

Saneringsplan
Derde van Hezewijkstraat
23-25 te Nijmegen

Rapport, versie 3

Opdrachtgever: Gemeente Nijmegen

creating with the power of nature

OPDRACHTGEVER: Gemeente Nijmegen
PROJECTTITEL: Saneringsplan Derde van Hezewijkstraat
23-25 te Nijmegen
PROJECTCODE: 20165173/11693
DOCUMENTTYPE: Rapport, versie 3
PUBLICATIEDATUM: 10 juli 2018
PROJECTLEIDER: Ing. J. Buist
AUTEUR(S): Ing. J. Buist
COLLEGIALE TOETS: A. Roosma

Bioclear earth b.v.*Postadres:*

Postbus 2262; 9704 CG Groningen

Bezoekadres:

Rozenburglaan 13C; 9727 DL Groningen

Telefoon: 050 571 84 55

Email: info@bioclearearth.nl

Website: www.bioclearearth.nl



Bioclear earth is gecertificeerd conform
NEN-ISO 9001:2008.



Bioclear earth werkt met het INK kwaliteitssysteem
(Instituut Nederlandse Kwaliteit), een
managementmodel, dat is afgeleid van het
Europese EFQM Excellence model.



Bioclear earth beschikt over de procescertificaten
BRL SIKB 2000, BRL SIKB 6000 en de
onderliggende protocollen 2002 en 6002.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie,
microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande
toestemming van Bioclear earth.

© Bioclear earth b.v.

Bioclear earth adviseert bedrijven, overheden en dienstverlenende
organisaties op het terrein van de milieutechnologie.

Op opdrachten aan Bioclear earth zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan Bioclear earth, zoals
gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel te Groningen.

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1	Inleiding	1
	1.1 Aanleiding	2
	1.2 Doel	2
Hoofdstuk 2	Locatiegegevens en verontreinigingssituatie	3
	2.1 Locatiegegevens	4
	2.2 Verontreinigingssituatie en bodemopbouw	4
Hoofdstuk 3	Saneringsaanpak	7
	3.1 Saneringsdoelstelling	8
	3.2 Opzet monitoring	8
	3.3 Frequentie	9
	3.4 Meetnet eerste vijf jaar	9
	3.5 Terugvalscenario	10
Hoofdstuk 4	Kwaliteitsborging	11
	4.1 Milieukundige begeleiding	12
	4.2 Bijplaatsing peilbuizen en chemische analyses	12
	4.3 Rapportage aan bevoegd gezag	12
Hoofdstuk 5	Kosten	13
	5.1 Kosten eerste vijf jaar	14
	5.2 Kosten na de eerste vijf jaar	14
Bijlage 1	Tekening	
Bijlage 2	Rapportage modellering	



Hoofdstuk 1

Inleiding

1.1 Aanleiding

In opdracht van de gemeente Nijmegen¹ heeft Bioclear earth een saneringsplan opgesteld voor een verontreiniging met chroom en chroom VI ter plaatse van de Derde van Hezewijkstraat 23-25 te Nijmegen.

Als gevolg van bedrijfsactiviteiten van een galvaniseerbedrijf in de periode 1934-1988 is de bodem verontreinigd geraakt met chroom VI. Het betreft een verontreinigd bodemvolume van ruim 500.000 m³. De bron van de grondwaterverontreiniging is een uitspoelende chroomverontreiniging in de vaste bodem (circa 3.000 m³ bodemvolume).

Op basis van voorgaande bodemonderzoeken is door de gemeente Nijmegen vastgesteld dat er sprake is van een geval van ernstige bodemverontreiniging en dat een spoedige sanering noodzakelijk is vanwege verspreidingsrisico. Dit is verwoord in beschikking 09.0011699, 8 juli 2009.

In een saneringsonderzoek van Grontmij² zijn de volgende varianten vergeleken:

- Gestimuleerde vastlegging.
- Geohydrologische beheersing.
- Monitoring met fall back bij ontoelaatbare verspreiding.

In samenspraak met de gemeente Nijmegen is gekozen voor monitoring van de verontreiniging om de verspreidingsrisico's te beheersen.

Het saneringsplan beschrijft hoe de verontreiniging wordt gemonitord en hoe daarmee de verspreidingsrisico's worden beheerst. De invulling van de monitoring is gebaseerd op recent uitgevoerd afperkend grondwateronderzoek³ en modellering⁴.

1.2 Doel

Het doel van het saneringsplan is:

- instemming verkrijgen van bevoegd gezag wet bodembescherming (gemeente Nijmegen) voor de voorgenomen monitoring;
- het concreet beschrijven van de uit te voeren monitoringswerkzaamheden;
- het geven van een toetsingskader voor de monitoring.

Doel van de monitoring is het pluimgedrag te volgen en tijdig te signaleren of mogelijk kwetsbare objecten worden bedreigd. Wanneer dat zich voordoet worden maatregelen genomen om ongewenste situaties op te heffen (zie hoofdstuk 3).

¹ E-mail 31 januari 2017.

² Bodemonderzoek Derde van Hezewijkstraat 23-25 te Nijmegen, Grontmij, GM-0163982, revisie D1, 29 juni 2015.

³ Resultaten afperking Derde van Hezewijkstraat te Nijmegen, Bioclear earth, 20165173/11250, 16 juni 2017.

⁴ Modellering locatie Derde van Hezewijkstraat 23-25 te Nijmegen, Bioclear earth, 20165173/11324, 21 augustus 2017.

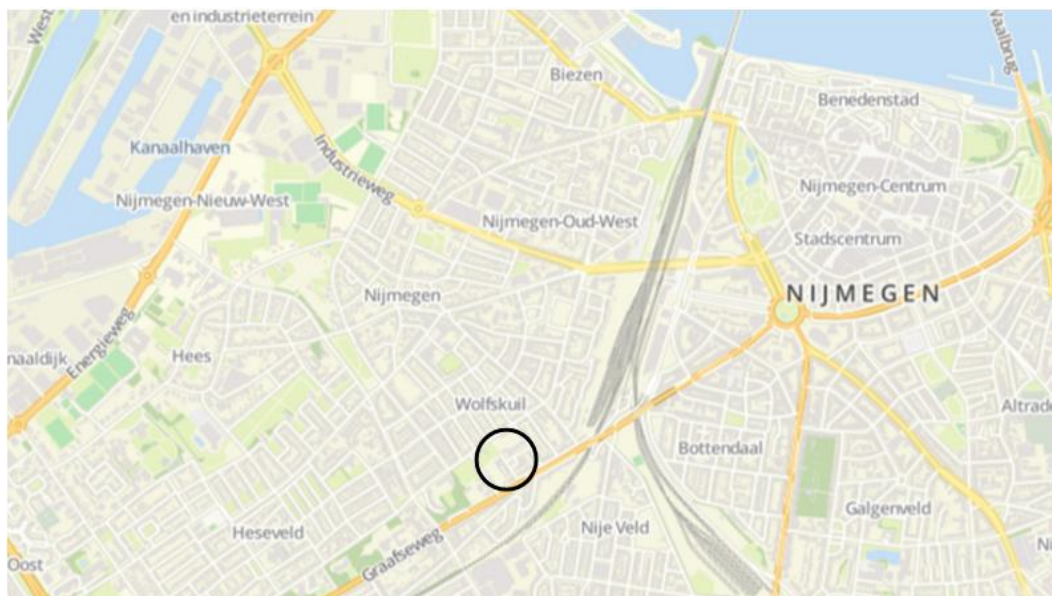


Hoofdstuk 2

Locatiegegevens en
verontreinigingssituatie

2.1 Locatiegegevens

De locatie is centraal gelegen in Nijmegen. Zie afbeelding 1.



Afbeelding 1. Ligging locatie

De omgeving heeft in hoofdzaak een woonbestemming, met plaatselijk kleinschalige bedrijvigheid, een school en openbaar groen.

Kadastraal staat de locatie geregistreerd als gemeente Neerbosch, sectie I, nummer 889. Dit betreft de bronlocatie. Het gebied waar de grondwaterpluim in de ondergrond aanwezig is beslaat een groot aantal percelen die niet separaat in dit saneringsplan zijn genoemd.

2.2 Verontreinigingssituatie en bodemopbouw

Het verontreinigd bodemvolume betreft ruim 500.000 m³. De oorspronkelijke bron van de grondwaterverontreiniging is een uitgespoelde chroomverontreiniging in de vaste bodem (circa 3.000 m³ bodemvolume). De grondwaterverontreiniging is aanwezig tot maximaal 40 meter beneden maaiveld. Op 30 meter diepte bevinden zich de hoogste concentraties chroom VI (3.000 tot 3.500 µg/l aan chroom VI⁵). Ondiep (vanaf 15 tot 20 m-mv ter plaatse van de bronzone) zijn de concentraties chroom in de loop van de jaren afgenomen, waardoor mag worden verwacht dat de bron grotendeels is uitgedoofd.

