SANERINGSPLAN ONDERGROND UTRECHT
GEFASEERDE GEBIEDSGERICHTE AANPAK

PROJECT ORGANISATIE STATIONSGEBIED

31 juli 2009

B02034 / WA9 / 010 / 000055 / 001B / lm

ARCADIS

Inhoud

1 Kader sanering 5
1.1 Aanleiding 5
1.2 Interactie bodemverontreiniging en ontwikkelingen 5
1.3 De oplossing: gebiedsgerichte aanpak ondergrond; de Biowasmachine 6
1.4 Fasering en afbakening sanering 7
1.4.1 Gefaseerde aanpak 7
1.4.2 Gevalsdefinitie 8
1.4.3 Ontkoppeling boven- en ondergrond 9
1.5 Leeswijzer 10

2 Achtergrond-informatie en algemene gegevens 11
2.1 Locatiegegevens 11
2.2 Verontreinigingssituatie ondergrond 13
2.2.1 Aard van de verontreinigingen 13
2.2.2 Gegevens historische gevallen van verontreiniging 13
2.2.3 Ernst en spoedeisenheid 14

3 Gebiedsgerichte aanpak; de Biowasmachine 16
3.1 Kerngedachte gebiedsgerichte aanpak 16
3.2 Fasering 16
3.3 Doelstelling van de gebiedsgerichte aanpak (saneringsdoelstelling) 17
3.4 Afweging varianten en keuze saneringsaanpak (saneringsonderzoek) 18
3.5 Beleidsmatig kader gebiedsgerichte aanpak 20

4 Toetsing van de gebiedsgerichte aanpak; verwachting ontwikkeling grondwaterkwaliteit 21
4.1 Grondwatermodel als hulpmiddel 21
4.2 Uitgangssituatie, Omvang van de verontreinigingen in het Stationsgebied 22
4.3 Modellering Grondwaterstroming en verontreinigingen 25
4.3.1 Werkwijze 25
4.3.2 Het bestaande grondwatermodel 26
4.3.3 Modellering WKO-bronnen 26
4.3.4 Verontreiniging: uitgangssituatie, bronzones en infiltratie 27
4.3.5 Halfwaardetijden afbraak 28
4.4 Scenarioberekeningen en analyse gevoeligheid 29
4.4.1 Menggebied WKO's 30
4.5 Resultaten modelberekeningen 30
4.5.1 Hydrologische effecten 30
4.5.2 Ontwikkeling grondwaterkwaliteit 31
4.5.3 Vrachtberekeningen 34
4.6 Conclusies en toetsing modellering 34

5 Saneringsmaatregelen; monitoring en actiewaarden 36

5.1 Aanpak en fasering 36
5.2 Monitoring; Het grondwatermeetnet 37
5.2.1 Raster van 250x250 m 37
5.2.2 Signaal- en systeemgrens 37
5.2.3 Definitieve bepaling signaal- en systeemgrens (fase 1 a) 38
5.2.4 Principe-ontwerp monitoringsfilters 39
5.2.5 Analysepakket 40
5.2.6 Monitoringsfrequentie 41
5.3 Vaststellen nulsituatie 42
5.4 Toetsing van de resultaten van de gebiedsgerichte aanpak 42
5.4.1 Kwaliteitsverbetering in systeemgebied 42
5.4.2 Verspreiding over de systeemgrenzen 45
5.4.3 Verspreiding naar de diepte 46
5.4.4 Toetsing humane risico's 47
5.5 Evaluatie van de aanpak 49
5.5.1 Ijkmomenten (tussenevaluatie) 49
5.5.2 Optimalisatieplan; optimalisatie van de afbraak 49
5.5.3 Eindevaluatie 49
5.6 Gebruiksbeperkingen en randvoorwaarden ingrepen 50
5.7 Overige aspecten 51
5.7.1 Overlast en emissies 51
5.7.2 Archeologie 51
5.7.3 Effecten van de aanpak op andere mobiele bodemverontreinigingen 51
5.7.4 Veiligheid tijdens de werkzaamheden 52

6 Faal- of tegenmaatregelen 54
6.1 Actiecriteria monitoring 54
6.2 Faal- of tegenmaatregelen 56
6.2.1 Verspreiding over (horizontale) systeemgrens 56
6.2.2 Kwaliteitsverbetering 56
6.2.3 Verspreiding naar het tweede Watervoerende pakket 57
6.2.4 Humane risico's 57

7 Zorg of nazorg? 59
7.1 Definitie zorg of nazorg 59

8 Organisatorische aspecten 60

Bijlage 1 Overzicht locaties in systeemgebied inclusief ernst en spoedeisendheid 61

Bijlage 2 Gebruikte onderzoeksrapportages voor vaststelling nulsituatie Stationsgebied 63

Bijlage 3 Overzicht bronzones en nalevering 64

Bijlage 4 Invoergegevens huidige en toekomstige WKO's 65

Bijlage 5 Afleiding afbraakconstanten/halfwaardetijden 68

Bijlage 6 Grondwater- en stoftransportmodellering; invoer 69

Bijlage 7 Resultaten modellering grondwaterkwaliteit 70

Bijlage 8 Berekende grondwaterstandsveranderingen 71

Bijlage 9 Vrachtberekeningen met grondwatermodel 72

Bijlage 10 Technische invulling aanleg grondwatermeetnet 73

Bijlage 11 Figuur meetnet Fase 1, grenzen Stationsgebied en (voorlopig) systeemgebied 76

Colofon 77

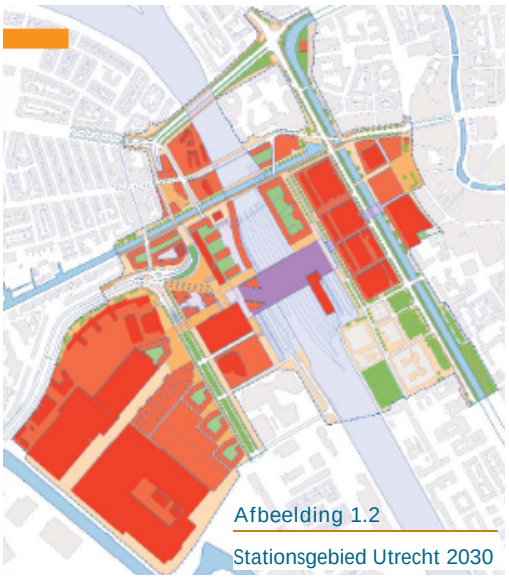
HOOFDSTUK 1 Kader sanering

1.1 AANLEIDING

Rond het Centraal Station van Utrecht vinden de komende jaren grootschalige ontwikkelingen plaats, waarbij het zogenaamde Stationsgebied uitvoerig wordt gerenoveerd. De visie is het “verruimde stadshart” (zie afbeelding 1.1) met de ambitie om de kwaliteit terug te brengen in het Stationsgebied.

Afbeelding 1.1
Visiekaart 'verruimde stadshart'

Voor het Stationsgebied is in 2003 ingestemd met een Masterplan dat als doelstelling heeft een nieuw levendig centrum van Utrecht te realiseren dat in staat is om zichzelf te vernieuwen en in stand te houden, ook voor toekomstige generaties. Het plan heeft als doel het gebied veiliger en leefbaarder te maken en om tegemoet te komen aan de grote groei van de stad en station Utrecht Centraal. Het uiteindelijke doel is om een nieuw centrum van Utrecht te realiseren door van het nieuwe Stationsgebied en de oude stad één geheel te maken. In afbeelding 1.2 is ter indicatie het Masterplan voor het Stations-gebied weergegeven.



Afbeelding 1.2
Stationsgebied Utrecht 2030

1.2 INTERACTIE BODEMVERONTREINIGING EN ONTWIKKELINGEN

Door historische activiteiten is de bodem van het stedelijk gebied van Utrecht verontreinigd geraakt. De omvang van de bodemveront-reiniging is groot en de verontreinigingen bevinden zich voornamelijk in het grondwater ter plaatse van het Stationsgebied. De gevallen van verontreiniging zijn ernstig en de meeste spoedeisend. De gemeente Utrecht heeft beleid voor de aanpak van deze verontreinigingen geformuleerd in de notitie “Beschermen, verbeteren en benutten: naar een gebiedsgerichte aanpak van de verontreiniging in de ondergrond van Utrecht”, april 2009.

Bij (her)ontwikkelingsactiviteiten van de omvang in het Stationsgebied is altijd sprake van ingrepen in de ondergrond. Deze ingrepen hebben ook invloed op het grondwater (stromingsrichting, -snelheid en grondwaterstanden).

De belangrijkste ingrepen die bij herontwikkelingen een rol spelen voor het grondwater zijn bouwputbemalingen en warmte-koude opslag (WKO) systemen. Door de invloed van deze systemen op de grondwaterstroming kan sprake zijn van verplaatsing van grondwater-verontreinigingen door menselijk handelen, iets dat wettelijk gezien niet zonder meer is toegestaan. In de praktijk blijkt het moeilijk om grootschalige ontwikkelingen met WKO-systemen te realiseren in verontreinigde gebieden.

SANERINGSNOODZAAK

Om twee redenen wordt daarom nu de aanpak van de ondergrond ter hand genomen:

- De meeste verontreinigingen zijn ernstig en spoedeisend in het kader van de Wet bodembescherming, en verbetering van de grondwaterkwaliteit en het beschermen van de omgeving zijn nodig.
- Er is een maatschappelijke noodzaak om de geplande ontwikkeling van het Stationsgebied te faciliteren. Het is nodig om de ondergrond duurzaam te kunnen benutten.

MOMENTUM DOOR ONTWIKKELINGEN

De geplande ontwikkelingen in het Stationsgebied zorgen voor een goed momentum voor de aanpak van de bodemverontreiniging in de ondergrond van Utrecht. Wanneer verontreinigingen per geval afzonderlijk worden beschouwd, kan de sanering de benutting van de ondergrond in de weg zitten. In de oplossing die is gekozen voor Utrecht, wordt benutting echter gecombineerd met sanering. Daarnaast maakt de schaal van de grondwaterverontreinigingen in de Utrechtse ondergrond sanering zo complex en kostbaar, dat losstaande sanering uiterst lastig is, en waarbij controle en beheersbaarheid van de verontreinigingen niet goed mogelijk is. Door gelijk op te lopen met de herontwikkelings-activiteiten, en gebiedsgericht om te gaan met de verontreinigingen, kan deze situatie worden omgekeerd, zolang deze aanpak niet conflicterend is met het belang van de bodem.

1.3 DE OPLOSSING: GEBIEDSGERICHTE AANPAK ONDERGROND; DE BIOWASMACHINE

De kerngedachte is de gezamenlijke aanpak van omvangrijke grondwaterverontreinigingen in de ondergrond in een vooraf afgesproken systeemgebied. De individuele benadering van separate gevallen wordt losgelaten en er wordt gekeken naar het grotere geheel binnen het systeemgebied. De grondwaterkwaliteit wordt op gebiedsniveau gemonitoord, waarbij het gaat om trends in het verloop van de verontreiniging (vracht en/of concentratie) en het monitoren van de systeemgrens. De grondwaterkwaliteit moet verbeteren als gevolg van natuurlijke afbraak en/of gerichte ingrepen, en verspreiding van verontreiniging over de systeemgrenzen naar de omgeving is niet toegestaan (er moet een milieuhygiënisch acceptabele stabiele situatie ontstaan).

ALGEMENE DOELSTELLING GEBIEDSGERICHTE AANPAK

De gebiedsgerichte aanpak faciliteert het nuttige gebruik van de ondergrond in het systeemgebied (bijvoorbeeld de implementatie van WKO-systemen) mits:

- Het gebruik van verontreinigd grondwater geen risico's met zich meebrengt voor mens, plant en dier.
- De grondwaterkwaliteit op de schaal van het systeemgebied positief wordt beïnvloed.
- De ingrepen in de ondergrond niet leiden tot verspreiding van verontreiniging over de systeemgrens.

BIOWASMACHINE

Het gebruik van WKO's in de gebiedsgerichte aanpak wordt door Utrecht ook wel de "Biowasmachine" genoemd. Door verspreid in het centrum van Utrecht op grote schaal WKO toe te passen, ontstaat in de ondergrond een systeem waarbij het grondwater voortdurend in beweging is. Dit heeft een positief effect op de natuurlijke afbraak en afname van verontreinigingen in het grondwater. De van nature aanwezige microbiologie en

aanwezige voedingsstoffen worden beter gemengd met de verontreinigingen. De verhoogde dynamiek in het grondwater draagt extra bij aan de gewenste verbetering van de grondwaterkwaliteit.

1.4 FASERING EN AFBAKENING SANERING

1.4.1 GEFASEERDE AANPAK

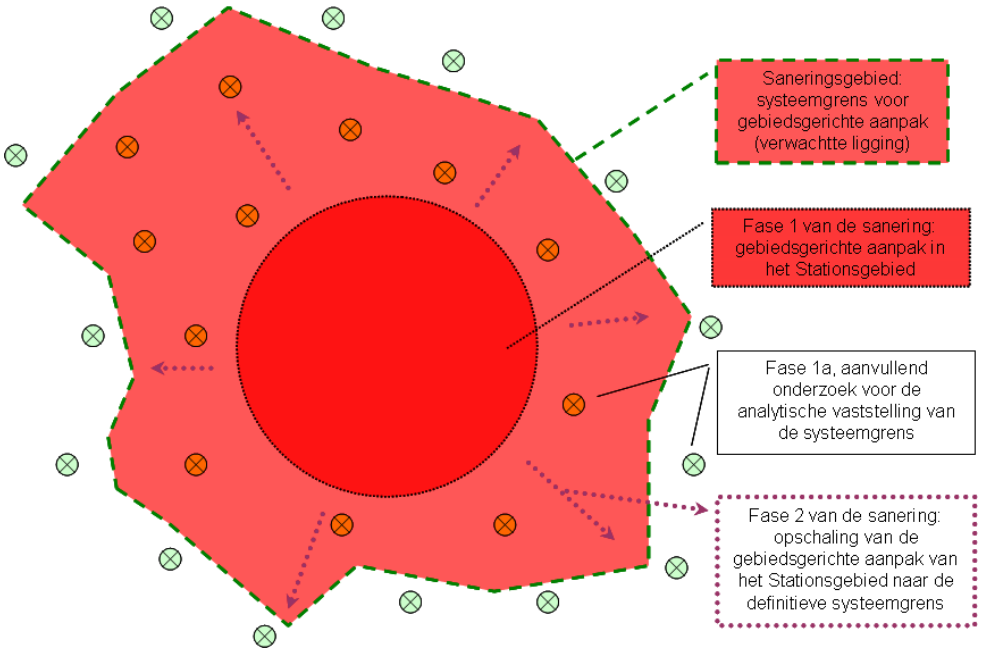
De afbakening van de omvangrijke verontreinigingen in de grillige Utrechtse bodem en dicht stedelijk gebied is een complexe en tijdrovende zaak, en dreigt uit de pas te lopen met de gewenste ruimtelijke ontwikkelingen. Om tegemoet te komen aan de saneringsnoodzaak vanuit milieuhygiënisch en maatschappelijk oogpunt en om het momentum ontstaan door de ontwikkelingen te benutten is besloten de sanering gefaseerd aan te pakken.
De sanering, ofwel de gebiedsgerichte aanpak voor het centrum van Utrecht valt dan uiteen in twee bouwstenen of fasen:

1. Fase 1; aanpak van de bodemverontreinigingen in het Stationsgebied[1].
2. Fase 2; uitbreiding naar de gebiedsgerichte aanpak voor het (aaneengesloten) verontreinigde gebied in het centrum van Utrecht.

Conceptueel is deze fasering hieronder weergegeven, in hoofdstuk 3 wordt deze fasering in meer detail toegelicht.

Afbeelding 1.3

Fasering sanering



[1] De omvang van het Stationsgebied is vastgesteld door naar de effecten van de in het Stationsgebied voorziene ingrepen (WKO-systemen) op de grondwaterstand te kijken. In hoofdstuk 4 wordt dit nader toegelicht.

Binnen deze fasering wordt de in paragraaf 1.3 genoemde doelstelling van de aanpak (stabiele milieuhygiënisch acceptabele eindtoestand) op twee wijzen nagestreefd:

- Verbetering van de grondwaterkwaliteit in het Stationsgebied, en dus afname van de vracht in het gebied met een relatief grote verontreinigingsdichtheid en dynamiek.
- Uitbreiding van het saneringsgebied van fase 1 (Stationsgebied) tot de gehele aaneengesloten verontreiniging; opschaling naar een gebiedsgerichte aanpak in Utrecht in de nabije toekomst[2]. Op de uiteindelijke grens van dit grotere gebied mogen geen concentraties boven de tussenwaarde voorkomen (zoals beschreven in het Utrechtse beleid voor de ondergrond). Daarnaast geldt voor deze fase ook verbetering van de grondwaterkwaliteit als doelstelling.

WETTELIJK KADER GEFASEERDE SANERING

De keuze voor het opstellen van een gefaseerd saneringsplan is mogelijk in het kader van artikel 38 lid 3 van de Wet Bodembescherming, waarmee het bevoegd gezag de mogelijkheid heeft te beschikken op een saneringsplan waarbij de aanpak in de tijd wordt uitgezet, en nog niet alle informatie ten aanzien van het geval en de saneringsaanpak in detail bekend is. Dit is toegestaan zolang “het belang van de bescherming van de bodem zich daartegen niet verzet”. Uit de informatie in de voorgaande paragrafen is duidelijk geworden dat het in de Utrechtse situatie juist in het belang van de bodem is, om zo spoedig mogelijk de sanering ter hand te nemen, te beginnen met fase 1, het Stationsgebied.

GRONDWATERKWALITEIT OP DE SYSTEEMGRENS

Voor fase 2 is van belang dat de signaalgrens bij het gebiedsgerichte concept zoals dat in Utrecht wordt toegepast, komt te liggen in niet-verontreinigd gebied (schoon grondwater), direct grenzend aan het verontreinigde gebied. Op basis van de beschikbare informatie is het niet mogelijk de systeemgrens op basis van analytische afperking vast te stellen. Daarom is in dit plan een (voorlopige) systeemgrens vastgesteld op basis van de verwachting van de mate waarin het verontreinigde (aaneengesloten) grondwater zich in de ondergrond uitstrekt. Die verwachtingen zal worden getoetst door aanvullend bodemonderzoek.
In paragraaf 3.2 en 5.2.3 is de procedure en fasering die daarvoor gebruikt zal worden, toegelicht.

1.4.2 GEVALSDEFINITIE

VERMENGING GEVALLEN VAN VERONTREINIGING

De individuele gevallen van bodemverontreiniging in de ondergrond van Utrecht zijn in grote mate vermengd. Uit de Utrechtse praktijk (informatie van de afdeling Milieu en Duurzaamheid van de gemeente Utrecht) blijkt dat veel pluimen onderling vermengd zijn geraakt en niet meer te onderscheiden zijn. Analytisch is het nagenoeg ondoenbaar om de gevallen te onderscheiden. Onderzoek waarbij afperking van individuele gevallen en de overlap tussen gevallen kunnen worden vastgesteld, zijn niet kosteneffectief en de methode waarmee dit onderzoek wordt uitgevoerd schiet in de praktijk te kort.

CLUSTERING GEVALLEN

Voor een realistische, praktisch uitvoerbare en kosteneffectieve benadering van de gevallen van grondwaterverontreiniging in de ondergrond van Utrecht worden de verontreinigingen gelijktijdig (geclusterd) aangepakt. Daarbij worden de verontreinigingen gezien als gevallen van ernstige verontreiniging die in de ondergrond vermengd zijn geraakt en die worden aangepakt in het kader van artikel 42 van de Wet bodembescherming. Dit houdt in dat de

[2] De uitvoering hiervan wordt gewaarborgd in het Bodemsaneringsprogramma van Utrecht voor 2009, waarin aangegeven is dat er in 2009 aanvullend onderzoek wordt gedaan naar de grenzen van de aanwezige verontreinigingen.

aanpak van de gevallen tegelijkertijd plaatsvindt, waarbij tevens de interpretatie wordt gegeven dat de aanpak van de vermengde gevallen gecombineerd kan worden.

AFPERKING AAN DE BUITENZIJDE VAN DE AANEENGESLOTEN VERONTREINIGING

Hoewel van de bekende (individuele) gevallen van bodemverontreiniging veel gegevens bekend zijn, zijn de verontreinigingen aan de "buitenzijde" analytisch niet afgeperkt. Op basis van de beschikbare informatie staat inmiddels wel vast dat de verontreinigingen in het eerste watervoerende pakket een groter gebied beslaan dan alleen het Stationsgebied.

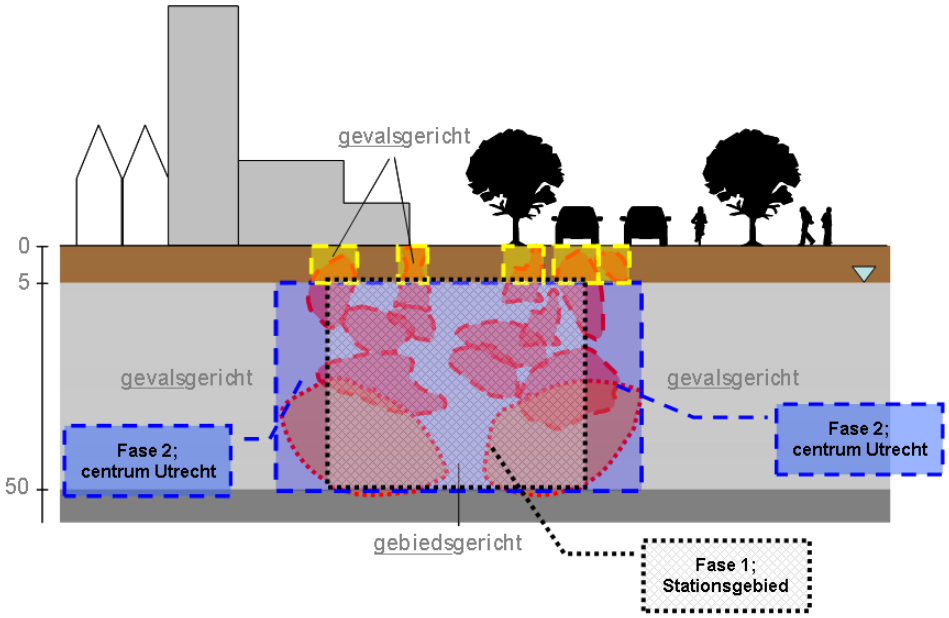
1.4.3 ONTKOPPELING BOVEN- EN ONDERGROND

Ook in verticale zin wordt het aan te pakken gebied begrensd. De gebiedsgerichte aanpak richt zich op de verontreinigingen in het eerste watervoerende pakket (5 tot circa 50 meter minus maaiveld), omdat in die bodemlaag de verontreinigingen sterk vermengd zijn en omdat op die diepte de effecten van de bovengrondse ontwikkelingen ingrijpen. De verontreinigingen tot 5 m-mv (“ondiepe bronlocaties”) zijn gekoppeld aan een locatie met een bodembedreigende activiteit en een bevestigde bron. Ze zijn op basis van risico’s voor mens, ecosysteem en verspreiding, organisatorische aspecten, aard van de verontreinigingen en de potentiële saneringsaanpak en –noodzaak, duidelijk afwijkend van de diepere verontreinigingen. In tegenstelling tot de diepere verontreinigingen kunnen de ondiepe bronlocaties ook helder worden onderscheiden van elkaar.

ONTKOPPELING

De ondiepe verontreinigingen kunnen gevalsgericht worden aangepakt, de diepere verontreinigingen gebiedsgericht. Om die reden wordt diep losgekoppeld van ondiep. In de afbeelding hieronder is schematisch weergegeven voor welk gedeelte van de bodem in Utrecht de gebiedsgerichte aanpak van toepassing is.

Afbeelding 1.4
Gevalsgericht vs gebiedsgericht inclusief fasering



Dieper dan 50 m-mv komt in Utrecht eerst een scheidende laag en daarna het tweede watervoerende pakket voor, waarin geen ingrepen plaatsvinden. Transport van verontreinigingen door de scheidende laag zal alleen zeer langzaam kunnen plaatsvinden. Dit saneringsplan heeft alleen betrekking op ingrepen in het eerste watervoerende pakket en richt zich niet op de dieper gelegen pakketten. Omdat verontreiniging van het tweede

watervoerende pakket nooit geheel is uit te sluiten, is dit een punt van aandacht bij de aanpak.

WETTELIJK KADER ONTKOPPELING

De ontkoppeling van de boven- en ondergrond is mogelijk in het kader van artikel 40 van de Wet Bodembescherming, waarmee het bevoegd gezag de mogelijkheid heeft te beschikken op een saneringsplan voor een gedeelte van een geval van bodemverontreiniging. Dit is toegestaan zolang “het belang van de bescherming van de bodem zich daartegen niet verzet”.

1.5 LEESWIJZER

In dit saneringsplan zijn de belangrijkste keuzes, aannames en vertrekpunten ten aanzien van de gebiedsgerichte aanpak uitgewerkt, toegelicht en onderbouwd. De maatregelen die voor de gebiedsgerichte aanpak genomen moeten worden en de organisatie daarvan zijn beschreven, waarbij ook gekeken is naar faalrisico’s, faalscenario’s en tegenmaatregelen.

De in dit plan beschreven aanpak en de motivering daarvoor richt zich op de mobiele verontreinigingen in de ondergrond van Utrecht, waarbij als eerste stap de focus op het Stationsgebied ligt. Van dat gebied is veel informatie (bijvoorbeeld ten aanzien van de verontreinigingssituatie) beschikbaar en is ook duidelijk welke ingrepen in de ondergrond plaats zullen vinden. Het Stationsgebied is uitgebreid in dit saneringsplan beschreven, omdat de onderbouwing voor de gebiedsgerichte aanpak voor de ondergrond van Utrecht (de Biowasmachine) is gebaseerd op de situatie in het Stationsgebied. Daarnaast is het Stationsgebied fase 1 van de gefaseerde saneringsaanpak, en zal op korte termijn met deze fase gestart worden (1 oktober 2009).

De in dit saneringsplan beschreven aanpak is nieuw, en op deze schaal voor een dergelijke complexe situatie uniek. Dit plan voorziet daarom in evaluatiemomenten, om te zien of aanpassingen in de aanpak nodig zijn. Indien nodig moeten de afgesproken tegenmaatregelen worden geactiveerd.

HOOFDSTUK 2

Achtergrond-informatie en algemene gegevens

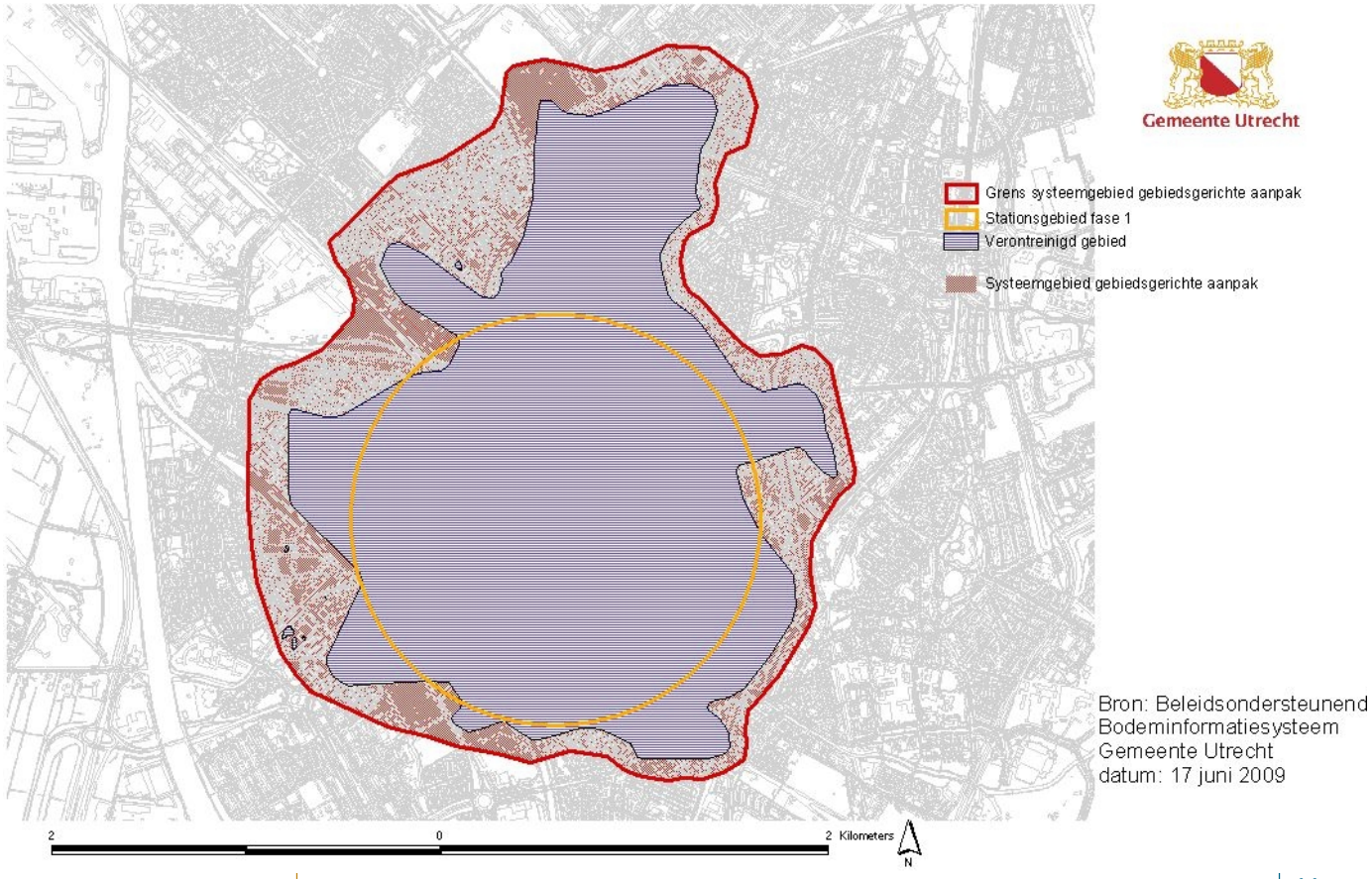
In dit hoofdstuk is achtergrondinformatie opgenomen die de gekozen saneringsstrategie in het juiste kader plaatst. Een deel hiervan is, samen met de afweging van varianten en uiteindelijke selectie van de voorkeursvariant, reeds beschreven in het saneringsonderzoek voor het Stationsgebied van 18 juni 2009 (kenmerk: B02034/WA9/003/000055/001b/lm). Voor gedetailleerde informatie met betrekking tot bodemopbouw en geohydrologie wordt naar dat rapport verwezen. Daarnaast zijn de algemene gegevens ten aanzien van de sanering opgenomen. Hierbij wordt opgemerkt dat ervoor gekozen is sommige aspecten niet op te nemen in dit plan, eenvoudigweg vanwege de grote hoeveelheid informatie (door de omvang van het te saneren gebied).

2.1 LOCATIEGEGEVENS

Afbeelding 2.1
Systeemgebied
Gebiedsgerichte aanpak
centrum Utrecht

Systeemgebied

Het gebied waar dit saneringsplan betrekking op heeft is weergegeven in afbeelding 2.1. In bijlage 11 is het systeemgebied op een grotere schaal afgebeeld.



Het betreft een groot gedeelte van het stedelijk gebied van het centrum van Utrecht en wordt in grote lijnen afgeperkt door de Beneluxlaan, de Lessinglaan, de “Cartesiusdriehoek” en de Thorbeckelaan aan de westzijde, de Balijelaan en de Vondellaan aan de zuidzijde, de Singel, de Maliebaan en het Griftpark aan de oostzijde en de Rioolwaterzuivering en de Moezeldreef aan de noordzijde. Het gebied heeft een stedelijke functie (voormalig, huidig en toekomstig gebruik).

In verticale zin heeft de gebiedsgerichte aanpak betrekking op het eerste watervoerende pakket, vanaf 5 tot maximaal 50 meter minus maaiveld (m-mv). Verticale afbakening is daarmee aan de onderzijde van het gebied vastgesteld op de eerste slecht doorlatende laag.

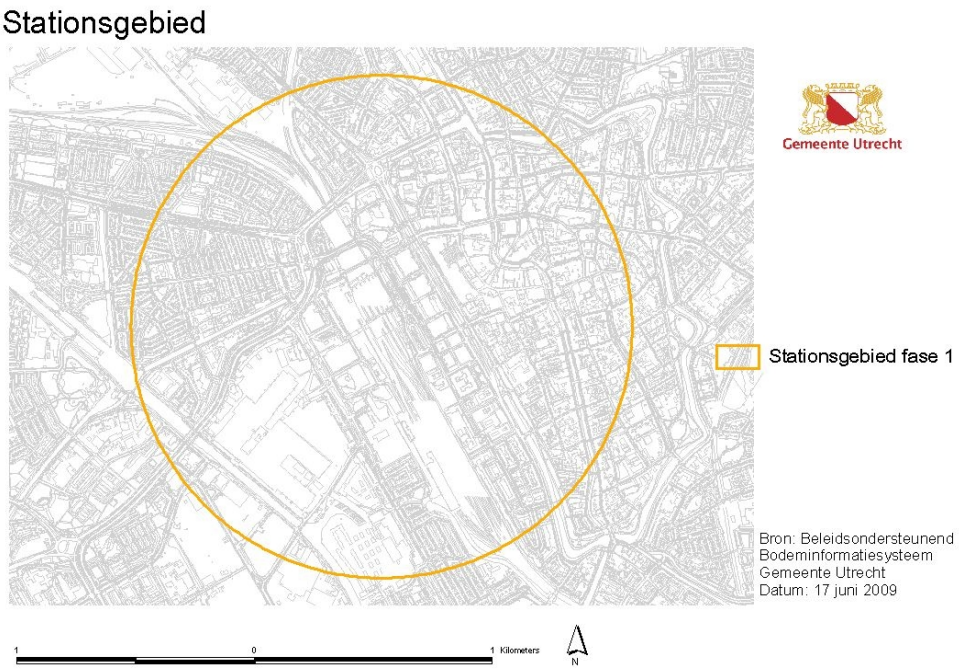
Dit saneringsplan heeft betrekking op verontreinigingen dieper dan 5 m-mv, en niet op individuele gevallen van verontreiniging. Voor de volledigheid zijn de kadastrale gegevens opgenomen op de bij dit plan behorende en bij de beschikking ter inzage liggende CD-rom.

Gebied fase 1 van de sanering; Stationsgebied

Het gebied waar de eerste fase van de sanering op van toepassing is, het Stationsgebied, betreft het gebied rondom het centraal station in Utrecht. Het Stationsgebied is afgeleid van het invloedsgebied van de WKO’s, dat in geschematiseerde vorm een cirkel is met een straal van circa 1,1 kilometer (zie hoofdstuk 4 en afbeelding 2.2). Het centrum van de cirkel bevindt zich ter plaatse van het spooremplacement. Het gebied voor de sanering van fase 1 is om praktische reden afgestemd op het al deels aangelegde monitoringsnetwerk met een rastermaat van 250x250 meter. De al geplaatste peilbuizen, en de nog te plaatsen peilbuizen voor het meetnet zijn weergegeven in de figuur in bijlage 11.

Afbeelding 2.2

Sanering fase 1: Stationsgebied



2.2 VERONTREINIGINGSSITUATIE ONDERGROND

2.2.1 AARD VAN DE VERONTREINIGINGEN

Het grondwater in het eerste watervoerende pakket in Utrecht is op grote schaal verontreinigd met voornamelijk gechloreerde koolwaterstoffen (VOCl). Hoofdzakelijk worden de componenten cis 1,2-dichlooretheen (cis) en vinylchloride (VC) aangetroffen, tetrachlooretheen (per) en trichlooretheen (tri) worden ook aangetoond, maar de mate (concentraties) en omvang van de verontreiniging met die componenten is aanmerkelijk kleiner dan die van cis en VC.

In mindere mate zijn aromatische koolwaterstoffen, minerale olie, zware metalen en policyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) aangetoond. De VOCl vormen, net als in andere stedelijke gebieden, de omvangrijkste verontreinigingen omdat ze zich sneller verspreiden in verticale en horizontale zin en langzamer afbreken.

NATUURLIJKE AFBRAAK VOCL

De redoxcondities in het watervoerend pakket van Utrecht zijn niet optimaal voor reductieve dechlorering. Uit de verdeling van de individuele VOCl blijkt dat dechlorering optreedt en uit onderzoeksgegevens (detectie van etheen en ethaan), van de locaties Voorstraat, Gruttersdijk en Vrouwjuttenhof, blijkt dat de VOCl volledig dechloreren (maar dat deze afbraak langzaam verloopt)[3].

2.2.2 GEGEVENS HISTORISCHE GEVALLEN VAN VERONTREINIGING

De grondwaterverontreinigingen in de ondergrond waar dit plan betrekking op heeft, zijn veroorzaakt door (historische) bodembedreigende activiteiten[4]. De verontreinigende stoffen zijn in beginsel in de deklaag in het milieu terecht gekomen, door verplaatsing onder de invloed van zwaartekracht zijn de stoffen in het grondwater terechtgekomen, waar ze in meer of mindere mate in het grondwater zijn opgelost. Vervolgens zijn de verontreinigingen (afhankelijk van de individuele fysisch / chemische stofeigenschappen) met het grondwater verspreid.

In Utrecht heeft dit geleid tot een groot aantal gevallen van grond- en grondwaterverontreiniging. Sommige van deze gevallen zijn door locatiespecifieke omstandigheden beperkt van omvang en ernst, andere hebben tot omvangrijke grondwaterpluimen in de ondergrond geleid. In afbeelding 2.1 is het verontreinigde gebied in het centrum van Utrecht gearceerd weergegeven. Deze informatie is afkomstig uit het Beleidsondersteunend Bodeminformatiesysteem van de gemeente Utrecht.

[3] Actualiserend en nader bodemonderzoek Voorstraat 77 (26 april 2005), Actualiserend en aanvullend bodemonderzoek geval “Gruttersdijk 30-31” (7 september 2006), Actualisatie Vrouwjuttenstraat te Utrecht (januari 2009), Actualisatie en nader onderzoek VOCl-verontreiniging dieper grondwater Vrouwjuttenhof (maart 2005).

[4] Dit saneringsplan heeft alleen betrekking op de “historische gevallen van bodemverontreiniging”, nieuwe gevallen (waarop het zorgplichtartikel uit de Wet Bodembescherming van toepassing is), worden niet in de beschreven systematiek meegenomen. Deze gevallen dienen separaat te worden aangepakt volgens de daarvoor bestemde methodiek.

BEKENDE GEVALLEN

In de ondergrond van Utrecht (eerste watervoerende pakket, deel van de bodem waar dit saneringsplan zich op richt) is sprake van meerdere pluimen. In bijlage 1 is een overzicht opgenomen van de bekende VOCl-gevallen, waarbij is aangegeven of deze gevallen voorkomen in de deklaag en of de ondergrond, en of de gevallen ernstig of spoedeisend (en wel of niet beschikt) zijn. Daarnaast is weergegeven binnen welke fase van de gebiedsgerichte aanpak de locaties liggen.

BEKENDE BRONZONES IN DE BOVENGROND

In bijlage 1 worden ook de bekende bronzones in de bovengrond (tot 5 m-mv) genoemd. Hoewel dit saneringsplan strikt genomen geen betrekking heeft op die zones (zie paragraaf 1.4.3), hebben deze gevallen wel degelijk invloed op de verontreinigingssituatie in het eerste watervoerende pakket. Dat effect is voor fase 1 van de sanering (het Stationsgebied) getoetst. In hoofdstuk 4 is toegelicht hoe in de modellering met de nalevering van deze bronzones is omgegaan.

UITGEVOERDE BODEMONDERZOEKEN

In het verleden zijn per locatie uit bijlage 1 één of meerdere bodemonderzoeken uitgevoerd. De onderzoeksrapportages van deze locaties zijn om logistieke redenen niet aan dit saneringsplan toegevoegd, maar kunnen worden ingezien bij het archief van de afdeling Milieu en Duurzaamheid van de gemeente Utrecht. Voor de in dit plan beschreven aanpak en onderbouwing zijn de onderzoeksgegevens uit de meest recente rapportages gebruikt (zoals bekend per 1 juni 2009). Ook aanvullende gegevens die inzicht geven in de grondwaterkwaliteit zijn gebruikt; bodeminformatie die verkregen is tijdens bouw- en bemalingswerkzaamheden (Nieuwbouw Rabobank, Hoog Catharijne, Catharijnesingel) en van het in september 2008 geïnstalleerde grondwatermeetnet voor de ondergrond.

2.2.3 ERNST EN SPOEDEISENHEID

Voor één of meer diepe grondwaterverontreinigingen in het systeemgebied geldt dat, volgens de criteria van de Circulaire bodemsanering, sprake is van een ernstig geval van bodemverontreiniging (zie ook bijlage 1). Van een ernstig geval van bodemverontreiniging dient, op basis van de risico's voor mens en dier en voor het ongecontroleerde verspreiden van de verontreiniging, te worden vastgesteld op welke termijn met de sanering aangevangen dient te worden (de spoedeisendheid van een geval). Hierbij wordt aangenomen dat een geval van verontreiniging met spoed gesaneerd dient te worden (start binnen vier jaar na het afgeven van de beschikking ernst en spoedeisendheid), tenzij kan worden aangetoond dat er geen sprake is van actuele risico's.

