

Rekennota bemaling

Nota betreffende numerieke berekeningen voor
bemalingsdeskundige doeleinden

Gent Sint-Pieter Station Fase 4

7/01/2025



Briefwisseling en facturatie

Smet GWT Europe nv
Divisie Drilltech
Kastelsedijk 64
B-2480 DESSEL

t: +32 14 38 96 96
f: +32 14 38 96 50
infosg@smetgroup.be
www.smetgroup.be
BE 0677.985.755

Zaak behandeld door

Steven Verelst
+32 483 51 82 54
steven.verelst@smetgroup.be

Namens projectleider:

Claudia Peeters
+32 497 51 49 03
Claudia.peeters@smetgroup.be



FORM220002NLS

Opdrachtgever:	Eiffage NV	
Auteur:	<u>Modelleur: Steven Verelst</u> +32 483 51 82 54 steven.verelst@smetgroup.be <u>Projectleider: Claudia Peeters</u> +32 497 51 49 03 claudia.peeters@smetgroup.be	
Project:	Gent Sint-Pieter station fase 4	
	Adres: Interne referentie: Datum opmaak: Versie:	Kon. Maria Hendrikaplein G20.05.22-9-RKN-2.2 7 januari 2025 2.2

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
2. Hydrogeologische studie van het terrein	7
3. Modelopbouw	10
4. Bemalingsconcept	11
5. Herbestemmen/lozen van bemalingswater	12
6. Reikwijdte bemaling (0,05m grens afpompekegel)	14
7. Debiet en waterbezwaar	15
8. Theoretische zettingen o.b.v. grondwaterverlaging	16
8.1 Zettingsberekening o.b.v. lokale grondmechanische gegevens (geen voorconsolidatie)	18
8.2 Zettingsberekening o.b.v. lokale grondmechanische gegevens (voorconsolidatie tot -20m MV)	19
9. Theoretische differentiële zettingen t.h.v. bestaande station t.g.v. grondwaterverlaging	20
10. Invloed op nabijgelegen verontreinigingen	21
10.1 Initiële particle tracking veronderstelde verontreiniging op perceel	21
10.2 Initiële impact op verontreinigingen – backwards particle tracking	23
10.3 Initiële impact op verontreinigingen – Forward particle tracking nabij gelegen OVAM-dossiers	25
11. Algemene opmerkingen en voorwaarden	34
12. Bijlagen	35
Grondonderzoek geraadpleegd via DOV	35
Bijkomende bijlagen	35

1. Inleiding

Bij uitvoering van fase 1 (cfr. Rekennota bemaling, G20.05.22-9-RKN-1 versie 10, d.d. 10 maart 2022) werden de actuele debieten van de bemalingsinstallatie en peilbuismetingen geregistreerd. Deze resultaten zijn gebruikt ter kalibratie van de bestaande rekenmodel. O.b.v. dit gekalibreerd model is er vervolgens fase 4 (in eerdere studie fase 3) van het project herrekend. Onderstaande nota bevat de resultaten voor fase 4 gebaseerd op het gekalibreerde model. Initieel werd uitgegaan van een looptijd van 263 dagen voor de 4^{de} fase.

De 4^{de} en laatste fase van de werken (zijnde zone 4) zijn berekend a.d.h.v. volgende uitvoering:

Zone 4: - 4.1

- Opstart = ca. 2 weken na opstart zone 4.2
(relatieve looptijd in model: dag 44 – 263)
met simultane opstart van filterbemaling en dieptebronnen

Zone 4: - 4.2

- Opstart = ca. 30 dagen na opstart zone 4.3
(relatieve looptijd in model: dag 30 – 120)

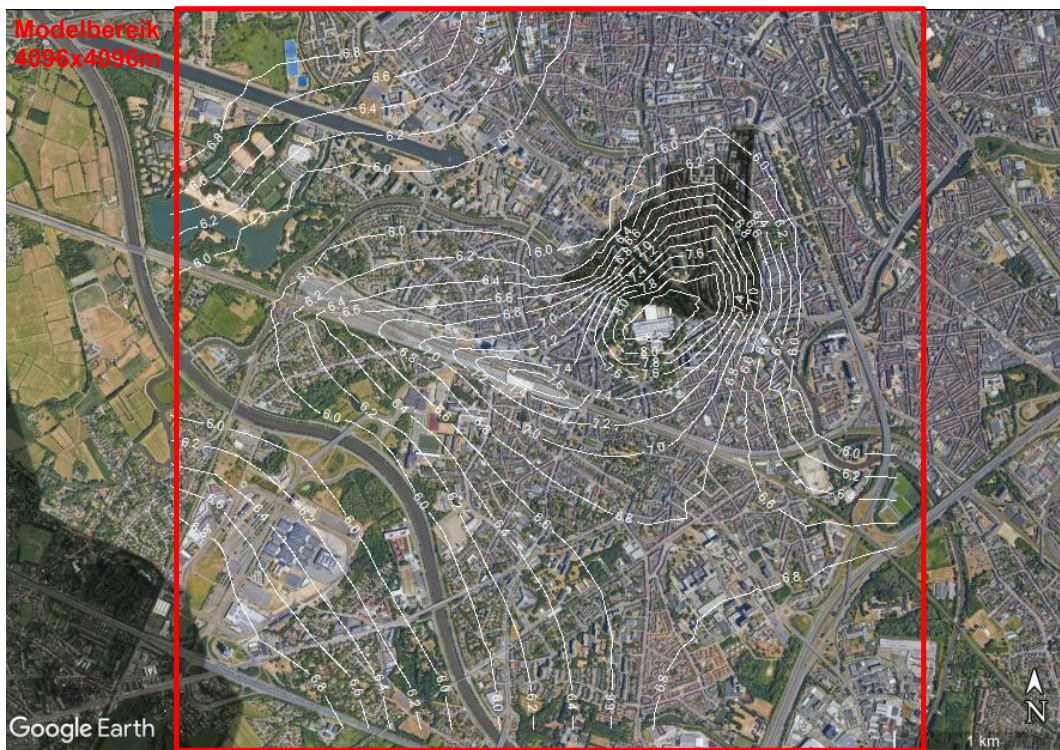
Zone 4: - 4.3

- Opstart = start berekening, zijnde dag 0 (relatief)
(relatieve looptijd in model: dag 0 – 90)

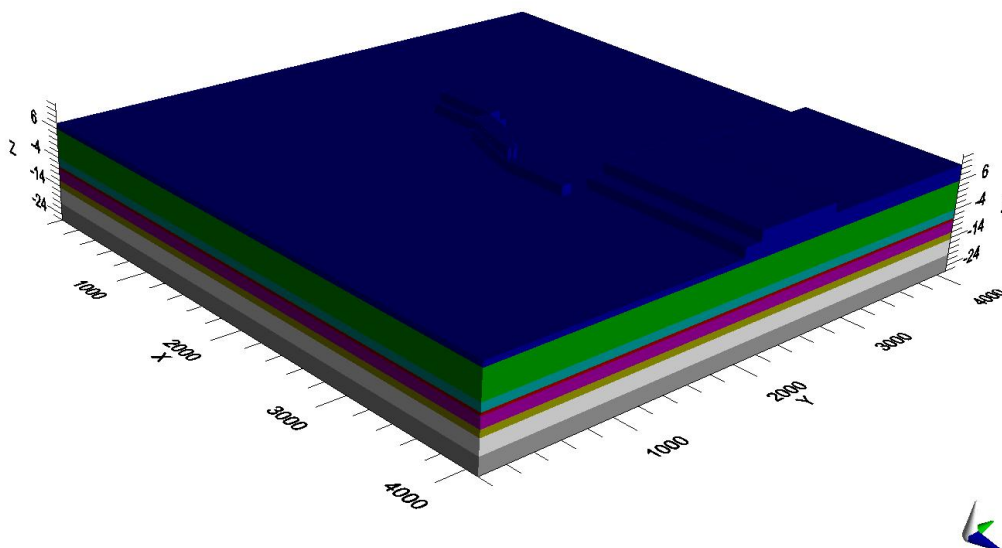
Het basismodel en zijn opbouw zijn ongewijzigd t.o.v. de initiële berekeningen. Het betreft nog steeds een 3D grondwatermodel waarbij de horizontale gelaagdheid en topografie (a.d.h.v. inactieve cellen) is behouden.

De berekening naar invloed van het bemalingssysteem berust op de destijds berekende nul-situatie, zijnde een referentie berekening naar het grondwaterpeil en gradiënt in rust. Hiervoor is er beroep gedaan op bepaalde peilbuismetingen en nabij gelegen waterlichamen.

Gezien de werken niet zijn aangevangen op de vooropgestelde startdatum en deze ook niet gekend is, kan dit pas gespecificeerd worden nadat de vergunning verleend is. De duurtijden die gehanteerd zijn binnen de modelberekening blijven wel van toepassing.

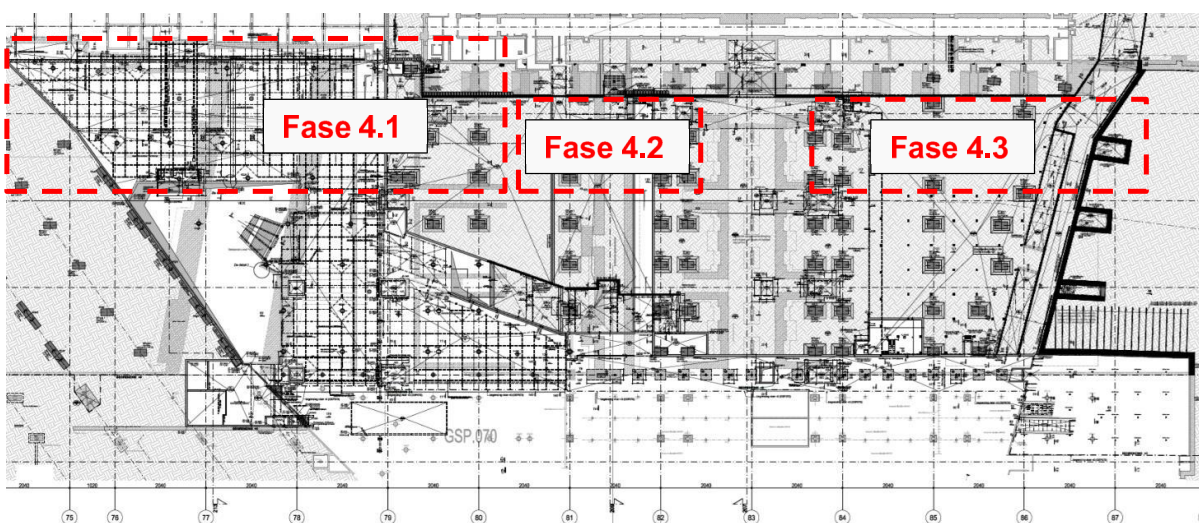


Figuur 2: Grondwaterpeil in rust



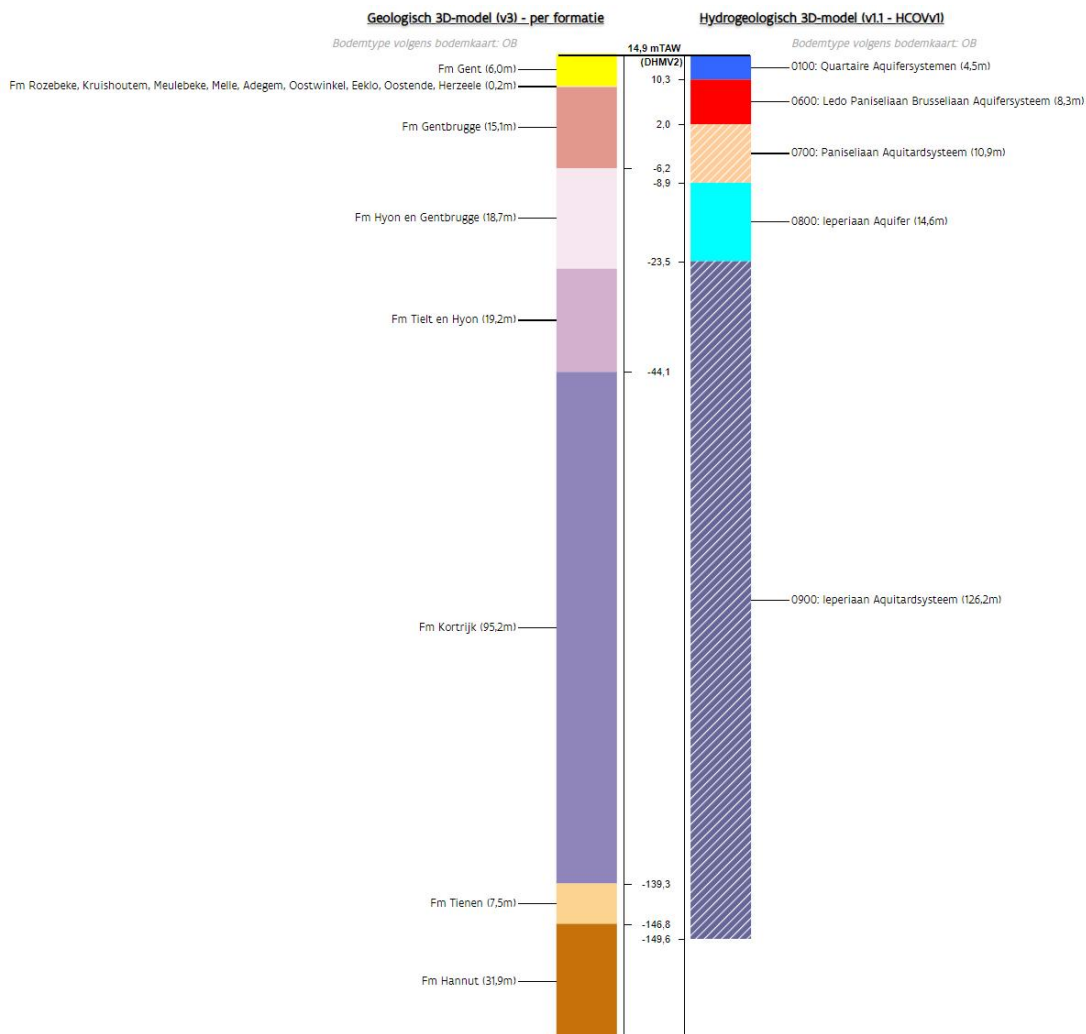
Figuur 3: 3D benadering terrein a.d.h.v. inactieve cellen beperkte 3D-simulatie t.h.v. projectsite

- Zone 4.1: Combineert een filterkader (l = 12m, 8m filter) en 3 dieptebronnen (l = 18m, 6m filter). Beide worden geïnstalleerd vanaf +4,5m TAW met aanzet -4,5m TAW en -10,5m TAW. De dieptebronnen reduceren de druk in het onderliggende pakket en reduceren hierbij ook opbolling.
- Zone 4.2: Kan gezien de beperkte omvang, gerealiseerd worden met één filterkader, deze wordt geïnstalleerd vanaf +7,5m TAW tot -4,5m TAW (l = 12m, 8m filter).
- Zone 4.3: Kan ook uitgevoerd worden met enkel een filterkader. Net zoals voorgaande bemalingssystemen, geplaatst vanaf 7,5m TAW (l = 12m, 8m filter).



