

Analyse bemalingsconcept Noodruwijzerputten

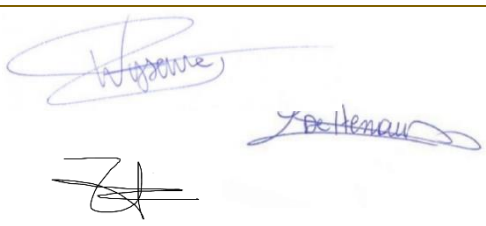
RAPPORT

Second opinion

19 juni 2026



Colofon

Opdrachtgever:	Arcelor Mittal Belgium nv
Contactpersoon:	Frederik Blommaert - frederik.blommaert@arcelormittal.com
Opdrachtnemer:	AGT nv – Adviesbureau inzake Grondwatertechnieken
Contactpersoon:	Laura Scheêre - laura.scheere@agt.be
Projecttitel:	Analyse bemalingsconcept Noodruwijzerputten
Projectreferentie:	AGT5641
Documenttitel:	Rapport
Documenttype:	Second opinion
Documentreferentie:	2026 06 19-LSCH_ZTOI-AGT5641-Rapport-v7
Datum:	19 juni 2026
Versie:	7
Status:	Finaal
Auteur(s):	Handtekening(en):
Tom Wyseure Projectingenieur Lotte De Henau Technisch expert Zoé Toineau Projectingenieur	
Nazicht door:	Handtekening:
Laura Scheêre Senior projectleider	

Dit document is opgesteld in functie van de vraagstelling beschreven in paragraaf 1.1. Het document is als één geheel te beschouwen, delen van het document mogen niet los van het geheel worden gebruikt. De gehanteerde gegevens in de berekeningen zijn geschatte waarden van de werkelijkheid op basis van puntgegevens, metingen en literatuurwaarden. AGT nv kan niet aansprakelijk gesteld worden voor eventuele afwijkingen van parameters ten opzichte van de werkelijke waarden.

Inhoudsopgave

Colofon	2
1 Inleiding	6
1.1 Vraagstelling	6
1.2 Onderzoeksstrategie	7
2 Projectgegevens	8
3 Voorstudie	10
3.1 Basis informatie	10
3.1.1 DOV	10
3.1.2 Hydrogeologische studie van de Gentse Kanaalzone (1983)	11
3.2 Historiek.....	12
3.2.1 1994: Pompproef op het bedrijfsterrein van SIDMAR N.V.	12
3.2.2 1998: Hydrogeologische nota i.v.m. de grondwaterwinningen van Sidmar te Gent, MRA, 98.04.018	13
3.2.3 1999: Sidmar Gent Zone noodruwijzerputten concept van drainage, Deloitte & Touché, BM 98 12 082	13
3.2.4 2007: Grondwatermodellering van het bedrijfsterrein van ARCELOR te Gent, UGent, TGO 06/03.....	15
3.2.5 2011: Boorverslag waterput, Verheyden bvba, 63423	16
3.2.6 2011: Simulatie van een grondwaterbemaling nabij de noodruwijzerputten op het terrein van ArcelorMittal Gent, UGent, TGO 11/XX	16
3.2.7 2013: Boorverslag waterput, BVBA Idès De Wulf	16
3.2.8 2014: Modellering van de invloed van de grondwaterwinning in het Quartair aquifersysteem op het bedrijfsterrein van ArcelorMittal te Gent, UGent, TGO 14/06a... ..	17
3.2.9 2018: Hydrogeologische studie van de kanaalwaterintrusie op het bedrijfsterrein van ArcelorMittal te Gent, UGent, TGO 18/03	17
3.2.10 2020: Modelstudie van een grondwaterbemaling nabij de noodruwijzerputten op het terrein van ArcelorMittal Gent, Sertius/UGent, SOL19070202 / TGO 19/03	17
3.2.11 Omgevingsvergunningaanvraag bemaling noodruwijzerputten.....	19
3.3 Terreinbezoek	19
3.4 Sitespecifieke gegevens	20
4 Hydrogeologie	22
4.1 Algemene geologie	22

4.2	Lokale geologie	22
4.3	Grondwaterpeil en grondwaterstroming	25
4.4	Grondwaterkwaliteit ter hoogte van de noodruwijzerputten	28
4.5	Heranalyse pompproef 1994	29
4.5.1	Hydraulische parameters KZ1 en KZ2	29
4.5.2	Hydraulische parameters KL	29
4.5.3	Conclusie	30
5	Samenvatting bemaling noodruwijzerputten	30
6	Geoptimaliseerd bemalingsconcept noodruwijzerputten	33
6.1	Bemalingsconcept	33
6.2	Opbouw numeriek grondwatermodel	34
6.2.1	Randvoorwaarden en hydrogeologische parameters	34
6.2.2	Gesimuleerde grondwaterstand in rust	40
6.3	Dimensionering bemaling	45
6.3.1	Eerste simulaties nieuwe ontwerpen (samenvatting voorgaande rapportversies)	47
6.3.2	Nieuwe alternatief en optimalisatie bemalingsontwerp 2026 voor exploitatie noodruwijzerput 0 t.e.m. 11	54
7	Conclusie ontwerp bemaling	57
7.1	Geoptimaliseerd concept	57
7.2	Technische specificaties	57
8	Nazicht bestek en aanbevelingen bemalingssyteem	58
8.1	Algemene opmerkingen	58
8.2	Specifieke wijzigingen en opmerkingen	58
8.3	Keuze pompen en aansturing bemalingsstysteem	59
8.3.1	Drukbehoudsturing	59
8.3.2	Frequentiesturing	60
9	Risico's en onzekerheden	61
9.1	Hydraulische parameters	61
9.2	Risico hangwater in OZ	61
9.3	Beluchting en verijzering	62
10	Monitoring	62
11	Besluiten	63

12 Literatuur.....	64
13 Bijlagen.....	65
13.1 Virtuele boring en Tertiair geologische kaart via DOV.....	65
13.2 Grondonderzoek uit de pompproef 1994.....	67
13.3 Grondonderzoek uit ‘Concept drainage zone noodgietputten’ 1999.....	69
13.4 Selectie figuren uit ‘Grondwatermodellering van het bedrijventerrein ARCELOR te Gent’, 2007	83
13.5 Boorprofiel pompputten 2011	85
13.6 Boorprofiel pompputten 2013	86
13.7 Analysecertificaat	91
13.8 MLU	93
13.9 VLAREM II BL 5.53.1 hoofdstuk 2 (datum geraadpleegd 18/09/2024).....	95
13.10 Extracten uit catalogus Grundfos.....	99
13.10.1 Specificaties SP3A.....	99
13.10.2 Specificaties SP5A.....	101
13.10.3 Leidingverliezen.....	103

1 Inleiding

1.1 Vraagstelling

In kader van de lopende exploitatie van de site Arcelor Mittal te Gent is er een permanente bemaling noodzakelijk ter hoogte van de noodruwizerputten (Figuur 1-1). Dit zijn uitgegraven bassins waarin vloeibaar ruwizer afkomstig van de hoogovens uitgekipt wordt wanneer de verwerkingscapaciteit van de staalfabriek tijdelijk ontoereikend is. Dit ruwizer wordt na stolling gerecupereerd en hergebruikt in de hoogovens. Bij contact tussen vloeibaar ruwizer (temperatuur ca. 1500°C) en water ontstaat explosiegevaar, vanwaar de noodzaak van de permanente bemaling afkomstig is. Deze permanente bemaling is in de voorbije 25 jaar een aantal keer noodgedwongen van configuratie veranderd omwille van slechte performantie.

Aan AGT nv werd gevraagd een literatuurstudie van diverse aangeleverde bronnen uit te voeren, het voorgestelde bemalingssysteem van UGent/Sertius te optimaliseren indien mogelijk en aanbevelingen te formuleren omtrent de nieuw te plaatsen configuratie. Aan de hand van een grondwatermodel worden verschillende scenario's doorgerekend om een robuust ontwerp te onderbouwen.

In deze rapportversie wordt nagegaan wat het ontwerp van het bemalingssysteem moet zijn om de exploitatie van alle noodruwizerputten 0 tot en met 11 mogelijk te maken.



Figuur 1-1: Inplanting van de noodruwizerputten.

1.2 Onderzoeksstrategie

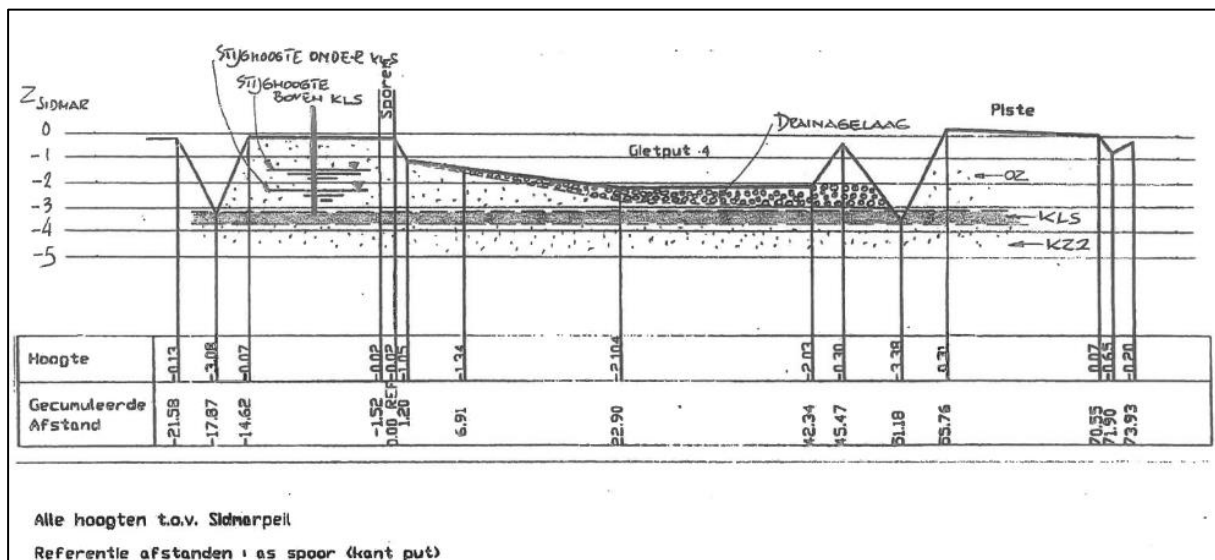
Dit rapport is opgebouwd uit volgende delen:

- Situering project;
- Een literatuurstudie op basis van publieke en private gegevens;
- Opbouw van een gekalibreerd en lokaal representatief grondwatermodel ter simulatie van het bemalingsconcept, optimalisatie en gevoeligheidsanalyse;
- Toevoegen van twee bijkomende scenario's voor de modellering van de permanente bemaling waarbij alle noodruwijzerputten 0 tot en met 11 in dienst zijn (§6.3.2);
- Aanbevelingen voor het correct buiten dienst stellen van de huidige bemaling;
- Nazicht van het bestek en aanbevelingen.

2 Projectgegevens

Een vertakking van de interne spoorlijn voor transport van vloeibaar ruwizer loopt langs de noordelijke zijde van de noodgietsputten, zie Figuur 1-1. Hier worden de torpedowagens aangesloten op een lokale elektriciteitsbron waarmee ze de inhoud kunnen uitkippen in de noodruwizerputten wanneer dit nodig is.

In Figuur 2-1 wordt een schematische doorsnede van een noodruwizerput weergegeven, in Figuur 2-2 wordt een foto getoond van noodruwizerputten.



Figuur 2-1: Schematische doorsnede noodruwizerput, naar Van Burm, P. en De Vos, K. (1999).

Het gietpunt is aan de noordzijde, naast de spoorweg. De noodgietsputten zijn voorzien van een onderste grindlaag voor drainage, met daarop een laag zand. Er is een niveauverschil van de bodem van de noodgietsput. Naar het zuiden toe wordt hij dieper zodat vloeibaar ruwizer niet ophoopt aan het gietpunt. De diepte bedraagt ca. 3 meter. Het ruwizer wordt tegengehouden door een dijk van drainagegrind. Ten zuiden van deze dijk is er nog een gracht waaruit water met een pomp wordt verwijderd, verduidelijkt in Figuur 2-3.



AGT

ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES



Figuur 2-2: Zicht op noodruwijzerputten 9 en 10, genomen van de zuidelijke rand.

Noodruwijzerputten 1 tot en met 6 zijn gebouwd in 1973, putten 0, 7 en 8 zijn bijgebouwd op een later, onbekend tijdstip, putten 9, 10 en 11 zijn als laatste gebouwd in 2003.

Op heden is er het plan putten 9, 10 en 11 terug uit gebruik te nemen en een bijkomende put te plaatsen, de bijkomende put komt tussen huidige putten 0 en 1 (Figuur 1-1).

De opdrachtgever heeft de intentie de permanente bemaling te behouden en uit te voeren op een wijze die een duurzame opstelling heeft. Er is een vergunningsaanvraag lopende voor een nieuwe bemalingsconfiguratie gebaseerd op een studie uit 2020 (zie paragraaf 3.2.10 en 3.2.11).



Figuur 2-3: Draineerput van noodruwizerput 9 en 10.

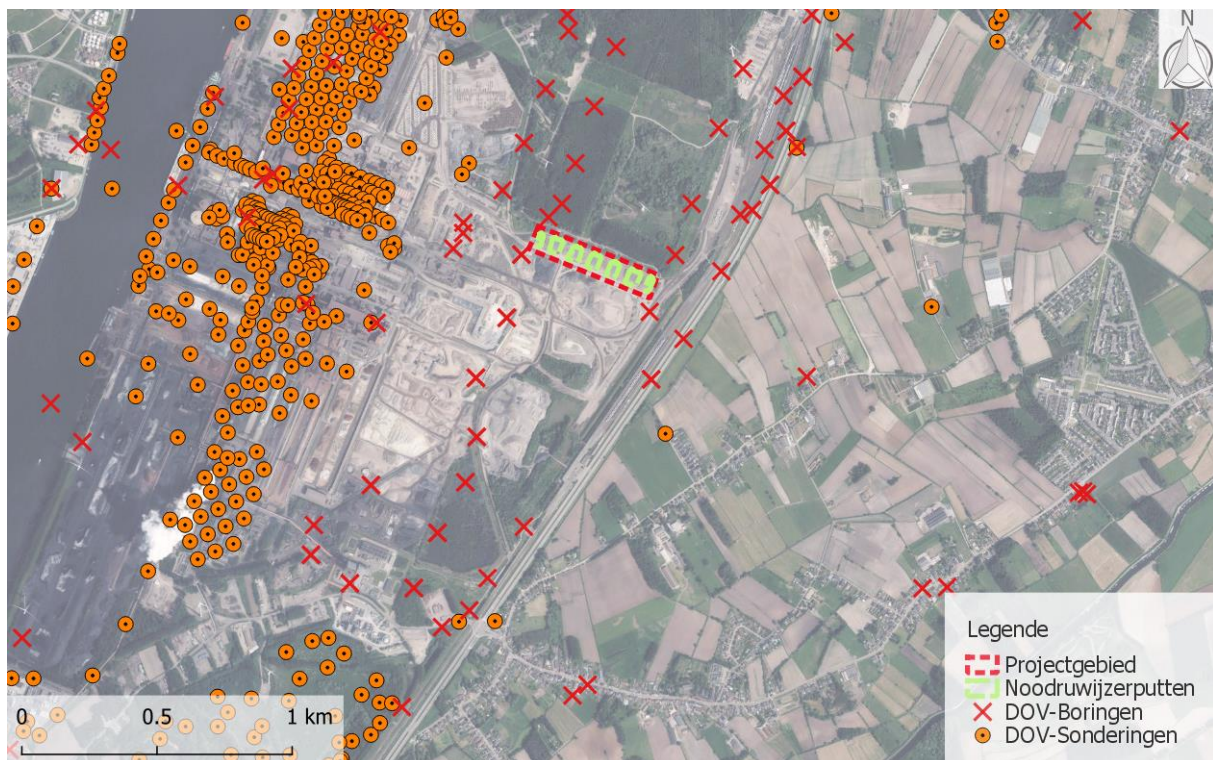
3 Voorstudie

Door de opdrachtgever werden diverse rapporten, peilgegevens, debietmetingen en analyseresultaten aangeleverd. Ook werden publieke bronnen geraadpleegd. In deze paragraaf volgt een samenvattende oplijsting van de belangrijkste informatie die uit de diverse stukken gehaald werd in functie van de opdracht.

3.1 Basis informatie

3.1.1 DOV

Als algemene situering bestaat volgens het Geologisch (G3Dv3) en hydrogeologisch (H3Dv2) 3D-lagenmodel van Vlaanderen^[1] de grondopbouw, van boven naar onder, uit zandige deklagen uit het Holoceen gevolgd door zand en leem van het Pleistoceen. De dikte van het quartair bedraagt volgens een virtuele boring ca. 21,7 m, zie bijlage 13.1. Hieronder komt de tertiaire formatie van Maldegem voor met een dikte van ca. 36,5 m. Volgens dit geologisch 3D model rust het quartair lokaal op het zandige lid van Buisputten (lokale dikte 3,6 m), daaronder vormt de klei van het lid van Zomergem de begrenzing van de freatische aquifer. Op DOV zijn ook tal van boringen en sonderingen publiek raadpleegbaar in en rond de site, in de onmiddellijke omgeving van de noodruwizerputten zijn er echter geen gegevens die een relevante meerwaarde leveren bovenop het lokale grondonderzoek dat verder in dit rapport besproken wordt (Figuur 3-1).



Figuur 3-1: Via DOV raadpleegbare boringen en sonderingen, gefilterd op een minimale diepte van 20 m, en bij de boringen bijkomend gefilterd op lithologische beschrijving.

3.1.2 Hydrogeologische studie van de Gentse Kanaalzone (1983)

De Hydrogeologische studie van de Gentse Kanaalzone (1983)[2] deelt de Pleistocene afzettingen op in 3 hydrogeologische functionele eenheden met de benamingen KZ2, KL en KZ1, respectievelijk een bovenste zandlaag, een leemlaag en een onderste zandlaag, zie Figuur 3-2. Dit werk houdt onder andere een zeer uitgebreid veldwerkcampagne in. De opgegeven hydraulische parameters voor de betreffende lagen zijn gebaseerd op 1 pompproef, permeameterproeven en korrelgrootteverdelingen. De pompproef werd uitgevoerd in de freatische aquifer, echter op een locatie ca. 8 km ten zuiden van de huidige projectlocatie, in de nabijheid van de zandwinning “vliegveld” Lochristi. Ter hoogte van deze locatie ontbreekt de leemlaag KL waardoor dit resultaat niet inzetbaar is voor de huidige projectlocatie. Verder werden er permeameterproeven uitgevoerd op stalen uit boringen en werden er doorlatendheden berekend op basis van korrelgrootteverdelingen, deze methodes hebben een beperkte betrouwbaarheid. KZ1 (diepe zandlaag) is doorgaans grover dan KZ2 (ondiepe zandlaag). In het besluit wordt een te verwachten horizontale doorlatendheid gegeven voor KZ2: 3 tot 6 m/d en voor KZ1: 6 tot 10 m/d.

Voor de duidelijkheid, in Figuur 3-2 is er bovenaan nog een lid “KDL”, dit is een slecht doorlatende deklaag bestaande uit alluvium en polderafzettingen en komt vooral voor in de valleivloeren. In de Moervaartdepressie wordt er veel veen en moeraskalk mee geassocieerd.

AGT beschikt niet over het kaartmateriaal van deze studie.



CHRONOSTRATIGRAFIE		LITHO-STRATIGRAFIE		LEGENDE GEOL. KAART (1892)	AFKORTING IN DEZE STUDIE	WATER- VOEREND	SLECHT- DOORLATEND	ON- DOORLATEND
CENOZOICUM	KWARTAIR	PLEISTOCENE		Alm, Alt, Ato	KDL		x	
				q ⁺ , q ⁺ o	KZ2	x		
					KL		x	
					KZ1	x		
	OLIGOCEEN	"TONGERRIJAN"	FORMATIE VAN ZELZATE		Zk		x	
			LID VAN WATERVLIT					
	TERTIAIR - PALEOCEEN	BARTONIAAN	LID VAN BASSEVELDE	Asd	s3	x		
			FORMATIE VAN ONDERDYKE-ADEGEM	Asc	q3			x
			LID VAN BUISPUTTEN		s2		x	
			LID VAN ZOMERGEM		q2			x
			LID VAN ONDERDALE		s1		x	
			LID VAN URSEL		q1			x
			LID VAN ASSE					
			MEETJES LAND	We				
		LUTETIAAN	FORMATIE VAN LEDE	Le+Lk	Le+P	x		
			FORMATIE VAN DEN HOORN	P2				

Figuur 3-2: Stratigrafische tabel uit de Hydrogeologische studie van de Gentse Kanaalzone, de drie relevante leden worden in rood omkaderd.

3.2 Historiek

Onderstaande rapporten zijn aangeleverd door de opdrachtgever. Er wordt getracht de chronologie te respecteren om vooruitschrijdend inzicht of eventueel verlies van informatie doorheen de tijd te documenteren.

3.2.1 1994: Pompproef op het bedrijfsterrein van SIDMAR N.V.

Er werd een pompproef uitgevoerd op ca. 100 m ten zuiden van de huidige projectlocatie, de ligging is met andere woorden gunstig voor de representativiteit. Er werd een diepsondering uitgevoerd ter voorbereiding, deze is weergegeven in bijlage 13.2. Vervolgens werd er per zandlaag 1 pompput en 3 peilbuizen geplaatst door middel van spoelboringen, door deze boormethode is er een goed hydraulisch contact met de aquifer, echter is er geen boorbeschrijving opgesteld. In bijlage 13.2 is een schematische doorsnede gegeven van de filterstellingen. De peilbuizen zijn geplaatst op een afstand van 5, 12.5 en 25 meter van de pompput, de pompproef werd in tweevoud uitgevoerd (1 proef per zandlaag) waarbij tijdens elke proef het grondwaterpeil in alle peilbuizen opgemeten werd met hoge

resolutie. Beide proeven hebben een tijdsduur van net iets meer dan 24 uur en de debieten bedragen 11,28 m³/u (KZ1) en 9,87 m³/u (KZ2). Er werd helaas enkel onder actief pompregime gemeten, geen recovery na uitzetten van de pomp. De resultaten van dit rapport worden weergegeven in Tabel 3-1, er werd een horizontale doorlatendheid van ca. 8 m/d bekomen voor beide zandlagen KZ2 en KZ1.

Tabel 3-1: Resultaten van de pompproef volgens het rapport.

Laag	K	S
	m/d	(-)
KZ2	7.7	0.002
KZ1	8	0.004

De ruwe data (tijdsreeks van peilmetingen) bevond zich in de bijlagen van dit rapport, deze worden in paragraaf 4.5 gebruikt ter heranalyse van de hydrogeologische parameters, voornamelijk de bepaling van de verticale doorlatendheid Kv van de leemlaag KL.

3.2.2 1998: Hydrogeologische nota i.v.m. de grondwaterwinningen van Sidmar te Gent, MRA, 98.04.018

Dit rapport kadert in een hervergunning van de grondwaterwinningen. Er is een inventarisatie van de bestaande winningen en onttrekkingen in 1998.

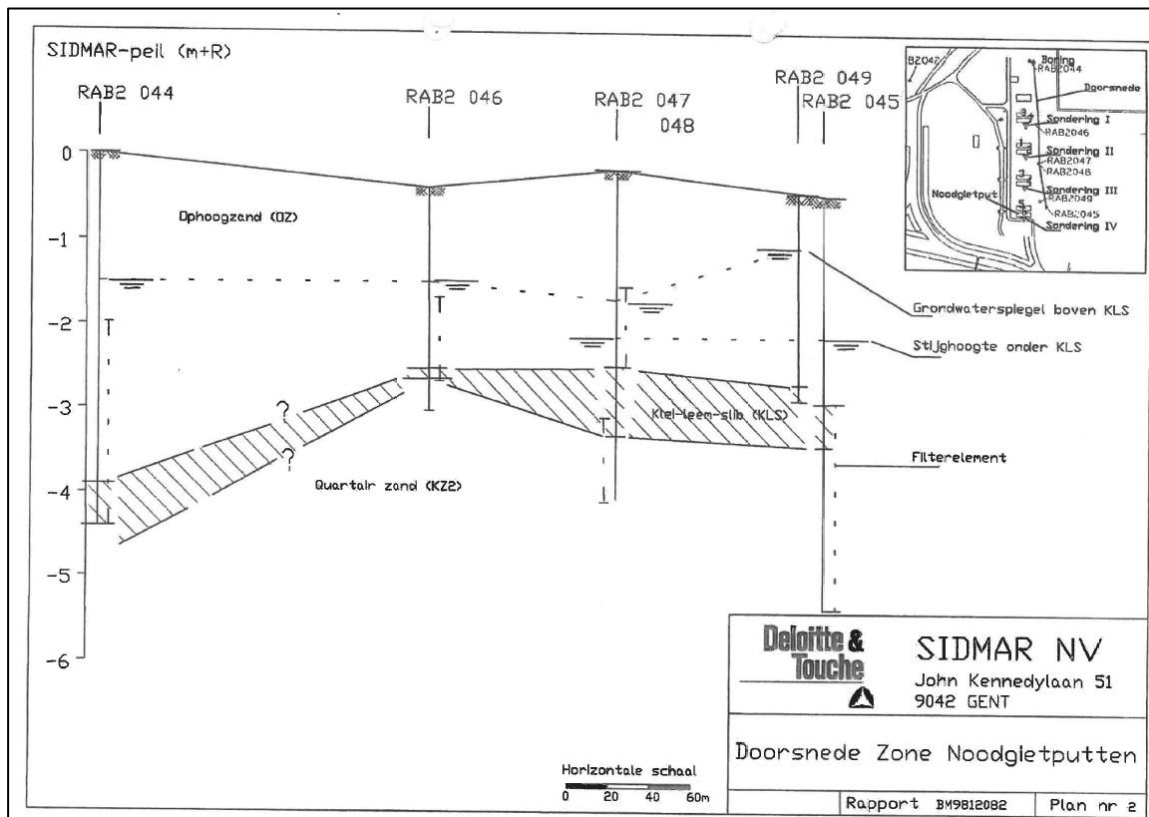
De belangrijkste observatie is dat er in dit rapport niet gesproken wordt van een bemaling of onttrekking ter hoogte van de noodruwijzerputten (figuur 4 uit dat rapport).

3.2.3 1999: Sidmar Gent Zone noodruwijzerputten concept van drainage, Deloitte & Touché, BM 98 12 082

Dit is de oudste studie die werd teruggevonden die specifiek over de noodruwijzerputten handelt. Dit werd opgesteld omdat er insijpeling van grondwater ontstaan was ter hoogte van noodruwijzerput 6.

Het grondonderzoek waar dit rapport zich op baseert bestaat uit de boorstaten van 6 boringen (dieptes 2,4 tot 5 m-mv) die in 1996 uitgevoerd werden en 4 sonderingen (dieptes van 20,8 tot 21,9 m-mv) die in kader van dit rapport werden uitgevoerd, deze zijn weergegeven in bijlage 13.3. Op basis van dit lokaal grondonderzoek wordt een ondiepe leemlaag en een ophooglaag onderscheiden, die niet als dusdanig omschreven is in de publieke literatuur. De leemlaag krijgt de naam "KLS" ("klei-leem-slib") en de ophooglaag krijgt de naam "OZ" ("ophoogzand"), de auteurs stellen een hydrogeologische doorsnede op van deze ondiepe lagen, weergegeven in Figuur 3-3.

KLS heeft een dikte van 0,18 tot 0,8 meter, en bevindt zich op een diepte van ca 3 tot 3,6 m-mv. De laag KLS komt mogelijk overeen met de laag KDL uit 3.1.2, in voorliggend rapport zal echter verdergewerkt worden met de benaming KLS aangezien er te weinig informatie is om te bevestigen of deze laag alluvium of polder/poelgronden zijn zoals de interpretatie van KDL luidt.



Figuur 3-3: Hydrogeologische doorsnede naar Van Burm, Ph. & De Vos, K.

Er wordt gerapporteerd dat er in december 1998 aan ieder paar noodruwijzerputten 10 zandpalen tot 7 m-mv geplaatst met grindaanvulling, aan de langsijden (loodrecht op het treinspoor). Specifieker dan deze kwalitatieve omschrijving is de inplanting niet gekend.

Vervolgens zijn er in dit rapport enkele modelsimulaties gebeurd met als onderzoeksvraag met welk debiet er in KZ2 dient gepompt te worden om een neerwaartse stijghoogtegradiënt te onderhouden tussen OZ en KZ2. Een onttrekking van $20 \text{ m}^3/\text{u}$ uit 8 putten (2 per ruwijzerput) zou het grondwaterpeil in KZ2 met 2 meter verlagen over de volledige zone van de gietputten. In het rapport wordt vermeld dat er enkel reden is om de volledige zone van de noodgietputten te draineren indien er ter hoogte van alle noodgietputten wateroverlast is.

In de bijlagen bevindt zich tevens een extern advies van Ir. Jan Maertens die concludeert dat het insijpelend grondwater mogelijk aangevoerd wordt door de spoorwegballast. Er wordt in het advies aangeraden zandpalen te plaatsen ter hoogte de spoorlijn. Deze zouden geplaatst zijn in januari 1999, zo dicht mogelijk bij het gietpunt, met een diepte van 4 à 5 m-mv.

Op basis van de interpretatie dat de hangwater een zeer lokaal fenomeen is, veroorzaakt door het preferentieel kanaal van de spoorwegballast, wordt algemeen geconcludeerd dat de reeks zandpalen in combinatie met een verticale stijghoogtegradiënt van OZ naar KZ2 de problemen zouden moeten verhelpen.

3.2.4 2007: Grondwatermodellering van het bedrijfsterrein van ARCELOR te Gent, UGent, TGO 06/03

Deze studie omvat het opstellen van een regionaal grondwatermodel. Er werden 400 à 500 peilbuizen ingepeild in twee meetronden (voorjaar 2006 en najaar 2006). Bij vergelijking tussen gesimuleerde en waargenomen peilen (zie bijlage 13.4) werd vastgesteld dat een aantal peilmetingen in KZ2 afwijkend hoog zijn, te wijten aan hangwaterlagen (in OZ), deze werden als uitschieter behandeld. Ook zijn er afwijkend lage peilmetingen, die worden toegeschreven aan peilputten die gelegen zijn naast pompputten die een discontinu pompregime hebben.

Een belangrijke conclusie is dat de natuurlijke regionale grondwaterstroming van het noorden naar het zuiden is, bepaald door een stuifzandrug en de Moervaartdepressie. De grondwaterstand ter hoogte van het terrein van Arcelor Mittal wordt echter grotendeels bepaald door de grondwaterwinningen en bemalingen en niet door de natuurlijke gradiënt.

Het grondwatermodel bestaat uit de geologische lagen KZ1, KL en KZ2, de hangwaterlagen ter hoogte van Arcelor Mittal werden verder niet behandeld in het grondwatermodel. Er werd in het model een laag "Stortophogingen" ingevoerd, dit betreft het baggerstort Lange Akkers dat gelegen is ten zuiden van het bedrijfsterrein. Dit slaat niet op KLS.

Het rapport spreekt van 9 doorlatendheidsmetingen van de leemlaag KL, uitgevoerd op monsters uit het boren van pompputten tussen de hoogoven en het zeekanaal in 2006. Waar deze metingen uit bestaan wordt niet vermeld. Het geometrisch gemiddelde is een weerstand van 128 d per meter dikte van de laag of een doorlatendheid van 0,0078 m/d (Tabel 3-2).

Voor KZ1 werd een horizontale doorlatendheid van 13 m/d gehanteerd, er wordt niet gespecificeerd waarom.

Voor KZ2 werd een horizontale doorlatendheid van 8 m/d bekomen na kalibratie naar de geobserveerde peilen van 2006.

De parameters voor berging zijn op basis van inschattingen.

Tabel 3-2: Hydraulische parameters in het grondwatermodel (2007).

Laag	K (m/d)	Ss (m ⁻¹)	Sy (-)
Stortophoging	0.1	-	0.20
KZ2	8	1.0E-03	0.20
KL	0.0078	1.0E-03	-
KZ1	13	1.0E-03	-

De modelgrenzen zijn diverse vaste stijghoogten gebaseerd op hydrografische elementen in de omgeving, de celgrootte is uniform 25 m x 25 m. Het model werd tijdsafhankelijk gedraaid tussen 2000 en 2006 met werkelijke maandneerslagwaarden en werkelijke pompdebieten (vermoedelijk uitgemiddelde jaardebieten).

De onderzoeksvraag van het grondwatermodel lijkt zich te situeren rond intrusie van (zout) kanaalwater in de aquifer ten gevolge van de bemaling ter hoogte van de hoogovens en de cokesfabriek.

3.2.5 2011: Boorverslag waterput, Verheyden bvba, 63423

Dit is een boorverslag van pompputten P50, P51, P52 en P57.

Deze zijn uitgevoerd tot een diepte van 10,5 m-mv, hebben een filterlengte van 5 m, echter ook een zandvang van 2 m. De top van de filterstelling is dus op 3,5 m-mv.

De boortechniek is niet opgegeven, vermoedelijk zuigboringen, de dieptes op het boorprofiel kunnen bijgevolg afwijkend zijn. Alle boringen hebben identiek hetzelfde boorprofiel, dat rapporteert kleihoudende intervallen op dieptes van ~2 m-mv en ~6 m-mv, het boorprofiel bevindt zich in bijlage 13.5. De inplanting wordt weergegeven in Figuur 5-1.

3.2.6 2011: Simulatie van een grondwaterbemaling nabij de noodruwizerputten op het terrein van ArcelorMittal Gent, UGent, TGO 11/XX

Dit rapport omschrijft zeer summier een simulatie van de verlagingen ter hoogte van de noodgietruwizerputten. Er wordt in het model aan 7 m³/u onttrokken op 7 pompputten (P58, P57, P50, P51, P52, P53 en P56, zie Figuur 5-1). De lagenopbouw en gridverfijning is identiek aan het bestaande model, er wordt niet vermeld op welke wijze (filterstelling) de pompputten in het model ingevoerd werden. Er wordt een preprocessor (RADMOD) gebruikt om conductantietermen tussen modelcellen op voorhand te berekenen zodat radiale stroming naar de pompput minder vervormd wordt (dit kan beter opgevangen worden door lokale gridverfijning).

Voor de anisotropie van de doorlatendheden wordt een courante ratio 1/10 gehanteerd, voor KL lijkt dit echter omgewisseld (10/1) (Tabel 3-3), mogelijks is dit een fout in de rapportage, in een later rapport wordt dit als Kh 0,78 m/d en Kv 0,078 m/d aangenomen, zie 3.2.10, wat ook weer anders is dan de waarde uit 2007, zie 3.2.4.

Tabel 3-3: Aangenomen hydrogeologische parameters.

Laag	Dikte (m)	Horizontale Doorlatendheid (m/d)	Verticale Doorlatendheid (m/d)	Specifieke elastische Berging (m ⁻¹)
KZ2	8	8.0	0.8	0.20
KL	8	0.078	0.78	10 ⁻³
KZ1	4	13.0	1.3	10 ⁻³

De ondiepe leemlaag KLS (zie 3.2.3) wordt niet in het model opgenomen.

3.2.7 2013: Boorverslag waterput, BVBA Idès De Wulf

Dit is enerzijds een boorverslag van 3 pompputten: P53, P56 en P58, de inplanting is weergegeven in Figuur 5-1.

Deze zijn uitgevoerd tot 10,5 m-mv, filterlengte 5 m en 1 m zandvang, de top van de filterstelling is dus op 4,5 m-mv.

Ze zijn uitgevoerd door middel van spoelboringen, en rapporteren een kleilaag op een diepte van 2-3 m-mv. Het boorprofiel bevindt zich in bijlage 13.6.

Anderzijds bevat dit document ook een verklaring van buitengebruikstelling van 3 pompputten met

dezelfde naam, gedateerd op dezelfde dag als de boorrapporten. Er wordt tekstueel omschreven dat de buiten gebruik genomen putten een filterlengte van 5 m hadden en 15 m stijgbuis hadden, dus een filterstelling van ca. 15-20 m-mv. Deze filters bevonden zich dus in KZ1. De PVC werd opgevuld met bentonietcement. Op basis van het boorprofiel lijkt de annulaire ruimte van de putten ter hoogte van KL opgevuld geweest te zijn met klei, zie Bijlage 13.6.

Een mogelijke verklaring is dat op de locatie van deze pompputten aanvankelijk diepere pompputten geplaatst waren. In dat geval is het logisch dat hetzelfde gebeurd is bij de pompputten van 2011 beschreven in 3.2.5. Echter, rekening houdend met paragraaf 3.2.2 kunnen deze hypothetische aanvankelijke putten niet ouder geweest zijn dan 1998.

3.2.8 2014: Modelleren van de invloed van de grondwaterwinning in het Quartair aquifersysteem op het bedrijfsterrein van ArcelorMittal te Gent, UGent, TGO 14/06a

Dit rapport betreft een update van het bestaande model. De actualisatie betreft pompdebieten en neerslagwaardes. De resultaten worden bijkomend gevisualiseerd met profielen ter evaluatie van de impact (grondwaterverlaging) van de bedrijfswinningen op omliggende natuurgebieden.

Tevens worden er in dit rapport analytische berekeningen gedaan met betrekking tot de impact van de quartaire winningen in het Ledo-Paniseliaan.

3.2.9 2018: Hydrogeologische studie van de kanaalwaterintrusie op het bedrijfsterrein van ArcelorMittal te Gent, UGent, TGO 18/03

Dit rapport betreft een veldwerkcampagne gefocust rond de kanaalwaterintrusie (EM-metingen, bijkomende peilmetingen en grondwateranalyses), gevolgd door een update van het bestaande grondwatermodel met uitbreiding naar een stoftransportmodellering (MT3D) voor verzilt grondwater.

3.2.10 2020: Modelstudie van een grondwaterbemaling nabij de noodruwizerputten op het terrein van ArcelorMittal Gent, Sertius/UGent, SOL19070202 / TGO 19/03

Dit document betreft een samenvatting/synthese door Sertius met de studie van UGent in bijlage als onderbouwing. Er wordt gesteld dat 5 m-mv een veilige grondwaterstand is ter hoogte van de noodgietruwizerputten.

Er wordt geadviseerd 14 doubletten te plaatsen, ofwel 28 pompputten (Figuur 5-2). De doubletten PN1, PN2, PN13 en PN14 zijn voorzien ter hoogte van de noodruwizerputten 9, 10 en 11 die buiten gebruik worden genomen, waardoor er slechts 10 doubletten nodig zouden zijn.

Er is geen expliciete onderbouwing waarom de pompputten in doublet dienen uitgevoerd te worden.

Er wordt in de synthese door Sertius geadviseerd de korrelgrootte van het filtergrind te beperken tot de klasse 0,5-1 mm om dichtslibben van de pompputten te minimaliseren en aandacht te besteden aan de omstorting, zie Figuur 3-4. Er wordt echter niet gesproken over verijzing, beluchting van de ondiepe pompputten en de optredende neerslagreacties.

4.2 Filtergrind

Mogelijk is het dichtslibben van de bemalingsputten die tot nu toe in de KZ2-zandlaag geplaatst werden te wijten aan het gebruik van te grof filterzand, rekening houdende met het relatief fijne zand uit de KZ2. Er werd, op basis van de door u verstrekte gegevens, een filterzand gebruikt met een korrelgrootte van 0,8 à 1,25 mm en 0,7 à 1,4 mm. We stellen voor om bij het installeren van nieuwe bemalingsputten in de KZ2 een kleinere korreldiameter te gebruiken, bv. 0,5 à 1 mm. Met een perforatie van de filterbuizen van bv. 0,3 mm vormt dit geen probleem. Dergelijk filtergrind kan ook gebruikt worden voor de KZ1.

Een tweede reden voor het dichtslibben kan zijn dat de filters niet correct omstort werden. Een filter moet centrisch in het boorgat geplaatst worden (met afstandshouders) zodat de filtergrindmantel rond de filter overal even dik is (3 à 4 cm). In het kader van het bemalingsproject ter hoogte van de noodruwizerputten lijkt het van belang hier extra aandacht aan te besteden.

Figuur 3-4: Redenen voor dichtslibben pompputten uit nota Sertius (2020). Er wordt niet gesproken over de beluchting en verijzing van de ondiepe putten.

Het model van 2011 werd hergebruikt met de parameters weergegeven in Figuur 3-5. Het is duidelijk dat er over de jaren heen steeds een andere doorlatendheid werd aangenomen voor KL, de reden hiervan is niet bekend (zie Tabel 3-2 en Tabel 3-3). De bergingscoëfficiënt van KZ2 werd gekalibreerd op basis van de peilen opgemeten in 2019. Er wordt niet gerapporteerd over welke peilbuizen het gaat.

Tabel 2.1 Opbouw en hydraulische karakteristieken van het grondwaterreservoir in het model

Laag	Dikte (m)	Horizontale Doorlatendheid (m/d)	Verticale Doorlatendheid (m/d)	Specifieke elastische Berging (m^{-1})
KZ2	8	8.0	0.8	0.05*
KL	8	0.78	0.078	10^{-3}
KZ1	4	13	1.3	10^{-3}

Figuur 3-5: Gehanteerde parameters in het grondwatermodel van 2020.

De dikte van de modellagen is gebaseerd op gedigitaliseerd kaartmateriaal (AGT beschikt niet over dit kaartmateriaal) uit de Hydrogeologische studie van de Gentse Kanaalzone, deze peilen komen niet overeen met het lokaal grondonderzoek dat gerapporteerd werd in 3.2.3, meer bepaald het laagcontact tussen KZ2 en KL is op basis van het grondonderzoek dieper. Het laagcontact tussen KL en KZ2 komt wel voldoende overeen, de dikte van KZ1 is op basis van het grondonderzoek ook dieper.

Er worden 6 scenario's uitgerekend waarbij het onttrokken debiet in stappen van $1 \text{ m}^3/\text{u}$ gevarieerd wordt van $3 \text{ m}^3/\text{u}$ per doublet van pompputten tot $8 \text{ m}^3/\text{u}$ per doublet van pompputten. Het debiet wordt telkens gelijk verdeeld tussen KZ1 en KZ2. Om de gewenste verlaging te bekomen dient theoretisch 1.344 à 1.680 m^3 grondwater per dag of 56 à $70 \text{ m}^3/\text{uur}$ onttrokken te worden, dit is 2 à $2,5 \text{ m}^3/\text{u}$ per pompput.

Het voorgestelde en geoptimaliseerde bemalingssysteem voor de noodruwizerputten wordt verder gedetailleerd in paragraaf 5, waarbij zeker rekening dient gehouden worden met de

verijzeringsproblematiek in de bepaling van de filterstelling van de pompputten en de verdere aansturing van het systeem.

3.2.11 Omgevingsvergunningaanvraag bemaling noodruwizerputten

In de aanvraag worden 2 bemalingseenheden omschreven. Ze onttrekken beiden uit HCOV0100, hebben elk een maximaal dagdebiet van 720 m³/d of 30 m³/u (262.800 m³/j) en een verlaging van het grondwaterpeil van 5 m. De ene reeks heeft een maximale diepte van de bemalingseenheid van 10 m, de andere een maximale diepte van 20 m. De ondiepe pompputten krijgen een filterstelling van 7-10 m-mv, de diepe krijgen een filterstelling van 15-20 m-mv.

Al het opgepompt grondwater wordt nuttig hergebruikt als proceswater op de site.

3.3 Terreinbezoek

Op 22/08/2024 werd een terreinbezoek uitgevoerd.

Aanwezigen: Jos Van Steenwinkel (AGT), Laura Scheêre (AGT), Tom Wyseure (AGT), Rens Verleene (Cyclops i.o.v. Arcelor Mittal), Hannes Cromheecke (Arcelor Mittal).

