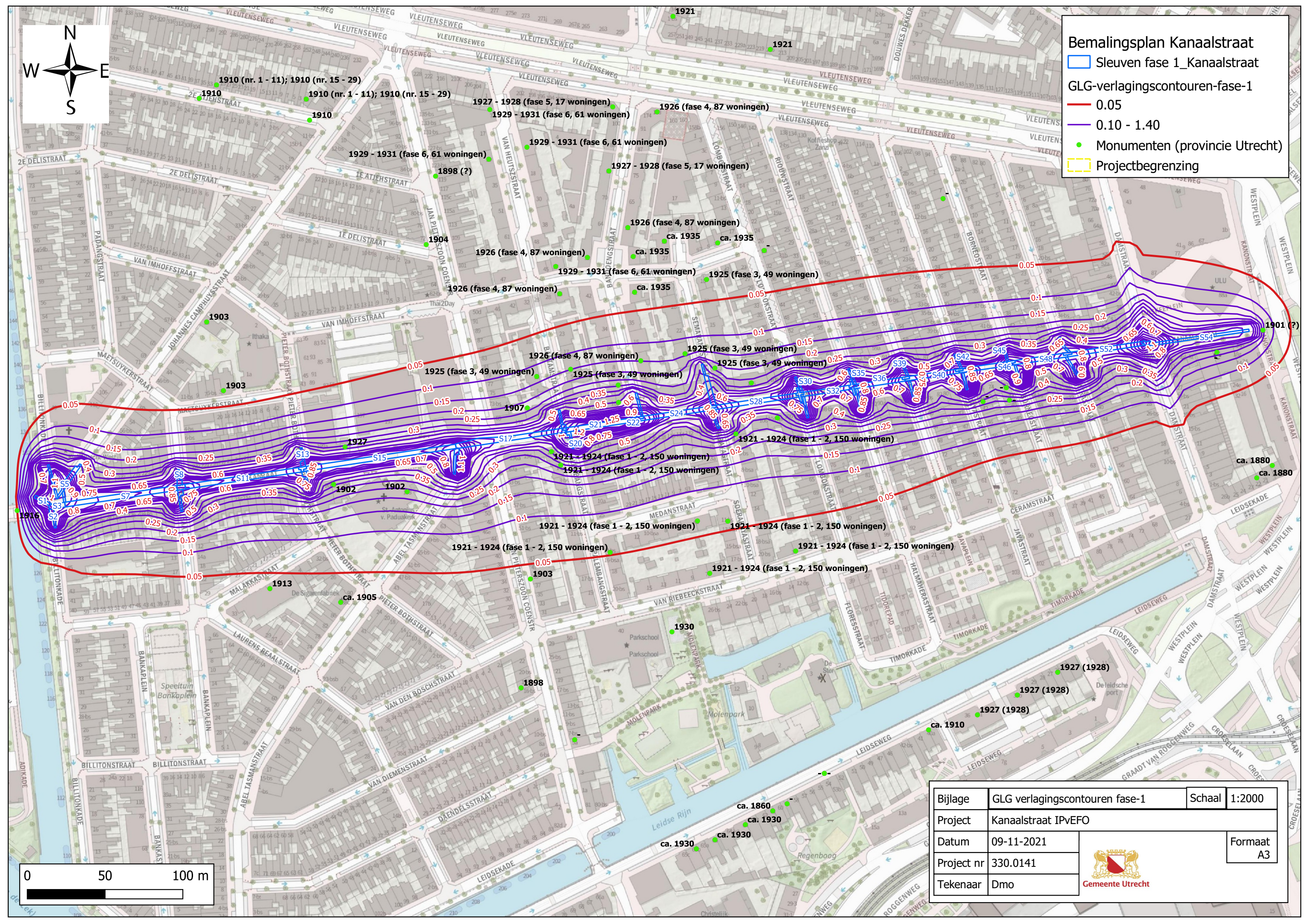
GLG-verlagingscontouren-fase-1

— 0.05

— 0.10 - 1.40

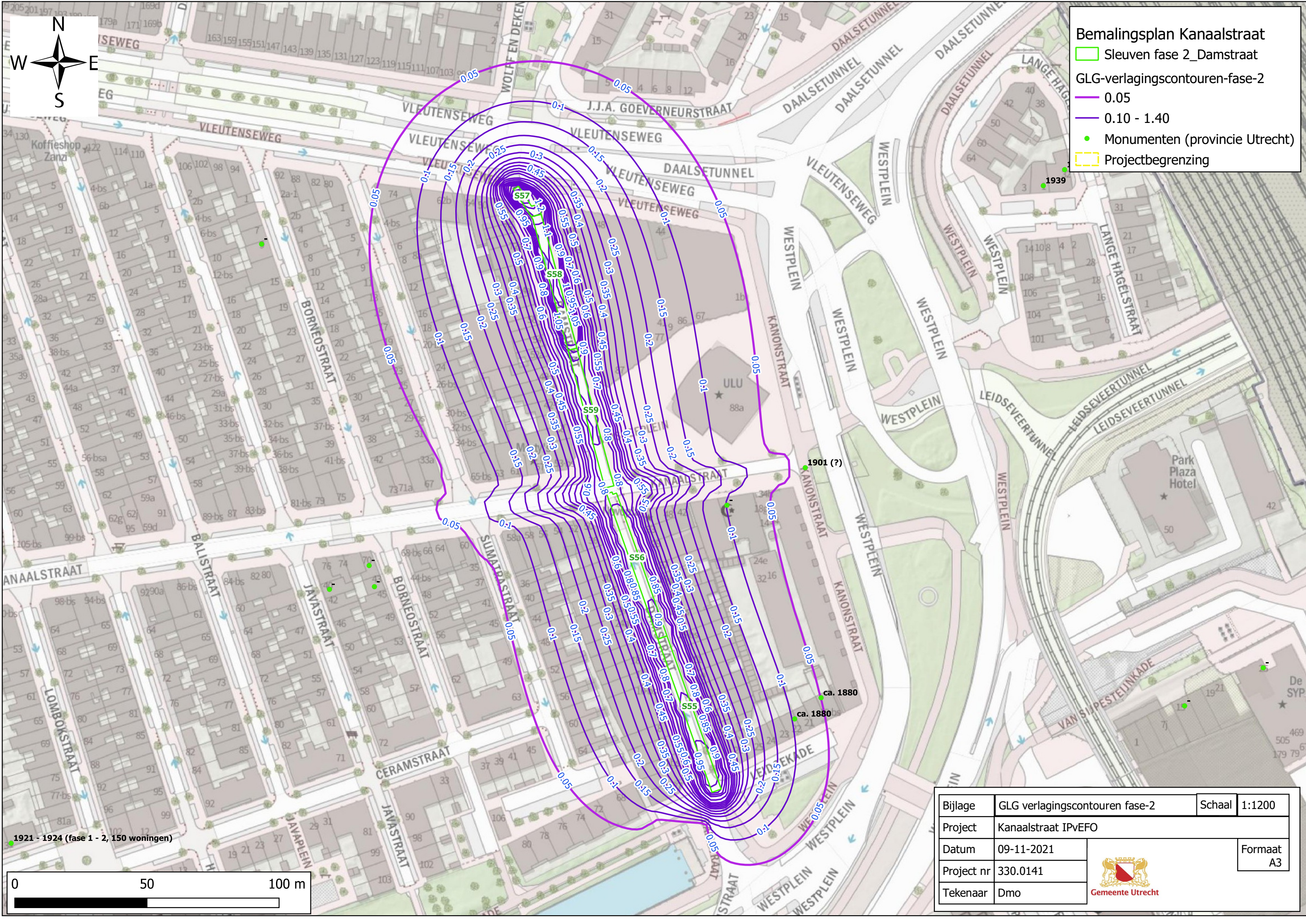
- Monumenten (provincie Utrecht)

Projectbegrenzing



0 50 100 m

Bijlage	GLG verlagingscontouren fase-1	Schaal	1:2000
Project	Kanaalstraat IPvEFO		
Datum	09-11-2021	 Gemeente Utrecht	Formaat A3
Project nr	330.0141		
Tekenaar	Dmo		



- Bemalingsplan Kanaalstraat
- Sleuven fase 2_Damstraat
 - GLG-verlagingscontouren-fase-2
 - 0.05
 - 0.10 - 1.40
 - Monumenten (provincie Utrecht)
 - Projectbegrenzing

Bijlage	GLG verlagingscontouren fase-2		Schaal	1:1200
Project	Kanaalstraat IPvEFO			
Datum	09-11-2021	 Gemeente Utrecht		Formaat A3
Project nr	330.0141			
Tekenaar	Dmo			

Bijlage 2 Boorprofielen

Bodem- en verhardingsonderzoek Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht



Opdrachtgever: Gemeente Utrecht
de heer J. Koopman
Postbus 16200
3500 CE Utrecht

Projectnummer: 202443

Versienummer: 2.0

Plaats, datum: Nieuwegein, 11 augustus 2020

Auteur: drs. J. de Gier

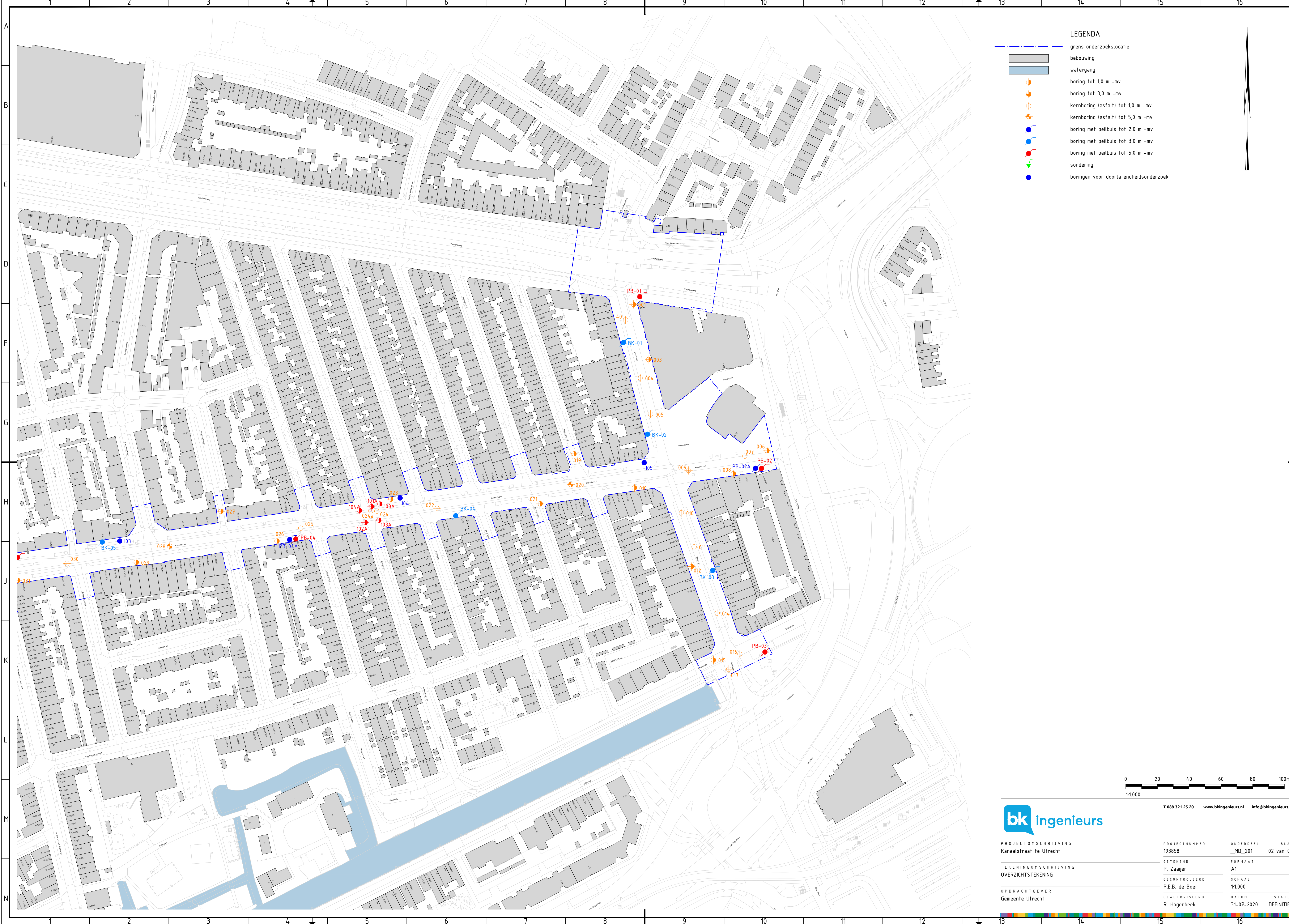
Paraaf:

Controleur: ing. R. Hagenbeek

Paraaf:

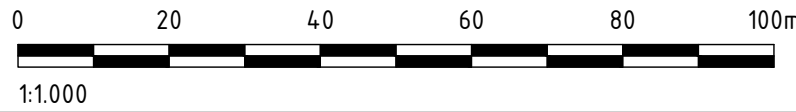
Bijlage

1.2 Overzichtstekening



LEGENDA

- grens onderzoekslocatie
- bebouwing
- watergang
- boring tot 1,0 m -mv
- boring tot 3,0 m -mv
- kernboring (asfalt) tot 1,0 m -mv
- kernboring (asfalt) tot 5,0 m -mv
- boring met peilbuis tot 2,0 m -mv
- boring met peilbuis tot 3,0 m -mv
- boring met peilbuis tot 5,0 m -mv
- sondering
- boringen voor doorlatendheidsonderzoek



PROJECTOMSCHRIJVING
Kanaalstraat te Utrecht

TEKENINGOMSCHRIJVING
OVERZICHTSTEKENING

OPDRACHTGEVER
Gemeente Utrecht

PROJECTNUMMER
193858

ONDERDEEL
_MD_201

GEOTEKEND
P. Zaaijer

GECONTROLEERD
P.E.B. de Boer

GEAUTORISEERD
R. Hagenbeek

BLAD
02 van 02

FORMAAT
A1

SCHAAL
1:1000

DATUM
31-07-2020

STATUS
DEFINITIEF

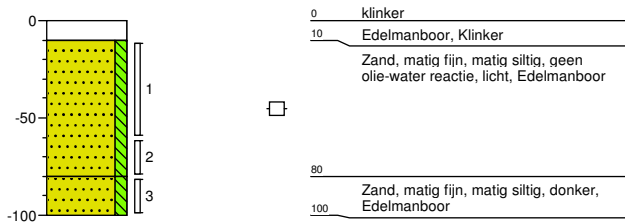
Bijlage

2 Boorprofielen

Meetpunt: 001

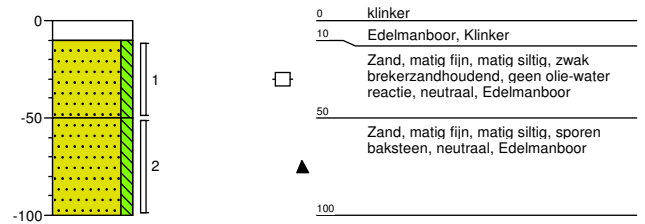
datum: 18-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: 003**

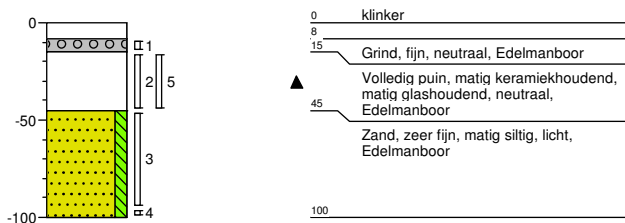
datum: 25-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: 004**

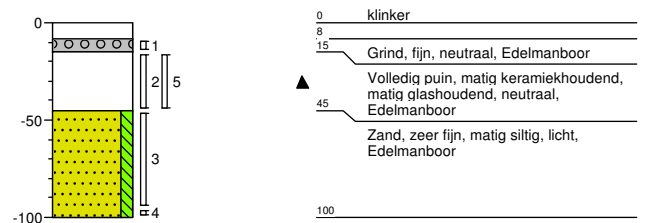
datum: 14-07-2020

veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135552,25
y-coördinaat: 456027,58**Meetpunt: 005**

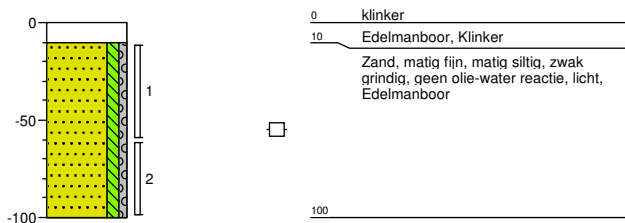
datum: 14-07-2020

veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135559,68
y-coördinaat: 456000,69**Meetpunt: 006**

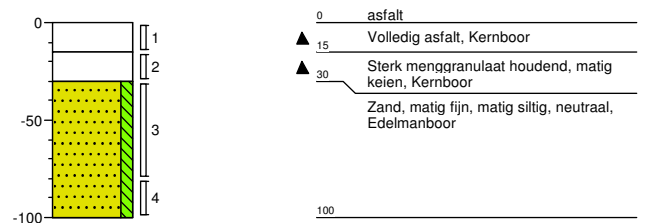
datum: 19-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: 007**

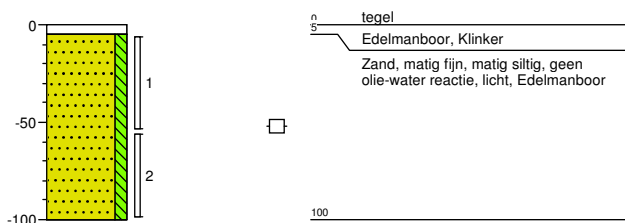
datum: 03-06-2020

veldwerker: Tom Smulders

**Meetpunt: 008**

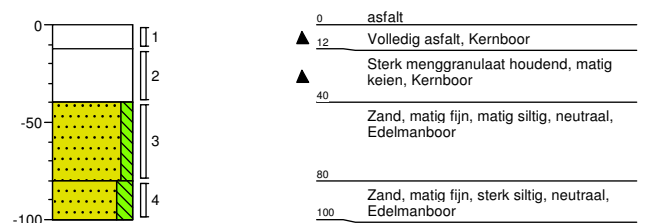
datum: 19-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: 009**

datum: 03-06-2020

veldwerker: Tom Smulders

**Project:****Projectnummer:****Opdrachtgever:****Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht****202443****Gemeente Utrecht**

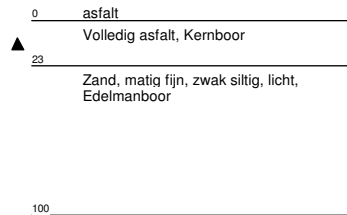
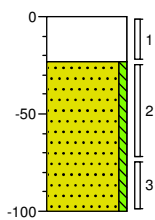
Schaal: 1: 40

getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 010

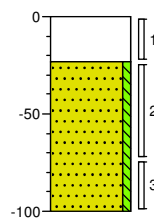
datum: 14-07-2020
veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135578,11
y-coördinaat: 455941,30

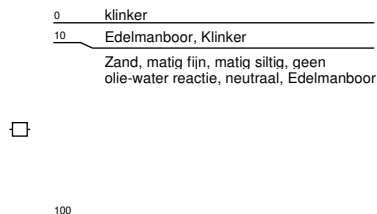
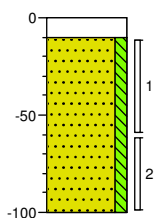
**Meetpunt: 011**

datum: 14-07-2020
veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135586,29
y-coördinaat: 455917,25

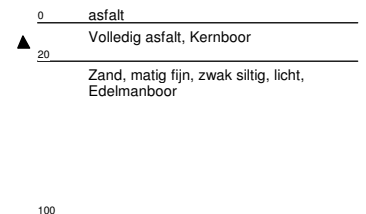
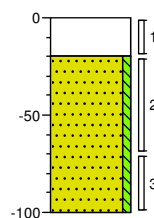
**Meetpunt: 012**

datum: 25-05-2020
veldwerker: Rob van der Veer

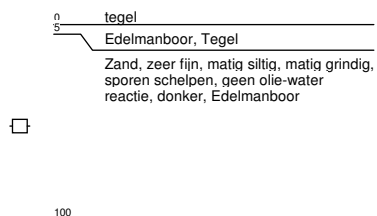
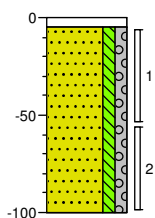
**Meetpunt: 014**

datum: 14-07-2020
veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135599,56
y-coördinaat: 455878,88

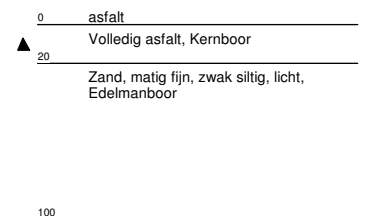
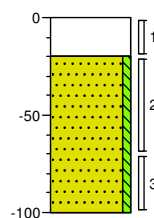
**Meetpunt: 015**

datum: 19-05-2020
veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: 016**

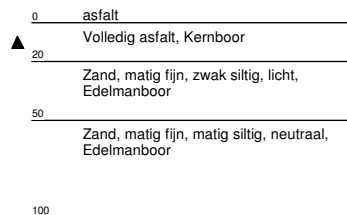
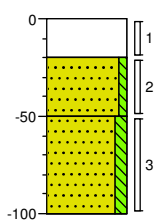
datum: 14-07-2020
veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135612,78
y-coördinaat: 455852,24

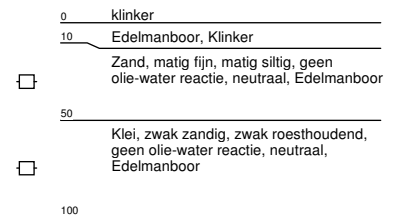
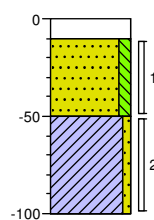
**Meetpunt: 017**

datum: 14-07-2020
veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135609,07
y-coördinaat: 455843,55

**Meetpunt: 018**

datum: 25-05-2020
veldwerker: Rob van der Veer



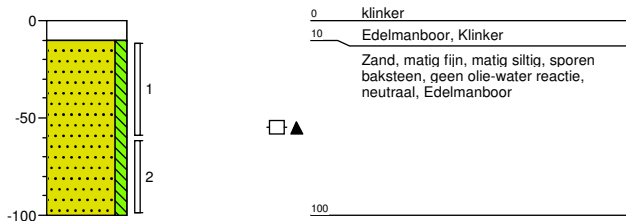
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1: 40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 019

datum: 25-05-2020

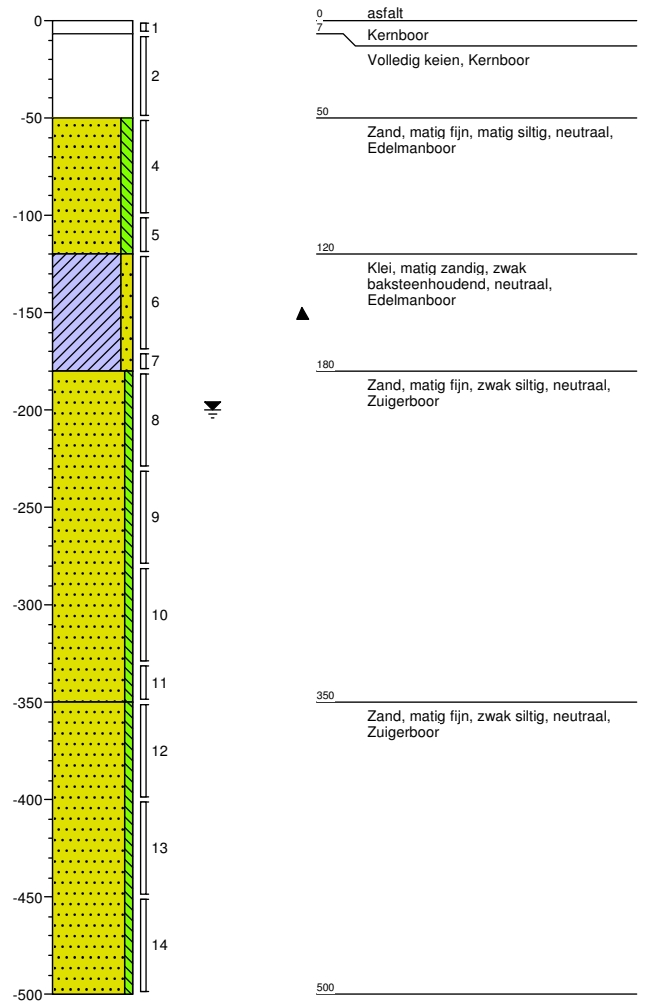
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 020

datum: 03-06-2020

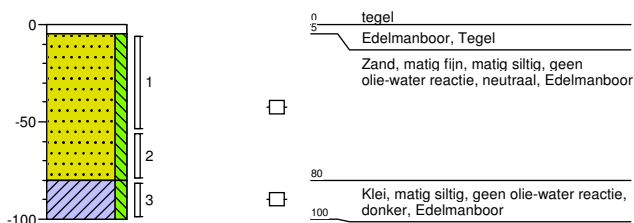
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 021

datum: 25-05-2020

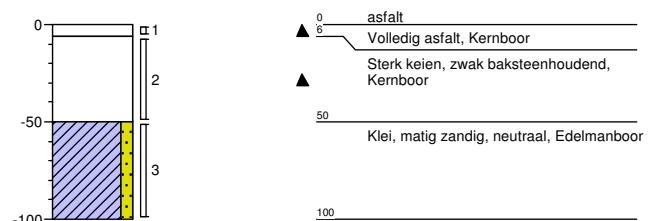
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 022

datum: 04-06-2020

veldwerker: Tom Smulders



Project:

Projectnummer:

Opdrachtgever:

Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

202443

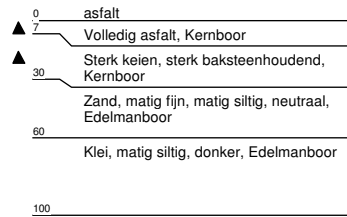
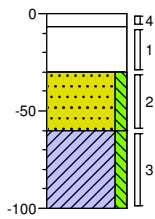
Gemeente Utrecht

Schaal: 1: 40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 024

datum: 03-06-2020

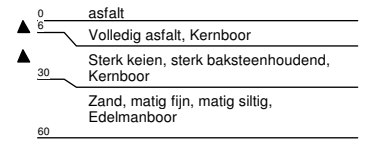
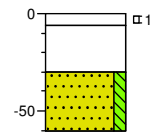
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 024A

datum: 03-06-2020

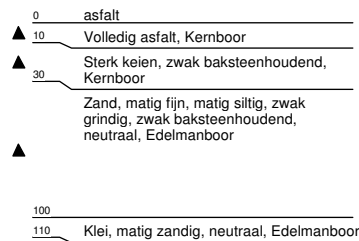
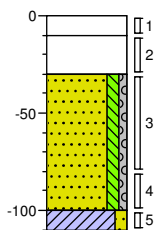
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 025

datum: 04-06-2020

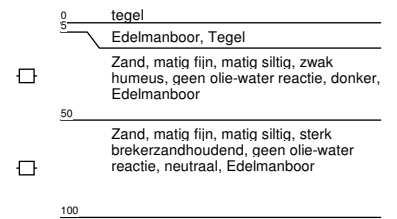
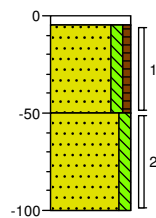
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 026

datum: 25-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer



Project:

Projectnummer:

Opdrachtgever:

Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

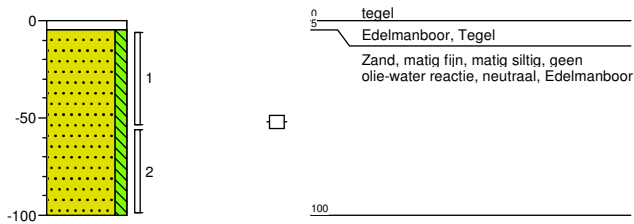
202443

Gemeente Utrecht

Meetpunt: 027

datum: 25-05-2020

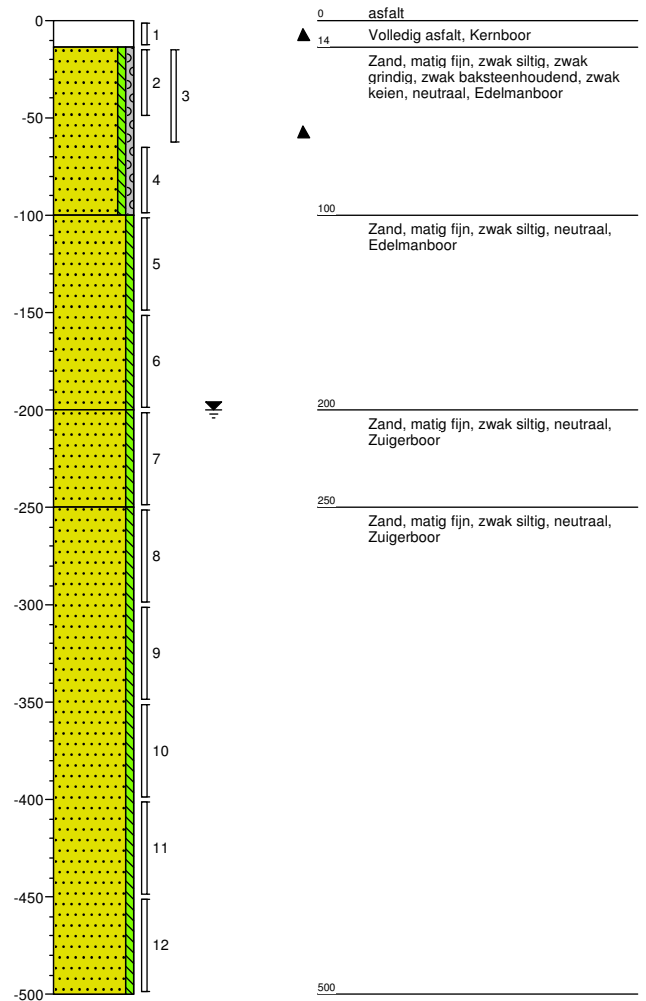
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 028

datum: 03-06-2020

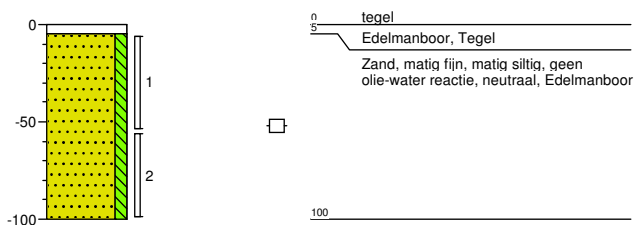
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 029

datum: 25-05-2020

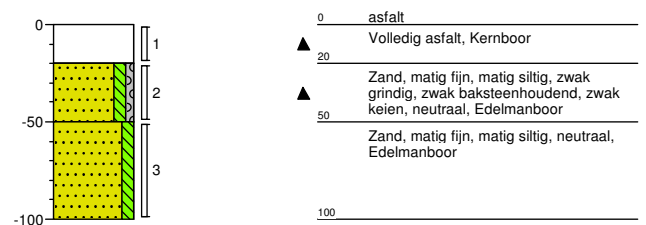
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 030

datum: 03-06-2020

veldwerker: Tom Smulders



Project:

Projectnummer:

Opdrachtgever:

Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

202443

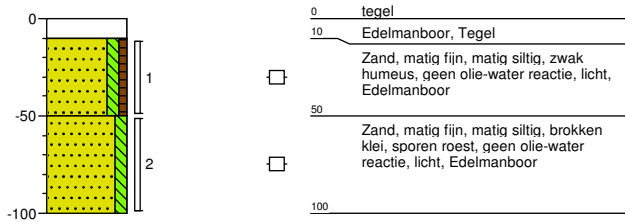
Gemeente Utrecht

Schaal: 1: 40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 031

datum: 25-05-2020

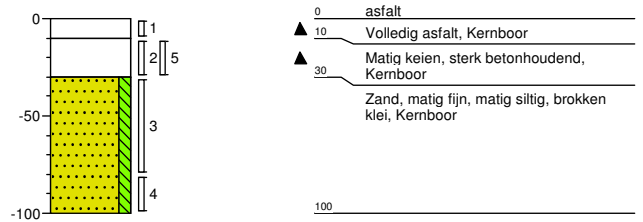
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 032

datum: 03-06-2020

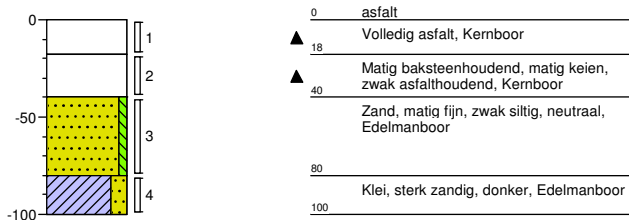
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 033

datum: 03-06-2020

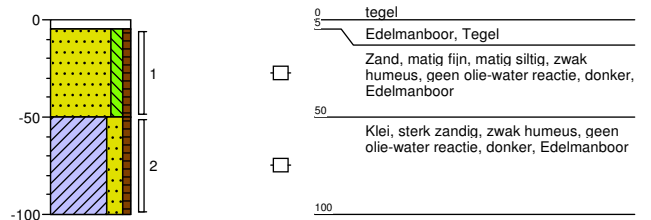
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 034

datum: 26-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer



Project:

Projectnummer:

Opdrachtgever:

Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

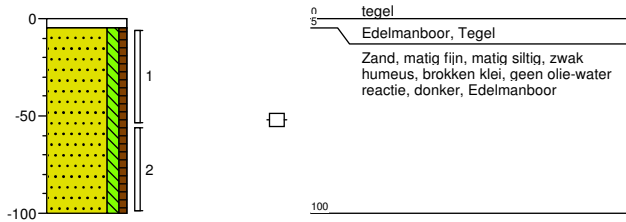
202443

Gemeente Utrecht

Meetpunt: 035

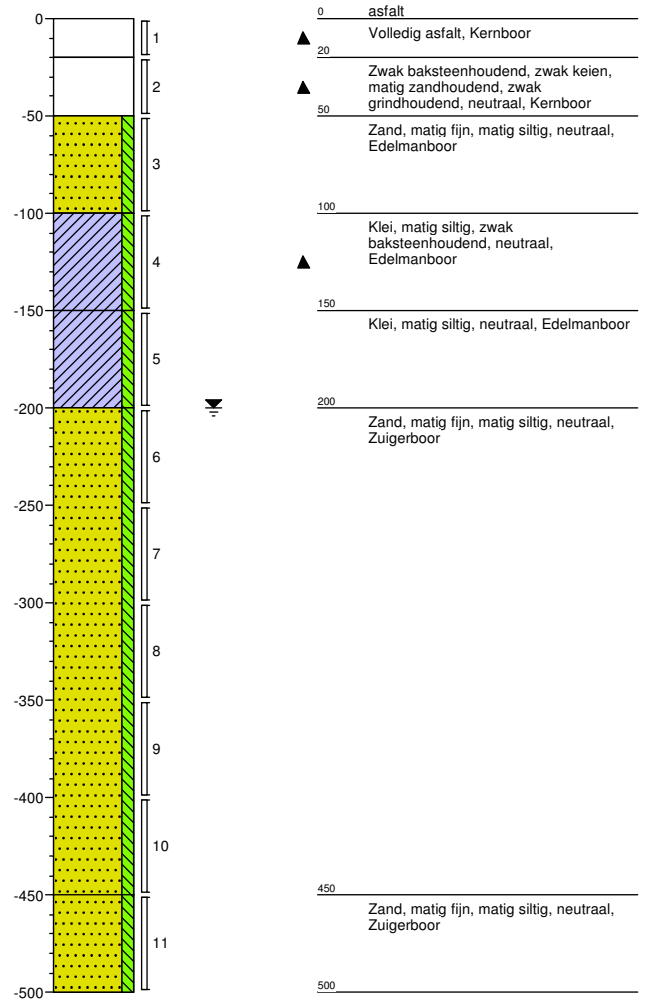
datum: 26-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: 036**

datum: 04-06-2020

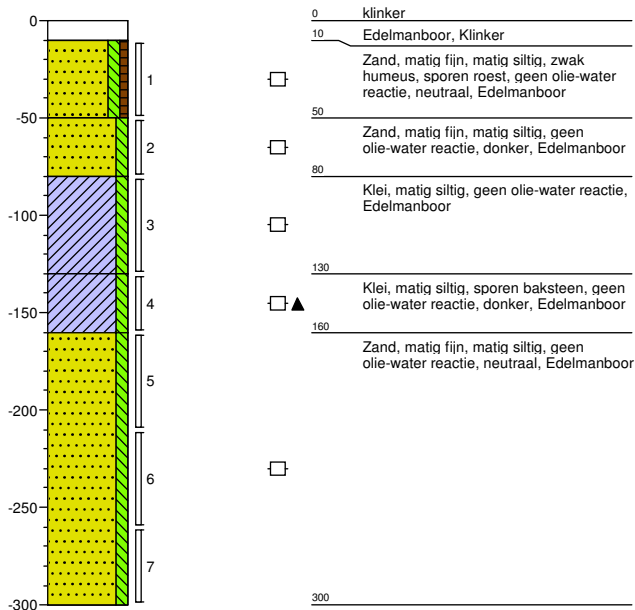
veldwerker: Tom Smulders

**Project:****Projectnummer:****Opdrachtgever:****Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht****202443****Gemeente Utrecht**Schaal: 1: 40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 037

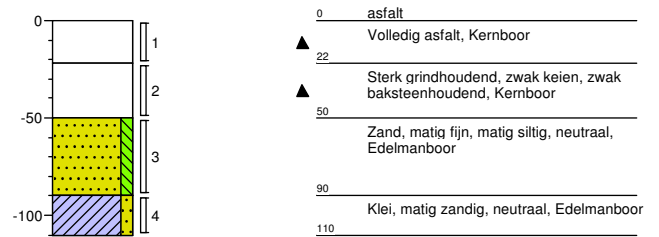
datum: 27-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: 038**

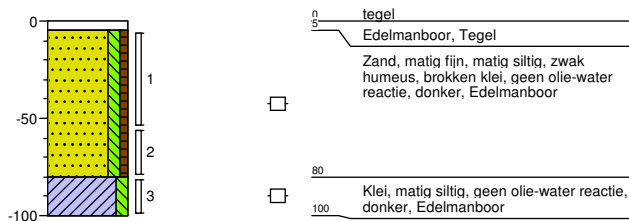
datum: 04-06-2020

veldwerker: Tom Smulders

**Meetpunt: 039**

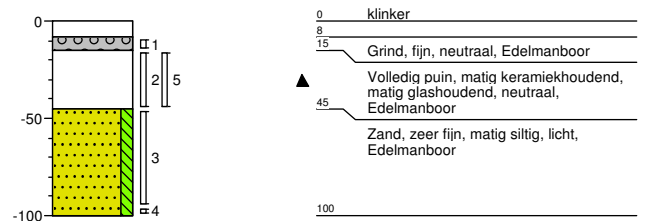
datum: 26-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: 040**

datum: 14-07-2020

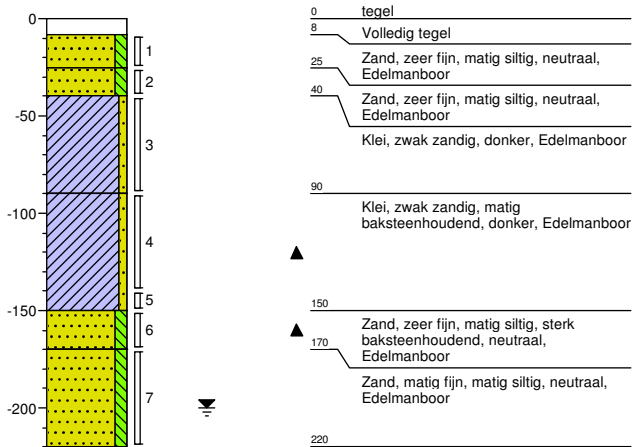
veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135542.10
y-coördinaat: 456063.47**Project:****Projectnummer:****Opdrachtgever:****Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht****202443****Gemeente Utrecht**Schaal: 1: 40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 100A

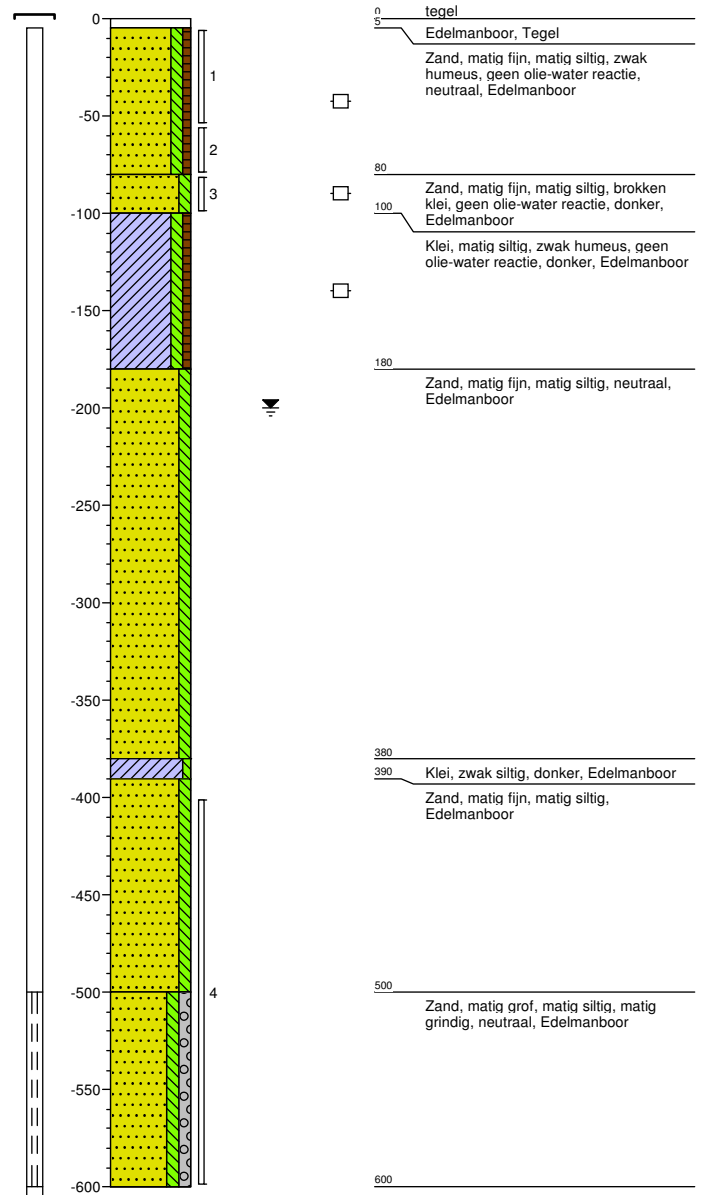
datum: 14-07-2020

veldwerker: Dorian Zwaan

x-coördinaat: 135391,73
y-coördinaat: 455943,96**Meetpunt: 101**

datum: 28-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Project:****Projectnummer:****Opdrachtgever:****Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht****202443****Gemeente Utrecht**

Schaal: 1: 40

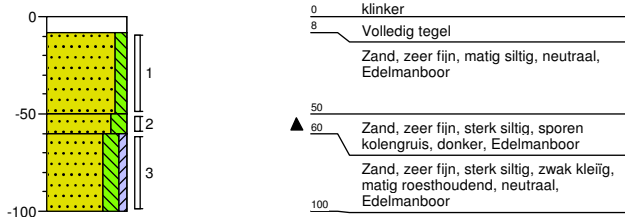
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 101A

datum: 14-07-2020

veldwerker: Dorian Zwaan

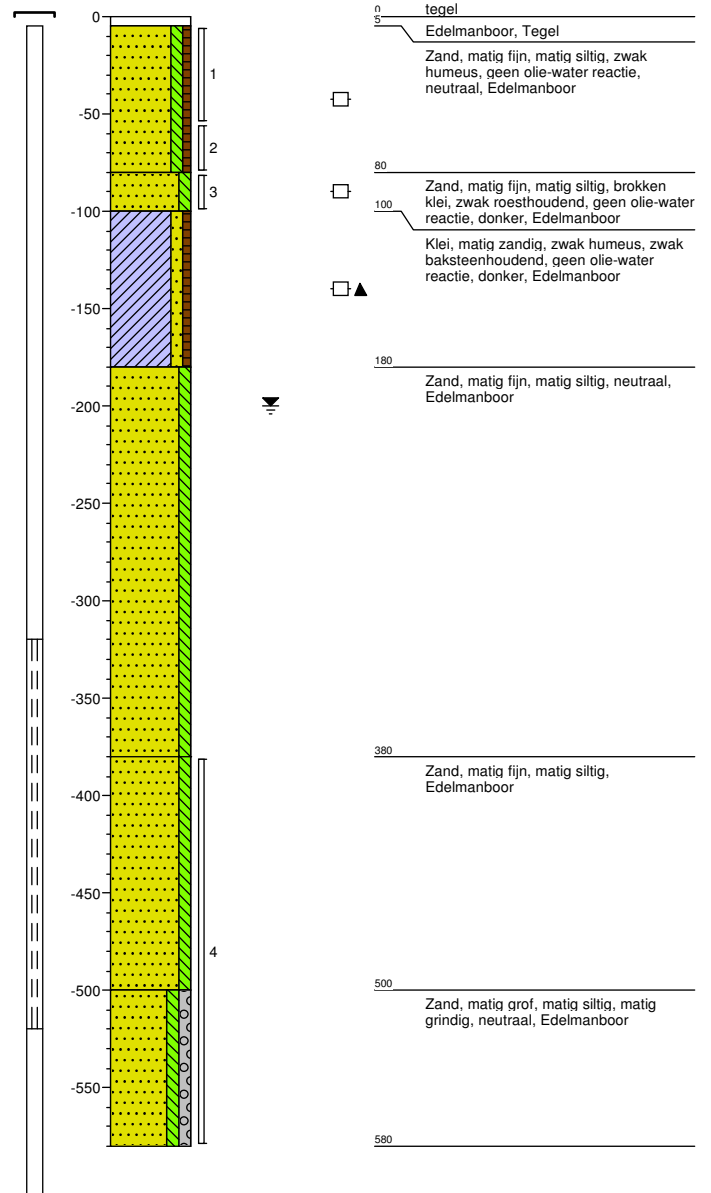
x-coördinaat: 135384,86
y-coördinaat: 455942,85



Meetpunt: 102

datum: 28-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer



Project:

Projectnummer:

Opdrachtgever:

Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

202443

Gemeente Utrecht

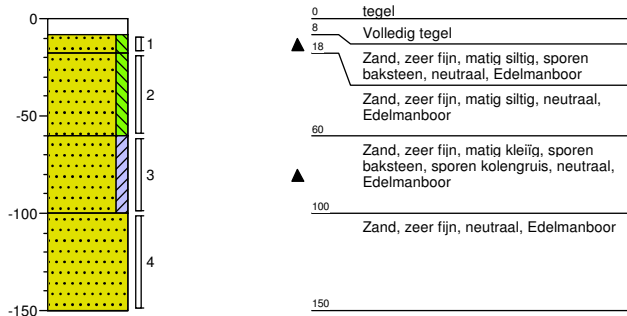
Schaal: 1: 40

getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 102A

datum: 14-07-2020
veldwerker: Dorian Zwaan

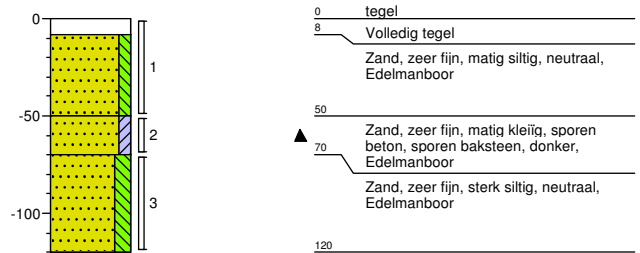
x-coördinaat: 135375,97
y-coördinaat: 455933,76



Meetpunt: 103A

datum: 14-07-2020
veldwerker: Dorian Zwaan

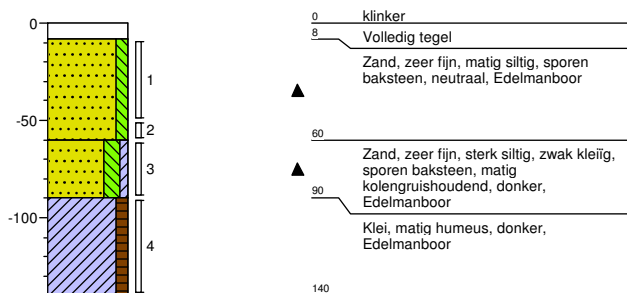
x-coördinaat: 135387,92
y-coördinaat: 455935,17



Meetpunt: 104A

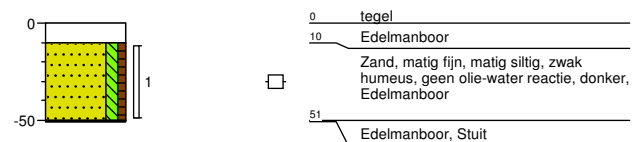
datum: 14-07-2020
veldwerker: Dorian Zwaan

x-coördinaat: 135372,61
y-coördinaat: 455943,49



Meetpunt: BK-01

datum: 19-05-2020
veldwerker: Rob van der Veer



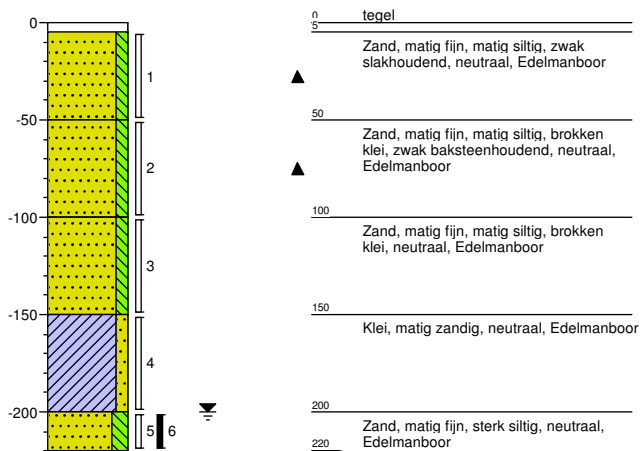
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1: 40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: BK-01B

datum: 04-06-2020

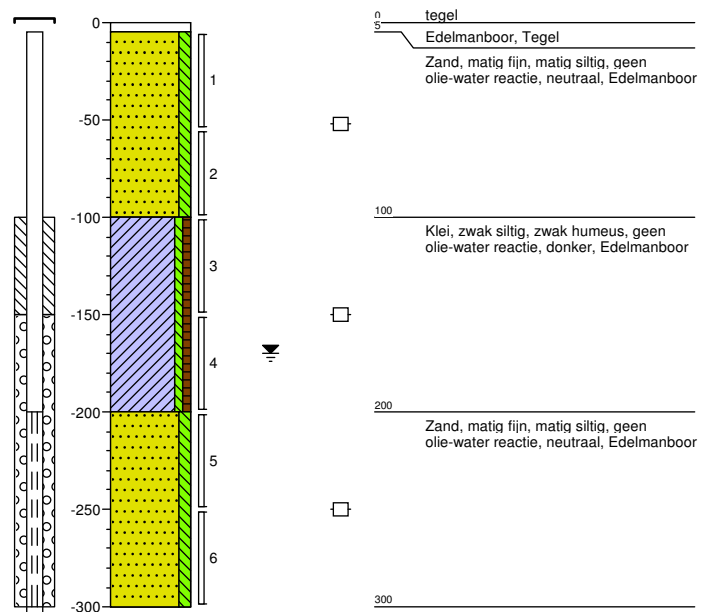
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: BK-02

datum: 20-05-2020

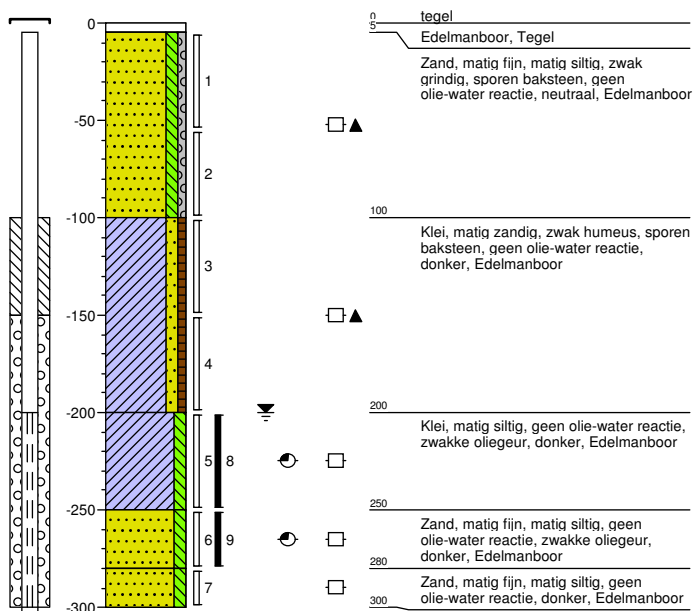
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: BK-03

datum: 19-05-2020

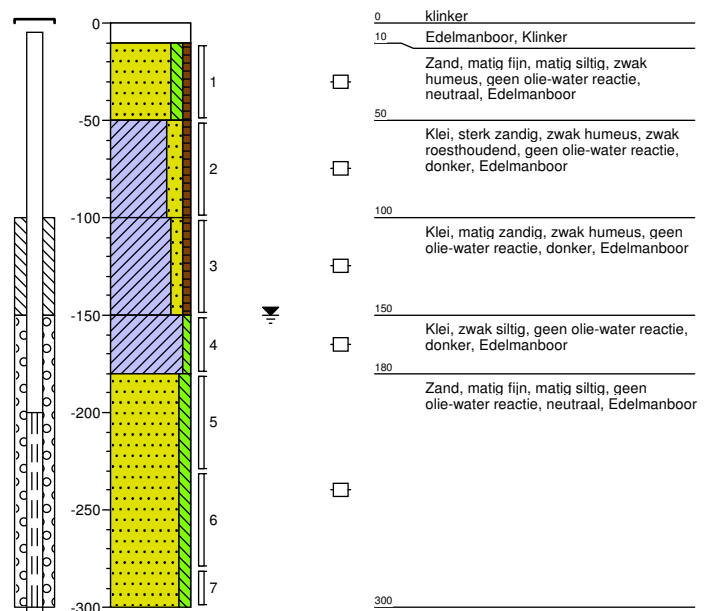
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: BK-04

datum: 20-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer



Project:

Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

Projectnummer:

202443

Opdrachtgever:

Gemeente Utrecht

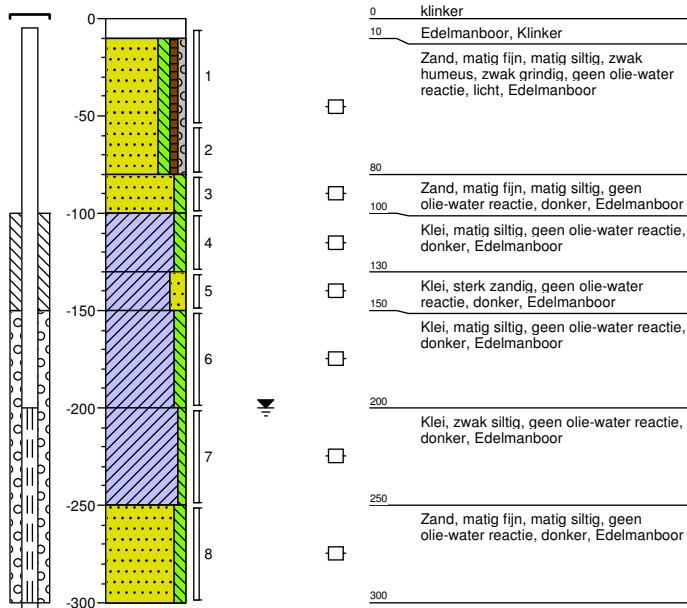
Schaal: 1: 40

getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: BK-05

datum: 25-05-2020

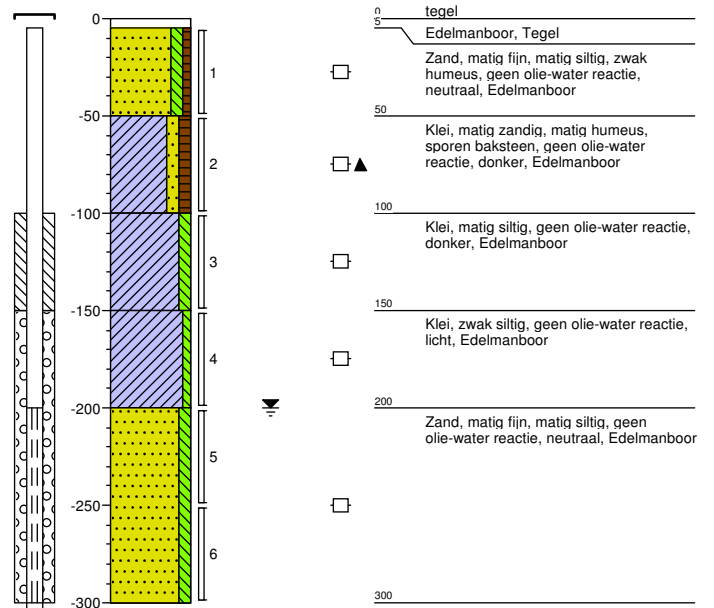
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: BK-06

datum: 27-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer



Project:

