

Rapport bemalingsadvies

Oudegeinlaan e.o. in Utrecht

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

Projectnr.: 141.1233
Datum: 26 april 2023
Projectleider: J. Anderson
Versie: 02
Status: definitief

	Naam	Datum	Handtekening
Opsteller	D. Mohan	26-04-2023	
Toetser	I. Marang	26-04-2023	
Groepshoofd	F. van der Vaart	26-4-2023	
Projectleider	J. Anderson	26-04-2023	

Inhoud

1.	Inleiding	3
2.	Omschrijving van de werkzaamheden	4
2.1	Algemeen	4
2.2.	Geometrie riolering	4
3.	Geohydrologische gegevens	6
3.1.	Bodemopbouw en geohydrologische schematisatie	6
3.2	Doorlatendheid van de bodem	7
3.3.	Grondwaterstanden	8
3.4.	Oppervlaktewater en peilgebieden	9
4.	Bemalingsadvies	10
4.1.	Algemeen	10
4.2.	Opbarstrisico berekening	10
4.3.	Uitgangspunten berekeningen	11
4.4.	Bemaling	13
4.5.	Bemalingsberekeningen	14
4.6.	Totaal waterbezwaar	15
4.7.	Controle bemaling	15
5.	Effecten van de bemaling	16
5.1.	Inleiding	16
5.2.	Zettingen	16
5.3.	Invloed op archeologische waarden	17
5.4.	Invloed op bomen en stadsgroen	17
5.5.	Verplaatsing van grondwaterverontreinigingen	18
5.6.	Monitoringsplan grondwaterstanden	18
6.	Benodigde vergunningen	20
6.1.	Onttrekking (Waterwet-Keur)	20
6.2.	Lozing	20

Bijlagen

Bijlage 1: Riolerings-tekening	23
Bijlage 2: Bemalings-scheet met dimensionering sleuven	25
Bijlage 3: GHG en GLG isohypsen 1e WVP	27
Bijlage 4: Bemalings- en rioleringsplan	29
Bijlage 5: Evenwichtsberekening sleuven	31
Bijlage 6: Debiet berekeningen	37
Bijlage 7: GHG-/GLG-invloedsgebied bemaling	39
Bijlage 8: Bebouwing in de omgeving	43
Bijlage 9: Zettingen en berekeningen	49
Bijlage 10: Grondwaterverontreinigingen	52
Bijlage 11: Archeologie	54
Bijlage 12: Overzicht monitoringpeilbuizen	57

1. Inleiding

In opdracht van BOR heeft Stadsingenieurs een bemalingsadvies opgesteld voor de vervanging van het hoofdriool ter plaatse van de Oudegeinlaan en omgeving in Utrecht.

De periode waarin de werkzaamheden onder de grondwaterstand plaatsvindt, duurt 8 maanden vanaf medio januari 2024.

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

Het doel van het bemalingsadvies is tweeledig:

- inzicht te geven in het te verwachten onttrekkingsdebiet bij vervanging van de riolering in den droge;
- het vaststellen van de effecten van de bemaling op de omgeving.

Het rapport is tevens bijlage bij de aanvraag voor een watervergunning voor de onttrekking en lozing op oppervlakte water bij het waterschap HDSR en voor eventuele lozing op/via het VWA-/HWA- riool een melding bij het bevoegd gezag Gemeente Utrecht.

2. Omschrijving van de werkzaamheden

2.1 Algemeen

De werkzaamheden omvatten het verwijderen van een deel van het bestaande hoofdriool en deze te complimenteren met een gescheiden riool (GWA en HWA) in de Oudegeinlaan en omgeving (De Wierslaan, Linschotensingel, Vronesteinlaan en Nijeveldsingel) en enkel een hemelwaterriool in de Houtringelaan en aangrenzende parkeerplaats.

Tevens zullen de diverse huisaansluitingen worden vernieuwd tot aan de perceelgrens.

Het ontgravingsniveau bevindt zich zowel beneden de freatische grondwaterstand in de deklaag als beneden de stijghoogte van het eerste watervoerend pakket. Naar verwachting zal een gedeelte van de deklaag bij de ontgravingen worden verwijderd. Om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren is een tijdelijke verlaging van het grondwater noodzakelijk.

2.2. Geometrie riolering

Aanlegniveau riool (b.o.b.):	NAP -0,96 m (sleuf S-1/ rioolgedeelte 1145-71131) tot NAP 0,30 m (sleuven S-24 en S-25 / rioolgedeelten 72361-72380 en 72359-72381);
Ontgravingsniveau:	Max. 0,29 m minus b.o.b. (sleuven S-6/ rioolgedeelte 71203-72338 en S-10/ rioolgedeelte 71207-72329);
Drooglegging:	Max. 0,25 meter beneden ontgravingsniveau.
Lengte te bemalen deel:	In totaal ca. 1375 m.
Aanlegsnelheid riool:	Minimaal 20 m per week (eis HDSR sleufbemaling); Maximaal 69 meter per week (S-27/ rioolgedeelte H01-H04);
Bemalingsduur riool:	In totaal ca. 203 werkdagen/ ca. 40 weken/ ca. 0,8 jaar.

In de tabellen 2.1 is nadere informatie over de dimensionering van de sleuven en overige bemalingsgegevens weergegeven. De werkzaamheden zullen voornemens medio januari 2024 starten (wijzigingen voorbehouden).

Tabel 2.1 Overzicht bemalingsgegevens rioolstreng – Oudegeinlaan e.o.

Sleuf-nummer	Te bemalen locaties	Maaiveld-hoogte (NAP ...m)	Gemiddelde b.o.b. (NAP ...m)	Gemiddelde ontgravings-hoogte ¹⁾ (NAP ...m)	Verlagingsniveau grondwater ²⁾ (NAP ...m)	Lengte riool-strengen (m)	Bemalings-duur (dagen)
S-1	1145-71131	+1,65	-0,96	-1,21	-1,46	7	2
S-2	71131-71207	+1,65	-0,95	-1,10	-1,35	79	12
S-3	7063U-71133	+1,65	-0,40	-0,67	-0,92	7	2
S-4	71133-71132	+1,65	-0,20	-0,47	-0,72	4	2
S-5	71207-71203	+1,65	-0,74	-0,76	-1,01	174	26
S-6	71203-72338	+1,65	-0,11	-0,40	-0,65	81	13
S-7	72357-72359	+1,65	0,00	-0,26	-0,51	77	12
S-8	7064U-72358	+1,65	-0,40	-0,57	-0,82	32	3
S-9	72358-72357	+1,65	-0,20	-0,47	-0,72	7	1
S-10	71207-72329	+1,65	-0,57	-0,86	-1,11	80	12
S-11	72329-72330	+1,65	-0,45	-0,67	-0,92	73	11
S-12	72330-72337	+1,65	-0,32	-0,45	-0,70	87	13
S-13	72355-71359	+1,65	0,00	-0,26	-0,51	90	14
S-14	2195-72339	+1,65	+0,05	+0,01	-0,24	15	2
S-15	72339-72328	+1,65	0,00	-0,26	-0,51	35	6
S-16	72328-72343	+1,65	0,00	-0,26	-0,51	52	4
S-17	72329-72332	+1,65	-0,34	-0,58	-0,83	39	7
S-18	72332-72331-334-336	+1,65	-0,26	-0,38	-0,63	95	15
S-19	72332-72333-351	+1,65	-0,22	-0,39	-0,64	56	9
S-20	72351-72336	+1,65	-0,04	-0,27	-0,52	21	2
S-21	72354-72356	+1,65	0,00	-0,26	-0,51	53	9
S-22	72356-72357	+1,65	-0,60	-0,86	-1,11	10	2
S-23	72356-72338	+1,65	+0,18	-0,07	-0,32	10	2
S-24	72361-72380	+1,65	+0,30	+0,29	+0,04	48	4
S-25	72359-72381	+1,65	+0,30	+0,29	+0,04	26	3
S-26	72350-72351	+1,65	0,00	-0,26	-0,51	15	4
S-27	H01-H04	+1,65	0,00	-0,01	-0,26	49	3
S-28	H04-72341	+1,65	0,00	-0,04	-0,29	30	3
S-29	72334-72378	+1,75	+0,10	+0,07	-0,19	11	2
S-30	72353-72379	+1,75	+0,10	+0,09	-0,16	12	2
Totaal						1375 m	203 dgn

1) Ontgravingsniveau is max. 0,29 m minus b.o.b.; waarbij ca. 29 cm beneden b.o.b. er grondverbetering plaatsvindt van de sleufbodem

2) Verlagingsniveau is max. 0,25 m minus ontgravingsniveau;

3. Geohydrologische gegevens

3.1. Bodemopbouw en geohydrologische schematisatie

Lokale bodemopbouw

Op basis van de uitgevoerde boringen in het kader van de verschillende bodemonderzoeken^{1, 2, 3, 4} is de volgende bodemopbouw afgeleid:

- De locatie is uitpanding deels voorzien van tegel- en klinkerverharding tot circa 0,06 m-mv. Het overige deel is onverhard en deels gebruik als tuin. Over het algemeen bestaat de bovengrond tot circa 1,0 m-mv uit zand, gevolgd door klei tot circa 2,0 à 4,0 m-mv. Daaronder bevindt zich zand tot de maximale boordiepte van 5,0 m-mv. Zeer plaatselijk (boring 107 en 202) en is respectievelijk rond 4,0 en 2,0 m-mv veen aangetroffen². Ter plaatse van de groenstrook (boringen 01 t/m 05), bestaat de bovengrond tot circa 0,3 à 0,4 m-mv uit klei. Daaronder bevindt zich een zandlaag tot circa 0,75 m-mv, met daaronder klei tot de maximale ontgravingsdiepte van 1,25 m-mv¹.
- Ter plaatse van de rijbaan en het trottoir (boringen 06 t/m 10) bestaat de bovengrond tot een diepte van 0,7 à 1,8 m-mv uit zand. Daaronder bevindt zich een kleilaag tot maximaal 4,0 m-mv met daaronder zand. Bij boringen 09 en 10 is van circa 4,0-4,5 m-mv veen aangetroffen, daaronder bevindt zich zand¹.
- Plaatselijk ter hoogte van de Linschotensingel-Vronensteinlaan bestaat de bovengrond tot een diepte van 0,06 tot 1,0 m-mv uit zand, matig grof. Daaronder bevindt zich een kleilaag tot maximaal 3,0 m-mv met daaronder zand³.

De grondwaterstand is tijdens de verschillende grondwaterbemonsteringen aangetroffen op:

- d.d. 11 december 2020 op een diepte van circa 1,35 m-mv¹;
- d.d. 7 juni 2021 op een diepte van circa 1,0 à 1,5 m-mv²;
- d.d. 26 juni 2020 op een diepte van circa 1,5 m-mv³;

Regionale bodemopbouw

De locatie is opgenomen in rapport GWK-21. Op basis van de grondwaterkaart van Nederland van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO (Utrecht ten noorden van de Lek en Nederrijn, 31 Oost)⁵, boringen uit het uitgevoerde bodemonderzoek en de hydrogeologische ondergrondmodellen Geotop v1.3 en BRO Regis II v2.2 van TNO (DINOloket) nabij de projectlocatie is de regionale bodemopbouw afgeleid. Regionaal bestaat de bodem tot circa 10 meter min maaiveld (m-mv) uit een deklaag van veen en klei (circa 3 meter) op het watervoerend pakket.

De regionale grondwaterstroming heeft een zuidwestelijk richting. De onderzoekslocatie bevindt zich niet in een grondwaterbeschermingsgebied.

In tabel 3.1 is de geohydrologische schematisering hiervan weergegeven.

¹ Bodemonderzoek Oudegeinlaan e.o. (fase 1) te Utrecht, document. nr. m20b0219.r02 / Proj.nr. M20B0219 / d.d. 02-02-2021, opgesteld door Stantec.

² Verkennend bodemonderzoek en doorlatendheidsonderzoek Oudegeinlaan e.o. (fase 2) te Utrecht, document. nr. m21b0153.r02 / Proj.nr. M21B0153 / d.d. 08-10-2021, opgesteld door Stantec.

³ VERKENNEND BODEM- EN ASBEST IN GRONDONDERZOEK Linschotensingel-Vronensteinlaan Utrecht, document. nr. 20040601A / d.d. 03-07-2020, opgesteld door P.J. Milieu BV.

⁴ Verkennend bodemonderzoek Nijveldsingel (ong.) Utrecht, document. nr. 18038401A / d.d. 24-05-2018, opgesteld door P.J. Milieu BV.

⁵ Grondwaterkaart van Nederland van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO.

Tabel 3.1 Schematisering regionale bodemopbouw en -geohydrologie

Diepte (m NAP)	Formatienaam	Kenmerk	Omschrijving bodemopbouw	Doorlatendheid (Kh/Kv)
+1,7 tot 0,7	Antropogeen	Deklaag	Opvulzand	Kh = 1 á 40 m/dag
0,7 tot -1,8	Holoceen	Deklaag	Complexe eenheid (klei, veen en lemig zand).	Kh = 0,1 á 1 m/dag
-1,8 tot -7,5	Holoceen	Deklaag	Zand, matig fijn tot zeer grof	Kh = 7 á 25 m/dag
-7,5 tot -60	- Kreftenheye (KRz-2+3) - Urk (URz 1 t/m 5) - Sterksel (STz-1+2)	1 ^e WVP	Zand, matig fijn tot grof.	Kh = 50 á 100 m/dag
-60 tot -85	- Waarle (Wak-1)	1 ^e Scheidende laag	Pakket bestaande uit kleien en slibhoudende afzettingen.	Kh= 0,1 m/dag Kv = 0,01 m/dag

* Kh= horizontale doorlatendheid [m/dag]

Kv = verticale doorlatendheid [m/dag]

3.2 Doorlatendheid van de bodem

In-situ doorlatendheidsmetingen

Om inzicht te krijgen in de bodemdoorlatendheid ten behoeve van de voorgenomen bemalingswerkzaamheden zijn in december 2020 (Fase-1) en in mei 2021 (Fase-2) op de locatie Oudegeinlaan en omgeving een aantal in-situ putproeven uitgevoerd, waarbij de horizontale doorlatendheid (k-waarde) in het zandpakket onder de deklaag is gemeten. Aanvullend zijn representatieve grondmonsters van het zandpakket genomen boven- en onder deklaag, waarvan in het laboratorium de zeefkrommes zijn bepaald. Op basis van deze zeefkrommes zijn de theoretische k-waardes bepaald.

Bij de in-situ putproeven is door middel van de stopproef (slug test) de doorlatendheid van de bodem bepaald in het boven- en onderliggend zandpakket boven/onder de kleilaag in de peilbuizen, waarbij de peilfilters met dieptetraject tussen 4,0 en 5,0 m-mv zich allen in de verzadigde zone bevinden. De onderzoeksresultaten hiervan zijn in tabel 3.2 overgenomen.

Tabel 3.2: Resultaten infiltratiemetingen/doorlatendheidsmetingen

Peilbuis	GWS (m-mv)	Filterinstelling (m-mv)	Bodemmateriaal	Doorlatendheid (m/dag)
102	1,4	4,0 tot 5,0	0,0 tot 0,9: zeer grof zand 0,8 tot 3,2: klei 3,2 tot 5,0: uiterst grof zand	7,4
104	1,3	4,0 tot 5,0	0,0 tot 1,0: matig grof zand 1,0 tot 2,8: klei 2,8 tot 3,2: matig fijn zand 3,2 tot 3,5: klei 3,5 tot 5,0: zeer grof zand	13,1
106	1,3	4,0 tot 5,0	0,0 tot 0,9: matig grof zand 0,9 tot 1,2: klei 1,2 tot 2,1: matig grof zand 2,1 tot 2,5: klei 2,5 tot 5,0: zeer tot uiterst grof zand	23,8
107	0,9	4,0 tot 5,0	0,0 tot 0,8: grof zand 0,8 tot 3,7: klei 3,7 tot 4,2: veen 4,2 tot 5,0: matig fijn zand	0,1

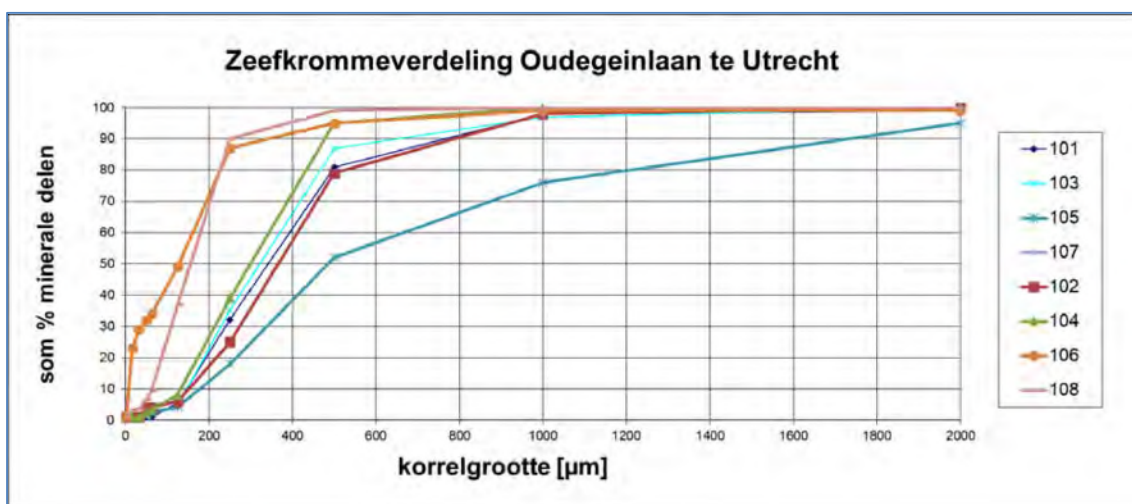
Korrelgrootte-analyse (Laboratoriumonderzoek)

Daarnaast zijn in het laboratorium vijf SCG-zeefkrommes bepaald van de representatieve grondmonsters nabij bovengenoemde filterinstellingen in de onderliggende zandlaag tussen de 4,0 en 5,0 m-mv. In tabel 3.3 zijn de resultaten hiervan weergegeven en in figuur 3.1 de grafieken van de zeefkrommes.