Het bezoek situeerde zich rond de noodruwizerputten 11, 10, 9, 8 en 7 (11, 10 en 9 zullen verdwijnen op termijn). Er werden enkele pompputten van de actieve bemaling bezichtigd, deze waren aan het pompen en zijn uitgerust met Grundfos SP9-8 pompen, deze hebben een nominaal debiet van 9 m³/u. Ter hoogte van het gietpunt van noodruwizerput 10 bevindt er zich een debietmeter tussen de collectorleiding van de pompputten en de lozing in de bedrijfsleiding, deze debietmeter gaf ca. 9 m³/u aan, de accuraatheid wordt in twijfel getrokken aangezien hier meerdere pompputten op aangesloten zijn, het aantal was niet bekend. De pompputten van de huidige bemaling zijn bovengronds afgewerkt, de bovengrondse afwerking is grotendeels conform de regelgeving (VLAREM II, bijlage 5.53.1, Hoofdstuk 1, deel 2 paragraaf 12.2: putkop met waterdichte doorvoeringen, uitgerust met een peilbuis, T-stuk met aftapkraan voor staalname, afsluitkraan). Wat ontbreekt is een bovengrondse behuizing en correcte en volledige debietmeting. Op heden worden de noordelijke pompputten op een collectorleiding gezet, tussen deze collectorleiding en de bedrijfsleiding is er een debietmeter. De zuidelijke pompputten lozen in een gracht, ook met debietmeting.

Deze pompputten doorboren volgens hun boorrapport (bijlage **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) de leemlaag, door de grindaanvulling ontstaat er dus een hydraulisch contact tussen KZ1 en KZ2. Om dit conform de regelgeving (VLAREM II, bijlage 5.53.1, Hoofdstuk 2) buiten gebruik te stellen, dient het boorgat waarin de PVC van de pompput en annulaire opvulling is aangebracht, overboord te worden met een grotere diameter zodat dit volledig opgevuld kan worden. Dit wordt verder gedetailleerd in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**

Er werd ook een oude pompput bezichtigd die niet meer gebruikt wordt, deze heeft een ondergrondse toezichtkamer. Het betrof P50, geplaatst in 2011 (paragraaf 3.2.5, Figuur 5-1). Aangezien deze pompput een putconstructie heeft die de leemlaag KL niet doorboort, kan deze buiten gebruik genomen worden door de put op te vullen met grout. Dit wordt verder gedetailleerd in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**

Er werd benadrukt dat het vanuit de regelgeving niet verplicht is pompputten in te bouwen in een ondergrondse toezichtkamer, bovengrondse afwerking is conform. Dit maakt de plaatsing aanzienlijk

goedkoper, inspectie en onderhoud wordt ook veel makkelijker. Wel dient er infrastructuur geplaatst worden om de put bovengronds te beschermen tegen mechanische schade, evenals tegen vorst. Aanbevelingen voor de toekomstige bemaling worden in paragraaf 8 beschreven.

Er is geen informatie meer beschikbaar van het uitgraven van de noodruwijzerputten (in functie van observaties omtrent de ondiepe leemlaag KLS).

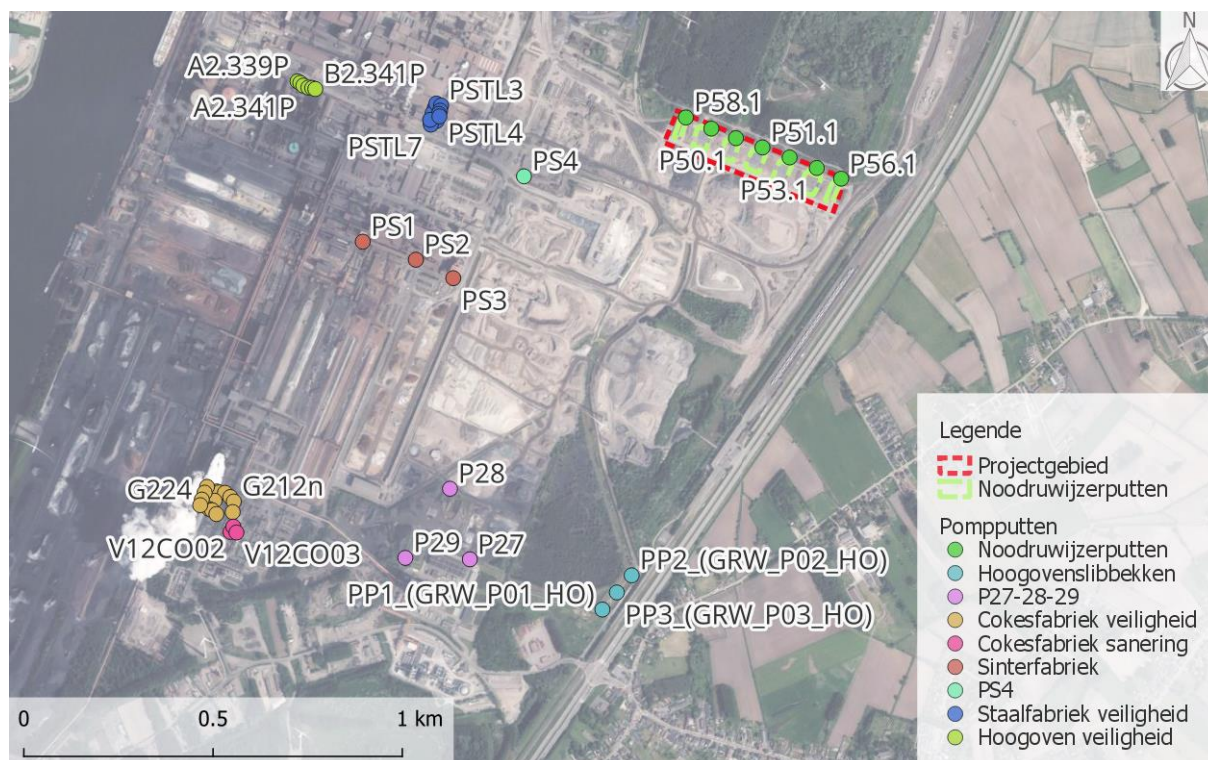
3.4 Sitespecifieke gegevens

Grondwaterpeilmetingen uit 2022 en 2023 werden aan AGT overgemaakt, zie details in paragraaf 4.3.

De onttrekkingsvolumes van 2021 en 2023 uit de quartaire grondlagen werden overgemaakt, bestaande uit het jaarvolume per zone op de site, zie Tabel 3-4.

Tabel 3-4: Bedrijfswinningen huidige toestand, met debieten van 2023. De bemaling van de noodruwijzerputten is in rood aangeduid.

Pompdebieten 2023		V	Q	PP	Q per pp
		(m ³ /j)	(m ³ /d)		(m ³ /d)
Noodruwijzerputten		503683	1379.95	18	76.66
Hoogovenslibbekken		117812	322.77	3	107.59
P27-28-29		35290	96.68	3	32.23
Cokesfabriek totaal		256778	703.50	17	
CF veiligheid	90%	231100.2	633.15	14	45.23
CF sanering	10%	25677.8	70.35	3	23.45
sinterfabriek PS1-2-3		60011	164.41	3	54.80
PS4		1351	3.70	1	3.70
staalfabriek		279894	766.83	10	76.68
hoogoven		64977	178.02	6	29.67



Figuur 3-6: Pompputten in de quartaire lagen per zone op de site. De onttrekkingspunten van de noodruwijzerputten op deze kaart zijn niet volgens de huidige configuratie.

Er zijn tevens pompputten in de tertiaire gespannen aquifer, onder de Bartoon aquitard. Deze winningen worden niet verder behandeld in dit rapport.

Er zijn analyseresultaten van peilbuis V06 (meerdere peilfilters) doorgestuurd, details en precieze inplanting in paragraaf 4.4.

Ook werd per mail bevestigd dat er in 1999 80 zandpalen geboord werden, 10 stuks aan iedere zijde van een paar ruwijzerputten, met een tussenafstand van ca. 5 m. Deze werden omschreven in paragraaf 3.2.3. Ook werd meegedeeld dat noodruwijzerputten 1-6 in 1973 gebouwd werden, putten 0, 7 en 8 op een later, onbekend tijdstip, en tenslotte putten 9-11 in 2003 gebouwd werden. Op basis van publieke historische luchtfoto's (Geopunt.be) kan de bouw van putten 0, 7 en 8 iets verder verfijnd worden: putten 7 en 8 zijn gegraven tussen 1988 en 2002 en put 0 tussen 2002 en 2003.

Op het overleg van 9/09/2024 werd bevestigd dat ervan uitgegaan kon worden van een (veilig) bemalingspeil van 5 m-mv ter hoogte van de noodgietsputten.

4 Hydrogeologie

4.1 Algemene geologie

De algemene (hydro)geologie van de omgeving is gekenmerkt door:

- Quartaire afzettingen tot ca. 22 m-mv: bovenaan treft men zandige ophogingen en/of een leemhoudende holocene eolische deklaag aan van hooguit enkele meters. Daaronder treft men een Pleistoceen pakket van de Formatie van Eeklo bestaande uit:
 - o Lid van Eke: overwegend zandhoudend met voorkomen van kleilenzen, leemlenzen en grindlenzen en mogelijk veenhorizonten
 - o Lid van Oostakker: Leem en leemhoudend zand
 - o Lid van Dendermonde: overwegend grof zand met lokaal grindbedden met vuursteen, houtresten en fossielen
- Opeenvolgende Tertiaire klei en zandige lagen behorende tot de Bartoon Aquitard, onderdeel van de geologische Formatie van Maldegem

4.2 Lokale geologie

Op basis van de geraadpleegde gegevens kan de hydrogeologie ter hoogte van de noodruwijzerputten samengevat worden als volgt (van boven naar onder):

- Grondlaag L1: "OZ" bestaande uit overwegend opgespoten zand, mogelijk heterogeen.
- Grondlaag L2: "KLS" klei-leem-slib, komt volgens de bronnen discontinu voor en met variabele dikte en samenstelling. Waar deze voorkomt kan hangwater aanwezig zijn. Het is niet duidelijk of dit deel uitmaakt van de ophoging of natuurlijk is.
- Grondlaag L3: KZ2 bestaande uit fijn zand (=lid van Eke).
- Grondlaag L4: KL bestaande uit leem en klei met mogelijk zandige intercalaties (=lid van Oostakker).
- Grondlaag L5: KZ1 bestaande uit fijn tot middelgrof zand met soms schelpen en grindelementen (=lid van Dendermonde).

Hieronder komt de Tertiaire Formatie van Maldegem voor, hoewel er leden zijn binnen deze formatie die bestaan uit zand, wordt het gehele pakket gezien als een waterremmend kleipakket.

Ter hoogte van de noodruwijzerputten zijn 4 sonderingen uitgevoerd in 1999 (zie 3.2.3 en bijlage 13.3), deze worden tot op heden beschouwd als het meest betrouwbare lokale grondonderzoek om de niveau's van de geologische lagen af te leiden ter hoogte van de noodruwijzerputten.

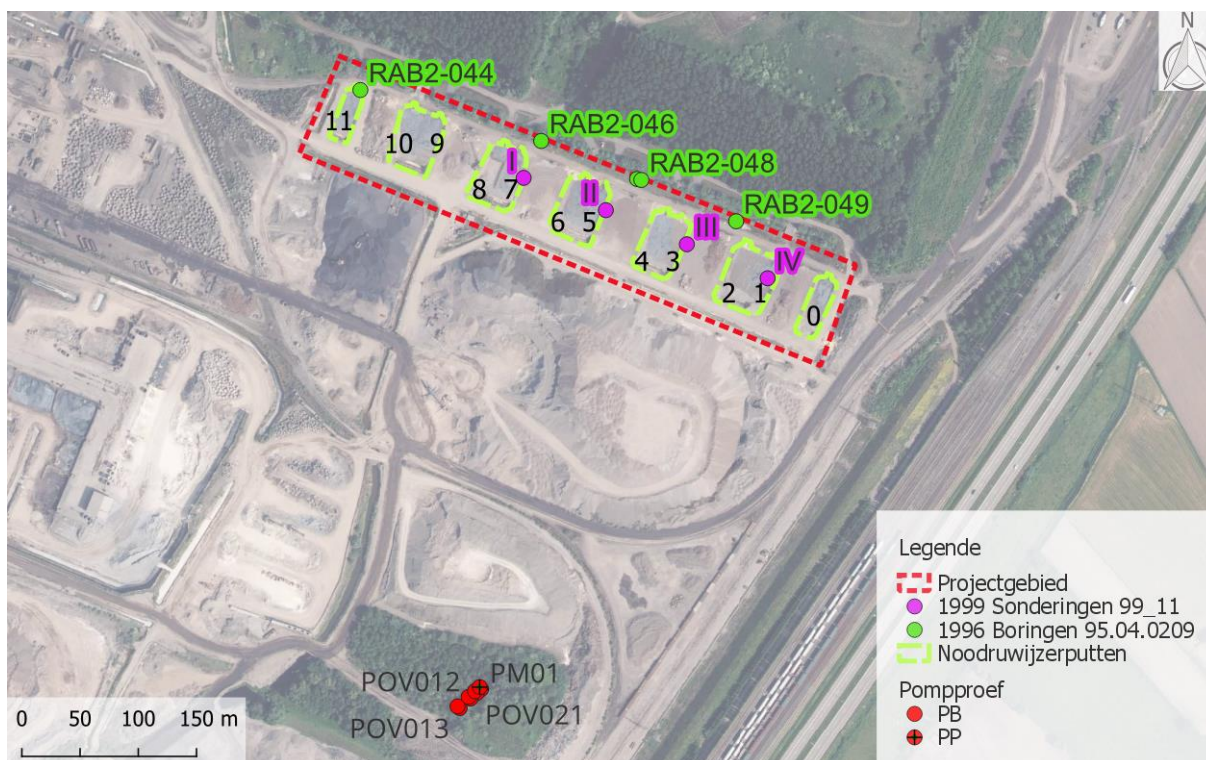
Ondersteunend zijn er boorprofielen uit 1996 (bijlage 13.3) die kunnen helpen om grondlaag L1 en L2 te karteren, deze boringen zijn niet diep genoeg om een bijdrage te leveren tot de Pleistocene geologie.

Om de parameters van KZ1, KL en KZ2 nauwkeurig te bepalen kan gebruik gemaakt worden van de data van de pompproef uit 1994 (zie 3.2.1).

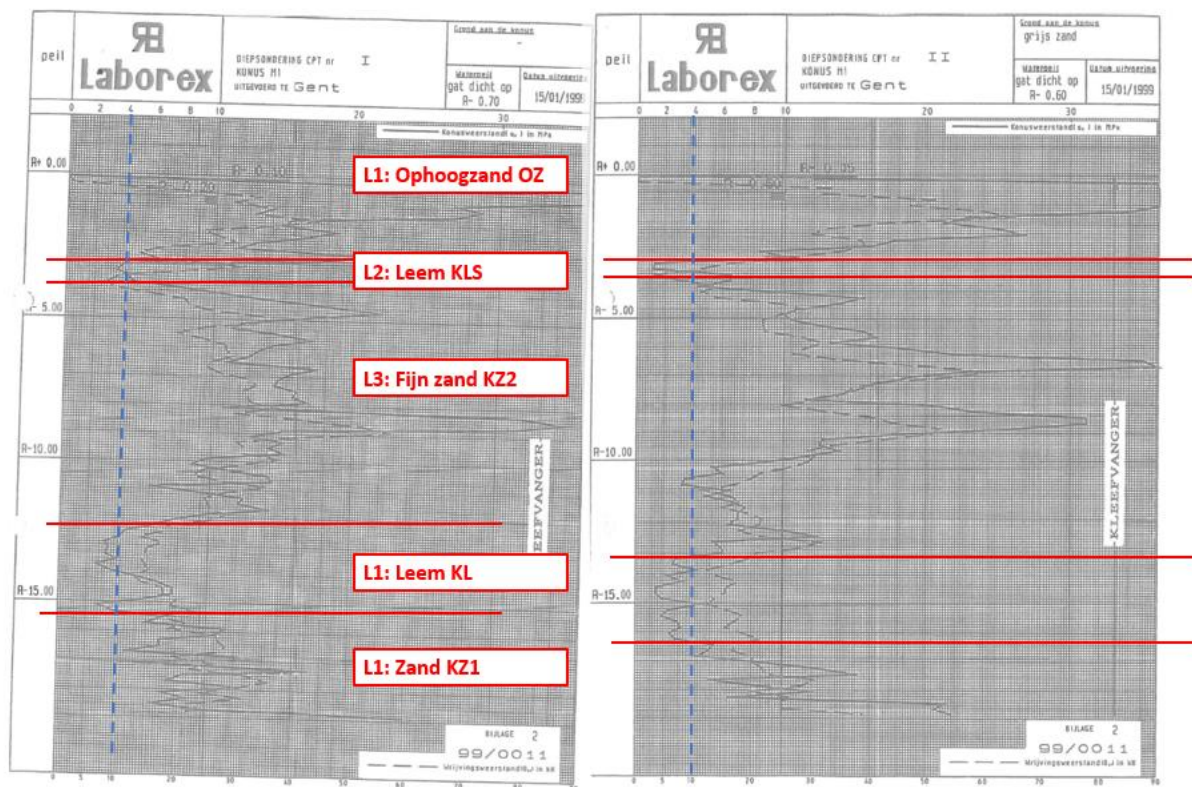
Op Figuur 4-1 wordt de inplanting van het relevante grondonderzoek weergegeven. In Tabel 4-1 wordt de interpretatie van dit grondonderzoek in een laagindeling weergegeven. Deze opbouw wordt visueel weergegeven in Figuur 4-3, met aanduiding van relevante peilbuismetingen (Figuur 4-6).

Tabel 4-1: Peilen van de laagindeling op basis van het lokaal grondonderzoek.

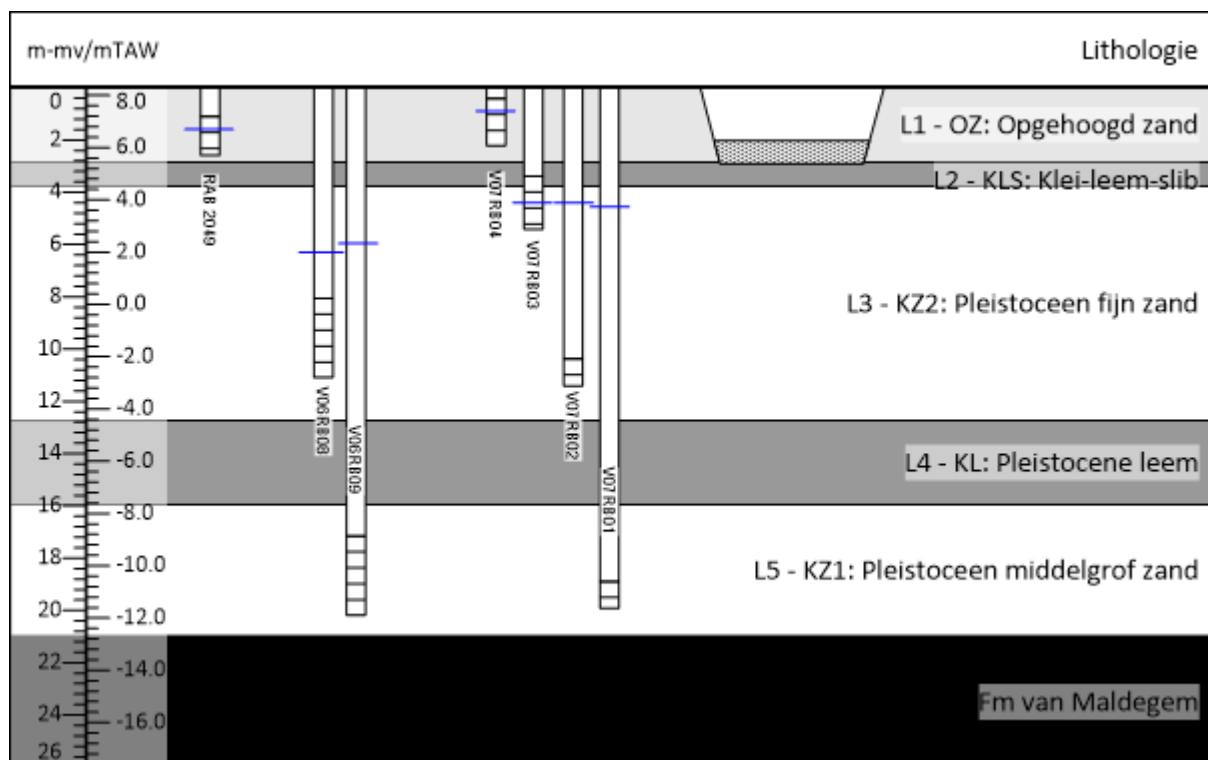
Referentiepunt: 8.48 mTAW											
Meetpunt	Maaiveld		Basis L1 - OZ		Basis L2 - KLS		Basis L3 - KZ2		Basis L4 - KL		Einde boring/sondering
	m-ref	mTAW	m-mv	mTAW	m-mv	mTAW	m-mv	mTAW	m-mv	mTAW	m-mv
1996 - Boring - RAB2 044	0.03	8.51	4	4.51	-	-	-	-	-	-	4.5
1996 - Boring - RAB2 045	-0.47	8.01	2	6.01	3	5.01	-	-	-	-	5
1996 - Boring - RAB2 046	-0.365	8.12	2.2	5.92	2.35	5.77	-	-	-	-	2.7
1996 - Boring - RAB2 047	-0.14	8.34	2.3	6.04	3.2	5.14	-	-	-	-	4
1996 - Boring - RAB2 048	-0.14	8.34	2.3	6.04	-	-	-	-	-	-	2.4
1996 - Boring - RAB2 049	-0.42	8.06	2.30	5.76	-	-	-	-	-	-	2.50
1999 - CPT - I	-0.10	8.38	3.00	5.38	3.80	4.58	12.40	-4.02	15.50	-7.12	21.90
1999 - CPT - II	-0.05	8.43	2.90	5.53	3.50	4.93	13.40	-4.97	16.30	-7.87	21.00
1999 - CPT - III	-0.06	8.42	3.50	4.92	3.90	4.52	14.40	-5.98	17.00	-8.58	20.80
1999 - CPT - IV	-0.32	8.16	3.40	4.76	4.60	3.56	11.70	-3.54	15.00	-6.84	21.00
2008 - Boring - V08OL3+4	-	8.18	2.00	6.18	3.00	5.18	11.80	-3.62	-	-	12.00
Gemiddelde	-0.19	8.29	2.85	5.42	3.76	4.55	12.74	-4.43	15.95	-7.60	-



Figuur 4-1: Inplanting van de noodruwizerputten (met nummering) in combinatie met relevant grondonderzoek.



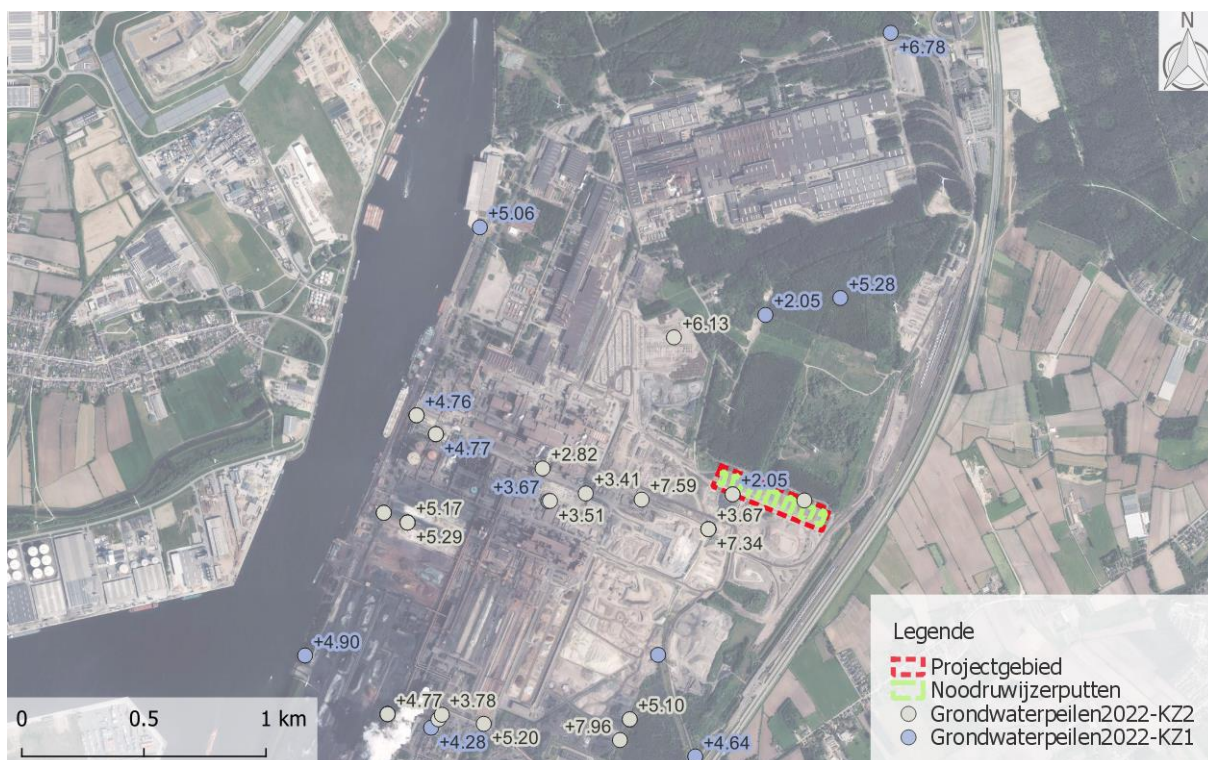
Figuur 4-2: Interpretatie toegepast op de sondeergrafieken van CPT-I en CPT-II. De verticale blauwe stippellijn komt overeen met een conusweerstand van 4 MPa.



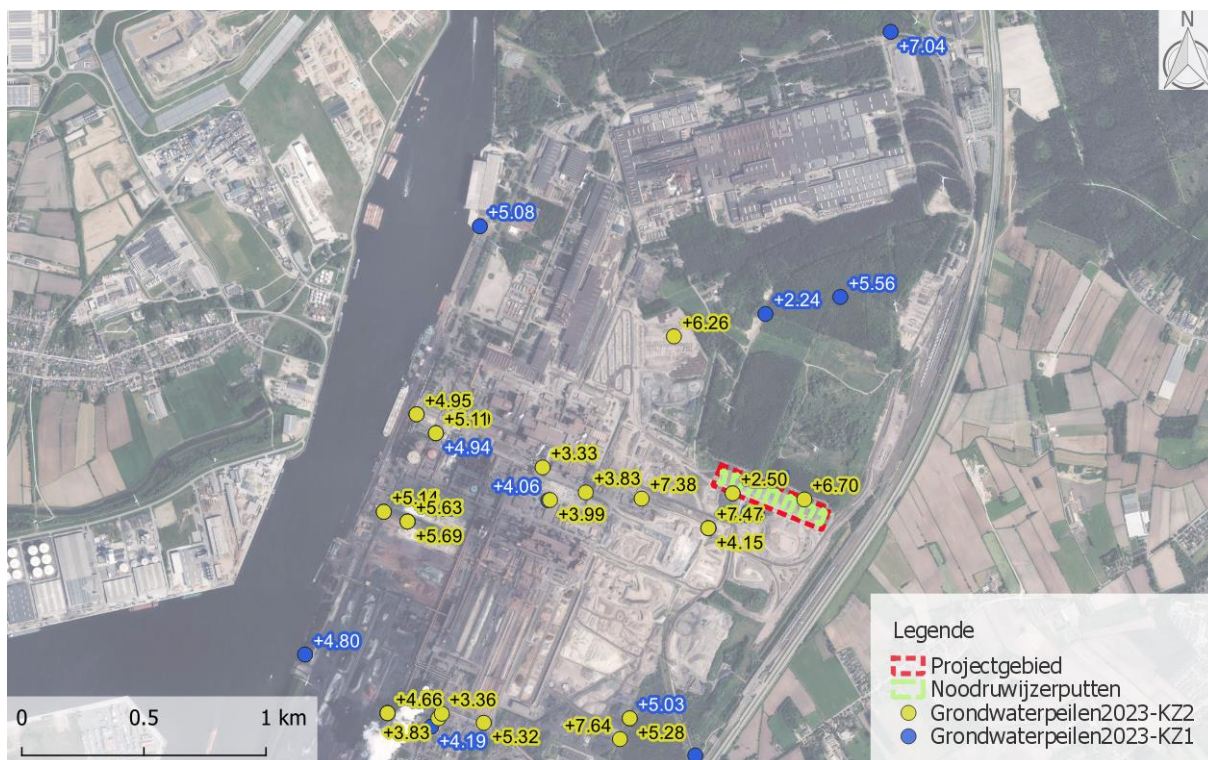
Figuur 4-3: Vereenvoudigd lokaal hydrogeologisch profiel met aanduiding van de gemiddelde grondwaterstand in de 3 nabijgelegen peilbuizen (ligging peilbuizen in Figuur 4-6).

4.3 Grondwaterpeil en grondwaterstroming

In Figuur 4-4 en Figuur 4-5 worden de gemiddelde grondwaterpeilen weergegeven. Deze werden per laag ingedeeld in KZ1 en KZ2 door de opdrachtgever, echter bevat de dataset KZ2 ook peilbuizen die een filterstelling in de hangwatertafel OZ hebben.



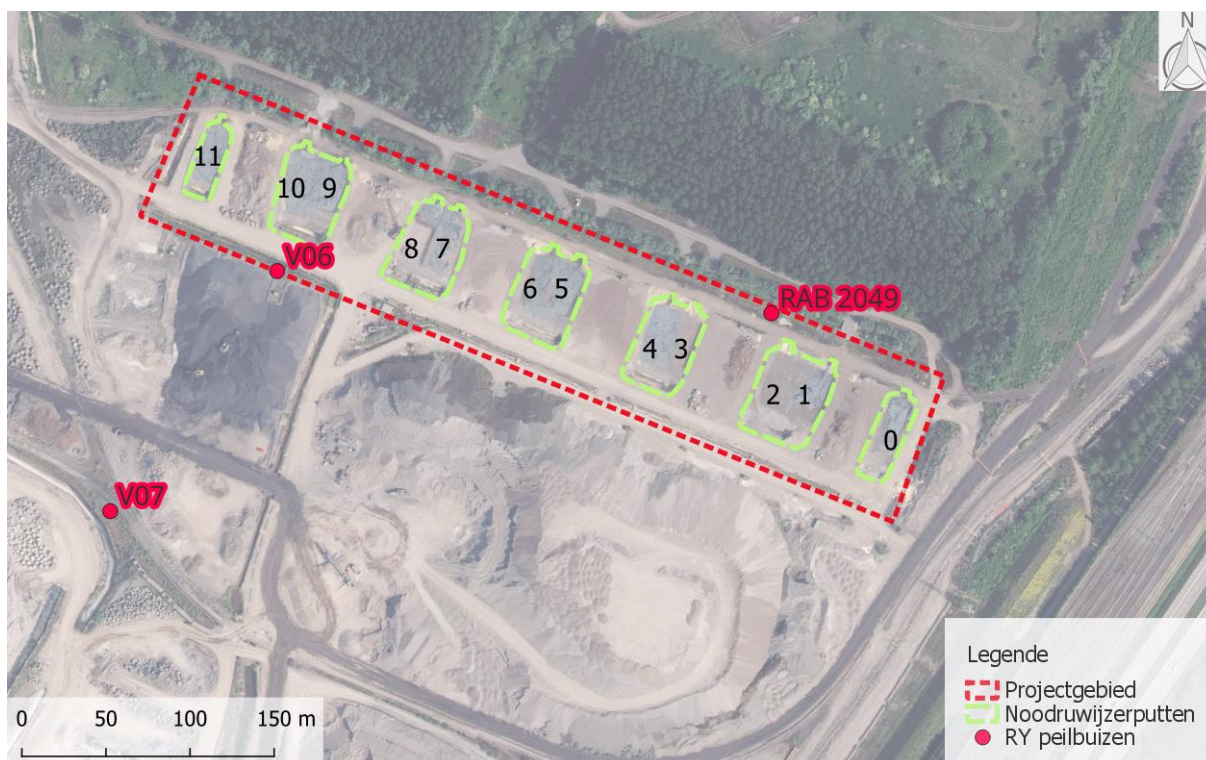
Figuur 4-4: Jaargemiddelde grondwaterpeilen 2022.



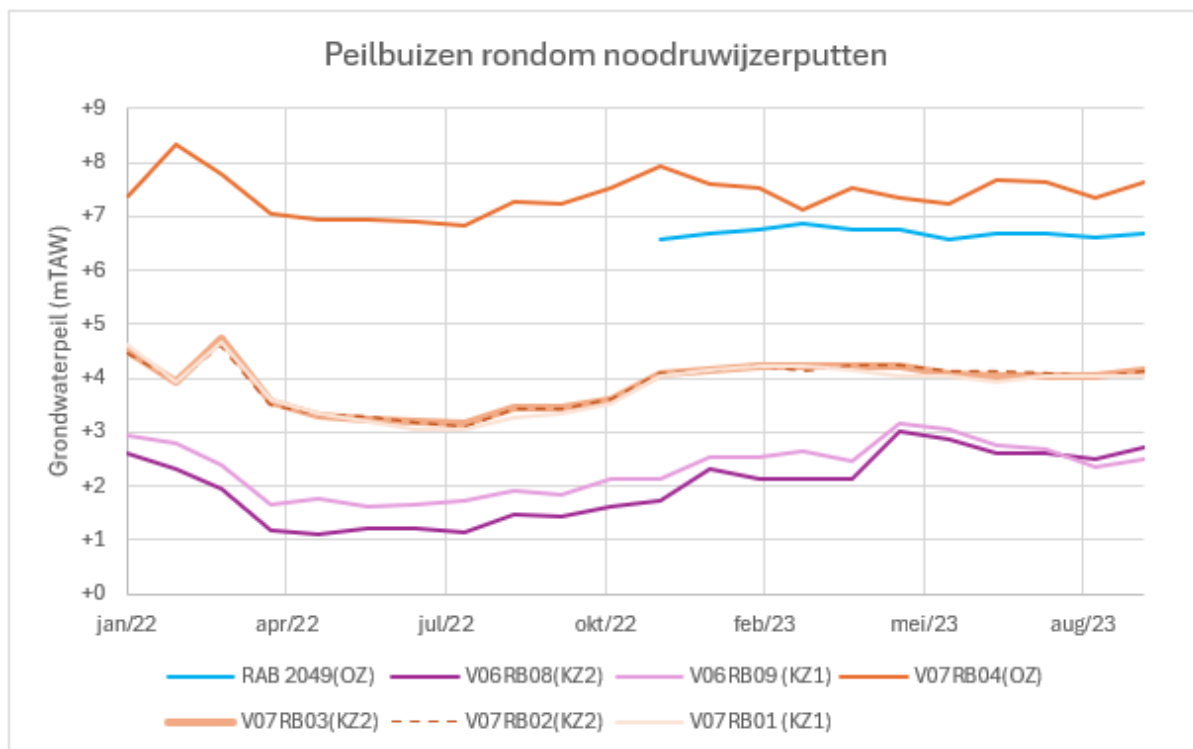
Figuur 4-5: Gemiddelde grondwaterpeilen (januari-oktober) 2023.

In Figuur 4-7 worden de tijdsreeksen van de grondwaterstanden in de peilbuizen in de omgeving van de noodruwijzerputten grafisch weergegeven. Op basis van deze peilmetingen kan gesteld worden dat

de ondiepe leemlaag KLS ter hoogte van de noodruwijzerputten relevant waterremmend is, het grondwaterpeil is ten alle tijden hoger in OZ dan in KZ2 en KZ1, het hangwater betreft dus geen kortstondig of regenbui-afhankelijk fenomeen, maar een apart te beschouwen aquifer.



Figuur 4-6: Peilbuizen ter hoogte van de noodruwijzerputten.



Figuur 4-7: Grondwaterpeilmetingen (2022-2023) in de relevante peilbuizen. De geneste peilbuizen zijn per kleur geclusterd: blauw is RAB 2049, paarsinten zijn de filters van V06 en oranjetinten zijn de filters van V07.

4.4 Grondwaterkwaliteit ter hoogte van de noodruwizerputten

Er werd een analysecertificaat doorgestuurd door de opdrachtgever voor de peilbuizen V06RB06(??-15,4 m-mv) V06RB07(??-17,5 m-mv) V06RB09 (17,6-20,6 m-mv) bemonsterd op 5/03/2024.

Het certificaat bevindt zich in bijlage 13.7.

De concentraties ijzer bedragen respectievelijk 15, 9 en 12 mg/l. Dit voldoet aan de grondwaterkwaliteitsnorm maar overschrijdt de drinkwaternorm (0,2 mg/l). De concentraties mangaan bedragen respectievelijk 1,3, 0,11 en 0,26 mg/l. Dit is in het geval van V06RB06 een overschrijding van de grondwaterkwaliteitsnorm (1 mg/l) en in alle gevallen een overschrijding van de drinkwaternorm (0,05 mg/l).

De concentraties nitraat (als proxy voor zuurstof) zijn eerder laag (respectievelijk 0,11, <0,10 en <0,10 mg/l) wat wijst op onbelucht grondwater.

Bijgevolg zullen er neerslagreacties optreden (vorming van ijzer- en mangaan(hydr)oxiden) wanneer dit grondwater belucht wordt of vermengd wordt met zuurstofrijk water.

Er zijn geen gegevens bekend van KZ2.

4.5 Heranalyse pompproef 1994

Er werden twee pompproeven uitgevoerd door Geolab (zie meer informatie in 3.2.1):

- Er werd gepompt in KZ1 aan gemiddeld 11,28 m³/u gedurende ca. 24 uur waarbij het peil in de 6 peilbuizen en 2 pompputten werd opgemeten;
- Er werd gepompt in KZ2 aan gemiddeld 9,87 m³/u gedurende ca. 24 uur waarbij het peil in de 6 peilbuizen en 2 pompputten werd opgemeten.

Het rapport benadert per proef een oplossing voor de doorlatendheid van de bewuste laag waarin gepompt wordt, vermoedelijk op basis van een combinatie van grafische analyse en analytische berekeningen, zie ca. 8 m/d voor KZ2 en KZ1 in Tabel 3-1. Er werden geen waarden berekend worden voor de leemlaag KL.

De ruwe dataset (gemeten grondwaterverlagingen) werden gedeeld met AGT, de analyse van de gegevens werd opnieuw uitgevoerd met behulp van MLU versie 2.25.78. Dit is een iteratieve tool om pomptesten in meerlagige aquifers te analyseren. Er wordt aangenomen dat er louter horizontale stroming is in aquifers en louter verticale stroming in aquitards. De gebruiker geeft de laagdiktes/peilen in, en geeft een initiële schatting van K-waardes en bergingscoëfficiënten. Vervolgens kan er door de gebruiker gekozen worden welke hydraulische parameters door het model mogen gevarieerd worden en welke hydraulische parameters de ingegeven waarde moeten behouden.

4.5.1 Hydraulische parameters KZ1 en KZ2

De analyse wordt in eerste instantie uitgevoerd per pomptest door alle parameters vrij te laten. Hieruit volgt 2 sets hydraulische parameters voor KZ1, KL en KZ2. De hydraulische parameters voor KZ1 worden weerhouden uit de pompproef die in KZ1 pompt, de hydraulische parameters voor KZ2 worden weerhouden uit de pompproef die in KZ2 pompt. De resultaten worden weergegeven in Figuur 4-8 en Figuur 4-9.

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kv [m/d]	Code	c [d]	#	Code	S' [-]	#	Name
	7.29	1	7.028341E-06	c1	1.422811E+05	1	S'1	0.15		
1	-3.43	10.72	5.205591	T1	55.80393	3	S1	0.000244	4	KZ2
	-6.6	3.17	0.049935	c2	63.48212	5	S'2	0		KL
2	-11.21	4.61	12.53685	T2	57.79486	6	S2	0.000543	7	KZ1

Figuur 4-8: Gekalibreerde hydraulische parameters voor KZ2.

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#	Code	S [-]	#	Name
	7.29	1	9.349266E-06	c1	1.069603E+05	1	S'1	0.15		
1	-3.43	10.72	3.245159	T1	34.7881	3	S1	0.000736	4	KZ2
	-6.6	3.17	0.032224	c2	98.37413	5	S'2	0		KL
2	-11.21	4.61	12.1051	T2	55.80453	6	S2	0.000129	7	KZ1

Figuur 4-9: Gekalibreerde hydraulische parameters voor KZ1.

4.5.2 Hydraulische parameters KL

In tweede instantie worden de analyses opnieuw uitgevoerd maar met als doelstelling de hydraulische parameters voor KL te bepalen. Om dit te bekomen worden de twee pompproeven opnieuw

geanalyseerd met MLU, voor KZ1 en KZ2 werden de gekalibreerde hydraulische parameters uit 4.5.1 gehanteerd, deze werden constant gehouden maar de parameters voor KL mochten ditmaal door het model gevarieerd worden.

De bekomen waarden voor de verticale doorlatendheid was 0,023 m/d en 0,025 m/d voor de pompproeven in KZ1 respectievelijk in KZ2. De gemiddelde verticale doorlatendheid is 0,024 m/d.

4.5.3 Conclusie

In Tabel 4-2 worden de resultaten weergegeven, de vetgedrukte waardes zijn de berekende waardes, de niet vetgedrukte zijn geïnterpreteerd op basis van een anisotropie van 1/3 tussen verticale en horizontale doorlatendheid en isotrope doorlatendheid in de leemlaag.

Deze komen min of meer overeen met de parameters uit de studie van UGent, met de huidige kalibratie is de doorlatendheid van KZ2 iets lager (5,2 m/d $\Leftrightarrow$ 8 m/d) en de verticale doorlatendheid van de leemlaag KL ook (0,024 m/d $\Leftrightarrow$ 0,078 m/d).

Tabel 4-2: Resultaten heranalyse pompproef 1994.

Laag	Kh (m/d)	Kv (m/d)	Ss (m ⁻¹)
KZ2	5.2	1.73	2.276E-05
KL	0.024	0.024	-
KZ1	12.1	4.03	2.798E-05

5 Samenvatting bemaling noodruwijzerputten

De historiek van de permanente bemaling kan samengevat worden als volgt:

- (?) Periode 1998 – 2011/2013: 7? putten met filterstelling 15-20 m-mv.
 - Het bestaan van deze putten is eerder onzeker en rust louter op de verklaring buitengebruikname (annex bij 3.2.7). In de toezichtkamer van P50 leek er wel een restant van een buiten gebruik genomen pompput.
- 1998: Boren van 80 zandpalen tot 7 m-mv. Deze zandpalen hebben KLS doorboord en zo het contact tussen OZ en KZ2 bevorderd.
 - De precieze inplanting is niet gekend, het gaat om “10 stuks aan iedere zijde van een aantal putten” (informatie op email d.d. 26/08/2024). In 1999 bestonden de noodruwijzerputten 1-6 met zekerheid, op een luchtfoto van 28/03/2002 (Geopunt) zijn noodruwijzerputten 7-8 ook zichtbaar, put 0 en 9-11 bestonden nog niet. In 2002 zijn er dus 4 puttenparen, het lijkt logisch dat de 80 zandpalen aan weerszijden van deze puttenparen 1-2, 3-4, 5-6 en 7-8 aangebracht zijn. De zandpalen zijn geplaatst langs de oostelijke en westelijke zijdes van alle puttenparen, met andere woorden hun oplijning is loodrecht op het spoor. De tussenafstand is ca. 5 meter. De grondwaterpeilmetingen zijn onvoldoende dens om hun effect aan te tonen.

