



Bemalingsadvies

Aanleg riolering

Koolstraat – Zoutestraat e.o. Hulst

“onderzoek naar de theoretische grondwater-standsverlaging en effecten bij bemaling”

locatie	Koolstraat-Zoutestraat e.o. Hulst
projectnummer	000335
opdrachtgever	Gemeente Hulst

datum	20 januari 2016
--------------	------------------------

Gegevens opsteller onderzoek

Onderzoekslocatie: rioleringstraject en reconstructie
Koolstraat - Zoutestraat e.o.
4561 .. Hulst

Contactpersoon: -

Opdrachtgever: Gemeente Hulst
Grote Markt 21
4561 EA Hulst (Zld)
tel: +31 (0) 114 – 38 90 00
email: info@gemeentehulst.nl

Contactpersoon: de heer A.H.J. de Deckere

Uitgevoerd door: Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v.
Kreekzoom 5
4561 GX Hulst (Zld)
tel: +31 (0) 114 – 31 15 48
email: info@colsen.nl

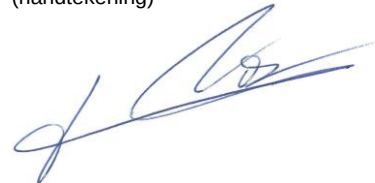
Contactpersoon: de heer ing. A.T.M. de Vos

auteur
(handtekening)



ing. A.T.M. de Vos

projectleider
(handtekening)



ing. A.T.M. de Vos

Om de onafhankelijkheid van het onderzoek te waarborgen, verklaart Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v., op geen enkele wijze gelieerd te zijn aan de te onderzoeken projectlocatie, zowel in juridische, financiële of personele sfeer.

Niets uit dit drukwerk mag verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING EN OMGEVINGSFACTOREN.....	2
2.1 PROJECTOMSCHRIJVING.....	2
2.2 OMGEVINGSFACTOREN.....	4
3. BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGISCHE SITUATIE	9
3.1 GEOLOGIE EN GEOHYDROLOGIE.....	9
3.1.1 Bodemopbouw.....	9
3.1.2 Geohydrologie.....	9
4. GRONDWATERMODEL	11
4.1 ALGEMEEN	11
4.2 THEORETISCH WATERBEZWAAR	11
4.2.1 Noodzaak van een retourbemaling.....	13
4.3 THEORETISCHE AFMALINGSKROMME	13
4.4 RISICO'S VOOR DE OMGEVING	14
4.4.1 Zetting.....	14
4.4.2 Droogteschade.....	16
4.4.3 Verplaatsing bodemverontreiniging	16
4.4.4 Cultuurhistorische Hoofdstructuur	18
5. OPBOUW BEMALINGSSYSTEEM.....	19
5.1 VERTICALE BEMALING (SLEUF)	19
5.1.1 Filterstelling.....	20
5.2 AFSTELLING SYSTEEM	20
6. VERGUNNINGEN EN LOZINGEN.....	21
6.1 VERGUNNINGEN.....	21
6.2 LOZING VAN HET BEMALINGSWATER	21
6.2.1 Kwaliteit van de lozing.....	22
7. VOORSTEL MONITORING GRONDWATERBEMALING.....	23
7.1 METING EN REGISTRATIE	23
7.1.1 Grondwatermonitoring.....	23
7.1.2 Debietmetingen.....	23
7.1.3 Lozingseisen en analyses	23
7.2 VERSTREKKING GEGEVENS.....	24
7.2.1 Monitoring gegevens.....	24
7.2.2 Onttrokken grondwater.....	24
7.2.3 Evaluatie monitoring.....	24
8. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN.....	25
8.1 CONCLUSIE	25
8.2 AANBEVELINGEN	27

Bijlagen

1. Situering locatie
2. Plantekening
3. Geologische ondergrond
4. Onttrekkingsberekening en theoretische afmalingskromme
5. Bodemzetting (berekening)
6. Isohypsenkaart grondwaterstandverlaging

1. Inleiding

In opdracht van de Gemeente Hulst is door Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v., een bemalingsadvies opgesteld voor de aanleg van een rioolstelsel in de Koolstraat-Zoutestraat e.o. te Hulst.

Aanleiding voor het opstellen van het bemalingsadvies vormt de voorgenomen werkzaamheden. In relatie met de heersende grondwaterstand is grondwaterbemaling noodzakelijk.

Het doel van dit bemalingsadvies betreft:

- het berekenen van de benodigde grondwaterverlaging en het te verwachten (theoretisch) waterbezwaar;
- het dimensioneren van de benodigde bemalingsinstallatie;
- het signaleren van knelpunten naar aanleiding van de bemaling;
- onderzoek naar eventueel benodigde vergunningen;
- het inschatten van de invloed van de grondwateronttrekking op de grondwaterstand in de omgeving, waaronder een eerste indruk van het risico ten aanzien van eventuele maaiveldzetting ter plaatse van de omliggende bestaande bebouwing, natuurgebieden of landbouwgebieden.

Voor de uitgevoerde berekeningen en het inzichtelijk maken van de grondwaterstandsverlaging op de omgeving, is gebruik gemaakt van het grondwatermodel van Colsen b.v. gebaseerd op het modelleringsprogramma MWell van GeoDelft.

In het kader van de Waterwet dient aan de hand van een bemalingsadvies nagegaan te worden of de voorziene onttrekkingen en lozingen bij het bevoegd gezag gemeld dienen te worden en of er eventueel een vergunning in het kader van de Waterwet aangevraagd dient te worden.

Dit bemalingsadvies dient als bijlage voor het aanvragen van een vergunning of het doen van een melding voor het onttrekking en lozing van grondwater. Het is tevens de basis voor de aannemer voor het opstellen van zijn bemalingsplan.

2. Projectomschrijving en omgevingsfactoren

De Gemeente Hulst is bezig met de voorbereidingswerkzaamheden voor de aanleg van een nieuw rioolstelsel en reconstructie van het wegdek in de Koolstraat, Zoutestraat en Glacisweg e.o. te Hulst. Voor de aanleg van de riolering is het benodigd om een grondwaterbemaling toe te passen voor het verlagen van de grondwaterstand, zodoende de werkzaamheden in den droge te kunnen uitvoeren.

Tussen het gedeelte van de Zoutestraat, gelegen tussen de Carmelweg en de Glacisweg, en het gedeelte van de Koolstraat, gelegen tussen de Liniedijk en de rotonde aan de Van der Maelstedeweg, wordt de huidige riolering gerelined.

Tussen het gedeelte van de Koolstraat, gelegen tussen de Zoutestraat en de Liniedijk, het gedeelte van de Zoutestraat, gelegen tussen de Graauwse poort en de Koolstraat, en het gedeelte van de Glacisweg, gelegen tussen de Zoutestraat en huisnummer 20, wordt er een nieuwe riolering aangelegd.

Verder vindt er binnen het gehele gebied een reconstructie plaats van het wegdek en inrichting. Verder wordt er nabij de buitenvest een zandfilter aangelegd.

2.1 Projectomschrijving

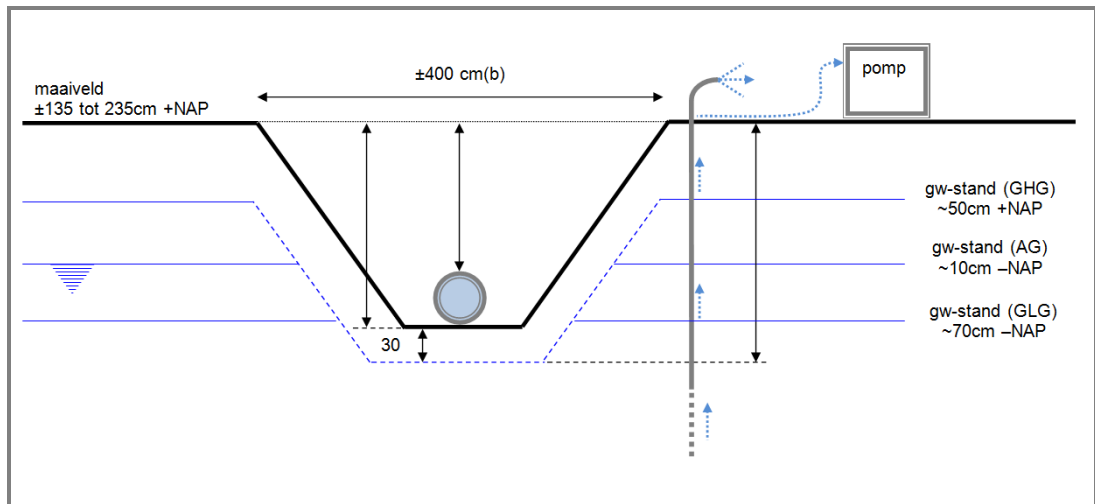
De situering van de nieuw aan te leggen riolering is weergegeven in bijlage 2.

algemeen

De nieuwe riolering zal bestaan uit een gemengd rioolstelsel die wordt uitgevoerd in beton (Ø800mm – Ø1.250mm). De totale lengte bedraagt circa 635m. Hiervan wordt 285m aangelegd in de Koolstraat, 250m in de Zoutestraat en 100m in de Glacisweg. Voor aanleg van de nieuwe riolering wordt de bestaande riolering verwijderd.

Voor het verwijderen van de bestaande riolering en de aanleg van de nieuwe riolering wordt gebruik gemaakt van conventionele methoden. De nieuw aan te leggen riolering wordt op een diepte (b.o.b. maat) van 30cm –NAP tot 140cm –NAP aangelegd. Het maaiveldniveau wisselt van 135cm +NAP tot 235cm +NAP. De ontgraving wordt uitgevoerd met een natuurlijk talud verhouding van 2:1. De buisdikte bedraagt 10cm. Op de bodem wordt geen grondverbetering toegepast.

Daarnaast wordt op de vijfbenige kruising (Zoutestraat – Glacisweg – Koolstraat – IJzerenhandstraat) een rotonde aangelegd. Onder de rotonde worden de nieuw aan te leggen rioleringen met elkaar verbonden op een betonnen ontvangstput en een betonriolering (Ø1.250mm). Voor de aanleg wordt een bouwput aangelegd met een putbodem van ca. 20,0x20,0m. De ontgraving wordt uitgevoerd met een natuurlijk talud verhouding van 2:1 tot circa 75cm –NAP. Het maaiveldniveau bedraagt van 340cm +NAP. Op de bodem wordt geen grondverbetering toegepast.



Afb. 1 Weergave principe constructie aanleg

inzet grondwaterbemaling

Voor het tijdelijk verlagen van de grondwaterstand wordt gebruik gemaakt van een verticale (sleuf-)bemaling op 0,50 vanuit de bovenzijde insteek talud (zie par. 5). De grondwaterstand in het bemalingstraject mag in verband met een goede bewerkbaarheid en toegankelijkheid van de bodem niet hoger reiken dan minimaal 0,30 meter beneden het maximale ontgravingsniveau (NEN 6740:2006). In de bovenstaande afbeelding wordt een principe situatie weergegeven van de aanleg constructie. Voor aanleg van de ontvangstput is het niet benodigd om een meertrap bemaling toe te passen. Er kan worden volstaan met het ontgraven van de bouwput tot aan het grondwaterniveau, waarna de verticale bemaling wordt geplaatst om vervolgens verder te ontgraven onder het grondwaterniveau.

De gemiddelde snelheid voor het verwijderen van het bestaande riool is geraamd op circa 50 meter riool per dag. De gemiddelde aanlegssnelheid is vastgesteld op 25 meter riool per dag. Vervolgens wordt de dag nadien alle huisaansluitingen aangelegd. Gemiddeld ligt er per week circa 100 meter sleuf open (verwijdering, aanleg, aansluiting) waarvoor onttrekking noodzakelijk is.

De aannemer legt circa 25 meter riolering aan per dag (incl. ontgraven) en 25 meter per dag voor de verwerking van de huisaansluitingen (incl. aanvullen). Daartoe wordt een bemaling ingezet van 100 m/dag, waarvan 25 m voor het aan te leggen gedeelte (voorbemaling), 50 m voor de riolering en aansluitingen en 25 m achter het aan te leggen gedeelte. Voor aanvang van een sectie (à 100 m) dient er twee dagen worden voor bemalen.

Op basis van de verschillende maaiveldniveaus, straatindeling en aanlegdiepten is een onderverdeling van het gebied gemaakt. In totaal zijn er vier secties te verdelen. De bijbehorende maaiveldhoogten en aanlegdiepten zijn in onderstaande tabel weergegeven. Het betreffen hierbij gemiddelde waarden tussen het begin en eind van de sectie.

De grondwateronttrekking zal voor een zo kort mogelijke periode worden aanzet. De werkzaamheden zijn voorzien in de voorjaarsperiode van 2016. In onderstaande tabel is de aanlegdiepte, oppervlak en de voorziene tijdsperiode van aanleg weergegeven. De effectieve onttrekkingsduur is berekend op 64 dagen. De werkzaamheden, alsmede de onttrekking, wordt met tussenpozen uitgevoerd over een periode van circa 3 maanden.

werk / sectie		NAP (m)	diepte (m-NAP)	omvang bemaling		oppervl. (m ²)	duur (dagen)
		l (m)	b (m)				
Koolstraat							
	sectie 1a	+2,00	-1,40	275,0	4,0	1.100,0	19
	sectie 1b	+1,35	-0,30	10,0	4,0	40,0	5
Zoutestraat							
	sectie 2a	+2,35	-0,60	250,0	4,0	1.000,0	18
Glacisweg							
	sectie 3a	+3,10	-0,75	100,0	4,0	400,0	7
rotonde Koolstraat/Zoutestraat							
	sectie 4a	+3,40	-0,75	20,0	20,0	400,0	14
totaal				635,0	-	2.940,0	6

Tabel 1 Overzicht van aanlegdiepte en periode van onttrekking

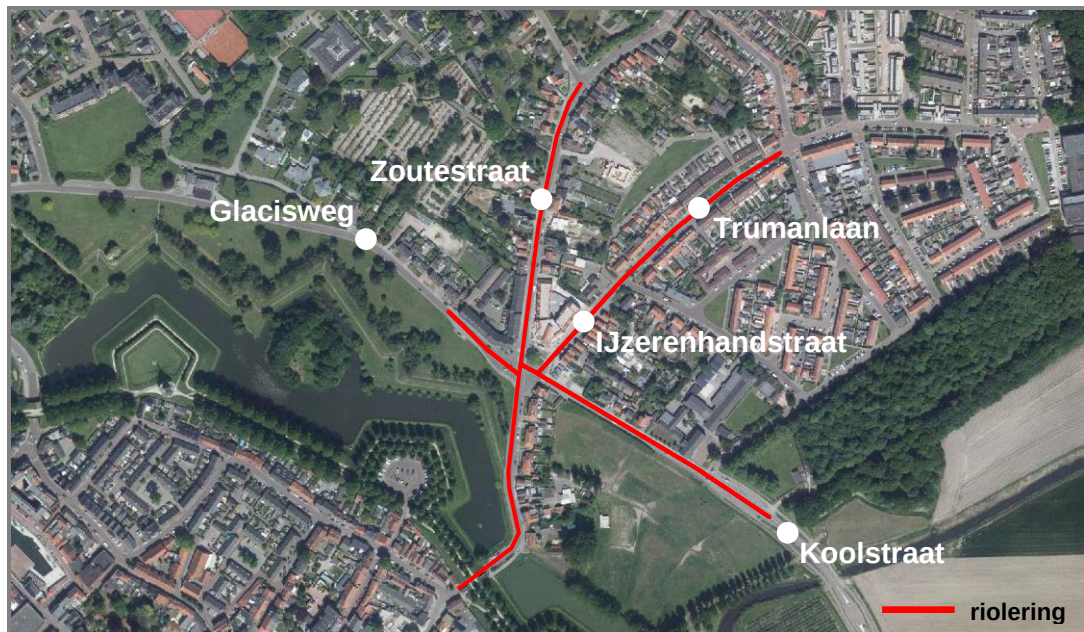
NOTE: Opgemerkt dient te worden dat de genoemde werkzaamheden en uitvoering een ontwerpfasen betreft. Het definitieve ontwerp en uitvoering is nog niet gereed. De exacte plaatsing en type toepassing van het bemalingssysteem is hiermee niet volledig bekend en kan door de uitvoerend aannemer naar eigen inzicht gewijzigd worden. Het bemalingsadvies is opgesteld voorafgaand aan het aanbestedingstraject van het werk. De uitvoerend aannemer heeft hierbij de mogelijkheid om de uitvoeringswijze van het bemalingssysteem aan te passen naar eigen of nieuwe inzichten. Een randvoorwaarde hierbij is dat de totale bemaling dient te voldoen aan de resultaten en conclusies van het onderliggend bemalingsadvies en vergunningvoorschriften van het waterschap. De hieronder omschreven uitvoering van de werkzaamheden is een reguliere omschrijving van de voorziene uitvoering.

2.2 Omgevingsfactoren

In de omgeving van de onttrekking kunnen diverse factoren een rol spelen met betrekking tot potentiële risico's ten aanzien van de onttrekking. Te denken valt aan bebouwing (zetting), natuurgebieden (droogte schade en leefgebied-verandering), grondwaterbeschermingsgebieden (bescherming van zoet grondwater), grondwateronttrekkingen (invloed op invloedssfeer), etc.

Bebouwing en omgeving

De onttrekkingslocatie is gelegen in de Zoutestraat en Koolstraat aan de noordoostzijde van het stadscentrum van Hulst. De Koolstraat behoort tot de ringweg rondom het centrum. De gehele locatie wordt omsloten door bebouwing (woningen). De fundatiewijze van de bebouwing is niet bekend. Uitgegaan moet worden van een 'worst-case' scenario, waarbij de bebouwing gefundeerd is op staal. De dichtstbijzijnde bebouwing is gesitueerd op <10 meter afstand.

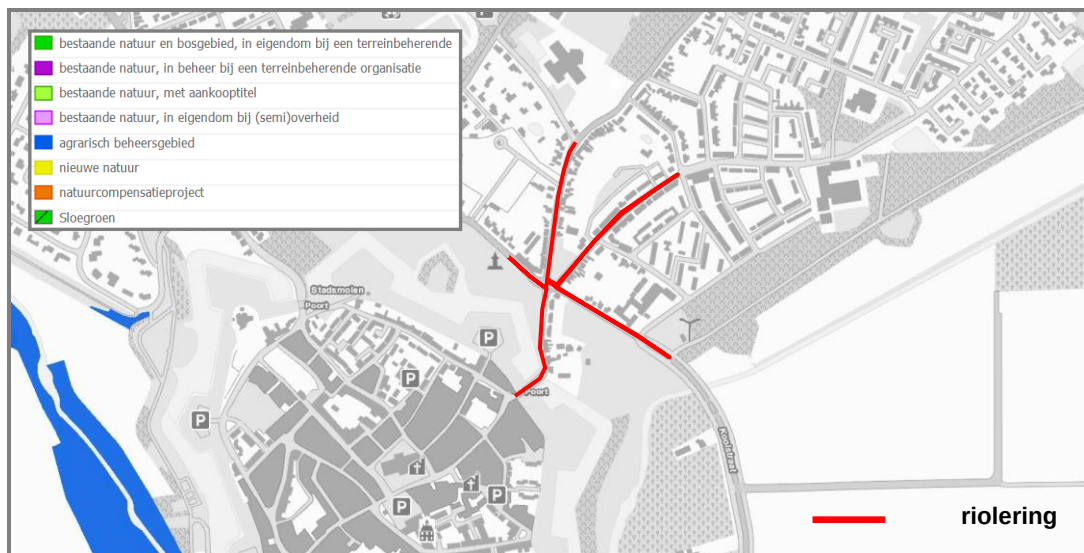


Afb. 2 Overzicht van de omgeving, ligging en bebouwing (bron: GeoWeb Zeeland 2015)

Natuurgebieden en omgeving

Indien binnen het invloedsgedebiet van de onttrekking natuur- en bosgebieden van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) voorkomen, dient rekening gehouden te worden met mogelijke droogte schades. Dit geldt eveneens voor landbouwgebieden, tuinen en plantsoenen.

In de directe omgeving van de locatie zijn geen natuur- en bosgebieden aangewezen in het kader van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). In het gebied zijn geen Europees beschermde NATURA 2000 gebieden aanwezig of Beschermde Natuurmonumenten op grond van de Natuurbeschermingswet 1998.



Afb. 3 Overzicht van de natuurgebieden en EHS (bron: GeoWeb Zeeland 2015)

Indien open water binnen de invloedssfeer van de bemaling gelegen is bestaat de mogelijkheid dat er een interactie optreedt, welke kan bestaan uit het toenemen van het debiet door infiltratie richting de onttrekking, of vermindering van de invloedssfeer ten aanzien van de onttrekking naar de omgeving toe. Ten zuidoosten is de buitenvest gesitueerd. Dit openwater heeft geen tot weinig invloed

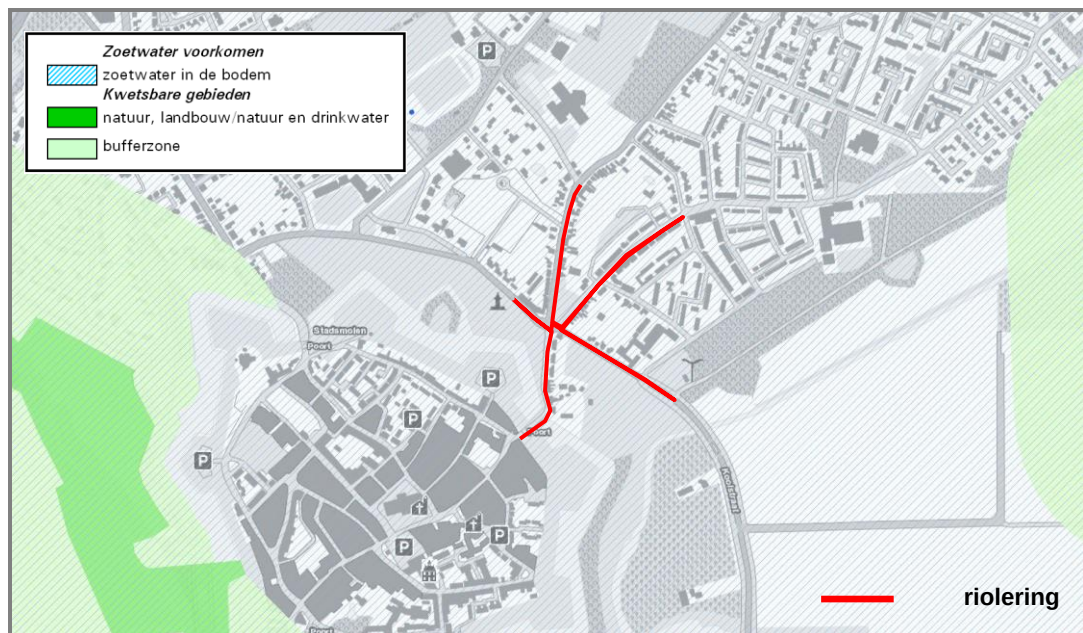
op de lokale grondwaterstand en grondwatertoestroming. Het effect van het openwater is nihil en er dient hier verder geen rekening te worden gehouden.

Zoetwater en kwetsbare gebieden

Op basis van de Beleidsnota Grondwater¹ is vastgesteld dat de locatie is gelegen binnen een zoetwatervoorkomen. De locatie is niet gelegen binnen een (buffer)zone van een kwetsbaar gebied (natuur of landbouw/natuur). De situering van de beschermingsgebieden en zoetwatervoorkomens is weergegeven in de onderstaande afbeelding.

Voor tijdelijke onttrekkingen waarbij (zoet-)water wordt onttrokken zijn specifieke regels opgesteld. In de regel wordt bij grote onttrekkingen voorgeschreven dat het opgepompte grondwater gedeeltelijk moet worden geretourneerd. Dit ter behoud van de voorraad zoet water in de bodem of om verzilting te voorkomen.