VERSPREIDINGSRISICO'S

Als de verontreinigingen gezamenlijk worden beschouwd, is sprake van spoedeisendheid op basis van verspreidingsrisico's, omdat jaarlijks een bodemvolume van meer dan de normhoeveelheid van (1.000 m^3) extra verontreinigd raakt (in concentraties boven de interventiewaarden). Overigens zou voor één of meer van de diepe grondwater-verontreinigingen als deze individueel beschouwd zouden worden ook sprake zijn van verspreidingsrisico's.

HUMANE RISICO'S

De gebiedsgerichte aanpak heeft betrekking op de ondergrond vanaf 5 m-mv. Van humane risico's wordt gesproken indien er sprake is van contact tussen de verontreiniging en mensen. Dit contact kan tot stand komen door direct contact (bijvoorbeeld ingestie van grond en dermaal contact) of door indirecte blootstelling na uitdamping van verontreinigingen uit de bodem (bijvoorbeeld inhalatie binnenlucht).
Voor het gebied waar dit saneringsplan betrekking op heeft, is dus geen sprake van actuele humane risico's omdat deze risico's zich zullen voordoen als gevolg van verontreinigingen in

contactzone; de deklaag. Daar zullen dan per geval maatregelen moeten worden getroffen. De uitwerking van die maatregelen valt buiten de scope van dit saneringsplan.

Potentiële risico's die optreden door veranderingen in de ondergrond als gevolg van de aanpak worden in hoofdstuk 5 en 6 nader toegelicht (risico's tijdens de aanpak).

ECOLOGISCHE RISICO'S

Van ecologische risico's kan alleen sprake zijn als de verontreinigingen zich in de contactzone van de bodem bevinden (de bovenste 0,5 meter van de onbedekte bodem). Voor de verontreinigingen waar dit saneringsplan betrekking op heeft, houdt dat in dat er geen sprake is van actuele ecologische risico's. De verontreinigingen die zich in de deklaag bevinden worden in principe gevalsgericht aangepakt (de uitwerking daarvan ligt buiten de scope voor dit plan voor de ondergrond).

KWETSBARE OBJECTEN

In de nabijheid van het centrum van Utrecht zijn de volgende kwetsbare objecten bekend:

- Drinkwaterwinning Leidsche Rijn.
- Drinkwaterwinning Groenekan.
- Het tweede watervoerende pakket als strategische voorraad.

Andere relevante kwetsbare objecten zijn niet geïdentificeerd, het systeemgebied ligt niet in de grondwaterbeschermingsgebieden van de beide drinkwaterwinningen. Voor het saneringsplan is dus alleen het tweede watervoerende pakket van belang. Hieraan wordt bij de keuze van het systeemgrens en de monitoring nadrukkelijk aandacht gegeven.

HOOFDSTUK 3 Gebiedsgerichte aanpak; de Biowasmachine

In dit hoofdstuk wordt de voorgestelde gebiedsgerichte aanpak op hoofdlijnen toegelicht. Hierbij wordt de aanpak in algemene termen beschreven (de technische invulling volgt in latere hoofdstukken), de doelstelling van de aanpak wordt toegelicht en de keuze voor deze oplossing wordt gemotiveerd. Ook wordt het beleidsmatige kader geschetst waarbinnen de aanpak gezien moet worden. Parallel wordt aangegeven op welke wijze aan de beleidsmatige randvoorwaarden van de gemeente Utrecht wordt voldaan.

3.1 KERNGEDACHTE GEBIEDSGERICHTE AANPAK

De kern van een gebiedsgerichte benadering is de aanpak van omvangrijke grondwater-verontreinigingen in een afgebakend systeemgebied, waarvan de omvang wordt gebaseerd op de verontreinigingssituatie. Voor de gemeente Utrecht geldt het uitgangspunt daarbij dat (mede door het mogelijk maken van het nuttig gebruik van de ondergrond; bijvoorbeeld de toepassing van WKO) voor het gebied een situatie ontstaat waarbij afbraak van de verontreinigingen minimaal in evenwicht is met de verspreiding, waardoor er een stationaire of afnemende situatie ontstaat zonder risico's en met een verbetering van de grondwaterkwaliteit (op termijn). Verspreiding binnen de grenzen van het systeemgebied is toegestaan (onder de conditie dat in zijn algemeenheid de grondwaterkwaliteit in het gebied verbetert), maar verspreiding over de systeemgrenzen mag niet. Die situatie moet worden gemonitoord. Als de beoogde effecten niet bereikt worden, (bijvoorbeeld als ontoelaatbare verspreiding optreedt van verontreinigingen tot buiten het gebied) moet actief worden ingegrepen (tegenmaatregelen).

SIGNAAL- EN SYSTEEMGRENZEN

Om het voorkomen van verspreiding tot over de systeemgrens te kunnen waarborgen wordt een signaalgrens gedefinieerd, die ruimschoots binnen de systeemgrens ligt. De signaalgrens is een monitoringsgrens met peilbuizen en ligt in niet-verontreinigd gebied. De systeemgrens ligt circa 100 meter daarbuiten. De zone tussen signaal- en systeemgrens is een interventiezone, die voldoende tijd biedt om maatregelen te treffen als verspreiding van verontreiniging wordt geconstateerd op de signaalgrens. In paragraaf 5.2.2 worden de signaal en systeemgrenzen uitvoeriger toegelicht.

3.2 FASERING

Zoals al is toegelicht in hoofdstuk 1 wordt de gebiedsgerichte aanpak van de ondergrond gefaseerd aangepakt. In deze paragraaf wordt het idee achter de fasering toegelicht, in paragraaf 5.1 wordt inhoudelijker ingegaan over de procedures, maatregelen en acties die uit deze fasering volgen.

FASE 1, STATIONSGEBIED

Fase 1 is hierin de aanpak in het Stationsgebied. Deze aanpak zal aanvangen als het meetnet geïnstalleerd is op 1 oktober 2009.

FASE 1A, DEFINITIEF VASTSTELLEN VAN SYSTEEMGRENS

Op basis van ervaringen in de Utrechtse situatie (mede gebruik makend van de locatiespecifieke kennis en ervaring binnen de afdeling Milieu en Duurzaamheid van de Gemeente) en de beschikbare gegevens, is de verwachte begrenzing van het verontreinigd gebied bepaald. Tijdens de implementatie van fase 1 zal ook de ligging van de systeemgrens analytisch moeten worden bevestigd. Dit wordt vóór 1 juli 2010 gerealiseerd en gebeurd door het plaatsen van monitoringsfilters en het meten van de grondwaterkwaliteit.
De signaalgrens zal in analytisch niet-verontreinigd gebied direct buiten het verontreinigde gebied komen te liggen. Zoals uit afbeelding 2.1 kan worden afgeleid is de voorlopige systeemgrens 100 m of meer buiten de bekende verontreinigingen gekozen.
Verdere detaillering is opgenomen in paragraaf 5.2.3.

FASE 2, OPSCHALING NAAR GEBIEDSGERICHTE AANPAK BINNEN DE DEFINITIEVE SYSTEEMGRENS

Op het moment dat de aaneengesloten verontreiniging in het centrum van Utrecht (analytisch) is bevestigd, wordt de systeemgrens voor de gebiedsgerichte aanpak vastgesteld. Als de systeemgrens is vastgesteld zal het meetnet aaneengesloten moeten worden voor het totale systeemgebied. De installatie van het totale meetnet zal 1 november 2010 gereed zijn.

EVALUATIE GEKOZEN STRATEGIE

Vóór de definitieve implementatie van de gebiedsgerichte aanpak in het centrum van Utrecht wordt de gekozen strategie ten aanzien van de aanpak van de bodemverontreinigingen in de ondergrond van Utrecht in overleg met het bevoegd gezag tegen het licht gehouden en geëvalueerd. Afhankelijk van voortschrijdend inzicht in beleid, wet- en regelgeving en technische aspecten (biologische afbraakprocessen, effecten van WKO-systemen en bemalingen en dergelijke) wordt beoordeeld of met de gekozen systematiek aan de saneringsdoelstelling kan worden voldaan.

GEBIEDSGERICHTE AANPAK CENTRUM VAN UTRECHT

Als bevestigd wordt dat de nu gekozen strategie de juiste is, zal per 1 november 2010 gestart worden met de gebiedsgerichte aanpak van de verontreinigingen in de ondergrond van het centrum van Utrecht en wordt de gebiedsgerichte aanpak uitgebreid van fase 1 naar fase 2. Hoe aan deze aanpak invulling wordt gegeven, is in de volgende hoofdstukken toegelicht.

3.3 DOELSTELLING VAN DE GEBIEDSGERICHTE AANPAK (SANERINGSDOELSTELLING)

De saneringsdoelstelling is uiteindelijk het bereiken van een milieuhygiënisch, acceptabele eindtoestand, waarbij:

1. er geen risico's optreden voor mens, plant of dier;
2. de ondergrond geschikt wordt gemaakt voor de beoogde functie; waaronder duurzaam gebruik van het grondwater voor energieopslag;
3. de gemiddelde grondwaterkwaliteit in het systeemgebied op termijn verbetert;
4. de verspreiding van de verontreiniging over de systeemgrens wordt voorkomen.

In algemene zin moet de gekozen saneringsdoelstelling aansluiten op de pijlers uit het grondwaterbeleid voor de ondergrond van de gemeente Utrecht (Beschermen, verbeteren en benutten: Naar een gebiedsgerichte aanpak grondwaterverontreinigingen in de ondergrond van Utrecht, Afdeling Milieu & Duurzaamheid, Stads Ontwikkeling, Gemeente Utrecht, datum: 21 april 2009).

Die pijlers zijn:
1. verbetering van de grondwaterkwaliteit in het systeemgebied;
2. beschermen van de grondwaterkwaliteit buiten het gebied door het voorkomen van verspreiding van verontreiniging vanuit het gebied;
3. benutten van de ondergrond voor duurzaam gebruik.

3.4 AFWEGING VARIANTEN EN KEUZE SANERINGSAANPAK (SANERINGSONDERZOEK)

Zoals in eerdere hoofdstukken is vermeld, is gekozen voor een gebiedsgerichte aanpak voor de verontreinigingen. Die keuze is gebaseerd op een afweging van saneringsvarianten op basis van een situatie die een deel van het te saneren gebied beschrijft (te weten, het gebied rondom het centraal station; het Stationsgebied). Daarnaast is voor die afweging de situatie ten aanzien van verontreinigingen gebruikt zoals deze begin 2008 bekend was. Het gaat daarbij om een afweging van verschillende varianten op hoofdlijnen, waarbij drie opties onderling met elkaar vergeleken zijn. Gezien de schaalgrootte van het gebied, is een afweging op hoofdlijnen voldoende en is een exacte bepaling van de verontreinigingssituatie niet noodzakelijk, simpelweg omdat de verschillen op microschaal in relatie tot het totale onderzoeksgebied niet of nauwelijks merkbaar zijn. Aangezien een werkwijze is gevolgd die voldoende duidelijkheid en onderscheidend vermogen geeft van de lasten en de baten van elke variant, kan met voldoende zekerheid de meest geschikte variant aangewezen worden.

In de volgende paragrafen wordt deze keuze (in aanvulling op het saneringsonderzoek) toegelicht. Voor aanvullende informatie wordt verwezen naar de rapportage van het saneringsonderzoek.

In overleg met de gemeente Utrecht zijn voor het afwegingsproces volgens de ROSA-systematiek[5] drie varianten geselecteerd en met elkaar vergeleken:
1. De referentievariant (actieve sanering gericht op maximaal haalbare, kosteneffectieve vrachtverwijdering[6]).
2. Gebiedsgerichte aanpak grondwater (aanpak binnen systeemgrenzen, de Biowasmachine).
3. Extensieve variant (extensieve sanering gericht op het voorkomen van verspreiding).

Bij het in perspectief plaatsen van de beschreven saneringsvarianten komt naar voren dat een viertal afwegingsaspecten daadwerkelijk relevant en onderscheidend zijn ten opzichte van elkaar. Deze criteria worden in tabel 3.1 nader toegelicht.

[5] ROSA: praktijkdocument voor het maken van keuzes bij mobiele verontreinigingen (september 2004).

[6] De hier gebruikte referentievariant is een maximale variant, en geen multifunctionele variant. Mede omdat in de praktijk is gebleken dat het geheel verwijderen van verontreinigingen uit de bodem vaak niet mogelijk en niet kosteneffectief is (en dit zeker voor het Stationsgebied gezien de mate en complexiteit van verontreiniging een onrealistisch). Ook is sinds de herziening van de Wet bodem-bescherming in 2006 vrachtverwijdering geen vereiste meer voor saneringen.

Tabel 3.1
Onderscheidende afwegingscriteria

Aspect		Omschrijving/toelichting
A.	Kosten	De kosten voor variant 2, *de gebiedsgerichte variant*, bedragen circa 10 miljoen euro[7]. Dit is veel lager dan voor beide alternatieve saneringsvarianten; 400 tot 550 miljoen euro voor variant 1 en 150 tot 255 miljoen euro voor variant 3. De meerkosten van die saneringsvarianten zijn gerelateerd aan de intensiteit van de saneringsaanpak met (uiteindelijk) verbetering van de grondwaterkwaliteit als doelstelling. Voor alle beschreven saneringsvarianten geldt echter dat risico's als gevolg van de grondwaterverontreiniging worden weggenomen.
B.	Bevorderen gebruiks-mogelijkheden Ruimtelijke Ontwikkel-ingen	Het huidige beleid van Utrecht ten aanzien van de grondwater-verontreiniging leidt ertoe dat stagnatie optreedt van herontwikkelingen, wat ernstige gevolgen heeft voor de ruimtelijke ontwikkelingen in de stad (een aantal belangrijke bouwprojecten lopen vertraging op of zijn zelfs stilgelegd). Bij variant 2, *de gebiedsgerichte variant*, worden op zeer korte termijn de barrières voor de ontwikkelingen weggenomen. Dit zal een positieve impuls geven aan de gebruiksmogelijkheden van zowel de boven- als de ondergrond. Bij de twee andere varianten zullen de barrières voor binnenstedelijk herontwikkeling pas op de lange termijn kunnen worden weggenomen, dat wil zeggen nadat de verontreiniging vergaand is gesaneerd. De termijn die hiervoor is voorzien bedraagt minimaal 15 jaar. De baten van de variant 2 zijn beduidend groter dan die van de overige varianten.
C.	Grondwater-kwaliteit	Het grondwater in het Stationsgebied zal bij alle varianten in meer of mindere mate verontreinigd blijven. Een volledige sanering is technisch niet haalbaar. Variant 1, *maximaal haalbare verwijdering*, leidt naar verwachting op termijn tot een betere grondwaterkwaliteit dan de beide andere varianten, maar zal uiteindelijk ook niet leiden tot een schoon grondwaterpakket. Ook variant 2, *de gebiedsgerichte variant*, laat een kwaliteitsverbetering zien. De *extensieve variant*, variant 3, leidt tot een min of meer gelijkblijvende verontreinigingsomvang. De lasten die gemoeid zijn met de *maximale variant* wegen niet op tegen de baten die dit oplevert ten opzichte van de *gebiedsgerichte variant*.
D.	Energie- en grond-stoffen-besparing	Toepassing van de variant 2, *de gebiedsgerichte variant*, zal op korte termijn een gunstig klimaat creëren voor realisatie van WKO-systemen in het Stationsgebied. Deze systemen voorzien in duurzame bodemenergie voor verwarmen en koelen van gebouwen en (kraan)water, en leiden daarmee tot een besparing van fossiele brandstoffen en een reductie van CO_2-uitstoot. Daarmee levert deze CO_2-reductie een significante bijdrage aan de doelstelling van Utrecht om in 2030 een CO_2-neutrale stad te zijn. Een snellere verbetering van de grondwaterkwaliteit in variant 1, *maximaal haalbare verwijdering,* weegt niet op tegen de extreem hoge kosten, de benodigde grondstoffen en schadelijke emissies. Als gekozen wordt voor de alternatieve varianten zullen de wettelijke bepalingen die voorvloeien uit de Wbb er (in ieder geval op korte termijn, zie ook tijdsindicatie bij aspect B) toe leiden dat verplaatsing van verontreinigd grondwater niet is toegestaan, wat hoge barrières opwerpt voor aanleg van WKO-systemen. De genoemde besparing van fossiele brandstoffen en de CO_2-reductie behoort bij deze saneringsvarianten daarom niet tot de mogelijkheden.

[7] Voor de uitgangspunten van deze kosten wordt verwezen naar het saneringsonderzoek

Variantkeuze en motivering

Samenvattend kan gesteld worden dat op basis van de ROSA-systematiek, de gebiedsgerichte aanpak zoals deze beschreven is in het saneringsonderzoek en in deze rapportage ("de Biowasmachine"), de meest geschikte en daarmee voorkeursvariant is. Het is technisch en financieel niet mogelijk de overlappende en elkaar beïnvloedende verontreinigingen volledig te saneren. De kans van slagen van de referentievariant is daarmee laag. Ook zijn de negatieve effecten van deze omvangrijke saneringsoperatie (overlast, emissies et cetera) aanzienlijk. Daarnaast is van deze gevallen vaak niet te achterhalen wie de veroorzaker(s) zijn. De praktijk heeft inmiddels voldoende uitgewezen dat het in deze situaties weinig tot geen zin heeft om op de traditionele (gevalsgerichte) manier trachten te saneren.

Het toepassen van een gebiedsgerichte aanpak is de meest geschikte oplossing voor de problematiek in Utrecht. De aanpak heft de belemmeringen ten aanzien van de (her)ontwikkelingen in het gebied op en maakt het mogelijk om de activiteiten in de ondergrond van het systeemgebied op een dusdanige manier in te richten dat deze een positief effect hebben op de grondwaterkwaliteit.

3.5 BELEIDSMATIG KADER GEBIEDSGERICHTE AANPAK

Landelijke wet- en regelgeving voor gebiedsgericht grondwaterbeheer is volop in ontwikkeling, geïllustreerd door de beleidsbrieven van de minister van 4 januari en 25 september 2008 en het advies van de Taskforce WKO[8]. Daarbij is evident dat het ministerie van VROM, de minister en de uitvoeringsorganen Bodem+ en SenterNovem de toepassing van duurzame energie uit de ondergrond ondersteunen en stimuleren. Zeer recent (10 juli 2009) is het "Bodemconvenant" ondertekend, waarin kaders worden gesteld voor de regulering van de ondergrondse ruimte en waarin wordt aangegeven dat de gebiedsgerichte aanpak per 1 januari 2010 wettelijk geregeld zal zijn in de Wet Bodembescherming. Door de positieve houding van de landelijke beleidsmakers is het mogelijk om de grondwaterbelangen en het grondwaterbeleid in een breder perspectief te kunnen en mogen bekijken. Dit opent mogelijkheden om op een positieve en coöperatieve manier de ogenschijnlijke knelpunten in wet- en regelgeving bespreekbaar te krijgen.

Omdat in Utrecht niet kan worden gewacht op de definitieve vaststelling van dit kader, is besloten het saneringsplan op de traditionele wijze op te stellen, waarbij een beschikking wordt aangevraagd in het kader van de Wet Bodembescherming (Wbb). Hierbij is om eerder genoemde redenen gekozen voor een gefaseerde aanpak, waarbij de ondergrond is ontkoppeld van de bovengrond.

[8] "Groen licht voor Bodemenergie", 23 maart 2009

HOOFDSTUK 4

Toetsing van de gebiedsgerichte aanpak; verwachting ontwikkeling grondwaterkwaliteit

4.1 GRONDWATERMODEL ALS HULPMIDDEL

STATIONSGEBIED GEBRUIKT VOOR TOETSING VAN DE AANPAK

In het vorige hoofdstuk is de gebiedsgerichte aanpak op hoofdlijnen beschreven. Om de validiteit en haalbaarheid van deze aanpak te toetsen is met behulp van een computermodel een verwachting uitgesproken van het verloop van de verontreinigingssituatie in de komende 30 jaar bij de gekozen systematiek. Omdat daarbij vanzelfsprekend een juiste inschatting van de uitgangssituatie erg belangrijk is en die situatie alleen bekend is voor fase 1, het Stationsgebied, is besloten voor dat gebied een grondwatermodel in te zetten als onderbouwing voor de gebiedsgerichte aanpak.

In onderstaande paragraaf is de verontreinigingssituatie in het Stationsgebied en de wijze waarop deze is vastgesteld beschreven. Die verontreinigingssituatie dient als uitgangspunt voor het model en de verwachting die met het grondwatermodel wordt uitgesproken.
Het resultaat is een onderbouwde verwachting ten aanzien van de effecten van de voorgestelde ontwikkelingen in de ondergrond van het Stationsgebied; de Biowasmachine. Deze onderbouwde verwachting wordt gebruikt om de aanpak te toetsen aan de doelstelling en de beleidslijn in Utrecht.

Wellicht ten overvloede wordt opgemerkt dat de beschrijving in dit hoofdstuk alleen betrekking heeft op fase 1 van de sanering, de aanpak van het Stationsgebied. Bij het opschalen van de gebiedsgerichte aanpak naar het centrum van Utrecht (fase 2), zal opnieuw worden ingeschat of gekozen systematiek aan de doelstelling kan voldoen.

4.2 UITGANGSSITUATIE, OMVANG VAN DE VERONTREINIGINGEN IN HET STATIONSGEBIED

BODEM INFORMATIE SYSTEEM (BIS)

Van de gevallen van bodemverontreiniging in het Stationsgebied zijn één of meerdere onderzoeksrapportages beschikbaar. Alle gegevens ten aanzien van de verontreinigingen in de ondergrond zijn verzameld in een Bodem Informatie Systeem (BIS), waarin op boorpunt / monitoringsfilter-niveau, gegevens aan een database zijn toegevoegd (x- en y-coördinaat, filterstelling, analyseresultaten, datum, et cetera). Daarnaast is een unieke code aan de punten toegekend in verband met dubbeling in boorcodes doordat sprake is van meerdere onderzoeksrapporten. In bijlage 2 zijn de rapportages weergegeven die gebruikt zijn in het Bodem Informatie Systeem.

METHODIEK VASTSTELLEN VERONTREINIGINGS-OMVANG

De volgende methodiek is gevolgd bij het implementeren van onderzoeksresultaten in het BIS:

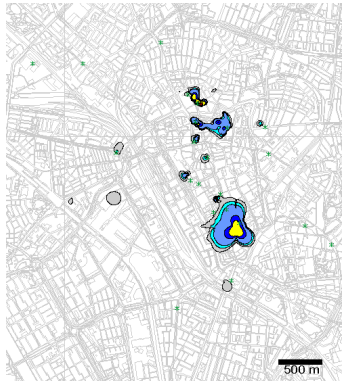
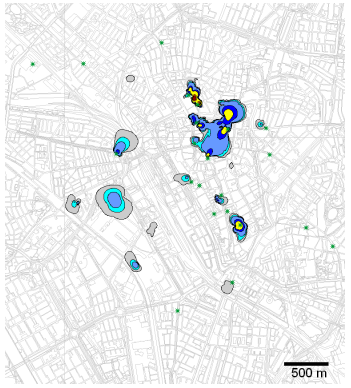
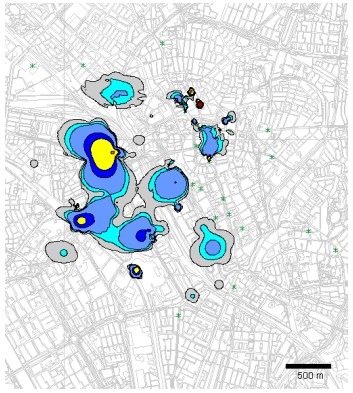
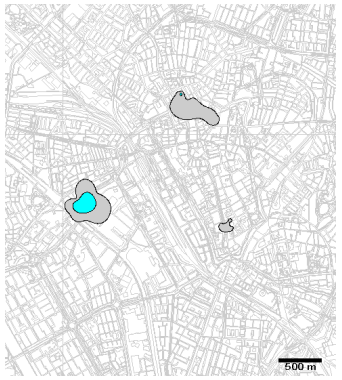
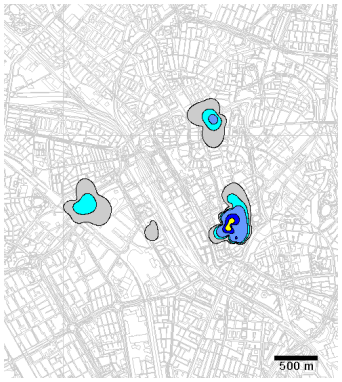
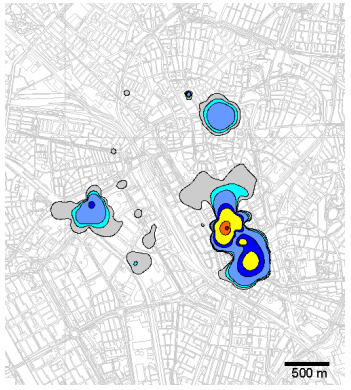
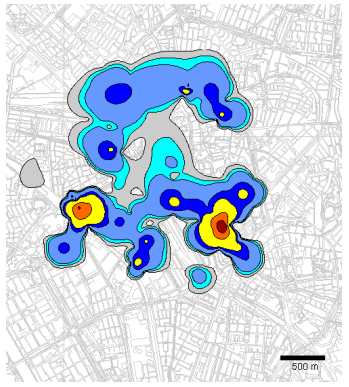
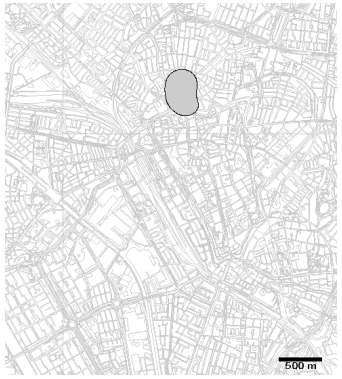
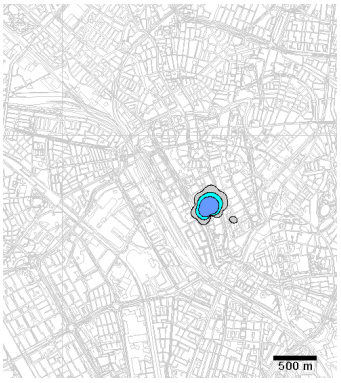
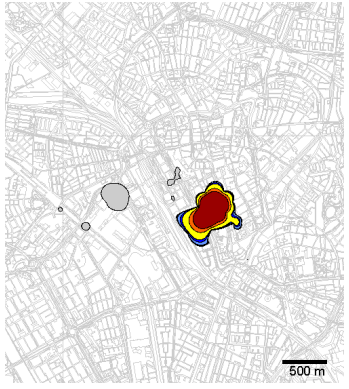
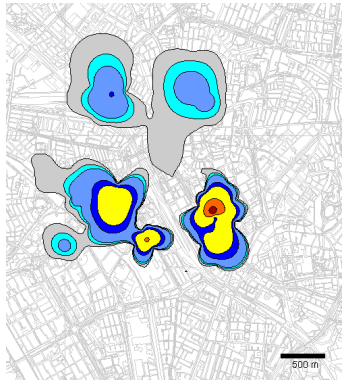
- De rapportages zijn beschikbaar gesteld door de gemeente Utrecht. Er is gebruik gemaakt van de meest recente beschikbare rapportages per 1 september 2008.
- Soms was het noodzakelijk oudere gegevens te combineren met nieuwere gegevens.
- Voor de beschrijving van de verontreinigingen is onderscheid gemaakt in dieptetrajecten:
  - 5 tot 15 m-mv, net onder de deklaag, ondiep grondwater;
  - 15 tot 30 m-mv, middeldiep grondwater;
  - 30 tot 50 m-mv, diep grondwater.

  Deze lagen worden gezien als de systeemlagen en zijn in de afleiding van de verontreinigingssituatie gehanteerd voor de dataverzameling, interpretatie, beschrijving, en presentatie van de beschikbare informatie.
- Voor zover mogelijk / beschikbaar zijn de toetsingstabellen uit de onderzoeksrapportages gebruikt, waarbij onderscheid is gemaakt per systeemlaag. Indien de toetsingstabellen niet beschikbaar bleken, zijn de analyseresultaten uit bijlagen (analysecertificaten) opnieuw getoetst aan de streef- en interventiewaarden. Als ook die niet beschikbaar bleken, zijn de contouren uit tekeningen gebruikt (mits deze verontreinigingscontouren bruikbaar waren gezien de dieptes, stoffen, et cetera).
- De resultaten zijn opnieuw getoetst, waarbij een indeling is gemaakt in wel of niet verhoogd ten opzichte van de streef- danwel interventiewaarde voor elk van de individuele VOCl (in de regel tetrachlooretheen, trichlooretheen, cis 1,2-dichlooretheen en vinylchloride). Indien één van de individuele VOCl (ongeacht welke) verhoogd was ten opzichte van de streefwaarde is dat meetpunt als “verontreinigd boven de streefwaarde” beschouwd. Indien alle VOCl-concentraties op een meetpunt beneden de streefwaarde liggen, is dat punt als “niet-verontreinigd” beschouwd.
- Alleen analyseresultaten uit peilbuizen die geplaatst zijn tussen 5 en 50 m-mv zijn meegenomen in database.
- Indien meerdere analyseresultaten voor één peilfilter beschikbaar zijn, zijn de meest recente resultaten gebruikt.
- Indien sprake is van meerdere peilfilters in één gedefinieerd dieptetraject (systeemlaag), is het meest verontreinigde peilfilter als maatgevend beschouwd en gebruikt voor het vaststellen van de contour. Dit komt met name in het diepste traject (30-50 m-mv) voor.
- Met behulp van het BIS zijn bollenkaarten gemaakt (waarbij per laag en stof de grondwaterkwaliteit met kleurcodering is weergegeven. De data is met behulp van statistische software geïnter- en extrapoleerd tot isoconcentratielijnen.

Op de volgende pagina is een overzicht opgenomen van de vastgestelde nulsituatie, in de vorm van isoconcentratielijnen in het Stationsgebied. Voor elke individuele VOCl (per, tri, cis en VC) is voor drie dieptes de concentratieverdeling in het grondwater middels kleuren weergegeven. In bijlage 7 zijn grotere kaarten aanwezig van de initiële concentraties.

Opmerkingen

- De verontreinigingen strekken zich uit over een groter gebied dan het Stationsgebied.
- De verontreinigingen zijn aan de randen niet altijd analytisch afgebakend. Door de representatie met statistische software kan deze indruk wel worden gewekt.
- De modellering is gebaseerd op bekende verontreinigingen.
- Bij de interpolatie van analytische gegevens is altijd sprake van onzekerheid. De schaalverdeling is zodanig gekozen dat de kleinste kleurcodering (grijze arcering; 1 tot 5 µg/l) nog een redelijke zekerheid heeft. Contouren die concentraties lager dan 1 µg/l vertegenwoordigen zijn niet verantwoord.

	Perchlooretheen	Trichlooretheen	Cis 1,2-dichlooretheen	Vinylchloride
5-15 m-mv				
15-30 m-mv				
30-50 m-mv				

Afbeelding 4.1

Initiële concentraties/Uitgangssituatie grondwatermodel fase 1; Stationsgebied

VERONTREINIGINGSVRACHT

Met behulp van een rekenkundig grondwater / stoftransport-model (zie § 4.3 hieronder) de huidige hoeveelheid VOCl in het gemodelleerde gebied berekend (op basis van de initiële concentraties). De vracht is per laag en per stof weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1
Vracht per modellaag in kilo

Stof:	Per	Tri	cisDCE	VC	Totaal
Bodemlaag •	**[kg]**	**[kg]**	**[kg]**	**[kg]**	**[kg]**
5-15 m -mv	160	67	120	254	601
15-30 m -mv	5	29	236	942	1.212
30-50 m -mv	2	4	2.101	661	2.768
Totale initiële vracht (kg VOCl)	***167***	***101***	***2.457***	***1.857***	***4.581***

NB: Dit is de vracht die aanwezig is de vlekken zoals afgebeeld op de vorige pagina.

CONCLUSIE VERONTREINIGINGS-SITUATIE

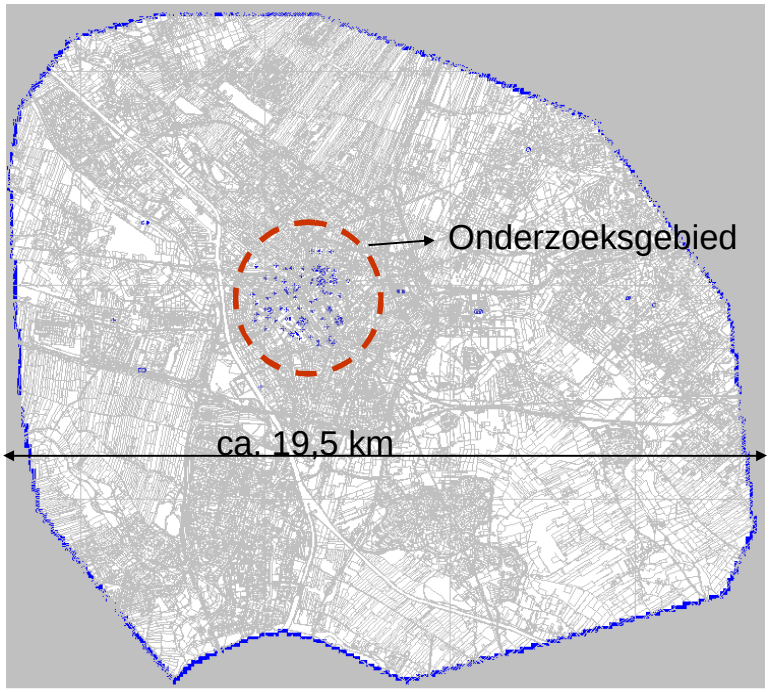
Uit de afbeelding op de vorige pagina en de bovenstaande tabel is op te maken dat het Stationsgebied met name voor VC en met name vanaf 15 m-mv sterk is verontreinigd. Met deze exercitie is de nulsituatie is in voldoende mate vastgelegd. In de volgende paragraaf zal bekeken worden hoe de grondwaterkwaliteit voor fase 1 veranderd door de gebiedsgerichte aanpak en het toestaan van WKO's in het Stationsgebied.

4.3 MODELLERING GRONDWATERSTROMING EN VERONTREINIGINGEN

4.3.1 WERKWIJZE

Het startpunt is een bestaand geohydrologisch model van Utrecht in MODFLOW (2007), waarmee de grondwaterstroming wordt gesimuleerd. Het Stationsgebied ligt in het centrum, in afbeelding 4.2 aangegeven als onderzoeksgebied.

Afbeelding 4.2
Modelomvang en ligging onderzoeksgebied



Het MODFLOW model is overgezet in een andere "modelomgeving" (GroundwaterVistas), en getoetst. Vervolgens is het model aangevuld met de RT3D module voor het modelleren van het gedrag van de verontreinigingen. Het bestaande grondwaterstromingsmodel is nagenoeg onveranderd gebruikt. De eerder uitgevoerde stoftransport- en afbraakberekeningen zijn niet verder gebruikt, omdat de afbraaksnelheden en verontreinigingssituatie niet overeenstemden met de praktijk (zie § 4.3.3) en omdat geen naleverende bronnen in de deklaag tot 5 m-mv waren opgenomen (zie § 4.3.5). Als uitbreiding op de eerdere modellering zijn daarom de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- inbrengen WKO bronnen;
- onderbouwen en inbrengen afbraaksnelheden VOCl;
- modellering verontreinigingssituatie en nalevering door bronzones in de deklaag;
- gevoeligheidsanalyse door het berekenen van vier scenario's.

MODELPERIODE 30 JAAR

Het grondwater en stoftransportmodel zijn toegepast voor een modelperiode van 30 jaar. Deze periode wordt in het bodembeleid vaker gehanteerd (bijvoorbeeld bereiken stabiele eindsituatie) en stemt ongeveer overeen met de levensduur van een bodemenergie- of WKO-systeem.

4.3.2 HET BESTAANDE GRONDWATERMODEL

Het bestaande grondwatermodel heeft een grootte van circa 19,5 bij 19,5 km, en is opgebouwd uit 9 lagen. Voor de modellering van de grondwaterkwaliteit in het Stationsgebied zijn de lagen 3, 4 en 5 van belang.
Deze zijn afgestemd op de niveaus waarin de grondwaterverontreiniging is weergegeven:

- Laag 1 en 2: deklaag van 0-5 m-mv.
- Laag 3, bovenste deel eerste watervoerende pakket, 5-15 m-mv, k= 13,5-16 m / dag.
- Laag 4: middelste deel eerste watervoerende pakket, 15-30 m-mv, k= 13,5-16 m / dag.
- Laag 5: onderste deel eerste watervoerende pakket; 30-45 m-mv, k= 13,5-16 m / dag.
- Op 45 m-mv, scheidende laag met weerstand van 4000 dagen.

De grondwaterstroming in het Stationsgebied is in het eerste watervoerende pakket van nature in noordwestelijke richting. De invoergegevens en overige uitgangspunten, alsmede de resultaten van de modellering zijn opgenomen in bijlage 3 tot en met 9.

4.3.3 MODELLERING WKO-BRONNEN

Voor de modellering zijn de gegevens uit de Milieu Effect Rapportage Koude-Warmte Opslag Stationsgebied Utrecht, TAUW versie juli 2008 gebruikt.
De volgende uitgangspunten zijn vervolgens gebruikt bij de vertaling van deze gegevens naar invoergegevens voor het grondwatermodel:

- De daadwerkelijke debieten zullen afhankelijk van de daadwerkelijke temperaturen grillig zijn, en per jaar verschillen. Voor de modellering worden gemiddelde debieten gebruikt.
- Het ingevoerde debiet voor de bestaande systemen bedraagt 82,5% van het maximaal vergunde debiet.
- Het ingevoerde debiet voor toekomstige systemen is 110% van het gemiddeld verwachte debiet.
- Over de modelperiode van 30 jaar wordt in elke bron gemiddeld evenveel onttrokken als geïnfiltreerd. Deze debieten zijn gemiddeld over zomerperiode (april-september) en winterperiode (oktober-maart).

De keuze van de uitgangspunten is gebaseerd op ervaringscijfers. Maximale debieten worden doorgaans gemiddeld niet behaald, en gemiddeld verwachtte debieten worden vaak overschreden, omdat het thermisch rendement tegenvalt. Als het uiteindelijke gemiddelde debiet over alle systemen groter wordt, dan wordt het mengeffect groter (meer afname verontreiniging), en wordt het invloedsgebied groter (dit effect is ondervangen door het geschematiseerde invloedsgebied; het Stationsgebied, iets groter te kiezen dan de 0,05 cm contouren, zie hoofdstuk § 4.5.1 en afbeelding 2.2).

In tabel 4.2 wordt een samenvatting gepresenteerd van de invoergegevens. Uitgebreide gegevens zijn opgenomen in bijlage 4.

Tabel 4.2

Overzicht debieten huidige en toekomstige WKO systemen in Stationsgebied

Situatie	Debiet (m^3/jaar)	Aantal bronnen
Totale debiet van de bestaande systemen (0,85*max.m3/jaar)	3.154.800	49
Totale debiet van de toekomstige systemen (1,1*gem.m3/jaar)	4.595.800	38
TOTAAL	**7.750.600**	**87**

4.3.4 VERONTREINIGING: UITGANGSSITUATIE, BRONZONES EN INFILTRATIE

De uitgangssituatie

In de vorige paragraaf is de meest recent bekende verontreinigingssituatie in de ondergrond van het Stationsgebied besproken, en hoe deze is verwerkt met het BIS-systeem.
Deze gegevens zijn ingevoerd in het grondwatermodel.

Schematisering bronlocaties

De gevallen van bodemverontreiniging in de deklaag (0-5 m-mv, zie bijlage 3) resulteren in infiltratie van verontreiniging naar het watervoerende pakket (nalevering). De exacte ligging van de bronzones is niet altijd goed bekend door de grillige bodemopbouw, of door moeilijk te traceren oorzaken van verontreiniging. Daarnaast is door bebouwing en bestrating en dergelijke, onderzoek naar de exacte omvang en locatie van een bron van verontreiniging in de praktijk erg moeilijk.

Om de bronlocaties in het grondwatermodel van de ondergrond te kunnen betrekken is op basis van de bekende onderzoeksgegevens een schatting gemaakt van de concentraties verontreiniging die op dit moment met het grondwater infiltreren naar de ondergrond. Om met deze informatie in het model te kunnen rekenen zijn individuele peilbuisdata (concentraties) vertaald naar concentraties verontreiniging per gridcel van 25x25 m.

De nalevering van de bronzones zal afnemen als gevolg van gevalsgerichte saneringen van de bronzones en natuurlijke afbraak. De nalevering is in het model daarom niet constant gehouden over de gekozen berekeningsduur van 30 jaar, maar is aangenomen als geleidelijk afnemend (de bronnen ”doven uit”). Voor het Stationsgebied is sprake van een complexe situatie, en op basis van de beperkt beschikbare gegevens kan niet worden gezegd hoe snel of langzaam deze afname per geval plaats zal vinden, of hoelang een bron zal naleveren.

De natuurlijke afname wordt veroorzaakt door:

- Microbiologische afbraak; gemiddeld halveert de concentratie elke 5-10 jaar. Als sprake is van puur product geldt dit niet, maar dit is slechts in 1-2 van de bronlocaties het geval.
- Opraken verontreinigingsvracht; door de uitloging neemt de aanwezige hoeveelheid verontreiniging in de deklaag af, en dus ook de nalevering.
- Verdunning en sorptie; in een realistische simulatie moet rekening worden gehouden met deze processen.

