ARTESIA
WATER RESEARCH UNLIMITED

Berekening toekomstige KWO-systemen Ravel & Vivaldi

Schoonhoven 2020

Berekening toekomstige KWO-systemen Ravel & Vivaldi

Opdrachtgever:	**Hompe & Taselaar**
Projectnummer:	**15.8.78**
Datum:	**13-11-2020**
Auteur(s):	**Ruben Caljé**

© 2020 Artesia B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

1 Inleiding 1
2 Model 1
2.1 Schematisatie ondergrond 2
2.2 Schematisatie bronnen 2
3 Thermische invloed 4
4 Effect op stijghoogte 7
5 Analyse chloride-concentratie rond Zuidas 11
6 Conclusies / aanbevelingen 12
Bijlage 1 Eigenschappen putten 13
Bijlage 2 Opwarming/afkoeling per laag 17

1 Inleiding

In het verleden zijn berekeningen uitgevoerd om de invloed van de Koude Warmte Opslag (KWO)-systemen in en rond de Zuidas te onderzoeken, onder andere ten behoeve van het masterplan voor de noordzone van de Zuidas. In het zuidoostelijke gedeelte van de Zuidas worden de zogenaamde deelgebieden Ravel en Vivaldi opnieuw ingericht. Bij de energievoorziening van de nieuwe gebouwen zal KWO een belangrijke rol kunnen spelen. Om deze ontwikkeling in goede banen te leiden, stelt Hompe & Taselaar een masterplan op. Artesia verzorgt de berekeningen waar dit plan op is gebaseerd. In deze rapportage worden deze berekeningen gepresenteerd.

De berekeningen van de thermische beïnvloeding van de ondergrond wordt uitgevoerd met een stoftransport- en stromingsmodel. In hoofdstuk 2 wordt dit model beschreven en in hoofdstuk 3 zijn enkele uitkomsten van het model weergegeven. In hoofdstuk 4 wordt het effect van de putten op de diepe stijghoogte besproken. In hoofdstuk 5 wordt het zoutgehalte van de ondergrond rond de Zuidas in beeld gebracht. Tenslotte wordt het resultaat samengevat in de conclusie en een aanbeveling gedaan voor een uitbreiding van de kennis van het ondergrond-systeem.

2 Model

Het model maakt gebruik van de SEAWAT-modelcode, waarmee dichtheidsafhankelijke grondwaterstroming en stoftransport kan worden berekend. Door het omrekenen van de thermische geleidbaarheid naar een diffusie-coëfficiënt en enkele andere kleine aanpassingen kan met SEAWAT ook warmtetransport worden berekend.

De celgrootte is 10x10 m in de buurt van de WKO-putten, en neemt toe naar de randen van het model. De zijkanten van het model bevinden zich op minimaal 2 km van de putten. Op de randen van het model wordt de flux vastgehouden, met een stijghoogte-gradiënt in zuidwestelijke richting. Bij een doorlatendheid van 20 m/d en een porositeit van 0.3 leidt dit tot een stroming van ongeveer 6 m/jaar. De onderzijde van het model is dicht. De aangenomen natuurlijke grondwater-temperatuur is 12 °C, en varieert in het model niet over de diepte. Deze en enkele andere eigenschappen van het model staan opgesomd in onderstaande tabel:

Variabele	Waarde	Eenheid
Anisotropie	5	-
Dispersiviteit	5	m
Achtergrondtemperatuur	12	°C
Grondwaterstand-gradiënt in x-richting	0.000179	-
Grondwaterstand-gradiënt in y-richting	0.000185	-
Soortelijke warmte water	4190	J/(kg °C)
Soortelijke warmte zand	888	J/(kg °C)
Thermische geleidbaarheid water	0.58	W/(m °C)
Thermische geleidbaarheid korrels	2.4	W/(m °C)
Porositeit	0.3	-
Dichtheid korrels	1700	Kg/m³

Het model wordt 10 jaar doorgerekend, waarbij de debieten van de pompputten elke maand veranderen. De daadwerkelijke model-rekentijdstap is afhankelijk van de stroomsnelheden in het model. De rekentijdstap wordt automatisch gekozen zodat een waterdeeltje nooit meer dan 1 reken-cel per tijdstap aflegt.

2.1 Schematisatie ondergrond

De opbouw van de ondergrond wordt gekenmerkt door een deklaag, met een weerstand van 4500 dagen, waaronder dikke watervoerende pakketten voorkomen. In sommige boorbeschrijvingen worden deze watervoerende pakketten onderbroken door kleilaagjes van 1-5 m dik, maar deze lijken niet overal aanwezig te zijn. Deze kleilaagjes worden toch in de schematisatie opgenomen, als een weerstand-laag van 500 dagen, rond -45 tot -50 m NAP. De opbouw van de ondergrond is dan samen te vatten in onderstaande tabel.

Naam	Bovenkant (m tov MV)	Onderkant (m tov MV)	Kh (m/d)	kD (m2/d)	C (d)
freatische laag	-1	0	2	2	
deklaag	0	13			4500
eerste watervoerende pakket	13	45	23	750	
eerste scheidende laag	45	50			500
tweede watervoerende pakket	50	100	12	600	
derde watervoerende pakket	100	170	35	2450	
derde watervoerende pakket	170	200	20	600	
hydrologische basis	200	220	0,05	1	

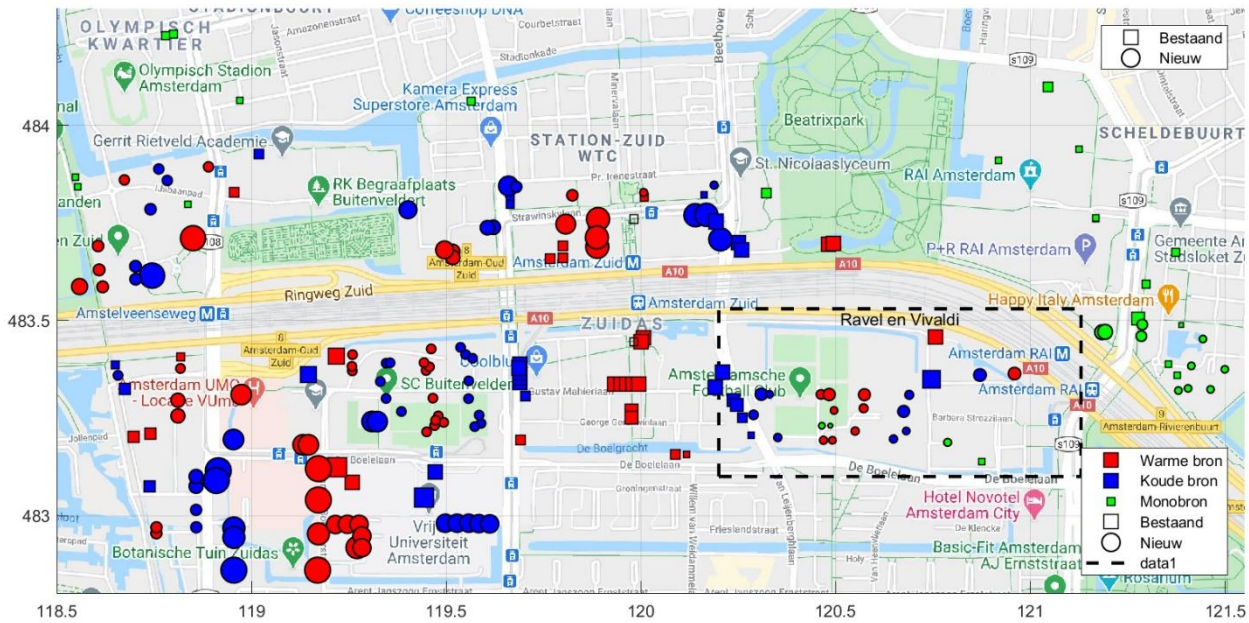
Het model bestaat uit 23 lagen van ongeveer 10 meter dik, van 1 tot -220 m NAP. De bovenste laag is een fictieve laag van 1 m boven de deklaag. De onderste twee lagen hebben een zeer kleine doorlatendheid, en zijn in het model opgenomen om het verlies aan warmte door geleiding aan de onderkant van de watervoerende pakketten in rekening te brengen.

Voor de anisotropie, de verhouding tussen de horizontale en verticale doorlatendheid, is een waarde van 5 gekozen ($K_h = 5 * K_v$). Met behulp van deze anisotropie wordt de onderlinge verticale weerstand tussen en binnen de watervoerende lagen in rekening gebracht.

2.2 Schematisatie bronnen

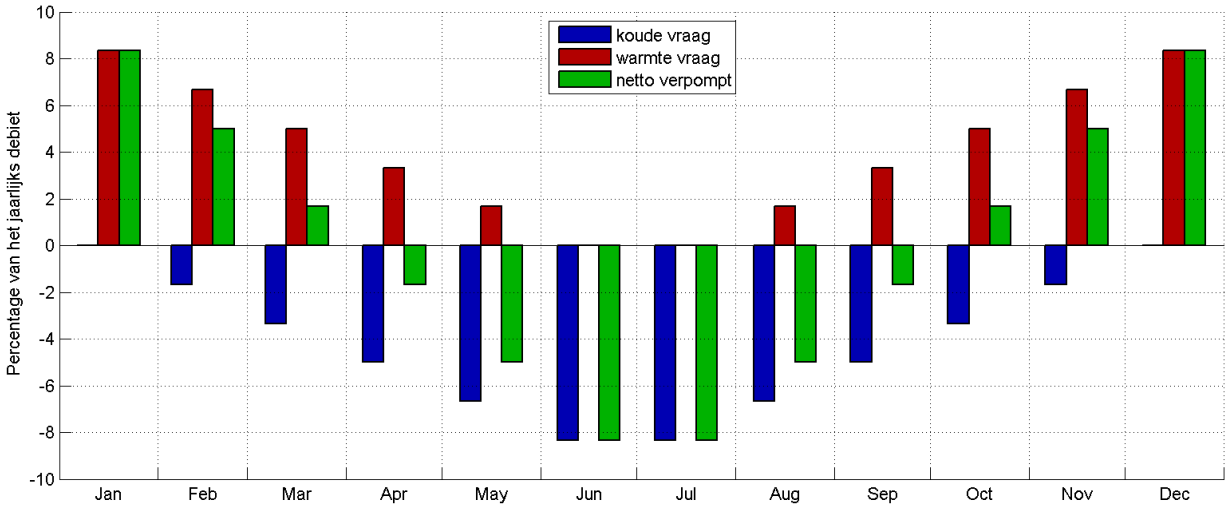
De individuele putten van alle bekende bestaande en geplande de WKO-systemen zijn opgenomen in het model, ook buiten de deelgebieden Ravel en Vivaldi. De locaties, filterstelling, infiltratie-temperatuur en vergund debiet zijn verzameld/geschat door Hompe & Taselaar. Het gaat in totaal om 204 bronnen (een monobron met een warm en koud filter geldt hierbij als twee bonnen), waarvan 86 bestaand. Een deel van de nieuwe bronnen behoren tot andere deelgebieden/masterplannen (Kenniskwartier en Kop Zuidas).

In Bijlage 1 is deze lijst met bronnen opgenomen (samen met de uiteindelijke berekende efficiëntie). De locatie van de bronnen staat afgebeeld in figuur 1.



figuur 1: Overzicht van de bronlocaties die zijn opgenomen in de berekening. De binnenste kleur van de bronnen duidt het type bron aan. De grootte van de bolletjes zijn geschaald naar het verwachtte debiet.

Het jaarlijks vergunde debiet wordt via een handmatig gekozen verdeling verdeeld over het jaar volgens de verdeling zoals aangegeven in figuur 2. Doordat warmte- en koude-vraag in de lente en herfst binnen één maand optreden, is de netto verpompte hoeveelheid water in het model kleiner dan de vergunde hoeveelheid water.

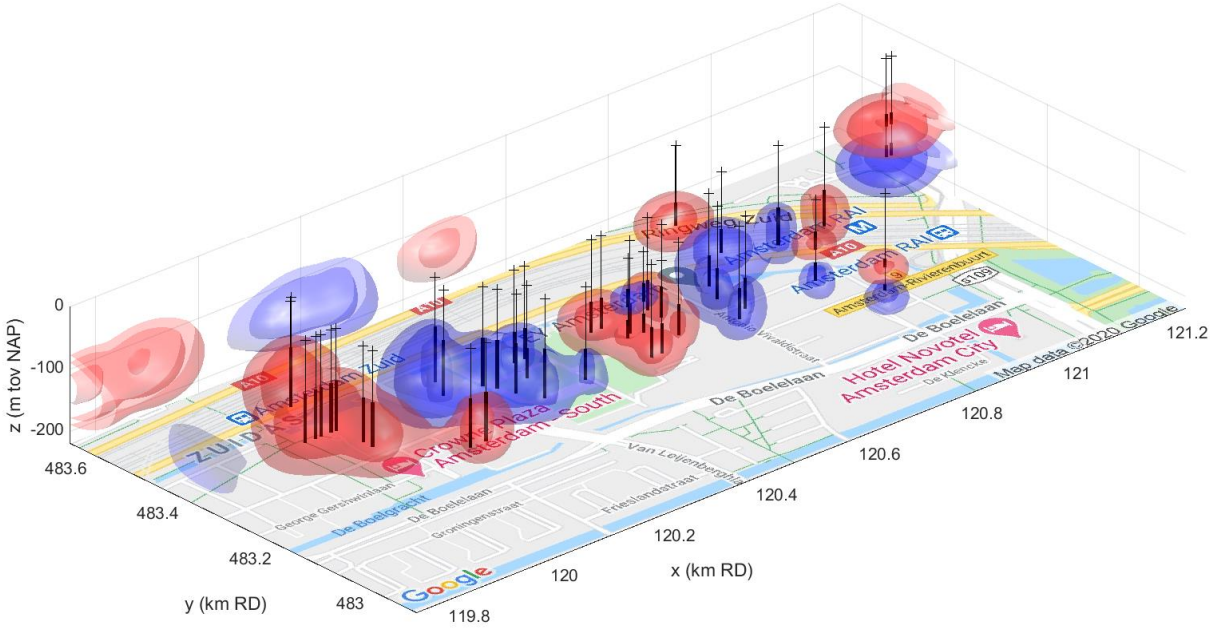


figuur 2: De verdeling van de koude en warmte vraag, en het hieruit volgende netto verpompte percentage van het jaarlijkse debiet.

3 Thermische invloed

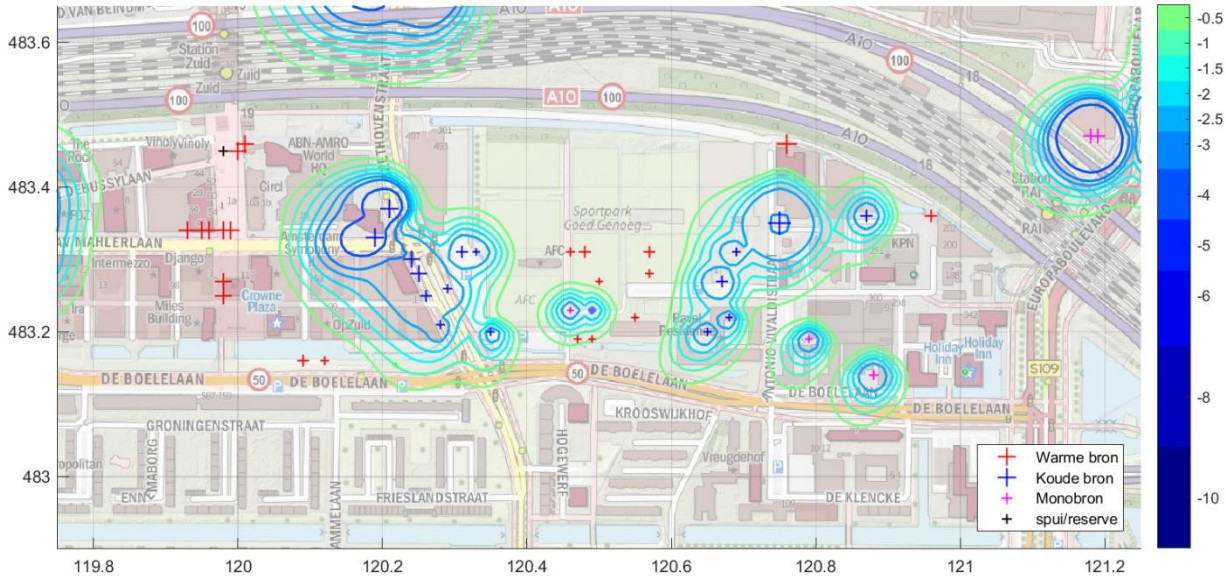
Met behulp van het SEAWAT-model wordt een periode van 10 jaar doorgerekend. In figuur 3 zijn de warme en de koude bellen bij de deelgebieden Ravel en Vivaldi aan het eind van de simulatie in 3d getekend. In Bijlage 2 is het temperatuur-beeld per model-laag aan het eind van deze simulatie weergegeven. Deze figuren zijn een momentopname.