2. Hydrogeologische studie van het terrein

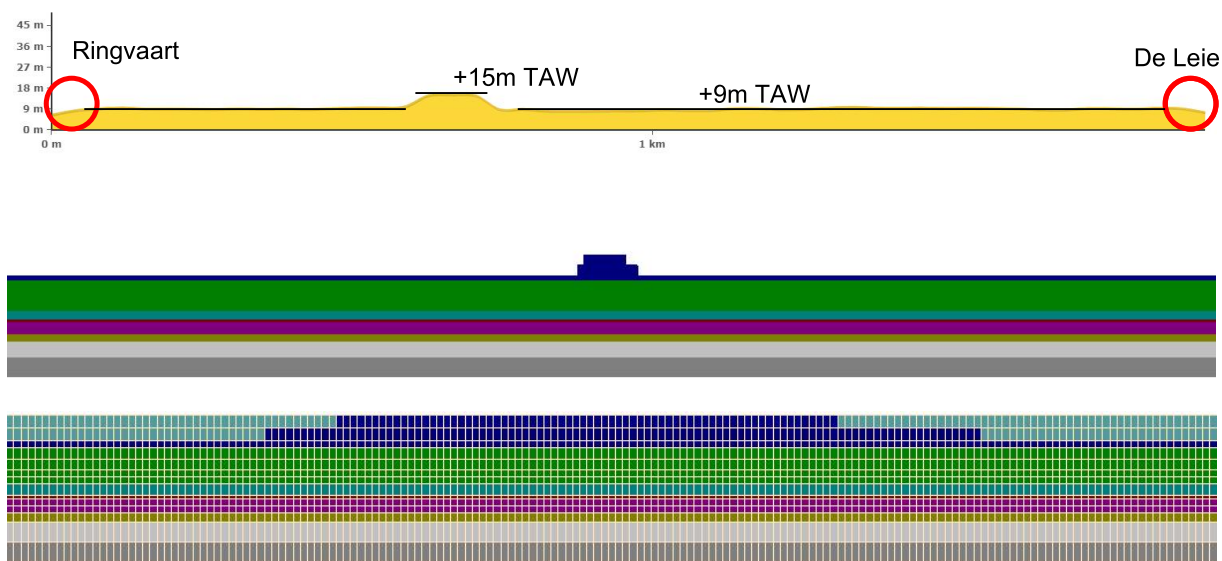
Als eerste indicatie een “virtuele boring” ter hoogte van projectsite m.b.v. DOV-tool. A.d.h.v. reeds vermeld specifiek grondonderzoek (Sonderingen afgetoetst aan DOV-boringen) is er een verfijnde onderverdeling gekomen.



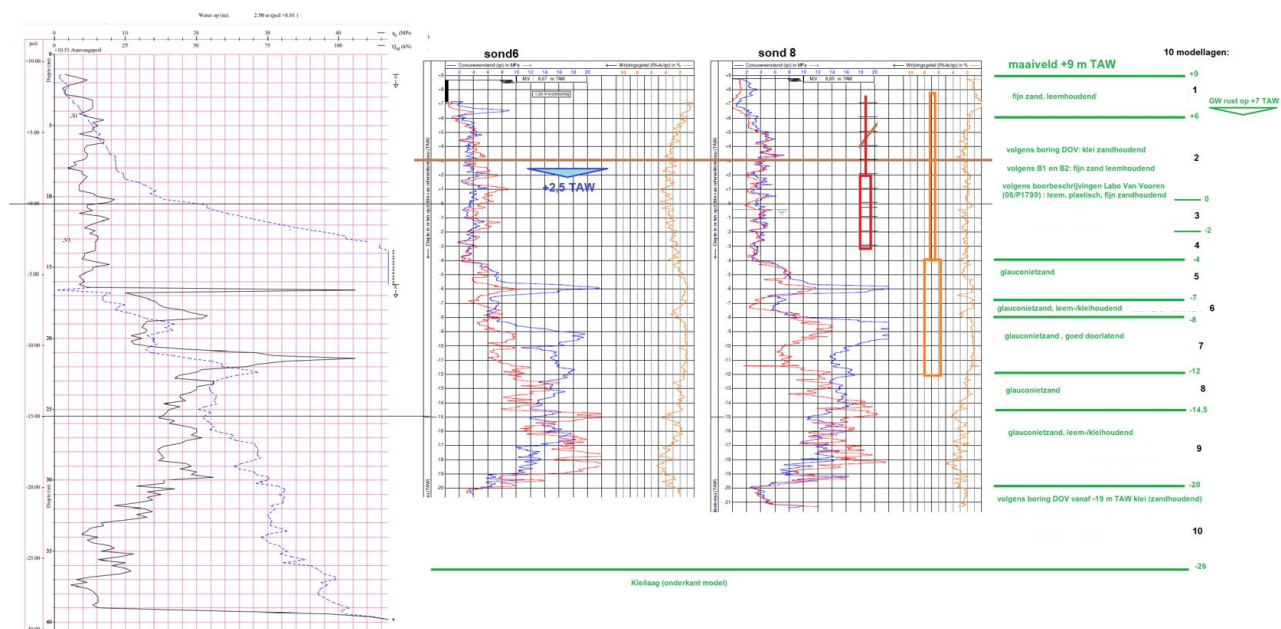
Voor de exacte geologisch opbouw van het model zijn lokale meetpunten (sonderingen en boringen) gebruikt om tot onderstaande lithologie te bekomen. Deze is geëxtrapoleerd buiten de site tot de modelgrenzen. Gezien dit sterk kan afwijken moet een zekere foutenmarge op de resultaten genomen worden.

Nabij de projectsite ligt het maaiveld op ongeveer +9m TAW. De eerste grondlaag bestaat uit een zandlaag met een beperkte vermenging van leem. Vervolgens is leempakket, met beperkte zandvermenging, van een aanzienlijke dikte (+/- 10m) terug te vinden. Gezien de constructies aanzetten in dit pakket, zal een filterbemaling toegepast worden om het moeilijk drainerend pakket te ontwateren. Onder de leemlaag bevindt zich een zandpakket met variërend glauconietgehalte, en dus variërende permeabiliteiten. Gaande van $8E-5$ m/s tot $1E-6$ m/s horizontaal en corresponderende verticale doorlatendheden. De onderzijde van het model wordt gedefinieerd een ondoorlatende kleilaag op -26m TAW.

Onderstaande modelsnede (zonder gridlijnen) toont de opbouw en verfijning van het eindige verschillen grid (vert./hori. visualisatie = 10/1) waarin de grondwaterberekening is uitgevoerd. Gezien vertrokken is van een horizontaal model dient a.d.h.v. inactieve cellen de topografie in rekening genomen te worden. Via geopunt.be is een hoogtesnede gemaakt tussen de Leie en de Ringvaart t.h.v. de modelsnede. Onderste modelsnede (vert./hori. visualisatie = 1/1) toont in modellaag 1 en 2, in cyaan de inactieve cellen waarmee het relief gesimuleerd wordt, deze worden niet in rekening genomen bij de grondwaterberekeningen in het model.



De verfijning van het model verschilt in horizontale en verticale zin. In horizontale zin is vertrokken van een cel afmeting van 256m x 256m. Nabij de projectsite zijn deze (met factor $\frac{1}{2}$) gradueel verfijnd tot een cel afmeting van 2m x 2m. In verticale zin is het model onderverdeeld in geologische entiteiten, deze zijn te onderscheiden van elkaar doormiddel van de onderstaande kleurcodering. Vervolgens zijn deze verder verfijnd tot modellagen met een dikte variërend tussen 1m en 5m, afhankelijk van het al dan niet aanwezig zijn van randvoorwaarden in de betreffende modellaag.



Binnen de definitieve nota is gerekend met onderstaande parameters.

Grondpakket	Kleur	Doorlatendheid (m/s)			Berging	
		Kx	Ky	Kz	Ss (1/m)	Sy
Fijn zand, leemhoudend		3E-5	3E-5	1E-5	1E-4	0.15
Leem (plastisch), fijn zandhoudend		3E-7	3E-7	1E-7	1E-4	0.1
Glauconiet zand		1E-5	1E-5	3.35E-6	1E-4	0.2
Glauconietzand, leem-/kleihoudend		1E-6	1E-6	7E-7	1E-3	0.1
Glauconietzand, goed doorlatend		8E-5	8E-5	8E-5	1E-4	0.1
Glauconietzand		3E-5	3E-5	2E-5	1E-3	0.1
Glauconietzand, leem-/kleihoudend		1E-6	1E-6	7E-7	1E-3	0.1
Zandhoudend klei		5E-7	5E-7	4E-7	1E-3	0.1

De resultaten worden gepresenteerd in latere hoofdstukken (6 t.e.m. 10) en omvatten volgende zaken:

- Invloed van bemaling op omgeving
- Debiet en waterbezwaar
- Theoretisch berekende absolute zetting o.b.v. verlaging uit grondwatermodel
- Aantrekking van verontreinigingen o.b.v. partikelstromen (Modpath)

3. Modelopbouw

Het bemalingsconcept is gesimuleerd met behulp van de Modflow 5 rekencomputer. Hiervoor is geopteerd voor de eindige verschillen methode in combinatie met een gestructureerd grid. Bijkomend is gekozen voor de Newton-solver en UPW-pakket om convergentie problemen te vermijden. Dit alles is uitgewerkt binnen de Visual Modflow Flex 9.1 GUI.

O.b.v. bovenstaande geologie is een stationaire grondwaterstand en stroming berekend (zie figuur 2, blz.5). Hiervoor zijn enkele randvoorwaarden in rekening genomen. Allereerst zijn op de randen van het model een constante stijghoogte opgelegd, dit m.b.v. een constant head parameter, hierbij is minstens één celmaat van 256m tussenafstand gelaten tussen de opgelegde stijghoogte en de rivier randvoorwaarden. Zowel de Ringvaart om Gent als de Vertakking De Pauw vallen binnen het modelgebied. Beiden zijn in rekening genomen als River randvoorwaarde. Beide zijn gesimuleerd over 2 modellagen als rivier met een waterpeil van +5,8m TAW, een bodempeil van +0,5m TAW en doorlatendheid van de bodem van $1E-7$ m/s over een dikte van 1m.

In het uiteindelijke model is ook de reeds uitgevoerde parking Gent Sint-Pieter in rekening genomen (o.b.v. aangeleverde plannen hoofdaannemer). De keerconstructies ter uitvoering van deze constructies werden aangezet op variërende peilen, reikend van +0.00m TAW (aan de toerit) tot -10.00m TAW (palenwand t.h.v. bestaand stationgebouw).

Het model wordt tot slot ook gevoed door een neerslag randvoorwaarde (Recharge). Hiervoor is een onderscheid gemaakt tussen sterk verstedelijkte gebieden, groene woongebieden en natuurzones. De neerslag toevoer varieert afhankelijk van de zone tussen 200mm/jaar en 450mm/jaar.

Met deze aannames is de grondwatertafel en stroming in rust gegenereerd. Hieruit kan afgeleid worden dat er een natuurlijke grondwaterstroom plaatsvindt naar de rivieren toe en deze dus ook, zoals verwacht, een drainerende functie kennen. Gezien de beperkte informatie en verschillende aannames gehanteerd voor het definiëren van de randvoorwaarden moeten deze waarden altijd kritisch beschouwd worden, de globale trend lijkt wel correct wanneer we dit vergelijken met de topografie, geologie en de voorziene peilbuismetingen.

Zoals eerder aangegeven werden de waarden van bovenstaand opgesomde randvoorwaarden bekomen na meerdere trial-and-error runs van het model, totdat de output (isohypsen grondwaterstand rust) overeen stemde met de verwachte en gemeten trend.