In het verleden is de verontreiniging deels onder invloed van drinkwateronttrekking Nieuwe Marktstraat richting het noorden verplaatst. De pluim richting het noorden is maximaal 275 meter lang. De maximale omvang van de interventiewaardecontour is weergegeven op afbeelding 2, afkomstig uit het onderzoek van juni 2017.

⁵ Bodemonderzoek Derde van Hezewijkstraat 23-25 te Nijmegen, Grontmij, GM-0163982, revisie D1, 29 juni 2015.



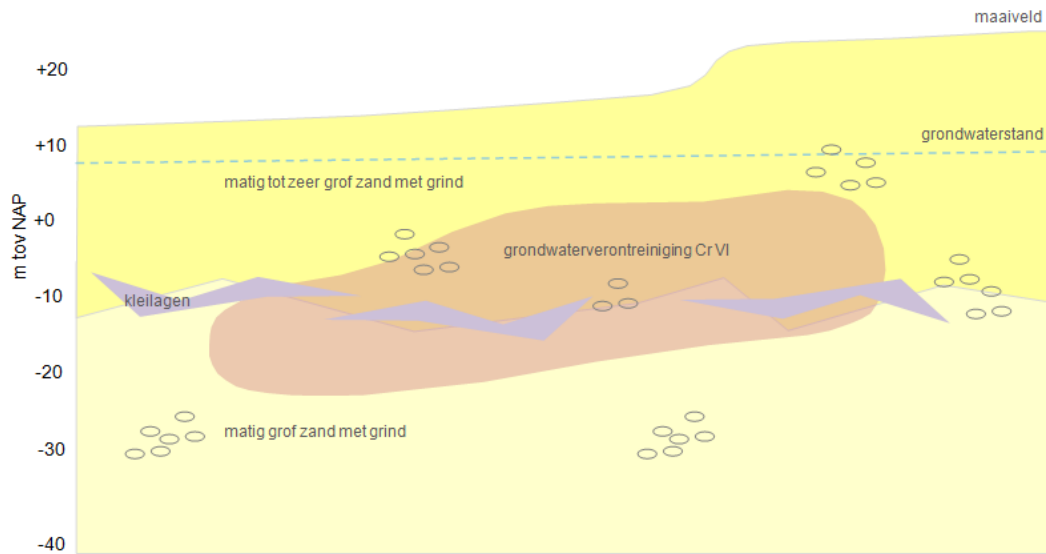
Afbeelding 2. Maximale interventiewaardecontour en maaiveldhoogten (+25 tot +15 m tov NAP)

De drinkwateronttrekking is recent opgeheven. Hierdoor zal de verontreiniging zich meer westelijk gaan verplaatsen, zo blijkt uit de uitgevoerde modellering van augustus 2017 (zie bijlage 2).

Het maaiveld in de directe omgeving van de verontreiniging kent een sterk verloop in noordwestelijke richting, van +25 m tov NAP bij de bronlocatie naar + 15 m tov NAP ruim 100 meter naar het noordwesten.

De bodem bestaat uit zand, zowel fijn als grof, met klei en of leemlagen die niet aaneengesloten zijn. Er komen geregeld grindige lagen voor. Door stuwingen uit het verleden is een eenduidige gelaagdheid niet nauwkeurig te geven. Vanwege de discontinuïteit van de leem- en kleilagen, het sterk afwisselende grove en fijne zand en de grindlagen wordt het pakket als nagenoeg één identiek watervoerend pakket gezien.

De verontreiniging is aanwezig in de bodemlaag van +5 tot -20 m tov NAP. Verspreiding vindt in eerste 10 jaar op deze diepte plaats. Zie ter illustratie afbeelding 3 op de volgende pagina.



Afbeelding 3. Schematisatie grondwaterverontreiniging

Na verloop van tijd gaat de opgeloste chroom (VI) met de grondwaterstroming mee zich ook dieper verplaatsen. De modelprognoses geven aan dat in de periode van 30 tot 100 jaar dit tot een diepte van -50 tot -70 m tov NAP plaatsvindt. Hier worden dan chroomconcentraties aangetroffen van 5 $\mu\text{g/l}$. Concentraties groter dan de interventiewaarde voor chroom (30 $\mu\text{g/l}$) bereiken een diepte van maximaal 60 m-NAP, aldus de (worst case) modelprognose voor 100 jaar.



Hoofdstuk 3

Saneringsaanpak

3.1 Saneringsdoelstelling

De chroom en chroom VI verontreiniging betreffen een verontreiniging met een grotendeels uitgedoofde bron. De restverontreiniging verspreidt zich en er zijn in de huidige situatie geen kwetsbare objecten die worden bedreigd. Het saneringsresultaat is een verspreidende restverontreiniging (beheersbaar en acceptabel in gegeven situatie) in afwezigheid van kwetsbare objecten. Kwetsbare objecten zijn niet aanwezig. Bij ontstaan van onaanvaardbare risico's worden maatregelen genomen om de op dat moment ontstane risico's beheersbaar te maken (zie paragraaf 3.5).

3.2 Opzet monitoring gedurende de eerste 5 jaar

Sinds enkele jaren is de geohydrologische situatie in Nijmegen gewijzigd doordat winningen zijn gestaakt. Om de monitoring in te kunnen vullen is inzicht nodig in de actuele grondwaterstromingssituatie en het verspreidingsgedrag van de chroomverontreiniging. Om dit inzicht te krijgen is een modellering uitgevoerd (zie bijlage 2 van dit saneringsplan). Uit de modellering blijkt dat binnen 100 jaar geen kwetsbare objecten worden bedreigd.

De monitoring is opgezet om de modellering te toetsen op basis van stijghoogtemetingen en de concentraties chroom in de gemodelleerde stroombanen. Waar nodig wordt het model geactualiseerd.

Op tekening 1 in de bijlagen is aangegeven wat de verplaatsing van de verontreiniging is na 20 en 100 jaar, uitgaande van het scenario uit de modelsimulatie met de grootste verspreiding. De weergegeven verspreiding is gebaseerd op het gebied waar de concentraties groter zijn dan 30 µg/l (de interventiewaarde van chroom (Cr)). De diepte van de peilbuizen is afgestemd op de diepte van de verontreiniging op de betreffende afstanden van de bron.

Idealiter staan de peilbuizen in het gebied dat de aankomende tijd gaat worden bereikt door de verontreiniging. In de eerste meetronden zouden de concentraties chroom VI laag moeten zijn en in de loop van de tijd licht oplopen. Bij het aantreffen van verhoogde waarden chroom VI tijdens de eerste meetronde kan een verspreiding/verplaatsing minder goed worden gevolgd, omdat het front van de verontreiniging de peilbuis op dat moment al is gepasseerd.

Vanwege bovengeschetste situatie en vanwege het controlerende karakter van de monitoring wordt niet in één maal een compleet meetnet geplaatst, maar wordt bijplaatsing ingevuld op basis van de resultaten van de monitoring of zelfs op basis van resultaten van een extra vooraf ter oriëntatie geplaatste peilbuis. Omdat uit de modelvoorspellingen blijkt dat de verontreiniging met name westelijk zal verplaatsen is op voorhand wel duidelijk dat ten westen van de verontreiniging bijplaatsing noodzakelijk is.

In vijf jaar tijd kan de interventiewaardecontour zich 7,5 - 17,5 meter verplaatsen. Om in de eerste vijf jaar een eventuele wijziging in het verspreidingsgedrag te kunnen constateren worden daarom in het eerste jaar peilbuizen bijgeplaatst op circa 10 meter afstand van de huidige maximale interventiewaardecontour, in de gemodelleerde stromingsrichting.

3.3 Frequentie

De monitoring vindt gedurende vijf jaar jaarlijks plaats. Na deze vijf jaar wordt een monitoringsplan voor de lange termijn opgesteld. Afhankelijk van het verloop in de eerste vijf jaar, wordt hierin een passende frequentie gekozen.

3.4 Meetnet eerste vijf jaar

In tabel 1 is aangegeven welke peilbuizen de eerste vijf jaar worden gebruikt. Het betreft een selectie van alle beschikbare peilbuizen. De positie van de peilbuizen is weergegeven op tekening 1. Van deze peilbuizen wordt de stijghoogte gemeten en worden grondwatermonsters geanalyseerd op chroom (Cr) en chroom VI. Alle beschikbare peilbuizen staan op tekening 2.