De warme en koude bellen veranderen in grootte met de seizoenen. De maximale beïnvloeding van de grondwatertemperatuur en de onderlinge beïnvloeding van de warme en koude bellen is interessant voor de plaatsbepaling van de bronnen. Daarom is in figuur 4 de maximale verhoging van de grondwatertemperatuur weergegeven, gemaximaliseerd over de diepte en in de tijd. Dit maximum treedt op in het opslagpakket bij de putfilters van de warme bronnen, aan het eind van de zomer. In figuur 5 is de maximale verlaging van de grondwatertemperatuur weergegeven, welke aan het eind van de winter bij de filters van de koude bronnen optreedt. In figuur 6 zijn deze twee figuren gecombineerd in de maximale afwijking van de achtergrondtemperatuur: het invloedgebied van de bronnen.

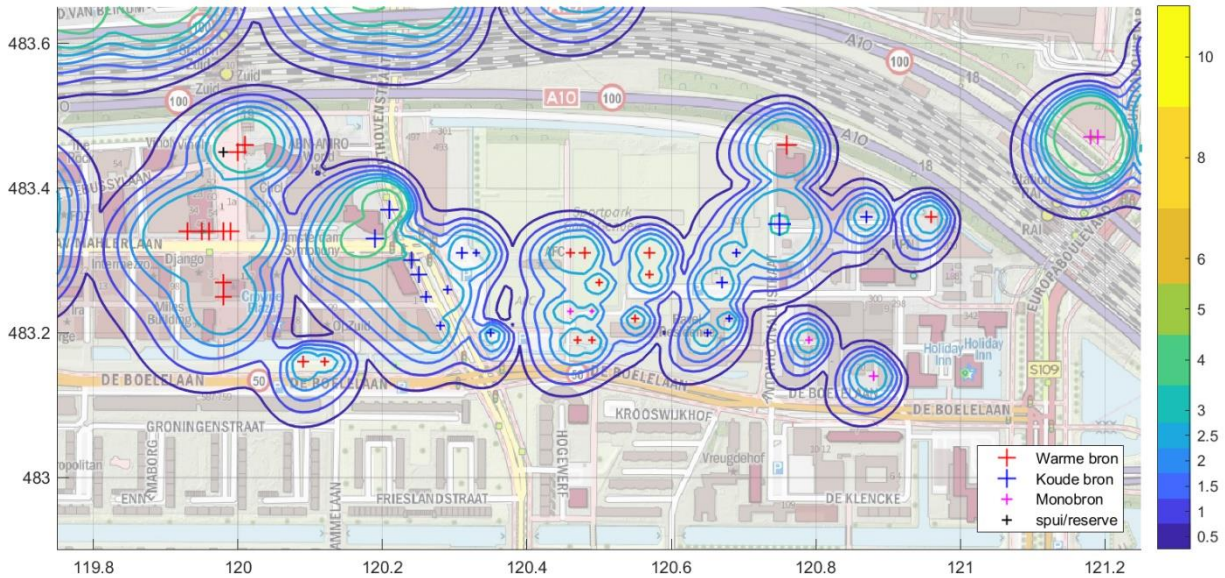


figuur 3: Een 3d-beeld van de thermische invloed van de geplande WKO-systemen bij Ravel en Vivaldi, aan het einde van de simulatieperiode van 10 jaar, halverwege de winter. De doorschijnende 3d-contouren zijn getekend bij 1 en 2 graden opwarming of afkoeling.

figuur 4: De over de diepte en tijd bepaalde maximale verhoging van de grondwater-temperatuur (°C).



figuur 5: De over de diepte en tijd bepaalde maximale verlaging van de grondwater-temperatuur (°C).



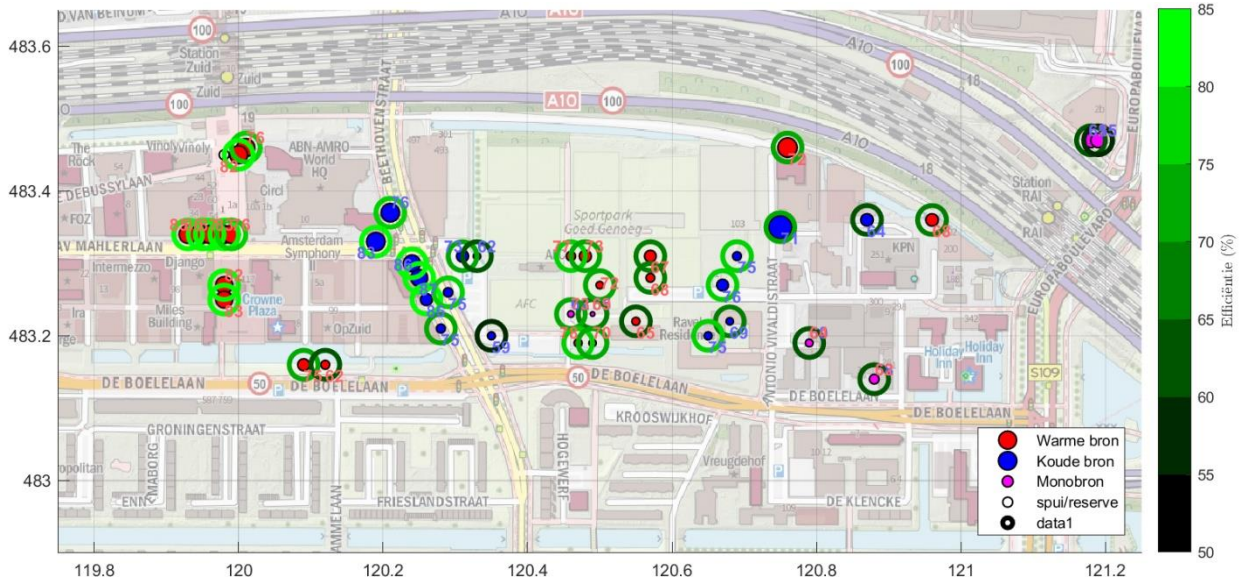
figuur 6: De over de diepte en tijd bepaalde maximale afwijking van de achtergrond-temperatuur (°C) van het grondwater (combinatie van figuur 4 en figuur 5).

De warme en de koude bronnen in het de deelgebieden Ravel en Vivaldi zijn relatief klein en bevinden zich dicht bij elkaar aan. Op deze wijze is het voor de individuele gebouwen mogelijk een warme en een koude bron in de nabijheid van het gebouw te plaatsen. Het energieverlies van een bron naar zijn omgeving neemt echter wel toe. Om dit te kwantificeren is de efficiëntie van de putten geanalyseerd. Hierin is de efficiëntie van een put gedefinieerd als het quotiënt van de onttrokken hoeveelheid energie (E_{uit}) en de geïnfiltreerde hoeveelheid energie (E_{in}), ten opzichte van de achtergrondtemperatuur (T_0):

$$\eta = \frac{E_{uit}}{E_{in}} = \frac{Q_{uit} \times (T_{uit} - T_0)}{Q_{in} \times (T_{in} - T_0)}$$

Deze efficiëntie is weergegeven in figuur 7, voor elk van de bronnen. Ook is deze efficiëntie in de lijst met bronnen in Bijlage 1 opgenomen. De efficiëntie van de nieuwe bronnen ligt over het algemeen tussen 60 en 80 %. Ondanks de kleine bronnen wordt nog een behoorlijke hoge efficiëntie behaald, door de plaatsing van warme en koude bronnen dicht bij elkaar.

Bij deze berekeningen is uitgegaan van een homogeen opslagpakket. In werkelijkheid zal dit pakket bestaan uit minder en meer doorlatende lagen. Dit veroorzaakt een extra risico op interferentie tussen een dicht bij elkaar gelegen koude en warme bron, via een doorlatend laagje. Hoe groot dit risico is, kan van tevoren niet goed worden ingeschat. Ook is ervan uitgegaan dat de warmte en de koude vraag van elk gebouw in balans zijn. In werkelijkheid zal er altijd sprake zijn van enige vorm van onbalans. De efficiëntie van een bron waar meer grondwater aan wordt onttrokken dan geleverd zal lager zijn.



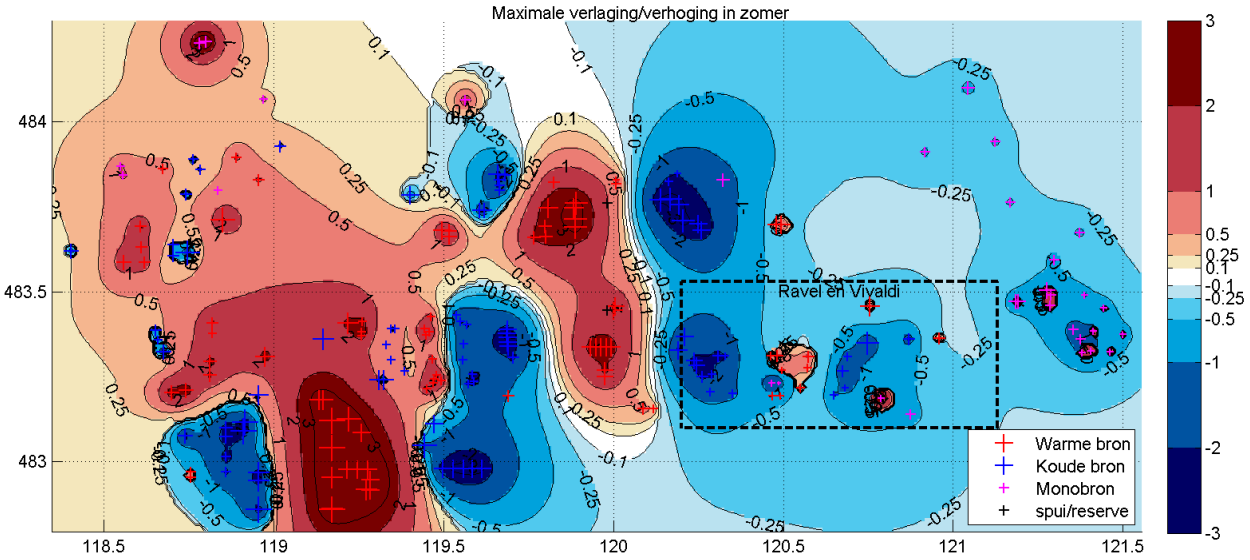
figuur 7: De efficiëntie van de bestaande en geplande bronnen in de deelgebieden Ravel en Vivaldi.

4 Effect op stijghoogte

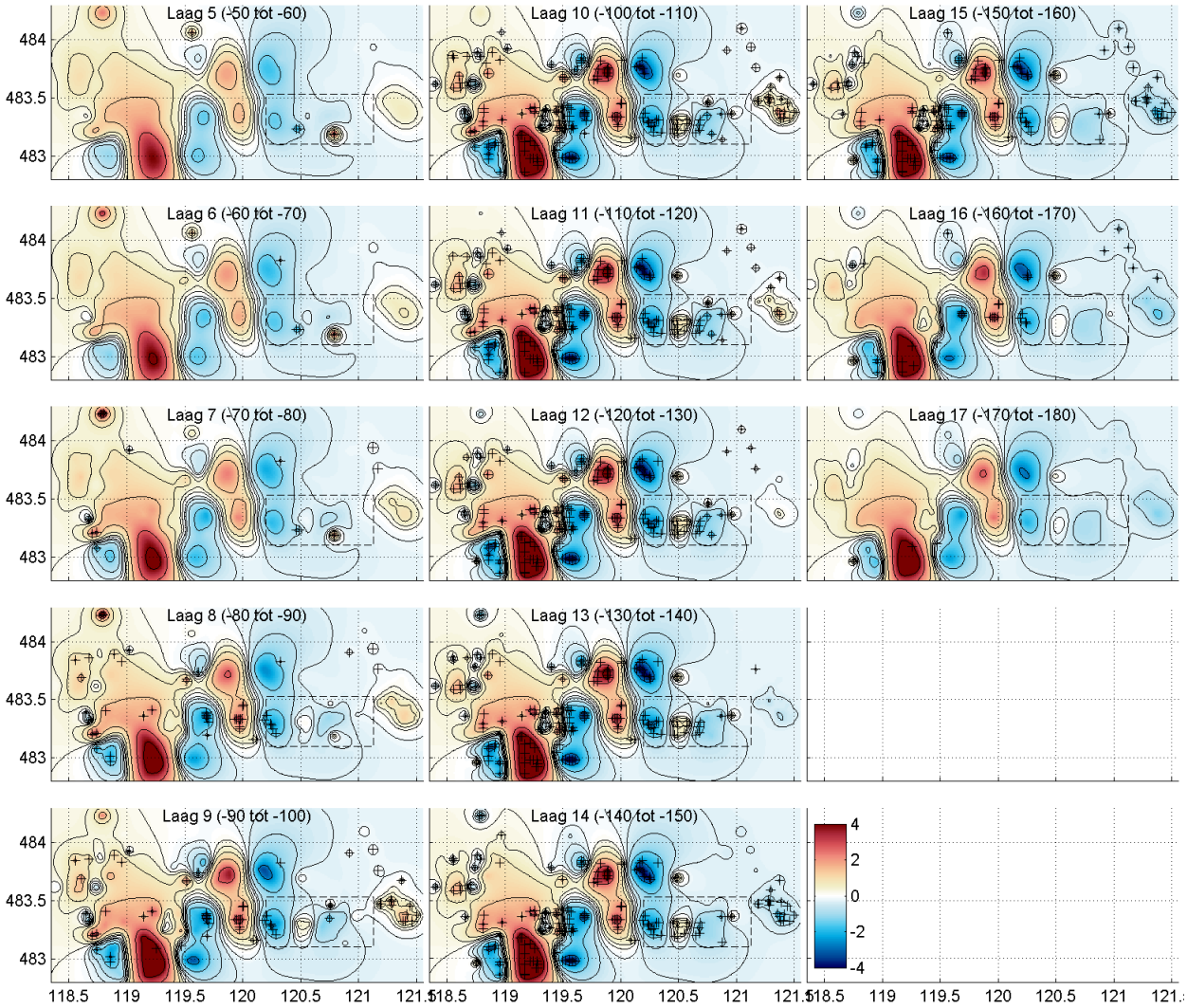
Naast de thermische beïnvloeding geeft de maximaal toegestane verhoging en/of verlaging in de putten een extra ondergrondse randvoorwaarde voor de plaatsing van de putten.

Met een analytische berekening kunnen de verlaging/verhoging-contouren worden uitgerekend. Voor deze berekening wordt het open source programma TimML gebruikt. Dit programma maakt gebruik van een analytische methode om de stijghoogte-verandering ten gevolge van onttrekking en infiltratie te berekenen, waardoor deze berekening niet afhankelijk is van een grid-grootte. Ook de verlaging/verhoging in een put kan dan berekend worden, als de putstraal bekend is en de putweerstand wordt verwaarloosd. De hier uitgevoerde berekening is indicatief. De gebruikte doorlatendheid en weerstand-waarden zijn niet getoetst aan bestaande putten.