Sommige bronzones zullen relatief snel worden gesaneerd, andere bronzone kunnen nog tientallen jaren naleveren. Bij het bestuderen van de beschikbare data valt op dat de concentraties in de bronzones over het algemeen laag zijn. Daarnaast wordt aangenomen dat de meest verontreinigde bronzones het eerst ter hand zullen worden genomen (vanuit een gevalsgerichte risicobenadering). Uit de berekeningsresultaten kan worden afgeleid dat maar een gering deel van de bronnen merkbaar invloed heeft op de verontreinigingssituatie in de ondergrond. Drie van deze bronnen vallen buiten het Stationsgebied (Amsterdamsestraatweg, Rijnlaan en Nachtegaalstraat). De gevalsgerichte, separate aanpak van bronnen die herkenbaar zijn in de modellering verdient aandacht in een ander kader dan dit saneringsplan.

Soms wordt de nalevering onderschat (oude, traag naleverende locaties), soms overschat (gevalsgerichte sanering). Omdat alle locaties vergelijkbaar worden geschematiseerd egaliseren deze effecten en is de invloed van deze spreiding op de modelresultaten beperkt. Op het niveau van het modelgebied wordt een voldoende nauwkeurige schematisering verkregen. Omdat de sterkste bronnen ter hand zullen worden genomen (Bodemsaneringsprogramma 2009 van de gemeente Utrecht), en de overige bronnen over 30 jaar nagenoeg zijn uitgedoofd, is de totale nalevering van verontreinigingen uit de deklaag na 30 jaar vrijwel verwaarloosbaar ten opzichte van het huidige niveau.

Schematisering rondpompen verontreinigingen door WKO
MODFLOW en RT3D bezitten geen standaard module voor het geautomatiseerd omrekenen van hoeveelheden onttrokken verontreiniging naar de concentraties verontreiniging in de infiltratiebronnen. Dit is geschematiseerd door de berekening na elke tijdstap van een jaar te onderbreken en de concentraties in het onttrokken grondwater om te rekenen naar concentraties in het infiltratiewater. De berekeningsscenario's met WKO's zijn derhalve in 30 stappen uitgevoerd. Dit is de enige manier om het effect van een WKO-systeem op het verspreidingsgedrag van de verontreinigingen te simuleren. De uiteindelijke fout in de massabalans bedroeg door deze werkwijze circa 7%.

4.3.5 HALFWAARDETIJDEN AFBRAAK

De keuze van de halfwaardetijden, of afbraaksnelheid is essentieel voor een realistisch modelresultaat. De redoxcondities in het watervoerend pakket van Utrecht zijn niet optimaal[9] voor reductieve dechlorering. Na een eerste voorspelling van de afbraak (eerste model "run") bleken de halfwaardetijden in het bestaande grondwatermodel (2007) geen betrouwbaar resultaat op te leveren. Daarom is besloten de afbraakparameters uit het bestaande model opnieuw af te leiden.

[9] Uit onderzoeksgegevens van de Voorstraat, Gruttersdijk en Vrouwjuttenhof blijkt dat de VOCl volledig afbreken tot etheen, maar dat de afbraak langzaam verloopt (zie ook §2.2.1).

Op basis van literatuurwaarden en redoxcondities kan geen betrouwbare inschatting worden gemaakt van de halfwaardetijden. De enige manier om afbraakconstanten of halfwaardetijden af te leiden, is uit te gaan van feitelijke meetdata. Voor dit saneringsplan is een schatting gemaakt van de afbraak met het 1D model Biochlor voor peilbuisdata van de gevallen Lijsterstraat, Voorstraat, VrouwJuttenhof, Westerkade, Gruttersdijk en Graadt van Roggenweg. De resultaten daarvan zijn opgenomen in bijlage 5. Hieruit volgt dat er een wezenlijk verschil bestaat in de afbraak van cis en VC tussen de laag van 5-15 m-mv enerzijds, en de lagen van 15-45 m-mv anderzijds.

In tabel 4.3 is een schatting gegeven van de halfwaardetijden, uitgaande van de eerder gebruikte data, en ramingen uit peilbuisgegevens. Hierbij moet worden opgemerkt dat 1D ramingen een onderschatting van de halfwaardetijd opleveren met een factor 1,5-2. Zoals uit de tabel is op te maken zijn de Biochlor-ramingen gecorrigeerd tot een “educated guess” modelinvoer.

Tabel 4.3
Schatting halfwaardetijden

Halfwaardetijden (jr)		Biochlor 1D schatting*		Modelinvoer educated guess	
	Gebruikt in model 2007	*5-15 m*	*15-50 m*	*5-15 m*	*15-50 m*
Per	5,6	3	3	5	5
Tri	13,6	1,5	1,5	3	3
Cis	7,3	12	5	15	10
VC	2,6	2	15	4	20

*1D benaderingen geven een onderschatting van de halfwaardetijd met een factor 1,5-2

De halfwaardetijden in de laatste twee kolommen zijn ingevoerd in het computermodel. Ze worden beschouwd als een conservatieve educated guess.

4.4 SCENARIOBEREKENINGEN EN ANALYSE GEVOELIGHEID

Het model wordt in dit plan gebruikt om een verwachting te verkrijgen over het stofgedrag van de verontreinigingen. Vooral de gekozen afbraakparameters en WKO’s hebben invloed op het gedrag van de verontreinigingen. Daarom zijn vier scenario’s doorgerekend, waarmee de gevoeligheid voor deze parameters kan worden ingeschat en waarmee de invloed van de WKO’s inzichtelijk wordt gemaakt.

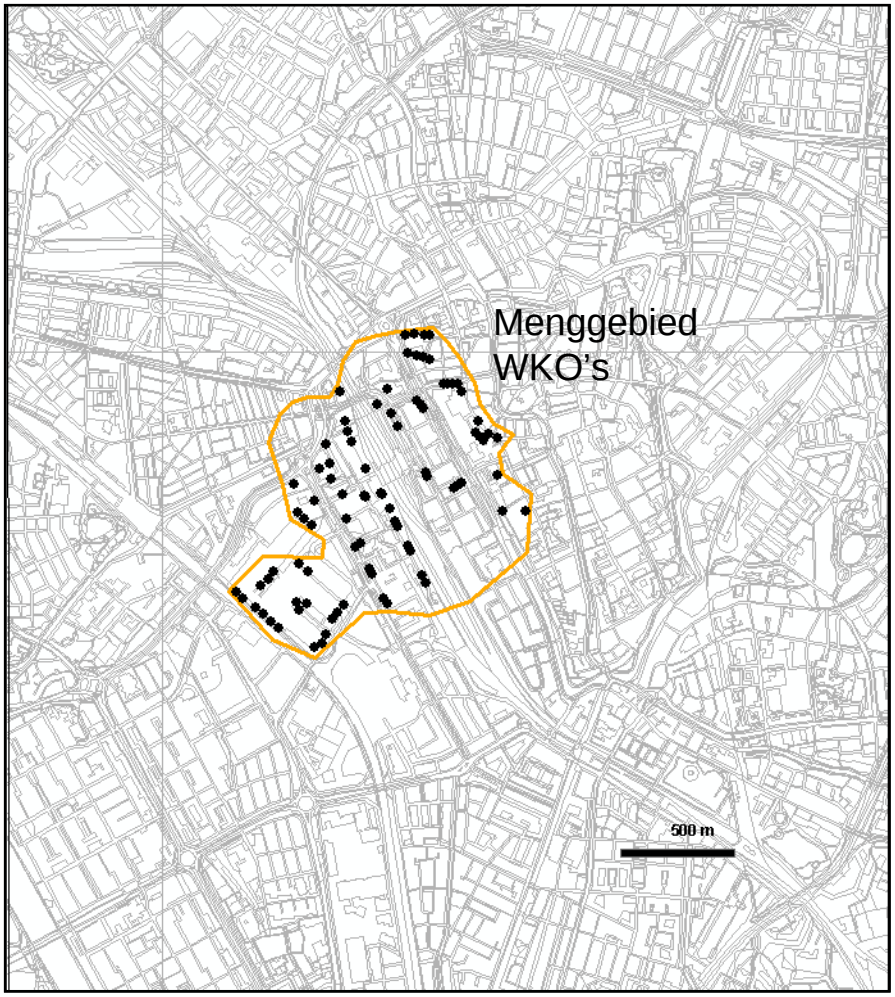
De volgende scenario’s zijn uitgewerkt:

1. De situatie zonder ontwikkelingen in het Stationsgebied (geen WKO’s), ofwel de nulsituatie. Hierbij wordt een best guess voor de afbraakconstanten gebruikt, en wordt als uitgangspunt gehanteerd dat de bronzones geleidelijk uitdoven.
2. Dezelfde situatie als onder 1., waarbij de afbraak twee keer zo langzaam verloopt, ofwel de halfwaardetijden voor cis en VC lopen op tot 20-40 jaar.
3. Dezelfde situatie als onder 1., maar nu met het geohydrologisch effect van de in het Stationsgebied geplande WKO’s (geen aanpassing aan de afbraaksnelheden).
4. Dezelfde situatie als onder 3., waarbij de afbraak in het menggebied van de WKO’s twee keer zo snel verloopt.

4.4.1 MENGGEBIED WKO'S

Er is sprake van snellere afbraak als verontreiniging, microbiologie en natuurlijke nutriënten versneld worden gemengd. Daarom is het menggebied van de WKO's gekozen als het gebied waarbinnen een stijghoogte-verandering van 0,25 m verwacht wordt, omdat binnen die contour sprake is van duidelijk versnelde doorspoeling en menging. In afbeelding 4.3 is dat gebied weergegeven.

Afbeelding 4.3
Menggebied WKO's



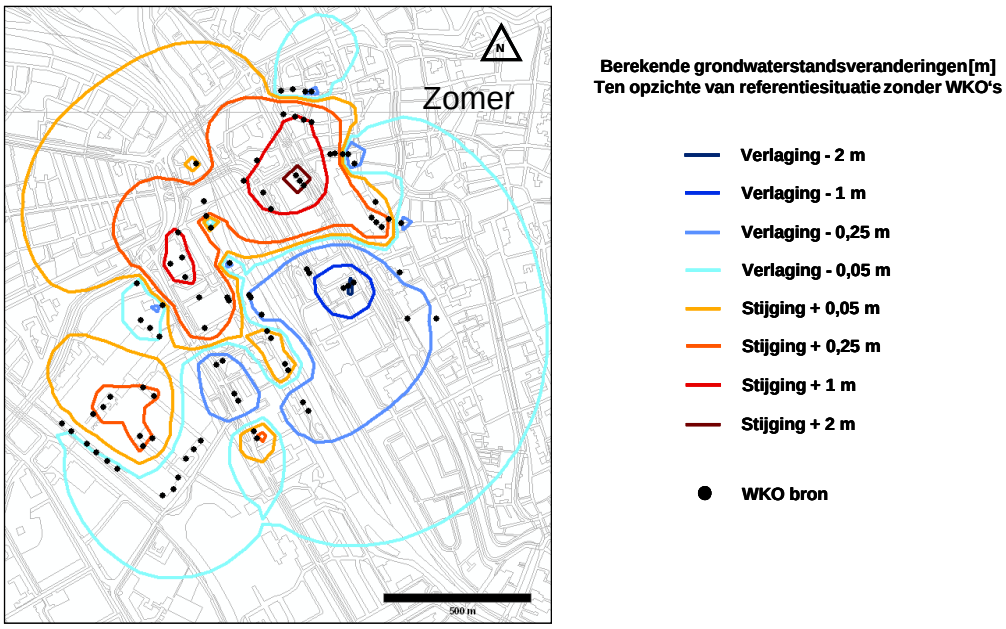
4.5 RESULTATEN MODELBEREKENINGEN

4.5.1 HYDROLOGISCHE EFFECTEN

Berekenen invloedsgebied

Met het grondwatermodel zijn de grondwaterstandsveranderingen en het invloedsgebied van de WKO's bepaald. In afbeelding 4.4 zijn de stijghoogteveranderingen aangegeven aan het einde van de zomerperiode (eind september). In het kader van de Grondwaterwet wordt uitgegaan van de 0,05 m contour als begrenzing van het invloedsgebied van een ingreep. De wintersituatie is vergelijkbaar, maar verlagingen zijn stijgingen en omgekeerd.

Afbeelding 4.4
Veranderingen stijghoogten door WKO's aan het eind van de zomerperiode



In bijlage 8 zijn deze contouren op groter formaat weergegeven. Deze contouren hebben aan de basis gestaan van de begrenzing voor fase 1 van de sanering zoals weergegeven in afbeelding 2.2 en bijlage 11. Het invloedsgebied van de geplande WKO's valt binnen de buitenste verontreinigingscontour zoals deze in hoofdstuk 2 beschreven is.

4.5.2 ONTWIKKELING GRONDWATERKWALITEIT

ONDERGRENS BETROUWBARE VOORSPELLING

De resultaten van de stoftransportberekeningen en afbraak zijn opgenomen in bijlage 7. Voor 4 componenten, 3 lagen, 3 tijdstappen en 4 scenario's zijn de resultaten grafisch gepresenteerd (144 kaarten). De resultaten zijn weergeven met de concentratiegrenzen 1, 5, 50, 100, 500 en 1.000 µg/l. Lagere grenzen dan 1 µg/l worden onvoldoende betrouwbaar geacht (zie ook § 4.2). De 1 µg/l –grens ligt ruimschoots beneden de tussenwaarde voor de meest kritische component VC.

Hieronder worden de voornaamste conclusies samengevat.

Per en Tri

- De resultaten voor per en tri zijn vergelijkbaar.
- De omvang en vracht van deze componenten is aanzienlijk minder dan van cis en VC.
- Per en tri komen vooral in de laag van 5-15 m-mv voor.
- De concentraties van per en tri dalen in alle lagen, waarbij ook een afname van de omvang wordt geconstateerd. Alleen in de bovenste laag neemt de omvang plaatselijk iets toe, maar wordt in alle gevallen daarna constant.
- In de figuren zijn 2-3 duidelijk naleverende bronzones (Nachtegaalstraat, Rijnlaan, Amsterdamsestraatweg) herkenbaar. Alleen ter plaatse van deze bronzones wordt na 30 jaar nog relevante verontreiniging (50-100 µg/l) verwacht in de lagen dieper dan 15 m.
- Scenario 1 en 2 zijn vergelijkbaar, per is nagenoeg gelijk, tri breekt duidelijk langzamer af.
- Omdat per en tri niet of nauwelijks voorkomen in de invloedssfeer van de WKO's is geen verschil merkbaar in de berekeningen met of zonder WKO's, (scenario 1 vs 3 of 4). Scenario 3 en 4 verschillen daarom voor per en tri niet.

Cis

- De verontreiniging met cis is aanzienlijk omvangrijker en grilliger dan per en tri.
- In alle lagen van 5-45 m-mv nemen de concentraties in de tijd af, en neemt de omvang aanvankelijk toe, om daarna gelijk te blijven of af te nemen. De verontreiniging vlakt af.
- De nalevering uit bronzones is ook voor cis duidelijk herkenbaar.
- De sterke verontreiniging bij VrouwJuttenhof heeft veel invloed op het verontreinigingsbeeld van cis. In de onderste laag van 30-45 m-mv is dit nagenoeg de enige relevante verontreiniging, die daarbij veel invloed heeft op de vorming van VC.
- De WKO's hebben een positieve invloed op de afname van de verontreiniging, vooral in de laag van 30-45 m-mv.
- In de laag van 5-15 m-mv zorgen de WKO's bij VrouwJuttenhof voor een toename, omdat verontreiniging met de onderliggende lagen wordt uitgewisseld.
- Er is geen verschil merkbaar tussen scenario 3 en 4. De snellere afbraak in het menggebied in scenario 4 heeft geen invloed. Deels heeft dit te maken met de relatief lage concentraties, waardoor het effect van een halvering van de concentratie (halfwaardetijd), relatief gezien niet duidelijk is. Anderzijds is dit een effect van de kleurcodering die voor de kaarten gekozen is. Een verandering van concentratie leidt pas tot een verandering in kaartbeeld als de categorie (en dus de kleur) verandert.

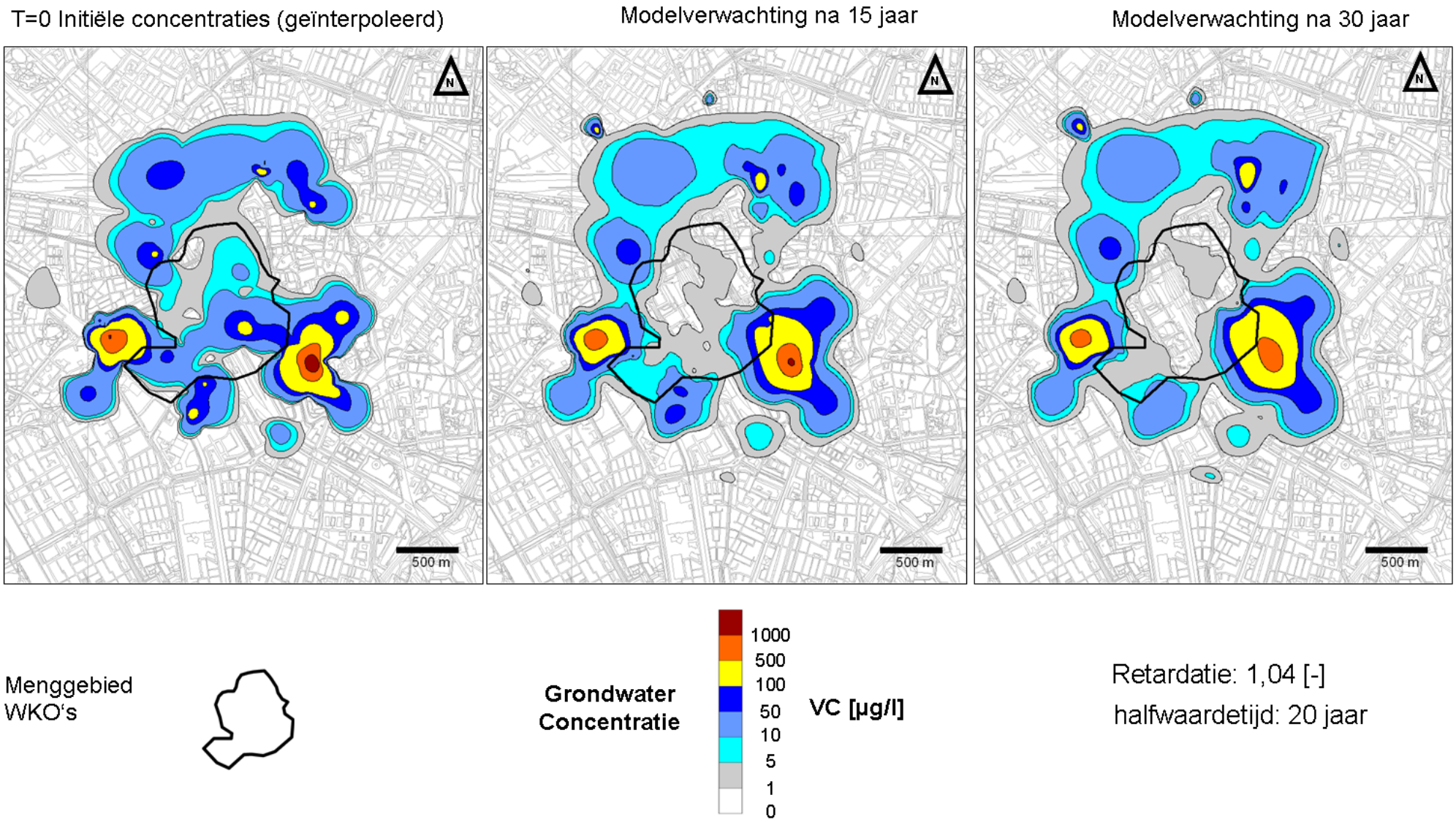
Vinylchloride (VC)

Ter illustratie zijn de modelresultaten voor de laag van 15-30 m -mv weergegeven in afbeelding 4.5 op de volgende pagina.

- VC is in omvang beduidend groter dan de overige componenten. De VC contour van 15-30 m-mv is de meest omvangrijke. De omvang op deze diepte neemt zeer beperkt toe terwijl de concentraties afvlakken. De I-waardecontour stabiliseert zich.
- In de situatie zonder WKO's neemt VC in alle lagen aanvankelijk toe. Dit wordt veroorzaakt door de naleverende bronzones, en de omzetting uit cis. Vooral bij VrouwJuttenhof is de vorming van VC uit cis het maatgevende mechanisme. Na verloop van tijd nemen de concentraties af, en blijft de omvang van de verontreiniging gelijk. Evenals bij cis is sprake van afvlakking van de verontreiniging.
- Een voorbeeld van de omzetting van cis naar VC is te zien doordat in scenario 2 de afbraak gunstiger lijkt te verlopen dan in scenario 1, hoewel de afbraaksnelheden in scenario 2 lager liggen. Dit is te verklaren doordat cis in scenario 2 minder snel afbreekt, en er dus minder VC gevormd wordt. Daardoor lijkt de mate van VC-verontreiniging minder groot. Dit is echter slechts een vertragingseffect, de cis-vracht zal uiteindelijk in VC omgezet worden, voor scenario 2 gaat dit langzamer en duurt het dus langer.
- De WKO's hebben een duidelijk positieve invloed op de verontreiniging, vooral in de omgeving van de Jaarbeurs/Graadt van Roggeweg. In het menggebied is sprake van een sterke afname van concentraties
- Ook voor VC wordt waargenomen dat het diepe grondwater ter plaatse van VrouwJuttenhof een negatief effect heeft op het ondiepere grondwater, verontreiniging wordt tussen de verschillende lagen uitgewisseld.
- De WKO's hebben geen invloed op de buitenste contouren van de verontreiniging. Alleen de naleverende bronzones zijn herkenbaar.

Afbeelding 4.5

Scenario 3, Biowasmachine met WKO's. Vinylchloride van 15 tot 30 m-mv



4.5.3 VRACHTBEREKENINGEN

Aan de hand van de concentraties in de modelberekeningen is de totale vracht verontreiniging in de 3 lagen van 5-45 m-mv berekend. Een samenvatting is weergegeven in tabel 4.4, een uitgebreidere tabel is opgenomen in bijlage 9.

Tabel 4.4
Verontreinigingsvracht in kg

	per	tri	cis	VC		Totaal
Uitgangssituatie:						
Huidige situatie (vracht in ondergrond op t=0)	167	101	2457	1857		**4581**
Huidige situatie inclusief vracht vanuit deklaag bronlocaties gedurende 30 jaar (= totale input verontreinigingen over looptijd model)	550	214	3091	2014		**5869**
Resultaat modelberekeningen na 30 jaar:						
Scenario 1: Best guess zonder WKO	87	41	1103	2785		**4016**
Scenario 2: 2x lagere afbraak	122	59	1545	2314		**4040**
Scenario 3: Biowasmachine*	84	41	1035	2495		**3655**
Scenario 4: Biowasmachine* 2x sneller	84	41	945	2575		**3645**

*In de berekening van de scenario's 3 en 4 zit een numerieke fout (ca. 7%), door het opknippen in 30 tijdstappen.

Conclusies vrachtberekening

- In alle scenario's is sprake van een afnemende vracht en dus kwaliteitsverbetering.
- De scenario's 1 en 2, evenals de scenario's 3 en 4, verschillen in de gemodelleerde tijdsperiode onderling zeer weinig wat vracht betreft. Er is sprake van een verschuiving van cis naar VC of omgekeerd.
- 30 jaar naleverende bronzones leiden tot bijna 1.300 kg extra verontreiniging, terwijl in deze periode circa 2.300 kg door afbraak of sorptie aan de bodemmatrix uit het grondwater verdwijnt.
- Het toestaan van WKO's in het Stationsgebied levert circa 400 kg extra vrachtverwijdering op (bonus bovenop het nuttig en duurzaam gebruik van de ondergrond).
- Concentraties lager dan 1 µg/l zijn in de berekening niet meegenomen.

4.6 CONCLUSIES EN TOETSING MODELLERING

Op basis van de grafische presentatie van de verontreinigingen en de vrachtberekeningen worden de volgende conclusies getrokken:

- Scenario 3 is een betrouwbare en robuuste modelverwachting voor de Biowasmachine, de voorgenomen gebiedsgerichte aanpak in het Stationsgebied. Dit scenario gaat niet uit van versnelde afbraak in het invloedsgebied van de WKO's, is relatief conservatief, maar geeft toch aan dat de WKO's een positieve invloed hebben op de verontreiniging.
- Vinylchloride is de omvangrijkste verontreinigingscomponent. De totale vracht VC neemt af. Daarnaast verschuift 30 jaar tijd de buitenste contour (1 µg/l) slechts gering. De interventiewaarde contour laat na een aanvankelijke groei binnen 30 jaar stabilisatie zien. Alleen enkele naleverende bronnen verstoren dit beeld (Amsterdamsestraatweg, Nachtegaalstraat, Rijnlaan).
- De afbraaksnelheden voor scenario 3 zijn conservatief gekozen, en scenario 2 geeft aan dat een nog lagere afbraaksnelheid weinig invloed heeft op de modelverwachting.

Scenario 4 met 2x zo hoge afbraaksnelheid in het menggebied van de WKO's verschilt nauwelijks.

- Uit het geringe verschil tussen de scenario's met verschillende halfwaardetijden in het menggebied volgt, dat verdunning en sorptie een beduidend aandeel hebben in de afname van de concentraties. Er is sprake van evenwichtssorptie bij lage concentraties, en daarom weinig risico op nalevering.
- 3-4 naleverende bronzones hebben zeer duidelijk invloed op de verontreinigingen. Wegnemen van deze bronzones zal leiden tot een snellere en grotere kwaliteitsverbetering van het grondwater.
- Hoge concentraties in de lagen van 15-45 m-mv bij VrouwJuttenhof vertragen de kwaliteitsverbetering.

Toetsing doelstelling aan modelverwachtingen

- De grondwaterkwaliteit tijdens en na de gemodelleerde ingrepen belemmert het nuttig gebruik van grondwater niet; WKO-systemen en bouwputbemalingen zullen geen nadelig effect ondervinden van de verontreinigingen in de ondergrond. Benutting van het grondwater is mogelijk.
- De gemodelleerde ingrepen leiden niet tot een grondwaterkwaliteit waarbij risico's optreden (zie ook de toelichting met betrekking tot humane risico's in § 2.2.3 en § 5.4.4.
- Op basis van de huidige data wijst alles erop dat de maximale verspreiding van de verontreiniging (VC 15-30 m-mv) tot stilstand komt. Er is sprake van een voldoende bescherming van de omgeving, dit zal moeten worden bewaakt met een deugdelijk monitoringssysteem.
- De totale verontreinigingsvracht neemt af van 4.600 kg naar 3.600 kg, terwijl door nalevering tussentijds circa 1.300 kg is toegevoegd. Door natuurlijke afbraak en afname is dus 2.300 kg uit het systeem verdwenen. Er is sprake van verbetering van de grondwater-kwaliteit.
- De Biowasmachine (scenario 3 en 4) heeft vooral positieve invloed op de afbraak van cis en VC in het menggebied van de WKO's. Aan de randen van de verontreiniging buiten het menggebied is geen effect merkbaar van de WKO's. Het merkbare invloedsgebied van de WKO's beperkt zich tot ruim binnen de 0,05 cm verlagingscontour. Benutting van het grondwater heeft een positieve invloed!

HOOFDSTUK 5 Saneringsmaatregelen; monitoring en actiewaarden

In dit hoofdstuk worden de maatregelen beschreven die nodig zijn voor de implementatie van de gebiedsgerichte aanpak. De gebiedsgerichte aanpak heeft hoofdzakelijk betrekking op het volgen van de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit en ingrijpen als afwijkingen van de verwachting optreden. Hieronder worden het meetnet, het monitoringsprogramma, de toetsingscriteria en ijkmomenten gedetailleerd.

Behalve het tijdstip waarop de maatregelen in werking treden, is er geen verschil in de implementatie voor de verschillende fasen in de gefaseerde aanpak. Met andere woorden, de meetmethodiek, ontwerp van het meetnet, meetfrequentie en momenten van terugkoppeling naar het bevoegd gezag zijn niet anders voor fase 1, het Stationsgebied dan voor fase 2, het centrum van Utrecht.

5.1 AANPAK EN FASERING

De strategie om de werking van de gebiedsgerichte aanpak te verifiëren is opgebouwd uit een aantal stappen, in de volgende paragrafen is de invulling van deze stappen in detail toegelicht. Deze stappen worden doorlopen voor beide fasen: fase 1 Stationsgebied, fase 2 uitbreiding centrum Utrecht.
Deze stappen zijn:

- De eerste stap bestaat uit het aanleggen van het meetnet om de processen in het gebied te kunnen volgen.
- Daarna wordt de nulsituatie vastgesteld.
- Na de bepaling van de nulsituatie wordt in overleg met het bevoegd gezag gekeken of het monitoringsprogramma nog valide is, eventueel gewijzigd en vastgesteld.
- Vervolgens worden de monitoringsfilters uit het meetnet gebruikt om jaarlijks de grondwaterkwaliteit vast te stellen.
- Op basis van de meetresultaten wordt daarna bepaald of wordt voldaan aan de uitgangspunten en doelstellingen (zie 5.2);
  - Treedt kwaliteitsverbetering op in het systeemgebied?
  - Geen extra verspreiding over de horizontale systeemgrens (niet voor Stationsgebied)?
  - Geen verspreiding naar het tweede watervoerende pakket?
  - Geen humane risico's als gevolg van de ingrepen in de ondergrond?

In de onderstaande tabel zijn de stappen verwerkt en in een tijdsschaal geplaatst ten opzichte van de fasering.

Tabel 5.1
Stappen en fasering

Onderdeel	Startdatum	Einddatum
Completeren meetnet fase 1		1 oktober 2009
Fase 1; gebiedsgerichte aanpak voor het Stationsgebied[#]	1 oktober 2009	1 november 2010[*]
Fase 1a; analytische verificatie ligging systeemgrens	1 oktober 2009	1 juli 2010
Fase 1b; opschaling van meetnet van Stationsgebied (Fase 1) naar systeemgebied centrum Utrecht (Fase 2)	1 juli 2010	1 november 2010
Fase 2; gebiedsgerichte aanpak voor het centrum van Utrecht[#]	1 november 2010	1 oktober 2039

[#] inclusief vastleggen nulsituatie (zie 5.3)
[*] daarna overgang naar Fase 2

In dit hoofdstuk worden bij de toetsing van de doelstellingen actiewaarden gegeven. De bijbehorende faalscenario's en tegenmaatregelen worden toegelicht in hoofdstuk 7.

5.2 MONITORING; HET GRONDWATERMEETNET

5.2.1 RASTER VAN 250X250 M

De systematiek om het grondwater te monitoren is praktisch vertaald door de peilfilters in het saneringsgebied in een raster van 250 bij 250 meter te plannen, afgestemd op het rijkscoördinatenstelsel (zie bijlage 11). De maat van 250x250 is een afweging tussen trefkans en signalering van verspreiding enerzijds, en kosten anderzijds. De rastergrootte is dusdanig gekozen dat er een werkbare situatie ontstaat waarbij de "pakkans" nog steeds acceptabel is. Onderbouwing van de dichtheid van het meetnet alsmede de trefkans van verontreinigingen met deze rasterafstand zijn beschreven in de rapportage: "Gebiedsgericht grondwaterbeheer Stationsgebied Utrecht: onderzoek "witte vlekken", 7 februari 2008, 110504 / 201876.001". In 2008 is reeds een deel van het meetnet aangelegd. In de figuur in bijlage 11 is aangegeven welke peilbuizen al zijn aangebracht en welke peilbuizen nog moeten worden gerealiseerd.

5.2.2 SIGNAAL- EN SYSTEEMGRENS

Er is behoefte aan een periode tussen constateren van afwijkingen en ingrijpen. Daarom is gekozen voor een signaal- of monitoringsgrens en een systeemgrens. Op de signaalgrens worden afwijkingen geconstateerd, die moeten zijn verholpen, voordat verontreinigingen de grens van het systeemgebied overschrijden.

VOORLOPIGE SIGNAAL- EN SYSTEEMGRENS

De signaalgrens is voorlopig gekozen op basis van een verwachting van de verontreinigingssituatie, waarbij gebruik gemaakt wordt van de unieke ervaringen binnen de afdeling Milieu en Duurzaamheid van de gemeente Utrecht. Op basis van de verwachting van pluimgedrag in de Utrechtse situatie is een inschatting gemaakt van de omvang van de aaneengesloten verontreiniging, direct waarbuiten de signaalgrens wordt vastgesteld. De verontreinigingen zijn echter nog niet afgebakend, daarom wordt gesproken van de voorlopige signaalgrens

De (voorlopige) systeemgrens wordt hier circa 100 m buiten gepositioneerd.

De systeemgrens is de uiterste grens tot waar de verontreiniging zich mag verspreiden. De gebiedsgerichte aanpak heeft betrekking op het gehele gebied binnen de systeemgrens. De zone tussen signaal- en systeemgrens kan worden beschouwd als interventiezone. Bij de heersende grondwaterstromingssnelheid duurt het minimaal 10 jaar voordat een verontreiniging zich van nature van signaalgrens naar systeemgrens heeft verplaatst.

De meetpunten in het systeemgebied en de meetpunten op de signaalgrens zijn allen afgestemd op het hierboven beschreven raster. De systeemgrens zelf kent geen meetpunten (pas als verontreiniging wordt geconstateerd op de signaalgrens kan het voorkomen dat peilbuizen worden geplaatst op de systeemgrens). Dichte bebouwing kan er toe leiden dat meetpunten moeten worden verschoven. Als daardoor de onderlinge afstand loodrecht op de stromingsrichting meer wordt dan 250 meter (signaleringspunten), dan moet een extra meetpunt worden geplaatst.

5.2.3 DEFINITIEVE BEPALING SIGNAAL- EN SYSTEEMGRENS (FASE 1 A)

FASE 1A, DEFINITIEF VASTSTELLEN VAN SIGNAAL- EN SYSTEEMGRENS

Al eerder is vermeld dat de in dit plan gepresenteerde signaal- en systeemgrens een verwachting op basis van de bekende verontreinigingsgegevens en de ervaringen met deze verontreinigingen in de stad Utrecht. De grens is tot stand gekomen in samenspraak met de afdeling Milieu en Duurzaamheid van de gemeente Utrecht. Totdat de begrenzing van de aaneengesloten verontreiniging definitief is vastgesteld, moet echter worden gesproken van voorlopige signaal- en systeemgrenzen.

Deze verwachting van de signaal- en systeemgrens moet analytisch worden bevestigd, waarvoor de volgende procedure wordt gevolgd:

- Op of nabij de kruispunten van het 250x250 m raster en de verwachtte verontreinigings-contour worden monitoringspunten geplaatst, zodat de monitoringsstrategie eenduidig blijft tijdens de verschillende fasen. Daarbij wordt de kanttekening gemaakt dat het door locatiespecifieke omstandigheden niet altijd mogelijk is het raster exact te volgen en dat de locatie van monitoringspunten daardoor kan verschuiven. Als het mogelijk is worden bestaande monitoringsfilters (geplaatst in het kader van andere onderzoeken) gebruikt voor de analytische afperking.
- De monitoringspunten worden zodanig gepland (in het raster) dat de verwachting is dat een deel van de monitoringslocaties “schoon” is (concentraties lager dan de streefwaarde) en een deel van de monitoringslocaties verontreinigd is (concentraties hoger dan de tussenwaarde); de verontreinigingscontour ligt in principe tussen deze punten, voor de signaalgrens worden de “schone” monitoringslocaties gebruikt.
- De geplande ligging van de monitoringslocaties wordt vastgesteld in een boorplan en in overleg met bevoegd gezag en afdeling handhaving van de gemeente Utrecht vastgesteld. Een voorzet op basis van de bekende gegevens is opgenomen in bijlage 11.
- Als instemming is bereikt worden de monitoringsfilters geplaatst, bemonsterd en worden de grondwatermonsters geanalyseerd. Voor de peilbuisconstructie, bemonsterings-strategie en analyseparameters wordt aangesloten bij de filters van het meetnet.
- Afhankelijk van of de verwachting (concentraties hoger of lager dan de tussenwaarde) wordt bevestigd, worden nieuwe monitoringspunten geplaatst. Bijvoorbeeld, als een verwacht “schoon” peilfilter verontreinigd blijkt te zijn, zal één of meer nieuwe monitoringspunten moeten worden geplaatst (in de regel, verder weg van het Stationsgebied of stroomafwaarts) om de tussenwaardecontour te verifiëren. Andersom zullen nieuwe peilfilters nodig zijn als verwachte verontreinigde monitoringspunten

"schoon" blijken te zijn (in de regel dichterbij het Stationsgebied), omdat zowel "schone" als verontreinigde peilfilters nodig zijn om de grens te kunnen trekken.

- Uiteindelijk zal door deze methodiek een grens met "schone" peilbuizen ontstaan die aan de "binnenzijde" verontreinigd gebied omsluit; de signaalgrens.
- Honderd meter buiten de signaalgrens wordt de systeemgrens bepaald.
- De locatie van die definitieve signaal- en systeemgrens wordt afgestemd met het bevoegd gezag van de gemeente Utrecht en vastgelegd in een tekening, met daarbij de kadastrale informatie van de percelen die binnen het systeemgebied vallen.
- Door het gebruik van het raster is het mogelijk dat de afstand tussen "schone" en verontreinigde peilbuizen relatief groot wordt (de diagonaal van een rastervlak bedraagt circa 350 meter). Afhankelijk van de meetresultaten wordt bekeken of de afstand tussen "schone" en verontreinigde peilfilters in verhouding staat tot de verontreinigingsgraad, de onzekerheid van de metingen en de stromingssnelheid van het grondwater. In overleg met het bevoegd gezag en de afdeling handhaving wordt dan besloten of het noodzakelijk is aanvullende peilbuizen te plaatsen om de afstand tussen "schoon" en verontreinigd gebied te verkleinen.

FASE 2, OPSCHALING NAAR GEBIEDSGERICHTE AANPAK BINNEN DE DEFINITIEVE SYSTEEMGRENS

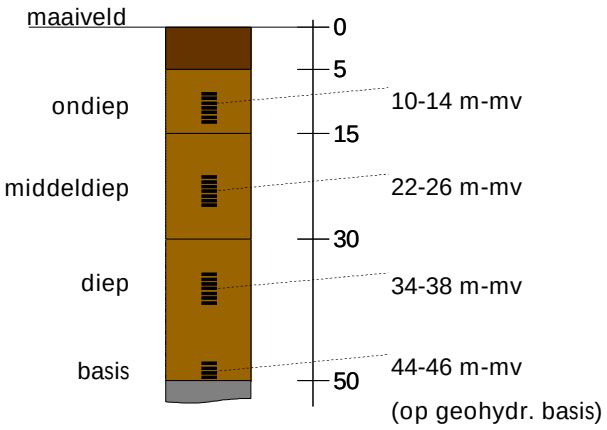
Als de systeemgrens is vastgesteld zal het meetnet aaneengesloten moeten worden voor het totale systeemgebied. Dit betekent dat op de kruispunten van het raster waar voor het vaststellen van de definitieve systeemgrens nog geen monitoringspunten nodig waren, alsnog peilbuizen geplaatst worden. De geplande ligging van de monitoringslocaties wordt vastgesteld in een boorplan en in overleg met bevoegd gezag en afdeling handhaving van de gemeente Utrecht vastgesteld (een voorzet is opgenomen in bijlage 11). Als instemming is bereikt worden de monitoringsfilters geplaatst en kan de meetstrategie voor de gebiedsgerichte aanpak van het centrum van Utrecht starten.

Wellicht ten overvloede wordt opgemerkt dat alleen voor de gebiedsgerichte aanpak van het totale systeemgebied een signaal- en systeemgrens wordt gedefinieerd, voor Fase 1 van de gefaseerde aanpak (Stationsgebied) worden geen afzonderlijke grenzen vastgesteld.

5.2.4 PRINCIPE-ONTWERP MONITORINGSFILTERS

Op elk rasterpunt (elke monitoringslocatie) worden op meerdere dieptetrajecten (filterstellingen) monitoringsfilters geïnstalleerd, de positie van de filters zal afgestemd worden op locale bodemopbouw. In afbeelding 5.1 zijn de voorgestelde dieptetrajecten (filterstellingen) voor de monitoringsfilters weergegeven. Opgemerkt wordt dat op een aantal plaatsen in Utrecht op circa 30 m-mv een kleilaag kan voorkomen. De positie van de middeldiepe filters zal afgestemd worden op die kleilaag (filter zal juist boven kleilaag geplaatst worden).

Afbeelding 5.1
Filterstelling monitoringsfilters



Bij het ontwerp van de monitoringsfilters zijn de volgende aspecten meegewogen:

- Er wordt gebruik gemaakt van filters van 4 meter lengte om de kans te vergroten om de verontreiniging te detecteren. Daarbij gaat het om de gemiddelde, gebiedsgerichte, grondwaterkwaliteit, en niet om de concentraties op microniveau.
- Het meetfilter direct op de afscheidende laag heeft een lengte van 2 meter.
- Per boorgat worden meerdere filters geplaatst, met een maximum van vier. De ruimte tussen de filterstellingen (blinde stukken) worden deugdelijk afgesloten met kleistoppen om kortsluitstromen te voorkomen.
- Vanwege de beperkte levensduur wordt geen gebruik gemaakt van minifilters.
- Als diameter van de peilbuizen wordt 50 mm gehanteerd om alternatieve monitoring mogelijk te maken (passive diffusion bags, divers, in-well pumps, et cetera).
- Boortechnieken; voor de te hanteren boortechniek geldt dat de plaatsing van monitoringsfilters betrouwbaar moet zijn, een goede boorbeschrijving gemaakt kan worden en grondmonsters genomen kunnen worden. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat de monitoringsfilters geplaatst dienen te worden door middel van pulsboringen.
  In de technische werkomschrijving is aan de boortechnieken en eventuele alternatieve boormethoden meer aandacht besteed.
- Dataverzameling en –verwerking; de te plaatsen boringen en peilbuizen (en de bestaande peilbuizen) worden ingemeten met behulp van GPS. Hierbij worden de X, Y en Z-coördinaten bepaald in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting.
  Alle onderzoeksgegevens worden in een Geografisch Informatiesysteem (bijvoorbeeld ArcGIS) opgenomen.