Projectnummer:

Opdrachtgever:

Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

202443

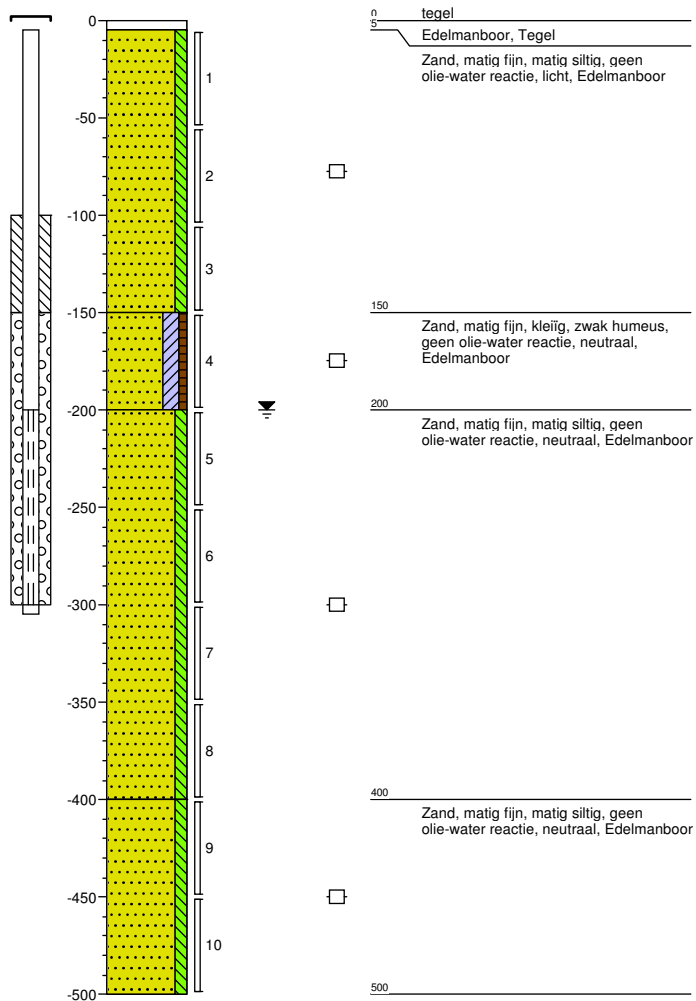
Gemeente Utrecht

Schaal: 1: 40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: BK-07

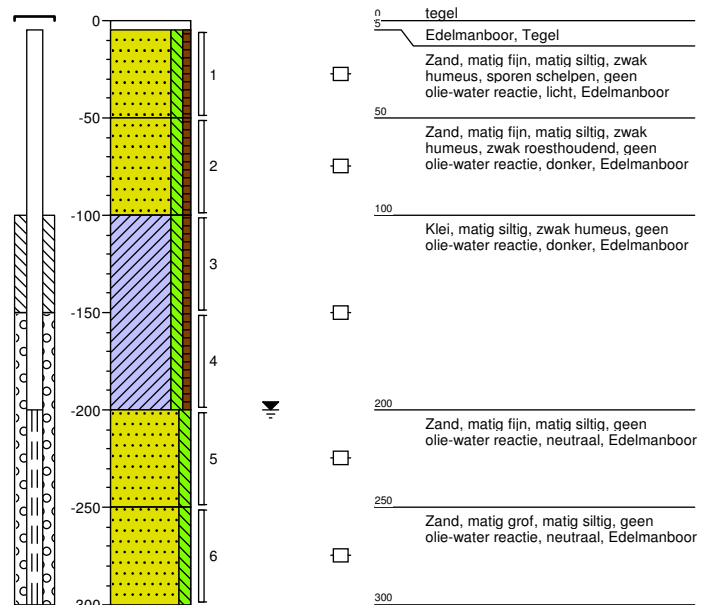
datum: 27-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: BK-07.**

datum: 27-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Project:****Projectnummer:****Opdrachtgever:****Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht****202443****Gemeente Utrecht**

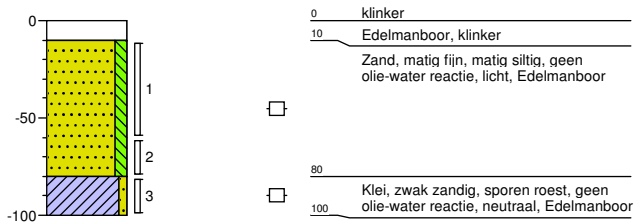
Schaal: 1: 40

getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: BK-08

datum: 26-05-2020

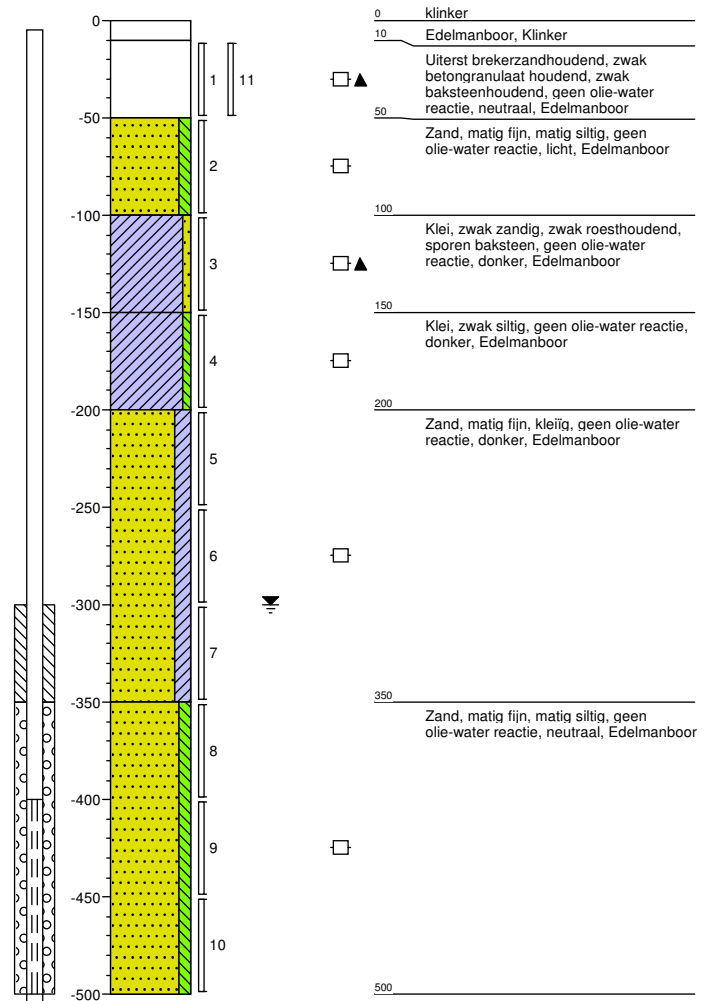
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: PB-01

datum: 18-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer



Project:

Projectnummer:

Opdrachtgever:

Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

202443

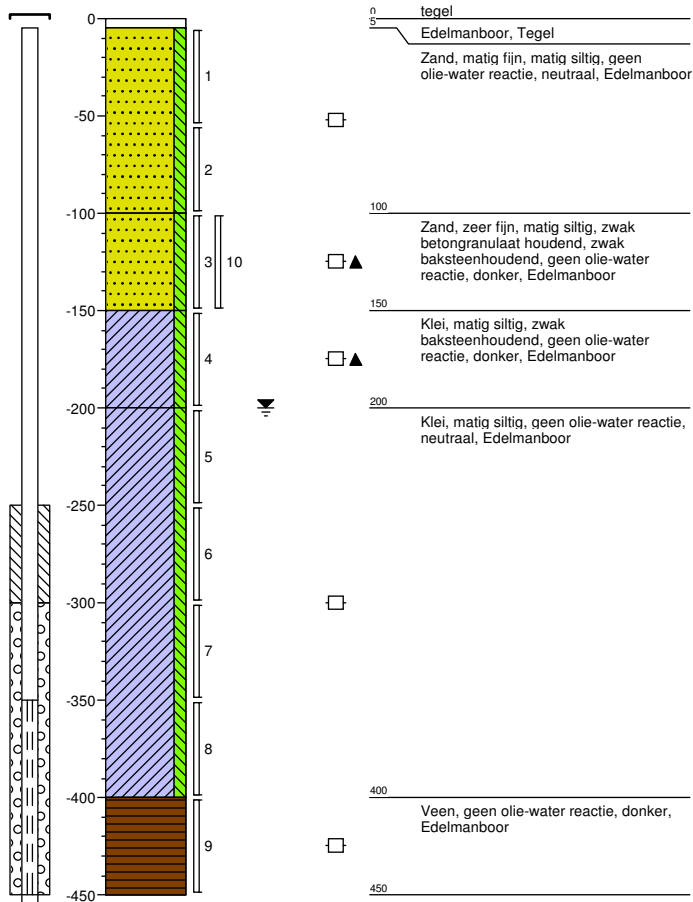
Gemeente Utrecht

Schaal: 1: 40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: PB-02

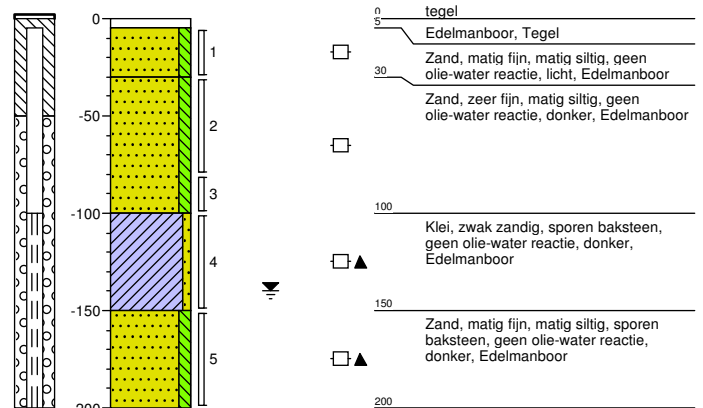
datum: 19-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: PB-02A**

datum: 20-05-2020

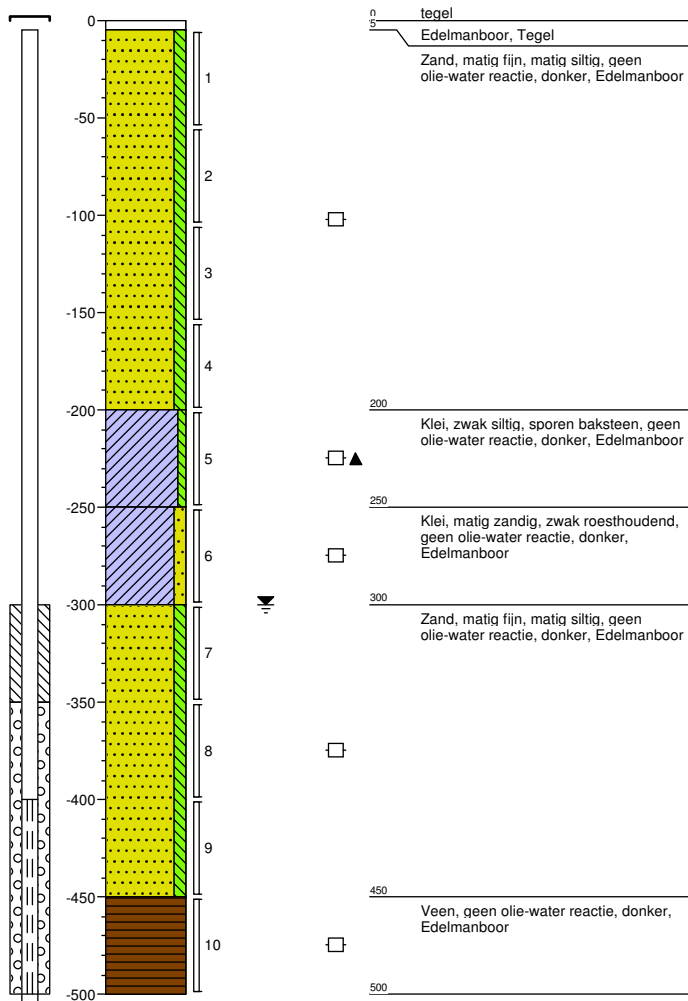
veldwerker: Rob van der Veer

**Project:****Projectnummer:****Opdrachtgever:****Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht****202443****Gemeente Utrecht**Schaal: 1: 40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: PB-03

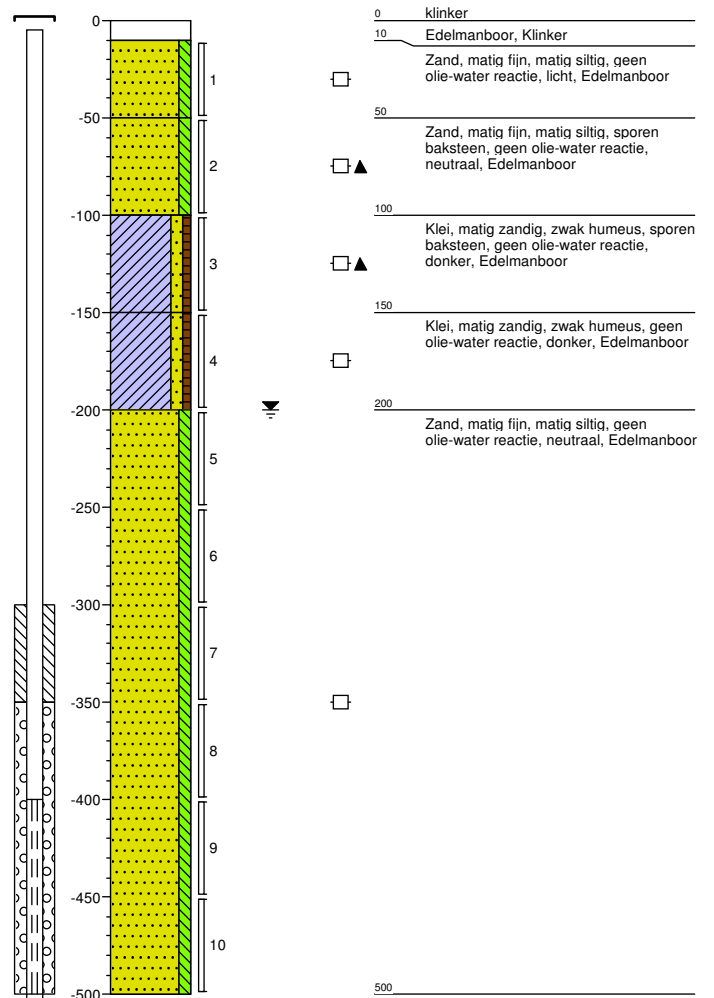
datum: 19-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: PB-04**

datum: 20-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Project:****Projectnummer:****Opdrachtgever:****Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht****202443****Gemeente Utrecht**

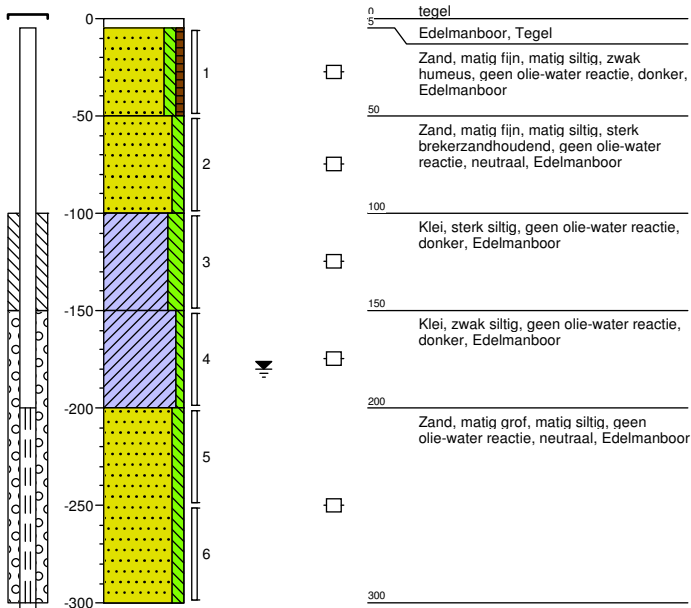
Schaal: 1: 40

getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: PB-04A

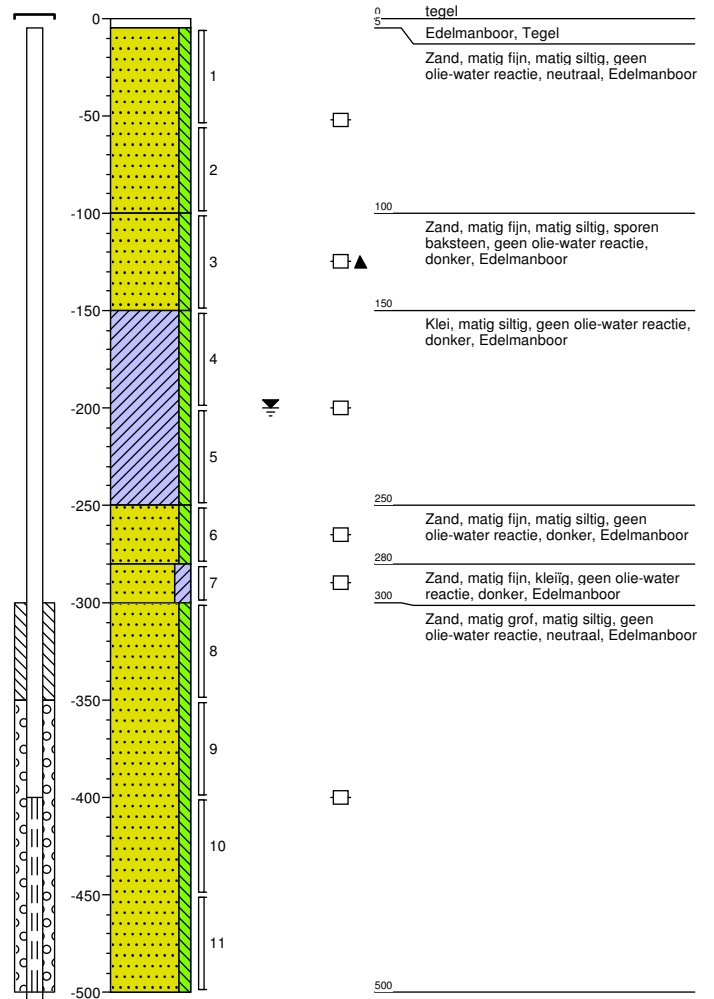
datum: 25-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: PB-05**

datum: 26-05-2020

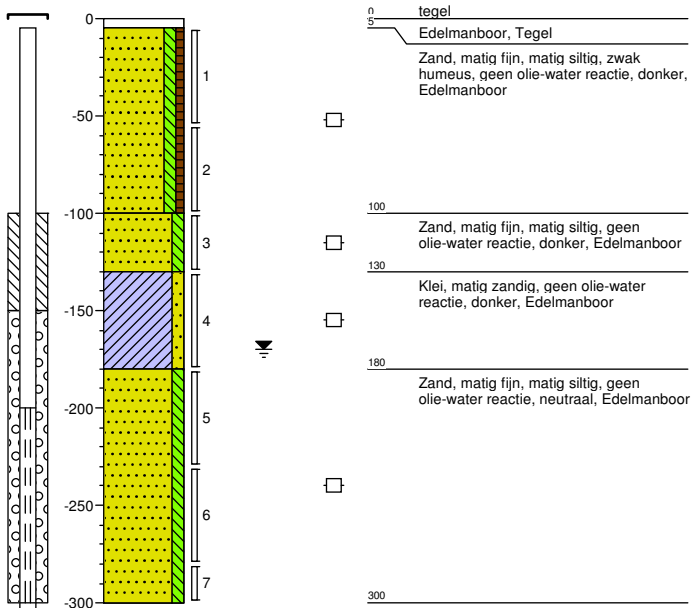
veldwerker: Rob van der Veer

**Project:****Projectnummer:****Opdrachtgever:****Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht****202443****Gemeente Utrecht**Schaal: 1: 40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: PB-05A

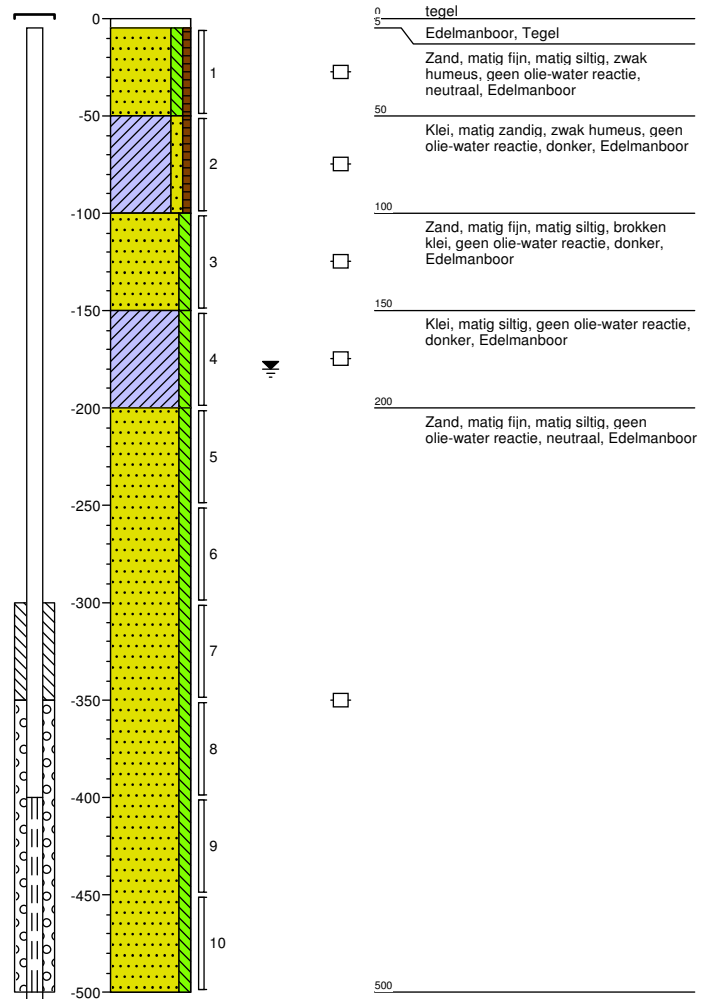
datum: 25-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Meetpunt: PB-06**

datum: 26-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer

**Project:****Projectnummer:****Opdrachtgever:****Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht****202443****Gemeente Utrecht**

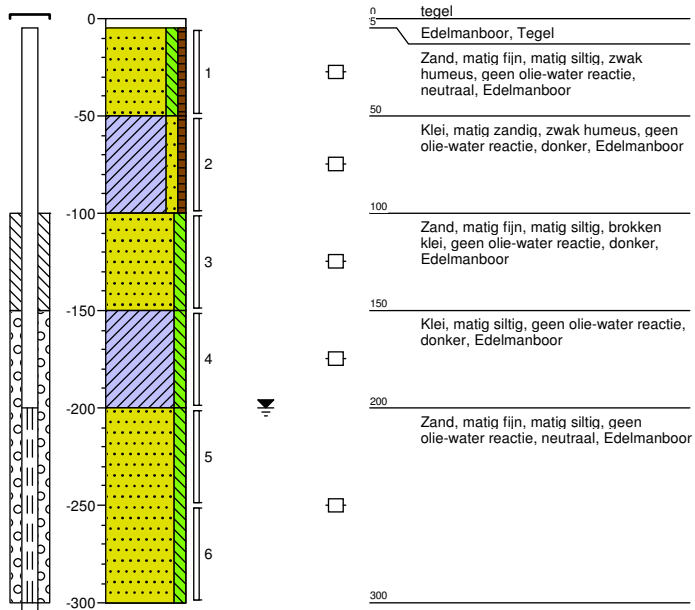
Schaal: 1: 40

getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: PB-06A

datum: 26-05-2020

veldwerker: Rob van der Veer



Project:

Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

Projectnummer:

202443

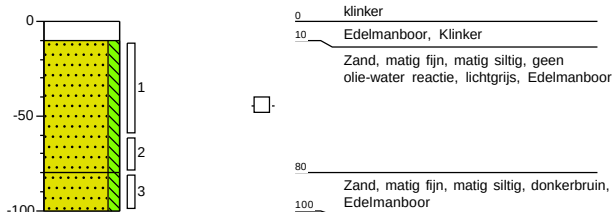
Opdrachtgever:

Gemeente Utrecht

Meetpunt: 001

datum: 18-5-2020

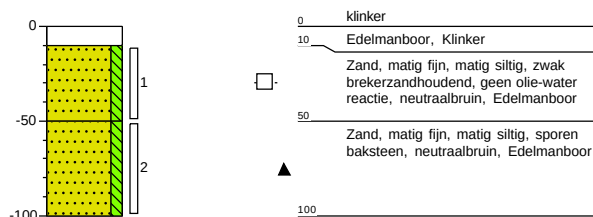
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 003

datum: 25-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer

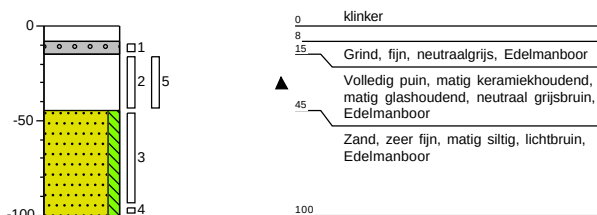


Meetpunt: 004

datum: 14-7-2020

veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135552,25
y-coördinaat: 456027,58

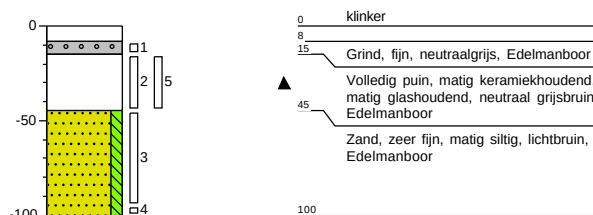


Meetpunt: 005

datum: 14-7-2020

veldwerker: Ludo Uunk

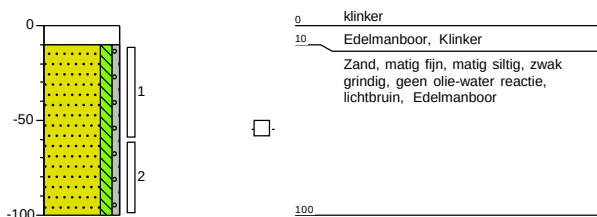
x-coördinaat: 135559,68
y-coördinaat: 456000,69



Meetpunt: 006

datum: 19-5-2020

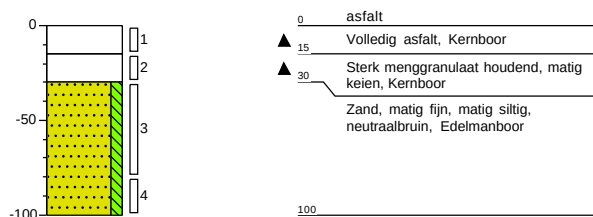
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 007

datum: 3-6-2020

veldwerker: Tom Smulders

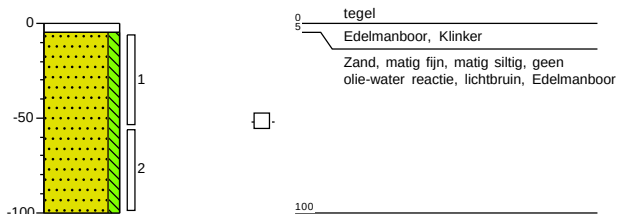


Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Meetpunt: 008

datum: 19-5-2020

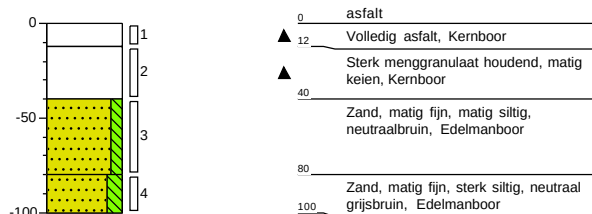
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 009

datum: 3-6-2020

veldwerker: Tom Smulders

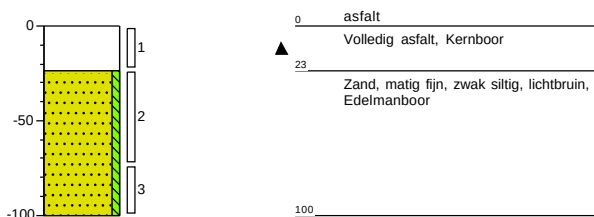


Meetpunt: 010

datum: 14-7-2020

veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135578,11
y-coördinaat: 455941,30