- 1999: Boren van 48 bijkomende zandpalen tot 4 à 5 m-mv. Deze zandpalen hebben KLS doorboord en zo het contact tussen OZ en KZ2 bevorderd
 - De precieze inplanting is niet gekend, het gaat om 8 stuks rond de spoorlijn ter hoogte van de gietpunten van noodruwijzerputten 1 – 6. Er is wel een principeschets getekend door Ir. Jan Maertens.
- Periode 2011/2013 – 2019: 7 pompputten met filterstellingen midden in KZ2, zie Figuur 5-1.
 - Deze hadden problemen met verstopping door ijzerneerslag omwille van beluchting.

Deze verschillende putconstructies worden weergegeven op het vereenvoudigd lokaal hydrogeologisch profiel in Figuur 5-3.

Op heden wenst de opdrachtgever deze laatste putten buiten gebruik te nemen en te vervangen door een systeem dat zowel performant is als conform de vergunning.

Door UGent en Sertius (zie 3.2.10) werd een configuratie voorgesteld en gesimuleerd in een grondwatermodel waarbij er onttrokken wordt in KZ1 en in KZ2. Het debiet wordt 50%-50% verdeeld over de twee aquifers. Om de gewenste verlaging te bekomen dient theoretisch 1.344 à 1.680 m³ grondwater per dag of 56 à 70 m³/uur onttrokken te worden, dit is 2 à 2,5 m³/u per pompput. Er worden 14 ondiepe pompputten in KZ2 en 14 diepe pompputten in KZ1 voorzien, zie inplanting in Figuur 5-2.

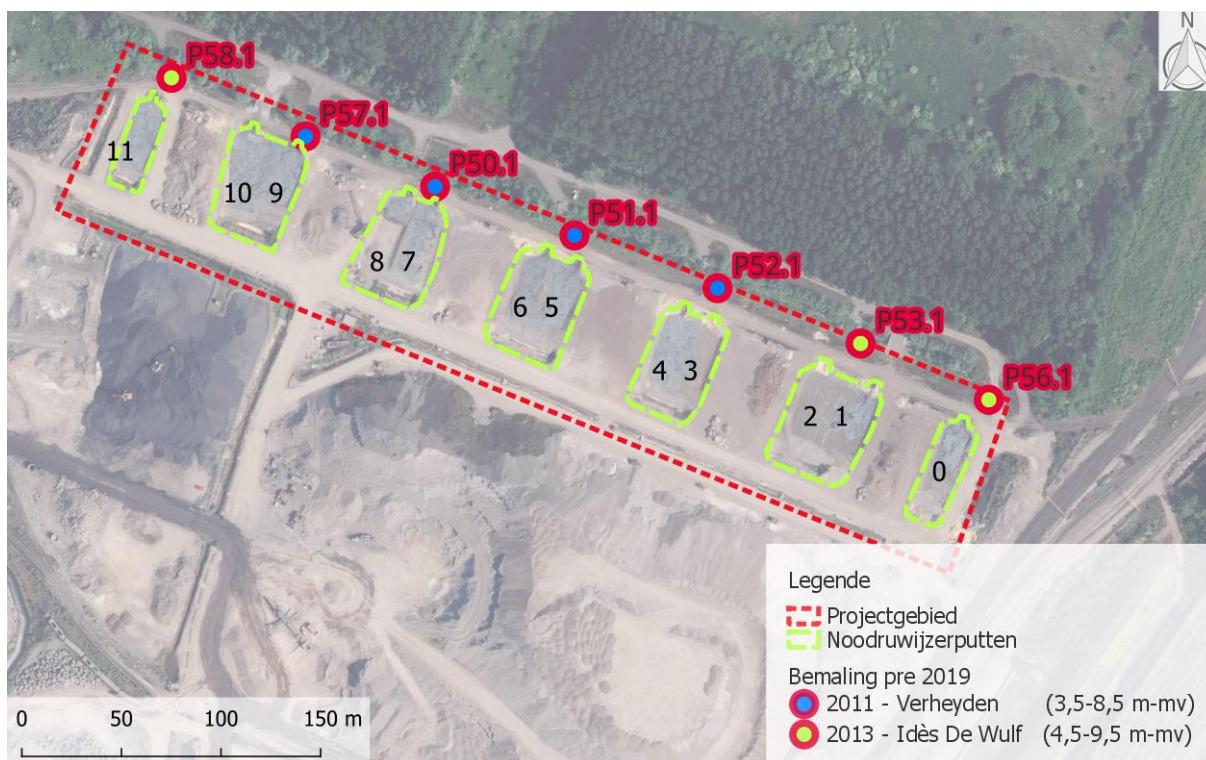
Het verijzeringsprobleem wordt niet omschreven in de rapporten, de verstopping wordt verweten aan te grof filtergrind of het niet correct omstorten van de annulaire ruimte, zie 3.2.10. Er wordt niet gesproken over de beluchting van de filterstelling van de pompputten wat voornamelijk bij de ondiepe pompputten kan optreden (filterstelling 7-10 m-mv, bemalingspeil 5 m-mv).

De studie van UGent vernoemt geen specificaties voor de pompputten, noch wordt er duidelijk onderbouwd waarom er in KZ1 moet onttrokken worden.

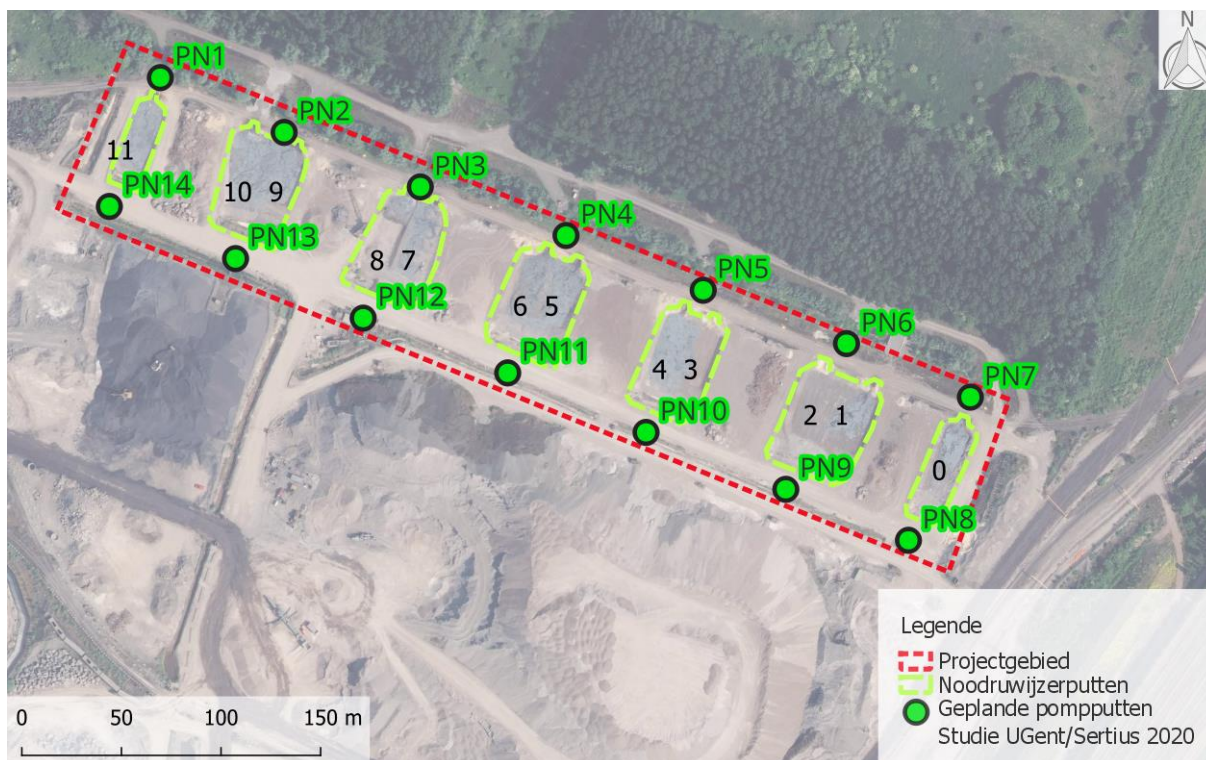
Er kan eenvoudig geobserveerd worden uit Figuur 5-3 dat de configuratie van de pompputten uit 2011/2013 duidelijk een beluchte filterstelling heeft, wat de verijzeringsproblematiek verklaart. Bij de in 2020 voorgestelde configuratie zal beluchting/verijzing een aandachtspunt blijven bij de onttrekking in KZ2. Om de benodigde grondwaterverlaging in het midden van de noodruwijzerput te bekomen zal de afpompingshoogte van de pompput zelf veel groter zijn wat ervoor zal zorgen dat de ondiepe filterstelling van 7-10 m-mv ook zal belucht worden. In het geoptimaliseerd bemalingsconcept zal er een verkorte filterstelling voorgesteld worden voor de ondiepe pompputten in KZ2 zodat er minstens 2 meter verzadiging boven de filterstelling behouden blijft om het risico van beluchting te minimaliseren (meer details in paragraaf 6.1).

Mogelijk ontstaat hier de onderbouwing om in beide lagen te onttrekken. Een drukverlaging in KZ1 zal weliswaar geremd worden over de leemlaag KL, maar zal voor een uniforme peildaling zorgen in KZ2. Hierdoor moet er in de pompputten in KZ2 een minder diepe afpompingshoogte bekomen worden.

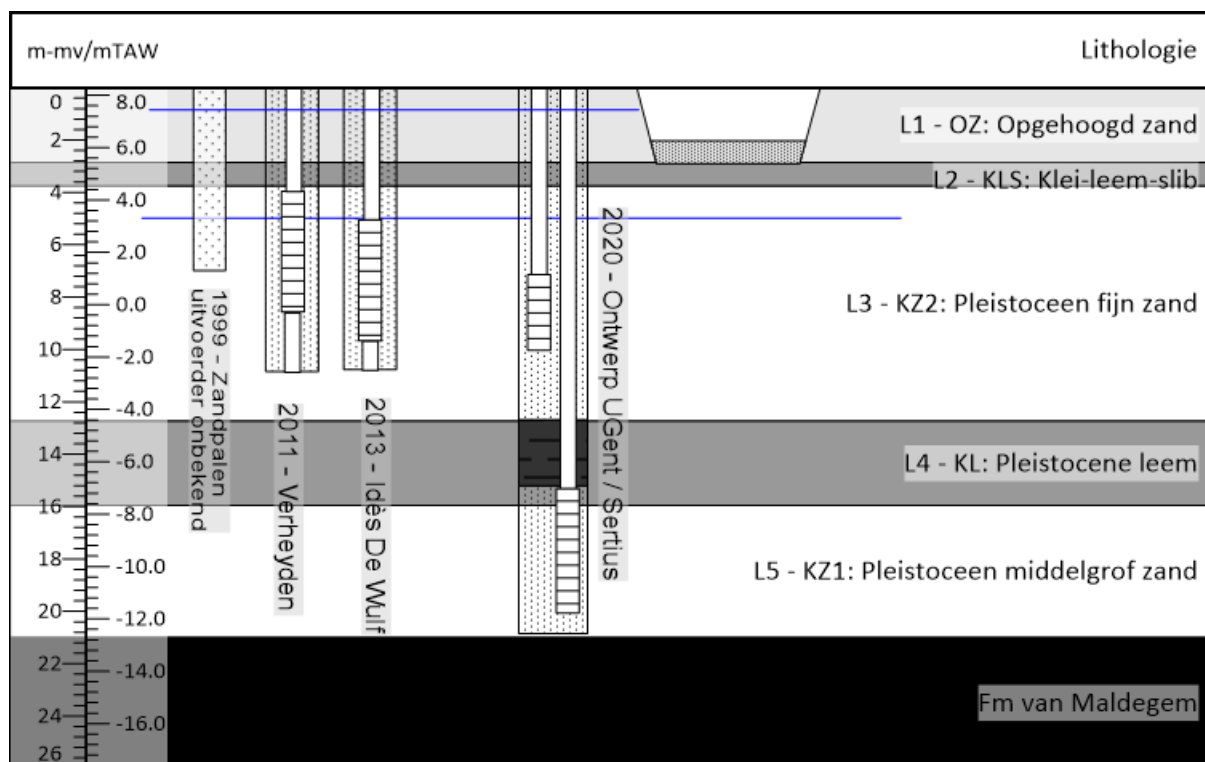
Er wordt een geoptimaliseerd bemalingsconcept voorgesteld en gedimensioneerd in paragraaf 6.1.



Figuur 5-1: Configuratie van de bemaling van 2011/2013 tot 2019.



Figuur 5-2: Inplanting pompputten zoals gesimuleerd in de modelstudie UGent van 2020, zie ook paragraaf 3.2.10.



Figuur 5-3: Vereenvoudigd hydrogeologisch profiel met weergave van de diverse putconstructies en de gemiddelde grondwaterstand in OZ en in KZ2/KZ1.

6 Geoptimaliseerd bemalingsconcept noodruwijzerputten

6.1 Bemalingsconcept

Er wordt een verkorte filterstelling voorgesteld voor de ondiepe pompputten in KZ2, namelijk ca. -2,45 mTAW tot -4,45 mTAW of 10,5 m-mv tot 12,5 m-mv (2 meter filterlengte), waarbij de onderkant van de filterstelling overeen moet komen met de lokale top van de leemlaag KL. **Dit dient bevestigd te worden door elektrische sonderingen ter hoogte van de pompput locaties zodat de filterstelling correct geplaatst wordt boven de leemlaag KL (zie 8.2).** Bij een bronstraal van 0,2 m (boordiameter Ø400 mm) is het theoretisch maximaal debiet van deze pompput $4,68 \text{ m}^3/\text{u}$, bepaald op basis van een maximale lineaire stroomsnelheid op de boorgatwand lager dan $v = \frac{\sqrt{K}}{15}$.

De diepe pompputten hebben een filterstelling van ca. -7,7 mTAW tot -12,7 mTAW of 16 m-mv tot 21 m-mv (5 meter filterlengte). Bij een bronstraal van 0,2 m hebben deze pompputten een theoretisch maximaal debiet van $17,85 \text{ m}^3/\text{u}$, op basis van bovenstaande vergelijking.

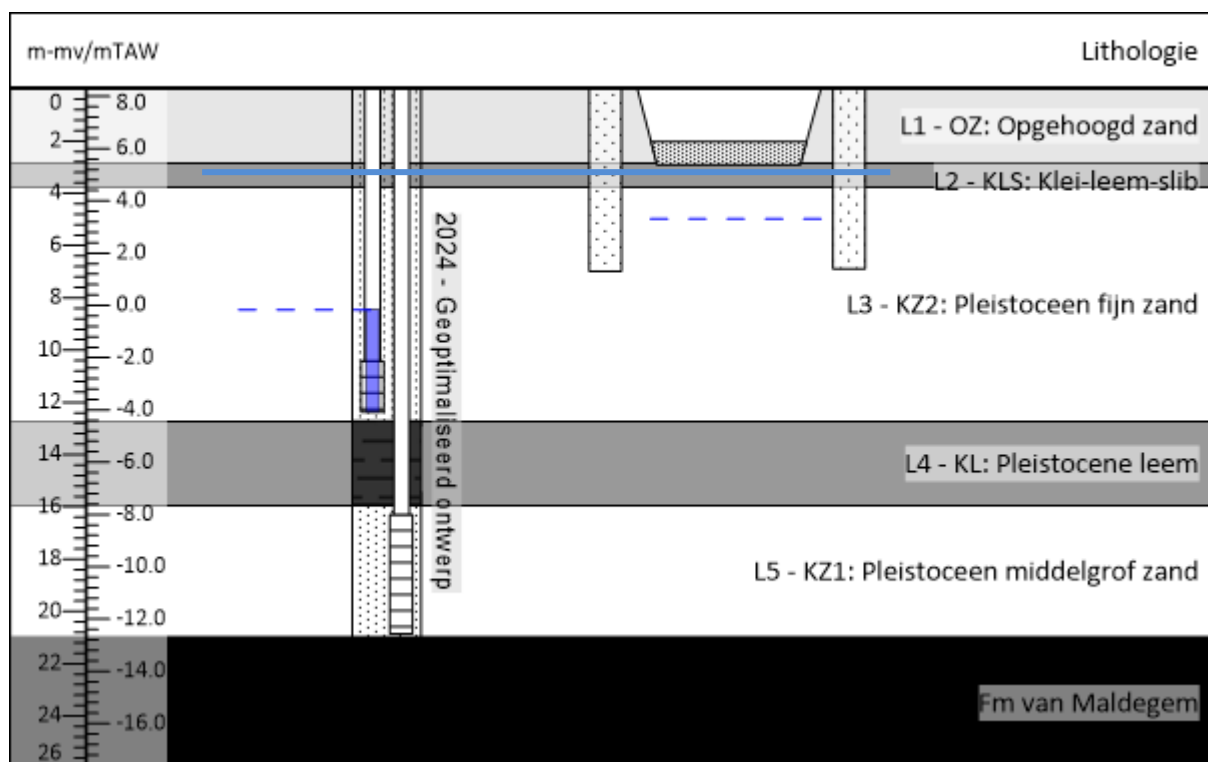
De hierboven opgegeven peilen zijn gebaseerd op gemiddeldes van de 4 sonderingen uit 1999, er is 2,7 meter peilvariatie op de basis van KZ2 en 2 meter peilvariatie op de basis van KL, daarom het voorstel van bijkomend grondonderzoek om de filterdieptes te bevestigen.

De afpompings in de ondiepe pompputten dient beperkt te worden om beluchting te vermijden, er moet steeds minstens 2 meter waterkolom boven de filterstelling van de pompput blijven. Er dient zo gelijkmatig mogelijk afgepompt te worden in de pompputten. Omwille van deze gelimiteerde

afpompings in de ondiepe putten, dienen de diepe putten behouden te worden, een drukvermindering in KZ1 zal de benodigde afpompings van de ondiepe pompputten in KZ2 verminderen.

Er wordt aangeraden de zandpalen doorheen KLS te behouden aangezien er na hun plaatsing geen problemen met ondiep insijpelend water in de noodgietputten meer gerapporteerd werd en deze ook niet meer weggenomen kunnen worden aangezien de exacte positie ongekend is.

Zowel de diepe (KZ1) als ondiepe putten (KZ2) moeten volgens een vast schema geïnspecteerd en onderhouden worden. Er wordt verwacht dat de ondiepe pompputten vaker onderhoud zullen nodig hebben. Dit onderhoud bestaat uit het uitbouwen van de pomp en spoelen met zuur om de neerslagproducten te reinigen door een gespecialiseerde firma (chemische reiniging), zie ook paragraaf 8.



Figuur 6-1: Vereenvoudigd hydrogeologisch profiel met weergave van de grondwaterstand in semirust (zie 6.2.2), het geoptimaliseerd bemalingsconcept, het benodigde bemalingspeil en de diepste toegelaten afpompings in de ondiepe pompput om zijn duurzame werking te garanderen.

6.2 Opbouw numeriek grondwatermodel

6.2.1 Randvoorwaarden en hydrogeologische parameters

Het modelgebied is een vierkant van 8 km x 8 km gecentraliseerd rond de noodruwijzerputten. Aan de rand van het model is de celgrootte 100 m x 100 m, ter hoogte van de noodruwijzerputten wordt dit gradueel verfijnd naar 1 m op 1 m. Het model is geroteerd opdat de randen van de noodruwijzerputten evenwijdig liggen met de assen van het grid.

De verticale laagindeling is gebaseerd op het lokaal hydrogeologisch profiel dat bijkomend verfijnd werd ten behoeve van het correct ingeven van de filterstellingen van de pompputten.

De hydraulische parameters zoals bekomen uit MLU werden overgenomen voor KZ1, KL en KZ2 (zie Tabel 4-2: Kh van 5,2 m/d KZ2, 0,024 m/d KL en 12,1 m/d KZ1).

Voor KLS en OZ werden de parameters gekalibreerd op basis van de gemeten grondwaterpeilen rond de noodruwizerputten. De laag KLS komt lateraal discontinu voor op basis van omliggende DOV sonderingen en boringen. Dit fenomeen wordt ondervangen door KLS meer doorlatend in te geven vanaf een afstand van ca. 300 m rond het interessegebied.

De voeding uit neerslag wordt bekomen uit het Vlaams grondwatervoedingsmodel (Meyus et al, 2004 [4]).

Er wordt een vlakdekkende drain in het model ingevoerd met een peil gelijk aan 50 cm onder de terreinhoogte en een arbitrair hoge conductantie. Dit simuleert drainage en kwel in de laaggelegen landbouwgebieden in de omgeving, waar kleine waterlopen en grachtensystemen het grondwater afvoeren.

Het kanaal Gent-Terneuzen en het Rodenhuizedok wordt ingegeven als General Head Boundary (GHB) met als peil +4,55 mTAW op basis van meetstation kgt04a-1066 (waterinfo.be), een slibdikte van 1 m en een hydraulische doorlatendheid van 0,01 m/d. Voor de Moervaart werd een variabel peil van +4,55 mTAW (meetstation moe02a-1066) gehanteerd ter hoogte van de monding met het kanaal Gent-Terneuzen, stijgend naar +4,65 mTAW (extrapolatie op basis van DHM) waar de waterloop het model verlaat, ten zuidoosten van Wachtebeke. Deze heeft een slibdikte van 0,5 m en een hydraulische doorlatendheid van 0,1 m/d. Deze twee waterlopen hebben een belangrijke impact op de waterhuishouding in het modelgebied. De overige kleinere waterlopen die een minder belangrijke impact hebben op de waterhuishouding, en die tevens ver gelegen zijn van het interessegebied, worden indirect gesimuleerd via de vlakdekkende drain.

De bedrijfswinningen worden ingegeven als “Well” randvoorwaarde, het gemeten debiet wordt met andere woorden opgelegd. Het totaal jaarvolume van 2023 per zone wordt vertaald naar een dagdebiet per zone, dat wordt gelijk verdeeld over het aantal pompputten per zone, de gehanteerde debieten worden opgelijst in Tabel 3-4. Waar er omwille van de celverfijning meerdere pompputten in 1 modelcel voorkomen wordt dit gecorrigeerd door de debieten van de pompputten op te tellen in de randvoorwaarde van de bewust cel. Waar een pompput een filterstelling heeft over meerdere modellagen wordt het debiet per pompput verticaal verdeeld op basis van de transmissiviteit per laag. Hierdoor is de onttrekking in KL verwaarloosbaar klein.

1 km ten noorden van de projectsite is de permanente drainage van de Zelzate-tunnel actief, deze wordt in het model gesimuleerd door middel van de vlakdekkende drain.

In eerste instantie werd getracht de huidige situatie te simuleren. De debieten uit 2023 worden ingegeven en er wordt getracht de grondwaterpeilen uit 2023 te bekomen met als doel op basis hiervan de hydraulische parameters correcter in te schatten.

De verticale laagindeling van het grondwatermodel wordt weergegeven in Tabel 6-1.

Tabel 6-1: Verticale laagindeling van het grondwatermodel.

Modellaag nr	Top m-mv	Basis m-mv	Dikte m	Top mTAW	Basis mTAW	Zone nr	H3Dv2.1 code	Informele benaming
1	0	2.85	2.85	8.29	5.44	1	HCOV0110	OZ
2	2.85	3.76	0.91	5.44	4.53	2	HCOV0100*	KLS
3	3.76	10.24	6.48	4.53	-1.95	3	HCOV0160	KZ2
4	10.24	10.74	0.5	-1.95	-2.45			
5	10.74	12.74	2	-2.45	-4.45			
6	12.74	13.74	1	-4.45	-5.45	4	HCOV0160	KL
7	13.74	14.95	1.21	-5.45	-6.66			
8	14.95	15.95	1	-6.66	-7.66			
9	15.95	21	5.05	-7.66	-12.71	5	HCOV0160	KZ1

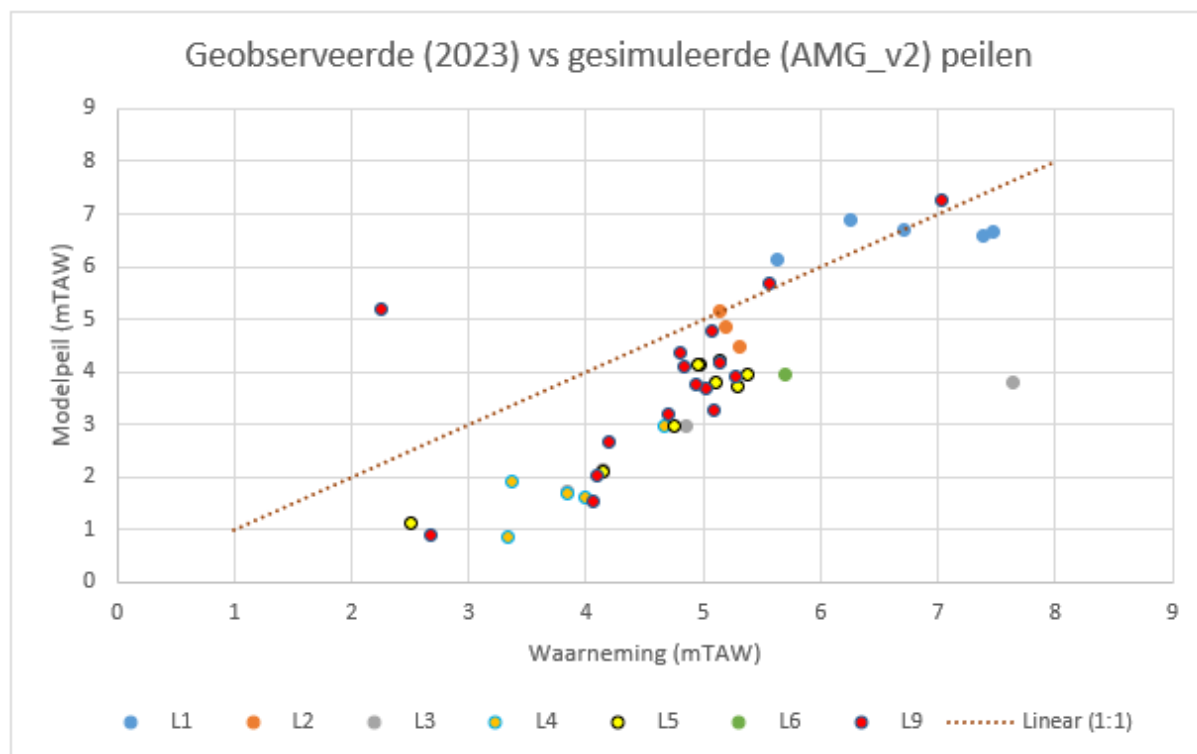
De H3Dv2.1-code (en dus de geologische interpretatie) van de laag KLS is onzeker, dit kan gaan om de basis van de ophoging (HCOV0110), dit kan een eolische deklaag zijn (HCOV0150) of deel uitmaken van het Pleistoceen (HCOV0160). Aanvankelijk werd uitgegaan van een eolische deklaag met voorkomen in het zuiden van het modelgebied.

In Figuur 6-2 worden de geobserveerde peilen vergeleken met de gesimuleerde peilen van het model. Als geobserveerde peilen werden de gemiddelde peilen van de peilmetingen van 2023 gehanteerd. De hangwatertafel wordt zonder systematische afwijking in het model gesimuleerd. Tussen het model en de peilmetingen van 2023 is er wel een systematische afwijking in de diepere aquifers KZ2 en KZ1. De gesimuleerde peilen zijn lager dan de geobserveerde peilen, vooral naarmate de peilen lager zijn (op 1 uitschieter na), er is met andere woorden sprake van een systematische overschatting van de afpompings op plaatsen waar er in werkelijkheid de grootste afpompings plaatsvindt. De afwijking bedraagt ca. 1 à 3 m.

De meest voor de hand liggende oorzaken hiervoor zijn:

- Modelopbouw: hydraulische parameters (te lage doorlatendheden);
- Modelopbouw: grondwatervoeding (te weinig voeding in het model);
 - Vanuit waterlopen;
 - Door neerslag;
- Kwaliteit datasets debieten & grondwaterpeilen (in realiteit minder gepompt door de winningen op de site dan af te leiden uit de debietgegevens, mogelijk door meten van lucht bij verkeerde debietmeteropstelling of venturi omwille van verijzing debietsmeter).

Vermits dit niet te achterhalen is wordt er conservatief gerekend om tot een robuust permanent bemalingssysteem te komen.



Figuur 6-2: Geobserveerde (2023) vs. gesimuleerde (model AMG_v2) grondwaterpeilen per modellaag. Dit model illustreert geen ideale kalibratie, maar is wel gebaseerd op de gekalibreerde hydraulische parameters uit de pompproef.

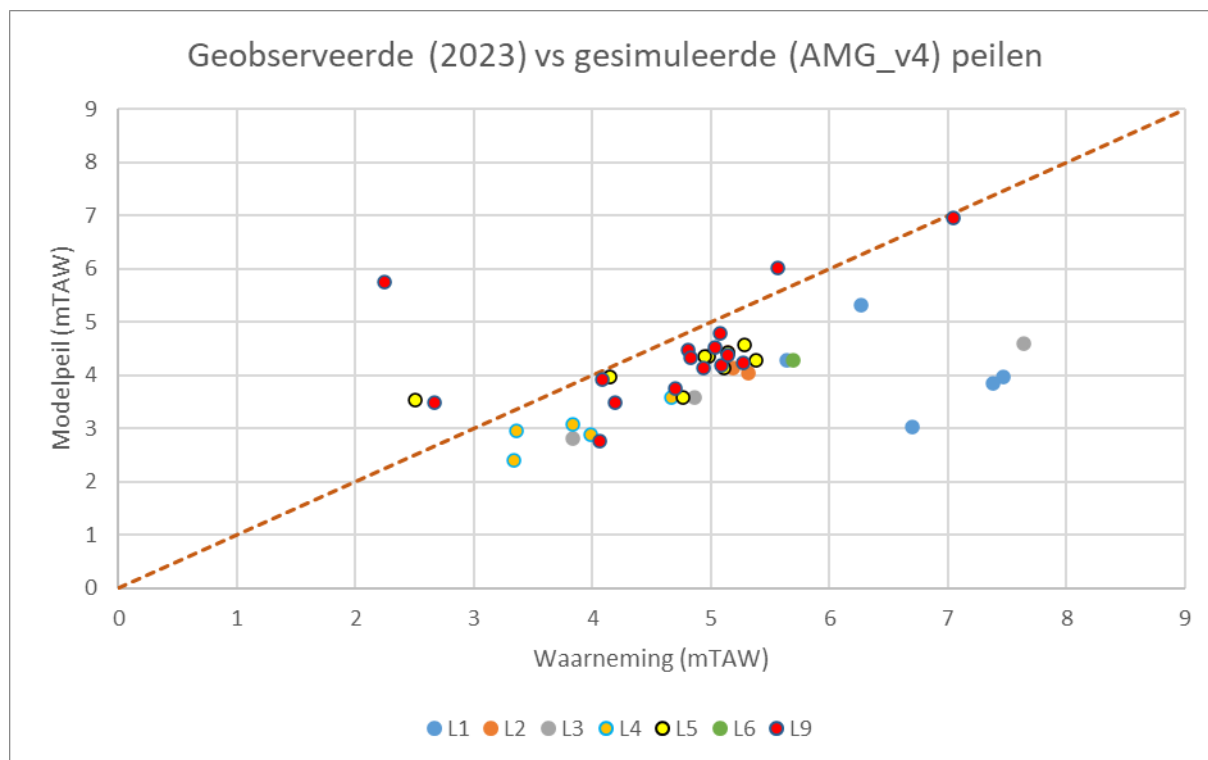
Om het bemalingssysteem zo conservatief en robuust mogelijk te berekenen werden de opgehoogde zand en lemlagen KLS en OZ uit het grondwatermodel gehaald wat leidt tot meer voeding in de diepere lagen. Verder werd gewerkt met de hydrogeologische parameters gebruikt voor de grondwatermodellering van het bedrijventerrein van Arcelor Mittal door UGent (zie paragraaf 3.2.4 en 3.2.10, $K_h KZ2 = 8 \text{ m/d}$ en $KZ1 = 13 \text{ m/d}$, dit zijn hogere waarden dan uit de kalibratie van de pompproef zie Tabel 4-2). Voor de leemlaag KL werd wel de bekomen doorlatendheid met de kalibratie van de pompproef gebruikt, zie Tabel 4-2 (dit is model AMG_v4, $K_v KL = 0,024 \text{ m/d}$).

De vergelijking tussen de geobserveerde en gesimuleerde grondwaterpeilen per modellaag worden weergegeven in Figuur 6-3. De grondwaterpeilen worden algemeen nog te laag gesimuleerd, maar komen reeds dicht bij de 1:1-rechte.

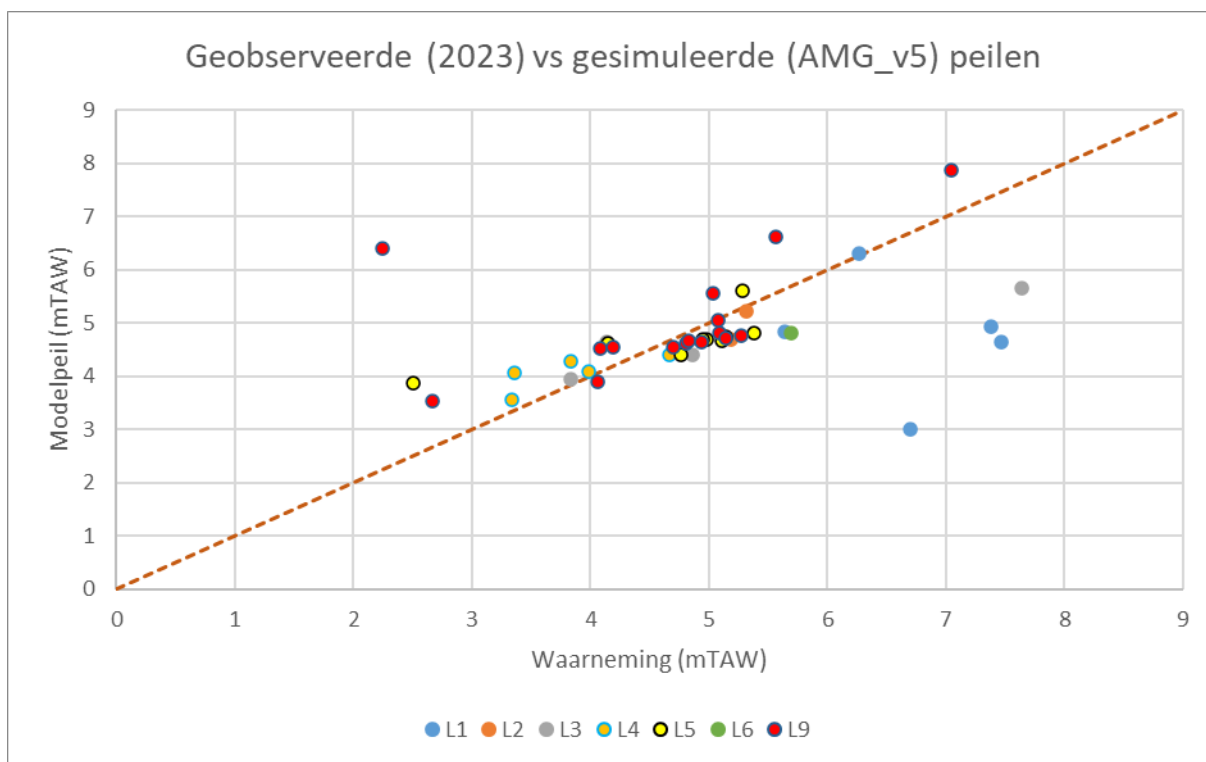
Om een nog betere kalibratie van het grondwatermodel te bekomen, werd de grondwatervoeding in het grondwatermodel verhoogd, tot een betere vergelijking tussen de geobserveerde en gesimuleerde grondwaterpeilen bekomen wordt (zie Figuur 6-4, model AMG_v5). Hiervoor werd de grondwatervoeding van het Wetspass-model verdubbeld. De hogere grondwatervoeding kan verklaard worden door de gevoelige hogere neerslaghoeveelheid die gedurende 2023 is gevallen. Uit Figuur 6-4 kan besloten worden dat nu wel een sterke overeenkomst tussen de gesimuleerde en geobserveerde grondwaterpeilen bekomen wordt. Deze kalibratieresultaten worden beschouwd als het meest conservatief model om het bemalingssysteem zo robuust mogelijk te simuleren.

Ten slotte werd er een bijkomend scenario gesimuleerd dat representatief is voor de zomersituatie,

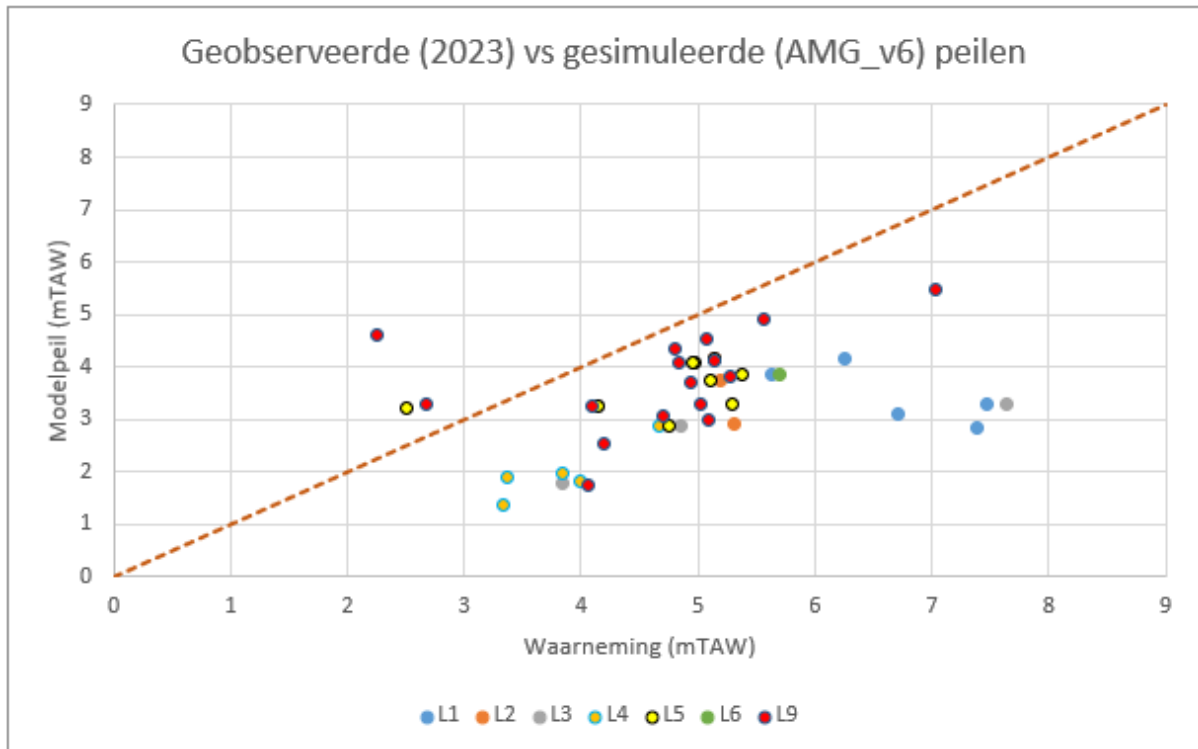
waarbij de waarden herschaald werden naar de zomervoeding (zie Figuur 6-5, model AMG_v6). Deze simulatie dient als optimistisch scenario ter dimensionering van de pompen en sturingen.



Figuur 6-3: Geobserveerde (2023) vs. Gesimuleerde (AMG_v4) grondwaterpeilen per modellaag voor het model met aangepaste hydrogeologische parameters (UGent) en de afwezigheid van lagen KLS en OZ. Dit model is nog geen ideale kalibratie.



Figuur 6-4: Geobserveerde (2023) vs. gesimuleerde grondwaterpeilen (AMG_v5) per modellaag voor het model met aangepaste hydrogeologische parameters (UGent), afwezigheid van lagen KLS en OZ en verhoogde grondwatervoeding.



Figuur 6-5: Geobserveerde (2023) vs. gesimuleerde grondwaterpeilen (AMG_v6) per modellaag voor het model met aangepaste hydrogeologische parameters (UGent), afwezigheid van lagen KLS en OZ en verlaagde grondwatervoeding ter simulatie van een zomerscenario.

6.2.2 Gesimuleerde grondwaterstand in rust

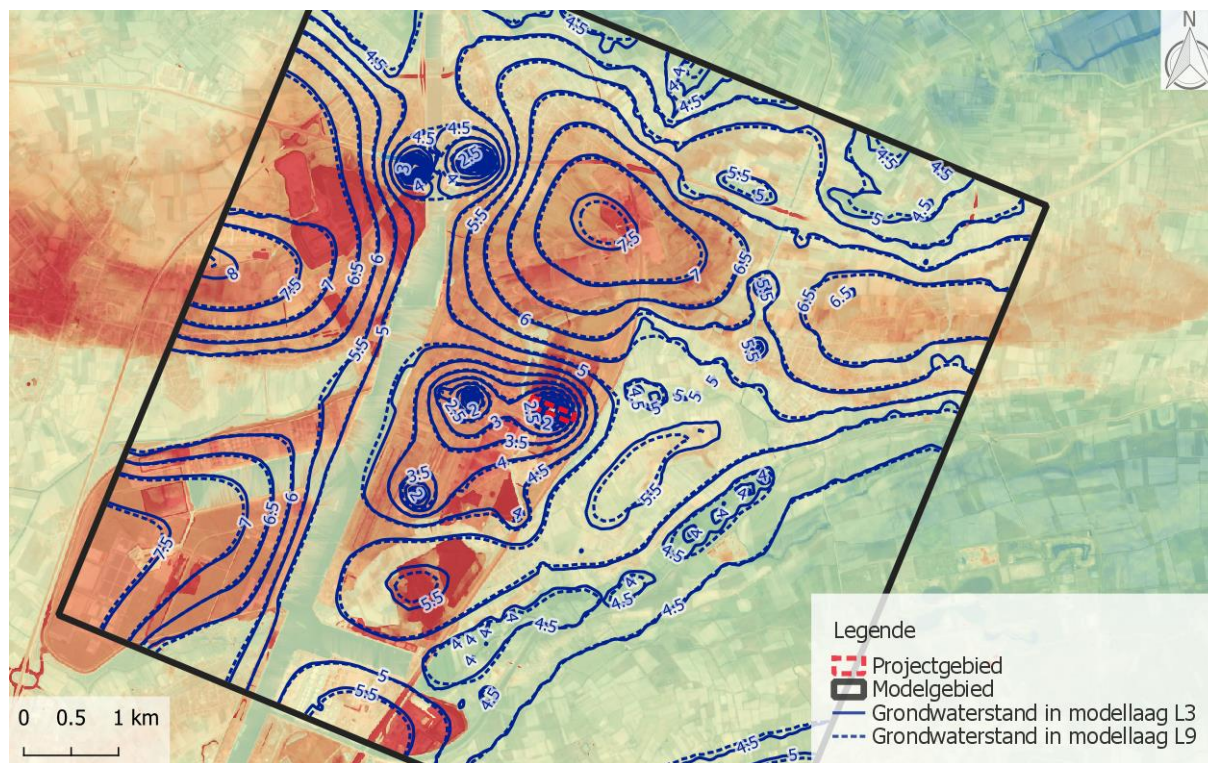
De gesimuleerde grondwaterstand in KZ1 en KZ2 in rust wordt weergegeven in Figuur 6-6. De grondwaterpeilen in KZ1 zijn over het algemeen lager dan in KZ2, het verschil bedraagt enkele centimeters. Men ziet de belangrijkste hydrologische elementen van de omgeving. Er is een waterscheiding onder de dekzandrug, ten zuiden hiervan stroomt het grondwater regionaal naar het zuiden, naar de lagergelegen Moervaartdepressie. Op deze algemene tendens wordt de aanwezigheid van het kanaal, de hogergelegen opgehoogde zones en de aanwezigheid van de winningen van Arcelor Mittal gesuperponeerd.