Tijdens de bemaling zullen de verschillende bemalingssystemen (dieptebronnen & verticale filters), per fase, voorzien worden van afzonderlijke debietmeters. Deze worden voorzien nabij het lozingspunt, de gemeten praktijkresultaten kunnen dienen om de theoretische berekende debieten af te toetsen en in latere fasen eventueel het model te kalibreren indien te grote discrepanties gemeten worden.

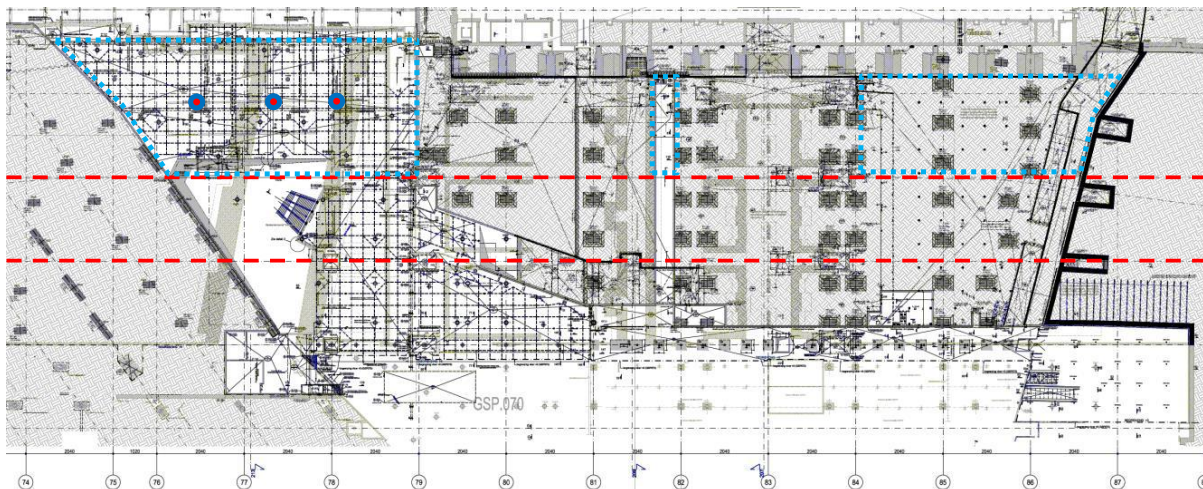
4. Bemalingsconcept

De bemaling is voorzien a.d.h.v. een combinatie van filterkaders en dieptebronnen. De filters worden vanaf +7,5m TAW aangebracht tot -4,5m TAW met een filterelement van 8m in het minder doorlatend klei-/leemhoudend zand. Voor de grotere bouwputten worden ook in het onderliggende, beter doorlatende glauconietzand dieptebronnen geïnstalleerd. Deze zorgen voor de nodige drukverlaging in deze aquifer zodoende opbarstgevaar te elimineren en opbolling van de watertafel naar het midden van de bouwput te reduceren. De dieptebronnen worden vanaf een voorafgraving +7,5m TAW geboord tot -10,5m TAW met een filterelement van 6m.

Gezien de werken voornamelijk plaatsvinden in het minder doorlatend klei-leemhoudend zand en dit pakket moeilijk ontwaterd. Zijn de bemalingssystemen van de grotere bouwputten ongeveer 5 weken op voorhand gesimuleerd. Dit is noodzakelijk om het volledige pakket tot een diepte van +2,5m TAW te ontwateren alvorens de werken kunnen aanvangen. De periode die nodig is om het grondwaterpeil voldoende te verlagen is afhankelijk van diverse parameters omtrent de geologie.

Onderstaande schets geeft de inplanting van de verschillende filterkaders en dieptebronnen weer.

- Filterkader (l = 12m, 8m filter) met tussenafstand van 3m
- Dieptebronnen (l = 18m, 6m filter)



5. Herbestemmen/lozen van bemalingswater



Stap 1 Beperken/retour:

In eerste instantie wordt de bemaling in ruimte en tijd beperkt tot het strikte minimum, door het faseren van de werken en bijhorende bemalingsinstallaties. Ook zullen de reeds geplaatste waterkerende schermen (CSM-wanden) in functie van uitvoering voorgaande fasen een gunstig effect hebben om de bemalingsinvloed, dit voornamelijk langsheen de zuidelijke zijde van fase 4.

De bemaling zal bovendien voorzien worden van een sondesturing, hierdoor zal de verlaging tot het strikt minimale beperkt worden om de werken in den droge uit te voeren. De modelberekening waarbij een grotere verlaging gegenereerd is (=marge) t.g.v. de dimensionering van het bemalingssysteem is dus een worst-case berekening.

Gezien de stedelijke context en drukte (projectsite = mobiliteitsknoop) is het praktisch niet haalbaar om infiltratie m.b.v. retourbemaling (infiltratieputten) toe te passen op de site zelf. Er werd vervolgens eerder onderzocht of de mogelijkheid bestaat om infiltratieputten te boren op het perceel van Campus Hogeschool Gent Schoonmeersen ten zuiden van de site. Dit werd afgewezen door de beheerder/eigenaar van het perceel gezien hun eigen geplande projectontwikkelingen. Iets verder ligt het natuurpark Overmeers, hier is reeds sprake van wateroverlast bij zware neerslag (= hoog peil waterlichaam). Herinfiltratie a.d.h.v. infiltratieputten zou deze problematiek verder stimuleren. Tot slot werd er gekeken naar mogelijke zones ten noord-oosten en noord-westen van het station. Gezien de stedelijke context en beperkte ruimte is het praktisch niet haalbaar om hier infiltratieputten te voorzien zonder de mobiliteit en omgeving significant te verstoren.

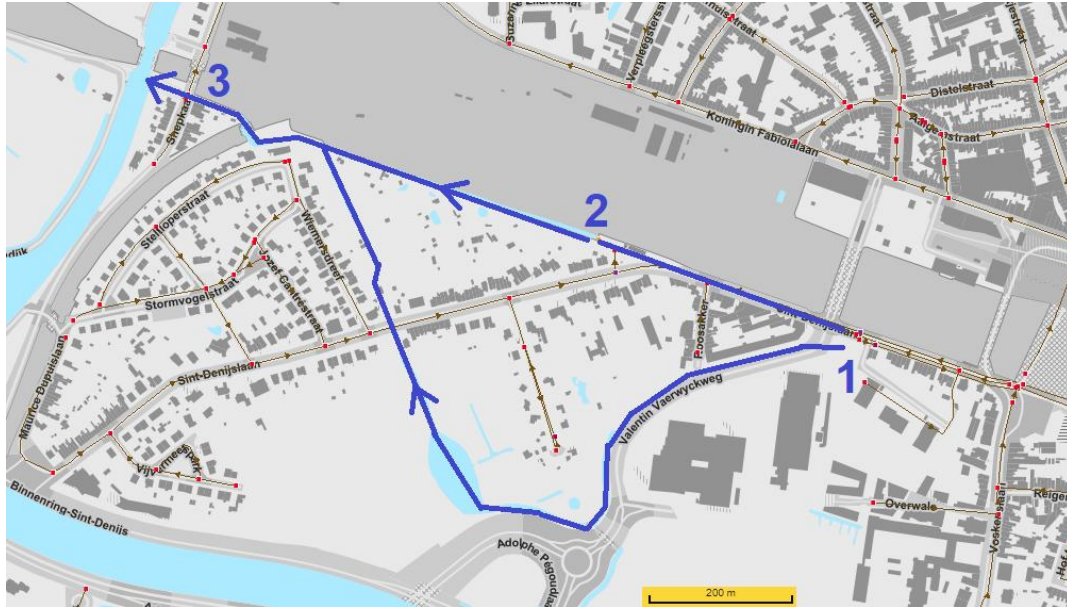
Stap 2 Hergebruiken:

Het aansluiten van een buffertank, met aparte debietmetingen, aan de afvoerzijde van de bemaling is steeds mogelijk. Hierdoor kunnen verschillende partijen (Groendienst Stad Gent, omwonenden, etc.), indien gewenst, water afnemen voor hun doeleinden.

Stap 3 Lozen op waterloop:

Aan de zuidzijde van het station is een RWA-aansluiting (Beheer door Farys) waar in principe zou kunnen geloosd worden. Het water zou dan via deze RWA overlopen in de gracht OS706a richting de Overmeers (zie traject nr. 1 op onderstaande afbeelding) en dan weer noordwaarts om uiteindelijk in de Leie uit te monden nabij de Snepkaai. Omwille van enerzijds, gekend wateroverlast in een wijk nabij de Overmeers, waarvan de RWA uitmondt in de Overmeers, en anderzijds de reeds natte omgeving in de Overmeers en de hoge grondwaterstand, is het lozingspunt via de RWA van Farys niet aangewezen. Een andere, eerder onderzochte optie is lozen in een gracht naast de spoorweg op ongeveer 800 m ten Westen (de Leiebeek, zie traject nr. 2 op onderstaande afbeelding). Deze gracht is eigendom van Infrabel en wordt beheerd door de aangelanden (Infrabel, Aquafin, Stad Gent, ...). Vervolgens stroomt het water dan verder in westelijke richting om uit te monden in de Leie. Ook deze optie werd eerder niet weerhouden omdat, enerzijds een capaciteitsberekening van deze gracht niet mogelijk is. Anderzijds varieert de vorm en diepte van deze gracht op haar traject waardoor er geen garantie kan gegeven worden op het vermijden van enige wateroverlast voor de buurt.

De afvoerleiding die in vorige fasen parallel langsheen de Leiebeek geplaatst werd zal hergebruikt worden om het bestaande lozingspunt te bereiken. Voor de exacte locatie van het lozingspunt verwijzen we naar het aparte plan m.b.t. het lozingspunt in bijlage. Door dit lozingspunt, vermijden we mogelijke wateroverlast in de Leiebeek en zitten we aanzienlijk dichterbij de monding van de gracht OS706a in de Leie waardoor opnieuw risico's op eventuele wateroverlast in de omgeving beperkt worden (zie nr.3 op onderstaande afbeelding).



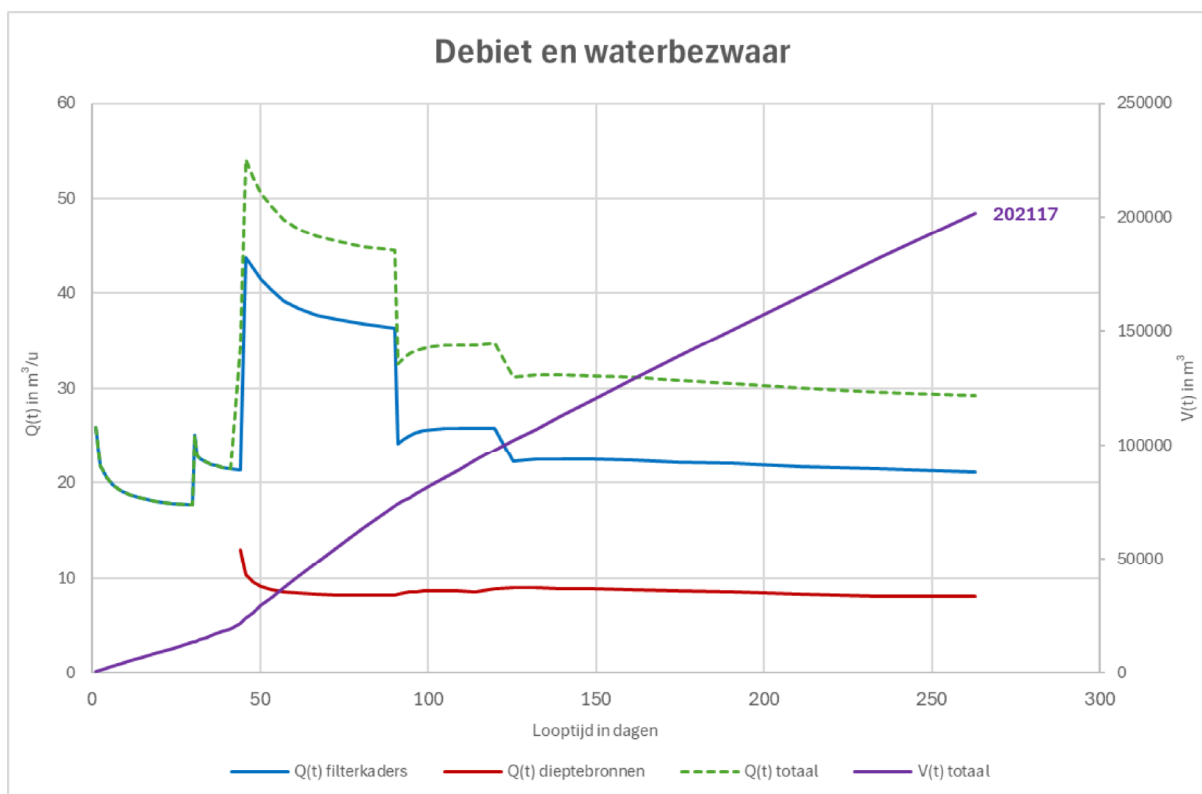
Stap 4 Lozen op riolering:
Zie Stap 3, lozing op waterloop

6. Reikwijdte bemaling (0,05m grens afpompkegel)

Meest kritische afpompkegel fase 4 op omgevingsniveau (stationaire toestand)



7. Debiet en waterbezwaar



Het totale waterbezwaar na de opgelegde looptijd van 263 dagen wordt geschat op 202117 m³.