Voor de maximale stijghoogte-verandering is de zomersituatie maatgevend. Het benodigde piekdebiet ten behoeve van koelen is dan groter dan het piekdebiet ten behoeve van verwarmen in de winter. Daarom wordt een zomersituatie doorgerekend, waarbij het maximale uur-debiet in elke put in de Zuidas wordt opgelegd. In figuur 9 is de verlaging/verhoging weergegeven in de verschillende geschematiseerde lagen waar de putten zich in bevinden. De over de diepte gemaximaliseerde verlaging of verhoging staat afgebeeld in figuur 8. In Bijlage 1 is in de lijst met putten de verandering van de stijghoogte in de zomer opgenomen, uitgaande van een putdiameter van 0,25 m en een verwaarlozing van de weerstand over de boorgatwand.



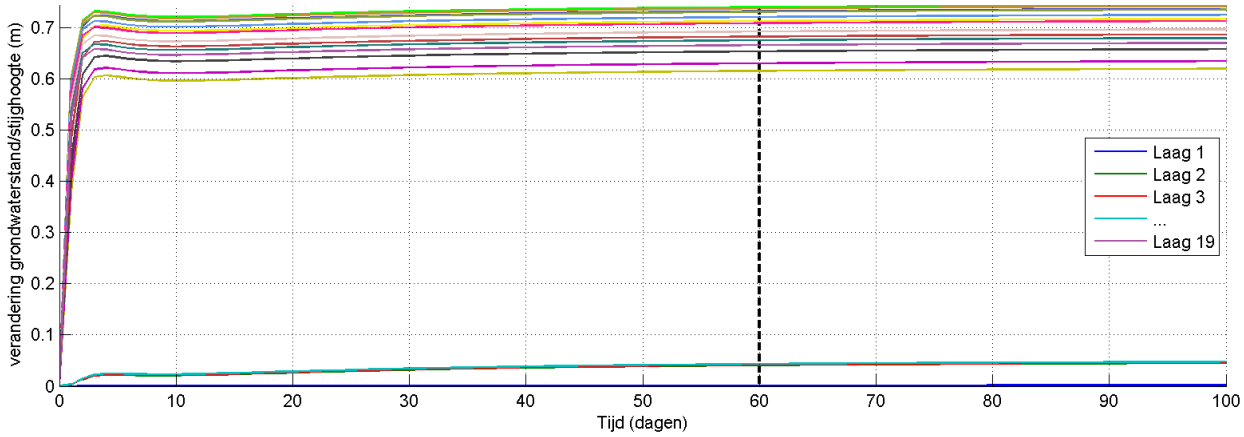
figuur 8: De over de diepte optredende maximale verlaging / verhoging tijdens een oneindig durende extreme zomersituatie.



figuur 9: De verlaging (negatief, blauw) en verhoging (positief, rood) in de verschillende geschematiseerde lagen van het opslagpakket tijdens een oneindig durende extreme zomersituatie.

De verlaging/ verhoging in het opslagpakket treedt relatief snel op, door het gespannen karakter van deze lagen. Vanwege de grote weerstand tussen het opslagpakket en het freatische weerstand en de freatische berging is de doorwerking van de verlaging/verhoging naar het freatische grondwater traag. Om deze traagheid in de berekening mee te nemen, is een tijdsafhankelijke berekening opgezet. In deze berekening zijn alle putten opgenomen, waarbij ze net als in de stationaire berekening met het maximaal vergunde uur-debiet water onttrekken en infiltreren. In deze tijdsafhankelijke berekening wordt dit debiet echter pas vanaf t=0 opgelegd, waarna de verlaging/verhoging in de tijd wordt berekend. In deze berekening is voor de freatische bergingscoëfficiënt een waarde van 0,3 gekozen en voor de gespannen bergingscoëfficiënt een waarde van 0,001 m^{-1}.

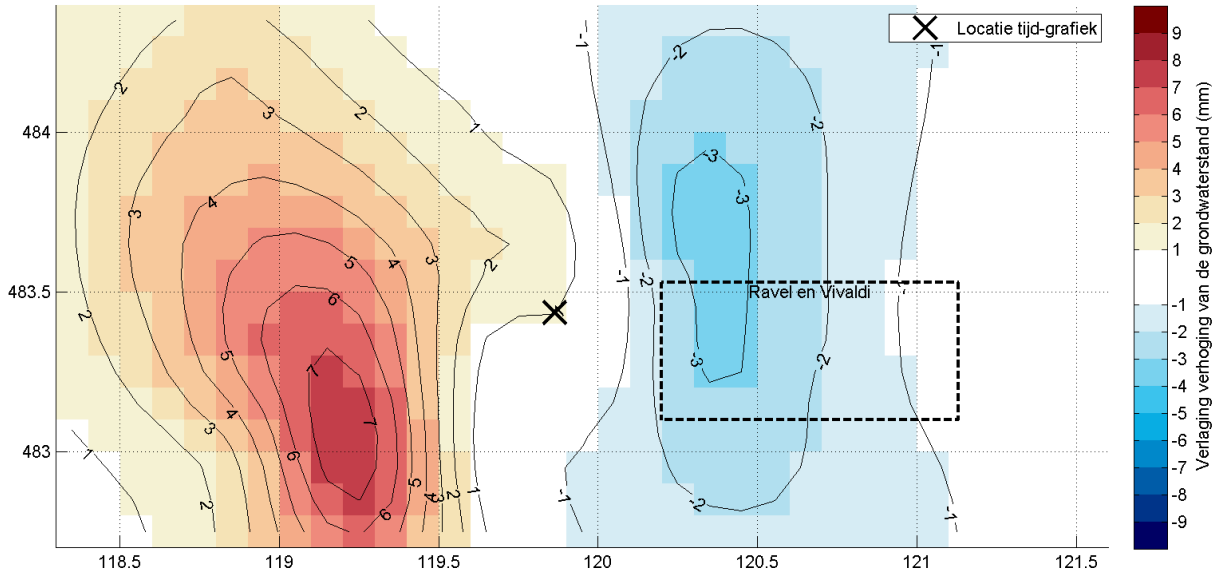
Ter illustratie van de berekening is in figuur 10 de verandering van de stijghoogte/grondwaterstand in het midden van de Zuidas weergegeven. Op deze locatie neemt de stijghoogte eerst toe (door een warme bron in de buurt), waarna deze langzaam afneemt (doordat de verlaging van de putten van de VU deze locatie bereikt). De grondwaterstand (laag 1, blauwe lijn) neemt in deze periode langzaam toe, tot een beperkte verlaging van 1 mm na 60 dagen en 2 mm na 100 dagen.



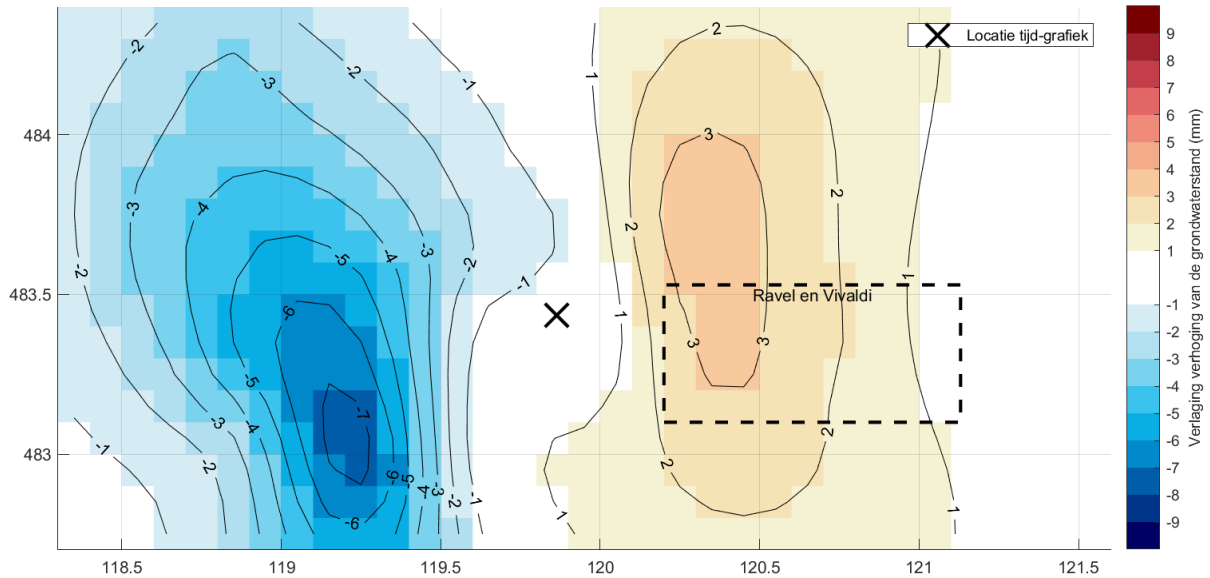
figuur 10: De verandering van de stijghoogte (laag 2 t/m 19) en de grondwaterstand (laag 1, blauw) in het midden van de Zuidas.

Deze verandering van de grondwaterstand na 60 dagen is vlakdekkend weergegeven in figuur 11 (let op: andere kleurenschaal, in mm, dan in figuur 8 en figuur 9). Rond Ravel en Vivaldi treedt in de zomer een verlaging van de grondwaterstand op van minder dan 4 mm, die waarschijnlijk vooral veroorzaakt wordt door de putten buiten Ravel en Vivaldi. Deze berekening is schematisch van aard, en er wordt geen rekening gehouden met compenserende mechanismen, zoals drainage en infiltratie, die in de veldsituatie wel optreden. Het opnemen van deze compenserende mechanismen is echter niet nodig, omdat de verandering van de grondwaterstand ook zonder deze compenserende mechanismen gering is.

In figuur 12 is de verandering van de grondwaterstand na een 60 dagen durende extreme wintersituatie weergegeven. De maximale verhoging binnen de deelgebieden Raven en Vivaldi is iets groter dan de maximale verlaging in de winter, maar is nog altijd minder dan 4 mm.



figuur 11: De verandering van de grondwaterstand (in mm) aan maaiveld na een 60 dagen durende extreme zomer-situatie.

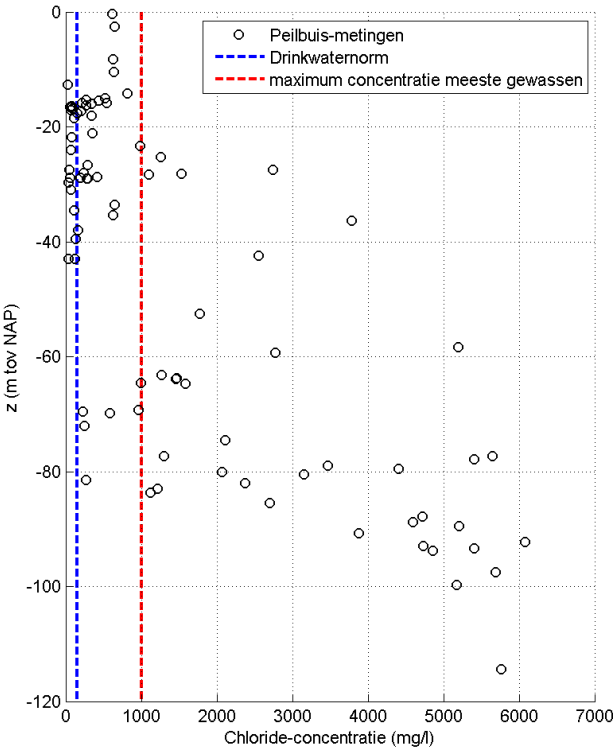


figuur 12: De verandering van de grondwaterstand (in mm) aan maaiveld na een 60 dagen durende extreme winter-situatie.

5 Analyse chloride-concentratie rond Zuidas

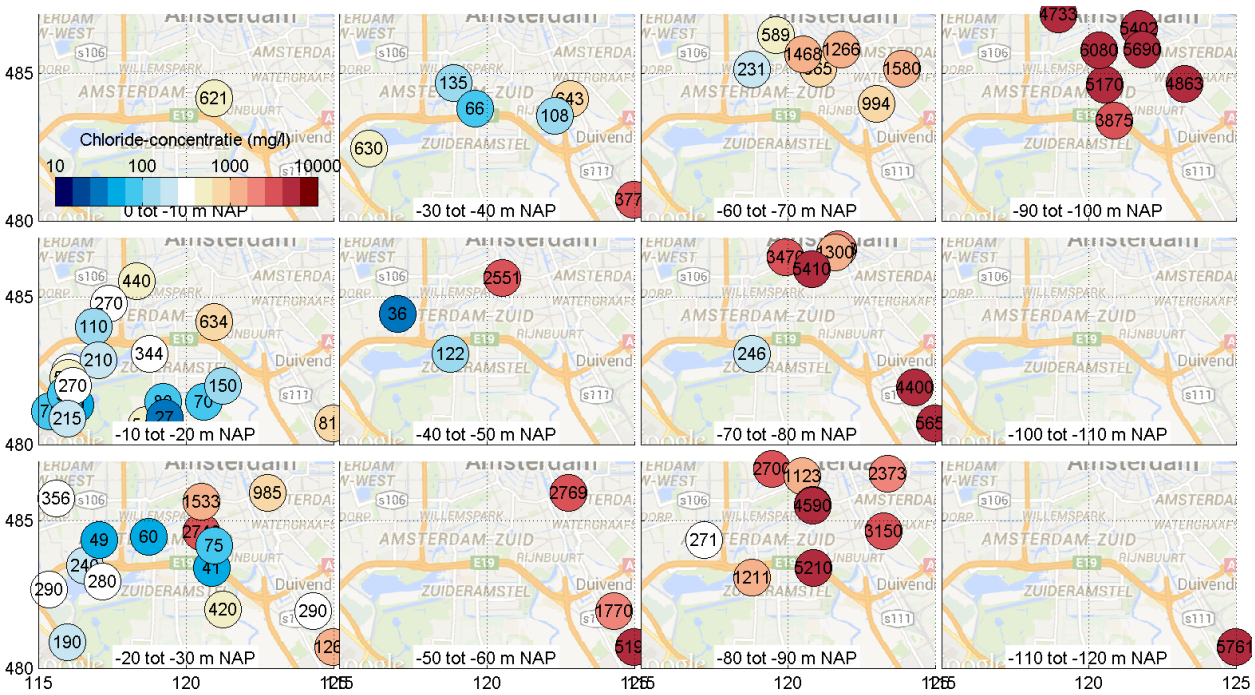
De chloride-concentratie in de ondergrond rond de Zuidas kan worden afgeleid uit metingen in de DINOloket-database. Hierin zijn grondwater-analyseresultaten in peilfilters opgenomen. De meeste metingen in deze dataset zijn uitgevoerd in de vorige eeuw (1960-2000).

In figuur 13 is de gemiddelde gemeten chloride-concentratie in elk meetpunt uitgezet tegen de diepte. In figuur 14 zijn deze metingen ruimtelijk weergegeven, verdeeld over enkele diepte-intervallen. Vanaf -70/-80 m NAP komt over het algemeen vooral zout grondwater voor. Aan de zuid-oost-zijde van de Zuidas bevindt zich peilput B25D0549, waar de chloride-concentratie in 1994 op -72 m NAP nog 246 mg/l is, en 1211 mg/l op -83 m NAP. Het zoet-zout grensvlak (of zoet-brak, afhankelijk van de definitie) bevindt zich hier dus rond -80 m NAP.



figuur 13: De chloride-concentratie in de nabijheid van de Zuidas, uitgezet tegen de diepte.

Ondiepe KWO-systemen, met de bovenzijde van de filters rond -80 m NAP, zullen het zoet-zout grensvlak waarschijnlijk wat beïnvloeden. Door het oppompen van water van verschillende dieptes zal de natuurlijk aanwezige gradiënt in concentratie wat verstoord worden, en er zal waarschijnlijk een meer gelijkmatige overgang van zoet naar zout water ontstaan.



figuur 14: De gemiddelde chloride-concentratie in de meetpunten rond de Zuidas, verdeeld over enkele diepte-intervallen.

6 Conclusies / aanbevelingen

Met behulp van een SEAWAT-model is de thermische invloed-straal van de verschillende bestaande en toekomstige KWO-systemen berekend. Het model is schematisch van aard. Zo starten alle systemen (bestaande en toekomstige) met pompen aan het begin van de simulatie en worden de vergunde debieten aan het model opgelegd. Op deze wijze is het dus mogelijk een langjarig evenwicht tussen de gemodelleerde systemen te berekenen, bij het volledig gebruik maken van de vergunde capaciteit. Met dit model is de thermische invloed van enkele huidige en vele nieuwe systemen uitgerekend. Ondanks de relatief kleine bronnen binnen de deelgebieden Ravel en Vivaldi bereiken deze bronnen door de plaatsing van warme en koude bronnen bij elkaar nog een behoorlijke efficiëntie.