De grondwaterstand ter hoogte van de noodruwijzerputten in AMG_v2 in semi-rust (zonder bemaling ter hoogte van de noodruwijzerputten) bedraagt in de laag KZ2 tussen +5,64 à +5,80 mTAW en in de laag KZ1 tussen +5,62 à +5,77 mTAW, zie grondwaterstand in KZ2 in Figuur 6-7.

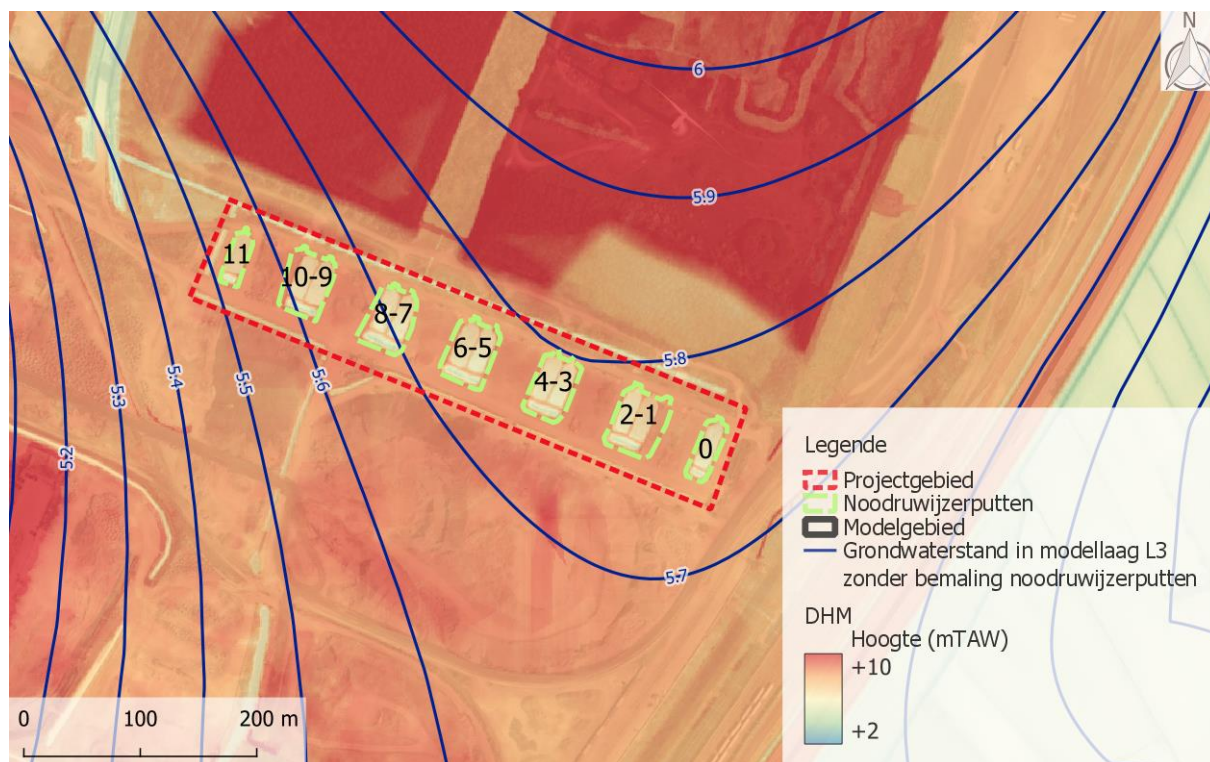
Na aanpassing van de hydrogeologische parameters en het verwijderen van lagen KLS en OZ (AMG_v4) daalt het grondwaterpeil in het algemeen (zie Figuur 6-8), maar het algemeen patroon met de hydrogeologische elementen in de omgeving blijft ongewijzigd. Ter hoogte van de noodruwijzerputten zijn de grondwaterpeilen in semi-rust (zonder bemaling ter hoogte van de noodruwijzerputten) nagenoeg dezelfde als in AMG_v2, ze liggen net iets hoger en variëren in KZ2 tussen +5,60 en +5,80 mTAW.

Na verhoging van de grondwatervoeding is duidelijk een hogere grondwaterstand aanwezig over het gehele modelgebied (zie Figuur 6-10). Ter hoogte van de noodruwijzerputten is de semi-rust

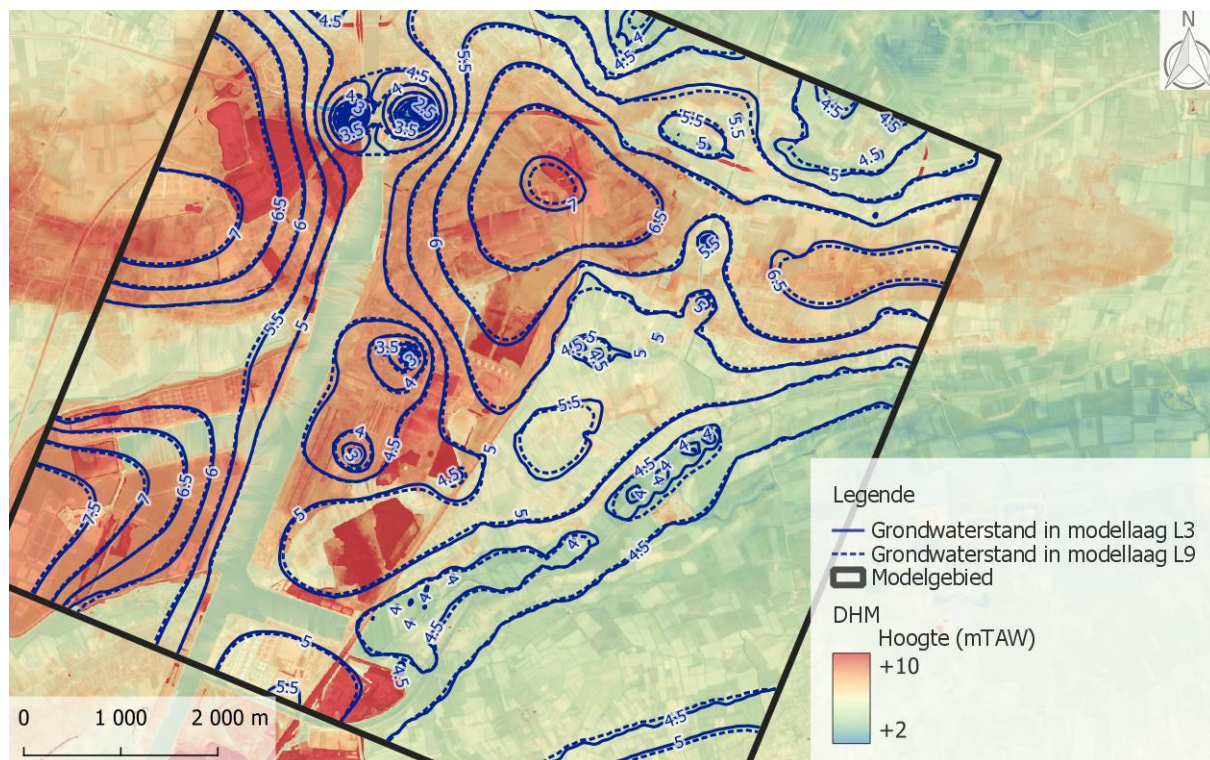
grondwaterstand eveneens beduidend hoger in KZ2 (zie Figuur 6-11) en varieert deze tussen +6,20 en +6,45 mTAW. In een zomersituatie (AMG_v6) staat het grondwaterpeil een stuk lager (Figuur 6-12) en bedraagt de semi-rust grondwaterstand ter hoogte van de noodruwijzerputten +4,3 à +4,8 mTAW, zie Figuur 6-13.



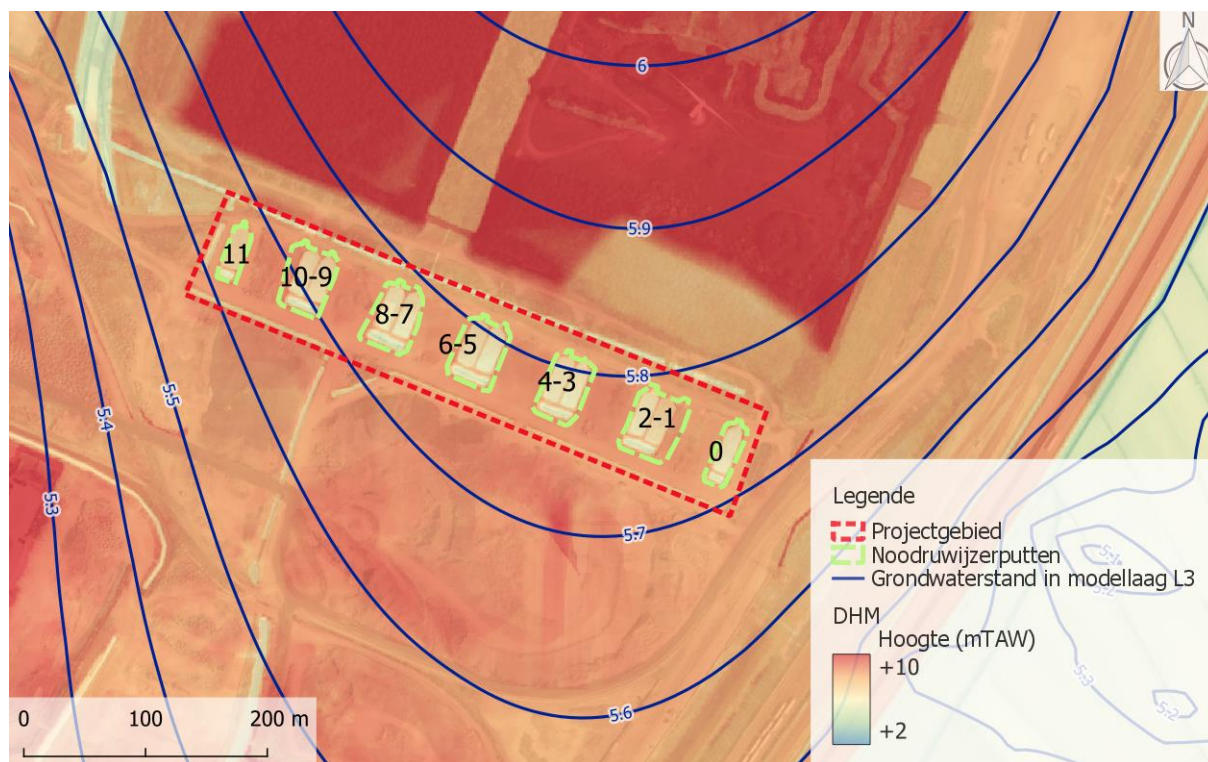
Figuur 6-6: Gesimuleerde (AMG_v2) grondwaterstand in KZ2 (modellaag L3) en KZ1 (modellaag L9).



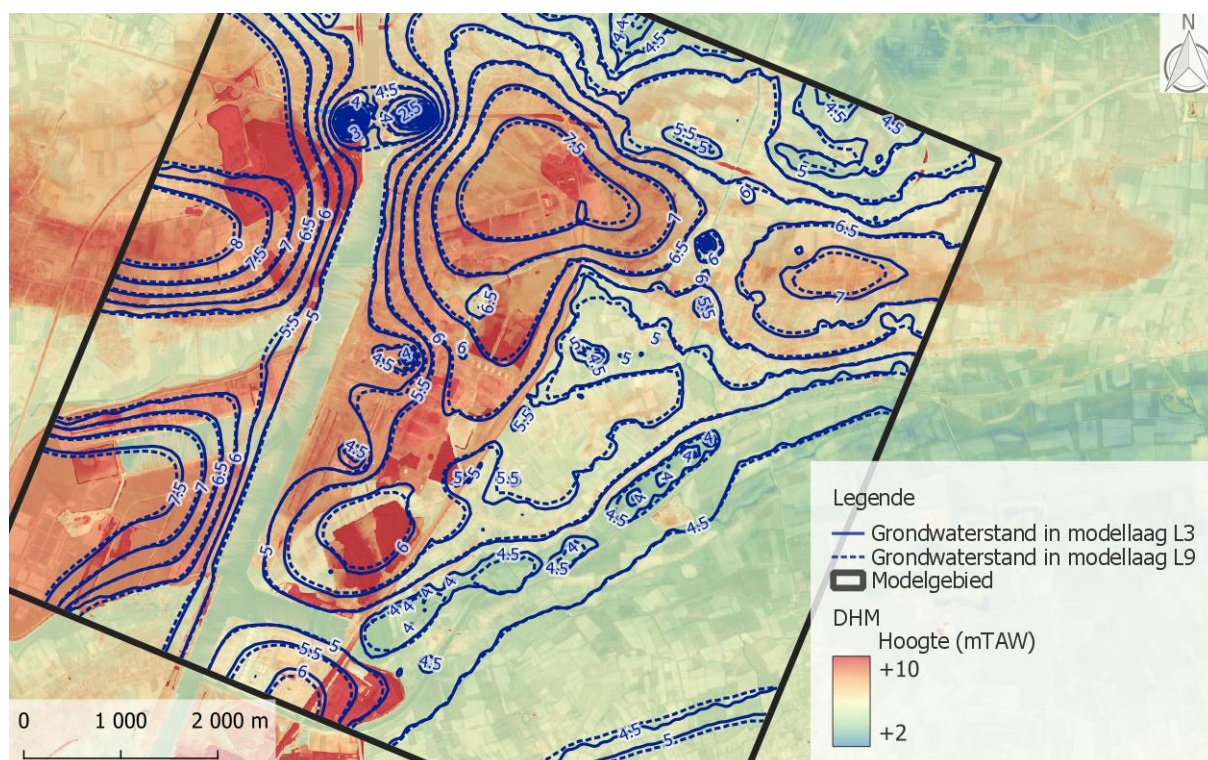
Figuur 6-7: Grondwaterstand in semirust in AMG_v2, het model met doorlatendheden Tabel 4-2.



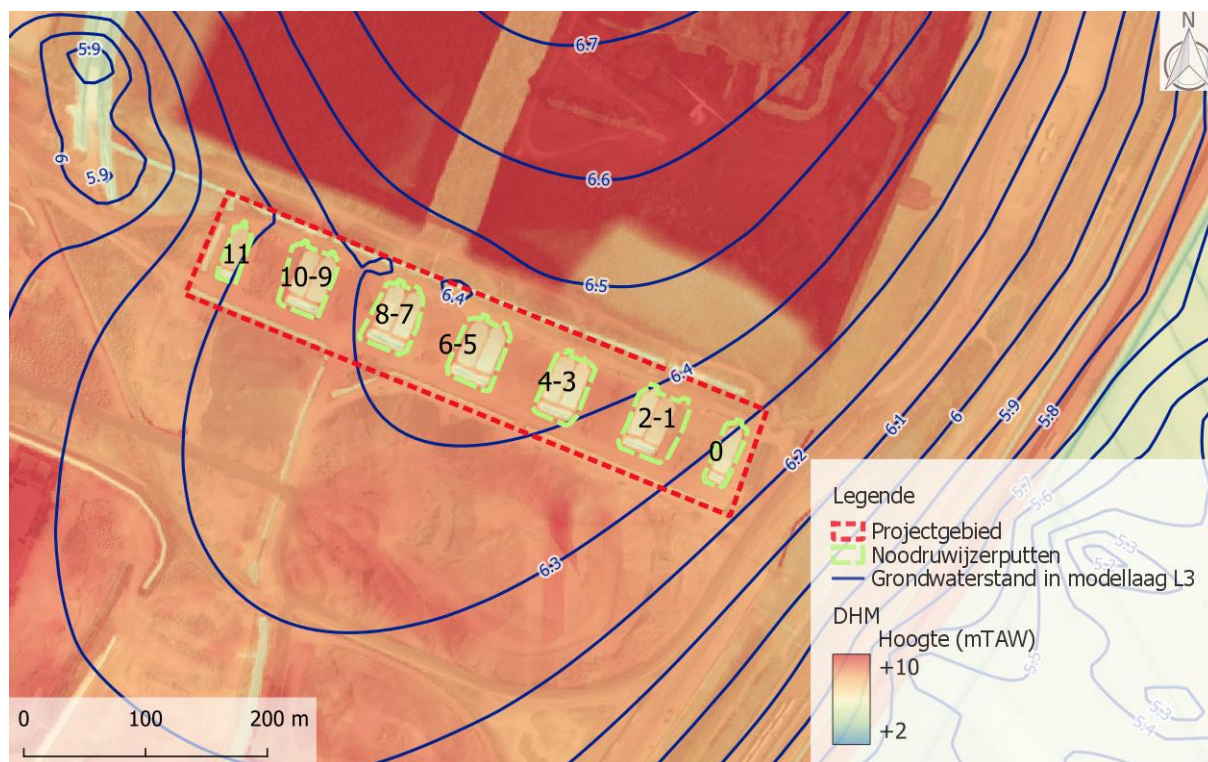
Figuur 6-8: Gesimuleerde (AMG_v4) grondwaterstand in KZ2 (modellaag L3) en KZ1 (modellaag L9).



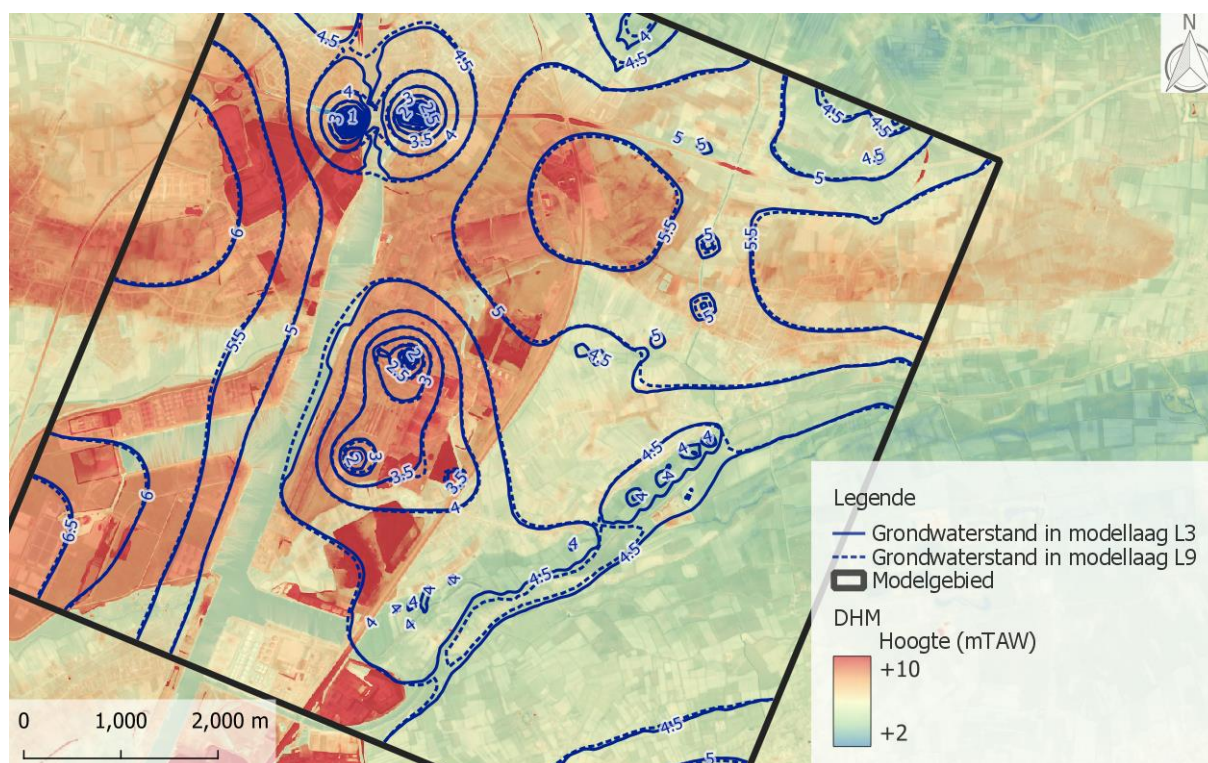
Figuur 6-9: Grondwaterstand in semirust in AMG_v4, met aangepaste hydrogeologische parameters (UGent) en de afwezigheid van lagen KLS en OZ.



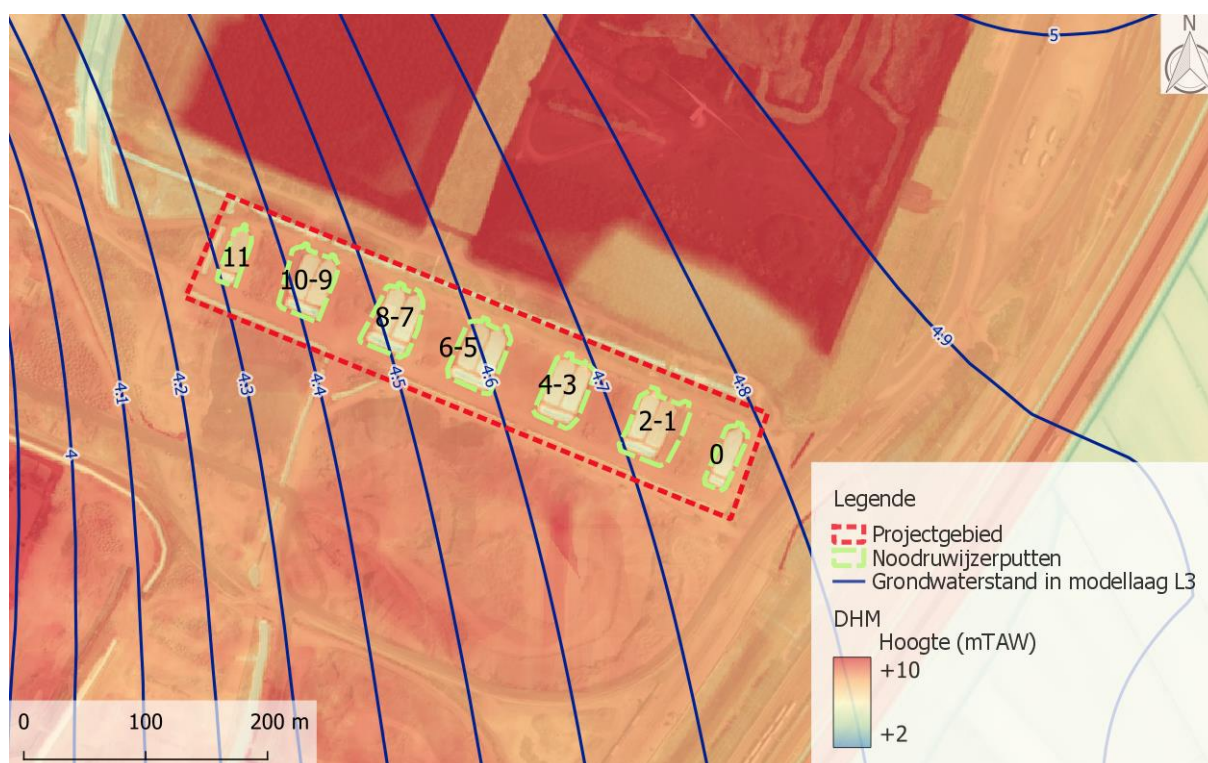
Figuur 6-10: Gesimuleerde (AMG_v5) grondwaterstand in KZ2 (modellaag L3) en KZ1 (modellaag L9).



Figuur 6-11: Grondwaterstand in semirust in AMG_v5, met aangepaste hydrogeologische parameters (UGent) en de afwezigheid van lagen KLS en OZ en verhoogde grondwatervoeding.



Figuur 6-12: Gesimuleerde (AMG_v6) grondwaterstand in KZ2 (modellaag L3) en KZ1 (modellaag L9).



Figuur 6-13: Grondwaterstand in semirust in AMG_v6, met aangepaste hydrogeologische parameters (UGent) en de afwezigheid van lagen KLS en OZ, met verlaagde voeding (zomersituatie).

6.3 Dimensionering bemaling

Om het bemalingssysteem zo conservatief en robuust mogelijk te kunnen dimensioneren, werd gebruik gemaakt van de modellen AMG_v4, AMG_v5 en AMG_v6 om de bemaling te simuleren. Deze zijn te interpreteren als een standardsituatie (v4), worst-case wintersituatie (v5) en zomersituatie (v6).

De pompputten worden ingegeven als drain randvoorwaarde in modellaag 5 (2 meter filterstelling tussen ca. 10,5 à 12,5 m-mv op de top van de leemlaag KL) en modellaag 9 (5 meter filterstelling in KZ1), zie Tabel 6-1.

Er wordt in elk scenario een putefficiëntie van 70% gehanteerd. Dit betekent dat de werkelijke verlaging in de pompput groter zal zijn dan het ingestelde drainagepeil van de pompput in het grondwatermodel. Dit heeft een invloed op het risico op beluchting. Men kan hieruit limietwaarden berekenen voor de in het grondwatermodel in te stellen afpompspeilen. Om beluchting zoveel mogelijk uit te sluiten moet het waterpeil in de pompput minstens 2 meter boven de top van de filterstelling blijven in realiteit. In Tabel 6-2 worden de limietpeilen gegeven rekening houdende met bovenstaande. Indien er dus in het grondwatermodel een instelpeil gehanteerd wordt die lager is dan de waarden in de laatste kolom, is er een te groot risico op beluchting aangezien de 2 meter verzadiging boven de filter niet behouden kan blijven.

Tabel 6-2: Berekening maximale grondwaterverlaging in de pompput, rekening houdende met 70% putefficiëntie en 2 m verzadiging boven de top van de filter.

Model	Laag	GWS (rust) (mTAW)	Top filter (mTAW)	Limietpeil in pompput (mTAW)	max verlaging in pompput (m)	70% verlaging (m)	Limiet instelpeil in model (mTAW)
AMG-v4	KZ2	+5.80	-2.45	-0.45	6.25	4.38	+1.43
	KZ1	+5.77	-7.66	-5.66	11.43	8.00	-2.23
AMG-v5	KZ2	+6.44	-2.45	-0.45	6.89	4.82	+1.62
	KZ1	+6.40	-7.66	-5.66	12.06	8.44	-2.04
AMG-v6	KZ2	+4.80	-2.45	-0.45	5.25	3.68	+1.13
	KZ1	+4.78	-7.66	-5.66	10.44	7.31	-2.53

In de vergunningsaanvraag (zie 3.2.11) is aangegeven dat er een debiet van 3 m³/u per pompput verwacht wordt, maar dat het debiet per pompput moet blijken uit de opstelling. Er is een totaal debiet van 720 m³/d per bemalingseenheid (2 stuks) of 1440 m³/d of 60 m³/u uit hydrogeologische eenheid A0100 – Quartaire Aquifersystemen aangevraagd.

Het te behalen bemalingspeil is 5 m-mv of ca. +3,29 mTAW. Deze verlaging dient gehaald te worden rond noodruwizerputten 0 t.e.m. 11. Het behalen van het bemalingspeil wordt enkel geëvalueerd in modellaag L3, dit is de top van KZ2.

In eerdere rapportversies werden verschillende scenario's gemodelleerd, de resultaten hiervan worden in §6.3.1 weergegeven. De pompputten die gepositioneerd stonden ter hoogte van noodruwizerput 1 t.e.m. 8 werden opgeschoven naar het westen voor de huidige onderzoeksvraag om een grondwaterverlaging te realiseren ter hoogte van alle noodruwizerputten (0 t.e.m. 11, in totaal 10 doubletten). Dit scenario wordt beschreven in §6.3.2. Hieruit bleek dat aan de oostelijke noodruwizerput 0 het bemalingspeil het moeilijkste gehaald werd, daarom werd een extra pompputtendoublet voorzien aan de uiterst oostelijke noodruwizerput 0 (in totaal 12 doubletten) om tot een robuust bemalingsontwerp te komen. In Tabel 6-3 worden de coördinaten van de pompputten weergegeven.

Tabel 6-3: x,y-coördinaten van de pompputten ter hoogte van de noodruwizerputten. Optionele putten rond noodruwizerput 0 noodzakelijk als deze noodruwizerput blijvend geëxploiteerd wordt (voor een robuust bemalingsontwerp).

Pompput	Noodruwizerput	x	y	Zandlaag
0KZ	0	111843.09	206631.91	KZ1&KZ2
0KG	0	111812.54	206563.39	KZ1&KZ2
1KZ	1-2	111772.34	206662.30	KZ1&KZ2
1KG	1-2	111743.25	206592.09	KZ1&KZ2
3KZ	3-4	111702.12	206691.39	KZ1&KZ2
3KG	3-4	111673.04	206621.17	KZ1&KZ2
5KZ	5-6	111632.45	206719.16	KZ1&KZ2
5KG	5-6	111604.13	206650.80	KZ1&KZ2
7KZ	7-8	111551.08	206747.45	KZ1&KZ2
7KG	7-8	111522.60	206681.32	KZ1&KZ2
9KZ	10-9 & 11	111482.17	206774.32	KZ1&KZ2
9KG	10-9 & 11	111457.41	206709.84	KZ1&KZ2

**optioneel*

6.3.1 Eerste simulaties nieuwe ontwerpen (samenvatting voorgaande rapportversies)

Gebruik makend van de standaard-, zomer- en winterscenario's werden verschillende configuraties van de pompputten en sturingsconcepten getest. Hiervan wordt een overzicht weergegeven in Tabel 6-4. Op basis van de nieuwe inzichten (elke pomp frequentiesturing) en het exploiteren van alle noodruwijzerputten 0 t.e.m. 11 (mail dd. 12/03/2026) werden nieuwe simulaties uitgevoerd (nader beschreven in §6.3.2).

Tabel 6-4: Overzicht verschillende simulaties.

Overzichtstabel verschillende modelruns			
Naam	Beschrijving	Doel of onderzoeksvraag	Conclusie
AMG_v4.1	In KZ2 worden de pompputten ingesteld op het limietpeil verijzing (=peilsturing). In KZ1 worden de pompputten afgesteld zodat het bemalingspeil behaald wordt (=frequentiesturing), er worden slechts 6 diepe pompputten geplaatst.	1a) Proof of concept: is het mogelijk met deze filterstellingen het bemalingspeil te behalen zonder risico op beluchting + kostenbesparing 6 diepe PP ipv 10	Technisch haalbaar, debieten overschrijden vergunning (tijdens winterscenario)
AMG_v5.1			
AMG_v6.1			
AMG_v4.2	In KZ2 worden de pompputten ingesteld op het limietpeil verijzing (=peilsturing). In KZ1 worden de pompputten afgesteld zodat het bemalingspeil behaald wordt (=frequentiesturing), er worden 10 diepe pompputten geplaatst.	1b) Proof of concept: is het mogelijk met deze filterstellingen het bemalingspeil te behalen zonder risico op beluchting	Technisch haalbaar, debieten overschrijden vergunning (tijdens winterscenario)
AMG_v5.2			
AMG_v6.2			
AMG_v4.1-450	De pompputten in KZ2 worden op een constant debiet van 450 m ³ /d gehouden. Deze waarde is afkomstig van AMG_v6.2. De 6 pompputten in KZ1 worden dmv frequentiesturing afgesteld opdat het bemalingspeil behaald wordt.	2a) Meer marge nemen op verijzingsrisico in KZ2 door lager debiet, automatische frequentiesturing diep + kostenbesparende sturing ondiep & 6 diepe PP ipv 10.	Technisch haalbaar, debieten overschrijden vergunning (tijdens winterscenario)
AMG_v5.1-450			
AMG_v6.1-450			
AMG_v4.2-450	De pompputten in KZ2 worden op een constant debiet van 450 m ³ /d gehouden. Deze waarde is afkomstig van AMG_v6.2. De 10 pompputten in KZ1 worden dmv frequentiesturing afgesteld opdat het bemalingspeil behaald wordt.	2b) Meer marge nemen op verijzingsrisico in KZ2 door lager debiet, automatische frequentiesturing diep + kostenbesparende sturing ondiep.	Technisch haalbaar, debieten overschrijden vergunning (tijdens winterscenario)
AMG_v5.2-450			
AMG_v6.2-450			
AMG_v4.1-450b	De pompputten in KZ2 worden op een constant debiet van 450 m ³ /d gehouden. Deze waarde is afkomstig van AMG_v6.2. De 6 pompputten in KZ1 worden dmv frequentieregeling in de winter afgesteld opdat het bemalingspeil gehaald wordt, en blijven heel het jaar op deze instelling draaien.	3a) Test operationele robuustheid bovenstaande concept: installatie afregelen in winter en instelling niet aanpassen naar seizoen. Treedt er verijzingsrisico op? (6 diepe PP)	Technisch niet haalbaar, de afpompings leidt tot verijzingsrisico
AMG_v5.1-450b			
AMG_v6.1-450b			
AMG_v4.2-450b	De pompputten in KZ2 worden op een constant debiet van 450 m ³ /d gehouden. Deze waarde is afkomstig van AMG_v6.2. De 10 pompputten in KZ1 worden dmv frequentieregeling in de winter afgesteld opdat het bemalingspeil gehaald wordt, en blijven heel het jaar op deze instelling draaien.	3b) Test operationele robuustheid bovenstaande concept: installatie afregelen in winter en instelling niet aanpassen naar seizoen. Treedt er verijzingsrisico op? (10 diepe PP)	Technisch niet haalbaar, de afpompings leidt tot verijzingsrisico
AMG_v5.2-450b			
AMG_v6.2-450b			
AMG_v4.2-910	Vertrekkende van de modelreeks AMG_vX.2-450 worden de diepe pompputten harder afgesteld opdat het bemalingspeil kan behaald worden ter hoogte van noodgietsputten 9 en 10.	4) Kunnen de bestaande noodgietsputten 9 & 10 langer in exploitatie gehouden worden met de nieuwe installatie? Moeten de diepe PP van noodgietsputten 7 & 8 harder pompen?	Standaard- en zomerscenario haalbaar, winterscenario niet .
AMG_v5.2-910			
AMG_v6.2-910			

In Tabel 6-5 worden de resultaten van onderzoeksvraag 1a & 1b weergegeven. De bemaling werd in het grondwatermodel ingesteld opdat het bemalingspeil overal behaald werd, zie Figuur 6-14 en Figuur 6-15. De ondiepe pompputten worden ingesteld op het limietpeil voor verijzing (zie Tabel 6-2), met de diepe pompputten wordt bijkomend onttrokken naar noodzaak (in het zomerscenario is er geen bijkomende onttrekking nodig uit de diepe aquifer). Als het instelpeil in KZ1 een hoger peil heeft dan het limietpeil uit Tabel 6-2, dan is de configuratie technisch haalbaar. Het resulterende debiet per laag, per pompput (min/max) en in totaal wordt mee opgelijst. Het verschil in minimaal en maximaal debiet is het gevolg van de ligging van de individuele pompput ten opzichte van de grondwaterstand in rust.

Tabel 6-5: Instelpeilen en resulterende debieten onderzoeksvraag 1a & 1b.

Model	Modellaag	Kh m/d	instelpeil model mTAW	instelpeil pompput mTAW	debiet m ³ /d	max debiet per pp m ³ /u	min debiet per pp m ³ /u	Totaal debiet m ³ /d
AMG_v4.1	KZ2	8	1.43	-0.44	595	2.88	2.21	1107
AMG_v4.1	KZ1	13	1.90	0.24	512	4.00	3.04	
AMG_v5.1	KZ2	8	1.62	-0.45	535	2.63	1.85	1785
AMG_v5.1	KZ1	13	-0.40	-3.31	1250	9.13	7.96	
AMG_v6.1	KZ2	8	1.43	-0.44	450	2.23	1.71	450
AMG_v6.1	KZ1	13	-	-	-	-	-	
AMG_v4.2	KZ2	8	1.43	-0.44	584	2.84	2.15	1116
AMG_v4.2	KZ1	13	2.30	0.81	532	2.57	1.74	
AMG_v5.2	KZ2	8	1.62	-0.45	506	2.56	1.71	1792
AMG_v5.2	KZ1	13	0.65	-1.81	1286	6.29	4.58	

In Tabel 6-6 worden de resultaten van onderzoeksvraag 2a & 2b weergegeven. De ondiepe bemaling werd afgesteld om ca. 450 m³/d te onttrekken om te simuleren dat er zonder individuele sturing geëxploiteerd wordt. In de plaats wordt de collectorleiding door middel van een drukklep op een vaste tegendruk gehouden, het ondiepe systeem wordt afgeregeld in de zomer en heel het jaar constant gehouden zodat er geen verijzeringsrisico optreedt. In KZ1 wordt door middel van frequentiesturing bijkomend onttrokken opdat het bemalingspeil gehaald wordt. Het model voor het zomerscenario is identiek aan het model uit Tabel 6-5. Als het instelpeil in KZ1 een hoger peil heeft dan het limietpeil uit Tabel 6-2, dan is de configuratie technisch haalbaar. Het resulterende debiet per laag, per pompput (min/max) en in totaal wordt mee opgelijst. Het verschil in minimaal en maximaal debiet is het gevolg van de ligging van de individuele pompput ten opzichte van de grondwaterstand in rust.

Tabel 6-6: Instelpeilen en resulterende debieten onderzoeksvraag 2a & 2b.

Model	Modellaag Kh m/d		instelpeil model mTAW	instelpeil pompput mTAW	debiet m ³ /d	max debiet per pp m ³ /u	min debiet per pp m ³ /u	Totaal debiet m ³ /d
AMG_v4.1-450	KZ2	8	1.82	0.11	451	2.29	1.58	1158
	KZ1	13	1.20	-0.76	707	5.38	4.42	
AMG_v5.1-450	KZ2	8	1.86	-0.10	450	2.25	1.50	1808
	KZ1	13	-0.78	-3.86	1358	9.88	8.71	
AMG_v6.1	KZ2	8	1.43	-0.44	450	2.23	1.71	450
	KZ1	13	-	-	-	-	-	
AMG_v4.2-450	KZ2	8	1.82	0.11	450	2.25	1.59	982
	KZ1	13	1.90	0.24	532	3.62	2.39	
AMG_v5.2-450	KZ2	8	1.80	-0.19	451	2.35	1.48	1805
	KZ1	13	0.51	-2.01	1354	6.62	4.83	

In Tabel 6-7 worden de resultaten van onderzoeksvragen 3a & 3b meegegeven. Hierbij wordt de ondiepe onttrekking heel het jaar op constant debiet gehouden door middel van een collectorleiding, het debiet is 450 m³/d. De diepe onttrekking wordt gestuurd met een peilsturing, deze wordt afgesteld in de winter (gele arcering in tabel) en heel het jaar door constant gehouden. Het resulterende bemalingspeil is dus vaak dieper dan technisch noodzakelijk, en de afpompings in de diepe aquifer ook. In de laatste kolom wordt met rood aangeduid waar er peilen zijn die te laag zijn (zie Tabel 6-2) en dus een verijzeringsrisico opleveren. Deze configuratie is technisch niet haalbaar.

Tabel 6-7: Instelpeilen en resulterende debieten onderzoeksvraag 3a & 3b.

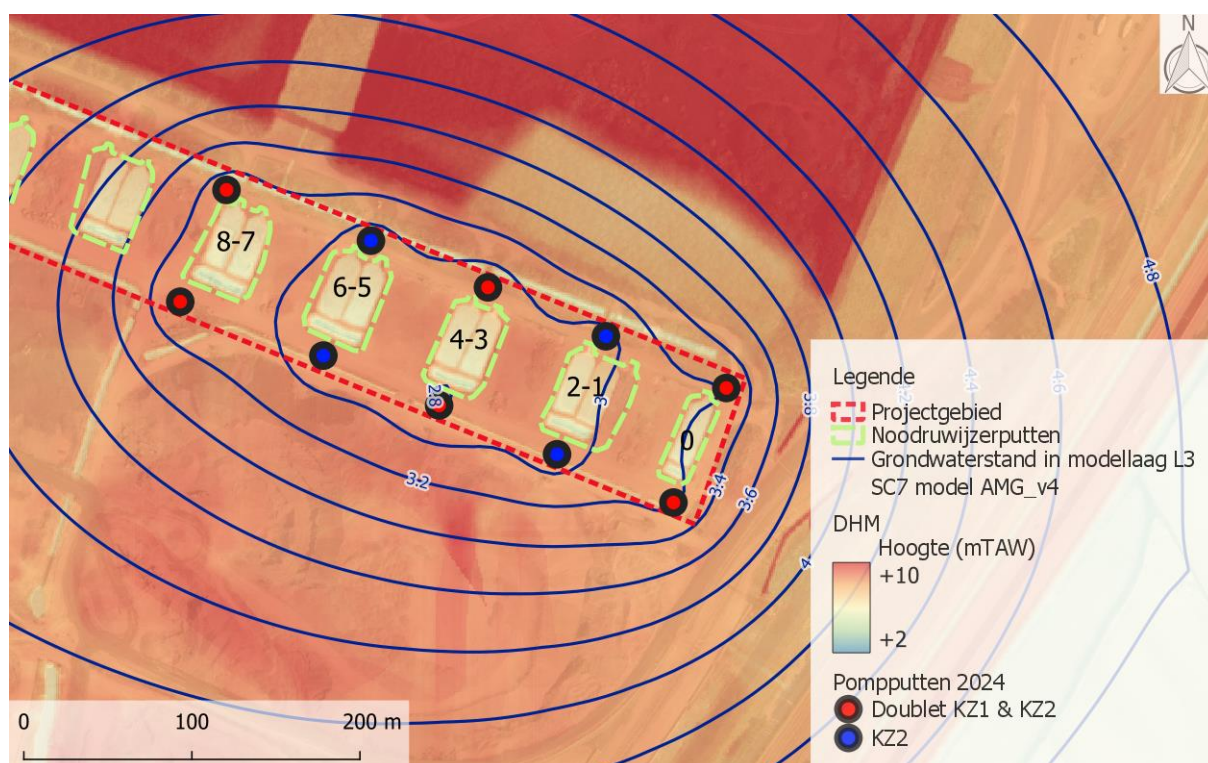
Model	Modellaag Kh m/d		instelpeil model	instelpeil pompput	debiet	max debiet per pp	min debiet per pp	Totaal debiet		Gerealiseerd bemalingspeil	Afpomping in model KZ2
			mTAW	mTAW	m ³ /d	m ³ /u	m ³ /u	m ³ /d		mTAW	mTAW
AMG_v4.1-450b	KZ2	8	-	-	450	1.88	1.88	1520	max	2.1	1.63
	KZ1	13	-0.86	-3.70	1070	8.09	6.71		min	1.63	0.96
AMG_v5.1-450b	KZ2	8	-	-	450	1.88	1.88	1823	max	3.28	2.56
	KZ1	13	-0.86	-3.97	1373	10.01	8.78		min	2.68	1.98
AMG_v6.1-450b	KZ2	8	-	-	450	1.88	1.88	1135	max	0.81	0.4
	KZ1	13	-0.86	-3.28	685	5.50	4.13		min	0.36	-0.39
AMG_v4.2-450b	KZ2	8	-	-	450	1.88	1.88	1470	max	2.26	1.77
	KZ1	13	0.38	-1.93	1020	5.25	3.52		min	1.71	1.05
AMG_v5.2-450b	KZ2	8	-	-	450	1.88	1.88	1833	max	3.27	2.61
	KZ1	13	0.38	-2.20	1383	6.79	4.92		min	2.55	1.92
AMG_v6.2-450b	KZ2	8	-	-	450	1.88	1.88	1022	max	1.22	0.78
	KZ1	13	0.38	-1.51	572	3.29	1.83		min	0.77	0.07

Bij onderzoeksvraag 4 werd nagegaan of het technisch haalbaar is de noodruwijzerputten 9 en 10 tijdelijk (ca. 3 jaar) langer in exploitatie te houden met het nieuwe ontwerp van de bemaling. Eerst wordt er gekeken hoeveel te hoog de grondwaterstand is zonder bijkomende ingreep, dit werd gedaan in de modellen met 10 diepe pompputten die opgesteld werden voor onderzoeksvraag 2b. Vervolgens werd gekeken of het benodigde bemalingspeil kon gehaald worden met dat ontwerp door de diepe pompputten bijkomend te laten onttrekken. In het standaard scenario (modelreeks v4) is de grondwaterstand zonder bijkomend te onttrekken ca. 0 cm à 10 cm te hoog. In het winterscenario (modelreeks v5) is de grondwaterstand zonder bijkomend te onttrekken ca. 40 cm à 85 cm te hoog. In het zomerscenario (modelreeks v6) is de grondwaterstand zonder bijkomend te onttrekken ca. 30 cm à 40 cm te hoog.