Tabel 1. Meetnet eerste vijf jaar

Zone /doel	Peilbuis	Filterdiepte (m-mv)	Filterdiepte (m tov NAP)
Bron / controle uitdoven vanuit bron	104.17	17	+7,16
	104.31	31	-6,85
Pluimas / controle verandering noordelijke naar westelijke stroming	203	18	-2,05
	301	26	-10,03
	302	30	-14,09
Aanvankelijke I-contour / controle beperkte verticale verspreiding	701-1	40	-24,23
	701-2	50	-34,25
Noordgrens / bevestiging uitblijven noordelijke verspreiding	304	15	-1,39
	702-1	8	+5,63
	702-2	17	-3,38
	702-3	21,5	-7,89
	702-4	30	-16,40
	702-5	37,5	-23,92
	702-6	50	-36,44
Grens I-contour; ondiep / bevestigen afwezigheid humane risico's, diep: oriëntatie I-contour	703-1	10	+5
	703-2	28	-13
Westelijke verspreiding / toetsing modelvoorspellingen (704 en 705 nieuw te plaatsen)	201	18	-1,88
	202	8	+8,08
	704-1	ca 20	-6,0
	704-2	ca 30	-15,0
	704-3	ca 40	-25,0
	705-1	ca 20	-5,0
	705-2	ca 30	-15,0
	705-3	ca 40	-25,0
	= monitoring tot -6 m tov NAP		
	= monitoring dieper dan -6 m tov NAP		

In de periode van twintig jaar verplaatst de (maximale) interventiewaardecontour zich op basis van de modellering 7,5 - 17,5 meter in noordwestelijke richting (zie ook paragraaf 3.2 en tekening 1 in de bijlagen). Hierbij schuift de gehele interventiewaardecontour in westelijke richting enigszins op. Hierbinnen komen concentraties tot circa 3.000 µg/l aan Chroom VI voor.

Het grondwater ter plaatse van peilbuizen die in de huidige situatie verontreinigd zijn blijft gedurende deze periode verontreinigd. Zeker de eerste vijf jaar wordt een significante daling (en daarmee aangetoonde verplaatsing) op basis van de modellering nog niet verwacht.

Het grondwater tot circa 6 m - NAP ter plaatse van de huidige maximale interventiewaardecontour blijft tot zeker 40 jaar lang nog verontreinigd, met in deze veertig jaar uiteindelijk een daling ter plaatse van de meest oostelijke peilbuizen.

Voor het grondwater dieper dan 6 m-NAP is ook na 100 jaar het grondwater nog verontreinigd. Na deze periode wordt verwacht dat een daadwerkelijke verschuiving tot buiten de huidige (maximale) interventiewaardecontour zichtbaar wordt, met name aan de westelijke zijde.

Naar de diepte toe zal na circa 30 jaar op 50 m-NAP de concentratie Cr VI groter dan de detectielimiet zijn (5 µg/l). In de loop van 30 jaar zal dit blijken uit een toename tot boven de detectielimiet van concentraties Chroom VI ter plaatse van peilbuis 701 (filters op circa 25 en 35 m-NAP).

3.5 Terugvalscenario

Op basis van de huidige voorspelling wordt niet verwacht dat in de toekomst sprake is van onaanvaardbare (verspreidings)risico's.

Mochten zich onverhoopt humane risico's voordoen, dan worden gerichte maatregelen getroffen om deze weg te nemen. Bijvoorbeeld door gerichte onttrekking van grondwater. De risico's worden bewaakt door de 'bovenkant' van de grondwaterverontreiniging te monitoren.

In het geval kwetsbare objecten bedreigd worden, wordt door vastlegging of beheersing de ongewenste situatie voorkomen. Het gehele monitoringssysteem is er op ingericht het gedrag van de pluim te volgen.

Details van de maatregelen worden separaat uitgewerkt, passend bij de dan weg te nemen risico's en ter instemming aan bevoegd gezag voorgelegd.



Hoofdstuk 4

Kwaliteitsborging

4.1 Milieukundige begeleiding

De werkzaamheden maken onderdeel uit van een bodemsanering en dienen daarom uit te worden gevoerd onder de BRL6000 Milieukundige begeleiding van (water)bodemsaneringen, ingrepen in de waterbodem en nazorg, in combinatie met protocol 6002 Milieukundige begeleiding van landbodemsanering met in-situ methoden en nazorg. De werkzaamheden binnen dit saneringsplan betreffen processturing.

De taken die onder de milieukundige processturing vallen zijn:

- Toezicht of de sanering volgens het saneringsplan en de wijziging daarop alsmede volgens de door het bevoegd gezag daarop afgegeven beschikking(en) wordt uitgevoerd.
- Het verzorgen van de meldingen aan het bevoegd gezag betreffende eventuele wijzigingen/afwijkingen op het saneringsplan en de reeds vastgelegde wijziging daarop.
- Aangeven van mogelijkheden om bij te sturen indien afwijkingen worden gesignaleerd, inclusief aanpassingen van de modellering en bijplaatsing extra monitoringsfilters.
- Vastleggen van uitgevoerde werkzaamheden en vastleggen eventuele afwijkingen.
- Toezicht houden of de monitoring volgens het (eventueel aangepaste) monitoringsplan wordt uitgevoerd.
- Monitoren en controleren van de saneringsvoortgang.

4.2 Bijplaatsing peilbuizen en chemische analyses

Peilbuizen die worden bijgeplaatst worden geplaatst onder de Beoordelingsrichtlijn (BRL) 2000, veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek, in combinatie met protocol 2001, plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen en waar nodig BRL 2100, mechanisch boren in combinatie met protocol 2101, mechanisch boren.

Bemonstering van grondwater dient plaats te vinden conform BRL 2000, protocol 2002, het nemen van grondwatermonsters.

Analyses van het grondwater dienen plaats te vinden onder AS SIKB 3000 Laboratoriumanalyses voor grond-, grondwater- en waterbodemonderzoek in combinatie met onderliggende protocollen.

4.3 Rapportage aan bevoegd gezag

De resultaten worden ieder jaar gerapporteerd en ingediend bij bevoegd gezag. Na vijf jaar worden een vijf-jaars-evaluatie opgesteld, op basis waarvan de vervolgstappen worden bepaald.



Hoofdstuk 5

Kosten

5.1 Kosten eerste vijf jaar

De kosten voor de sanering in de eerste vijf jaar bedragen als volgt (zie tabel 2):

Tabel 2. Kosten sanering eerste vijf jaar

Fase	Kosten € exclusief BTW
Planvorming	5.000,--
Bijplaatsing drie meetpunten met elk filters op 20, 30 en 40 m-mv	20.000,--
Jaarlijkse monitoring	5.000,--
Vijf-jaars-evaluatie	5.000,--
Onvoorzien/extra bijplaatsing twee meetpunten met filters op 20, 30 en 40 m-mv	15.000,--
Totaal	50.000,--

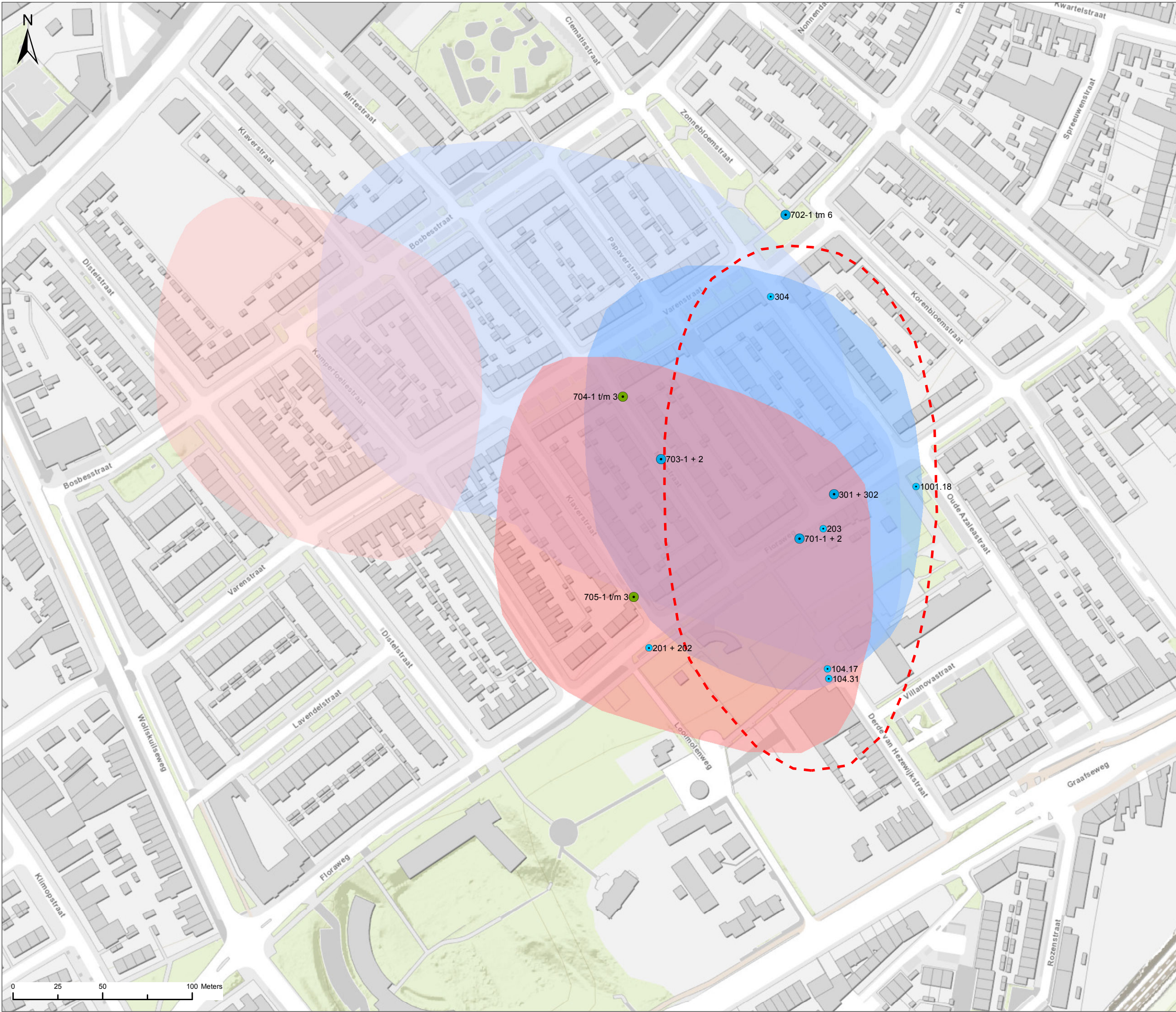
5.2 Kosten na de eerste vijf jaar

De kosten per monitoringsronde in de jaren daarna, die naar verwachting driejaarlijks tot vijfjaarlijks zijn, bedragen circa € 5.000,-- exclusief BTW.