TECHNISCHE INVULLING

De technische invulling van de aanleg van het meetnet is in bijlage 10 beschreven. Hierin zijn de vereiste vergunningen, te volgen procedures en protocollen en overige eisen opgenomen.

5.2.5 ANALYSEPAKKET

Het grondwater wordt primair onderzocht op VOCl. Overige verontreinigingen (zware metalen, PAK, aromaten en minerale olie) worden alleen meegenomen in de bovenste peilfilters. Pas als overschrijdingen van deze parameters worden vastgesteld boven de tussenwaarde, dan worden de direct onderliggende peilfilters bij de volgende meetronde meegenomen.

Daarnaast worden veldmetingen verricht en wordt van een selectie van de peilbuizen in het netwerk (~10%) de afbraakparameters en enkele redoxparameters gemeten. In tabel 5.2 zijn de analyseparameters in het grondwater weergegeven.

Tabel 5.2
Analysepakket

Aandeel van de peilbuizen in het monitoringsnetwerk	Doel: vaststellen van de:	Analyseparameters
Alle peilfilters in het netwerk	Verontreinigingssituatie	VOCl
		Veldmetingen: opgelost zuurstof, zuurgraad (pH), Elektrische geleidbaarheid (EC), temperatuur (T), redoxpotentiaal (RP), stijghoogte
Alle peilfilters van 5-15 m*	Verontreinigingssituatie	Zware metalen, PAKs, aromaten en minerale olie
10% van de peilbuizen in het netwerk	Afbraakparameters	Etheen en ethaan
	Redoxparameters	Nitraat, ijzer (totaal), sulfaat, methaan, DOC, bicarbonaat, ammonium, fosfaat

* Deze parameters worden vooralsnog niet of nauwelijks verwacht boven de tussenwaarde. Als tijdens de nulsituatiemeting wel sprake is van overschrijdingen, dan worden in de opvolgende meetronden de direct onderliggende peilfilters meegenomen

Het analysepakket houdt geen rekening met onderzoek naar specifieke dechlorerende bacteriën en WKO-parameters.

Tijdens de aanleg van de monitoringsfilters worden tevens grondmonsters genomen. Een selectie van deze monsters wordt geanalyseerd op organische stof en korrelgrootte-verdeling. Voor een kleinere steekproef worden analyses op mineralogie voorgesteld (ijzer, mangaan).

5.2.6 MONITORINGSFREQUENTIE

FREQUENTIE MONITORING KWALITEIT

Om aan de doelstelling op de lange termijn te voldoen (te weten het in beeld brengen van het verloop van de verontreinigingssituatie op de signaalgrens en binnen het systeemgebied) wordt het grondwater periodiek bemonsterd en geanalyseerd. In principe zal het grondwater jaarlijks bemonsterd en geanalyseerd worden. Een hogere frequentie levert bij de gekozen netwerkafstanden en stroomsnelheden geen extra informatie op.

AFWIJKENDE FREQUENTIE BIJ HOGE VOCL-CONCENTRATIES

Een uitzondering op de hierboven beschreven monitoringsfrequentie (jaarlijks) zijn monitoringsfilters waarin hoge concentraties aan VOCl gemeten worden. De reden hiervoor is dat van hoge VOCl-gehalten bekend is dat deze in de tijd sterk kunnen fluctueren (door de aanwezigheid van druppels puur product die in verschillende mate meegenomen worden in de analyse en daardoor voor grote spreiding kunnen zorgen).

TRIGGERWAARDE: 1000 µG/L

De invloed van de fluctuaties bij hoge gehalten is dermate groot op de vrachtberekeningen dat extra aandacht besteed wordt aan het verkrijgen van betrouwbare data, voor zowel de bepaling van de nulsituatie (zie § 5.3) als het monitoren van het verloop van de aanpak (zie § 5.4). De drempel waarboven de invloed op de betrouwbaarheid van de analyses een rol speelt is voor dit saneringplan gesteld op 1000 µg/l. Indien tijdens een analyse een concentratie van een individuele VOCl of VOCl-totaal hoger dan 1000 µg/l worden gemeten, wordt de monitoringsfrequentie aangepast om de schommelingen inzichtelijk te

maken. Dit houdt in dat de monitoringsfilters met hoge VOCl-concentraties tweemaandelijks gemeten worden (tezamen met de stijghoogte metingen), totdat de betrouwbaarheid van de metingen gegarandeerd is, ofwel totdat inzicht is verkregen in de spreiding in de resultaten.

FREQUENTIE STIJGHOOGTEMETINGEN

Ten aanzien van de stijghoogten wordt een aflopende intensiteit toegepast, voldoende om in het begin ook seizoensinvloeden in beeld te krijgen. Daarbij wordt het eerste jaar twee-maandelijks de stijghoogte gemeten. In het 2e en 3e jaar wordt elk kwartaal de stijghoogte opgenomen. Tot het 10e jaar worden vervolgens aan het einde van elk seizoen maart/april en september/oktober de stijghoogten gemeten. Na 10 jaar wordt de meetfrequentie geëvalueerd, en indien mogelijk verminderd tot eenmaal per jaar, gecombineerd met de bemonstering van het meetnet.

5.3 VASTSTELLEN NULSITUATIE

Na de installatie van het monitoringsnetwerk worden in het eerste jaar twee monitorings-ronden (natte en droge periode) uitgevoerd als nulmeting voor de grondwaterkwaliteit. De gemiddelde concentratie van die twee metingen[10] wordt gebruikt als de nulsituatie voor het berekenen van de aanwezige vracht in het systeemgebied (en in Fase 1; Stationsgebied).

PLANNING

De nulsituatie ten aanzien van de grondwaterkwaliteit voor fase 1; Stationsgebied zal op 1 juni 2010 worden vastgesteld. De nulsituatie ten aanzien van de grondwaterkwaliteit voor het gehele systeemgebied zal op 1 juli 2011 worden vastgesteld

De stijghoogten in het gebied zullen continu fluctueren, en er is niet echt sprake van een nulsituatie, maar een nulsituatiepatroon. Dit patroon wordt geleidelijk afgeleid uit de stijghoogte patronen van de eerste drie meetjaren.

5.4 TOETSING VAN DE RESULTATEN VAN DE GEBIEDSGERICHTE AANPAK

5.4.1 KWALITEITSVERBETERING IN SYSTEEMGEBIED

De vrachtbenadering (wijze van toetsing)
De kwaliteitsverbetering in het systeemgebied wordt gemonitoord door de totale vracht (som VOCl) in het systeemgebied te berekenen aan de hand van de peilbuisconcentraties. Een dalende vracht duidt op een kwaliteitsverbetering. Het uitgebreide grondwatermeetnet maakt deze benadering mogelijk.

BEREKENING VRACHT

Voor de berekening van de totale vracht in het systeemgebied wordt gehanteerd dat elk monitoringsfilter representatief is voor een bepaald volume of ruimtelijke eenheid. In principe bedraagt dit volume[11] 250x250x10x0.3 m^3, maar een groter of kleiner volume is (afhankelijk van de locale omstandigheden) mogelijk. Door de individuele VOCl-concentraties op te tellen en te vermenigvuldigen met het volume waarvoor dat meetpunt representatief is, wordt de vracht (aantal kg VOCl) per ruimtelijke eenheid verkregen. Door

[10] Concentraties hoger dan 1.000 µg/l worden vaker gemeten om een betrouwbare meting te verkrijgen, zie paragraaf 5.2.6

[11] Het volume grondwater (rekenend met 30% porositeit) waar een monitoringsfilter representatief voor is, wordt bepaald door de rasterafstand (horizontaal; 250 bij 250 meter) en het aantal monitoringsfilters per meetpunt (verticaal: 4 over een diepte van circa 40 meter; 10 meter).

alle[12] ruimtelijke eenheden binnen het systeemgebied op te tellen wordt de totale vracht (som VOCL) in het systeemgebied bepaald.

REKENVOORBEELD VRACHTBEREKENING

Een concentratie van 50 µg/l VOCl-totaal per monitoringsfilter (4 per peilbuis) betekent per peilbuis een volume van 4x250x250x10x0.3 m^3 grondwater waarin per liter 50 µg VOCl (ofwel $5*10^{-5}$ kg/m^3) voorkomt. Dat is een vracht van 37,5 kg per peilbuis. Voor een meetnet van 100 peilbuizen resulteert dit in een vracht van 3,75 ton VOCl.

Kanttekeningen:

§ De vracht wordt berekend op basis van de concentraties in het grondwater (de geadsorbeerde vracht wordt in de berekening niet meegenomen), waardoor fluctuaties in het organisch stofgehalte en de daaraan gekoppelde sorptie (evenwichtsverdeling) geen direct effect hebben op de berekende vracht. Voor de kwaliteitsverandering is een berekening op basis van grondwaterconcentraties voldoende.

§ Gehalten boven 1.000 µg/l worden pas meegenomen als voldoende duidelijkheid bestaat over de fluctuaties in de concentratie (zie 5.2.6). Hiermee wordt voorkomen dat ontoelaatbare vrachttoename wordt verondersteld op basis van losstaande peilbuismetingen. In dat geval verdient de peilbuismeting aandacht, of de situatie bij die peilbuis, en niet de algehele kwaliteitsontwikkeling in het gebied.

TIJDELIJKE TOENAME IN (MEETBARE) VRACHT TOEGESTAAN

De processen in de ondergrond van Utrecht zijn door de ingrepen en de schaal waarop deze plaatsvinden zeer complex. Daarnaast is niet duidelijk hoe en wanneer de bronnen van verontreiniging in de deklaag worden aangepakt. Het kan daarom niet worden uitgesloten dat in de aanvangsperiode (door de verhoogde dynamiek in met name het Stationsgebied), een toenemende vracht gemeten zal worden. Binnen de saneringsdoelstelling van de gebiedsgerichte aanpak is deze stijging toegestaan, mits deze van tijdelijke aard is, en de vracht op termijn weer zal dalen onder de nulsituatie.

ACTIEWAARDE TE GROTE VRACHTTOENAME

Als de vracht een stijgende lijn vertoont, zal dit gecommuniceerd worden naar het bevoegd gezag. In twee gevallen zal, wederom in overleg met het bevoegd gezag, worden overgegaan tot een terugvalmaatregel (zie hoofdstuk 6):

1. bij een te snelle toename van vracht: als gedurende twee achtereenvolgende meetronden (jaarlijkse ronden) de totale vracht een stijgende trend vertoont met meer dan 10%;
2. bij een te grote toename van vracht: als de gesommeerde toename van de totale vracht groter is dan 25% (met andere woorden: de vracht mag in totaal niet meer dan 25% toenemen ten opzichte van de nulsituatie).

ACTIEWAARDE TE LANGZAME VRACHTAFNAME

Op langere termijn moet wel sprake zijn van kwaliteitsverbetering; de doelstelling van de sanering is immers dat na 30 jaar de vracht is afgenomen (ten opzichte van de nulsituatie). Tijdelijke toename is toegestaan, mits op tijd een trendomkering plaatsvindt. Deze trendomkering zal in werkelijkheid geleidelijk plaatsvinden; een ombuiging van een toenemende vracht via een gelijkblijvend vracht tot een dalende vracht.

Om bij ongewenste vrachtontwikkeling tijdig (ruim binnen de termijn van 30 jaar) in te kunnen grijpen moet de totale vracht in het systeemgebied na 10 jaar zijn afgenomen ten

[12] Alle monitoringsfilters die deel uitmaken van het meetnet worden in deze berekening meegenomen, ook de filters op de signaalgrens.

opzichte van de nulsituatie, of moet binnen 10 jaar afname tot beneden de nulsituatie aannemelijk (zijn door een aangetoonde afnemende trend van minimaal 3 jaar).

Conceptuele prognose vrachtontwikkeling

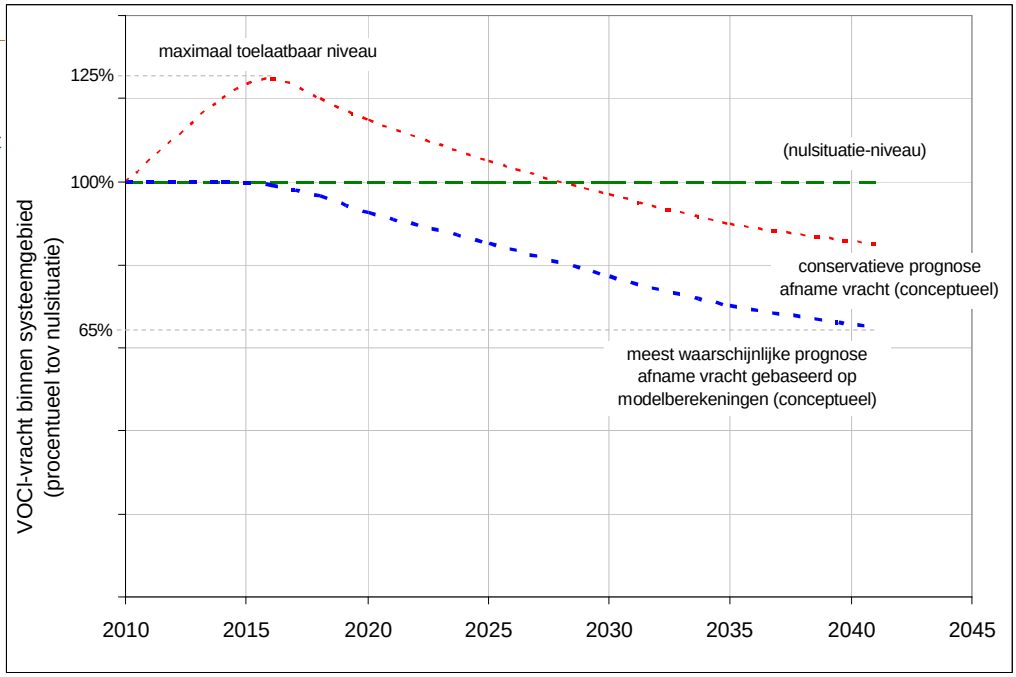
Tot de nulsituatie analytisch is vastgelegd, is het vanwege het ontbreken van een voldoende betrouwbare meetgegevens van het systeemgebied, niet mogelijk een kwantitatieve prognose te geven voor de afname van de vracht in het systeemgebied. Om toch een inschatting te geven van hoe de VOCl-vracht in het systeemgebied zich zal ontwikkelingen is een conceptuele prognose opgesteld. Hierbij wordt gewerkt met percentages ten opzichte van het nulsituatie-niveau (de vracht die tijdens de nulsituatie-metingen zal worden vastgesteld), waarbij rekening is gehouden met de afname van vracht zoals deze in hoofdstuk 4 middels de modelberekeningen is bepaald.

Om een indruk te geven van de mogelijke scenario's zijn in de grafiek in figuur 5.2 twee prognoses grafisch weergegeven (uit deze grafiek zijn de actiewaarden ten aanzien van een te grote toename (maximaal toelaatbaar niveau) en de trendomkering waarneembaar):

1. de meest waarschijnlijke afname van de vracht: hierbij blijft de vracht de eerste 5 à 6 jaar gelijk en zal deze daarna dalen tot circa 65% van de vracht in de nulsituatie (komt overeen met de in het model voorspelde afname);
2. een conservatieve prognose, waarbij de vracht (met name door nalevering van bronnen in de bovengrond) eerst stijgt (in dit geval ter illustratie tot het maximale toelaatbare niveau van 125%) en daarna met afneemt tot beneden het nulsituatie-niveau.

Figuur 5.2

Conceptuele prognose vrachtontwikkeling op basis van modelberekeningen: meest waarschijnlijk en maximaal toelaatbaar



BIJSTELLEN PROGNOSE

Als de nulsituatie is vastgesteld zal de prognose kwantitatief gemaakt worden (vracht uitgedrukt in kg in plaats van procenten) en in overleg met bevoegd gezag worden vastgesteld. Als meer meetronden beschikbaar komen, ontstaat ook een beter beeld over de vracht toe- of afname en wordt de prognose verder bijgesteld.

COMMUNICATIE NAAR BEVOEGD GEZAG

Tijdens de evaluatiemomenten (zie paragraaf 5.5) wordt de voortgang en alle afwijkingen op het verwachte patroon met het bevoegd gezag gecommuniceerd.

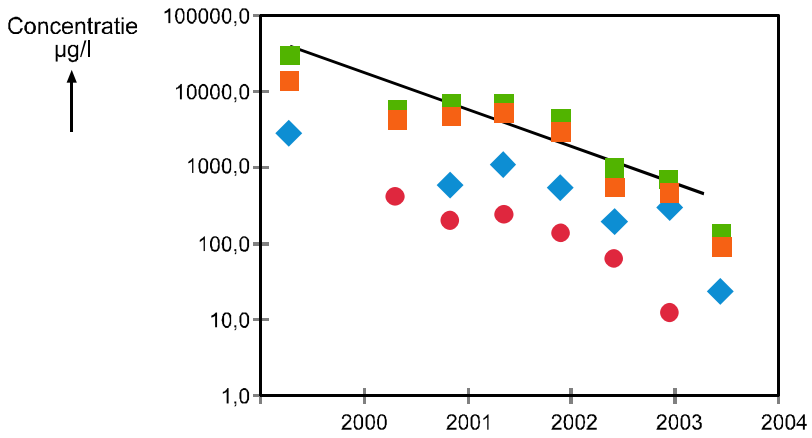
Concentraties en redoxcondities

De exacte hoogte van de concentraties in het gebied mag fluctueren. De verschuiving van per naar tri, naar cis en VC is wel een goede indicatie dat afbraak optreedt. De trend in de vrachtontwikkeling kan wel worden ondersteund door de trend in de (individuele) analyseresultaten in beeld te brengen. Dit is echter geen noodzaak. De trend in analyseresultaten kan eenvoudig met een GIS-model worden gerepresenteerd door tijdreeksen over elkaar te leggen.

De trendanalyse grondwaterkwaliteit kan worden gebruikt om (eveneens conform de Europese richtlijnen) aan te tonen hoe de kwaliteit in het systeemgebied veranderd. Vervolgens levert de macrochemie inzicht in de redox-omstandigheden. Tezamen met de gehalten afbraakproducten, nutriënten en gehalte organische stof levert dit een indicatie of ook de condities voor natuurlijke afbraak van VOCl voldoende zijn.

Een zinvolle aanvulling bestaat eruit om de afzonderlijke peilbuisdata in de tijd te plotten. Dit geeft de trend per peilbuis aan. In de onderstaande afbeelding staan als voorbeeld de afzonderlijke componenten van VOCl geplot voor een peilbuis in de tijd. In de afbeelding is de afnemende trend duidelijk.

Afbeelding 5.3
Voorbeeld trendanalyse afzonderlijke peilbuizen



5.4.2 VERSPREIDING OVER DE SYSTEEMGRENZEN

ACTIEWAARDE

Voor het controleren van verspreiding over de systeemgrens is de actiewaarde op de signaalgrens (voor verontreiniging die vanuit het systeemgebied naar buiten treedt, niet andersom) het rekenkundig gemiddelde van de streef- en interventiewaarde (½(S+I)-waarde of tussenwaarde). Detectie van grondwater boven de tussenwaarde is dan een trigger om de volgende afwegingsmethodiek toe te passen: binnen twee maanden wordt een heranalyse uitgevoerd om de juistheid van de tussenwaarde-overschrijding te bevestigen. Als de overschrijding bevestigd is, worden aanvullende peilbuizen geplaatst in de verspreidingsrichting en worden tot op de systeemgrens peilbuizen geplaatst. De volgende waarnemingen kunnen zich voordoen:

1. Trendanalyse gedurende vijf jaar toont aan dat verontreiniging tot stilstand komt.
2. Op systeemgrens wordt of zal tussenwaarde worden overschreden. Maatregelen zijn nodig.

Ad. 1. De eerste periode van vijf jaar wordt gebruikt om al dan niet vast te stellen / aan te tonen dat de verspreiding van de restverontreiniging zich beperkt of zal beperken tot

maximaal de systeemgrens. De analyse van het gedrag van de verontreiniging kan met een trendanalyse gebeuren. Het volume in de interventiezone wordt gebruikt voor de natuurlijke afbraak van de verontreiniging. De concentratie op de systeemgrens mag maximaal oplopen tot tussenwaarde.

Ad.2 Zowel feitelijk metingen als de trendanalyse kunnen uitwijzen dat de tussenwaarde wordt, of zal worden overschreden. Als uit metingen op de systeemgrens zelf blijkt dat de tussenwaarde wordt overschreden, en de verontreiniging is eenduidig afkomstig uit het systeemgebied zelf (niet van buiten) dan moeten de metingen binnen twee maanden worden herhaald, en moet na een herbevestiging van deze meting worden ingegrepen. Dat houdt in dat tegenmaatregelen worden ingezet om deze verspreidingseffecten op te heffen danwel terug te draaien. In het geval dat de trendanalyse aangeeft dat op de systeemgrens de tussenwaarde zal worden overschreden, is de tweede periode van vijf jaar beschikbaar voor het detailleren van de terugvalmaatregelen.

Welke tegenmaatregelen van toepassing zijn, wordt in het volgende hoofdstuk toegelicht.

5.4.3 VERSPREIDING NAAR DE DIEPTE

De verticale saneringsgrens aan de onderzijde wordt bewaakt op de scheiding van het watervoerende pakket en de onderliggende scheidende laag tussen 45 en 50 m-mv. Op dit moment is er (nog) geen aanleiding om significante verontreiniging van het tweede watervoerende pakket te veronderstellen. De weerstand voor verspreiding tussen het eerste en het tweede watervoerende pakket is relatief groot (4000 dagen) en wordt gevormd door de formatie van Kedichem, die zich ruwweg bevindt tussen 45 en 70 m-mv. De scheidende laag wordt daarom gezien als finale systeembegrenzing.

Alle meetpunten worden voorzien van een monitoringsfilter direct op de scheidende laag. Indien op de scheidende laag concentraties worden waargenomen die duiden op de aanwezigheid van residueel of puur product, dan moet worden getoetst of verontreiniging van het tweede watervoerende pakket aan de orde is, en indien nodig moeten actieve maatregelen worden getroffen.

Verontreiniging van het tweede watervoerende pakket kan ontstaan door:
1. een zaklaag op de scheidende laag;
2. doorboringen van de scheidende laag.

ACTIEWAARDE

Op dit moment zijn weinig gegevens bekend zijn van de bodemkwaliteit juist boven de scheidende laag. Met de aanleg van het meetnet zal dit veranderen, aangezien het monitoringsnetwerk met filters tot op de eerste scheidende laag zich over het gehele saneringsgebied uitstrekt. Deze filters worden jaarlijks geanalyseerd op VOCl. Als op deze laag concentraties worden waargenomen die duiden op de aanwezigheid van residueel of puur product (>10.000 µg/l), dan wordt dit gecommuniceerd met het bevoegd gezag en worden deze metingen binnen twee maanden herhaald. Als opnieuw een overschrijding van de actiewaarde wordt geconstateerd, dan is sprake van een bedreiging voor het tweede watervoerende pakket en zal in samenspraak met het bevoegd gezag aanvullend onderzoek in het tweede watervoerende pakket uitgevoerd worden.

Dit onderzoek wordt ruimschoots stroomafwaarts van de veronderstelde doorbraak van de scheidende laag uitgevoerd omdat onderzoek van de bodemkwaliteit in het tweede

watervoerende pakket ter plaatse van het systeemgebied (met andere woorden het doorboren van de scheidende laag om monitoringsfilters in het tweede watervoerende pakket te plaatsen) vaak leidt tot perforatie van de scheidende laag en een bron van verontreiniging. Daarom wordt de bodemkwaliteit in het tweede watervoerende pakket ter plaatse van het systeemgebied niet verder onderzocht, maar richt het onderzoek zich op de stroomafwaartse zijde van het verontreinigd gebied. Hierbij wordt door een schoon eerste watervoerend pakket geboord waardoor versmering van verontreinigingen niet aan de orde is. Doordat dit onderzoek zich op de stroomafwaartse zijde richt wordt hiermee de kwaliteit van het grondwater dat uit het systeemgebied treedt vastgesteld. Met de keuze van de onderzoekslocatie zal rekening gehouden worden met tijdige signalering van mogelijke verontreinigingen (in relatie tot bedreigde objecten).

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat aan de bovenzijde van het systeemgebied de begrenzing juridisch is gelegd op 5 m-mv, de grens waar de gevallen zijn ontkoppeld. Op deze grens wordt geen verspreiding verwacht van het systeemgebied naar buiten, omdat grondwater (en daarmee ook de verontreinigingen) in Utrecht infiltreren (zie hoofdstuk 4). Daarom wordt aan de bovenzijde geen structurele grensbewaking toegepast. Wel is het voor te stellen dat door ingrepen in de ondergrond locaal een verhoging van de grondwaterstand plaats zal vinden, die mogelijk tot in de deklaag meetbaar zal zijn. De humane risico's gerelateerd aan deze effecten zijn beschreven in de volgende paragraaf.

5.4.4 TOETSING HUMANE RISICO'S

De gebiedsgerichte aanpak heeft betrekking op de ondergrond vanaf 5 m-mv. Van humane risico's wordt gesproken indien er sprake is van contact tussen de verontreiniging en mensen. Dit contact kan tot stand komen door direct contact (bijvoorbeeld ingestie van grond en dermaal contact) of door indirecte blootstelling na uitdamping van verontreinigingen uit de bodem (bijvoorbeeld inhalatie binnenlucht). Deze risico's zullen zich voordoen als gevolg van verontreinigingen in de deklaag. In principe worden de ondiepe bronnen in de deklaag van 0-5 m-mv door Utrecht gevalsgericht aangepakt. Dit valt buiten de scope van dit saneringsplan voor de ondergrond.

OVERWEGING HUMANE RISICO'S DOOR VOCL IN DE ONDERGROND IN UTRECHT

Voor de afleiding van humane risico's voortkomend uit verontreinigingen in diep grondwater is het standaard risicomodel (Risicotoolbox of Sanscrit) niet geschikt. Dat model is bedoeld voor het bepalen van het tijdstip waarop met sanering aangevangen moet worden en of vervolgstappen nodig zijn. Het model is niet bedoeld om de exacte blootstellingsniveaus te berekenen voor een situatie als deze. Het model geeft bijvoorbeeld aan bij een verontreiniging met relatief lage concentraties vinylchloride (circa 50 µg/l) op 5 m-mv en een grondwaterstand van 1 m-mv dat een blootstellingsrisico mogelijk is, en vervolgstappen nodig zijn. Het is conceptueel echter niet waarschijnlijk dat vinylchloride door vier meter waterkolom uitdampt en zich ophoopt tot concentraties die schadelijk zijn voor de volksgezondheid.

In principe is VC in deze modellen de bepalende parameter vanwege de toxiciteit en de vluchtigheid. De ervaring in Utrecht is echter (op basis van binnenluchtonderzoeken) dat zelfs bij hoge gehalten aan VC in het grondwater ophoping in kruipruimte en binnenlucht zelden voorkomt. Bijvoorbeeld op de Jutfaseweg (VC 5.300 µg/l) en Lijsterstraat (VC 480 µg/l) leveren deze concentraties in het freatische grondwater van de deklaag geen verhoogde kruipruimte- of binnenluchtconcentraties op.

In Utrecht is voor binnenluchtproblematiek Per de bepalende component. In de ondergrond in het systeemgebied is de verontreiniging met Per niet maatgevend, het voorkomen van Per is grotendeels gekoppeld aan de ondiepe bronlocaties in de deklaag (die buiten de scope van dit plan vallen, maar wel conform de doelstellingen van de Gemeente, gevalsgericht aangepakt zullen worden). Daarnaast is de ervaring in Utrecht dat zelfs bij hoge gehalten aan Per in het grondwater, tijdens binnenluchtonderzoeken geen gezondheidsrisico's worden aangetoond. Op basis van deze redenering wordt geconcludeerd dat het onwaarschijnlijk is dat sprake is van risico's tengevolge van verontreinigingen in het eerste watervoerende pakket.

HUMANE RISICO'S ALS GEVOLG VAN INGREPEN

De maatregelen in de ondergrond kunnen echter wel leiden tot een significante stijging van de grondwaterstand bovenop de natuurlijke fluctuaties. In dat geval is mogelijk sprake van humane risico's als gevolg van ingrepen in de ondergrond. Ter plaatse van de WKO-bronnen is de stijging (of daling) het grootst.

Opgemerkt wordt dat, hoewel humane risico's voor kunnen komen voor alle VOCl, vinylchloride (VC) de bepalende stof is, vanwege de hoge vluchtigheid en toxiciteit. VC wordt dan ook als normparameter gebruikt.

Potentiële humane risico's voortvloeiend uit de toepassing van de gebiedsgerichte aanpak worden op de volgende wijze gemonitoord:

1. De freatische grondwaterstanden ter plaatse van de WKO-bronnen wordt gemonitoord; deze informatie is beschikbaar bij de gemeente Utrecht vanuit vergunningseisen voor de WKO-gebruikers maar zal voor de volledigheid verstuurd worden naar het bevoegd gezag. De metingen worden uitgevoerd bij alle bronnen, dus op die plaatsen waar sprake is van een stijging, als van een grondwaterstanddaling.
2. Op de plaatsen waar sprake is van stijging of daling van de grondwaterspiegel van meer dan twee maal de natuurlijke fluctuatie van de natuurlijke grondwaterstand ten gevolge van de WKO-bronnen wordt de grondwaterkwaliteit gecontroleerd. Dit gebeurt gedurende de eerste twee jaren na inwerkingtreding van een WKO-bron aan het einde van de infiltratieperioden (zowel na winter- als zomerseizoen, dus tweemaal per jaar).
3. Indien blijkt dat de grondwaterkwaliteit daar aanleiding toe geeft (concentraties in het freatische grondwater nabij de WKO-bron hoger dan tienmaal de interventiewaarde) zal dit met het bevoegd gezag worden gecommuniceerd. Daaropvolgend zullen bodemluchtmetingen op VOCL worden uitgevoerd in het directe invloedsgebied van de WKO-bronnen. Hiermee worden daadwerkelijke risico's ten gevolge van de gebiedsgerichte aanpak uitgesloten.

Als blijkt dat op basis van bodemluchtconcentraties sprake is van een actueel risico voor de mens, dan zullen in samenspraak met het bevoegd gezag maatregelen moeten worden getroffen. Dit is uitgewerkt in hoofdstuk 6. Opgemerkt wordt dat, naast de hierboven genoemde triggers, ook verhoogde binnenluchtconcentraties aanleiding kunnen zijn voor het treffen van maatregelen. Onderzoek naar binnenluchtconcentraties is echter geen onderdeel van de monitoringsstrategie voor het volgen van de effecten van de gebiedsgerichte aanpak; daarvoor zijn bodemluchtmetingen voorzien. Maatregelen worden alleen getroffen als de verhoogde concentraties in de binnenlucht aantoonbaar herleidbaar zijn naar de ingrepen in de ondergrond. Als de oorzaak van de verhoogde gehalten in de binnenlucht veroorzaakt worden door verontreinigingen in de deklaag valt dit buiten de scope van dit saneringsplan en zal dit per geval aangepakt moeten worden.

5.5 EVALUATIE VAN DE AANPAK

5.5.1 IJKMOMENTEN (TUSSENEVALUATIE)

De monitoringsgegevens worden steeds binnen één maand na het bekend worden ervan aan het bevoegd gezag verstrekt. Daarnaast is telkens na twee jaar sprake van een ijkmoment, en wordt een (tussen)evaluatie van de gekozen aanpak uitgevoerd. Daarbij worden de meetgegevens verzameld en gerapporteerd en wordt gekeken in hoeverre aan de doelstellingen van de sanering is voldaan en of de prognose van het verloop van de grondwaterkwaliteit kan of moet worden bijgesteld. Daarnaast is het een moment om de saneringsaanpak te evalueren en zal (indien nodig) worden bekeken of de saneringsaanpak geoptimaliseerd kan worden (zie volgende paragraaf).

5.5.2 OPTIMALISATIEPLAN; OPTIMALISATIE VAN DE AFBRAAK

OPTIMALISATIEPLAN

Indien de gebiedsgerichte aanpak geoptimaliseerd kan worden zal binnen drie maanden na de tussenevaluatie een optimalisatieplan ter goedkeuring bij het bevoegd gezag worden ingediend. In dat plan wordt beschreven op welke wijze de saneringsaanpak aangepast wordt (bijvoorbeeld meetfrequentie en analyseparameters), welke maatregelen ingezet worden en welke invloed dat heeft op de gebiedsgerichte aanpak.

OPTIMALISATIE AFBRAAK

Als de monitoringsresultaten daar aanleiding toe geven, bijvoorbeeld doordat de afbraak trager verloopt dan gedacht, zal tijdens de ijkmomenten worden bekeken of door een kosteneffectieve ingreep realisatie van een significante kwaliteitsverbetering van het grondwater mogelijk is (bijvoorbeeld door een extra stimulans te geven aan de natuurlijke afbraak). Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan de implementatie van een bioscherm om toeslagstoffen in het water te brengen waardoor de afbraak versneld wordt. Een andere oplossing is om sterk verontreinigde gebieden die de grondwaterkwaliteit nadelig beïnvloeden (bijvoorbeeld de diepe verontreiniging Vrouwjuttenhof) te saneren. Hiervoor kunnen biologische, chemische, en fysische technieken toegepast worden. Een derde optie is om een deel van het debiet dat met de WKO-systemen wordt verpompt af te tappen en te zuiveren om op die manier verontreinigingsvracht uit de ondergrond te verwijderen.

Het spreekt voor zich dat door de schaalgrootte van de problematiek in de ondergrond van Utrecht ingrepen om afbraak te stimuleren moeilijk uitvoerbaar zijn. Er dienen grote hoeveelheden toeslagstoffen in de bodem gebracht te worden, daarvoor is een grote saneringsoperatie noodzakelijk, met alle overlast en emissies van dien. Met betrekking tot het aftappen van een deel van de waterstroom bij WKO stuit dat vooral op proces-technologische problemen, het is niet makkelijk om de hoge debieten die bij WKO gebruikt worden, te verwerken.

Vanwege de hierboven genoemde uitdagingen ten aanzien van de stimuleringsmaatregelen zal per situatie de afweging gemaakt worden in hoeverre de lasten van een ingreep (kosten, overlast, emissies, et cetera) opwegen tegen de baten (extra kwaliteitsverbetering, betere bewaking van de grenzen, et cetera). Daarnaast zal de haalbaarheid en de noodzaak van dergelijke maatregelen worden bekeken.

5.5.3 EINDEVALUATIE

Als de resultaten van de monitoring aangeven dat de doelstelling van de sanering bereikt is, kan een eindevaluatie plaatsvinden. De eindevaluatie van de gebiedsgerichte aanpak wordt

uitgevoerd door een meetronde waarbij de monitoringsfilters uit het meetnet bemonsterd worden en worden geanalyseerd conform de strategie zoals beschreven in §5.2.5. In essentie wijkt de eindevaluatie niet af van een tussentijdse meetronde, met dien verstande dat deze door een onafhankelijke partij uitgevoerd zal worden.

Met de eindevaluatie wordt de nog aanwezige (rest)verontreiniging vastgesteld. Tevens wordt een evaluatierapport opgesteld dat drie maanden na de evaluatiemeting ter goedkeuring wordt ingediend bij het bevoegd gezag, teneinde een beschikking goedkeuring behalen saneringsdoelstelling te verkrijgen.

Na de eindevaluatie is de actieve sanering afgerond en start de nazorgfase, in hoofdstuk 7 is aanvullende informatie hierover opgenomen.

5.6 GEBRUIKSBEPERKINGEN EN RANDVOORWAARDEN INGREPEN

Werkzaamheden in de ondergrond van Utrecht dienen altijd te worden voorafgegaan door een onderzoek naar de kwaliteit van grond- en grondwater, en bij de werkzaamheden moeten de juiste veiligheidsmaatregelen in acht worden genomen.

Het grondwater in de ondergrond mag niet worden gebruikt voor consumptie. Activiteiten die binnen het systeemgebied in de ondergrond worden uitgevoerd moeten vooraf worden gemeld bij de gemeente Utrecht conform artikel 28 van de Wet bodembescherming. Door de Gemeente wordt dan bekeken of de activiteiten voldoen aan de beleidsregels van de gemeente Utrecht (benutten, verbeteren en beschermen). Als dit niet zo is, dan is een apart saneringsplan nodig.
De activiteiten die onder de beleidsregels kunnen passen zijn:

- Warmte-Koude Opslag.
- Bouwputbemalingen, of andere onttrekkingen niet voor consumptieve doelen.

De effecten van onttrekkingen en infiltraties van de geplande WKO-systemen zijn in dit plan meegenomen (zie hoofdstuk 4). Voor de overige activiteiten zijn geen randvoorwaarden uitgewerkt, omdat de details van deze activiteiten momenteel nog niet duidelijk zijn.

De provincie is bevoegd gezag in het kader van de GrondWaterWet (GWW) en zal tijdens de vergunningverlening rekening moeten houden met de inrichting van de ondergrond. In eerste instantie zal de Provincie nieuwe activiteiten toetsen die ingrijpen in het grondwater. De Provincie gaat bij meldingen en vergunningsaanvragen in dit kader na of activiteiten mogelijk invloed hebben op de grondwaterkwaliteit waarbij afstemming met de Gemeente als bevoegd gezag WBB plaatsvindt. De wederzijdse beïnvloeding van activiteiten voor wat betreft geohydrologische of thermische effecten worden primair geregeld via de GWW[13].

Voor activiteiten die niet aan de randvoorwaarden van de gebiedsgerichte aanpak van de ondergrond voldoen, geldt de volledige meldingsprocedure conform de Wbb en zal een separaat saneringsplan moeten worden opgesteld en moeten worden goedgekeurd.

[13] De initiatiefnemer van dit plan heeft geen bevoegdheid om belemmeringen op te leggen of randvoorwaarden af te dwingen. Het bevoegd gezag in het kader van de Wet Bodembescherming en de Grondwaterwet kunnen dit wel.

Voor alle gevallen buiten het systeemgebied blijft een gevalsgerichte benadering gelden; het is dus aan het bevoegd gezag de taak om die randvoorwaarden per individueel geval van verontreiniging op te leggen. Daarbij zal aandacht moeten worden besteed aan de effecten van ingrepen buiten het systeemgebied op de Biowasmachine, zowel horizontaal als verticaal.

5.7 OVERIGE ASPECTEN

5.7.1 OVERLAST EN EMISSIES

De gebiedsgerichte aanpak omvat geen actieve saneringsmaatregelen anders dan de installatie van het monitoringsnetwerk. De overlast is beperkt tot verkeers- en mogelijke geluidsoverlast, doordat de boringen vanwege de grote diepte machinaal plaats zullen vinden. Het is daarbij waarschijnlijk nodig om tijdelijk delen van het openbaar gebied af te zetten. Bij de werktijden dient rekening gehouden te worden met overlast. Indien desondanks toch sprake is van overlast voor omwonenden wordt de planning aangepast om deze overlast te minimaliseren. Meer informatie hierover is opgenomen in bijlage 10. De implementatie van de gebiedsgericht aanpak bestaat uit het periodiek bemonsteren van de monitoringsfilters, de overlast daarvan is beperkt tot tijdelijke beperkte bereikbaarheid van delen van het openbaar gebied (afzettingen) om veilige monsterneming te waarborgen.

Emissies tijdens de plaatsing van het meetnet en de uitvoering van de aanpak zijn beperkt; de machines (boorwagens) die gebruikt worden bij de plaatsing van filters hebben een vergelijkbare milieubelasting als een vrachtwagen en tijdens de monsterneming is nauwelijks sprake van emissies. De saneringsaanpak leidt er toe dat emissies zullen afnemen doordat het watervoerende pakket geschikt wordt voor bodemenergie en daarmee bijdraagt aan de reductie van CO_2-emissies.

5.7.2 ARCHEOLOGIE

Bij de installatie van de peilfilters in het meetnet wordt een KLIC-melding gedaan. Daarbij wordt tevens gekeken naar de archeologische waarden van de boorlocaties. Opgemerkt wordt dat de effecten van WKO's op de archeologische waarden in dit kader niet van toepassing zijn omdat de WKO's niet als sanerende maatregel gelden, die effecten zijn in de MER meegenomen.

5.7.3 EFFECTEN VAN DE AANPAK OP ANDERE MOBIELE BODEMVERONTREINIGINGEN

In het centrum van Utrecht komen naast VOCl ook andere verontreinigende stoffen voor. In de tabel 5.3 zijn de bekende gevallen van (historische) verontreinigingen met stoffen anders dan VOCl opgenomen (opgave gemeente Utrecht).