8. Theoretische zettingen o.b.v. grondwaterverlaging

Gezien er nabij en op het perceel zelf reeds bemaalt is geweest in het verleden mag er voor bepaalde grondpakketten een extra consolidatiefactor in rekening genomen worden. Bij de aanleg van de ondergrondse parking onder het station zelf (2005) werd het grondwaterpeil zonder mitigerende maatregelen reeds verlaagd. Deze werken zijn destijds uitgevoerd door GMC. Exacte gegevens van de bereikte grondwaterpeilen, de duurtijd en resulterende consolidatie/zettingen zijn niet teruggevonden. Uitgaand dat de bemaling a.d.h.v. dieptebronnen in het glauconiethoudend zand is uitgevoerd, kan de aanname gesteld worden dat alle bovenliggende grondlagen reeds geconsolideerd zijn. Bijkomend kan gesteld worden dat dieper gelegen tertiaire pakketten doormiddel van voorbelasting ook reeds geconsolideerd zijn. Belangrijk hierbij is dat het omgekeerde fenomeen van relaxatie onderzocht wordt. Dit kan optreden bij het uitgraven, en dus ontlasten van de ondergrond.

Onderstaande berekening houdt geen rekening met differentiële zettingen. Deze moeten verder geanalyseerd worden i.f.v. kritische constructies bv: gebouwen, spoorweginfrastructuur, etc.

De onderstaande zettingen zijn berekend a.d.h.v. de formule van Terzaghi. Hierbij is eerst een C-waarde berekend op basis van de conusweerstand (Q_c), effectieve korrelspanning (σ') & de gekozen α -waarde. Dit voor elk meetinterval van de sondering tot 29m diepte (-29m MV).

$$C = \frac{\alpha * Q_c}{\sigma'}$$

De richtlijnen bemaling, 2019 (VMM) voorziet een factor voor reeds geconsolideerde grondpakketten. Binnen de 2^{de} berekening is dit voor alle grondpakketten toegepast, d.w.z. dat de C-waarde hiervoor vermenigvuldigd is met een factor 3. (Richtlijnen Bemaling, 2019, P. 150)

Met bovenstaande C-waarde rekent men verder in Terzaghi, hierbij is h steeds het meetinterval van het sondeerapparaat. Cumulatief worden de Δh waarden opgeteld over in rekening genomen diepte om de absolute totale zetting te bekomen.

$$\Delta h = \frac{1}{C} * \ln \left(\frac{\sigma' + \Delta \sigma'}{\Delta \sigma'} \right) * h$$

GEO-81/078-SVI						
61	zettingen tot ...m		Maaveld	GWP in rust	-m MV	
	20					
62	diepte	σ_{GM}	α	$q(MN/m^2)$	Ydroog	Ynat
63	0,20	3,60	3,00	1,54	18,00	20,00
64	0,40	7,20	3,00	1,54	18,00	20,00
65	0,60	10,80	3,00	1,54	18,00	20,00
66	0,80	14,40	3,00	1,54	18,00	20,00
67	1,00	18,00	3,00	1,54	18,00	20,00
68	1,20	21,60	3,00	1,54	18,00	20,00
69	1,40	25,20	3,00	1,54	18,00	20,00
70	1,60	28,80	3,00	1,54	18,00	20,00
71	1,80	32,40	3,00	1,54	18,00	20,00
72	2,00	36,00	3,00	1,54	18,00	20,00
73	2,20	39,60	3,00	1,54	18,00	20,00
74	2,40	40,00	3,00	1,54	18,00	20,00
75	2,60	42,00	3,00	1,92	18,00	20,00
76	2,80	42,40	3,00	1,92	18,00	20,00
77	3,00	44,00	3,00	4,62	18,00	18,00
78	3,20	45,60	2,50	3,08	18,00	18,00
79	3,40	47,20	2,50	3,40	18,00	18,00
80	3,60	48,80	2,50	3,08	18,00	18,00
81	3,80	50,40	2,50	5,00	18,00	18,00
82	4,00	52,00	2,50	5,47	18,00	18,00
83	4,20	53,60	2,50	10,77	18,00	18,00
84	4,40	55,20	2,50	8,47	18,00	18,00
85	4,60	56,80	2,50	8,24	18,00	18,00
86	4,80	58,40	2,50	13,08	18,00	18,00
87	5,00	60,00	2,50	8,47	18,00	18,00
88	5,20	61,60	2,50	5,39	18,00	18,00
89	5,40	63,20	2,50	5,39	18,00	18,00
90	5,60	64,80	2,50	4,62	18,00	18,00
91	5,80	66,40	2,50	4,23	18,00	18,00
92	6,00	68,00	2,50	4,62	18,00	18,00
93	6,20	69,60	2,50	4,62	18,00	18,00
94	6,40	71,20	2,50	3,85	18,00	18,00
95	6,60	72,80	2,50	4,62	18,00	18,00
96	6,80	74,40	2,50	4,62	18,00	18,00
97	7,00	76,00	2,50	5,00	18,00	18,00
98	7,20	77,60	2,50	5,00	18,00	18,00
99	7,40	79,20	2,00	3,85	16,00	16,00
100	7,60	80,80	2,00	3,46	16,00	16,00
101	7,80	82,40	2,00	4,62	16,00	16,00
102	8,00	84,00	2,00	6,18	16,00	16,00
103	8,20	85,60	2,00	3,85	16,00	16,00
104	8,40	87,20	2,00	3,46	16,00	16,00
105	8,60	88,80	2,00	3,85	16,00	16,00
106	8,80	90,40	2,00	5,77	16,00	16,00
107	9,00	92,00	2,00	5,77	16,00	16,00
108	9,20	93,60	2,00	5,77	16,00	16,00
109	9,40	95,20	2,00	5,77	16,00	16,00
110	9,60	96,80	2,00	5,77	16,00	16,00
111	9,80	98,40	2,00	5,77	16,00	16,00
112	10,00	100,00	2,00	5,77	16,00	16,00
113	10,20	101,60	2,00	5,77	16,00	16,00
114	10,40	103,20	2,00	5,77	16,00	16,00
115	10,60	104,80	2,00	5,77	16,00	16,00
116	10,80	106,40	2,00	5,77	16,00	16,00
117	11,00	108,00	2,00	5,77	16,00	16,00
118	11,20	109,60	2,00	5,77	16,00	16,00
119	11,40	111,20	2,00	5,77	16,00	16,00
120	11,60	112,80	2,00	5,77	16,00	16,00
121	11,80	114,40	2,00	5,77	16,00	16,00
122	12,00	116,00	2,00	5,77	16,00	16,00
123	12,20	117,60	2,00	5,77	16,00	16,00
124	12,40	119,20	2,00	5,77	16,00	16,00
125	12,60	120,80	2,00	5,77	16,00	16,00
126	12,80	122,40	2,00	5,77	16,00	16,00
127	13,00	124,00	2,00	5,77	16,00	16,00
128	13,20	125,60	2,00	5,77	16,00	16,00
129	13,40	127,20	2,50	6,18	16,00	18,00
130	13,60	128,80	2,50	5,77	18,00	18,00
131	13,80	130,40	2,50	5,77	18,00	18,00
132	14,00	132,00	2,50	7,70	18,00	18,00
133	14,20	133,60	2,50	5,77	18,00	18,00
134	14,40	135,20	2,50	5,77	18,00	18,00
135	14,60	136,80	2,50	4,23	18,00	18,00
136	14,80	138,40	2,50	5,77	18,00	18,00
137	15,00	140,00	2,50	5,77	18,00	18,00
138	15,20	141,60	2,50	5,39	18,00	18,00
139	15,40	143,20	2,50	7,70	18,00	18,00
140	15,60	144,80	2,50	7,70	18,00	18,00
141	15,80	146,40	2,50	4,23	18,00	18,00
142	16,00	148,00	2,50	3,85	18,00	18,00
143	16,20	149,60	2,50	4,62	18,00	18,00
144	16,40	151,20	2,50	7,70	18,00	18,00
145	16,60	152,80	3,00	10,00	18,00	20,00
146	16,80	154,40	3,00	14,60	20,00	20,00
147	17,00	156,00	3,00	13,85	18,00	20,00
148	17,20	157,60	3,00	13,85	18,00	20,00
149	17,40	159,20	3,00	15,39	20,00	20,00
150	17,60	160,80	3,00	16,93	18,00	20,00
151	17,80	162,40	3,00	18,47	18,00	20,00
152	18,00	164,00	3,00	19,01	20,00	20,00
153	18,20	165,60	3,00	20,78	18,00	20,00
154	18,40	167,20	3,00	34,63	18,00	20,00
155	18,60	168,80	3,00	34,63	20,00	20,00
156	18,80	170,40	3,00	20,78	18,00	20,00
157	19,00	172,00	3,00	15,39	18,00	20,00
158	19,20	173,60	3,00	20,78	20,00	20,00
159	19,40	175,20	3,00	15,39	18,00	20,00
160	19,60	176,80	3,00	14,62	18,00	20,00
161	19,80	178,40	3,00	15,39	20,00	20,00
162	20,00	180,00	3,00	13,85	18,00	20,00
163	20,20	181,60	3,00	12,31	18,00	20,00
164	20,40	183,20	3,00	12,31	20,00	20,00
165	20,60	184,80	3,00	13,85	18,00	20,00
166	20,80	186,40	3,00	18,47	18,00	20,00
167	21,00	188,00	3,00	17,70	20,00	20,00
168	21,20	189,60	3,00	20,78	18,00	20,00
169	21,40	191,20	3,00	18,47	18,00	20,00
170	21,60	192,80	3,00	20,78	20,00	20,00
171	21,80	194,40	3,00	21,52	18,00	20,00
172	22,00	196,00	3,00	23,09	18,00	20,00
173	22,20	197,60	3,00	23,09	20,00	20,00
174	22,40	199,20	3,00	23,09	18,00	20,00
175	22,60	200,80	3,00	20,78	18,00	20,00
176	22,80	202,40	3,00	21,52	20,00	20,00
177	23,00	204,00	3,00	20,78	18,00	20,00
178	23,20	205,60	3,00	19,24	18,00	20,00
179	23,40	207,20	3,00	19,24	20,00	20,00
180	23,60	208,80	3,00	19,24	18,00	20,00
181	23,80	210,40	3,00	19,24	18,00	20,00
182	24,00	212,00	3,00	19,24	20,00	20,00
183	24,20	213,60	3,00	20,01	18,00	20,00
184	24,40	215,20	3,00	19,24	18,00	20,00
185	24,60	216,80	3,00	20,01	20,00	20,00
186	24,80	218,40	3,00	19,24	18,00	20,00
187	25,00	220,00	3,00	18,47	18,00	20,00
188	25,20	221,60	3,00	19,24	20,00	20,00
189	25,40	223,20	3,00	18,47	18,00	20,00
190	25,60	224,80	3,00	16,93	18,00	20,00
191	25,80	226,40	3,00	17,70	20,00	20,00
192	26,00	228,00	3,00	17,70	18,00	20,00
193	26,20	229,60	3,00	18,47	18,00	20,00
194	26,40	231,20	3,00	18,47	20,00	20,00
195	26,60	232,80	3,00	19,24	18,00	20,00
196	26,80	234,40	3,00	19,24	18,00	20,00
197	27,00	236,00	3,00	19,24	20,00	20,00
198	27,20	237,60	3,00	20,01	18,00	20,00
199	27,40	239,20	3,00	19,24	18,00	20,00
200	27,60	240,80	3,00	20,01	20,00	20,00
201	27,80	242,40	3,00	19,24	18,00	20,00
202	28,00	244,00	3,00	18,47	18,00	20,00
203	28,20	245,60	3,00	19,24	20,00	20,00
204	28,40	247,20	3,00	16,55	18,00	20,00
205	28,60	248,80	3,00	18,47	20,00	20,00
206	28,80	250,40	3,00	17,32	18,00	20,00
207	29,00	252,00	3,00	16,92	18,00	20,00
208	29,20	253,60	3,00	22,32	20,00	20,00
209	29,40	255,20	3,00	21,52	18,00	20,00

Zettingsberekening o.b.v.
grondmechanische gegevens:

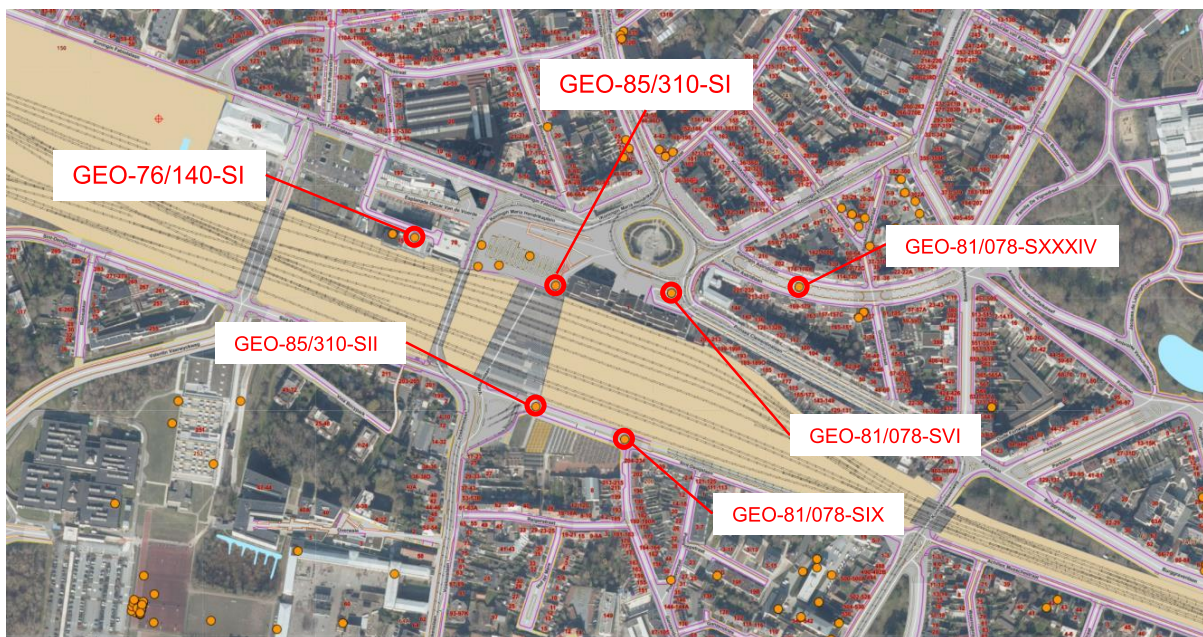
Links: α = factor 1 (cfr. Eurocode 7)