Bijplaatsing van filters elke 10 jaar (twee meetpunten met filters op 20, 30 en 40 m-mv) bedragen circa € 15.000,-- exclusief BTW.

De gemiddelde jaarlijkse kosten voor de uitvoering van de monitoring na de eerste vijf jaar bedragen daarmee € 2.500,-- tot € 3.500,-- exclusief BTW.

Bijlage 1 Tekening



Legenda

Monitoring netwerk

peilbuizen tot -6 m tov NAP

peilbuizen vanaf -6 m tov NAP

bij te plaatsen peilbuizen

Verpreiding concentraties chroom VI (>30 ug/l)

verspreiding -6 m tov NAP, 20 jaar

verspreiding -6 m tov NAP, 100 jaar

verspreiding -20 m tov NAP, 20 jaar

verspreiding -20 m tov NAP, 100 jaar

Globale I-countour (-6 en -20 m tov NAP)

Peilbuis	filterdiepte (m-mv)	Filterdiepte (m tov NAP)
104.17	17	+7,16
104.31	31	-6,85
203	18	-2,05
301	26	-10,03
302	30	-14,09
701-1	40	-24,23
701-2	50	-34,25
304	15	-1,39
1001.18	18	-2
702-1	8	+5,63
702-2	17	-3,38
702-3	21,5	-7,89
702-4	30	-16,40
702-5	37,5	-23,92
702-6	50	-36,44
703-1	10	+5
703-2	28	-13
201	18	-1,88
202	8	+8,08
704-1	ca 20	-6,0
704-2	ca 30	-15,0
704-3	ca 40	-25,0
705-1	ca 20	-5,0
705-2	ca 30	-15,0
705-3	ca 40	-25,0

Projectnaam: Derde van Hezewijkstraat Nijmegen

Omschrijving: 1 - Netwerk monitoring (Saneringsplan)

Opdrachtgever: Gemeente Nijmegen

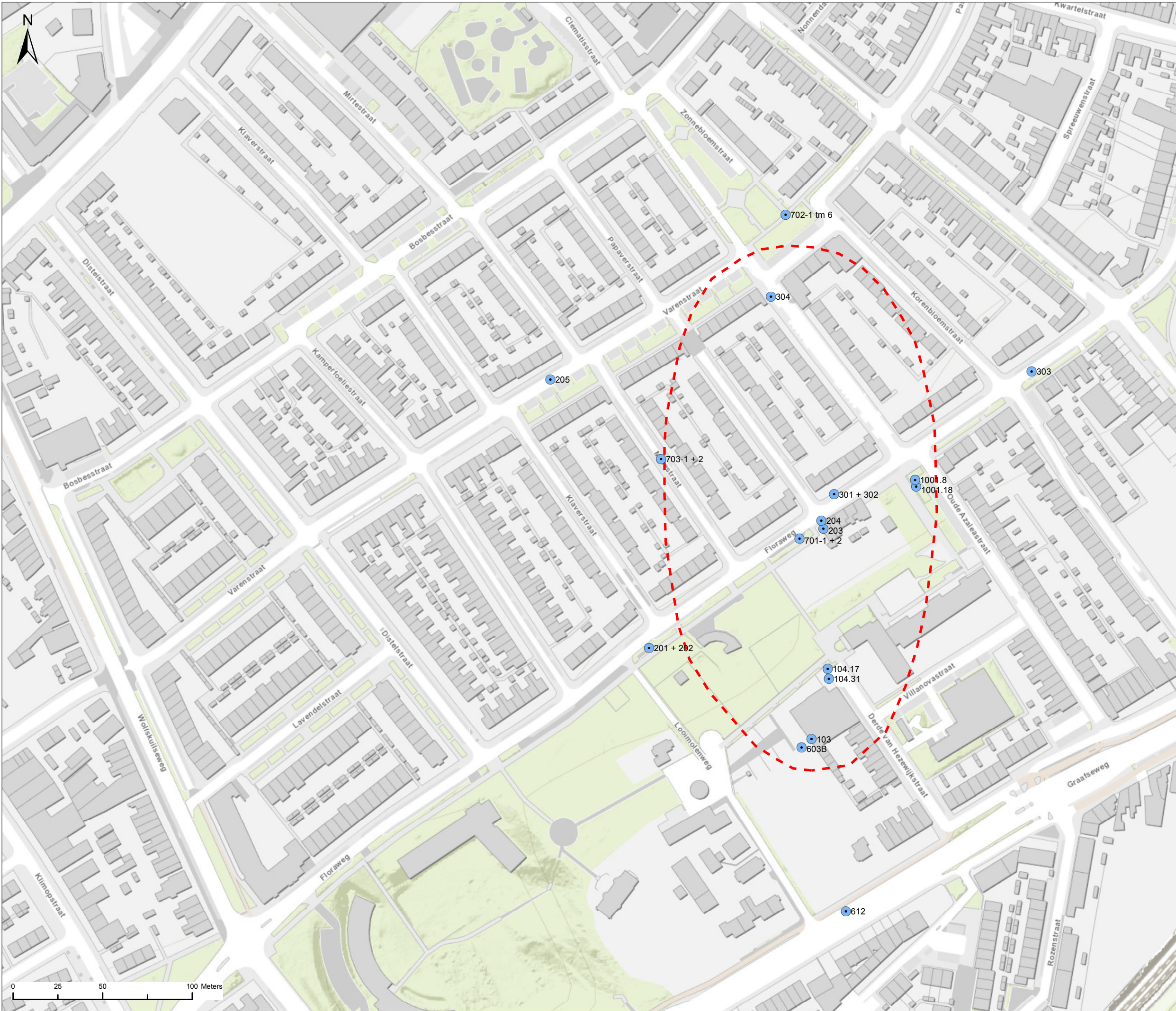
Projectnummer: 20165173

Formaat: A3

Schaal: 1:2.000

Datum: 6 juli 2018





- Legenda**
- aanwezige peilbuizen
 - Globale I-countour (-6 en -20 m tov NAP)

Peilbu is	bkp tov NAP	filterdiepte (m-mv)	filterdiepte m tov NAP
103	niet bekend	25	niet bekend
201	16,12	18	-1,88
202	16,08	8	8,08
203	15,95	18	-2,05
204	15,935	8	7,935
205	12,87	6	6,87
301	15,97	26	-10,03
302	15,915	30	-14,085
303	16,84	18,5	-1,66
304	13,61	15	-1,39
104.17	24,155	17	7,155
104.31	24,155	31	-6,845
603B	niet bekend	18	niet bekend
612	niet bekend	18	niet bekend
1001.8	niet bekend	8	niet bekend
1001.18	niet bekend	18	niet bekend
701-1	15,77	40	-24,23
701-2	15,75	50	-34,25
702-1	13,63	8	+5,63
702-2	13,62	17	-3,38
702-3	13,61	21,5	-7,89
702-4	13,60	30	-16,40
702-5	13,58	37,5	-23,92
702-6	13,56	50	-36,44
703-1	5,0	10	-5,0
703-2	5,0	28	13,0

Projectnaam: Derde van Hezewijkstraat Nijmegen
Omschrijving: 2 - bestaande peilbuizen
Opdrachtgever: Gemeente Nijmegen
Projectnummer: 20165173

Formaat: A3 Schaal 1:2.000
Datum: 6 juli 2018



Bijlage 2 Rapportage modellering

Modellering Derde van
Hezewijkstraat 23-25
te Nijmegen

Eindrapport

Opdrachtgever: Gemeente Nijmegen

creating with the power of nature

OPDRACHTGEVER: Gemeente Nijmegen
PROJECTTITEL: Modellerings locatie Derde van
Hezewijkstraat 23-25 te Nijmegen
PROJECTCODE: 20165173/11324
DOCUMENTTYPE: Eindrapport
PUBLICATIEDATUM: 21 augustus 2017
PROJECTLEIDER: Ing. J. Buist
AUTEUR(S): Ir. A.S. Roosma
COLLEGIALE TOETS: Ing. J. Buist

Bioclear earth b.v.*Postadres:*

Postbus 2262; 9704 CG Groningen

Bezoekadres:

Rozenburglaan 13C; 9727 DL Groningen

Telefoon: 050 571 84 55

Email: info@bioclearearth.nl

Website: www.bioclearearth.nl



Bioclear earth is gecertificeerd conform
NEN-ISO 9001:2008.