Tabel 5.3
Locaties met andere verontreinigingen dan VOCL

Locatiebeschrijving	Verontreinigende stoffen	Ernst en urgentie/spoedeisendheid	Beschikt
Cremerstraat	BTEXN		
Oudegracht 213	Cd, Cu, Zn	Ernstig en niet spoedeisend	In procedure
Weststrook Mineurslaan (geval 90)	BTEXN, olie, PAK	Ernstig en urgent binnen 10 jaar Restverontreiniging na sanering	Ja
Stationsgebied geval 355 (cluster 1)	minerale olie en BTEXN	Ernstig en niet spoedeisend	Ja
2e Daalsedijk NS Emplacement voormalig Electrorailterrein (	minerale olie en BTEXN)	Ernstig en urgent binnen 10 jaar	Ja
Anthoniedijk en omgeving	zink	Ernstig	Nee
E. Meijsterlaan 3 Cereol	hexaan en minerale olie	Ernstig en spoedeisend	Ja
Leidseweg 128	minerale olie en BTEXN	Ernstig en urgent binnen 4 jaar	Ja
Militair Complex Kanaalweg, Kanaalweg 63A, 64 en 65 en Overste den Oudenlaan 20	minerale olie en BTEXN	Ernstig en urgent binnen 10 jaar	Ja
Ledig Erf	minerale olie en BTEXN	Ernstig en niet spoedeisend	Ja

In verhouding tot de omvang van de VOCl-verontreinigingen is sprake van een relatief beperkte verontreinigingsproblematiek.

Daarnaast is het zo dat aromaten en minerale olie een positief effect zullen hebben op de Biowasmachine, omdat deze stoffen als elektronendonor kunnen dienen bij de (anaerobe) biodegradatie van VOCl. Daarbij worden beide stoffen afgebroken.

Door de verhoogde dynamiek wordt het in de ondergrond aanwezige organische materiaal beter in het grondwater gemengd. Daardoor zal een verschuiving optreden in het redoxmilieu en neemt de afbraak van organische verontreinigingen toe. Bij die afbraak kunnen metalen ook vastgelegd worden. Aan de ander kant is verplaatsing van metalen in het grondwater niet ondenkbaar. Omdat er continu sorptie en desorptieprocessen plaatsvinden is de verwachting dat hier netto geen negatief effect zal plaatsvinden.

Behalve naftaleen zijn PAK sterk hydrofobe stoffen die niet mobiel zijn. Het verwachte effect van de Biowasmachine op het verspreidingsgedrag van deze stoffen is dan ook klein. Naftaleen zal wel met het grondwater verplaatst kunnen worden, maar zal (net als de enkelvoudige aromaten) als elektronendonor dienst doen. Het verwachte netto-effect is een stand-still situatie voor naftaleen.

5.7.4 VEILIGHEID TIJDENS DE WERKZAAMHEDEN

De werkzaamheden voor de aanleg van het saneringssysteem bestaan uit het plaatsen van monitoringsfilters door middel van machinaal boren (pulstechniek) en het periodiek bemonsteren van de peilfilters in het meetnet. Op basis van de aangetroffen concentraties

aan VC en Cis in het grondwater (uitgaande van gemiddelde waarden in het eerste watervoerende pakket in het Stationsgebied) is volgens de methodiek in de CROW-publicatie 132 (werken in of met verontreinigde grond) voor de werkzaamheden sprake van veiligheidsklasse 3T, 1F. Dit houdt voor de werkzaamheden het volgende in:

- Bij zowel de voorbereiding als de uitvoering van de werkzaam wordt een hogere veiligheidskundige (HVK-er) betrokken.
- Voor persoonlijke beschermingsmiddelen wordt, boven de standaard beschermingsmiddelen, PBM-pakket "middel" gebruikt:
  - Saneringsoverall;
  - Werkhandschoenen afgestemd op de verontreiniging.
- Op het werk is een geschikte brandblusser aanwezig.
- Tijdens de werkzaamheden wordt een PID-meter gebruikt om de aanwezigheid van vluchtige organische verbindingen te detecteren (zie bijlage 10). Bij detectie van organische stoffen wordt het werk gestaakt en in overleg met de HVK-er besloten of adembescherming noodzakelijk is. Geschikte adembescherming is op het werk aanwezig.

Voorafgaand aan de werkzaamheden zal een Veiligheids- en Gezondheidsplan (V&G-plan) worden opgesteld waarin de V&G-aspecten in meer detail worden beschreven.

HOOFDSTUK 6 Faal- of tegenmaatregelen

In de vorige hoofdstukken is de gebiedsgerichte aanpak beschreven. Hoewel een gedegen inschatting is gemaakt van de kans van slagen, mede ondersteund door modelberekeningen, bestaat er altijd de kans dat de aanpak in de praktijk (bij de uitvoering van het plan) anders uitpakt. Dit soort onzekerheden zijn inherent aan de aard van de problematiek en de schaalgrootte van de aanpak. In het vorige hoofdstuk zijn de risico's die tijdens de aanpak kunnen optreden benoemd en is ook toegelicht welke criteria gebruikt worden om het verloop van de sanering en het behalen van de doelstellingen te volgen. In dit hoofdstuk worden die actiewaarden kort aangehaald en wordt beschreven welke gebeurtenissen het slagen van de voorgestelde aanpak kunnen bedreigen (faalgebeurtenissen en faalrisico's). Tenslotte wordt beschreven welke maatregelen getroffen worden als de aanpak faalt.

6.1 ACTIECRITERIA MONITORING

In tabel 6.1 zijn kort de doelstellingen van de monitoring en de daarbij behorende actiecriteria herhaald.

Tabel 6.1
Actie- of faalcriteria

	Doelstelling monitoring	Actiecriteria tegenmaatregel treedt in werking als sprake is van:
1	Voorkomen van verspreiding over de systeemgrenzen	overschrijding van de tussenwaarde in twee achtereenvolgende metingen binnen 2 maanden, leidend tot een tussenwaarde-overschrijding op de systeemgrens
2	Aantonen kwaliteitsverbetering grondwater	§ toenemende vracht (>10% in twee achtereenvolgende (jaarlijkse) metingen of 25% in totaal) § het uitblijven van een afnemende trend binnen 10 jaar § het uitblijven van een vrachtafname ten opzichte van de nulsituatie na 30 jaar
3	Bewaken verspreiding naar het tweede watervoerende pakket	twee keer achtereenvolgend hogere concentraties dan 10.000 µg/l (binnen 2 maanden) in de monitoringsfilters op de geohydrologische basis
4	Voorkomen humane risico's als gevolg van de ingrepen in de ondergrond	een stijging of daling in de freatische grondwaterstand van meer dan twee maal de natuurlijke fluctuatie ter plaatse van de WKO-bronnen, en grondwaterconcentraties boven de drempelwaarde (10xinterventiewaarde) zowel na winter- als zomerseizoen, en bodemluchtmetingen in het directe invloedsgebied van de WKO-bronnen die leiden tot actuele humane risico's. Daarnaast verhoogde binnenluchtconcentraties die aantoonbaar herleidbaar zijn naar de ingrepen in de ondergrond.

Als aan deze actiecriteria wordt voldaan, treden tegenmaatregelen in werking. Deze zijn toegelicht in de volgende paragraaf. Om een inschatting te krijgen wat de kans op falen is en waardoor het falen van de aanpak veroorzaakt zou kunnen worden is in onderstaande tabel een overzicht opgenomen van de (kwalitatieve) faalrisico's voor elk van de vier doelstellingen van de monitoring.

Bij deze tabel wordt opgemerkt dat naleverende bronnen in de deklaag (buiten de scope van dit saneringsplan) ook tot falen van de aanpak kunnen leiden.

Tabel 6.2

Faaloorzaken

	Doelstelling monitoring	Faaloorzaak	Kans op falen
1	Voorkomen van verspreiding over de systeemgrenzen	§ afbraak blijft achter bij voorspelling door onvoldoende contact, verkeerde inschatting grondwaterstroming en stofgedrag, niet-ontdekte (secundaire) bronnen, et cetera § Modelmatige voorspelling benadert de werkelijkheid onvoldoende	De kans op falen is beperkt omdat het model over een dermate groot gebied is geïmplementeerd dat de betrouwbaarheid redelijk hoog is. Daarnaast is een conservatieve afbraaksnelheid gebruikt en zijn er alternatieve afbraakmechanismen die niet in het model meegenomen zijn. Door afstemming met de afdeling Milieu en Duurzaamheid van de gemeente Utrecht zijn alle verontreinigingen in het systeemgebied meegenomen.
2	Aantonen kwaliteitsverbetering grondwater	Zie punt 1 De nalevering uit de deklaag is groter dan gemodelleerd	Zie punt 1 Alle bekende bronnen zijn in het model verwerkt. Een naleverende bron die invloed heeft op de modellering moet significant van omvang zijn. De kans dat deze "over het hoofd" is gezien is beperkt.
3	Bewaken verspreiding naar het tweede watervoerende pakket	§ De scheidende laag is niet meer intact, er is sprake van kortsluitstroming naar het tweede WVP § Er is sprake van niet ontdekte zaklagen in het systeemgebied	De kans bestaat dat in het verleden (ondeugdelijk) door de eerste scheidende laag is geboord. Op dit moment is daarover geen specifieke informatie bekend. Het is mogelijk dat een zaklaag over het hoofd is gezien, aangezien deze zeer moeilijk te detecteren zijn en de onderzoeksinspanning op grotere diepte beperkt is geweest. Omdat de gebruikte onderzoeksresultaten een redelijk dekkend beeld geven is de verwachting dat de effecten op de grondwaterkwaliteit van een grote, naleverende zaklaag met de bestaande monitoringsfilters gedetecteerd zouden zijn.
4	Voorkomen humane risico's als gevolg van de ingrepen in de ondergrond	§ Locaal is de invloed van de ingrepen op de freatische grondwaterstand groter dan gedacht § Door de stijging van de temperatuur van het grondwater neemt de uitdamping toe	De kans dat de ingrepen in de ondergrond op freatisch niveau dusdanig van belang zijn dat hierdoor gezondheidsrisico's ontstaan is klein omdat modelmatige voorspelde humane risico's in de praktijk zelden analytisch bevestigd worden.

6.2 FAAL- OF TEGENMAATREGELEN

In de volgende paragrafen worden mogelijke tegenmaatregelen per doelstelling beschreven. Hierbij wordt de volgorde van meest waarschijnlijke toepassing gehanteerd. Opgemerkt wordt dat de keuze voor een maatregel en het dimensioneren ervan afhangt van vele factoren, waarvan lang niet alle op dit moment in te schatten zijn. Daarom worden de maatregelen in dit plan globaal beschreven. De exacte detaillering vindt plaats als duidelijk is waarom sprake is van falen, en als meer informatie van de locatie van falen is verzameld, met de inzichten en stand der techniek op het moment van falen, altijd in samenspraak met het bevoegd gezag en rekening houdend met derden.

TIJD TOT INWERKINGTREDING

Om de juiste keuze voor tegenmaatregelen te kunnen maken en deze maatregelen op een goede manier uit te kunnen voeren is tijd nodig. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat een periode van gemiddeld twee jaar benodigd is voor het detailleren en implementeren van de terugvalmaatregelen. Afhankelijk van de doelstelling waar het falen betrekking op heeft is 2 tot 10 jaar beschikbaar voor deze implementatie.

OOK MAATREGELEN LIEVER GEBIEDSGERICHT

In de meeste gevallen zal grondwateronttrekking deel uitmaken van de tegenmaatregelen. De onttrekking kan dan onderdeel zijn van een systeem voor bodemenergie, of van een biologisch geactiveerde zone. De gebiedsgerichte aanpak biedt in het systeemgebied evident voordelen boven kostbare, gevalsgerichte maatregelen. Ook voor de maatregelen geldt dat een systeemgerichte oplossing de voorkeur verdient.

UITGANGSPUNT IS GEVALSGERICHTE BRONSANERINGEN DEKLAAG

Wellicht ten overvloede wordt nogmaals opgemerkt dat een randvoorwaarde voor de Biowasmachine is dat de aanpak van bronlocaties in de deklaag gevalsgericht wordt opgepakt. Dit betekent dat los van tegenmaatregelen, de nalevering van de sterkste bronnen in de deklaag hoe dan ook zal worden opgepakt. Dit is geen onderdeel van dit saneringsplan, maar van het bodemsaneringsbeleid van de gemeente Utrecht.

6.2.1 VERSPREIDING OVER (HORIZONTALE) SYSTEEMGRENS

PLAATSELIJK IMPULS GEVEN AAN AFBRAAK

Als verspreiding over de systeemgrens wordt aangetoond is dat een teken dat de afname van verontreiniging in de gebiedsgerichte aanpak achterblijft. Afhankelijk van de situatie kan (plaatselijk) een extra impuls worden gegeven aan (biologische) afbraak, bijvoorbeeld door de installatie van een bioscherm. Deze activiteit kan bijdragen aan een versnelde afname van de verontreiniging. Randvoorwaarde hierbij is dat continuering van de bedrijfsvoering aanwezige WKO's hierdoor niet wordt belemmerd. In paragraaf 5.2.2 (optimalisatie van de afbraak), is reeds toegelicht hoe de afbraak gestimuleerd kan worden.

GEOHYDROLOGISCHE BEHEERSING

Als alternatief kan een geohydrologische tegenmaatregel ingezet worden. Dit is een geohydrologische beheersing door middel van grondwateronttrekking (eventueel in combinatie met energiewinning), gericht op het manipuleren van de grondwaterstroming en de grondwaterstand.

6.2.2 KWALITEITSVERBETERING

WEGNEMEN BRONNEN

De meest waarschijnlijke oorzaak voor het achterblijven van kwaliteitsverbetering is nalevering uit de deklaag. Het saneren van bronnen in de deklaag wordt echter niet als tegenmaatregel voor deze sanering aangemerkt, maar als gevalsgerichte aanpak van de bronnen in de deklaag. Indien tijdens de monitoring blijkt dat een bronzone ontoelaatbaar

nalevert, dan wordt dit terstond gemeld aan het bevoegd gezag en van de gemeente Utrecht.

De bron van verontreiniging zal dan (buiten het kader van dit saneringsplan) gevalsgericht gesaneerd moeten worden. Hierbij wordt opgemerkt dat de praktijk uitwijst dat volledige bronverwijdering niet altijd realiseerbaar is, bijvoorbeeld door (monumentale) bebouwing. Voor de gebiedsgerichte aanpak van de ondergrond is volledige bronverwijdering ook geen noodzaak, zolang de nalevering van vracht vanuit de bovengrond tegengegaan wordt. Dit kan ook gerealiseerd worden door een beheersmaatregel.

PLAATSELIJK IMPULS GEVEN AAN AFBRAAK

Indien de afbraak van verontreiniging in de gebiedsgerichte aanpak achterblijft, kan net als hierboven een extra impuls worden gegeven aan de afbraak.

WEGNEMEN ZAKLAGEN

Als het achterblijven van de kwaliteitsverbetering toe te schrijven is aan de aanwezigheid van zaklagen in het saneringsgebied zullen die aangepakt worden. Voor deze technisch complexe gevallen wordt een nader te bepalen combinatie van hydrologische, biologische, en chemische technieken ingezet.

Omdat zaklagen doorgaans moeilijk te traceren zijn, kan als alternatief een hydrologische maatregel worden ingezet, waarbij door middel van grondwateronttrekking (eventueel in combinatie met energiewinning) gericht vracht uit sterk verontreinigde gebieden (anders dan zaklagen) kan worden verwijderd.

6.2.3 VERSPREIDING NAAR HET TWEEDE WATERVOERENDE PAKKET

Het aantonen van potentiële verspreiding naar het tweede watervoerende pakket is gekoppeld (zie paragraaf 5.4.3) aan de detectie van puur product (concentraties > 10.000 µg/l) op de hydrologische basis. Als de aanwezigheid van zaklagen in het systeemgebied is aangetoond zal de tegenmaatregel bestaan uit de aanpak voor de zaklaag zoals beschreven in de vorige paragraaf.

Als concentraties > 10.000 µg/l op de hydrologische basis gemeten worden en het tweede watervoerende pakket dus bedreigd wordt, worden peilbuizen in het tweede watervoerende pakket geïnstalleerd aan de stroomafwaartse zijde van het systeemgebied. Er worden geen boringen verricht door de scheidende laag in het systeemgebied. Als verontreiniging wordt vastgesteld in het tweede watervoerende pakket op de signaalgrens, dan zal de aanwezige verontreiniging door gerichte grondwateronttrekking (eventueel in combinatie met energiewinning) met beheersmaatregelen worden tegengegaan.

6.2.4 HUMANE RISICO'S

Bij de gekozen systematiek wordt een analytische bevestiging van de risico's verkregen (bodemluchtmetingen). Maatregelen richten zich voor humane risico's op twee zaken:

- Aanpak van de oorzaak van de risico's (wegnemen van de bron).
- Aanpak van de blootstellingsroute die tot risico's leidt.

Voor het eerste punt moet de bron van verontreiniging worden verwijderd in de deklaag en indien nodig de zone daaronder. Voor het tweede punt zullen (afhankelijk van de locale situatie) kruipruimten en kelders geventileerd moeten worden, of zal bodemlucht onttrokken moeten worden. Het is onmogelijk gezien de complexiteit daar nu een gedetailleerde uitspraak over te doen.

Als uit binnenluchtmetingen[14] blijkt dat sprake is van verhoogde gehalten en onacceptabele blootstelling aan verontreinigende stoffen, zal direct ingegrepen worden om die blootstelling op te heffen. Geforceerde ventilatie, het aanbrengen van dampdichte folies of alternatieve beheersmaatregelen zijn (al dan niet tijdelijke) opties

[14] In het kader van dit saneringsplan worden geen binnenluchtmetingen uitgevoerd (zie ook § 5.4.4)

HOOFDSTUK 7 Zorg of nazorg?

7.1 DEFINITIE ZORG OF NAZORG

Voor de gebiedsgerichte aanpak in de ondergrond van Utrecht moet binnen 30 jaar de saneringsdoelstelling; “een stabiele, milieuhygiënisch verantwoorde situatie” zijn bereikt. Dit kan zijn na 30 jaar, maar ook eerder. De maatregelen en aanpak tijdens de actieve sanering worden gezien als zorg.

Als de saneringsdoelstelling formeel is bereikt wordt dit vastgelegd in een evaluatieverslag en een beschikking (zie ook paragraaf 5.5.3) en is geen sprake meer van een actieve sanering. Gezien de mate van verontreiniging nu en de grote dynamiek in de ondergrond van Utrecht zal na de actieve fase nog restverontreiniging aanwezig zijn in het saneringsgebied. De maatregelen die getroffen worden na afronding van de actieve sanering worden gezien als nazorg.

ZORGMAATREGELEN ZIJN NAZORGMAATREGELEN

Of gesproken wordt van zorg of nazorg maakt voor de maatregelen in het systeemgebied geen verschil. De nazorgmaatregelen (nazorgplan) zijn gelijk aan de sanerings(zorg)maatregelen in dit saneringsplan (omschreven in hoofdstuk 5). Ook na 30 jaar blijven nazorgmaatregelen noodzakelijk. Of deze gelijk zijn aan de momenteel voorgeschreven maatregelen moet worden beschouwd in de evaluatie die na afronding van de actieve fase plaats zal vinden. Op dat moment zal een geoptimaliseerd nazorgplan worden opgesteld, waarin op basis van voortschrijdend inzicht in beleid, wet- en regelgeving en technische aspecten, passende maatregelen worden voorgesteld en toegepast. Los daarvan worden de zorgmaatregelen (en dus ook de nazorgmaatregelen) tijdens de tweejaarlijkse evaluaties geëvalueerd en indien nodig aangepast.

HOOFDSTUK 8 Organisatorische aspecten

De gebiedsgerichte aanpak zoals in dit saneringsplan is beschreven vergt een goede organisatie om in goed overleg met alle belanghebbenden, actoren en instanties de strategie uit te voeren. Daarnaast dient rekening te worden gehouden met alle initiatieven die invloed hebben op de werking van de Biowasmachine, zodat deze op elkaar af gestemd en gereguleerd kunnen worden.

Het opstellen van de saneringsaanpak en het beschrijven van deze aanpak in een saneringsplan is opgepakt door POS. POS is echter een projectorganisatie en zal op termijn ophouden te bestaan en kan om die reden de organisatie van de gebiedsgerichte aanpak niet duurzaam op zich nemen. Voor het bevoegd gezag is het van belang dat de voorgestelde aanpak nu en in de toekomst kan worden gegarandeerd.

De gemeente Utrecht wordt gebiedsbeheerder en zal de gebiedsgerichte aanpak in de toekomst op zich nemen. Daartoe zal zij een beheersorganisatie oprichten, die erop toe zal zien dat de spelregels van de gebiedsgerichte aanpak correct worden nageleefd.

BETROKKEN INSTANTIES

De volgende instanties zijn bij de gebiedsgerichte aanpak betrokken:

- Gemeente Utrecht, Project Organisatie Stationsgebied.
- Gemeente Utrecht, afdeling Milieu en Duurzaamheid.
- De private partners in POS:
  - Hoog Catharijne / Corio;
  - NS Poort;
  - Prorail;
  - Jaarbeurs;
  - Rabobank.
- Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijk Ordening en Milieubeheer.
- Provincie Utrecht.
- Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden.

BIJLAGE 1 Overzicht locaties in systeemgebied inclusief ernst en spoedeisendheid

Locatie	Bronzone in deklaag	Bekend als pluim	Ernst en urgentie/spoedeisendheid	Beschikt
Locaties binnen Fase 1, Stationsgebied				
Vrouwjuttenhof	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent binnen 4 jaar*	*Ja*
Springweg 134	*Ja*	*Ja*	*Ernstig niet urgent*	*Ja*
Oude Gracht 213	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en niet spoedeisend*	*In procedure*
Gruttersdijk 30	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent binnen 4 jaar*	*Ja*
Oudegracht 30 Predikherenkerkhof	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent binnen 4 jaar*	*Ja*
Voorstraat 77	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent voor 2015*	*Ja*
Kop van Lombok/ Vleutenseweg 22-32	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en spoedeisend*	*Ja*
Lijsterstraat 3	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent binnen 10 jaar*	*Ja*
Ganzenmarkt 12	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent binnen 10 jaar*	*Ja*
Graadt van Roggenweg	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en spoedeisend*	*In procedure*
Krugerstraat 9	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent voor 2015*	*Ja*
Dichterswijk West	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent binnen 4 jaar*	*Ja*
Mariaplaats 19	*Ja*	*Ja*	*Geen ernstig geval*	*Ja*
Croeselaan 28-46 en Asselijnstraat 3-15		*Ja*	*Ernstig en urgent binnen 4 jaar*	*Ja*
Oude Gracht 84	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en niet spoedeisend*	*Ja*
Springweg 16-18	*Ja*		*Ernstig en spoedeisend*	*In procedure*
Oude Gracht 280	*Ja*		*Ernstig en niet spoedeisend*	*Ja*
Overste den Oudelaan/vml. Coqterrein#	*Ja*			*Nee*
Jaarbeurs Hal 4 voormalig E.M.I. terrein	*Ja*			*Nee*

Locatie	Bronzone in deklaag	Bekend als pluim	Ernst en urgentie/spoedeisendheid	Beschikt
Locaties buiten Stationsgebied, binnen fase 2, centrum Utrecht				
Amsterdamsestraatweg 312-314	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent binnen 4 jaar*	*Ja*
Lauwerecht 88-90	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent binnen 10 jaar*	*Ja*
Nachtegaalsstraat 26 en 41	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent voor 2015*	*Ja*
Westerkade 36	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent voor 2015*	*Ja*
Oosterkade achter 21-23[#]	*Ja*	*Ja*	*Ernstig en urgent binnen 10 jaar*	*Ja*
Biltstraat 46	*Ja*	*Ja*	*Ernstig niet urgent*	*Ja*
2[e] *Daalsedijk 14*	*Ja*			*Nee*
Breedstraat 162/Begijnehof	*Ja*			*Nee*

BIJLAGE 2

Gebruikte onderzoeksrapportages voor vaststelling nulsituatie Stationsgebied

Omschrijving/Titel	Opgesteld door:	Kenmerk
Gruttersdijk 30-31	ARCADIS	110401.001128.001
Voorstraat 77	Oranjewoud	19982-138688
Actualisatie en nader onderzoek VOCl verontreiniging dieper grondwater Vrouwjuttenhof	Geo-logic Geotechniek B.V.	20040076/cbr
Aanvullend onderzoek Dieper grondwater Graadt van Roggenweg te Utrecht	ARCADIS	110401/c5/031/000985
Graadt van Roggenweg	DHV onbekende fax	A8151-01-001 MD-BO20070271
NO Fase 1 Biltstraat 46 te Utrecht	Grondslag Milieukundig Adviesbureau	project 6798
Predikherenkerkhof en oude Gracht te Utrecht	Witteveen&Bos TAUW	UT353-2-600 R001-3817202A00-D01-A
NO Springweg 134 te Utrecht	Tauw	3784363 en 3806170
Oude Gracht 213	DHV	A3965-01-001
Nader onderzoek Oude Gracht 213	de Straat	rapportnr B02A0564
Nader onderzoek Ganzenmarkt 12	Tauw	R001-3784282RHK-D01-A
Lijsterstraat 3	onbekend	20072701
Dichterswijk West te Utrecht; diverse rapporten	Oranjewoud	100293/004 en 141929
Nieuwbouw Rabobank	DHV	A3993-01-001
Croeselaan 28-46 en Asselijnstraat 3-15	Chemielinco	22040
Krugerstraat 9/9BS te Utrecht	ARCADIS	110401/cb4/043/ 000994/001
Meetnet Hoog Catharijne	Geofox	20070679
Catharijnesingel	onbekend	onbekend
Oude Gracht 84	onbekend	onbekend
Nader bodemonderzoek Mariaplaats 19 te Utrecht	Geofox	20070374/JBRO
Westerkade 36 monitoring VOCl verontreiniging	onbekend	onbekend
Nachtegaalstraat 26 actualisatieonderzoek	onbekend	onbekend
Voorstraat 77 monitoringsresultaten 2007	Oranjewoud	138688.sp.rap.01
Grondwatersanering terrein Kop van Lombok voortgangsrapportage periode februari-april 2008	Oranjewoud	168245
Onderzoeksresultaten extra diepe peilbuizen Kop van Lombok te Utrecht	Oranjewoud	168245
Onderzoeksresultaten grondwatermeetnet Stationsgebied Utrecht	onbekend	onbekend

BIJLAGE 3 Overzicht bronzones en nalevering

Nr.	Naam	Coördinaten		Concentratie/cel 25x25			
		X	Y	freatisch grondwater (< 5 m –mv) [µg/l]			
				PER	TRI	Cis	VC
1	Westerkade 36	136849	454567	0	0	0	0
2	Dichterswijk West - Jekerstraat 100	135782	454884	0	0	0	0
3	Graadt van Roggeweg	135526	455500	0	0	0	0
4	Vrouwjuttenstraat	136995	455259	1,55	90	6,12	0,28
5	Oude Gracht 213	136780	455593	0,03	0	0,02	0
6	Nachtegaalstraat 26 en 41	137328	456052	976	48	1584	70,4
7	Lijsterstraat 3	136512	456627	25,6	256	13,92	0,78
8	Gruttersdijk 30	136407	456731	12,96	4	4,8	0,03
9	Predikherenkerkhof 4 / Oudegracht 30	136493	456420	208	19,2	16	0
10	Biltstraat 46	137286	456355	10,72	0	9,44	0
11	Lauwerecht 88-90	136100	457327	0	11,84	672	145,6
12	Vleutenseweg 22-32	135589	456064	0,21	0,27	0,88	1,01
13	Cartesiusweg 90 - deelloc.12 / geval 6	134640	457082	0	0,27	19,2	0,10
14	Amsterdamsestraatweg 312-314	135213	457087	2864	1264	8736	2688
15	Springweg 134	136697	455382	11,2	1,72	3,6	0,05
16	Voorstraat 77	136856	456349	320	11,68	19,2	3,04
17	Krugerstraat 9	135116	455524	0	0	0	0
18	Oosterkade achter 21-23	136905	454606	0	0	0,46	0
19	Breedstraat 162 / Begijnehof	136753	456377	0	0	0	0
20	Springweg 16-18	136529	455706	0,09	0,12	120	52
21	Ganzenmarkt 12	136628	456013	0,05	0,03	0,56	0
22	Mariaplaats 19	136438	455749	0,16	31,6	0,30	0
23	Oude Gracht 280	136849	455415	19,2	10,88	2,72	0,03
24	Oude Gracht 84	136477	456186	1,25	24	10,24	0
25	Ov. den Oudelaan / vml. Coq-terrein	135336	455055	no inf			
A	Zonstraat 100-102	137742	455229	3,52	0,51	0,45	1,76
B	Rijnlaan 34	136283	454284	2560	352	720	0,30
C	2e Daalsedijk 14	135347	456794	0	0	0	0
D	A. van Ostadelaan 12	138045	455017	208	4,32	8,48	0

BIJLAGE 4 Invoergegevens huidige en toekomstige WKO's

Toekomstige WKO's (Input model is gemiddeld debiet +10%)

District	gem. debiet	input model (gem +10%)	aantal bronnen	aantal bronparen	Debiet per bronpaar	Warme bronnen	Koude bronnen	Debiet zomer (apr-	Debiet winter (okt.-		bovenkant	Onderkant
	m3/jaar	m3/jaar					m	m3/hr	m3/hr		(m-mv)	(m-mv)
KWO2 (NHC)	**1.164.000**	**1.280.400**	**6**	**3**	**426.800**		**NHC_C1**	**-48,7**	**48,7**		15	45
						NHC_C2		**48,7**	**-48,7**		15	45
						NHC_C3		**48,7**	**-48,7**		15	45
						NHC_C4		**48,7**	**-48,7**		15	45
							NHC_C5	**-48,7**	**48,7**		15	45
							NHC_C6	**-48,7**	**48,7**		15	45
Stationsplein oost		*490.600*	4	2	245.300	**SP001**		**14,0**	**-14,0**		15	45
							SP002	**-14,0**	**14,0**		15	45
							SP003	**-14,0**	**14,0**		15	45
	446.000					**SP004**		**14,0**	**-14,0**		15	45
Stationsplein west			2	1	122.650	**SPW01**		**14,0**	**-14,0**		15	45
							SPW02	**-14,0**	**14,0**		15	45
OVT			2	1	122.650		**OVT01**	**-14,0**	**14,0**		15	45
						OVT02		**14,0**	**-14,0**		15	45
Totaal	**446.000**	**490.600**	**8**	**4**	**490.600**							
Zuidelijke kantoren westzijde			8	4	271.425	**NS01**		**31,0**	**-31,0**		15	45
Stadskantoor						**NS02**		**31,0**	**-31,0**		15	45
Noordelijke kantoren westzijde						**NS03**		**31,0**	**-31,0**		15	45
Sijpensteijn	*987.000*					**NS04**		**31,0**	**-31,0**		15	45
Noordblok oostzijde							**NS05**	**-31,0**	**31,0**		15	45
							NS06	**-31,0**	**31,0**		15	45
OV terminal							**NS07**	**-31,0**	**31,0**		15	45
Woningen							**NS08**	**-31,0**	**31,0**		15	45
Totaal	**987.000**	**1.085.700**										
Westplein	*224.000*	*246.400*	2	1	217.388		**WP01**	**-28,1**	**28,1**		15	45
						WP02		**28,1**	**-28,1**		15	45
Muziekpaleis	*339.000*	*372.900*	4	2	434.775		**MUZ01**	**-21,3**	**21,3**		15	45
						MUZ02		**21,3**	**-21,3**		15	45
							MUZ03	**-21,3**	**21,3**		15	45
						MUZ04		**21,3**	**-21,3**		15	45
V&D woningen	*214.000*	*235.400*	2	1	217.388		**VD01**	**-26,9**	**26,9**		15	45
						VD02		**26,9**	**-26,9**		15	45
NH-Blok	*531.000*	*584.100*	4	2	434.775	**NH01**		**33,3**	**-33,3**		15	45
							NH02	**-33,3**	**33,3**		15	45
						NH03		**33,3**	**-33,3**		15	45
							NH04	**-33,3**	**33,3**		15	45
Smakkelaarsveld	*62.000*	*68.200*	2	1	217.388	**SMAK01**		**7,8**	**-7,8**		15	45
							SMAK02	**-7,8**	**7,8**		15	45
Woningen paardenveld	*211.000*	*232.100*	2	1	217.388	**PV07**		**26,5**	**-26,5**		15	45
							PV08	**-26,5**	**26,5**		15	45
totaal	**1.581.000**	**1.739.100**		**8**	**1.739.100**							
	4.178.000	4.595.800										

Bestaande WKO's (input model: 82,5% ten opzichte van maximaal vergunde debieten)

District	max toegestane debiet/jaar	input model (max * 82,5%)	aantal bronnen	aantal bronparen	debiet per bronpaar (warm-koud)	Warme bronnen	koude bronnen	debiet zomer (apr-sep)	debiet winter (okt mrt)		bovenkant filter (m-mv)	onderkant filter (m-mv)
		1155000	12	6	192.500		SGZ01	-96.250	96.250		15	50
							SGZ02	-96.250	96.250		15	50
						SGZ03		96.250	-96.250		15	50
						SGZ04		96.250	-96.250		15	50
							SGZ05	-96.250	96.250		15	50
Stationsgebied Zuid	*1.400.000*						SGZ06	-96.250	96.250		15	50
						SGZ07		96.250	-96.250		15	50
						SGZ08		96.250	-96.250		15	50
							SGZ09	-96.250	96.250		15	50
							SGZ10	-96.250	96.250		15	50
						SGZ11		96.250	-96.250		15	50
						SGZ12		96.250	-96.250		15	50
	1.400.000	**1.155.000**										
			6	3	297.000	NHC_B1		148.500	-148.500		15	45
						NHC_B2		148.500	-148.500		15	45
							NHC_B3	-148.500	148.500		15	45
Stationsgebied Centrum	*1.080.000*						NHC_B4	-148.500	148.500		15	45
						NHC_B5		148.500	-148.500		15	45
							NHC_B6	-148.500	148.500		15	45
	1.080.000	**891.000**										
		429000	6	3	**143.000**	PV01		71.500	-71.500		15	45
						PV02		71.500	-71.500		15	45
Stationsgebied Noord	*520.000*					PV03		71.500	-71.500		15	45
							PV04	-71.500	71.500		15	45
							PV05	-71.500	71.500		15	45
							PV06	-71.500	71.500		15	45
	520.000	**429.000**										
Stationsgebied West	*50.000*	*41.250*	2	1	41.250	KaV-heat		20.625	-20.625		15	40
							KaV-cold	-20.625	20.625		15	40
	50.000	**41.250**										
			23			SGO1		21.285	-21.285		15	50
						SGO2		21.285	-21.285		15	50
						SGO3		21.285	-21.285		15	50
					79.819		SGO4	-39.909	39.909		15	50
					79.819		SGO5	-39.909	39.909		15	50
					79.819		SGO6	-39.909	39.909		15	50
					79.819		SGO7	-39.909	39.909		15	50
					79.819		SGO8	-39.909	39.909		15	50
						SGO9		21.285	-21.285		15	50
						SGO10		21.285	-21.285		15	50
						SGO11		21.285	-21.285		15	50
Stationsgebied Oost	*774.000*	*638.550*				SGO12		21.285	-21.285		15	50
						SGO13		21.285	-21.285		15	50
						SGO14		21.285	-21.285		15	50
					79.819		SGO15	-39.909	39.909		15	50
					79.819		SGO16	-39.909	39.909		15	50
					79.819		SGO17	-39.909	39.909		15	50
						SGO18		21.285	-21.285		15	50
						SGO19		21.285	-21.285		15	50
						SGO20		21.285	-21.285		15	50
						SGO21		21.285	-21.285		15	50
						SGO22		21.285	-21.285		15	50
						SGO23		21.285	-21.285		15	50
	774.000	**638.550**			638.550	**15**	**8**					

BIJLAGE 5

Afleiding afbraakconstanten/halfwaardetijden

De onderstaande halfwaardetijden zijn afgeleid met een 1D benadering via Biochlor en velddata.

Halfwaardetijden (jaar) 5-15 m

	PCE	TCE	DCE	VC
Lijsterstraat	6	2	5	0.05
Voorstraat	2.5	1.2	30	0.8
Westerkade	0.3	1.2	0.8	0.5
Gemiddelde:	3	1.5	12	1.4

Halfwaardetijden (jaar) 15-30 m

	PCE	TCE	DCE	VC
Vrouwjuttenstraat	(1.0)	1.1	4	8
Voorstraat	(5.0)	1.8	2.2	10
Gruttersdijk	(1.2)	1.1	0.2	20
Gemiddelde:				

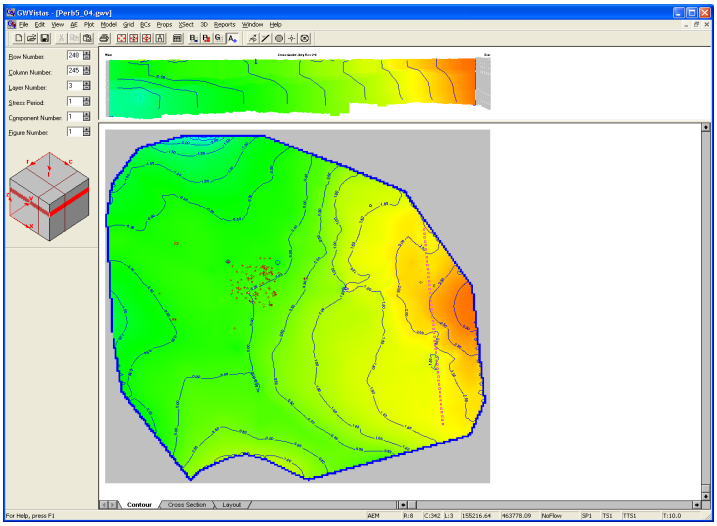
Halfwaardetijden (jaar) 30-50 m

	PCE	TCE	DCE	VC
Graadt van Roggeweg	(1.2)	(0.8)	10	12

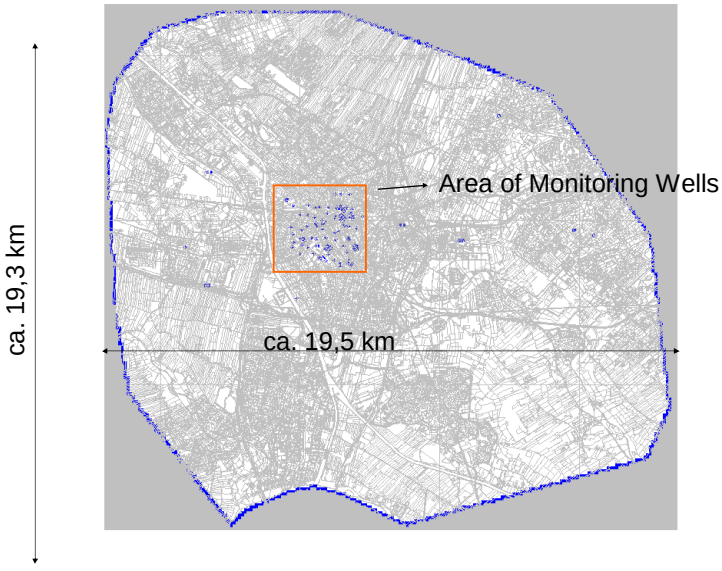
BIJLAGE 6 Grondwater- en stoftransportmodellering; invoer

ARCADIS
Infrastructure, environment, facilities

Groundwatermodel Utrecht, Contaminant Transport with and without Heat-Cold Storage Wells

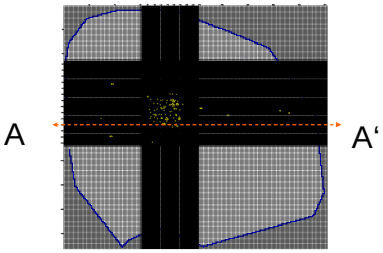


1.1 Model Area and Area with Measured Groundwater Concentrations

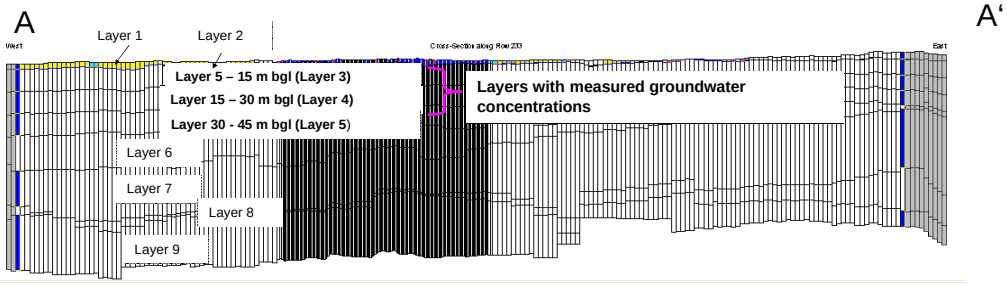


1.2 Model Area, Grid and Layers

Finite Difference Grid from 100 x 100 to 25 x 25 m



Cross Section from West to East: 9 Layers



Relevant Layers: Layer 5 – 15 m bgl, Layer 15 -30 m bgl and Layer 30 - 45 m bgl

2.1 Parameters of Groundwater Flow Model

Following Parameters are influencing the Groundwater Flow Model:

Hydraulic conductivity k_f: between 1,5 *10^{-4} m/s and 5 *10^{-4} m/s for all relevant layers

Porosity n_{eff} 0,35 [-] for Layer 1,3,4,5,7 and 9 (Aquifers)

n_{eff} 0,15 [-] Layers 2,6 and 8 (aquitards)

Total model thickness 150 m

Boundary Conditions: - surrounding constant heads boundary conditions,
- Large Drainage and River System in upper Layer 1

Recharge: between 182 – 380 mm/a

Wells: Extraction and Infiltration wells with different rates

3.1 Parameters of Contaminant Transport

Following Parameters are influencing the Contaminant Transport :

Porosity n_{eff} 0,35 [-] for Layer 1,3,4,5,7 and 9 (Aquifers)

n_{eff} 0,15 [-] Layers 2,6 and 8 (aquitards)

Dispersivity: Longitudinal (DL)= 10 [m],Transversal (DT) = 1,0 [m], Vertical (DV) = 0,1 [m] were used in this Model as values from literature

Retardation (R)

where :

$$R = 1 + \frac{\rho}{n_{eff}} \cdot K_{OC} \cdot f_{OC}$$

- R = Retardation [-]
- • = Bulk density [kg/l] : 1,5 – 1,8 [kg/L]
- n_{eff} = Porosity [-]
- K_{OC} = Distribution coefficient octanol/water [L/kg] : 100 – 22.000 [L/kg]
- f_{OC} = Relative proportion of the organic material [-] : 0,001 [-]

Retardation (literature): Tetrachloroethene (Per): 6,0 [-]

Trichloroethene (Tri): 2,4 [-]

Cis- Trans-Chloroethene (Cis) : 1,5 [-]

Vinyl Chloride (VC): 1,04 [-]

3.2 Estimation of the Half-life-period

Biodegradation plays an important role in the Model.