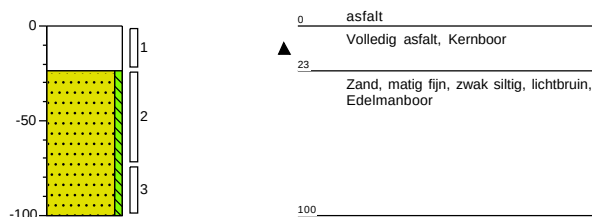


Meetpunt: 011

datum: 14-7-2020

veldwerker: Ludo Uunk

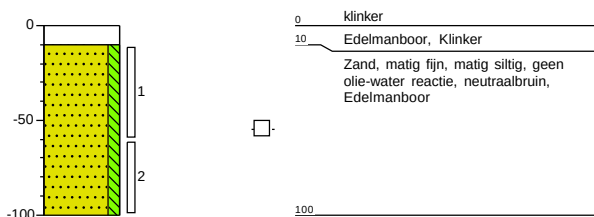
x-coördinaat: 135586,29
y-coördinaat: 455917,25



Meetpunt: 012

datum: 25-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer

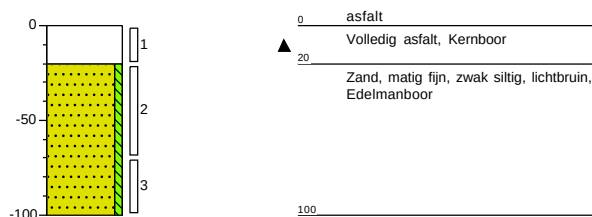


Meetpunt: 014

datum: 14-7-2020

veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135599,56
y-coördinaat: 455878,88

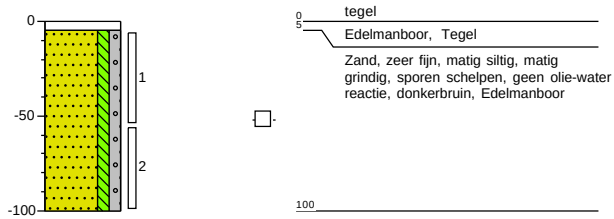


Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Meetpunt: 015

datum: 19-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer

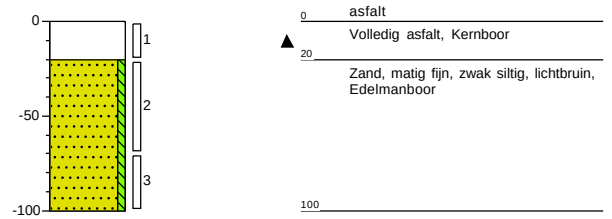


Meetpunt: 016

datum: 14-7-2020

veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135612,78
y-coördinaat: 455852,24

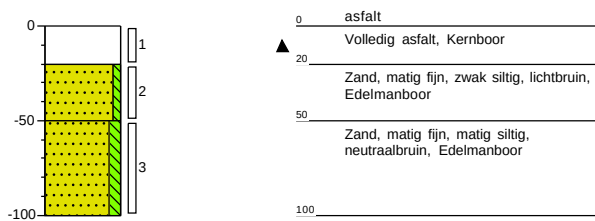


Meetpunt: 017

datum: 14-7-2020

veldwerker: Ludo Uunk

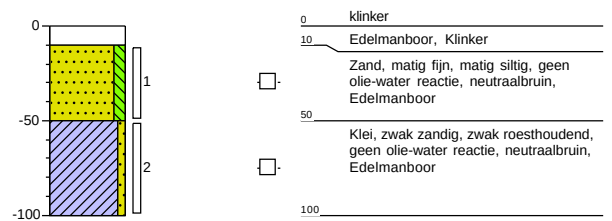
x-coördinaat: 135609,07
y-coördinaat: 455843,55



Meetpunt: 018

datum: 25-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer



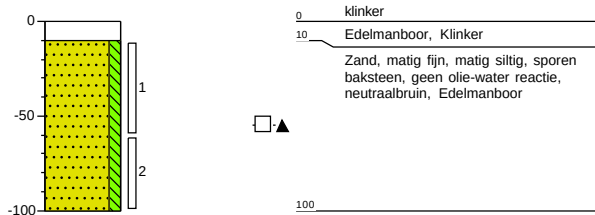
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 019

datum: 25-5-2020

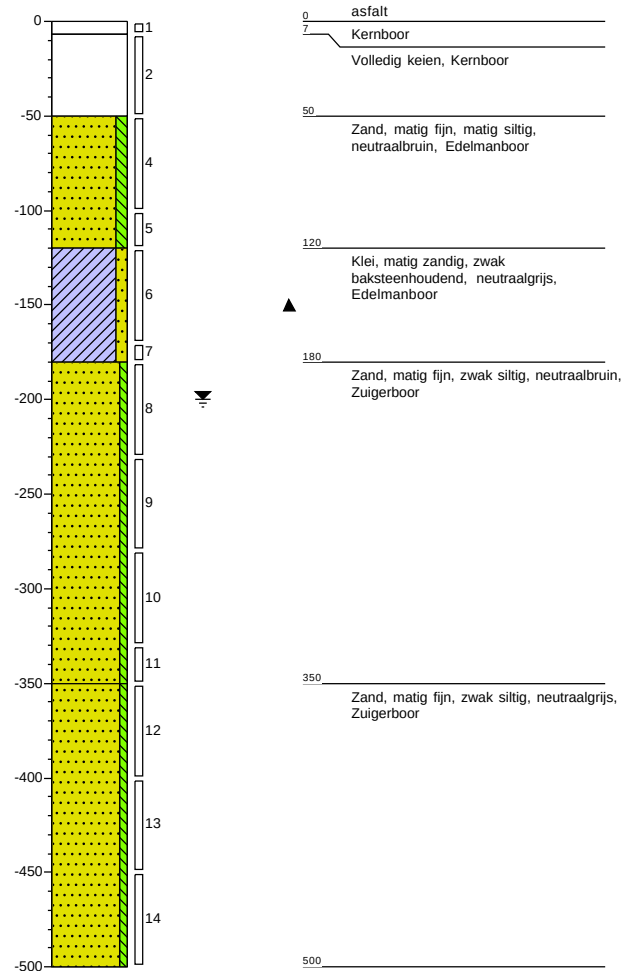
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 020

datum: 3-6-2020

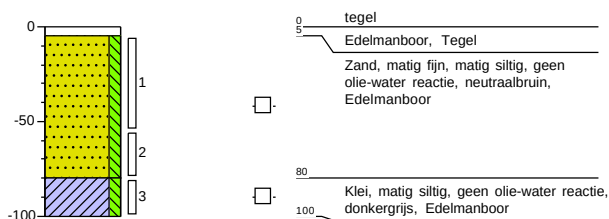
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 021

datum: 25-5-2020

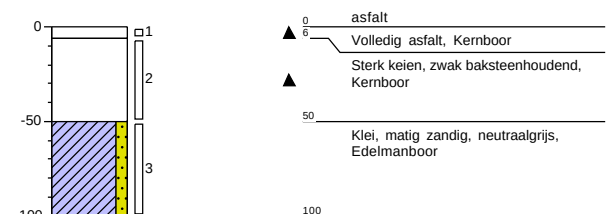
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 022

datum: 4-6-2020

veldwerker: Tom Smulders



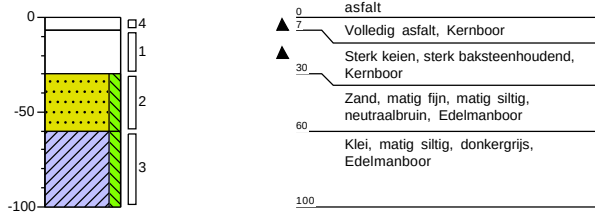
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 024

datum: 3-6-2020

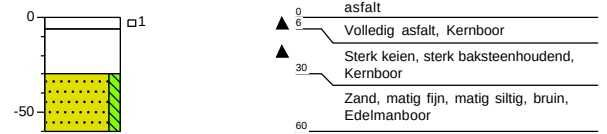
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 024A

datum: 3-6-2020

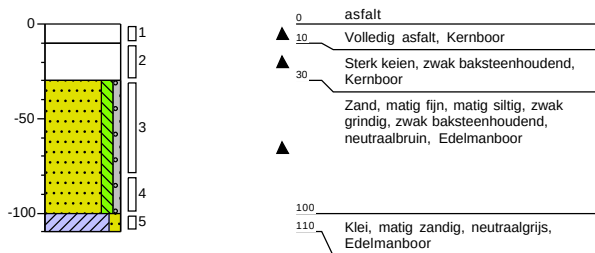
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 025

datum: 4-6-2020

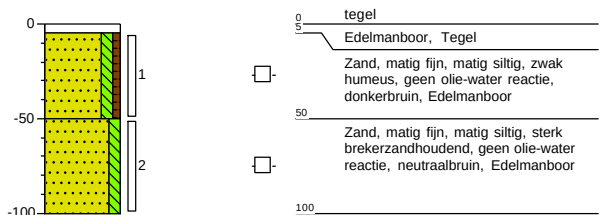
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 026

datum: 25-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer



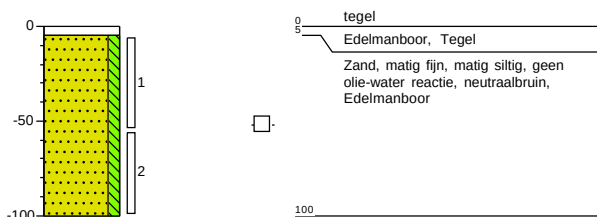
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 027

datum: 25-5-2020

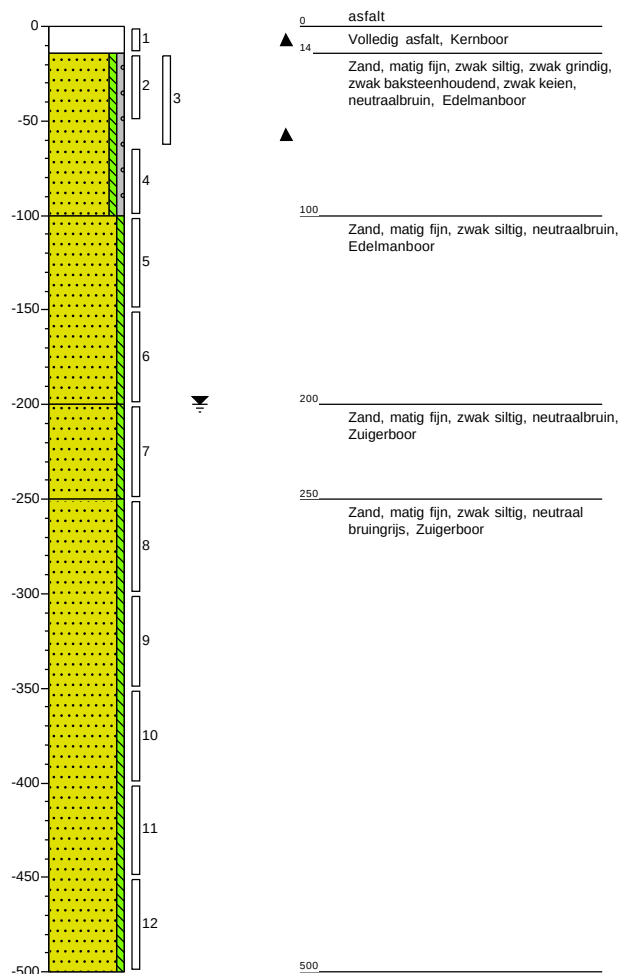
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 028

datum: 3-6-2020

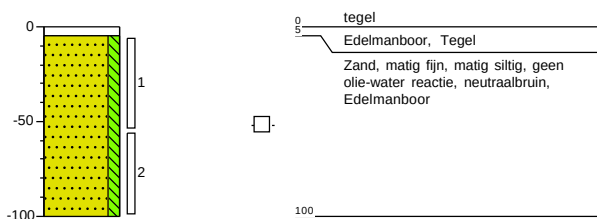
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 029

datum: 25-5-2020

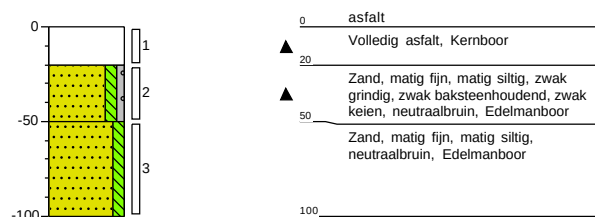
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 030

datum: 3-6-2020

veldwerker: Tom Smulders



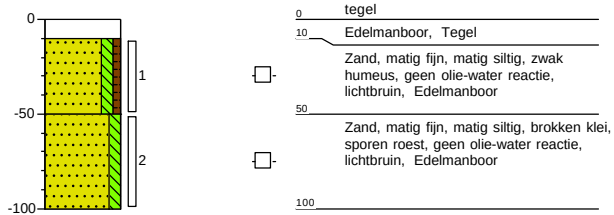
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 031

datum: 25-5-2020

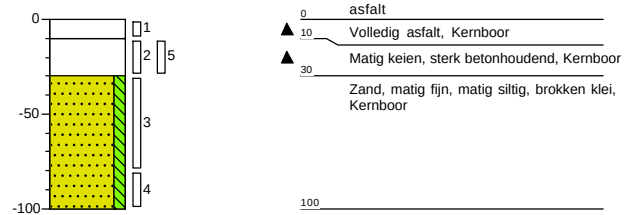
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 032

datum: 3-6-2020

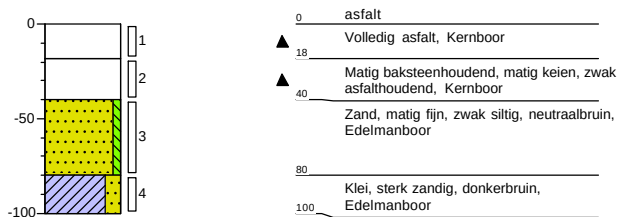
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 033

datum: 3-6-2020

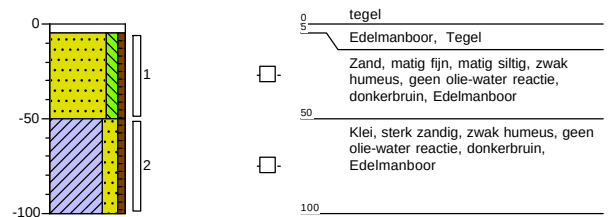
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 034

datum: 26-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer

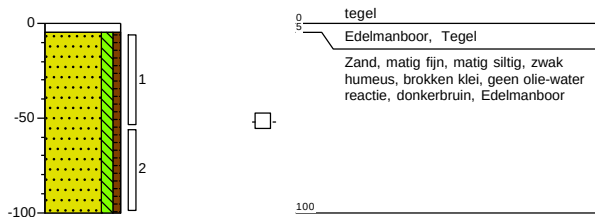


Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Meetpunt: 035

datum: 26-5-2020

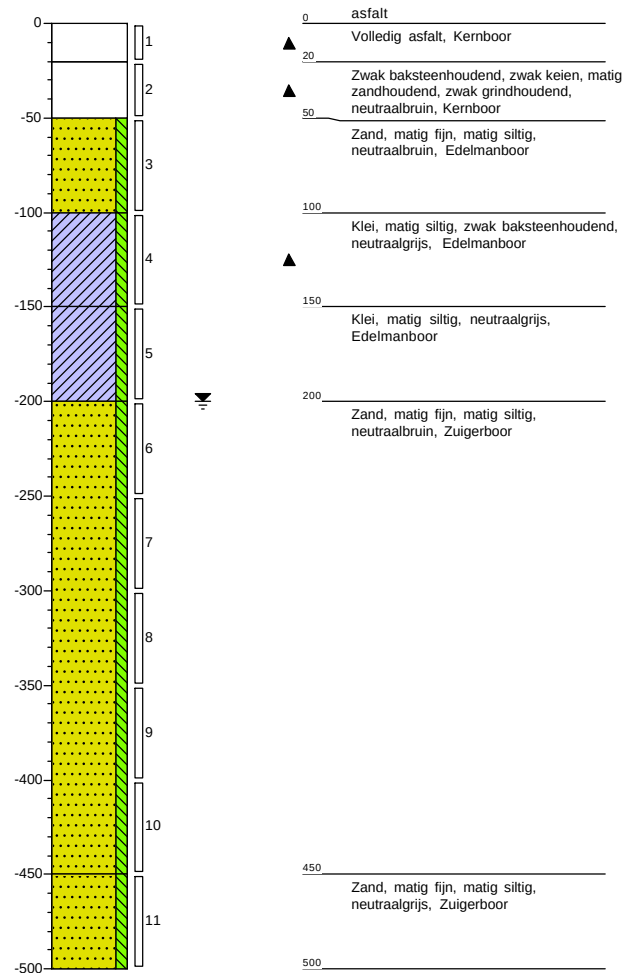
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 036

datum: 4-6-2020

veldwerker: Tom Smulders



Project:

Projectnummer:

Opdrachtgever:

Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht

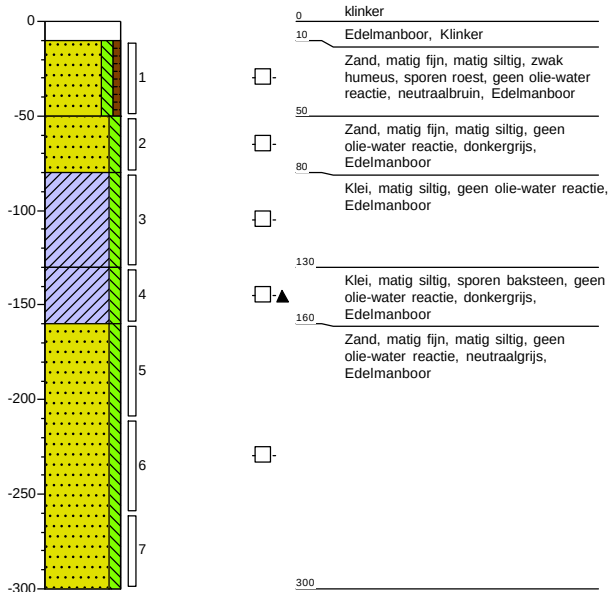
202443

Gemeente Utrecht

Meetpunt: 037

datum: 27-5-2020

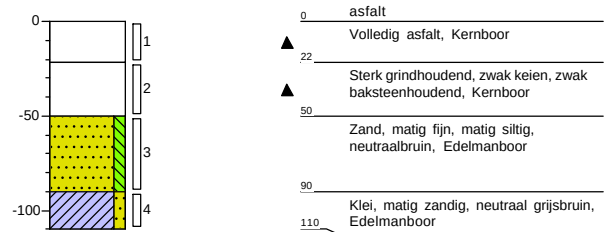
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: 038

datum: 4-6-2020

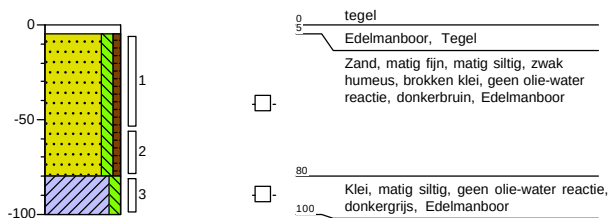
veldwerker: Tom Smulders



Meetpunt: 039

datum: 26-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer

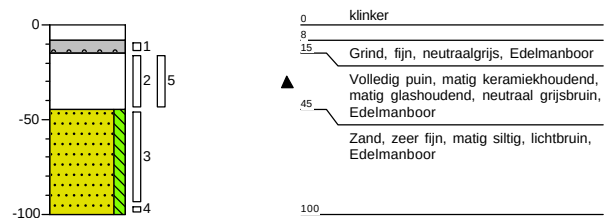


Meetpunt: 040

datum: 14-7-2020

veldwerker: Ludo Uunk

x-coördinaat: 135542,10
y-coördinaat: 456063,47



Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

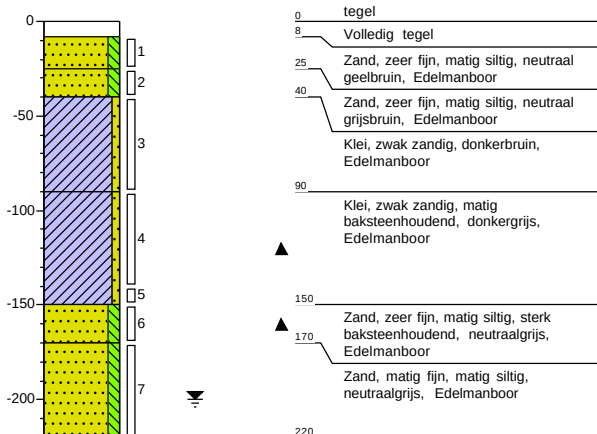
Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 100A

datum: 14-7-2020

veldwerker: Dorian Zwaan

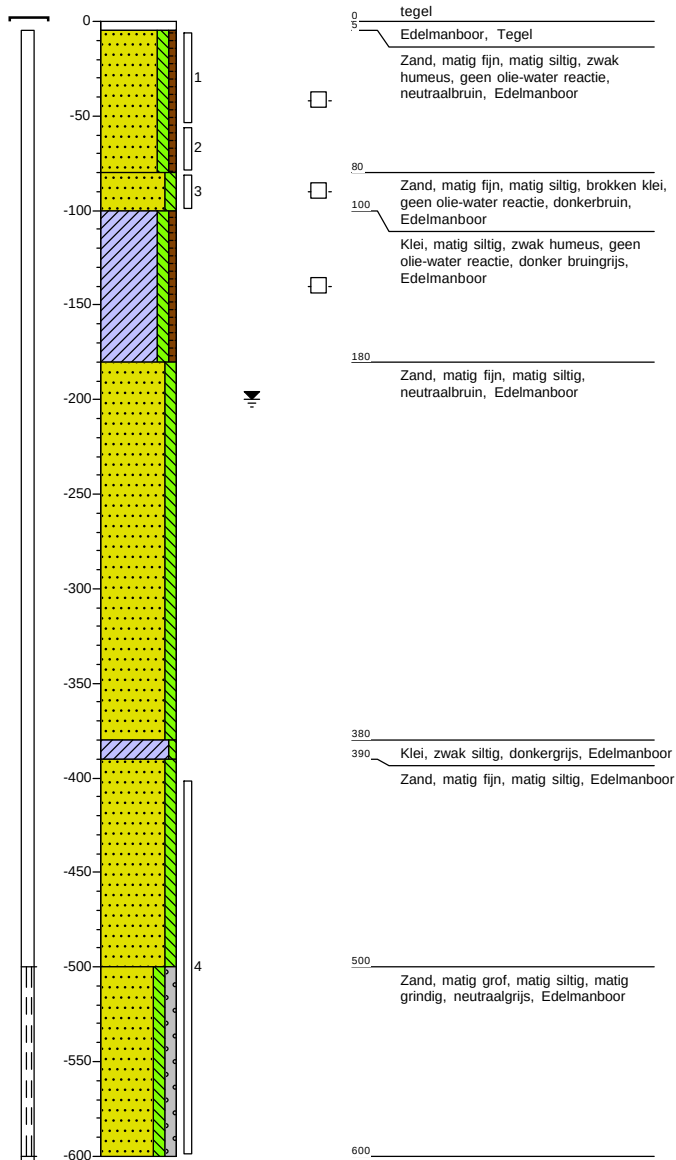
x-coördinaat: 135391,73
y-coördinaat: 455943,96



Meetpunt: 101

datum: 28-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer



Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

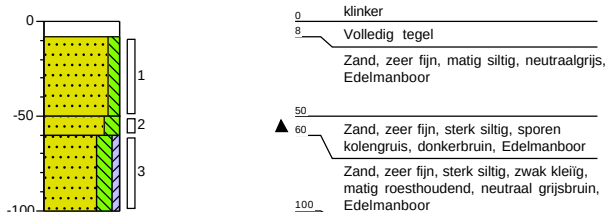
Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 101A

datum: 14-7-2020

veldwerker: Dorian Zwaan

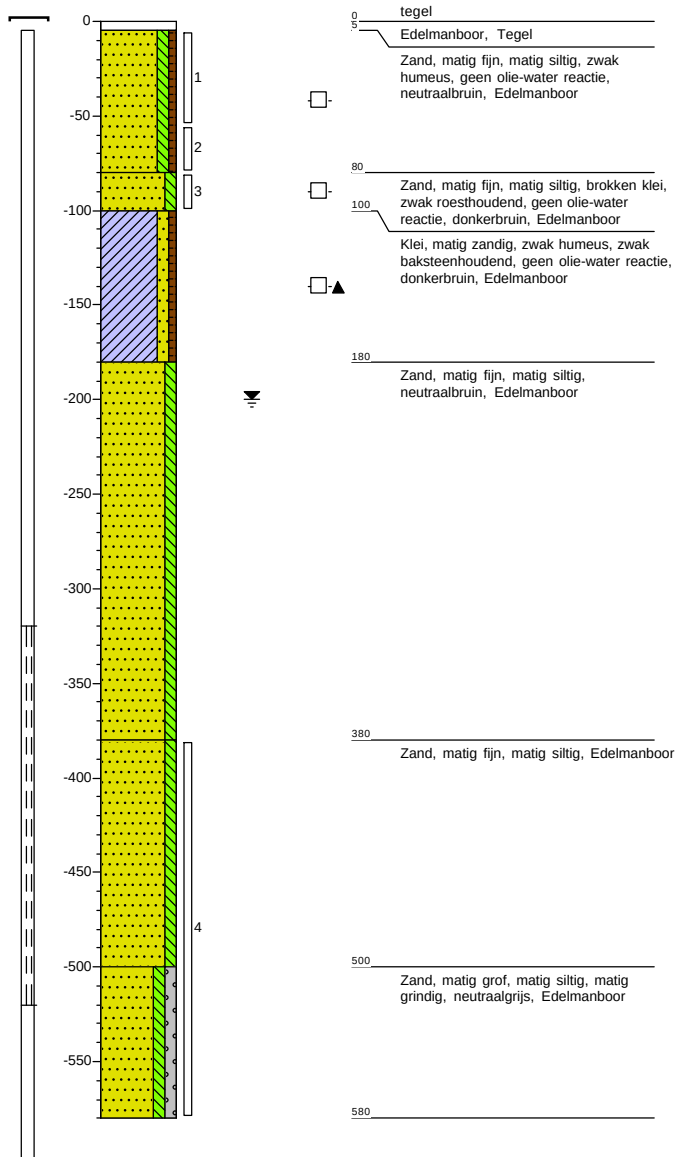
x-coördinaat: 135384,86
y-coördinaat: 455942,85