Bioclear earth werkt met het INK kwaliteitssysteem
(Instituut Nederlandse Kwaliteit), een
managementmodel, dat is afgeleid van het
Europese EFQM Excellence model.



Bioclear earth beschikt over de procescertificaten
BRL SIKB 2000, BRL SIKB 6000 en de
onderliggende protocollen 2002 en 6002.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie,
microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande
toestemming van Bioclear earth.

© Bioclear earth b.v.

Bioclear earth adviseert bedrijven, overheden en dienstverlenende
organisaties op het terrein van de milieutechnologie.

Op opdrachten aan Bioclear earth zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan Bioclear earth, zoals
gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel te Groningen.

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1	Inleiding	1
	1.1 Opdrachtverlening	2
	1.2 Achtergrond	2
	1.3 Doel	2
Hoofdstuk 2	Modelbeschrijving	3
	2.1 Opzet van het grondwatermodel	4
	2.2 Laagopbouw model	4
	2.3 Kwantitatieve gegevens	5
	2.4 Kalibratie	7
	2.5 Aannames stoftransport	7
Hoofdstuk 3	Resultaten	10
	3.1 Stroombaananalyse	11
	3.2 Stoftransport	12
	3.3 Resumé	12
Bijlage 1	Modelresultaten verspreiding chroom VI	



Hoofdstuk 1

Inleiding

1.1 Opdrachtverlening

In opdracht van de gemeente Nijmegen heeft Bioclear earth een modellering uitgevoerd voor het bepalen van het verspreidingsgedrag van een grondwaterverontreiniging met chroom VI op de locatie Derde van Hezewijkstaat 23-25 te Nijmegen. De modellering is uitgevoerd conform offerte met kenmerk 20165173/11088, d.d. 25 januari 2017 en schriftelijke opdrachtverlening per e-mail d.d. 31 januari 2017 (Marieke Wesseling).

1.2 Achtergrond

De locatie Derde van Hezewijkstraat 23-25 is als gevolg van bedrijfsactiviteiten van een galvaniseerbedrijf in de periode 1934-1988 verontreinigd geraakt met chroom VI. Het betreft een verontreinigd bodemvolume van ruim 500.000 m³. De bron van de grondwaterverontreiniging is een uitspoelende chroomverontreiniging in de vaste bodem (circa 3.000 m³ bodemvolume). De grondwaterverontreiniging is aanwezig tot ten minste 15 m-NAP. Op deze diepte bevinden zich tevens de hoogste concentraties chroom VI.

In de loop van de jaren (2008 – 2014) lijken de concentraties chroom VI in de eerste meters van het grondwater juist wat te zijn gedaald. Dit kan betekenen dat de verontreiniging inmiddels minder wordt gevoed vanuit de vaste fase en de pluim met chroom VI zich als loslatende pluim aan het verplaatsen is.

In het verleden is de verontreiniging deels onder invloed van een drinkwateronttrekking richting het noorden verplaatst. De geohydrologische situatie is recent ingrijpend gewijzigd omdat drinkwaterwinning Nieuwe Markt is beëindigd. De grondwaterstroming in de situatie zonder deze onttrekking en het effect op de grondwaterpluim zijn onbekend. Daarmee is ook de verspreidingsrichting van de chroom VI verontreiniging onbekend.

1.3 Doel

Het doel van de modellering is het prognosticeren van het verspreidingsgedrag van de pluim met chroom VI om te bepalen of er op termijn risico's ontstaan (bedreiging van kwetsbare objecten of risico's als gevolg van opkwellen van de verontreiniging) en om een efficiënte monitoring te kunnen inrichten. De monitoring wordt gezien als beheers/saneringsmaatregel en wordt op basis van deze modellering in een saneringsplan vormgegeven. In een saneringsonderzoek van Grontmij¹ is in samenspraak met de gemeente Nijmegen het beheersbaar houden van de verontreiniging door monitoring als voorkeursvariant vastgesteld.

¹ Grontmij, projectnummer 332948, d.d. 29 juni 2015.



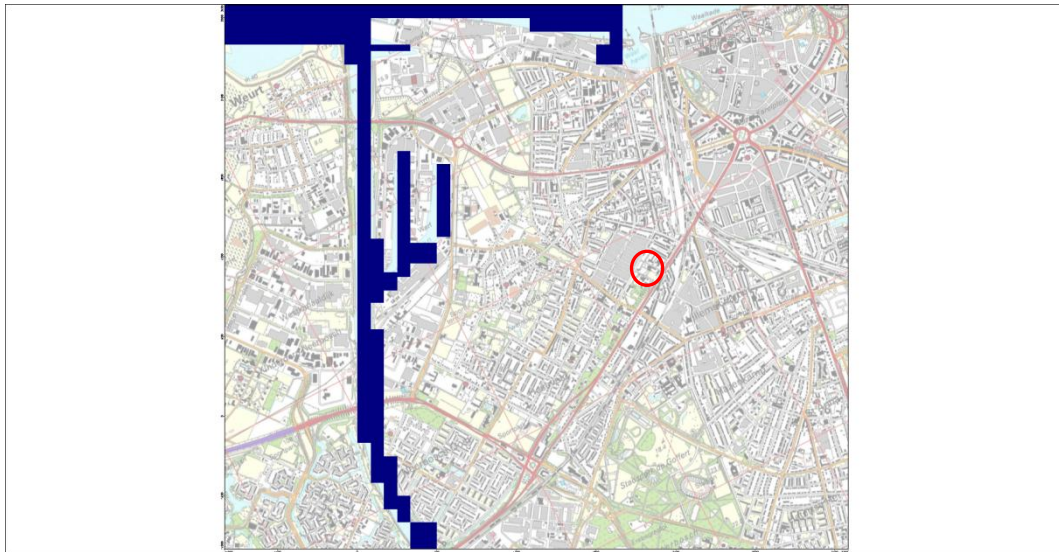
Hoofdstuk 2

Modelbeschrijving

2.1 Opzet van het grondwatermodel

Eerst is een geohydrologisch model opgesteld in de modelcode Visual Modflow, waarin de grondwaterstroming op de locatie wordt nagebootst. Dit model is opgesteld en gekalibreerd op basis van de beschikbare gegevens. Daarnaast is gebruik gemaakt van de aanvullende module MT3DMS om ook stoftransport te modelleren.

Het opgestelde grondwatermodel is circa 4 km bij 5 km groot. De grenzen van het model zijn ruim buiten de locatie gekozen (zie figuur 1). De locatie ligt in het midden van het grondwatermodel. De noord-zuid oriëntatie van het model is circa 20 graden tegen de klok in gedraaid.



Figuur 1. Modelgebied; rode cirkel betreft de locatie Derde van Hezewijkstraat 23-25 te Nijmegen, blauwe lijn is het Maas-Waal kanaal en de Waal

2.2 Laagopbouw model

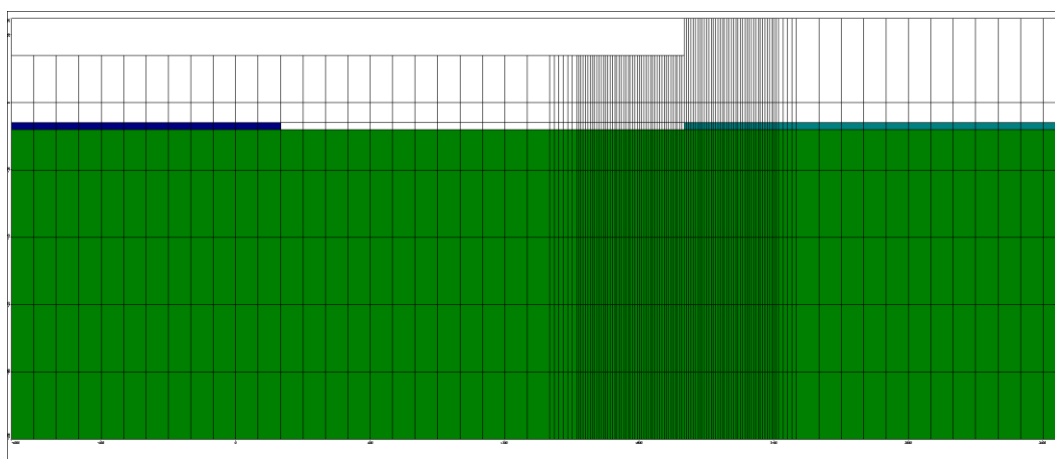
Eén van de belangrijkste eigenschappen van de bodem voor wat betreft de grondwaterstroming is de doorlatendheid. Dit is de weerstand van de bodem voor grondwaterstroming. Een lage doorlatendheid betekent een hoge weerstand, een hoge doorlatendheid betekent een lage weerstand.