Estimation of Half-life-period is based on the following equation :

where

$$c_t = c_o \cdot e^{-\lambda t}$$

- ct = concentration at the time t [µg/l]
- co = initial concentration [µg/l]
- • = biodegradation rate constant [d^{-1}]
- t = time [d]

this equation can be transformed to :

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{c_t}{c_o}\right)}{\lambda}$$

the Half-life-period [ct1/2 = 0,5 · c_o] is defined as :

$$t_{1/2} = \frac{-\ln(0{,}5)}{\lambda}$$

3.3 Half Life values for the 4 Scenarios and the 4 Contaminants:

Half-life values

Scenario 1	PCE [years]		Tri [years]		CisDCE [years]		VC [years]	
Layer 5 - 15 m bgl	5		3		15		4	
Layer 15 - 30 m bgl	5		3		10		20	
Layer 30 - 45 m bgl	5		3		10		20	
Scenario 2								
Layer 5 - 15 m bgl	10		6		30		8	
Layer 15 - 30 m bgl	10		6		20		40	
Layer 30 - 45 m bgl	10		6		20		40	
Scenario 3								
Layer 5 - 15 m bgl	5		3		15		4	
Layer 15 - 30 m bgl	5		3		10		20	
Layer 30 - 45 m bgl	5		3		10		20	
Scenario 4	PCE outside HCS	PCE inside HCS	Tri outside HCS	PCE inside HCS	CisDCE outside HCS	PCE inside HCS	VC inside HCS	VC outside HCS
Layer 5 - 15 m bgl	5	2,5	3	1,5	15	7,5	4	2
Layer 15 - 30 m bgl	5	2,5	3	1,5	10	5	20	10
Layer 30 - 45 m bgl	5	2,5	3	1,5	10	5	20	10

3.4 Estimation Decreasing Sources

The Decreasing Sources are defined as:

ØTransient groundwater contaminations in Layer 5 – 15 m bgl (upper aquifer) of 4 contaminants, Source area (25 x 25m), Initial source concentrations provided by gemeente Utrecht

Øthe concentrations of each contaminants of each source are decreasing linearly from the initial values to 0 after 30 years

Legend

● Decreasing Sources

4.1 Calculated Scenarios

4 Scenarios have been calculated:

Scenario 1: Best guess of Biodegradation rates, no HCS-Wells

Scenario 2: As Scenario1 with 2-times slower biodegradation rates, no HCS-Wells

Scenario 3: Biodegradation as Scenario1, including 87 HCS-Wells

Scenario 4: As Scenario 3 with 2-times faster biodegradation rates inside area of HCS-Wells

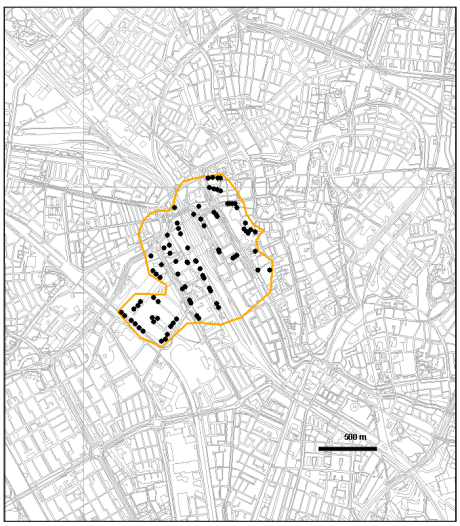
4.2: Heat-Cold-Storage Wells (Scenario 3 and 4)

Ø Heat Cold Storage (HCS) System: 87 Wells with extraction/infiltration rates of 21.234 m³/day

ØAll HCS-Wells are implemeted in Layers 15 -30 and 30 – 45 m bgl

Ø Time period between heating (winter) and cooling (summer): 6 Months

ØRelevant Influence of HCS-Wells (Scenario 4): area of drawdown of 25 cm (orange coloured line)



Legend

HCS-Wells

Influence Heat – Cold-Storage System

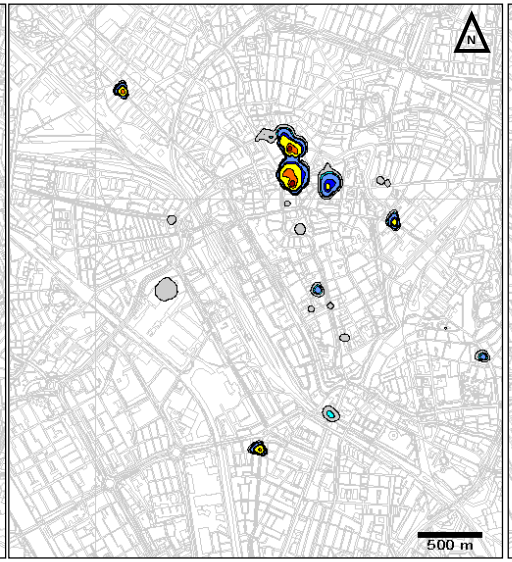
BIJLAGE 7 Resultaten modellering grondwaterkwaliteit

Modelbeschrijving

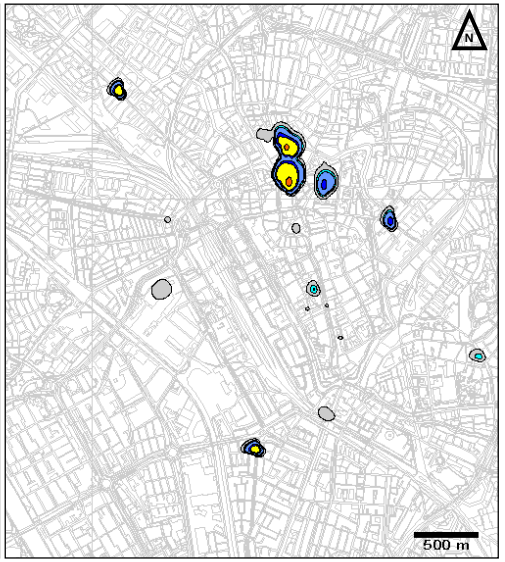
Results Scenario 1 : Per-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

0 years – Initial Concentration (interpolated)

15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Groundwater Concentration

1000
500
100
50
10
5
1
0

Per [µg/l]

Retardation: 6 [-]

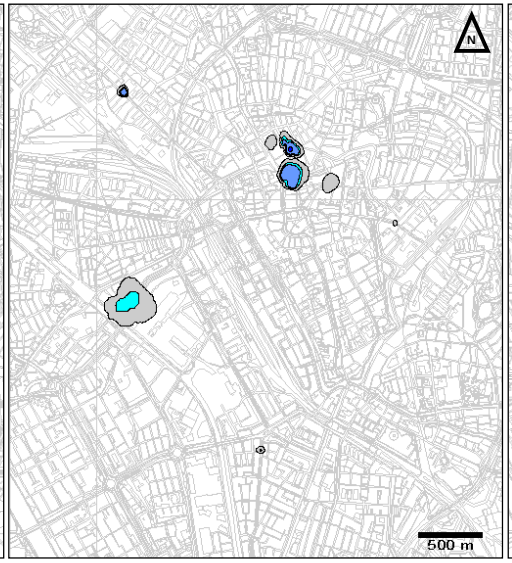
Half-life time: 5 years

ARCADIS

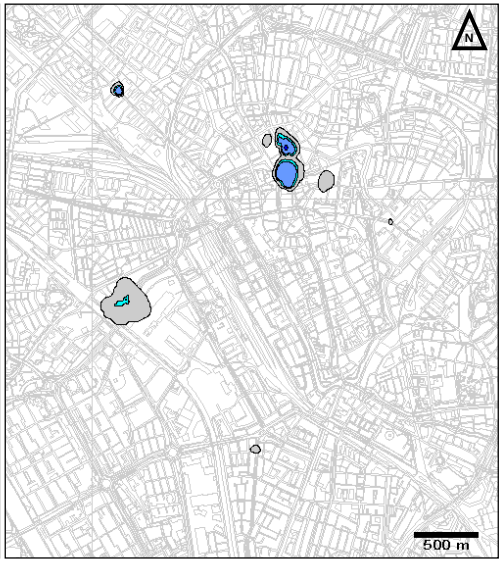
Results Scenario 1 : Per-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

0 years – Initial Concentration (interpolated)

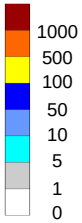
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



Per [µg/l]

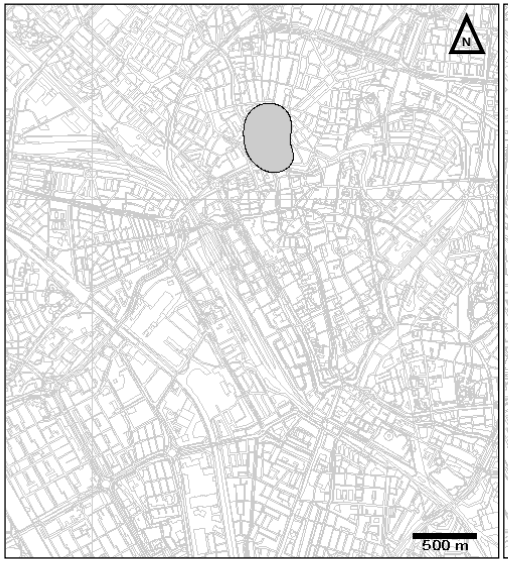
Retardation: 6 [-]

Half-life time: 5 years

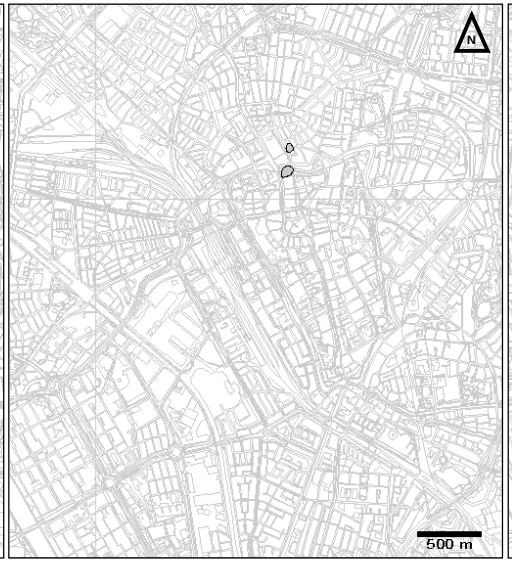
ARCADIS

Results Scenario 1 : Per-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

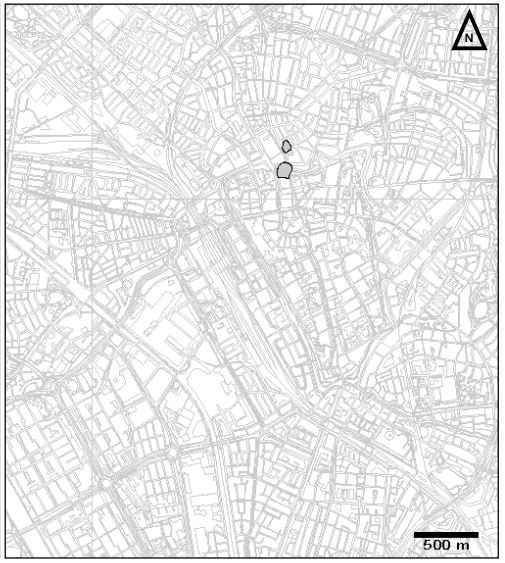
0 years – Initial Concentration (interpolated)



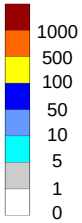
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



Per [µg/l]

Retardation: 6 [-]

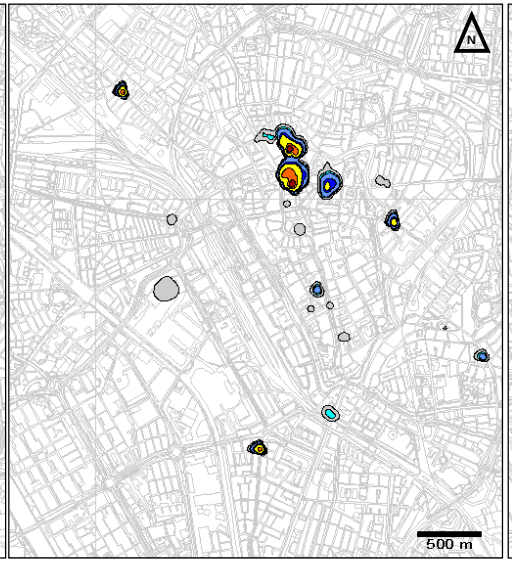
Half-life time: 5 years

ARCADIS

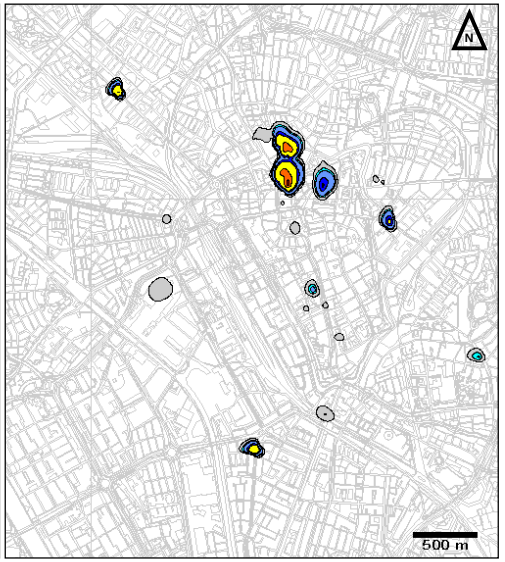
Results Scenario 2 : Per-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

0 years – Initial Concentration (interpolated)

15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Groundwater Concentration

Per [µg/l]

1000
500
100
50
10
5
1
0

Retardation: 6 [-]

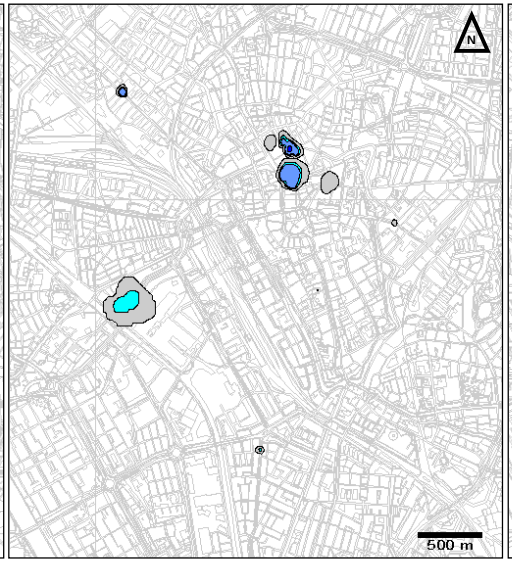
Half-life time: 10 years

ARCADIS

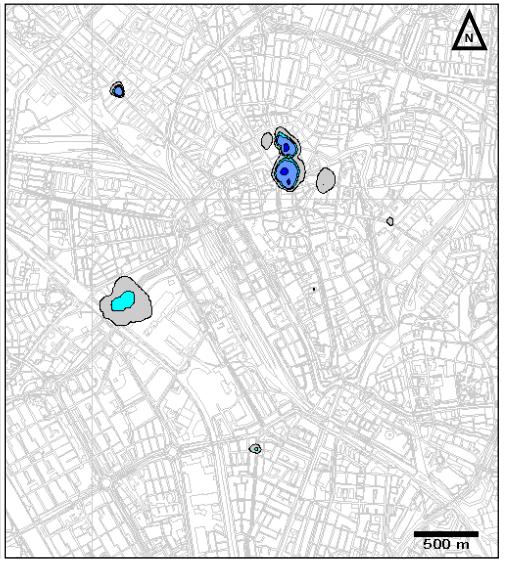
Results Scenario 2 : Per-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

0 years – Initial Concentration (interpolated)

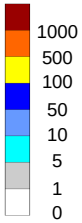
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



Per [µg/l]

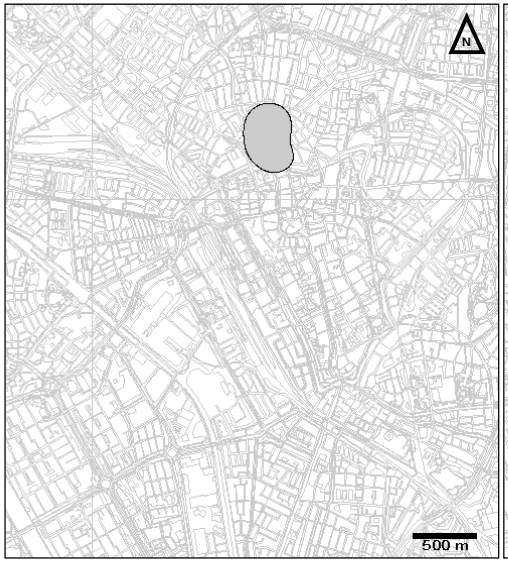
Retardation: 6 [-]

Half-life time: 10 years

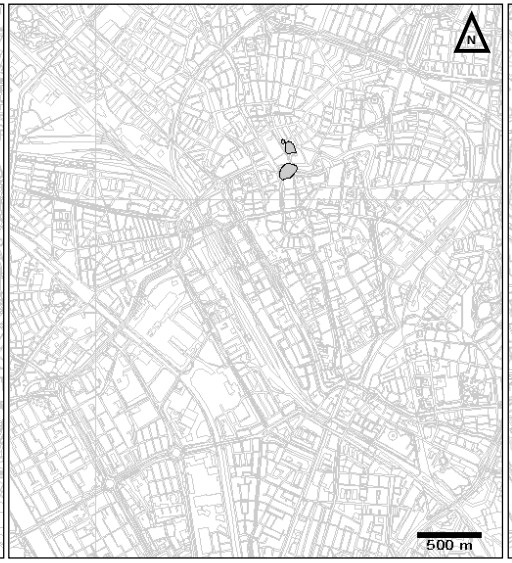
ARCADIS

Results Scenario 2 : Per-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

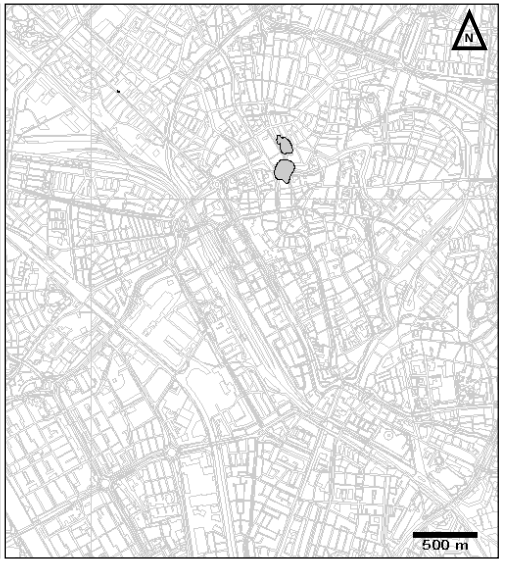
0 years – Initial Concentration (interpolated)



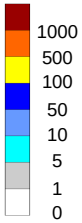
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



Per [µg/l]

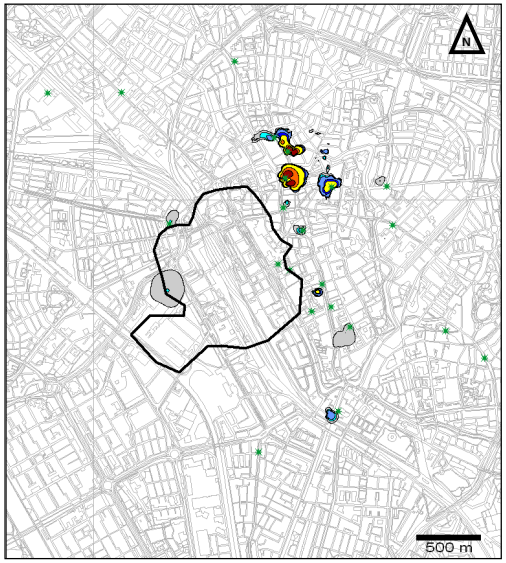
Retardation: 6 [-]

Half-life time: 10 years

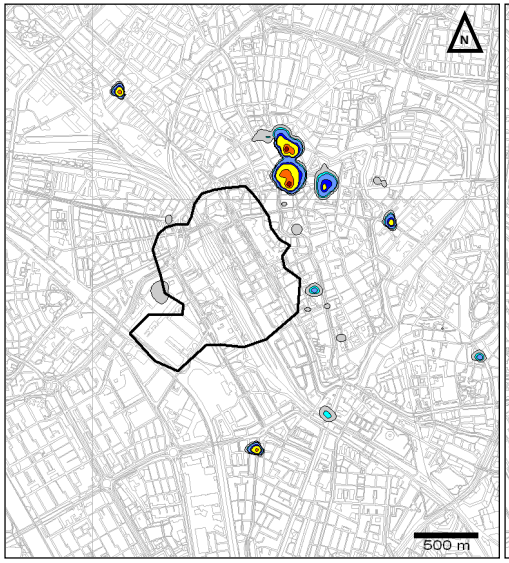
ARCADIS

Results Scenario 3 : Per-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

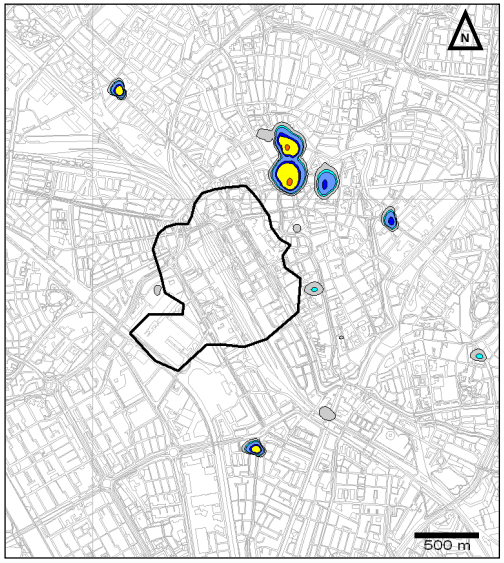
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration

Per [µg/l]

1000
500
100
50
10
5
1
0

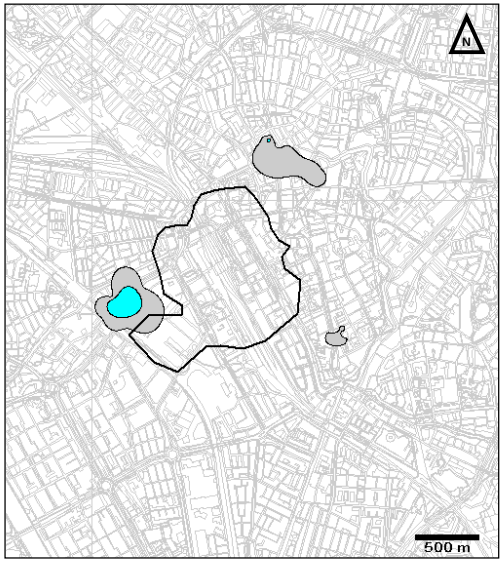
Retardation: 6 [-]

Half-life time: 5 years

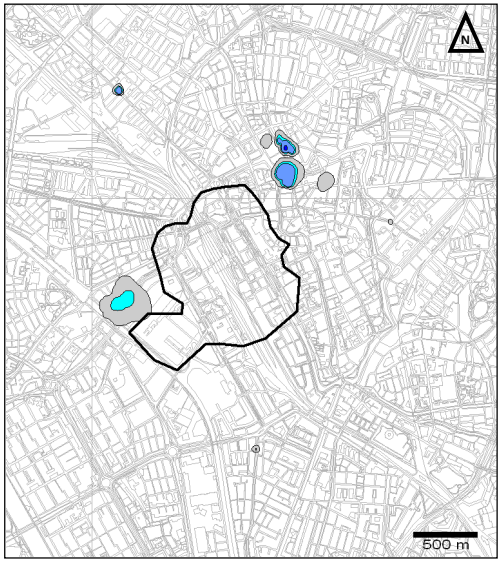
ARCADIS

Results Scenario 3 : Per-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

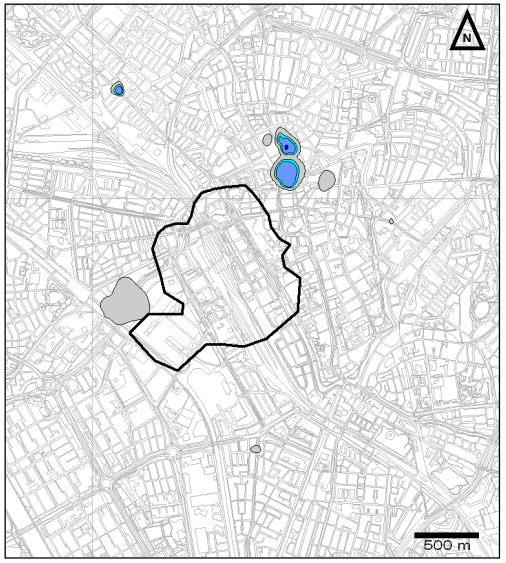
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

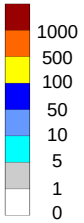


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



Per [µg/l]

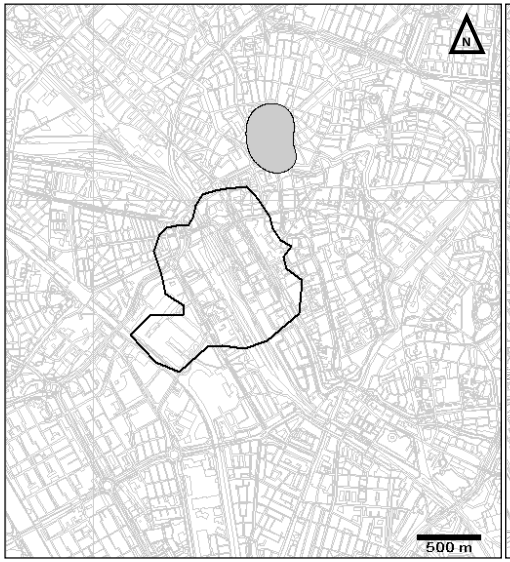
Retardation: 6 [-]

Half-life time: 5 years

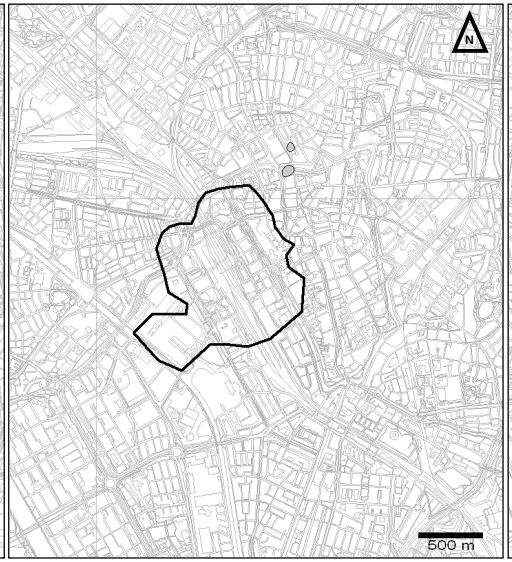
ARCADIS

Results Scenario 3 : Per-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

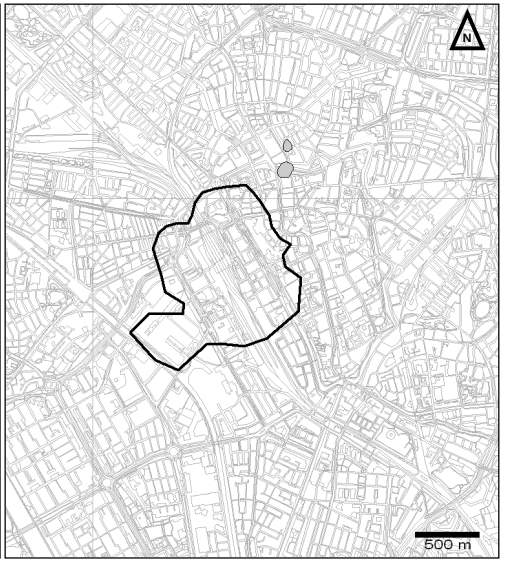
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

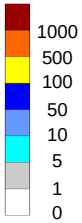


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



Per [µg/l]

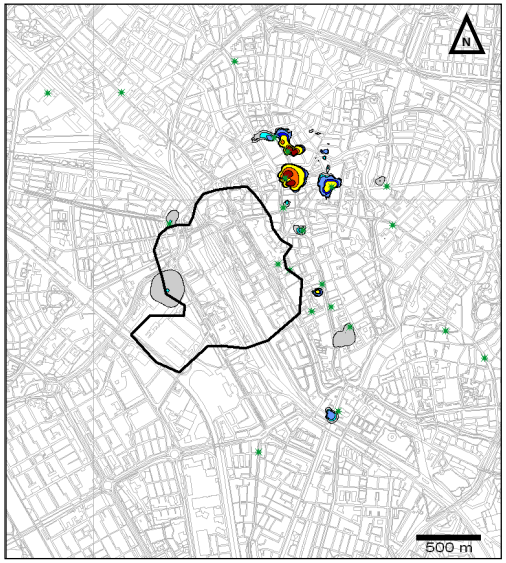
Retardation: 6 [-]

Half-life time: 5 years

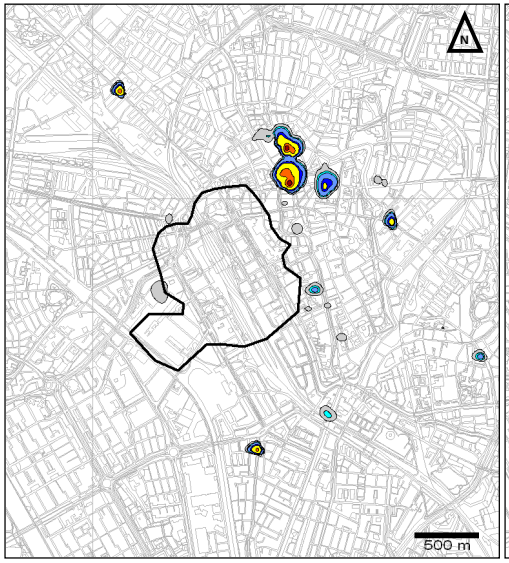
ARCADIS

Results Scenario 4 : Per-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

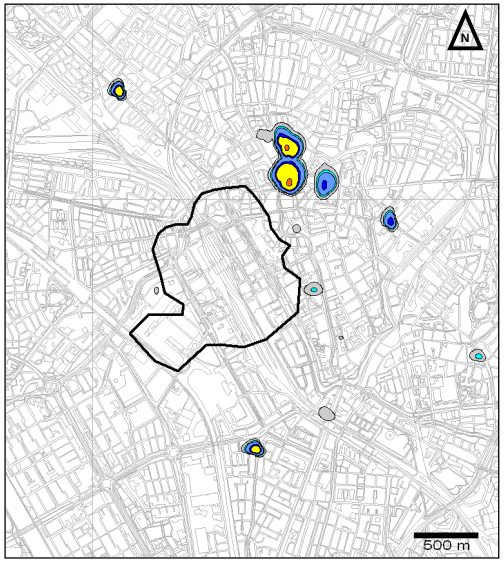
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration

Per [µg/l]

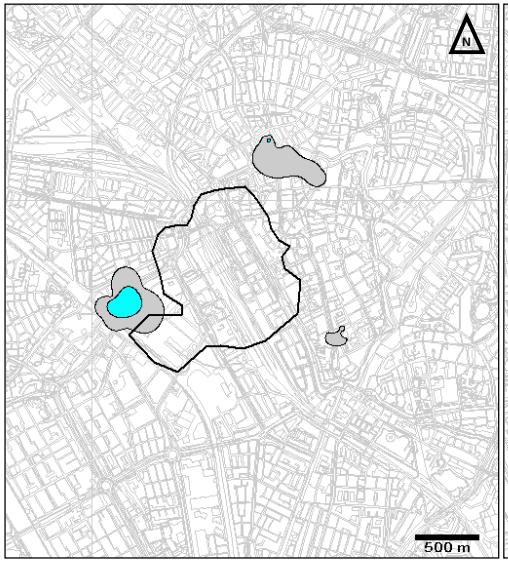
1000
500
100
50
10
5
1
0

Retardation: 6 [-]
Half-life time inside HCS: 2,5 years
Half-life time outside HCS: 5 years

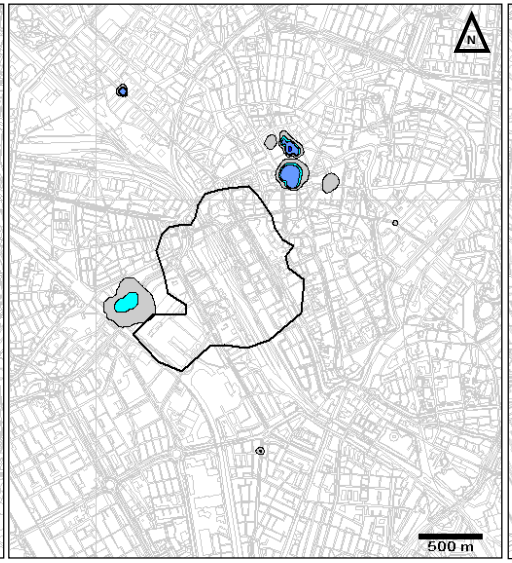
ARCADIS

Results Scenario 4 : Per-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

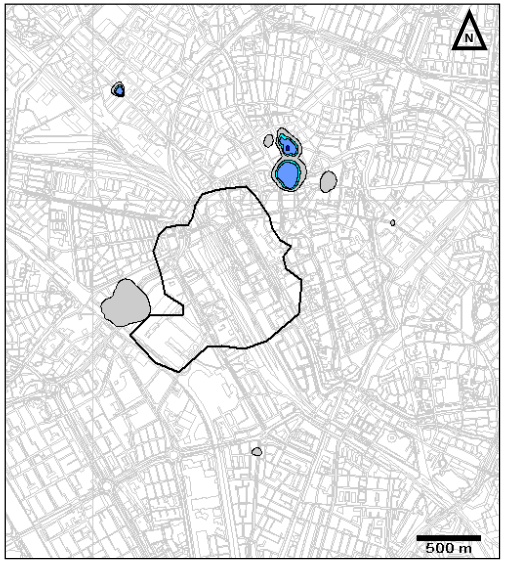
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

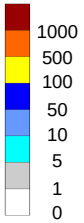


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



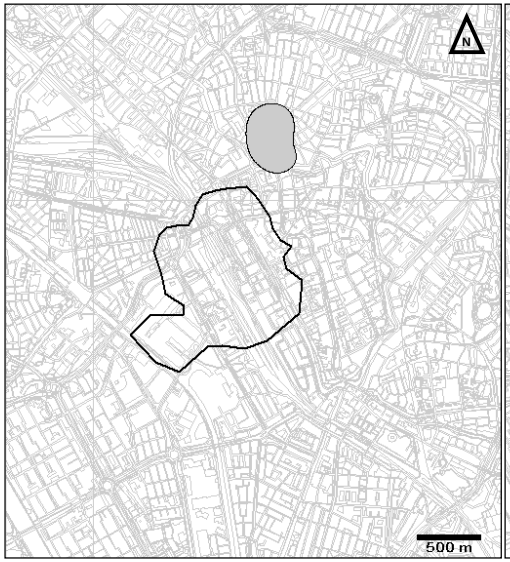
Per [µg/l]

Retardation: 6 [-]
Half-life time inside HCS: 2,5 years
Half-life time outside HCS: 5 years

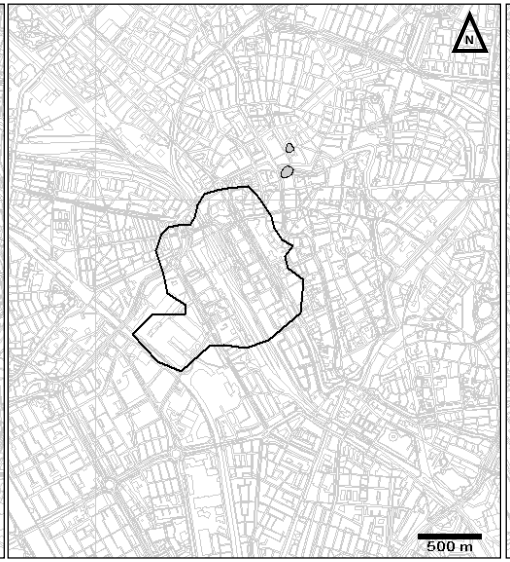
ARCADIS

Results Scenario 4 : Per-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

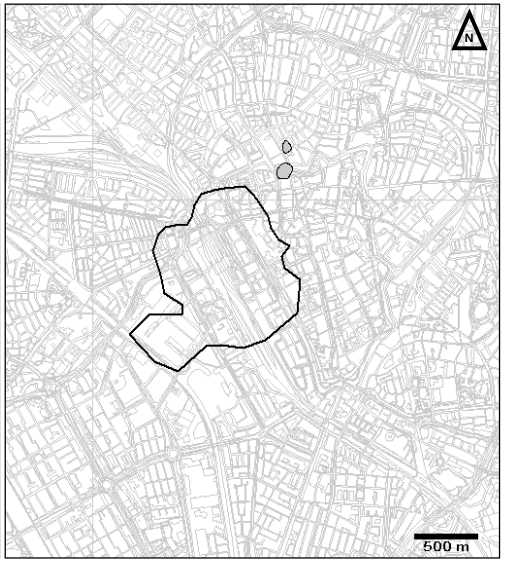
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

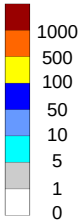


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



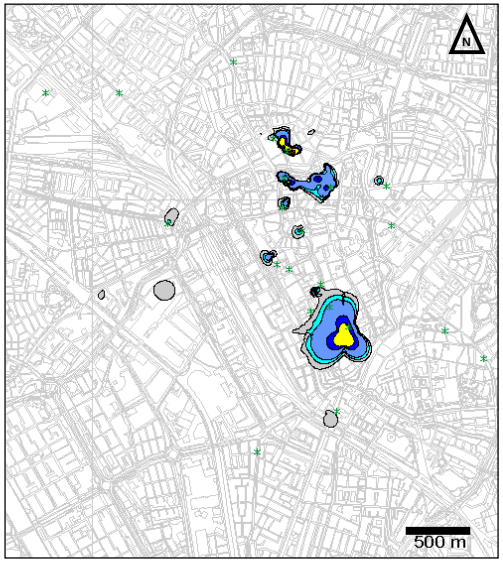
Per [µg/l]

Retardation: 6 [-]
Half-life time inside HCS: 2,5 years
Half-life time outside HCS: 5 years

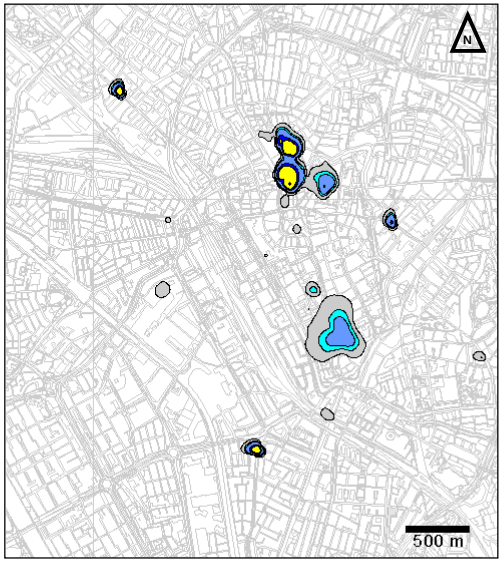
ARCADIS

Results Scenario 1 : Tri-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

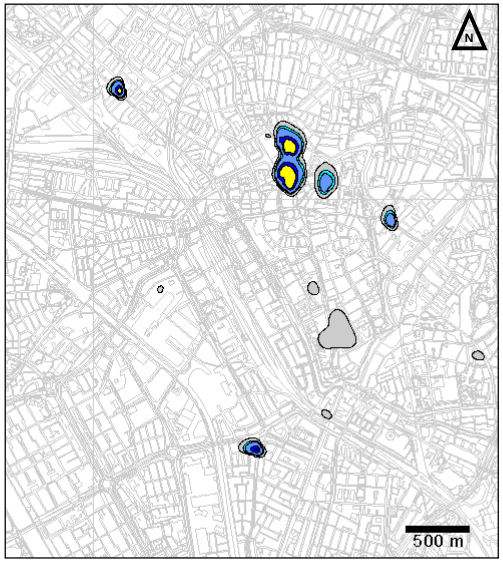
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Groundwater Concentration

Tri [µg/l]