Binnen de directe omgeving van de onttrekkingslocaties zijn geen geregistreerde grondwateronttrekkingen aanwezig die van invloed kunnen zijn op de grondwaterstromingsrichting of -stand ter plaatse van de onderzoekslocatie. De grondwaterbeheerder is het Waterschap Scheldestromen.

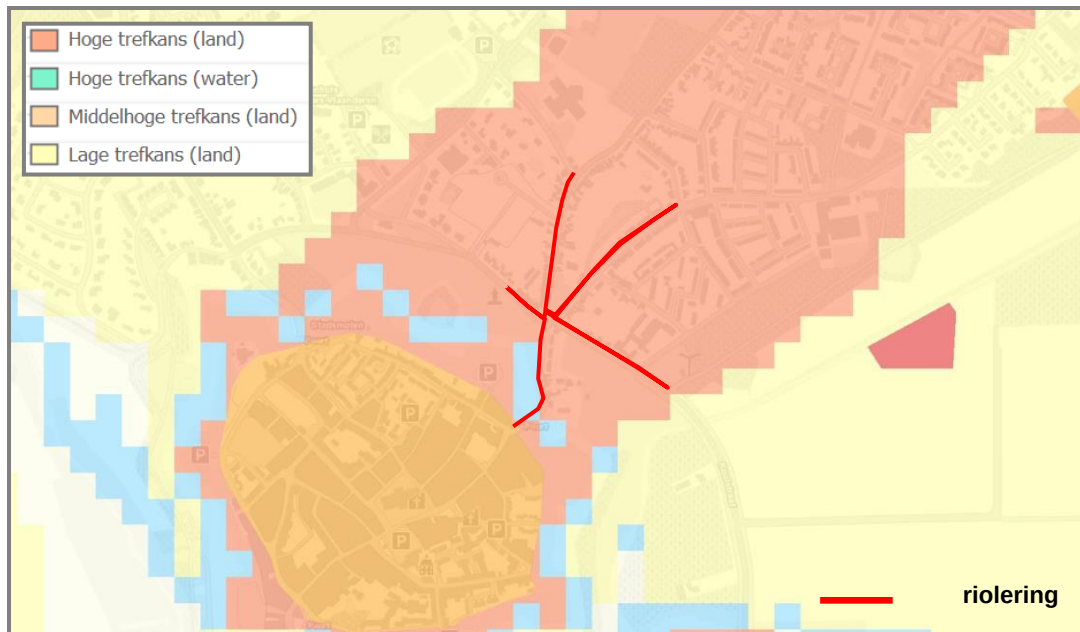


Afb. 4 Overzicht kwetsbare gebieden en zoetwatervoorkomens (bron: GeoWeb Zeeland 2015)

Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS)

Verlaging van de grondwaterstand en hierbij optredende (mogelijke) zettingen kan een negatief effect hebben op archeologische waardevolle objecten en aardkundige waarden. Met name organische materialen kunnen oxideren door langdurige verlaging van de grondwaterstand.

¹ Beleidsnota Grondwater versie 3.5: opgesteld door het Waterschap Scheldestromen en opgenomen in de Keur Watersysteem waterschap Scheldestromen



Afb. 5 Overzicht gebieden van Cultuur Historische Waarden (bron: GeoWeb Zeeland 2015)

Op basis van de 'Indicatieve Kaart Archeologische Waarden' (IKAW) van de Provincie Zeeland is beoordeeld dat de locatie is gelegen in een gebied met hoge trefkans op het voorkomen van archeologische waarden.

Bodemverontreiniging(en)

Verplaatsing van eventueel aanwezige bodemverontreiniging kan binnen het gehele invloedsgebied van de grondwaterbemaling plaatsvinden. Door middel van uitgevoerd bodemonderzoek en een historisch vooronderzoek in de omgeving van de onttrekkingslocatie is bekeken of er, tot zover bekend, grond- of grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn. Te noemen:

- oriënterend bodemonderzoek 'Koolstraat – Zoutestraat e.o. Hulst', Colsen b.v., kenmerk 000335 d.d. 14 september 2015.

Op basis van dit onderzoek is beoordeeld dat op gehele riooltraject geen bodemverontreinigingen aanwezig zijn die van invloed kunnen zijn op de voorziene grondwateronttrekking.

Ter plaatse van de Zoutestraat 30a heeft een voormalige chemische wasserij/stomerij gezeten. Door deze activiteit is de bodem sterk verontreinigd met vluchtige organochloorverbindingen (VOCl). De locatie is circa 75 meter van het rioleringstraject verwijderd, maar kan wel beïnvloed worden door de voorziene grondwateronttrekking. Op dit moment wordt de verontreiniging gesaneerd op basis van natuurlijke afbraak.

Zoutestraat 30a Hulst

In de ondergrond is een sterke verontreiniging met tetrachlooretheen (PER - C_2Cl_4) aangetoond. Het grondwater is sterk verontreinigd met tetrachlooretheen (PER - C_2Cl_4). Daarnaast is een matige verontreiniging met vinylchloride (VC - C_2H_3Cl) en 1,2-dichlooretheen (DCE - $C_2H_2Cl_2$) aangetoond met een lichte verontreiniging met trichlooretheen (TRI - C_2HCl_3). Dit zijn stoffen die vrijkomen bij de biologische afbraak van tetrachlooretheen.

Door Colsen b.v. zijn sinds 2006 diverse bodemonderzoeken uitgevoerd. Vanaf 2008 is gestart met de sanering onder natuurlijke afbraak. De verontreiniging en afbraak hiervan wordt jaarlijks door Colsen b.v. gemonitord via het grondwater.

Indien de invloedssfeer van de grondwateronttrekking binnen de verontreinigingszone valt, dan dienen er maatregelen getroffen te worden om verspreiding van de verontreiniging, tijdens de grondwateronttrekking, te voorkomen. In de beschikking 'instemming saneringsplan'² van de Provincie Zeeland is opgenomen dat het onttrekken van grondwater op en in de directe nabijheid van de locatie moet worden gemeld aan de Provincie Zeeland. En de te nemen maatregelen moet worden afgestemd met het bevoegd gezag (RUD-Zeeland).

² beschikking saneringsplan Zoutestraat 30a Hulst, Provincie Zeeland – Directie Ruimte, Milieu en Water kenmerk RMW0610265 d.d. 6 september 2006

3. Bodemopbouw en geohydrologische situatie

3.1 Geologie en geohydrologie

De beschreven bodemopbouw en geohydrologie zijn ontleend aan de ondergrondmodellen kaart van Nederland.^{3 4} De regionale bodemopbouw en geohydrologie is weergegeven in onderstaande paragrafen.

Voor de onderbouwing en ter verificatie van de literatuur gegevens zijn de resultaten gebruikt van op de locatie uitgevoerde grondonderzoeken, te noemen:

- oriënterend bodemonderzoek 'Koolstraat - Zoutestraat e.o. Hulst', Colsen b.v., kenmerk 000335 d.d. 20 januari 2016 (rev.01).

3.1.1 Bodemopbouw

De globale bodemopbouw is weergegeven in onderstaand overzicht.

geologische eenheid	globale diepte (m-NAP)		samenstelling bodem
	van	tot	
deklaag			
	- ontbreekt -		
watervoerend pakket I	~ +2,4	+1,0	fijn t/m matig grof zand (150µm-300µm) organisch materiaal, leemfracties
	+1,0	-7,0	fijn t/m matig grof zand (150µm-300µm)
	-7,0	-8,0	fijn t/m matig grof zand (150µm-300µm), leemfracties
	-8,0	-17,0	fijn t/m matig grof zand (150µm-300µm), lichte menging grof zand (300µm- 2000µm)
slecht doorlatende basis	-17,0		klei, zandige klei (leem)

Tabel 2 Regionale en lokale bodemopbouw

De locatie is gelegen op een afzetting van Duinkerke IIIb op niet geërodeerd Pleistoceen met daarboven de Formatie van Twente, ontwikkeld als dekzand dikker dan 2 m. De bodemtextuur bestaat uit laag podzolgronden, leemarm en zwak lemig fijn zand

In onderstaand overzicht staan de belangrijkste geo(hydro-)logische kenmerken schematisch weergegeven:

- maaiveld niveau: 1,25 tot 3,50m +NAP
- dikte van het 1e watervoerend pakket: circa 22,00 m
- regionaal slecht doorlatende basis: circa -17,0 m NAP
- grondwaterstromingsrichting: noordelijke richting
- transmissiviteit (kD-waarde): circa $10 < kD < 100 \text{ m}^2/\text{dag}$
circa $1,00 < k < 10,0 \text{ m/dag}$

3.1.2 Geohydrologie

Middels meetgegevens uit de omgeving, is een theoretische inschatting gemaakt van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG).⁵ De GHG bedraagt op basis van deze gegevens circa +0,50m NAP. De GLG bevindt zich op circa -0,70m NAP.

³ bron: Nederlandse instituut voor toegepaste Geowetenschappen TNO 'Zeeuws-Vlaanderen 47oost, 48, 49west, 53oost, 54, 55west, profiel D-D¹ boring #9-12

⁴ bron: dinoloket.nl - ondergrondmodellen DINOloket - REGIS II, GeoTOP en DGM

⁵ bron: dinoloket.nl - put B55A0016, put B55A0184 en put B55A0301

De locatie is gelegen in grondwatertrap VI.⁶ De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) wordt op basis van de grondwatertrap bepaald op 40-80cm-mv en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) op >120cm-mv. De grondwatertrap wijkt sterk af van de gegevens uit het DINOloket.

Door de Gemeente Hulst is geruime tijd de grondwaterstand gemeten gedurende de periode 2012 t/m medio 2015. De fluctuatie in grondwaterstand gedurende de seizoenen is hiermee vastgelegd. De gemeten waarden komen overeen met de gegevens uit het DINOloket.

In onderstaande tabel worden de belangrijkste geo(hydro-)logische gegevens weergegeven zoals deze voor de projectlocatie zijn gehanteerd. De gw-waarden zijn bepaald op basis van de theoretische benadering en de in het veldgemeten waarden.

werk/sectie	1a	1b	2a	3a	4a
maaiveld (m NAP)	+2,00	+1,35	+2,35	+3,10	+3,40
<i>regionale grondwaterstand</i>					
GHG-stand (m-mv)	1,50	0,85	1,85	2,60	2,90
(m NAP)	+0,50	+0,50	+0,50	+0,50	+0,50
AG-stand (m-mv)	2,10	1,45	2,45	3,20	3,50
(m NAP)	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
GLG-stand (m-mv)	2,70	2,05	3,05	3,80	4,10
(m NAP)	-0,70	-0,70	-0,70	-0,70	-0,70
<i>lokaal slecht doorlatende basis</i>					
SDL (mv)	storende leemlagen op variabele diepten				
(m NAP)					
<i>regionaal slecht doorlatende basis</i>					
SDL (mv)	19,00	18,35	19,35	20,10	20,40
(m NAP)	-17,00	-17,00	-17,00	-17,00	-17,00
k (m/dag)	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96
kD (m ² /dag)	50	50	50	50	50

Tabel 3 Gehanteerde lokale geohydrologie

- 1) De geohydrologische parameters zoals de k-waarde van de grond zijn niet met geohydrologische proeven (laboratoriumtesten) vastgesteld. Het daadwerkelijk gemeten waterbezwaar kan hierdoor afwijken van het berekende waterbezwaar. Indien de grondwaterstand bij aanvang van de werkzaamheden afwijkt van de waarde aangenomen in dit rapport, zal het waterbezwaar eveneens afwijken. De gehanteerde k-waarde is bepaald op basis van de grondwaterkaart.

⁶ bron: maps.bodemdata.nl – grondwatertrap klasse die gedefinieerd wordt door een zeker GHG- en GLG-traject

4. Grondwatermodel

De toegepaste berekeningen geven inzicht in het theoretisch waterbezwaar en de grondwaterstandsverlaging in de omgeving van de onttrekkingslocatie ten gevolge van de grondwater bemaling, evenals de mogelijk optredende risico's. De benodigde gegevens omtrent grondwaterstanden en doorlatendheid van de bodem (kD-waarde), zijn verkregen door uitvoering van (grond)boringen, gestandaardiseerde parameters en geologisch kaartmateriaal.

4.1 Algemeen

Het theoretisch waterbezwaar is sterk afhankelijk van de grondwaterstand. Voor het berekenen van het theoretisch waterbezwaar is het waterbezwaar bij de actuele grondwaterstand (AG) berekend, alsmede de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Het theoretisch waterbezwaar is sterk afhankelijk van de grondwaterstand. Het grondwaterniveau is mede afhankelijk van het jaargetijde. Voor alle berekeningen geldt dat is uitgegaan van oneindig uitgestrekt, homogene en isotrope watervoerende pakketten. Verder is er geen rekening gehouden met de nalevering via neerslag.

Voor de berekeningen zijn de aannamen en uitgangspunten gehanteerd zoals weergegeven in paragraaf 2.1 en 3.1.

4.2 Theoretisch waterbezwaar

Het theoretisch waterbezwaar in de stabiele situatie (incl. voorbemaling) voor de bemaling van de leidingstrekking (sleufbemaling) is berekend met de formule van Dupuit.

$$Q = \frac{(H^2_1 - H^2_2) \cdot l \cdot k}{2 \cdot R} \times 2 \times C_d$$

waarin:

Q = theoretisch waterbezwaar in m³/dag

H¹ = actuele stijghoogte t.o.v. scheidende laag in m

H² = gewenste stijghoogte t.o.v. scheidende laag in m

R = reikwijdte bronnering in m

= $(R = 1,5 \cdot (kD \cdot t/n)^{1/2})$

waarin t = duur bemaling in etmalen

n = effectieve porositeit

kD = transmissiviteit van het watervoerende pakket in m²/dag

l = lengte bemalingstreng in m

k = gemiddelde doorlatendheid in m/d

Cd = debiettoeslagfactor voor onvolkomen bron

Het theoretisch waterbezwaar in de stabiele situatie (incl. voorbemaling) voor de bemaling van de zinkerput (sectie 4a) kan worden berekend met de formule van De Glee:

$$Q = \frac{s \cdot 2\pi \cdot kD}{K_0(r/Y)}$$

waarin:

Q = theoretisch waterbezwaar in m³/dag

s = gewenst stijghoogteverschil

kD = toestroming grondwater in watervoerend pakket in m²/dag

K₀ = besselfunctie k waarbij n is '0'

y = equivalente straal 'bemalingsput' in m

In deze situatie is er geen sprake van een volkomenheid van de bemaling, doordat de onderzijde van de bemalingsfilters niet tot op een afsluitende laag geplaatst worden (klei- of veenlaag). In het gebied komen wel storende lagen voor (leemlaagjes) de toestroming van het grondwater vertragen. De debiettoeslagfactor en veiligheidsfactor is gesteld op 1,00.

Het initiële waterbezwaar in de beginfase van de bemaling kan circa 25% groter zijn dan het theoretische stationaire waterbezwaar. Het debiet zal dus afnemen naarmate de bemalingstijd toeneemt en zal uiteindelijk consolideren tot de bovengenoemde debieten. Het berekende theoretisch waterbezwaar per sectie voor de stationaire fase (m³/uur en m³/dag) staat vermeld in de berekeningsoverzichten opgenomen in bijlage 4.

Het theoretisch waterbezwaar is per (deel)sectie berekend. Het waterbezwaar voor de aanleg van de werkzaamheden is in de volgende tabel weergegeven per dag en als som voor het aantal dagen dat de onttrekking gemiddeld duurt (incl. voorbereiding).

debiet						
Koolstraat		AG		GHG	GLG	
sectie 1a						
debiet (AG)	Q=	12,4	m ³ /uur	17,4	7,6	
		298	m ³ /dag	417	183	
		5.728	m ³ totaal	8.023	3.514	
sectie 1b						
debiet (AG)	Q=	0,5	m ³ /uur	1,1	-	
		11	m ³ /dag	25	-	
		57	m ³ totaal	127	-	
Zoutestraat						
sectie 2a						
debiet (AG)	Q=	6,4	m ³ /uur	11,3	1,6	
		152	m ³ /dag	272	37	
		2.668	m ³ totaal	4.755	655	
Glacisweg						
sectie 3a						
debiet (AG)	Q=	7,5	m ³ /uur	12,5	2,7	
		180	m ³ /dag	299	65	
		1.262	m ³ totaal	2.096	456	
rotonde Koolstraat/Zoutestraat						
sectie 4a						
debiet (AG)	Q=	13,2	m ³ /uur	21,5	4,8	
		316	m ³ /dag	515	116	
		4.422	m ³ totaal	7.215	1.629	
TOTAAL	Q=	AG		GHG	GLG	
		14.137	m ³ totaal	22.216	6.254	+

Tabel 4 Berekend theoretisch waterbezwaar

Het totale waterbezwaar bedraagt maximaal (GHG) 22.216 m³. Voor een vergunning aanvraag of melding dient te allen tijde uitgegaan te worden van een 'worst-case scenario' waarbij het waterbezwaar bij een GHG gehanteerd dient te worden.

Er is geen rekening gehouden met de toevoeging van hemelwater. Als gevolg van neerslag kan het waterbezwaar bij een maatgevende bui van 10 mm/uur of 30

mm/dag toenemen met respectievelijk 4,00 m³/uur of 12,00 m³/dag. Dit op basis van een open sleuf van 100,00m(l) x 4,00m(b). Bij de dimensionering van de bemalingsinstallatie dient rekening gehouden te worden met dit extra waterbezwaar.

De geohydrologische parameters zoals de k-waarde van de grond zijn niet met geohydrologische proeven (laboratoriumtesten) vastgesteld. Het daadwerkelijk gemeten waterbezwaar kan hierdoor afwijken van het berekende waterbezwaar. Indien de grondwaterstand bij aanvang van de werkzaamheden afwijkt van de waarde aangenomen in dit rapport, zal het waterbezwaar eveneens afwijken. Het werkelijke onttrekkingsdebiet kan in het werk geoptimaliseerd worden door middel van het controleren van het grondwaterpeil in de controle peilfilters (zie par. 7). Door het grondwaterpeil te controleren kan het onttrekkingsdebiet worden bijgesteld.

4.2.1 Noodzaak van een retourbemaling

Voor onttrekkingen waarbij meer dan 25.000 m³ zoetwater wordt onttrokken, wordt door het Waterschap Scheldestromen voorgeschreven dat het onttrokken water (gedeeltelijk) moet worden geretourneerd in de bodem. Dit ter behoud van de voorraad zoet water in de bodem of om verzilting te voorkomen. Deze retournering mag echter geen nadelige effecten op de omgeving veroorzaken.

Op basis van de Beleidsnota Grondwater is vastgesteld dat de locatie is gelegen binnen een zoetwatervoorkomen. Het totaal berekende onttrekkingsdebiet overschrijdt niet de grenswaarde voor retournering. Het toepassen van een retourbemaling is in deze situatie niet benodigd.

4.3 Theoretische afmalingskromme

Grondwater zal uit de omgeving toestromen zodra de grondwaterstand wordt verlaagd. Deze toestroming heeft verlaging van de grondwaterstand in de omgeving tot gevolg. Naarmate de afstand tot de bemaling toeneemt, zal de waarde van de grondwaterstandsverlaging afnemen. Dit wordt de invloedssfeer genoemd. In praktijk wordt de invloedssfeer gesteld tot een afstand waar de berekende verlaging kleiner is dan 5 cm. De reikwijdte van de invloedssfeer neemt toe, naarmate de tijdsduur toeneemt.

Voor deze situatie is de invloed van de bemaling op de grondwaterstand in de omgeving berekend. Met behulp van de formule van Sichardt is de invloedssfeer van de bemaling berekend en gedimensioneerd middels de onderstaande formule.

$$= \frac{Q}{2\pi * kD} * K_0 \frac{r}{Y}$$

waarin:

s = stijghoogteverschil in m

Q = debiet van de onttrekking in m³/dag

kD = toestroming grondwater in watervoerend pakket in m²/dag

K₀ = besselfunctie k waarbij n is '0'

r = afstand tot bemaling in m

y = equivalente straal 'bemalingsput' in m

Bij de hierboven vermelde berekening van het waterbezwaar is de in de formule gestelde parameter "Y" van grote invloed op het berekeningsresultaat. Het is een inschatting van de reikwijdte (invloedssfeer) van de bemaling, die theoretisch moeilijk is te bepalen. De berekening van de theoretische afmalingskromme en

weergave van de grondwaterstandverlaging naar de omgeving toe is weergegeven in bijlage 4 en 6.

In de volgende tabel wordt de afmalingskromme (daling grondwaterstand in meters op 'x' afstand van de bronnering) weergegeven voor de bemalingsdebiëten binnen sectie 1a tot en met 4a.

afstand (m)	5	10	15	20	25	50	75	100
Koolstraat								
sectie 1a								
(AG)	-1,292	-0,773	-0,509	-0,351	-0,247	-0,051	-0,012	-
(GHG)	-1,809	-1,083	-0,713	-0,491	-0,346	-0,072	-0,017	-
(GLG)	-0,792	-0,474	-0,312	-0,215	-0,152	-0,031	-	-
sectie 1b								
(AG)	-0,045	-	-	-	-	-	-	-
(GHG)	-0,102	-0,057	-0,036	-	-	-	-	-
(GLG)	-	-	-	-	-	-	-	-
Zoutestraat								
sectie 2a								
(AG)	-0,654	-0,392	-0,259	-0,179	-0,126	-0,027	-	-
(GHG)	-1,165	-0,699	-0,462	-0,318	-0,225	-0,047	-	-
(GLG)	-0,160	-0,0986	-0,064	-0,044	-	-	-	-
Glacisweg								
sectie 3a								
(AG)	-0,752	-0,454	-0,301	-0,209	-0,148	-0,032	-	-
(GHG)	-1,250	-0,754	-0,501	-0,347	-0,247	-0,053	-0,013	-
(GLG)	-0,272	-0,164	-0,109	-0,076	-0,054	-0,012	-	-
rotonde Koolstraat/Zoutestraat								
sectie 4a								
(AG)	-1,580	-1,039	-0,748	-0,561	-0,430	-0,134	-0,047	-
(GHG)	-2,578	-1,696	-1,221	-0,915	-0,702	-0,219	-0,077	-0,029
(GLG)	-0,582	-0,383	-0,276	-0,207	-0,158	-0,050	-	-

Tabel 5 Theoretische afmalingskromme (verlaging t.o.v. gw-stand)

De maximale verlaging van de grondwaterstand (reikwijdte) voor aanleg van de riolering is merkbaar tot op een afstand van circa 55 meter bij een GHG waarde voor sectie 1a, 10 meter voor sectie 1b, 50 meter voor sectie 2a en sectie 3a en 85 meter voor sectie 4a. Hierbij is de maximale verlaging van de grondwaterstand gereduceerd tot circa 5 cm.

4.4 Risico's voor de omgeving

Ten gevolge van de bemaling zal het freatisch vlak in de omgeving worden verlaagd. Hierdoor kunnen ongunstige effecten optreden zoals zettingen, het verplaatsen van eventuele grondwaterverontreinigingen in de omgeving en het optreden van droogteschade.

4.4.1 Zetting

Door het verlagen van het freatisch vlak kunnen cohesieve grondsoorten zoals klei, veen en leem samengedrukt worden, met als gevolg maaiveldzakkingen en zakking van niet gefundeerde objecten en infrastructuur (wegen, kabels en leidingen). Dit is aan de orde wanneer er lange tijd bemalen wordt en verlaging optreedt onder de in het verleden opgetreden laagste grondwaterstand.