Rechts α = factor 3 (cfr. Eurocode 7)

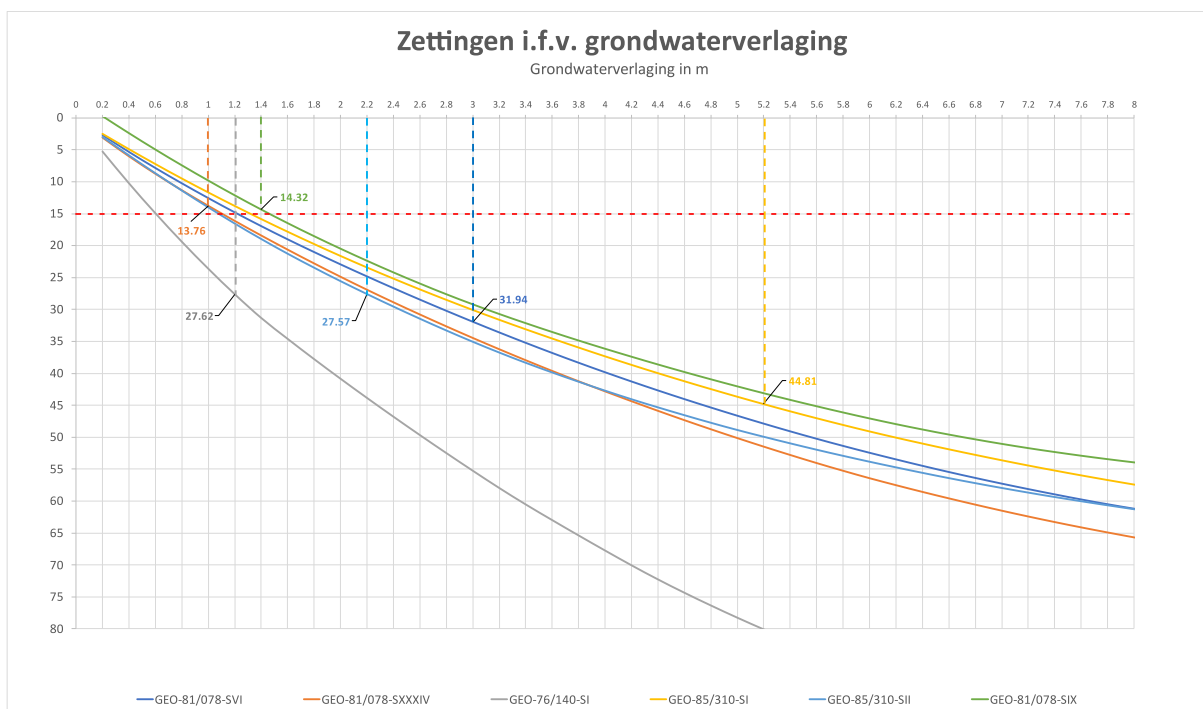


GEO-81/078-SVI						
61 62 63 64	zettingen tot ...m		Maaveld		GWP in rust	-m MV
	20		9			
65	diepte	σ_{GM}	α	$q(MN/m^2)$	Ydroog	Ynat
66	0,20	3,60	9,00	1,54	18,00	20,00
67	0,40	7,20	9,00	1,54	18,00	20,00
68	0,60	10,80	9,00	1,54	18,00	20,00
69	0,80	14,40	9,00	1,54	18,00	20,00
70	1,00	18,00	9,00	1,54	18,00	20,00
71	1,20	21,60	9,00	1,54	18,00	20,00
72	1,40	25,20	9,00	1,54	18,00	20,00
73	1,60	28,80	9,00	1,54	18,00	20,00
74	1,80	32,40	9,00	1,54	18,00	20,00
75	2,00	36,00	9,00	1,54	18,00	20,00
76	2,20	39,60	9,00	1,54	18,00	20,00
77	2,40	43,20	9,00	1,54	18,00	20,00
78	2,60	46,80	9,00	1,54	18,00	20,00
79	2,80	50,40	9,00	1,54	18,00	20,00
80	3,00	54,00	9,00	1,54	18,00	20,00
81	3,20	57,60	7,50	3,08	18,00	18,00
82	3,40	61,20	7,50	3,44	18,00	18,00
83	3,60	64,80	7,50	3,08	18,00	18,00
84	3,80	68,40	7,50	5,00	18,00	18,00
85	4,00	72,00	7,50	10,77	18,00	18,00
86	4,20	75,60	7,50	8,47	18,00	18,00
87	4,40	79,20	7,50	8,24	18,00	18,00
88	4,60	82,80	7,50	2,24	18,00	18,00
89	4,80	86,40	7,50	13,08	18,00	18,00
90	5,00	90,00	7,50	8,47	18,00	18,00
91	5,20	93,60	7,50	5,39	18,00	18,00
92	5,40	97,20	7,50	5,39	18,00	18,00
93	5,60	100,80	7,50	4,62	18,00	18,00
94	5,80	104,40	7,50	4,23	18,00	18,00
95	6,00	108,00	7,50	4,62	18,00	18,00
96	6,20	111,60	7,50	4,62	18,00	18,00
97	6,40	115,20	7,50	3,85	18,00	18,00
98	6,60	118,80	7,50	4,62	18,00	18,00
99	6,80	122,40	7,50	4,62	18,00	18,00
100	7,00	126,00	7,50	5,00	18,00	18,00
101	7,20	129,60	7,50	5,00	18,00	18,00
102	7,40	133,20	7,50	3,85	16,00	18,00
103	7,60	136,80	7,50	3,46	16,00	18,00
104	7,80	140,40	7,50	3,46	16,00	18,00
105	8,00	144,00	7,50	3,85	16,00	18,00
106	8,20	147,60	7,50	3,85	16,00	18,00
107	8,40	151,20	7,50	3,85	16,00	18,00
108	8,60	154,80	7,50	3,85	16,00	18,00
109	8,80	158,40	7,50	3,85	16,00	18,00
110	9,00	162,00	7,50	3,85	16,00	18,00
111	9,20	165,60	6,00	5,00	16,00	18,00
112	9,40	169,20	6,00	5,00	16,00	18,00
113	9,60	172,80	6,00	2,39	16,00	18,00
114	9,80	176,40	6,00	2,39	16,00	18,00
115	10,00	180,00	6,00	4,23	16,00	18,00
116	10,20	183,60	6,00	4,23	16,00	18,00
117	10,40	187,20	6,00	4,62	16,00	18,00
118	10,60	190,80	6,00	4,62	16,00	18,00
119	10,80	194,40	6,00	4,62	16,00	18,00
120	11,00	198,00	6,00	4,23	16,00	18,00
121	11,20	201,60	6,00	4,23	16,00	18,00
122	11,40	205,20	6,00	4,23	16,00	18,00
123	11,60	208,80	6,00	5,39	16,00	18,00
124	11,80	212,40	6,00	5,77	16,00	18,00
125	12,00	216,00	6,00	5,77	16,00	18,00
126	12,20	219,60	6,00	5,77	16,00	18,00
127	12,40	223,20	6,00	5,77	16,00	18,00
128	12,60	226,80	6,00	5,77	16,00	18,00
129	12,80	230,40	6,00	5,77	16,00	18,00
130	13,00	234,00	6,00	7,70	16,00	18,00
131	13,20	237,60	6,00	7,70	16,00	18,00
132	13,40	241,20	6,00	7,70	16,00	18,00
133	13,60	244,80	6,00	7,70	16,00	18,00
134	13,80	248,40	6,00	7,70	16,00	18,00
135	14,00	252,00	6,00	7,70	16,00	18,00
136	14,20	255,60	6,00	7,70	16,00	18,00
137	14,40	259,20	6,00	7,70	16,00	18,00
138	14,60	262,80	6,00	7,70	16,00	18,00
139	14,80	266,40	6,00	7,70	16,00	18,00
140	15,00	270,00	6,00	7,70	16,00	18,00
141	15,20	273,60	6,00	7,70	16,00	18,00
142	15,40	277,20	6,00	7,70	16,00	18,00
143	15,60	280,80	6,00	7,70	16,00	18,00
144	15,80	284,40	6,00	7,70	16,00	18,00
145	16,00	288,00	6,00	7,70	16,00	18,00
146	16,20	291,60	6,00	7,70	16,00	18,00
147	16,40	295,20	6,00	7,70	16,00	18,00
148	16,60	298,80	6,00	7,70	16,00	18,00
149	16,80	302,40	6,00	7,70	16,00	18,00
150	17,00	306,00	6,00	7,70	16,00	18,00
151	17,20	309,60	6,00	13,85	16,00	20,00
152	17,40	313,20	6,00	13,85	16,00	20,00
153	17,60	316,80	6,00	13,85	16,00	20,00
154	17,80	320,40	6,00	16,93	16,00	20,00
155	18,00	324,00	6,00	16,93	16,00	20,00
156	18,20	327,60	6,00	16,93	16,00	20,00
157	18,40	331,20	6,00	18,47	16,00	20,00
158	18,60	334,80	6,00	20,91	16,00	20,00
159	18,80	338,40	6,00	20,91	16,00	20,00
160	19,00	342,00	6,00	20,91	16,00	20,00
161	19,20	345,60	6,00	20,91	16,00	20,00
162	19,40	349,20	6,00	20,91	16,00	20,00
163	19,60	352,80	6,00	20,91	16,00	20,00
164	19,80	356,40	6,00	20,91	16,00	20,00
165	20,00	360,00	6,00	20,91	16,00	20,00
166	20,20	363,60	6,00	20,91	16,00	20,00
167	20,40	367,20	6,00	20,91	16,00	20,00
168	20,60	370,80	6,00	20,91	16,00	20,00
169	20,80	374,40	6,00	20,91	16,00	20,00
170	21,00	378,00	6,00	20,91	16,00	20,00
171	21,20	381,60	6,00	20,91	16,00	20,00
172	21,40	385,20	6,00	20,91	16,00	20,00
173	21,60	388,80	6,00	20,91	16,00	20,00
174	21,80	392,40	6,00	20,91	16,00	20,00
175	22,00	396,00	6,00	20,91	16,00	20,00
176	22,20	399,60	6,00	20,91	16,00	20,00
177	22,40	403,20	6,00	20,91	16,00	20,00
178	22,60	406,80	6,00	20,91	16,00	20,00
179	22,80	410,40	6,00	20,91	16,00	20,00
180	23,00	414,00	6,00	20,91	16,00	20,00
181	23,20	417,60	6,00	20,91	16,00	20,00
182	23,40	421,20	6,00	20,91	16,00	20,00
183	23,60	424,80	6,00	20,91	16,00	20,00
184	23,80	428,40	6,00	20,91	16,00	20,00
185	24,00	432,00	6,00	20,91	16,00	20,00
186	24,20	435,60	6,00	20,91	16,00	20,00
187	24,40	439,20	6,00	20,91	16,00	20,00
188	24,60	442,80	6,00	20,91	16,00	20,00
189	24,80	446,40	6,00	20,91	16,00	20,00
190	25,00	450,00	6,00	20,91	16,00	20,00
191	25,20	453,60	6,00	20,91	16,00	20,00
192	25,40	457,20	6,00	20,91	16,00	20,00
193	25,60	460,80	6,00	20,91	16,00	20,00
194	25,80	464,40	6,00	20,91	16,00	20,00
195	26,00	468,00	6,00	20,91	16,00	20,00
196	26,20	471,60	6,00	20,91	16,00	20,00
197	26,40	475,20	6,00	20,91	16,00	20,00
198	26,60	478,80	6,00	20,91	16,00	20,00
199	26,80	482,40	6,00	20,91	16,00	20,00
200	27,00	486,00	6,00	20,91	16,00	20,00
201	27,20	489,60	6,00	20,91	16,00	20,00
202	27,40	493,20	6,00	20,91	16,00	20,00
203	27,60	496,80	6,00	20,91	16,00	20,00
204	27,80	500,40	6,00	20,91	16,00	20,00
205	28,00	504,00	6,00	20,91	16,00	20,00
206	28,20	507,60	6,00	20,91	16,00	20,00
207	28,40	511,20	6,00	20,91	16,00	20,00
208	28,60	514,80	6,00	20,91	16,00	20,00
209	28,80	518,40	6,00	20,91	16,00	20,00
210	29,00	522,00	6,00	20,91	16,00	20,00
211	29,20	525,60	6,00	20,91	16,00	20,00
212	29,40	529,20	6,00	20,91	16,00	20,00
213	29,60	532,80	6,00	20,91	16,00	20,00
214	29,80	536,40	6,00	20,91	16,00	20,00
215	30,00	540,00	6,00	20,91	16,00	20,00
216	30,20	543,60	6,00	20,91	16,00	20,00
217	30,40	547,20	6,00	20,91	16,00	20,00
218	30,60	550,80	6,00	20,91	16,00	20,00
219	30,80	554,40	6,00	20,91	16,00	20,00
220	31,00	558,00	6,00	20,91	16,00	20,00
221	31,20	561,60	6,00	20,91	16,00	20,00
222	31,40	565,20	6,00	20,91	16,00	20,00
223	31,60	568,80	6,00	20,91	16,00	20,00
224	31,80	572,40	6,00	20,91	16,00	20,00
225	32,00	576,00	6,00	20,91	16,00	20,00
226	32,20	579,60	6,00	20,91	16,00	20,00
227	32,40	583,20	6,00	20,91	16,00	20,00
228	32,60	586,80	6,00	20,91	16,00	20,00
229	32,80	590,40	6,00	20,91	16,00	20,00
230	33,00	594,00	6,00	20,91	16,00	20,00
231	33,20	597,60	6,00	20,91	16,00	20,00
232	33,40	601,20	6,00	20,91	16,00	20,00
233	33,60	604,80	6,00	20,91	16,00	20,00
234	33,80	608,40	6,00	20,91	16,00	20,00
235	34,00	612,00	6,00	20,91	16,00	20,00
236	34,20	615,60	6,00	20,91	16,00	20,00
237	34,40	619,20	6,00	20,91	16,00	20,00

