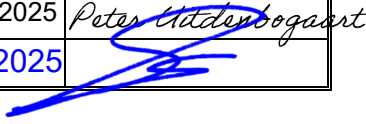


Rapport bemalingsadvies

Maliebaan in Utrecht

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

Projectnr.: 330.0061
Datum: 10 februari 2025
Projectleider: F. Gennip
Versie: 01
Status: definitief

	Naam	Datum	Handtekening
Opsteller	D. Mohan	10-02-2025	
Toetser	I. Marang	11-02-2025	
Groepshoofd	P. Uitdenbogaart	11-02-2025	<i>Peter Uitdenbogaart</i>
Projectleider	F. Gennip	12-2-2025	

Inhoud

1.	Inleiding	4
2.	Omschrijving van de werkzaamheden	5
2.1	Algemeen	5
2.2.	Geometrie riolering	5
3.	Geohydrologische gegevens	7
3.1.	Bodemopbouw en geohydrologische schematisatie	7
3.2.	Doorlatendheid van de bodem	8
3.3.	Grondwaterstanden	9
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	12
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 bomen en stadsgroen	17
5.4.	Invloed op archeologische waarden	17
5.5.	Verplaatsing van grondwaterverontreinigingen	18
6.	Monitoringsplan onttrekking, zettingen en effluent	19
6.1.	Inleiding	19
6.2	Verlaging en monitoring grondwaterstanden	19
6.3	Monitoring zettingen en deformatie	19
6.4	Monitoring effluent	20
6.5	Monitoring peilbuizen	20
7.	Benodigde watervergunningen	22
7.1.	Onttrekking	22
7.2.	Lozing	22
7.3	Melding gebiedsgericht grondwaterbeheer	24

Bijlagen

Bijlage 1: Riolerings- en ontgravingstekening	25
Bijlage 2: Bemalingsheet met uitgangspunten riolering	28
Bijlage 3: GHG en GLG isohypsen 1e WVP	30
Bijlage 4: Bemalings- en riolering overzicht	32
Bijlage 5: Evenwichtsberekening sleuven	35
Bijlage 6: GHG-/GLG-invloedsgebied bemaling	38
Bijlage 7: Kwetsbare bebouwing in de omgeving	41
Bijlage 8: Zettingsgevoeligheid omgeving	43
Bijlage 9: Risicoanalyse en monitoringsplan zettingen door Crux	45
Bijlage 10: Archeologie	46
Bijlage 11: Overzicht monitoringspeilbuizen	48

1. Inleiding

In opdracht van Ontwikkelorganisatie Ruimte van de gemeente Utrecht wordt de Maliebaan heringericht. Ter plaatse van de beide ventwegen wordt het riool vernieuwd over een lengte van 760 m (oost) en 790 m (west). Ter plaatse van de zuidelijke ventweg wordt tevens een nieuwe rij straatkolken aangebracht en de bandenlijn aangepast. Daarnaast wordt de rotonde in het oostelijk deel van de onderzoekslocatie verkleind en worden rond de rotonde bestaande paden in de groenstrook ingekort of voorzien van water passerende verharding, het trottoir wordt versmald en worden er bomen aangeplant.

In opdracht van BOR heeft Stadsingenieurs een bemalingsadvies opgesteld voor de afkoppeling en nieuwe inrichting van de bestaande riolering (VWA- en HWA-riool).

De diverse werkzaamheden zullen gefaseerd (in 13 fasen) worden uitgevoerd. Hierbij zullen de werkzaamheden aan de bestaande riolering in de eerste 11 fasen (fase-1 t/m -11) plaatsvinden vanaf het 2^e kwartaal in 2025. 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 melding van de onttrekking en lozing op oppervlakte water bij het waterschap HDSR.

2. Omschrijving van de werkzaamheden

2.1 Algemeen

In het kader van de herinrichting van de Maliebaan zullen diverse werkzaamheden aan de bestaande riolering uitgevoerd worden. Deze werkzaamheden omvatten het afkoppelen en herinrichten van de bestaande riolering. Hierbij zal plaatselijke de bestaande GWA riolering aan de Maliebaan gedeeltelijk worden afgekoppeld. Ter plaatse van de herinrichting van de Maliebaan wordt een nieuwe VWA en HWA-riool aangelegd.

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.

Onderdeel van de Reconstructie Maliebaan is een boring van het hemelwaterriool over een lengte van ca. 65m. Dat is de rioolstreng van put 53343 naar put 53344 (sleuf S-17) tussen de bomen door met een gestuurde Avegaarboring middels een perskuip nabij Maliebaan 135 en ontvangstuip nabij Maliebaan 94 d.m.v. bekisting. Door het open karakter van de boorkop bij het aanbrennen van de boring staat het inwendige min of meer in open verbinding met de voorkant van de persing. Indien er grondwater aanwezig is zal dit naar binnen kunnen stromen. Het is dus noodzakelijk om zeker te weten wat de grondwaterstand ten tijde van uitvoering is en dat het tracé droog is. Daarom dient bemaling toegepast te worden om het boor tracé droog te houden en te zorgen dat er geen water de geperste buizen inloopt. Ook voor de perskuip en ontvangstuip bemaling toepassen.

2.2. Geometrie riolering

Maaiveldhoogte (AHN3):	Middenbaan: van ca. NAP +2,60 (noordoostzijde) tot +2,80 m (zuidwestzijde). Ventwegen: van ca. +2,00 (noordoostzijde) tot 2,50 m NAP (zuidwestzijde).
Aanlegniveau riool (b.o.b.):	NAP -0,63 m (nabij de oorsprongpark/uitmonding aan de Biltse Grift) tot NAP +0,07 m (nabij de Burgemeester Reigerstraat); De b.o.b.'s van de aan te leggen buizen van het VWA liggen gemiddeld rond de NAP +0.10 m.
Ontgravingsniveau:	Van 0,20 m tot max. 0,29 m minus b.o.b. met standaard bodemverbetering met zandmateriaal op de sleufbodem.
Drooglegging:	Max. 0,25 meter beneden ontgravingsniveau sleufbodem.
Lengte te bemalen deel:	Ca. 1673 meter.
Aanlegsnelheid riool:	Maximaal 12,5 meter per dag.
Bemalingsduur riool:	Ca. 164 werkdagen.

In tabel 2.1 is nadere informatie over de dimensionering van de sleuven en overige bemalingsgegevens weergegeven. De werkzaamheden zullen voornemens in het 2^e kwartaal in 2025 starten (wijzigingen voorbehouden).

Tabel 2.1 Overzicht bemalingsgegevens rioolstreng

Fase- en Sleuf-nummer	Te bemalen streng	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)
Fase-1	Maliesingel/ zuid-oostelijk ventweg Maliebaan						
S-1	3219-918	2,45	0,37	0,12	-0,14	60	5,80
Fase-2	1e Korte Baanstraat						
S-2	922-918	2,75	0,53	0,33	0,08	70	6,60
Fase-3	oostelijk ventweg Maliebaan/ 2e Korte Baanstraat						
S-3	918-53311	2,53	-0,06	-0,32	-0,57	87	7,96
S-4	53311-53312	2,60	0,48	0,22	-0,03	90	8,20
Fase-4	Maliesingel/ zuid-westelijk ventweg Maliebaan						
S-5	915-607	2,38	0,13	-0,13	-0,38	100	9,00
S-6	607-824	2,26	0,04	-0,22	-0,47	110	9,80
Fase-5	Nachtegaalstraat/ Maliebaan midden/ Burgemeester Reigerstraat						
S-7	53312-53313	2,66	0,77	0,52	0,27	4	1,32
S-8	826-53313	2,68	-0,08	-0,34	-0,59	48	4,84
S-9	824-826	2,45	0,60	0,35	0,09	14	2,12
Fase-6	noord-oostelijk ventweg Maliebaan/ aansluiting rotonde Museumlaan zijde						
S-10	731-53317	2,00	0,16	-0,10	-0,35	54	5,32
Fase-7	noord-westelijk ventweg Maliebaan/ Maliestraat/ aansluiting rotonde Oorspronpark zijde						
S-12	53336-53337	2,20	-0,63	-0,91	-1,16	4	1,32
S-13	53337-53340	2,17	0,50	0,22	-0,03	43	4,44
S-16	714-713	2,23	-0,34	-0,60	-0,85	41	4,28
Fase-8	gestuurde Avegaarboring met perskuip nabij Maliebaan 135 en ontvangstuip nabij Maliebaan 94						
S-17	53343-53344	2,30	-0,20	-0,46	-0,71	65	11,00
Fase-9	noord-oostelijk ventweg Maliebaan						
S-18	533317-53319	2,15	0,25	-0,01	-0,26	125	11,00
S-19	53319-53320	2,26	0,00	-0,26	-0,51	82	7,56
S-20	53320-53357	2,27	0,10	-0,16	-0,41	90	8,20
S-21	53357-53313	2,35	0,55	0,29	0,04	86	7,88
Fase-10	noord-westelijk ventweg Maliebaan						
S-22	713-764	2,10	-0,20	-0,46	-0,71	105	9,40
S-23	764-767	2,02	-0,14	-0,40	-0,65	104	9,32
S-24	767-829	2,02	-0,03	-0,29	-0,54	109	9,72
S-25	829-826	2,18	-0,01	-0,27	-0,52	118	10,44
Fase-11	Rotonde/oorsprongpark/Snellenlaan						
S-11	53029U -53336	2,20	0,42	0,14	-0,11	13	2,04
S-14	53315-717	2,25	-0,56	-0,85	-1,10	12	1,96
S-15	716-714	2,15	-0,08	-0,34	-0,59	39	4,12
Totaal/gemiddeld		+2,30³⁾				1673 m	164 dagen

1) Ontgravingsniveau is max. 0,25 m minus b.o.b. indien klei/veen materiaal en/of gelijk aan b.o.b. in geval van zandmateriaal op sleufbodem

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

3) Gemiddelde maaiveldhoogte: +2,30 m NAP

3. Geohydrologische gegevens

3.1. Bodemopbouw en geohydrologische schematisatie

Lokale bodemopbouw:

Op basis van de uitgevoerde boringen in het kader van de verkennende bodemonderzoeken door IBland ¹ en BOOT ² is de volgende bodemopbouw afgeleid.

Vanaf maaiveld dan wel de onderzijde van de verharding bestaat de bovengrond overwegend uit een antropogene in dikte variërend top zandlaag, dat zeer fijn tot matig fijn en zwak siltig is. Onder de genoemde zandlaag bestaat de ondergrond vanaf een hoogte van circa 1 m tot 2 m-m.v. uit een kleilaag.

Ter plaatse van de oostelijke ventweg en de groenstrook bestaat de bodem van het onderzoeksgebied over het algemeen tot een diepte van gemiddeld circa 1,0 m-mv uit siltig, middelgrof zand. Hieronder bevindt zich tot een diepte van circa 2,0 á 4,0 m-mv max een laag klei waarna de bodem tot de maximale boordiepte van circa 5,0 m-mv bestaat uit middelgrof zand.

Ter plaatse van de westelijke ventweg bestaat de bodem eveneens uit middelgrof zand tot ca. 0,5 m-mv, kleilaag van ca. 0,5 tot 2,0 m-mv en tot de maximale boordiepte van circa 5,0 m-mv uit middelgrof, siltig, humeus zand.

Op de rotonde Maliebaan/Snellenlaan/Museumlaan en ter plaatse van de drie geplande boomvakken rond de rotonde bestaat de bodem zeer fijn tot matig grof en zwak tot matig siltig zand. Plaatselijk is de bodem zwak grindig of matig kleiig.

De grondwaterstand is tijdens de grondwaterbemonstering in boring/peilbuis 19 aangetroffen op een hoogte van circa 1,55 m-mv (bij een filterinstelling van ca. 2,0 tot 3,0 m-mv). Onder de kleilaag is op basis van de grondwaterinformatiekaart d.d. 12 januari 2010 zand aanwezig tot NAP – 55 m met een naar verwachting hooguit lichte bijmenging van silt of klei.

Regionale bodemopbouw

Op basis van de grondwaterkaart van Nederland van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO (Utrecht ten noorden van de Lek en Nederrijn, 31 Oost)³, boringen uit het uitgevoerde bodemonderzoek, de hydrogeologische modellen Geotop v1.3 en Regis v2.2 van TNO-NITG en een uitgevoerde sondering nabij de projectlocatie is de regionale bodemopbouw afgeleid. In tabel 3.1 is de geohydrologische schematisering weergegeven.

Tabel 3.1 Schematisering regionale bodemopbouw en -geohydrologie

Diepte (m-mv)	Formatienaam	Kenmerk	Omschrijving bodemopbouw	Geohydrologische parameters
0 tot 1	Antropogeen	Deklaag	Deklaag van enkele meters dik bestaande uit kleiige- en zandige lagen waarbij bovenliggend antropogeen (zand met bijmengingen) en onderliggend formatie van Echteld (klei/zand).	Kh = 10 m/dag
1 tot 2 á 4	Echteld (klei/zand)	Holoceen klei deklaag		Kh = 0,1 m/dag Kv = 0,01 m/dag
2 á 4 tot 9	Echteld (zand)	Holoceen zand deklaag		Kh = 20 m/dag
9 tot 53	Boxtel, Kreftenheye en Urk.	1° WVP	Grofzandige formaties bestaande uit zand, matig fijn tot grof.	kh = 40 á 50 m/dag
53 tot 73	Waarle/ Kedi-chem	1° Scheidende laag	Pakket bestaande uit kleien en slibhoudende afzettingen.	Kh= 0,1 m/dag Kv = 0,01 m/dag

¹ Verkennend bodem-, verhardings- en infiltratieonderzoek, Maliebaan te Utrecht, door IBland, documentnr. R01-78488.03-SBE-d01, d.d. 18-04-2023.

² Verkennend bodem- en asbest onderzoek, Malieblad (kruising Maliesingel en Maliebaan) te Utrecht, door BOOT organiserend ingenieursburo bv, documentnr. P17-0468-011, d.d. 31-10-2017.

³ Grondwaterkaart van Nederland van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO.

3.2. Doorlatendheid van de bodem

In-situ doorlatendheidsmetingen

Voor het toepassen van ondergrondse infiltratievoorziening zijn in 2023 op de locatie Maliebaan doorlatendheidstesten uitgevoerd. Hierbij is door middel van de Constant flow verlaging test de doorlatendheid van de bodem bepaald in het onderliggend zandpakket in het dieptetraject 3,0 – 5,0 m-mv.