Om de invloed van de bemaling op de bebouwing en de infrastructuur in te schatten zijn voor deze situatie zettingsberekeningen uitgevoerd. Voor de berekening is gebruik gemaakt van de zettingsformule van Terzaghi.

$$f_{i_c} = \frac{C_c}{1 + e_o} H \cdot \log \frac{O'_{zf}}{O'_{zo}}$$

waarin:

f_{i_c} = theoretische zetting
 C_c = samendrukkingsindex
 e_o = poriënvolume
 H = dikte van de (homogene) bodemlaag
 O'_{zf} = einddruk (grondspanning, verticaal)
 O'_{zo} = aanvangsdruk

Bij zettingsberekeningen wordt normaliter uitgegaan van de grondwaterstandsverlaging onder de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) in dat gebied. Door natuurlijke schommelingen in de grondwaterstand is namelijk al additionele zetting opgetreden boven de GLG waarde.

In onderstaande tabel wordt de theoretische maaiveldzetting weergegeven zoals berekend voor de diverse afstanden ten opzichte van de grondwaterstandsverlaging binnen sectie 1a tot en met 4a. Bij een verlaging onder de GLG is er sprake van een 'worstcase scenario'.

Een 'min-teken' geeft aan dat er geen sprake is van een grondwaterstandsverlaging onder de GLG en/of een maaiveldzetting minder dan 5mm.

afstand (m)	5	10	15	20	25	50	75
Koolstraat							
sectie 1a							
verlaging t.o.v. GLG (m)	-0,792	-0,474	-0,312	-0,215	-0,152	-	-
maaiveldzetting (m)	0,004	0,003	0,002	0,001	-	-	-
sectie 1b							
verlaging t.o.v. GLG (m)	-	-	-	-	-	-	-
maaiveldzetting (m)	-	-	-	-	-	-	-
Zoutestraat							
sectie 2a							
verlaging t.o.v. GLG (m)	-0,160	-0,0986	-0,064	-	-	-	-
maaiveldzetting (m)	0,001	-	-	-	-	-	-
Glacisweg							
sectie 3a							
verlaging t.o.v. GLG (m)	-0,272	-0,164	-0,109	-0,076	-0,054	-	-
maaiveldzetting (m)	-	-	-	-	-	-	-
rotonde Koolstraat/Zoutestraat							
sectie 4a							
verlaging t.o.v. GLG (m)	-0,582	-0,383	-0,276	-0,207	-0,158	-	-
maaiveldzetting (m)	0,003	0,002	0,001	-	-	-	-

Tabel 6 Theoretische maaiveldzetting voor de GHG (worstcase scenario)

Uitgaande van een 'worstcase scenario' is de verwachte maaiveldzetting maximaal 4mm op 5 meter en 1mm op 20 meter uit de onttrekking voor sectie 1a.

De verlaging van de grondwaterstand binnen sectie 1b komt niet onder de GLG waarde uit en is er zodoende ook geen risico op zetting.

Uitgaande van een 'worstcase scenario' zijn er binnen sectie 1a, 1b 2a, 3a en 4a geen maaiveldzettingen te verwachten.

De berekende theoretische maaiveldzetting overschrijdt niet de gebruikelijke signaleringswaarde van 5mm, welke door verzekeringsmaatschappijen wordt gehanteerd als risico grens. Daarbij kan gesteld worden dat de lokale bodemopbouw (zandpakket) niet zettingsgevoelig is bij een verlaging van het freatisch vlak.

De dichtstbijzijnde bebouwing is gesitueerd op >10,0m afstand (zie par. 2.3). Over het algemeen geldt dat op een afstand van meer dan 5m er geen risico op maaiveldzetting aanwezig is. De theoretische zetting vindt plaats binnen het werkgebied van de aan te leggen leiding.

4.4.2 Droogteschade

Binnen het invloedsgebied (reikwijdte) van de onttrekking komen geen natuurgebieden van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) of andere gebieden voor (zie par. 2.2). De voorziene onttrekking heeft geen effect op de bestaande natuur. Het risico op droogteschade is minimaal tot verwaarloosbaar. Ten aanzien van landbouwgronden, tuinen en plantsoenen wordt het volgende geadviseerd.

Droogteschade beperken

De worteldiepte van de meeste plantensoorten reikt tot circa 20 à 30 cm onder maaiveld. Planten wortelen in de meeste gevallen niet tot aan het grondwater, maar maken voornamelijk gebruik van poriënwater in de pendulaire en feniculaire zone. Deze zones staan niet in verbinding met het grondwater. De worteldiepte van de meeste bomen reikt tot ongeveer 150 cm onder maaiveld. Dit is onder andere afhankelijk van de ondoordringbaarheid van de bodem. De actuele grondwaterstand bedraagt rond de 100 à 150 cm onder maaiveld en is gelijk aan de worteldiepte van bomen. Door de verlaging van de grondwaterstand wordt er mogelijke droogteschade aan binnen de invloedssfeer gesitueerde bomen verwacht. Dit is onder andere afhankelijk van de uitvoeringsperiode. In de winterperioden zullen bomen minder water benodigd hebben dan in de zomerperioden.

Te allen tijde wordt geadviseerd om tijdens de werkzaamheden de toestand van bomen in de directe omgeving (<50m afstand) van de onttrekking te controleren en waar nodig actie te ondernemen om droogteschade te voorkomen. Omdat bomen en andere vegetatie worden gevoed door neerslagwater, zal die schade hier echter beperkt zijn. In natte perioden zal via neerslag voldoende voeding voor groenvoorziening aanwezig blijven. In droge perioden moet rekening gehouden worden met extra watergift.

4.4.3 Verplaatsing bodemverontreiniging

Verplaatsing van eventueel aanwezige bodemverontreinigingen kan binnen de gehele invloedssfeer van de onttrekking plaatsvinden. Op basis van de geraadpleegde databases en onderzoeken blijkt dat er nabij de locatie een bodemverontreiniging aanwezig is die beïnvloed kan worden door de onttrekking (zie par. 2.2). In bijlage 6 wordt de invloedssfeer ten aanzien van de verontreiniging weergegeven.

Zoutestraat 30a Hulst

In opdracht van de Gemeente Hulst wordt er voor de locatie een separaat plan van aanpak opgesteld ten aanzien van de voorziene grondwater onttrekking in relatie met de grondwaterverontreiniging.

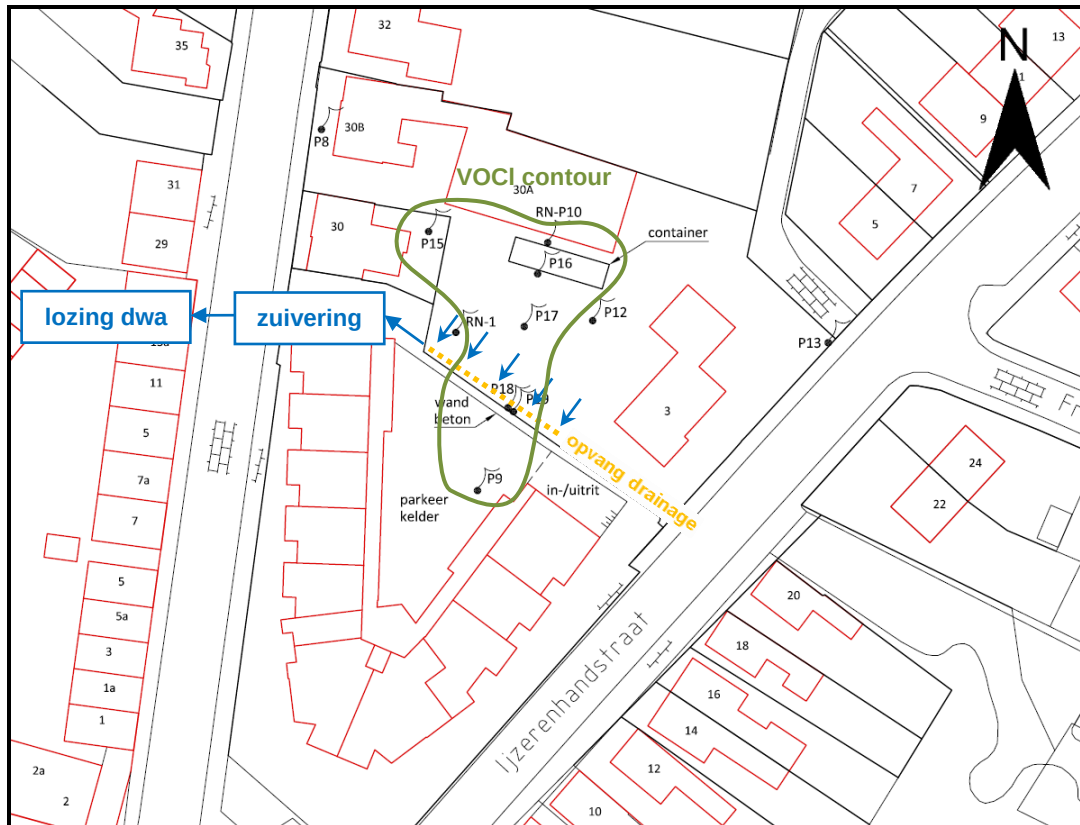
Verspreiding van de verontreiniging moet worden voorkomen. Relevante aspecten zijn onder andere de locatie van de bemalingsfilters, de duur en intensiteit van de onttrekking. Onderstaand worden de belangrijkste aandachtspunten weergegeven. Deze opzet zal in het op te stellen plan van aanpak nader worden uitgewerkt.

Desondanks dienen aanvullende maatregelen getroffen te worden, ten einde verspreiding van de verontreiniging zoveel als mogelijk te voorkomen.

1. De grondwateronttrekking ter hoogte van de rotonde Koolstraat-Zoutestraat (sectie 4a) dient zo kort mogelijk uitgevoerd te worden. Op deze manier wordt zo min als mogelijk invloed uitgeoefend op de bodemverontreiniging.
2. Op het grensvlak van de Zoutestraat 30a en het appartementencomplex aan de Zoutestraat dient een extra verticale bemalingsstreng geplaatst te worden. Deze bemalingsstreng dient als opvang tussen de bodemverontreiniging en de aan te leggen riolering.
 - a. Langs de afrit van de parkeergarage wordt vanaf de zuidoosthoek van perceel Zoutestraat 30a over een lengte van ca. 20 meter een bemalingsstreng in noordwestelijke richting aangelegd (zie afb. 6).
 - b. De verticale onttrekkingsfilters (ø40mm) worden geplaatst tot 400 à 600cm-mv. De geperforeerde filterlengte bedraagt 200 tot 400cm. De afstand van het maaiveld tot de bovenzijde van het filter wordt bereikt door een stijgbuis. De onderlinge hart op hart afstand tussen de filters bedraagt circa 100cm.
 - c. De filters worden middels een verzamelleiding met een diameter van 100 mm gezamenlijk aangesloten op afzonderlijke bemalingspomp met een maximale pompcapaciteit van 10 m³/uur (lucht-waterverplaatsing).
 - d. Er vindt een maximale onttrekking plaats van 5 tot 10 m³/uur. Er dient een minimale waterverplaatsing plaats te vinden, maar van die omvang zodat de grondwateronttrekking voor de riolering geen invloed kan uit oefenen op bodemverontreiniging.
 - e. De tijdelijke onttrekking ter plaatse van de Zoutestraat 30a wordt opgestart zodra de grondwateronttrekking voor sectie 4a wordt uitgevoerd. De onttrekking dient 2 dagen (48 uur) voorafgaand opgestart te worden en duurt voort zolang de onttrekking voor sectie 4 benodigd is.

Om te voorkomen dat er verontreinigd grondwater wordt geloosd op het rioolstelsel dient er voor de opvangbemaling (drainage) een mobiele waterzuivering toegepast te worden om te kunnen voldoen aan de lozingsisen.

De tijdelijke waterzuivering dient te bestaan uit een bufferbak met zandvangfilter en een installatie voor de behandeling van VOCl (bijv. een plaatbeluchter of koolstoffilter). De verwerkingscapaciteit dient afgestemd te zijn op de onttrekking (ca. 5 tot 10 m³/uur). Ter beperking van de overlast voor de omwonenden mag de installatie geen hinderlijke geur of geluidsoverlast veroorzaken. Het gezuiverder water uit de zuivering dient geloosd te worden op de DWA-afvoer. Er mag niet geloosd worden op oppervlaktewater of via een HWA-afvoer. De dimensionering van de zuivering is aan de aannemer, maar dient te passen in de omgeving (maatvoering).



Afb. 6 Weergave principe constructie aanleg opvang onttrekking Zoutestraat 30a

Het bevoegd gezag kan het noodzakelijk achten om na uitvoering van de bemalingswerkzaamheden een nieuwe kwaliteitsbepaling te laten vaststellen. De te nemen maatregelen moet worden afgestemd met het bevoegd gezag (RUD-Zeeland). Deze kwaliteitsbepaling zal door de Gemeente Hulst worden uitgevoerd tijdens de reguliere grondwatermonitoring voor de betreffende locatie.

4.4.4 Cultuurhistorische Hoofdstructuur

Verlaging van de grondwaterstand en hierbij optredende (mogelijke) zettingen kan een negatief effect hebben op archeologische waardevolle objecten en aardkundige waarden. Met name organische materialen kunnen oxideren door langdurige verlaging van de grondwaterstand.

Op basis van de 'Indicatieve Kaart Archeologische Waarden' (IKAW) van de Provincie Zeeland is beoordeeld dat de locatie is gelegen in een gebied met hoge trefkans op het voorkomen van archeologische waarden.

Door ons wordt geadviseerd om contact op te nemen met het bevoegd gezag inzake archeologie, omtrent de voorgenomen activiteiten in relatie tot de aanwezige archeologische waarden.

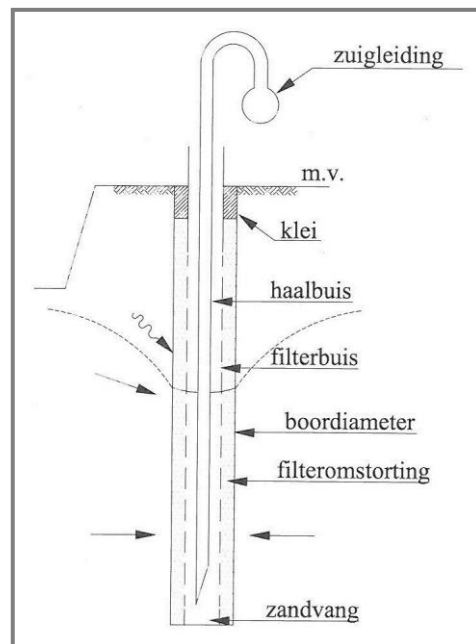
5. Opbouw bemalingssysteem

Voor de uitvoering van de werkzaamheden en het droog houden van de sleuf tijdens de werkzaamheden, kan het grondwater onttrokken worden door middel van vacuüm- of zwaartekrachtbemaling in combinatie met een horizontale- of verticale onttrekking. De hierboven genoemde berekeningen zijn uitgevoerd op basis van het hieronder beschreven bemalingssysteem.

5.1 Verticale bemaling (sleuf)

Voor de rioolsleuf en bouwput (zinkers) wordt gebruik gemaakt van een verticale vacuümbemaling. Een verticale bemaling is goed toe te passen bij een put- of sleufbemaling en heeft een goede werking bij slecht en goed doorstromende gronden.

Op 50 cm van de insteek talud wordt een bemalingsstreng aangelegd met verticale bemalingsfilters met diameters van 40 mm. De bemalingsstreng wordt aan één zijde van de sleuf aangebracht. De filters worden middels een verzamelleiding met een diameter van 100 mm gezamenlijk aangesloten op standaard bemalingspompen met een maximale pompcapaciteit van 60 m³/uur (lucht-water verplaatsing) per pomp. Het aantal pompen is afhankelijk van het totaal te onttrekken debiet per uur en de lengte van de bemalingsstreng. In praktijk komt dit neer op één pompinstallatie per circa 50 tot 75 meter streng. Voor deze situatie wordt per 60m bemaling één pomp toegepast. De bemalingspomp kan (ter keuze van de aannemer) zowel elektrisch als door een geluid gedempte dieselbron aangedreven worden.



Afb. 7 Principe situatie verticale bemaling

Het principe van een vacuümbemaling is dat met behulp van een vacuümpomp rond het uiteinde van een van de atmosfeer afgesloten filter een onderdruk (vacuüm) wordt gecreëerd. Hierdoor kan rond de bronfilters een extra grote afname van de grondwaterdruk (verhang) worden bereikt en zal het water naar het filter toestromen. De maximale verlaging die met een vacuümbemaling kan worden bereikt is in de praktijk 4 à 5 m. Als gevolg van de atmosferische druk en drukverliezen in leidingen en pomp(en) en de ontstane verhanglijn is een diepere verlaging niet haalbaar.

De geperforeerde filterlengte bij een verticale vacuümbemaling varieert tussen de 50 en de 200 cm. Dit is afhankelijk van de mate van toestroming van het grondwater. De bovenzijde van het geperforeerde gedeelte moet zich minimaal 50 cm beneden de gewenste grondwaterstand bevinden om te voorkomen dat (bodem)lucht wordt aangezogen. De afstand van het maaiveld tot de bovenzijde van het filter wordt bereikt door een stijgbuis. De onderlinge hart op hart afstand tussen de filters bedraagt circa 200 cm.

Bij het toepassen van vacuümbemaling is het van belang om geen (bodem)lucht uit de bovenste grondwaterlaag aan te zuigen. Het vacuüm gaat verloren als lucht wordt aangezogen. Dit kan worden voorkomen door gebruik te maken van een vacuüminstallatie die naast water een veelvoud aan lucht kan verwerken. Een veel toegepaste vacuüminstallatie is een zelf aanzuigende vacuümpomp. Met een dergelijke installatie wordt de mogelijkheid van het afslaan van de pomp als gevolg van luchtbelvorming in de zuigleiding uitgesloten.



Afb. 8 Een vacuümpomp in bedrijf

Eventueel resterend water (o.a. hemelwater en kwelwater) in de sleuf, kan met een open bemaling worden verwijderd.

5.1.1 Filterstelling

In onderstaande tabel wordt de inrichting van de onttrekkingsfilters weergegeven voor de leidingstrekking en de opvangbemaling (drainage) bij de Zoutestraat 30a. Deze gegevens worden gevraagd tijdens een melding of vergunningsaanvraag in het kader van de Waterwet. Tevens geeft dit een uitgangspositie voor de aanleg van het onttrekkingssysteem. De gegevens bedragen de maximale waarden en dienen als richtlijn.

		sectie 1a	sectie 1b	sectie 2a	sectie 3a	sectie 4a	Zoutestraat 30a
maaiveldniveau	(cm NAP)	+200	+135	+235	+310	+340	+250
diepte	(cm NAP)	-410	-300	-330	-345	-330	-350
onttrekkingsfilter							
filterlengte	(cm)	200	200	200	200	200	200
bovenzijde filter	(cm NAP)	-210	-100	-130	-145	-130	-105
onderzijde filter	(cm NAP)	-410	-300	-330	-345	-330	-350

Tabel 7 Overzicht inrichting verticale onttrekkingsfilters

5.2 Afstelling systeem

Na het plaatsen van de horizontale en/of verticale drains zal eerst enige tijd voorbereiden moeten worden om de gewenste onttrekkingssituatie te bereiken. Aanbevolen wordt om, gezien de grootte van het werk, minimaal twee dagen voor de start van de graafwerkzaamheden te starten met het voorbereiden. In het berekende theoretische waterbezwaar is rekening gehouden met deze voorbereiding.

Tijdens de werkzaamheden moet de pompcapaciteit en bemalingsintensiteit afhankelijk van de gewenste drooglegging worden ingeregeld. Dit gebeurt aan de hand van metingen in de dichtstbijzijnde controle peilfilter in het werk. Indien mogelijk worden in één of meerdere filters het bemalingsdebiet verminderd ter beperking van het onttrekkingsdebiet. De bemaling dient zo te worden ingeregeld dat niet meer wordt verlaagd dan strikt noodzakelijk is.

6. Vergunningen en lozingen

6.1 Vergunningen

Volgens artikel 6.11 van de Waterwet (Waterbesluit) is het verboden grondwater te onttrekken, tenzij daarvoor door het bevoegd gezag een vergunning is verleend. Het bevoegd gezag (waterschap) kan bij de verordening aanvullende eisen stellen ter bescherming van de bij het grondwaterbeheer betrokken belangen. Het grondwaterbeheer voor de provincie Zeeland is omschreven in de 'Beleidsnota Grondwater versie 3.5' (opgesteld door het Waterschap Scheldestromen) en opgenomen in de Keur Watersysteem waterschap Scheldestromen.

Op basis van dit beleid is vastgesteld dat de locatie is gelegen binnen een zoetwatervoorkomen, maar niet binnen een (buffer)zone van een kwetsbaargebied (natuur of landbouw/natuur).

Bij het bevoegd gezag (Waterschap Scheldestromen) geldt dat in het kader van de Waterwet een vergunning moet worden aangevraagd, geldend voor zoetgrondwater binnen een niet-kwetsbaargebied, indien:

- meer dan 10 m³ grondwater per uur wordt onttrokken;
- of meer dan 1.000 m³ per maand;
- of meer dan 8.000 m³ per jaar.

Voor tijdelijke onttrekkingen geldt de Regeling Algemene regels in plaats van een vergunningplicht, indien:

- minder dan 100 m³ per uur wordt onttrokken;
- niet meer dan 3.000 m³ per kwartaal;
- en de duur van de bemaling niet meer dan 6 maanden bedraagt.

Te alle tijden geldt een meldingsplicht zodra grondwater wordt onttrokken.

Voor een vergunning aanvraag of melding dient te allen tijde uitgegaan te worden van een 'worst-case scenario' waarbij het waterbezwaar bij een GHG gehanteerd dient te worden.

Op basis van het berekende totaal waterbezwaar van 22.216 m³ bij een GHG is de voorziene onttrekking formeel vergunningplichtig. De onttrekking voldoet niet aan de Regeling Algemene regels voor tijdelijke onttrekkingen voor zoetgrondwater. Het totale kwartaaldebiet wordt hierbij overschreden.

Daarnaast wordt er ten aanzien van de voorziene vooropvang bemaling bij de Zoutestraat 30a extra grondwater onttrokken. Het maximale debiet betreft 5 tot 10 m³ per uur. Uitgaande van een uitvoeringsperiode van 16 dagen, wordt er een extra waterbezwaar verwacht van 3.840 m³. Het totale debiet voor het project komt hiermee op ca. 26.056 m³ (22.216+3.840 m³).

De vergunning c.q. melding dient aangevraagd te worden bij het bevoegd gezag (Waterschap Scheldestromen).

6.2 Lozing van het bemalingswater

Ten aanzien van de lozing wordt geadviseerd, om het behoudt van zoetgrondwater in het gebied zoveel als mogelijk te stimuleren. Het heeft de eerste voorkeur om

het onttrokken water te lozen op de nabij gelegen waterloop de binnenvest (secundaire waterlopen) of de buitenvest (primaire waterloop). Indien deze niet binnen bereik zijn, dan kan verkozen worden om te lozen op een HWA-riool in de omgeving. Door de Gemeente Hulst is aangegeven dat er niet wordt geloosd op een DWA-riool

Opgemerkt dient te worden dat al het onttrokken water van de verticale schermbemaling bij de Zoutestraat 30a geloosd dient te worden op het DWA-riool. Dit ter voorkoming van het risico op verhoogde concentraties VOCl in het lozingswater.

Een actuele situatie van waterlopen is te raadpleging op het geoloket van het Waterschap Scheldestromen.⁷ Door de initiatiefnemer dient bij het waterschap nagegaan te worden of lozing op het oppervlaktewater is toegestaan met betrekking tot de kwaliteit en kwantiteit.

Bij het lozen van het water op een waterloop dient rekening gehouden te worden met de waterstand in de waterloop en afvoersnelheid. Dit om overstroming van de waterloop te voorkomen.

6.2.1 Kwaliteit van de lozing

Het bepalen van de kwaliteit van het lozingswater valt niet onder de verplichting van de vergunninghouder. De waterontvangende instantie, Waterschap Scheldestromen, is verantwoordelijk voor het controleren en monitoren van de waterkwaliteit van het lozingswater.