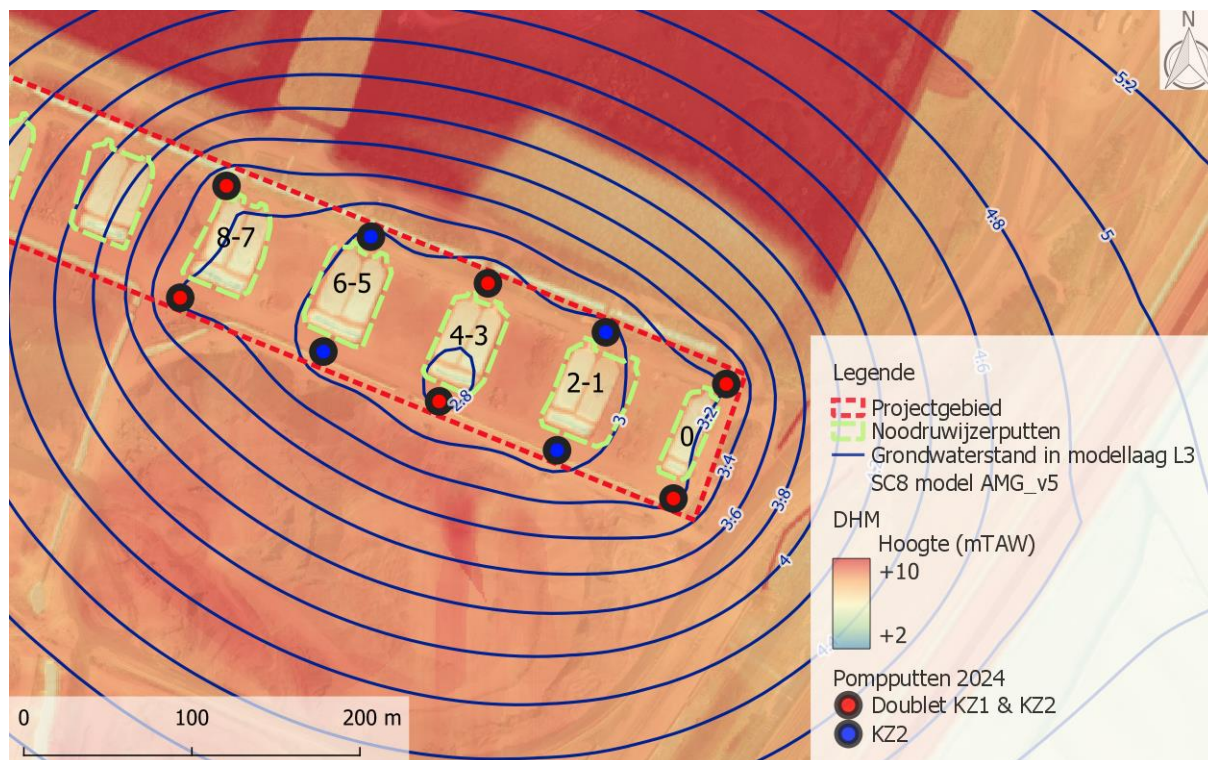
Tabel 6-8: : Instelpeilen en resulterende debieten onderzoeksvraag 4.

Model	Modellaag	Kh m/d	instelpeil model mTAW	instelpeil pompput mTAW	debiet m³/d	Totaal debiet m³/d
AMG_v4.2-910	KZ2	8	1.82	0.11	343	1298
	KZ1 (0-6)	13	1.90	0.24	408	
	KZ1 (7-8)	13	-2.23	-5.66	547	
AMG_v5.2-910	KZ2	8	1.80	-0.19	157	2261
	KZ1 (0-6)	13	-2.04	-5.66	1627	
	KZ1 (7-8)	13	-2.04	-5.66	477	
AMG_v6.2-910	KZ2	8	1.85	0.59	438	464
	KZ1 (0-6)	13	-	-	0	
	KZ1 (7-8)	13	3.00	2.24	26	

In het winterscenario werden alle diepe onttrekkingsputten bijgeschakeld tot op het limietpeil voor verijzeringsrisico, het bemalingspeil ter hoogte van de noodruwijzerput 9 wordt wel gehaald, ter hoogte van noodruwijzerput 10 werd het nog steeds niet gehaald. De locatie van de pompputten wordt samen met de verlaagde grondwatercontouren weergegeven in Figuur 6-14 voor AMG_v4 en in Figuur 6-15 voor AMG_v5. Om de leesbaarheid van het rapport te bewaren wordt er niet van elk model een figuur weergegeven.



Figuur 6-14: Verlaagd grondwaterpeil in modellaag 3 (top KZ2) in model AMG_v4.



Figuur 6-15: Verlaagd grondwaterpeil in modellaag 3 (top KZ2) in model AMG_v5 met verhoogde grondwatervoeding.

6.3.2 Nieuwe alternatief en optimalisatie bemalingsontwerp 2026 voor exploitatie noodruwijzerput 0 t.e.m. 11

In Tabel 6-9 worden de resultaten van de bijkomende onderzoeksvraag weergegeven. De bemaling werd in het grondwatermodel ingesteld opdat het bemalingspeil overal behaald werd zonder het maximale instelpeil te overschrijden. Het resulterende debiet per laag, per pompput (min/max) en totaal debiet wordt mee opgelijst. Het verschil in minimaal en maximaal debiet is het gevolg van de ligging van de individuele pompput ten opzichte van de grondwaterstand in rust (aan de oostelijke zijde meer instroming van grondwater en hogere grondwaterstand).

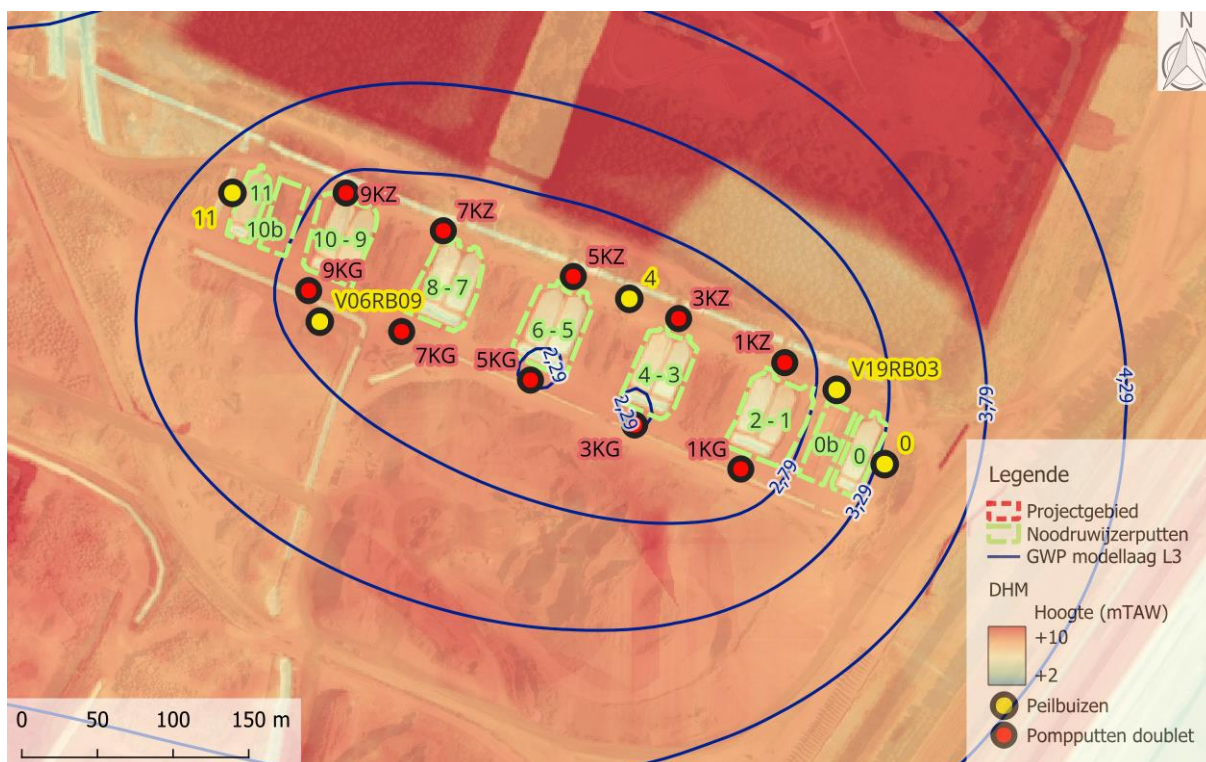
De nieuwe simulaties worden op simulaties AGM_v4.2 en AMG_v5.2 gebaseerd (zie Tabel 6-4 en Tabel 6-5) en doubletten OKZ en OKG worden verplaatst naar 9KZ en 9KG, er worden 10 ondiepe én diepe pompputten in totaal voorzien (zie Figuur 6-16).

Zowel de inplanting van de pompputten en monitoring peilbuizen als de gesimuleerde grondwaterpeilen zijn getoond op Figuur 6-16 voor het standaard scenario (AMG_4.3bis) en op Figuur 6-17 voor het winterscenario (AMG_5.3bis). Beide scenario's zijn technisch haalbaar maar het totale debiet voor het winterscenario is hoger dan de vastgestelde waarde van 60 m³/u uit de vergunningsaanvraag. Dit komt overeen met eerdere simulaties (zie §6.3.1).

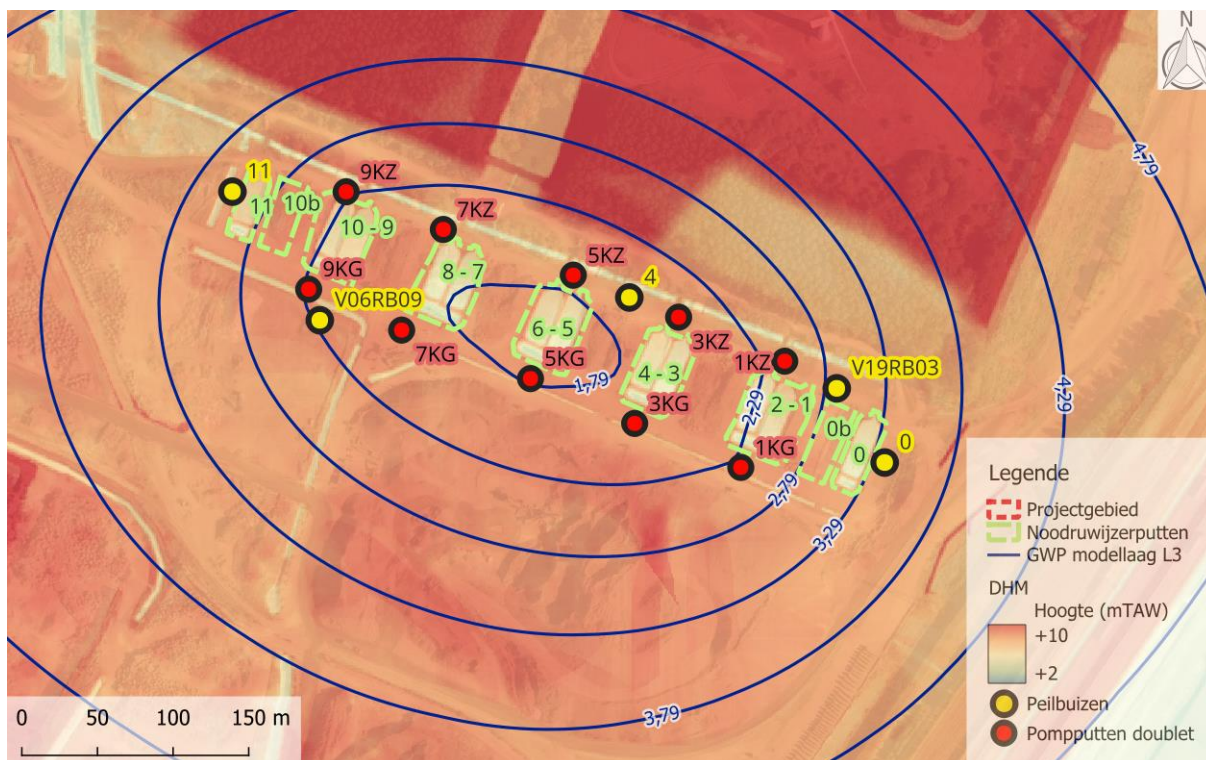
Om de debieten te optimaliseren en een robuuster bemalingsontwerp te bekomen werden twee andere simulaties uitgevoerd door de putten OKZ en OKG opnieuw aan het model toe te voegen (12 doubletten in totaal), in het standaard- en winter scenario (AMG_v4.4 & AMG_v5.4 in Tabel 6-9). Zo dient er minder diep afgepompt te worden in de uiterste pompputten (minder risico op beluchting). Het maximale debiet van ca. 10,1 m³/u per pompput vermindert naar ca. 4,3 m³/u per pompput. Het totale debiet voor het winterscenario met deze optimalisatie is lager, maar blijft nog steeds hoger dan 60 m³/u. In het standaard scenario wordt er niet meer dan 60 m³/u gepompt. De gesimuleerde grondwaterpeilen zijn gegeven in Figuur 6-18 voor het standaard scenario en op Figuur 6-19 voor het winterscenario.

Tabel 6-9: Instelpeilen en resulterende debieten voor het nieuwe alternatief (opschuiven 10 doubletten) en optimalisatie van de pompputten (robuuster met 12 doubletten).

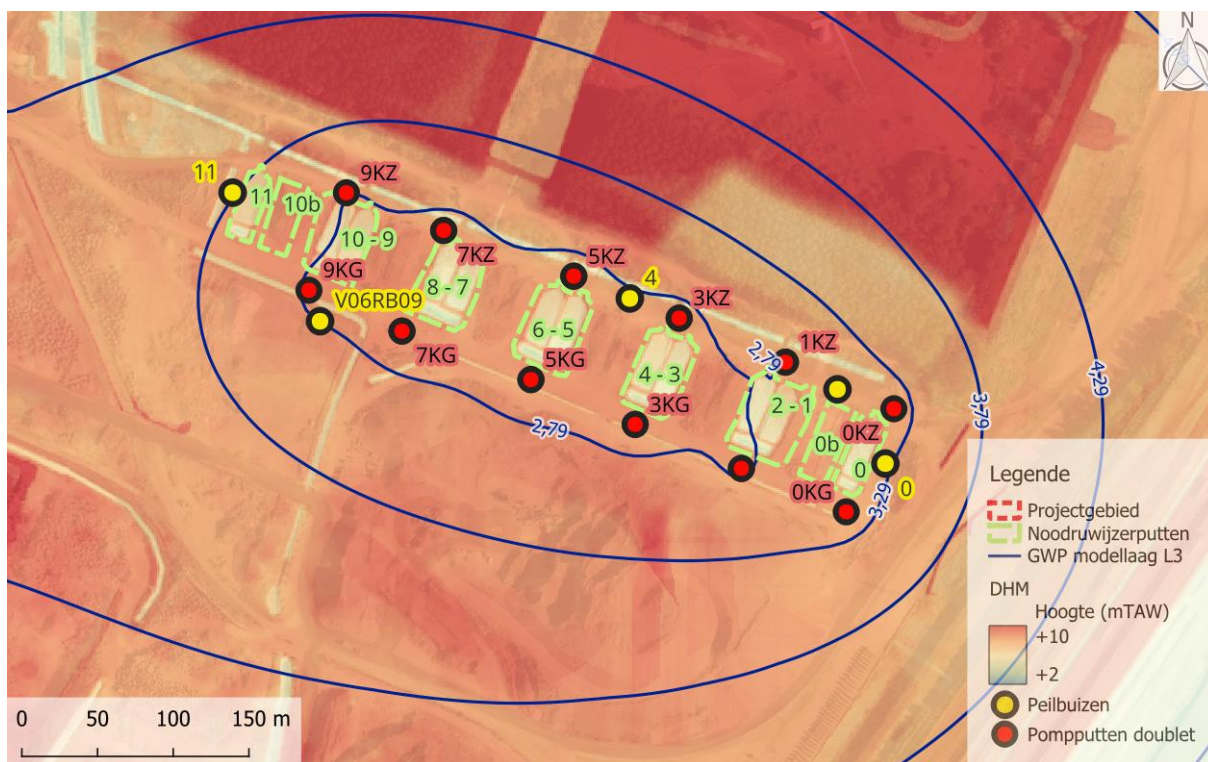
Model	Modellaag	Kh	instelpeil model	instelpeil pompput	debiet	max debiet per pp	min debiet per pp	Totaal debiet	
-	-	<i>m/d</i>	<i>mTAW</i>	<i>mTAW</i>	<i>m³/d</i>	<i>m³/u</i>	<i>m³/u</i>	<i>m³/d</i>	<i>m³/u</i>
AMG_v4.3bis	KZ2	8	1.43	-0.44	388	1.92	1.38	1335	56
	KZ1 1-2	13	-1.60	-4.77	947	10.08	10.04		
	KZ1 rest	13	1.40	-0.47		3.29	1.79		
AMG_v5.3bis	KZ2	8	1.62	-0.45	166	1.25	0.21	2227	93
	KZ1	13	-2.04	-5.66	2061	9.83	7.63		
AMG_v4.4	KZ2	8	1.43	-0.44	614	2.71	1.88	1245	52
	KZ1 10-9	13	1.25	-0.70	631	4.29	4.08		
	KZ1 rest	13	2.25	0.74		2.79	1.21		
AMG_v5.4	KZ2	8	1.62	-0.45	402	2.25	0.96	2136	89
	KZ1 10-7	13	-2.04	-5.66	1734	10.17	9.13		
	KZ1 rest	13	0.65	-1.81		5.79	3.00		



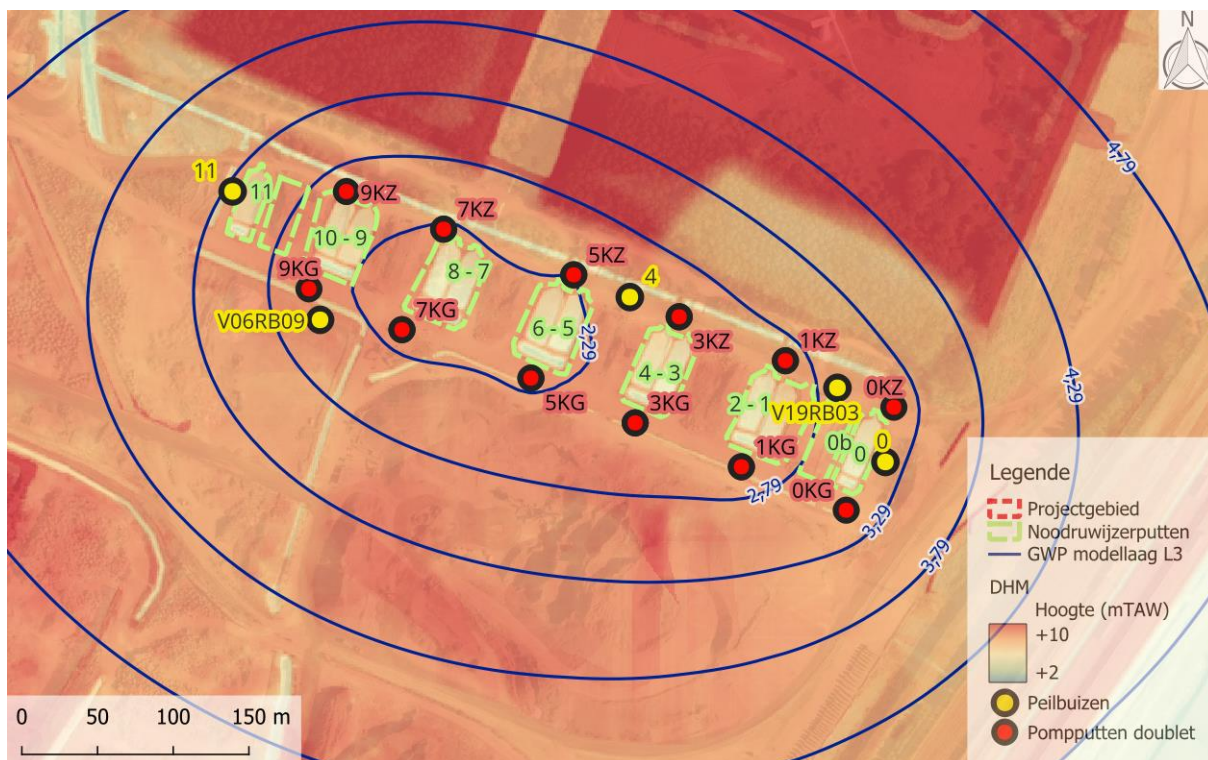
Figuur 6-16: Verlaagd grondwaterpeil in modellaag 3 (top KZ2) in model **AMG_v4.3bis** met verplaatsing van oorspronkelijk voorziene 10 doubletten.



Figuur 6-17: Verlaagd grondwaterpeil in modellaag 3 (top KZ2) in model **AMG_v5.3bis** met verplaatsing van oorspronkelijk voorziene 10 doubletten en hogere grondwatervoeding.



Figuur 6-18: Verlaagd grondwaterpeil in modellaag 3 (top KZ2) in model **AMG_v4.4** met toevoeging van 2 extra pompputten aan noodruwijzerput 0 (12 doubletten in totaal).



Figuur 6-19: Verlaagd grondwaterpeil in modellaag 3 (top KZ2) in model **AMG_v5.4** met toevoeging van 2 extra pompputten aan noodruwijzerput 0 (12 doubletten in totaal) en hogere grondwatervoeding.

7 Conclusie ontwerp bemaling

7.1 Geoptimaliseerd concept

Uit de modellering volgt dat de permanente bemaling voor een exploitatie van noodruwizerputten 0 tot en met 11 kan uitgevoerd worden met 10 of 12 pompputten in KZ2 met een filterstelling van 2 meter boven de top van leemlaag KL (te bevestigen met bijkomend grondonderzoek) en 10 of 12 pompputten in KZ1 met een filterstelling van 5 meter. Beide scenario's zijn hydrogeologisch haalbaar maar met 12 diepe pompputten is het bemalingssysteem robuuster als noodruwizerput 0 blijvend geëxploiteerd wordt en is het bemalingsdebiet en verlaging per pompput beperkter en dus ook minder risico op beluchting. Er wordt aangeraden om 12 ondiepe (KZ2) en 12 diepe pompputten (KZ1) te voorzien, alle pompputten met frequentiesturing, zie coördinaten in Tabel 6-3 en inplanting in Figuur 6-19 en Figuur 10-1.

Het ontwerp wijkt af van de aangevraagde vergunning. De diepte van de aangevraagde bemalingseenheden wijzigt, de ondiepe pompputten dienen namelijk uitgevoerd te worden van 10,5-12,5 m diep (2 meter boven top KL, te bevestigen met bijkomend grondonderzoek) in plaats van 7-10 m. De diepe pompputten hebben een filterstelling van 16 m-mv tot 21 m-mv (5 meter filterlengte) in plaats van 15-20 m-mv. Elke respectievelijke put onttrekt wel nog steeds uit dezelfde aquifer zoals omschreven in de vergunningsaanvraag. De inplanting van de pompputten is gewijzigd ten opzichte van de vergunningsaanvraag (naar het westen opgeschoven) en in het robuuste bemalingsscenario worden twee extra pompputten voorzien ter hoogte van noodruwizerput 0.

Het aangevraagde debiet van 720 m³/d of 30 m³/u per bemalingseenheid is voldoende voor de scenario's AMG_v4, v4.2, v4.3bis en v4.4 (basisscenario's) en v6 (zomersituatie). In het scenario met de verhoogde voeding (AMG_v5, v5.2, v5.3 en v5.4) wordt een hoger debiet opgepompt in KZ1. Historische pompdebieten (2021: 1746 m³/d, 2023: 1380 m³/d) tonen aan dat het aangevraagde totaaldebiet van 1440 m³/d net volstaat of soms overschreden wordt.

7.2 Technische specificaties

Op basis van het basisscenario AMG_v4, v4.2, v4.3bis en v4.4 en het aangevraagde dagdebiet van 1440 m³/d of 30 m³/u per bemalingseenheid (60 m³/u in totaal) wordt voorgesteld om pompen met een nominaal debiet van 3 m³/u te voorzien. De pompen in de buitenste diepe pompputten (KZ1: ter hoogte van noodruwizerput 7-10 of 1-2, zie Tabel 6-9) kunnen best een hoger nominaal debiet hebben (van 4,3 m³/u tot 10 m³/u). Het is absoluut belangrijk dat het afpompspeil in de pompputten in KZ2 zo afgeregeld wordt dat er steeds 2 meter verzadiging behouden blijft boven de top van de filterstelling om beluchting te vermijden. Een beveiliging dient op dit peil ingesteld te worden als extra veiligheid. Een frequentiesturing werd aanbevolen voor de ondiepe pompputten. Aangezien dit complex en duur zal zijn omwille van het groot aantal pompen kan er als alternatief ook gewerkt worden met een drukbehoudklep op het einde van de collector aangestuurd door een gemeten peil in een peilbuis die geplaatst wordt op de meest ongunstige plaats en een snoerkraan per individuele pomp, zie 8.3. Dit concept werd finaal niet weerhouden omdat het verlies in flexibiliteit meer doorweegt dan de kostenbesparing. Elke pomp in de diepe én ondiepe pompputten wordt frequentiegestuurd. Het correct afregelen van het bemalingssysteem is absoluut belangrijk in kader van de verijzeringsproblematiek.

8 Nazicht bestek en aanbevelingen bemalingssysteem

Dit hoofdstuk handelt over het document TBE-4264-NL.

8.1 Algemene opmerkingen

Behoudens vergissing wordt frequentiesturing van de pompen niet vermeld in het bestek. Naast de droogloopbeveiliging is er ook een sturing nodig. Dit kan ofwel manueel (mechanische snoering) of automatisch waarbij er een sonde in een aparte peilbuis op een representatieve locatie geplaatst wordt. Het gemeten peil stuurt via een frequentiedrive de pompen aan, of een drukbehoudklep (zie verder).

Het onderhouden (frequent regenereren, pomp uitbouwen, chemisch en mechanische reiniging) van de pompputten is niet inbegrepen in de scope of work. Dit dient ofwel opgenomen te worden in de aanbesteding ofwel dient hiervoor een apart bestek opgesteld te worden. Dit dient te gebeuren door een gespecialiseerde firma. De verlaging en het debiet per pompput dienen gemonitord te worden zodat er tijdig gegenereerd kan worden als het duidelijk is dat het debiet afneemt voor dezelfde verlaging of de verlaging toeneemt bij hetzelfde debiet. Het is niet noodzakelijk om de pompputten pro-actief te regenereren, dit is enkel noodzakelijk als de monitoring aantoont dat er een wijziging optreedt.

8.2 Specifieke wijzigingen en opmerkingen

Bij deel “9.1 Afbraakwerken” dienen de opmerkingen uit paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** uit voorliggend rapport in acht genomen te worden.

Bij deel “9.3.3 Het plaatsen van nieuwe boorputten en peilbuizen” dient de diameter Ø200mm gewijzigd te worden naar boordiameter Ø400 mm, de blinde buis en filterbuis Ø200 mm. Door een grote boordiameter te hanteren zal de verstoppingssnelheid over de boorgatwand verlagen. De diameter van de filterbuis is gekozen opdat de dikte van het grindpakket beperkt blijft, zodat de putten degelijk kunnen ontwikkeld worden.

Elke boring voor de pompput moet op een minimale tussenafstand van ca. 3 à 5 meter van een andere boring geplaatst te worden om doorslag van de spoelboring uit te sluiten. De pompdoublotten worden dus niet in hetzelfde boorgat geplaatst.

De opmerking met betrekking tot drooglopen moet aangepast te worden. Er dient ten allen tijde minstens 2 meter waterkolom te blijven staan boven de top van de filterstelling om verijzing te voorkomen, een beveiliging moet gehanteerd worden op dit peil. Dit is een extra beveiliging zodat er niet te diep afgepompt wordt in de pompputten.

De precieze laagdiktes van de geologie kunnen per pompput vastgesteld worden door op voorhand elektrische 20 ton sonderingen uit te voeren op de locatie van elk onttrekkingspunt (met andere woorden 10 sonderingen). De kost hiervoor zal betrekkelijk klein zijn vergeleken met de volledige kostprijs, de meerwaarde kan aanzienlijk zijn aangezien de ondiepe pompputten met 2 meter filtersectie zullen voorzien worden en er 2,7 meter peilvariatie op de basis van KZ2 is vastgesteld in de 4 sonderingen uit 1999 (zie Figuur 4-1 voor inplanting en bijlage 13.3 voor sondeergrafieken). Het risico bestaat dus dat er ondiepe pompputten integraal in de leemlaag KL geplaatst zouden worden, wat

absoluut vermeden moet worden. Er wordt aangeraden om dit uit te voeren voor het finaliseren van de aanbesteding zodat de correcte aanzetdieptes van de pompputten kunnen opgenomen worden.

Bij deel “9.3.4 Het plaatsen van toezichtskamers en meetingrichtingsput” kan de ondergrondse uitvoering van de putkamer geschrapt worden en vervangen worden door een bovengrondse afwerking. Hiertoe dient een betonnen sokkel/plaat geplaatst te worden van ca. 2 op 2 meter. Hierbovenop wordt een stomp geplaatst voor mechanische afscherming. Er moet een vorstbeveiliging voorzien te worden. De stomp kan uitgevoerd worden in kunststof of in beton en dient met een machine geheven te kunnen worden. De voordelen hiervan zijn:

- Goedkoper te plaatsen dan ingegraven kamer;
- Geen besloten ruimte;
- Gemakkelijker te inspecteren;
- Gemakkelijker voor frequent regenereren van de pompputten (pomp uitbouwen, regenereren met zuur om ijzer op te lossen, mechanische reiniging, herontwikkeling om fijn materiaal te verwijderen);
- Elektriciteitskast mee onder de stomp te voorzien indien gewenst, momenteel is het voorzien om een elektriciteitskast per twee pompen te plaatsen. .

Deze wijzigingen moeten geharmoniseerd worden in deel “9.4.1 Grondwater in toezichtskamers”.

Wat de meetinrichtingsput betreft op de collector, deze kan ondergronds behouden blijven om te vermijden dat de collectors bovengronds gebracht moeten worden. Er dient voldoende ruimte te zijn om de elektromagnetische debietmeter te inspecteren en indien nodig te reinigen.

De benodigheden op vlak van debietmeting zijn reeds correct opgenomen in het bestek. Er wordt aangeraden om een debietmeter per pompput te installeren zodat dit per pompput kan nagegaan worden en een elektromagnetische debietmeter op de collector per watervoerende laag (en idealiter voor de zuidelijke en noordelijke putten gesplitst).

8.3 Keuze pompen en aansturing bemalingsstelsel

In alle scenario's hebben de pompputten in de ondiepe laag KZ2 een gelijkaardig debiet variërend tussen 2,0 en 3,0 m³/u, naar pompkeuze toe worden best pompen voorzien met een nominaal debiet van 3 m³/u. In bijlage 13.10.1 zijn ter illustratie de specificaties weergegeven van Grundfos SP3A pompen. Gebaseerd op scenario AMG_v4.4 (gesimuleerd debiet 2,8 à 4,3 m³/u) en de aangevraagde pompdebieten in de vergunning worden ook pompen met een nominaal debiet van 3 m³/u voorzien in de diepe pompputten (KZ1) en nominaal debiet van 5 m³/u voor de pompputten aan noodruwzijzerput 9-10. Als er gekozen wordt voor het scenario waarbij noodruwzijzerput 0 in exploitatie blijft zonder dat er twee pompputten aan deze noodruwzijzerput voorzien worden (scenario AMG_v4.3bis) dient er een pomp voorzien worden met nominaal debiet 10 m³/u in de pompputten KZ1 aan noodruwzijzerput 1-2.

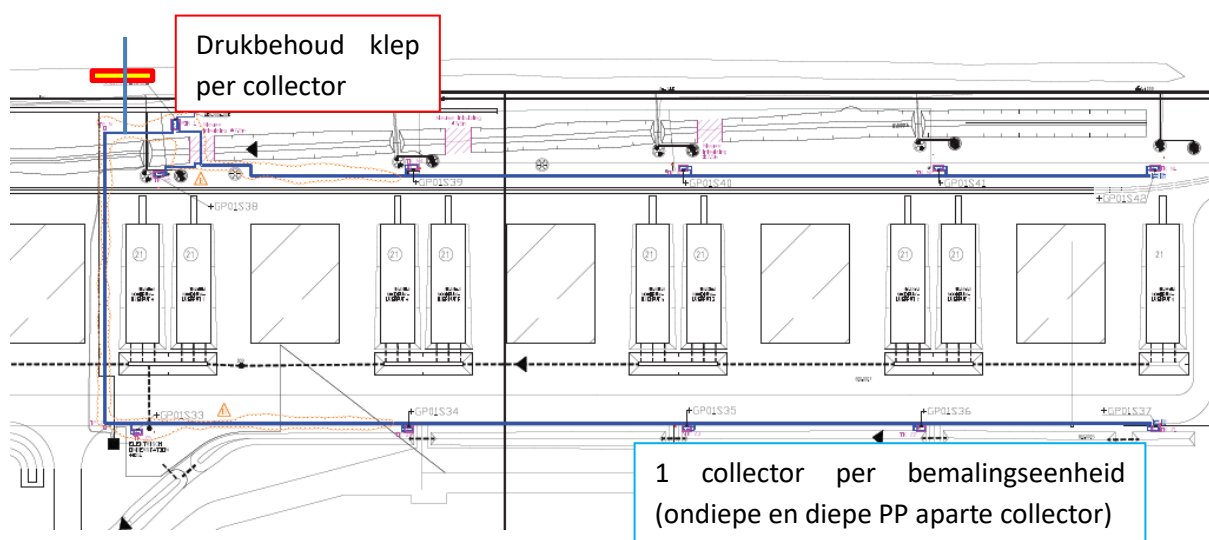
8.3.1 Drukbehoudsturing

In het bestek wordt vermeld dat de pompen het water dienen te verpompen naar het grondwaternet met tegendruk van 2 à 4 bar.

Aangezien alle pompen een nagenoeg gelijkaardig debiet moeten verpompen kan het totale debiet geregeld worden met behulp van een drukbehoudklep op het einde van de collector. Voor de twee

onderscheiden zandlagen KZ1 en KZ2 wordt een aparte collector voorzien in een voldoende grote diameter om de leidingverliezen nagenoeg verwaarloosbaar te maken, minstens DN100 (Bijlage 13.10.3). De drukbehoudklep wordt aangestuurd door een gemeten peil in een peilput die geplaatst wordt op de meest ongunstige plaats (Figuur 10-1), dit is aan het uiteinde van de lus pompputten aan ruwizerput 0.

Er wordt tevens aangeraden voor de uiterste pompputten (PN3, PN7, PN8 en PN12) pompen te voorzien met bijkomende pomptrap, dit aangezien deze pompen de grootste debieten zullen moeten leveren, deze pompen licht over dimensioneren komt de robuustheid van het systeem ten goede. Deze pompen kunnen desgevallend gesnoerd worden met een individuele snoerkraan indien de afpompings te groot blijkt te zijn in de pompput. Deze gestuurde opstelling vereist dat er voorbij de drukbehoudklep een drukloze uitstroom is. Daarom dient het water opgevangen te worden in een vergaarbak, vanwaar het met een booster pomp in het netwerk verpompt wordt met variabele tegendruk (2 à 4 bar). De booster pomp werkt tussen een hoog en een laag niveau (twee sensoren).



Figuur 8-1: Schema aansturing systeem.

Dit concept werd finaal niet weerhouden omdat het verlies in flexibiliteit meer doorweegt dan de kostenbesparing.

8.3.2 Frequentiesturing

Elke pomp voor de ondiepe én diepe pompputten wordt individueel voorzien van een eigen frequentiesturing.

9 Risico's en onzekerheden

9.1 Hydraulische parameters

Risico's zijn verbonden aan de onzekerheden over de parameters die als input van de studie hebben gediend. De toegepaste waarden in deze studie zijn ingeschat op basis van het lokale grondonderzoek, de lokaal uitgevoerde pompproef en bestaande literatuur (zie overzicht in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

Een risicosignaal specifiek aan dit dossier is de kalibratie van het grondwatermodel bij de realistische hydraulische parameters die te lage grondwaterstanden geeft met de gekende debieten. Zoals besproken in de studie ligt dit mogelijk aan hogere effectieve pompdebieten en/of te weinig voeding in het model en/of te lagen doorlatendheden. Vermits dit niet te achterhalen is werd een worst case modellering gedaan op basis van conservatieve parameters om tot een robuust bemalingssysteem te komen. De verijzeringsproblematiek blijft natuurlijk wel een aandachtspunt, zie 9.3.

9.2 Risico hangwater in OZ

In de modellen waar deze lagen ingevoerd werden blijft er hangwater staan in KLS en OZ. De benodigde verlaging kan enkel behaald worden in KZ2 en KZ1 door de bemaling.

Een tweede observatie is dat het ophoogzand (OZ) en de ondiepe leemlaag (KLS) vermoedelijk een cruciale rol spelen in het droogleggen van de noodruwizerputten. Echter zijn deze lagen, buiten in het rapport van 1999 (paragraaf 3.2.3), na het plaatsen van de zandpalen, onbesproken gebleven. Dit probleem blijkt in de feiten opgelost te zijn door de reeks ondiepe zandpalen die in het verleden zijn uitgevoerd.

De peilbuis RAB 2049 is net ten noorden van noodruwizerputten 1&2, dit is een van de noodruwizerputten waarrond in 1999 zandpalen geboord zijn. Men zou dus verwachten dat hier weinig hangwater overblijft, de gemiddelde waterkolom in L1 / OZ ter hoogte van deze peilbuis is ca. 1 meter.

De peilbuis V07RB04 bevindt zich op een afstand van ca. 200 meter van de noodruwizerputten, er wordt verwacht dat de invloed van de zandpalen op de grondwaterstand in L1 hier weinig impact heeft.

Er dient op gewezen te worden dat deze peilmetingen uitgevoerd zijn ruim 20 jaar na het plaatsen van de zandpalen.

Mogelijks wijst dit er op dat de zandpalen na ruim 20 jaar verstopt zijn geraakt door verijzing ter hoogte van de top van KZ2 waar insijpelend hangwater in contact komt met onverzadigd zand kan er zich een reactiefront vormen voor neerslagreacties.

Momenteel is er geen probleem van insijpelend hangwater in de gietputten (feedback opdrachtgever), deze staan droog. Moest dit zich wel voordoen in de toekomst is het belangrijk om te vermelden dat er een bijkomend bemalingssysteem zal ontworpen moeten worden om de waterdruk in OZ voldoende te verlagen. Omwille van de beperkte diepte van de leemlaag KLS is dat niet gemakkelijk haalbaar en is de vernieuwing van de zandpalen de meest aangewezen oplossing (of de aanleg van een horizontale drain wat door de aanwezigheid van ondergrondse leidingen, mogelijk puin en de grote omtrek niet als valabel alternatief gezien wordt).

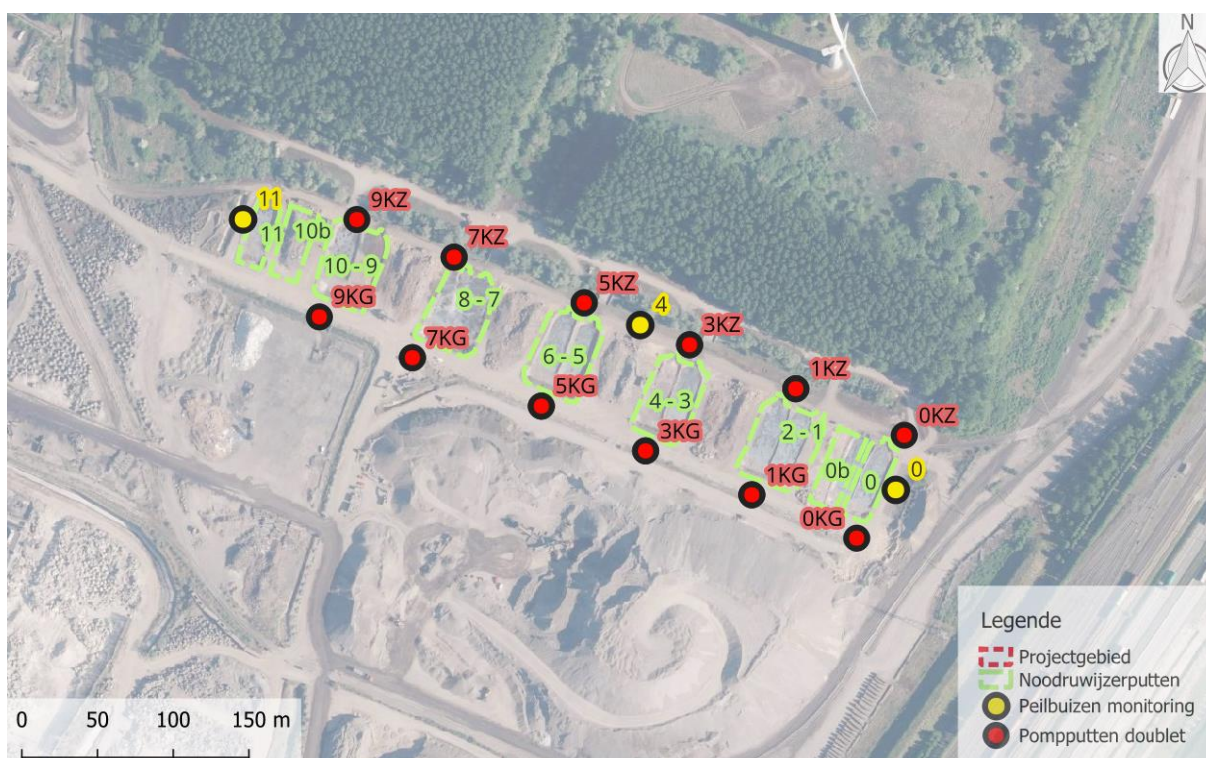
9.3 Beluchting en verijzering

Het is van belang de peilverlagingen op te volgen in de pompputten (putbuis), in de in de annulaire ruimte ingebouwde peilbuizen en in omliggende monitoringpeilbuizen (Figuur 10-1). De pompen dienen correct afgeregeld te worden. Ook de debieten dienen correct geregistreerd te worden. Bij afwijkende trends (loskoppeling van de correlatie verlaging in de pompput en verlaging in de aquifer ten opzichte van de gepompte debieten) dient de pompput onmiddellijk geregenereerd te worden.

10 Monitoring

De meest opportune locaties voor extra peilbuizen zijn ten noorden van noodruwijzerputten 4 en 5, ten oosten van noodruwijzerput 0 en ten westen van noodruwijzerput 11 (zie Figuur 10-1) indien alle noodruwijzerputten blijvend geëxploiteerd worden. De peilbuizen dienen geplaatst te worden met een drievoudige filterstelling in OZ, KZ2 en KZ1, indicatieve dieptes respectievelijk ca. 3, 8 en 20 m-mv (te bevestigen aan de hand van bijkomende sonderingen). De sturing van de pompen gebeurt op het peil gemeten in deze peilbuizen.