1000
500
100
50
10
5
1
0

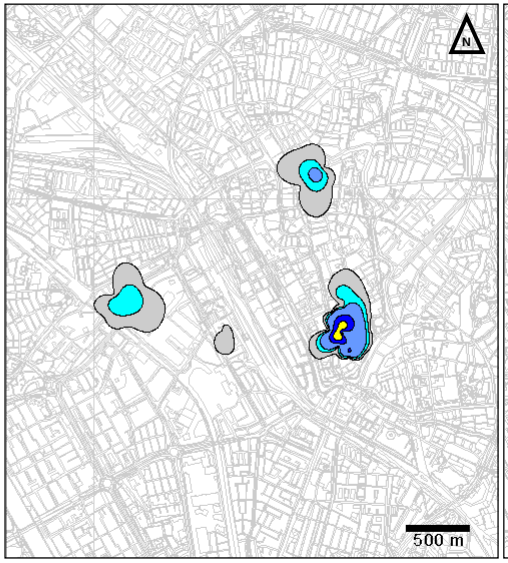
Retardation: 2,4 [-]

Half-life time: 3 years

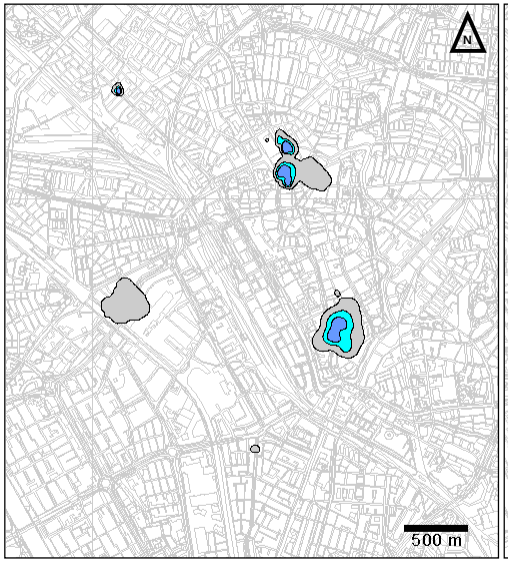
ARCADIS

Results Scenario 1 : Tri-Plume at the Layer from15 to 30 m bgl

0 years – Initial Concentration (interpolated)

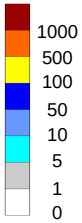


15 years (calculated)



30 years (calculated)

Groundwater Concentration



Tri [µg/l]

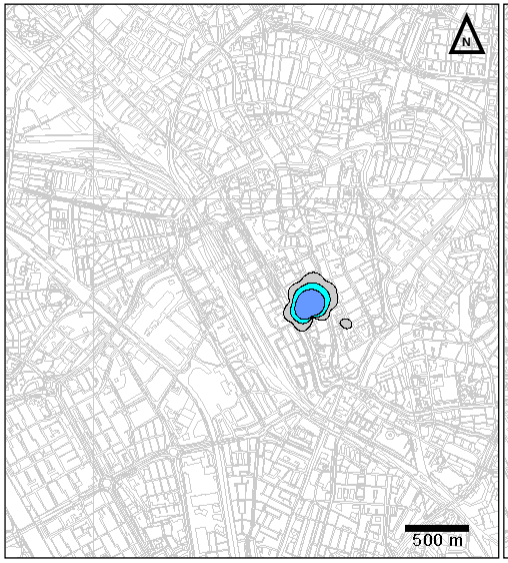
Retardation: 2,4 [-]

Half-life time: 3 years

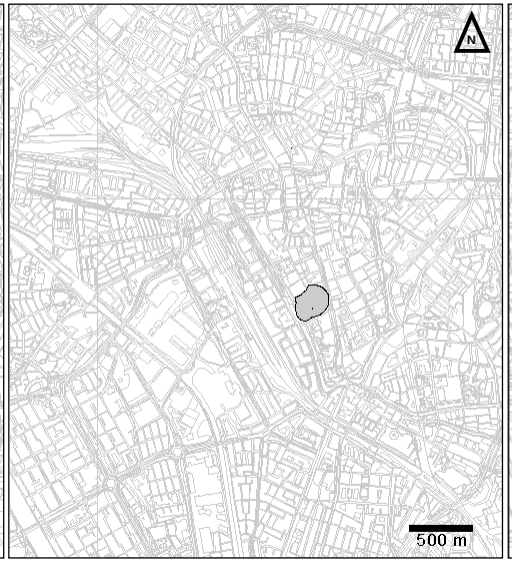
ARCADIS

Results Scenario 1 : Tri-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

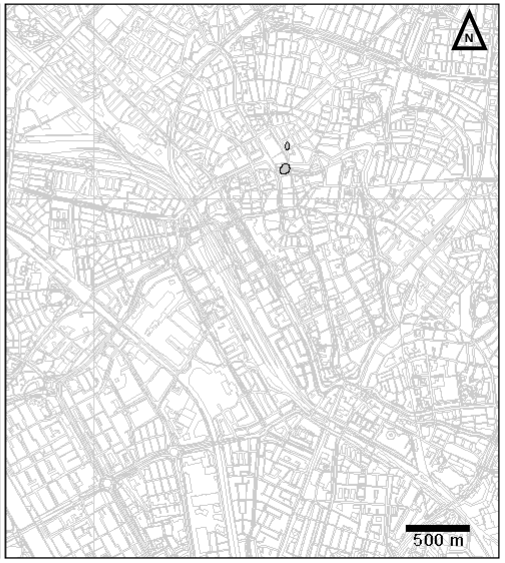
0 years – Initial Concentration (interpolated)



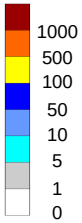
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



Tri [µg/l]

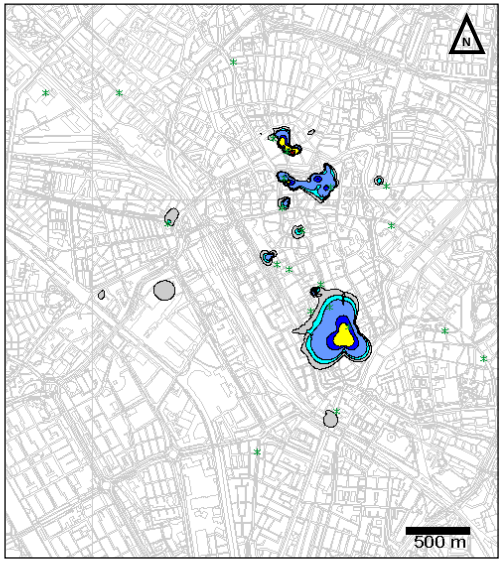
Retardation: 2,4 [-]

Half-life time: 3 years

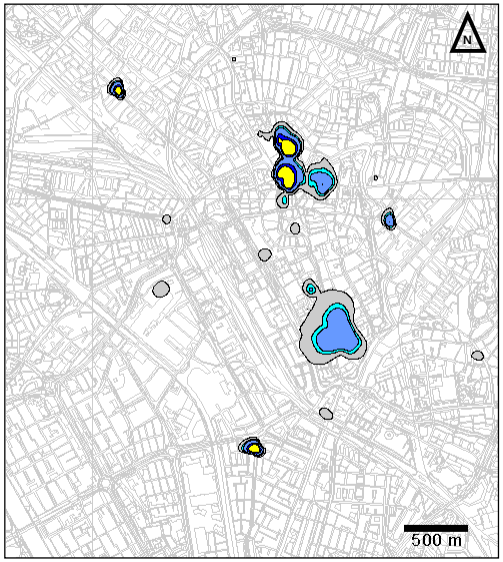
ARCADIS

Results Scenario 2 : Tri-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

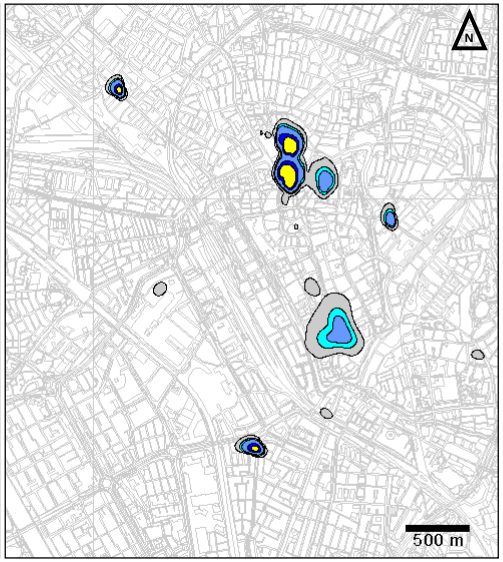
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Groundwater Concentration

Tri [µg/l]

1000
500
100
50
10
5
1
0

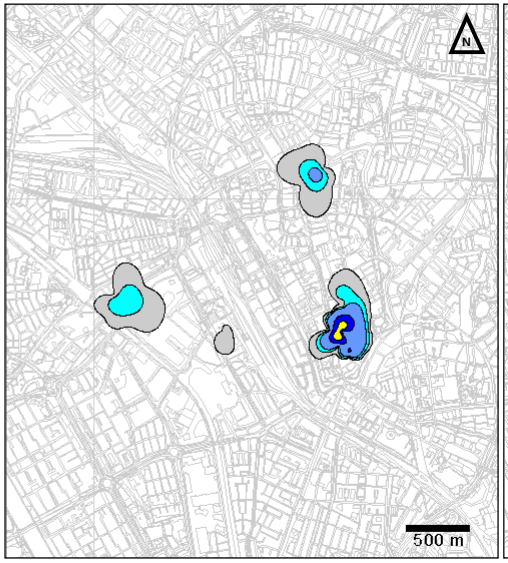
Retardation: 2,4 [-]

Half-life time: 6 years

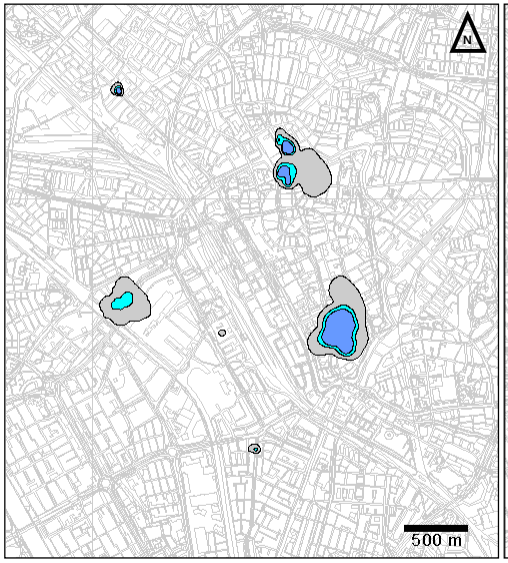
ARCADIS

Results Scenario 2 : Tri-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

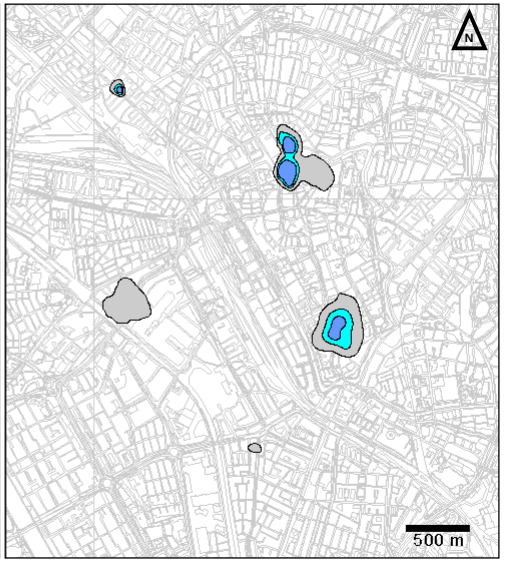
0 years – Initial Concentration (interpolated)



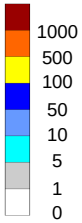
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



Tri [µg/l]

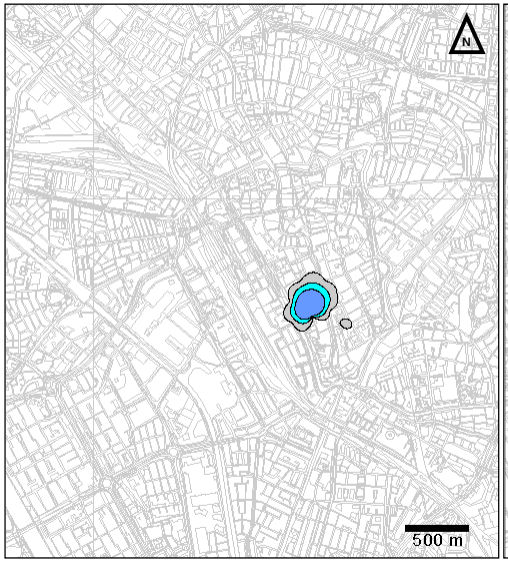
Retardation: 2,4 [-]

Half-life time: 6 years

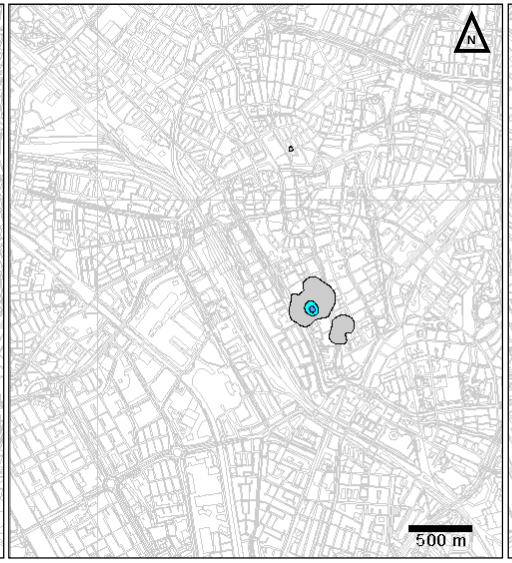
ARCADIS

Results Scenario 2 : Tri-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

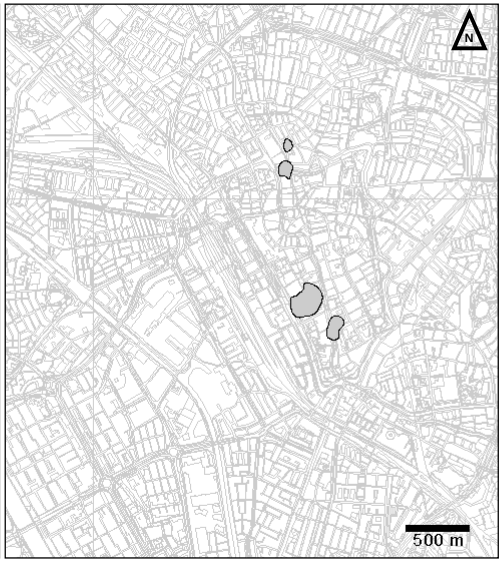
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration

1000
500
100
50
10
5
1
0

Tri [µg/l]

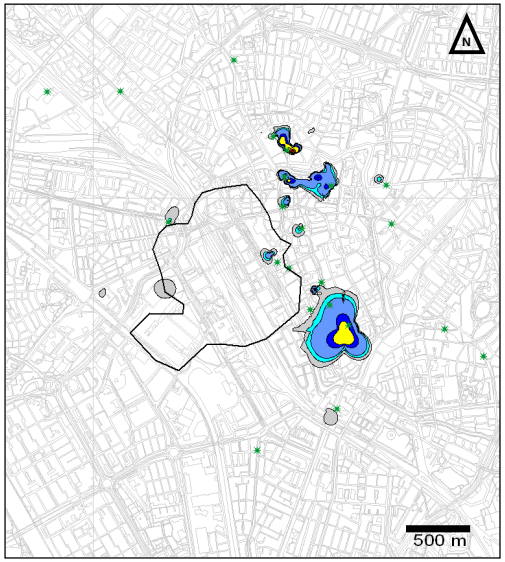
Retardation: 2,4 [-]

Half-life time: 6 years

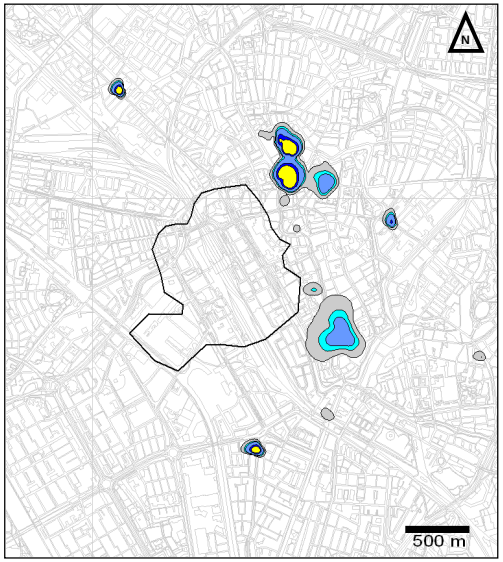
ARCADIS

Results Scenario 3 : Tri-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

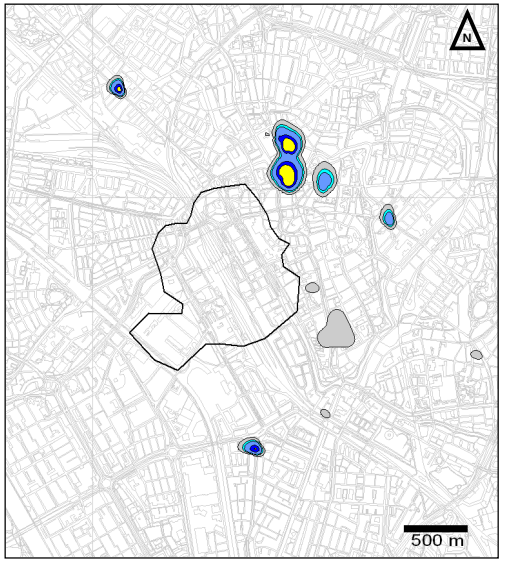
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration

Tri [µg/l]

1000
500
100
50
10
5
1
0

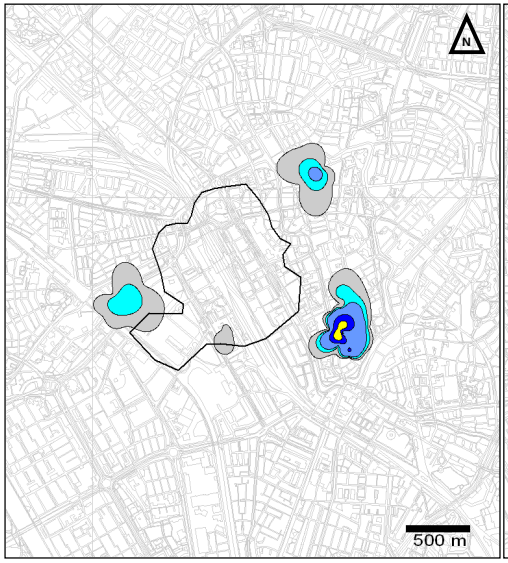
Retardation: 2,4 [-]

Half-life time: 3 years

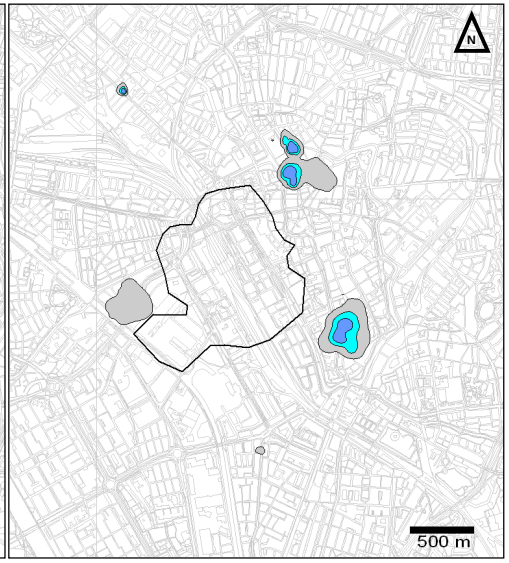
ARCADIS

Results Scenario 3 : Tri-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

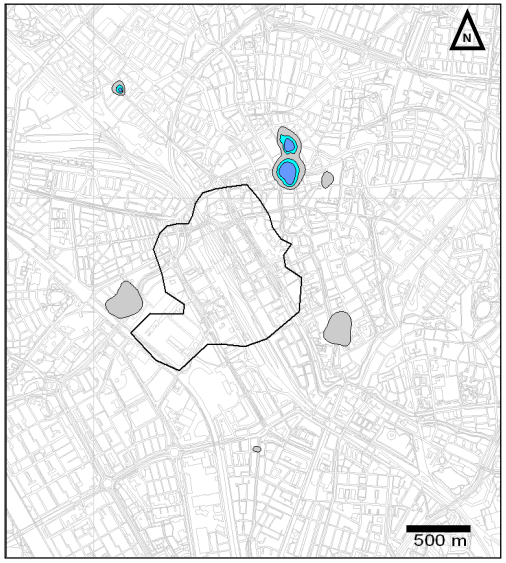
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

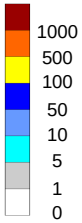


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



Tri [µg/l]

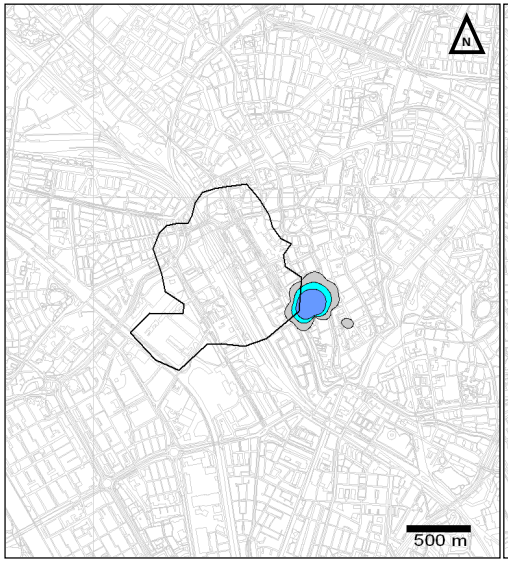
Retardation: 2,4 [-]

Half-life time: 3 years

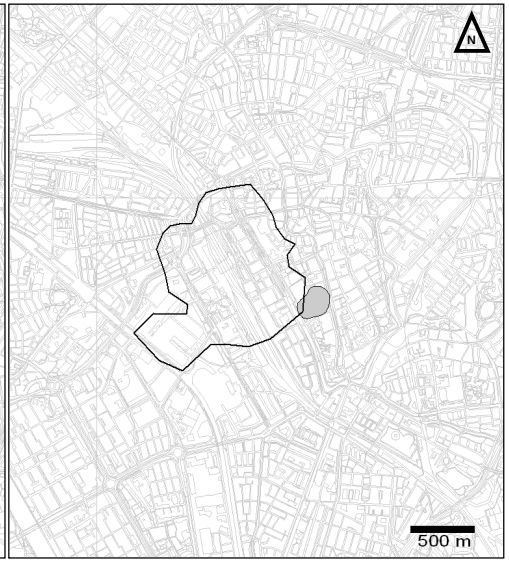
ARCADIS

Results Scenario 3 : Tri-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

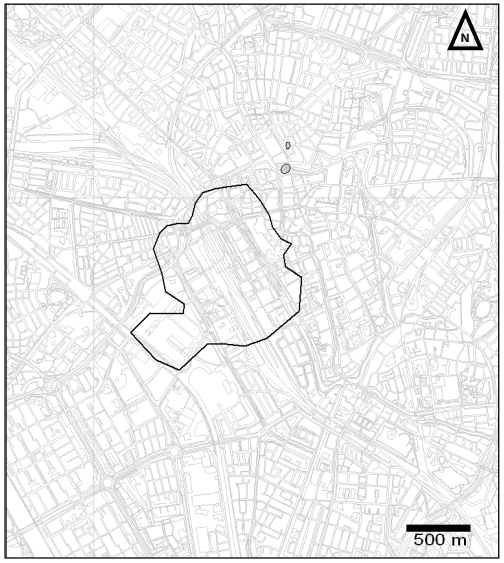
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

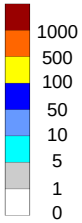


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



Tri [µg/l]

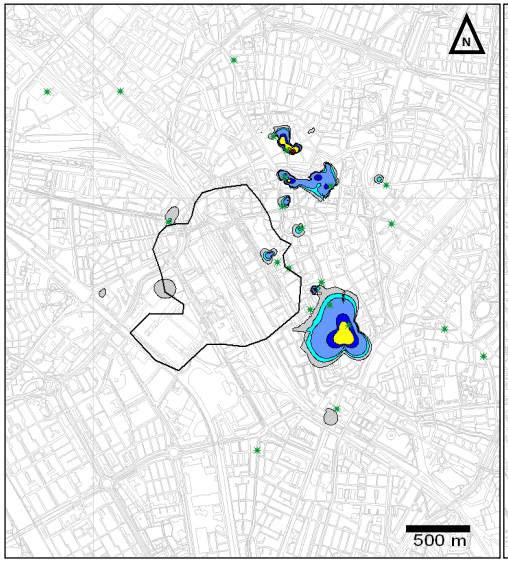
Retardation: 2,4 [-]

Half-life time: 3 years

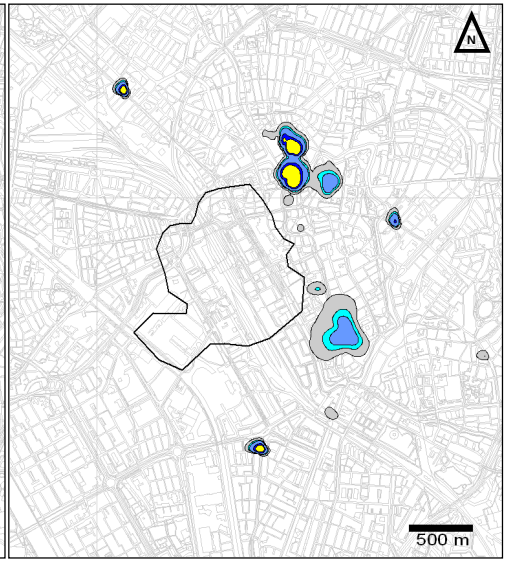
ARCADIS

Results Scenario 4 : Tri-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

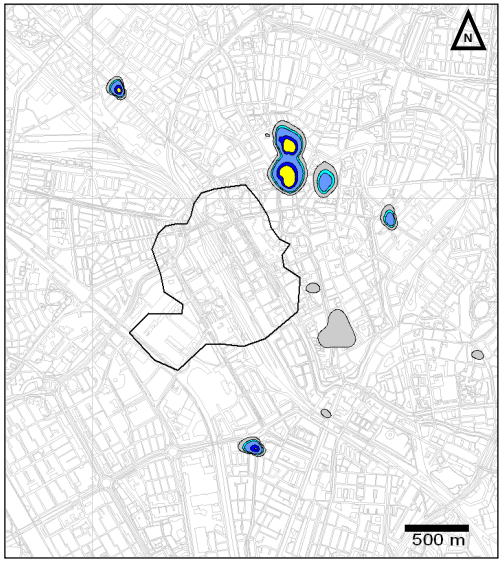
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration

Tri [µg/l]

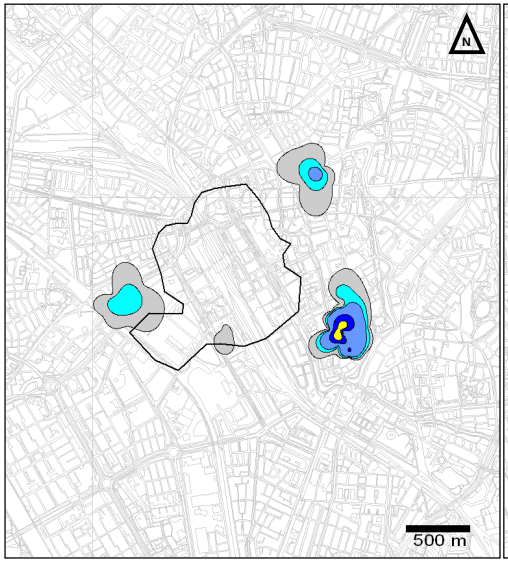
1000
500
100
50
10
5
1
0

Retardation: 2,4 [-]
Half-life time inside HCS: 1,5 years
Half-life time outside HCS: 3 years

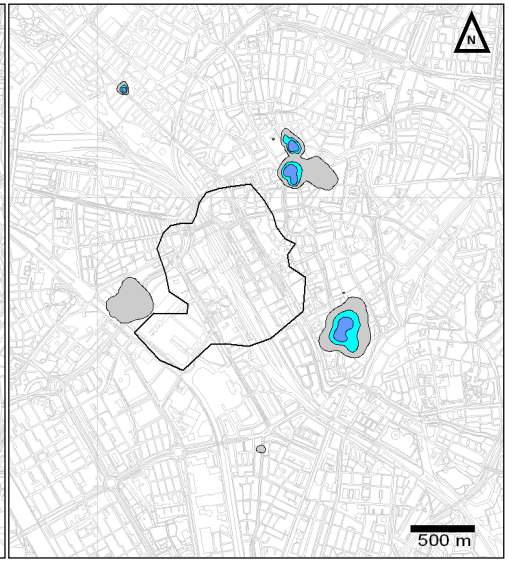
ARCADIS

Results Scenario 4 : Tri-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

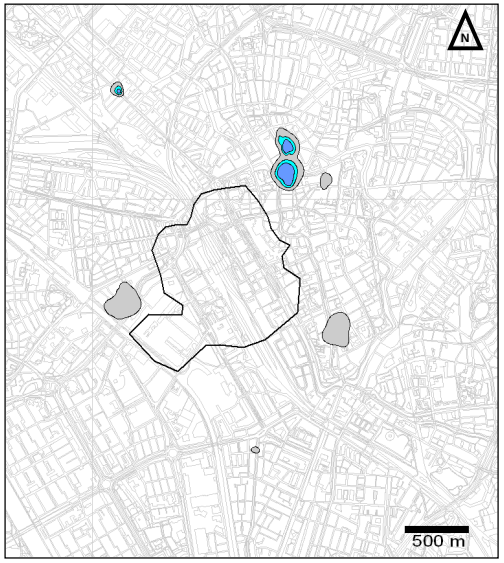
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

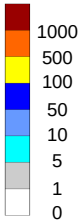


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



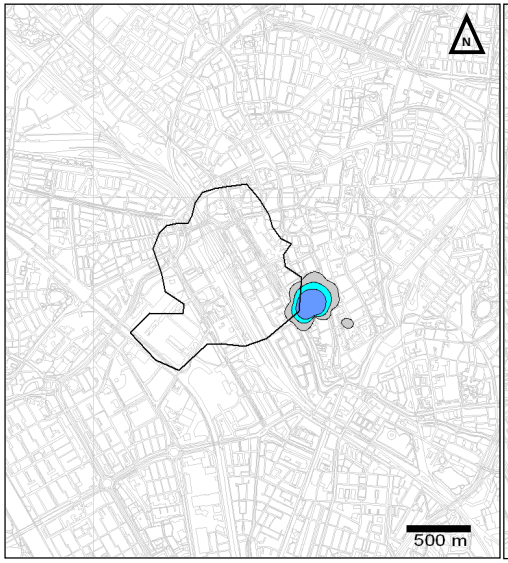
Tri [µg/l]

Retardation: 2,4 [-]
Half-life time inside HCS: 1,5 years
Half-life time outside HCS: 3 years

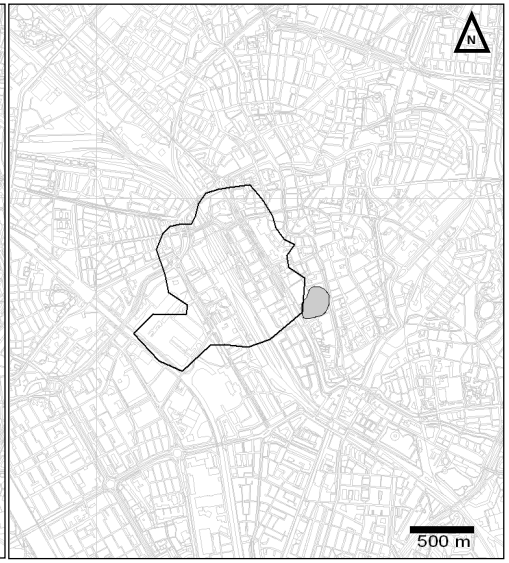
ARCADIS

Results Scenario 4 : Tri-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

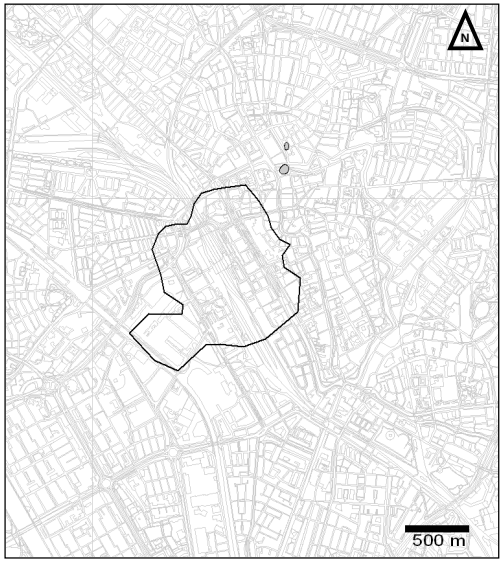
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

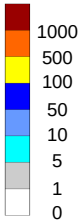


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



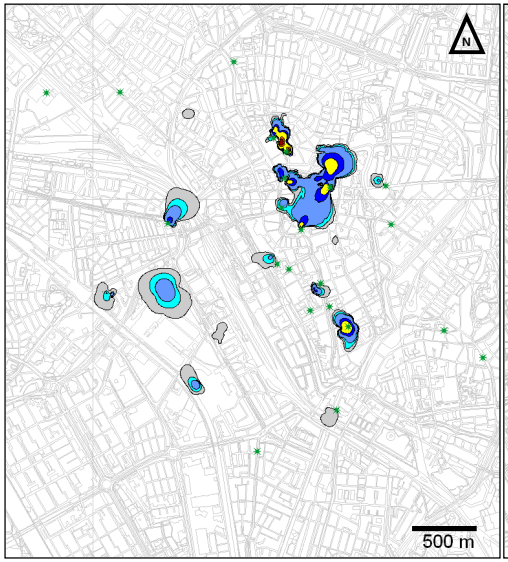
Tri [µg/l]

Retardation: 2,4 [-]
Half-life time inside HCS: 1,5 years
Half-life time outside HCS: 3 years

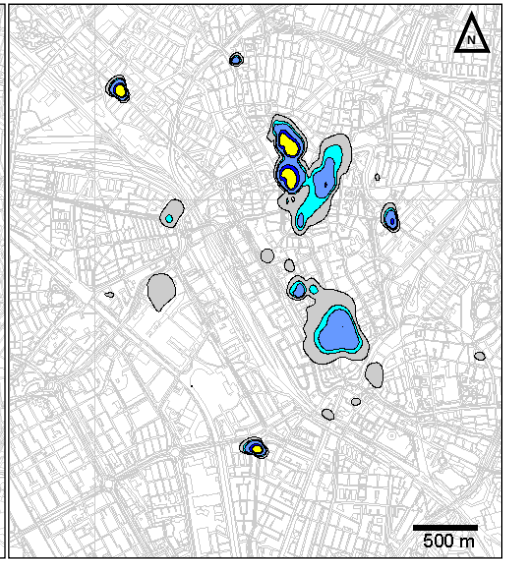
ARCADIS

Results Scenario 1 : Cis-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

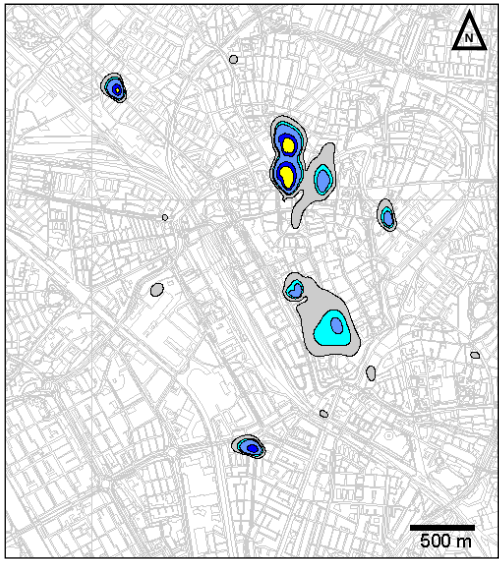
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration

Cis [µg/l]

1000
500
100
50
10
5
1
0

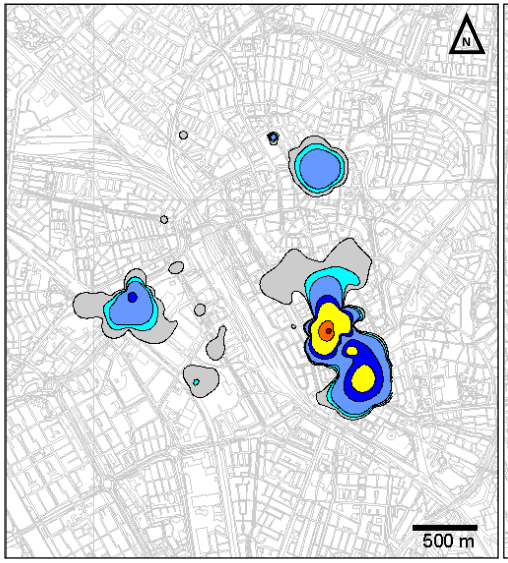
Retardation: 1,5 [-]

Half-life time: 15 years

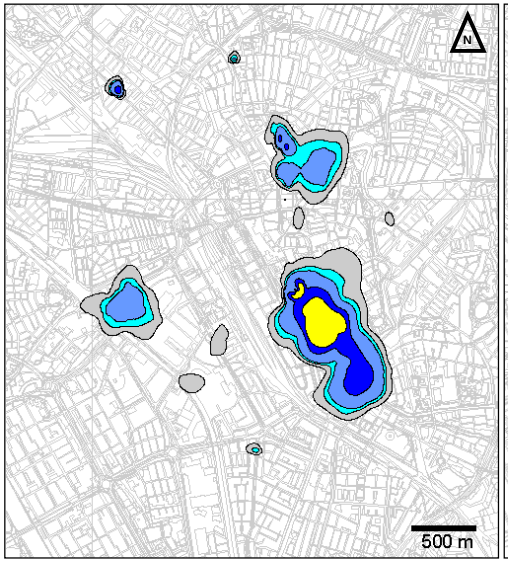
ARCADIS

Results Scenario 1 : Cis-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

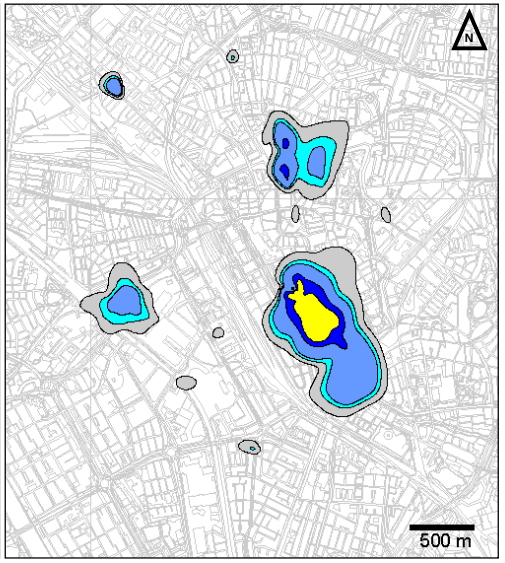
0 years – Initial Concentration (interpolated)



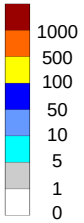
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



Cis [µg/l]

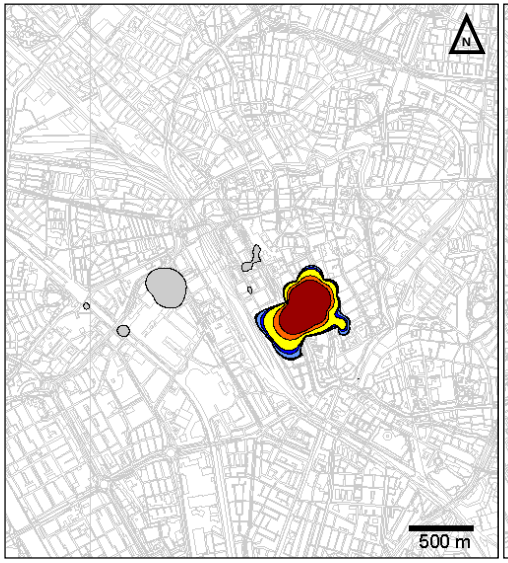
Retardation: 1,5 [-]

Half-life time: 10 years

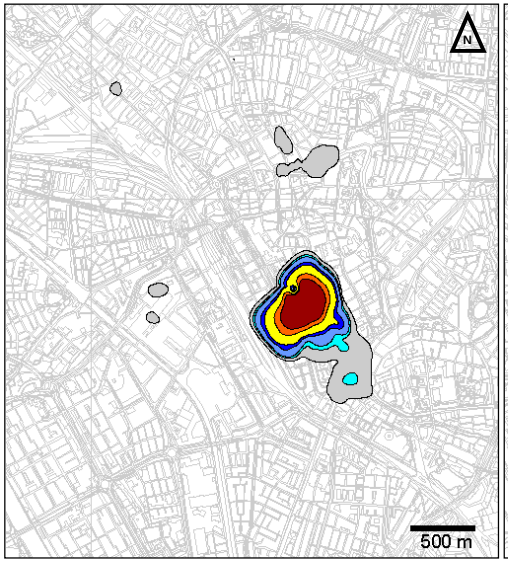
ARCADIS

Results Scenario 1 : Cis-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

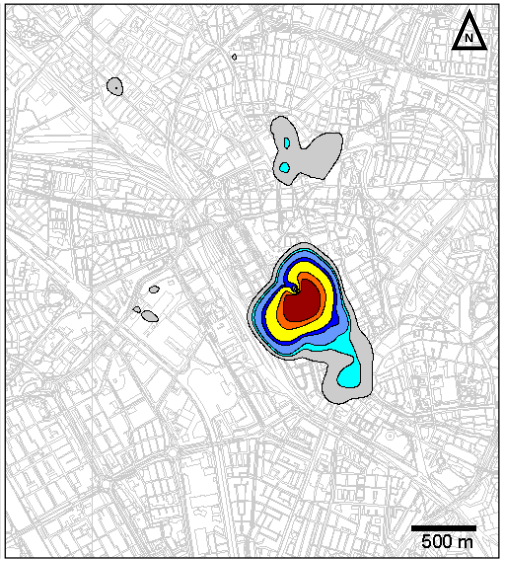
0 years – Initial Concentration (interpolated)