Tabel 3.3: Resultaten Korrelgrootte-analyse

Boring	Type laag	Doorlatendheidsmeting Beyer methode (m/dag)
101 (4,0-5,0)	4,0 tot 5,0: zeer grof zand	18,2
102 (4,2-5,0)	3,2 tot 5,0: uiterst grof zand	19,7
103 (4,0-5,0)	3,5 tot 5,0: zeer grof zand	18,8
104 (4,0-5,0)	3,5 tot 5,0: zeer grof zand	15,2
105 (4,0-5,0)	3,0 tot 5,0: zeer grof zand	25,2
106 (120-210 cm-mv)	1,2 tot 2,1: matig grof zand	0,03
106 (400-500 cm-mv)	2,5 tot 5,0: zeer tot uiterst grof zand	20,9
107 (4,2-5,0)	4,2 tot 5,0: matig fijn zand	3,6
108 (4,7-5,0)	4,7 tot 5,0: matig grof zand	3,5

Figuur 3.1 Grafieken zeefkrommes



Op basis van de resultaten van de putproef is er sprake van een doorlatendheid van 7 tot 24 m/dag. Peilbuis 107 is hier met een doorlatendheid van 0,01 m/dag een uitzondering op. Dit is te verklaren doordat het filter van peilbuis 107 zich deels in een veenlaag en deels in fijnkorrelig zand bevindt.

De resultaten van de zeefkromme laten zien dat de doorlatendheid van de laag van 4,0 tot 5,0 m-mv rond de 15 tot 25 m/dag bedraagt. Boring 107 en 108 vormen hier een uitzondering op, aangezien de doorlatendheid hier minder dan 5 m/dag bedraagt. Op grond van het bovenstaande is bij de verlagingscontouren en debiet berekeningen uitgegaan van een bandbreedte Kh-waarde van 7 á 25 m/dag.

3.3. Grondwaterstanden

De freatische grondwaterstand is tijdens de veldwerkzaamheden door Stantec in de periode mei 2021 in de boorprofielen aangetroffen op ca. 0,8 tot 1,35 m-mv. Tijdens de grondwaterbemonstering in de periode juni is deze in de peilbuizen met filterinstelling variërend tussen 4,0 tot 5,0 m-mv aangetroffen op een hoogte van ca. 0,9 tot 1,50 m-mv.

De in de berekeningen gehanteerde grondwaterstand is afgeleid van de dichtstbijzijnde a/d Lunettenbaan gelegen peilbuis B070-2 (maaiveldhoogte NAP +1,56 m en bovenkant peilbuis NAP +1,53 m) en aan de Julianaweg gelegen peilbuis B008-2 (maaiveldhoogte NAP +1,71 m en bovenkant peilbuis NAP +1,59 m) uit het Meetnet van de Gemeente Utrecht. Hierin wordt met een frequentie van tweemaal per dag de stijghoogte in het 1e WVP gemeten. In de peilbuis B070-2 is een GHG afgeleid van NAP +0,5 m en een GLG van NAP +0,2 m. In de peilbuis B008-2 is een GHG afgeleid van NAP +0,5 m en de GLG van NAP +0,1 m.

In bijlage 3 zijn de GHG- en GLG-isohypsen van de omgeving van de onderzoekslocatie opgenomen, tezamen met bekende peilbuizen uit het grondwatermeetnet van de gemeente. Deze isohypsen zijn gebaseerd op statistische analyses van de metingen in genoemde peilbuizen.

Uit bovenstaande is voor de berekeningen een zelfde GHG-stijghoogte afgeleid van NAP +0,45 m en een GLG-stijghoogte van NAP+ 0,15 m.

De stromingsrichting van het freatische grondwater in de deklaag is niet eenduidig aan te geven en is afhankelijk van de aanwezigheid van open water, rioleringen en vergravingen. De regionale stromingsrichting van het grondwater in het 1e WVP is zuidwestelijk.

3.4. Oppervlaktewater en peilgebieden

Het plangebied valt binnen het HDSR peilbesluit: Hoogeraven en Lunetten 2013 met peilgebied nummer HRL_001 met een vastpeil van NAP +0,30 m. Ten westen wordt deze begrensd door de Vaartsche Rijn met een steefpeil van NAP +0,58 m.

4. Bemalingsadvies

4.1. Algemeen

Voor de aanleg van het riool in den droge zal over de gehele lengte van het riooltracé tijdelijk de grondwaterstand en/of de stijghoogte moeten worden verlaagd. De tijdelijke verlaging is naast een effect ook een ingreep in het bodemsysteem waar een aantal neveneffecten door optreedt.

4.2. Opbarstrisico berekening

Gezien de bodemopbouw zal de sleuf gedeeltelijk door het complexe lagenpakket van klei en zand (met bijmengingen) en plaatselijk veen worden ontgraven. Er is voor de analyse van het opbarstrisico uitgegaan van een open ontgraving met toepassing van sleufbekisting. Bij de ontgraving moet er een verticaal evenwicht in de sleufbodem zijn zodat de bodem niet opbarst. De neerwaartse druk van de klei-/veen-/zandlaag en de opwaartse druk van het grondwater vormen dit evenwicht. Tijdens het ontgraven neemt de neerwaartse druk van de grond af. Wordt de gronddruk kleiner dan de opwaartse druk van het grondwater dan is er kans op opbarsting. Uit meeste van de boringen/peilbuizen blijkt dat vanaf de ontgravingsdiepte (gemiddeld 1,5 á 2,5 m-mv) tot circa 4,0 á 5,0 m-mv er doorgaand klei materiaal voorkomt op de projectlocatie. Op basis van het beschikbare grondonderzoek wordt ervan uitgegaan dat de rioolsleuf grotendeels met inzet van openbemaling kan worden ontgraven. Hierbij kunnen de sleuven grotendeels met ondiepe- en/of openbemaling en gedeeltelijk met ondersteuning van diepere bronbemaling (i.g.v. opbarstrisico) worden ontgraven. In tabel 4.1 is per maatgevende rioolsectie voor de meest kwetsbare sleuf met de grootse ontgravingsdiepte bepaald of de rioolsleuf al dan niet zal opbarsten.

De opbarstberekening is uitgevoerd met de maaiveldhoogte en de bodemopbouw van de dichtstbijzijnde boring. Het opbarstcriterium is bepaald op de wijze zoals beschreven in NEN6740. Voor de beoordeling van de veiligheid tegen opbarsten is rekening gehouden met de extra neerwaartse druk van de grondlagen aan weerszijden van de ontgraving.

Omdat de bodemopbouw kan afwijken van de aangetroffen bodemopbouw, bij de uitgevoerde boringen, is bij de berekening of de deklaag opbarst een veiligheidsfactor gehanteerd. De veiligheidsfactor gebruikt in de opbarstberekening is 1,10; oftewel de neerwaartse gronddruk is 1,10 keer de opwaartse grondwaterdruk onder de afsluitende laag.

In tabel 4.1 zijn de resultaten van de opbarstberekeningen weergegeven en in bijlage 5 zijn de opbarstberekeningen hiervan uitgewerkt.

Voor de sleuven waarvan de veiligheidsfactor veel hoger ligt dan 1,10, barst de sleufbodem hiervan niet op. Uitgangspunt voor de berekening is dat de graafwerkzaamheden ter plaatse van de putten binnen de grenzen van de bodemverbetering voor de rioolbuizen kunnen vallen. Zekerheidshalve is ter plaatse van de putten 0,20m extra ontgraving aangehouden.

4.1 Opbarstveiligheid kwetsbare rioolsecties (tijdens GHG-niveau)

Sleuf-nummer	Streng-nummers	Boring-/peilbuis nummer	Veiligheids-factor	Opbarstrisico/	Beheersmaatregel
S-1	1145-71131	109	>1,10	Barst niet op.	
S-2	71131-71207	507	0.70	Kan opbarsten.	Stijghoogte verlagen tot NAP -0,39 m; Filterinstelling: 4 – 5 m-mv
S-3	7063U-71133	205	1,10	Barst niet op.	
S-4	71133-71132	205	>1,10	Barst niet op.	
S-5	71207-71203	06-07	0,50	Kan opbarsten.	Stijghoogte verlagen tot NAP -0,48 m. Filterinstelling: 3 – 4 m-mv
S-6	71203-72338	101-102	>1,10	Barst niet op.	
S-7	72357-72359	104	>1,10	Barst niet op.	
S-8	7064U-72358	202	>1,10	Barst niet op.	
S-9	72358-72357	202	>1,10	Barst niet op.	
S-10	71207-72329	9	>1,10	Barst niet op.	
S-11	72329-72330	10 - 107	>1,10	Barst niet op.	
S-12	72330-72337	105	n.v.t.	Ondiepe bronbemaling	Filterinstelling 2 – 3 m-mv.
S-13	72355-71359	203	0.90	Kan opbarsten.	Stijghoogte verlagen tot NAP 0,16 m. Filterinstelling 3 – 4 m-mv.
S-14	2195-72339	108	>1,10	Barst niet op.	
S-15	72339-72328	108	>1,10	Barst niet op.	
S-16	72328-72343	108	>1,10	Barst niet op.	
S-17	72329-72332	408	n.v.t.	Bronbemaling.	Filterinstelling 3 – 4 m-mv.
S-18	72332-72331-334-336	206	0,60	Kan opbarsten.	Stijghoogte verlagen tot NAP -0,19 m. Filterinstelling 3 – 4 m-mv.
S-19	72332-72333-351	106	n.v.t.	Ondiepe bronbemaling	Filterinstelling 2 – 3 m-mv.
S-20	72351-72336	405	n.v.t.	Ondiepe bronbemaling	Filterinstelling 2,5 – 3,5 m-mv.
S-21	72354-72356	103	0,80	Kan opbarsten.	Stijghoogte verlagen tot NAP 0,04 m. Filterinstelling 2,5 – 3,5 m-mv.
S-22	72356-72357	202	1,10	Barst niet op.	
S-23	72356-72338	202	>1,10	Barst niet op.	
S-24	72361-72380	201	n.v.t.	Open bemaling	
S-25	72359-72381	202	>1,10	Barst niet op.	
S-26	72350-72351	206	0,70	Kan opbarsten.	Stijghoogte verlagen tot NAP 0,00 m. Filterinstelling 3 – 4 m-mv.
S-27	H01-H04	508	>1,10	Barst niet op.	
S-28	H04-72341	508	>1,10	Barst niet op.	
S-29	72334-72378	206	>1,10	Barst niet op.	
S-30	72353-72379	206	>1,10	Barst niet op.	

4.3. Uitgangspunten berekeningen

Rekenmethode

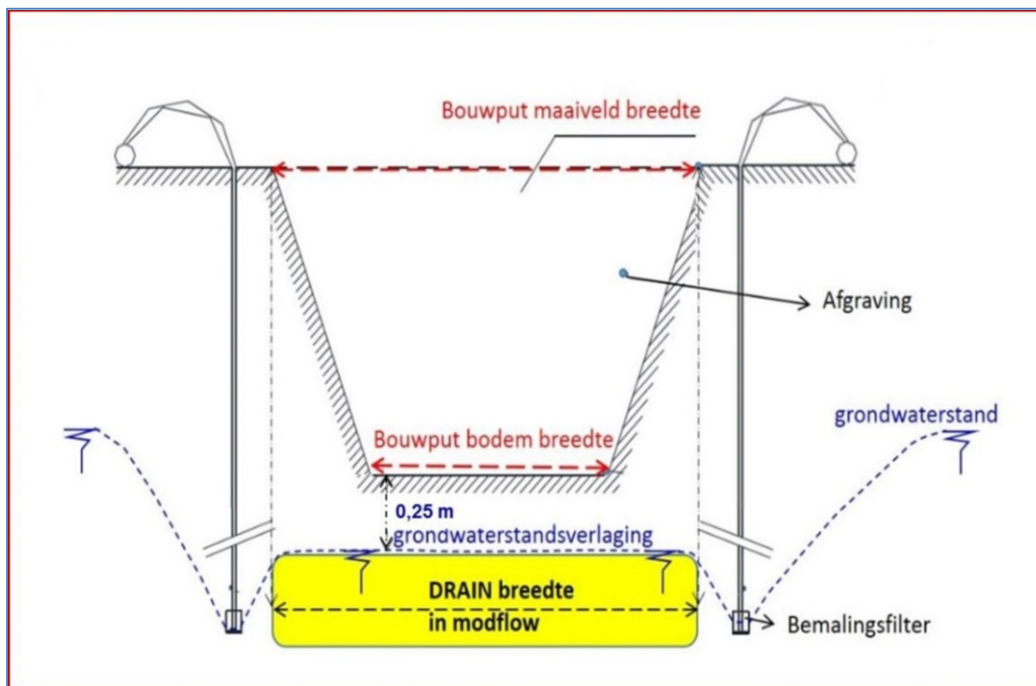
De debieten voor de uit te voeren bemaling voor de riolering zijn numeriek/modelmatig bepaald. In dit advies worden de debieten en omgevingseffecten verder daarom alleen numeriek beschreven. Voor de aanvraag van de watervergunning zullen dan ook alleen de numerieke debieten worden gebruikt. De numerieke berekeningen zijn gedaan met de grondwatermodelleerssoftware

Groundwatervistas (James and Douglas Rumbaugh). Het is een grafisch ontwerp systeem voor Modflow en andere soortgelijke modellen. Modflow is een drie-dimensionaal eindige differentie grondwaterstromings- en transportmodel. Het model is opgezet volgens het superpositie beginsel.

Bemaling en conceptueel grondwatermodel

Een conceptueel model met dwarsdoorsnede van de bemaling in relatie tot het grondwatermodel Modflow is weergegeven in figuur 4.1.

Figuur 4.1 Conceptueel model met dwarsdoorsnede bemaling in relatie tot grondwatermodel



Het model is opgezet volgens het superpositie beginsel. Hierbij is de navolgende modelopbouw gehanteerd (zie tabel 4.2). Door (lokale) afwijkingen in bodemopbouw en -eigenschappen kan de praktijk afwijken van de modelresultaten.

Voor de modelberekeningen is uitgegaan van een geschematiseerde bodemopbouw en inductief bepaalde bodemparameters op basis van een beperkte hoeveelheid gegevens. Door (lokale) afwijkingen in bodemopbouw en -eigenschappen kan de praktijk afwijken van de modelresultaten.

Tabel 4.2 Modelopbouw

Diepte modellaag		Geohydrologische eenheid	Geohydrologische parameter	
Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Formatienaam	Kh gem [m/d]	Kv gem [m/d]
+1,70 (=maaiveld)	0,7	Antropogeen (zand, middenkorrelig)	10	3
0,7	-1,8	Holoceen (klei op veen)	1	0,1
-1,8	-7,5	Holoceen (zand, fijn tot grofkorrelig)	25	10
-7,5	-63	- Kreftenheye (KRz-2+3) - Urk (URz 1 t/m 5) - Sterksel (STz-1+2)	50	15
-63	-90	- Waarle (Wak-1)	0,1	0,01

Kh/Kv gem gemiddelde horizontale –/ verticale doorlatendheid (in meter per dag);
+/- m NAP meter boven/beneden NAP (Normaal Amsterdams Peil).

Uitgangspunten berekeningen

Voor de uit te voeren bemalingen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De sleufafmetingen, putafstand, ontgravingshoogtes, vereiste verlagingen, tijdsduur van de bemaling en de vereiste gronddekking zijn door de groep Infrastructuur van Ingenieursbureau Utrecht geformuleerd in hun bemalingsheet (zie bijlage 2) en rioleringstekening: Vervanging riolering/afkoppelen Oudegeinlaan e.o. met tekeningnummer 1213.Rio.020-01, d.d. 08-03-2021 (zie bijlage 1); deze basis gegevens dienen als input voor de numerieke modellering;
- De ontwatering bedraagt circa 0,25 minus ontgravingsniveau;
- Er wordt grondverbetering toegepast variërend van een hoogte van NAP -1,21 m (sleuf: S-1/ streng: 1145-71131) tot NAP +0,29 m (sleuf: S-25/ streng: 72359-72381);
- Voor alle berekeningen is uitgegaan van een homogeen en isotroop watervoerend pakket;
- De debieten en bijbehorende verlagingen zijn berekend op basis van het niet-stationaire onttrekkingsdebiet;
- De geohydrologische bodemopbouw, zoals beschreven in paragraaf 3.1;
- Een K-waarde van het 1e WVP van 50 m/dag en van de deklaag van 1 á 25 m/dag;
- Berekenende waterbezwaren voor de aanleg van het riool op basis van de gemiddelde hoge grondwaterstand van NAP +0,45 m.