De benodigheden op vlak van debietmeting zijn reeds correct opgenomen in het bestek. Een aftap-(of monstername-)kraan mag niet vóór de debietmeter geïnstalleerd worden cf. CvGP. De kwaliteit van het opgepompte bemalingswater wordt ook best jaarlijks geanalyseerd per bemalingsseenheid.



Figuur 10-1: Locatie van de monitoringspeilbuizen.

11 Besluiten

Op basis van een literatuurstudie, een herkalibratie van een pompproef die in de nabije omgeving van de noodruwizerputten werd uitgevoerd en een theoretische modellering werd het bemalingsconcept geoptimaliseerd voor de noodruwizerputten. Het target bemalingspeil bedraagt 5,0 m-mv of +3,29 mTAW.

Uit de modellering volgt dat de permanente bemaling kan uitgevoerd worden met 10 of 12 ondiepe pompputten in KZ2 met een filterstelling van 2 meter boven de top van leemlaag KL (te bevestigen met bijkomend grondonderzoek) en 10 of 12 diepe pompputten in KZ1 met een filterstelling van 5 meter. De aangevraagde debieten (1440 m³/d of 60 m³/u) zouden moeten volstaan, met uitzondering van het zeer conservatieve modelscenario met de verhoogde grondwatervoeding.

De verijzeringsproblematiek werd besproken aangezien er een grote verlaging dient te gebeuren in een ondiep, freatisch zandpakket KZ2, dit werd in de voorgaande studies van UGent/Sertius nooit aangehaald als oorzaak van de verstoppingsproblemen. Het is absoluut belangrijk dat het afpompspeil in de pompputten zo afgeregeld wordt dat er steeds 2 meter verzadiging behouden blijft boven de top van de filterstelling om beluchting te vermijden, een frequentiesturing per pomp is aangewezen en wordt ook voorzien. Er dient een monitoring te gebeuren zodat indien nodig de pompputten tijdig geregenereerd kunnen worden.

Er werden aanbevelingen gegeven om de bestaande bemaling conform te verlaten, alsook aanbevelingen voor de aansturing van het geoptimaliseerde bemalingssysteem. Omwille van de verijzeringsproblematiek is een goede opvolging en frequent onderhoud van de pompputten (ondiep en diep) noodzakelijk.

12 Literatuur

- [1] Vito, 2019. *Geologisch (G3Dv2) en hydrogeologisch (H3D) 3D-lagenmodel van Vlaanderen*, 241 pp. Vrij raadpleegbaar via de [website van VMM](#).
- [2] Van, E., & Van Camp, M., 1983. *Hydrogeologische studie van de Gentse kanaalzone - tekst*. Universiteit Gent - Toegepaste Geologie en Hydrogeologie.
- [3] Meyus, Y., Cools, J., Adyns, D., Zeleke, S.Y., Woldeamlak, S.T., Batelaan, O., De Smedt, F., 2005. *Hydrogeologische detailstudie van de ondergrond in Vlaanderen*. Eindrapport. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer, Afdeling Water, 107 pp.
- [4] Meyus, Y., De Smet, D., De Smedt, F., Walraevens, K., Batelaan, O., Van Camp, M., 2004. *Opbouw van een Vlaams Grondwatervoedingsmodel*. Eindrapport. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer, Afdeling Water, 81 pp.

13 Bijlagen

13.1 Virtuele boring en Tertiair geologische kaart via DOV

Acties ▾

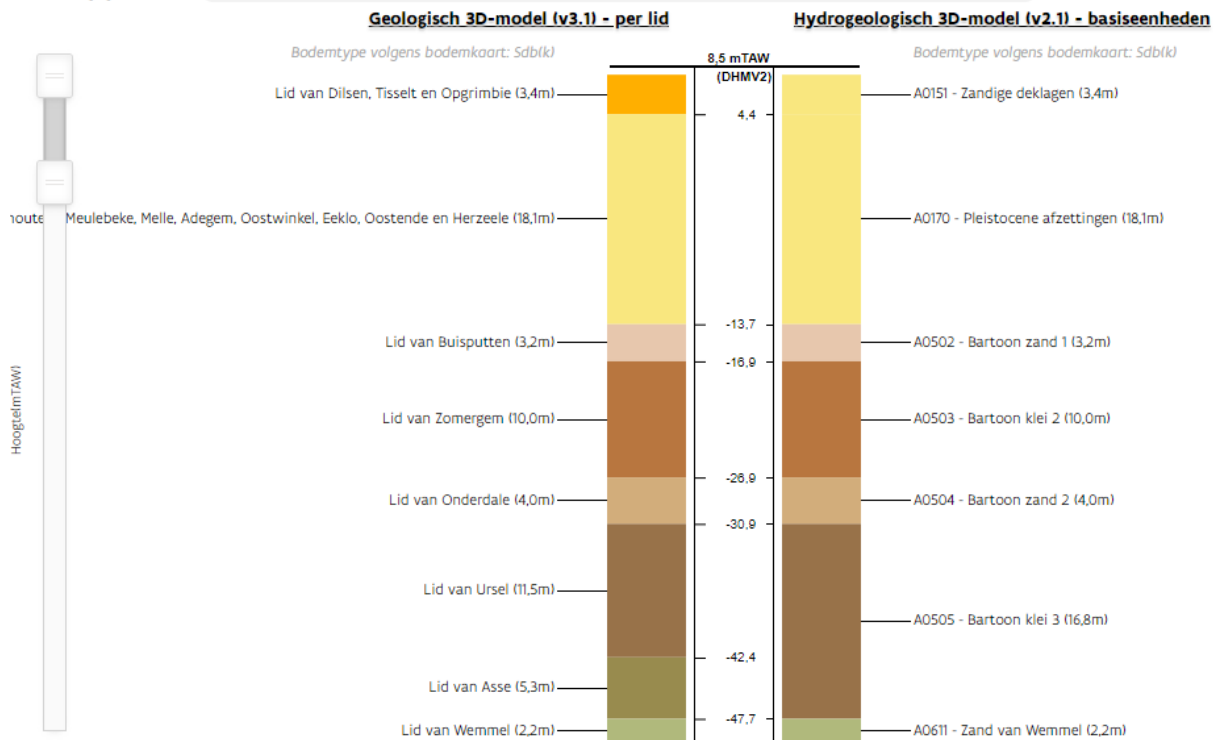
De virtuele boring geeft slechts een benaderend beeld van de werkelijke opbouw van de ondergrond.

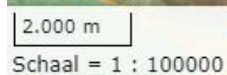
Locatie:

XY (Lambert72) = 111587 206709 / GPS (Lat/Long) = 51,1691 3,8196 / Z (DHMV2) = 8,5 mTAW

Dichtstbijzijnde adres:

Hullebusstraat 19, 9042 Gent



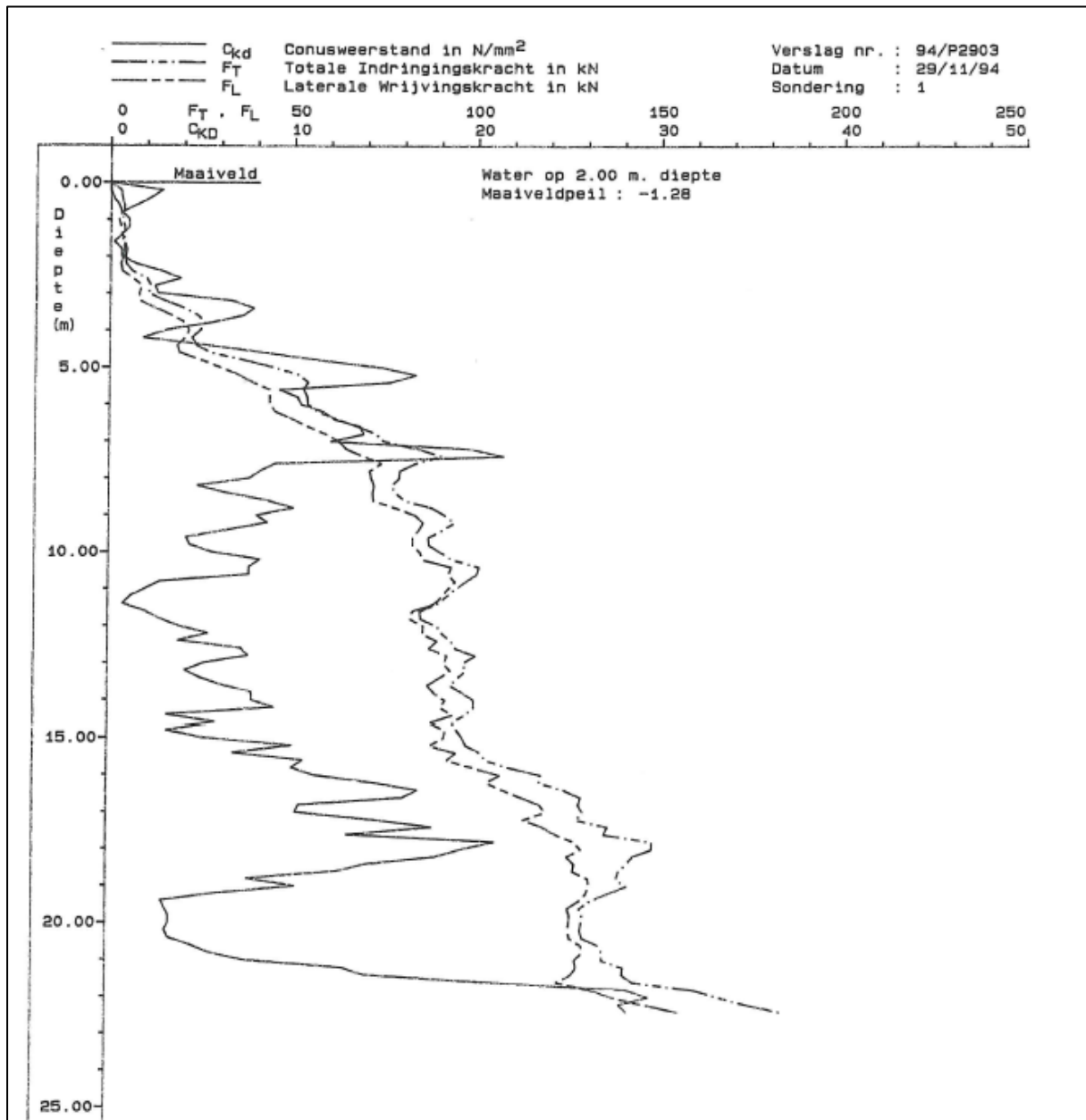


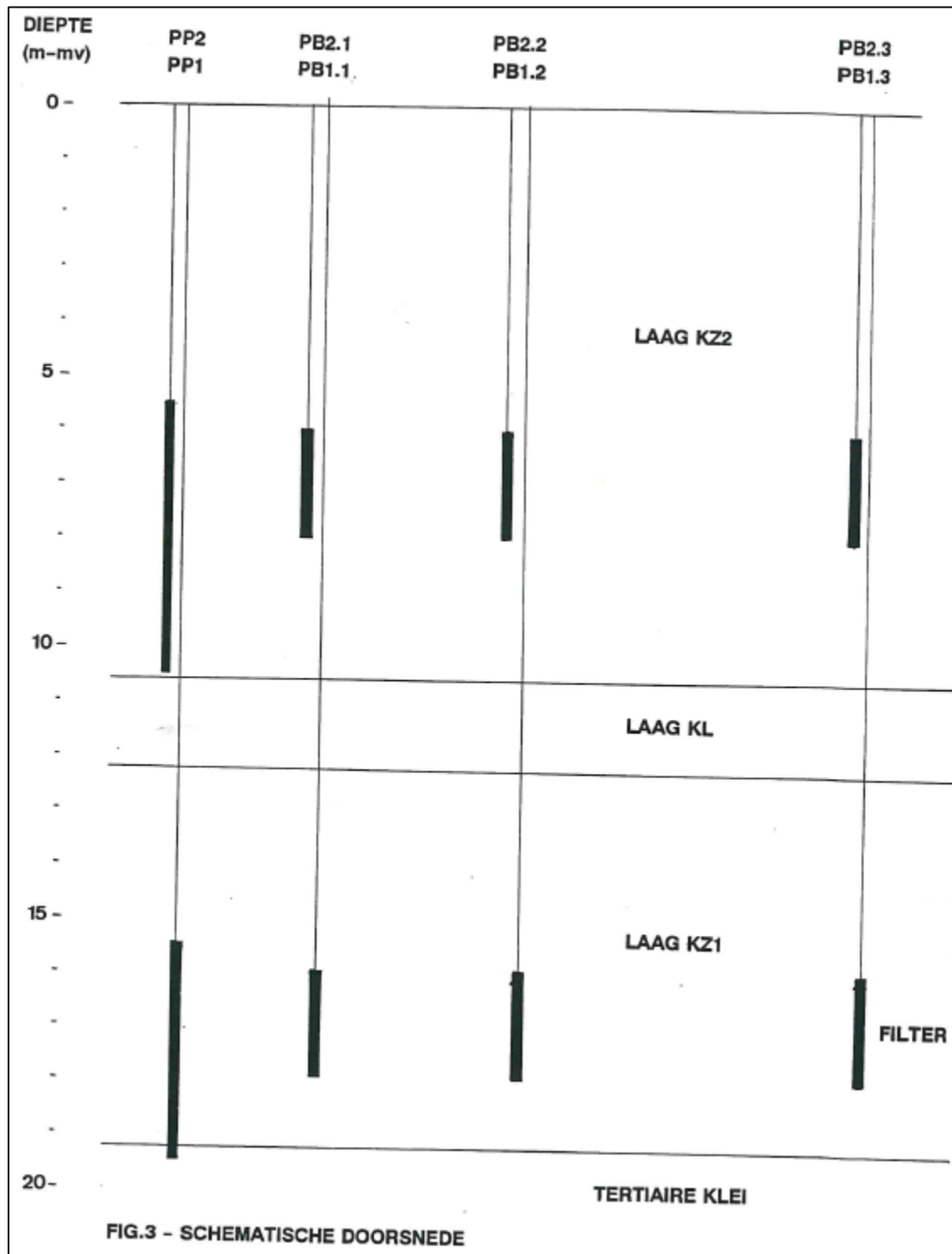


AGT

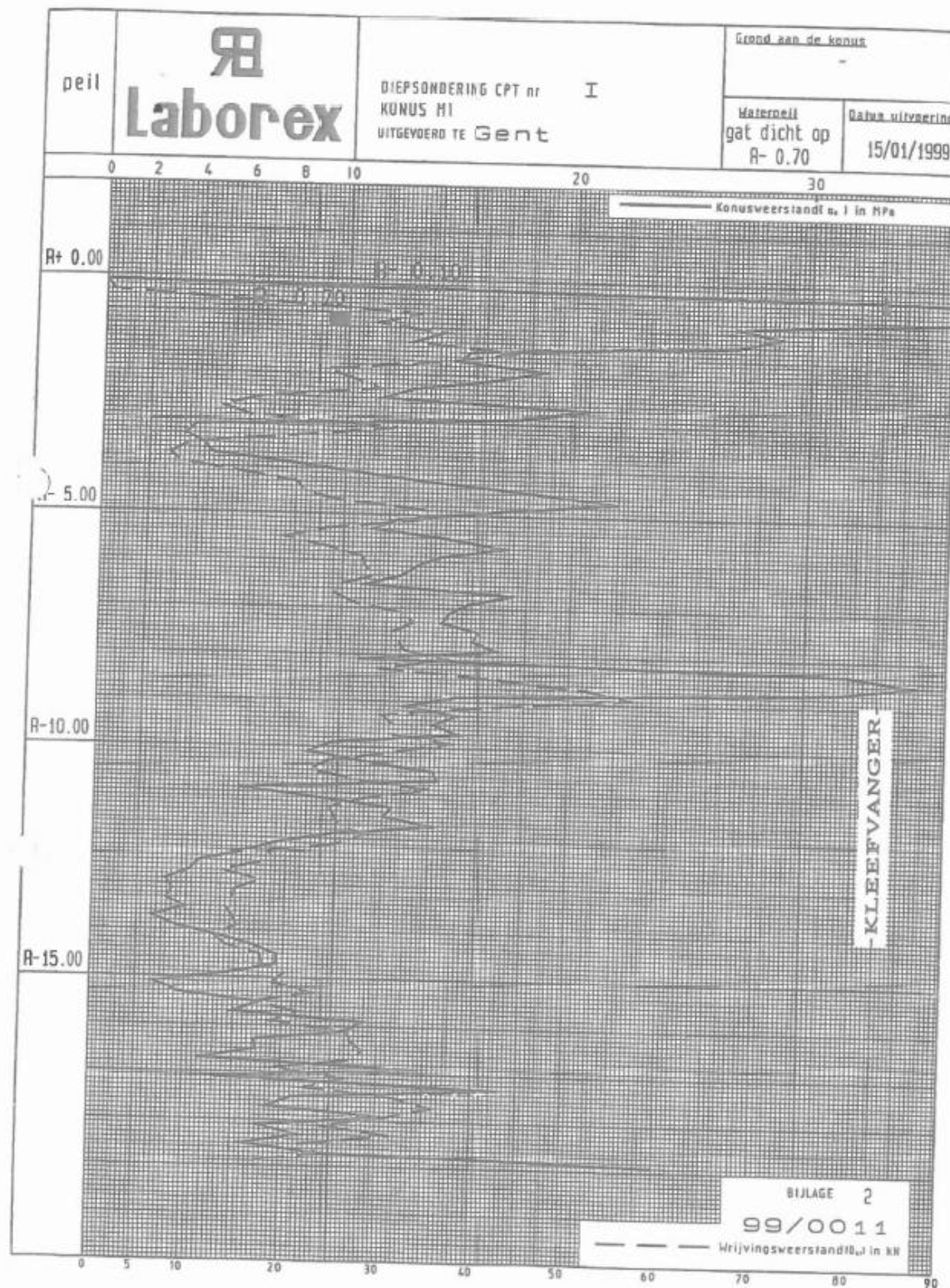
ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES

13.2 Grondonderzoek uit de pompproef 1994





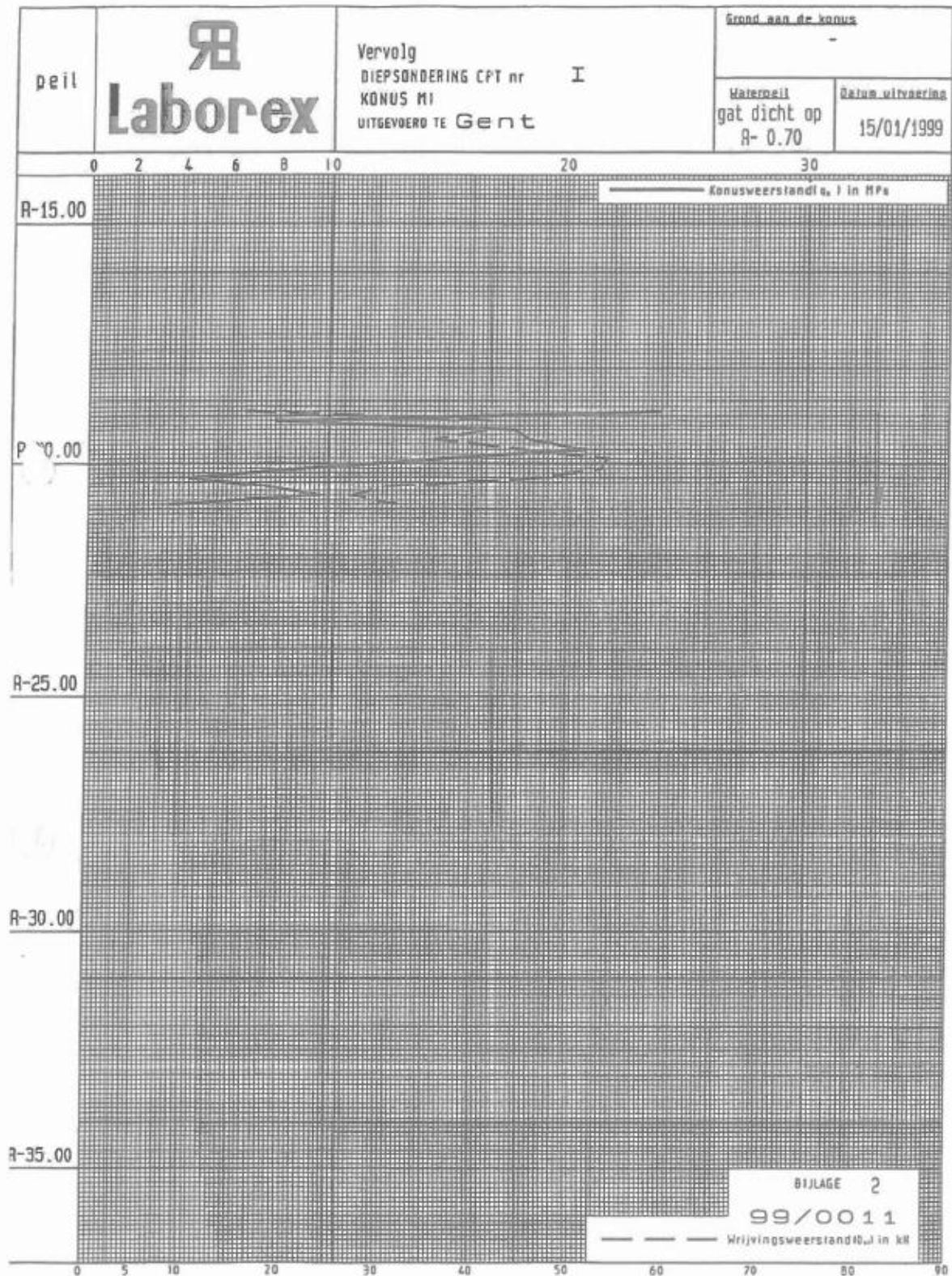
13.3 Grondonderzoek uit 'Concept drainage zone noodgietsputten' 1999





AGT

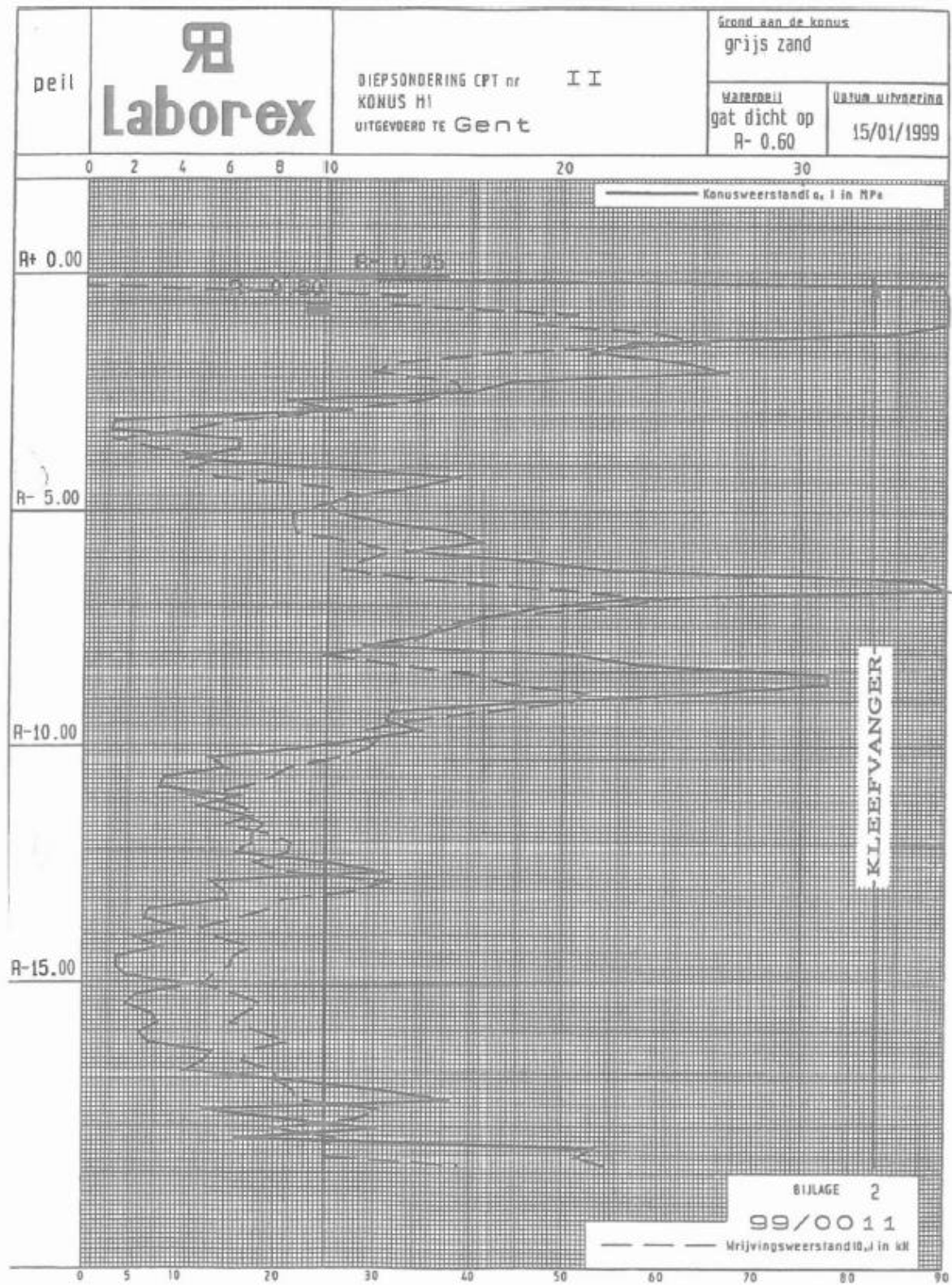
ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES





AGT

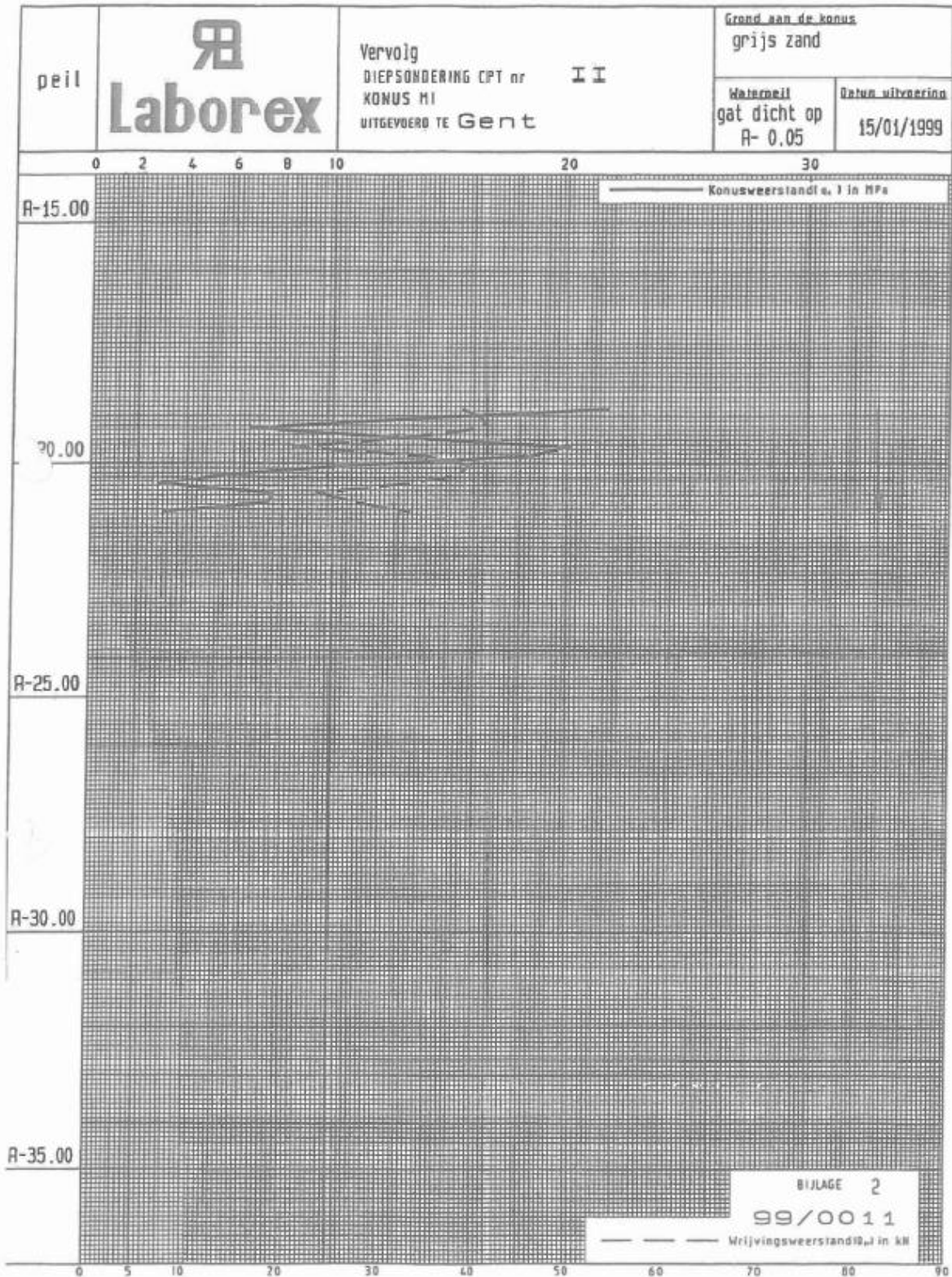
ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES





AGT

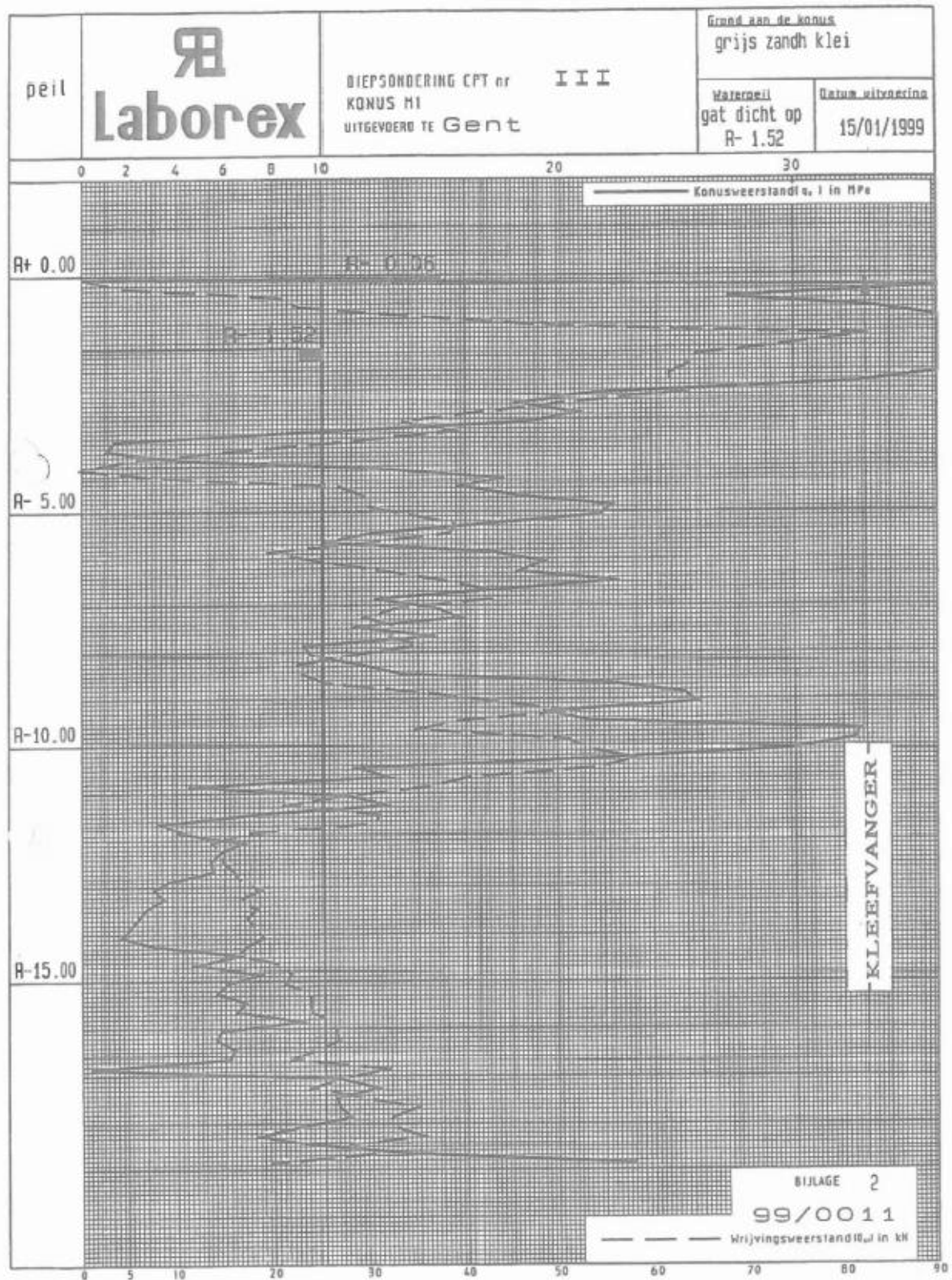
ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES





AGT

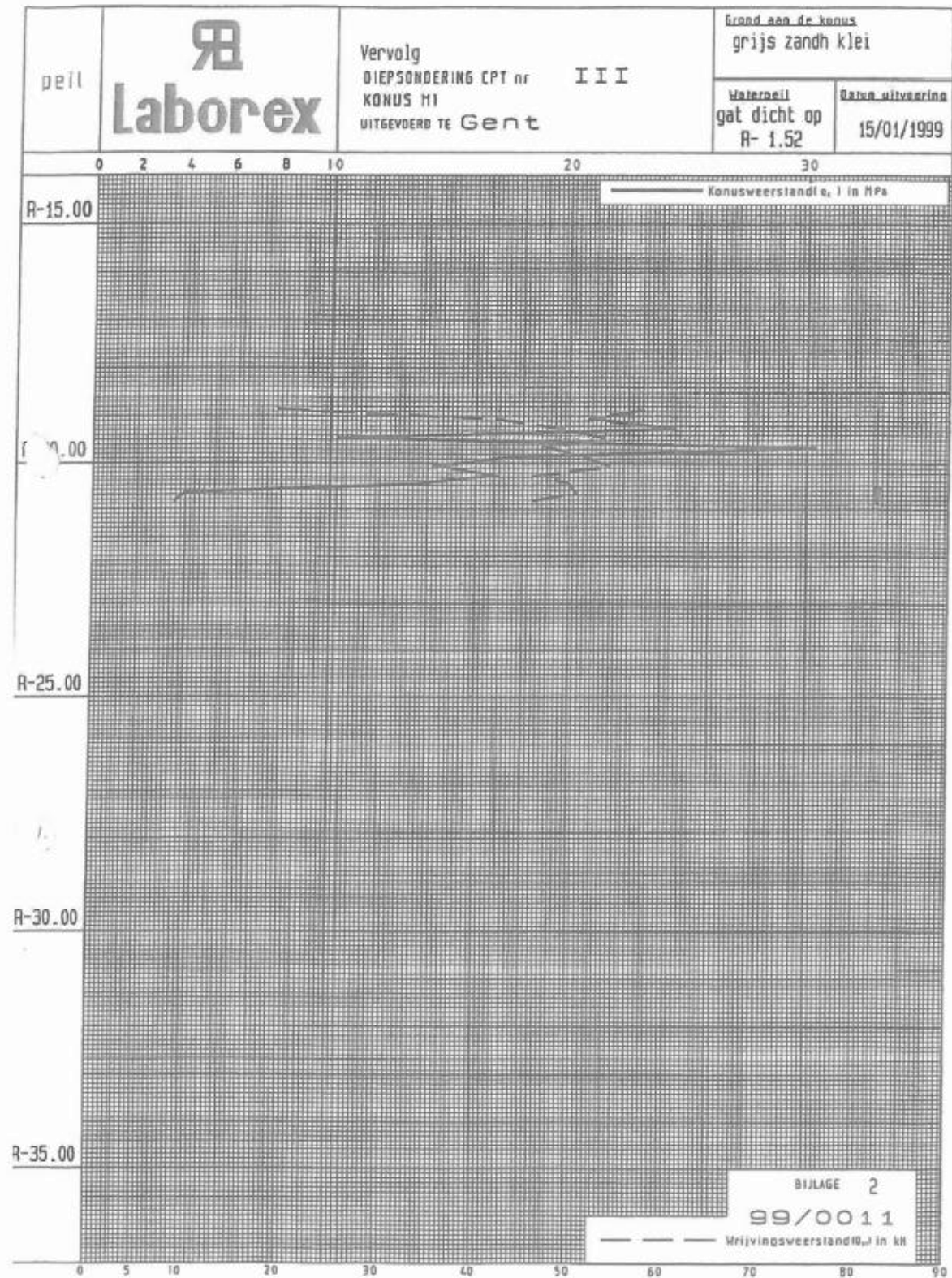
ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES





AGT

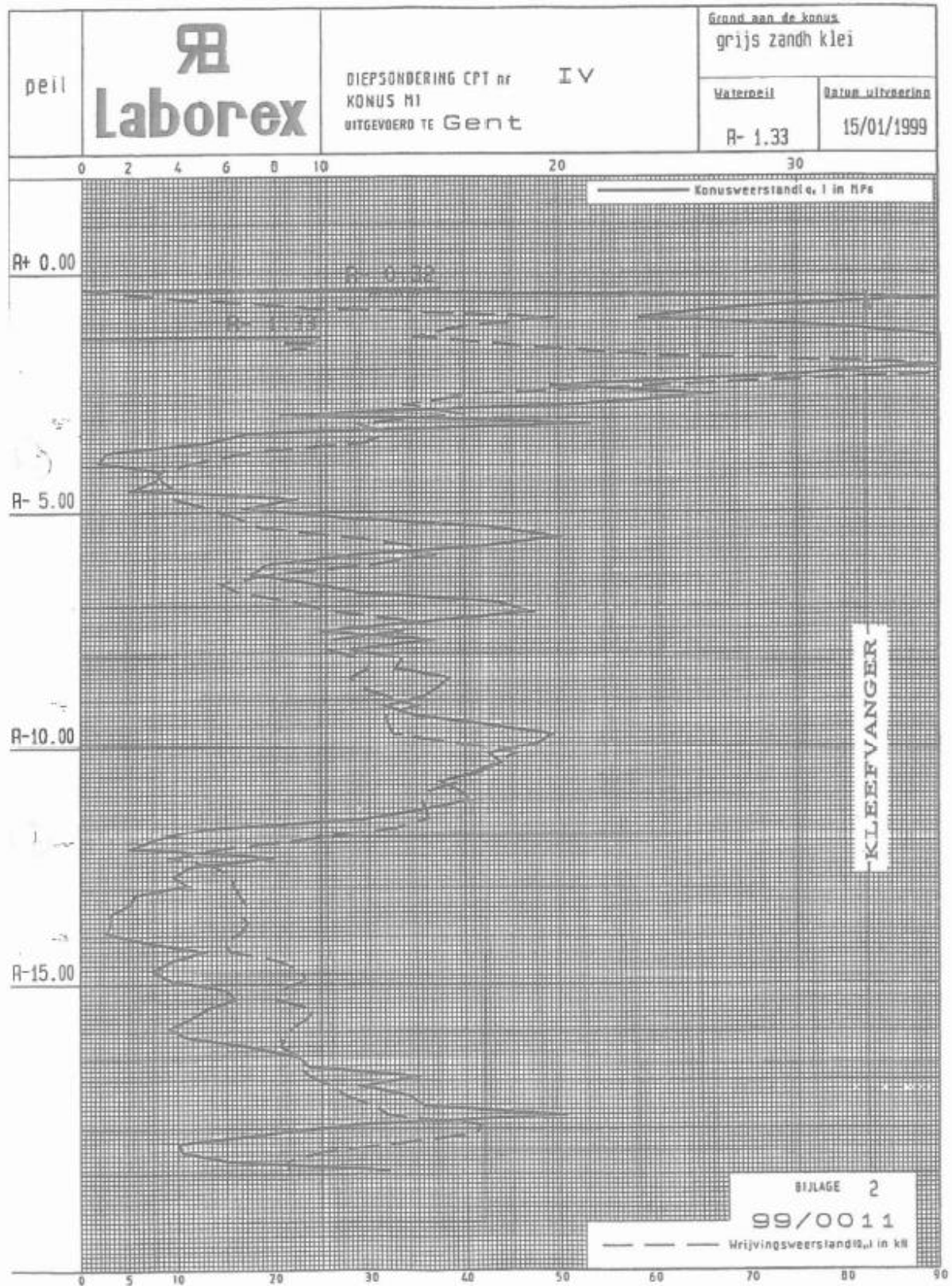
ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES

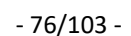




AGT

ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES

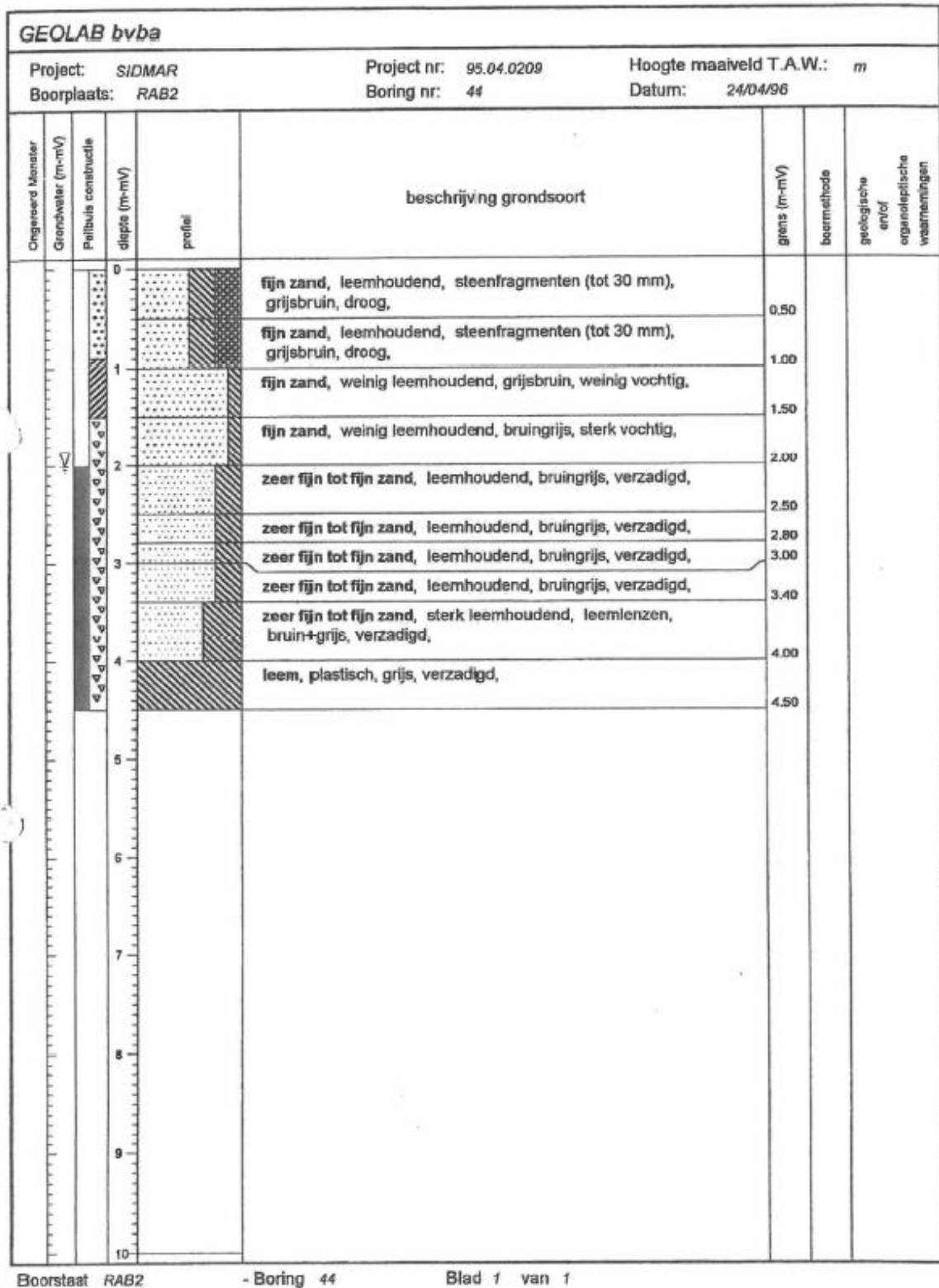






AGT

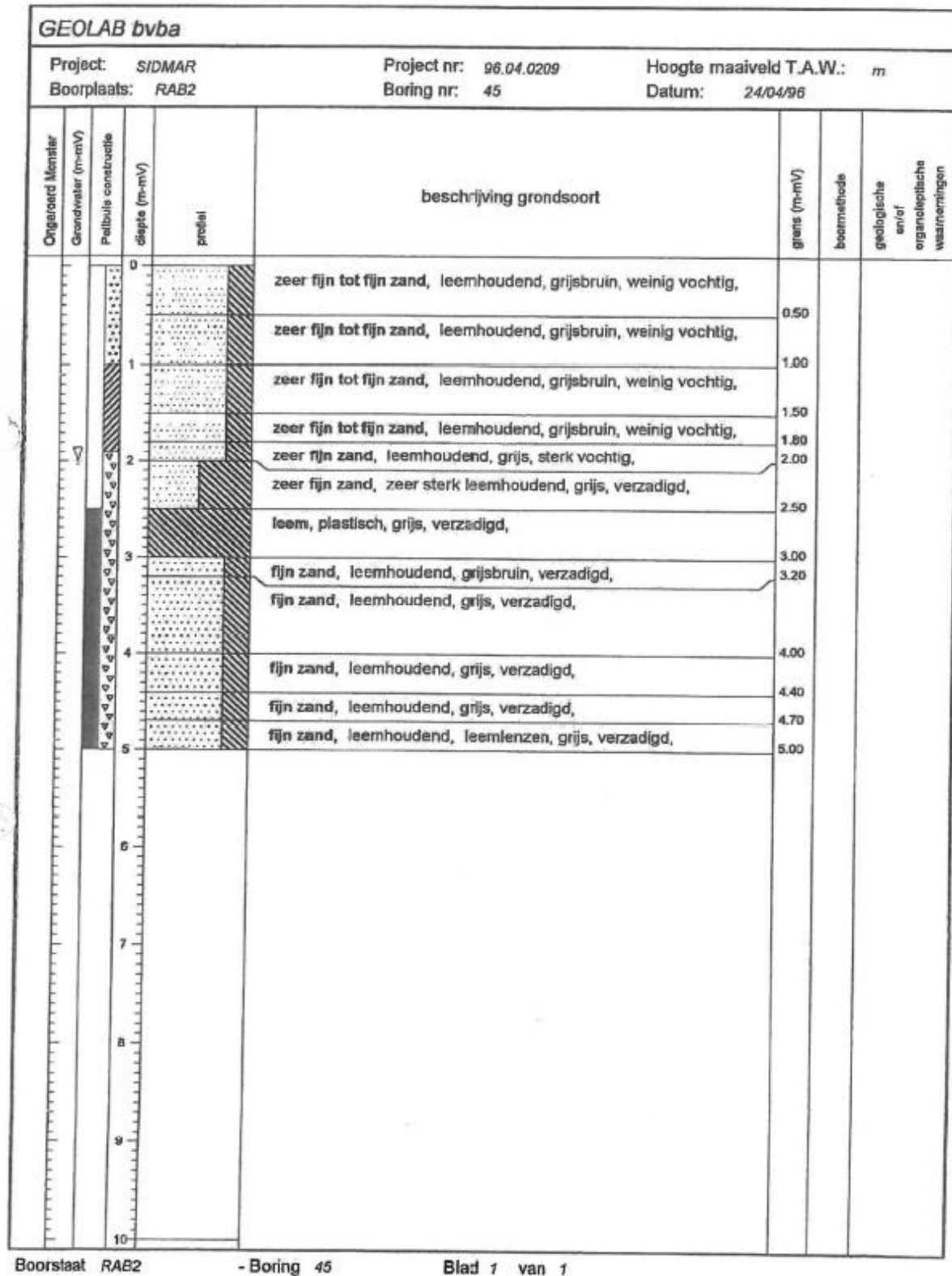
ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES





AGT

ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES





05/07/98

12:21

GEOLAB + 32 9 3474961

NO. 918

003

GEOLAB bvba							
Project: SIDMAR		Project nr: 98.05.206		Hoogte maaiveld T.A.W.: m			
Boorplaats: Gent		Boring nr: RAB2-046		Datum: 20/05/98			
Ongeroord Nummer	Grondwater (m-mv)	Pellbuis constructie	diepte (m-mv)	profiel	beschrijving grondsoort	grens (m-mv)	boormethode
							geologische erf/of organoleptische waarnemingen
			0		fijn zand, weinig leemhoudend, zeer weinig steenfragmenten (tot 20 mm), lichtbruin-grijs, weinig vochtig,	0.30	
					fijn zand, zeer weinig leemhoudend, lichtgrijs-bruin, weinig vochtig,		
			1		fijn zand, weinig leemhoudend, grijs, weinig vochtig,	0.90	
					zeer fijn tot fijn zand, weinig leemhoudend, grijs, weinig vochtig,	1.50	
					zeer fijn tot fijn zand, weinig leemhoudend + leemlenzen, grijs, weinig vochtig,	1.70	
					fijn zand, zeer weinig leemhoudend, grijs, sterk vochtig/verzadigd,	1.90	
			2		leem, kleihoudend, plastisch, grijs, verzadigd,	2.20	lichte chemische geur
					fijn zand, zeer weinig leemhoudend, grijs, verzadigd,	2.35	
						2.70	lichte chemische geur
			3				
			4				
			5				

Boorstaat 98.05.206 Boring RAB2-046 Blad 1 van 1



AGT

ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES

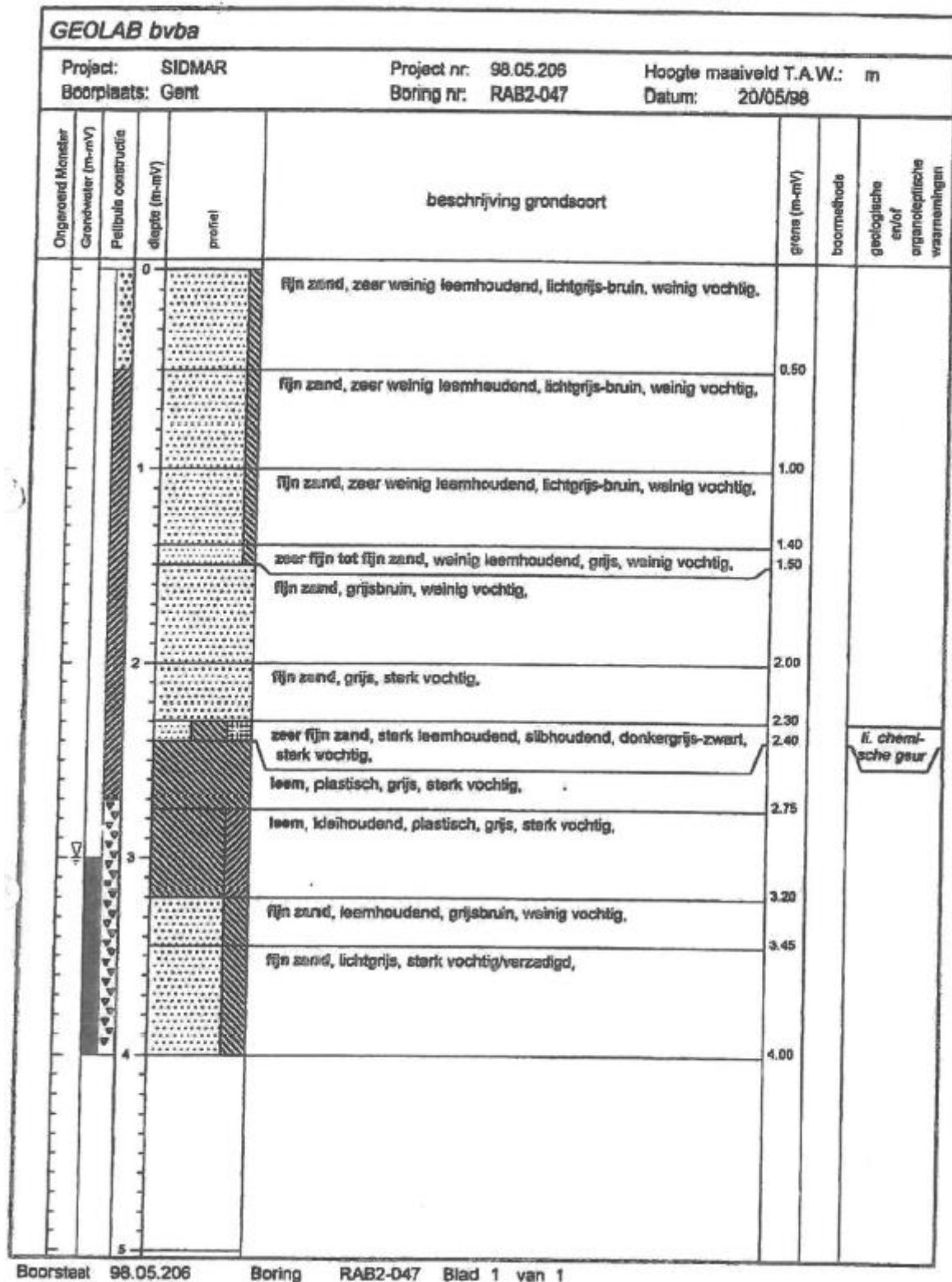
06/07/98

12:22

GEOLAB + 32 9 3474961

NO. 918

D04





AGT

ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES

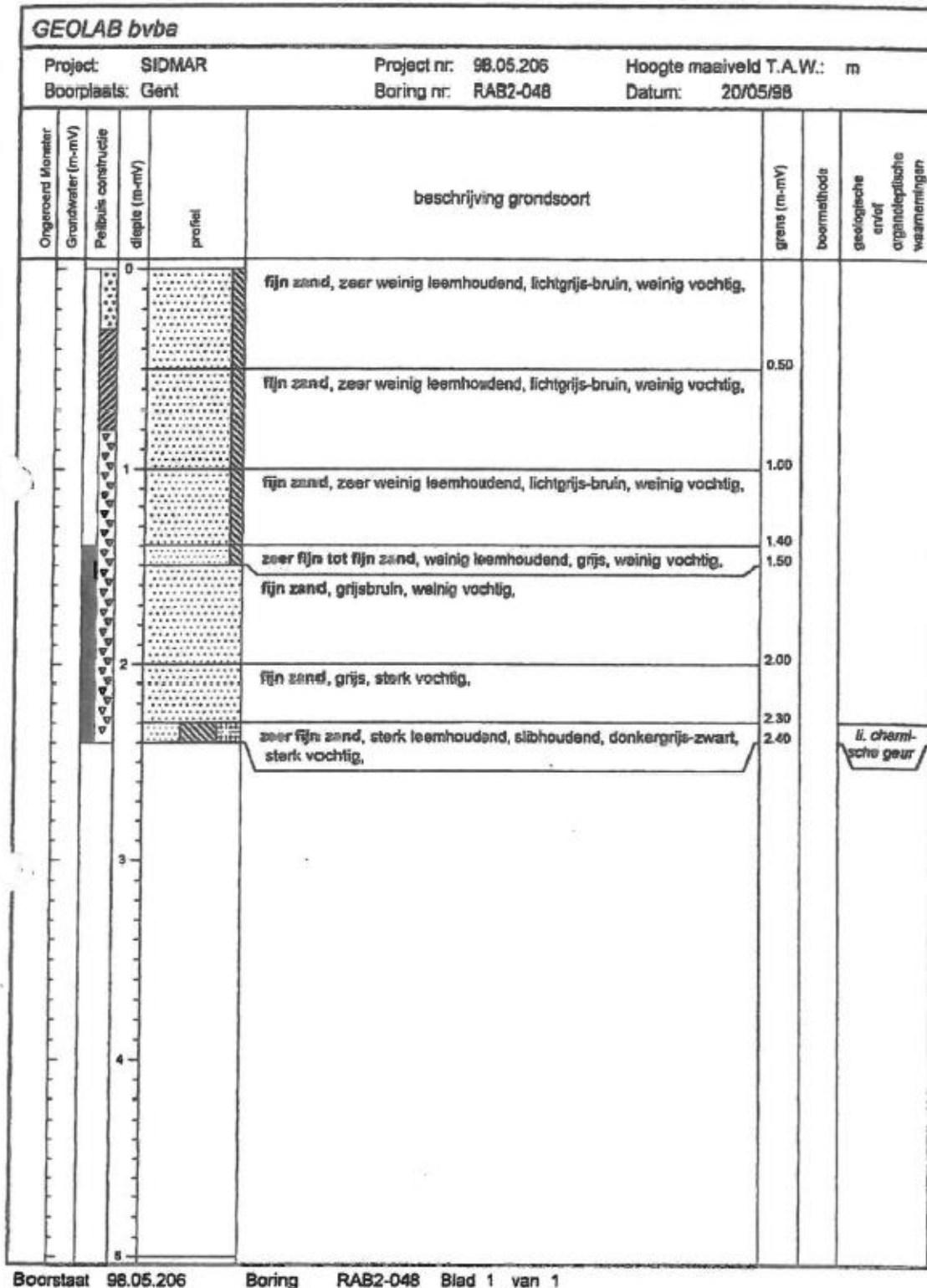
06/07/98

12:22

GEULHE + 32 9 3474961

NO. 918

005





06/07/98

12:23

GEOLAB + 32 9 3474961

NO. 918

G06

GEOLAB bvba							
Project: SIDMAR		Project nr: 98.05.206		Hoogte maaiveld T.A.W.: m			
Boorplaats: Gent		Boring nr: RAB2-049		Datum: 20/05/98			
Ongeroerd Nonster	Grondwater (m-mv)	Pailbuis constructie	diepte (m-mv)	profiel	beschrijving grondsoort	grens (m-mv)	boormethode
							geologische erf of organoleptische waarnemingen
			0		fijn zand, zeer weinig leemhoudend, lichtgrijs-bruin, weinig vochtig,		
						0.70	
					fijn zand, zeer weinig leemhoudend, lichtgrijs-bruin, weinig vochtig,		
			1		fijn zand, zeer weinig leemhoudend, lichtgrijs-bruin, weinig vochtig,	1.00	
						1.30	
					fijn zand, zeer weinig leemhoudend, grijs-lichtgrijs, weinig vochtig,	1.50	
					zeer fijn tot fijn zand, zeer weinig leemhoudend, grijs, weinig vochtig,		
			2		zeer fijn zand, leemhoudend, grijs, vochtig,	2.00	
						2.30	lichte chemische geur
					leem, kleihoudend, plastisch, grijs, vochtig,	2.50	
			3				
			4				
			5				

Boorstact 98.05.206

Boring

RAB2-049

Blad 1 van 1

13.4 Selectie figuren uit 'Grondwatermodellering van het bedrijventerrein ARCELOR te Gent', 2007

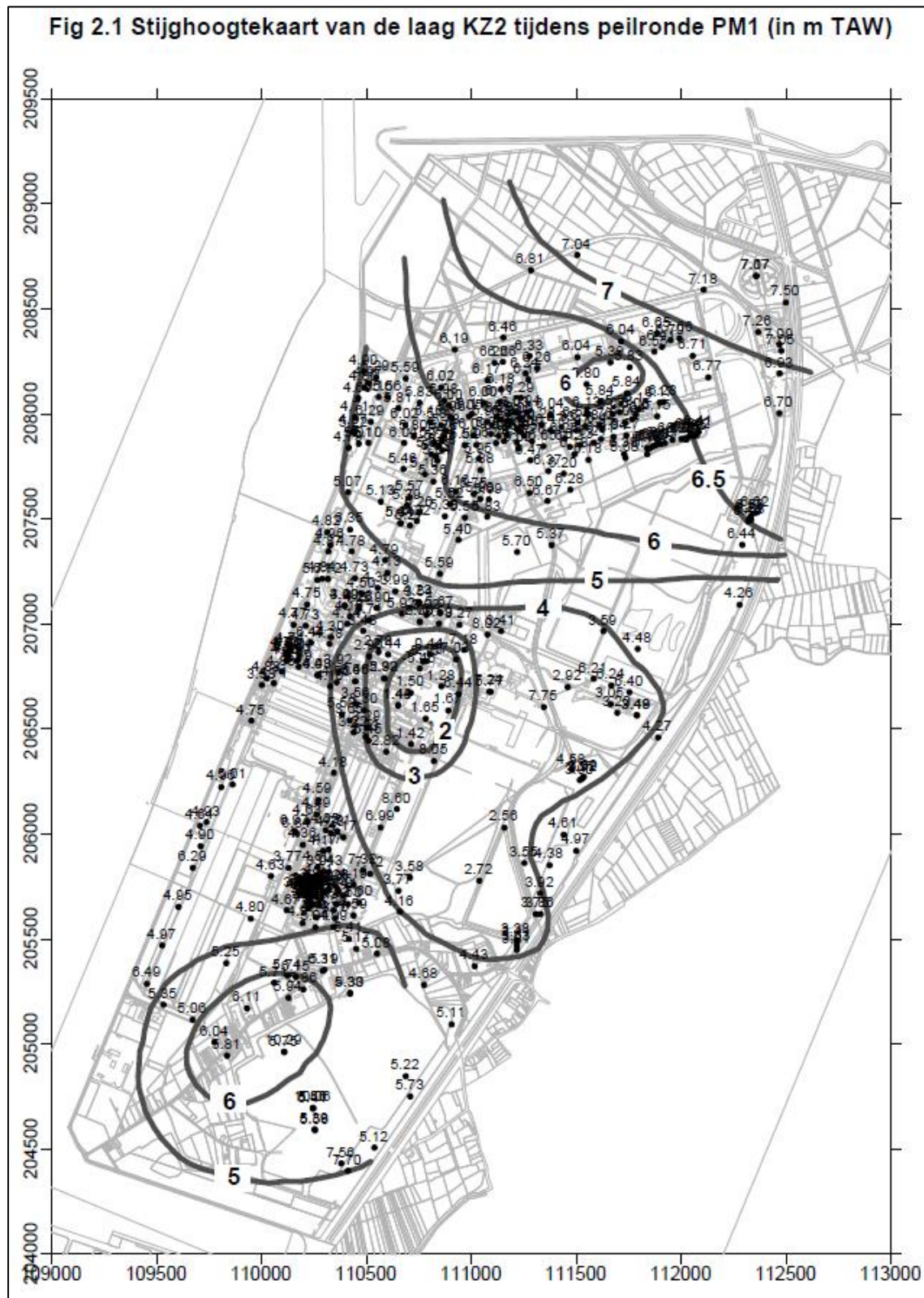




Fig 4.24 Gemeten en berekende stijghoogten tijdens peilronde PM1

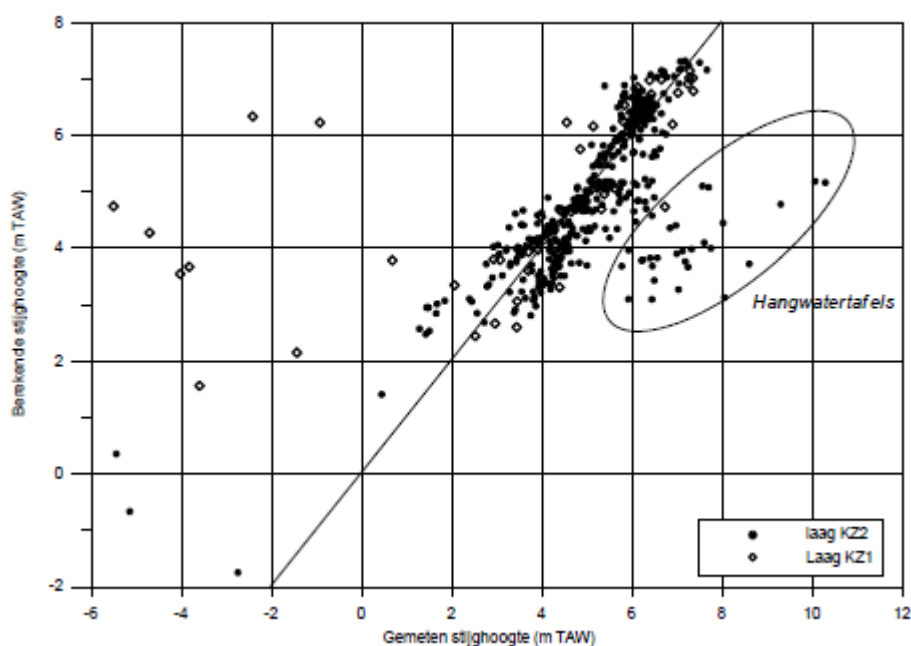
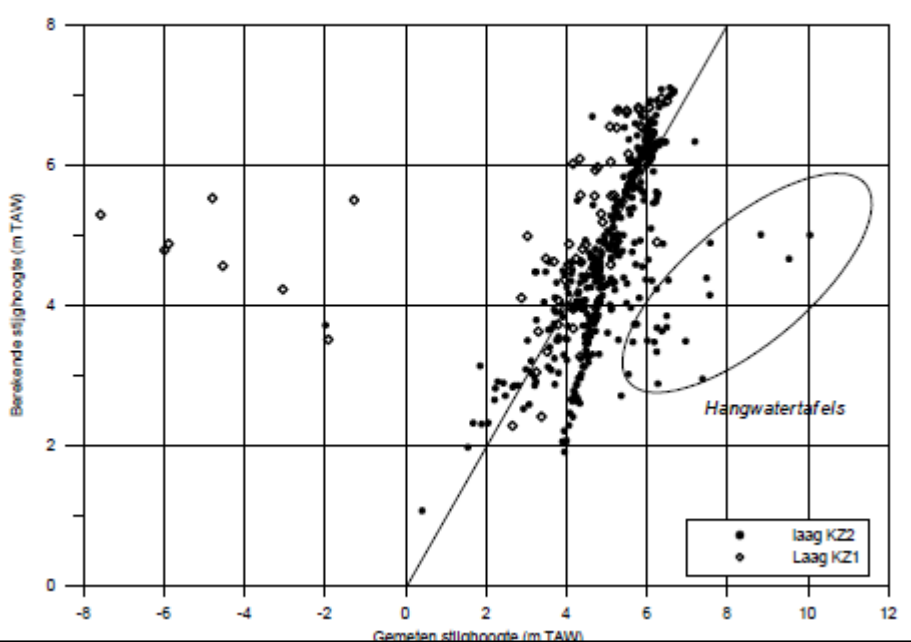
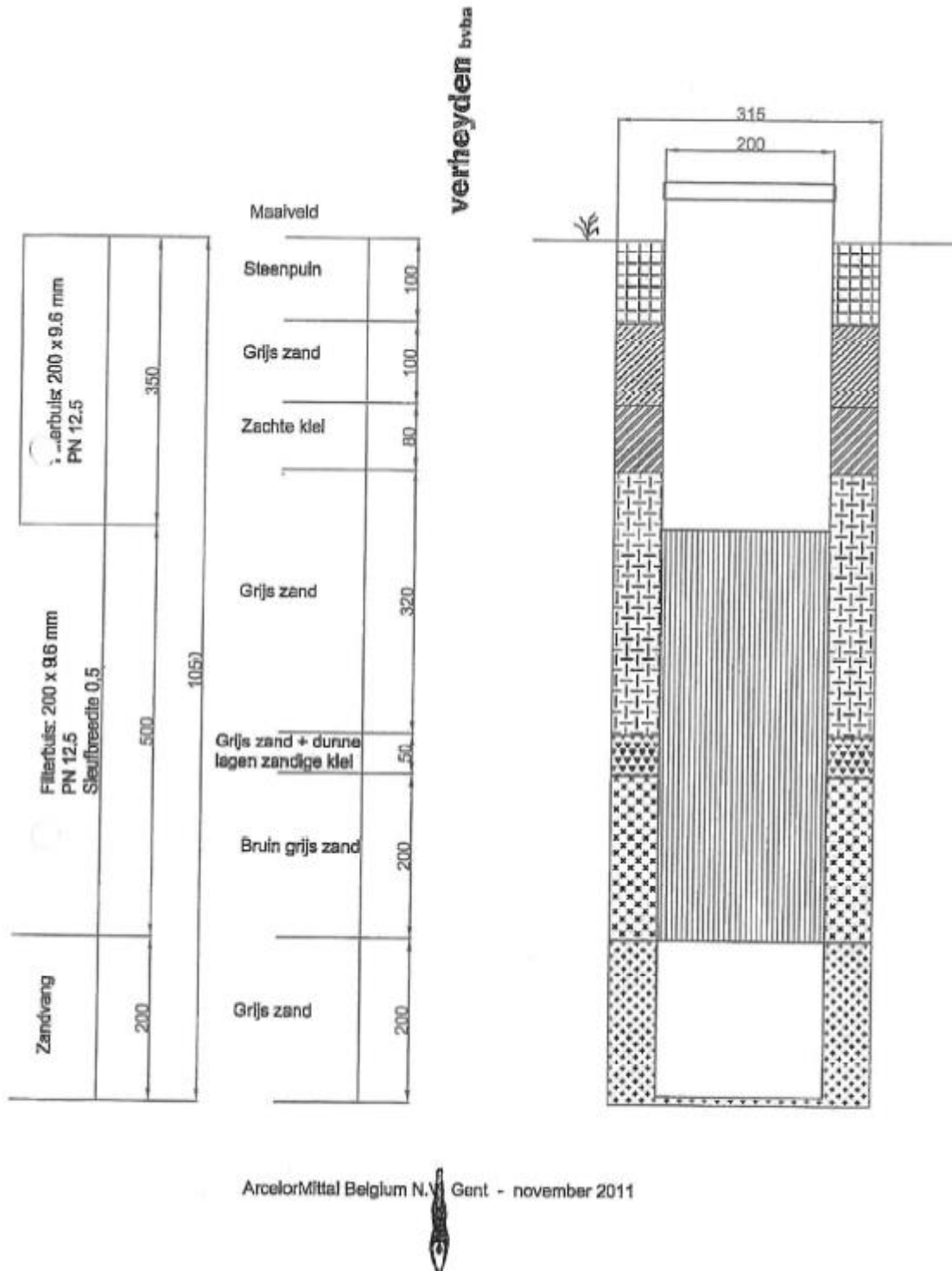


Fig 4.25 Gemeten en berekende stijghoogten tijdens peilronde PM2





13.5 Boorprofiel pompputten 2011





13.6 Boorprofiel pompputten 2013

Er werden drie pompputten geplaatst, echter zijn de gerapporteerde gegevens identiek. Het verslag van put 53 wordt hier weergegeven, in het rapport zijn er ook analoge gegevens van putten 56 en 58.

BVBA Idès De Wulf
Putboringen - Bronbemalingen - Pompinstallaties - Beregingen

Groenstraat 24a - 9185 WACHTEBEKE
GSM: 0475/43.02.07 Tel: 09/355.55.85 Fax: 09/343.03.14
e-mail: bvba.ides.de.wulf@skynet.be
BTW BE 0473.616.257 Reg.aannemer: 06.27.1.1

Boorverslag waterput

Algemene gegevens:

Boordata: 18/06/2013

Klangegevens:

Arcelor-Mittal
John Kennedylaan 51
9042 Gent

Gegevens boring:

Totale diepte: 10,50 m
Filterlengte: 5 m
Waterstand in rust: -2,80 m
Put nr. 53

Boormethode: spoelboren

Boordiameter: 400mm
Stijgbuisdiameter: 200 mm PN12
Filterdiameter: 200 mm gleuf 0,5mm
Zandvang: 1m x 200 mm
Omstorting: 850 kg -0,8 – 1,25 mm
Kleikorrel: 100 kg compactonit
Aanvulling: uitgeboord zand

Geologie:

0 m - 1 m	steenpuin
1 m - 2 m	grijs zand
2 m - 3m	klei
3 m - 6.5 m	grijs zand
6.5 m – 10.5 m	bruin grijs zand



AGT

ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES

BVBA Idès De Wulf

Putboringen - Bronbemalingen - Pompinstallaties - Berekeningen

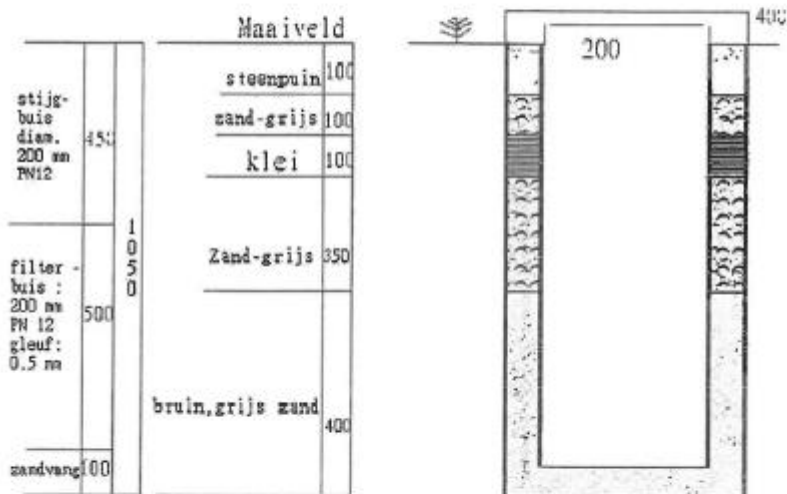
Groenstraat 24a - 9185 WACHTEBEKE

GSM: 0475/43.02.07 Tel: 09/355.55.85 Fax: 09/343.03.14

e-mail: bvba.ides.de.wulf@skynet.be

BTW BE 0473.616.257 Reg.aannemer: 06.27.1.1

Put nr. 53



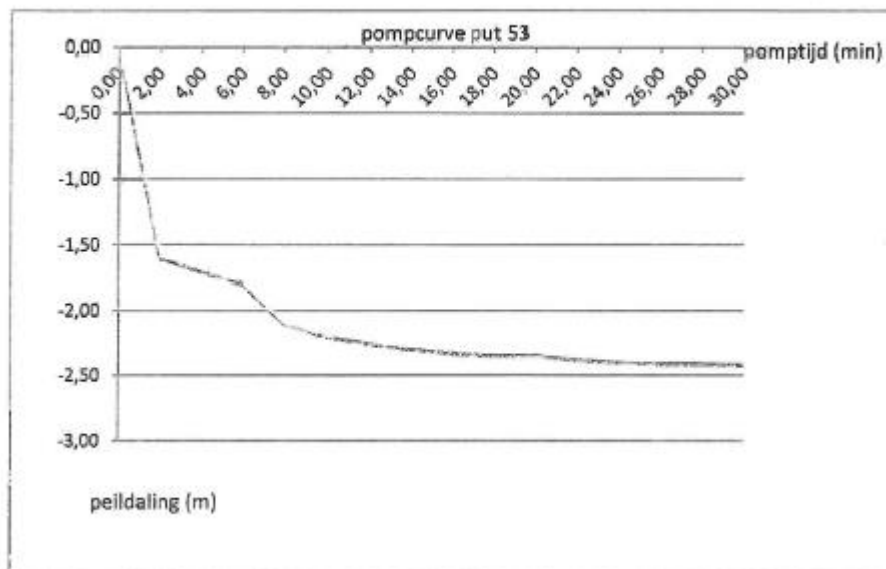


Proefpompingsput nr 53

meetijd (min)	peil (m)	Afpomping (m)	Debietsm. (m³)	Pompdebiet (l³/u)
0,00	-2,80	0,00	7,20	
2,00	-4,40	-1,60		
4,00	-4,50	-1,70		
6,00	-4,60	-1,80		
8,00	-4,90	-2,10		
10,00	-5,00	-2,20		
12,00	-5,05	-2,25		
14,00	-5,10	-2,30		
16,00	-5,13	-2,33		
18,00	-5,15	-2,35		
20,00	-5,15	-2,35		
22,00	-5,18	-2,38		
24,00	-5,20	-2,40		
26,00	-5,21	-2,41		
28,00	-5,21	-2,41		
30,00	-5,22	-2,42	9,79	5,18

Idés De Wulf bvba
groenstraat 24a
9185 Wachtebeke

Specifiek debiet 1,72





Kwaliteit grondwater P53-P56-P58

9/09/2013

P20-CX-13-

Element	Eenheid	P53	P56	P58
Ca	mg/l	137,8	139,3	148,3
Cl ⁻	mg/l	88,44	50,54	62,23
CO ₃ ⁻	mg/l	0,0	0,0	0,0
F ⁻	mg/l	0,42	0,48	1,29
Fe	mg/l	12,82	12,16	21,38
Geleidbaarheid	µS/cm	850,1	760,7	852,3
HCO ₃ ⁻	mg/l	347,10	348,60	329,59
K	mg/l	2,5	3,1	11,2
Mg	mg/l	9,6	10,1	10,7
Mn	mg/l	1,15	1,63	1,22
N_NO ₂	mgN/l	0,00	0,00	0,01
N_NO ₃	mgN/l	0,09	0,03	0,00
N_NO _x	mgN/l	0,1	0,0	0,0
Na	mg/l	50,0	30,0	48,0
NO ₃ ⁻	mg/l	0,39	0,13	0,00
OH ⁻	mg/l	0,0	0,0	0,0
pH		7,12	7,16	7,12
PO ₄ ⁻	mg/l	0,00	0,00	0,00
PO ₄ _tot	mgP/l	0,00	0,00	0,00
SO ₄ ⁻	mg/l	33,15	43,57	95,20
TA	mg/l	0,0	0,0	0,0
TAC	mg/l	347,10	348,60	329,59
TH	°fH	38,4	39,0	41,5
TyH	°fH	0,1	-0,8	0,2



AGT

ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES

BVBA DE WULF IDES
Groenstraat 24a
9185 Wachtebeke

Fax.: 09/343.03.14
GSM.: 0475/43.02.07

Putboringen
Bronbemalingen
Pompinstallaties
Berekening

VERKLARING

Hierbij verklaart ondergetekende De Wulf Idès dat er op de terreinen van Arcelor - Mittal te Gent, President John F Kennedylaan 51 te Gent 3 waterwinningsputten uit dienst genomen werden op 17/06/2013. Hierbij werden de richtlijnen gevolgd van de afdeling water gepubliceerd in een nota betreffende "Verlaten Grondwaterwinningen".

De waterwinningsputten hadden als nummer : 53,56 en 58 en waren gelegen aan de noodgietsputten.

De waterwinningsputten waren voorzien van een filter lengte 5m, diam. 200mm en stijgbuis diam. 200mm met een lengte van 15m.

De waterwinningsput werd na het opmeten van de diepte gevuld met een mengsel volgens de verhouding: 100Kg cement, 60L water en 3kg Bentoniet.
Het mengen gebeurde met een mixerwagen voorzien van een pomp.

De put werd gevuld van onder naar boven waarbij de leiding bij het pompen langzaam naar boven werd getrokken tot de put vol was.

BVBA De Wulf Idès

De Wulf Idès
Zaakvoerder

13.7 Analysecertificaat



GP24-04721 ANALYSERAPPORT

LABORATORIUM		KLANT	
Laboratorium manager	Rudi Herman	Klant	ArcelorMittal Belgium NV
Laboratorium	SGS Belgium NV	Adres	Postnr. 10 John Kennedylaan 51 B-9042 Gent BELGIUM
Adres	Spoorstraat 12 Postbus 78 4430 AB 's-Gravenpolder	Contactpersoon	Gino Bauwens
Telefoon	+31 (0) 88 214 62 00	Telefoon	
Fax	+31 (0) 88 214 62 99	Fax	
Email	n1.envi.cs@sgs.com	Email	gino.bauwens@arcelormittal.com
SGS referentie	GP24-04721	Project	Standard Project
Aanvraag Ontvangen	23-02-2024	Klant Ref	Grondwaterputten Freatische winning
Gerapporteerd	28-03-2024		

ADDITIONELE OPDRACHT INFO

Monsternamenslag aanwezig Aanwezig

MONSTER IDENTIFICATIE



GP24-04721.008 V06RB06
GP24-04721.009 V06RB07
GP24-04721.010 V06RB09

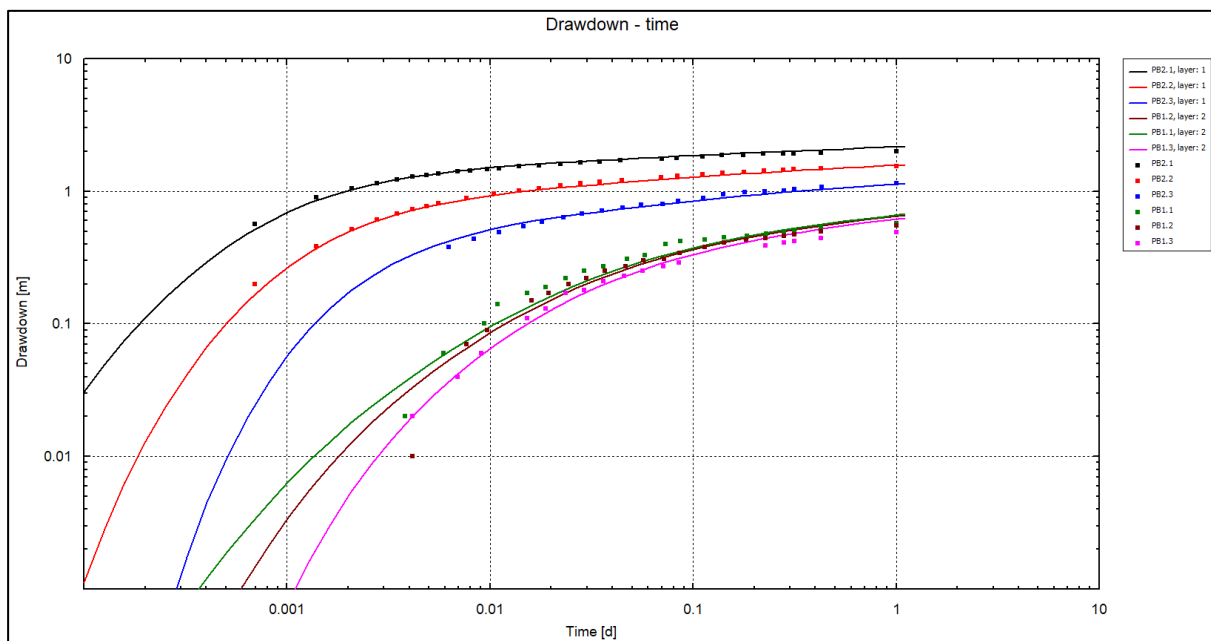


GP24-04721
ANALYSERAPPORT

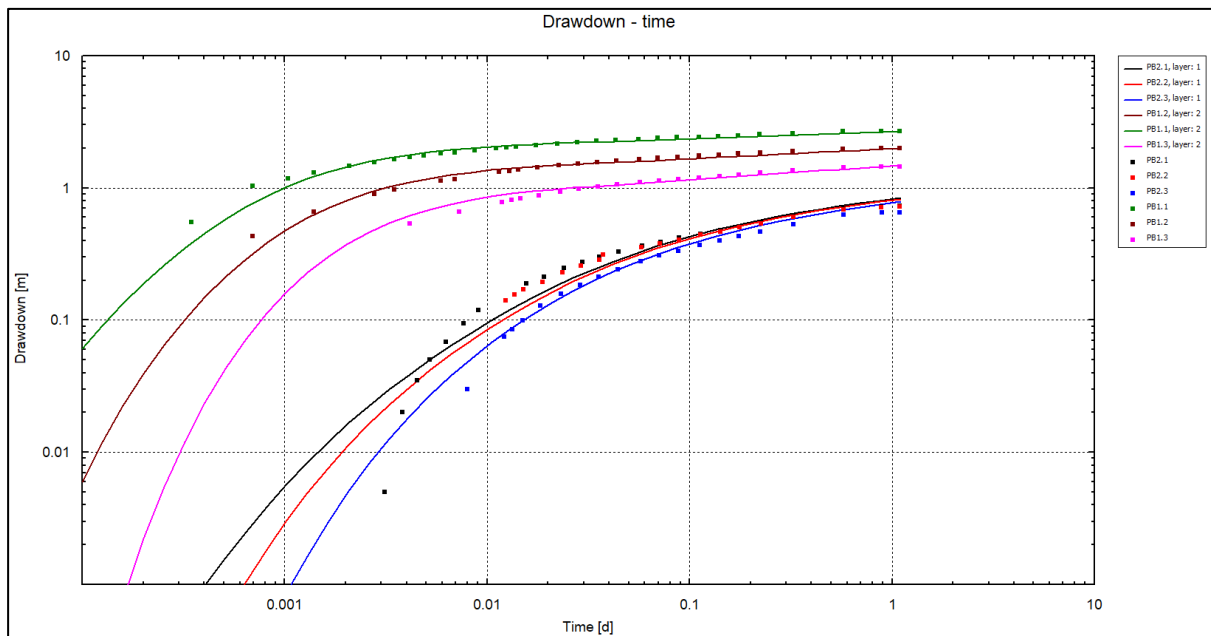
Monsternummer		GP24-04721.006	GP24-04721.007	GP24-04721.008	GP24-04721.009	GP24-04721.010
Matrix		Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater	Grondwater
Bemonsteringsdiepte						
Bemonsterd door		Jarne Op de Beeck (SGS)	Jarne Op de Beeck (SGS)	Jarne Op de Beeck (SGS)	Jarne Op de Beeck (SGS)	Lorin De Wolf (SGS)
Bemonsteringsdatum		05-03-2024	05-03-2024	05-03-2024	05-03-2024	05-03-2024
Bemonsteringsplaats						
Ontvangstdatum Monster		06-03-2024	06-03-2024	06-03-2024	06-03-2024	06-03-2024
Parameter	Eenheid	RG	Resultaat	Resultaat	Resultaat	Resultaat
Metaal [Conform CMA/2/BL1 & WAG/11/B/010] (A)						
Q/E Calcium	µg/l	100		15000	9400	17000
Q/E IJzer	µg/l	10		1500	900	1200
Q/E Magnesium	µg/l	100		1100	1400	1200
Q/E Mangaan	µg/l	10		130	15	26
Q/E Kalium	µg/l	100		340	1000	460
Q/E Natrium	µg/l	100		2300	3100	11000
Hardheid [Conform WAG/11/A/009] (A)						
E Hardheid	mg CaCO ₃ /L	1,0		410	293	472
Anionen [CFA]						
E Chloride als Cl ⁻ (EN-ISO 15682)	mg/l	2,5		89	83	260
E Nitraat als N (WAG/11/D/001)	mg/l	0,10		0,11	<0,10	<0,10
E Nitraat als N (WAG/11/D/001)	mg/l	0,010		0,011	<0,010	<0,010
Q/E ortho-Fosfaat als P (WAG/11/C/010)	mg/l	0,10		<0,10	<0,10	<0,10
IJzer (Fe²⁺ en Fe³⁺) [SGS 2003-14]						
IJzer 2+	µg/l	200		1300	460	1100
IJzer 3+	µg/l	200		110	440	110
CZV [Conform WAG/11/D/020]						
E CZV	mg/l	7,0		26	37	54
Ammonium [Conform CMA/2/BL1.4.2 & WAG/11/C/021]						
E Ammonium stikstof als N	mg/l	0,050		4,1	14	5,6
Fluoride bij 25 °C [Conform CMA/2/1/C.1.2 & WAG/11/C/022]						
E Fluoride	mg/l	0,20		0,38	<0,20	0,21
Anionen [Conform CMA/2/1/C.8 & WAG/11/C/002]						
E Sulfiet als SO ₄	mg/l	1,7		33	20	15
Aciditeit/alcaliteit [Conform WAG/11/A/006]						
Q/E Alkaliteit tot pH 4,5	mmol/l	0,050		8,2	7,1	8,2
Q/E Alkaliteit tot pH 8,3	mmol/l	0,050		<0,050	<0,050	<0,050
Q Bicarbonaat als HCO ₃	mg/l	3,0		500	430	500
Q/E Carbonaat als CO ₃	mg/l	1,5		<1,5	<1,5	<1,5
Q/E Hydroxygehalte als OH ⁻	mg/l	0,85		<0,85	<0,85	<0,85
Tijdelijke hardheid [Conform NBN 304.05]						
Tijdelijke hardheid	°F	1,0		<1,0	<1,0	<1,0
Aditionele veiligheidsgegevens [Veldmeting]						
Q/E Geleidbaarheid bij 20°C na automatische temperatuurectie (WAG/11/A/004)	µS/cm	10		982	613	1360
Q/E pH (WAG/11/A/005)	-	2,0		7,0	7,0	7,4
Q/E Temperatuur bij monsterneming (WAG/11/A/003)	°C	-		12,9	12,5	12,3
Q/E Zuurstofgehalte (WAG/11/A/008)	mg/l	1,0		<1,0	<1,0	<1,0
Q Troebelheid (NEN 5744)	NTU	-		2,82	3,17	2,20

13.8 MLU

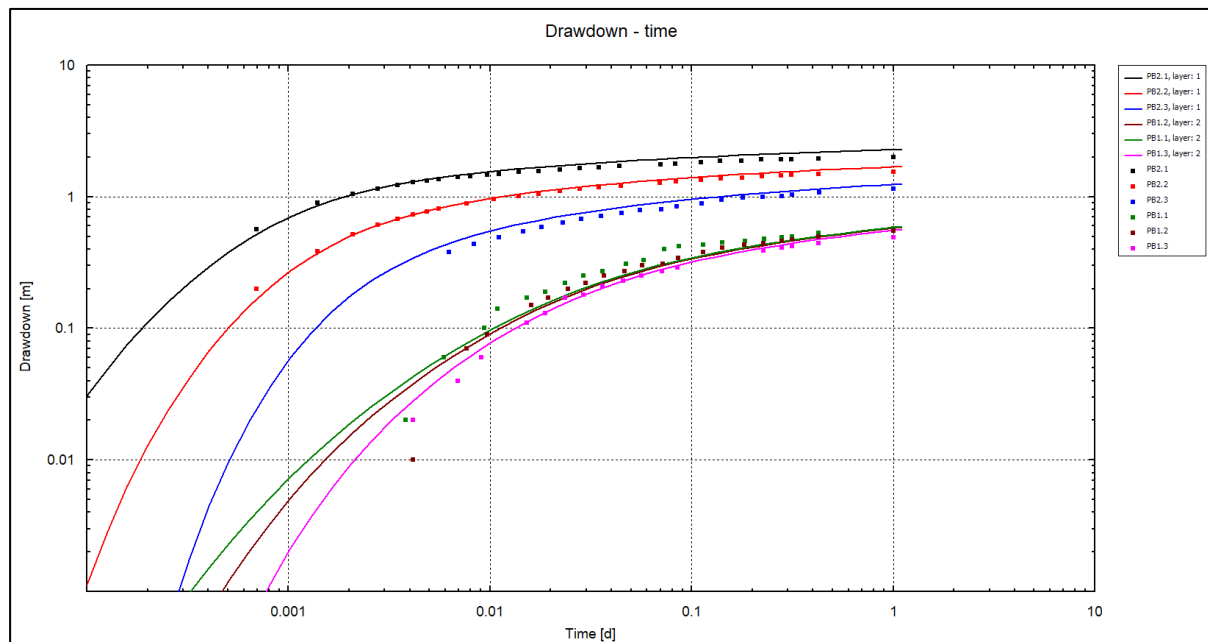
Het model voor kalibratie van KZ2: de fit op PB2.1, PB2.2 en PB2.3 is hier meest relevant (zwart, blauw en rood)



Het model voor kalibratie van KZ1: de fit op PB1.1, PB1.2 en PB1.3 is hier meest relevant (bruin, groen en roze)



Het model voor kalibratie van KL: de parameters voor de aquifers uit vorige twee modellen wordt overgenomen, enkel de aquiclude varieert. De fit op alle peilbuizen wordt geoptimaliseerd.