Voor lozingen van het bemalingswater wil de waterontvangende instantie (in deze Waterschap Scheldestromen) inzicht hebben in de kwaliteit en kwantiteit van het bemalingswater. Gegevens over de grondwaterkwaliteit worden verkregen door een grondwatermonster te nemen uit een peilfilter, waarvan het filter is afgesteld in de te bemalen laag. De samenstelling en hoedanigheid van het te lozen bemalingswater wordt vastgelegd door het nemen van steekmonsters ter plaatse van de controlevoorziening (is lozingspunt).

Voor uitvoering van de werkzaamheden wordt geadviseerd om een monitoringsplan op te laten stellen, waarin de controle (monitoring) met betrekking tot de grondwaterstanden en kwantiteit van het bemalingswater wordt omschreven. Het monitoringsplan heeft betrekking op de aard en omvang van de monitoring. Het inmeten van grondwaterstanden en debieten van het te lozen bemalingswater. In het hierna volgende hoofdstuk wordt een voorstel gegeven voor de uit te voeren monitoring.

⁷ <http://geoinfo.scheldestromen.nl/>

7. Voorstel monitoring grondwaterbemaling

In onderliggend hoofdstuk wordt een voorstel gegeven van de op te volgen monitoring. De aannemer of uitvoerder dient minimaal rekening te houden met de volgende werkzaamheden, zoals hieronder omschreven. De werkzaamheden dienen tussen de uitvoerder en het waterschap afgestemd te worden.

Een monitoring draagt zorg voor de kwaliteitsgarantie van de grondwateronttrekking, waarin de controle (monitoring) met betrekking tot de grondwaterstanden en kwantiteit van het bemalingswater wordt uitgevoerd.

7.1 Meting en registratie

7.1.1 Grondwatermonitoring

Voor de monitoring van de actuele grondwaterstanden voor en tijdens de grondwaterbemaling wordt gebruik gemaakt van nieuw te plaatsen peilbuizen. Voorgesteld wordt om gebruik te maken van de bestaande monitoringspeilbuizen P1 t/m P4 die door de Gemeente Hulst binnen het gebied zijn geplaatst.

De monitoringspeilbuizen worden onder notitie van het tijdstip voorafgaande aan de (deel)bemaling, minimaal twee dagen, van het desbetreffende werk tweemaal opgenomen (grondwaterstand) op twee afzonderlijke dagen. De meetgegevens van deze zogenaamde nulmeting worden ingevoerd op een meetstaat.

Tijdens de uitvoering van de (deel)bemaling worden de desbetreffende monitoringspeilbuizen opgenomen en geregistreerd met de volgende frequentie:

- gedurende de eerste twee weken dagelijks;
- gedurende de overige periode wekelijks, bij voorkeur steeds op dezelfde dag.

7.1.2 Debietmetingen

Het te lozen bemalingswater wordt onderworpen aan een continue debietmeting(en). Het grondwater wordt via meerdere bemalingspompen onttrokken. De geloosde hoeveelheid water zal door een continue debietmeting bij het lozingspunt of per bemalingspomp worden vastgesteld middels geijkte debietmeters. De debietmeter(s) moeten BBA- of KIWA- gekeurd zijn.

Tijdens de uitvoering van de (deel)bemaling worden de desbetreffende (water)meters door de aannemer opgenomen en geregistreerd met de volgende frequentie:

- gedurende de eerste twee weken dagelijks;
- gedurende de overige periode wekelijks, bij voorkeur steeds op dezelfde dag.

7.1.3 Lozingseisen en analyses

De samenstelling en hoedanigheid van het te lozen bemalingswater wordt vastgelegd door het nemen van steekmonsters ter plaatse van de controlevoorziening (is lozingspunt).

Het bepalen van de kwaliteit van het lozingswater valt niet onder de verplichting van de aannemer of vergunninghouder. De waterontvangende instantie is verantwoordelijk voor het controleren en monitoren van de waterkwaliteit van het lozingswater.

Op basis van de controlemetingen kan het benodigd zijn om aanvullende maatregelen te treffen indien het lozingswater niet aan de lozingseisen voldoet. Voor het lozen van bemalingswater op oppervlaktewater gelden de lozingseisen van het waterschap.

Indien watermonsters genomen worden, dan dient dit te gebeuren conform de NEN 6600-1 (water-monsterneming, deel 1 afvalwater). De resultaten worden dienen 48 uur aan de waterbeheerder gerapporteerd.

Zoutestraat 30a Hulst

In verband met de bodemverontreiniging ter plaatse van de Zoutestraat 30a gelden specifieke lozingseisen naast de reguliere eisen zoals hierboven omschreven. Voor het lozen van het onttrekkingswater afkomstig van de opvangbemaling is het noodzakelijk om gebruik te maken van een tijdelijke (mobiele) waterzuivering (par. 4.4.3).

Het vrijkomende bemalingswater dient door de aannemer ter controle geanalyseerd te worden op minimaal vluchtige organochloorverbindingen (VOCl) en vinylchloride. De concentraties van het lozingswater dienen te voldoen aan de lozingseisen van het lozingenbesluit van het waterschap.

De aannemer dient binnen 24 uur na start van de onttrekking een eerste controle meting uit te voeren en de resultaten hiervan te overhandigen aan de vergunninghouder of opdrachtgever. Op basis van de eerste controle meting kan het noodzakelijk zijn dat er meerdere monitoringsronden uitgevoerd moeten worden. Het aantal en frequentie van deze ronden dient nader afgestemd te worden tussen de aannemer en opdrachtgever.

7.2 Verstrekking gegevens

7.2.1 Monitoring gegevens

Na de eerste maand van de werkzaamheden, vervolgens tweemaandelijks, en na afloop van de werkzaamheden worden de monitoringsrapportages verstrekt aan het Waterschap Scheldestromen.

7.2.2 Onttrokken grondwater

De hoeveelheid onttrokken grondwater wordt binnen zes weken na het beëindigen van de onttrekking opgegeven aan het Waterschap Scheldestromen door middel van een door het waterschap te verstrekken jaaropgave formulier.

7.2.3 Evaluatie monitoring

Alle verzamelde meetgegevens worden na uitvoering van alle (deel)bemalingen geëvalueerd en gebundeld tot een evaluatie. Alle gegevens worden tot tenminste één jaar na beëindiging van de (deel)bemaling voor het waterschap Scheldestromen beschikbaar gehouden.

8. Conclusie en aanbevelingen

In opdracht van de Gemeente Hulst is door Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v., een bemalingsadvies opgesteld voor de aanleg van een rioolstelsel in de Koolstraat-Zoutestraat e.o. te Hulst.

Aanleiding voor het opstellen van het bemalingsadvies vormt de voorgenomen werkzaamheden. In relatie met de heersende grondwaterstand is grondwaterbemaling noodzakelijk.

Op basis van de Beleidsnota Grondwater is vastgesteld dat de locatie is gelegen binnen een zoetwatervoorkomen, maar niet binnen een (buffer)zone van een kwetsbaar gebied (natuur of landbouw/natuur).

8.1 Conclusie

De Gemeente Hulst is bezig met de voorbereidingswerkzaamheden voor de aanleg van een nieuw rioolstelsel en reconstructie van het wegdek in de Koolstraat, Zoutestraat en Glacisweg e.o. te Hulst. Voor de aanleg van de riolering is het benodigd om een grondwaterbemaling toe te passen voor het verlagen van de grondwaterstand, zodoende de werkzaamheden in den droge te kunnen uitvoeren.

De nieuwe riolering zal bestaan uit een gemengd rioolstelsel die wordt uitgevoerd in beton (Ø800mm – Ø1.250mm). De totale lengte bedraagt circa 635m. Hiervan wordt 285m aangelegd in de Koolstraat, 250m in de Zoutestraat en 100m in de Glacisweg. Voor aanleg van de nieuwe riolering wordt de bestaande riolering verwijderd.

Voor het verwijderen van de bestaande riolering en de aanleg van de nieuwe riolering wordt gebruik gemaakt van conventionele methoden. De nieuw aan te leggen riolering wordt op een diepte (b.o.b. maat) van 30cm –NAP tot 140cm – NAP aangelegd. Het maaiveldniveau wisselt van 135cm +NAP tot 235cm +NAP. De ontgraving wordt uitgevoerd met een natuurlijk talud verhouding van 2:1. De buisdikte bedraagt 10cm. Op de bodem wordt geen grondverbetering toegepast.

Daarnaast wordt op de vijfbenige kruising (Zoutestraat – Glacisweg – Koolstraat – IJzerenhandstraat) een rotonde aangelegd. Onder de rotonde worden de nieuw aan te leggen rioleringen met elkaar verbonden op een betonnen ontvangstput en een betonriolering (Ø1.250mm). Voor de aanleg wordt een bouwput aangelegd met een putbodem van ca. 20,0x20,0m. De ontgraving wordt uitgevoerd met een natuurlijk talud verhouding van 2:1 tot circa 75cm –NAP. Het maaiveldniveau bedraagt van 340cm +NAP. Op de bodem wordt geen grondverbetering toegepast.

Op basis van de verschillende maaiveldniveaus, straatindeling en aanlegdiepten is een onderverdeling van het gebied gemaakt. In totaal zijn er vier secties te verdelen. Voor een omschrijving en dimensionering van de werkzaamheden wordt verwezen naar par. 2.1.

berekend waterbezwaar

Het totale waterbezwaar voor de aanleg van de werkzaamheden is in de volgende tabel per sectie weergegeven. Voor een overzicht per dag en als som voor het aantal dagen dat de onttrekking gemiddeld duurt (incl. voorbereiding) wordt verwezen naar par. 4.2.

debiet					
Koolstraat		AG		GHG	GLG
sectie 1a					
debiet (AG)	Q=	5.728	m ³ totaal	8.023	3.514
sectie 1b					
debiet (AG)	Q=	57	m ³ totaal	127	-
Zoutestraat					
sectie 2a					
debiet (AG)	Q=	2.668	m ³ totaal	4.755	655
Glacisweg					
sectie 3a					
debiet (AG)	Q=	1.262	m ³ totaal	2.096	456
rotonde Koolstraat/Zoutestraat					
sectie 4a					
debiet (AG)	Q=	4.422	m ³ totaal	7.215	1.629
TOTAAL	Q=	AG	m ³ totaal	GHG	GLG
		14.137		22.216	6.254

Tabel 8 Berekend theoretisch waterbezwaar (totaal)

Op basis van het berekende totaal waterbezwaar van 22.216 m³ bij een GHG is de voorziene onttrekking formeel vergunningplichtig. De onttrekking voldoet niet aan de Regeling Algemene regels voor tijdelijke onttrekkingen voor zoetgrondwater. Het totale kwartaaldebiet wordt hierbij overschreden.

Daarnaast wordt er ten aanzien van de voorziene vooropvang bemaling bij de Zoutestraat 30a extra grondwater onttrokken. Het maximale debiet betreft 5 tot 10 m³ per uur. Uitgaande van een uitvoeringsperiode van 16 dagen, wordt er een extra waterbezwaar verwacht van 3.840 m³. Het totale debiet voor het project komt hiermee op ca. 26.056 m³ (22.216+3.840 m³).

De vergunning c.q. melding dient aangevraagd te worden bij het bevoegd gezag (Waterschap Scheldestromen).

noodzaak retourbemaling

Voor onttrekkingen waarbij meer dan 25.000 m³ zoetwater wordt onttrokken, wordt door het Waterschap Scheldestromen voorgeschreven dat het onttrokken water (gedeeltelijk) moet worden geretourneerd in de bodem. Dit ter behoud van de voorraad zoet water in de bodem of om verzilting te voorkomen.

Op basis van de Beleidsnota Grondwater is vastgesteld dat de locatie is gelegen binnen een zoetwatervoorkomen. Het totaal berekende onttrekkingsdebiet overschrijdt niet de grenswaarde voor retournering. Het toepassen van een retourbemaling is in deze situatie niet benodigd.

risico's voor de omgeving

Uitgaande van de grondwateronttrekking zoals in dit rapport is vernoemd, kan ten aanzien van de indirecte gevolgen van de onttrekking de volgende conclusies worden getrokken:

- *invloedssfeer (par. 4.3):* De maximale verlaging van de grondwaterstand (reikwijdte) voor aanleg van de riolering is merkbaar tot op een afstand van circa 55 meter bij een GHG waarde voor sectie 1a, 10 meter voor sectie

1b, 50 meter voor sectie 2a en sectie 3a en 85 meter voor sectie 4a. Hierbij is de maximale verlaging van de grondwaterstand gereduceerd tot circa 5 cm.

- *bodemzetting (par 4.4.1)*: Uitgaande van een 'worstcase scenario' is de verwachte maaiveldzetting maximaal 4mm op 5 meter en 1mm op 20 meter uit de onttrekking voor sectie 1a. De verlaging van de grondwaterstand binnen sectie 1b komt niet onder de GLG waarde uit en is er zodoende ook geen risico op zetting. Uitgaande van een 'worstcase scenario' zijn er binnen sectie 1a, 1b 2a, 3a en 4a geen maaiveldzettingen te verwachten. De berekende theoretische maaiveldzetting overschrijdt niet de gebruikelijke signaleringswaarde van 5mm, welke door verzekeringsmaatschappijen wordt gehanteerd als risico grens. Daarbij kan gesteld worden dat de lokale bodemopbouw (zandpakket) niet zettingsgevoelig is bij een verlaging van het freatisch vlak. De dichtstbijzijnde bebouwing is gesitueerd op >10,0m afstand (zie par. 2.3). Over het algemeen geldt dat op een afstand van meer dan 5m er geen risico op maaiveldzetting aanwezig is. De theoretische zetting vindt plaats binnen het werkgebied van de aan te leggen leiding.
- *droogteschade (par 4.4.2)*: Binnen het invloedsgebied (reikwijdte) van de onttrekking komen geen natuurgebieden van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) voor. De voorziene onttrekking heeft geen effect op de aangewezen natuur-, bosgebieden. Het risico op droogteschade is minimaal. Te allen tijde wordt geadviseerd om tijdens de werkzaamheden de toestand van bomen binnen een afstand van 50 meter (invloedssfeer) van de onttrekking te controleren en waar nodig actie te ondernemen om droogteschade te voorkomen.
- *verplaatsing bodemverontreinigingen (par 4.4.3)*: Op basis van de geraadpleegde database blijkt dat er ter plaatse van de Zoutestraat 30a een bodemverontreiniging aanwezig is die beïnvloed kan worden door de grondwateronttrekking. Hiervoor is een extra vooropvang bemaling toegeschreven, ten einde verspreiding van de verontreiniging zoveel als mogelijk te voorkomen. Er wordt voor de locatie een separaat plan van aanpak opgesteld ten aanzien van de voorziene grondwater onttrekking in relatie met de grondwaterverontreiniging. De te nemen maatregelen moet worden afgestemd met het bevoegd gezag (RUD-Zeeland). Dit zal verder worden opgenomen door de Gemeente Hulst.
- *archeologische waarden (par 4.4.4)*: Op basis van de IKAW is beoordeeld dat de locatie is gelegen in een gebied met een hoge trefkans op het voorkomen van archeologische waarden. Verlaging van de grondwaterstand en hierbij optredende (mogelijke) zettingen kan een negatief effect hebben op archeologische waardevolle objecten en aardkundige waarden. Met name organische materialen kunnen oxideren door langdurige verlaging van de grondwaterstand.

8.2 Aanbevelingen

De geohydrologische parameters van de grond zijn niet met geohydrologische laboratoriumproeven vastgesteld. De daadwerkelijk berekende invloed op de grondwaterstand kan hierdoor afwijken. Indien de grondwaterstanden afwijkt van de waarde aangenomen in dit rapport, zal de invloed eveneens afwijken. Aanbevolen wordt om de gegevens (met name de grondwaterstanden) na te lopen

voor aanvang van de grondwateronttrekking. Bij afwijkingen dan dient men actie te ondernemen en contact op te nemen met de adviseur van dit rapport.

Ten aanzien van de bodem(rest)verontreiniging ter plaatse van de Zoutestraat 30a dienen extra maatregelen getroffen te worden om verspreiding van de verontreiniging, tijdens de grondwateronttrekking, te voorkomen. In de beschikking 'instemming saneringsplan' van de Provincie Zeeland is opgenomen dat het onttrekken van grondwater in de directe nabijheid van de locatie moet worden gemeld en afgestemd met het bevoegd gezag (RUD-Zeeland). Er wordt voor de locatie een separaat plan van aanpak opgesteld ten aanzien van de voorziene grondwater onttrekking in relatie met de grondwaterverontreiniging.

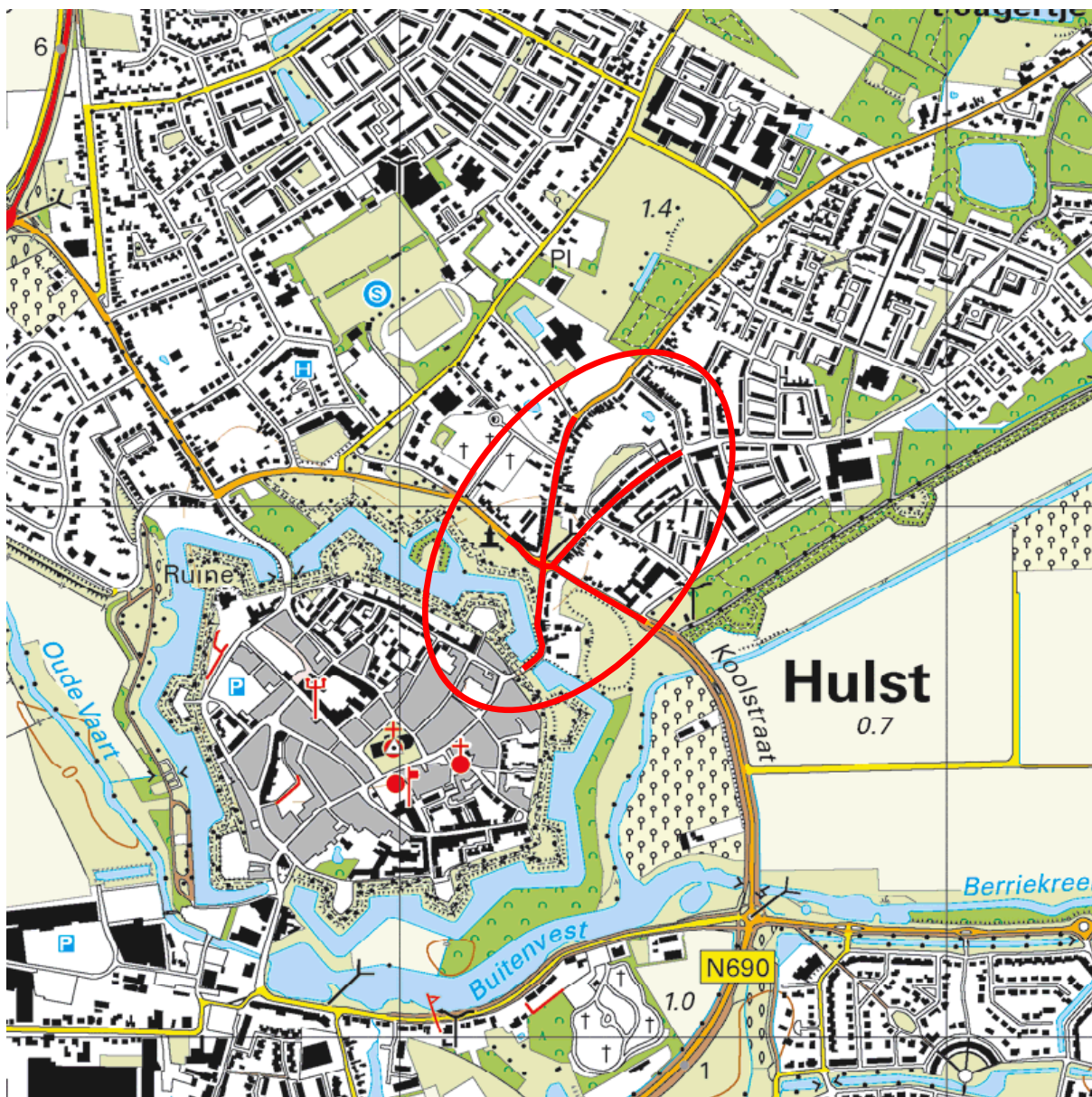
Er wordt geadviseerd om tijdens de werkzaamheden de toestand van bomen in de directe omgeving van de onttrekking te controleren en waar nodig actie te ondernemen om droogteschade te voorkomen (zie par. 4.4.2).

Op basis van de IKAW is beoordeeld dat de locatie is gelegen in een gebied met een hoge trefkans op het voorkomen van archeologische waarden. Het is ons niet bekend in welke mate en vorm de archeologische waarden aanwezig zijn en of deze binnen de invloedssfeer van de grondwateronttrekkingen gelegen zijn. Door ons wordt geadviseerd om contact op te nemen met het bevoegd gezag inzake archeologie, omtrent de voorgenomen activiteiten in relatie tot de aanwezige archeologische waarden.

Voor uitvoering van de werkzaamheden wordt geadviseerd om door uitvoerend aannemer een monitoringsplan op te laten stellen, waarin de controle (monitoring) met betrekking tot de grondwaterstanden en kwantiteit van het bemalingswater wordt omschreven. Het monitoringsplan heeft betrekking op de aard en omvang van de monitoring. Het inmeten van grondwaterstanden en debieten van het te lozen bemalingswater. In par. 7 wordt een voorstel gegeven voor de uit te voeren monitoringen.

Bijlage 1

Situering locatie



Geohydrologisch onderzoek en -advies

000335 Koolstraat – Zoutestraat e.o. te Hulst

Schaal 1 : 12.500

RD coörd.: x = 062.263

december 2015

y = 366.895



Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v.