Indien de grondwaterstanden en stijghoogten lager zijn dan in het bemalingsadvies is aangenomen, zullen de benodigde bemalingsdebieten eveneens lager zijn. Hierdoor kunnen de effecten van de bemaling kleiner zijn dan nu berekend. Geadviseerd wordt de werkelijke grondwaterstanden en stijghoogten te controleren in de peilbuizen op en nabij de projectlocatie, zowel voor als tijdens de werkzaamheden.

4.4. Bemaling

Het riooltracé zal grotendeels in de kleilaag worden aangelegd, waarbij ter plaatse van de putten 0,20 m extra ontgraving wordt aangehouden indien de b.o.b. in klei-/veenlaag komt te liggen. Dit ervan uitgaande dat bij ontgraving tot de geplande ontgravingshoogtes de onderliggende klei niet wordt verwijderd, welke op basis van de beschikbare boorgegevens verwacht wordt. De ontgraving dient bij bepaalde rioolsleuven (S-2, S-5, S-13, S-17, S-18, S-21 en S-26) verder gefaseerd uit te voeren zodat opbarsten wordt voorkomen.

Bemalingskeuze onttrekking

Gezien de grondslag, beperkte omvang/diepte bemaling, bodemopbouw-/ bodemeigenschappen kan per deellocatie een keuze worden gemaakt uit de volgende type bemalingen:

- Verticale bronbemaling en/of spanningsbemaling met onttrekkingsfilters;
- Open bemaling.

Verticale filters (bron- en/of spanningsbemaling)

Op basis van het beschikbare grondonderzoek wordt ervan uit gegaan dat bij 6 sleuven (S-2, S-5, S-13, S-18, S-21 en S-26) waarbij sprake is van opbarstrisico, spanningsbemaling worden toegepast. Slechts bij 4 sleuven (S-12 en S-17, S-19 en S-20) middels gebruik van bronbemaling ontgraven zal moeten worden (vanwege aanwezigheid van een doorgaand zandpakket vanaf de putbodem). Gezien de grondslag en de benodigde verlagingen, wordt aanbevolen om onttrekkingsfilters met filtertraject aan te brengen zoals voorgesteld in tabel 4.1. Dit in combinatie met open bemaling om zodoende de onttrekkingsdebieten te beperken en onnodige grondwaterstandsverlaging te voorkomen.

Freatische open bemaling

Voor de resterende 20 sleuven (S-1, S-3, S-4, S-6, S-7, S-8, S-9, S-10, S-11, S-14, S-15, S-16, S-22, S-23, S-24, S-25, S-27, S-28, S-29 en S-30) is een open bemaling afdoende om de werkzaamheden in den droge te kunnen uitvoeren. Uitgangspunt voor de berekening is dat de graafwerkzaamheden ter plaatse van de putten binnen de grenzen van de bodemverbetering voor de

rioolbuizen kunnen vallen. Echter dient er rekening mee gehouden te worden dat putten soms dieper aangelegd kunnen worden vanwege bestaande aansluitende leidingen. In dit geval kan een open bemaling niet afdoende zijn en moet mogelijk een bronbemaling worden toegepast. De keuze hiervan is aan de aannemer. Het merendeel van het riooltracé zal in de klei en plaatselijk klei op veen worden aangelegd. Zekerheidshalve is ter plaatse van de putten 0,20m extra ontgraving aangehouden indien klei- en/of veenlagen onder de rioolbuizen wordt verwacht volgens de boringen. Voor deze delen geldt dat een groot deel van het water al tijdens het ontgraven wordt verwijderd. Aanvullend dient bij de voornoemde 10 sleuven met toepassing van bron- en/of spanningsbemaling te worden bemalen met klokpompen. Nadat de sleuf is leeggemalen en het zandbed is aangebracht kan de verlaging in stand worden gehouden met een open bemaling. Deze kan bestaan uit drains. Een randvoorwaarde voor de toepassing van open bemaling is dat de deklaag niet doorsneden mag worden, om kortsluitstroming van en naar het watervoerend pakket te voorkomen. Geadviseerd wordt om dit te eisen bij verwijderen funderingspaaltjes. Wordt er teveel klei en/of veen ontgraven dan kan opbarstgevaar door een te lage neerwaartse druk ontstaan. Er wordt daarom aanbevolen om in het bestek op te nemen dat niet verder mag worden ontgraven dan de opgegeven ontgravingsdiepten. Indien voor de instandhouding van de bereikte verlaging met alleen een open bemaling volstaan kan worden is dit, om dezelfde reden, te prefereren boven een bronbemaling.

Lozing

Vanwege de verwachte debieten, kan het onttrokken water worden geloosd op de nabijgelegen secundaire-/tertiaire watergang/oppervlaktewater aangrenzend aan de projectlocatie. Een schematische weergave van de bemaling met afvoermogelijkheden van het onttrokken water is te zien in het bemalings- en rioleringsplan in bijlage 4.

Opmerking

De exacte uitvoeringswijze van de bemaling (aantal benodigde pompen, de definitieve locatie en omvang van de drain/situering van de filters) dient te worden overgelaten aan de aannemer als zijnde uitvoeringsdeskundige nader te worden bepaald en te worden vastgelegd in een werkplan (conform BRL 12000). Geadviseerd wordt om dit ook in het moederbestek op te nemen.

4.5. Bemalingsberekeningen

Bij de debietbepalingen is uitgegaan van zowel stationaire en niet-stationaire bemalingen in het freatisch- en watervoerend pakket. De berekeningen zijn gebaseerd op een worstcase-situatie waarbij de horizontale doorlatendheid (kh-waarde) van het zand in de deklaag circa 10 m/dag bedraagt, van de complexe klei- en veenlagen hieronder circa 1 m/dag en van het onderliggend bovenkant watervoerend pakket circa 25 m/dag (worst case benadering).

De resultaten van de totale debietberekeningen zijn samengevat in tabel bijlage 6 Debietberekeningen.

4.6. Totaal waterbezwaar

Het totaal waterbezwaar is in tabel 4.4 weergegeven.

Tabel 4.4 Waterbezwaar

	Lengte riool sectie	Bemalingsduur	Maximaal Freatisch debiet	Gewogen gemiddeld Freatisch debiet	Maximaal spanningsdebiet	Gewogen gemiddeld spanningsdebiet	Freatisch debiet	Spannings en toestro- mingsdebiet	Totaal waterbezwaar
	(m)	(dagen)	(m ³ /uur)	(m ³ /uur)	(m ³ /uur)	(m ³ /dag)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
Totaal/ gemiddeld	452	201	3	0,3	96	336	2.317	131.441	133.758

De totale onttrekking ten behoeve van het drooghouden van de rioolsleuven zal naar verwachting ca. 133.758 m³ bedragen bij een totale bemalingsduur van 201 werkbare dagen. Het maximum debiet (96 m³/uur) is te verwachten ter plaatse van sleuf 5 met een einddebiet van ca. 80 m³/uur en een gemiddeld debiet van ca. 87 m³/uur.

Een hogere actuele grondwaterstand leidt tot een groter bemalingsdebiet. Een lagere actuele grondwaterstand leidt tot een kleiner bemalingsdebiet. Bij een voortschrijdende bemaling zal geen stationaire situatie ontstaan. In het begin van de bemaling zal meer water worden onttrokken dan aan het eind van de bemaling. Het gemiddelde debiet op de eerste dag is hierdoor hoger dan het instandhoudingsdebiet. Eventueel kan een verlaging van het bemalingsdebiet worden bereikt door het gefaseerd uitvoeren van de ontgraving.

Verlagingscontouren tijdens bemaling (freatisch pakket)

In bijlage 7 zijn de numeriek berekende GHG verlagingscontouren van de freatische- en spanningswater tijdens bemaling van de sleuven grafisch weergegeven. In deze bijlage zijn verder ook de GLG-verlagingscontouren weergegeven, maar dan alleen maar van de freatische grondwaterstand vanwege de relatie tot de zettingen.

4.7. Controle bemaling

Regeling van het debiet is mogelijk door pompen aan of uit te schakelen, door een regelbare afsluiter in de afvoerleiding te plaatsen, of door de capaciteit van de pompen aan te passen. In de afvoerleiding(-en) van iedere pomp wordt een geijkte debietmeter opgenomen.

De standen van de watermeters worden dagelijks genoteerd. De standen en de hoeveelheden onttrokken grondwater worden per werkdag en per week geregistreerd op meetstaten.

Controle van stijghoogte ter plaatse van de bouwput dient te geschieden door middel van een of meerdere peilfilters. De controlefilters dienen gedurende de periode van bemalen intact te blijven. Waarnemingen in deze peilfilters dienen dagelijks te geschieden en te worden geregistreerd (zie ook paragraaf 5.6 monitoringsplan grondwaterstanden).

5. Effecten van de bemaling

5.1. Inleiding

Door de tijdelijke grondwaterstands daling en verlaging van de grondwaterstand/stijghoogte in het freatisch pakket kunnen effecten optreden in de omgeving. Voor dit bemalingsadvies is onderzocht in hoeverre deze bijkomende effecten zullen optreden bij de aanleg van het riooltracé. Onttrekkingen met open bemaling zullen weinig invloed op de omgeving hebben. Spannings- en bronbemaling zullen het meeste effect op de omgeving sorteren. Spanningsbemaling is in principe vooral voor het riool tracé aan de zuidzijde (Fase-2) aan de orde tenzij op basis van aanvullende boringen blijkt dat er rioolgedeeltes zijn (paragraaf 4.2) waar open bemaling kan volstaan. Waar uitvoering met open bemaling mogelijk is, dit verkiezen boven spannings- of bronbemaling omdat het waterbezwaar dan wordt gereduceerd en het risico op omgevingseffecten verkleind. In de navolgende paragrafen worden de mogelijke effecten van de verlaging van de grondwaterstand besproken.

5.2. Zettingen

Zettingen kunnen optreden als de grondwaterstand daalt tot beneden de GLG (gemiddelde lage grondwaterstand). Zie bijlage 7 voor de GLG-verlagingscontouren. Indien in het verleden al sprake was van soortgelijke verlagingen zal de te verwachten zettingen al zijn opgetreden. De bodem van de onderzoekslocatie is al eerder voorbelast (bouwrijp maken en aanleg huidig riool) en als gevolg hiervan zijn zakkingen opgetreden. Daarnaast zal de verlaging per bemalingstraject slechts enkele dagen optreden.

Gezien het gegeven dat door de geringe doorlatendheid van de kleilaag en plaatselijke veenlaag de reactie op de verlaging van de grondwaterstand slechts traag doorwerkt, zullen de zettingen gering zijn. Daarom wordt verwacht dat mogelijk optredende zettingen als gevolg van de bemaling verwaarloosbaar zijn.

Geïnterviewd is of op de locatie gevoelige objecten aanwezig zijn, zoals bebouwing op staal en/of monumentale gebouwen (zie bijlage 8).

Vervolgens is voor die terreindelen waar verlaging van de grondwaterstand tot onder de lage grondwaterstand (GLG) van het freatische pakket aan de orde is, en waar tevens sprake is van een klei-/veenlaag onder dit niveau, berekend wat de te verwachten zettingen is als gevolg van de voorgenomen verlaging. Naast de zetting is ook de zettingsgradiënt bepaald ter plaatse van deze gevoelige objecten.

Voor de berekening van zowel de zettingen als de zettingsgradiënten is uitgegaan van bemaling conform het ontwerp waarbij de bemaling met open-, spannings- en bronbemaling wordt uitgevoerd. Conform [ref. 4]⁶ is voor een gebouw een rotatie van 1:500 acceptabel. Een waarde die ook vaak gehanteerd wordt is dat bij gemetselde panden in goede bouwkundige staat geen (cosmetische) schade te verwachten is bij rotaties kleiner dan 1:600. Voor historische panden wordt door Bouw- en Woningtoezicht een rotatie gehanteerd van 1:1200. Volgens de Keur 2018 mag deze rotatie max. 1:1000 zijn.

Volgens bijlage 7 zijn er kwetsbare bebouwingen aanwezig binnen het GLG-invloedgebied van de bemaling. Dit betreft volgens de KEUR panden beneden bouwjaar 1960. In deze gaat het om de volgende cluster panden:

- De Wierslaan, betreft pandnummers 20 t/m 34 (even);
- 't Goylaan, betreft pandnummer 129;
- De Wierslaan betreft pandnummers 2 t/m 18 (even) + 3.

⁶ NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016 - Eurocode 7, geotechnisch ontwerp van constructies - deel 1: algemene regels, d.d. juni 2016.

Van voornoemde panden zijn meeste op betonpalen gefundeerd en pandnummer 3 mogelijk op staal (zie funderingstekeningen in bijlage 8).

Gezien het GLG-invoedsgebied van de bemaling wordt de grootste verlaging echter verwacht aan de pandnummers 2 t/m 18 (even) en niet aan de pandnummer 3.

Met name nabij pandnummer 2 ten noordoosten van de v/d kwetsbare te ontgraven/bemalen sleufnummer S-5 (streng 71207-71203) met freatisch verlagingsniveau van NAP -1,01 m en stijghoogte verlagingsniveau van NAP -0,48 m) wordt in de directe omgeving van genoemde bouwput zettingen verwacht vanwege de aangetroffen kleilaag (van 1,10 tot 4,0 m-mv) in de dichtstbijzijnde boringen 201 en 101. De zettingsgradiënt ter plaatse van genoemde pand is bepaald op ca 1:3817 (t.a.v. voor- en achtergevel). Deze waarden voldoen ruim en zijn groter dan de voorge-noemde waarde (1:1000).

De zettingsgevoeligheid binnen het invloedsgebied van de bemaling en de zettingsberekening nabij genoemde kwetsbare sleuf is opgenomen in bijlage 9 Zettingen en berekeningen.

Indien de vloer van betreffende pand niet zelfdragend is, kan deze scheuren bij de muren en drempels. Bij op staal gefundeerde gebouwen en een zelfdragende vloer zijn problemen te verwachten.

Om eventuele schadeclaims te kunnen afwenden, wordt geadviseerd om monitoring van de grondwaterstand uit te voeren vanwege de bemalingswerkzaamheden. Verder wordt bij elk rioolwerk in opdracht van de gemeente altijd van de direct nabijgelegen bebouwingen/panden fotografische opnames (buitenopnames) gemaakt en indien nodig geregistreerd bij de Notaris.

Voor eventuele schade als gevolg van de voorgestane grondwaterstandsverlaging is door de gemeente een zogenaamde CAR-verzekering afgesloten.

5.3. Invloed op archeologische waarden

De archeologische waardenkaart van de gemeente Utrecht is beoordeeld. In bijlage 11 is een af-druk hiervan opgenomen. Zowel ter plaatse van de voorgenomen sleuf afgravingen als binnen het invloedsgebied van de voorgenomen bemaling bevinden zich archeologische waarden.

Volgens het uitgevoerd archeologisch onderzoek⁷. Op grond van het gemeentelijk archeologisch beleid valt het plangebied in de zone Hoge archeologische waarde, waarbij in feite een vergun-ning nodig is bij bodemverstoringen vanaf 50 m² en zone met archeologische verwachting, waar-bij een vergunning nodig is bij verstoringen >1000 m². De verwachting is gebaseerd op het voor-komen van de Limesweg en de Houten stroomgordel.

Volgens de gemeentelijke archeoloog verwachten zij dat in de oude tracédelen de bodem groten-deels geroerd zal zijn. Bovendien hebben zij vastgesteld dat ook in de (korte) nieuw aan te leggen tracédelen, het relevante archeologische niveau van de limesweg maar marginaal wordt geraakt. Daar komt bij dat een van die tracédelen in de lengterichting van de limesweg loop. Profielinfor-matie levert dan volgens hun weinig kenniswinst op. Alles afwegende, komen zij tot de conclusie dat geen vervolgonderzoek nodig is. Hierdoor is een aanvraag van een archeologie vergunning ook niet nodig.

Wel zal tijdens de uitvoering van de graafwerkzaamheden verdachte aangetroffen zaken in de bodem worden gemeld, welke een archeologische vondst zou kunnen zijn.

5.4. Invloed op bomen en stadsgroen

De bemaling wordt veelvuldig in het werk verplaatst en is kortstondig. Daarom zijn geen schade-lijke effecten te verwachten voor de bomen en het openbaar groen. Indien tijdens het groeisei-zen de grondwaterstand ter plaatse van de aanwezige bomen wordt verlaagd zal indien noodza-

⁷ Een bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek in de vorm van een verkennend booronderzoek, Oudegeinlaan te Utrecht, ADC rapport nr. 5963, d.d. 10-11-2022, opgesteld door ADC ArcheoProjecten.

kelijk een deel van het onttrokken water worden benut voor compensatie van eventuele vochttekorten bij de bomen. Hierover wordt aanbevolen om contact op te nemen met Stadsbedrijven – afdeling Beheer Openbare Ruimte (BOR), groep Groen en Ondergrond, om te bepalen of monitoring noodzakelijk is.