Het blijkt uit onderzoek dat de bodem goed doorlatend is in het hele projectgebied. Het regenwater kan goed infiltreren onder de waterpasserende parkeervakken en rondom de permeo-buizen in de bodem. Het bewijs daarvoor staat in genoemd bodemrapport R01-78488.03-SBE-d01. Vanaf pagina 30 vind je uitleg over het infiltratieonderzoek. Er zijn 4 infiltratieproeven uitgevoerd K1 t/m K4. De onderzoeksresultaten hiervan zijn in tabel 3.2 overgenomen.

Tabel 3.2: Resultaten infiltratiemetingen/doorlatendheidsmetingen

Boring/ Peilbuis	Filterinstelling (m-mv)	Bodemmateriaal	Doorlatendheid (m/dag)
K1	4,0 – 5,0	Zand fijn 105-150 siltig	8,5
K2	4,0 – 5,0	Zand matig fijn zwak siltig	17,4
K3	4,0 – 5,0	Zand middelgrof 200-300	17,3
K4	3,0 – 4,0	Zand middelgrof 200-300 siltig	15,8

De horizontale doorlatendheid (K_h) in het onderliggend zandpakket is op basis van bovengenoemde resultaten bepaald op ca. 8,5 tot 17,4 meter/dag, dat is vrij hoog. Er zijn ook boorprofielen met kleilagen, welke doorbroken worden tijdens de rioolaanleg en de sleuf wordt weer aangevuld met zand, dat bevordert ook de doorlatendheid.

Korrelgrootte-analyse (Laboratoriumonderzoek)

Per infiltratietraject is een korrelverdeling analyse gemaakt. Voor het bepalen van de doorlatendheid op basis van de korrelverdeling is gebruik gemaakt van de formule van Seelheim (goed doorlatende lagen) in module C2510 uit de Leidraad Riolerings van Stichting Rioned.

In tabel 3.3 is hieruit een k -waarde afgeleid.

Tabel 3.3: K -waarde bepalingen uit korrelverdeling analyse

Boring/ Peilbuis	Dieptetraject (m-mv)	Bodemmateriaal	Doorlatendheid (m/dag)
K1-in situ	4,0 – 5,0	Zand fijn 105-150 siltig	16,3
K2-in situ	4,0 – 5,0	Zand matig fijn zwak siltig	31,9
K3-in situ	4,0 – 5,0	Zand middelgrof 200-300	29,6
K4-in situ	3,0 – 4,0	Zand middelgrof 200-300 siltig	46,9
ZK01 31	2,0 – 3,0	Zand middelgrof 200-300 siltig	41,1
ZK02a 27	1,0 – 2,5	Zand middelgrof 300-420 siltig	24,2
ZK02b 27	4,0 – 5,0	Zand middelgrof 200-300 siltig	35,6
ZK03 26	1,0 – 4,0	Zand middelgrof 200-300 siltig	17,8
ZK04 24	3,5 – 5,0	Zand middelgrof 300-420 siltig	0,11
ZK05 07	1,5 – 5,0	Zand middelgrof 200-300 siltig	14,5
ZK06 09	0,8 – 1,5	Zand middelgrof 200-300 siltig	10,3
ZK07 17	1,5 – 5,0	Zand middelgrof 300-420 siltig, met grind	22,0
ZK08 19	2,0 – 3,0	Zand middelgrof 200-300 siltig	15,3

Op grond van het bovenstaande is bij de debiet berekeningen uitgegaan van een bandbreedte K_h -waarde van 15 á 20 m/dag.

3.3. Grondwaterstanden

De grondwaterstand is tijdens de grondwaterbemonstering op 25 januari 2023 aangetroffen op een hoogte van circa 1,55 tot 1,73 0 m-mv in de peilbuizen 19 en 31 met filterinstelling van 2,3 – 3,0 m-mv.

De in de berekeningen gehanteerde grondwaterstand is o.a. afgeleid van de dichtstbijzijnde peilbuis 216 (filterinstelling 3,5 – 5,5 m-mv) uit het Meetnet van de Gemeente Utrecht, welke nabij de Maliebaanstation ligt. Hierin wordt met een frequentie van tweemaal per dag de stijghoogte in het 1e WVP gemeten. De waargenomen stijghoogten in deze peilbuis vertoont een seizoen variatie tussen NAP –1,4 m en NAP +0,9 m, met een gemiddelde grondwaterstand van NAP +0,59 m.

Tevens zijn in bijlage 3 de GHG- en GLG-isohypsen van de omgeving van de onderzoekslocatie opgenomen. Deze isohypsen zijn gebaseerd op statistische analyses van de metingen in de peilbuizen van het grondwatermeetnet van de gemeente Utrecht.

Voor de berekeningen is een GHG-stijghoogte uit het voorgaande afgeleid van NAP +0,65 m en een GLG-stijghoogte van NAP +0,40 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 noordwestelijk.

3.4. Oppervlaktewater en peilgebieden

Het plangebied valt binnen het HDSR peilbesluit: Utrecht Stad en Kromme Rijn-West (UKR_001) met een flexibel streefpeil van NAP +0,51 m tot NAP +1,32 m. Binnen dit peilbesluit ligt het dichtstbij grenzend ten zuidwesten aan de projectlocatie de hoofdwatgang de Stadsbuiten-gracht (waterpeil van NAP +0,58 m en diepte max. NAP -2,0 m) en ten noordoosten hiervan de tertiaire watgang een zgn. uitloper van de Biltse Grift (waterpeil van NAP +0,58 m met onbekende diepte).

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 rioolsleuf grotendeels door het complexe lagenpakket van zand (met bijmengingen) en plaatselijk klei (tussen)laag 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-/zandlaag en de opwaartse druk van het grondwater vormen dit evenwicht. Tijdens het ontgraven neemt de neerwaartse druk van de grond af. Wordt de grond-druk kleiner dan de opwaartse druk van het grondwater dan is er kans op opbarsting.

Uit meeste van de boringen/peilbuizen blijkt dat vanaf de voorgenomen ontgravingsdiepte (vanaf 2,00 m-mv en gemiddeld ca. 2,50 m-mv) tot maximale boordiepte (à 5,0 m-mv) er grotendeels doorgaand zandmateriaal voorkomt op de ventwegen van de Maliebaan. Terwijl in het midden (sleuven S8 en S9) en op de noordwestelijk deel van de projectlocatie er echter een doorgaand klei materiaal voorkomt (nabij de sleuven S11 t/m S15). Dit geeft aan dat op basis van deze informatie uit het beschikbare grondonderzoek wordt ervan uitgegaan dat de opbarstrisico van de putbodem in de rioolsleuven in het midden en op het noordwestelijk deel van de projectlocatie groter is dan op het overig deel van de projectlocatie. Hiervan kunnen de rioolsleuven S11 en S13 met inzet van openbemaling worden ontgraven en de overige sleuven S1 t/m S7, S9, S10, S16 t/m S25 met ondiepe bronbemaling.

In tabel 4.1 is per maatgevende rioolsectie voor de meest kwetsbare sleuf met o.a. de grootste ontgravingsdiepte en/of verwachte kleilaag onder de sleufbodem bepaald of de rioolsleuf al dan niet zal opbarsten.

Tabel 4.1 Opbarstveiligheid kwetsbare rioolsecties (tijdens GHG-niveau)

Sleufnummer	strengnummer	Boring- /peilbuis nummer	Veiligheids- factor	Opbarsten
S-8	826-53313	K1-09	0,8 á 0,9	Kan opbarsten; Spanningsbemaling (van +0,65 m NAP naar + 0,26 m NAP)
S12	53337-53340	24	0,7	Kan opbarsten; Spanningsbemaling (van +0,65 m NAP naar + 0,03 m NAP)
S14	53315-717	24	0,7	
S15	716-714	24	1,1	Nee, barst niet op met toepassing sleufbekisting.

De opbarstberekening is uitgevoerd a.d.h.v. de informatie uit 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, moet bij de berekening of de deklaag opbarst een veiligheidsfactor worden gehanteerd.

De veiligheidsfactor die wordt gebruikt in de opbarstberekening dient 1,10 te bedragen; oftewel de neerwaartse gronddruk moet 1,10 keer de opwaartse grondwaterdruk bedragen juist onder de afsluitende laag.

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 extra ontgraving aangehouden.

4.3. Uitgangspunten berekeningen

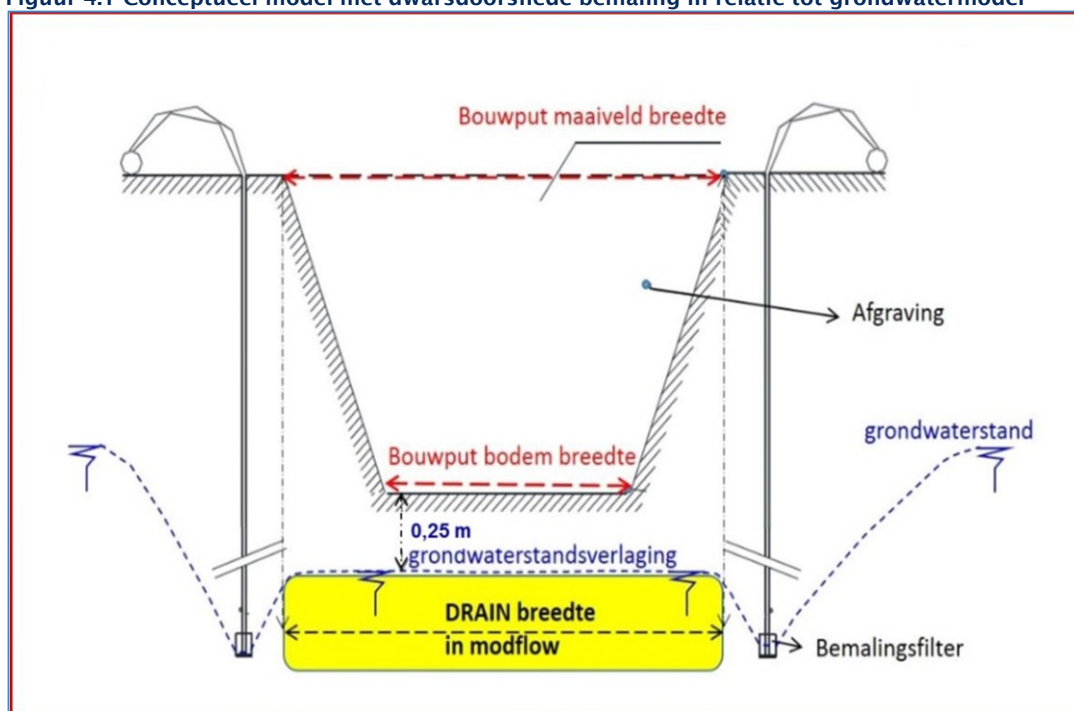
Rekenmethode

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 grondwatermodelleersoftware 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]
+2,3 (=maaiveld)	+1,3	- Antropogeen (dekzandlaag)	10	3
+1,3	+0,3	Holoceen: - Formatie van Echteld (klei)	0,1	0,01
+0,3	-6,5	- Formatie van Echteld (middelgrof zand)	20	7
-6,5	-48	Boxtel Kreftenheye (bovenste deel 1 ^e WVP)	40	12
		Urk en Sterksel (onderste deel 1 ^e WVP)	50	15
-48	-66	Peize en Waalre (1 ^e Scheidende laag)	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 rioleringsstekening (zie bijlage 1) en bemalingssheet (zie bijlage 2); deze basisgegevens dienen als input voor de numerieke modellering;
- De ontwatering bedraagt circa 0,25 minus ontgravingsniveau;
- Voor alle berekeningen is uitgegaan van een homogeen en isotroop watervoerend pakket;
- De debieten zijn berekend op basis van de stationaire- en niet-stationaire onttrekkingsdebieten en de bijbehorende verlagingen op basis van laatstgenoemde; Dit ervan uitgaande dat de bemaling in de weekenden wordt uitgezet en niet onnodig te bemalen;
- De geohydrologische bodemopbouw, zoals beschreven in paragraaf 3.1;
- Een KD-waarde van het 1e WVP van 1100 á 2200 m²/dag en uitgaande van de worst-case benadering: Kh van ca. 20 á 40 m/dag;
- Een KD-waarde van de deklaag van ca. 10 m²/dag; uitgaande van de worst-case benadering: Kh van ca. 10 m/dag;
- Berekende waterbezwaren voor de aanleg van het riool op basis van de gemiddelde hoge grondwaterstand van NAP +0,65 m;
- Voor de GLG is deze NAP +0,40 m i.v.m. de berekende droogteschade en zettingen;

Indien de grondwaterstanden/ 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

De riooltracé wordt grotendeels in het zand aangelegd en gedeeltelijk in de kleilaag. Dit ervan uitgaande dat bij ontgraving tot de geplande ontgravingshoogtes de bovenliggende klei wordt verwijderd, wat op basis van de beschikbare boorgegevens verwacht wordt. De ontgraving dient bij bepaalde rioolsleuven (S8, S12 en S14) verder gefaseerd uit te voeren zodat opbarsten wordt voorkomen.

Bemalingskeuze onttrekking

Op basis van informatie uit het beschikbare grondonderzoek wordt ervan uitgegaan dat de ondiepe rioolsleuven grotendeels met ondiepe- en/of openbemaling zal worden ontgraven en de wat diepere eventueel met spanningsbemaling (vanwege plaatselijke opbarstrisico) en/of diepe bronnering.

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

- Open bemaling;
- Verticale bronbemaling;
- Spanningsbemaling met onttrekkingsfilters.

Freatische open bemaling

Bij de 2 rioolsleuven S11 en S13 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 spanningsbemaling en/of diepere bronbemaling worden toegepast. De keuze hiervan is aan de aannemer. Zekerheidshalve is ter plaatse van de sleuven extra ontgraving aangehouden indien kleilaag 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 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 fundering bestaand riool. Bijvoorbeeld vanwege afzagen funderingspaaltjes. Wordt er teveel klei ontgraven dan kan opbarstgevaar door een te lage neerwaartse druk ontstaan.

Verticale filters (bron- en/of spanningsbemaling)

Op basis van het beschikbare grondonderzoek wordt ervan uitgegaan dat de meeste (20) sleuven (S1 t/m S7, S9, S10, S15 t/m S25) met gebruik van bronbemaling ontgraven moeten worden bij aanwezigheid van een doorgaand zandpakket vanaf de putbodem. Waarbij de ondiepe onttrekkingsfilters met filtertraject tussen 2,0 á 4,0 m-mv komen te liggen en de diepe met filtertraject tussen de 3,0 á 5,0 m-mv.