0 m 125 m 625 m

Bijlage 2

Plantekening leidingtracé

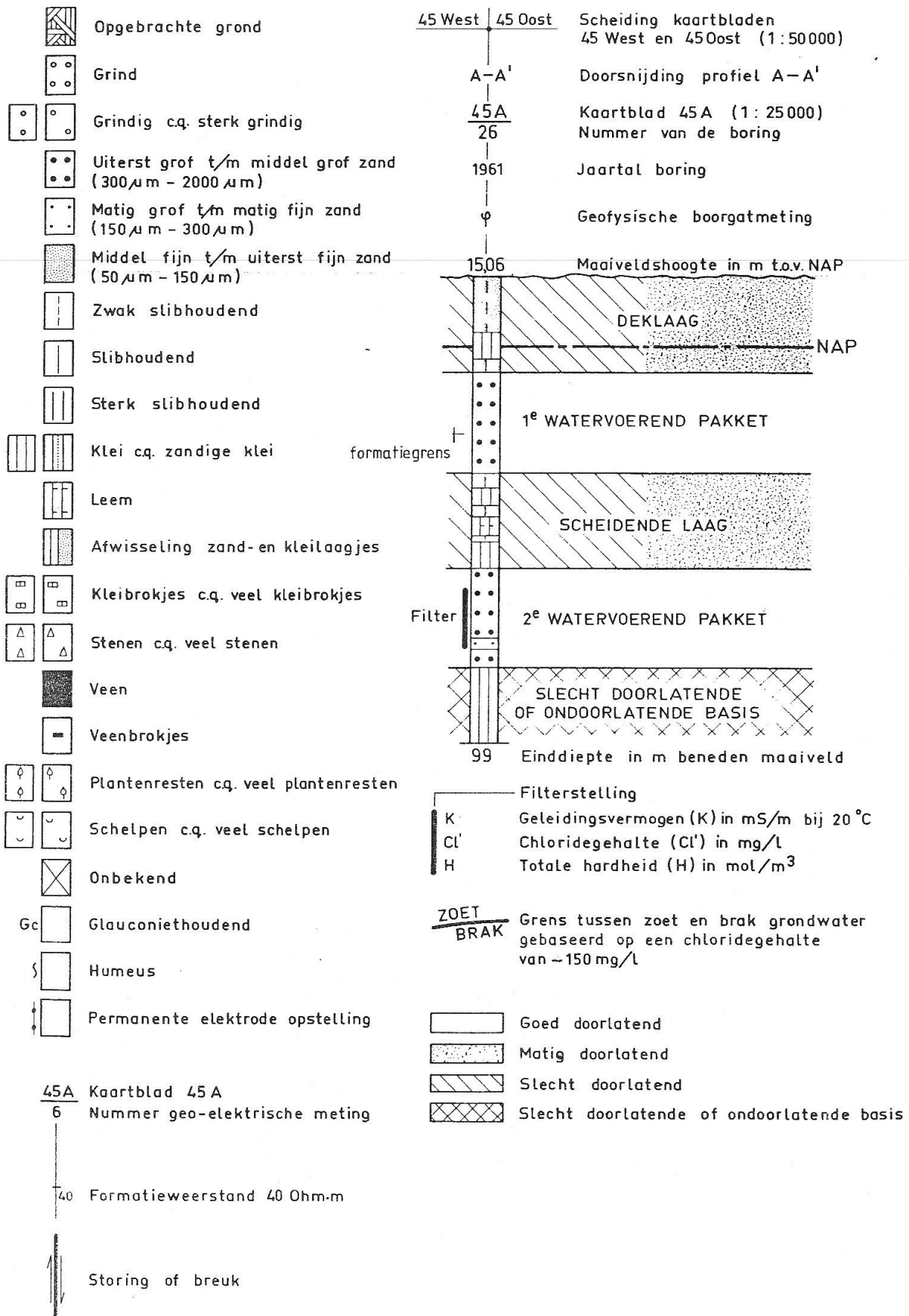
- tekening fase ontwerptekening gem. Hulst - overzichtsblad

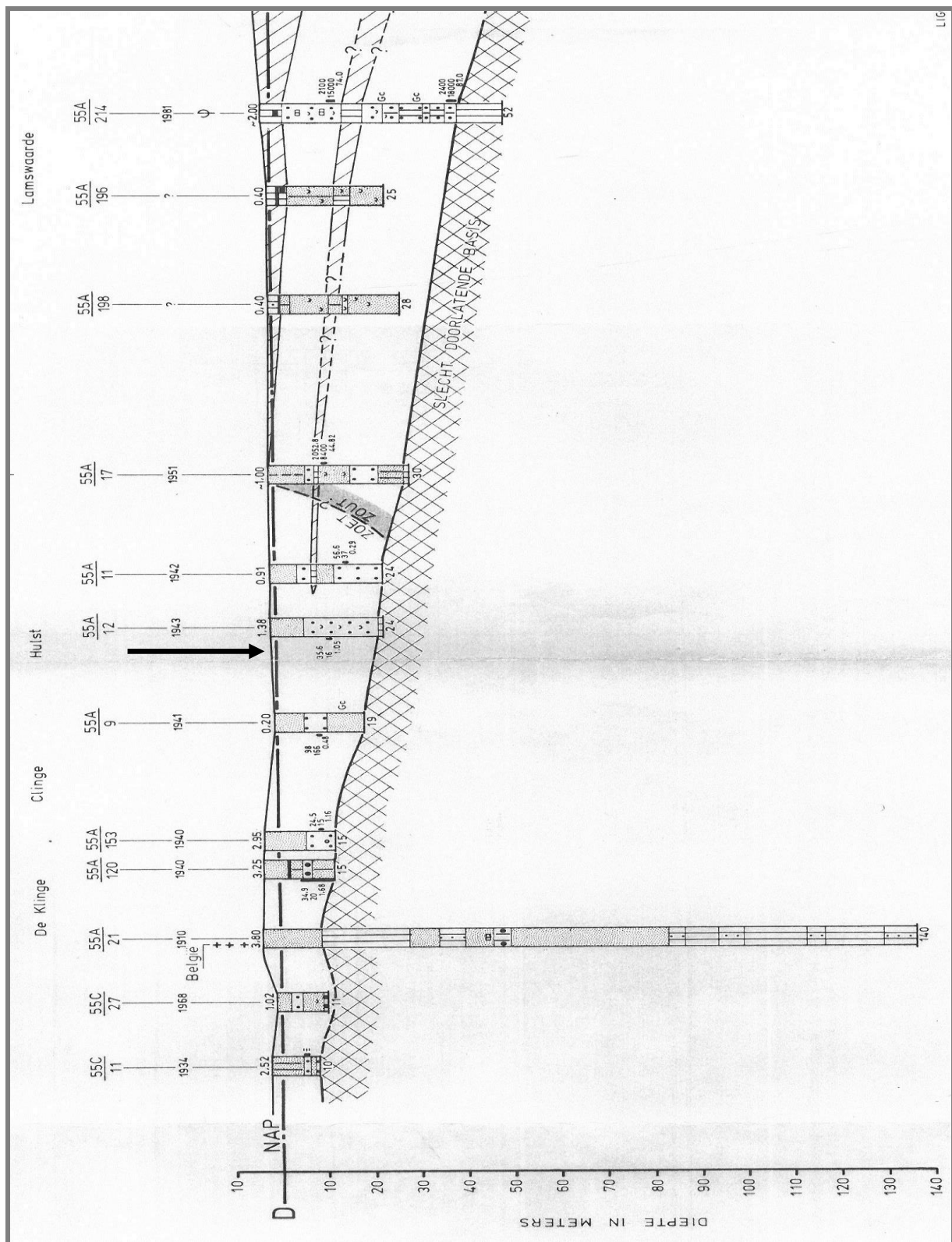
Bijlage 3

Geologische ondergrond

- Grondwaterkaart Zeeuws-Vlaanderen
- DINOloket, ondergrondmodellen d.d. oktober 2015

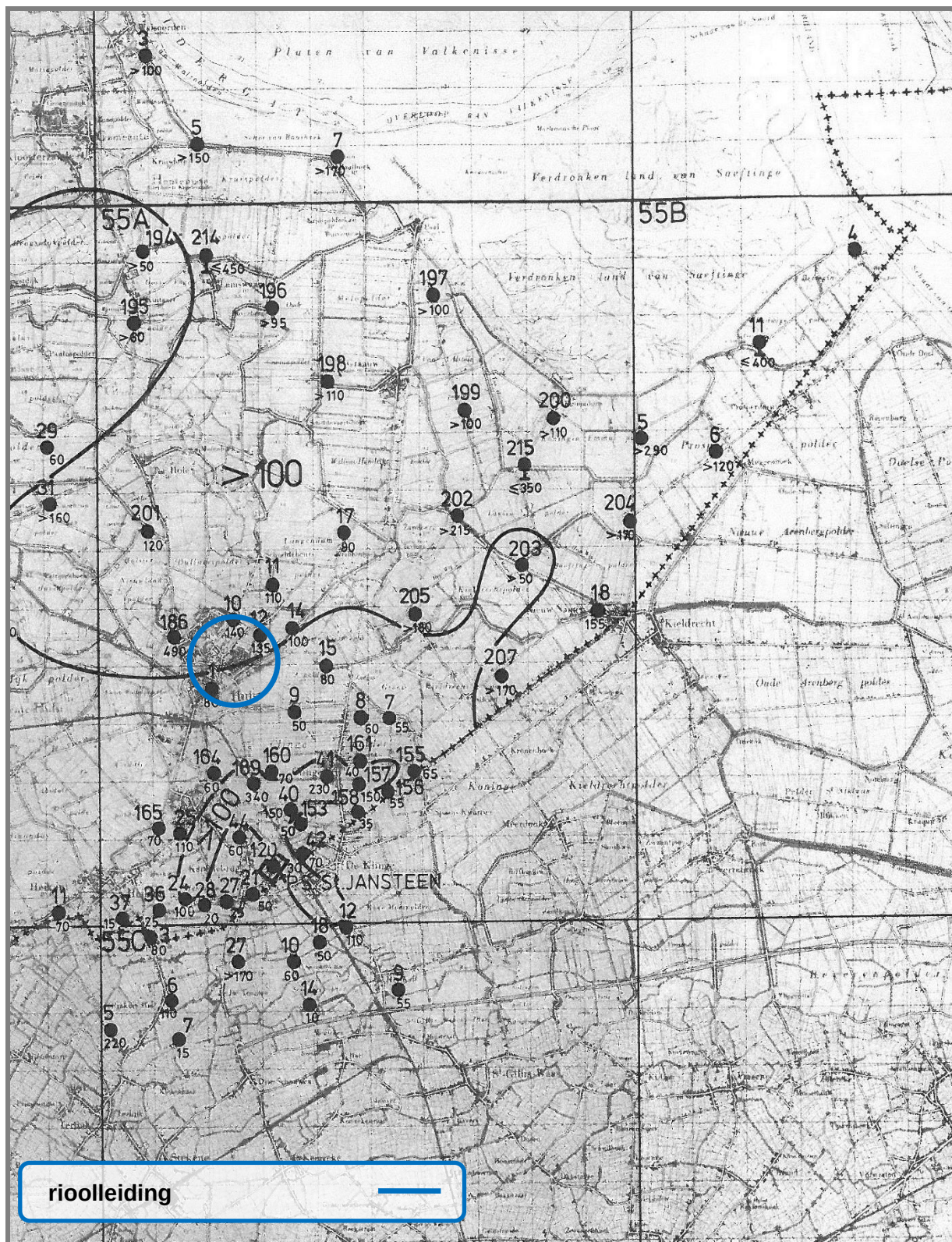
Legenda grondwaterkaart van Nederland





Geohydrologisch profiel D-D¹
000335 Koolstraat – Zoutestraat e.o. te Hulst

Kaartblad Zeeuws-Vlaanderen
47oost, 48, 49west
53oost, 54, 55west



Transmissiviteit van het 1^{ste} watervoerend pakket
000335 Koolstraat – Zoutestraat e.o. te Hulst

Kaartblad Zeeuws-Vlaanderen
47oost, 48, 49west
53oost, 54, 55west

Legenda ondergrondmodellen DINOloket

geologische eenheid

	NAWA
	NIHO
	NWNZ
	PZWA
	MS
	OO

modelonz geologische eenheid

	0,0 - 0,1
	0,1 - 0,2
	0,2 - 0,3
	0,3 - 0,4
	0,4 - 0,5
	0,5 - 0,6
	0,6 - 0,7
	0,7 - 0,8
	0,8 - 0,9
	0,9 - 1,0
	geen gegevens

lithoklasse

	Antropogeen
	Organisch materiaal (veen)
	Klei
	Zandige klei, leem of kleiig fijn zand
	Zand fijn
	Zand matig grof
	Zand grof
	Grind
	Schelpen

hydrologie

	HL-c
	WA-k-1
	MS-k-1
	OO-k-1
	Zandlagen

k_f -waarde

Ongeconsolideerd	
	Zeer hoog ($100 \leq k$)
	Hoog ($10 \leq k < 100$)
	Matig ($1 \leq k < 10$)
Geconsolideerd	
	Zeer hoog ($100 \leq k$)
	Hoog ($10 \leq k < 100$)
	Matig ($1 \leq k < 10$)
Alle lagen	
	Laag ($0,001 \leq k < 1$)
	Zeer laag ($k < 0,001$)
	Geen waarde

k_v -waarde

Ongeconsolideerd	
	Zeer hoog ($100 \leq k$)
	Hoog ($10 \leq k < 100$)
	Matig ($1 \leq k < 10$)
Geconsolideerd	
	Zeer hoog ($100 \leq k$)
	Hoog ($10 \leq k < 100$)
	Matig ($1 \leq k < 10$)
Alle lagen	
	Laag ($0,001 \leq k < 1$)
	Zeer laag ($k < 0,001$)
	Geen waarde

kD -waarde

Ongeconsolideerd	
	Zeer hoog ($1000 \leq kD$)
	Hoog ($100 \leq kD < 1000$)
	Matig ($10 \leq kD < 100$)
Geconsolideerd	
	Zeer hoog ($1000 \leq kD$)
	Hoog ($100 \leq kD < 1000$)
	Matig ($10 \leq kD < 100$)
Alle lagen	
	Laag ($1 \leq kD < 10$)
	Zeer laag ($kD < 1$)
	Geen waarde

c-waarde

	Zeer hoog ($10000 \leq c$)
	Hoog ($1000 \leq c < 10000$)
	Matig ($100 \leq c < 1000$)
	Laag ($10 \leq c < 100$)
	Zeer laag ($c < 10$)
	Geen waarde

Bijlage 4

Onttrekkingsberekening en theoretische afmalingskromme

- onttrekkingsberekening verticale bemaling (Dupuit)
- effect theoretische afmalingskromme (Sichardt)



Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v.

Verticale bemaling t.b.v. leidingstrekking

SECTIE 1a - Koolstraat - Liniedijk
verwijderen en aanleg beton (Ø1250mm) riool

Algemeen

B (bovenbreedte sleuf)	4,00 m	GHG	GLG	lengte van de sleuf	275,00 m
L (lengte van segment)	100,00 m			aantal segmenten	3 (-)
S1h (verlaging grondwater)	1,60 m	2,20	1,00	totale duur bemaling	19 dagen
C (diepte sleuf)	3,40 m-mv				
F (verlaging onder sleuf)	0,30 m				
D (diepte van de verlaging)	3,70 m-mv	(d)GHG	(d)GLG		
d (D-A)	1,60 m	2,20	1,00		

Geohydrologisch schema

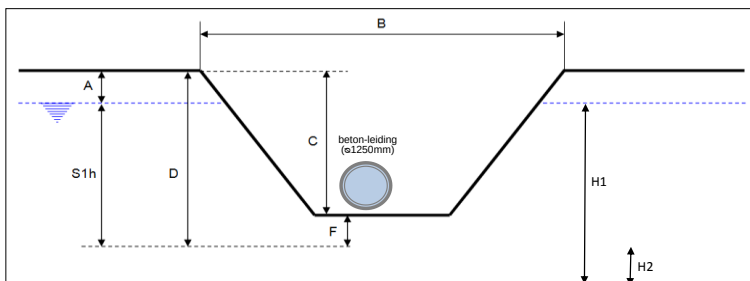
t (duur van de bemaling)	7 dagen/segment		
P (poriërvolume)	0,3 (-)		
K (doorlatendheid)	2,96 m/dag		
kD (toestroming)	50,0 m2/dag		
k (doorlatendheid)	3,426E-05 m/s	(A)GHG	(A)GLG
H (doorstroomde WVP)	16,90 m	17,50	16,30 m
A (AG grondwaterstand)	2,10 m-mv	1,50	2,70 m-mv
SDL (ondoorlatende basis)	19,00 m-mv		
n (eff. porositeit)	0,20 m3/m3		

Berekening onttrekking (formule van Dupuit)

A (oppervlakte sleuf B*L)	400,00 m2		
r = √ A / T(3,14)	11,28 m		
H1 (actuele stijghoogte)	16,90 m	(H)GHG	(H)GLG
H2 (gewenste stijghoogte)	15,30 m	17,50	16,30 m
		15,30	15,30 m
R = 1,5 * √((k*H*t)/P)	51,25 m	52,15	50,33
(reikwijdte)			

debiet Q = ((H1^2 - H2^2) * L * K) / (2 * R)^2
debbiettoeslag 1,00 (-)

waterbezuwaar per segment	AG	GHG	GLG
debiet Q =	12,4 m3/uur	17,4	7,6 m3/uur
Q =	298 m3/dag	417	183 m3/dag
Q =	2083 m3 totaal	2918	1278 m3 totaal
waterbezuwaar voor 'x' segmenten		GHG	GLG
debiet Q =	5728 m3 totaal	8023	3514 m3 totaal

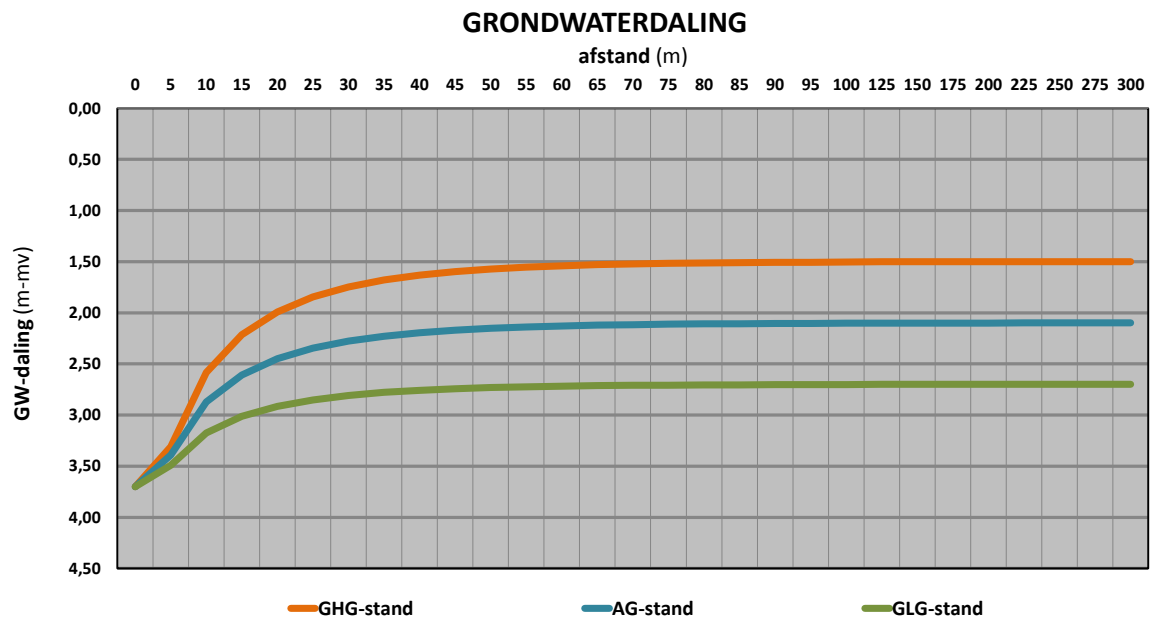
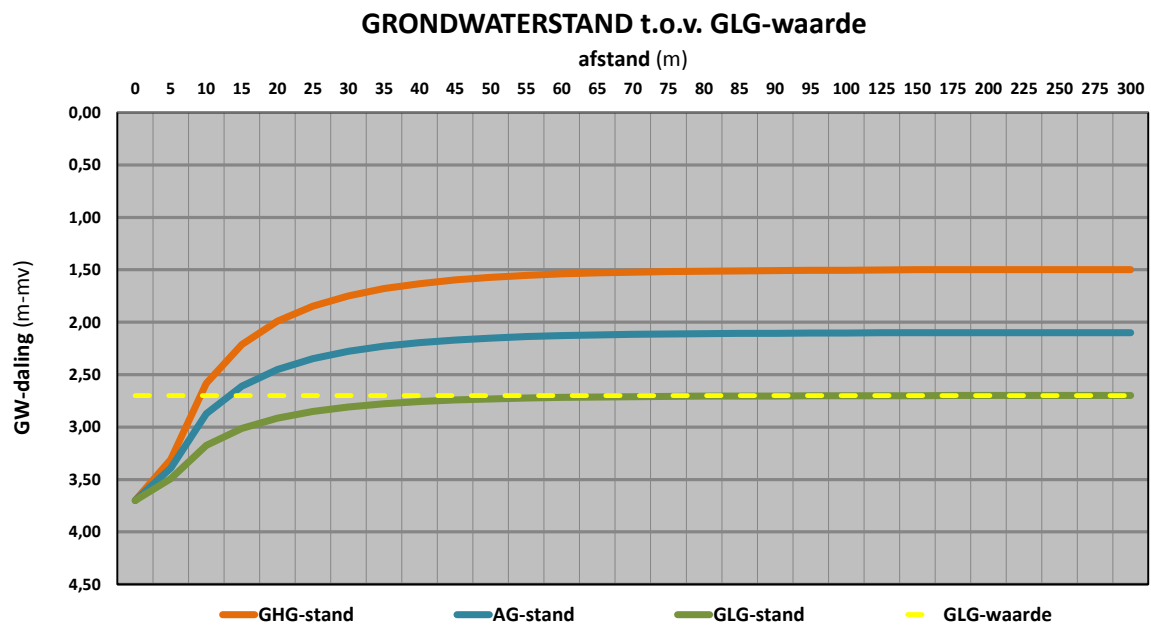


Effect theoretische afmalingskromme (formule van Sichardt) per segment

lambda 19,8414 m

afstand [m]	verlaging AG [m]	GHG [m]	GLG [m]
5	1,292	1,809	0,792
10	0,773	1,083	0,474
15	0,509	0,713	0,312
20	0,351	0,491	0,215
25	0,247	0,346	0,152
30	0,177	0,248	0,109
35	0,129	0,180	0,079
40	0,094	0,132	0,058
45	0,069	0,097	0,042
50	0,051	0,072	0,031
55	0,038	0,053	0,023
60	0,028	0,040	0,017
65	0,021	0,030	0,013
70	0,016	0,022	0,010
75	0,012	0,017	0,007
80	0,009	0,013	0,006
85	0,007	0,010	0,004
90	0,005	0,007	0,003
95	0,004	0,005	0,002
100	0,003	0,004	0,002
125	0,001	0,001	0,000
150	0,000	0,000	0,000
175	0,000	0,000	0,000
200	0,000	0,000	0,000
225	0,000	0,000	0,000
250	0,000	0,000	0,000
275	0,000	0,000	0,000
300	0,000	0,000	0,000

$$s = \frac{Q}{2\pi \cdot kD} \cdot K_0 \left(\frac{r}{\lambda} \right)$$



Verticale bemaling t.b.v. leidingstrekking

SECTIE 1b - Koolstraat - Willem de Zwijgerlaan

verwijderen en aanleg beton (Ø800mm) riool

Algemeen

B (bovenbreedte sleuf)	4,00 m	GHG	GLG	lengte van de sleuf	10,00 m
L (lengte van segment)	10,00 m			aantal segmenten	1 (-)
S1h (verlaging grondwater)	0,50 m	1,10	-0,10 m	totale duur bemaling	5 dagen
C (diepte sleuf)	1,65 m-mv				
F (verlaging onder sleuf)	0,30 m				
D (diepte van de verlaging)	1,95 m-mv	(d)GHG	(d)GLG		
d (D-A)	0,50 m	1,10	-0,10		

Geohydrologisch schema

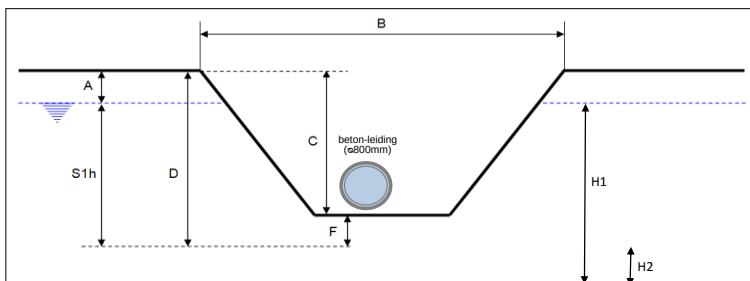
t (duur van de bemaling)	5 dagen/segment		
P (poriërvolume)	0,3 (-)		
K (doorlatendheid)	2,96 m/dag		
kD (toestroming)	50,0 m2/dag		
k (doorlatendheid)	3,426E-05 m/s	(A)GHG	(A)GLG
H (doorstroomde WVP)	16,90 m	17,50	16,30 m
A (AG grondwaterstand)	1,45 m-mv	0,85	2,05 m-mv
SDL (ondoorlatende basis)	18,35 m-mv		
n (eff. porositeit)	0,20 m3/m3		

Berekening onttrekking (formule van Dupuit)

A (oppervlakte sleuf B*L)	40,00 m2		
r = √ A / π (3,14)	3,57 m		
H1 (actuele stijghoogte)	16,90 m	(H)GHG	(H)GLG
H2 (gewenste stijghoogte)	16,40 m	17,50	16,30 m
		16,40	16,40 m
R = 1,5 * √((k*H*t)/P)	43,31 m	44,07	42,54

debiet Q = ((H1^2 - H2^2) * L * K) / (2 * R)^2
 debiettoeslag 1,00 (-)