In tabel 1 is de bodemopbouw en de doorlatendheid zoals ingevoerd in het grondwatermodel weergegeven. Een dwarsdoorsnede van de bodemopbouw in het model is weergegeven in figuur 2.

De bodemopbouw en doorlatenheden zijn afgeleid op basis van de beschikbare boorbeschrijvingen en onderzoeksrapporten van de locatie aangevuld met regionale gegevens (Grondwaterkaart Arnhem-West door NITG-TNO (2003). De geohydrologische basis (klei) is aanwezig vanaf circa 100 m-NAP. Deze slecht doorlatende laag is als onderzijde van het model gekozen.

Tabel 1. Laagopbouw model

Model-laag	Diepte (m t.o.v. NAP)	Samenstelling	Geohydrologisch pakket	Horizontale doorlatendheid Kx, Ky (m/dag)	Verticale doorlatendheid Kz (m/dag)
1	Maaiveld +25 tot +14, onderzijde 0	Matig tot zeer grof zand met grind (formatie van Drenthe/Kreften heye)	Freatisch watervoerend pakket	37	7,4
2	0 tot -6				
3	-6 tot -8,1	Klei (formatie van Kedichem)	Scheidende laag, niet aaneengesloten	Oostelijk 0,1 Westelijk 0,2	Oostelijk 0,01 Westelijk 0,02
4	-8,1 tot -20	Matig grof zand (formatie van Tegelen/Harder wijk)	1 ^e WVP	23	4,6
5	-20 tot -40				
6	-40 tot -60				
7	-60 tot -80				
8	-80 tot -100				



Figuur 2. Dwarsdoorsnede bodemopbouw model van west naar oost

2.3 Kwantitatieve gegevens

In het model zijn het Maas-Waal kanaal, de Waal en de Waalhaven ingevoerd met een gemiddeld waterpeil van 7,5 m+NAP (bron: Milieuatlas Nijmegen) en een diepte van circa 5 m+NAP.

In het model zijn tevens de aanwezige onttrekkingen ingevoerd (zie tabel 2). De gegevens met betrekking tot de onttrekkingen zijn afkomstig uit de Milieuatlas Nijmegen.

Tabel 2. Overzicht industriële grondwateronttrekkingen binnen modelgebied (bron: Milieuatlas)

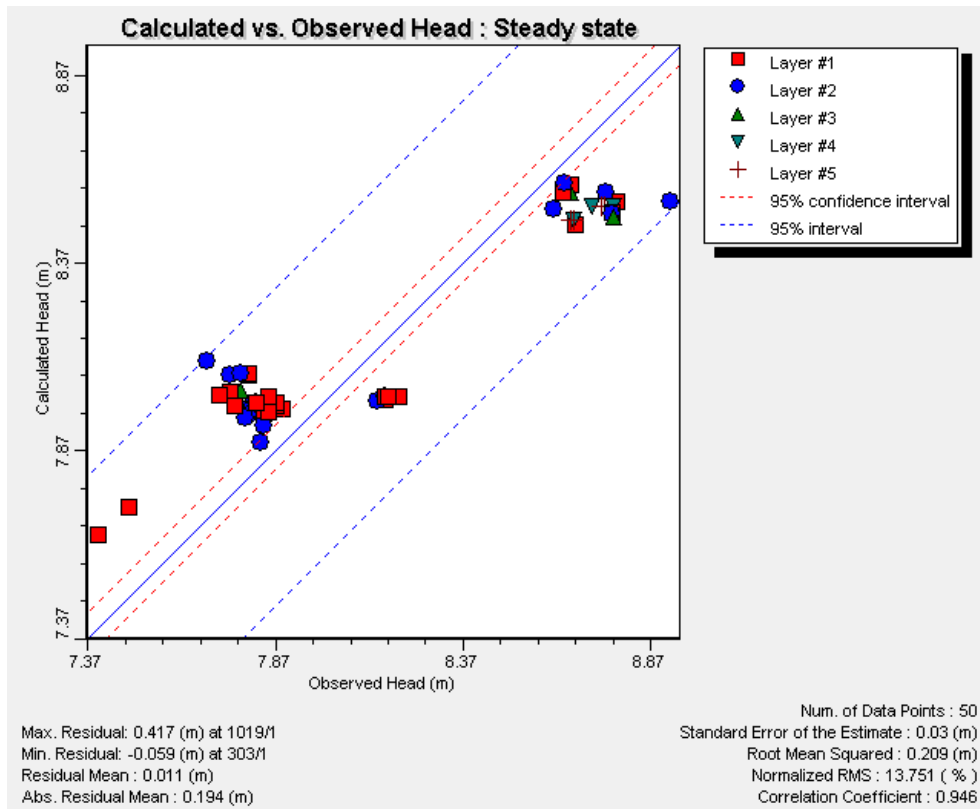
Grondwater-onttrekking	Adres	Filterstelling (m-mv)	Filterstelling (m t.o.v. NAP)	Onttrokken debiet (m ³ /jaar)
4	Planetenstraat (Sportfondsen)	46 tot 52	-35 tot -41	20.000
5*	Weurtseweg 460 (Engie)	49 tot 73	-34 tot -58	271.000
9	Waalkade 68 (Holland Casino)	23 tot 35	-9 tot -21	80.000
12	Gerstweg 2 (Semiconductors)	46 tot 60	-32 tot -46	480.000
13	Weg door Jonkerbos (Sanadome)	32 tot 45	-16 tot -29	70.500
25	Energieweg (Sportpark Gemeente)	12 tot 15	-3 tot -6	2.618
Heumensoord	Drinkwaterwinning	20 tot 71	2 tot -49	4.000.000

*: Op dit moment is deze onttrekking niet in gebruik en inactief in het model (zie ook hoofdstuk 3 resultaten)

De gemodelleerde nuttige neerslag in het model bedraagt 150 mm/jaar. Dit zijn reële jaargemiddelden voor de hoeveelheid water die als gevolg van neerslag ter plaatse van stedelijk gebied in het watervoerend pakket terechtkomt.

2.4 Kalibratie

Het model is gekalibreerd met stijghoogtes van 2014 en voorjaar 2017 van de peilbuizen op de locatie aangevuld met bij Bioclear earth beschikbare modelgegevens van de locatie Dr. De Blécourstraat 49 en Bedrijfsweg 8. In figuur 3 is de kalibratieplot weergegeven.



Figuur 3. Kalibratieplot: Op de X-as zijn de waargenomen stijghoogtes weergegeven, op de Y-as de waarden die het model heeft berekend. Bij een exacte overeenkomst tussen model en waarnemingen ontstaat een rechte lijn met een richtingscoëfficiënt/correlatiecoëfficiënt van 1

De kalibratie van de stijghoogten geeft aan dat het model deze voldoende nauwkeurig voorspelt (< 5% afwijking) en dat het model geschikt is voor de beoogde stoftransportberekening.

2.5 Aannames stoftransport

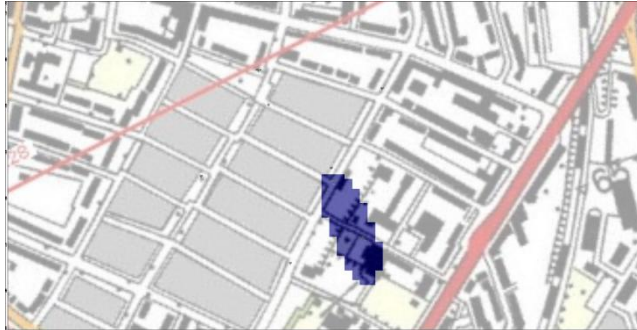
Met behulp van de module voor stoftransport zijn modelberekeningen uitgevoerd om de pluimontwikkeling te simuleren.

Om deze berekeningen uit te voeren zijn aannames gedaan voor:

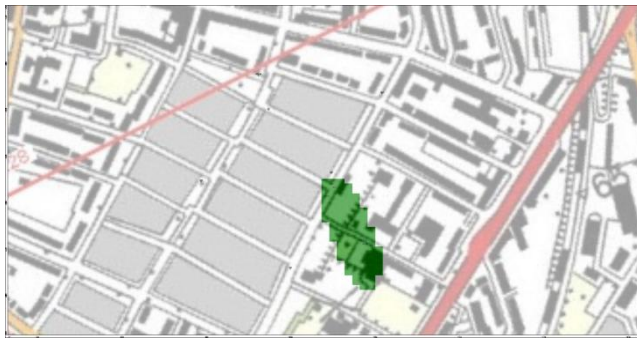
1. de verontreinigingsconcentraties;
2. de retardatiefactoren van chroom VI per modellaag;
3. het dispersiegedrag.

Ad1. Verontreinigingsconcentraties

Als uitgangspunt voor de verontreinigingssituatie zijn de meest recente verontreinigingsgegevens gebruikt². In figuur 4 is de verontreinigingssituatie weergegeven zoals deze is ingevoerd in het grondwatermodel.