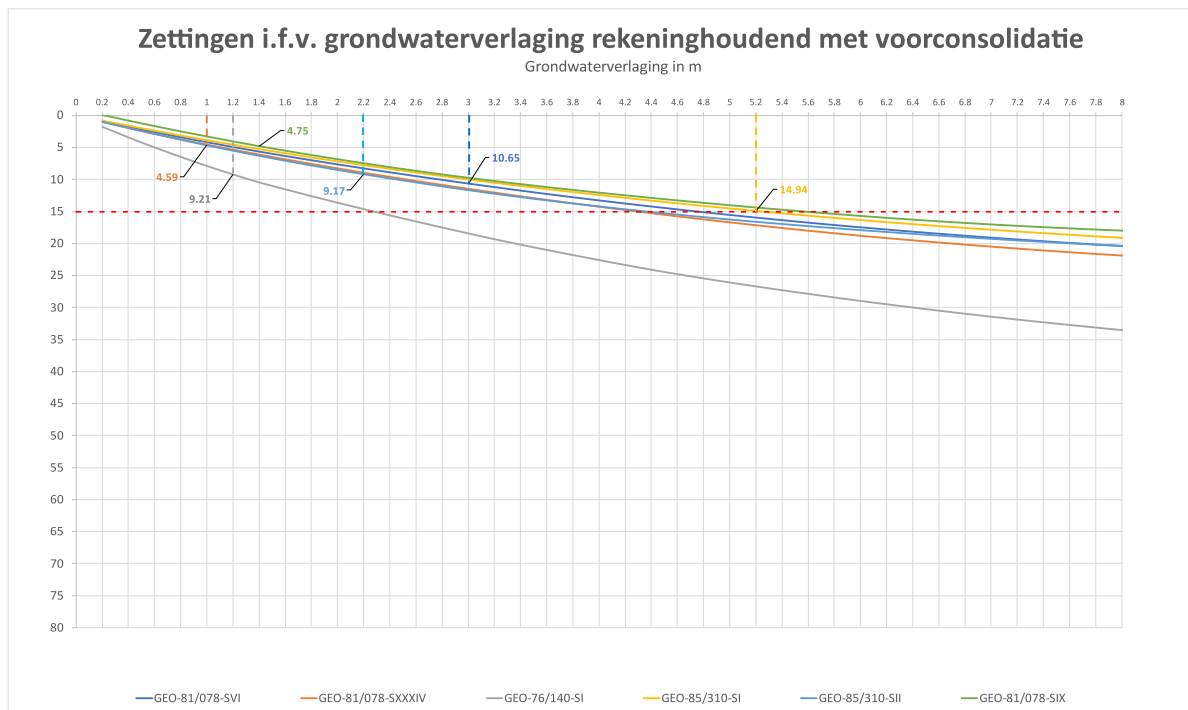
De theoretische absolute zettingen worden berekend met de verwezenlijkte grondwaterverlagingen ter plaatse van 6 nabij gelegen sonderingen. Onderstaande kaart toont de locatie, in grafiek is de absoluut theoretische zetting t.h.v. de sondering weergegeven onder invloed van de grondwater verlaging.



8.1 Zettingsberekening o.b.v. lokale grondmechanische gegevens (geen voorconsolidatie)

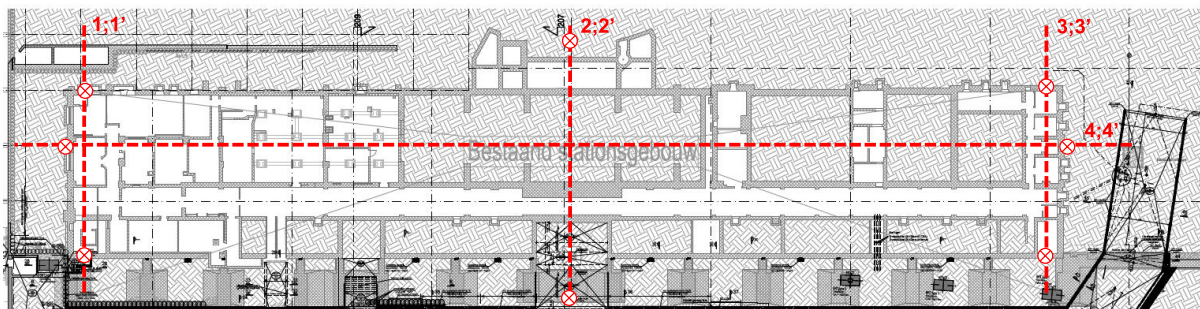


8.2 Zettingsberekening o.b.v. lokale grondmechanische gegevens (voorconsolidatie tot -20m MV)



9. Theoretische differentiële zettingen t.h.v. bestaande station t.g.v. grondwaterverlaging

Gezien er zal bemaald worden nabij het bestaande station Gent Sint-Pieter, dienen differentiële zettingen berekend te worden, in functie van de grondwaterverlaging (ten gevolge van de bemaling), hiervoor zijn 4 sneden genomen waarvoor de meest kritieke scenario's zijn bekeken. Ter berekening van de lokale differentiële zettingen is steeds de meest nabij gelegen sondering van het punt gebruikt. De differentiële zettingsberekening is gebaseerd op de zettingsberekening waarbij de correctiefactor voor geconsolideerde gronden is toegepast (zettingsberekening versie 2, zie punt 8.2). Indien er sprake is van niet-uniforme consolidatie van de ondergrond t.h.v. van de gehanteerde punten kunnen deze waarden, als ook de absolute theoretische zettingen sterk verschillen van de berekende waarden.



Onderstaande tabel geeft weer wanneer de grootste differentiële grondwaterverlaging (Δh GWP), de corresponderende zetting en de differentiële zettingen tussen de aangegeven punten op plan plaatsvinden. De maximale theoretische differentiële zettingen (volgens Richtlijnen bemaling, 2019, VMM) zijn vastgelegd op 1/700. De geanalyseerde punten/sneden aangeduid op bovenstaand plan geven geen problemen omtrent differentiële zettingen t.h.v. het bestaande Gent Sint-Pieter station.

Snede	Kritiek moment	Δh GWP (in m)	Δ zetting (in mm)	ΔL (in m)	Diff. Zetting
1;1'	+/- 7 dagen na opstart kader 4.1	0.4	1.4	25	1/17857
2;2'	+/- 7 dagen na opstart kader 4.2	0.6	2.3	36	1/15652
3;3'	+/- 7 dagen na opstart kader 4.3	1.3	3.9	25	1/6410
4;4'	Vlak voor opstart kader 4.1 (4.2 & 4.3 reeds actief)	1.2	4.4	145	1/32955

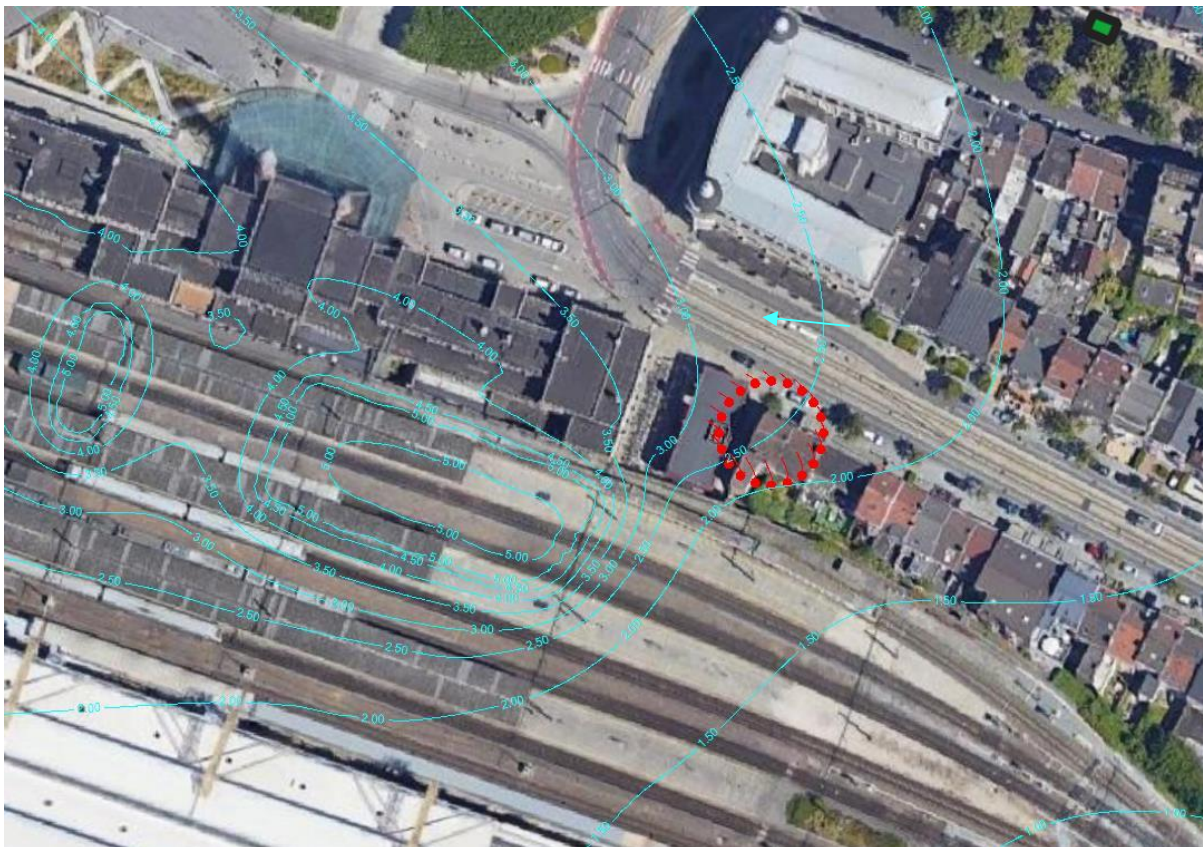
10. Invloed op nabijgelegen verontreinigingen

Vóór de opstart van elke bemalingsstreng en na schoonpompen van de nieuwe bemalingsstrengen, wordt het grondwater geanalyseerd. Na evaluatie van de resultaten en deze binnen de Vlarem-normen vallen, wordt de bronbemaling opgestart.

10.1 Initiële particle tracking veronderstelde verontreiniging op perceel

Op de site zelf is er ook een verontreiniging gemeld, deze zou minerale olie bevatten. Gezien er geen bijkomend onderzoek is uitgevoerd naar de exacte samenstelling of locatie, is binnen deze nota uitgegaan van een verontreiniging nabij de watertafel (drijfslag). M.b.v. particle tracing en de modpath rekencomputer is een eerste berekening naar het effect van het bemalingssysteem op de verplaatsing van de verontreiniging berekend.