Bij de resterende 3 rioolsleuven (S8, S12 en S14) waarbij sprake is van opbarstrisico, zal spanningsbemaling worden toegepast.

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 bron- en/of spanningsbemaling.

Lozing

Vanwege de verwachte debieten, kan het onttrokken water worden geloosd op de nabijgelegen watergang aangrenzend aan de projectlocatie. Een schematische weergave van de bemaling met afvoermogelijkheden van het onttrokken water is te zien in het bemalings- en rioleringsoverzicht 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 kleilaag hieronder circa 0,1 m/dag en van het onderliggend bovenkant watervoerend pakket circa 20 á 40 m/dag (worst case benadering).

De resultaten van de totale debietberekeningen zijn samengevat in tabel 4.3.

Tabel 4.3 Resultaten debietberekeningen

Sleuf-nummer	Te bemalen strengen	Lengte riool	Grondwaterstand	Bemalingsduur (dagen)	Debiet		Te onttrekken gemiddeld debiet		Totaal debiet (m³)
		sectie (m)	verlaging (NAP ...m)		Start m3/uur	Eind m3/uur	(m3/uur)	(m3/dag)	
S-1	3219-918	60	-0,14	5,8	38	19	25	603	3.495
S-2	922-918	70	0,08	6,6	26	12	16	390	2.575
S-3	918-53311	87	-0,57	8,0	79	39	53	1.263	10.051
S-4	53311-53312	90	-0,03	8,2	43	22	29	691	5.663
S-5	915-607	100	-0,38	9,0	73	36	48	1.156	10.404
S-6	607-824	110	-0,47	9,8	90	38	54	1.287	12.615
S-7	53312-53313	4	0,27	1,3	5	2	3	72	95
S-8	826-53313	48	-0,59	4,8	58	29	38	918	4.442
S-9	824-826	14	0,09	2,1	12	6	8	195	414
S-10	731-53317	54	-0,35	5,3	48	24	32	764	4.064
S-11	53029U -53336	13	-0,11	2,0	14	11	12	293	598
S-12	53336-53337	4	-1,16	1,3	21	18	20	471	622
S-13	53337-53340	43	-0,03	4,4	7	4	6	134	593
S-14	53315-717	12	-1,10	2,0	32	29	30	726	1.424
S-15	716-714	39	-0,59	4,1	41	26	32	758	3.125
S-16	714-713	41	-0,85	4,3	57	41	48	1.140	4.879
S-17	53343-53344	65	-0,71	11,0	78	48	59	1.423	15.658
S-18	533317-53319	125	-0,26	11,0	77	33	46	1.101	12.115
S-19	53319-53320	82	-0,51	7,6	67	27	39	929	7.020
S-20	53320-53357	90	-0,41	8,2	63	25	36	866	7.104
S-21	53357-53313	86	0,04	7,9	34	15	21	500	3.942
S-22	713-764	105	-0,71	9,4	101	58	74	1.774	16.671
S-23	764-767	104	-0,65	9,3	86	43	57	1.369	12.764
S-24	767-829	109	-0,54	9,7	84	33	48	1.147	11.146
S-25	829-826	118	-0,52	10,4	97	38	55	1.311	13.691

4.6. Totaal waterbezwaar

Het totale waterbezwaar is in tabel 4.4 weergegeven.

Tabel 4.4 Waterbezwaar

<i>Faseringsnummer</i>	Lengte riool sectie	Gewogen gemiddeld debiet		Bemalingsduur	Totaal debiet
	(m)	(m ³ /uur)	(m ³ /dag)	(dagen)	(m ³)
Fase-1	60	25	603	5,8	3.495
Fase-2	70	16	390	6,6	2.575
Fase-3	177	41	977	16,16	15.714
Fase-4	210	51	1.222	18,8	23.020
Fase-5	66	21	557	8,28	4.951
Fase-6	54	48	764	5,32	4.064
Fase-7	88	14	293	10	6.094
Fase-8	65	78	1.423	11,00	15.658
Fase-9	383	35	849	34,64	30.181
Fase-10	436	58	1.400	38,88	54.271
Fase-11	64	53	593	8,12	5.146
Totaal projectlocatie	1673 m	max. 78 m³/uur	max. 1.423 m³/dag	164 dagen	165.172 m³

De totale onttrekking ten behoeve van het drooghouden van de rioolsleuven zal naar verwachting ca. 165.172 m³ (afgerond 166.000 m³) bedragen bij een totale bemalingsduur van 164 werkdagen. Een hogere actuele grondwaterstand leidt tot een groter bemalingsdebiet en andersom. Bij een voortschrijdende bemaling zal geen stationaire situatie ontstaan. In het begin van de bemaling zal meer water worden onttrokken dan aan het eind. 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. Het waterbezwaar is berekend op basis van verschillende bemalingslengten en met een maximale lengte van 25 m. Als de te bemalen lengten korter zijn wordt het waterbezwaar gereduceerd. Omdat de vergunning uitgaat van maximale debieten wordt geadviseerd in de vergunningaanvraag hogere debieten te hanteren volgens de analytische berekeningen. Daar waar met open bemaling in plaats van met bronbemaling kan worden volstaan, zullen de onttrekkingsdebieten fors lager uitvallen.

Verlagingscontouren tijdens bemaling

In bijlage 6 zijn de berekende GHG- en GLG verlagingscontouren van de grondwaterstand/ stijghoogte tijdens bemaling van de sleuven grafisch weergegeven.

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 6.5 monitoring grondwaterstanden).

5. Effecten van de bemaling

5.1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effecten van de bemaling op de omgeving beschreven. Hierbij wordt gekeken naar de zettingen, invloed op archeologische waarden, invloed op bomen en stadsgroen, verplaatsing van grondwaterverontreinigingen en het monitoringsplan grondwaterstanden.

5.2. Zettingen

Over het algemeen lijkt de projectlocatie en directe omgeving (zie bijlage 8a) minder zettingsgevoelig te zijn. Omdat volgens de bodemopbouw (paragraaf 3.1) er plaatselijk een zettingsgevoelige tussenlaag van zwak humeus, zwak tot sterk siltig/zandig klei met een dikte van ca. 1,5 á 2,5 m wordt aangetroffen, is de risico aanwezig dat door de verlaging van de grondwaterstand tot beneden de GLG (gemiddelde lage grondwaterstand) er zakkingen/zettingen kunnen optreden. Ten gevolge van deze verlaging treedt een verhang van de grondwaterstand op vanaf de uitgegraven sleuf naar de naastgelegen gebouwen. Zie bijlage 6 voor de GLG-verlagingscontouren.

Gezien het gegeven dat door de geringe doorlatendheid van de plaatselijke kleilaag 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. Naast voornoemde zettingsgevoeligheidskaart van de gemeente Utrecht (bron: Stroomlijn) is geïnventariseerd of op de locatie gevoelige objecten aanwezig zijn, zoals bebouwing op staal en/of monumentale gebouwen (zie bijlage 7).

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 kleilaag onder dit niveau, berekend wat de te verwachten rekenkundige zettingen zijn als gevolg van de voorgenomen verlaging.

Zettingsberekeningen

De zettingsberekeningen en schadepredictie gebouwen door (verschil)zakkingen zijn separaat uitgevoerd en gerapporteerd door Crux Engineering BV⁴. Zie bijlage 9 Risicoanalyse en monitoringsplan zettingen door Crux.

Uit de zettingsberekeningen van Crux wordt geconcludeerd dat de maximale helling in de maatgevende doorsnede (worst case situatie) met een helling van 1: 2375 (10 dagen bemaling nabij pand Maliebaan 108) en/of 1: 6000 (10 dagen bemaling nabij pand Maliebaan 94) de maximale helling van 1: 1000 niet wordt overschreden. Hiermee wordt rekenkundig voldaan aan de norm 1:1000 voor kwetsbare bebouwing volgens artikel 3.33, eerste lid, onder c. van de Waterschapsverordening van de HDSR. De schadepredictie op basis van de methode der grensrekken voor de panden resulteert in algemeen aanvaard schadeprofiel voor de 2 voornoemde panden, afhankelijk van de bemalingsduur van 10 dagen.

Monitoringsplan met alarm- en interventiewaarden

In het rapport van Crux is tevens een monitoringsplan opgenomen waarbij de risicoanalyse van de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling ten grondslag ligt. Hierin zijn de aan te houden sig-

⁴ Risicoanalyse en monitoringsplan zettingen Maliebaan te Utrecht, project No. 25118, kenmerk-rapport no. NT25118a1, d.d. 29 januari 2025, opgesteld door CRUX.

naal- en interventiewaarden voor zowel de hoogtemetingen als de freatische grondwaterstanden aangegeven.

Om eventuele schadeclaims vanwege de bemalingswerkzaamheden te kunnen afwenden, zal daarom actieve monitoring van de grondwaterstanden plaatsvinden. Verder zullen in opdracht van de gemeente van de direct nabijgelegen bebouwingen/panden fotografische opnames (buitenopnames) worden gemaakt door een meetbureau en 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 bomen en stadsgroen

De bemaling wordt veelvuldig in het werk verplaatst en is kortstondig. Daarom zijn geen schadelijke effecten te verwachten voor de bomen en het openbaar groen.

Indien werkzaamheden toch 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.

Verder wordt geadviseerd om de bemalingswerkzaamheden nabij kwetsbare bomen buiten het groeiseizoen van deze bomen plaats te laten vinden. De bomen zijn dan het minst gevoelig, ook voor fluctuaties in de grondwaterstand, omdat de groei van de bomen dan stil staat.

Indien tijdens het groeiseizoen de grondwaterstand ter plaatse van de aanwezige bomen wordt verlaagd, zal indien noodzakelijk een deel van het onttrokken water worden benut voor compensatie van eventuele vochttekorten bij de bomen. Op aanwijzing en ter goedkeuring van directie en toezichthouder 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.

5.4. Invloed op archeologische waarden

De archeologische waardenkaart van de gemeente Utrecht is beoordeeld (zie bijlage 10). Zowel ter plaatse van de voorgenomen sleuf afgravingen als binnen het invloedsgebied van de voorgenomen bemaling bevinden zich archeologische hoge waarden. De archeologische waardenkaart kent aan een deel van het project een archeologische verwachting of bevestiging aan de bodem toe. Bij een bevestiging is de projectlocatie helemaal rood gekleurd.

Bij de uitvoering is alertheid geboden wat betreft zaken die mogelijk archeologisch waardevol zijn. Bij constatering van bijzonderheden maar ook bij twijfel dient terstond contact te worden opgenomen met de afdeling erfgoed en dienen de (graaf) werkzaamheden in beginsel tijdelijk te worden gestaakt.

Volgens het uitgevoerde archeologisch onderzoek [ref. 6]⁵ zijn geen maatregelen nodig om bij de beoogde werkzaamheden rekening te houden met archeologische waarden. Het is echter nooit uit te sluiten dat toch archeologische resten worden aangetroffen bij de graafwerkzaamheden. De afdeling archeologie van de gemeente wil graag weten wanneer de werkzaamheden starten zodat zij een bezoek kunnen brengen tijdens de werkzaamheden en kunnen controleren of er daadwerkelijk geen archeologische resten aanwezig zijn. Ondanks de vrijgave van werkzaamheden geldt alsnog de meldingsplicht bij het aantreffen van archeologische resten (Erfgoedwet). Hierbij dient men eventuele archeologische resten verplicht te melden bij de Minister van OCW in overeenstemming met de genoemde Erfgoedwet uit 2016.

⁵ Bureau voor Archeologie Rapport 543, Maliesingel en Maliebaan kruising, Utrecht, gemeente Utrecht: een inventariserend veldonderzoek in de vorm van boringen in de verkennend en karterend fase, d.d. 21-09-2017.

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

Door IBLand is onderzoek gedaan naar de kwaliteit van het verwachte bronneringswater langs de diverse rioolstracé. Uit het verkennend bodemonderzoek blijkt dat ter plaatse van het riolerings-tracé het grondwater maximaal licht verontreinigd is met barium. Omdat tijdens het vooronderzoek geen aanwijzingen zijn aangetroffen voor een antropogene bron voor de aanwezigheid van barium, wordt aangenomen dat de verhoogde concentratie barium in het grondwater een natuurlijke herkomst heeft. In dergelijke kleiige gronden wordt ook vaak een van nature licht verhoogd bariumgehalte aangetoond.

Lozingsparameters

Vanwege de voorgenomen bemaling zijn de lozingsparameters ijzer en onopgeloste bestanddelen uit het grondwater geanalyseerd (zie tabel 6.1) in hoofdstuk 6 (Benodigde vergunningen). Hieruit blijkt dat de gemeten concentraties aan ijzer en onopgeloste bestanddelen de voorgescreven emissiewaarden voor lozing op het oppervlaktewater niet overschrijden. Hierdoor zijn er voor genoemde parameters geen zuiveringsmaatregelen nodig.

Regionale grondwaterverontreinigingen

De onttrekking vindt plaats in de dynamische zone van het gebiedsplan van de gemeente Utrecht. In de omgeving van de projectlocatie zijn aanwezige grondwaterverontreinigingen geïnventariseerd en beschouwd in relatie tot de voorgenomen bemaling. Bij raadpleging van stroomlijn blijkt geen bekende grondwaterverontreinigingen aanwezig te zijn op de projectlocatie en ook niet binnen het GHG-invloedgebied van de bemaling. Aangezien er geen sprake is van nabijgelegen mobiele verontreinigingen is er ook geen risico op verplaatsing aan de orde.

6. Monitoringsplan onttrekking, zettingen en effluent

6.1. Inleiding

Door een goede monitoring kunnen vertragingen tijdens de aanleg worden voorkomen. Daarnaast werkt een goede monitoring geruststellend voor bevoegd gezag en bewoners in de directe omgeving. Dit is ook van belang ter controle van de berekende debieten en effecten van de bemaling op de omgeving.

6.2 Verlaging en monitoring grondwaterstanden

De invloed van de bemalingswerkzaamheden op de grondwaterstroming en controle op verlagingen in en nabij de sleuven kunnen worden bepaald door metingen van de grondwaterstanden in peilbuizen. Voorkeursligging van deze peilbuizen is langs het tracé en/of nabij kwetsbare bebouwing i.v.m. zettingen. Zodoende werk met werk maken. Waar mogelijk kunnen hiervoor de bestaande peilbuizen van het milieukundige bodemonderzoek (zie bijlage 11) worden gebruikt. In dit geval kan met de monitoring minimaal 2 weken voorafgaand aan de bemaling worden gestart en circa 1 week na afronding van de bemalingswerkzaamheden te beëindigen. Tijdens de monitoring kunnen ook dagelijks (werkdagen) de onttrekkingsdebieten van de bemaling worden geregistreerd.