Naast de thermische invloed is ook de verandering van de stijghoogte berekend in een stationaire situatie. In het opslagpakket zijn de verlagingen/verhogingen in de putten in de orde van meters. Door het opgesloten gedrag van het diepe pakket wordt deze situatie snel bereikt, en is de kans groot dat de berekende verlaging/verhoging bereikt wordt, wanneer het maximale debiet wordt verpompt. De verlaging/verhoging van de grondwaterstand aan maaiveld is binnen de deelgebieden Ravel en Vivaldi door de grote weerstand tot het diepe watervoerende pakket naar verwachting minder van 4 mm.

Het zoet-zout grensvlak bevindt zich rond -80 m NAP. Bij het ontwerp van WKO-bronnen op de Zuidas bevinden de bovenzijde van de filters zich ook vaak rond deze diepte. Wanneer de zoet-zout verdeling niet (verder) mag worden verstoord, dient het grensvlak dan ook te worden meegenomen bij het ontwerp van nieuwe WKO-bronnen. Dit houdt dan waarschijnlijk in dat de filters onder -80 m NAP moeten worden aangelegd.

De geohydrologische schematisatie van de ondergrond in het rekenmodel komt globaal overeen met de schematisatie die bij de vergunningsaanvragen van enkele WKO-systemen in Amsterdam is gehanteerd. Voor de thermische eigenschappen zijn veelgebruikte literatuur-waarden gekozen. Het model is op geen enkele wijze gekalibreerd op metingen van stijghoogte of temperatuur van het onttrokken water. Het verdient aanbeveling dit voor enkele bestaande WKO-systemen uit te voeren, na een inventarisatie van de reeds door de gebouwbeheerders gemeten gegevens (debieten, temperaturen en wellicht ook stijghoogte-gegevens). Dit zal het ontwerp en de werking van toekomstige WKO-systemen sterk ten goede kunnen komen.

Bijlage 1 Eigenschappen putten

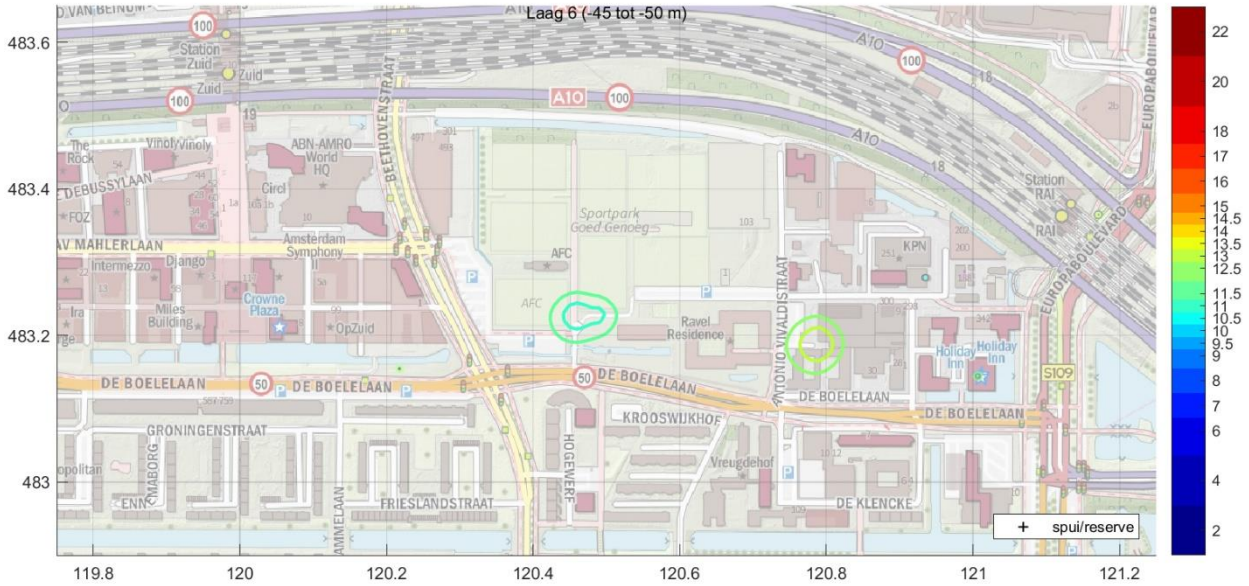
gebouw	X	Y	type	type	m3/bron	m3/bron	bkf	okf	T	eff	dh zomer
	m	m	bron	temp	per uur	per jaar	m	m	oC	%	m
ABN-AMRO BANK GUSTAV MAHLERLAAN 10	120006	483456	DOUBLET	WARM 1	100	291500	80	170	16	76	2,99
ABN-AMRO BANK GUSTAV MAHLERLAAN 10	120001	483446	DOUBLET	WARM 2	100	291500	80	170	16	82	3,06
ABN-AMRO BANK GUSTAV MAHLERLAAN 10	119981	483445	SPUIBRON								
ABN-AMRO BANK GUSTAV MAHLERLAAN 10	120210	483368	DOUBLET	KOUD 1	175	308500	80	170	8	76	-2,68
ABN-AMRO BANK GUSTAV MAHLERLAAN 10	120190	483328	DOUBLET	KOUD 2	175	308500	80	170	8	83	-2,66
ZUIDERHOF I EN II JACHTHAVENWEG 111	118675	483324	DOUBLET	KOUD 2	215	213500	70	120	9	75	-4,26
ZUIDERHOF I EN II JACHTHAVENWEG 111	118698	483202	DOUBLET	WARM 4	215	213500	70	120	15	78	5,47
ZUIDERHOF I EN II JACHTHAVENWEG 111	118739	483075	DOUBLET	KOUD 1	215	213500	70	120	9	71	-4,94
ZUIDERHOF I EN II JACHTHAVENWEG 111	118740	483209	DOUBLET	WARM 3	215	213500	70	120	15	76	5,59
FORUM FRED ROESKESTRAAT 98	118955	483829	DOUBLET	WARM	95	135000	81	141	15	67	1,71
FORUM FRED ROESKESTRAAT 98	119019	483926	DOUBLET	KOUD	95	135000	70	130	9	70	-1,23
MAHLER IV G. MAHLERLAAN	119689	483340	DOUBLET	KOUD 1	150	290000	85	165	9	85	-3,40
MAHLER IV G. MAHLERLAAN	119689	483352	DOUBLET	KOUD 2	150	290000	85	165	9	85	-3,60
MAHLER IV G. MAHLERLAAN	119689	483366	DOUBLET	KOUD 3	150	290000	85	165	9	84	-3,64
MAHLER IV G. MAHLERLAAN	119689	483389	DOUBLET	KOUD 4	150	290000	85	165	9	79	-3,22
MAHLER IV G. MAHLERLAAN	119686	483377	DOUBLET	KOUD 5	150	290000	85	165	9	81	-3,56
MAHLER IV G. MAHLERLAAN	119933	483336	DOUBLET	WARM 1	150	290000	85	165	15	85	3,22
MAHLER IV G. MAHLERLAAN	119949	483336	DOUBLET	WARM 2	150	290000	85	165	15	86	3,54
MAHLER IV G. MAHLERLAAN	119964	483336	DOUBLET	WARM 3	150	290000	85	165	15	87	3,65
MAHLER IV G. MAHLERLAAN	119979	483336	DOUBLET	WARM 4	150	290000	85	165	15	83	3,58
MAHLER IV G. MAHLERLAAN	119994	483336	DOUBLET	WARM 5	150	290000	85	165	15	76	3,28
OZW DE BOELELAAN	119258	483085	DOUBLET	WARM	110	300000	95	175	15	80	4,18
OZW DE BOELELAAN	119471	483111	DOUBLET	KOUD	110	300000	95	175	9	69	-1,23
VIVALDI KAVEL 11 DRENTESTRAAT	120756	483458	DOUBLET	WARM	140	335000	92	130	15	72	2,39
VIVALDI KAVEL 11 DRENTESTRAAT	120747	483350	DOUBLET	KOUD	140	488000	92	130	9	71	-3,40
ING (ING HOUSE) AMSTELVEENSEWEG 500	118651	483386	DOUBLET	KOUD	110	125000	85	128	9	71	-1,89
ING (ING HOUSE) AMSTELVEENSEWEG 500	118818	483406	DOUBLET	WARM	110	125000	85	126	15	72	3,13
STADSKANTOOR ZUIDER-AMSTEL 29.09.2020	121372	483674	MONOBRON	KOUD	50	111000	145	170	9	63	-1,29
STADSKANTOOR ZUIDER-AMSTEL 29.09.2020	121372	483674	MONOBRON	WARM	50	111000	90	115	15	63	1,24
SYMPHONY, GERSHWIN PLAZA GUSTAV MAHLERLAAN	119975	483270	DOUBLET	WARM 2B	135	258750	83	155	15	82	2,91
SYMPHONY, GERSHWIN PLAZA GUSTAV MAHLERLAAN	119975	483250	DOUBLET	WARM 2A	135	258750	83	155	15	83	2,68
SYMPHONY, GERSHWIN PLAZA GUSTAV MAHLERLAAN	120238	483296	DOUBLET	KOUD 2A	135	258750	82	161	9	86	-2,94
SYMPHONY, GERSHWIN PLAZA GUSTAV MAHLERLAAN	120245	483283	DOUBLET	KOUD 2B	135	258750	82	161	9	87	-2,98
RAI B.V. EUROPAPLEIN 2-22	120918	483910	MONOBRON	KOUD	37	83333	152	162	9	60	-1,37
RAI B.V. EUROPAPLEIN 2-22	120918	483910	MONOBRON	WARM	37	83333	81	130	15	59	0,44
RAI B.V. EUROPAPLEIN 2-22	121124	483940	MONOBRON	WARM	37	83333	72	130	15	62	0,43
RAI B.V. EUROPAPLEIN 2-22	121124	483940	MONOBRON	KOUD	37	83333	159	169	9	63	-1,35
RAI B.V. EUROPAPLEIN 2-22	121168	483763	MONOBRON	KOUD	37	83333	157	167	9	62	-1,35
RAI B.V. EUROPAPLEIN 2-22	121168	483763	MONOBRON	WARM	37	83333	71	131	15	61	0,31
ROC KAVEL A KOP ZUIDAS EUROPABOULEVARD	121297	483593	MONOBRON	KOUD	50	110000	145	160	9	58	-1,81
ROC KAVEL A KOP ZUIDAS EUROPABOULEVARD	121297	483593	MONOBRON	WARM	50	110000	100	115	15	58	1,52
ST. NICOLAASLYCEUM HOEK BEETHOVENSTRAAT/PRINSEN IRENESTRAAT	120323	483827	MONOBRON	KOUD	40	165000	129	146	9	69	-2,00
ST. NICOLAASLYCEUM HOEK BEETHOVENSTRAAT/PRINSEN IRENESTRAAT	120323	483827	SPRINKLER	20M			25	52			

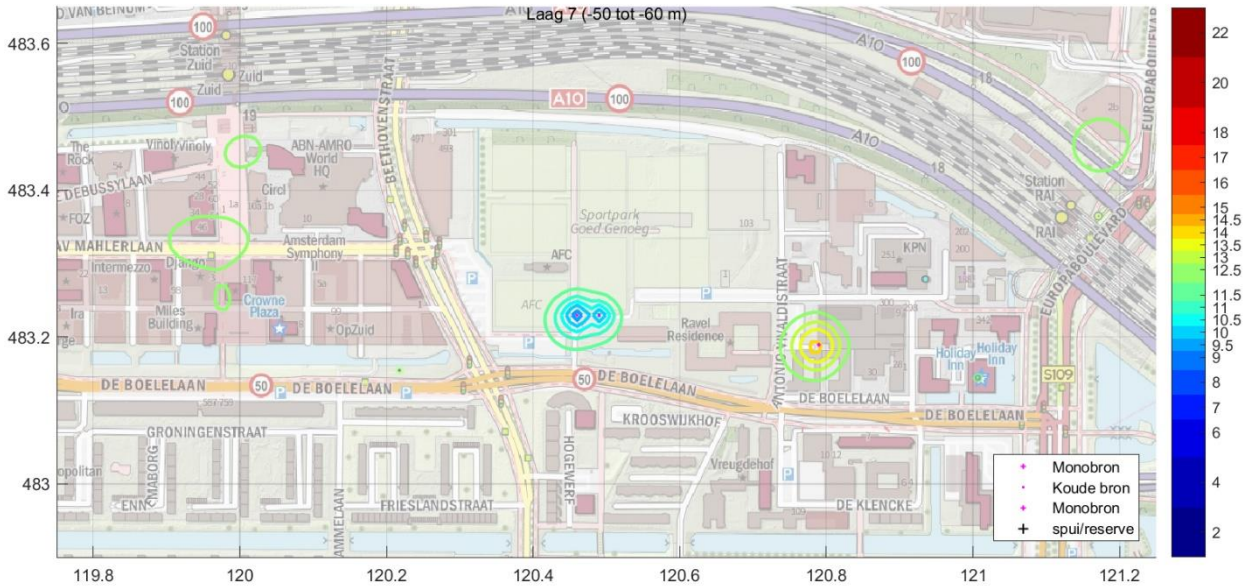
ST. NICOLAASLYCEUM HOEK BEETHOVENSTRAAT/PRINSEN IRENESTRAAT	120323	483827	MONOBRON	WARM	40	165000	60	95	17	72	0,84
WTC WORLD TRADE CENTRE TE STRAWINSKYLAAN 1	119884	483747	DOUBLET	WARM	191	350000	100	160	17	85	5,10
WTC WORLD TRADE CENTRE TE STRAWINSKYLAAN 1	119982	483761	SPUIBRON		191		73	165			
WTC WORLD TRADE CENTRE TE STRAWINSKYLAAN 1	120193	483755	RESERVEBRON								
WTC WORLD TRADE CENTRE TE STRAWINSKYLAAN 1	120193	483755	DOUBLET	KOUD	191	350000	105	160	8	86	-4,72
DELOITTE	119146	483361	DOUBLET	KOUDE	160	411600	80	150	9	65	-0,39
DELOITTE	119218	483408	DOUBLET	WARM	160	411600	80	150	15	79	3,45
KANTOOR BOELELAAN 30 TE	120876	483139	MONOBRON	KOUD	35	65000	147	157	9	58	-1,52
KANTOOR BOELELAAN 30 TE	120876	483139	MONOBRON	WARM	35	85000	105	120	15	62	0,66
RAI EUROPAPLEIN 22 1078 GZ	121045	484099	MONOBRON	KOUD	55	150000	150	164	9	60	-1,92
RAI EUROPAPLEIN 22 1078 GZ	121045	484099	MONOBRON	WARM	55	150000	105	125	15	60	0,99
KOP ZUIDAS MOTELONE TE	121276	483504	MONOBRON	WARM	60	241200	90	110	15	58	3,35
KOP ZUIDAS MOTELONE TE	121276	483504	MONOBRON	KOUD	60	241200	140	160	9	58	-2,56
CENTRAL SOUTH LOCATELLIKADE 1	119564	484062	MONOBRON	KOUD	45	100000	154	164	9	68	-1,54
CENTRAL SOUTH LOCATELLIKADE 1	119564	484062	MONOBRON	WARM	45	100000	50	60	15	69	4,28
GERSHWIN ,KAVEL 16 BUITENVELDERTSELAAN GUSTAV MAHLERLAAN	119691	483194	DOUBLET	WARM	57	138250	80	110	15	68	1,13
GERSHWIN ,KAVEL 16 BUITENVELDERTSELAAN GUSTAV MAHLERLAAN	119704	483306	DOUBLET	KOUD	57	138250	80	110	9	78	-3,56
GERSHWIN KAVEL 2A BEETHOVENSTRAAT LEO SMITKADE	120089	483157	DOUBLET	WARM	112	130000	80	160	15	75	1,36
GERSHWIN KAVEL 2A BEETHOVENSTRAAT LEO SMITKADE	120261	483251	DOUBLET	KOUD	112	130000	80	160	9	86	-2,75
GERSHWIN KAVEL 1A BEETHOVENSTRAAT LEO SMITSTRAAT	120118	483157	DOUBLET	WARM	63	72500	80	160	15	62	0,77
GERSHWIN KAVEL 1A BEETHOVENSTRAAT LEO SMITSTRAAT	120284	483206	DOUBLET	KOUD	63	72500	80	160	9	75	-1,84
HOEK PR. IRENESTRAAT/BEETHOVENSTRAAT	120250	483700	DOUBLET	KOUD 2	175	300000	110	170	8	81	-4,26
HOEK PR. IRENESTRAAT/BEETHOVENSTRAAT	120258	483681	DOUBLET	KOUD 1	175	300000	110	170	8	81	-4,05
HOEK PR. IRENESTRAAT/BEETHOVENSTRAAT	120481	483696	DOUBLET	WARM 1	175	300000	110	170	16	83	2,14
HOEK PR. IRENESTRAAT/BEETHOVENSTRAAT	120495	483697	DOUBLET	WARM 2	175	300000	110	170	16	75	2,17
Stadionplein 1429	118970	484065	MONOBRON	Warm	25	70750	140	145	17	57	1,60
Stadionplein 1429	118970	484065	MONOBRON	Koud	25	70750	106	114	8	54	-0,57
Atrium	119766	483659	DOUBLET	WARM 1	60	150000	100	160	17	83	2,96
Atrium	119800	483661	DOUBLET	WARM 2	60	150000	100	160	17	84	3,40
Atrium	119799	483691	DOUBLET	WARM 3	60	150000	100	160	17	80	3,54
Atrium	119663	483827	DOUBLET	KOUD 1	125	100000	100	160	8	90	-2,96
Atrium	119664	483812	DOUBLET	KOUD 2	125	100000	100	160	8	84	-2,77
Atrium	119665	483797	DOUBLET	KOUD 3	125	100000	100	160	8	73	-2,42
Nhow Amsterdam RAI hotel	121184	483470	MONOBRON	WARM 1	50	195500	90	110	17	62	2,85
Nhow Amsterdam RAI hotel	121184	483470	MONOBRON	KOUD 1	50	195500	140	160	7	61	-2,22
Nhow Amsterdam RAI hotel	121192	483471	MONOBRON	WARM 2	50	195500	90	110	17	55	2,87
Nhow Amsterdam RAI hotel	121192	483471	MONOBRON	KOUD 2	50	195500	140	160	7	55	-2,23
VU campus	119220	483124	DOUBLET	WARM	250	550000	100	160	17	75	6,06
VU campus	119444	483047	DOUBLET	KOUD	250	550000	100	160	7	81	-2,92
Rechtbank	119517	483677	DOUBLET	WARM 1	115	187500	80	130	17	62	3,10
Rechtbank	119517	483662	DOUBLET	WARM 2	115	187500	80	130	17	75	3,08
Rechtbank	119621	483739	DOUBLET	KOUD 1	115	187500	80	130	7	76	-2,65
Rechtbank	119606	483738	DOUBLET	KOUD 2	115	187500	80	130	7	77	-2,62
NPL	120008	483816	DOUBLET	WARM	65	97500	120	150	17	64	1,86
NPL	120163	483823	DOUBLET	KOUD	65	60000	120	150	8	80	-3,30
CRI	119807	483747	DOUBLET	WARM	220	350000	100	160	15	87	4,35
CRI	119660	483845	DOUBLET	KOUD	220	350000	100	160	7	75	-3,64
Suitsupply,1	121285	483460	MONOBRON	Koud	70	100000	140	160	8	61	-2,75
Suitsupply,1	121285	483460	MONOBRON	Warm	70	100000	90	110	16	61	3,65
Suitsupply,2	121287	483490	MONOBRON	Koud	70	100000	140	160	8	53	-2,90
Suitsupply,2	121287	483490	MONOBRON	Warm	70	100000	90	110	16	53	3,87
WTC D toren	119888	483689	DOUBLET	WARM	250	480000	100	160	17	85	5,29