Ook in geval van nader archeologisch onderzoek kunnen de werkzaamheden uitlopen. Als door omstandigheden binnen het groeiseizoen langer dan drie weken de grondwaterstand verlaagt, wordt geadviseerd om aan de bomen binnen een afstand van 100 m van de bouwput wekelijks water toe te dienen.

5.5. Verplaatsing van grondwaterverontreinigingen

Als gevolg van de onttrekking treedt een tijdelijke verandering op in het verhang en de stroomsnelheid/stromingsrichting van het grondwater. Hierdoor kunnen mobiele verontreinigingen in de omgeving sneller en in een andere richting worden verplaatst.

Lokale grondwaterverontreinigingen

Recentelijk is door Stantec in 2 fasen onderzoek gedaan naar de kwaliteit van het verwachte bronneringswater langs de rioolstracé. Uit betreffende verkennend bodemonderzoek blijkt dat ter plaatse van het rioleringsstracé in het grondwater tijdens fase-2 er licht verhoogde concentraties barium zijn gemeten. Plaatselijk zijn licht verhoogde gehalten cadmium gemeten. Tijdens fase-1 zijn in het (middeldiepe) grondwater licht verhoogde concentraties barium, naftaleen en arseen gemeten. In dergelijke kleiige en/of venige grond wordt ook vaak een van nature licht verhoogd barium- en/of arseen gehalte aangetoond.

Vanwege de voorgenomen bemaling zijn de lozingsparameters ijzer en onopgeloste bestanddelen uit het grondwater geanalyseerd. Voor ijzer is een gehalte van 0,83 tot 12 mg/l aangetoond en treedt dus blijkbaar visuele verontreiniging op (de visuele grens ligt op circa 5 mg/l). Voor onopgeloste bestanddelen is een gehalte van 7,6 tot 150 mg/l aangetoond, welk ook hoger ligt dan de lozingsnorm van 50 mg/l. Op basis van voornoemde indicatief gemeten waarden is het lozen in een oppervlaktewaterlichaam of hemelwaterriool niet per definitie toegestaan. Hierdoor zijn er voor genoemde parameters wellicht zuiveringsmaatregelen nodig. Met een voldoende verblijftijd, beluchten en bezinken (bezinkbak) van het te lozen water zullen aan de normen worden voldaan.

Regionale grondwaterverontreinigingen

Door het onttrekken van grondwater zullen tijdelijk het grondwater verhang en de grondwaterstroming van richting veranderen en in grootte toenemen. Eventueel in de omgeving aanwezige grondwaterverontreinigingen worden daarom geïnterpreteerd en beschouwd in relatie tot de voorgenomen bemaling.

Bij raadpleging van stroomlijn (zie bijlage 10) is op een afstand van circa 150 meter ten noordwesten van de projectlocatie een bekende historische grondwaterverontreiniging met VOCL (locatiecode: AA034400032) aanwezig aan de 't Goylaan 92-94. Deze vlek valt ver buiten de GHG-invoelssfeer van de bemaling.

De onttrekking vindt plaats in de dynamische zone van het gebiedsgericht grondwater beheer. Bij het bevoegd gezag gemeente Utrecht zal nagegaan moeten worden of met een melding gebiedsplan kan worden volstaan in deze.

5.6. Monitoringsplan grondwaterstanden

Omdat er bebouwing van voor 1960 voorkomt, zullen grondwaterstandsverlagingsmetingen m.b.t. zettingen ook in acht worden genomen. De invloed van de bemalingswerkzaamheden op de

grondwaterstand zal worden bepaald door metingen van de grondwaterstanden in peilbuizen. Hiervoor kunnen de bestaande peilbuizen tijdens het milieukundig worden ingezet. Waar mogelijk kunnen hiervoor ook de andere bestaande geohydrologische peilbuizen worden gebruikt (zie bijlage 12 overzicht monitoringspeilbuizen).

Door een goede monitoring kunnen vertragingen tijdens de aanleg worden voorkomen. Daarnaast werkt een goede monitoring geruststellend voor het bevoegd gezag.

Volgens HDSR richtlijnen worden de peilbuizen meestal de eerste vier weken dagelijks gemeten en daarna wordt er wekelijks gemeten, tot drie weken na beëindiging van de grondwateronttrekking. De eerste meting vindt minimaal drie dagen voor de start van de grondwateronttrekking plaats. Nagegaan dient te worden of deze voorschriften voor deze bemaling aan de orde is bij de verlening van de watervergunning door de HDSR.

6. Benodigde vergunningen

6.1. Onttrekking (Waterwet-Keur)

De projectlocatie bevindt zich in het beheersgebied van het waterschap HDSR. Op basis van webkaarten van de provincie Utrecht bevindt de projectlocatie zich niet in een grondwaterbeschermings- of waterwingebied.

Het maximum gemiddeld debiet is numeriek bepaald op ca. 96 m³/uur en het totale waterbezwaar op 133.758 m³ (totaal plus extra's bij opstart) in 201 dagen niet aaneengesloten (zie hoofdstuk 4). Het betreft een tijdelijke onttrekking.

Met in achtneming van genoemde wet- en regelgeving, namelijk de Keur 2018 (sinds 1 mei 2019) en bijbehorende uitvoeringsregels van de HDSR, kan het volgende gesteld worden:

- de bemaling is op grond van het niet overschrijden van het totaal bemalingsdebiet van 400.000 m³ (in GHG-situatie), niet vergunningsplichtig is;
- het debiet van de gelijktijdig uitgevoerde onttrekkingen is minder dan 100 m³ per uur;
- de filters bevinden zich niet dieper dan 9 m-mv;
- de verlaging van de stijghoogte van het grondwater onder de sleufbodem is minder dan 30 cm (max. 25 cm) beneden het kritische punt van de sleuf;
- Bij sleufbemaling mag tijdelijk meer worden onttrokken maar gemiddeld niet meer dan 15.000 m³/week en de voortgang moet minimaal 20 m per week zijn. Bij geringere voortgang geldt dat sleufgedeelte als bouwput; bij deze sleufbemaling is dat niet het geval.

Op grond van het bovenstaande geldt de algemene regel met meldplicht volgens paragraaf 56.4.2 van de uitvoeringsregels van de HDSR en de zorgplicht volgens paragraaf 56.3 van diezelfde uitvoeringsregels.

Hierdoor kan worden volstaan met een melding van de onttrekking bij het waterschap HDSR. De hoeveelheid water die wordt onttrokken moet tevens worden gemeten met aantoonbaar recent geijkte debietmeters en worden geregistreerd in een logboek..

6.2. Lozing

Het vrijkomende bemalingswater moet worden geloosd. Het lozen van het onttrokken grondwater valt onder het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi) en de uitvoeringsregels van de Keur 2018 van de HDSR. De uitvoeringsregels zijn alleen van toepassing als er geloosd wordt in een oppervlaktewater. In de Blbi zijn algemene regels gesteld aan (ondermeer) het lozen van grondwater op de openbare riolering.

Volgens de voorkeursvolgorde zoals gesteld in de Wet Milieubeheer art 10.29a zou grondwater volgens deze volgorde moeten worden geloosd:

- in de bodem
- in een oppervlaktewater
- in een hemelwaterriool
- in een vuilwaterriool (of gemengd stelsel)

Door middel van infiltratiesleuven of een infiltratieveld is het mogelijk om het onttrokken bronningswater in de bodem te retourneren. Aangezien de werkzaamheden aaneengesloten plaats zullen vinden en gezien aangrenzend oppervlaktewater nabij de projectlocatie, is de directe lozing op oppervlaktewater het meest voor de hand liggende optie.

Ook wordt in zulke gevallen meestal op open water geloosd, via een mantelbuis onder de weg door naar het open water. Het veiligst is dus het bemalingswater rechtstreeks op het oppervlaktewater te lozen.

Indien lozing via een bestaande HWA overstortvoorziening moet plaatsvinden, valt deze onder een indirecte lozing waarvoor de gemeente dan het bevoegd gezag is. Indien niet rechtstreeks

maar via een bestaande uitstroomvoorziening van het hemelwaterriool geloosd zal worden, is voor de kwaliteitsaspecten van de lozing de gemeente Utrecht ook het bevoegd gezag.

Lozing op oppervlaktewater

Voor de lozing kan worden uitgegaan van een maximaal gemiddeld debiet van ca. 96 m³ per uur. Het lozingsdebiet dient te worden gemeten met geijkte debietmeters. Vanwege de verwachte debieten, kan het onttrokken water worden geloosd op de aangrenzende oppervlaktewater met een vastpeil van NAP +0,30 m.

Lozing op oppervlaktewater (kwantiteit/ secundaire-/tertiaire watergangen - HDSR)

De kwantiteit voor lozing op oppervlaktewater is altijd geregeld in de Keur en niet in het BLBI. Met in achtneming van de Keur 2018 (sinds 1 mei 2019) van het HDSR, kan gesteld worden dat voor de lozing van bronneringswater op oppervlaktewater er onder deze nieuwe Keur er geen lozingsgrenzen meer gelden.

Voor het lozen in een oppervlaktewater gelden de hoofdstukken 8 en 9 van de Uitvoeringsregels bij de Keur Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden 2018. Hier staat dat voor het lozen van grondwater alleen de zorgplicht van toepassing is. Omdat er voor lozing op oppervlaktewater geen meldingsplicht geldt, is er ook geen meldingstermijn hieraan meer verbonden.

Lozing op oppervlaktewater (kwaliteit/ secundaire-/tertiaire watergang – HDSR)

Wordt direct geloosd op oppervlaktewater m.b.v. een tijdelijke afvoerpijp, dan is HDSR bevoegd gezag voor de lozing. HDSR adviseert de RUD over de lozing via een uitstroomvoorziening op oppervlaktewater.

Ten aanzien van de kwalitatieve lozing kan volgens het Besluit Lozen buiten Inrichtingen (Blbi) gesteld worden dat:

- Voor de lozing van het bronneringswater op oppervlaktewater er maatwerkvoorschriften van de HDSR van toepassing kunnen zijn. De lozing valt dan in dit geval onder de zorgplichtvoorwaarde;
- Indien niet rechtstreeks maar via een uitstroomvoorziening van het hemelwaterriool geloosd zal worden, is voor de kwaliteitsaspecten van de lozing dan de RUD het bevoegd gezag.

Kwaliteit bronneringswater

Met in achtneming van het BLBI, kan gesteld worden:

- dat voor de lozing van bronneringswater op oppervlaktewater de eisen conform de BLBI gelden (zie tabel 6.1). In deze tabel zijn de meetwaarden en lozingseisen voor lozing van bronneringswater op zowel het oppervlaktewater en de riolering weergegeven. Indien er maatwerkvoorschriften van het HDSR worden opgelegd, dan kunnen en mogen deze waarden afwijken;
- dat de lozing zich moet houden aan de zorgplicht voorwaarde en vuilvracht berekening van de HDSR.

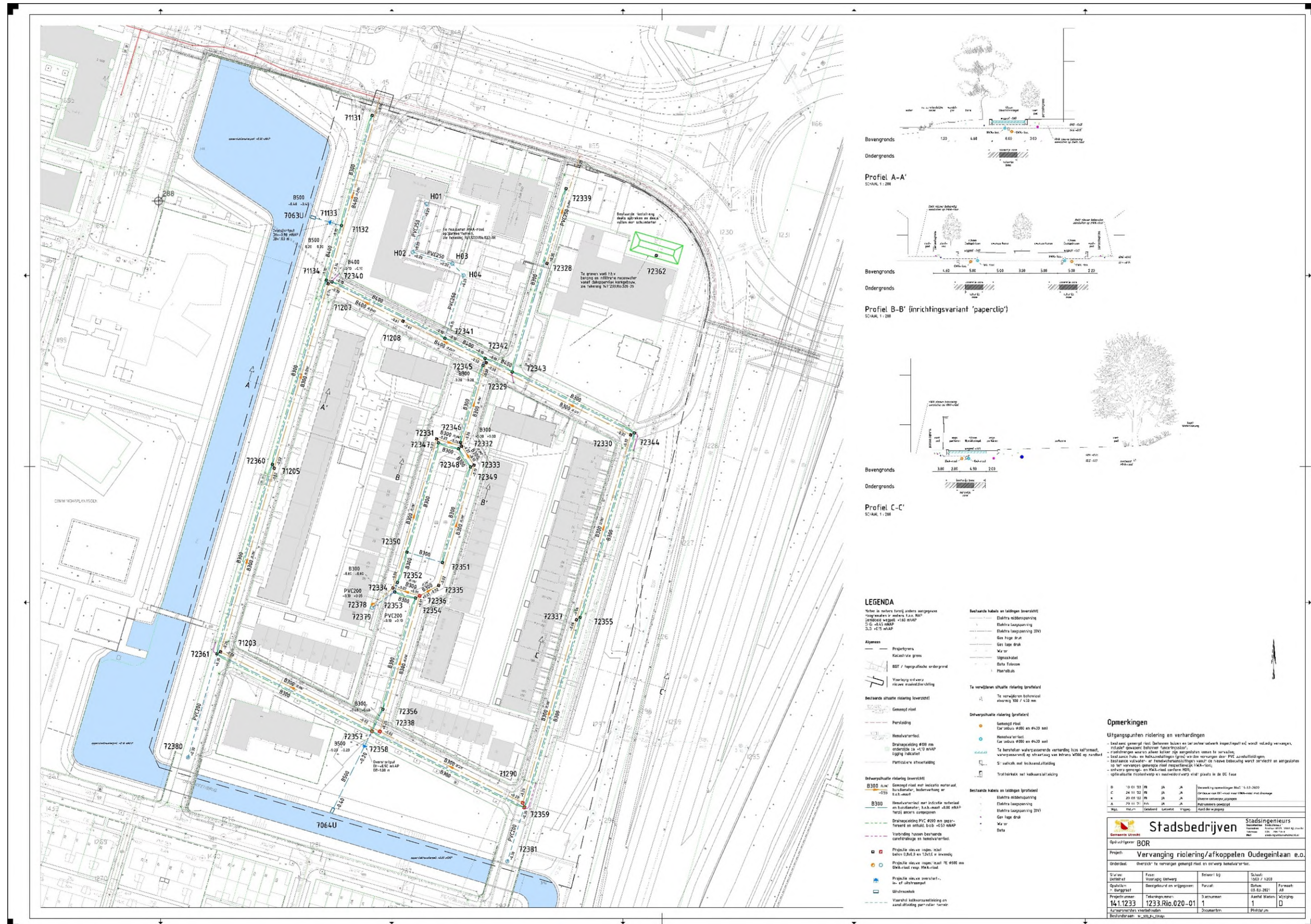
Tabel 6.1 Lozingsparameters BLBI (reguliere watergangen/riolering)

Parameter	Meetwaarde Grondwater [mg/l]	Lozingseis BLBI oppervlakte water	Lozingseis BLBI riool/ niet-zijnde een vuilwaterriool	Lozingseis BLBI vuilwaterriool
Onopgeloste bestanddelen	7,6 tot 150 mg/l	< 50 mg/l	< 50 mg/l	< 300 mg/l
IJzer	0,83 tot 12 mg/l	geen visuele verontreiniging; gehalte < 5 mg/l	gehalte < 5 mg/l (voor een indirecte lozing)	onbekend
Chloride	onbekend	200 mg/l	-	-

Ter plaatse van de projectlocatie ligt de bodemlaag met brak/zout (chloridegehalte 1.000 mg/l) grensvlak op ca. -225m NAP. De zoet/brak grensvlak (chloridegehalte van 150 mg/l) ligt tussen de -225 á -150 m NAP. De bemaling heeft geen invloed op de ligging van dit grensvlak. Hierdoor is naar verwachting geen chloride gehalte hoger dan 200 mg/l op de projectlocatie met of zonder bemaling. Daarom is chloride concentratie niet onderzocht.

Met betrekking tot de overige lozingsparameters ijzer en opgeloste bestanddelen wordt geadviseerd om zuiveringsmaatregelen te treffen voor de voorgenomen lozing op oppervlaktewater.