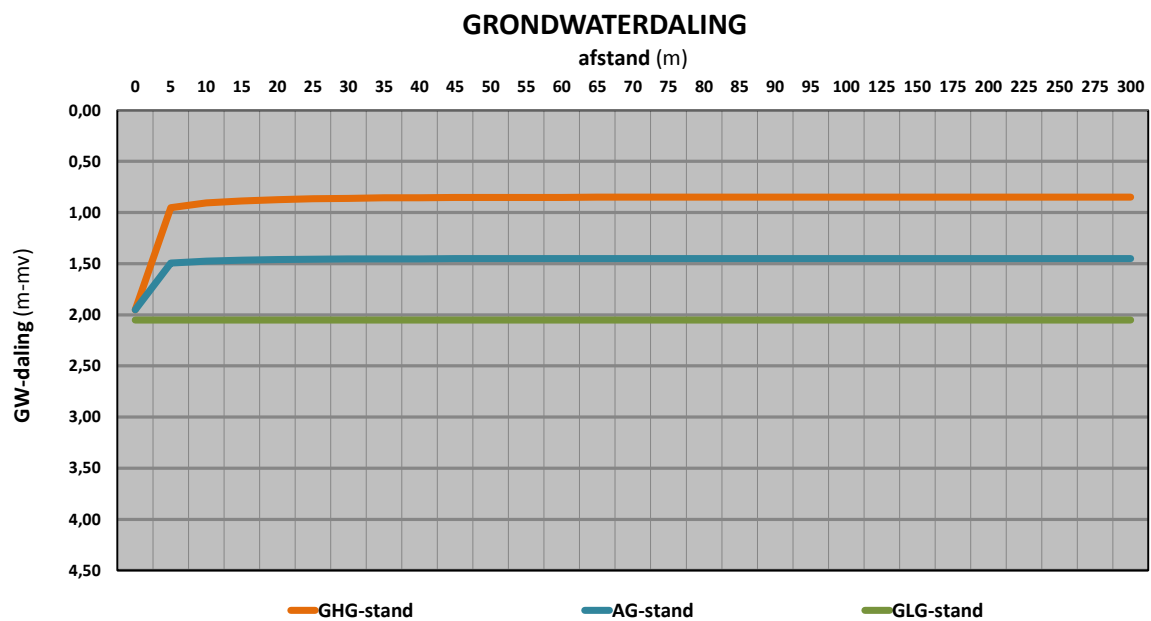
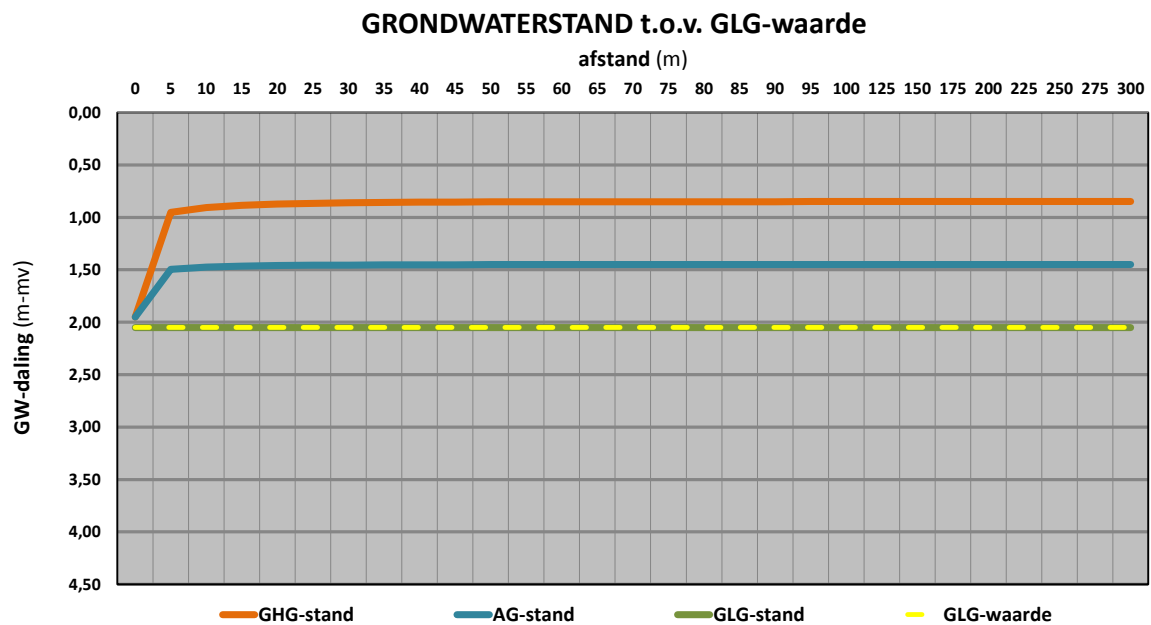
waterbezuwaar per segment	AG	GHG	GLG
debiet Q =	0,5 m3/uur	1,1	0,0 m3/uur
Q =	11 m3/dag	25	0 m3/dag
Q =	57 m3 totaal	127	0 m3 totaal
waterbezuwaar voor 'x' segmenten		GHG	GLG
debiet Q =	57 m3 totaal	127	0 m3 totaal



Effect theoretische afmalingskromme (formule van Sichardt) per segment

lambda	16,4797 m		
afstand [m]	verlaging AG [m]	GHG [m]	GLG [m]
5	0,045	0,102	0,000
10	0,026	0,057	0,000
15	0,016	0,036	0,000
20	0,010	0,023	0,000
25	0,007	0,016	0,000
30	0,005	0,011	0,000
35	0,003	0,007	0,000
40	0,002	0,005	0,000
45	0,002	0,004	0,000
50	0,001	0,002	0,000
55	0,001	0,002	0,000
60	0,001	0,001	0,000
65	0,000	0,001	0,000
70	0,000	0,001	0,000
75	0,000	0,000	0,000
80	0,000	0,000	0,000
85	0,000	0,000	0,000
90	0,000	0,000	0,000
95	0,000	0,000	0,000
100	0,000	0,000	0,000
125	0,000	0,000	0,000
150	0,000	0,000	0,000
175	0,000	0,000	0,000
200	0,000	0,000	0,000
225	0,000	0,000	0,000
250	0,000	0,000	0,000
275	0,000	0,000	0,000
300	0,000	0,000	0,000

$$s = \frac{Q}{2\pi \cdot kD} \cdot K_0 \left(\frac{r}{\lambda} \right)$$





Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v.

Verticale bemaling t.b.v. leidingstrekking

 SECTIE 2a - Zoutestraat
 verwijderen en aanleg beton (Ø800mm) riool

Algemeen

B (bovenbreedte sleuf)	4,00 m	GHG	GLG	lengte van de sleuf	250,00 m
L (lengte van segment)	100,00 m			aantal segmenten	3 (-)
S1h (verlaging grondwater)	0,80 m	1,40	0,20	totale duur bemaling	18 dagen
C (diepte sleuf)	2,95 m-mv				
F (verlaging onder sleuf)	0,30 m				
D (diepte van de verlaging)	3,25 m-mv	(d)GHG	(d)GLG		
d (D-A)	0,80 m	1,40	0,20		

Geohydrologisch schema

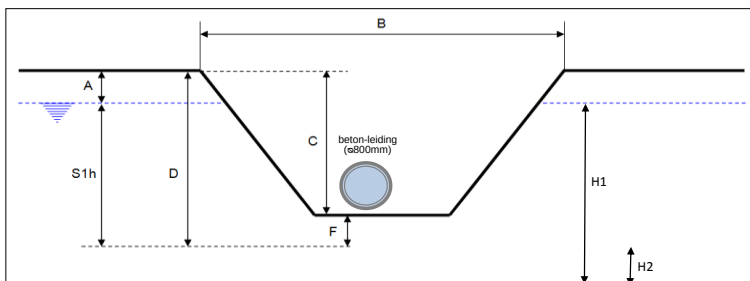
t (duur van de bemaling)	7 dagen/segment		
P (poniervolume)	0,3 (-)		
K (doorlatendheid)	2,96 m/dag		
kD (toestroming)	50,0 m2/dag		
k (doorlatendheid)	3,426E-05 m/s	(A)GHG	(A)GLG
H (doorstroomde WVP)	16,90 m	17,50	16,30
A (AG grondwaterstand)	2,45 m-mv	1,85	3,05
SDL (ondoorlatende basis)	19,35 m-mv		
n (eff. porositeit)	0,20 m3/m3		

Berekening onttrekking (formule van Dupuit)

A (oppervlakte sleuf B*L)	400,00 m2		
r = √ A / T(3,14)	11,28 m		
H1 (actuele stijghoogte)	16,90 m	(H)GHG	(H)GLG
H2 (gewenste stijghoogte)	16,10 m	17,50	16,30
		16,10	16,10
R = 1,5 * √((k*H*t)/P)	51,25 m	52,15	50,33
(reikwijdte)			

 debiet Q = ((H1^2 - H2^2) * L * K) / (2 * R)^2
 debiettoeslag 1,00 (-)

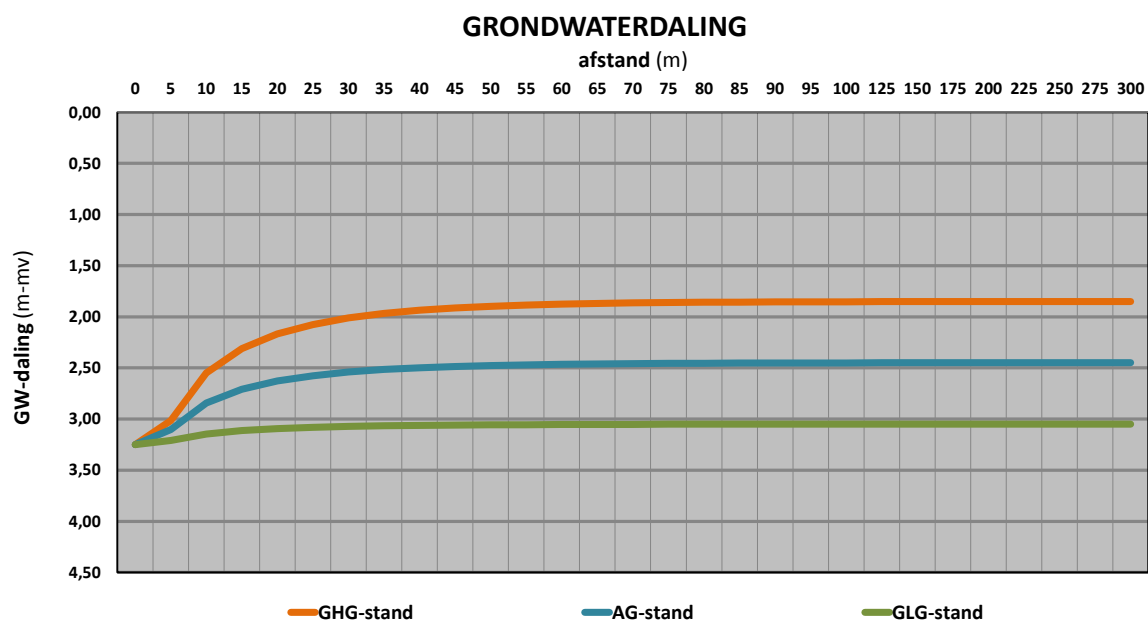
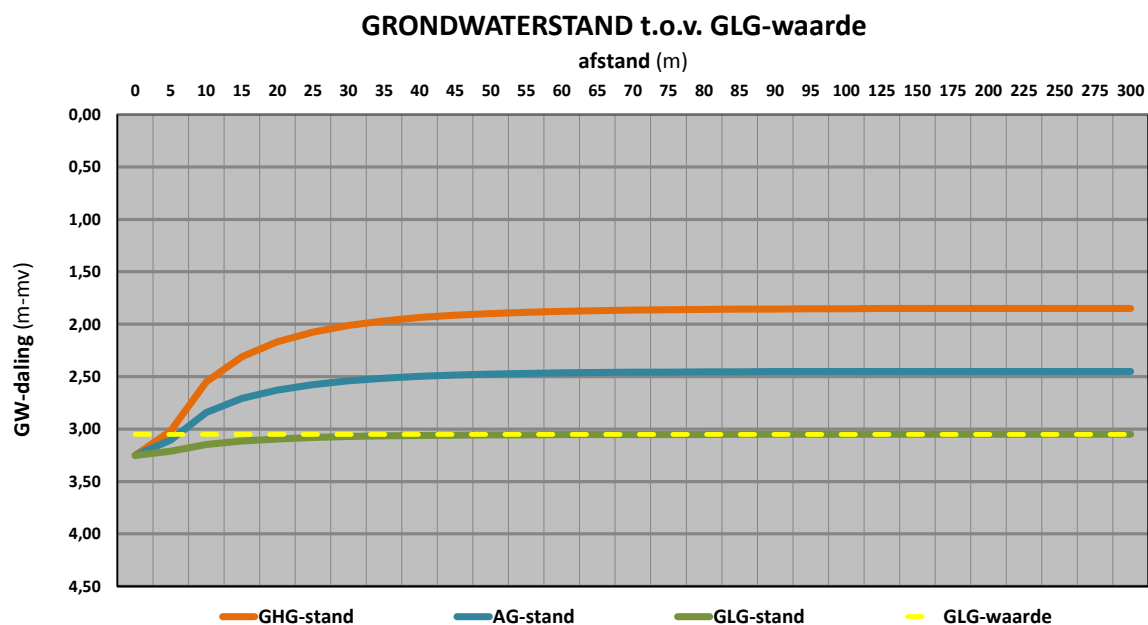
waterbezuwaar per segment	AG	GHG	GLG
debiet Q =	6,4 m3/uur	11,3	1,6 m3/uur
Q =	152 m3/dag	272	37 m3/dag
Q =	1067 m3 totaal	1902	262 m3 totaal
waterbezuwaar voor 'x' segmenten		GHG	GLG
debiet Q =	2668 m3 totaal	4755	655 m3 totaal



Effect theoretische afmalingskromme (formule van Sichardt) per segment

lambda	20,0233 m		
afstand [m]	verlaging AG [m]	GHG [m]	GLG [m]
5	0,654	1,165	0,160
10	0,392	0,699	0,096
15	0,259	0,462	0,064
20	0,179	0,318	0,044
25	0,126	0,225	0,031
30	0,091	0,162	0,022
35	0,066	0,118	0,016
40	0,048	0,086	0,012
45	0,036	0,064	0,009
50	0,027	0,047	0,007
55	0,020	0,035	0,005
60	0,015	0,026	0,004
65	0,011	0,020	0,003
70	0,008	0,015	0,002
75	0,006	0,011	0,002
80	0,005	0,008	0,001
85	0,004	0,006	0,001
90	0,003	0,005	0,001
95	0,002	0,004	0,001
100	0,002	0,003	0,000
125	0,000	0,001	0,000
150	0,000	0,000	0,000
175	0,000	0,000	0,000
200	0,000	0,000	0,000
225	0,000	0,000	0,000
250	0,000	0,000	0,000
275	0,000	0,000	0,000
300	0,000	0,000	0,000

$$s = \frac{Q}{2\pi \cdot kD} \cdot K_0 \left(\frac{r}{\lambda} \right)$$





Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v.

Verticale bemaling t.b.v. leidingstrekking

 SECTIE 3a - Glacisweg
 verwijderen en aanleg beton (Ø900mm) riool

Algemeen

B (bovenbreedte sleuf)	4,00 m	GHG	GLG	lengte van de sleuf	100,00 m
L (lengte van segment)	100,00 m			aantal segmenten	1 (-)
S1h (verlaging grondwater)	0,95 m	1,55	0,35	totale duur bemaling	7 dagen
C (diepte sleuf)	3,85 m-mv				
F (verlaging onder sleuf)	0,30 m				
D (diepte van de verlaging)	4,15 m-mv	(d)GHG	(d)GLG		
d (D-A)	0,95 m	1,55	0,35		

Geohydrologisch schema

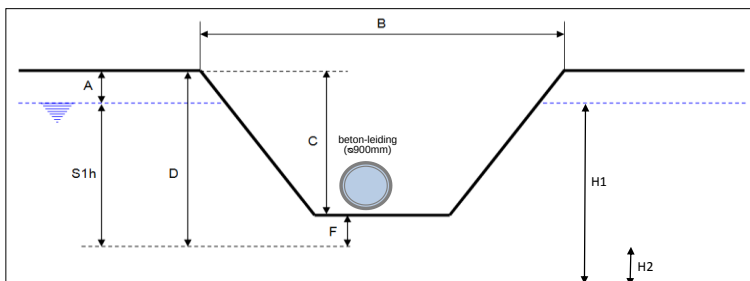
t (duur van de bemaling)	7 dagen/segment		
P (poniervolume)	0,3 (-)		
K (doorlatendheid)	2,96 m/dag		
kD (toestroming)	50,0 m2/dag		
k (doorlatendheid)	3,426E-05 m/s	(A)GHG	(A)GLG
H (doorstroomde WVP)	16,90 m	17,50	16,30 m
A (AG grondwaterstand)	3,20 m-mv	2,60	3,80 m-mv
SDL (ondoorlatende basis)	20,10 m-mv		
n (eff. porositeit)	0,20 m3/m3		

Berekening onttrekking (formule van Dupuit)

A (oppervlakte sleuf B*L)	400,00 m2		
r = √ A / T(3,14)	11,28 m		
H1 (actuele stijghoogte)	16,90 m	(H)GHG	(H)GLG
H2 (gewenste stijghoogte)	15,95 m	17,50	16,30 m
		15,95	15,95 m
R = 1,5*√((k*H*t)/P)	51,25 m	52,15	50,33
(reikwijdte)			

 debiet Q = ((H1^2-H2^2)*L*K)/(2*R)^2
 debbietoeslag 1,00 (-)

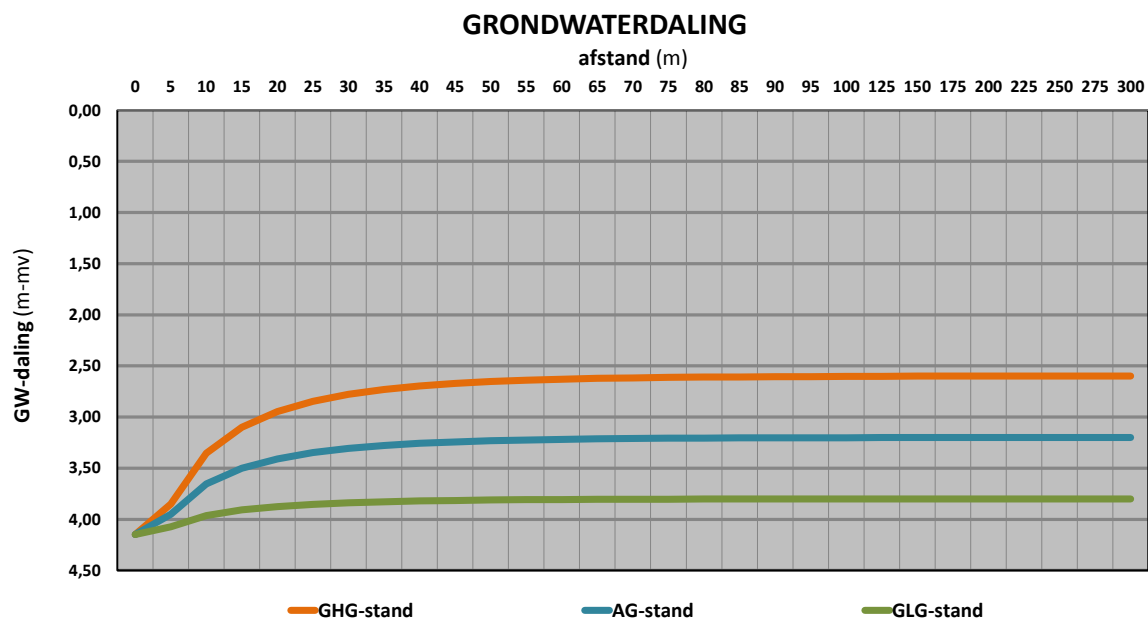
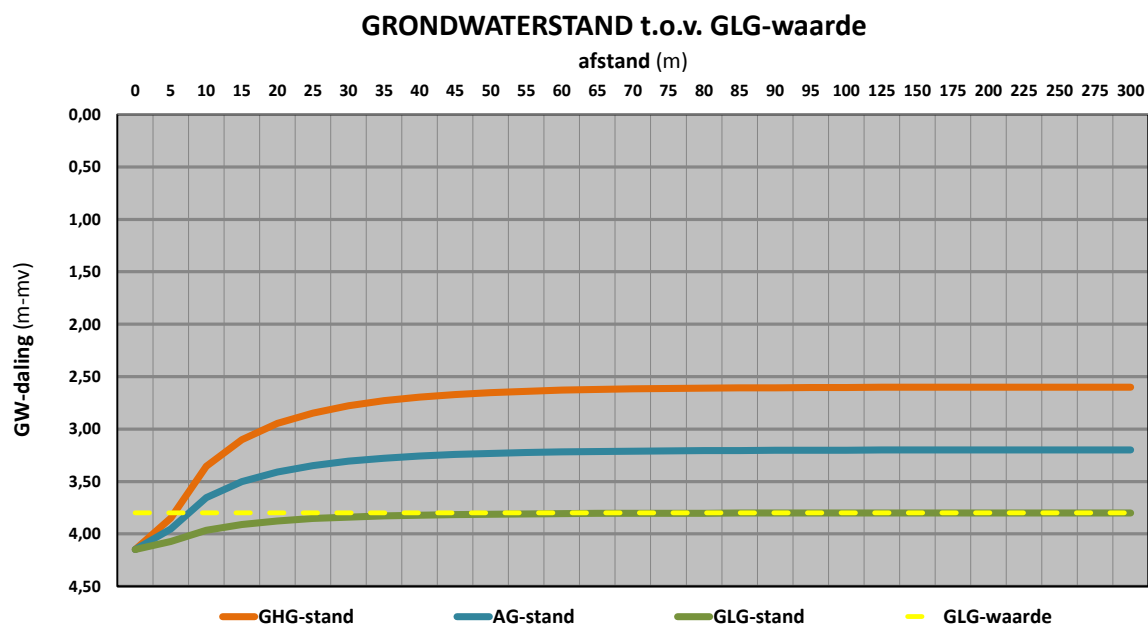
waterbezuwaar per segment	AG	GHG	GLG
debiet Q =	7,5 m3/uur	12,5	2,7 m3/uur
Q =	180 m3/dag	299	65 m3/dag
Q =	1262 m3 totaal	2096	456 m3 totaal
waterbezuwaar voor 'x' segmenten		GHG	GLG
debiet Q =	1262 m3 totaal	2096	456 m3 totaal



Effect theoretische afmalingskromme (formule van Sichardt) per segment

lambda	20,4076 m		
afstand [m]	verlaging AG [m]	GHG [m]	GLG [m]
5	0,752	1,250	0,272
10	0,454	0,754	0,164
15	0,301	0,501	0,109
20	0,209	0,347	0,076
25	0,148	0,247	0,054
30	0,107	0,178	0,039
35	0,078	0,130	0,028
40	0,058	0,096	0,021
45	0,043	0,071	0,015
50	0,032	0,053	0,012
55	0,024	0,040	0,009
60	0,018	0,030	0,006
65	0,014	0,022	0,005
70	0,010	0,017	0,004
75	0,008	0,013	0,003
80	0,006	0,010	0,002
85	0,004	0,007	0,002
90	0,003	0,006	0,001
95	0,003	0,004	0,001
100	0,002	0,003	0,001
125	0,001	0,001	0,000
150	0,000	0,000	0,000
175	0,000	0,000	0,000
200	0,000	0,000	0,000
225	0,000	0,000	0,000
250	0,000	0,000	0,000
275	0,000	0,000	0,000
300	0,000	0,000	0,000

$$s = \frac{Q}{2\pi \cdot kD} \cdot K_0 \left(\frac{r}{\lambda} \right)$$





Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v.