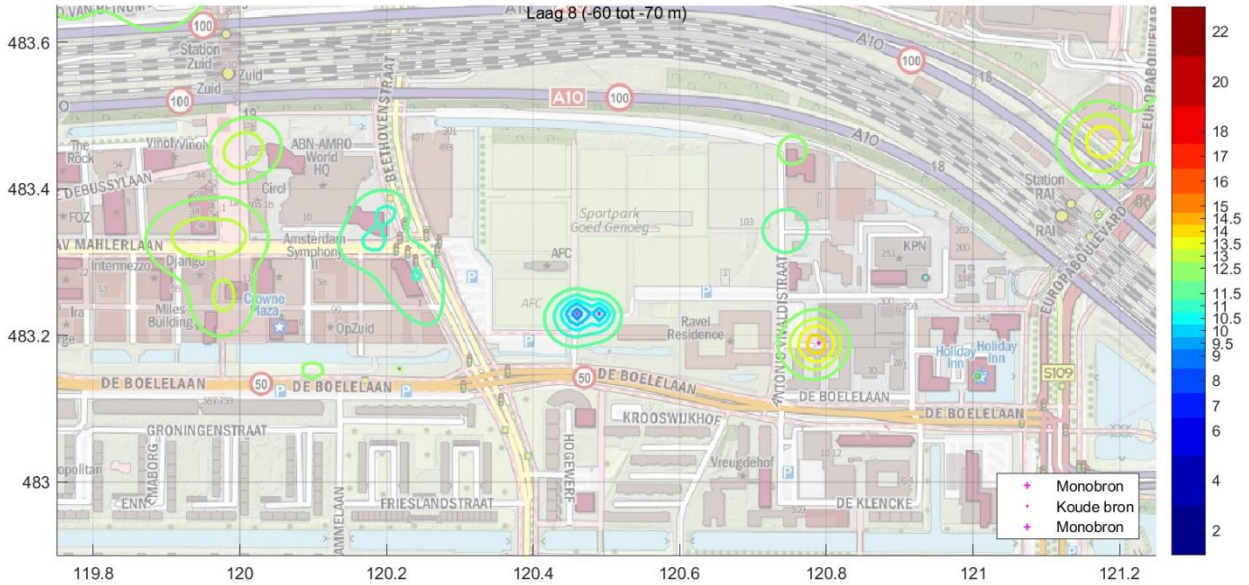
WTC D toren	120204	483708	DOUBLET	KOUD	250	480000	100	160	7	84	-5,03
Tripolis	118850	483711	DOUBLET	Warm	260	570000	100	140	15	75	4,88
Tripolis	118745	483615	DOUBLET	Koud	260	570000	100	140	8	74	-4,17
PNH1636.	118549	483867	MONOBRON	WARM 1	50	71500	100	112	16	55	2,03
PNH1636.	118549	483867	MONOBRON	KOUD 1	50	71500	138	150	9	55	-1,29
PNH1636.	118555	483843	MONOBRON	WARM 2	50	71500	82	105	16	64	2,40
PNH1636.	118555	483843	MONOBRON	KOUD 2	50	71500	136	150	9	60	-1,27
PNH1610	118800	484235	MONOBRON	KOUD 1	120	120125	130	145	9	63	-4,02
PNH1610	118800	484235	MONOBRON	WARM 1	120	120125	75	90	15	68	12,37
PNH1610	118780	484230	MONOBRON	KOUD 2	120	120125	130	145	9	71	-4,02
PNH1610	118780	484230	MONOBRON	WARM 2	120	120125	75	90	15	71	12,39
PNH1709	118836	483797	MONOBRON	Koud	25	77500	152	164	9	63	-0,42
PNH1709	118836	483797	MONOBRON	Warm	25	77500	100	112	14	63	1,33
PNH1905	121376	483360	MONOBRON	Warm	120	85000	100	115	15	52	4,34
PNH1905	121376	483360	MONOBRON	Koud	120	85000	145	160	7	64	-4,47
PNH1905	121355	483388	MONOBRON	Warm	120	85000	100	115	15	50	4,18
PNH1905	121355	483388	MONOBRON	Koud	120	85000	145	160	7	61	-4,32
PNH1909	121388	483489	MONOBRON	Warm	35	50000	100	110	15	52	2,21
PNH1909	121388	483489	MONOBRON	Koud	35	50000	140	150	8	54	-2,34
VUmc/PNH1930.	119172	482953	DOUBLET	Warm 1	250	433333	120	165	15	80	7,21
VUmc/PNH1930.	119271	482918	DOUBLET	Warm 2	250	433333	120	165	15	77	7,96
VUmc/PNH1930.	119170	482862	DOUBLET	Warm 3	250	433333	120	165	15	71	7,31
VUmc/PNH1930.	118955	482968	DOUBLET	Koud 1	250	433333	120	165	7	78	-4,39
VUmc/PNH1930.	118955	482944	DOUBLET	Koud 2	250	433333	120	165	7	82	-4,43
VUmc/PNH1930.	118955	482859	DOUBLET	Koud 3	250	433333	120	165	7	60	-4,92
Extra Toren Parnas	119496	483681	DOUBLET	WARM	155	285500	100	150	15	83	2,82
Extra Toren Parnas	119402	483784	DOUBLET	KOUD	65	285500	100	150	9	73	-1,96
Breevast	119824	483821	DOUBLET	WARM	70	114000	100	160	17	67	2,79
Breevast	119680	483843	DOUBLET	KOUD	134	114000	100	160	8	74	-2,69
Strawinskyhuis	120007	483828	DOUBLET	WARM	35	57000	100	160	17	58	1,26
Strawinskyhuis	120188	483847	DOUBLET	KOUD	70	57000	100	160	8	59	-2,41
WTC uitbreiding 1	119890	483760	DOUBLET	WARM	250	480000	100	160	17	81	5,35
WTC uitbreiding 1	120140	483770	DOUBLET	KOUD	250	480000	100	160	7	83	-4,81
WTC uitbreiding 2	119887	483713	DOUBLET	WARM	250	480000	100	160	17	84	5,57
WTC uitbreiding 2	120168	483771	DOUBLET	KOUD	250	480000	100	160	7	83	-5,26
Derden, 1	119260	483412	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	59	3,21
Derden, 1	119346	483391	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	70	-1,48
Derden, 2	119259	483371	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	66	3,35
Derden, 2	119356	483391	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	59	-1,50
Derden, 3/4	119258	483382	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	65	3,46
Derden, 3/4	119331	483343	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	60	-1,29
Derden, 5	119462	483427	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	55	2,11
Derden, 5	119550	483413	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	76	-2,86
Derden, 6/8	119449	483372	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	78	2,69
Derden, 6/8	119568	483403	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	71	-2,99
Derden, 7	119457	483381	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	63	2,68
Derden, 7	119537	483431	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	66	-2,44
Derden, 9	119443	483392	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	76	2,66
Derden, 9	119558	483345	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	67	-2,77
Derden, 12/13	119450	483214	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	79	2,52
Derden, 12/13	119346	483300	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	67	-1,53
Derden, 14	119466	483301	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	61	2,19
Derden, 14	119385	483267	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	53	-1,30
Derden, 15	119470	483231	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	78	2,93
Derden, 15	119590	483236	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	72	-3,28
Derden, 16	119480	483255	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	63	2,80
Derden, 16	119557	483300	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	64	-2,71
Derden, 17/18	119494	483239	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	58	2,48
Derden, 17/18	119573	483228	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	71	-3,01
Derden, 19	119473	483244	DOUBLET	WARM	125	78500	100	160	17	80	3,06
Derden, 19	119585	483257	DOUBLET	KOUD	150	78500	100	160	8	71	-3,22
VU	119133	483181	DOUBLET	WARM	250	375000	100	160	14	82	5,98
VU	119310	483241	DOUBLET	KOUD	250	375000	100	160	10	74	-2,62
VU	119146	483181	DOUBLET	WARM	250	375000	100	160	14	77	6,07
VU	119323	483241	DOUBLET	KOUD	250	375000	100	160	10	82	-2,74
Vu, 1	119216	482977	DOUBLET	WARM	250	300000	100	160	14	89	7,55
Vu, 1	119498	482980	DOUBLET	KOUD	250	300000	100	160	10	90	-4,24
Vu, 2	119246	482977	DOUBLET	WARM	250	300000	100	160	14	81	7,77
Vu, 2	119528	482980	DOUBLET	KOUD	250	300000	100	160	10	87	-4,92
Vu, 3	119276	482977	DOUBLET	WARM	250	300000	100	160	14	57	7,41
Vu, 3	119558	482980	DOUBLET	KOUD	250	300000	100	160	10	84	-5,25
Vu, 4	119284	482947	DOUBLET	WARM	250	300000	100	160	14	78	7,51
Vu, 4	119584	482979	DOUBLET	KOUD	250	300000	100	160	10	82	-5,26
Vu, 5	119284	482917	DOUBLET	WARM	250	300000	100	160	14	93	7,35