Meetpunt: 102

datum: 28-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer

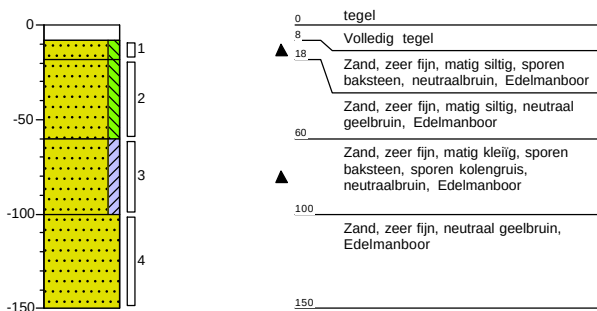


Meetpunt: 102A

datum: 14-7-2020

veldwerker: Dorian Zwaan

x-coördinaat: 135375,97
y-coördinaat: 455933,76

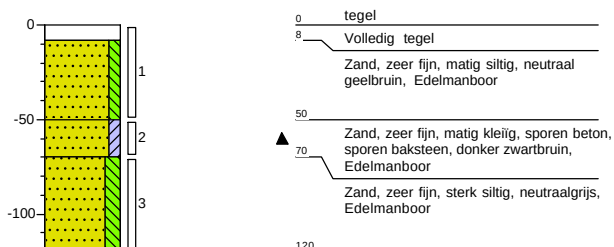


Meetpunt: 103A

datum: 14-7-2020

veldwerker: Dorian Zwaan

x-coördinaat: 135387,92
y-coördinaat: 455935,17



Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

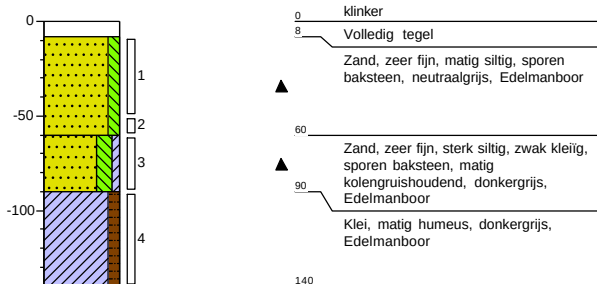
Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: 104A

datum: 14-7-2020

veldwerker: Dorian Zwaan

x-coördinaat: 135372,61
y-coördinaat: 455943,49



Meetpunt: BK-01A

datum: 19-5-2020

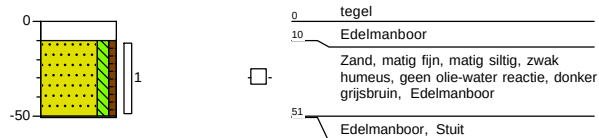
veldwerker: Rob van der Veer

0- tegel

Meetpunt: BK-01

datum: 19-5-2020

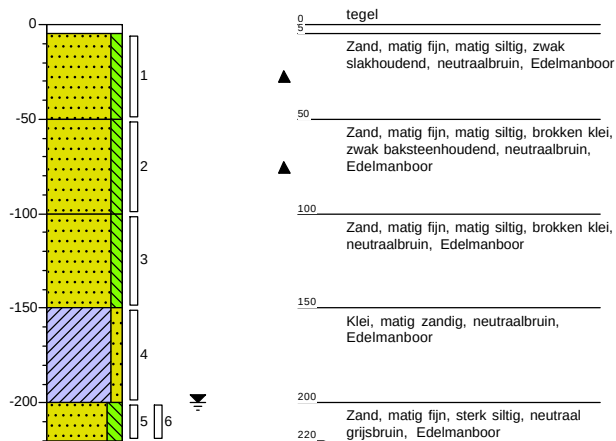
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: BK-01B

datum: 4-6-2020

veldwerker: Tom Smulders



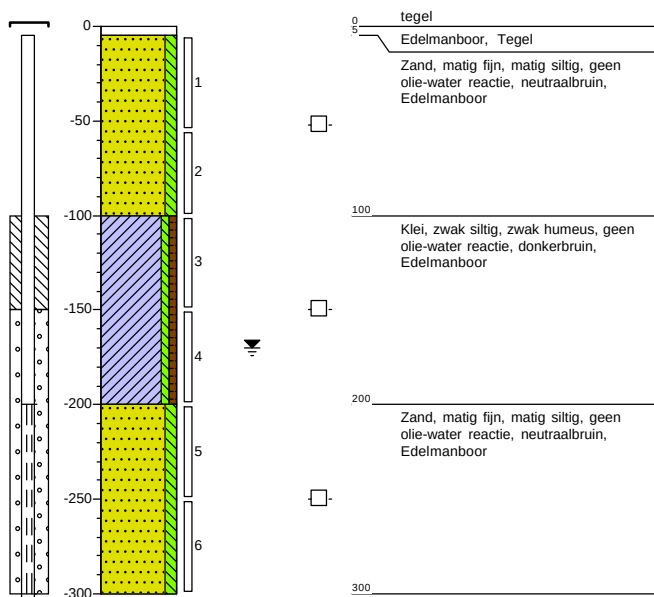
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: BK-02

datum: 20-5-2020

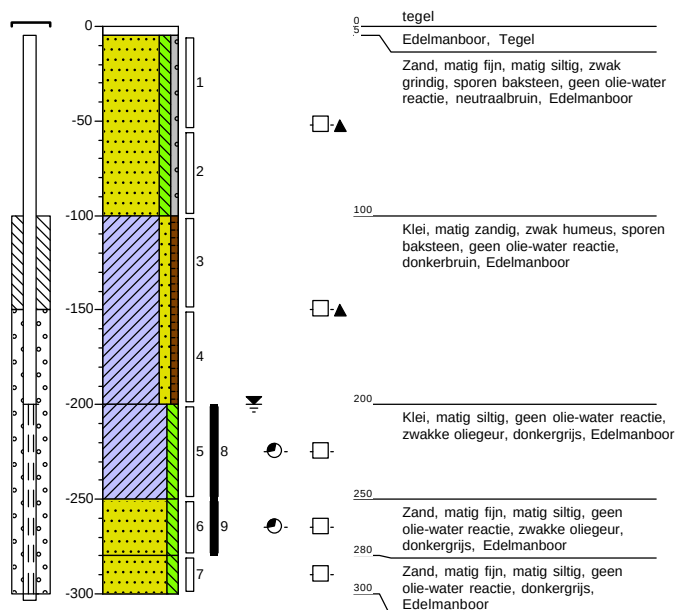
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: BK-03

datum: 19-5-2020

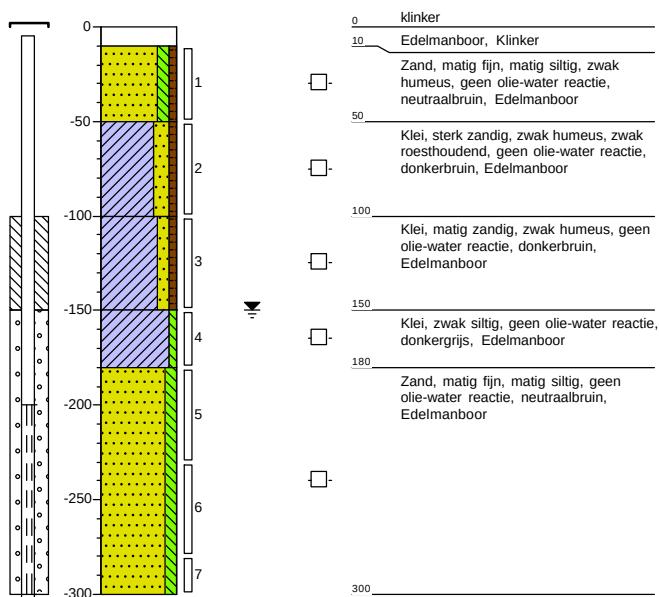
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: BK-04

datum: 20-5-2020

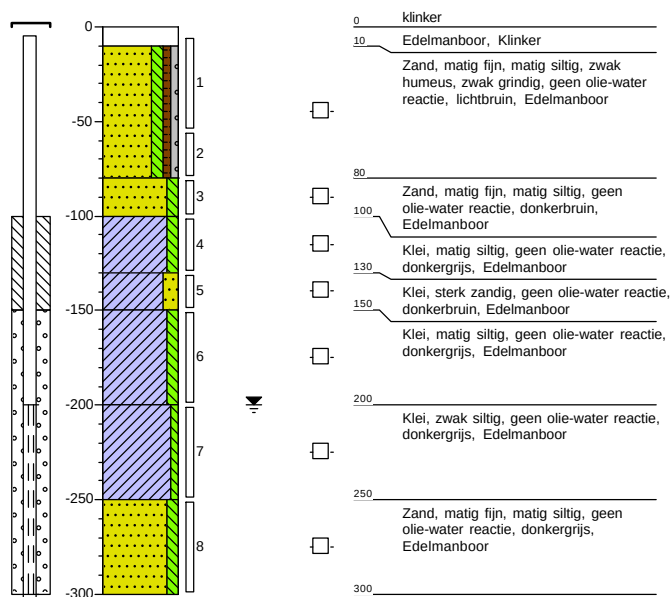
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: BK-05

datum: 25-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer



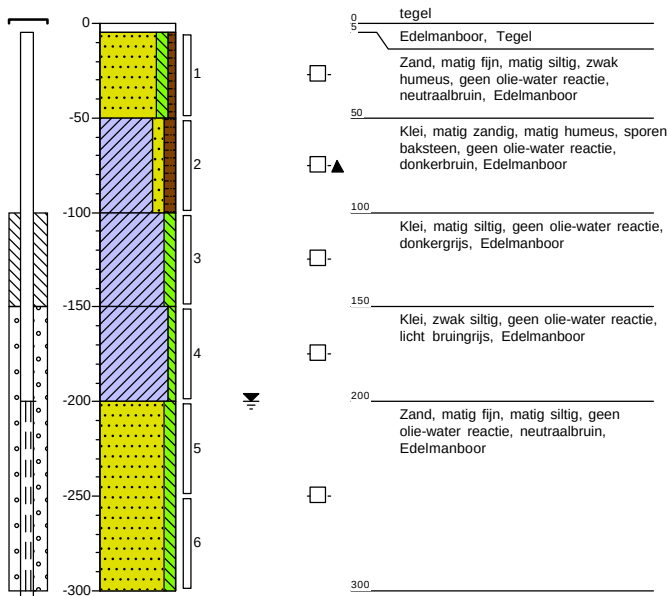
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: BK-06

datum: 27-5-2020

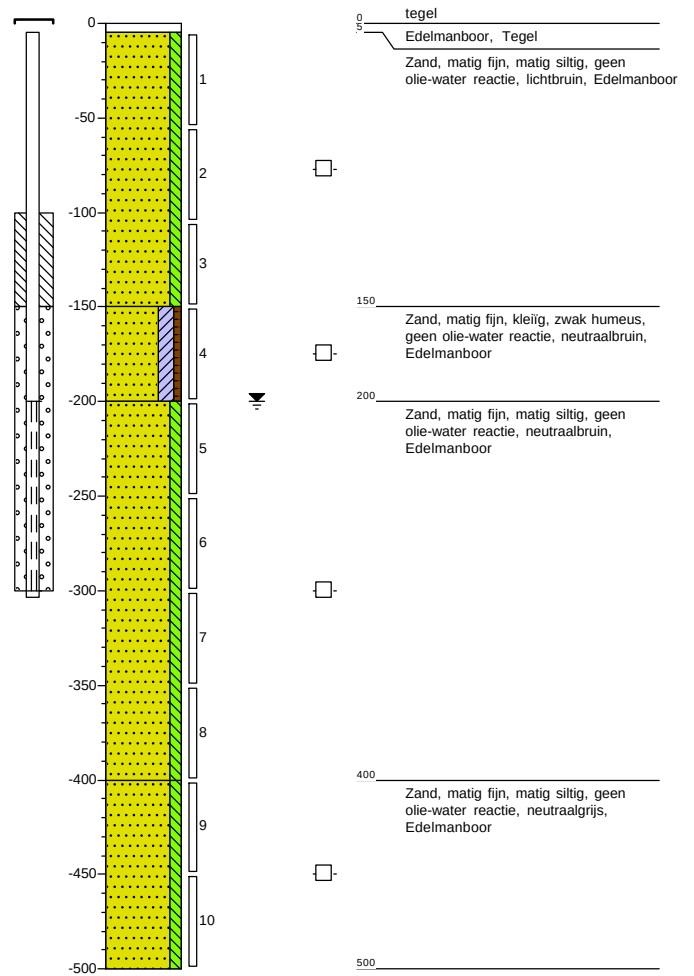
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: BK-07

datum: 27-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer



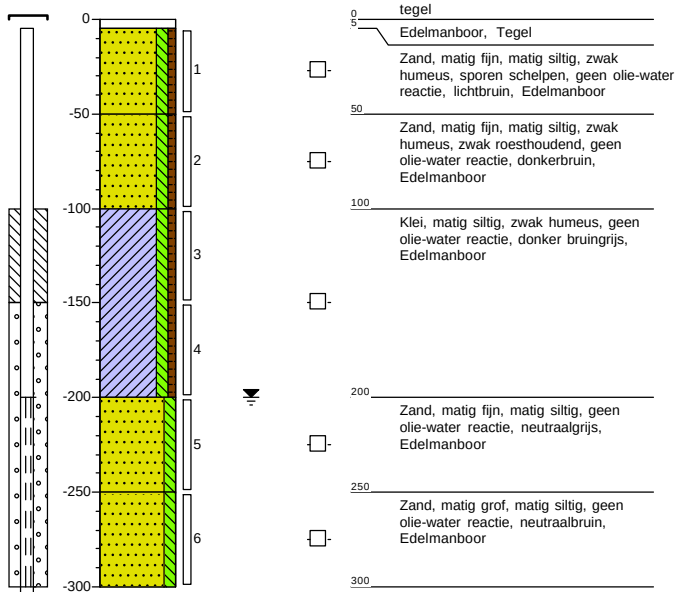
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: BK-07.

datum: 27-5-2020

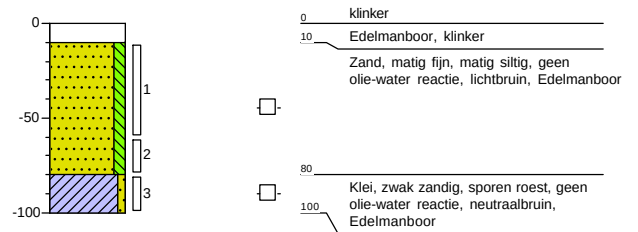
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: BK-08

datum: 26-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer



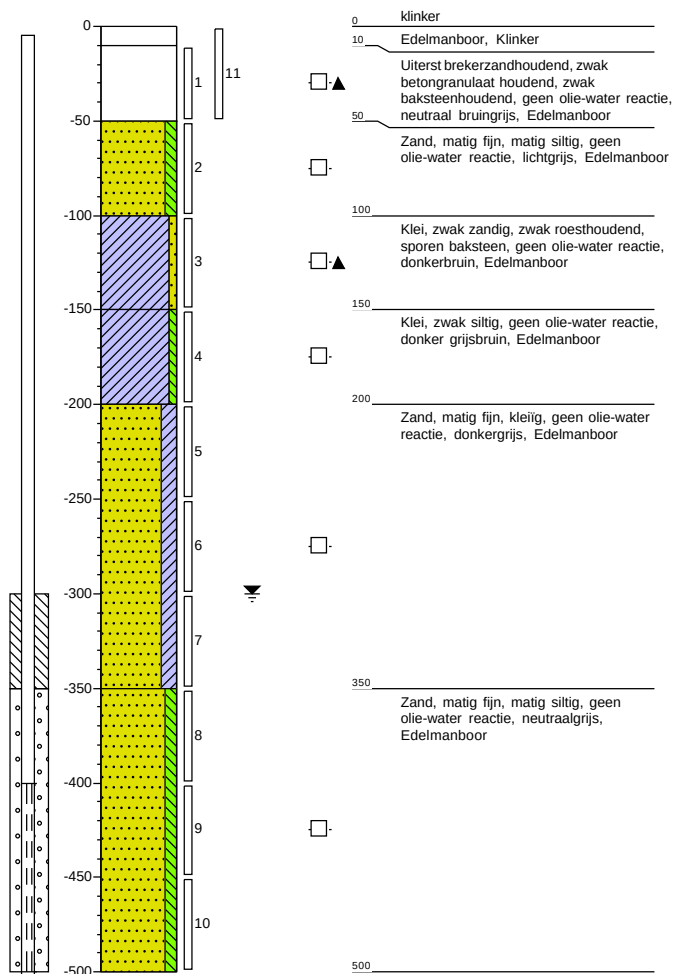
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: PB-01

datum: 18-5-2020

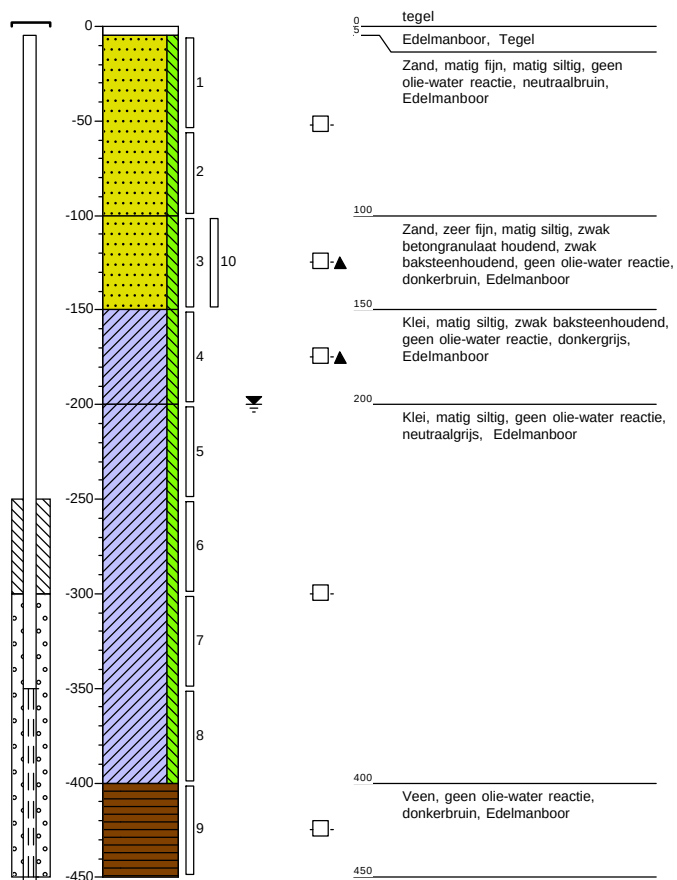
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: PB-02

datum: 19-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer



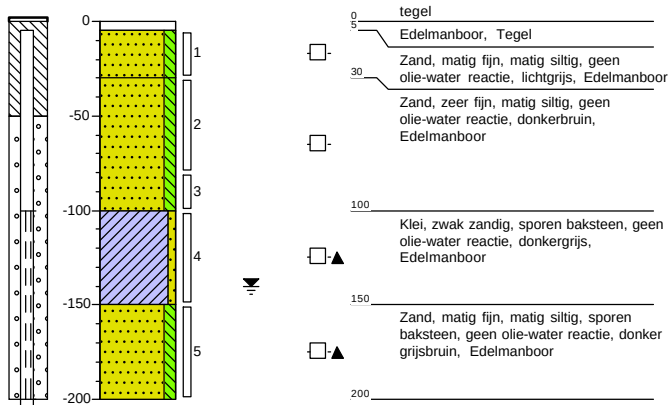
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: PB-02A

datum: 20-5-2020

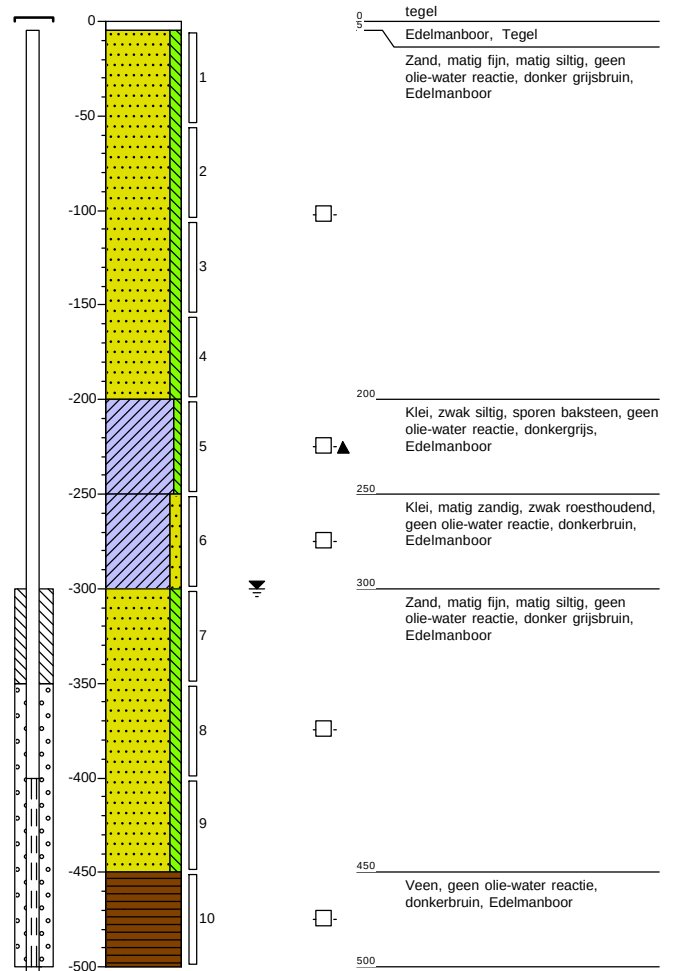
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: PB-03

datum: 19-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer



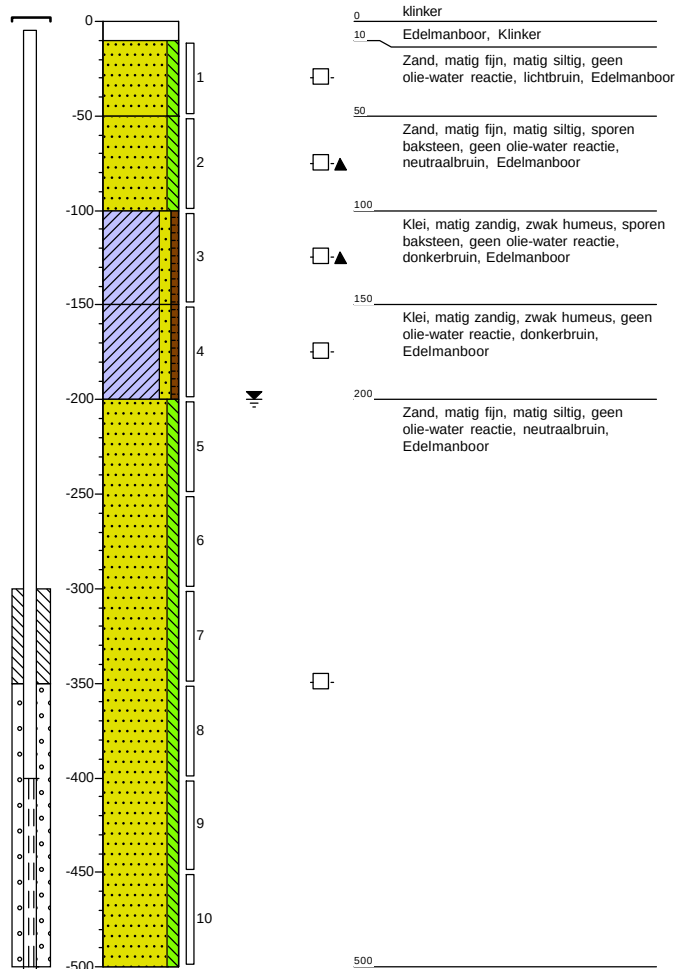
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: PB-04

datum: 20-5-2020

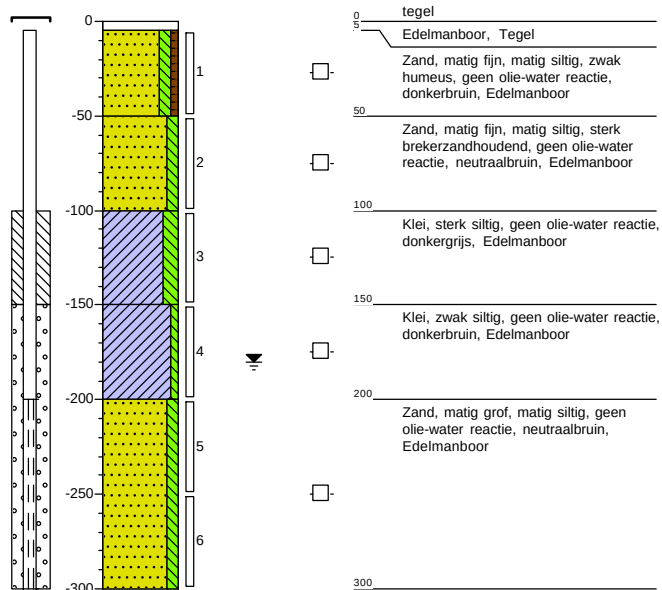
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: PB-04A

datum: 25-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer



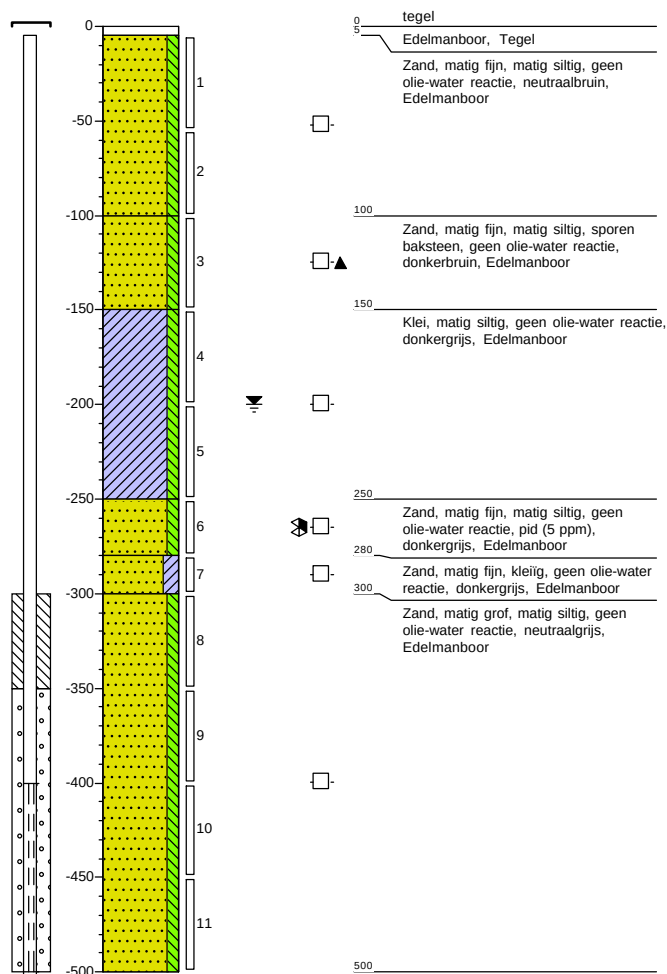
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: PB-05

datum: 26-5-2020

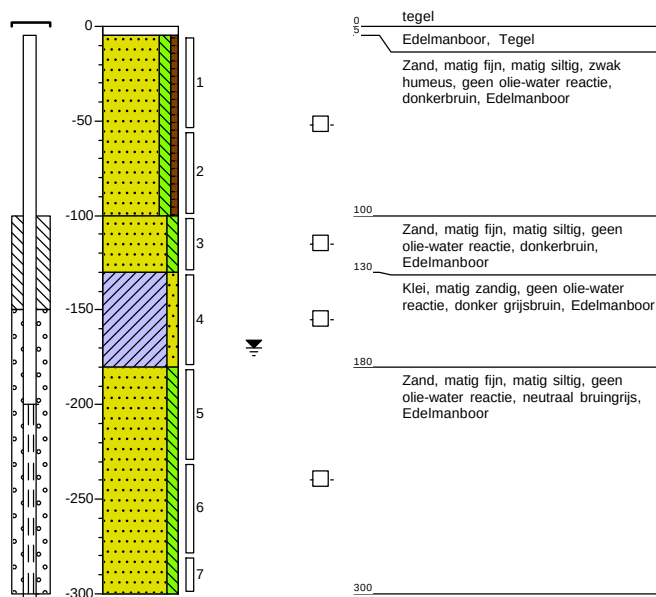
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: PB-05A

datum: 25-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer



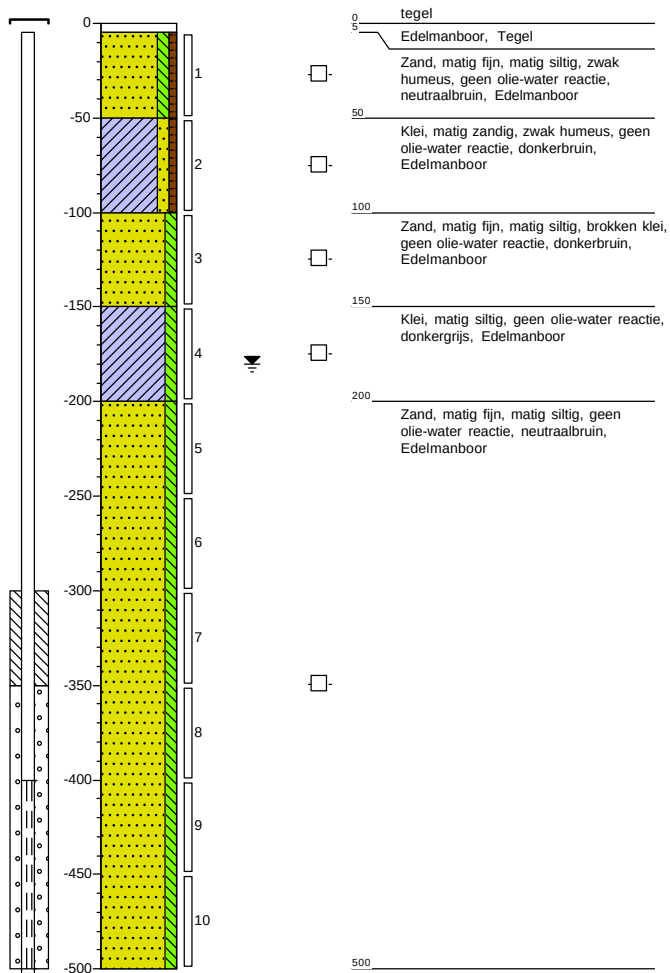
Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Meetpunt: PB-06

datum: 26-5-2020

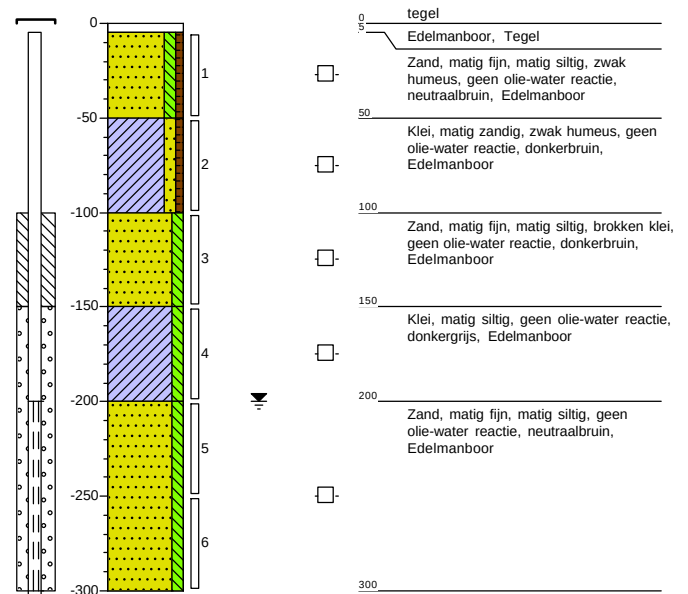
veldwerker: Rob van der Veer



Meetpunt: PB-06A

datum: 26-5-2020

veldwerker: Rob van der Veer

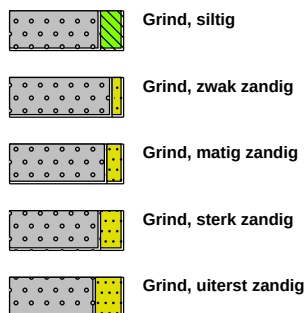


Project: Kanaalstraat en Damstraat te Utrecht
Projectnummer: 202443
Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