13.9 VLAREM II BL 5.53.1 hoofdstuk 2 (datum geraadpleegd 18/09/2024)

Titel II van het VLAREM - bijlagen Bijlagen

Hoofdstuk 2 Verlaten grondwaterwinningen

1. Probleemstelling en objectieven

Niet gebruikte en onzorgvuldig achtergelaten grondwaterwinningen kunnen een belangrijke bedreiging vormen voor de kwaliteit van het grondwater. Via verlaten putten die niet vakkundig met een ondoorlatend materiaal zijn opgevuld, kan immers ongewenst verontreinigd oppervlaktewater of freatisch grondwater rechtstreeks naar diepere watervoerende lagen doordringen. In de praktijk kunnen zich volgende problemen stellen:

- Vervuild grondwater loopt in de grondwaterput via de verbuizing, indien deze niet voldoende boven het maaiveld of de bodem van de toezichtkamer (indien bestaande) uitsteekt, als de putkop van slechte kwaliteit, beschadigd of verwijderd is, of als de verbuizing zelf gecorrodeerd of beschadigd is.
- Vervuild oppervlaktewater sijpelt naar het grondwater langsheen de verbuizing van een boorput waarvan de annulaire ruimte (d.w.z. de ruimte tussen de putbuis en de wand van het boorgat) slecht is opgevuld.
- Putten in laag gelegen gebieden worden soms (onwettelijk) met opzet open achtergelaten om een teveel aan oppervlaktewater te draineren.
- In het slechtste geval worden verlaten putten (gemetste of ringenputten) gebruikt om afval (al dan niet giftig) in te storten.

2. Regelgeving inzake verlaten grondwaterwinningen

Elke buitengebruikstelling van een grondwaterwinning dient gemeld te worden per brief of per fax aan de buitendienst van de afdeling van de Vlaamse Milieumaatschappij bevoegd voor grondwater, waar de grondwaterwinning gelegen is en aan de vergunningverlenende overheid.

Vooraleer de verlaten grondwaterwinning definitief op te vullen, moet echter het opvulschema van de boorput ter goedkeuring worden voorgelegd aan de afdeling van de Vlaamse Milieumaatschappij bevoegd voor grondwater.

2.1. Definitie van een verlaten grondwaterwinning

Elke grondwaterwinning (bestaande uit één of meerdere putten) die niet meer gebruikt wordt en niet meer zal of kan gebruikt worden wegens o.a.:

- defecten aan de putconstructie;
- onvoldoende kwantitatieve (debiet) of kwalitatieve (waterkwaliteit) productie;
- wijziging van de bestemming van het terrein waarop de put gelegen is;
- de onverenigbaarheid van het huidige terreingebruik (bv overslag petroleumproducten) met de aanwezigheid van putten die toegang geven tot kwetsbare watervoerende lagen;
- het aflopen of intrekken van de vergunning.

2.2. Verplichting en aansprakelijkheid

De verplichting om verlaten grondwaterwinningen oordeelkundig op te vullen berust bij de exploitant. Indien verlaten grondwaterwinningen de oorzaak zijn van bodem- of grondwatervervuiling, gelden de aansprakelijkheden zoals die zijn vastgelegd in het Decreet van 27 oktober 2006 betreffende de bodemsanering en de bodembescherming.

2.3. Door wie mogen verlaten winningen worden opgevuld?

Verlaten grondwaterwinningen mogen vanaf 1 januari 2015 alleen worden opgevuld door een boorbedrijf, erkend volgens het VLAREL voor de desbetreffende discipline, vermeld in artikel 6, 7°, a), van het voormelde besluit, als die activiteit niet uitgesloten is van het toepassingsgebied van een boorbedrijf, vermeld in artikel 6, 7°, a), van het VLAREL.

3. Wanneer moet aan deze problematiek aandacht geschonken worden?

Telkens wanneer een grondwaterwinning tijdelijk of definitief buitengebruik wordt gesteld, om redenen zoals onder 2.1. werd vermeld.

Wanneer putten definitief buiten gebruik worden gesteld worden ze dikwijls vergeten bij bv. een verandering van eigenaar van het perceel, of wanneer er gebouwen of parkeerplaatsen overheen worden gebouwd. Op dat moment wordt het zeer moeilijk, zometer onmogelijk deze putten terug te vinden. Het kan voorkomen dat later, bij nieuwe boringen in de buurt vastgesteld wordt dat contaminatie is opgetreden. Sanering op korte termijn is in die omstandigheden erg moeilijk en zeer duur.

4. Hoe een verlaten grondwaterwinning behandelen?

4.1. Gegevens over de winning

Titel II van het VLAREM - bijlagen
Geconsolideerde versie van 18-09-2024

Pagina 1/4



Vooreerst dient de bestaande informatie (boorstaten, putuitrusting, pompuitrusting, exploitatiegegevens, onderhoudsgegevens, meldingen, vergunningen) over de winning verzameld te worden. Wettelijk dienen alle grondwaterwinningen sinds het grondwaterdecreet van 1984 minstens gemeld te worden, in vele gevallen ook vergund. Deze gegevens worden gebundeld met de informatie die bij de opdrachtgever of boorbedrijf en/of de exploitant van de winning of de terreineigenaar beschikbaar is.

4.2. Definitief buiten gebruik gestelde grondwaterwinningen

4.2.1. Verbuide boorputten

4.2.1.1. Definitie

Hieronder wordt verstaan boringen waarvan op zijn minst een gedeelte is uitgerust met een verbuizing die het boorgat in stand houdt. In de meeste gevallen gaat het over boringen waarbij het onderste gedeelte (watervoerende laag) is uitgerust met een filterend gedeelte (PVC, staal), omgeven door een grindpakket in de annulaire ruimte. Boven het filtergedeelte bevindt zich een dichte putbuis (PVC, staal, al dan niet telescopisch). Bij goed gebouwde boorputten bevindt zich boven het grindpakket minimaal een afdichting in de annulaire ruimte, evenals ter hoogte van elke doorboorde afsluitende laag en aan het oppervlak. In een aantal gevallen wordt de ganse annulaire ruimte opgevuld met een ondoorlatend materiaal. Soms wordt ter hoogte van stabiele gesteenten het boorgat zonder verbuizing gebruikt.

4.2.1.2. Opvulling

Vooraleer tot het opvullen wordt overgegaan dienen vanzelfsprekend de eventuele pomp en toebehoren te worden verwijderd. Vreemde voorwerpen of elke andere vorm van vervuiling dient vooraf te worden verwijderd. In heel uitzonderlijke gevallen, dient de verbuizing te worden uitgeboord.

Vervolgens dient de bron te worden opgevuld met een slurry die aan een aantal eigenschappen moet voldoen:

- ze moet verpompaar zijn;
- ze moet gedeeltelijk in het grindpakket kunnen doordringen;
- ze moet na uitharden 'waterdicht zijn'. Hieronder wordt verstaan een doorlatendheid kleiner dan $1 \cdot 10^{-8}$ m/sec;
- ze mag na uitharden niet krimpen waardoor scheurvorming zou kunnen ontstaan en de waterdichtheid zou verloren gaan.

Zulk een slurry wordt verkregen door menging van:

- 100 kg Portland cement P50;
- 60 liter zuiver water van +/- neutrale pH;
- 3 kg fijn bentonietpoeder.

Deze mengeling resulteert in een volume van ongeveer 100 liter slurry. De slurry dient in de verbuizing te worden aangebracht (gravitair of verpompt) doorheen een leiding die reikt tot de onderkant van de put, en die geleidelijk wordt omhoog getrokken naarmate de aanvulling vordert, en wel zodanig dat het uiteinde van de aanvoerleiding zich nooit boven het niveau van de slurry bevindt (zie tekening). Deze handelswijze is noodzakelijk om te voorkomen dat water- of luchtinsluitingen ontstaan, evenals om segregatie (ontmenging) van de slurry te voorkomen. Wanneer putten zijn uitgerust met een permanente casing (meestal gebruikt wanneer diepere rotsformaties worden aangeboord, ter vrijwaring van het boorgat in de losse formaties die zich boven de vaste gesteenten bevinden), dan is de annulaire ruimte tussen de eigenlijke putbuis en de casing dikwijls niet tot boven opgevuld. Veelal is die ruimte te eng om met een voerbuis voor de slurry tot beneden te geraken. In dat geval laat men de putbuis langzaam overlopen wanneer de slurry de bovenrand bereikt heeft, om op die manier de annulaire ruimte te laten vollopen.

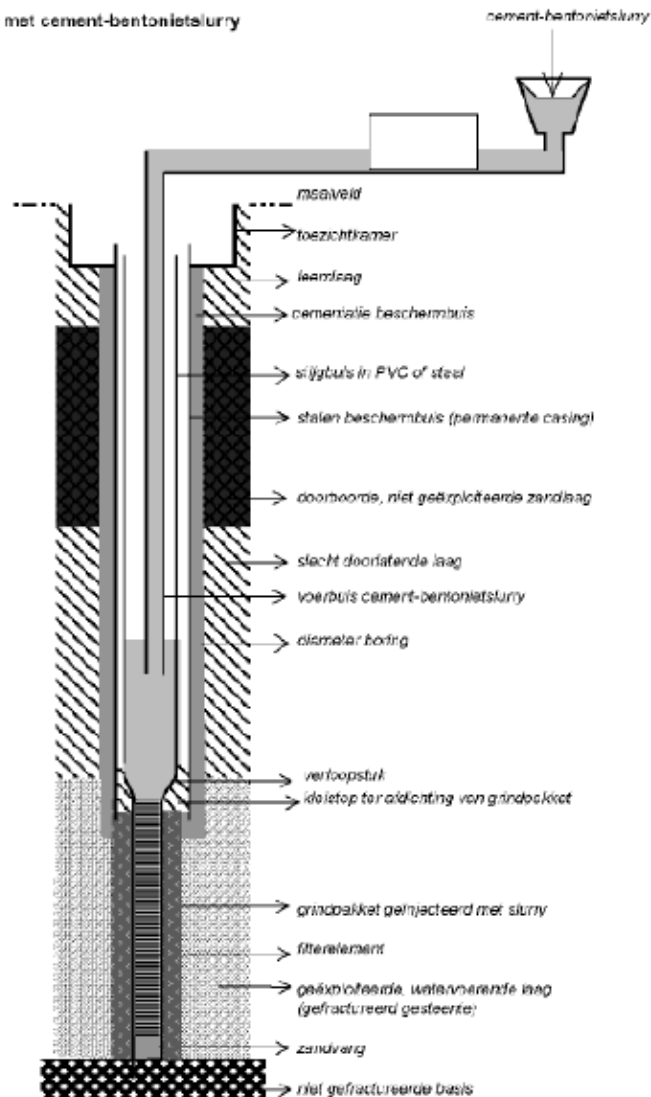
Bij sommige boorputten (meestal vrij ondiep en in losse formaties) kan de peilbuis aangebracht zijn in de annulaire ruimte tussen de wand van het boorgat en de putbuis of putfilter. In deze gevallen dient eveneens de peilbuis te worden opgevuld. Gezien de beperkte diameter van de peilbuis, zal de opvulling alleen gravitair (zeer langzaam en met een dunvloeibare specie) kunnen gebeuren. Het is sterk aan te bevelen om de volledige lengte van de verbuizing op te vullen. Doch, bij zeer diepe boringen en/of boringen met grote diameter kan, om kosten te drukken, eventueel een gedeelte van de verbuizing worden opgevuld met inert zand of grind dat op analoge wijze wordt aangebracht. Daarbij dient de putbuis tot 3 m boven de filter te worden aangevuld met cement-bentoniet, evenals de bovenste 5 m onder het maaiveld. Aangezien putbuizen gecorrodeerd of beschadigd kunnen zijn (of worden), moet ook elke mogelijke verbinding via de putbuis tussen verschillende watervoerende lagen worden afgesloten met de cement-bentoniet slurry. Dit kan gebeuren ter hoogte van de tussenliggende ondoorlatende (of slecht doorlatende) pakketten, of ter hoogte van de watervoerende lagen zelf.

Een gedeeltelijke opvulling met ondoorlatend materiaal kan alleen veilig worden toegepast en aanvaard worden wanneer men beschikt over een nauwkeurig en betrouwbaar boorverslag, iets wat in



vele gevallen van verlaten winningen niet voorhanden is. Bij ontbreken van een dergelijk boorverslag moet de volledige boorput worden opgevuld met de hoger beschreven slurry.

Opvullen van een boorput met cement-bentoniet slurry



4.2.1.3. Afwerking aan het maaiveld

Vervolgens dient de verbuizing te worden vrij gegraven tot een diepte van minimaal 1 m onder het toekomstige maaiveld. De opgevulde putbuis wordt op die diepte afgezaagd en het volledige gat eveneens opgevuld met het cement-bentoniet slurry. Dit laatste is belangrijk om bij een mogelijk slecht afgewerkte boring te vermijden dat vanaf het maaiveld oppervlaktewater het grondwater bereikt via de annulaire ruimte tussen putbuis en het voormalige boorgat die met niet afdichtend materiaal werd opgevuld.

Indien een toezichtkamer aanwezig is die voldoende diep is (1 meter), kan deze volledig opgevuld worden met de cement-bentoniet slurry.

Het spreekt voor zich dat de afwerking aan het maaiveld rekening houdt met de nabestemming van het terrein.

4.2.2. Gegraven putten (metselwerk of cementringen)

In principe dient de opvulling analoog te gebeuren. Vanwege het grote volume van dergelijke putten kan het onderste gedeelte van de put gevuld worden met inert zand of grind dat vanaf het maaiveld



wordt gestort, tot een hoogte die overeenkomt met de bovenkant van de watervoerende laag. Het resterende gedeelte wordt opgevuld met kleipelletts of bentonietchips. Belangrijk is het metselwerk of de ringen van de eerste 2 meter onder het maaiveld te verwijderen, zodanig dat er een goede aansluiting kan worden bekomen tussen de afdichtende klei en de natuurlijke bodem.

4.3. Tijdelijk buiten gebruik gestelde grondwaterwinningen

In sommige gevallen zal een winning buiten gebruik gesteld worden met de bedoeling ze in goede staat te vrijwaren voor eventueel later gebruik. Ook in dat geval dienen een aantal schikkingen getroffen te worden:

- De pomp en toebehoren dienen verwijderd te worden.
- De putbuis moet bovenaan afgedicht worden. In het geval van een stalen verbuizing dient deze ofwel volledig te worden dichtgelast, ofwel van een waterdichte, afneembare putkop te worden voorzien. In het geval van PVC putbuizen dient een verlijmd kap te worden aangebracht of een afneembare putkop met een waterdichte aansluiting t.o.v. de putbuis.
- De toezichtkamer dient in stand gehouden te worden of aangelegd indien afwezig, zodanig dat de put toegankelijk blijft en gevrijwaard van beschadiging vanaf het maaiveld.

5. Nabestemming als peilput

In een aantal gevallen kan het wenselijk zijn een boorput die niet meer in gebruik is een nabestemming te geven als peilput. Om dit te realiseren dienen een aantal stappen opeenvolgend ondernomen te worden die telkens moeten bevestigen of de boorput al dan niet kan gebruikt worden als peilput:

- Verzamelen van de bestaande gegevens: zie punt 4.1.
- Verwijderen van eventuele pomp en toebehoren, reinigen van de verbuizing.
- Opmeten van verbuizing.

Uitvoeren van een beperkte putproef. Dit is noodzakelijk, niet in de eerste plaats om de productiviteit van de grondwaterwinning of de watervoerende laag te bepalen, dan wel om na te gaan of er nog voldoende verbinding is tussen de watervoerende laag en de putbuis. Indien dit niet het geval zou zijn (geen debiet of uiterst klein, als gevolg van korstvorming, corrosie, verzanding, ...), dan geven de gemeten waarnemingen in de putbuis niet steeds een juist beeld van de reële grondwaterstanden/of waterkwaliteit van het grondwater rondom de put, wat uiteindelijk toch wel de bedoeling was.

- Tenzij de boorstaat zekerheid geeft over de bouw van de put, is het aangewezen een camera-inspectie uit te voeren, om na te gaan waar zich het filterelement bevindt. Dit geeft tevens een goed beeld van de staat van de verbuizing.

Elk van deze stappen moet op zich bevestigend zijn in verband met het mogelijk gebruik als peilput. Indien dit niet het geval is, dan moet de boorput worden opgevuld zoals in punt 4.2. is aangegeven. Indien beslist wordt de boorput als peilput uit te rusten, dient dit als volgt te gebeuren:

- Indien slechts met één enkele logger (permanent of periodiek) wordt gemeten, is het niet noodzakelijk een geleidingsbuis voor het meettoestel in te bouwen.

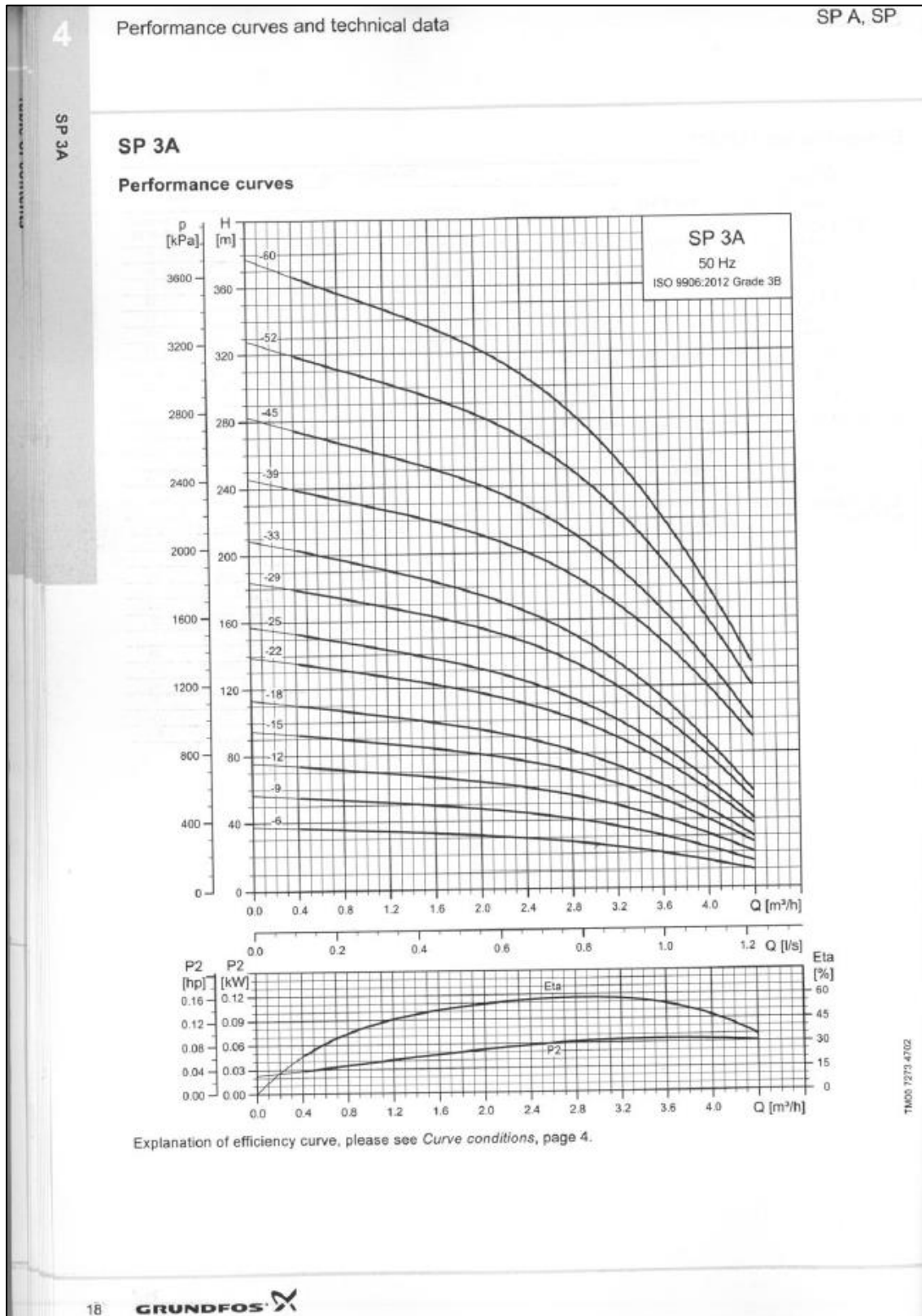
Indien echter gelijktijdig met meerdere loggers zou worden gewerkt, is het aangewezen individuele geleidingsbuizen te installeren. De diameter van de geleidingsbuizen wordt gekozen in functie van de te gebruiken meetapparatuur, maar wordt niet kleiner dan 32 mm x 1,9 mm (buitendiameter x wanddikte) genomen. Eventueel kan de put worden uitgerust met een staalnamepomp.

- De put dient voorzien te worden van een waterdichte putkop waaraan eventuele peilbuizen worden opgehangen. Deze laatste zijn op hun beurt afgedicht met een dop.
- De putkop dient beschermd te worden door een toegankelijke toezichtkamer.



13.10 Extracten uit catalogus Grundfos

13.10.1 Specificaties SP3A





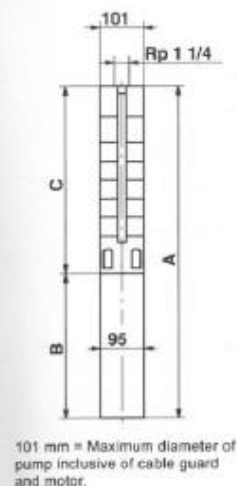
SP A, SP

Performance curves and technical data

4

SP 3 A

Dimensions and weights



TM00 0055 1196

Pump type	Motor		C	Dimensions [mm]				Net weight [kg]	
	Type	Power [kW]		B		A		1x230V	3x230V 3x400V
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V		
SP 3A-6*	MS 402	0.37	281	256	226	537	507	10	9
SP 3A-6N	MS 4000R	2.2	326	573		899		26	
SP 3A-6N	MS 4000R	0.75	326		398		724		18
SP 3A-9*	MS 402	0.55	344	291	241	635	585	12	10
SP 3A-9N	MS 4000R	2.2	389	573		962		27	
SP 3A-9N	MS 4000R	0.75	389		398		787		19
SP 3A-12*	MS 402	0.75	407	306	276	713	683	13	12
SP 3A-12N	MS 4000R	2.2	452	573		1025		28	
SP 3A-12N	MS 4000R	0.75	452		398		850		20
SP 3A-15*	MS 402	1.1	470	346	306	816	776	16	14
SP 3A-15N	MS 4000R	2.2	515	573		1088		29	
SP 3A-15N	MS 4000R	1.1	515		413		928		22
SP 3A-18*	MS 402	1.1	533	346	306	879	839	16	15
SP 3A-18N	MS 4000R	2.2	578	573		1151		30	
SP 3A-18N	MS 4000R	1.1	578		413		991		23
SP 3A-22*	MS 402	1.5	617	346	346	963	963	18	17
SP 3A-22N	MS 4000R	2.2	662	573		1235		31	
SP 3A-22N	MS 4000R	1.5	662		413		1075		24
SP 3A-25*	MS 402	1.5	680	346	346	1026	1026	18	18
SP 3A-25N	MS 4000R	2.2	725	573		1298		32	
SP 3A-25N	MS 4000R	1.5	725		413		1138		25
SP 3A-29*	MS 4000	2.2	764	573		1337		29	
SP 3A-29*	MS 402	2.2	764		346		1110		20
SP 3A-29N	MS 4000R	2.2	809	573	453	1382	1262	33	28
SP 3A-33*	MS 4000	2.2	848	573		1421		30	
SP 3A-33*	MS 402	2.2	848		346		1194		21
SP 3A-33N	MS 4000R	2.2	893	573	453	1466	1346	34	29
SP 3A-39	MS 4000	3.0	1019		493		1512		32
SP 3A-45	MS 4000	3.0	1145		493		1638		34
SP 3A-52	MS 4000	4.0	1292		573		1865		41
SP 3A-60	MS 4000	4.0	1460		573		2033		43

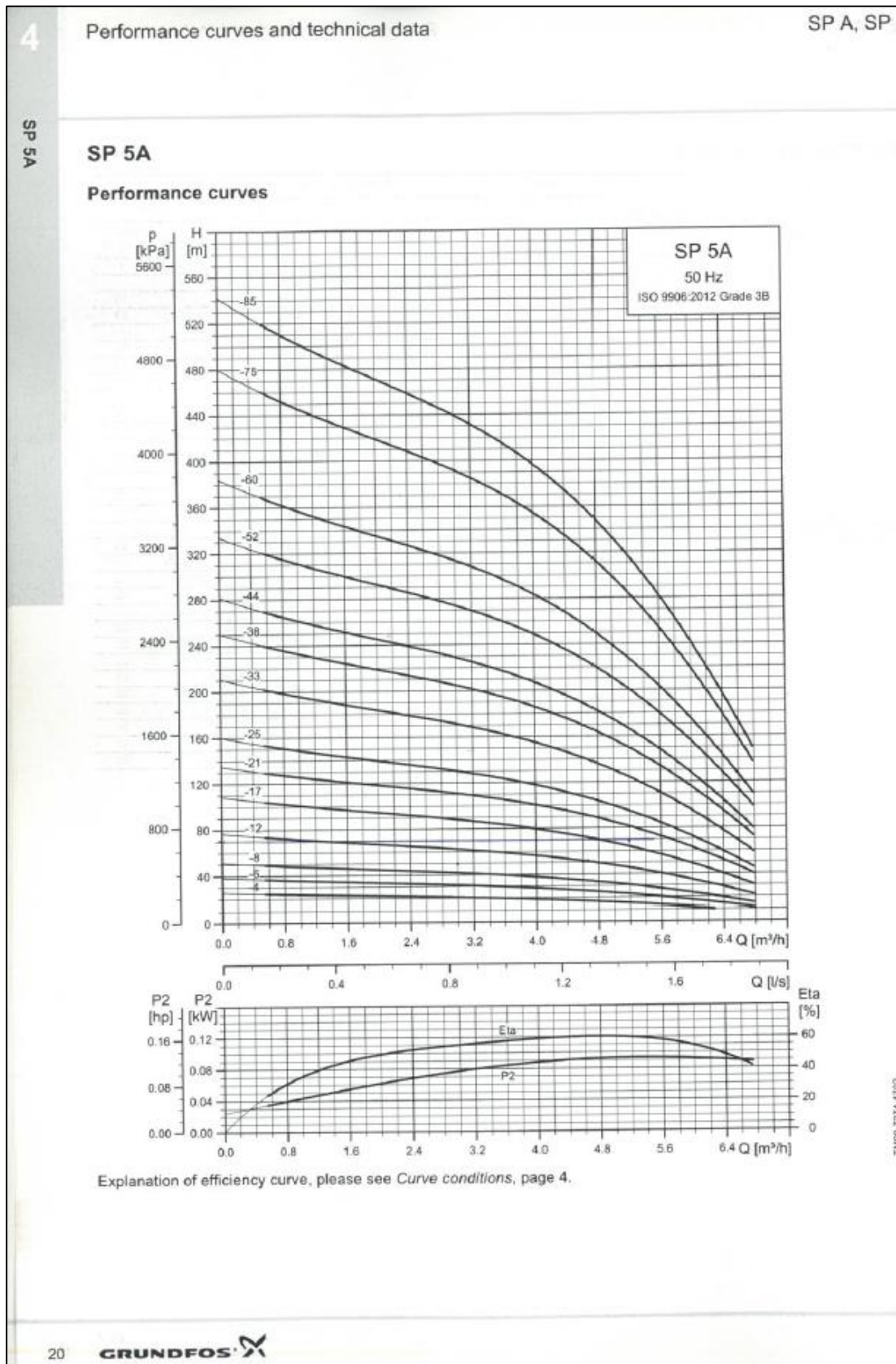
* Pumps with spline shaft are only available in stainless steel EN 1.4301/AISI 304.
Note: All other pumps listed above are also available in N- and R-versions. See page 5.



AGT

ADVANCED GROUNDWATER TECHNIQUES

13.10.2 Specificaties SP5A





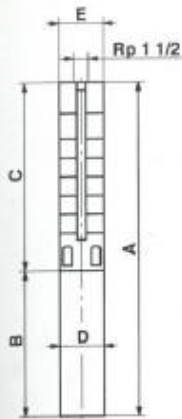
SP A, SP

Performance curves and technical data

4

SP 5A

Dimensions and weights



SP 5A-75 and SP 5A-85 are mounted in sleeve for R 1 1/2 connection.

TMD0 0956 1195

Pump type	Motor		Dimensions [mm]						Net weight [kg]	
	Type	Power [kW]	C	B		A		D	E	
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V			1x230V 3x400V
SP 5A-4*	MS 402	0.37	240	256	226	496	466	95	101	10 8
SP 5A-4N	MS 4000R	2.2	284	573		857		95	101	25
SP 5A-4N	MS 4000R	0.75	284		398		682	95	101	17
SP 5A-6*	MS 402	0.55	282	291	241	573	523	95	101	11 10
SP 5A-6N	MS 4000R	2.2	326	573		899		95	101	26
SP 5A-6N	MS 4000R	0.75	326		398		724	95	101	18
SP 5A-8*	MS 402	0.75	324	306	276	630	600	95	101	13 11
SP 5A-8N	MS 4000R	2.2	368	573		941		95	101	27
SP 5A-8N	MS 4000R	0.75	368		398		766	95	101	19
SP 5A-12*	MS 402	1.1	408	346	306	754	714	95	101	15 13
SP 5A-12N	MS 4000R	2.2	452	573		1025		95	101	28
SP 5A-12N	MS 4000R	1.1	452		413		865	95	101	21
SP 5A-17*	MS 402	1.5	513	346	346	859	859	95	101	17 16
SP 5A-17N	MS 4000R	2.2	557	573		1130		95	101	29
SP 5A-17N	MS 4000R	1.5	557		413		970	95	101	22
SP 5A-21*	MS 4000	2.2	597	573		1170		95	101	27
SP 5A-21*	MS 402	2.2	597		346		943	95	101	18
SP 5A-21N	MS 4000R	2.2	641	573	453	1214	1094	95	101	30 25
SP 5A-25*	MS 4000	2.2	681	573		1254		95	101	28
SP 5A-25*	MS 402	2.2	681		346		1027	95	101	19
SP 5A-25N	MS 4000R	2.2	725	573	453	1298	1178	95	101	32 27
SP 5A-33*	MS 4000	3.0	849		493		1342	95	101	26
SP 5A-33N	MS 4000R	3.0	893		493		1386	95	101	30
SP 5A-38	MS 4000	4.0	998		573		1571	95	101	36
SP 5A-44	MS 4000	4.0	1124		573		1697	95	101	38
SP 5A-52	MS 4000	5.5	1292		673		1965	95	101	46
SP 5A-60	MS 4000	5.5	1460		673		2133	95	101	48
SP 5A-52	MS 6000	5.5	1354		541		1895	138	138	60
SP 5A-60	MS 6000	5.5	1522		541		2063	138	138	63
SP 5A-75	MS 6000	7.5	2146		571		2717	138	140	86
SP 5A-85	MS 6000	7.5	2356		571		2927	138	140	92

E = Maximum diameter of pump inclusive of cable guard and motor.

* Pumps with spline shaft are only available in stainless steel EN 1.4301/AISI 304.

Note: All other pumps listed above are also available in N- and R-versions. See page 5.
Pumps mounted in sleeve are only available in standard and N-versions.



13.10.3 Leidingverliezen

SP A, SP

Table of head losses

Head losses in plastic pipes

Upper figures indicate the velocity of water in m/sec.

Lower figures indicate head loss in metres per 100 metres of straight pipes.

Quantity of water			PELM/PEH PN 10																
m ³ /h	Litres/min.	Litres/sec.	PELM					PEH											
			25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180					
			20.4	26.2	32.6	40.8	51.4	61.4	73.6	90.0	102.2	114.0	130.8	147.2					
0.6	10	0.16	0.49	0.30	0.19	0.12													
			1.8	0.66	0.27	0.085													
0.9	15	0.25	0.76	0.46	0.3	0.18	0.12												
			4.0	1.14	0.6	0.18	0.63												
1.2	20	0.33	1.0	0.61	0.39	0.25	0.16												
			6.4	2.2	0.9	0.28	0.11												
1.5	25	0.42	1.3	0.78	0.5	0.32	0.2	0.14											
			10.0	3.5	1.4	0.43	0.17	0.074											
1.8	30	0.50	1.53	0.93	0.6	0.38	0.24	0.17											
			13.0	4.8	1.9	0.57	0.22	0.092											
2.1	35	0.58	1.77	1.08	0.69	0.44	0.28	0.2											
			16.0	6.0	2.0	0.70	0.27	0.12											
2.4	40	0.67	2.05	1.24	0.80	0.51	0.32	0.23	0.16										
			22.0	7.5	3.3	0.83	0.35	0.18	0.063										
3.0	50	0.83	2.54	1.54	0.99	0.63	0.4	0.28	0.2										
			37.0	11.0	4.8	1.40	0.59	0.22	0.09										
3.6	60	1.00	3.06	1.85	1.2	0.76	0.48	0.34	0.24	0.16									
			43.0	15.0	6.5	1.90	0.70	0.32	0.13	0.050									
4.2	70	1.12	3.43	2.08	1.34	0.86	0.54	0.38	0.26	0.18									
			50.0	18.0	8.0	2.50	0.83	0.38	0.17	0.068									
4.8	80	1.33	2.47	1.59	1.02	0.64	0.45	0.31	0.2										
			25.0	10.5	3.00	1.20	0.50	0.22	0.084										
5.4	90	1.50	2.78	1.8	1.15	0.72	0.51	0.35	0.24	0.18									
			30.0	12.0	3.50	1.30	0.57	0.25	0.092	0.05									
6.0	100	1.67	3.1	2.0	1.28	0.8	0.56	0.39	0.26	0.2									
			39.0	15.0	4.6	1.80	0.73	0.30	0.12	0.07									
7.5	125	2.08	3.86	2.49	1.59	1.00	0.70	0.49	0.33	0.25	0.20								
			50.0	24.0	6.6	2.50	1.10	0.59	0.18	0.10	0.055								
9.0	150	2.50			3.00	1.91	1.20	0.84	0.59	0.38	0.30	0.24							
					33.0	8.6	3.5	1.40	0.63	0.24	0.13	0.075							
10.5	175	2.92			3.5	2.23	1.41	0.99	0.69	0.46	0.36	0.28							
					38.0	11.0	4.3	1.80	0.75	0.30	0.18	0.09							
12	200	3.33			3.99	2.55	1.60	1.12	0.78	0.52	0.41	0.32	0.25						
					50.0	14.0	5.5	2.40	1.0	0.40	0.22	0.12	0.065						
15	250	4.17			3.19	2.01	1.41	0.98	0.66	0.51	0.40	0.31	0.25	0.20					
					21.0	8.0	3.70	1.50	0.57	0.34	0.18	0.10	0.05	0.03	0.02				
18	300	5.00			3.62	2.41	1.69	1.18	0.78	0.61	0.48	0.37	0.29	0.23	0.18				
					28.0	10.5	4.60	1.95	0.77	0.45	0.25	0.13	0.08	0.05	0.03	0.02			
24	400	6.67			3.21	2.25	1.57	1.05	0.81	0.65	0.50	0.39	0.31	0.24	0.18	0.14			
					19.0	8.0	3.60	1.40	0.78	0.44	0.23	0.12	0.07	0.04	0.02	0.01			
30	500	8.33			4.01	2.81	1.96	1.31	1.02	0.81	0.62	0.49	0.38	0.30	0.23	0.18	0.14		
					28.0	11.5	5.0	2.0	1.20	0.83	0.33	0.17	0.09	0.05	0.03	0.02	0.01		
36	600	10.0			4.82	3.38	2.35	1.57	1.22	0.97	0.74	0.59	0.45	0.36	0.28	0.21	0.16		
					37.0	15.0	6.6	2.60	1.50	0.82	0.45	0.28	0.15	0.08	0.05	0.03	0.02		
42	700	11.7			5.64	3.95	2.75	1.84	1.43	1.13	0.87	0.69	0.54	0.42	0.33	0.25	0.19		
					47.0	8.0	3.50	1.90	1.10	0.60	0.30	0.15	0.08	0.05	0.03	0.02	0.01		
48	800	13.3			4.49	3.13	2.09	1.82	1.29	0.99	0.78	0.61	0.48	0.37	0.29	0.23	0.18		
					26.0	11.0	4.5	2.60	1.40	0.81	0.45	0.23	0.12	0.07	0.04	0.02	0.01		
54	900	15.0			5.07	3.53	2.36	1.83	1.45	1.12	0.88	0.69	0.54	0.42	0.33	0.25	0.19		
					33.0	13.5	5.5	3.20	1.70	0.95	0.55	0.28	0.14	0.07	0.04	0.02	0.01		
60	1000	16.7			5.64	3.93	2.63	2.04	1.62	1.24	0.96	0.78	0.61	0.48	0.37	0.29	0.23		
					40.0	16.0	6.7	3.90	2.2	1.2	0.75	0.45	0.23	0.12	0.07	0.04	0.02		
75	1250	20.8			4.89	3.27	2.54	2.02	1.55	1.22	0.94	0.74	0.58	0.45	0.35	0.27	0.21		
					25.0	9.0	5.0	3.0	1.6	0.95	0.55	0.28	0.14	0.07	0.04	0.02	0.01		
90	1500	25.0			5.88	3.93	3.05	2.42	1.86	1.47	1.14	0.91	0.71	0.55	0.42	0.32	0.24		
					33.0	13.0	8.0	4.1	2.3	1.40	0.85	0.45	0.23	0.12	0.07	0.04	0.02		
105	1750	29.2			6.86	4.59	3.56	2.83	2.17	1.72	1.35	1.05	0.81	0.62	0.48	0.36	0.28		
					44.0	17.5	9.7	5.7	3.2	1.9	1.15	0.85	0.55	0.28	0.14	0.07	0.04		
120	2000	33.3			5.23	4.06	3.23	2.48	1.96	1.54	1.19	0.91	0.71	0.55	0.42	0.32	0.24		
					23.0	13.0	7.0	4.0	2.4	1.45	0.85	0.45	0.23	0.12	0.07	0.04	0.02		
150	2500	41.7			6.55	5.08	4.04	3.10	2.45	1.94	1.51	1.15	0.85	0.62	0.48	0.36	0.28		
					34.0	18.0	10.5	6.0	3.5	2.15	1.45	0.85	0.45	0.23	0.12	0.07	0.04		
180	3000	50.0			7.86	6.1	4.85	3.72	2.94	2.29	1.79	1.35	1.05	0.81	0.62	0.48	0.36		
					45.0	27.0	14.0	7.6	4.4	2.75	1.85	1.15	0.85	0.55	0.28	0.14	0.07		
240	4000	66.7			8.13	8.47	4.96	3.92	3.12	2.45	1.94	1.51	1.15	0.85	0.62	0.48	0.36		
					43.0	24.0	13.0	7.5	4.2	2.65	1.95	1.35	1.05	0.81	0.62	0.48	0.36		
300	5000	83.3																	

The table is based on a nomogram.
Roughness: K = 0.01 mm.
Water temperature: t = 10 °C.