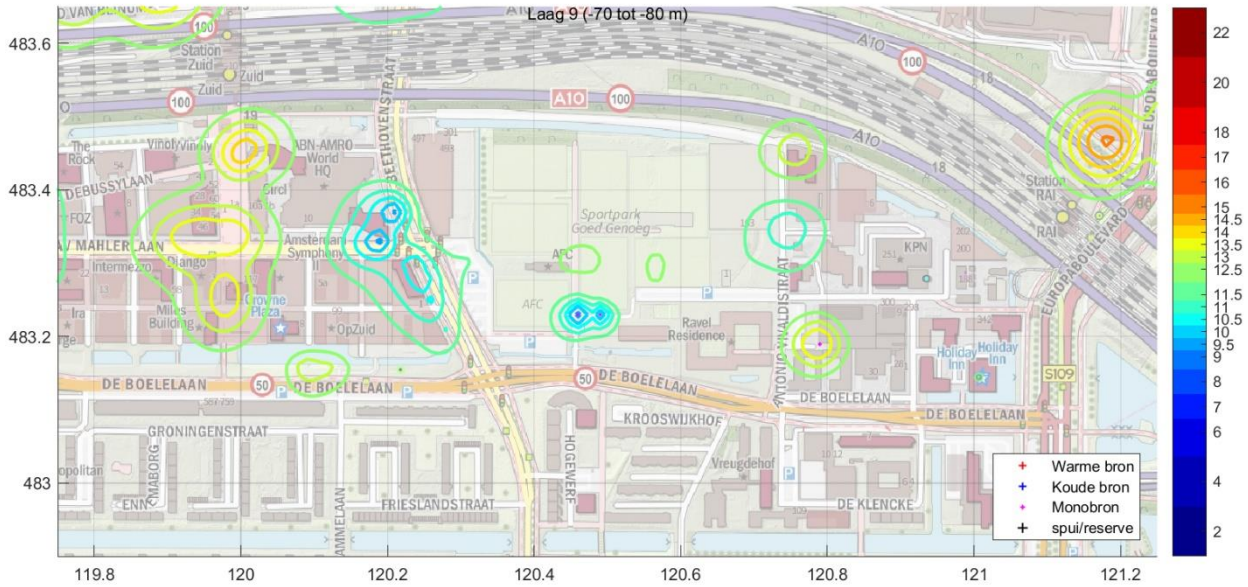
Vu, 5	119612	482979	DOUBLET	KOUD	250	300000	100	160	10	76	-4,88
VUmc W1	118974	483310	DOUBLET	WARM	250	375000	100	160	14	74	4,06
VUmc K1	118954	483195	DOUBLET	KOUD	250	375000	100	160	10	68	-2,33
VUmc W2	119172	483120	DOUBLET	WARM	250	600000	100	160	14	95	6,25
VUmc K2	118915	483115	DOUBLET	KOUD	250	600000	100	160	10	81	-3,94
VUmc W3	119172	483040	DOUBLET	WARM	250	600000	100	160	14	88	6,49
VUmc K3	118910	483090	DOUBLET	KOUD	250	600000	100	160	10	86	-4,22
VUmc W6	119170	482860	DOUBLET	WARM	250	600000	100	160	14	100	6,90
VUmc K6	118955	482860	DOUBLET	KOUD	250	600000	100	160	10	128	-4,61
K13	120870	483360	DOUBLET	Koud	200	142500	100	160	9	64	-2,66
K13	120959	483364	DOUBLET	Warm	130	142500	100	160	15	68	1,94
Breevast	120787	483188	MONOBRON	Koud	90	55000	100	130	9	60	-3,45
Breevast	120787	483188	MONOBRON	Warm	90	55000	50	80	15	64	8,36
A	120486	483230	MONOBRON	KOUD	25	20000	50	80	9	55	-2,29
A	120486	483230	MONOBRON	WARM	15	20000	100	130	15	69	0,97
B	120465	483230	MONOBRON	KOUD	40	39000	50	80	9	62	-3,16
B	120465	483230	MONOBRON	WARM	25	39000	100	130	15	73	1,09
C	120352	483200	DOUBLET	KOUD	70	60000	100	150	9	59	-1,77
C	120469	483193	DOUBLET	WARM	35	60000	100	150	15	78	1,03
D	120289	483258	DOUBLET	KOUD	90	80000	100	150	9	75	-2,88
D	120462	483310	DOUBLET	WARM	50	80000	100	150	15	77	1,45
E	120309	483311	DOUBLET	KOUD	150	133000	100	150	9	73	-3,52
E	120483	483310	DOUBLET	WARM	80	133000	100	150	15	73	2,25
F	120330	483311	DOUBLET	KOUD	60	51000	100	150	9	62	-2,34
F	120496	483269	DOUBLET	WARM	35	51000	100	150	15	72	1,19
G	120689	483309	DOUBLET	KOUD	90	70000	100	150	9	75	-2,00
G	120572	483275	DOUBLET	WARM	45	70000	100	150	15	68	1,38
H	120675	483267	DOUBLET	KOUD	150	126000	100	150	9	76	-2,73
H	120574	483310	DOUBLET	WARM	75	126000	100	150	15	67	2,05
I	120681	483217	DOUBLET	KOUD	65	51000	100	150	9	69	-1,70
I	120492	483193	DOUBLET	WARM	30	51000	100	150	15	70	1,06
J	120648	483196	DOUBLET	KOUD	80	60000	100	150	9	75	-1,65
J	120550	483217	DOUBLET	WARM	40	60000	100	150	15	65	1,14
G,2	121443	483452	MONOBRON	Koud	60	50000	140	160	9	57	-2,22
G,2	121443	483452	MONOBRON	Warm	60	50000	90	110	15	59	2,88
K,1	121380	483320	MONOBRON	Koud	60	50000	140	160	9	71	-2,61
K,1	121380	483320	MONOBRON	Warm	60	50000	90	110	15	68	3,40
K,2	121405	483326	MONOBRON	Koud	60	50000	140	160	9	66	-2,62
K,2	121405	483326	MONOBRON	Warm	60	50000	90	110	15	64	3,43
L,1	121413	483384	MONOBRON	Koud	60	50000	140	160	9	58	-2,55
L,1	121413	483384	MONOBRON	Warm	60	50000	90	110	15	59	3,33
L,2	121499	483375	MONOBRON	Koud	60	50000	140	160	9	57	-2,20
L,2	121499	483375	MONOBRON	Warm	60	50000	90	110	15	59	2,85
L,3	121462	483323	MONOBRON	Koud	60	50000	140	160	9	61	-2,29
L,3	121462	483323	MONOBRON	Warm	60	50000	90	110	15	62	2,97
Ijsbaanpad	118674	483860	DOUBLET	Warm	115	92500	80	140	15	63	1,90
Ijsbaanpad	118762	483888	DOUBLET	Koud	110	92500	100	160	9	67	-1,20
Ijsbaanpad	118890	483894	DOUBLET	Warm	115	92500	80	140	15	67	2,06
Ijsbaanpad	118784	483859	DOUBLET	Koud	110	92500	100	160	9	67	-1,18
Sporthallen zuid	118609	483630	DOUBLET	Warm	140	121500	100	160	15	63	2,43
Sporthallen zuid	118702	483639	DOUBLET	Koud	140	121500	100	160	9	74	-1,55
Sporthallen zuid	118618	483586	DOUBLET	Warm	140	121500	100	160	15	59	2,36
Sporthallen zuid	118703	483606	DOUBLET	Koud	140	121500	100	160	9	80	-1,58
Woonbuurt	118606	483691	DOUBLET	Warm	160	115000	80	130	15	67	3,55
Woonbuurt	118741	483785	DOUBLET	Koud	160	115000	130	170	9	72	-2,40
Fr. Ottenstadion	118559	483587	DOUBLET	Warm	180	230000	100	160	15	79	2,92
Fr. Ottenstadion	118403	483620	DOUBLET	Koud	190	230000	100	160	9	73	-1,91
Infinity	118818	483377	DOUBLET	Warm	75	80000	100	160	15	73	2,31
Infinity	118658	483359	DOUBLET	Koud	90	80000	100	160	9	73	-0,98
Waterleidingterrein	118811	483255	DOUBLET	Warm	210	177500	100	160	15	78	3,47
Waterleidingterrein	118858	483075	DOUBLET	Koud	210	177500	100	160	9	83	-3,95
Waterleidingterrein	118811	483296	DOUBLET	Warm	210	177500	100	160	15	74	3,65
Waterleidingterrein	118858	483100	DOUBLET	Koud	210	177500	100	160	9	74	-3,79
Meerparc	118756	482955	DOUBLET	Warm	150	109000	120	180	15	71	1,82
Meerparc	118858	483015	DOUBLET	Koud	135	109000	80	140	9	76	-3,56
Meerparc	118756	482970	DOUBLET	Warm	150	109000	120	180	15	62	1,78
Meerparc	118858	482970	DOUBLET	Koud	135	109000	80	140	9	78	-3,33

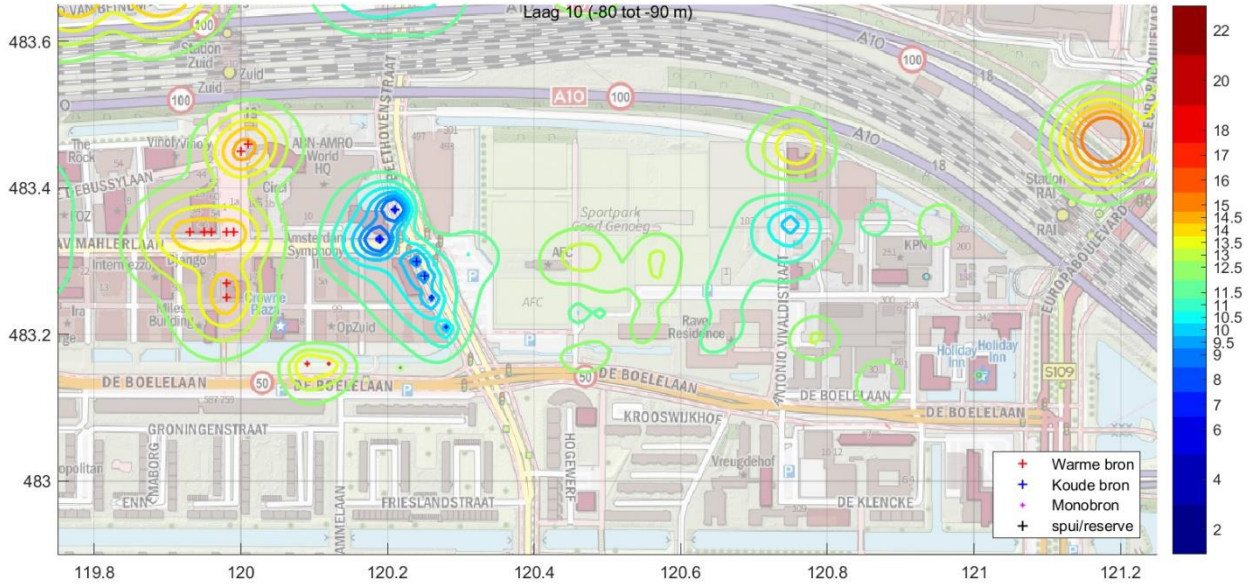
Bijlage 2 Opwarming/afkoeling per laag

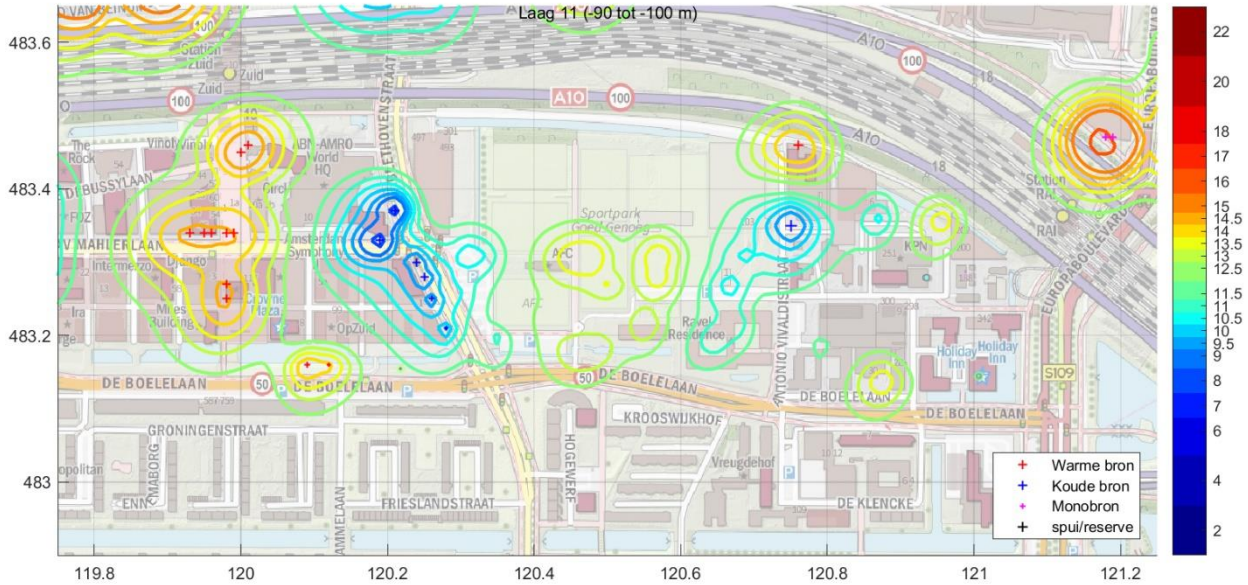


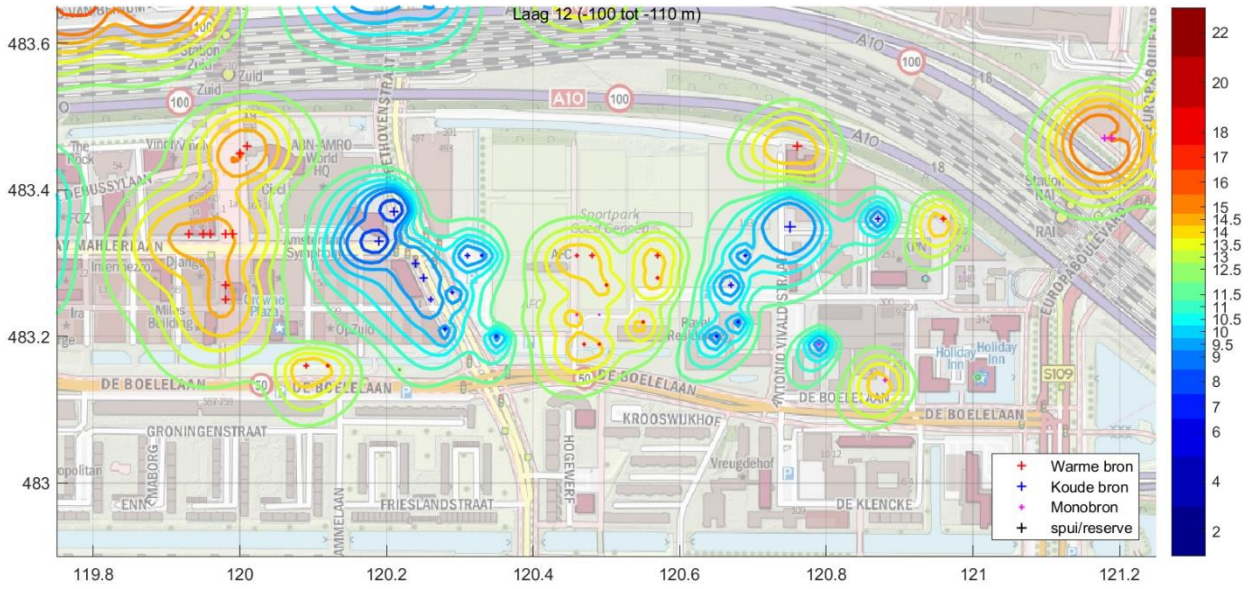


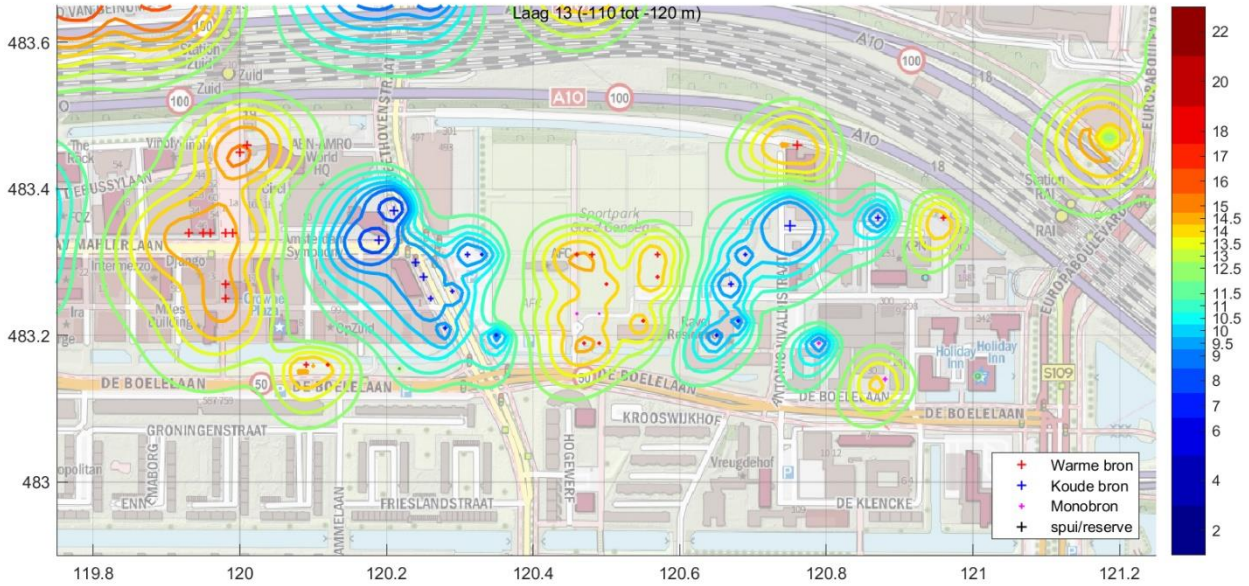


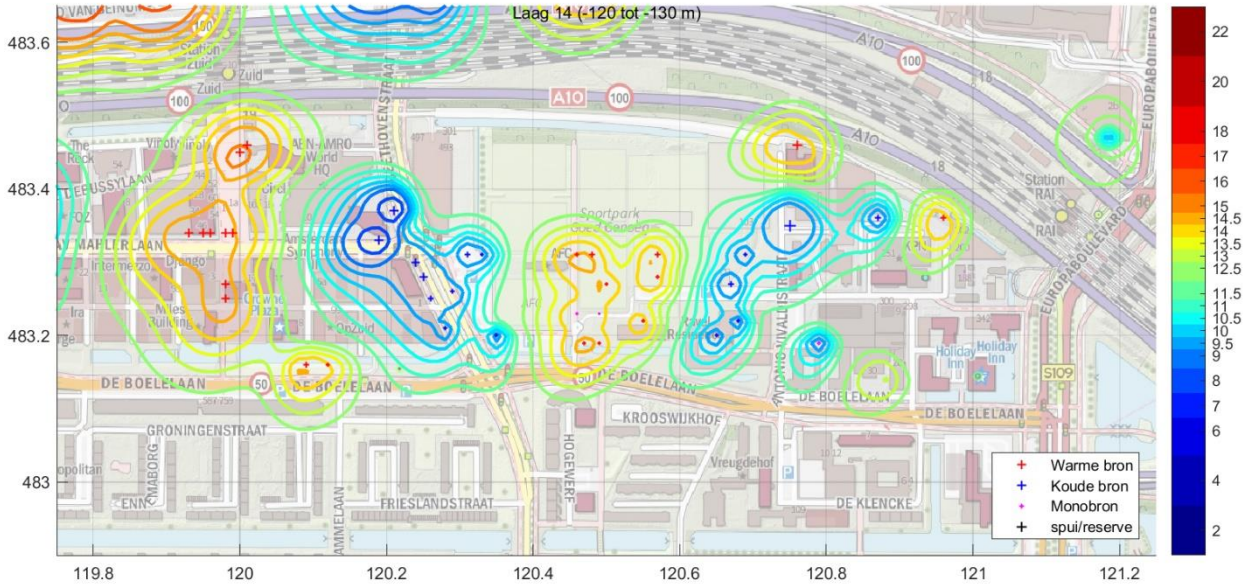

Laag 9 (-70 tot -80 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2
Warme bron
Koude bron
Monobron
spui/reserve
DE BOELELAAN
GRONINGENSTRAAT
FRIESLANDSTRAAT
KROOSWIJKHOF
DE KLENCKE
HOGEWERF
ANTONIO VIVALDISTRAAT
BEETHOVENSTRAAT
EUROPABOULEVARD
A10
Sportpark Goed Genoeg
Ravel Residence
Vreugdehof
ABN-AMRO World HQ
Amsterdam Symphony
Crowne Plaza
Holiday Inn
KPN
Station RAI
Station Zuid
DEBUSSYLAAN
V. MAHLERLAAN