Verticale bemaling bouwput

SECTIE 4a - rotonde Koolstraat-Zoutestraat
inbouw zinkerputten

Algemeen

mv (maaiveld)	3,40	m NAP					
C (aanleg diepte)	-0,75	m NAP					
B (bovenbreedte ontgraving)	20,00	m				oppervlakte	400,0 m ²
L (bovenlengte ontgraving)	20,00	m				aantal segmenten	1 (-)
S1h (verlaging grondwater)	0,95	m	GHG	GLG		totale duur bemaling	14 dagen
C (diepte ontgraving)	4,15	m-mv	1,55	0,35	m		
F (verlaging onder ontgraving)	0,30	m					

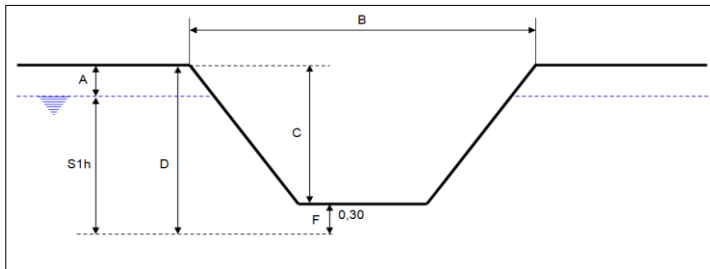
Geohydrologisch schema

t (duur van de bemaling)	14	dagen					
P (poriërvolume)	0,2	(-)					
K (doorlatendheid)	50,0	m ² /dag					
k (doorlatendheid)	3,0	m/dag					
k (doorlatendheid)	3,426E-05	m/s					
SDL (ondoorlatende basis)	20,40	m-mv	(A)GHG	(A)GLG			
H (doorstroomde WVP)	16,90	m	17,50	16,30	m		
A (AG grondwaterstand)	3,50	m-mv	2,90	4,10	m-mv		

Berekening onttrekking (formule van De Glee)

A (oppervlakte put B*L)	400,00	m ²					
r = √ A / π (3,14)	11,28	m					
R = 1,5*√((k*H*t)/P) (reikwijdte)	88,76	m	(R)GHG	(R)GLG			
			90,32	87,17	m		
Y (lambda)	29,08	m				debiettoeslag	1,00 (-)
debiet Q	316	m ³ /d					

waterbezwaar per segment							
debiet (AG) Q =	316	m ³ /d	GHG	GLG			
			515	116	m ³ /d		
Q =	13,2	m ³ /uur			4,8	m ³ /uur	
Q =	9477	m ³ /maand	15462	3491	m ³ /maand		
Q =	4422	m ³ totaal	7215	1629	m ³ totaal		
waterbezwaar voor 'x' segmenten							
debiet (AG) Q =	4422	m ³ totaal	7215	1629	m ³ totaal		

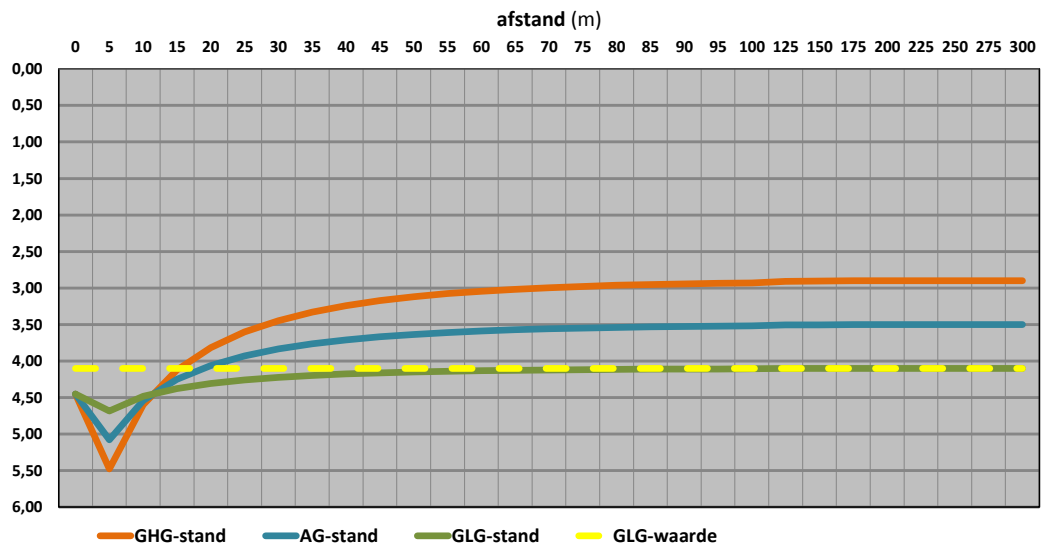


Effect theoretische afmalingskromme (formule van Sichardt)

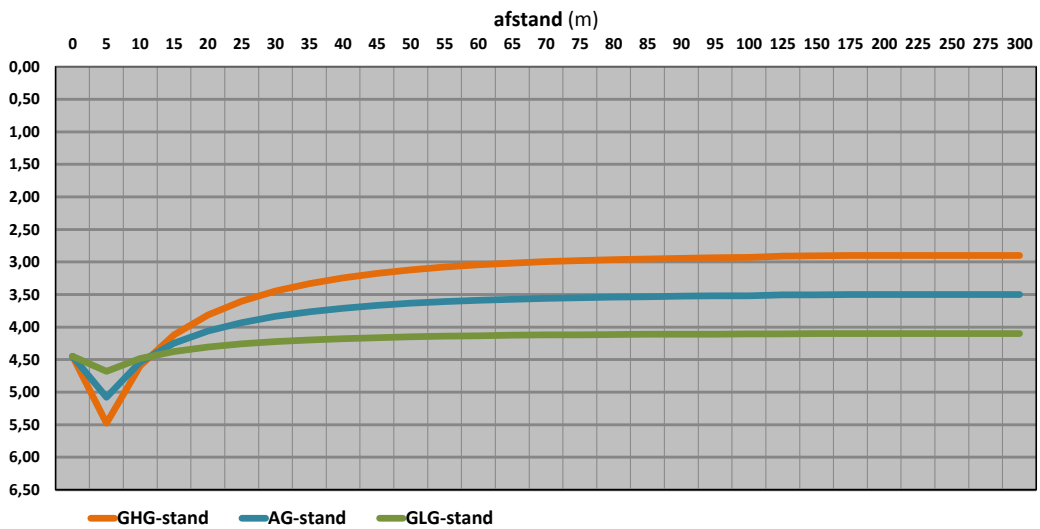
verlaging per segment							
afstand [m]	verlaging AG [m]	GHG [m]	GLG [m]				
5	1,580	2,578	0,582				
10	1,039	1,696	0,383				
15	0,748	1,221	0,276				
20	0,561	0,915	0,207				
25	0,430	0,702	0,158				
30	0,335	0,547	0,123				
35	0,264	0,430	0,097				
40	0,209	0,342	0,077				
45	0,167	0,273	0,062				
50	0,134	0,219	0,050				
55	0,108	0,177	0,040				
60	0,088	0,143	0,032				
65	0,071	0,116	0,026				
70	0,058	0,095	0,021				
75	0,047	0,077	0,017				
80	0,039	0,063	0,014				
85	0,032	0,052	0,012				
90	0,026	0,042	0,010				
95	0,021	0,035	0,008				
100	0,017	0,029	0,006				
125	0,007	0,011	0,002				
150	0,003	0,004	0,001				
175	0,001	0,002	0,000				
200	0,000	0,001	0,000				
225	0,000	0,000	0,000				
250	0,000	0,000	0,000				
275	0,000	0,000	0,000				
300	0,000	0,000	0,000				

$$s = \frac{Q}{2\pi \cdot kD} \cdot K_0 \left(\frac{r}{\lambda} \right)$$

GRONDWATERSTAND t.o.v. GLG-waarde



GRONDWATERDALING



Bijlage 5

Bodemzetting (berekening)

- zettingsberekening (Terzaghi)

berekening THEORETISCHE MAAVELDZETTING middels Terzaghi

Tabel: zettingsberekening waterstandverlaging :0,79m

verlaging onder de GLG

w-code	Diepte	z	ρ_0	ρ_1	c	σ_0	σ_{wo}	σ'_0	$\sigma'_{0, \text{gem}}$	σ_I	σ_{wI}	σ'_I	$\sigma'_{I, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		ln(..)	ΔZ
														$\sigma'_{0, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		
	0,00					0	0	0		0	0	0					
d ▼		1	13	13	75				6,5				6,5	1	0	0	
	1,00					13	0	13		13	0	13					
d ▼		1,7	17	17	75				27,45				27,45	1	0	0	
	2,70					41,9	0	41,9		41,9	0	41,9					
d/n ▼		0,8	20	16	100				45,85				48,22	1,05169	0,05	0,00039815	
	3,49					57,7	7,9	49,8		54,54	0	54,54					
n ▼		5,5	16	16	125				66,33				71,07	1,07146	0,069	0,003042535	
	9,00					145,9	63	82,86		142,7	55,1	87,6					
n ▼		1	19	19	250				87,36				92,1	1,05426	0,053	0,00021135	
	10					164,9	73	91,86		161,7	65,1	96,6					
n ▼		9	20	20	400				136,86				141,6	1,03463	0,034	0,000766073	
	19					344,9	163	181,9		341,7	155,1	186,6					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	

Opmerkingen: grondwateronttrekking voor sectie 1a, afstand tot onttrekking is 5 meter

TOTAAL 0,004 m



berekening THEORETISCHE MAAVELDZETTING middels Terzaghi

Tabel: zettingsberekening waterstandverlaging :0,47m

verlaging onder de GLG

w-code	Diepte	z	ρ_0	ρ_1	c	σ_0	σ_{wo}	σ'_0	$\sigma'_{0, \text{gem}}$	σ_I	σ_{wI}	σ'_I	$\sigma'_{I, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		ln(..)	ΔZ
														$\sigma'_{0, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		
	0,00					0	0	0		0	0	0					
d ▼		1	13	13	75				6,5				6,5	1	0	0	
	1,00					13	0	13		13	0	13					
d ▼		1,7	17	17	75				27,45				27,45	1	0	0	
	2,70					41,9	0	41,9		41,9	0	41,9					
d/n ▼		0,5	20	16	100				44,25				45,66	1,03186	0,031	0,000147426	
	3,17					51,3	4,7	46,6		49,42	0	49,42					
n ▼		5,8	16	16	125				64,09				66,91	1,044	0,043	0,002008322	
	9,00					144,6	63	81,58		142,7	58,3	84,4					
n ▼		1	19	19	250				86,08				88,9	1,03276	0,032	0,00012894	
	10					163,6	73	90,58		161,7	68,3	93,4					
n ▼		9	20	20	400				135,58				138,4	1,0208	0,021	0,000463189	
	19					343,6	163	180,6		341,7	158,3	183,4					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	

Opmerkingen: grondwateronttrekking voor sectie 1a, afstand tot onttrekking is 10 meter

TOTAAL 0,003 m



berekening THEORETISCHE MAAVELDZETTING middels Terzaghi

Tabel: zettingsberekening waterstandverlaging :0,31m

verlaging onder de GLG

w-code	Diepte	z	ρ_0	ρ_1	c	σ_0	σ_{wo}	σ'_0	$\sigma'_{0, \text{gem}}$	σ_I	σ_{wI}	σ'_I	$\sigma'_{I, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$	ln(..)	ΔZ
	0,00					0	0	0		0	0	0				
d ▼		1	13	13	75				6,5				6,5	1	0	0
	1,00					13	0	13		13	0	13				
d ▼		1,7	17	17	75				27,45				27,45	1	0	0
	2,70					41,9	0	41,9		41,9	0	41,9				
d/n ▼		0,3	20	16	100				43,45				44,38	1,0214	0,021	6,5652E-05
	3,01					48,1	3,1	45		46,86	0	46,86				
n ▼		6	16	16	125				62,97				64,83	1,02954	0,029	0,001394953
	9,00					143,9	63	80,94		142,7	59,9	82,8				
n ▼		1	19	19	250				85,44				87,3	1,02177	0,022	8,61444E-05
	10					162,9	73	89,94		161,7	69,9	91,8				
n ▼		9	20	20	400				134,94				136,8	1,01378	0,014	0,00030802
	19					342,9	163	179,9		341,7	159,9	181,8				
- ▼		0							0				0	0	0	0
						0	0	0		0	0	0				
- ▼		0							0				0	0	0	0
						0	0	0		0	0	0				
- ▼		0							0				0	0	0	0

Opmerkingen: grondwateronttrekking voor sectie 1a, afstand tot onttrekking is 15 meter

TOTAAL 0,002 m



berekening THEORETISCHE MAAVELDZETTING middels Terzaghi

Tabel: zettingsberekening waterstandverlaging :0,22m

verlaging onder de GLG

w-code	Diepte	z	ρ_0	ρ_1	c	σ_0	σ_{wo}	σ'_0	$\sigma'_{0, \text{gem}}$	σ_I	σ_{wI}	σ'_I	$\sigma'_{I, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		ln(..)	ΔZ
														$\sigma'_{0, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		
	0,00					0	0	0		0	0	0					
d ▼		1	13	13	75				6,5				6,5	1	0	0	
	1,00					13	0	13		13	0	13					
d ▼		1,7	17	17	75				27,45				27,45	1	0	0	
	2,70					41,9	0	41,9		41,9	0	41,9					
d/n ▼		0,2	20	16	100				43				43,66	1,01535	0,015	3,35109E-05	
	2,92					46,3	2,2	44,1		45,42	0	45,42					
n ▼		6,1	16	16	125				62,34				63,66	1,02117	0,021	0,001019161	
	9,00					143,6	63	80,58		142,7	60,8	81,9					
n ▼		1	19	19	250				85,08				86,4	1,01551	0,015	6,15827E-05	
	10					162,6	73	89,58		161,7	70,8	90,9					
n ▼		9	20	20	400				134,58				135,9	1,00981	0,01	0,000219611	
	19					342,6	163	179,6		341,7	160,8	180,9					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	

Opmerkingen: grondwateronttrekking voor sectie 1a, afstand tot onttrekking is 20 meter

TOTAAL 0,001 m



berekening THEORETISCHE MAAVELDZETTING middels Terzaghi

Tabel: zettingsberekening waterstandverlaging :0,16m

verlaging onder de GLG

w-code	Diepte	z	ρ_0	ρ_1	c	σ_0	σ_{wo}	σ'_0	$\sigma'_{0, \text{gem}}$	σ_I	σ_{wI}	σ'_I	$\sigma'_{I, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		ln(..)	ΔZ
														$\sigma'_{0, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		
	0,00					0	0	0		0	0	0					
d ▼		1,4	13	13	75				8,775				8,775	1	0	0	
	1,35					17,55	0	17,55		17,55	0	17,55					
d ▼		1,7	17	17	75				32				32	1	0	0	
	3,05					46,45	0	46,45		46,45	0	46,45					
d/n ▼		0,2	20	16	100				47,25				47,73	1,01016	0,01	1,6172E-05	
	3,21					49,65	1,6	48,05		49,01	0	49,01					
n ▼		6,1	16	16	125				66,47				67,43	1,01444	0,014	0,000704347	
	9,35					147,9	63	84,89		147,3	61,4	85,85					
n ▼		1	19	19	250				89,39				90,35	1,01074	0,011	4,27288E-05	
	10,35					166,9	73	93,89		166,3	71,4	94,85					
n ▼		9	20	20	400				138,89				139,85	1,00691	0,007	0,000154984	
	19,35					346,9	163	183,9		346,3	161,4	184,9					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	

Opmerkingen: grondwateronttrekking voor sectie 2a, afstand tot onttrekking is 5 meter

TOTAAL 0,001 m



berekening THEORETISCHE MAAVELDZETTING middels Terzaghi

Tabel: zettingsberekening waterstandverlaging :0,27m

verlaging onder de GLG

w-code	Diepte	z	ρ_0	ρ_1	c	σ_0	σ_{wo}	σ'_0	$\sigma'_{0, \text{gem}}$	σ_I	σ_{wI}	σ'_I	$\sigma'_{I, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		ln(..)	ΔZ
														$\sigma'_{0, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		
	0,00					0	0	0		0	0	0					
d ▼		2,1	13	13	75				13,65				13,65	1	0	0	
	2,10					27,3	0	27,3		27,3	0	27,3					
d ▼		1,7	17	17	75				41,75				41,75	1	0	0	
	3,80					56,2	0	56,2		56,2	0	56,2					
d/n ▼		0,3	20	16	100				57,55				58,36	1,01407	0,014	3,77368E-05	
	4,07					61,6	2,7	58,9		60,52	0	60,52					
n ▼		6	16	16	125				76,99				78,61	1,02104	0,021	0,00100452	
	10,10					158,1	63	95,08		157	60,3	96,7					
n ▼		1	19	19	250				99,58				101,2	1,01627	0,016	6,45497E-05	
	11,1					177,1	73	104,1		176	70,3	105,7					
n ▼		9	20	20	400				149,08				150,7	1,01087	0,011	0,000243181	
	20,1					357,1	163	194,1		356	160,3	195,7					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	

Opmerkingen: grondwateronttrekking voor sectie 3a, afstand tot onttrekking is 5 meter

TOTAAL 0,001 m



berekening THEORETISCHE MAAVELDZETTING middels Terzaghi

Tabel: zettingsberekening waterstandverlaging :0,58m

verlaging onder de GLG

w-code	Diepte	z	ρ_0	ρ_1	c	σ_0	σ_{wo}	σ'_0	$\sigma'_{0, \text{gem}}$	σ_I	σ_{wI}	σ'_I	$\sigma'_{I, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		ln(..)	ΔZ
														$\sigma'_{0, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		
	0,00					0	0	0		0	0	0					
d ▼		2,4	13	13	75				15,6				15,6	1	0	0	
	2,40					31,2	0	31,2		31,2	0	31,2					
d ▼		1,7	17	17	75				45,65				45,65	1	0	0	
	4,10					60,1	0	60,1		60,1	0	60,1					
d/n ▼		0,6	20	16	100				63				64,74	1,02762	0,027	0,000158018	
	4,68					71,7	5,8	65,9		69,38	0	69,38					
n ▼		5,7	16	16	125				83,06				86,54	1,0419	0,041	0,00187815	
	10,40					163,2	63	100,2		160,9	57,2	103,7					
n ▼		1	19	19	250				104,72				108,2	1,03323	0,033	0,000130765	
	11,4					182,2	73	109,2		179,9	67,2	112,7					
n ▼		9	20	20	400				154,22				157,7	1,02257	0,022	0,000502073	
	20,4					362,2	163	199,2		359,9	157,2	202,7					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	

Opmerkingen: grondwateronttrekking voor sectie 4a, afstand tot onttrekking is 5 meter

TOTAAL 0,003 m



berekening THEORETISCHE MAAVELDZETTING middels Terzaghi

Tabel: zettingsberekening waterstandverlaging :0,3800000000 verlaging onder de GLG

w-code	Diepte	z	ρ_0	ρ_1	c	σ_0	σ_{wo}	σ'_0	$\sigma'_{0, \text{gem}}$	σ_I	σ_{wI}	σ'_I	$\sigma'_{I, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		ln(..)	ΔZ
														$\sigma'_{0, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		
	0,00					0	0	0		0	0	0					
d ▼		2,4	13	13	75				15,6				15,6	1	0	0	
	2,40					31,2	0	31,2		31,2	0	31,2					
d ▼		1,7	17	17	75				45,65				45,65	1	0	0	
	4,10					60,1	0	60,1		60,1	0	60,1					
d/n ▼		0,4	20	16	100				62				63,14	1,01839	0,018	6,92364E-05	
	4,48					67,7	3,8	63,9		66,18	0	66,18					
n ▼		5,9	16	16	125				81,66				83,94	1,02792	0,028	0,001304198	
	10,40					162,4	63	99,42		160,9	59,2	101,7					
n ▼		1	19	19	250				103,92				106,2	1,02194	0,022	8,68109E-05	
	11,4					181,4	73	108,4		179,9	69,2	110,7					
n ▼		9	20	20	400				153,42				155,7	1,01486	0,015	0,000331916	
	20,4					361,4	163	198,4		359,9	159,2	200,7					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	

Opmerkingen: grondwateronttrekking voor sectie 4a, afstand tot onttrekking is 10 meter

TOTAAL 0,002 m



berekening THEORETISCHE MAAVELDZETTING middels Terzaghi

Tabel: zettingsberekening waterstandverlaging :0,28m

verlaging onder de GLG

w-code	Diepte	z	ρ_0	ρ_1	c	σ_0	σ_{wo}	σ'_0	$\sigma'_{0, \text{gem}}$	σ_I	σ_{wI}	σ'_I	$\sigma'_{I, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		ln(..)	ΔZ
														$\sigma'_{0, \text{gem}}$	$\sigma'_{I, \text{gem}}$		
	0,00					0	0	0		0	0	0					
d ▼		2,4	13	13	75				15,6				15,6	1	0	0	
	2,40					31,2	0	31,2		31,2	0	31,2					
d ▼		1,7	17	17	75				45,65				45,65	1	0	0	
	4,10					60,1	0	60,1		60,1	0	60,1					
d/n ▼		0,3	20	16	100				61,5				62,34	1,01366	0,014	3,79851E-05	
	4,38					65,7	2,8	62,9		64,58	0	64,58					
n ▼		6	16	16	125				80,96				82,64	1,02075	0,021	0,00098914	
	10,40					162	63	99,02		160,9	60,2	100,7					
n ▼		1	19	19	250				103,52				105,2	1,01623	0,016	6,43939E-05	
	11,4					181	73	108		179,9	70,2	109,7					
n ▼		9	20	20	400				153,02				154,7	1,01098	0,011	0,00024568	
	20,4					361	163	198		359,9	160,2	199,7					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	
						0	0	0		0	0	0					
- ▼		0							0				0	0	0	0	

Opmerkingen: grondwateronttrekking voor sectie 4a, afstand tot onttrekking is 15 meter