6.3 Monitoring zettingen en deformatie

Hoewel er geen significante zettingsrotatie is gemeten, zullen uit voorzorg metingen van grondwaterstandsverlaging en hoogteboutmetingen worden uitgevoerd vanwege de aanwezigheid van monumentale bebouwing uit de periode 1860 tot 1984 [zie bijlage 7]. Deze voorzorgsmaatregel is gericht op het voorkomen van schade door zettingen. Hierbij wordt specifiek aandacht besteed aan de monitoring van de freatische grondwaterstanden nabij de kwetsbare bebouwing en de belendende panden, zoals beschreven in de zettingsberekeningen en schadevoorspelling van Crux.

Monitoringsplan

Tijdens de bemalingswerkzaamheden zal de omgevingsbeïnvloeding worden gecontroleerd volgens het monitoringsplan opgesteld door Crux. Zie bijlage 9 Risicoanalyse en monitoringsplan zettingen door Crux. Dit plan is gebaseerd op de uitgevoerde risicoanalyse van de omgevingsbeïnvloeding door bemaling. Het monitoringsplan bevat zowel alarm- als interventiewaarden voor de freatische grondwaterstanden in de peilbuizen, evenals voor de te plaatsen hoogtebouten bij de belendende panden.

Het monitoringsplan vormt de basis voor het uitvoerende werkplan monitoring in de praktijk. Volgens de richtlijnen van HDSR worden de peilbuizen, vanwege de zettingsgevoeligheid van de omgeving, tijdens de bemalingsperiode dagelijks gemeten. Na afloop van de bemaling wordt de meetfrequentie verlaagd naar wekelijkse metingen tot drie weken na beëindiging van de grondwateronttrekking. De eerste meting dient minimaal drie dagen voor aanvang van de grondwateronttrekking plaats te vinden. Het is noodzakelijk om te verifiëren of deze voorschriften van toepassing zijn bij akkoord van de melding door HDSR.

Communicatie en Procesbewaking

De onderaannemer die verantwoordelijk is voor de monitoring dient ervoor te zorgen dat de vereiste data wordt verzameld en aangeleverd conform de vooraf vastgestelde specificaties en tijdstippen. Bij elke meting worden overzichtsfoto's van de bouwlocatie toegevoegd om de situatie op het moment van de meting visueel vast te leggen. Dit draagt bij aan een duidelijke documentatie van de voortgang en eventuele bouwactiviteiten.

De resultaten van de handmatige metingen dienen uiterlijk op de eerstvolgende werkdag na de meting digitaal per e-mail aan alle betrokken partijen te worden verzonden. Deze meetresultaten worden direct getoetst aan de vooraf vastgestelde signaal- en interventiewaarden. Indien de meetresultaten aanleiding geven tot nader onderzoek of interventie, wordt hiervan uiterlijk de volgende dag een toelichting opgesteld en per e-mail gedeeld met de betrokken partijen.

6.4 Monitoring effluent

De kwaliteit van het grondwater is bepaald door middel van de uitvoering van het Verkennend bodemonderzoek Maliebaan in Utrecht ¹.

In Tabel 6.4 zijn de lozingseisen samengevat zoals aangegeven in tabel 3.1a en - 3.1b van het besluit activiteiten leefomgeving (BAL) voor het lozen op een niet-aangewezen oppervlaktewater. Bij het opstellen van de maatwerkvoorschriften worden deze meestal als richtlijnen door het waterschap HDSR gehanteerd.

Tabel 6.4: Lozingseisen BAL (niet aangewezen waterlichaam)

Parameter	Meetwaarde Grondwater [µg/l]	Opmerking	Lozingseis BAL niet-aangewezen oppervlakte water
Onopgeloste stoffen	2,0 mg/l	< BAL lozingsnorm	50 mg/L
IJzer	0,04 á 0,06 mg/l	< BAL lozingsnorm	geen visuele verontreiniging; gehalte < 5mg/l
Chloride	onbekend		200 mg/l

Omdat het gehalte van de lozingsparameters ver onder de BAL lozingsnormen liggen, is monitoring hiervan gedurende de bemaling onnodig.

6.5 Monitoring peilbuizen

In tabel 6.5 is in hoofdlijnen een overzicht opgenomen van de bestaande en te plaatsen monitoring peilbuizen. Dit tezamen met de bijbehorende signaal- en interventiewaarden voor de zettingen zoals bepaald door Crux. In bijlage 10 is een overzicht van deze monitoringspeilbuizen opgenomen tezamen met de bestaande peilbuizen uit het milieukundig- en geohydrologisch onderzoek aan de Maliebaan.

Meetfrequentie

Minimaal 2 maanden voordat de bemaling start dient begonnen te worden met het meten van de grondwaterstand zodat een goede nulsituatie meting 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 ten minste 1 meting per werkdag. Indien gebruik wordt gemaakt van automatische loggers, wordt geadviseerd om de meetfrequentie in te stellen op ten minste 1 maal per uur.

Bij handmatige metingen wordt door de HDSR meestal geadviseerd om tijdens de bemaling de eerste vier weken de peilbuizen dagelijks te meten en daarna wekelijks, tot drie weken na beëindiging van de grondwateronttrekking.

Samengevat is de globale monitoring v/d zetting per peilbuis o.b.v. automatische loggers als volgt:

- Pb-1 en Pb-2: max. 4 maanden monitoring
- Pb-3: max. 6 maanden monitoring
- Pb-4: max. 5 maanden monitoring
- Pb-8: max. 5 maanden monitoring
- Pb-9: Max. 4 maanden monitoring
- Pb-11: max. 5 maanden monitoring

De overige peilbuizen (Pb5, Pb-6, Pb-7 en Pb-12) zijn meer bedoeld voor de besturing van de bemaling, zoals aangegeven in tabel 6.5.

Tabel 6.5: monitoring peilbuizen met bijbehorende signaal- en interventiewaarden*

Peilbuis	Maaiveld	Coördinaten		Doel	Monitoring Pand	Besturing sleuf	Top filter	Filter Freatisch	Filter 1e WVP	Signaal- waarde	Interventie- waarde
Code*	m NAP	x-	y-		Nr.	nr.	m NAP	m-mv	m- mv	m NAP	m NAP
Pb-1	+2,25	137918.968	456298.944	Monitoring zetting	Maliebaan 108	S11, S12, S14	+1,25	1 - 3	-	-0,25	-0,45
Pb-2	+2,20	137893.281	456272.152	Besturing bemaling + Monitoring zetting	Maliebaan 106	S13, S15	+1,20	1 - 3	-	-0,35	-0,55
Pb-3	+2,30	137855.120	456231.890	Monitoring zetting	Maliebaan 94	S16	+1,30	1 - 2	-	-0,10	-0,30
Pb-4	+2,23	137807.382	456181.558	Monitoring zetting	Maliebaan 78 - 80	S22	+1,23	1 - 2	-	-0,40	-0,60
Pb-5	+2,23	137771.752	456142.89	Besturing bemaling	Maliebaan 70 - 72	S23	+0,23	-	2 - 3	-0,35	-0,55
Pb-6	+2,20	137718.445	456085.716	Besturing bemaling	Maliebaan 54 - 58	S24	+0,20	-	2 - 3	-0,35	-0,55
Pb-7	+2,26	137625.088	455990.426	Besturing bemaling	Maliebaan 40 - 42	S25	+0,26	-	2 - 3	-0,20	-0,40
Pb-8	+2,54	137565.168	455919.378	Besturing bemaling + Monitoring zetting	Nachte- gaalstraat 94	S8, S9	+1,54 (1) -0,46 (2)	1 - 2 (1)	3 - 4 (2)	-0,25	-0,45
Pb-9	+2,39	137508.755	455858.904	Besturing bemaling + Monitoring zetting	Maliebaan 16 - 18	S5, S6	+0,39	-	2 - 3	-0,25	-0,45
Pb-10	+2,73	137611.130	455877.205	Besturing bemaling	Maliebaan 55/ Burge- meester Reiger- straat	S7, S8, S21	+0,73	-	2 - 3	-0,05	-0,25
Pb-11	+2,41	137669.599	455941.790	Besturing bemaling + Monitoring zetting	Maliebaan 71 - 73	S20,S21	+1,41 (1) -0,59 (2)	1 - 2 (1)	3 - 4 (2)	-0,25	-0,45
Pb-12	+2,73	137546.842	455807.816	Besturing bemaling	Maliebaan 39 - 41	S3,S4	-0,27	-	3 - 4	-0,25	-0,45

* Meetfrequentie o.b.v. automatische loggers en o.b.v. 1 meting per uur.

Eerste vier weken dagelijks gemeten en daarna wordt er wekelijks gemeten, tot drie weken na beëindiging van de grondwateronttrekking

7. Benodigde watervergunningen

7.1. Onttrekking

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. 101 m³/uur (sleuf S-22) en het totale waterbezwaar op 166.000 m³ (totaal plus extra's bij opstart) in 164 werkbare dagen (zie hoofdstuk 4). Het betreft een tijdelijke onttrekking.

Met in achtneming van de waterschapsverordening kan gesteld worden:

- dat de bemaling op grond van het niet overschrijden van het totaal bemalingsdebiet van 400.000 m³ (in GHG-situatie), deze niet vergunning plichtig is;
- dat het debiet van de gelijktijdig uitgevoerde onttrekkingen ondanks meer dan 100 m³ per uur, deze ook niet vergunning plichtig is op basis van de voortgangs-/aanlegssnelheid van de riolering (minimaal 20 meter per week);
- de verlaging van de stijghoogte van het grondwater onder de putbodemplas minder is dan 30 cm (max. 25 cm) beneden het kritische punt van de bouwkuip;
- de berekende zetting valt binnen de grenzen van de algemene regel.

Op grond van het bovenstaande geldt de algemene regel met meldplicht volgens artikel 3.27, de informatieplicht volgens artikel 3.26 en op grond van het niet vergunningplicht kwetsbare bebouwing volgens artikel 3.33, eerste lid, onder c. van dezelfde Waterschapsverordening

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.

7.2. Lozing

Het vrijkomende bemalingswater moet worden geloosd. Het lozen van het onttrokken grondwater valt onder het Waterschapsverordening HDSR Afdeling 2.2. Deze is alleen van toepassing als er geloosd wordt in een oppervlaktewater. Hiernaast is de specifieke zorgplicht sowieso van kracht volgens het besluit activiteiten leefomgeving (BAL art. 2.11).

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 bronneringswater in de bodem te retourneren.

Aangezien de werkzaamheden aaneengesloten plaats zullen vinden en gezien oppervlaktewater aangrenzend is, is de directe lozing op oppervlaktewater het meest voor de hand liggende optie.

Indien lozing via een bestaande HWA overstortvoorziening moet plaatsvinden, valt deze onder een indirecte lozing waarvoor de gemeente dan het bevoegd gezag is. Voor de kwaliteitsaspecten van de lozing is de gemeente Utrecht ook het bevoegd gezag.

De nieuw aan te leggen HWA-leiding zal namelijk uitmonden op het oppervlaktewater via uitstroombak 53029U (zie bijlage 4). Het bemalingswater kan ook rechtstreeks op het oppervlaktewater worden geloosd. De HDSR is dan bevoegd gezag in deze.

Indien lozing via een HWA overstortvoorziening moet plaatsvinden (lozingspunt-1: rioolput 3218 en lozingspunt-2: rioolput 3214), valt deze onder een indirecte lozing waarvoor de gemeente Utrecht dan het bevoegd gezag is. Indien niet rechtstreeks maar via een uitstroomvoorziening van het hemelwaterriool geloosd zal worden op het oppervlaktewater, is voor de kwaliteitsaspecten van de lozing de gemeente Utrecht ook het bevoegd gezag.

Kwantiteit bronneringswater

Voor de lozing kan worden uitgegaan van een maximaal debiet van 101 m³ per uur. Het lozingsdebiet dient te worden gemeten met geijkte debietmeters. Voor de lozing van deze werkzaamheden geldt een zorgplicht. Het bevoegd gezag (HDSR) mag extra maatregelen voorschrijven.

Lozing op oppervlaktewater

De kwantiteit voor lozing op oppervlaktewater is altijd geregeld in de Waterschapsverordening. Met in achtneming hiervan, kan gesteld worden dat voor de lozing van bronneringswater op oppervlaktewater er geen lozingsgrenzen meer gelden. Wel zijn specifieke verplichtingen van toepassing waaraan de lozing moet voldoen o.b.v. de zorgplicht, de algemene regel(s) en/of de informatieplicht.

Zorgplicht

- het voldoen aan de specifieke zorgplicht watersysteem;
- het voldoen aan de specifieke zorgplicht voor lozingsactiviteiten;
- het voldoen aan de specifieke zorgplicht voor de activiteit uitstroomvoorziening aanleggen en verwijderen;
- Aanvullend geldt dat er geen visuele verontreiniging mag optreden op basis van de zorgplicht.

Algemene regels

- het voldoen aan de algemene regels lozen van grondwater bij ontwatering.

Informatieplicht

- het voldoen aan de informatieplicht lozen van grondwater bij sanering of ontwatering.

Lozing op het openbaar riool (HWA)

Voor directe lozingen op het openbare riool is de gemeente Utrecht het bevoegd gezag. In het kader van dit project wordt het HWA aangelegd. Plaatselijk (nabij de sleuven S1 en S5) loopt in het verlengde hiervan de HWA stelsel van de Malieblad. Indien men hiervan gebruik wil maken, wordt aanbevolen tijdig contact op te nemen met de kwantiteitsbeheerder van het bevoegd gezag gemeente Utrecht. Om zodoende mogelijkheden te onderzoeken voor het eventueel lozen van het bronneringswater via deze HWA riolering. De rioolbeheerder zal moeten nagegaan of hydraulisch gezien op dit stelsel in principe zonder overlast te veroorzaken geloosd (beheerregel max. 10% van afvoercapaciteit/capaciteit rioolbuis) kan worden. Een lozing a max. 10 m³/uur in een kolk (aangesloten op HWA stelsel) zou geen probleem kunnen zijn. Wanneer meer, dan zou in een inspectieput van het HWA stelsel geloosd kunnen worden. Het lozen van grondwater bij ontwatering op de openbare riolering moet via het DSO Omgevingsloket Online worden gemeld aan de gemeente.