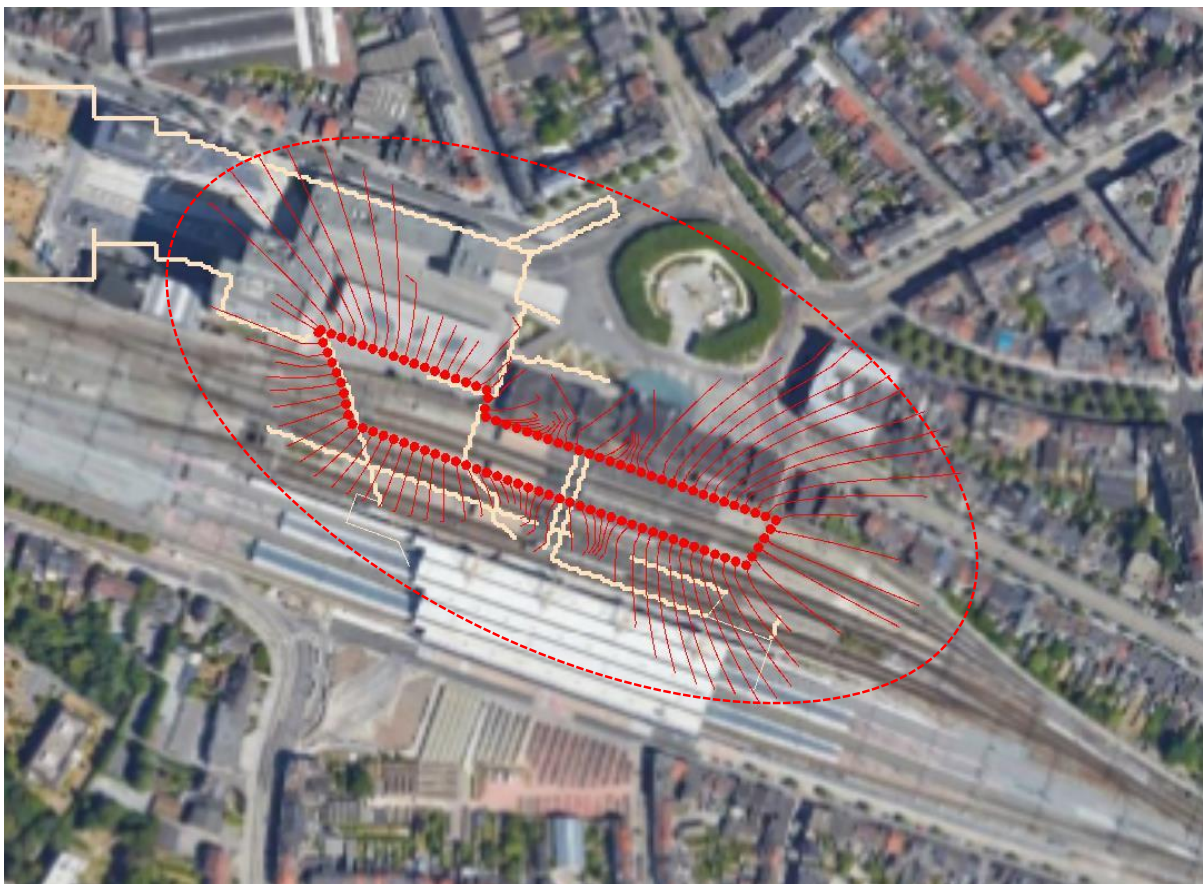
Uit deze berekening blijkt de verontreiniging slechts beperkt te verplaatsen tijdens de bemalingsduur. Dit gebaseerd op zéér beperkte gegevens omtrent de omvang en specifieke samenstelling van de contaminatie. Hierbij is uitgegaan van een minerale olie drijflaag op de watertafel. Indien blijkt dat de verontreiniging zich dieper bevindt of uit andere stoffen bevat kan het resultaat sterk afwijken. Om enige accurate berekeningen uit te voeren dient extra onderzoek uitgevoerd worden.

10.2 Initiële impact op verontreinigingen – backwards particle tracking

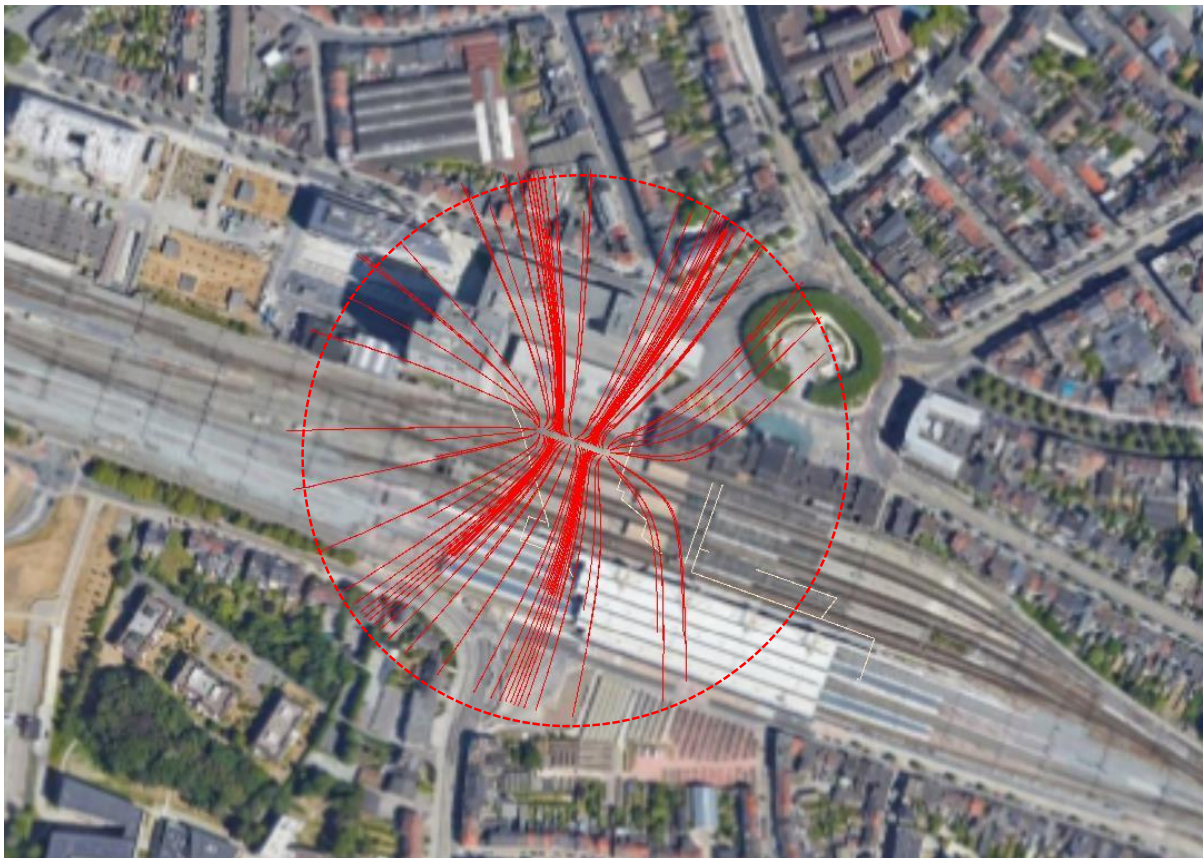
Naar aanleiding van de verschillende OVAM-dossiers nabij de projectsite, is een eerste transportberekening uitgevoerd a.d.h.v. Modpath (particle tracking). Deze methode is sterk veréenvoudigd en houdt geen rekening met retardatie of eventuele dispersie van concentraties. Het geeft echter wel een indicatie (worst case gezien retardatie = 1) van de te verwachte invloedzone waarbinnen verontreinigingen de bemaling zullen bereiken.

Gezien er geen informatie ter handen is over de diepte, omvang en exacte samenstelling van de verontreinigingen is een worst case aanname gehanteerd, d.w.z. dat de partikels toegevoegd zijn in zowel de gehele leemlaag als onderliggende beter doorlatende zandlaag. Hierdoor lijken sommige pathlines in onderstaande kaarten door keerconstructies te lopen, deze stromen echter onder de keerconstructies door. De verschillende lengtes van pathlines is te wijten aan het feit dat in elke modellaag van de betreffende geologische lagen partikels toegevoegd zijn en deze, in functie van hun locatie t.o.v. de bemalingsinstallatie, anders zullen reageren dan bv. dieper of ondieper gelegen partikels.

Backwards tracking (Leempakket) fase 4



Backwards tracking (Zandpakket) fase 4



Besluit Backwards particle tracking:

Uit de opgevraagde OVAM-dossiers blijkt dat geen enkele verontreiniging (in kaart gebracht o.b.v. monitoringskaarten dossiers) de bouwput zal bereiken. Gezien de vele bemalingswerken in de nabijheid van de projectsite afgelopen jaren & natuurlijke grondwaterstroom is het niet mogelijk om een exact referentiescenario te bepalen. Het blijft aangewezen om bij start van de bemaling & op frequente momenten monsternames uit te voeren (conform Vlarem voorschriften). De frequentiegraad van bemonstering en analyse zal in samenspraak met de VMM bepaald worden en kan, afhankelijk van gunstige resultaten, in latere fasen herzien worden. Het uitvoeren van deze bemonstering en analyse is ten laste van de hoofdaannemer of een aangestelde 3^{de} partij.

Voor de aanvang van de werken zijn reeds peilbuizen op site geplaatst, het water hierin is reeds bemonsterd en geanalyseerd door Eurofins (projectnummer: 12422, 22 dec. 2021). Dit verslag is bijgevoegd in bijlage.

De oriënterende bodemonderzoeken binnen de invloedzone dateren van minstens 2 jaar geleden, er is dus uitgegaan dat hiervoor geen verder onderzoek noodzakelijk was, en dus ook geen relevante verontreiniging vastgesteld werd.

10.3 Initiële impact op verontreinigingen – Forward particle tracking nabij gelegen OVAM-dossiers

In de nabijheid van de projectsite zijn verschillende gekende OVAM-dossiers. Onderstaande tabel geeft aan welke dossiers opgevraagd zijn en meegenomen in de particle tracking berekening. Hierbij is het belangrijk te vermelden dat uitgegaan wordt van een 100% afvoer van de partikels waarbij retardatie gelijk is aan 1 (= Worst case). Elk dossier wordt kort ook besproken met een visualisatie van de particle tracking t.g.v. de bemalingswerken & natuurlijke grondwater gradient.

Dossier ID	Status	Verontreinigingstype	Opgenomen in Particle tracking
8472	Eindevaluatie onderzoek	M.O.	Neen
13342	Eindevaluatie onderzoek	M.O. – BTEX - MTBC	Ja
13424	Eindevaluatie onderzoek	M.O. – Vluchtige aromaten	Ja
15756	Oriënterend bodemonderzoek	Geen	Neen
15757	Beschrijvend bodemonderzoek	Zink	Neen
17560	Beschrijvend bodemonderzoek	M.O. – Benzo(a)pyreen	Ja
23500	Beschrijvend bodemonderzoek	M.O.	Ja
24304	Eindevaluatie onderzoek	VOCL (restverontreiniging)	Ja
26601	Beschrijvend bodemonderzoek	M.O. + BTEX	Ja
26878	Oriënterend bodemonderzoek	Asbest – Zware metalen	Neen
27144	Beschrijvend bodemonderzoek	Chloor waterstoffen – M.O.	Ja
29257	Bodemsaneringsproject	Smeerolie	Ja
15420*	Beschrijvend bodemonderzoek	Geen documenten voor handen: <u>niet in rekening genomen</u>	
802464**	Schadedossier	Geen documenten voor handen: <u>niet in rekening genomen</u>	
802088***	Schadedossier	Geen documenten voor handen: <u>niet in rekening genomen</u>	
28151	Oriënterend bodemonderzoek	Eerdere grond- en bemalingswerken uitgevoerd na OBO	
94165	Oriënterend bodemonderzoek	Eerdere grond- en bemalingswerken uitgevoerd na OBO	

* : geen digitaal dossier ter beschikking, fysiek dossier niet overgemaakt door OVAM

** & *** : Geen documenten meer voor handen

Dossier 8472 (Antea)

Aangeleverd OVAM-dossier toont aan dat hier reeds gesaneerd is. De oorspronkelijke minerale olie-verontreiniging is tot de saneringsnorm gereduceerd en stelt volgens Antea geen verplaatsingsgevaar meer.

Dossier 28151

Het Oriënterend bodemonderzoek ter hoogte van de reeds uitgevoerde ondergrondse parking Gent Sint-Pieter is niet opgevraagd of opgenomen in de particle tracking berekening. Gezien deze is uitgevoerd binnen diepe waterkerende schermen (met bemaling) gaan wij ervan uit dat enige al dan niet aanwezige verontreiniging reeds verwijderd is. Bovendien is het volume van de parking als inactieve cellen in het model ingegeven (binnen waterkerende schermen), d.w.z. dat hier geen grondwater of waterstroming meer plaats vindt en in de berekening geen impact heeft.

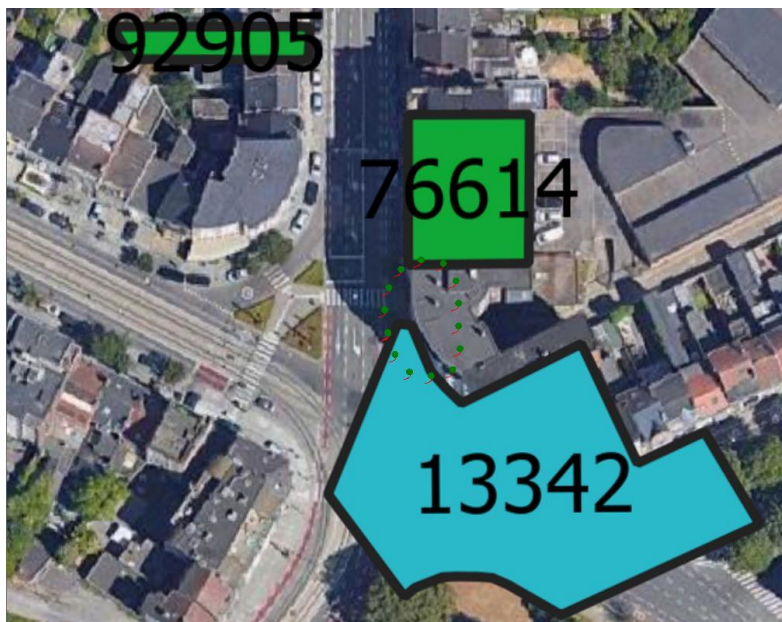
Dossier 94165

Op deze site is na de opstelling van het Oriënterend bodemonderzoek een appartementsgebouw geplaatst waarvoor bemalingswerken nodig waren. Gezien er hierbij geen verder onderzoek is uitgevoerd is er uitgegaan dat er waarschijnlijk geen risico-verontreiniging op het perceel terug te vinden was. Mits hier wel sprake van was, zal deze door de werken op het perceel reeds verwijderd zijn in het nabije verleden.