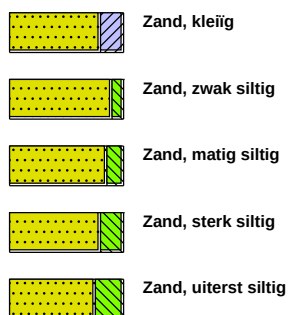
Schaal: 1:40
getekend volgens NEN 5104

Legenda (conform NEN 5104)

grind



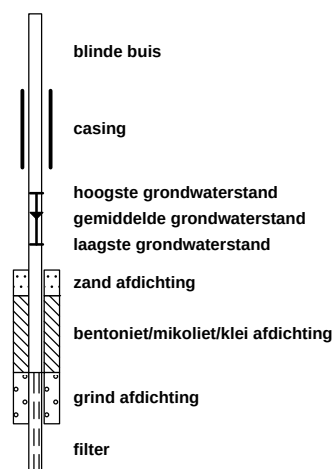
zand



veen



peilbuis



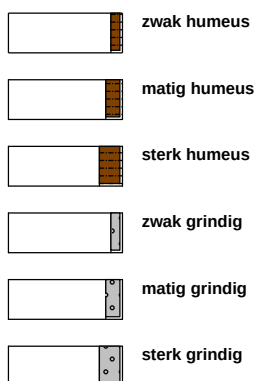
klei



leem



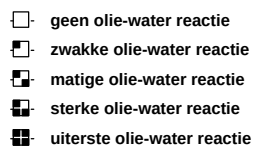
overige toevoegingen



geur



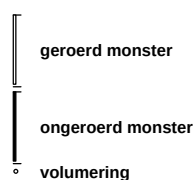
olie



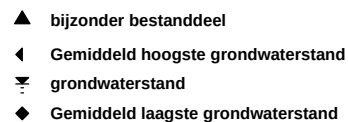
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 3 Uitvoer D-Settlement doorsnede 4

Report for D-Settlement 20.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: CRUX Engineering B.V.

Date of report: 21-1-2022

Time of report: 17:32:35

Report with version: 20.1.2.32548

Date of calculation: 21-1-2022

Time of calculation: 17:32:25

Calculated with version: 20.1.2.32548

File name: zet004a dsn_4 15d

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Water Loads	4
2.6.1 Water Load: peilverlaging	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = 1,50 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = 4,20 m; Z = 0,00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 5,05 m; Z = 0,00 m)	6
3.4 Results for Vertical 4 (X = 6,33 m; Z = 0,00 m)	6
3.5 Results for Vertical 5 (X = 6,80 m; Z = 0,00 m)	7
3.6 Results for Vertical 6 (X = 8,15 m; Z = 0,00 m)	7
3.7 Results for Vertical 7 (X = 11,27 m; Z = 0,00 m)	8
3.8 Results for Vertical 8 (X = 16,14 m; Z = 0,00 m)	9
3.9 Results for Vertical 9 (X = 23,64 m; Z = 0,00 m)	9
3.10 Results for Vertical 10 (X = 29,00 m; Z = 0,00 m)	10
3.11 Results for Vertical 11 (X = 36,35 m; Z = 0,00 m)	10
3.12 Results for Vertical 12 (X = 40,00 m; Z = 0,00 m)	11
3.13 Results for Vertical 13 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	11
4 Settlements	13
4.1 Settlements	13
5 Warnings and errors	14

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	0,000	6,800	29,000	50,000	
4 - Y -	1,900	1,900	1,900	1,900	
3 - X -	0,000	50,000			
3 - Y -	0,900	0,900			
2 - X -	0,000	50,000			
2 - Y -	-2,100	-2,100			
1 - X -	0,000	50,000			
1 - Y -	-2,600	-2,600			
0 - X -	0,000	50,000			
0 - Y -	-5,000	-5,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	50,000			
1 - Y -	-0,100	-0,100			
2 - X -	0,000	1,500	4,200	5,050	6,330
2 - Y -	-0,600	-0,600	-0,500	-0,450	-0,400
2 - X -	8,150	11,270	16,140	23,640	36,350
2 - Y -	-0,350	-0,300	-0,250	-0,200	-0,150
2 - X -	40,000	50,000			
2 - Y -	-0,140	-0,120			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m ³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	15,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
No submerging	
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Zand top	1	1
3	Klei	1	1
2	Veen	1	1
1	Zand matig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
4	Yes	17,00	19,00
3	No	19,00	19,00
2	No	12,00	12,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Vert. cons.	2,00E-05	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
4	10,00	-	-
3	10,00	-	-
2	10,00	-	-
1	10,00	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e ₀) [-]
4	0,0009000	0,0036000	0,0000000	-	-	-
3	0,0066000	0,0329000	0,0010000	-	-	-
2	0,0613000	0,3067000	0,0260000	-	-	-
1	0,0012000	0,0046000	0,0000000	-	-	-

2.6 Water Loads

2.6.1 Water Load: peilverlaging

Phreatic line 1
Time: 1 [days]

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
4	2	2
3	2	2
2	2	2
1	2	2

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	1,500	4,200	5,050	6,330	6,800
6 - 10	8,150	11,270	16,140	23,640	29,000
11 - 13	36,350	40,000	50,000		

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 1,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,012
1,800	1,700	1,800	0,000	0,012
1,700	3,400	1,700	0,000	0,012
1,600	5,100	1,600	0,000	0,012
1,500	6,800	1,500	0,000	0,012
1,400	8,500	1,400	0,000	0,012
1,300	10,200	1,300	0,000	0,012
1,200	11,900	1,200	0,000	0,012
1,100	13,600	1,100	0,000	0,012
1,000	15,300	1,000	0,000	0,012
0,900	17,000	0,900	0,000	0,012
0,900	17,000	0,900	0,000	0,012
-0,100	35,776	-0,077	0,000	0,012
-0,600	45,124	-0,062	4,905	0,012
-1,300	51,326	-0,038	4,905	0,012
-2,100	58,407	-0,010	4,905	0,011
-2,100	58,407	-0,010	4,905	0,011
-2,350	58,832	0,002	4,905	0,006
-2,600	60,380	-0,100	4,905	0,000
-2,600	60,380	-0,100	4,905	0,000
-3,200	66,494	-0,100	4,905	0,000
-3,800	72,608	-0,100	4,905	0,000
-4,400	78,722	-0,100	4,905	0,000
-5,000	84,836	-0,100	4,905	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = 4,20 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,011
1,800	1,700	1,800	0,000	0,011
1,700	3,400	1,700	0,000	0,011
1,600	5,100	1,600	0,000	0,011
1,500	6,800	1,500	0,000	0,011
1,400	8,500	1,400	0,000	0,011
1,300	10,200	1,300	0,000	0,011
1,200	11,900	1,200	0,000	0,011
1,100	13,600	1,100	0,000	0,011
1,000	15,300	1,000	0,000	0,011
0,900	17,000	0,900	0,000	0,011
0,900	17,000	0,900	0,000	0,011
-0,100	35,792	-0,079	0,000	0,011
-0,500	43,280	-0,067	3,924	0,011
-0,600	44,170	-0,064	3,924	0,011
-1,300	50,388	-0,042	3,924	0,011
-2,100	57,482	-0,016	3,924	0,011
-2,100	57,482	-0,016	3,924	0,011
-2,350	57,907	-0,004	3,924	0,005

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2,600	59,399	-0,100	3,924	0,000
-2,600	59,399	-0,100	3,924	0,000
-3,200	65,513	-0,100	3,924	0,000
-3,800	71,627	-0,100	3,924	0,000
-4,400	77,741	-0,100	3,924	0,000
-5,000	83,855	-0,100	3,924	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 5,05 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,011
1,800	1,700	1,800	0,000	0,011
1,700	3,400	1,700	0,000	0,011
1,600	5,100	1,600	0,000	0,011
1,500	6,800	1,500	0,000	0,011
1,400	8,500	1,400	0,000	0,011
1,300	10,200	1,300	0,000	0,011
1,200	11,900	1,200	0,000	0,011
1,100	13,600	1,100	0,000	0,011
1,000	15,300	1,000	0,000	0,011
0,900	17,000	0,900	0,000	0,011
0,900	17,000	0,900	0,000	0,011
-0,100	35,799	-0,080	0,000	0,011
-0,450	42,356	-0,070	3,434	0,011
-0,600	43,692	-0,066	3,434	0,011
-1,300	49,918	-0,045	3,434	0,010
-2,100	57,020	-0,019	3,434	0,010
-2,100	57,020	-0,019	3,434	0,010
-2,350	57,445	-0,007	3,434	0,005
-2,600	58,908	-0,100	3,434	0,000
-2,600	58,909	-0,100	3,434	0,000
-3,200	65,022	-0,100	3,434	0,000
-3,800	71,136	-0,100	3,434	0,000
-4,400	77,251	-0,100	3,434	0,000
-5,000	83,365	-0,100	3,434	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 6,33 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,010
1,800	1,700	1,800	0,000	0,010
1,700	3,400	1,700	0,000	0,010
1,600	5,100	1,600	0,000	0,010
1,500	6,800	1,500	0,000	0,010
1,400	8,500	1,400	0,000	0,010
1,300	10,200	1,300	0,000	0,010
1,200	11,900	1,200	0,000	0,010
1,100	13,600	1,100	0,000	0,010
1,000	15,300	1,000	0,000	0,010
0,900	17,000	0,900	0,000	0,010

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0,900	17,000	0,900	0,000	0,010
-0,100	35,807	-0,080	0,000	0,010
-0,400	41,430	-0,072	2,943	0,010
-0,600	43,214	-0,067	2,943	0,010
-1,300	49,448	-0,047	2,943	0,010
-2,100	56,556	-0,022	2,943	0,010
-2,100	56,556	-0,022	2,943	0,010
-2,350	56,982	-0,009	2,943	0,005
-2,600	58,418	-0,100	2,943	0,000
-2,600	58,418	-0,100	2,943	0,000
-3,200	64,532	-0,100	2,943	0,000
-3,800	70,646	-0,100	2,943	0,000
-4,400	76,760	-0,100	2,943	0,000
-5,000	82,874	-0,100	2,943	0,000

3.5 Results for Vertical 5 (X = 6,80 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,010
1,800	1,700	1,800	0,000	0,010
1,700	3,400	1,700	0,000	0,010
1,600	5,100	1,600	0,000	0,010
1,500	6,800	1,500	0,000	0,010
1,400	8,500	1,400	0,000	0,010
1,300	10,200	1,300	0,000	0,010
1,200	11,900	1,200	0,000	0,010
1,100	13,600	1,100	0,000	0,010
1,000	15,300	1,000	0,000	0,010
0,900	17,000	0,900	0,000	0,010
0,900	17,000	0,900	0,000	0,010
-0,100	35,809	-0,081	0,000	0,010
-0,387	41,191	-0,073	2,816	0,010
-0,600	43,091	-0,067	2,816	0,010
-1,300	49,326	-0,047	2,816	0,010
-2,100	56,436	-0,023	2,816	0,010
-2,100	56,436	-0,023	2,816	0,010
-2,350	56,863	-0,010	2,816	0,005
-2,600	58,291	-0,100	2,816	0,000
-2,600	58,291	-0,100	2,816	0,000
-3,200	64,405	-0,100	2,816	0,000
-3,800	70,519	-0,100	2,816	0,000
-4,400	76,633	-0,100	2,816	0,000
-5,000	82,747	-0,100	2,816	0,000

3.6 Results for Vertical 6 (X = 8,15 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,010
1,800	1,700	1,800	0,000	0,010
1,700	3,400	1,700	0,000	0,010

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,600	5,100	1,600	0,000	0,010
1,500	6,800	1,500	0,000	0,010
1,400	8,500	1,400	0,000	0,010
1,300	10,200	1,300	0,000	0,010
1,200	11,900	1,200	0,000	0,010
1,100	13,600	1,100	0,000	0,010
1,000	15,300	1,000	0,000	0,010
0,900	17,000	0,900	0,000	0,010
0,900	17,000	0,900	0,000	0,010
-0,100	35,814	-0,081	0,000	0,010
-0,350	40,503	-0,075	2,453	0,010
-0,600	42,736	-0,068	2,453	0,010
-1,300	48,977	-0,049	2,453	0,009
-2,100	56,092	-0,024	2,453	0,009
-2,100	56,092	-0,024	2,453	0,009
-2,350	56,519	-0,012	2,453	0,005
-2,600	57,928	-0,100	2,453	0,000
-2,600	57,928	-0,100	2,453	0,000
-3,200	64,041	-0,100	2,453	0,000
-3,800	70,156	-0,100	2,453	0,000
-4,400	76,269	-0,100	2,453	0,000
-5,000	82,383	-0,100	2,453	0,000

3.7 Results for Vertical 7 (X = 11,27 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,009
1,800	1,700	1,800	0,000	0,009
1,700	3,400	1,700	0,000	0,009
1,600	5,100	1,600	0,000	0,009
1,500	6,800	1,500	0,000	0,009
1,400	8,500	1,400	0,000	0,009
1,300	10,200	1,300	0,000	0,009
1,200	11,900	1,200	0,000	0,009
1,100	13,600	1,100	0,000	0,009
1,000	15,300	1,000	0,000	0,009
0,900	17,000	0,900	0,000	0,009
0,900	17,000	0,900	0,000	0,009
-0,100	35,821	-0,082	0,000	0,009
-0,300	39,574	-0,077	1,962	0,009
-0,600	42,257	-0,069	1,962	0,009
-1,300	48,505	-0,051	1,962	0,009
-2,100	55,627	-0,027	1,962	0,009
-2,100	55,627	-0,027	1,962	0,009
-2,350	56,056	-0,015	1,962	0,005
-2,600	57,437	-0,100	1,962	0,000
-2,600	57,437	-0,100	1,962	0,000
-3,200	63,551	-0,100	1,962	0,000
-3,800	69,665	-0,100	1,962	0,000
-4,400	75,779	-0,100	1,962	0,000
-5,000	81,893	-0,100	1,962	0,000

3.8 Results for Vertical 8 (X = 16,14 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,009
1,800	1,700	1,800	0,000	0,009
1,700	3,400	1,700	0,000	0,009
1,600	5,100	1,600	0,000	0,009
1,500	6,800	1,500	0,000	0,009
1,400	8,500	1,400	0,000	0,009
1,300	10,200	1,300	0,000	0,009
1,200	11,900	1,200	0,000	0,009
1,100	13,600	1,100	0,000	0,009
1,000	15,300	1,000	0,000	0,009
0,900	17,000	0,900	0,000	0,009
0,900	17,000	0,900	0,000	0,009
-0,100	35,828	-0,082	0,000	0,009
-0,250	38,644	-0,079	1,472	0,009
-0,600	41,778	-0,071	1,472	0,009
-1,300	48,033	-0,052	1,472	0,008
-2,100	55,161	-0,030	1,472	0,008
-2,100	55,161	-0,030	1,472	0,008
-2,350	55,593	-0,018	1,472	0,004
-2,600	56,947	-0,100	1,472	0,000
-2,600	56,947	-0,100	1,472	0,000
-3,200	63,060	-0,100	1,472	0,000
-3,800	69,174	-0,100	1,472	0,000
-4,400	75,288	-0,100	1,472	0,000
-5,000	81,403	-0,100	1,472	0,000

3.9 Results for Vertical 9 (X = 23,64 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,008
1,800	1,700	1,800	0,000	0,008
1,700	3,400	1,700	0,000	0,008
1,600	5,100	1,600	0,000	0,008
1,500	6,800	1,500	0,000	0,008
1,400	8,500	1,400	0,000	0,008
1,300	10,200	1,300	0,000	0,008
1,200	11,900	1,200	0,000	0,008
1,100	13,600	1,100	0,000	0,008
1,000	15,300	1,000	0,000	0,008
0,900	17,000	0,900	0,000	0,008
0,900	17,000	0,900	0,000	0,008
-0,100	35,834	-0,083	0,000	0,008
-0,200	37,713	-0,081	0,981	0,008
-0,600	41,299	-0,072	0,981	0,008
-1,300	47,560	-0,054	0,981	0,008
-2,100	54,695	-0,032	0,981	0,008
-2,100	54,695	-0,032	0,981	0,008
-2,350	55,129	-0,021	0,981	0,004
-2,600	56,456	-0,100	0,981	0,000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2,600	56,456	-0,100	0,981	0,000
-3,200	62,570	-0,100	0,981	0,000
-3,800	68,684	-0,100	0,981	0,000
-4,400	74,798	-0,100	0,981	0,000
-5,000	80,912	-0,100	0,981	0,000

3.10 Results for Vertical 10 (X = 29,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,008
1,800	1,700	1,800	0,000	0,008
1,700	3,400	1,700	0,000	0,008
1,600	5,100	1,600	0,000	0,008
1,500	6,800	1,500	0,000	0,008
1,400	8,500	1,400	0,000	0,008
1,300	10,200	1,300	0,000	0,008
1,200	11,900	1,200	0,000	0,008
1,100	13,600	1,100	0,000	0,008
1,000	15,300	1,000	0,000	0,008
0,900	17,000	0,900	0,000	0,008
0,900	17,000	0,900	0,000	0,008
-0,100	35,837	-0,083	0,000	0,008
-0,179	37,320	-0,082	0,774	0,008
-0,600	41,096	-0,072	0,774	0,008
-1,300	47,360	-0,055	0,774	0,008
-2,100	54,499	-0,033	0,774	0,008
-2,100	54,499	-0,033	0,774	0,008
-2,350	54,934	-0,022	0,774	0,004
-2,600	56,249	-0,100	0,774	0,000
-2,600	56,249	-0,100	0,774	0,000
-3,200	62,363	-0,100	0,774	0,000
-3,800	68,477	-0,100	0,774	0,000
-4,400	74,591	-0,100	0,774	0,000
-5,000	80,705	-0,100	0,774	0,000

3.11 Results for Vertical 11 (X = 36,35 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,008
1,800	1,700	1,800	0,000	0,008
1,700	3,400	1,700	0,000	0,008
1,600	5,100	1,600	0,000	0,008
1,500	6,800	1,500	0,000	0,008
1,400	8,500	1,400	0,000	0,008
1,300	10,200	1,300	0,000	0,008
1,200	11,900	1,200	0,000	0,008
1,100	13,600	1,100	0,000	0,008
1,000	15,300	1,000	0,000	0,008
0,900	17,000	0,900	0,000	0,008
0,900	17,000	0,900	0,000	0,008

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-0,100	35,840	-0,084	0,000	0,008
-0,150	36,780	-0,083	0,490	0,008
-0,600	40,819	-0,073	0,490	0,008
-1,300	47,086	-0,056	0,490	0,007
-2,100	54,229	-0,035	0,490	0,007
-2,100	54,229	-0,035	0,490	0,007
-2,350	54,666	-0,023	0,490	0,004
-2,600	55,965	-0,100	0,490	0,000
-2,600	55,966	-0,100	0,490	0,000
-3,200	62,080	-0,100	0,490	0,000
-3,800	68,194	-0,100	0,490	0,000
-4,400	74,308	-0,100	0,490	0,000
-5,000	80,421	-0,100	0,490	0,000

3.12 Results for Vertical 12 (X = 40,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,007
1,800	1,700	1,800	0,000	0,007
1,700	3,400	1,700	0,000	0,007
1,600	5,100	1,600	0,000	0,007
1,500	6,800	1,500	0,000	0,007
1,400	8,500	1,400	0,000	0,007
1,300	10,200	1,300	0,000	0,007
1,200	11,900	1,200	0,000	0,007
1,100	13,600	1,100	0,000	0,007
1,000	15,300	1,000	0,000	0,007
0,900	17,000	0,900	0,000	0,007
0,900	17,000	0,900	0,000	0,007
-0,100	35,842	-0,084	0,000	0,007
-0,140	36,593	-0,083	0,392	0,007
-0,600	40,723	-0,073	0,392	0,007
-1,300	46,991	-0,056	0,392	0,007
-2,100	54,135	-0,035	0,392	0,007
-2,100	54,135	-0,035	0,392	0,007
-2,350	54,573	-0,024	0,392	0,004
-2,600	55,867	-0,100	0,392	0,000
-2,600	55,868	-0,100	0,392	0,000
-3,200	61,981	-0,100	0,392	0,000
-3,800	68,095	-0,100	0,392	0,000
-4,400	74,209	-0,100	0,392	0,000
-5,000	80,323	-0,100	0,392	0,000

3.13 Results for Vertical 13 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,900	0,001	1,900	0,000	0,007
1,800	1,700	1,800	0,000	0,007
1,700	3,400	1,700	0,000	0,007
1,600	5,100	1,600	0,000	0,007

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,500	6,800	1,500	0,000	0,007
1,400	8,500	1,400	0,000	0,007
1,300	10,200	1,300	0,000	0,007
1,200	11,900	1,200	0,000	0,007
1,100	13,600	1,100	0,000	0,007
1,000	15,300	1,000	0,000	0,007
0,900	17,000	0,900	0,000	0,007
0,900	17,000	0,900	0,000	0,007
-0,100	35,844	-0,084	0,000	0,007
-0,120	36,220	-0,084	0,196	0,007
-0,600	40,531	-0,073	0,196	0,007
-1,300	46,802	-0,057	0,196	0,007
-2,100	53,949	-0,036	0,196	0,007
-2,100	53,949	-0,036	0,196	0,007
-2,350	54,387	-0,025	0,196	0,004
-2,600	55,671	-0,100	0,196	0,000
-2,600	55,671	-0,100	0,196	0,000
-3,200	61,785	-0,100	0,196	0,000
-3,800	67,899	-0,100	0,196	0,000
-4,400	74,013	-0,100	0,196	0,000
-5,000	80,127	-0,100	0,196	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	1,50	0,00	1,90	0,012
2	4,20	0,00	1,90	0,011
3	5,05	0,00	1,90	0,011
4	6,33	0,00	1,90	0,010
5	6,80	0,00	1,90	0,010
6	8,15	0,00	1,90	0,010
7	11,27	0,00	1,90	0,009
8	16,14	0,00	1,90	0,009
9	23,64	0,00	1,90	0,008
10	29,00	0,00	1,90	0,008
11	36,35	0,00	1,90	0,008
12	40,00	0,00	1,90	0,007
13	50,00	0,00	1,90	0,007

5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 If multiple layers, that are designated as 'drained' in the 'Materials' window, are used in the subsurface schematisation, the (effective) stresses in these layers are immediately adapted to the water pressure in the layer to which the Water Loads are applied if that layer is also designated as a drained layer. For more information, the user manual can be consulted.