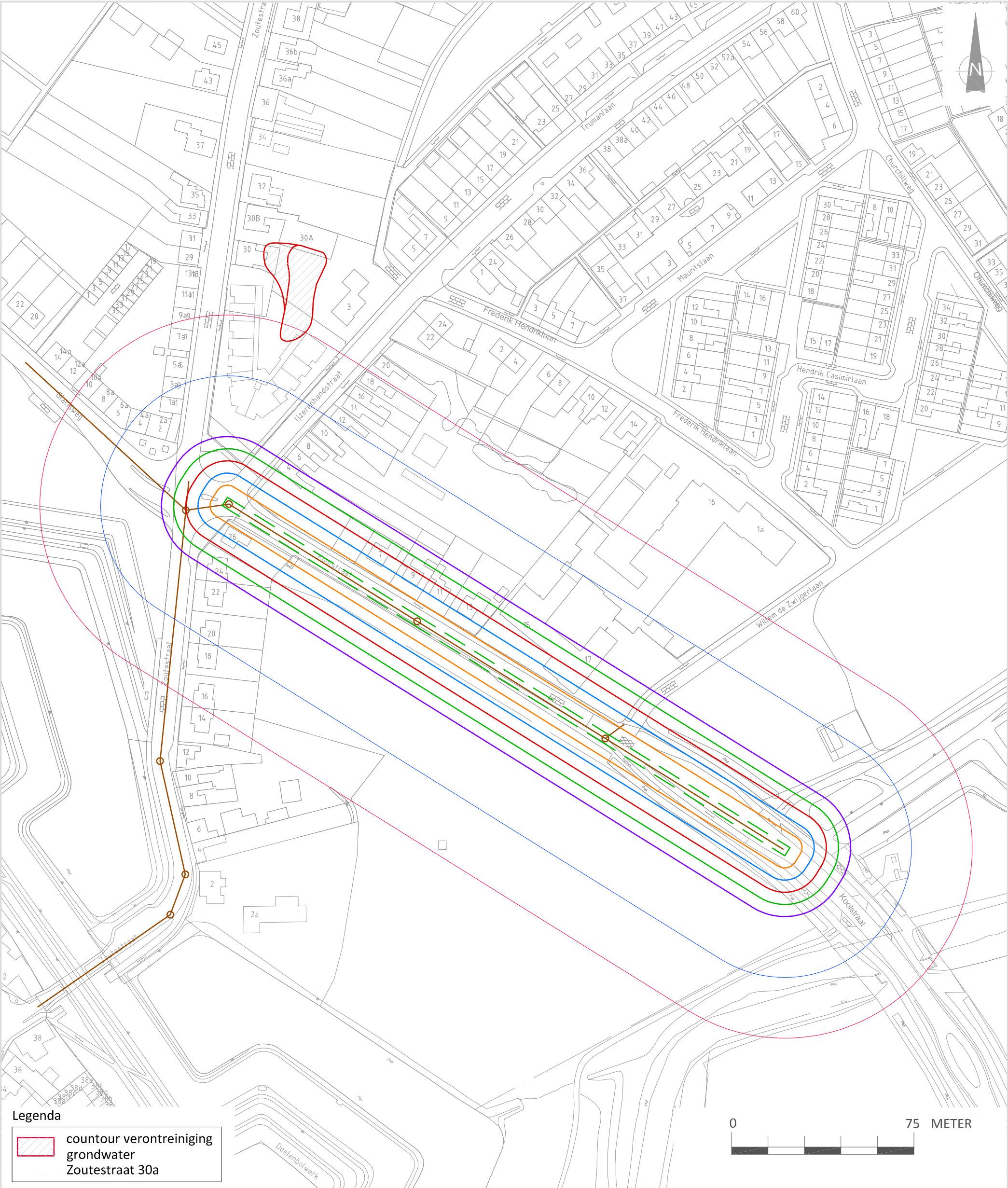
TOTAAL 0,001 m



Bijlage 6

Isohypsenaart grondwaterstandverlaging

- tekening HUL1505.01 t/m HUL1505.05



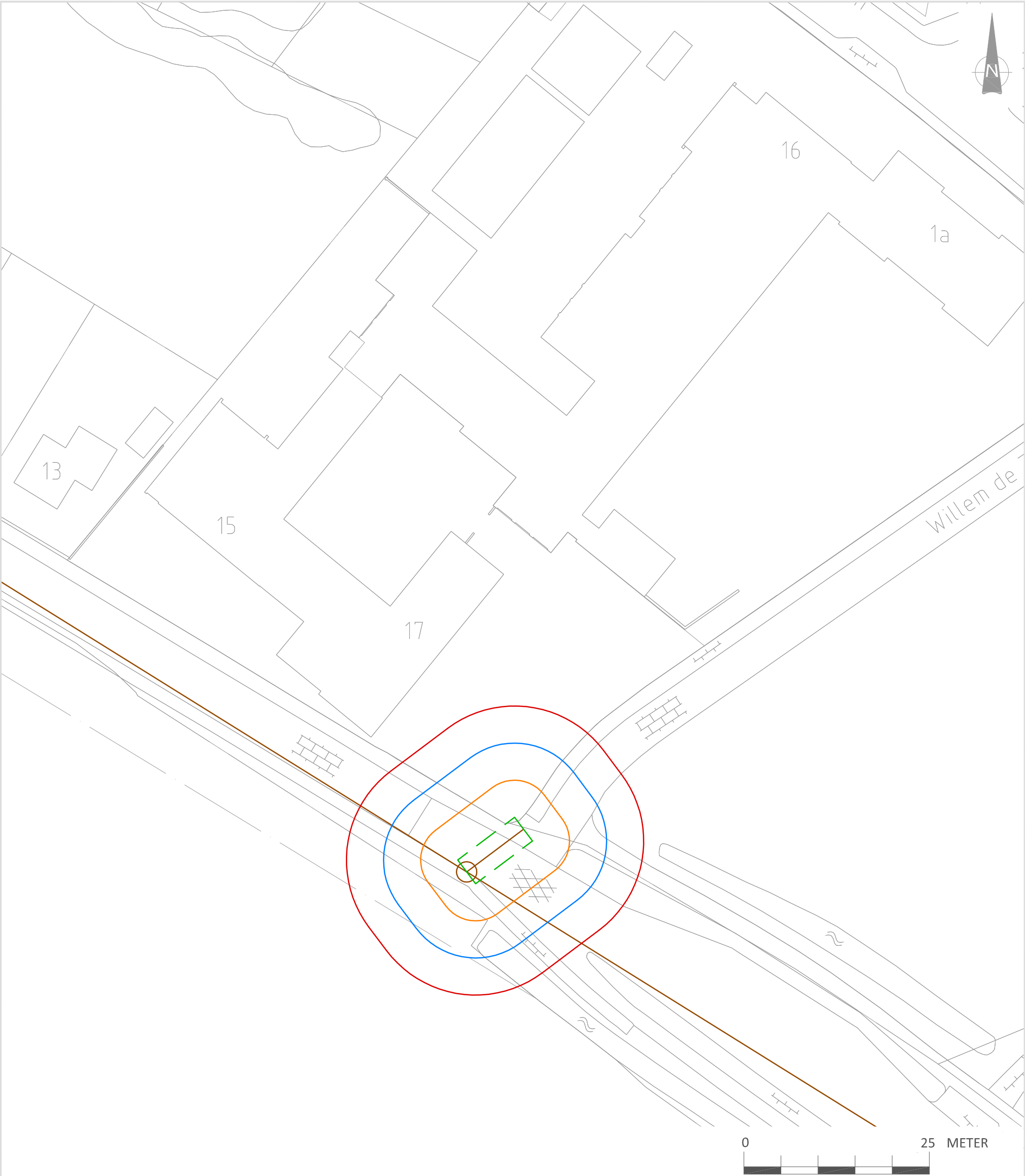
Legenda

countour verontreiniging
grondwater
Zoutestraat 30a

Legenda grondwaterdaling (eenheid m onder grondwaterstand)			
Contour	AG	GHG	GLG
5 m	-1,29	-1,81	-0,79
10 m	-0,77	-1,08	-0,47
15 m	-0,51	-0,71	-0,31
20m	-0,35	-0,49	-0,22
25 m	-0,25	-0,35	-0,15
50 m	-0,05	-0,07	-0,03
75 m	-0,01	-0,02	-

Opdrachtgever:	Gemeente Hulst	Benaming:	
Project:	000335: bemalingsadvies Koolstraat - Zoutestraat te Hulst	theoretische afmalingskromme sectie 1a Koolstraat Hulst	
 water, energy & environment		Schaal: 1 : 1.500	Groep: BOD
		Tekening nr.: HUL1505.01	Rev.: -

Deze tekening is eigendom van Adviesburo voor milieutechniek Colsen b.v. en mag zonder onze schriftelijke toestemming niet worden gecopieerd, gereproduceerd, aan derden ter inzage gegeven of voor aankoop ten behoeve van derden worden gebodigd. Alle rechten blijven voorbehouden aan Adviesburo voor milieutechniek Colsen b.v.



Legenda grondwaterdaling
(eenheid m onder grondwaterstand)

Contour	AG	GHG	GLG
5 m	-0,05	-0,10	-
10 m	-	-0,06	-
15 m	-	-0,03	-
20m	-	-	-
25 m	-	-	-
50 m	-	-	-
75 m	-	-	-

Opdrachtgever:

Gemeente Hulst

Project:

000335: bemalingsadvies Koolstraat - Zoutestraat te Hulst



Colsen b.v.
Kreekzoom 5
4561 GX HULST
Tel.: 0031 114-311548
Fax: 0031 114-316011
Email: info@colsen.nl
Internet: www.colsen.nl

Benaming:

theoretische
afmalingskromme
sectie 1b
Koolstraat Hulst

Schaal: 1 : 500

Groep: BOD

Tekening nr:

Rev.:

Datum:

Form.:

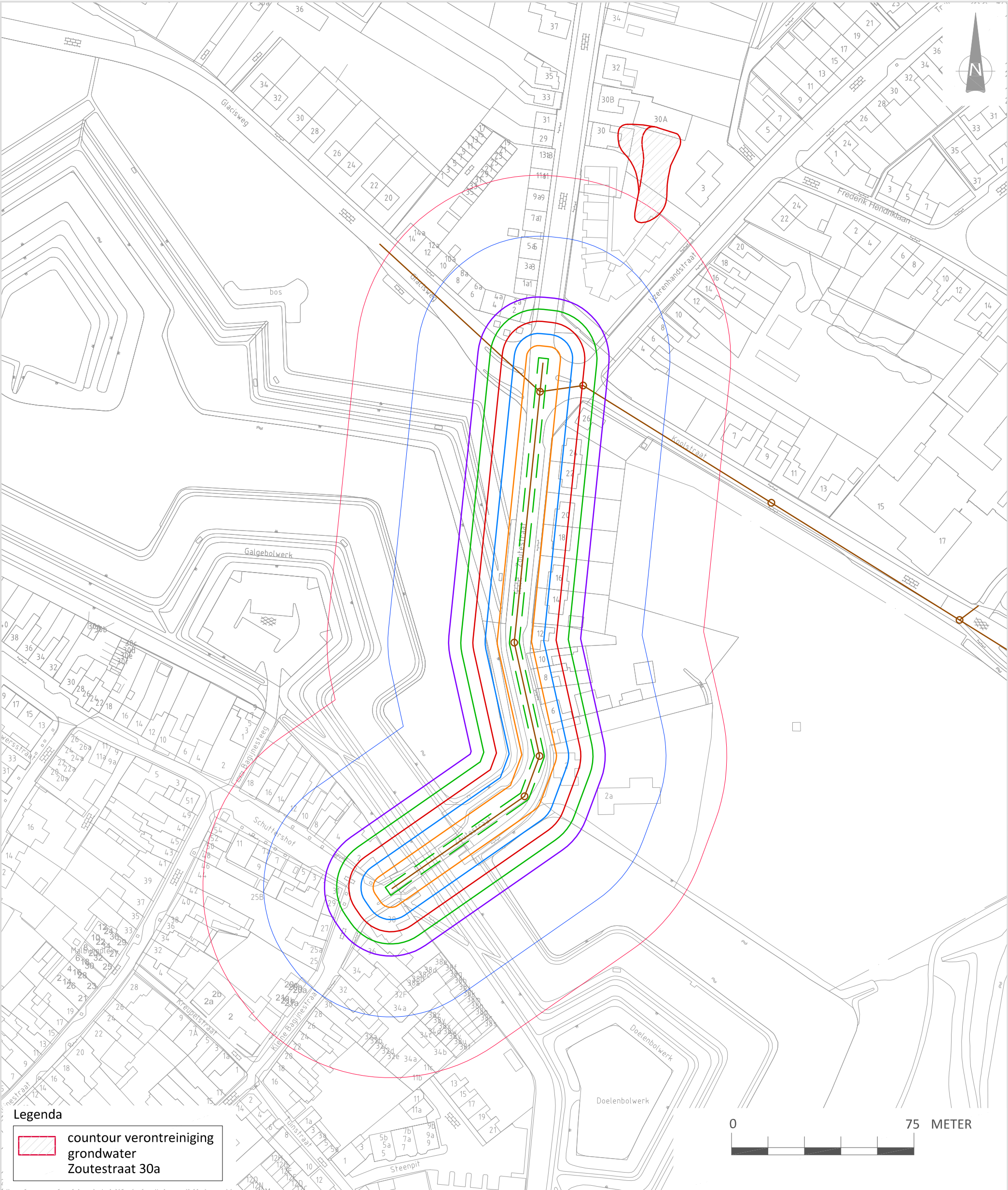
HUL1505.02

-

23-12-'15

A3

Deze tekening is eigendom van Adviesburo voor m&teu techniek Colsen b.v. en mag zonder onze schriftelijke toestemming niet worden gecopieerd, gereproduceerd, aan derden ter inzage gegeven of voor aanmaak ten behoeve van derden worden gebruikt. Alle rechten blijven voorbehouden aan Adviesburo voor m&teu techniek Colsen b.v.



Legenda

countour verontreiniging grondwater Zoutestraat 30a

Legenda grondwaterdaling
(eenheid m onder grondwaterstand)

Contour	AG	GHG	GLG
5 m	-0,65	-1,17	-0,16
10 m	-0,39	-0,70	-0,10
15 m	-0,26	-0,46	-0,06
20m	-0,18	-0,32	-0,04
25 m	-0,13	-0,23	-
50 m	-0,03	-0,05	-
75 m	-	-	-

Opdrachtgever:

Gemeente Hulst

Project:

000335: bemalingsadvies Koolstraat - Zoutestraat te Hulst



Colsen b.v.
Kreekzoom 5
4561 GX HULST
Tel.: 0031 114-311548
Fax: 0031 114-316011
Email: info@colsen.nl
Internet: www.colsen.nl

Benaming:

theoretische
afmalingskromme
sectie 2a
Zoutestraat Hulst

Schaal: 1 : 1.500

Groep: BOD

Tekening nr:

Rev.:

Datum:

Form.:

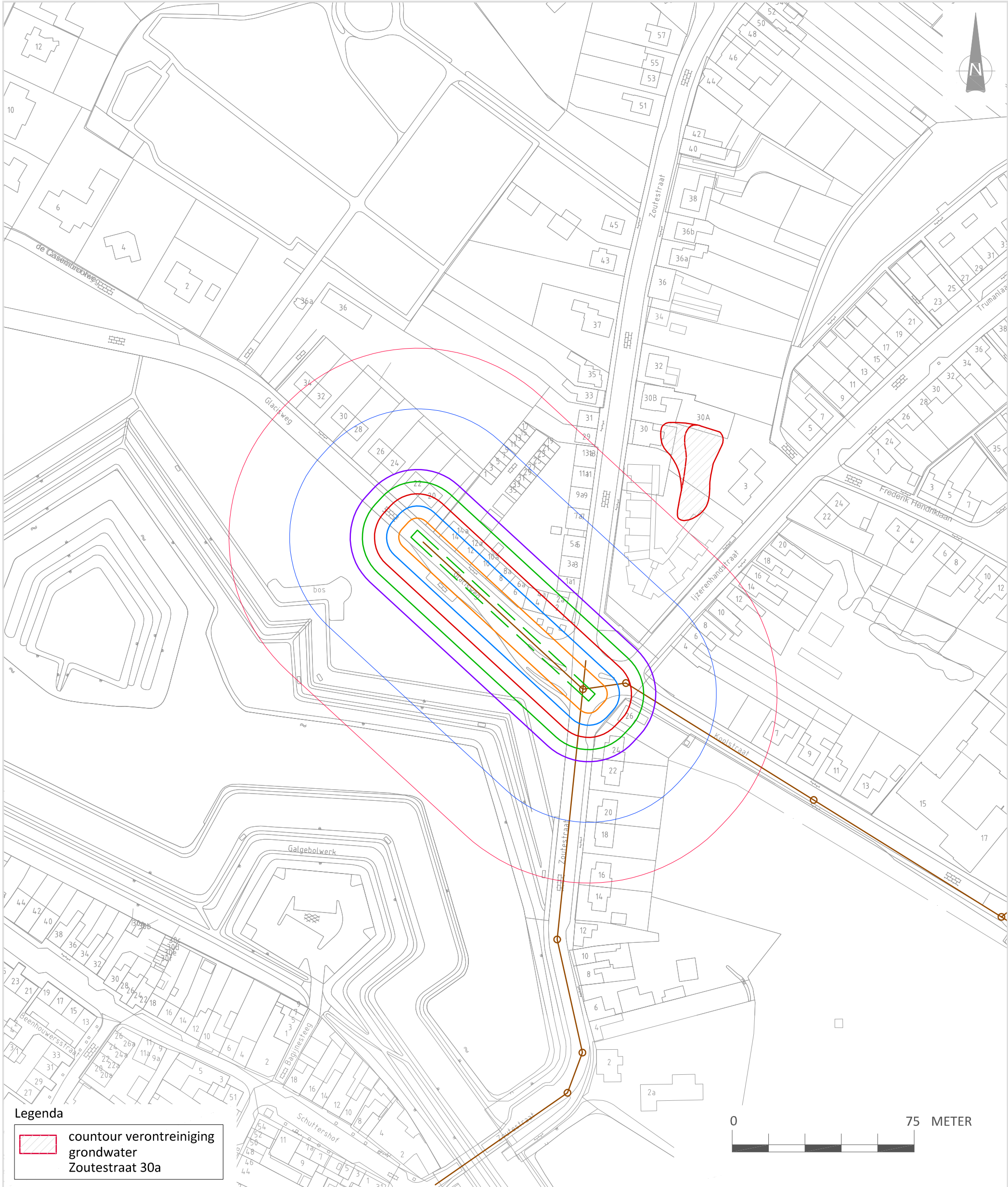
HUL1505.03

-

23-12-'15

A3

Deze tekening is eigendom van Adviesburo voor Milieutechniek Colsen b.v. en mag zonder onze schriftelijke toestemming niet worden gecopieerd, gereproduceerd, aan derden ter inzage gegeven of voor aankoop ten behoeve van derden worden gebodigd. Alle rechten blijven voorbehouden aan Adviesburo voor Milieutechniek Colsen b.v.



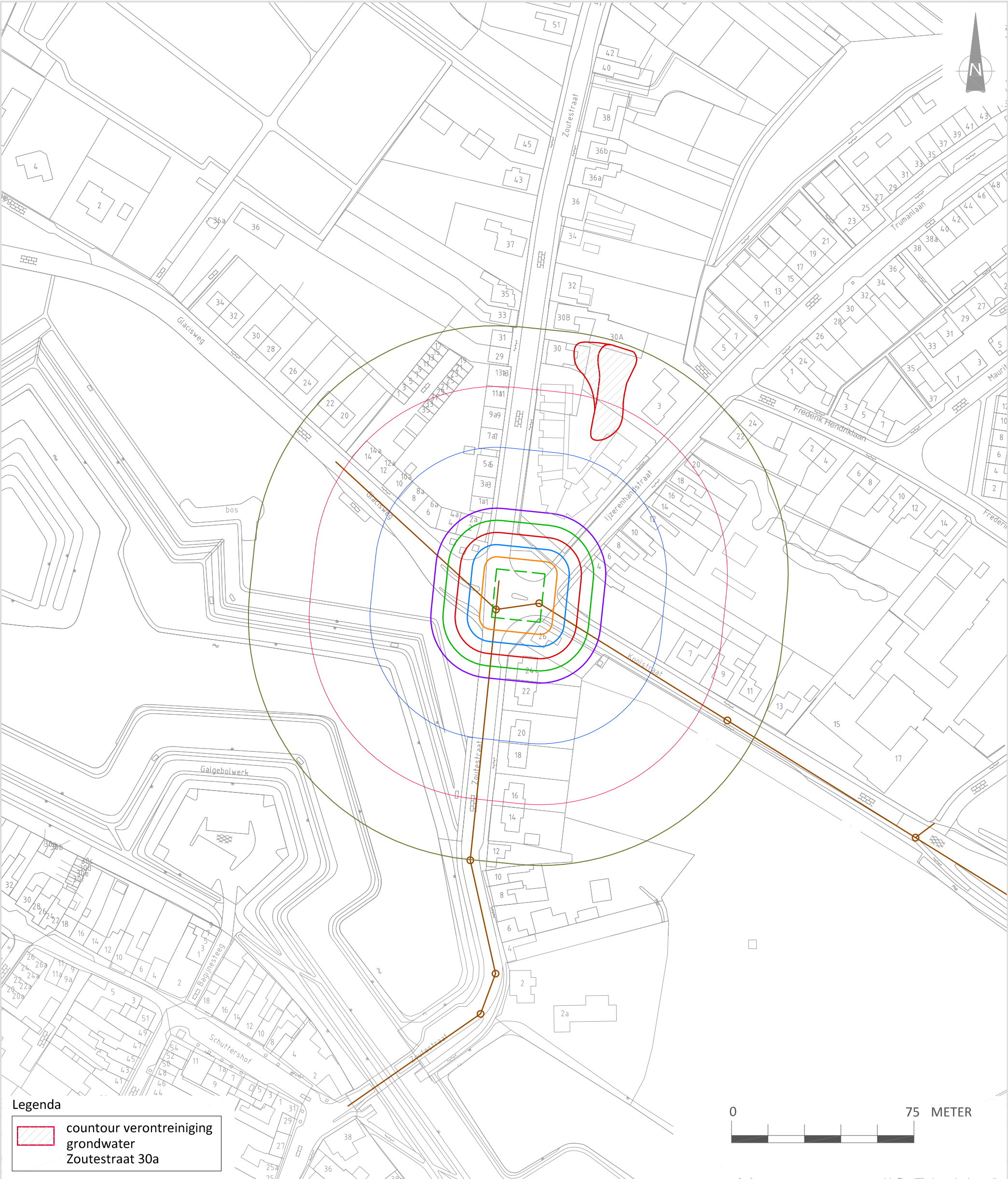
Legenda

countour verontreiniging
grondwater
Zoutestraat 30a

Legenda grondwaterdaling
(eenheid m onder grondwaterstand)

Contour	AG	GHG	GLG
5 m	-0,75	-1,25	-0,27
10 m	-0,45	-0,75	-0,16
15 m	-0,30	-0,50	-0,11
20m	-0,21	-0,35	-0,08
25 m	-0,15	-0,25	-0,05
50 m	-0,03	-0,05	-0,01
75 m	-	-0,01	-

Opdrachtgever: Gemeente Hulst	Benaming: theoretische afmalingskromme sectie 3a Glacisweg Hulst
Project: 000335: bemalingsadvies Koolstraat - Zoutestraat te Hulst	Schaal: 1 : 1.500 Groep: BOD
 Colsen water, energy & environment	Tekening nr.: HUL1505.04 Rev.: - Datum: 23-12-'15 Form.: A3
	Deze tekening is eigendom van Adviesburo voor Milieutechniek Colsen b.v. en mag zonder onze schriftelijke toestemming niet worden gecopieerd, gereproduceerd, aan derden ter inzage gegeven of voor aankoop ten behoeve van derden worden gebodigd. Alle rechten blijven voorbehouden aan Adviesburo voor Milieutechniek Colsen b.v.



Legenda

countour verontreiniging
grondwater
Zoutestraat 30a

Legenda grondwaterdaling
(eenheid m onder grondwaterstand)

Contour	AG	GHG	GLG
5 m	-1,58	-2,58	-0,58
10 m	-1,04	-1,70	-0,38
15 m	-0,75	-1,22	-0,28
20m	-0,56	-0,92	-0,21
25 m	-0,43	-0,70	-0,16
50 m	-0,13	-0,22	-0,05
75 m	-0,05	-0,08	-
100 m	-	-0,03	-

Opdrachtgever:		Gemeente Hulst		Benaming:	
Project:		000335: bemalingsadvies Koolstraat - Zoutestraat te Hulst		theoretische afmalingskromme sectie 4a: rotonde Koolstraat/Zoutestraat Hulst	
		Colsen b.v. Kreekzoom 5 4561 GX HULST Tel.: 0031 114-311548 Fax: 0031 114-316011 Email: info@colsen.nl Internet: www.colsen.nl		Schaal: 1 : 1.500	
				Groep: BOD	
				Tekening nr: Rev.: Datum: Form.:	
		HUL1505.05		-	23-12-'15
					A3
Deze tekening is eigendom van Adviesburo voor milieutechniek Colsen b.v. en mag zonder onze schriftelijke toestemming niet worden gecopieerd, gereproduceerd, aan derden ter inzage gegeven of voor aankoop ten behoeve van derden worden gebezigd. Alle rechten blijven voorbehouden aan Adviesburo voor milieutechniek Colsen b.v.					