Kwaliteit bronneringswater

Het vrijkomende bemalingswater moet worden geloosd. Zoals bij de Malieblad is gelet op de aanwezigheid van de aangrenzende oppervlaktewateren de Stadsbuitengracht en de Biltsche Grift (een uitloper hiervan) de lozing op open water de meest voor de hand liggende optie. Bij tijdelijke grondwaterlozingen worden kwaliteitseisen aan grondwater gesteld door de RUD of eventueel op advies van het waterschap (HDSR) als beheerder van de RWZI of oppervlaktewater. Dit op grond van BAL artikel 3.3 lozen op een zuiveringstechnisch werk. Voor het lozen op genoemd oppervlaktewater is de HDSR het bevoegd gezag.

Bij tijdelijke grondwater-lozingen worden kwaliteitseisen aan grondwater gesteld door de RUD of eventueel op advies van het waterschap (HDSR) als beheerder van de RWZI of oppervlaktewater. Dit op grond van BAL artikel 3.3 lozen op een zuiveringstechnisch werk. Voor het lozen op genoemd oppervlaktewater is de HDSR het bevoegd gezag.

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.

Met in achtneming van het BAL kan gesteld worden dat:

- voor de lozing van bronneringswater op het oppervlaktewater gelden de eisen conform de BAL artikelen 2.11, 2.2 en 2.3 en eventuele maatwerkvoorschriften van de HDSR;
- de lozing valt kwantitatief onder de zorgplichtvoorwaarde;
- voor de kwalitatieve lozing geldt een meldplicht.

In tabel 6.4 (paragraaf 6.4) zijn de meetwaarden en lozingseisen in het kader van het BAL voor lozing van bronneringswater op genoemde aangewezen aangegeven.

Uit deze tabel blijkt dat in het grondwater gemeten concentraties onopgeloste bestanddelen, niet verhoogd zijn aangetroffen. Verder voldoet de gemeten waarden aan ijzer in beide peilbuizen aan de lozingseisen. Hierdoor is de kans aanwezig dat naar verwachting er geen zuiverende maatregelen nodig zijn bij lozing op het oppervlaktewater.

Kwaliteit bronneringswater m.b.t. Arseen/ Lozing KRW-waterlichaam (bevoegd gezag HDSR)

Vanwege de voorgenomen lozing op de Stadsbuitengracht (een KRW-waterlichaam), zal t.a.v. de gemeten arseenconcentratie met de HDSR worden afgestemd wat de lozingseisen op de Stadsbuitengracht zijn. De HDSR heeft namelijk in het verleden de volgende lozingseisen voor de Vaartsche Rijn opgesteld volgens onderstaande tabel 1.

Tabel 1: Lozingseisen

Parameters	Voortschrijdend gemiddelde concentratie van 10 steekmonsters * (JG-MKE)	Maximale concentratie in enig steekmonster (MAC-waarde)
Arseen (opgelost)	1,6 µg/l	≤ 9,0 µg/l

* de hoogste waarde van een reeks van 10 steekmonsters mag buiten beschouwing worden weggelaten

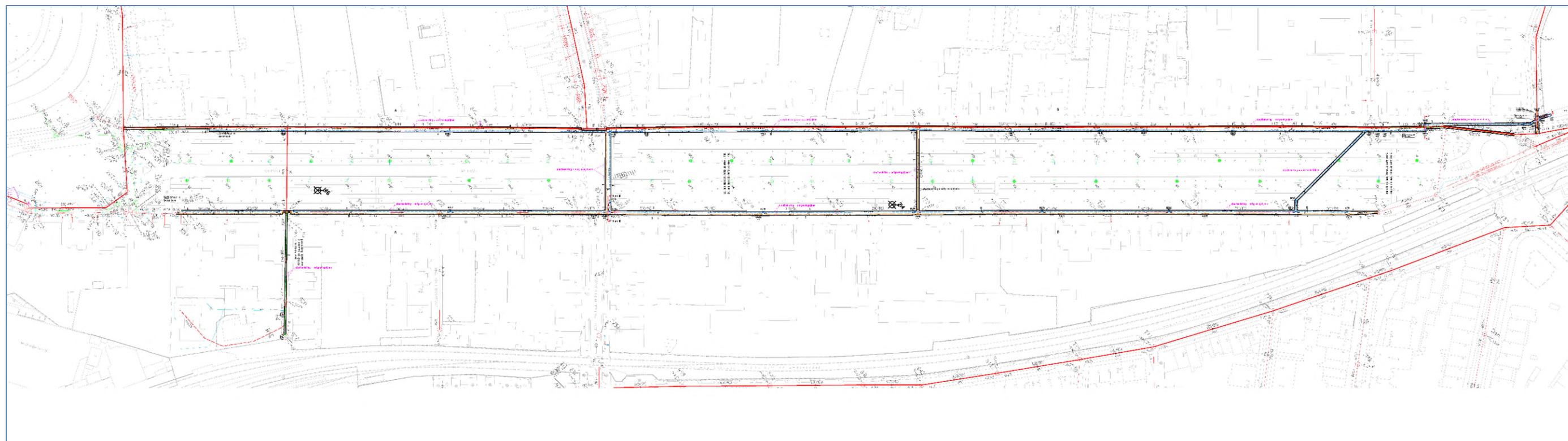
In het grondwater wordt de detectiegrens van Arseen niet overschreden. Hierdoor lijkt de noodzaak voor zuiverende maatregelen niet aanwezig te zijn. De ervaring leert dat de gehalten onopgeloste bestanddelen, ijzerzouten, metalen (arseen) tijdens de uitvoering lager zijn dan aanvankelijk in de peilbuizen gemeten en soms zelfs aan de lozingseis kunnen voldoen.

7.3 Melding gebiedsgericht grondwaterbeheer

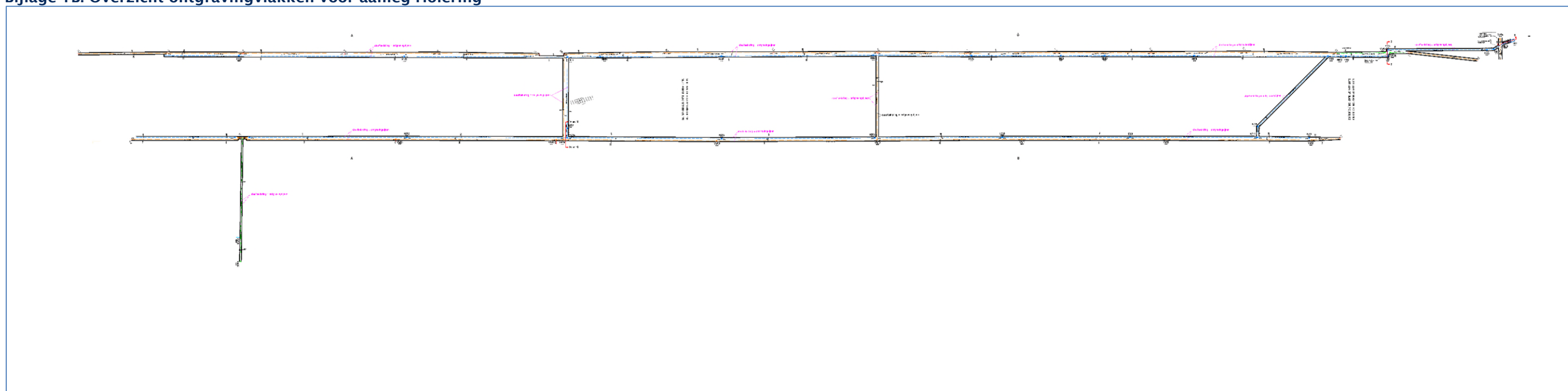
Omdat de onttrekking plaatsvindt binnen de dynamische zone van het Gebiedsplan Gebiedsgericht Grondwaterbeheer, heeft de onttrekking volgens recente mededelingen van de beheerder van het Gebiedsplan, altijd invloed op de binnen de dynamische zone aanwezige verontreinigingen in het grondwater. Het verplaatsen of verminderen van een verontreiniging is een “sanerende handeling” waarvoor een saneringsplan moet worden ingediend (gevalsgerichte benadering zoals opgenomen in de Wet bodembescherming). Optioneel is gebiedsgerichte benadering, namelijk een melding verrichten bij de beheerder van het Gebiedsplan.

Bijlage 1: Riolerings- en ontgravingstekening

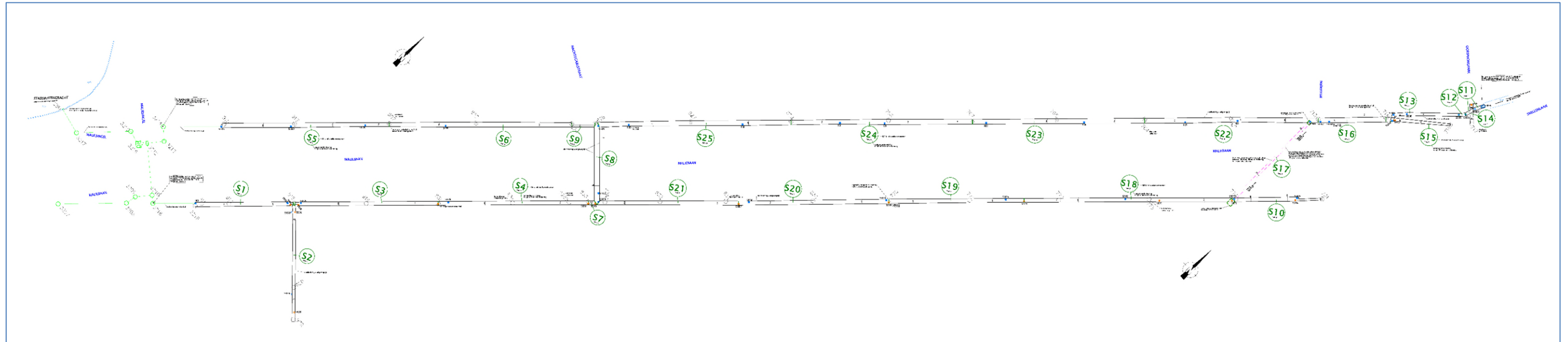
Bijlage 1A: Rioleringsstekening met ontgravingslijnen Maliebaan