Bijlage 1: Rioleringstekening



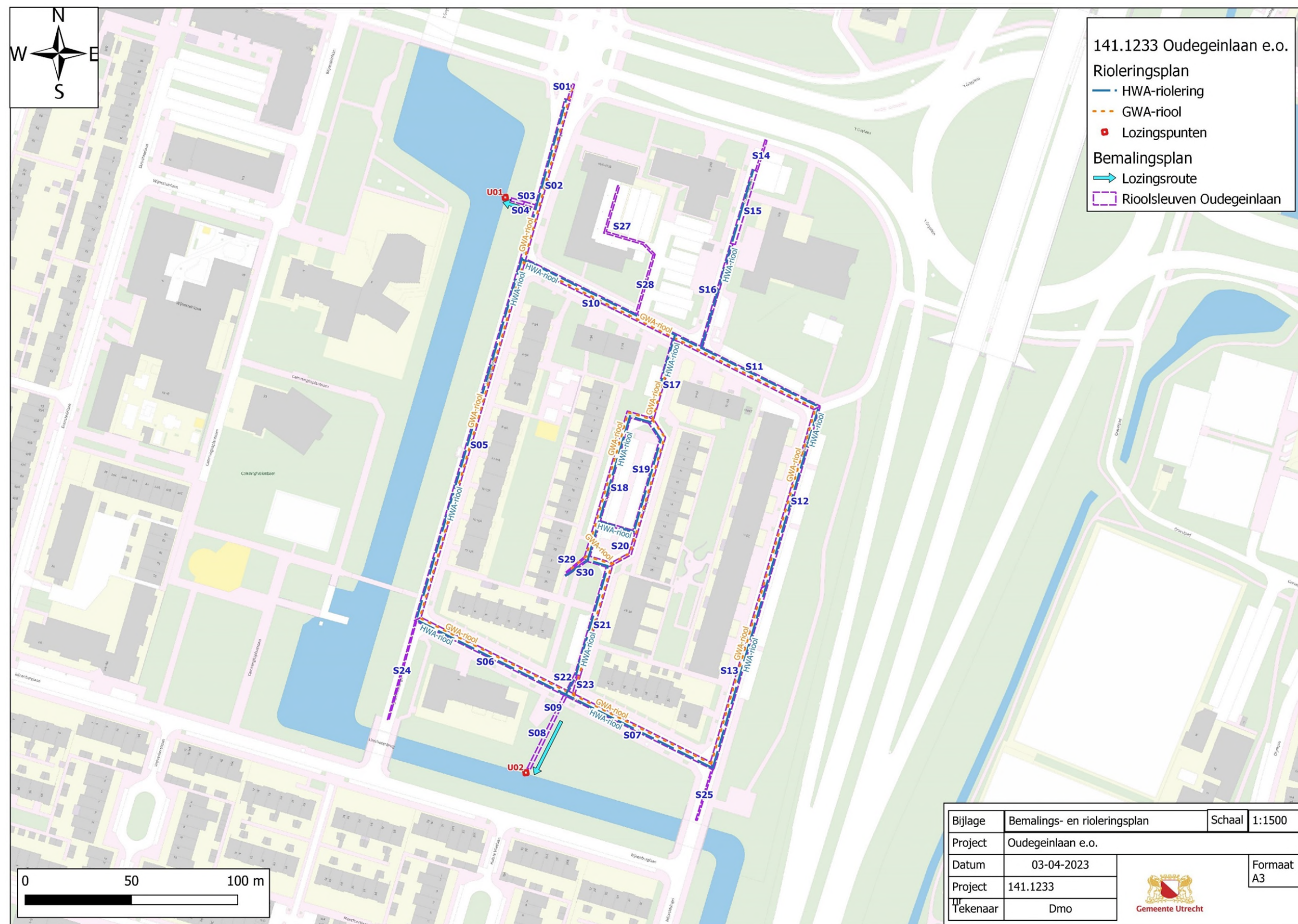
Bijlage 2: Bemalingsheet met dimensionering sleuven

Tabel bijlage 2: Overzicht bemalingsgegevens rioolstrengen (bron: afdeling Infra)

Rioolgedeelte	Kenmerk sleuf	Maaiveld-hoogte (NAP ...m)	G.H.G. t.o.v. N.A.P. ##	Diam. in mm.	lengte in m. aanleg/ uitbreken	b.o.b. begin t.o.v. NAP	b.o.b. eind t.o.v. NAP	Gemiddel-de b.o.b. (NAP ...m)	Gemiddelde ontgravings-hoogte1) (NAP ...m)	Verlagingsni-veau grond-water2) (NAP ...m)	bemalen sleufl. in m L	bemalen sleufbr. in m B	Aanlegtempo in m/dag	Bemalingsduur riolering (dagen)
1145-71131 (1 riool)	S-1	+1,65	0,45	400	7	-0,96	-0,95	-0,96	-1,21	-1,46	7	1,3	7	2,0
71131-71207 (2 riolen)	S-2	+1,65	0,45	400	79	-0,95	-0,74	-0,95	-1,10	-1,35	14	2,5	7	12,3
7063U-71133 (1 riool)	S-3	+1,65	0,45	500	7	-0,40	-0,40	-0,40	-0,67	-0,92	7	1,5	7	2,0
71133-71132 (1 riool)	S-4	+1,65	0,45	500	4	-0,20	-0,20	-0,20	-0,47	-0,72	4	1,5	4	2,0
71207-71203 (2 riolen)	S-5	+1,65	0,45	300	174	-0,74	-0,26	-0,74	-0,76	-1,01	14	2,5	7	25,9
71203-72338 (2 riolen)	S-6	+1,65	0,45	300	81	-0,26	-0,02	-0,11	-0,40	-0,65	14	2,7	7	12,6
72357-72359 (2 riolen)	S-7	+1,65	0,45	300	77	0,00	0,00	0,00	-0,26	-0,51	14	2,7	7	12,0
7064U-72358 (1 riool)	S-8	+1,65	0,45	500	32	-0,40	-0,20	-0,40	-0,57	-0,82	28	1,5	15	3,1
72358-72357 (1 riool)	S-9	+1,65	0,45	500	7	-0,20	-0,20	-0,20	-0,47	-0,72	7	1,5	15	1,5
71207-72329 (2 riolen)	S-10	+1,65	0,45	400	80	-0,70	-0,50	-0,57	-0,86	-1,11	14	2,8	7	12,4
72329-72330 (2 riolen)	S-11	+1,65	0,45	300	73	-0,50	-0,32	-0,45	-0,67	-0,92	14	2,8	7	11,4
72330-72337 (2 riolen)	S-12	+1,65	0,45	300	87	-0,32	-0,06	-0,32	-0,45	-0,70	14	2,5	7	13,4
72355-71359 (2 riolen)	S-13	+1,65	0,45	300	90	0,00	0,00	0,00	-0,26	-0,51	14	2,5	7	13,9
2195-72339 (1 riool)	S-14	+1,65	0,45	250	15	0,20	0,24	+0,05	0,01	-0,24	28	0,9	15	2,0
72339-72328 (2 riolen)	S-15	+1,65	0,45	300	35	0,00	0,00	0,00	-0,26	-0,51	14	2,4	7	6,0
72328-72343 (1 riool)	S-16	+1,65	0,45	300	52	0,00	0,00	0,00	-0,26	-0,51	28	1,2	15	4,5
72329-72332 (2 riolen)	S-17	+1,65	0,45	300	39	-0,38	-0,26	-0,34	-0,58	-0,83	14	2,2	7	6,6
72332-72331-72334-72336 (2 riolen)	S-18	+1,65	0,45	300	95	-0,26	0,01	-0,26	-0,38	-0,63	14	2,5	7	14,6
72332-72333-72351 (2 riolen)	S-19	+1,65	0,45	300	56	-0,22	-0,04	-0,22	-0,39	-0,64	14	2,5	7	9,0
72351-72336 (1 riool)	S-20	+1,65	0,45	300	21	-0,04	0,01	-0,04	-0,27	-0,52	21	1,2	15	2,4
72354-72356 (2 riolen)	S-21	+1,65	0,45	300	53	0,00	0,00	0,00	-0,26	-0,51	14	2,7	7	8,6
72356-72357 (1 riool)	S-22	+1,65	0,45	300	10	-0,60	-0,60	-0,60	-0,86	-1,11	10	1,2	15	1,7
72356-72338 (1 riool)	S-23	+1,65	0,45	300	10	0,18	0,20	+0,18	-0,07	-0,32	10	1,2	15	1,7
72361-72380 (1 riool)	S-24	+1,65	0,45	200	48	0,30	0,30	+0,30	0,29	0,04	25	0,7	15	4,2
72359-72381 (1 riool)	S-25	+1,65	0,45	200	26	0,30	0,30	+0,30	0,29	0,04	26	0,7	15	2,7
72350-72351 (1 riool)	S-26	+1,65	0,45	300	15	0,00	0,00	0,00	-0,26	-0,51	11	2,0	5	4,0
H01-H04 (1 riool)	S-27	+1,65	0,45	250	49	0,20	0,20	0,00	-0,01	-0,26	20	0,9	20	3,5
H04-72341 (1 riool)	S-28	+1,65	0,45	250	30	0,20	0,15	0,00	-0,04	-0,29	15	0,9	15	3,0
72334-72378 (1 riool)	S-29	+1,75	0,45	200	11	0,10	0,05	+0,10	0,07	-0,19	11	0,7	11	2,0
72353-72379 (1 riool)	S-30	+1,75	0,45	200	12	0,10	0,10	+0,10	0,09	-0,16	12	0,7	12	2,0
Totaal					1375 m									203 dagen

Bijlage 3: GHG en GLG isohypsen 1e WVP

Bijlage 4: Bemalings- en rioleringsplan



Bijlage 5: Evenwichtsberekening sleuven

Evenwichtsberekening putbodem voor sleuf-2Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	1,65	0,00
Ontgravingsniveau	-1,10	2,75
Onderkant scheidende laag	-2,05	3,70
Stijghoogte onder scheidende laag	0,45	1,20

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m ³)
1,65	0,90	0,75	16,00
0,90	-1,10	2,00	14,00
-1,10	-2,10	1,00	14,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,75 m	d1
Dikte pakket onder bouwput	0,95 m	d2
Breedte talud	0,10 m	a
Halve bodembreedte	1,25 m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	2,50 m	h

Gronddruk:

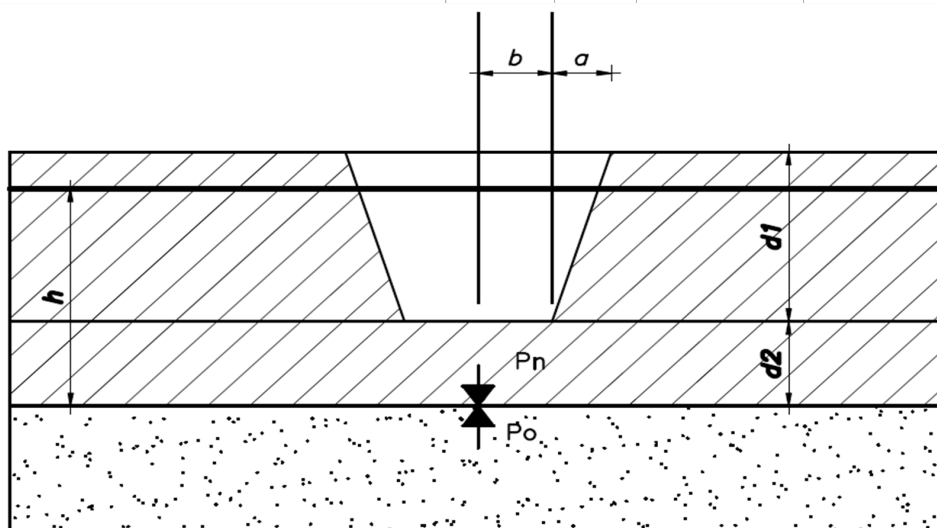
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,10	f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	3,94 kN/m ²	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	14,00 kN/m ²	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	17,94 kN/m ²	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	24,53 kN/m ²	P0
---------------------	-------------------------	----

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,7	dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-0,39 m NAP	



Evenwichtsberekening putbodemp voor sleuf-5Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	1,65	0,00
Ontgravingsniveau	-0,76	2,41
Onderkant scheidende laag	-1,35	3,00
Stijghoogte onder scheidende laag	0,45	1,20

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m ³)
1,65	0,00	1,65	16,00
0,00	-0,76	0,76	14,00
-0,76	-1,35	0,59	14,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,41 m	d1
Dikte pakket onder bouwput	0,59 m	d2
Breedte talud	0,10 m	a
Halve bodembreedte	1,25 m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	1,80 m	h

Gronddruk:

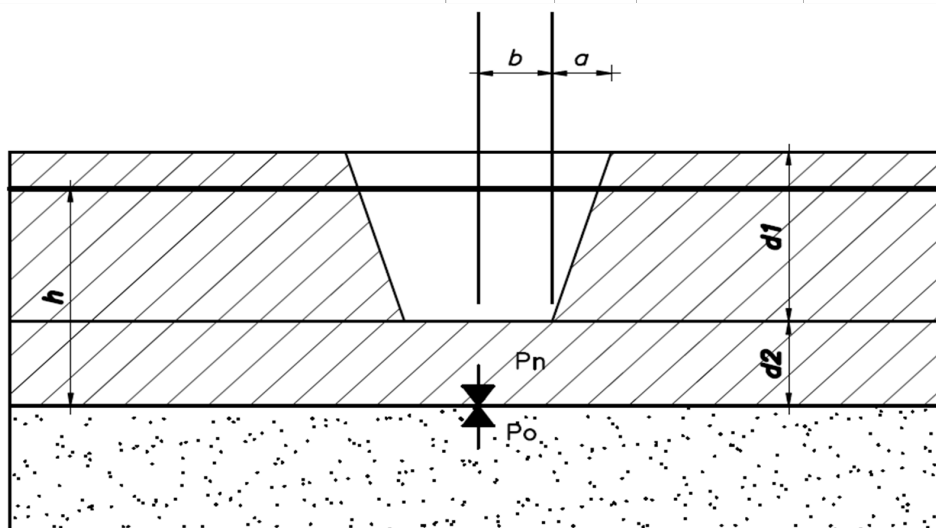
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,03	f
Gronddruk boven bouwputbodemp * factor	1,17 kN/m ²	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodemp	8,26 kN/m ²	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	9,43 kN/m ²	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	17,66 kN/m ²	P0
---------------------	-------------------------	----

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,5	dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-0,48 m NAP	



Evenwichtsberekening putbodem voor sleuf-13Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	1,65	0,00
Ontgravingsniveau	-0,26	1,91
Onderkant scheidende laag	-1,05	2,70
Stijghoogte onder scheidende laag	0,45	1,20

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m ³)
1,65	0,40	1,25	16,00
0,40	-0,26	0,66	14,00
-0,26	-1,05	0,79	14,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	1,91 m	d1
Dikte pakket onder bouwput	0,79 m	d2
Breedte talud	0,10 m	a
Halve bodembreedte	1,22 m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	1,50 m	h

Gronddruk:

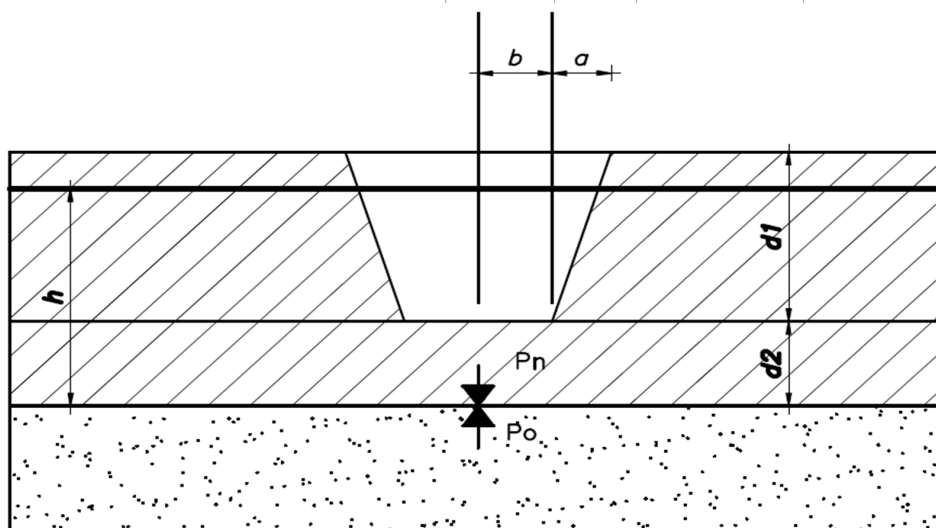
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,07	f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	2,01 kN/m ²	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	11,06 kN/m ²	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	13,07 kN/m ²	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	14,72 kN/m ²	P0
---------------------	-------------------------	----

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,9	dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	0,16 m NAP	



Evenwichtsberekening putbodem voor sleuf-18Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	1,65	0,00
Ontgravingsniveau	-0,38	2,03
Onderkant scheidende laag	-0,85	2,50
Stijghoogte onder scheidende laag	0,45	1,20

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m ³)
1,65	0,65	1,00	16,00
0,65	-0,38	1,03	14,00
-0,38	-0,85	0,47	14,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,03 m	d1
Dikte pakket onder bouwput	0,47 m	d2
Breedte talud	0,10 m	a
Halve bodembreedte	1,25 m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	1,30 m	h

Gronddruk:

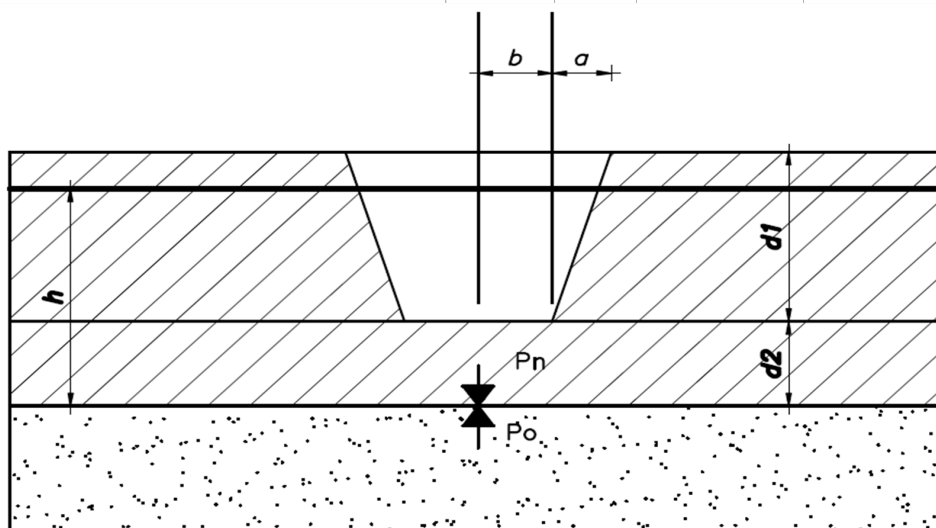
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,02	f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,53 kN/m ²	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	6,58 kN/m ²	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	7,11 kN/m ²	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	12,75 kN/m ²	P0
---------------------	-------------------------	----