Dossier 13342 (Envirosoil)

Op deze site is er sprake van minerale olie, BTEX & MTBC. Hoewel er reeds gesaneerd is op site is er sprake van een restverontreiniging. Deze is volgens de monitoringskaarten ingegeven in het model.

Fase 4



Besluit:

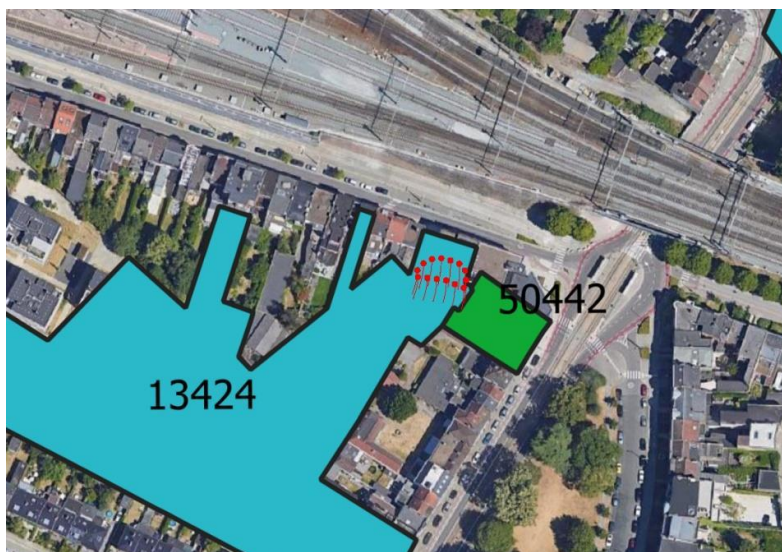
Voor OVAM-dossier 13342 geeft de Particle Tracking berekening een maximale verplaatsing van ongeveer 6m. De impact van de bemaling is niet exact te bepalen gezien zowel de natuurlijke grondwaterstroom als de bemalingsinvloed de verontreiniging in dezelfde richting aantrekken. De verontreinigingswolk bevindt zich reeds buiten de beschreven contouren van het OVAM dossier (zie monitoringskaarten) en zal de bemalingsinstallatie niet bereiken. Gezien de beperkte verplaatsing is waarschijnlijk de grondwaterstroom eerder dominant (t.h.v. verontreiniging). De kans is groot dat de verontreiniging zich reeds verder heeft uitgespreid en/of afgebroken is.

De partikels stromen richting bemaling maar bereiken (met een grote marge) de projectsite niet.

Dossier 13424 (MAVA)

Volgens het OVAM-dossier is er op de oude Belgacom site nog sprake van een restverontreiniging van minerale olie en vluchtige aromaten. Dit voornamelijk omdat men tijdens het saneringsproject bepaalde zones (bv. onder het nabij gelegen hotel) niet kon afgraven. O.b.v. de monitoringskaarten is deze verontreiniging opgenomen.

Fase 4



Besluit:

Voor OVAM-dossier 13424 geeft de Particle Tracking berekening een maximale verplaatsing van ongeveer 10m. De natuurlijke grondwaterstroom is dominant t.o.v. de bemalingsinstallatie, de verontreiniging zal dus niet aangetrokken worden door de bemaling maar eerder verder weg gestuwd worden door de grondwater gradiënt.

De partikels stromen weg van de bemaling (t.g.v. natuurlijke grondwaterstroom) en bereiken de projectsite dus niet.

Dossier 17560 (Envirosoil)

Uit het OVAM-dossier is af te leiden dat het om een verontreiniging van minerale olie en benzo(a)pyreen gaat. Gezien hier nog geen sanering voor is uitgevoerd is de data van de monitoringskaart uit het verslag 1/1 overgenomen in de particle tracking berekening.

Fase 4



Besluit:

Voor OVAM-dossier 17560 geeft de Particle Tracking berekening een maximale verplaatsing van ongeveer 11m. De partikels zullen het uit de contouren van het OVAM-dossier stromen, aangezien de natuurlijke grondwaterstroom dominant is zal dit reeds gebeurd zijn (voor aanvang werken) en zal de bemaling de verontreiniging niet aantrekken.

De partikels stromen weg van de bemaling (t.g.v. natuurlijke grondwaterstroom) en bereiken de projectsite dus niet.

Dossier 23500 (Sertius)

Op site is een verontreiniging van minerale olie vastgesteld. Gezien er nog geen sanering heeft plaatsgevonden is de verontreiniging volgens de monitoringskaarten uit het verslag overgenomen in de berekening.

Fase 4



Besluit:

Voor OVAM-dossier 23500 geeft de Particle Tracking berekening een maximale verplaatsing van ongeveer 5m. De natuurlijke grondwaterstroom is dominant t.o.v. de invloed van de bemaling, hierdoor zal de verontreiniging zich niet naar de projectsite verplaatsen maar zich verder van bemaling verplaatsen door de grondwater gradiënt.

De partikels stromen weg van de bemaling (t.g.v. natuurlijke grondwaterstroom) en bereiken de projectsite dus niet.

Dossier 24304 (Abesim)

Ter hoogte van het perceel is een historische VOCL-verontreiniging vastgesteld. Hiervoor is reeds een sanering uitgevoerd, er is echter nog sprake van een restverontreiniging. Gezien het karakter van de verontreiniging is ook deze restverontreiniging opgenomen in de berekening.

Fase 4



Besluit:

Voor OVAM-dossier 24304 geeft de Particle Tracking berekening een maximale verplaatsing van ongeveer 4m. De partikels verplaatsen zich initieel weg van de projectsite, dit onder invloed van de natuurlijke grondwaterstroom. Na enige tijd zal de bemaling een beperkte aantrekking genereren waardoor de verplaatsing d.m.w. de grondwater gradiënt stagneert en de partikels zéér beperkt teruggetrokken worden richting hun initiële locatie. De uiteindelijke verplaatsing blijft in de richting weg van de bemaling.

De partikels stromen weg van de bemaling (t.q.v. natuurlijke grondwaterstroom) en bereiken de projectsite dus niet.

Dossier 26601 (Geafor)

De site kent een minerale olie en BTEX verontreiniging. O.b.v. de monitoringskaarten is deze in rekening genomen bij de particle tracking berekening.

Fase 4



Besluit:

Voor OVAM-dossier 26601 geeft de Particle Tracking berekening een maximale verplaatsing van ongeveer 4m. De partikels verplaatsen zich initieel weg van de projectsite, dit onder invloed van de natuurlijke grondwaterstroom. Na enige tijd zal de bemaling een beperkte aantrekking genereren waardoor de verplaatsing d.m.w. de grondwater gradiënt stagneert en de partikels zéér beperkt teruggetrokken worden richting hun initiële locatie/bemaling. De uiteindelijke verplaatsing blijft in de richting weg van de bemaling.

De partikels stromen weg van de bemaling (t.g.v. natuurlijke grondwaterstroom) en bereiken de projectsite dus niet.

Dossier 27144 (Saneco)

Op het perceel is een koolwaterstoffen verontreiniging aangetroffen. Gezien het karakter van deze verontreiniging is deze (bij gebrek aan bijkomende informatie omtrent diepte) in rekening genomen in het ondiepe leemachtige pakket. Ook is er sprake van ondiepe observaties van minerale olie. Gezien particle tracking geen rekening houdt met retardatie (=1). Zijn beide m.b.v. partikels in rekening genomen.

Fase 4



Besluit:

Voor OVAM-dossier 27144 geeft de Particle Tracking berekening een maximale verplaatsing van ongeveer 8m. Uit het OVAM-dossier blijkt dat de verontreiniging zich reeds buiten de contouren van bevindt. De partikels verplaatsen zich initieel weg van de projectsite maar worden zéér snel aangetrokken door de bemaling. Hierdoor buigt hun traject significant af richting de projectsite (mits beperkte verplaatsing in meters). De korte afstand tussen de bemaling en de locatie van de verontreiniging zorgt voor een sterkere aantrekking, de verontreinigde deeltjes bereiken echter niet de bemaling op de gesimuleerde looptijd.

dit onder invloed van de natuurlijke grondwaterstroom. Na enige tijd zal de bemaling een beperkte aantrekking genereren waardoor de verplaatsing d.m.w. de grondwater gradiënt stagneert en de partikels zéér beperkt teruggetrokken worden richting hun initiële locatie/bemaling. De uiteindelijke verplaatsing blijft in de richting weg van de bemaling.

De partikels stromen richting bemaling maar bereiken (met een zekere marge) de projectsite niet.

Dossier 29257 (Esher)

T.h.v. het perceel is een smeerolie verontreiniging opgemerkt. Gezien het o.b.v. de monitoringskaarten (saneringsstrategieën, opgemaakt alvorens het bodemsaneringsproject) moeilijk af te leiden is waar de verontreiniging zich nog bevindt na het saneren, is er geopteerd om met de meest negatieve context te rekenen binnen de berekening.

Fase 4



Besluit:

Voor OVAM-dossier 29257 geeft de Particle Tracking berekening een maximale verplaatsing van ongeveer 4m. De partikels verplaatsen zich slechts in de simulatie van de 1^{ste} projectfase (bemaling meest nabij de verontreiniging). In de simulatie van latere bouwfases (2 & 3) is er geen verplaatsing berekend. Hieruit leiden we af dat slechts in fase 1 de verontreiniging zich zal verplaatsing richting de bemaling (weliswaar binnen de contouren van het OVAM-dossier). In latere fases is het effect van de natuurlijke grondwaterstroom op de verontreiniging ongeveer even groot als dit van het bemalingsstelsel, waardoor de verontreiniging zich niet meer verplaatst.

De partikels stromen richting bemaling maar bereiken (met een grote marge) de projectsite niet.

11. Algemene opmerkingen en voorwaarden

Belangrijke opmerking omtrent resultaten

Een hydrogeologisch model, zijnde analytisch of numeriek, is steeds een sterke vereenvoudiging van de realiteit. In functie van de doelstelling/vraagstelling wordt zorgvuldig iedere bekende parameter afgewogen en al dan niet mee genomen in de opbouw van het conceptueel model. Indien een eenvoudig conceptueel model (analytisch) voldoende de realiteit benadert om de vraagstelling met voldoende zekerheid te beantwoorden, dan is dit een valabele methode. Indien, om de vraagstelling te kunnen beantwoorden een numeriek model nodig blijkt, dan nog dient voor iedere bekende parameter de afweging gemaakt worden om deze al dan niet mee te nemen in de modellering. De afweging hangt af van de ingeschatte bijkomende foutenmarge, en van de moeilijkheid om de parameter de modelleren. Telken maal een parameter niet mee wordt genomen in het model, wijkt het model af van de realiteit. Er zijn echter ook afwijkingen tussen het model en de realiteit die te wijten zijn aan het niet bekend zijn van parameters. Een voorbeeld hiervan is bvb de aanwezigheid van zeer lokale zeer doorlatende structuren zoals een oude drainagebuis of riolering, een geul, ...

Analytische modellen houden geen rekening met verschillende geologische lagen met verschillende doorlatendheden, maar rekenen met één enkele gemiddelde doorlatendheid die bovendien gelijk is in horizontale als verticale richting.

In Vlaanderen zijn de Tertiaire lagen quasi horizontaal op de meeste locaties. Daarom wordt in veel gevallen bij het numeriek modelleren gekozen om perfect horizontale gelaagdheid in te voeren. Slechts in uitzonderlijke gevallen is het nodig om de grenzen tussen de lithologische eenheden in 3D te extrapoleren uit verschillende sonderingen en boringen. Dan nog zijn de bekomen 3D-oppeervlakken hoogst waarschijnlijk sterk afwijkend van de realiteit.

Eén van de belangrijkste parameters in alle modellen is de permeabiliteit van de geologie. Tussen leemhoudend fijn zand en fijn zand kan er een factor 10 verschil zijn in permeabiliteit. Het zelfde geldt bvb voor fijn zand en matig grof zand. Hierdoor is een pompproef altijd sterk aangewezen om een correcte inschatting te bekomen van de permeabiliteit. Helaas, door de kostprijs, zal dit in de praktijk slechts uitzonderlijk tot uitvoering worden gebracht.

De resultaten (debieten, zettingen) bekomen uit een hydrogeologisch model en de conclusies zijn dus altijd in grote mate onzeker.

De richtlijn bemalingen 2019 adviseert daarom om minstens +25 % marge te nemen op het berekende debiet. Maar indien de permeabiliteit "licht" verkeerd werd ingeschat, dan kan dit een verschil maken in debiet dat vele malen hoger of lager ligt.

12. Bijlagen

Grondonderzoek geraadpleegd via DOV

referentie	url. verwijzing
GEO-76/140-SI	https://www.dov.vlaanderen.be/data/sondering/1976-032321
GEO-85/310-SI	https://www.dov.vlaanderen.be/data/sondering/1985-028881
GEO-81/078-SXXXIV	https://www.dov.vlaanderen.be/data/sondering/1981-050975
GEO-85/310-SII	https://www.dov.vlaanderen.be/data/sondering/1985-028892
GEO-81/078-SIX	https://www.dov.vlaanderen.be/data/sondering/1981-050915
GEO-81/078-SVI	https://www.dov.vlaanderen.be/data/sondering/1981-050909

Bijkomende bijlagen

Documentnr.	beschrijving
12422	Eurofins: Bemonstering peilbuizen op site datum: 21 dec. 2021