Bijlage 1B: Overzicht ontgravingvlakken voor aanleg riolering



Bijlage 1C: Overzicht ontgravingvlakken met sleufnummering



Bijlage 1D: Faseringstekening aanleg riolering

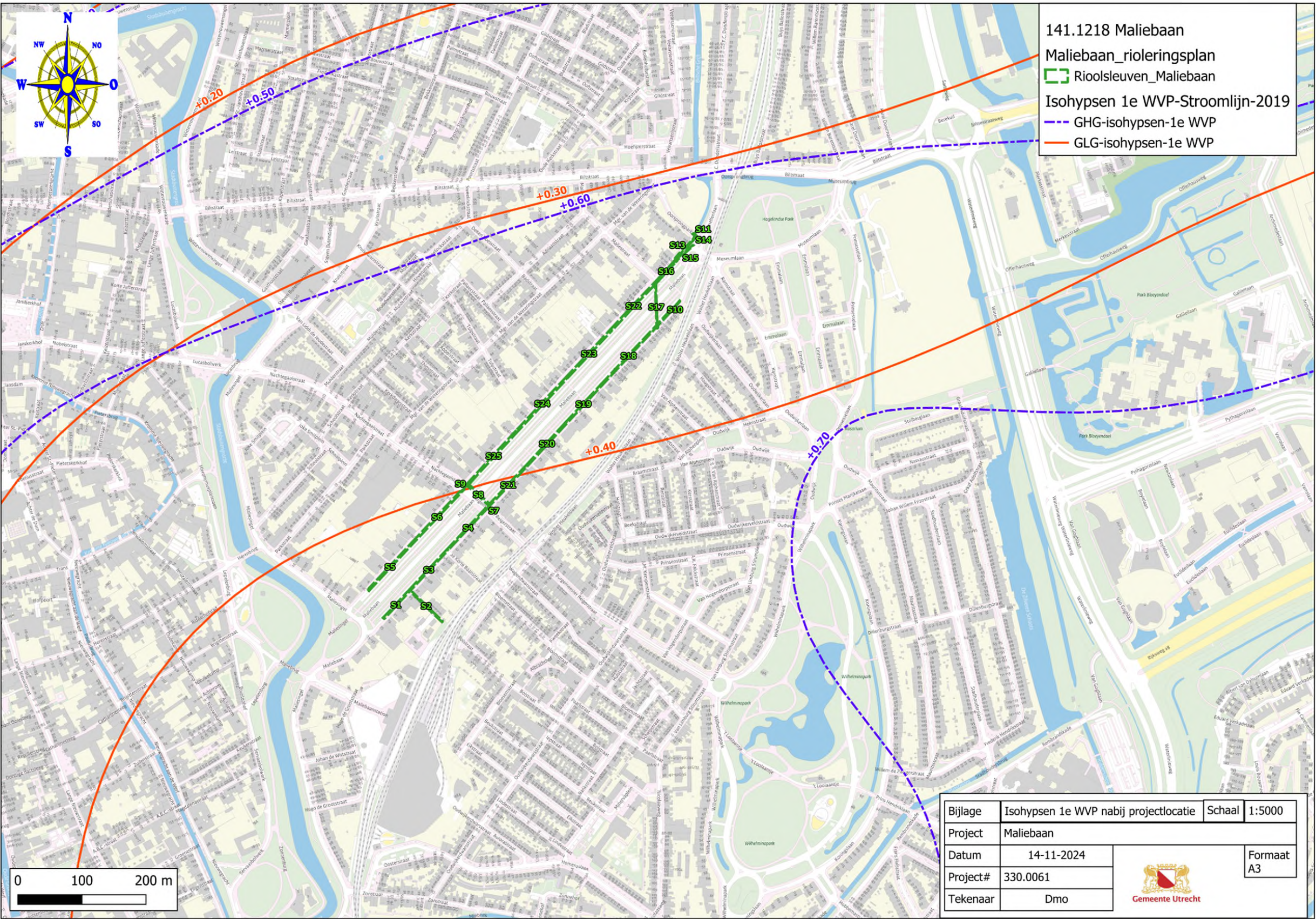


Bijlage 2: Bemalingsheet met uitgangspunten riolering

Bemalingsblad Infra

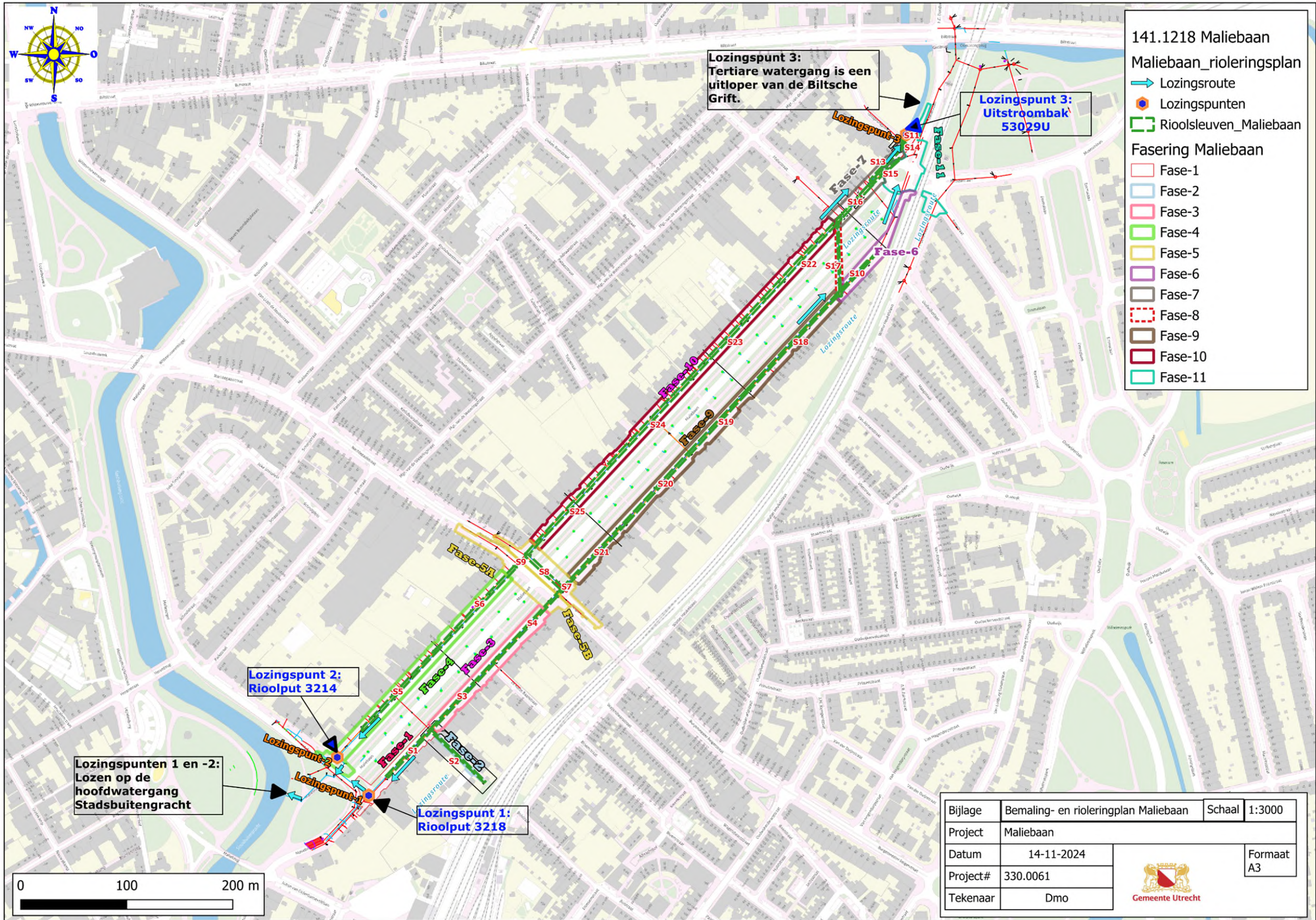
PROJECTNUMMER:		141.1218 en 330.0061		PROJECTNAAM:		Herinrichting Maliebaan										ONTWERPSTATUS:		DO en Bestelfase															
Indicatieve berekening broembemaling rioolstelsel t.b.v. melding of vergoeding aanvraag in het kader van de Waterwet. Hoort bij tekening Maliebaan_outgravingslijnen_riolering_dd250924.pdf																																	
Rioolgedeelte: palen begin - palen eind (is diepst gelegen streng, welke dat is staat er bij)	Aantal rieten naast elkaar	strooknummer rioolgedeelte	valt in fase , zie faseringslijst dd 24-09-2024	Gemiddelde aanvaard hoogte t.o.v. N.A.P.	G.H.G. t.o.v. N.A.P. ##	KGD waarde m³/dag	K in meter per seconde x 10 ⁻⁴	Material en diameter diepte riool in mm	lengte in m. aanleg/ uitbreiden	b.o.b. begin t.o.v. N.A.P.	b.o.b. eind t.o.v. N.A.P.	grondverbetering nodig?	gem. ontgr. diepte tov. N.A.P.		G.W.S. verhoging in m. (absoluut)	G.W.S. verhoging in m. t.o.v. N.A.P.	bemalen strooklengte in m. L	bemalen strookl. in m. B, zie tekening	straal boorput in m. A	lijftijd in sec. t max. 120 uur per week	Reikwijdte bron in m. R	Reductie factor horizontale bemaling	h in m.	Q in m³/h x reductie factor	QR in m³/h Retour-bemaling	Aanlegtempo in m/dag	T in dagen	Q inclus uitbreiden	Q inclus reductiebemaling	Q in m³/retm			
3219 - 50914 - 918 (nieuwe B300)	2	S1	1	2,45	0,63	800	2,06	B 300	60	0,48	0,26	JA	0,12	2,34	0,77	-0,14	25	2,5	6,25	432.000		0,00	44,24	#GETAL!	0	12,5	5,8	#GETAL!	0	#GETAL!			
922 - 918 (bestaande 250)	2	S2	2	2,75	0,63	800	2,06	P 250	70	1,37	-0,31	JA	0,33	2,42	0,55	0,08	25	1,8	6,25	432.000		0,00	44,45	#GETAL!	0	12,5	6,6	#GETAL!	0	#GETAL!			
918 - 53310 -53311 (nieuwe B300)	2	S3	3	2,53	0,63	800	2,06	B 300	87	-0,22	0,10	JA	-0,32	2,85	1,20	-0,57	25	2,35	6,25	432.000		0,00	43,81	#GETAL!	0	12,5	8,0	#GETAL!	0	#GETAL!			
53311 -53312 (nieuwe B300)	2	S4	3	2,6	0,63	800	2,06	B 300	90	0,17	0,78	JA	0,22	2,38	0,66	-0,03	25	2,3	6,25	432.000		0,00	44,34	#GETAL!	0	12,5	8,2	#GETAL!	0	#GETAL!			
915 - 607 (nieuwe B300)	2	S5	4	2,38	0,63	800	2,06	B 300	100	0,13	0,13	JA	-0,13	2,51	1,01	-0,38	25	2,65	6,25	432.000		0,00	44,00	#GETAL!	0	12,5	9,0	#GETAL!	0	#GETAL!			
607 - 824 (nieuwe B300)	2	S6	4	2,26	0,63	800	2,06	B 300	110	0,04	0,04	JA	-0,22	2,48	1,10	-0,47	25	2,8	6,25	432.000		0,00	43,91	#GETAL!	0	12,5	9,8	#GETAL!	0	#GETAL!			
53312 - 53313 (nieuwe B300)	2	S7	5	2,66	0,63	800	2,06	B 300	4	0,78	0,76	JA	0,52	2,15	0,37	0,27	4	2,35	1,00	432.000		0,00	44,64	#GETAL!	0	12,5	1,3	#GETAL!	0	#GETAL!			
826 - 53313 (nieuwe B300)	2	S8	5	2,68	0,63	800	2,06	B 300	48	-0,16	0,00	JA	-0,34	3,02	1,22	-0,59	25	3,2	6,25	432.000		0,00	43,79	#GETAL!	0	12,5	4,8	#GETAL!	0	#GETAL!			
824- 826 (nieuwe 400)	1	S9	5	2,45	0,63	800	2,06	B 400	14	0,60	0,60	JA	0,35	2,11	0,54	0,09	14	1,3	3,50	432.000		0,00	44,47	#GETAL!	0	12,5	2,1	#GETAL!	0	#GETAL!			
731 - 53317 (nieuwe B300)	2	S10	6	2	0,64	800	2,06	B 300	54	0,09	0,23	JA	-0,10	2,10	0,99	-0,35	25	2,35	6,25	432.000		0,00	44,02	#GETAL!	0	12,5	5,3	#GETAL!	0	#GETAL!			
53029U - 53336 (nieuwe 600)	1	S11	7	2,2	0,64	800	2,06	B 600	13	0,42	0,42	JA	0,14	2,06	0,75	-0,11	13	1,8	3,25	432.000		0,00	44,25	#GETAL!	0	12,5	2,0	#GETAL!	0	#GETAL!			
53336 - 53337 (nieuwe 600)	1	S12	7	2,2	0,64	800	2,06	B 600	4	-0,63	-0,63	JA	-0,91	3,11	1,80	-1,16	4	1,8	1,00	432.000		0,00	43,20	#GETAL!	0	12,5	1,3	#GETAL!	0	#GETAL!			
53337 - 53340 (nieuwe 600)	1	S13	7	2,17	0,64	800	2,06	B 600	43	0,50	0,50	JA	0,22	1,95	0,67	-0,03	25	1,8	6,25	432.000		0,00	44,33	#GETAL!	0	12,5	4,4	#GETAL!	0	#GETAL!			
53315 -717 Nieuwe B700)	1	S14	7	2,25	0,64	800	2,06	B 700	12	-0,55	-0,57	JA	-0,85	3,10	1,74	-1,10	12	2	3,00	432.000		0,00	43,26	#GETAL!	0	12,5	2,0	#GETAL!	0	#GETAL!			
716 - 714 (bestaande 300/450)	1	S15	7	2,15	0,64	800	2,06	B 400	39	-0,13	-0,03	JA	-0,34	2,49	1,23	-0,59	25	1,65	6,25	432.000		0,00	43,78	#GETAL!	0	12,5	4,1	#GETAL!	0	#GETAL!			
714 -713 (nieuwe B300)	2	S16	7	2,23	0,64	800	2,06	B 300	41	-0,35	-0,33	JA	-0,60	2,83	1,49	-0,85	25	3	6,25	432.000		0,00	43,52	#GETAL!	0	12,5	4,3	#GETAL!	0	#GETAL!			
53343 - 53344 (boring nieuwe 400)	1	S17	8	2,3	0,64	800	2,06	B 400	65	-0,29	-0,11	JA	-0,46	2,76	1,35	-0,71	25	1,3	6,25	432.000		0,00	43,66	#GETAL!	0	6,5	11,0	#GETAL!	0	#GETAL!			
533317 - 53319 (nieuwe B300)	2	S18	9	2,15	0,64	800	2,06	B 300	125	0,25	0,25	JA	-0,01	2,16	0,90	-0,26	25	2,35	6,25	432.000		0,00	44,11	#GETAL!	0	12,5	11,0	#GETAL!	0	#GETAL!			
53319 - 53320 (nieuwe B300)	2	S19	9	2,26	0,64	800	2,06	B 300	82	0,13	-0,13	JA	-0,26	2,52	1,15	-0,51	25	2,5	6,25	432.000		0,00	43,86	#GETAL!	0	12,5	7,6	#GETAL!	0	#GETAL!			
53320 - 53357 (nieuwe B300)	2	S20	9	2,27	0,63	800	2,06	B 300	90	-0,13	0,32	JA	-0,16	2,43	1,04	-0,41	25	2,5	6,25	432.000		0,00	43,96	#GETAL!	0	12,5	8,2	#GETAL!	0	#GETAL!			
53357 - 53313 (nieuwe B300)	2	S21	9	2,35	0,63	800	2,06	B 300	86	0,33	0,76	JA	0,29	2,06	0,59	0,04	25	2,45	6,25	432.000		0,00	44,41	#GETAL!	0	12,5	7,9	#GETAL!	0	#GETAL!			
713 - 764 (nieuwe B300)	2	S22	10	2,1	0,64	800	2,06	B 300	105	-0,20	-0,20	JA	-0,46	2,56	1,35	-0,71	25	2,9	6,25	432.000		0,00	43,66	#GETAL!	0	12,5	9,4	#GETAL!	0	#GETAL!			
764 - 767 (nieuwe B300)	2	S23	10	2,02	0,64	800	2,06	B 300	104	-0,14	-0,14	JA	-0,40	2,42	1,29	-0,65	25	2,9	6,25	432.000		0,00	43,72	#GETAL!	0	12,5	9,3	#GETAL!	0	#GETAL!			
767 - 829 (nieuwe B300)	2	S24	10	2,02	0,63	800	2,06	B 300	109	-0,03	-0,03	JA	-0,29	2,31	1,17	-0,54	25	2,9	6,25	432.000		0,00	43,83	#GETAL!	0	12,5	9,7	#GETAL!	0	#GETAL!			
829 - 826 (nieuwe B300)	2	S25	10	2,18	0,63	800	2,06	B 300	118	-0,01	-0,01	JA	-0,27		1,15	-0,52	25	2,9	6,25	432.000		0,00	43,85	#GETAL!	0	12,5	10,4	#GETAL!	0	#GETAL!			
De KGD waarde is te vinden op: Bijlage 1 Grondwaterkaart v2010 nat.pdf																																	
Dikte watervoerend pakket; (b.b. leegten - grondwaterpiegel) D =						45,00	meter	1673							Absoluut	t.o.v. N.A.P.			Tijdsduur in uren	120					Totaal			163,6	#GETAL!	0			
## De aangehouden grondwaterstand is de GHG volgens de toelipskaart van Stadswerken						Gemiddelde ontgravingdiepte t.o.v. N.A.P.										-0,16	1,04	-0,41	Gemiddelde grondwaterstandverhoging in m.				#GETAL!	m³/uur gemiddelde onttrekking				Onttrekken		Retourbemaling			
Ontgravingdiepte inclusief eventuele grondverbetering						A= bij strof 1M x bemalen strooklengte										Gerekend is met een drooglegging van 0,25 meter				Bij toepassen horizontale bemaling is de Q ca 40 % lager				Q max per uur grootte Q plus ca 20%						#GETAL!			
Toegepaste formules						P = 0,25										Bij toepassen horizontale bemaling is de Q ca 40 % lager				Q max per maand is maximale som in 30 aaneengesloten dagen						#GETAL!							
R =1,5x√((bDdD)/P)						Gerekend wordt met een drooglegging van 0,25 meter.										Bij combinatie horizontaal met verticaal is Q ca 33 % lager				Q totaal is totaal plus extra's bij opstart						#GETAL!							
P is het meetwerkend porievolumen; binnen Utrecht meestal 0,25 aanhouden.						De oude sleuven zijn geheel doorgegraven; vrije waterpiegel														120 aantal uren waarna de grondwaterstroom gestabiliseerd is						Q Retour totaal		0					
D = dikte watervoerend pakket, varieert in Utrecht van 35 tot 60 meter.						Bij toepassing van grondverbetering wordt gerekend met 0,20 m zand onder de rioolbuis														De aangehouden grondwaterstand is de GHG volgens de toelipskaart van Stadswerken													
Opgesteld door:		Frank Slakhorst				Datum: 25 september 2024																											
Gecontroleerd door:		Diepak Mohan				Datum:																											
Zie bodemkaart voor juiste dikte te WVP						Q=(P x L x (D²-h²))/(L x R- L x A)																											