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,6	dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	-0,19 m NAP	



Evenwichtsberekening putbodem voor sleuf-26Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	1,65	0,00
Ontgravingsniveau	-0,26	1,91
Onderkant scheidende laag	-0,85	2,50
Stijghoogte onder scheidende laag	0,45	1,20

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m ³)
1,65	0,65	1,00	16,00
0,65	-0,26	0,91	14,00
-0,26	-0,85	0,59	14,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	1,91 m	d1
Dikte pakket onder bouwput	0,59 m	d2
Breedte talud	0,10 m	a
Halve bodembreedte	1,25 m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	1,30 m	h

Gronddruk:

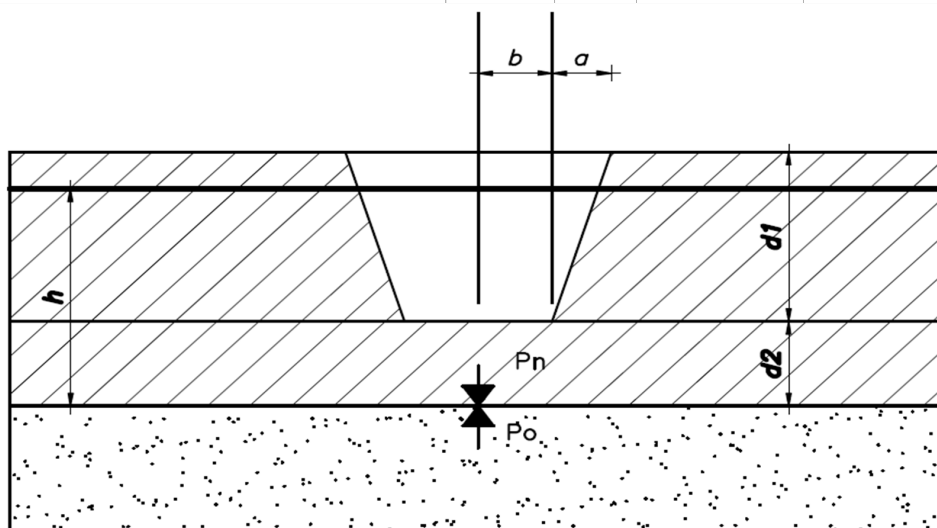
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,03	f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,91 kN/m ²	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	8,26 kN/m ²	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	9,17 kN/m ²	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	12,75 kN/m ²	P0
---------------------	-------------------------	----

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,7	dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	0,00 m NAP	



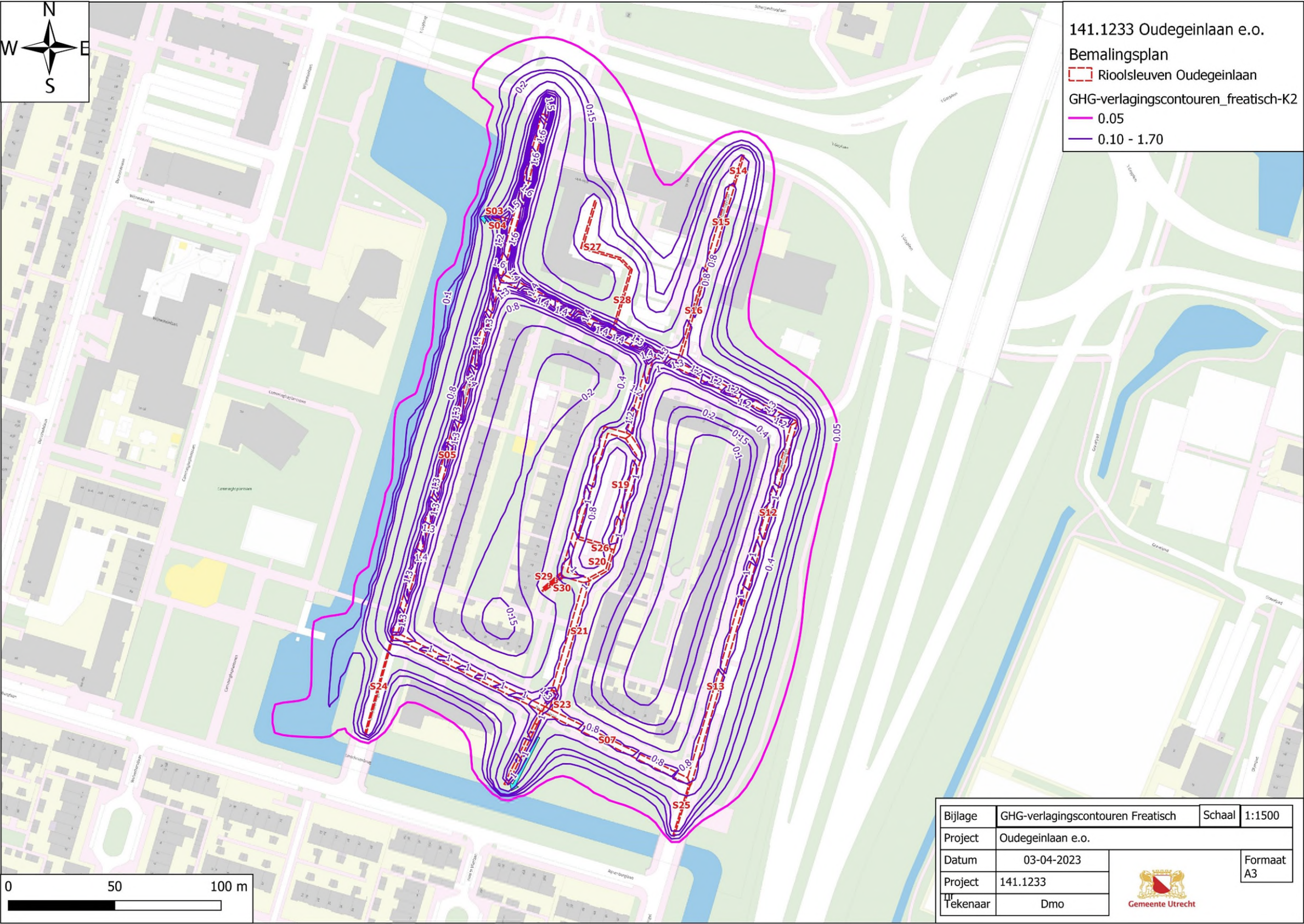
Bijlage 6: Debiet berekeningen

Tabel bijlage 6: Resultaten debietberekeningen

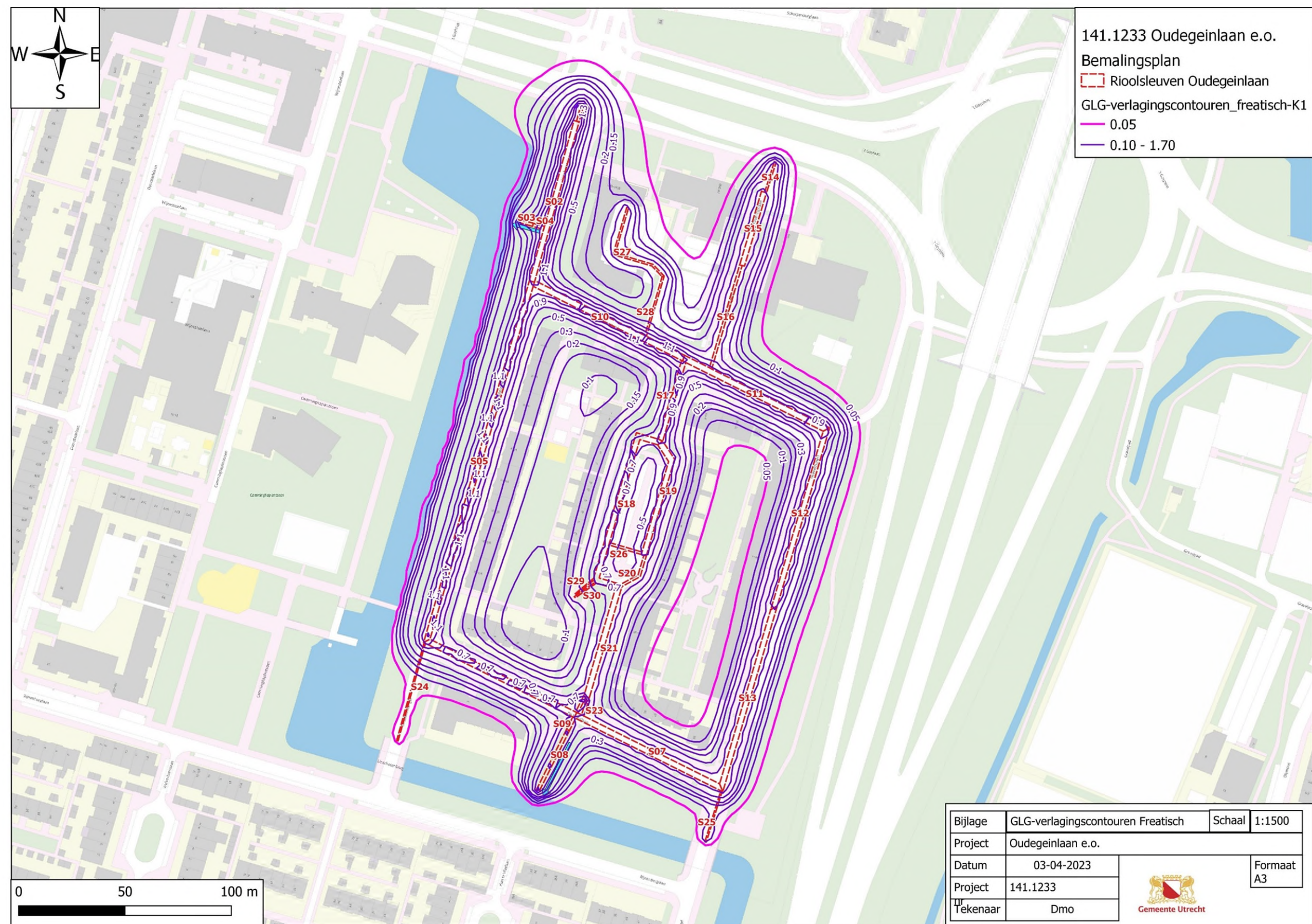
Sleuf- num- mer	Te bemalen strengen	Lengte riool sectie	Grondwa- terstand verlaging	Debiet Freatisch bemaling		Gemiddeld freatisch debiet	Bemalings- duur	Water- bezwaar Freatisch	Debiet Spanningsbemaling + toestroming		Gemiddeld debiet Spanning + toestroming	Waterbezwaar Spanning + Toestroming	Gemiddeld debiet Freatisch + Spanning + toestroming	Gemiddeld debiet Freatisch + Spanning + toestroming	Waterbezwaar Freatisch + Spanning + toestroming
				startdebiet	einddebiet				startdebiet	einddebiet					
		(m)	(NAP ...m)	(m3/dag)	(m3/dag)	(m3/dag)	(dagen)	(m³)	(m3/dag)	(m3/dag)	[m3/dag]	[m3]	(m3/u)	(m3/dag)	[m3]
S-1	1145-71131	7	-1,46	5	2	3	2	6	208	173	189	377	8,0	192	383
S-2	71131-71207	79	-1,35	37	11	16	12	203	1216	959	1072	13171	45,4	1089	13374
S-3	7063U-71133	7	-0,92	2	0,9	1,3	2	3	82	61	70	140	3,0	71	143
S-4	71133-71132	4	-0,72	0,5	0,5	0,5	2	1	70	60	65	129	2,7	65	130
S-5	71207-71203	174	-1,01	65	16	25	26	657	2300	1915	2090	54039	88,1	2115	54696
S-6	71203-72338	81	-0,65	24	7	11	13	139	581	436	498	6258	21,2	509	6397
S-7	72357-72359	77	-0,51	22	7	11	12	129	535	362	432	5183	18,4	443	5312
S-8	7064U-72358	32	-0,82	11	5	7	3	21	394	336	363	1137	15,4	370	1159
S-9	72358-72357	7	-0,72	2	0,5	0,8	1,5	1	37	27	32	46	1,3	32	47
S-10	71207-72329	80	-1,11	35	11	17	12	210	932	697	797	9909	33,9	814	10119
S-11	72329-72330	73	-0,92	31	11	16	11	179	832	592	692	7905	29,5	707	8084
S-12	72330-72337	87	-0,70	30	10	15	13	205	830	551	662	8889	28,2	677	9094
S-13	72355-71359	90	-0,51	24	8	12	14	159	659	421	514	7117	21,9	525	7276
S-14	2195-72339	15	-0,24	3	1	2	2	3	86	47	60	121	2,6	62	124
S-15	72339-72328	35	-0,51	12	4	6	6	37	347	233	278	1670	11,9	285	1707
S-16	72328-72343	52	-0,51	12	4	6	4	26	256	134	176	786	7,6	182	812
S-17	72329-72332	39	-0,83	13	4	6	7	41	309	201	244	1601	10,4	250	1641
S-18	72332-72331- 334-336	95	-0,63	25	6	9	15	137	602	374	461	6719	19,6	470	6856
S-19	72332-72333- 351	56	-0,64	18	5	8	9	68	401	235	296	2667	12,7	304	2734
S-20	72351-72336	21	-0,52	4	1,0	2	2	4	86	43	57	137	2,5	59	141
S-21	72354-72356	53	-0,51	14	4	6	9	51	318	178	228	1957	9,8	234	2008
S-22	72356-72357	10	-1,11	2	1,1	2	2	3	105	93	98	164	4,2	100	167
S-23	72356-72338	10	-0,32	1	0,5	0,7	2	1	75	65	70	116	2,9	70	117
S-24	72361-72380	48	+0,04	4	1,7	2	4	10	172	167	169	711	7,2	172	722
S-25	72359-72381	26	+0,04	2	0,7	1,1	3	3	40	10	16	44	0,7	17	47
S-26	72350-72351	15	-0,51	2	0,1	0,1	4	1	35	25	29	117	1,2	29	117
S-27	H01-H04	49	-0,26	9	2,7	4	3	14	173	49	76	264	3,4	81	278
S-28	H04-72341	30	-0,29	5	1,2	2	3	6	47	8	14	41	0,6	16	47
S-29	72334-72378	11	-0,19	1,0	0,1	0,2	2	0	5	4	4	9	0,2	5	9
S-30	72353-72379	12	-0,16	1,0	0,2	0,3	2	1	9	8	9	17	0,4	9	18
Totaal/ gemiddeld		1375 m				6 m3/dag	203 dagen	2317 m3			336 m3/dag	131.441 m3	14 m3/u	91 m3/dag	133.758 m3