Modellaag 1, concentratie chroom VI 15 µg/l



Modellaag 2, concentratie chroom VI 1.200 µg/l



Modellaag 4, concentratie chroom VI 3.500 µg/l (bruin) en 30 µg/l (turquoise)

Figuur 4. Weergave van de ingevoerde verontreinigingssituatie in modellen 1, 2 en 4

Ad2. Retardatiefactoren

Voor de chroom VI verontreiniging zijn in het model retardatiefactoren toegekend (tabel 3). De retardatiefactor geeft de mate van vertraging aan waarmee de verontreiniging stroomt ten opzichte van het grondwater (een retardatiefactor van 2 betekent dat de verontreiniging in de zelfde tijd de helft van de afstand van het grondwater aflegt).

² Resultaten afperking Derde van Hezewijkstraat, Bioclear earth, 20165173/11250.

De retardatiefactoren zijn berekend op basis van een organisch stof percentage van 5% voor de scheidende laag (modellaag 3) en 0,5% voor het freatisch en eerste watervoerend pakket (modellagen 1, 2, 4, 5, 6, 7 en 8). De organisch stof percentages zijn reële waarden voor de bodem op deze locatie en deze zijn afgeleid op basis van beschikbare gegevens van de locatie en de bodemopbouw zoals weergegeven in de boorstaten.

Voor de retardatie is uitgegaan van twee scenario's. Een met een relatief lage retardatie en een met meer realistische retardatie.

1. In scenario 1 is de retardatie voor chroom VI bepaald op basis van bovengenoemde organisch stof percentages en een verdelingscoëfficiënt K_d van 1. De hieruit resulterende retardatie is vergelijkbaar met de retardatie van tetrachlooretheen (PER) en daarmee relatief laag. Dit betekent dat de gemodelleerde verspreiding van chroom VI mogelijk een overschatting laat zien van de werkelijke situatie (worst-case situatie).
2. In scenario 2 is de retardatie berekend uitgaande van bovengenoemde organisch stof percentages en een K_d van 5. Dit resulteert in een hogere retardatie/langzamere verspreiding. De K_d waarden zijn afkomstig uit de briefnotitie van Landslide milieu-adviesbureau, projectnummer 2014-07-002, d.d. 29 augustus 2014.

Tabel 3. Retardatiefactoren per modellaag voor chroom VI

Modellaag	% organisch stof	Retardatie scenario 1	Retardatie scenario 2
1, 2, 4, 5, 6, 7 en 8	0,5	7,0	31
3	5	61,2	301,3

Ad3. dispersie

Longitudinale dispersiviteit: 1 m.

Horizontale dispersiviteit: 0,1 m.

Verticale dispersiviteit: 0,01 m.

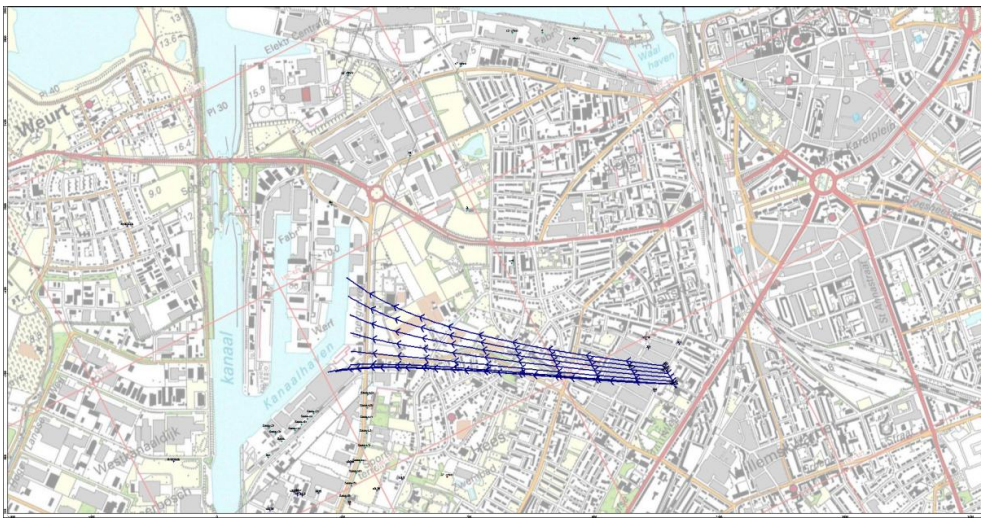


Hoofdstuk 3

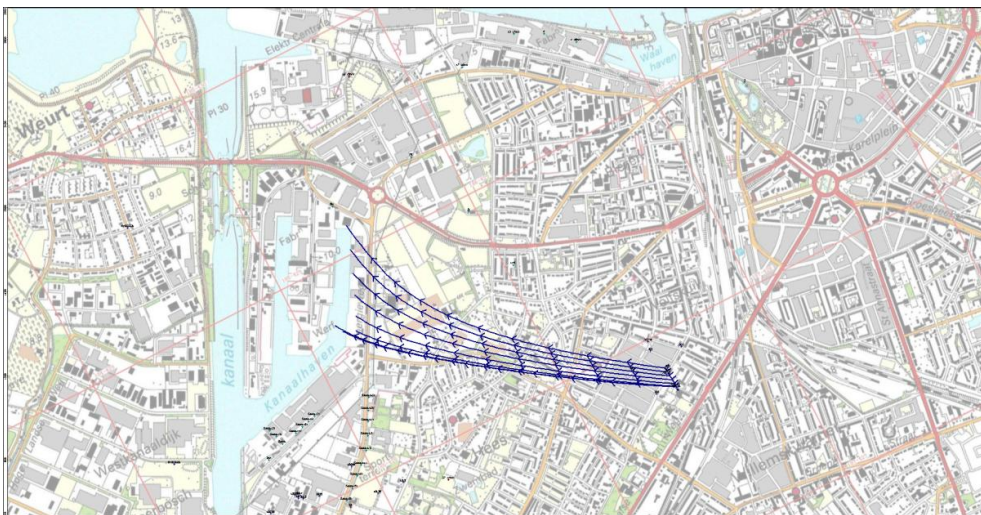
Resultaten

3.1 Stroombaananalyse

De resultaten van de stroombaananalyse zijn weergegeven in figuur 5 en figuur 6. In figuur 5 zijn de stroombanen weergegeven in horizontale richting uitgaande van de huidige situatie voor wat betreft grondwateronttrekkingen (Onttrekking Engie uit). In figuur 6 zijn de stroombanen weergegeven in horizontale richting waarbij de grontwateronttrekking van Engie wel aan staat. De afstanden tussen de pijltjes geven een tijdsperiode van 10 jaar aan. Uit de stroombaananalyse blijkt dat een waterdeeltje zich vanaf de locatie in westelijke tot noordwestelijke richting naar de diepte toe verspreidt. Als gevolg van de onttrekking van Engie buigen de stroombanen in meer noordelijke richting af na 100 jaar. Het effect van de onttrekking van Engie heeft gedurende de eerste 30 jaar een beperkt effect op de verspreidingsrichting en snelheid.



Figuur 5. Stroombanen bovenaanzicht onttrekking Engie uit



Figuur 6. Stroombanen bovenaanzicht onttrekking Engie aan

3.2 Stoftransport

De resultaten van de uitgevoerde modelruns zijn weergegeven in bijlage 1. Hieruit blijkt dat door het stopzetten van de drinkwaterwinning Nieuwe Markt de verspreiding van de chroom VI verontreiniging verandert. Aanvankelijk is de verontreiniging richting het noorden verspreid, terwijl uit de modellering blijkt dat na het stopzetten van de onttrekking aan de nieuwe Marktstraat een meer west-noordwestelijke verspreiding optreedt. De toename van de omvang van de verontreiniging blijft als gevolg van retardatie echter beperkt.

Worst-case (uitgaande van een K_d van 1) wordt peilbuis 205, circa 150 m vanuit de lengte as van de pluim, binnen 20 (modellaag 2) à 30 jaar (modellaag 4) bereikt. In die periode stijgen de concentraties chroom VI tot boven de detectielimiet (5 µg/l).

Op de locatie is sprake van een infiltratiesituatie waardoor de verontreiniging zich tevens naar de diepte toe verspreidt. Worst-case (uitgaande van een K_d van 1) verspreidt de chroom VI verontreiniging met concentraties boven de detectielimiet (5 µg/l) zich binnen 30 jaar tot circa 50 m-NAP (zie bijlage 1).

3.3 Resumé

De resultaten van de modellering dienen als basis voor de in het saneringsplan uit te werken saneringsvariant bestaande uit monitoring.

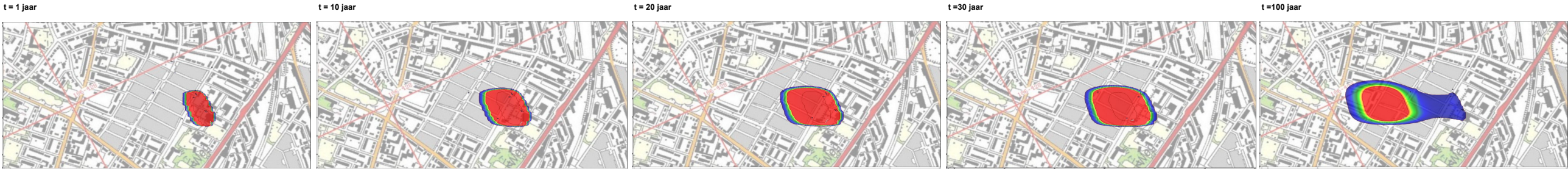
Bij het opstellen van het monitoringsmeetnet dient rekening gehouden te worden met de variatie in de verspreidingssnelheid als gevolg van de aangenomen bandbreedte in retardatie van chroom VI.