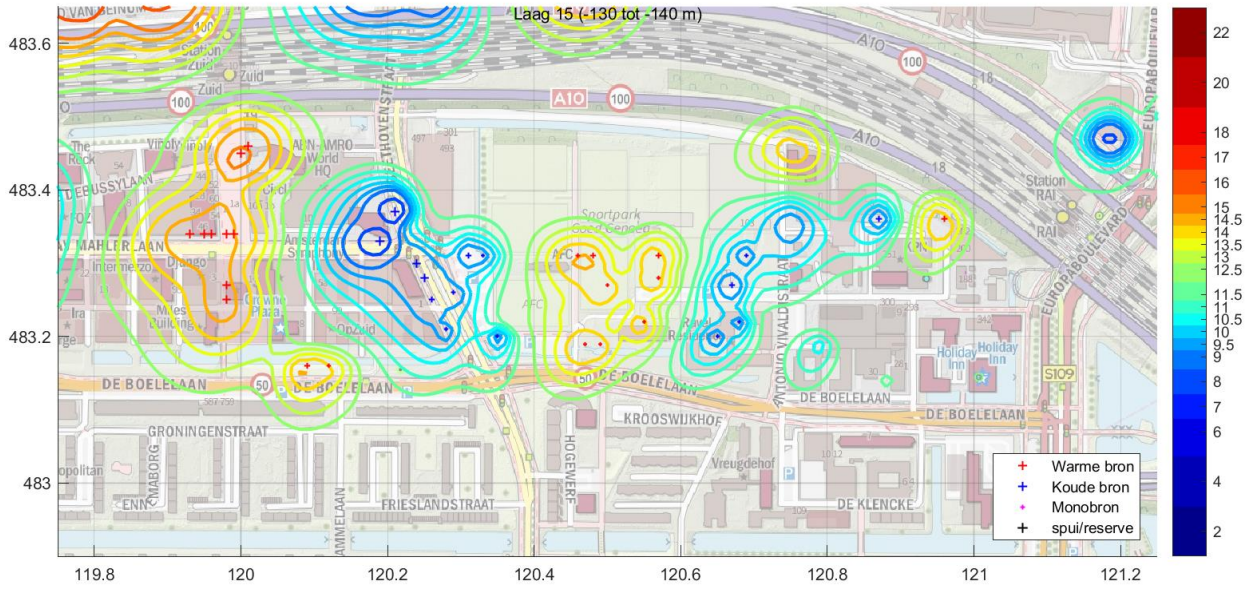

Laag 10 (-80 tot -90 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2
Warme bron
Koude bron
Monobron
spui/reserve
DE BOELELAAN
GRONINGENSTRAAT
FRIESLANDSTRAAT
KROOSWIJKHOF
DE KLENCKE
HOGEWERF
ANTONIO VIVALDISTRAAT
BEETHOVENSTRAAT
EUROPABOULEVARD
A10
Sportpark Goed Genoeg
Ravel Residence
Vreugdehof
ABN-AMRO World HQ
Amsterdam Symphony
Crowne Plaza
Holiday Inn
KPN
Station RAI
Station Zuid
DEBUSSYLAAN
V. MAHLERLAAN

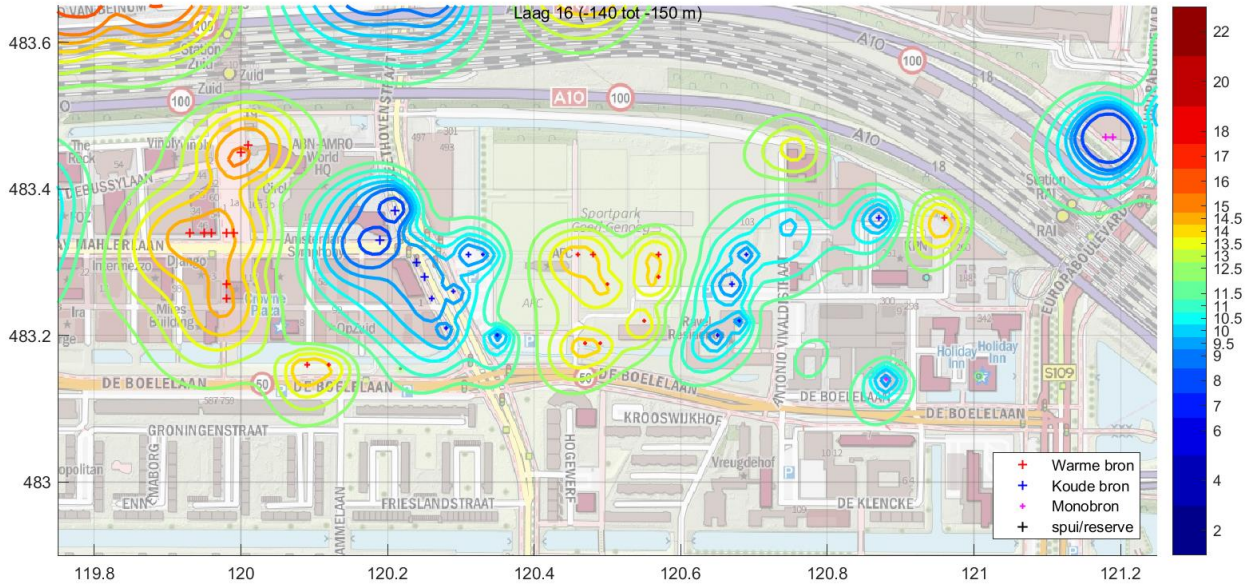

Laag 11 (-90 tot -100 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2
Warme bron
Koude bron
Monobron
spui/reserve
DE BOELELAAN
GRONINGENSTRAAT
FRIESLANDSTRAAT
KROOSWIJKHOF
DE KLENCKE
HOGEWERF
ANTONIO VIVALDISTRAAT
BEETHOVENSTRAAT
EUROPABOULEVARD
A10
Sportpark Goed Genoeg
Ravel Residence
Vreugdehof
ABN-AMRO World HQ
Amsterdam Symphony
Crowne Plaza
Holiday Inn
KPN
Station RAI
Station Zuid
DEBUSSYLAAN
V. MAHLERLAAN

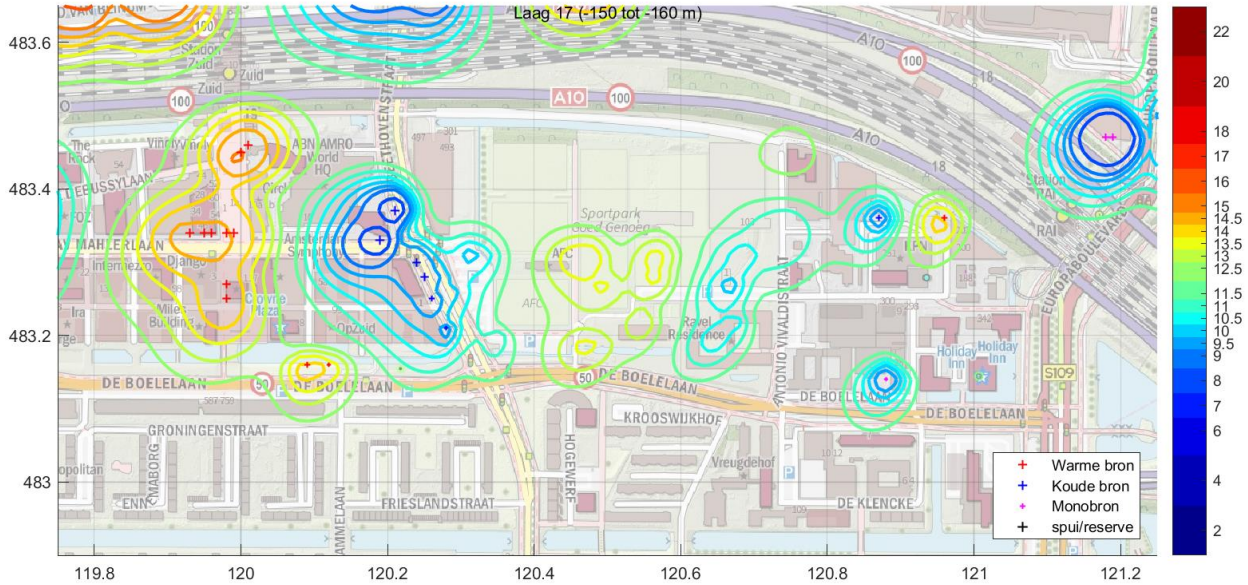

Laag 12 (-100 tot -110 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
Warme bron
Koude bron
Monobron
spui/reserve
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2

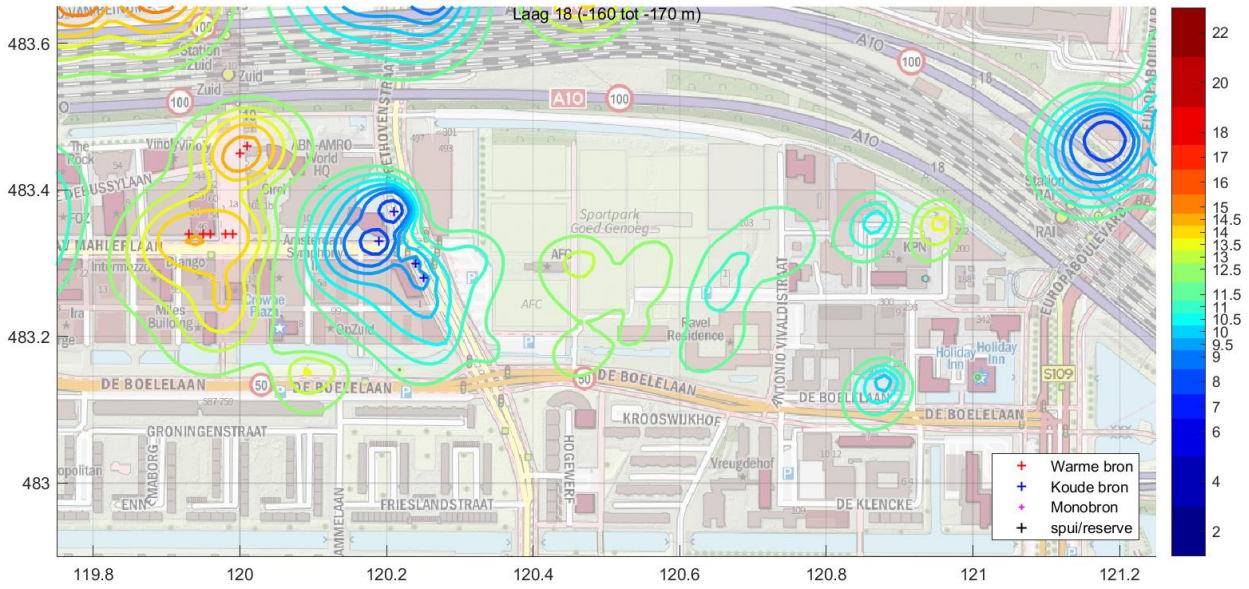

Laag 13 (-110 tot -120 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
Warme bron
Koude bron
Monobron
spui/reserve
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2

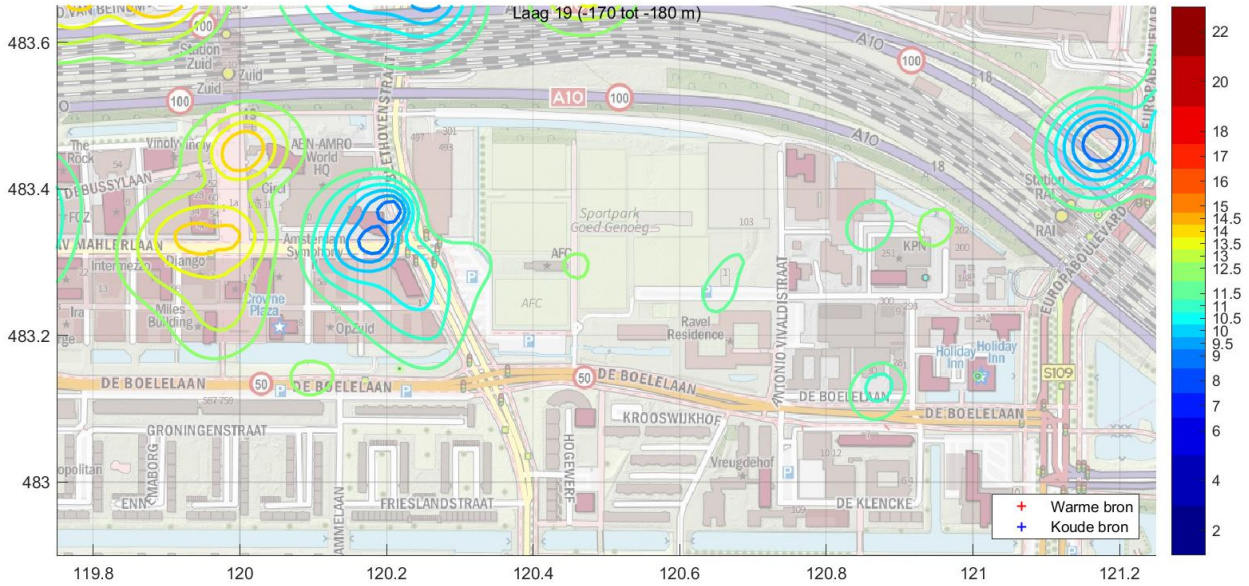

Laag 14 (-120 tot -130 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
Warme bron
Koude bron
Monobron
spui/reserve
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2