Bijlage 7: GHG-/GLG-invloedsgebied bemaling

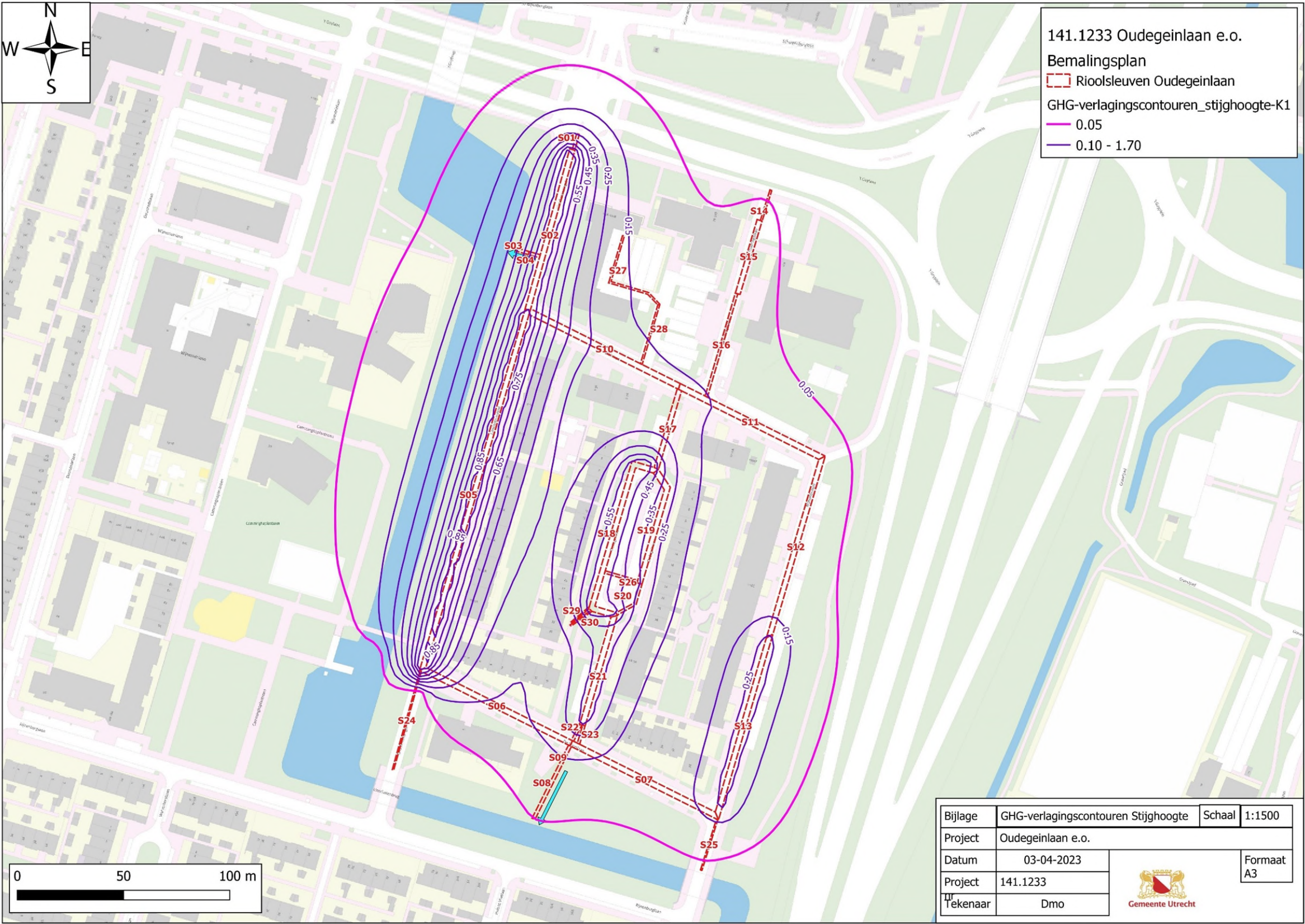
GHG- verlagingscontouren van de freatische grondwaterstand



GLG- verlagingscontouren van de freatische grondwaterstand

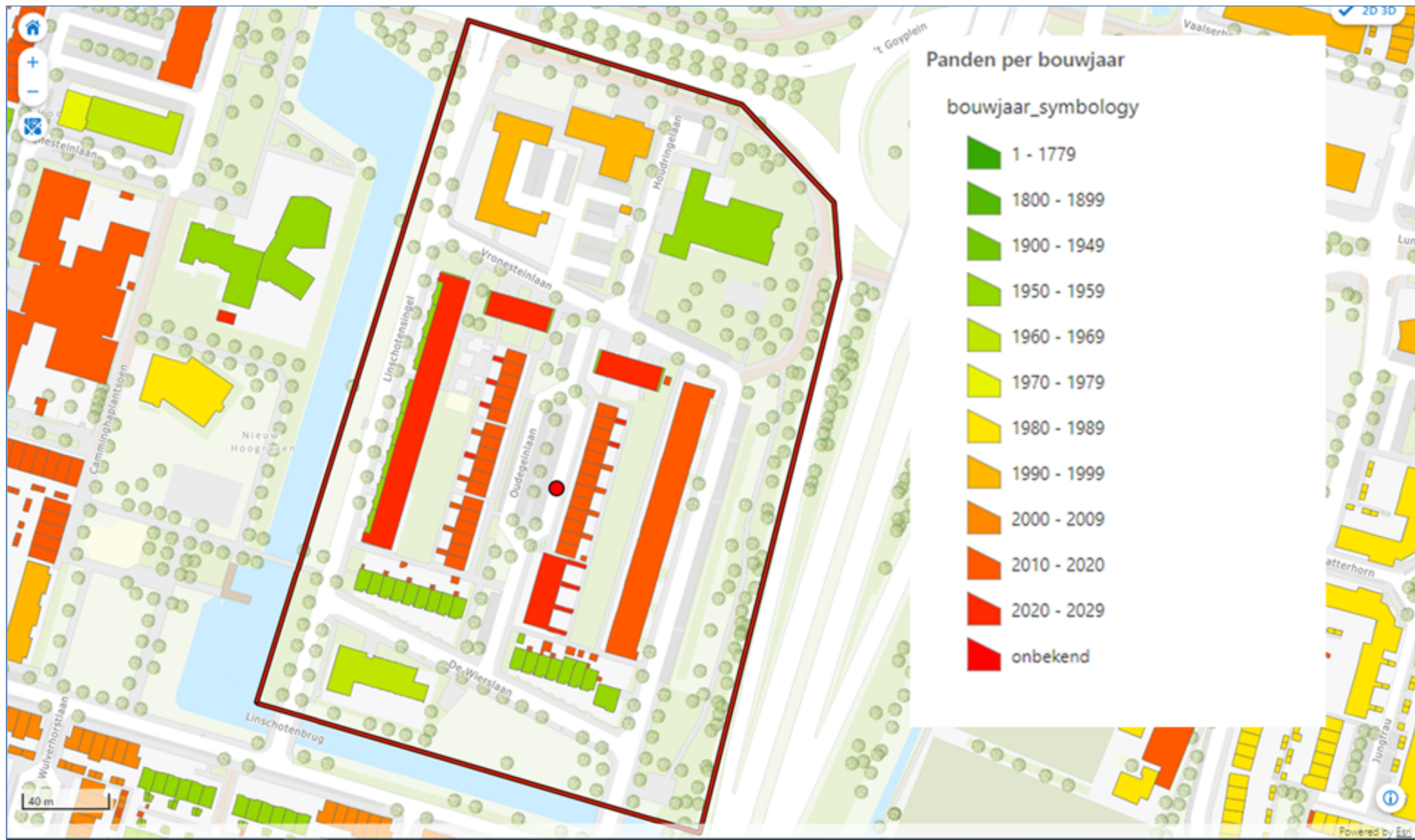


GHG- verlagingscontouren stijghoogte in het 1^e WVP.

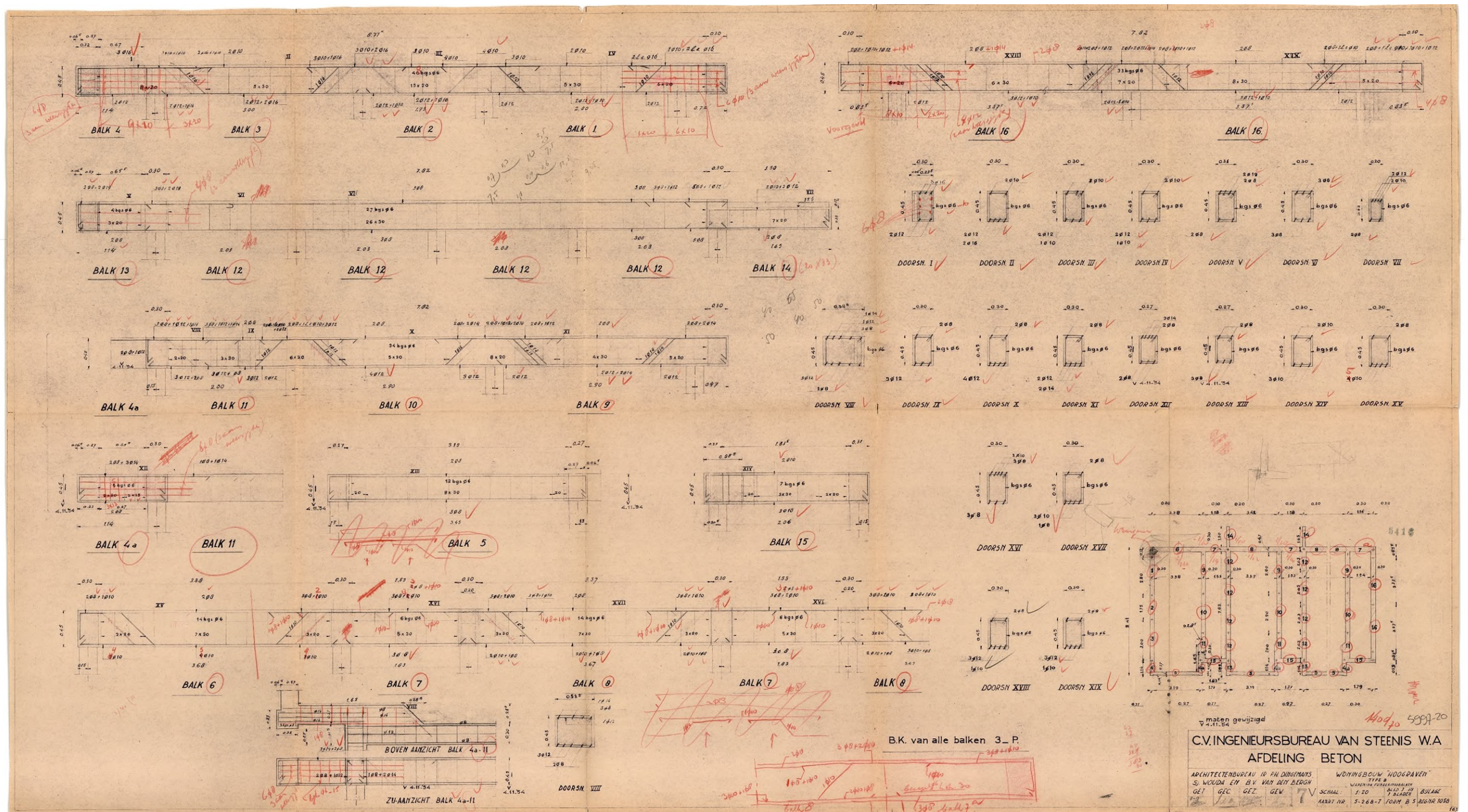


Bijlage 8: Bebouwing in de omgeving

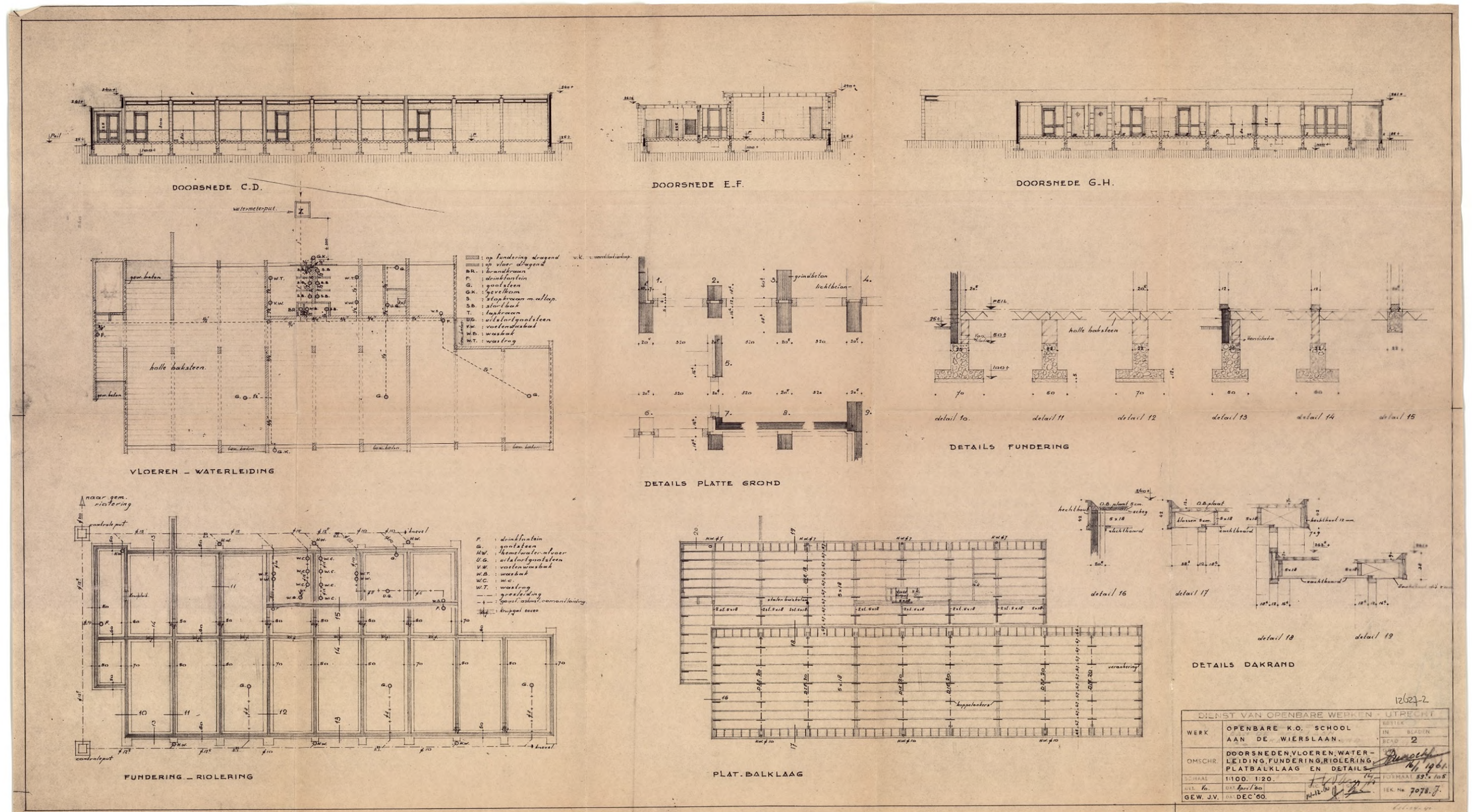
Bebouwing binnen GLG invloedgebied bemaling



Bron: Webkaart provincie Utrecht



Fundering Wierslaan 20 t/m 34 (even) --> op palen gefundeerd

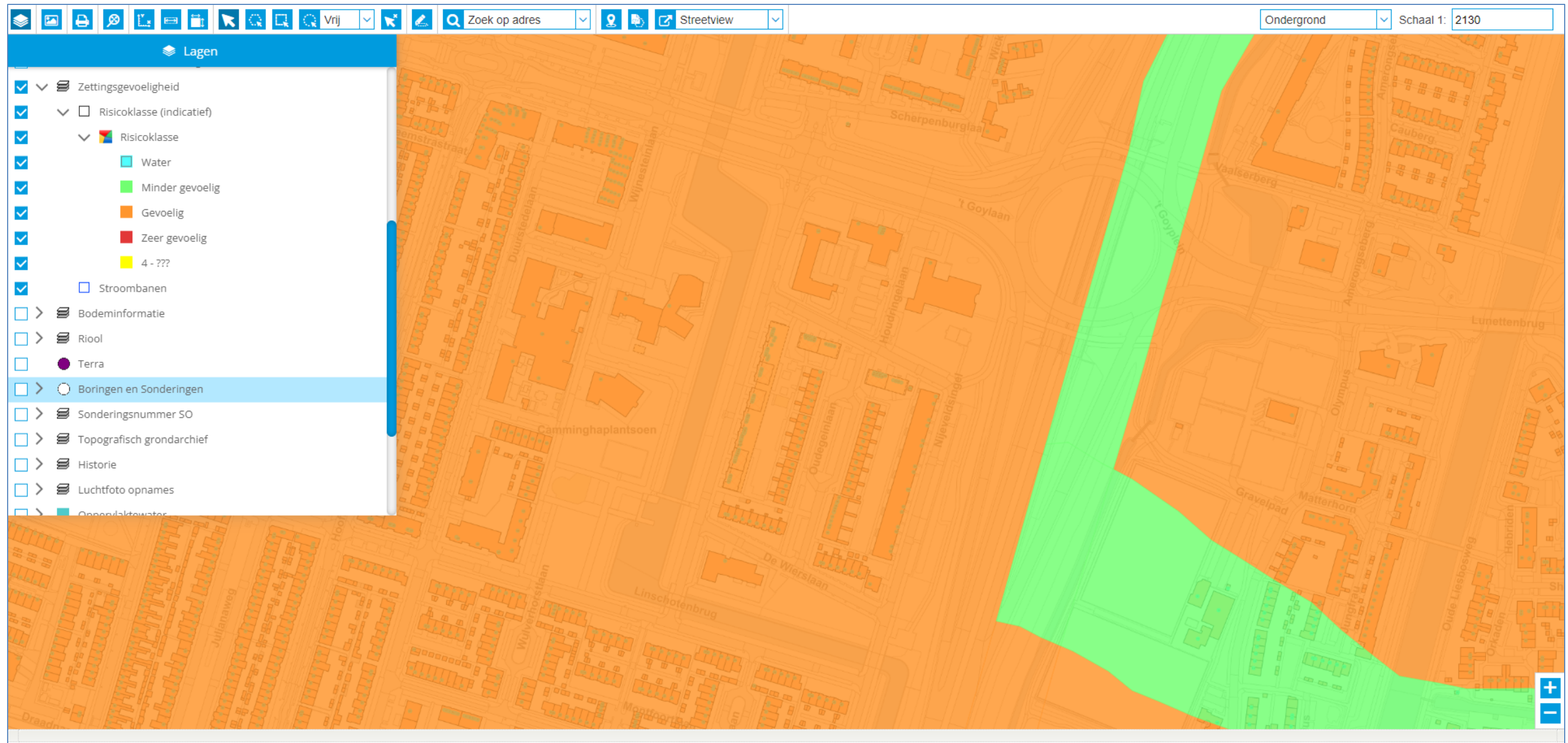


Fundering School Wierslaan no. 3



Bijlage 9: Zettingen en berekeningen

Zettingsgevoeligheid nabij Oudegeinlaan



(Bron: Stroomlijn)