Bijlagen

Bijlage 1 Modelresultaten verspreiding chroom VI

Bijlage 1 Modelresultaten verspreiding chroom VI

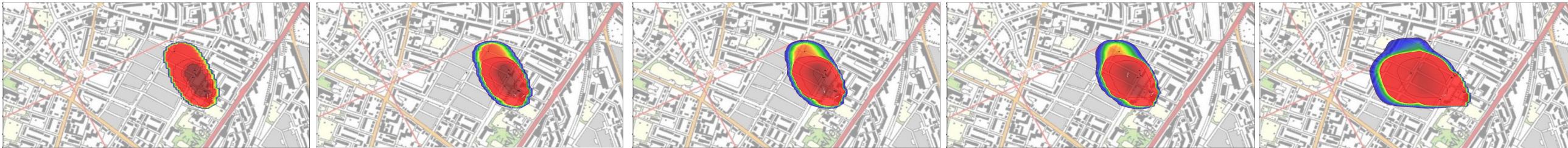
Scenario 1; Kd=1, retardatie 7
modellaag 2; 0 tot 6 m-NAP



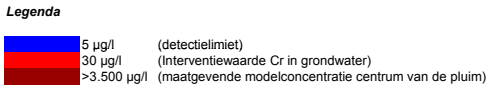
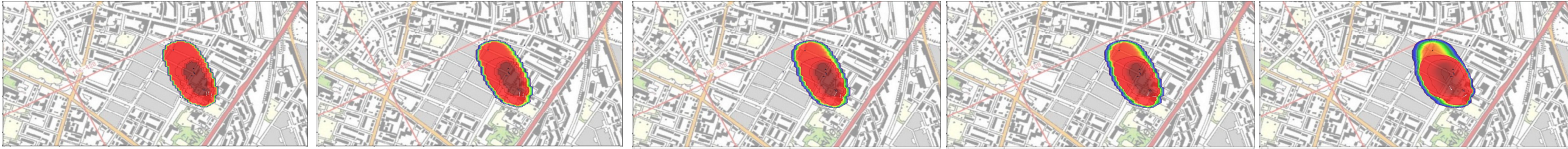
Scenario 2; Kd=5, retardatie 31
modellaag 2; 0 tot 6 m-NAP



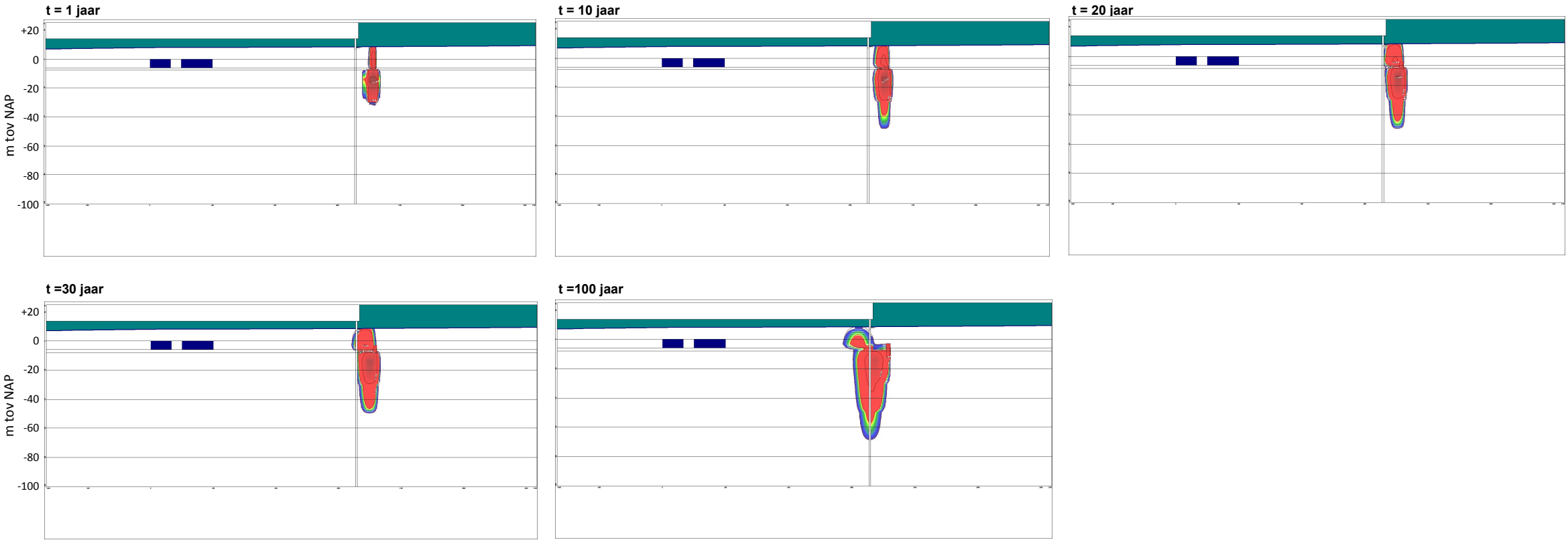
Scenario 1; Kd=1, retardatie 7
modellaag 4; 8,1 tot 20 m-NAP



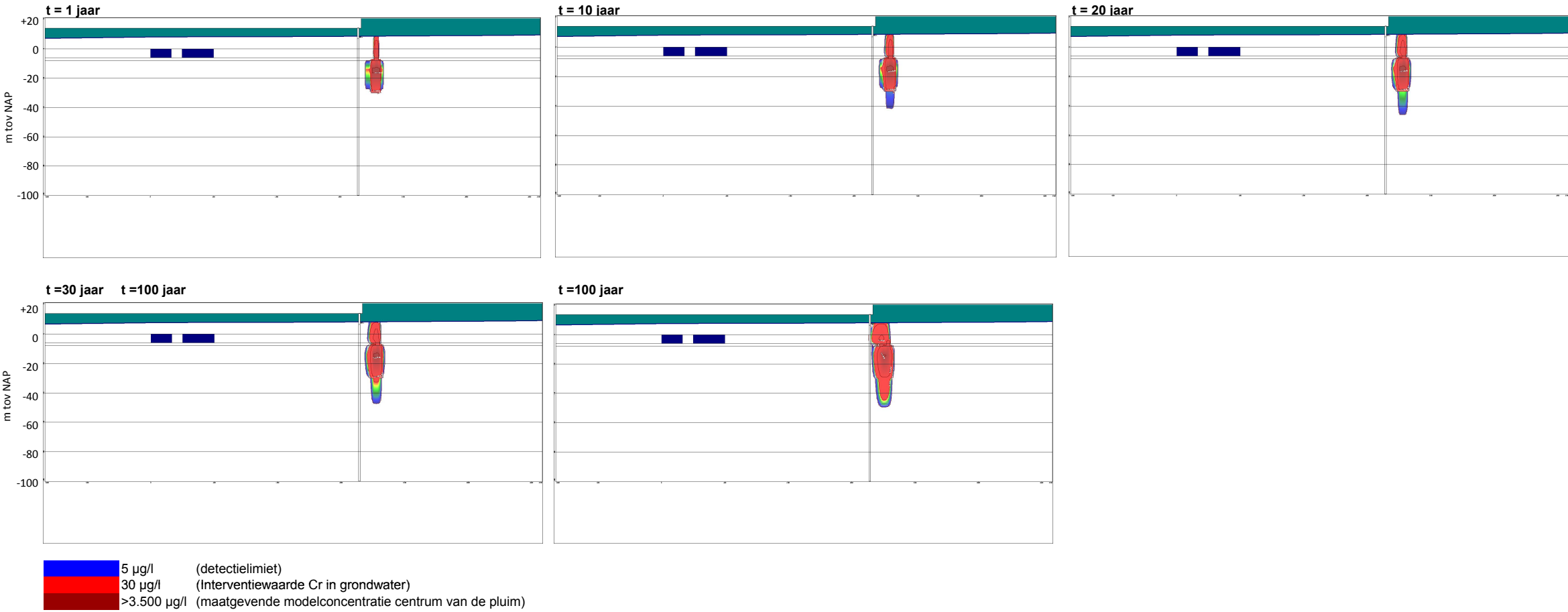
Scenario 2; Kd=5, retardatie 31
modellaag 4; 8,1 tot 20 m-NAP



Scenario 1; Kd=1, retardatie 7



Scenario 2; Kd=5, retardatie 31





Bioclear earth bv

Postal address:

P.O. Box 2262
9704 CG Groningen
The Netherlands

Visiting address:

Rozenburglaan 13
9727 DL Groningen
The Netherlands

T +31 (0)50 571 84 55

info@bioclearearth.nl
www.bioclearearth.nl