Bijlage 3: GHG en GLG isohypsen 1e WVP

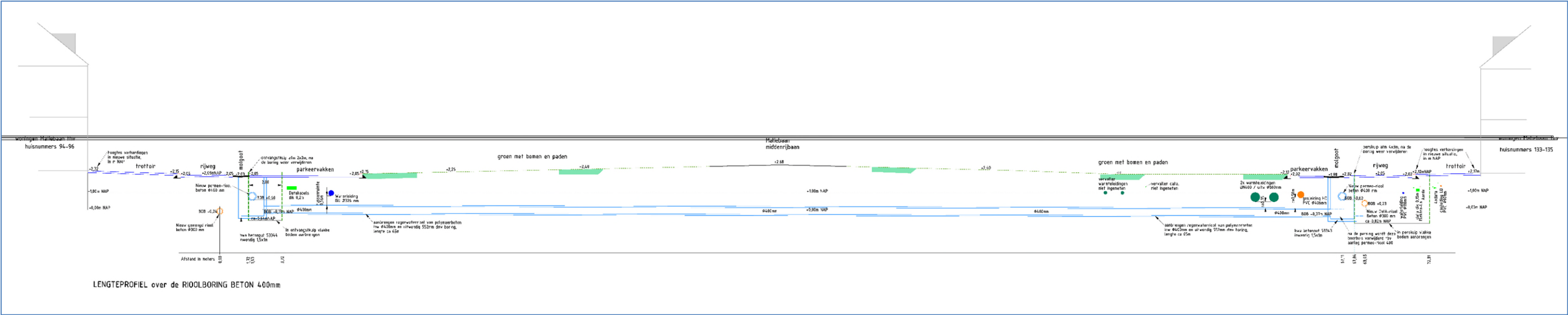


Bijlage 4: Bemalings- en riolering overzicht

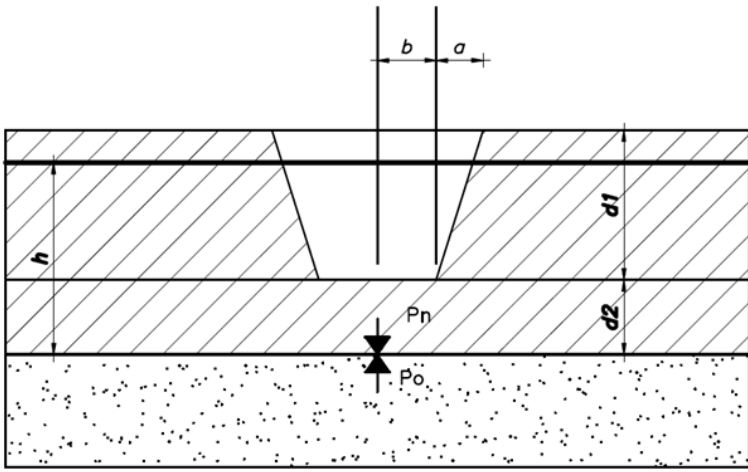
Bijlage 4a: Bemaling- en rioleringsplan Maliebaan

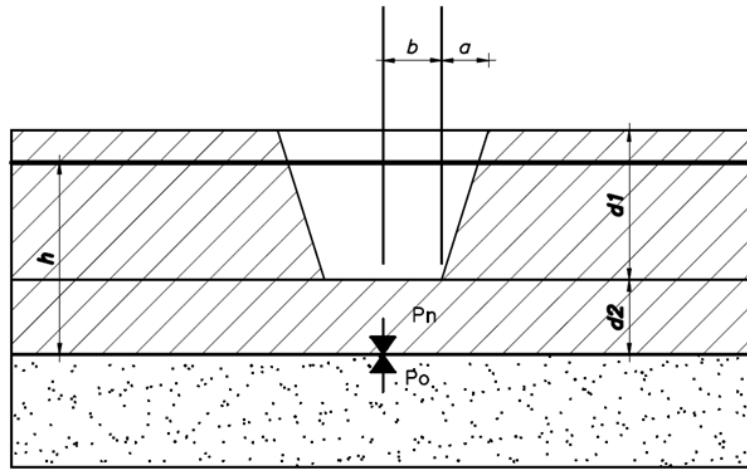


Bijlage 4B: Lengteprofiel Rioolboring sleuf S7



Bijlage 5: Evenwichtsberekening sleuven

Evenwichtsberekening putbodem voor sleuf-S8-westzijde				
Uitgangspunten:				
		m NAP	m-mv	
Maaiveldniveau	2,25	0,00		
Ontgravingsniveau	-0,34	2,59		
Onderkant scheidende laag	-1,25	3,50		
Stijghoogte onder scheidende laag	0,65	1,60		
Bodemopbouw:				
	TOP	BOT	dikte	volumegewicht
	(m NAP)	(m NAP)	(m)	(kN/m3)
	2,25	1,75	0,50	16,00
	1,75	0,55	1,20	14,00
	0,55	-0,25	0,80	16,00
	-0,25	-0,34	0,09	14,00
	-0,34	-1,25	0,91	14,00
Parameter invoer:				
Diepte ontgraving	2,59 m	d1		
Dikte pakket onder bouwput	0,91 m	d2		
Breedte talud	0,10 m	a		
Halve bodembreedte	1,40 m	b		
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	1,90 m	h		
Gronddruk:				
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,07	f		
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	2,73 kN/m2	P1*f		
Gronddruk onder bouwputbodem	12,74 kN/m2	P2		
Gronddruk neerwaarts totaal	15,47 kN/m2	Pn		
Waterdruk:				
Opwaartse waterdruk	18,64 kN/m2	P0		
Resultaat:				
Veiligheidsfactor:	0,8	dient groter te zijn dan 1,1		
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	0,18 m NAP			
				

Evenwichtsberekening putbodem voor sleuf-S8-oostzijde				
Uitgangspunten:				
		m NAP	m-mv	
Maaiveldniveau	2,73	0,00		
Ontgravingsniveau	-0,34	3,07		
Onderkant scheidende laag	-1,27	4,00		
Stijghoogte onder scheidende laag	0,65	2,08		
Bodemopbouw:				
	TOP	BOT	dikte	volumegewicht
	(m NAP)	(m NAP)	(m)	(kN/m3)
	2,73	1,23	1,50	16,00
	1,23	0,73	0,50	14,00
	0,73	0,23	0,50	16,00
	0,23	-0,34	0,57	14,00
	-0,34	-1,27	0,93	14,00
Parameter invoer:				
Diepte ontgraving	3,07 m	d1		
Dikte pakket onder bouwput	0,93 m	d2		
Breedte talud	0,10 m	a		
Halve bodembreedte	1,40 m	b		
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	1,92 m	h		
Gronddruk:				
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,07	f		
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	3,47 kN/m2	P1*f		
Gronddruk onder bouwputbodem	13,02 kN/m2	P2		
Gronddruk neerwaarts totaal	16,49 kN/m2	Pn		
Waterdruk:				
Opwaartse waterdruk	18,84 kN/m2	P0		
Resultaat:				
Veiligheidsfactor:	0,9	dient groter te zijn dan 1,1		
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	0,26 m NAP			
				

Evenwichtsberekening putbodem voor sleuf-S15Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	2,23	0,00
Ontgravingsniveau	-0,34	2,57
Onderkant scheidende laag	-1,27	3,50
Stijghoogte onder scheidende laag	0,65	1,58

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m ³)
2,23	1,23	1,00	16,00
1,23	-0,34	1,57	14,00
-0,34	-1,27	0,93	14,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	2,57 m	d1
Dikte pakket onder bouwput	0,93 m	d2
Breedte talud	0,10 m	a
Halve bodembreedte	0,84 m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	1,92 m	h

Gronddruk:

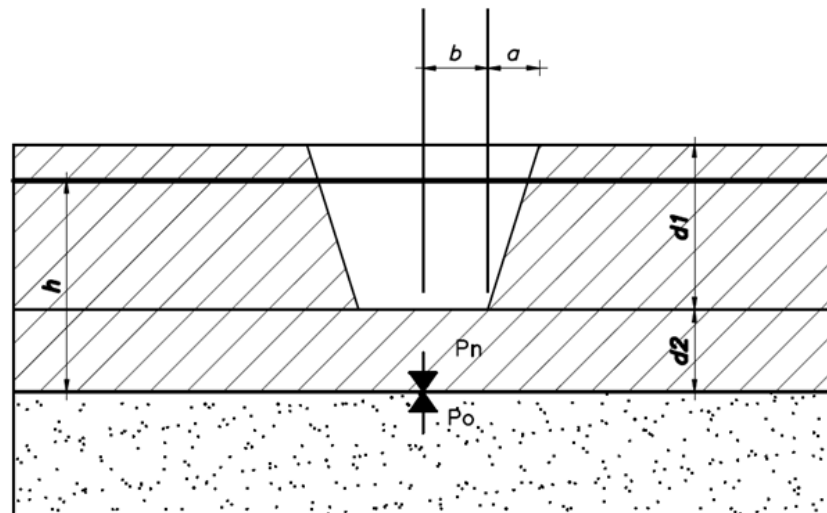
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,20	f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	7,46 kN/m ²	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	13,02 kN/m ²	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	20,48 kN/m ²	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	18,84 kN/m ²	P0
---------------------	-------------------------	----

Resultaat:

Veiligheidsfactor:	1,1	dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	0,63 m NAP	

**Evenwichtsberekening putbodem voor de sleuven S12 en -S14**Uitgangspunten:

	m NAP	m-mv
Maaiveldniveau	2,23	0,00
Ontgravingsniveau	-0,90	3,13
Onderkant scheidende laag	-1,27	3,50
Stijghoogte onder scheidende laag	0,65	1,58

Bodemopbouw:

TOP (m NAP)	BOT (m NAP)	dikte (m)	volumegewicht (kN/m ³)
2,23	1,23	1,00	16,00
1,23	-0,34	1,57	14,00
-0,34	-1,27	0,93	14,00

Parameter invoer:

Diepte ontgraving	3,13 m	d1
Dikte pakket onder bouwput	0,37 m	d2
Breedte talud	0,10 m	a
Halve bodembreedte	0,84 m	b
Waterkolom boven onderkant scheidendelaag	1,92 m	h

Gronddruk:

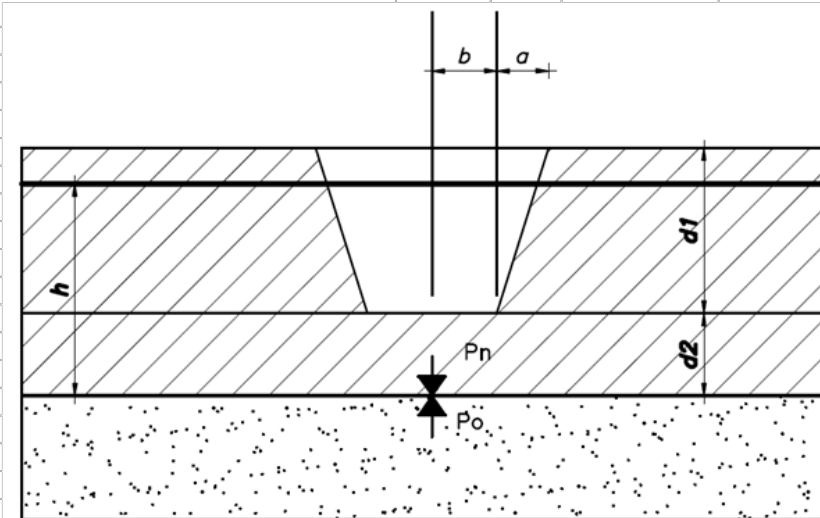
Factor i.v.m. naastgelegen grond	0,03	f
Gronddruk boven bouwputbodem * factor	0,96 kN/m ²	P1*f
Gronddruk onder bouwputbodem	13,02 kN/m ²	P2
Gronddruk neerwaarts totaal	13,98 kN/m ²	Pn

Waterdruk:

Opwaartse waterdruk	18,84 kN/m ²	P0
---------------------	-------------------------	----