Zettingsberekeningen

Indicatieve zettingsberekening Oudegeinlaan

(Zetting volgens Koppejan, Cultuurtechnisch vademecum blz 237)

circa 8 meter aan noordzijde vanaf de rand van sleuf-6 (ter plaatse van pandnummer 2 aan De Wierslaan) nabij de voorgevel (o.b.v. de boorprofielen 101 en 201):

	Diepte [m-mv]	Dikte [m]	Stijghoogte verandering [m]	Cp [-]	Rho [kg/m3]	Sigma_k [N/m2]	d_Sigma_k [N/m2]	Zetting [m]
Klei	1,7	2,3	0,30	20	1800	40572	2940	0,008
	4							
Totaal								0,008 m

Modellaag 2

8,0 mm

circa 18 meter aan noordzijde vanaf de rand van sleuf-6 (ter plaatse van pandnummer 2 aan de Wierslaan) nabij de achtergevel (o.b.v. de boorprofielen 101 en 201):

	Diepte [m-mv]	Dikte [m]	Stijghoogte verandering [m]	Cp [-]	Rho [kg/m3]	Sigma_k [N/m2]	d_Sigma_k [N/m2]	Zetting [m]
Klei	1,7	2,3	0,20	20	1800	40572	1960	0,005
	4							
Totaal								0,005 m

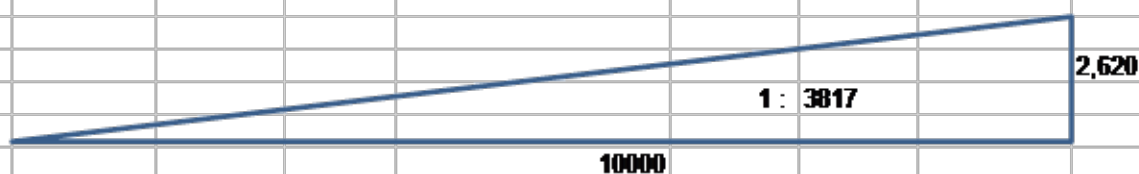
Modellaag 2

5,4 mm

T.a.v. voor- en achtergevel m.b.t. scheefstand gebouw

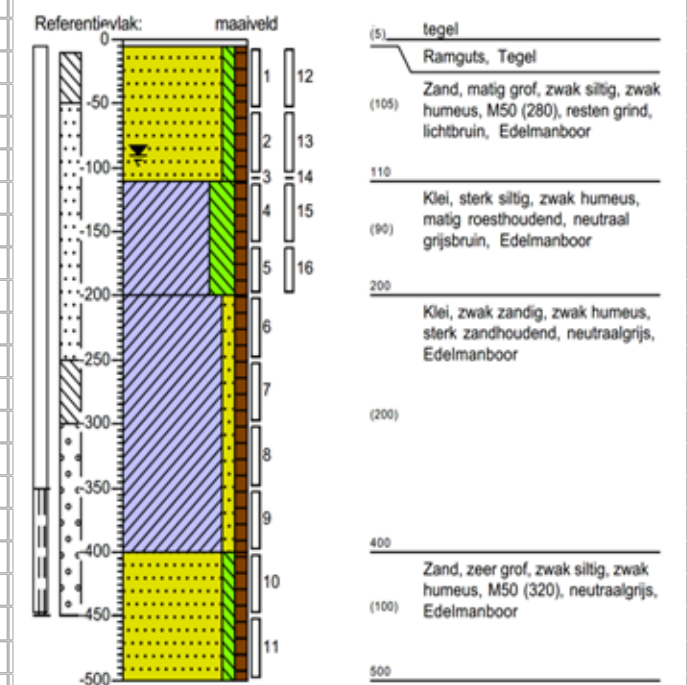
X	10000	mm
ΔX	6,74	mm
50% @ ΔX	3,37	mm
rotatie 1:	2969	

Verschuiving	ΔX	2,6	mm
Afstand voor- en achterzijde	X	10	m
Relatieve rotatie	X	10000	mm
	1:	3817	



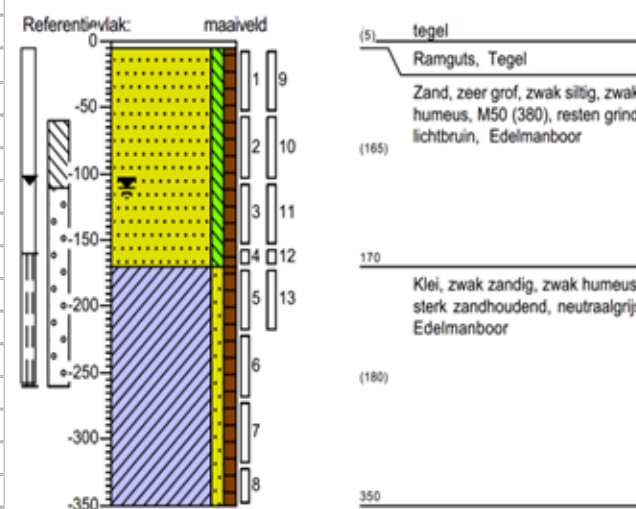
Boring: 101

X: 136841,85
Y: 452796,01
Datum: 21-5-2021

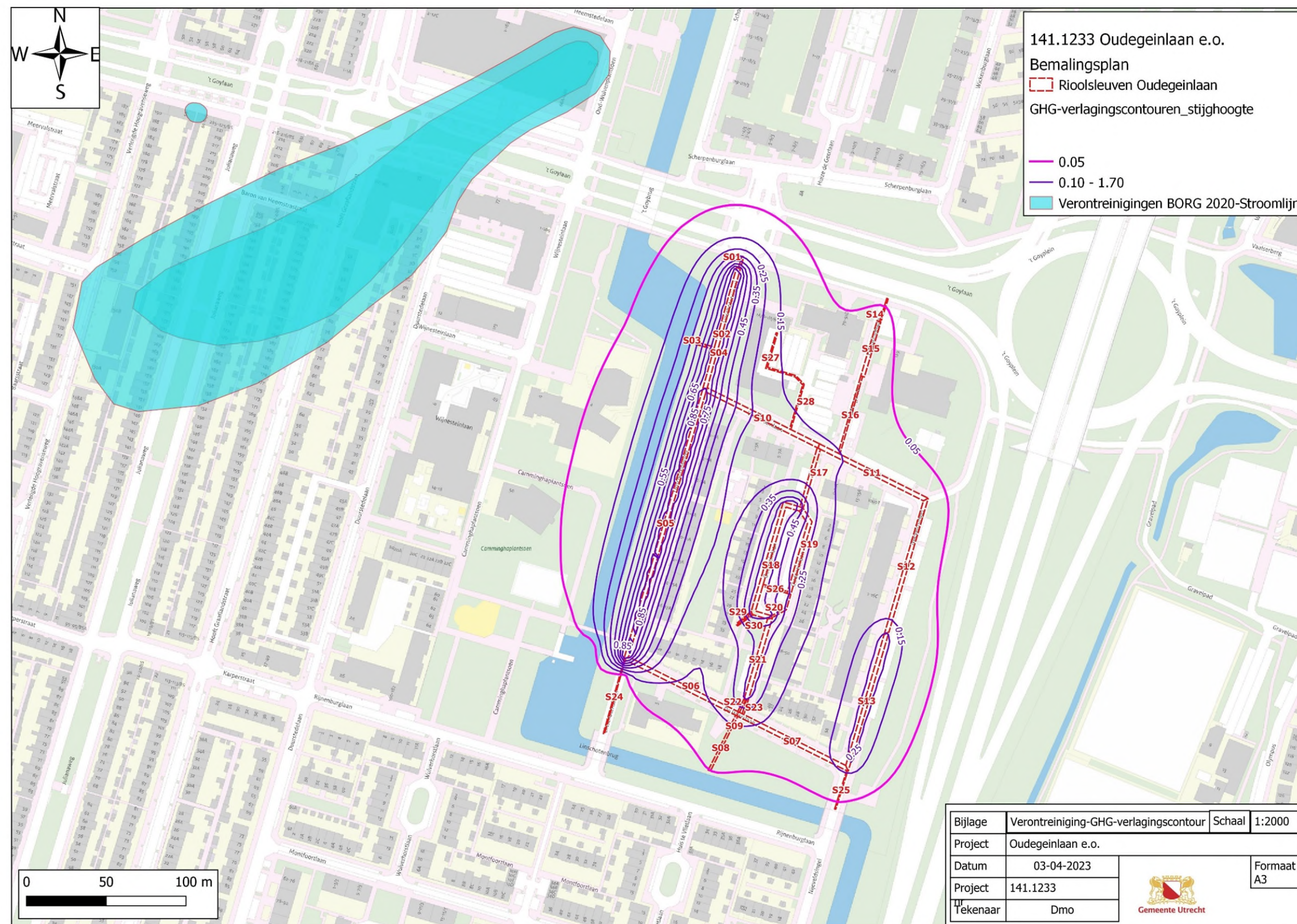


Boring: 201

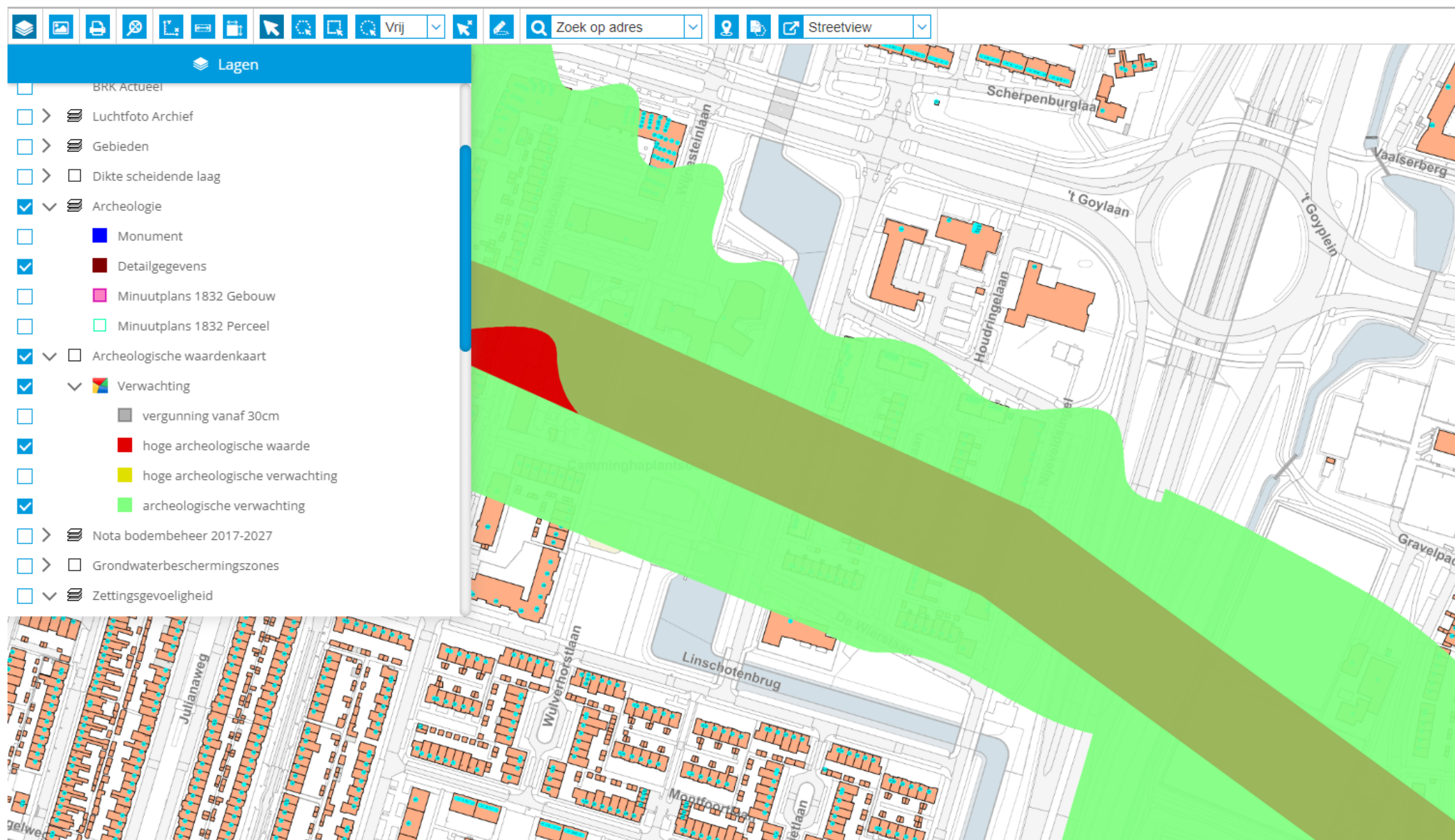
X: 136831,15
Y: 452805,48
Datum: 21-5-2021



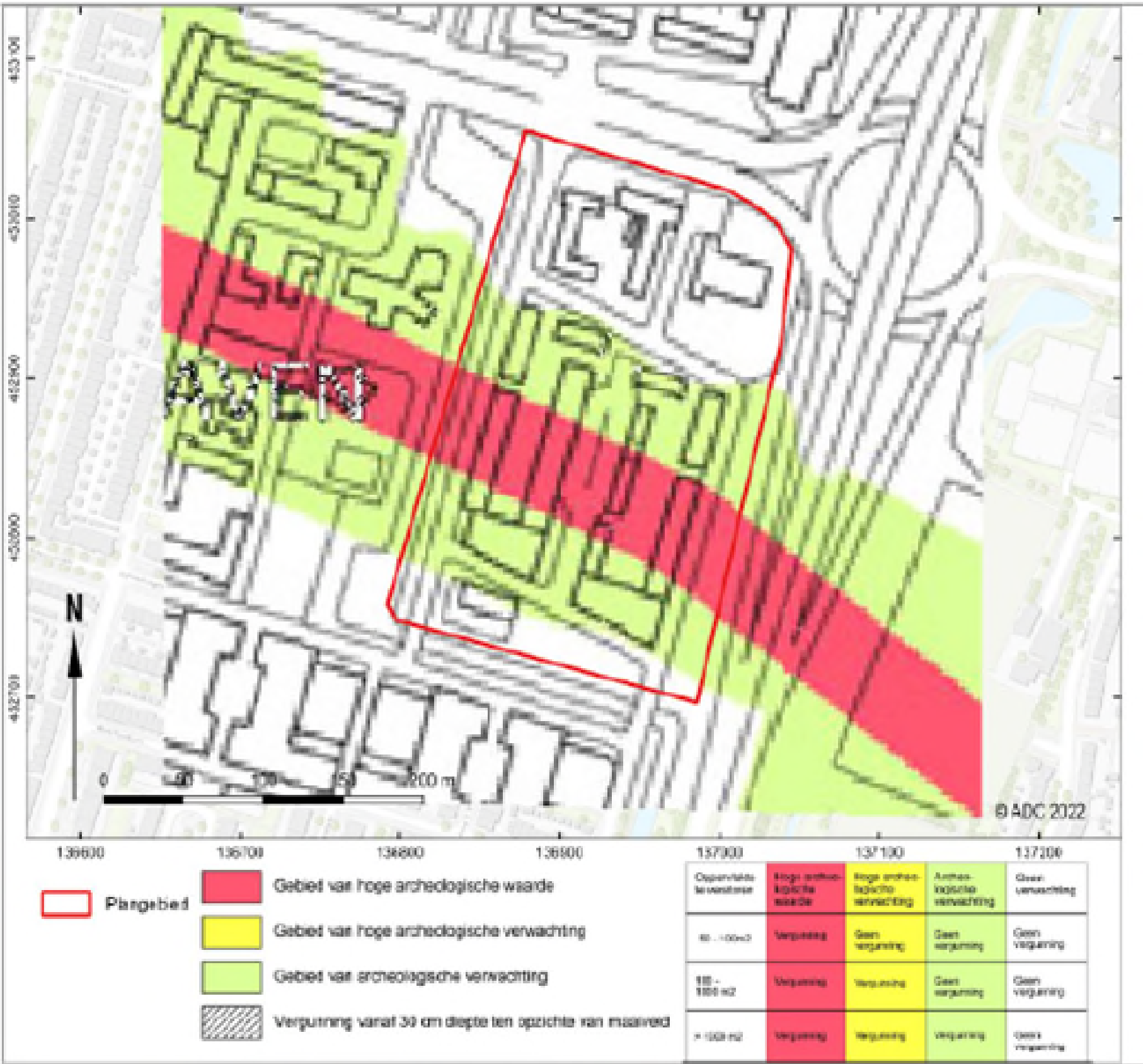
Bijlage 10: Grondwaterverontreinigingen



Bijlage 11: Archeologie



(Bron: Stroomlijn)



(Bron: Rapport, ADC Archeoprojecten)

Bijlage 12: Overzicht monitoringpeilbuizen