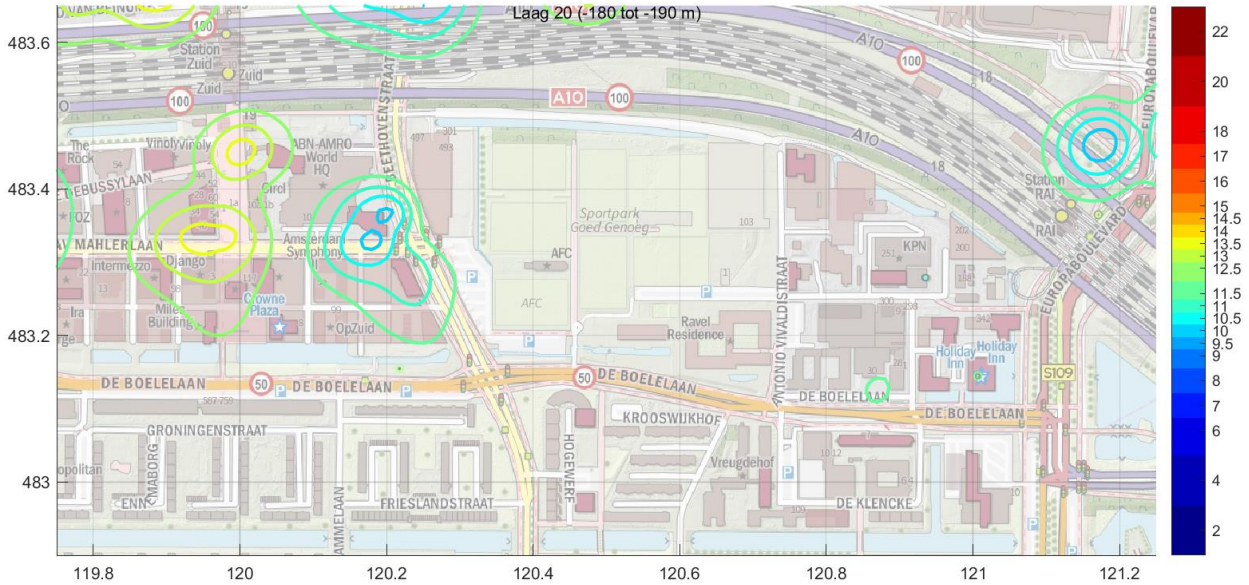

Laag 15 (-130 tot -140 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2
Warme bron
Koude bron
Monobron
spui/reserve
A10
DE BOELELAAN
GRONINGENSTRAAT
FRIESLANDSTRAAT
KROOSWIJKHOF
DE KLENCKE
HOGEWERF
ANTONIO VIVALDISTRAAT
EUROPABOULEVARD
Sportpark Goed Genoeg
Vreugdehof
Holiday Inn
Station RAI
RAI
S109

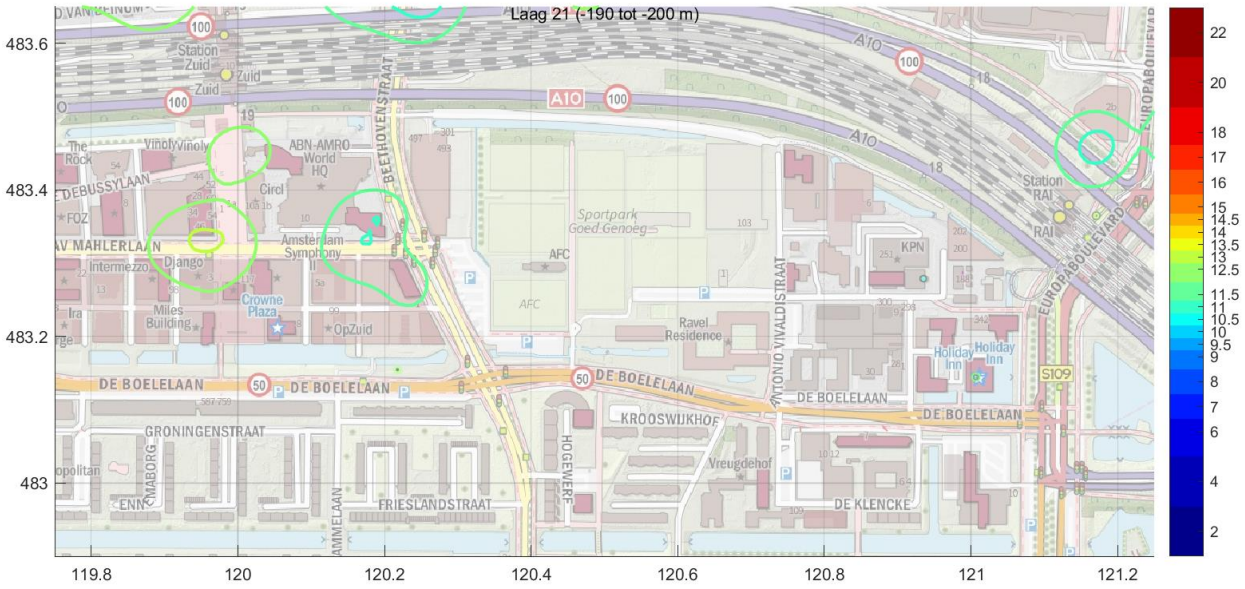

Laag 16 (-140 tot -150 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2
Warme bron
Koude bron
Monobron
spui/reserve
A10
DE BOELELAAN
GRONINGENSTRAAT
FRIESLANDSTRAAT
KROOSWIJKHOF
DE KLENCKE
HOGEWERF
ANTONIO VIVALDISTRAAT
EUROPABOULEVARD
Sportpark Goed Genoeg
Vreugdehof
Holiday Inn
Station RAI
RAI
S109

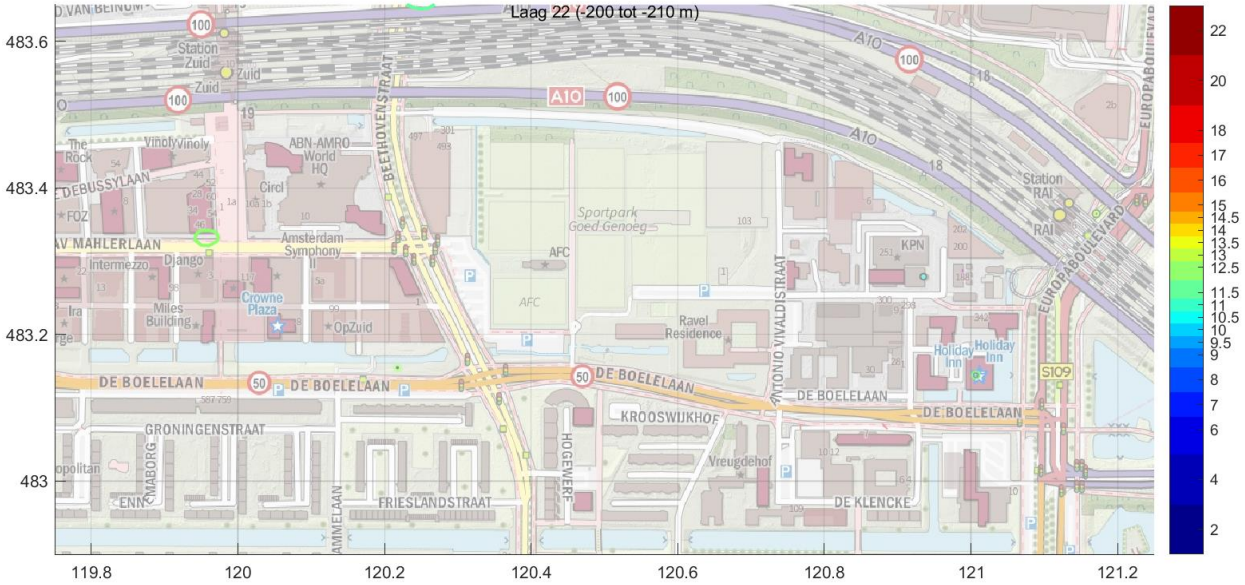

Laag 17 (-150 tot -160 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2
Warme bron
Koude bron
Monobron
spui/reserve
A10
DE BOELELAAN
GRONINGENSTRAAT
FRIESLANDSTRAAT
KROOSWIJKHOF
DE KLENCKE
HOGEWERF
ANTONIO VIVALDISTRAAT
EUROPABOULEVARD
Sportpark Goed Genoeg
Vreugdehof
Holiday Inn
Station RAI
RAI
S109

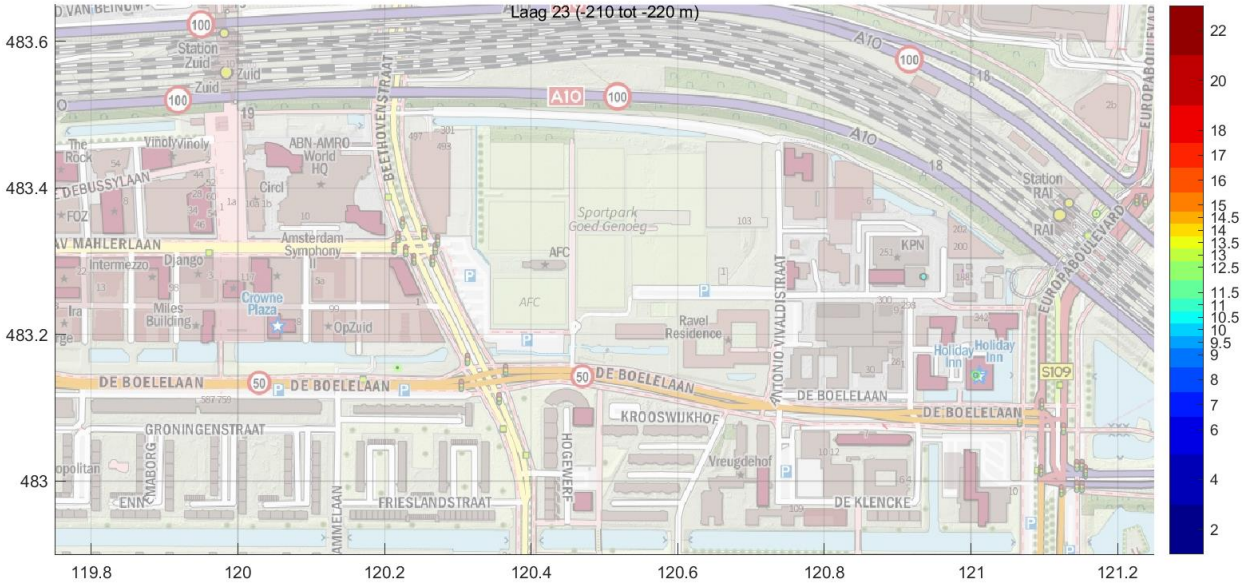

Laag 18 (-160 tot -170 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
Warme bron
Koude bron
Monobron
spui/reserve
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2

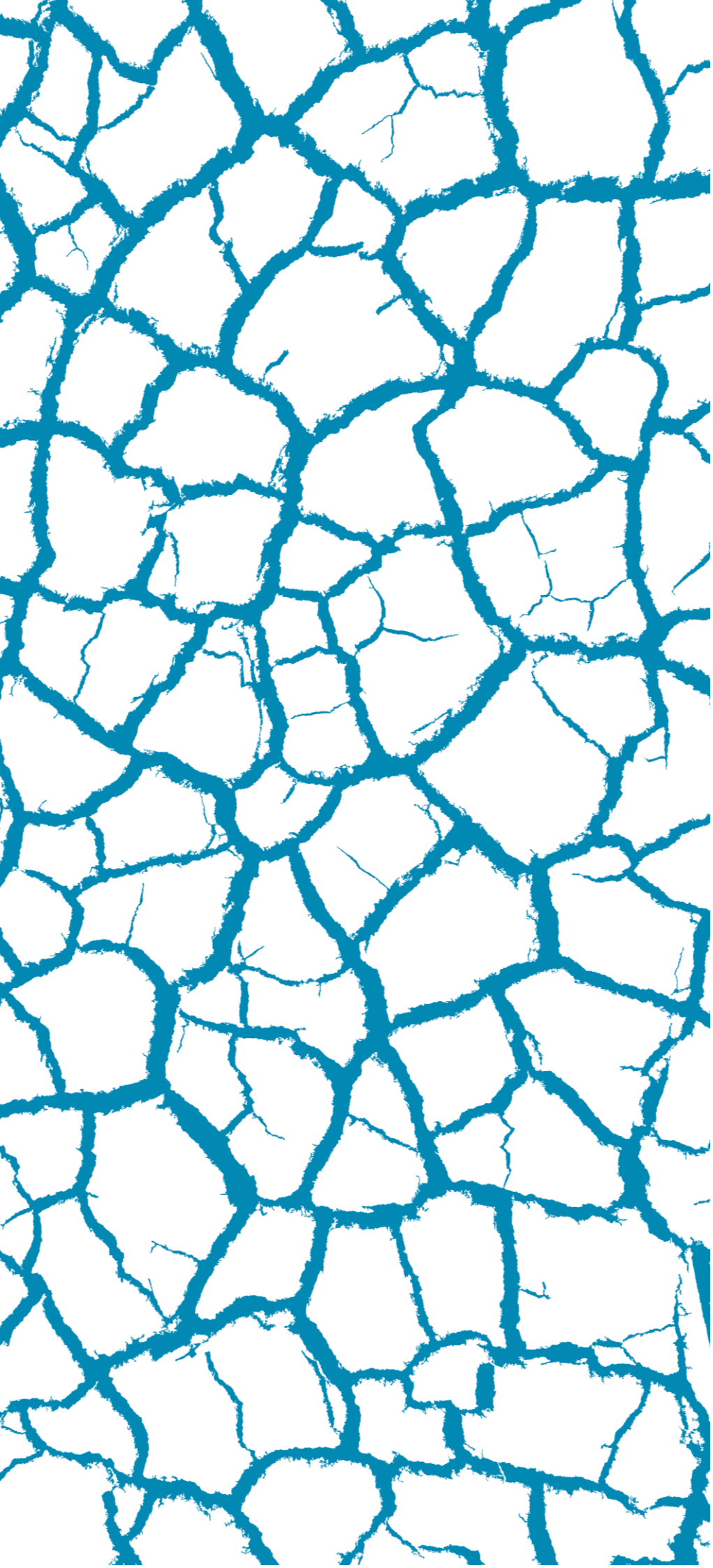

Laag 19 (-170 tot -180 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
Warme bron
Koude bron
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2


Laag 20 (-180 tot -190 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2


Laag 21 (-190 tot -200 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2
A10
DE BOELELAAN
GRONINGENSTRAAT
FRIESLANDSTRAAT
KROOSWIJKHOF
DE KLENCKE
BEETHOVENSTRAAT
ANTONIO VIVALDISTRAAT
HOGEWERF
AMMELAAN
EUROPABOULEVARD
Station Zuid
Station RAI
ABN-AMRO World HQ
Amsterdam Symphony
Crowne Plaza
Holiday Inn
Ravel Residence
Sportpark Goed Genoeg
KPN
AFC
Vreugdehof
Miles Building
OpZuid
Cirel
Intermezzo
Django
DEBUSSYLAAN
AV MAHLERLAAN
S109


Laag 22 (-200 tot -210 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2
A10
DE BOELELAAN
GRONINGENSTRAAT
FRIESLANDSTRAAT
KROOSWIJKHOF
DE KLENCKE
BEETHOVENSTRAAT
ANTONIO VIVALDISTRAAT
HOGEWERF
AMMELAAN
EUROPABOULEVARD
Station Zuid
Station RAI
ABN-AMRO World HQ
Amsterdam Symphony
Crowne Plaza
Holiday Inn
Ravel Residence
Sportpark Goed Genoeg
KPN
AFC
Vreugdehof
Miles Building
OpZuid
Cirel
Intermezzo
Django
DEBUSSYLAAN
AV MAHLERLAAN
S109


Laag 23 (-210 tot -220 m)
483.6
483.4
483.2
483
119.8
120
120.2
120.4
120.6
120.8
121
121.2
22
20
18
17
16
15
14.5
14
13.5
13
12.5
11.5
11
10.5
10
9.5
9
8
7
6
4
2
A10
DE BOELELAAN
GRONINGENSTRAAT
FRIESLANDSTRAAT
KROOSWIJKHOF
DE KLENCKE
BEETHOVENSTRAAT
ANTONIO VIVALDISTRAAT
HOGEWERF
AMMELAAN
EUROPABOULEVARD
Station Zuid
Station RAI
ABN-AMRO World HQ
Amsterdam Symphony
Crowne Plaza
Holiday Inn
Ravel Residence
Sportpark Goed Genoeg
KPN
AFC
Vreugdehof
Miles Building
OpZuid
Cirel
Intermezzo
Django
DEBUSSYLAAN
AV MAHLERLAAN
S109



Korte Weistraat 12

2871 BP Schoonhoven

Tel: (0182) 387138

www.artesia-water.nl