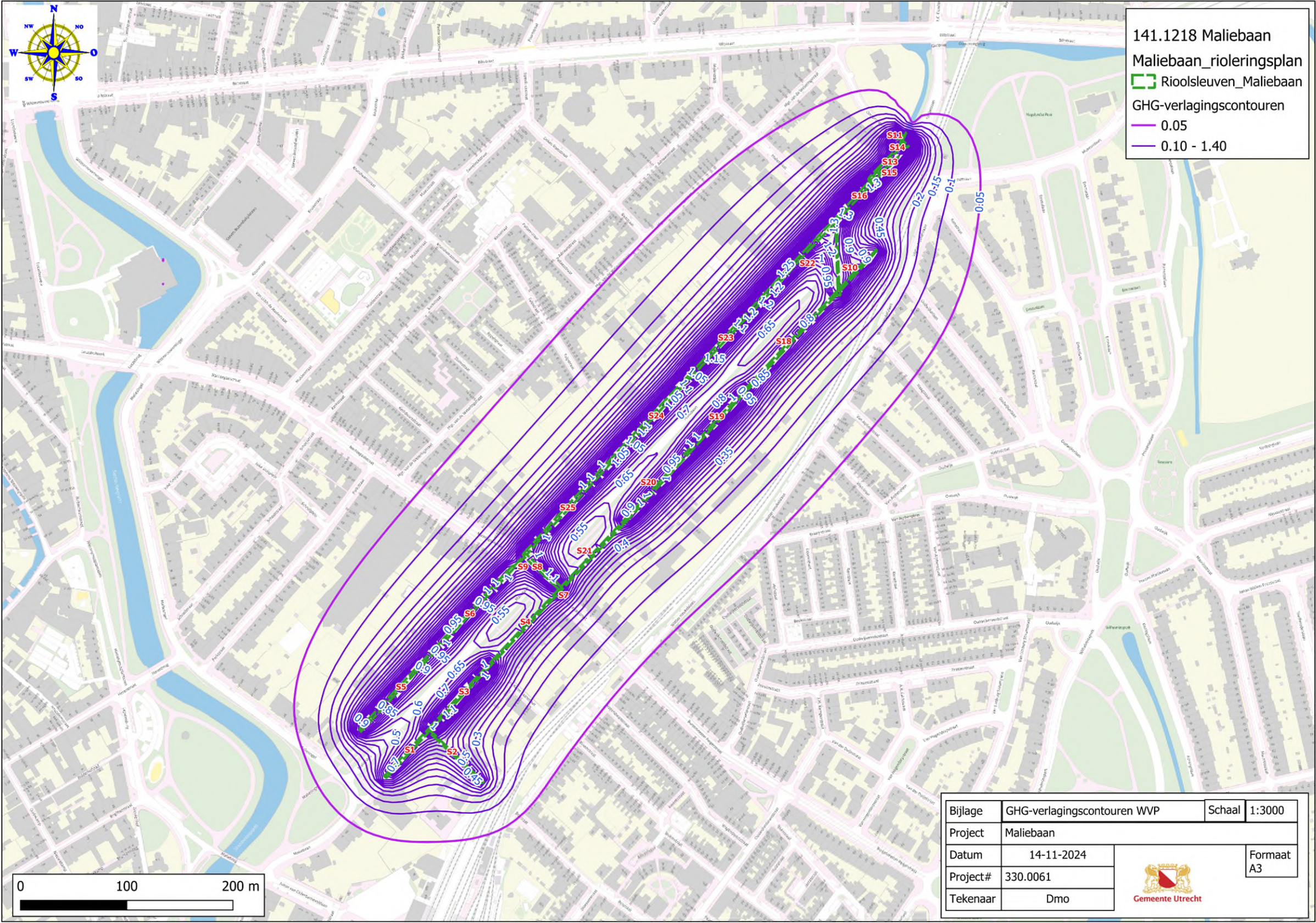
Resultaat:

Veiligheidsfactor:	0,7	dient groter te zijn dan 1,1
Maximaal toegestane stijghoogte onder scheidende laag:	0,03 m NAP	

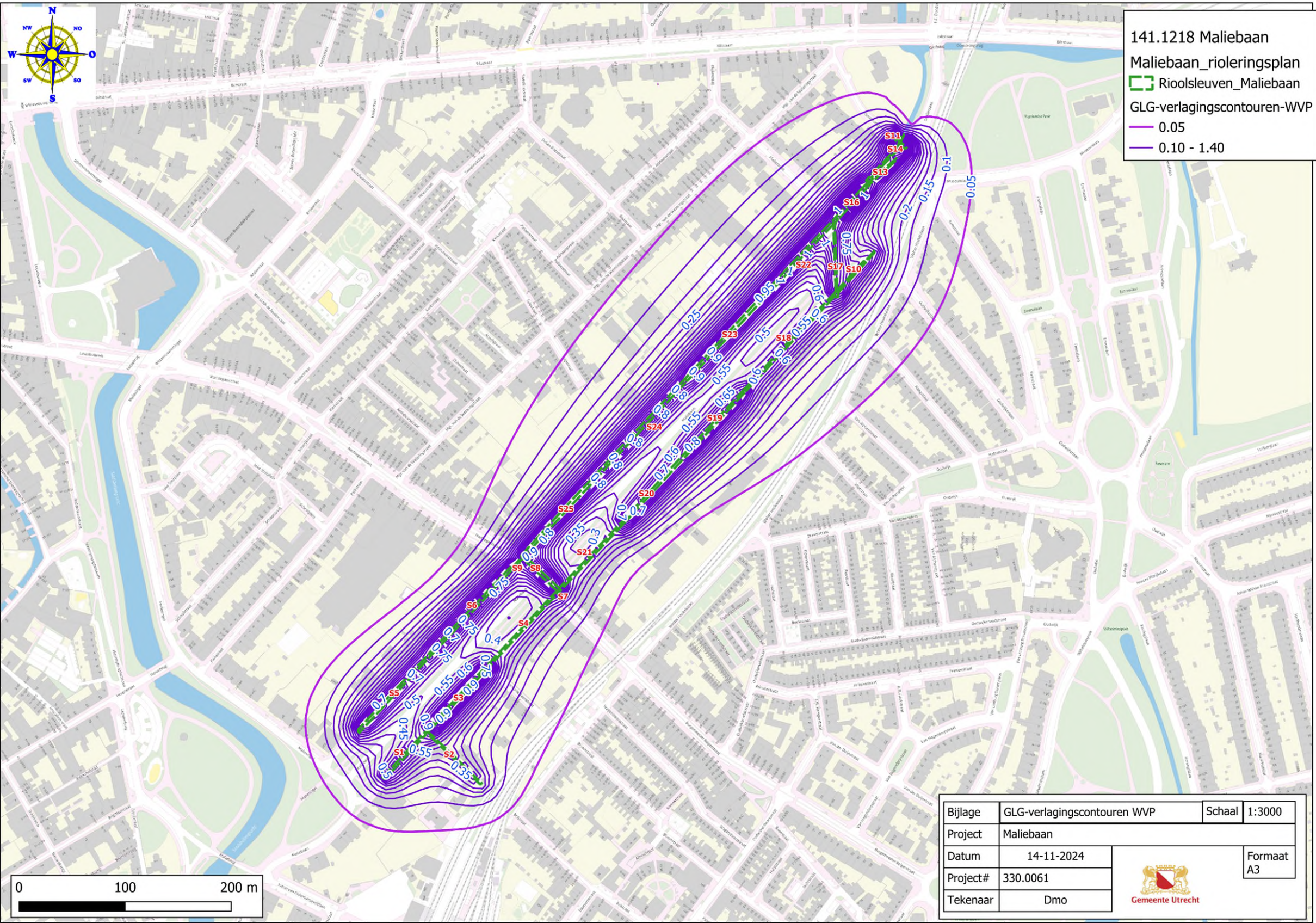


Bijlage 6: GHG-/GLG-invloedsgebied bemaling

Bijlage 6A: GHG-verlagingscontouren totaal projectgebied in het watervoerend pakket



Bijlage 6B: GLG- verlagingscontouren totaal projectgebied in het watervoerend pakket



Bijlage 7: Kwetsbare bebouwing in de omgeving

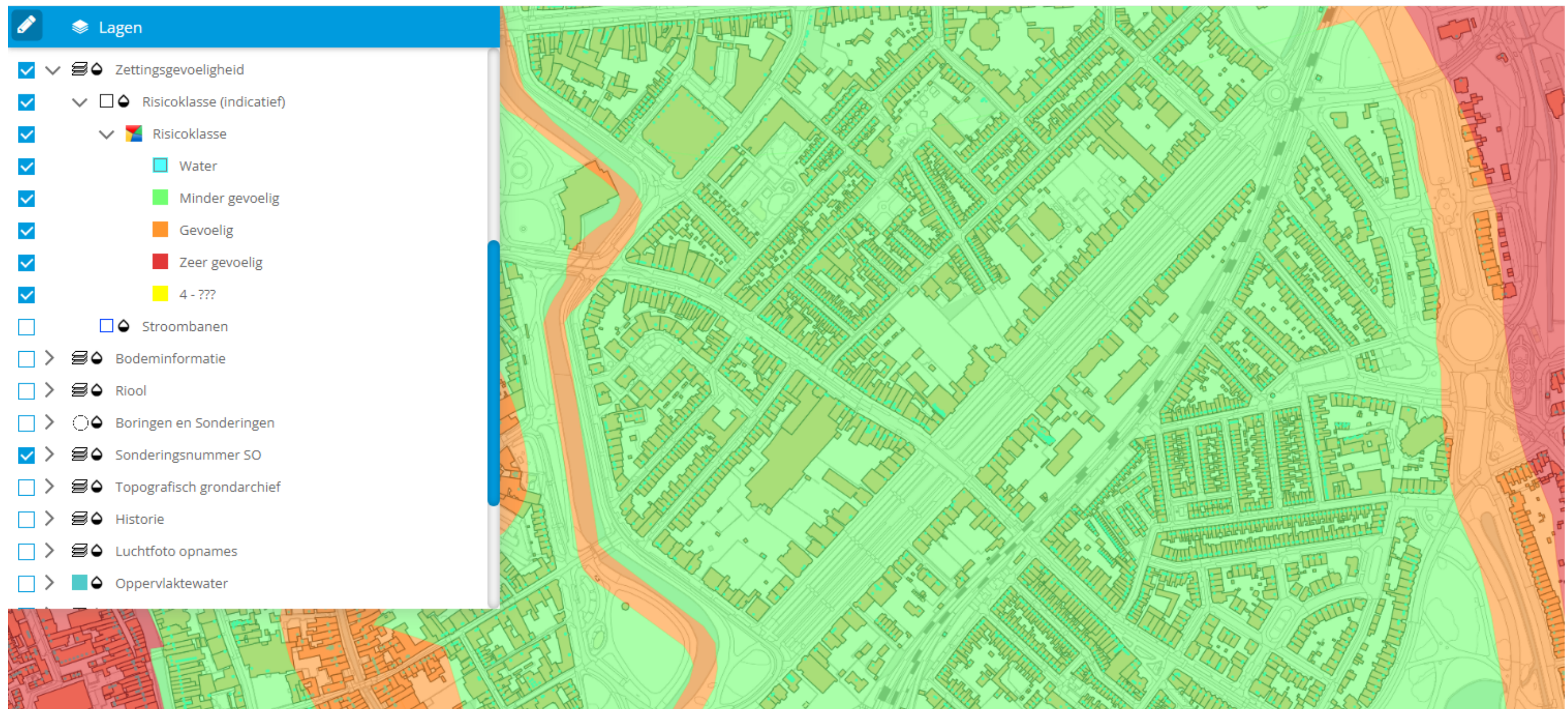
Bijlage 7A: Bebouwing per bouwjaar



Bron: Webkaart provincie Utrecht

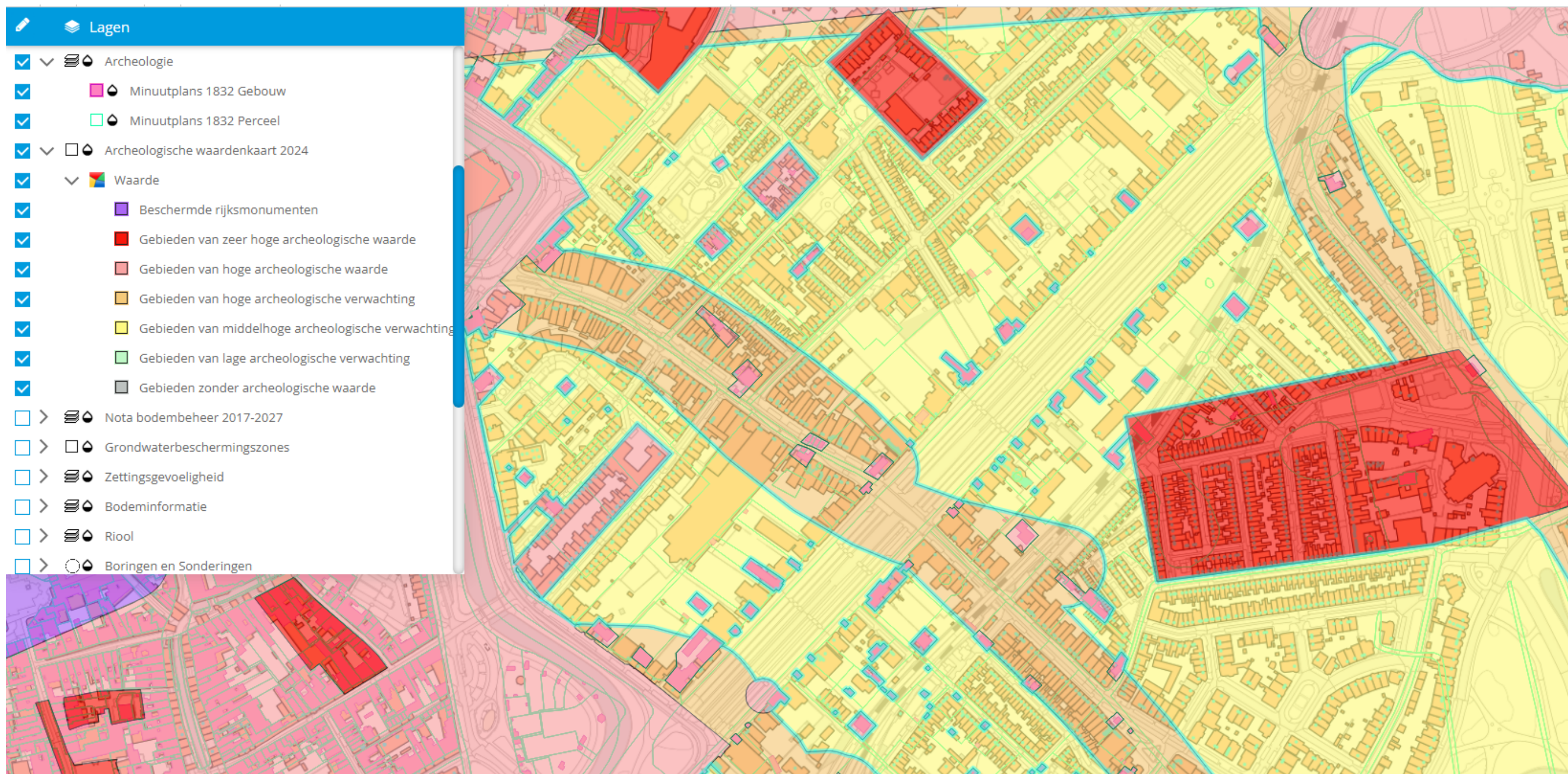
Bijlage 8: Zettingsgevoeligheid omgeving

Zettingsgevoeligheid nabij projectlocatie



Bijlage 9: Risicoanalyse en monitoringsplan zettingen door Crux

Bijlage 10: Archeologie



(Bron: Stroomlijn)

Bijlage 11: Overzicht monitoringspeilbuizen