End of Report

Bijlage 4 Uitvoer CruxRisk

CruxRisk Rapportage



CRUX

1. Algemene projectinformatie

Projectnummer	21484
Projectnaam	Rioolrenovatie Kanaalweg
Locatie	Utrecht
Onderdeel	Doorsnede 4, Kanaalweg 36
Fase	
Opsteller	vin
Datum	21-01-2022
Opmerkingen	NT21484a3 doorsnede 4, zet004a
Bestandsnaam	P:\211xx\21484 Utrecht adv riool Kanaalstraat vv\04 REK\RSK\rsk002 zet004a 10d.crux

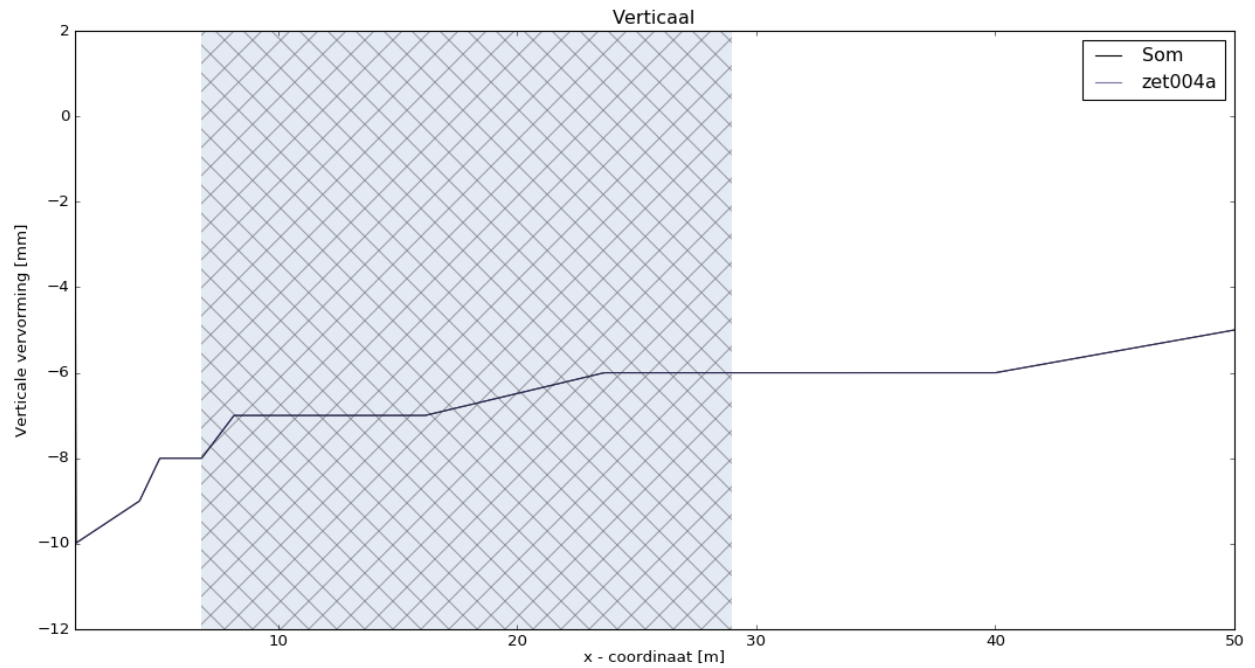
2. Pand informatie

X Voorkant	6.80 m
X Achterkant	29.00 m
Lengte	22.20 m
Hoogte	9.00 m

3. Resultaten

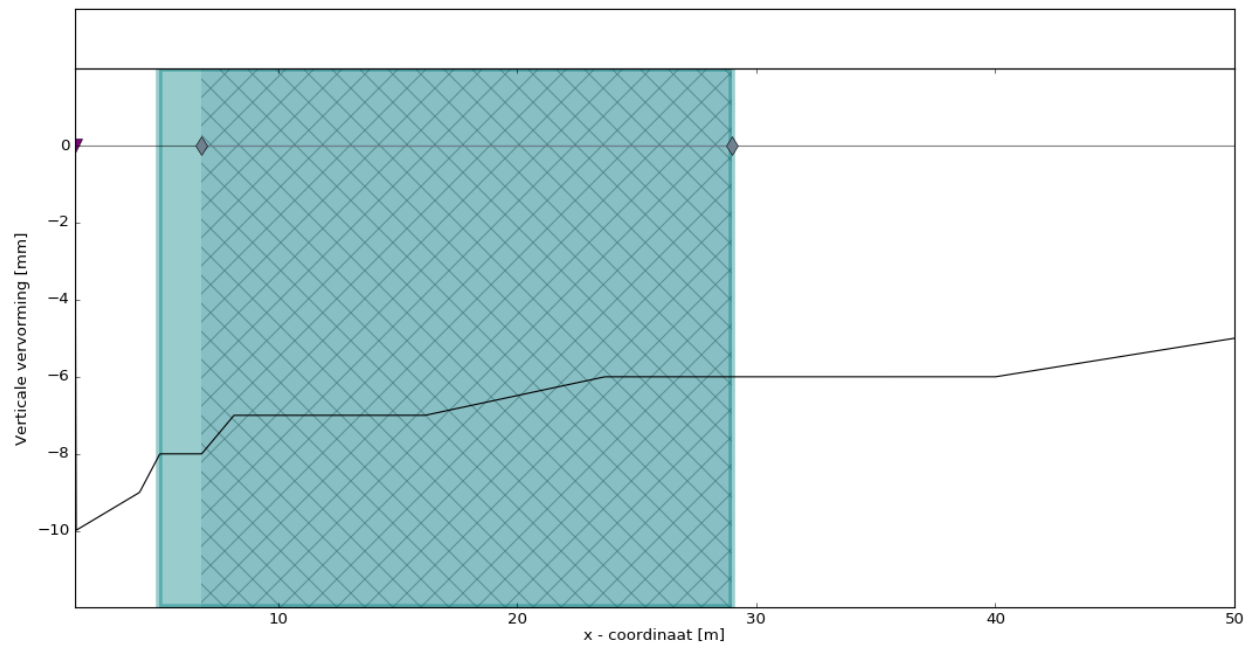
3.1. Verticale vervormingen

3.1.1. Dataseries

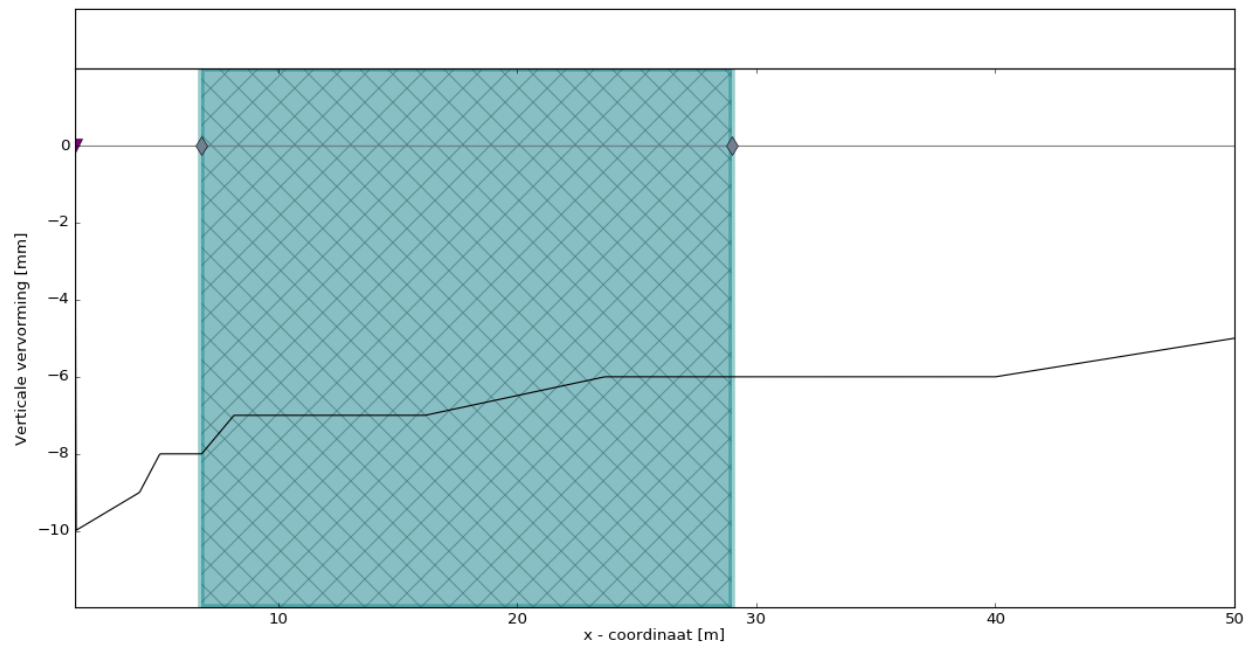


3.1.2. Secties

Sectie 1



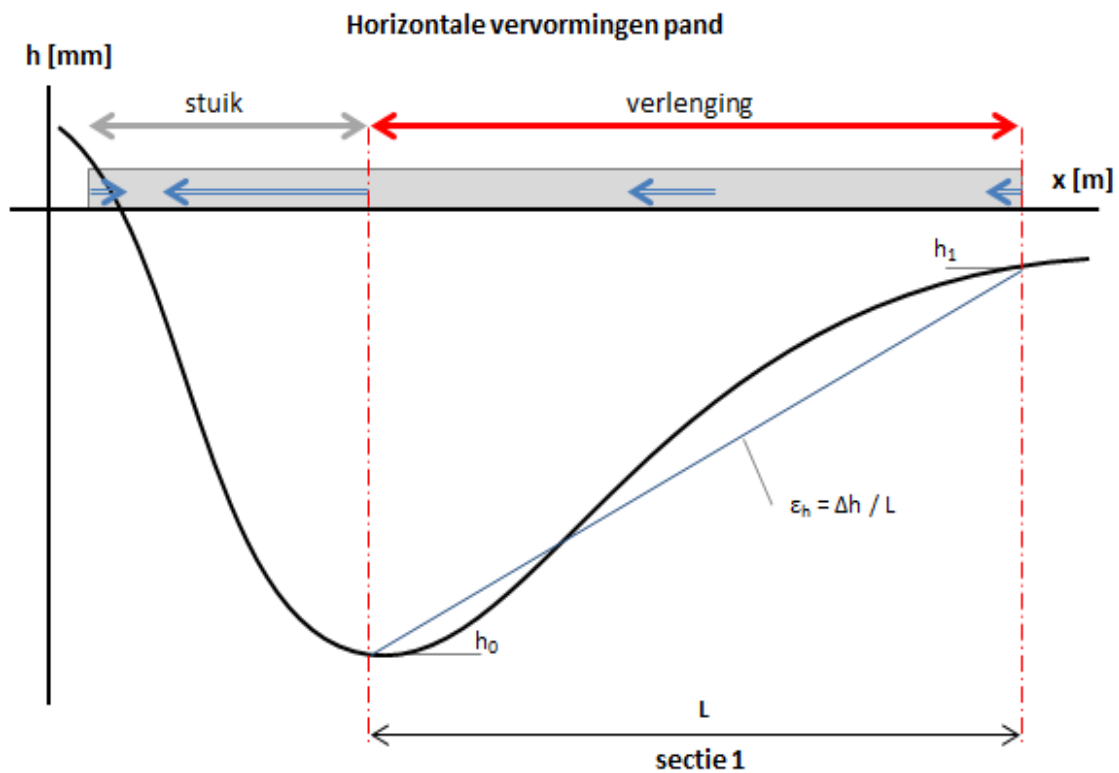
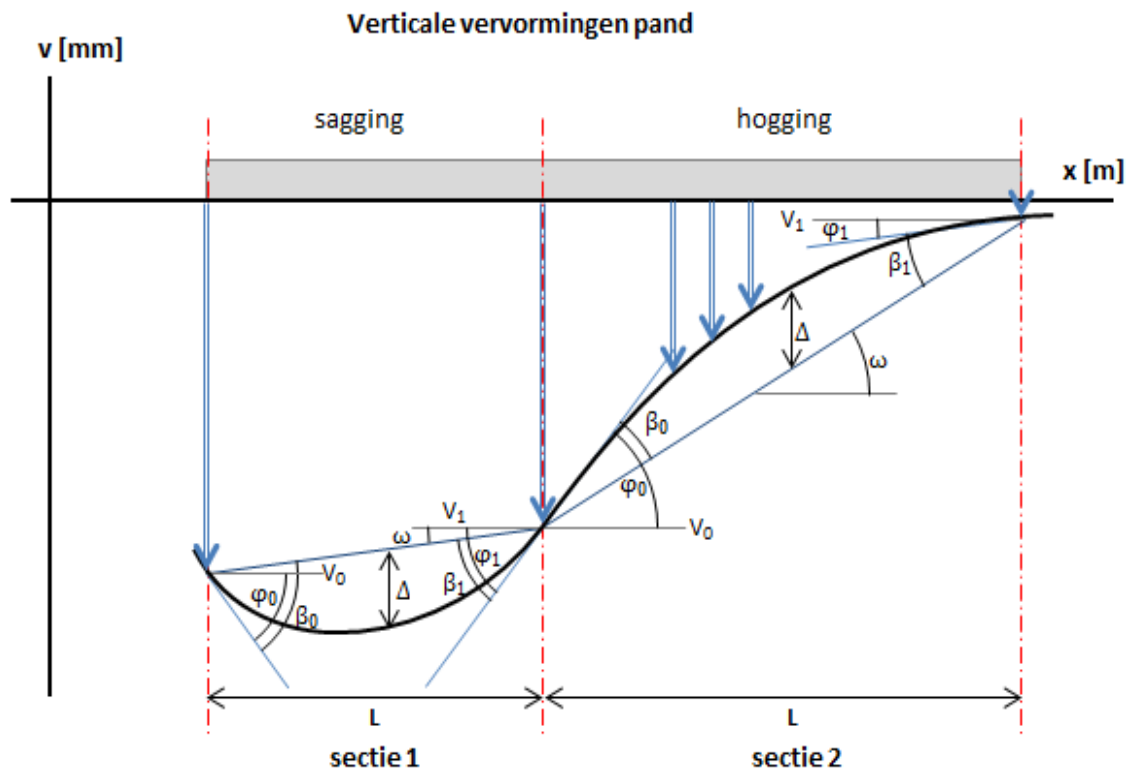
Sectie 2



3.2. Sectieresultaten

Parameter	Sectie 1	Sectie 2
Type	Hogging	Hogging
X_0	5.00 m	6.80 m
X_1	29.00 m	29.00 m
Lengte	24.00 m	22.20 m
L/H	2.7	2.5
v_0	-8.1 mm	-8.0 mm
v_1	-6.0 mm	-6.0 mm
Δv	2 mm	2 mm
ϕ_0	1:850	1:1871
ϕ_1	1:∞	1:∞
ω	1:11657	1:11140
β_0	1:917	1:2248
β_1	1:11657	1:11140
β^{gem}	1:1700	1:3741
Δ	0.8 mm	0.9 mm
Δ/L	0.000033	0.000039
$\varepsilon_b(\Delta/L)$	0.0053 %	0.0062 %
$\varepsilon_d(\beta^{\text{gem}})$	0.0198 %	0.0096 %
$\varepsilon_d(\beta^{\text{max}})$	0.0368 %	0.0161 %
ε^{hor} (mits ≥ 0)	0.0000 %	0.0000 %
$\varepsilon_b^{\text{tot}}(\Delta/L)$	0.0053 %	0.0062 %
$\varepsilon_d^{\text{tot}}(\beta)$	0.0368 % (max)	0.0096 % (gem)
ε^{tot}	0.0368 %	0.0096 %
Schade klasse	Verwaarloosbaar	Verwaarloosbaar

Appendix A: Definitie vervormingen en hoeken



Appendix B: Grenswaarden schade

Schadeklasse	Grenswaarden
Verwaarloosbaar	0.000 - 0.050 %
Zeer licht	0.050 - 0.075 %
Licht	0.075 - 0.150 %
Matig	0.150 - 0.300 %
Ernstig tot zeer ernstig	>0.300 %

Bijlage 5: Monitoringsplan zettingen Crux

Stadsingenieurs Utrecht
E. van Haren
Postbus 8375
3503 Utrecht

CRUX Engineering BV
Pedro de Medinalaan 3c
NL-1086 XK Amsterdam

+31(0)20 494 30 70
info@cruxbv.nl

cruxbv.nl

Notitie

1 Inleiding

1.1 Monitoringsplan

Voorliggend rapport is het monitoringsplan voor de bemaling van de rioleringswerkzaamheden in de Kanaalstraat (fase 1) en Damstaart (fase 2) in Utrecht. Het monitoringsplan is opgesteld door CRUX Engineering BV (hierna CRUX) in opdracht van de gemeente Utrecht. Aan dit rapport ligt de risicoanalyse van de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling ten grondslag dat door CRUX is opgesteld (ref. [1]). Dit monitoringsplan zal onderdeel uitmaken van het overkoepelende monitoringsplan dat door de gemeente wordt opgesteld.

Het monitoringsplan is een belangrijk instrument om de risico's van schade in de omgeving als gevolg van de bemaling te beperken en te beheersen. Het monitoringsplan beschrijft de werkwijze voor het uitvoeren, toetsen en beoordelen van de metingen. Hierdoor worden afwijkingen ten opzichte van het ontwerp op tijd opgemerkt en kunnen maatregelen worden genomen. Ook risico's met betrekking tot de voortgang van het bouwproces worden door het monitoringsplan gereduceerd. Het werken aan de hand van het monitoringsplan komt ten goede aan de veiligheid, kosten en tijd. Tevens vormt het monitoringsplan de input voor het werkplan monitoring van de uitvoerende partij.

Dit rapport behandelt de monitoring van:

- Zettingen ter plaatse van belendende bebouwing
- Grondwaterstandsverlagingen in de omgeving.

Het monitoringsplan bevat de specificaties voor:

- Bouwkundige vooropnamen
- Hoogtemetingen (z-richting) belendende panden
- Peilbuismetingen
- Communicatie en procesbewaking

De monitoring dient te worden uitgevoerd door één of meer onafhankelijke deskundige meetbedrijven.

Er moet rekening mee gehouden worden dat het monitoringsplan in werking treedt vóórdat de bouwwerkzaamheden starten: de bouwkundige opnames en

Onderwerp

Monitoringsplan
rioleringswerkzaamheden
Kanaalstraat & Damstraat
Utrecht

Projectnummer

21484

Ons kenmerk

NT21484b2

Versie

2

Datum

8 februari 2022

Pagina's

14

Opgesteld

ir. D. Vink

Gecontroleerd

ir. ing. M. de Koning

Vrijgave

ing. A.T. Balder

Bijlagen

Geen bijlagen

Formulier

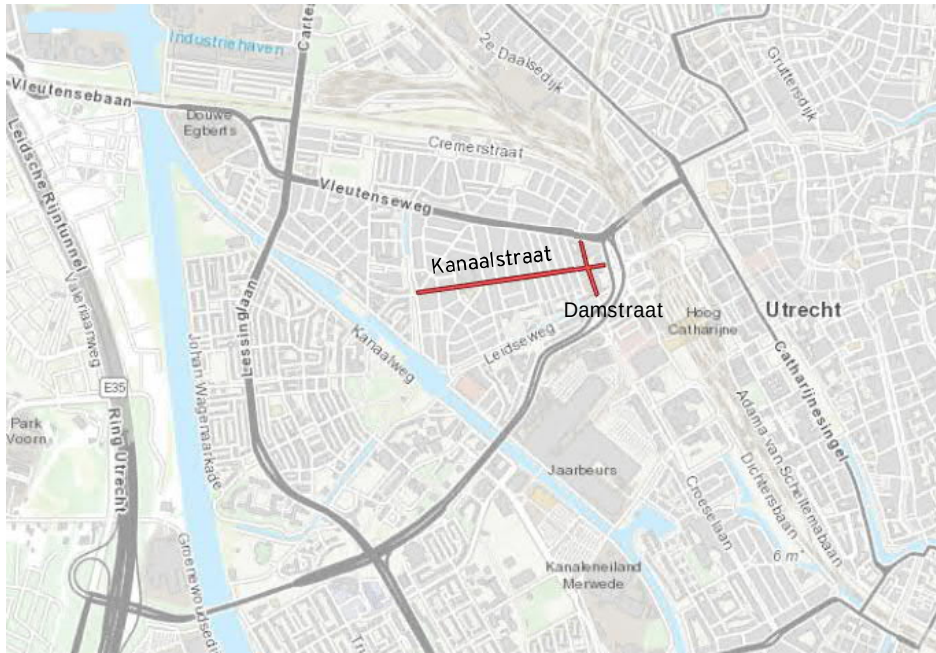
NT-010

de nulmetingen moeten op iedere locatie langs het werk ruim van tevoren gereed zijn voordat de eerste werkzaamheden daar worden uitgevoerd.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
NT21484b2

Pagina
2/14



Figuur 1 Projectlocatie

Tabel 1 Versiegeschiedenis

Versie	Toelichting	Datum
1	1 ^e uitgave	21-1-2022
2		
3		

1.2 Projectbeschrijving

De projectlocatie ligt ten westen van het Centraal Station Utrecht. De Kanaalstraat is circa 800m lang en de Damstraat 200m, zie Figuur 1. De riolering wordt gerenoveerd door middel van een sleuf met een bemaling. Volgens telefonische opgave is de uitvoering van het werk gepland van september 2022 tot december 2023. Het plan is om elke week een strekking van circa 25m uit te voeren.

2 Uitgangspunten

2.1 Referenties

- [1] CRUX Engineering bv, notitie *Zettingen door bemaling Kanaalstraat en Damstraat Utrecht*, kenmerk NT21484a2, d.d. 21-01-2022.
- [2] webkaart.provincie-utrecht.nl.
- [3] Gemeente Utrecht, tekening *GLG verlagingscontouren fase-1, Kanaalstraat* IPvEFO, 330.0141, 9-11-2021.
- [4] Gemeente Utrecht, tekening *GLG verlagingscontouren fase-2, Damstraat* IPvEFO, 330.0141, 9-11-2021.
- [5] Stadsingenieurs, *Bemalingsadvies rioolvervanging Kanaalstraat en Damstraat*, 330.0141, 15-11-2021.

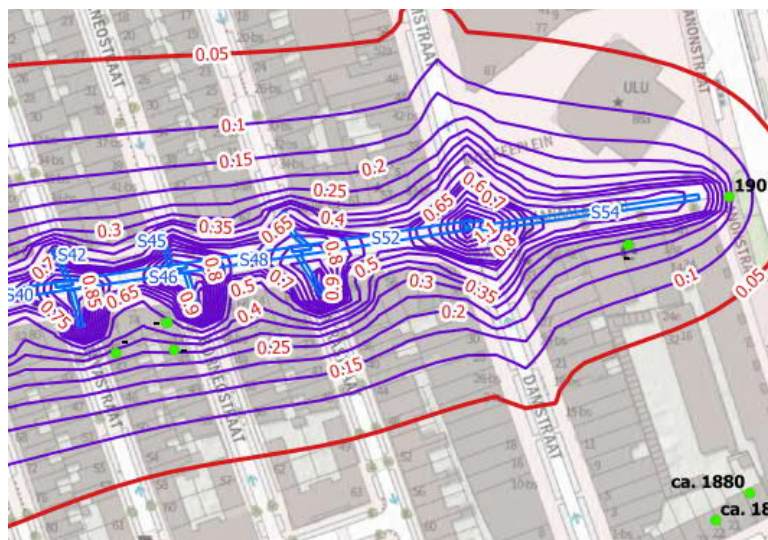
2.2 Belendingen

2.2.1 Belendende panden

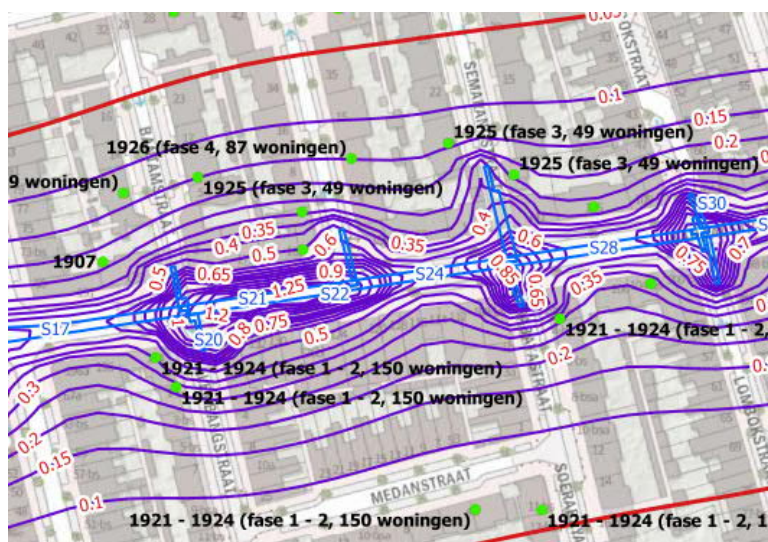
Het merendeel van de panden is gebouwd tussen circa 1910 en 1930 [2], zie Figuur 2, en zijn gefundeerd op staal (=geen palen). In Figuur 3 tot en met Figuur 5 zijn de verlagingscontouren t.g.v. de bemalingswerkzaamheden weergegeven (ref. [3]) en zijn de panden met een monumentale status aangegeven met een groene stip. De adressen van deze monumentale panden zijn samengevat in Tabel 2.



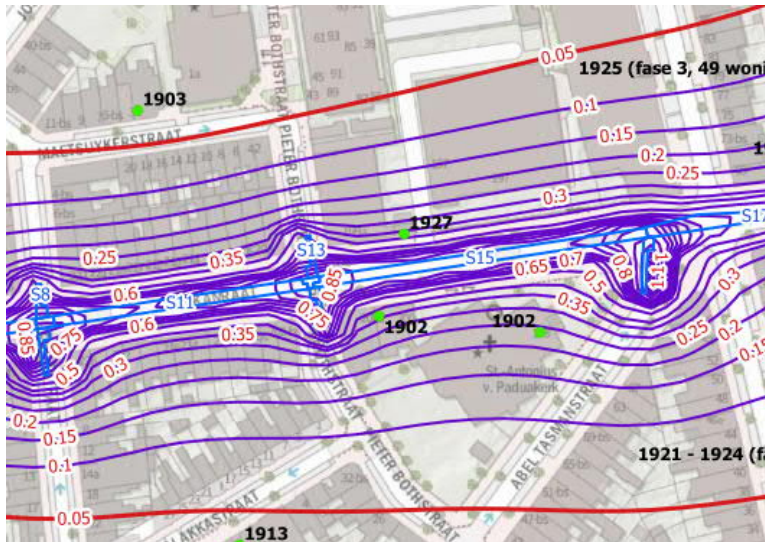
Figuur 2 Panden per bouwjaar [2]



Figuur 3 Panden Kanaalstraat 36, 70-76; Borneostraat 43, Javastraat 40 met monumentale status binnen invloedsgebied bemaling [3]



Figuur 4 Panden in Kanaalstraat 100 - 196 tussen de J.P. Coenstraat en de Lombokstraat met monumentale status binnen invloedsgebied bemaling [3]



Figuur 5 Panden nabij Kanaalstraat 197 – 200 met monumentale status binnen invloedsgebied bemaling [3]

Tabel 2 Monumentale panden

Adres
Kanaalstraat 36
Borneostraat 43
Kanaalstraat 70 t/m 76
Javastraat 40
Kanaalstraat 100 - 106
Soerabayastraat 2
Kanaalstraat 131 - 173
Palembangstraat 1
Kanaalstraat 196
Kanaalstaat 197
Kanaalstaat 199
Kanaalstraat 198-200, 200A

2.2.2 Kabels en leidingen

Diverse kabels en leidingen zijn aanwezig in de Kanaalstraat. Geadviseerd wordt om zo spoedig mogelijk met kabels- en leidingbeheerders af te stemmen welke kabels en leidingen tijdens de werkzaamheden in gebruik zijn en welke vervorming acceptabel is. Daarna kan besloten worden hoe kabels en leidingen gemonitord worden en welke signalerings- en interventiewaarden moeten worden aangehouden tijdens de monitoring.

3 Bouwkundige opnamen

Geadviseerd om de staat van de belendende panden met een bouwkundige opname vast te leggen op het moment dat de panden zich nog buiten het invloedsgebied van de werkzaamheden bevinden. Aan de hand van de

bouwkundige opname kunnen vermeende schades aan panden als gevolg van de renovatiewerkzaamheden achteraf op juistheid worden beoordeeld. De bouwkundige opnamen dienen te worden uitgevoerd door een onafhankelijk bedrijf. Het rapport met de bouwkundige opnames moet voor start van de werkzaamheden te worden gedeponneerd bij de notaris of anderszins (digitaal) vastgelegd.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
NT21484b2

Pagina
5/14

De bouwkundige opname dient een maand voordat de werkzaamheden volgens planning de locatie bereiken gemaakt te worden. De opnames lopen dus vooruit op het werk. Met een maand tijd tussen de opname en de werkzaamheden is de opname enerzijds voldoende kort van te voren gemaakt en anderzijds voldoende ver van de werkzaamheden vandaan zodat er geen beïnvloeding is. Geadviseerd wordt om een opname van het exterieur te maken van alle direct aanliggende panden en van de panden in de zijstraten tot 30m afstand van de sleuf. Zichtbare schade wordt fotografisch vastgelegd en beschreven in een logboek.

Idealiter zou ook een opname van het interieur gemaakt moeten worden. Het wordt hierbij aan de beoordeling van de gemeente overgelaten in hoeverre opnamen van het interieur gemaakt worden. Om binnenshuis opnamen te kunnen maken moet eerst contact gezocht worden met eigenaren en bewoners.

4 Hoogtemetingen

4.1 Locaties

Hoogtemetingen worden uitgevoerd aan de openbaar bereikbare gevels van de panden door middel van meetbouten. Met betrekking tot het monitoren van kabels en leidingen moet eerst overleg gevoerd worden met de eigenaren of beheerders van de kabels en leidingen.

De meetbouten aan de belenden panden dienen vóór aanvang van de bouwwerkzaamheden te worden bevestigd. Desgewenst kan het aanbrengen van de hoogtebouten meelopen met de voortgang van het werk. De bouten worden in dat geval 1 maand van tevoren aangebracht en ingemeten (nulmeting). Door 1 maand aan te houden zullen de belendingen nog buiten de invloedszone van de werkzaamheden vallen en is de meting een geldige nulmeting.

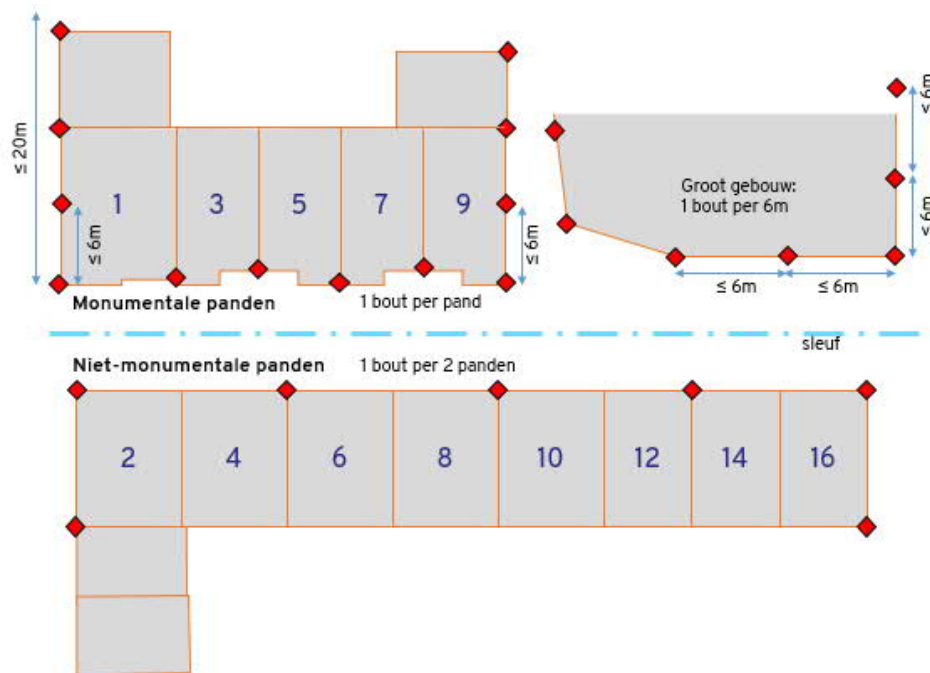
Voor de belendende panden wordt onderscheid gemaakt tussen de monumentale panden (Tabel 2) en de overige panden. Voorgesteld wordt om monumentale panden te voorzien van minimaal 1 hoogtebout per 6m. Voor panden in een rijtje waarvan de breedte vaak kleiner dan 6m zal zijn, wordt dit 1 hoogtebout per pand. De hoogtebouten moeten bij voorkeur aangebracht worden in het verlengde van de tussenmuur tussen twee panden, of op de hoekpunten van een pand. Voor de niet-monumentale panden wordt voorgesteld 1 meetbout per 2 panden aan te brengen, zie Figuur 6. Bij zijstraten worden de hoogteboutjes op de hoeken aangebracht. In de zijstraat worden boutjes bij monumentale panden tot 20m uit de hoek aangebracht. Bij niet-monumentale panden wordt in de zijstraat nog 1 meetbout aangebracht op de hoek aan de achterzijde van het pand. Dit is weergegeven in Figuur 6.

Dit is een voorstel naar aanleiding van telefonisch overleg met de gemeente. Wanneer de gemeente volledige zekerheid wil in verband met schadeclaims, zou ieder pand ingemeten moeten worden.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

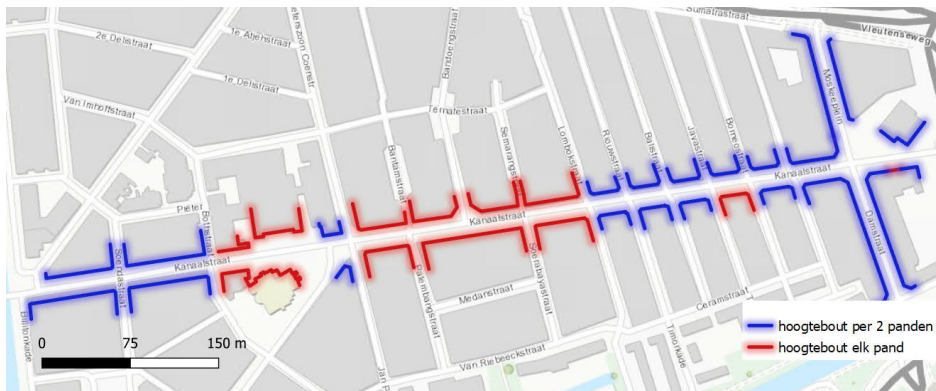
Ons kenmerk
NT21484b2

Pagina
6/14



Figuur 6 Hoogtebouten aan monumentale (bovenste) en niet-monumentale (onderste) panden

De gevels langs het tracé waar de hoogtebouten worden aangebracht zijn getekend in Figuur 7.



Figuur 7 Situatie locaties hoogtemetingen

Met een nauwkeurigheidswaterpassing moet de hoogte van de meetbouten ten opzichte van NAP worden ingemeten. De hoogtemetingen dienen zodanig aan meerdere stabiele referentiepunten in de omgeving te worden gerelateerd, dat de vereiste meetnauwkeurigheid van +/- 0,5mm wordt gewaarborgd.

In verband met de praktische invulling en restricties van de locatiekeuze van de meetbouten is een geringe variatie van de voorgestelde afstanden toegestaan. Voor de toegankelijkheid van de meetbouten via particulier terrein is toestemming van de eigenaren vereist. De toestemming van huiseigenaren voor het aanbrengen van meetbouten dient door de opdrachtgever te worden verzorgd.



Figuur 8 Voorbeeld hoogtemeetbout

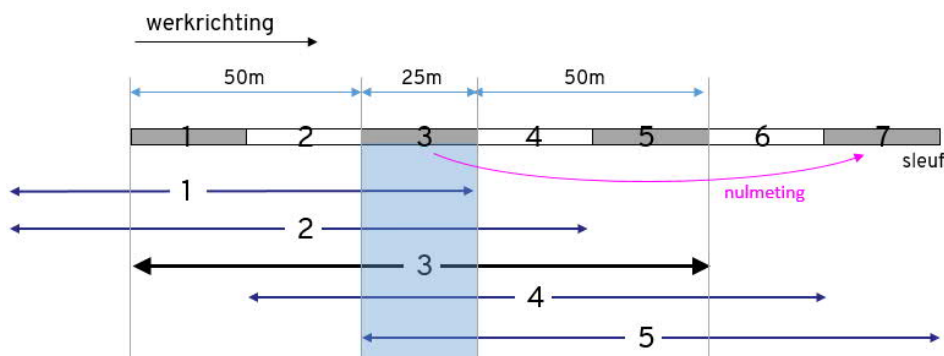
4.2 Meetfrequentie

Voorafgaand aan de werkzaamheden wordt door de monitoringsaannemer minimaal één nulmeting uitgevoerd. De nulmeting loopt vooruit op het werk namelijk 1 maand van tevoren. Deze meting dient als referentie voor de vervolgmetingen.

Voorgesteld wordt om herhalingsmetingen uit te voeren bij hoogtebouten die zich op minder dan 50m afstand bevinden van het tracédeel dat bemalen wordt. De meetmomenten zijn:

- bij start bemaling van het tracédeel
- na 2 dagen bemalen
- na 4 dagen bemalen

Voor elk tracédeel van 25m dat bemalen wordt, wordt over een lengte van circa 125m gemeten. Dit betekent dat 50m voor het betreffende tracédeel begonnen wordt en 50m erna gestopt wordt met meten. Doordat de meetlengtes elkaar overlappen wordt elk punt in 5 rondes gemeten. Dit is geschetst in Figuur 9. Bijvoorbeeld deel 3 wordt voor het eerst gemeten wanneer gewerkt wordt in deel 1 en voor het laatst wanneer gewerkt wordt in deel 5. Of anders gezegd: wanneer in deel 3 gewerkt wordt, worden delen 1 tot en met 5 gemeten. En, wanneer gewerkt wordt in deel 3 dan wordt de nulmetingen in deel 7 uitgevoerd. Dit is met als uitgangspunt 25m voortgang per week.



Figuur 9 Hoogtemetingen links en rechts van sectie waar gewerkt wordt

Daarnaast worden *aanvullende* herhalingsmetingen uitgevoerd als daar met betrekking tot het verloop van de metingen aanleiding toe bestaat. Deze aanvullende herhalingsmetingen worden aangewezen door de bouwdirectie. De uitgewerkte meetresultaten dienen op de eerstvolgende dag na de meting aan de projectleiding te worden aangeleverd.

4.3 Toetsing

Na iedere herhalingsmeting wordt het verschil van de meting ten opzichte van de nulmeting getoetst aan de signaal- en interventiewaarde. Overschrijding van de signaleringswaarde dient gemeld te worden. Er mag bij een overschrijding van de signaleringswaarde wel doorgedaan worden met het werk. Mogelijk wordt besloten de meetfrequentie op te voeren. Indien de interventiewaarde is bereikt dan dient dit gemeld te worden en moet het werk stilgelegd worden. In overleg met de adviseur wordt een analyse van de metingen uitgevoerd en vervolgstappen gedefinieerd om het werk al dan niet na het nemen van aanvullende maatregelen te kunnen hervatten.

Bij de interpretatie van de metingen moet rekening worden gehouden met de meetnauwkeurigheid (minimaal +/- 0,5 mm voor nauwkeurigheidswaterpassingen), het natuurlijke zettingsgedrag en de seizoensgebonden temperatuursinvloeden (zakingsverschil tussen warme en koude dagen).

De aan te houden signaal- en interventiewaarden van de hoogtemetingen zijn weergegeven in Tabel 3. De gemeten zakking in een punt ten opzichte van de nulmeting hoort beneden de waarden in de tabel te liggen.

Tabel 3 Signaal- en interventiewaarden hoogtebuiten

Signalerings- waarde [mm]	Interventie- waarde [mm]
7	10

4.4 Protocol monitoring hoogtemeetbuiten

De volgende werkwijze voor de uitvoering en toetsing van de monitoring van de hoogtemeetbuiten wordt gevolgd:

1. Uitvoeren van nulmeting.
2. Herhalingsmetingen (paragraaf 4.2)
3. Levering van de meetresultaten aan de projectleiding binnen 1 dag na meting.

4. Toetsing van de metingen aan de signalerings- en interventiewaarden:
 - a. geen overschrijdingen = geen actie vereist.
 - b. overschrijding alleen signaleringswaarde = melden, beslissing over inlassen extra metingen.
 - c. overschrijden interventiewaarde = melden en bemaling onderbreken totdat analyse is gemaakt en eventuele maatregelen vastgesteld.

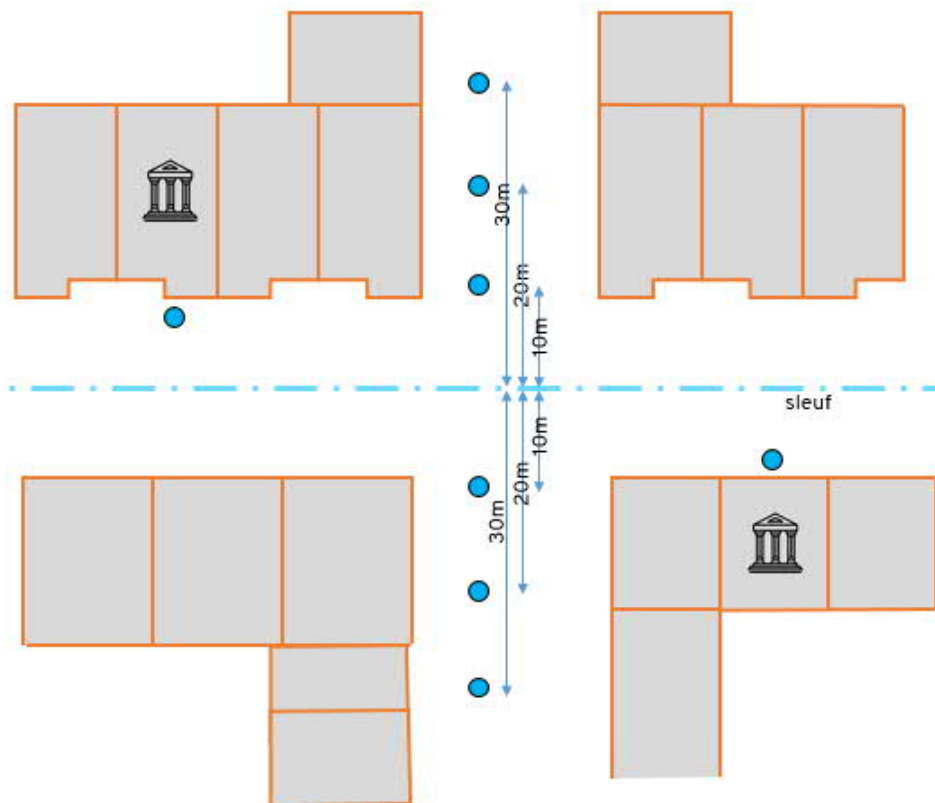
5 Peilbuismetingen

5.1 Inleiding

Ten tijde van de bemaling dient het grondwater gemonitord te worden, zodat het effect van de bemaling op de grondwaterstanden inzichtelijk gemaakt kan worden. Op deze manier kunnen grondwaterverlagingen vervolgens getoetst worden aan de verwachtingswaardes volgens het bemalingsadvies [4]. Deze verwachtingswaardes worden ook gebruikt voor de toetsing van omgevingseffecten. Op deze manier kunnen de omgevingseffecten als gevolg van de bemaling gemonitord worden, zodat het risico van het omgevingseffect beperkt blijft.

5.2 Locatie meetpunten

Om de invloed van de bemaling inzichtelijk te maken, wordt de freatische grondwaterstand met peilbuizen gemonitord. Peilbuizen worden in raaien geplaatst in de zijstraten dwars op de sleuf. De raaien reiken aan weerszijden tot 30m in de zijstraten. Verder wordt voorgesteld peilbuizen te plaatsen vlak bij de gevel van monumentale panden. Zie principeschets in Figuur 10.



Figuur 10 Principe raai peilmeetbuizen

5.3 Meetfrequentie

Minimaal 2 maanden voordat de bemaling start dient begonnen te worden met het meten van de grondwaterstand zodat een goede nulsituatie wordt verkregen. De metingen worden bij voorkeur uitgevoerd met automatische loggers. Op basis hiervan is het mogelijk om tijdens de werkzaamheden rekening te houden met natuurlijke fluctuaties in de grondwaterstanden.

De minimale meetfrequentie voor de peilbuizen bedraagt 1 meting per werkdag. Indien gebruik wordt gemaakt van automatische loggers, wordt geadviseerd om de meetfrequentie in te stellen op 1 maal per uur.

5.4 Filterdiepte

Voor de monitoring van de freatische grondwaterstand is de filterstelling van de peilbuis bij voorkeur aan de onderzijde van de zandige toplaag mits dit niveau verzadigd is. Wanneer het waterpeil zich onder de zandige toplaag bevindt dan kan het filter in de zandlaag onder de kleilaag geplaatst worden. Dan wordt echter niet de freatische grondwaterstand gemeten maar het spanningswater dat bemalen wordt. De opsteller van het bemalingsplan dient op basis van het bemalingsplan de signaal- en interventiewaarden per locatie vast te stellen.

5.5 Signaal- en interventiewaarden

Voor peilbuizen ter hoogte van de voorgevels zijn de aan te houden signaal- en interventiewaarde in het freatisch vlak respectievelijk NAP-40cm en NAP-50cm. Voor peilbuizen op 30m afstand is dit NAP-15cm en NAP-25cm. De waarden zijn gebaseerd op de tekening met peilverlaging ten opzichte van GLG [3] en [4]. Voor filters die in de onderliggende zandlaag zijn geplaatst, zie vorige paragraaf, dient de geohydroloog die het bemalingsplan heeft opgesteld de grenswaarden te bepalen.

Signaleringswaarde

Bij een overschrijding van de signaleringswaarde dient het resultaat van de bemaling getoetst te worden in samenspraak met een geohydrologisch adviseur. Uit deze toetsing moet duidelijk worden of de overschrijding een logische verklaring heeft, of dat er een onverwacht proces plaats vindt. Tevens dient een prognose gemaakt te worden in hoeverre de bemaling verantwoord uitgevoerd kan worden.

Interventiewaarde

Bij overschrijding van de interventiewaarde wordt in overleg met de geohydrologisch adviseur besloten of mitigerende maatregelen genomen moeten worden en welke dat zijn om de omgevingseffecten te minimaliseren. Bij overschrijding dient ook een hoogtemeting van de nabijgelegen panden uitgevoerd te worden.

6 Communicatie en procesbewaking

6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden procedures aangegeven voor de communicatie en interpretatie van de monitoringsresultaten.

Het doel van dit hoofdstuk is, dat voor betrokken partijen duidelijk vastgelegd is hoe de informatiestromen over de monitoringsresultaten lopen en hoe de beoordeling van de monitoringsdata plaatsvindt, zodat de bewaking van de omgevingsbeïnvloeding tijdens de uitvoering efficiënt en zorgvuldig wordt uitgevoerd en het project uit oogpunt van risicobeheersing van de omgeving optimaal wordt bewaakt.

6.2 Startoverleg

Voor aanvang van de bouwwerkzaamheden wordt een overleg over de monitoring plaats waarbij betrokken partijen over de invulling en functie van de monitoring worden geïnformeerd. Bij dit overleg dienen de volgende partijen te zijn vertegenwoordigd:

- Hoofdaannemer
- Indien van toepassing de partij die bemaling uitvoert
- Onderaannemer monitoring
- Opdrachtgever
- Optioneel CAR-verzekeraar

De uitnodiging voor dit overleg wordt geïnitieerd door de opdrachtgever / hoofdaannemer.

6.3 Bewaking en communicatie meetdata

De onderaannemer van de monitoring dient ervoor te zorgen, dat de vereiste data wordt gegenereerd conform de specificaties en momenten zoals aangegeven in dit monitoringsplan. Bij iedere meting worden door de monitoringsaannemer tevens meerdere overzichtsfoto's van de bouwlocatie meegeleverd, zodat duidelijk is vastgelegd hoe de situatie was en welke bouwwerkzaamheden gaande waren op het moment van de meting.

De meetresultaten van de handmatige metingen dienen op de eerstvolgende dag na uitvoering van de meting door de monitoringsaannemer digitaal via de mail aan alle betrokkenen te worden verstuurd en te worden getoetst aan de in dit rapport gestelde signaal- en interventiewaarden. De beoordeling en toetsing aan de signaal- en interventiewaarden uit het monitoringsplan worden vervolgens, indien nodig voorzien van toelichtingen, op uiterlijk de daaropvolgende dag ter informatie per e-mail doorgestuurd aan de overige betrokkene partijen.

Het formulier voor de gegevens van de contactpersonen van alle betrokken partijen is weergegeven Tabel 4.

Tabel 4 Contactgegevens

Bedrijf	Contactpersoon / functie	Mobiele telefoon	E-mail
Monitoringsaannemer			
Adviseur			
Aannemer			
Opdrachtgever			
CAR-verzekeraar			

6.4 Aansturing van de monitoringsaannemer

De monitoringsaannemer dient een werkplan op te stellen met dit monitoringsplan als input. De monitoringscoördinator van de hoofdaannemer dient de monitoringsaannemer te informeren over de voortgang van de uitvoering in relatie tot de vooraf vastgestelde meetmomenten, zodat de monitoringsaannemer op de juiste momenten aanwezig is op het werk om de herhalingsmetingen uit te kunnen voeren.

6.5 Procesbewaking uitvoering m.b.t. ontwikkeling van meetdata

Doelstelling van het monitoren tijdens de uitvoering is het beschikbaar hebben van meetdata in verschillende stadia van de uitvoering met betrekking vervormingen, trillingen en grondwaterstandveranderingen. De gemeten waarden worden getoetst aan de signaal- en interventiewaarden. Indien tijdens de uitvoering interventiewaarden worden bereikt, dient na analyse van de metingen te worden besloten of mogelijk aanvullende /correctieve maatregelen in de uitvoering nodig zijn, om zo de mogelijke schadelijke invloed op de omgeving ten gevolge van de vervolgwerkzaamheden tot de vooraf

vastgelegde schaderisicoprofielen te kunnen blijven beperken. Bij de interpretatie van de metingen en het achterhalen van de mogelijke oorzaken van afwijkingen is het van essentieel belang data ter beschikking te hebben van metingen aan de belendende objecten en van de grondwaterstanden. Door middel van bovenstaande strategie kan tijdig op de meetdata worden geanticipeerd. Dit komt de voortgang en de kwaliteit van het bouwproces ten goede. Het monitoringsplan is een belangrijk onderdeel van de proactieve risicobeheersing, waarbij het adagium geldt 'op tijd meten is op tijd weten'.

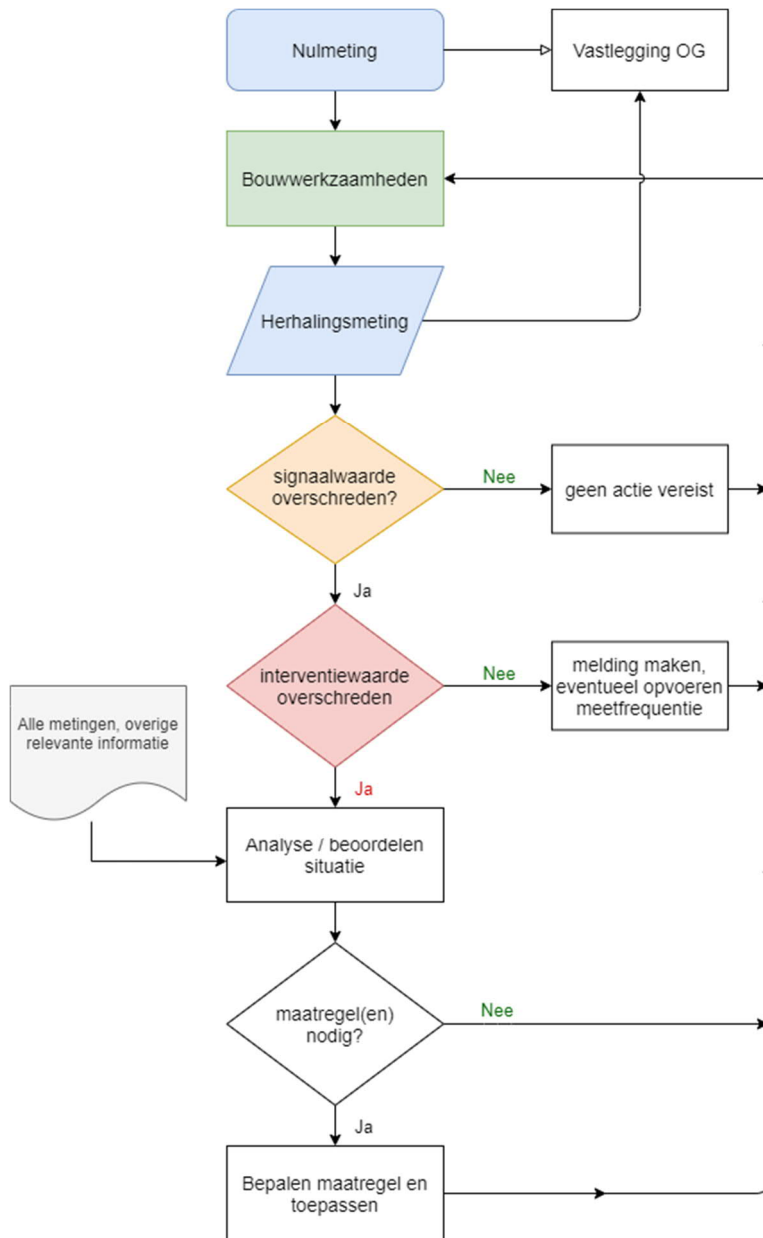
Het bereiken van de *signaalwaarde* dient als eerste signalering. Het bereiken van signaalwaarde betekent dat de meting nog binnen de vooraf gestelde grens valt. De OG en zijn adviseurs besluiten of naar aanleiding van het bereiken van de signaalwaarde de meetfrequentie verhoogd moet worden, zodat op tijd te herkennen is wanneer de interventiewaarden worden bereikt. Het werk mag bij het bereiken van de signaalwaarden doorgaan en er hoeven nog geen mitigerende maatregelen te worden getroffen.

Indien *interventiewaarden* worden bereikt, wordt het werk stopgezet. Door de OG en zijn adviseurs wordt een gedetailleerde analyse van de metingen uitgevoerd, waarin de combinatie van alle metingen deskundig moet worden beschouwd om de oorzaak van de gemeten vervormingen vast te kunnen stellen en de ontwikkeling van het schaderisicoprofiel aan de belendende objecten te kunnen beoordelen. De OG zal dan spoedig een overleg van alle betrokken partijen initiëren, om de consequenties en mogelijk noodzakelijke aanpassingen in het bouwproces gezamenlijk te bespreken.

Het wordt benadrukt, dat de interventiewaarden van de belendende panden in de risicoanalyse bepaald worden voor het schaderisicoprofiel "kans op lichte esthetische scheurvorming" aan de belendende panden. Dit is een schaderisicoprofiel dat conform de huidige ontwerppraktijk voor binnenstedelijke bouwprojecten als acceptabel wordt geacht. Bij bereiken van de interventiewaarden is daarom nog geen sprake van kans op constructieve schade en al helemaal niet van mogelijke stabiliteitsproblemen van de belendende panden.

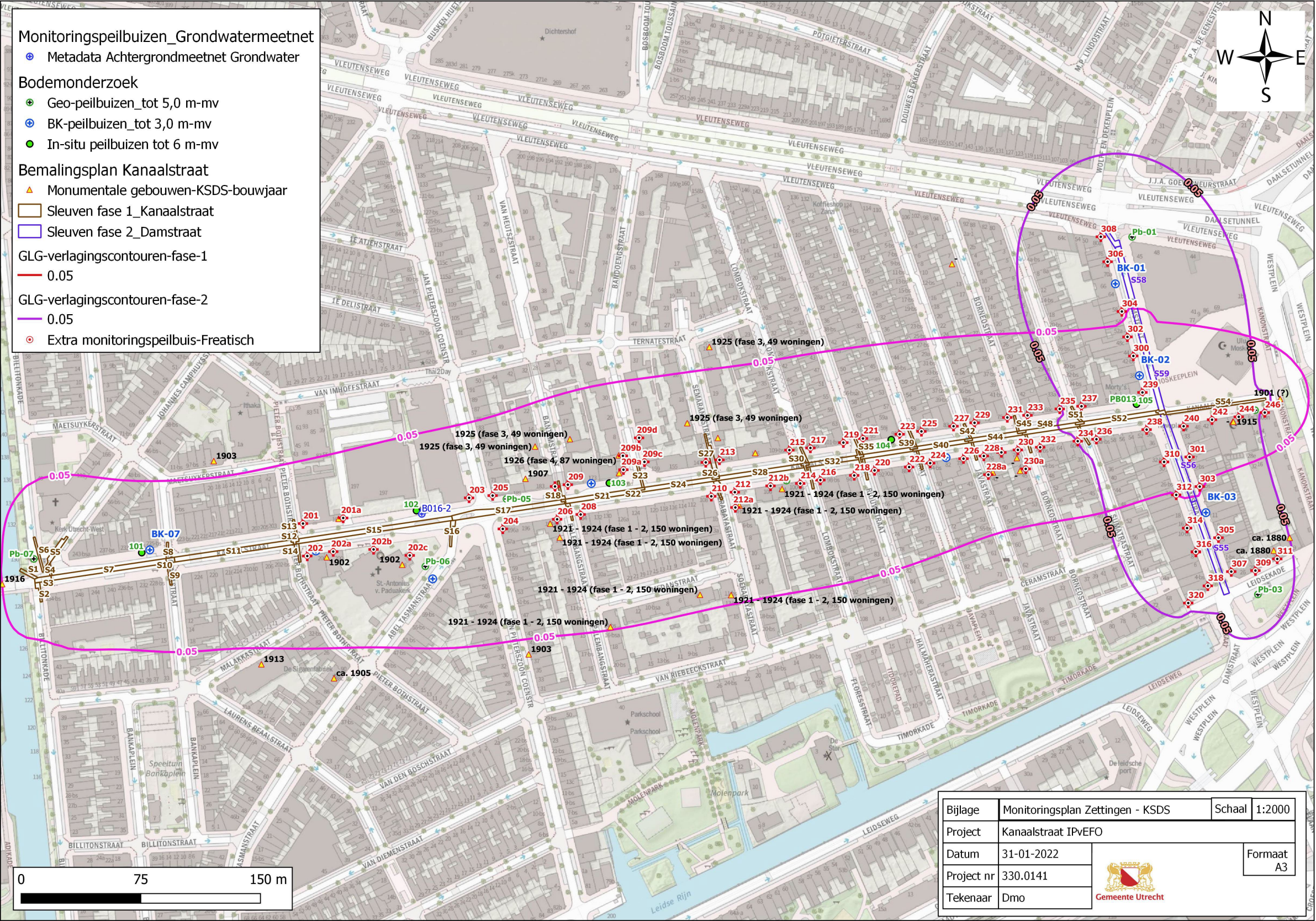
Het wordt tevens benadrukt, dat de hoogtemetingen van de belendende panden leidend zijn. Met andere woorden als bijvoorbeeld de peilbuismetingen of de vervormingen de gestelde interventiewaarden bereiken of overschrijden, hoeft dit niet direct aanleiding te zijn om maatregelen te treffen, indien de beïnvloeding van de belendende panden nog binnen de vooraf gestelde interventiewaarden valt.

Een schema van de werkwijze voor de monitoring is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Stroomschema monitoring

Bijlage 6 Situatietekening monitoring zettingen



Overzichtstekening met monumentale gebouwen binnen GLG-invloedsgebied projectlocatie Kanaalstraat en Damstraat

Bijlage 7 Situatietekening monitoring VOCL