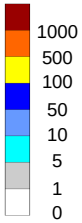
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



Cis [µg/l]

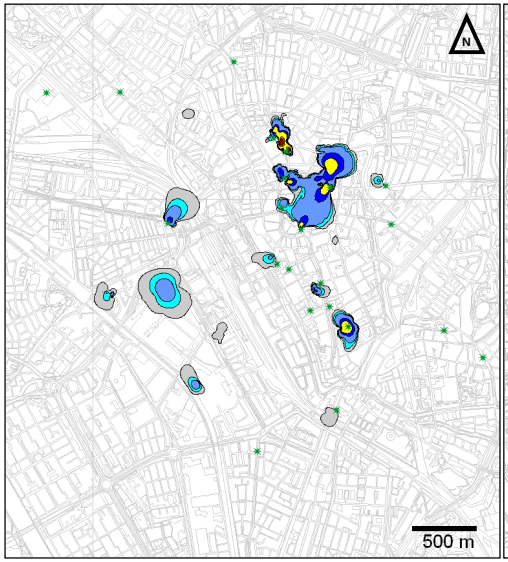
Retardation: 1,5 [-]

Half-life time: 10 years

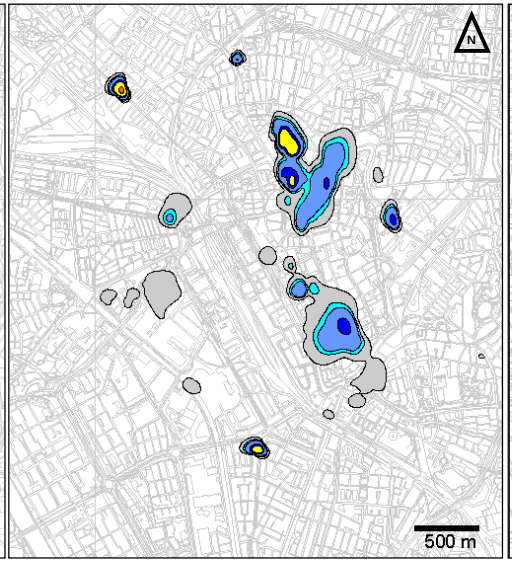
ARCADIS

Results Scenario 2 : Cis-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

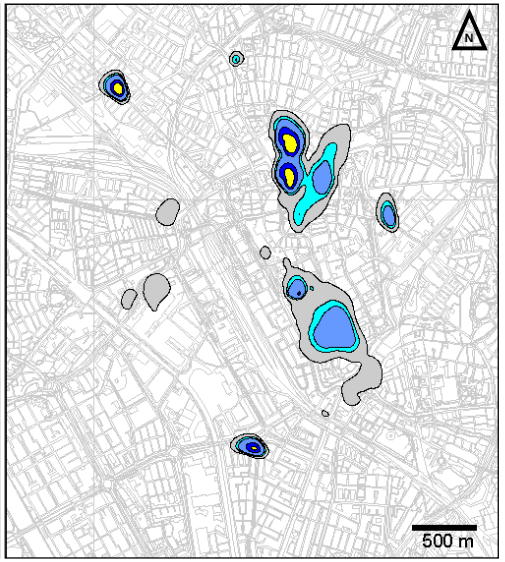
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Groundwater Concentration

1000
500
100
50
10
5
1
0

Cis [µg/l]

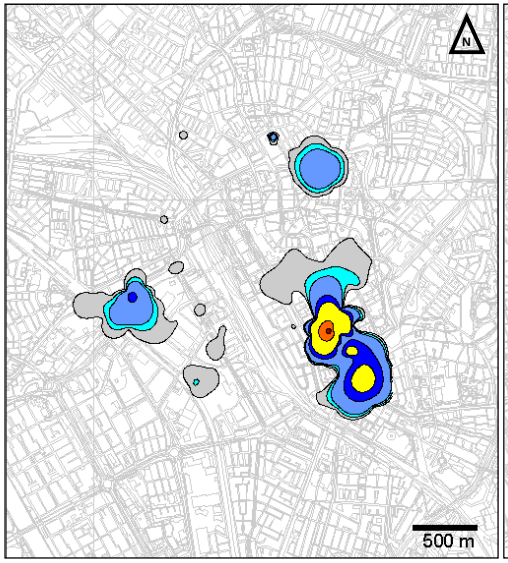
Retardation: 1,5 [-]

Half-life time: 30 years

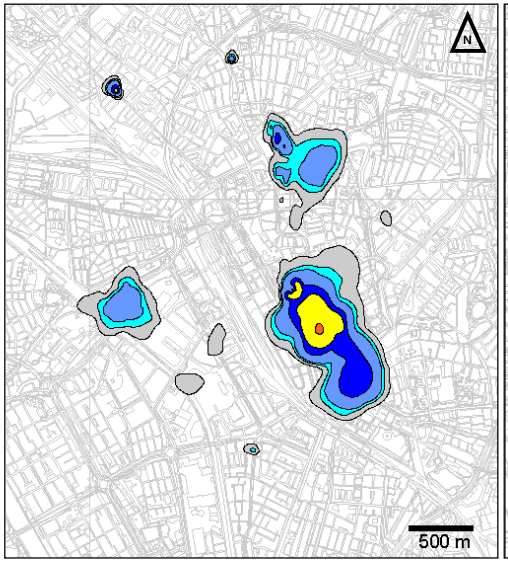
ARCADIS

Results Scenario 2 : Cis-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

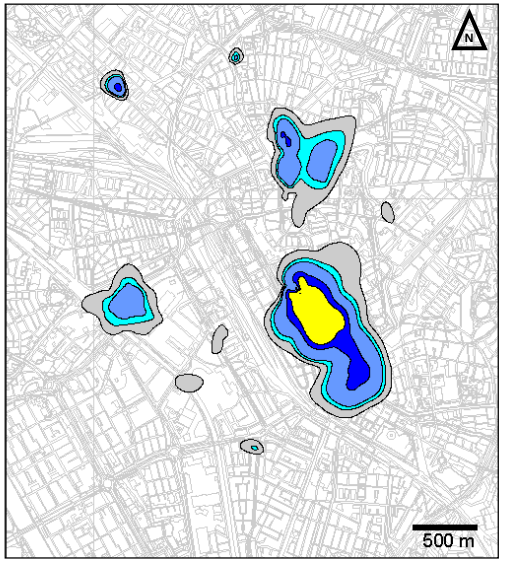
0 years – Initial Concentration (interpolated)



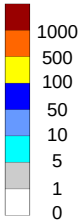
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



Cis [µg/l]

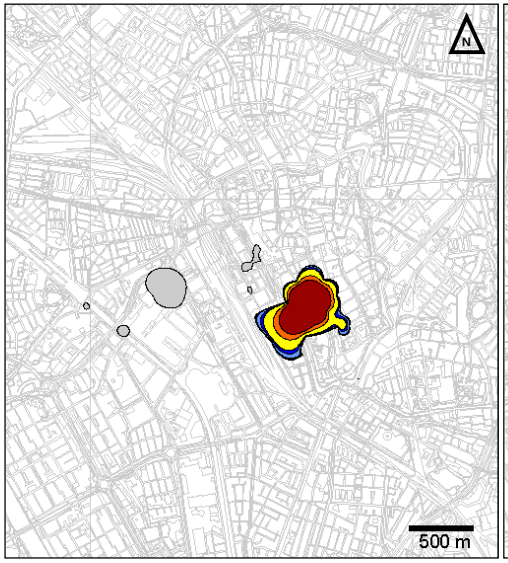
Retardation: 1,5 [-]

Half-life time: 20 years

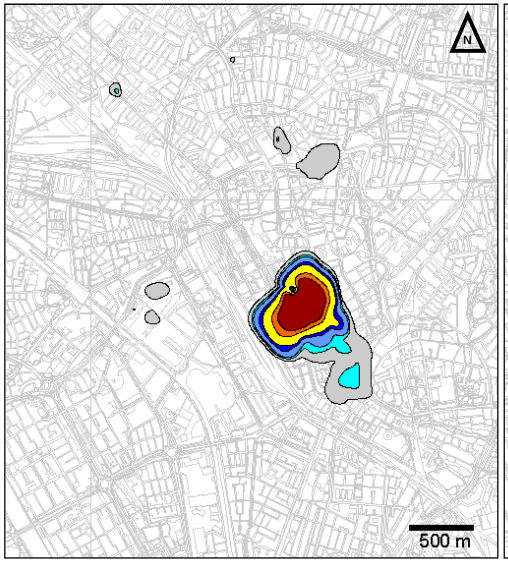
ARCADIS

Results Scenario 2 : Cis-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

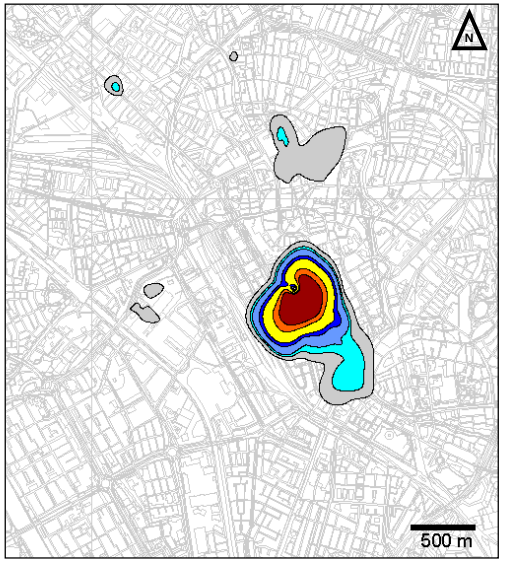
0 years – Initial Concentration (interpolated)



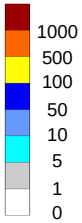
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



Cis [µg/l]

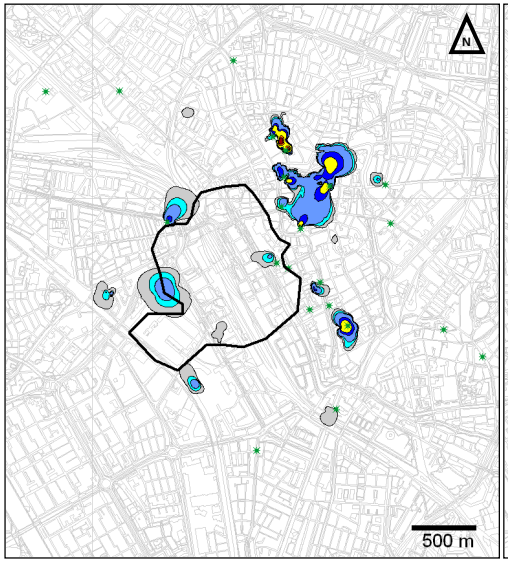
Retardation: 1,5 [-]

Half-life time: 20 years

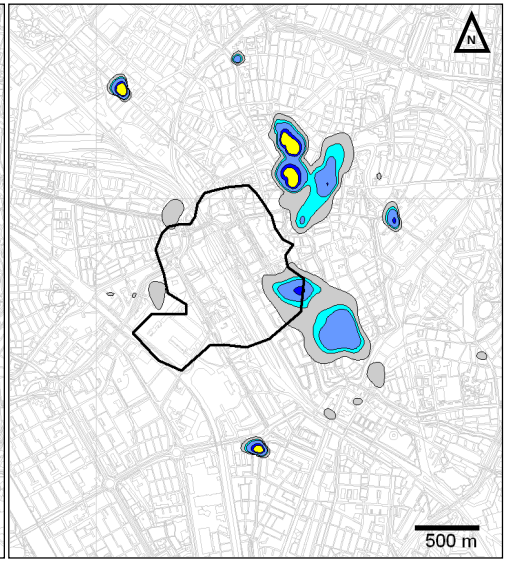
ARCADIS

Results Scenario 3 : Cis-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

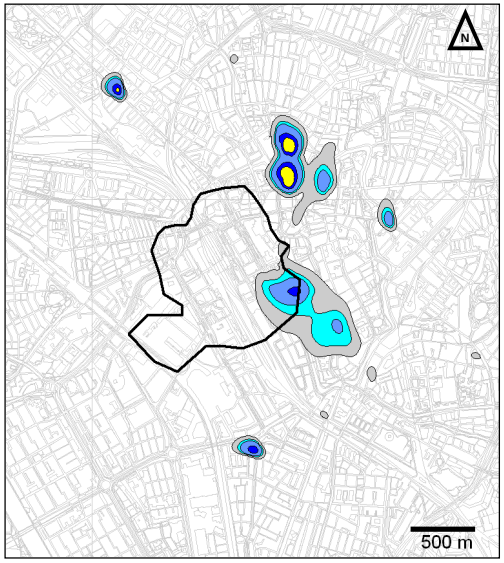
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration

Cis [µg/l]

1000
500
100
50
10
5
1
0

Retardation: 1,5 [-]

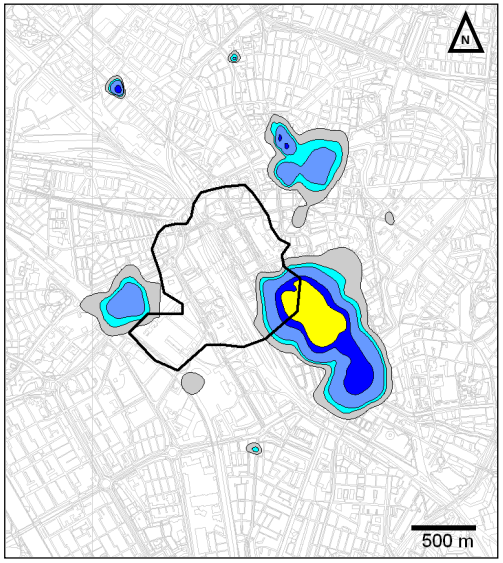
Half-life time: 15 years

ARCADIS

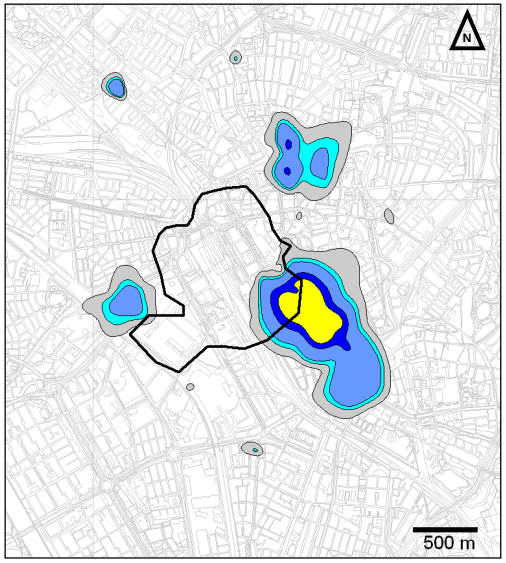
Results Scenario 3 : Cis-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

0 years – Initial Concentration (interpolated)

15 years (calculated)

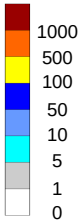


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



Cis [µg/l]

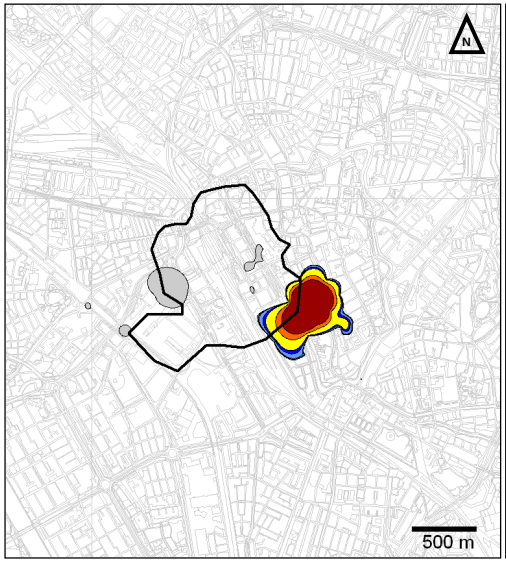
Retardation: 1,5 [-]

Half-life time: 10 years

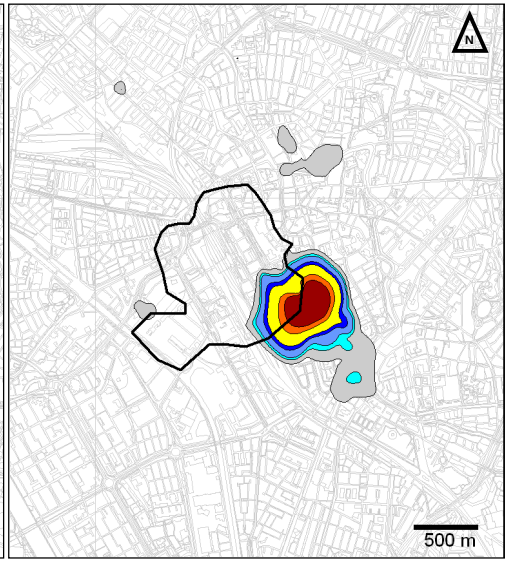
ARCADIS

Results Scenario 3 : Cis-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

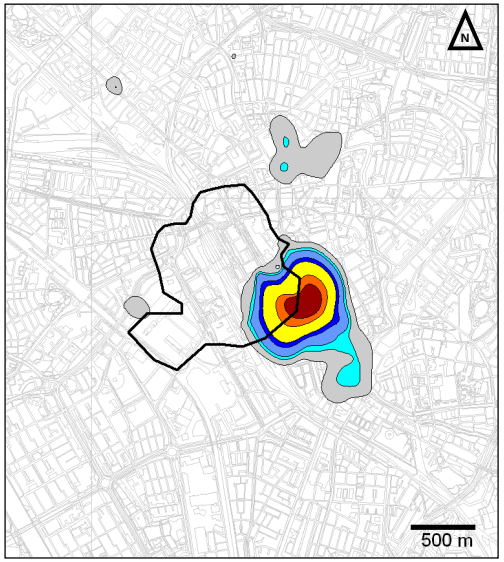
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

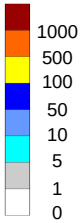


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



Cis [µg/l]

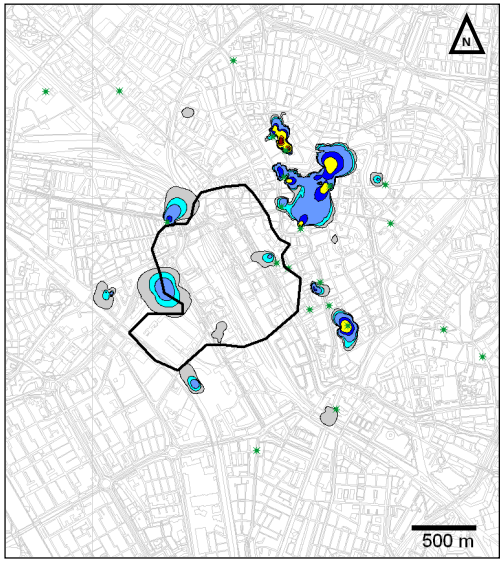
Retardation: 1,5 [-]

Half-life time: 10 years

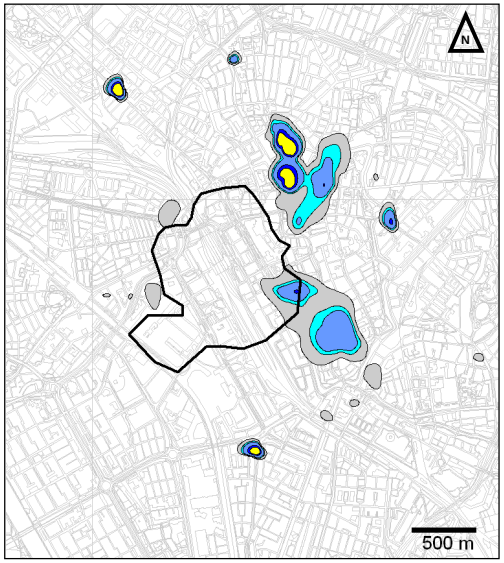
ARCADIS

Results Scenario 4 : Cis-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

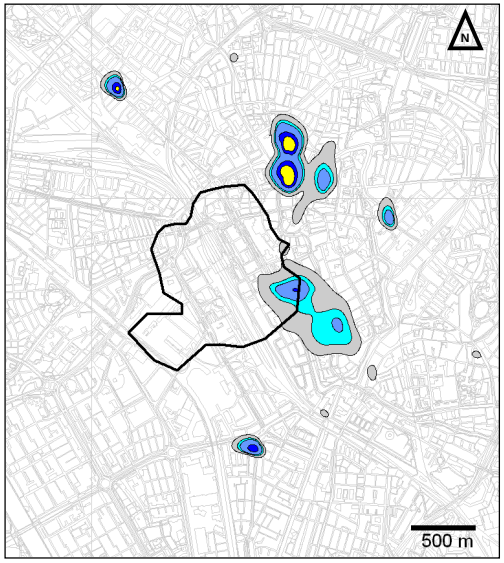
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration

1000
500
100
50
10
5
1
0

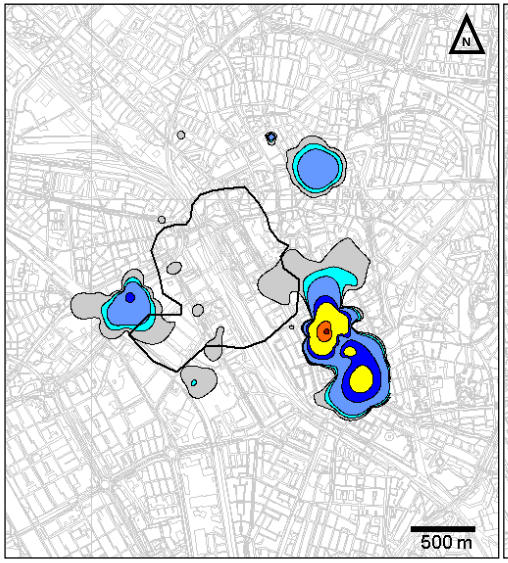
Cis [µg/l]

Retardation: 1,5 [-]
Half-life time inside HCS: 7,5 years
Half-life time outside HCS: 15 years

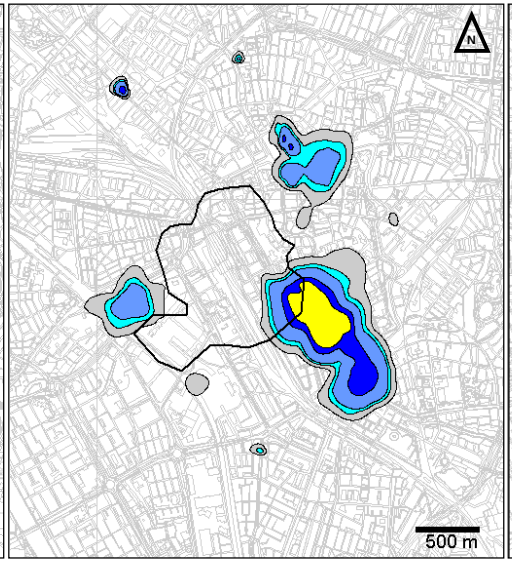
ARCADIS

Results Scenario 4 : Cis-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

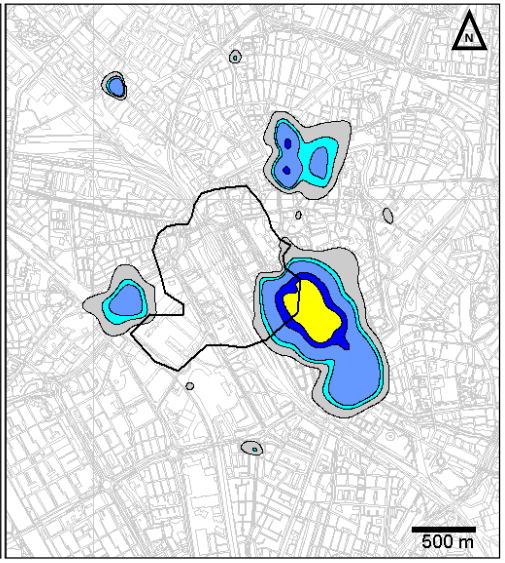
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

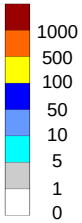


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



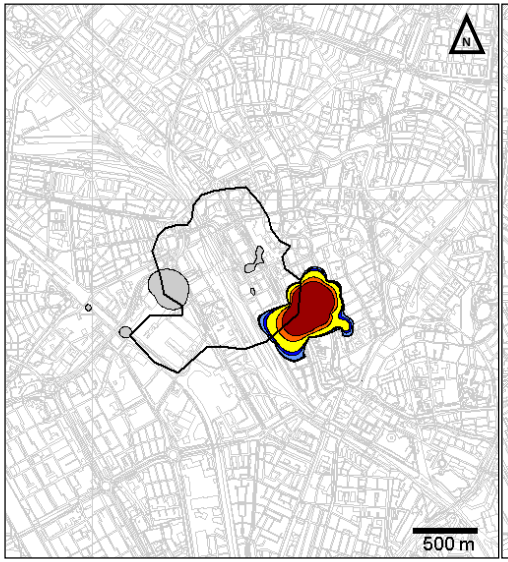
Cis [µg/l]

Retardation: 1,5 [-]
Half-life time inside HCS: 5 years
Half-life time outside HCS: 10 years

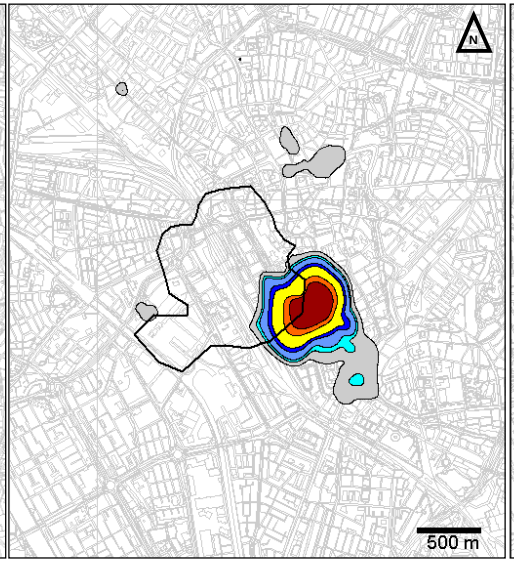
ARCADIS

Results Scenario 4 : Cis-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

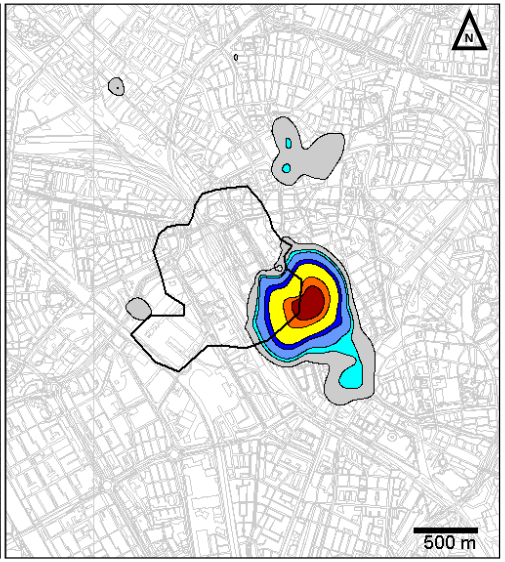
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

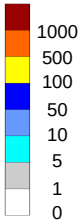


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



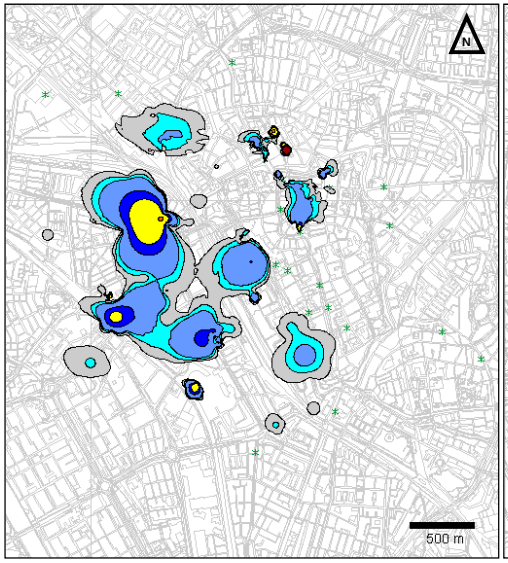
Cis [µg/l]

Retardation: 1,5 [-]
Half-life time inside HCS: 5 years
Half-life time outside HCS: 10 years

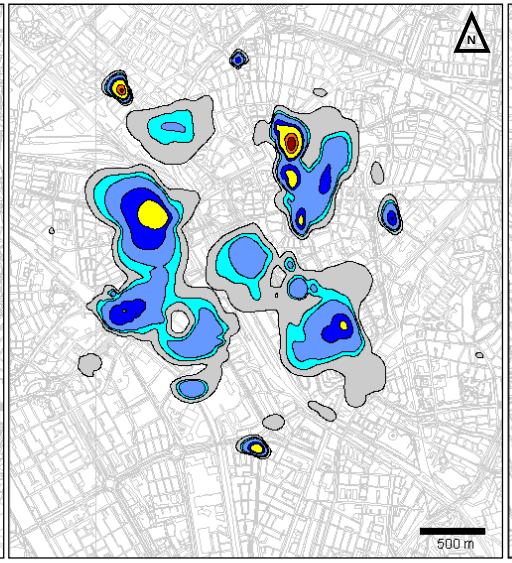
ARCADIS

Results Scenario 1 : VC-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

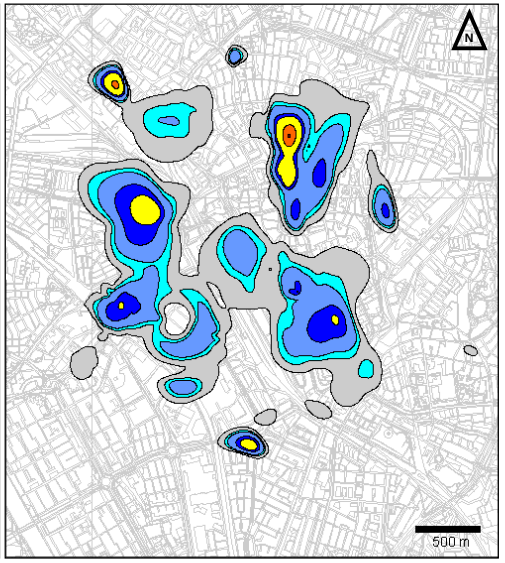
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Groundwater Concentration

VC [µg/l]

1000
500
100
50
10
5
1
0

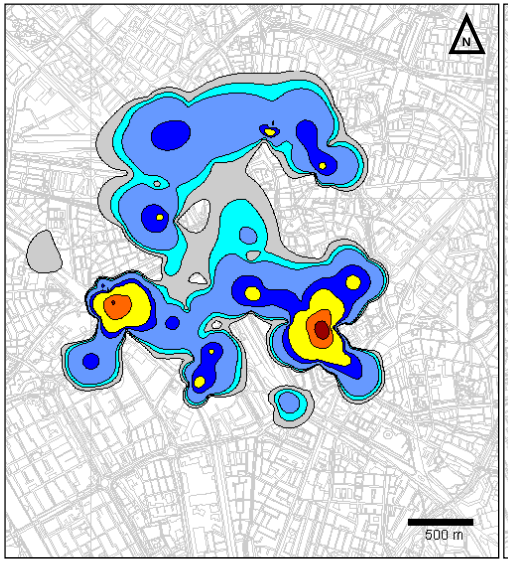
Retardation: 1,04 [-]

Half-life time: 4 years

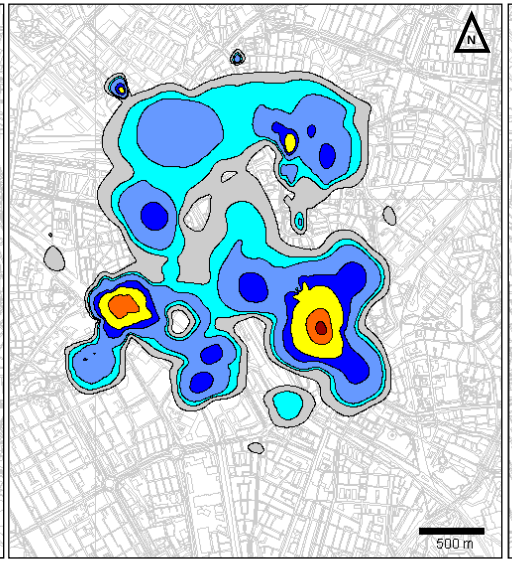
ARCADIS

Results Scenario 1 : VC-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

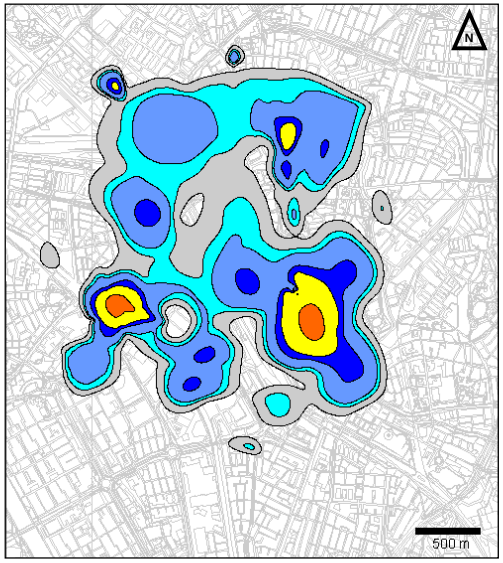
0 years – Initial Concentration (interpolated)



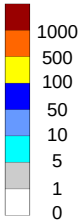
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



VC [µg/l]

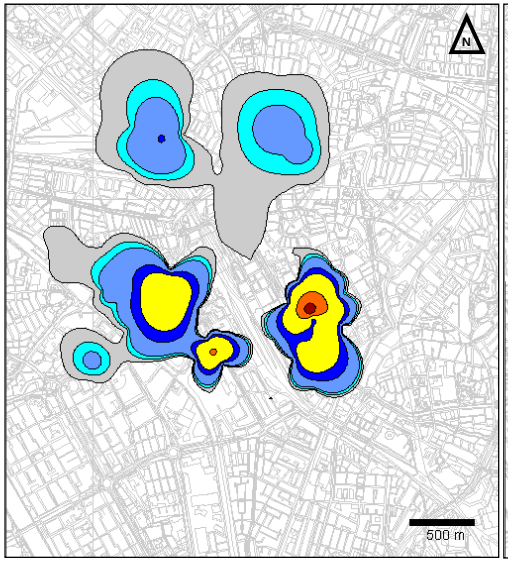
Retardation: 1,04 [-]

Half-life time: 20 years

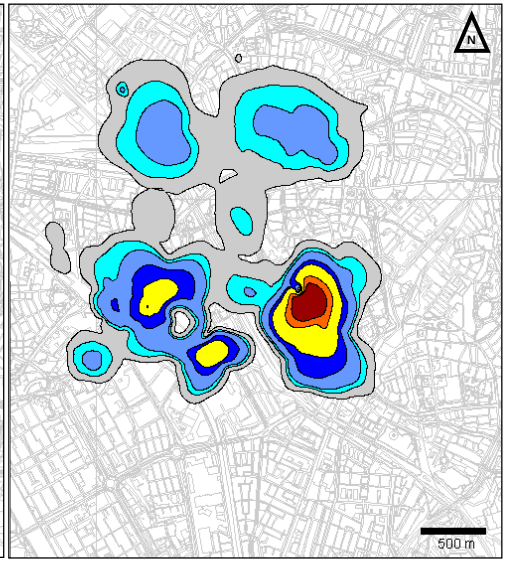
ARCADIS

Results Scenario 1 : VC-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

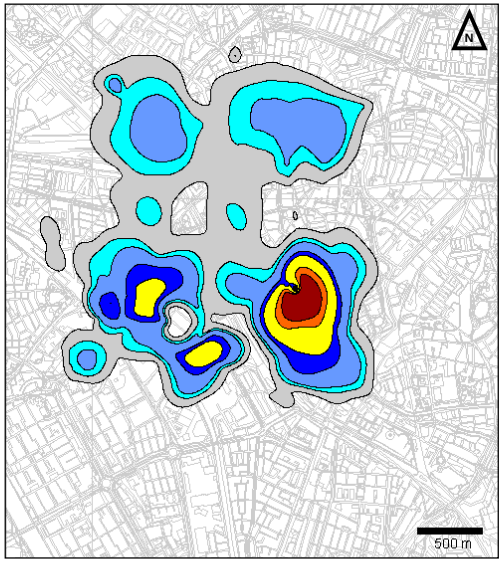
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration

1000
500
100
50
10
5
1
0

VC [µg/l]

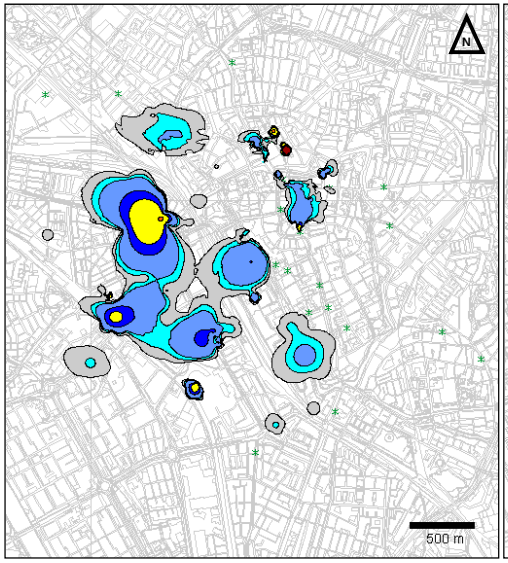
Retardation: 1,04 [-]

Half-life time: 20 years

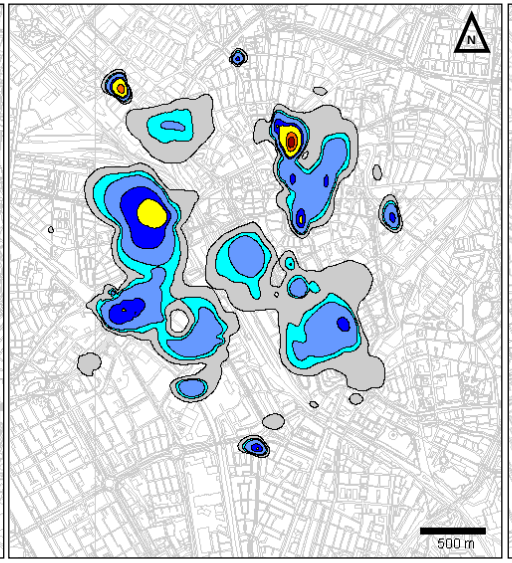
ARCADIS

Results Scenario 2 : VC-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

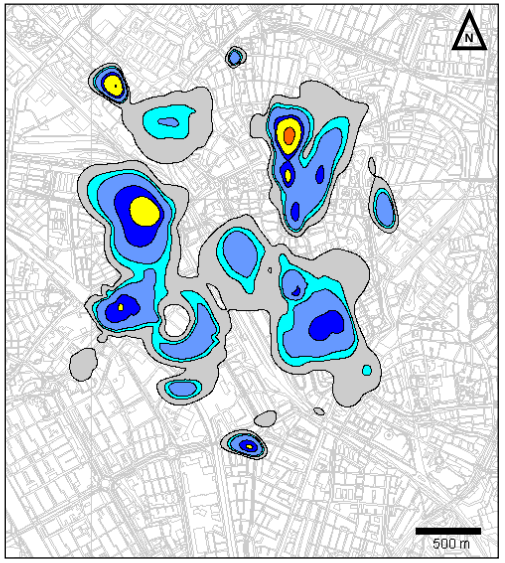
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Groundwater Concentration

VC [µg/l]

1000
500
100
50
10
5
1
0

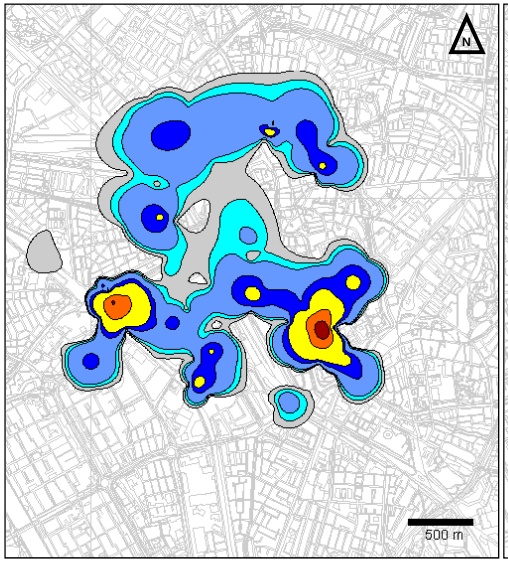
Retardation: 1,04 [-]

Half-life time: 8 years

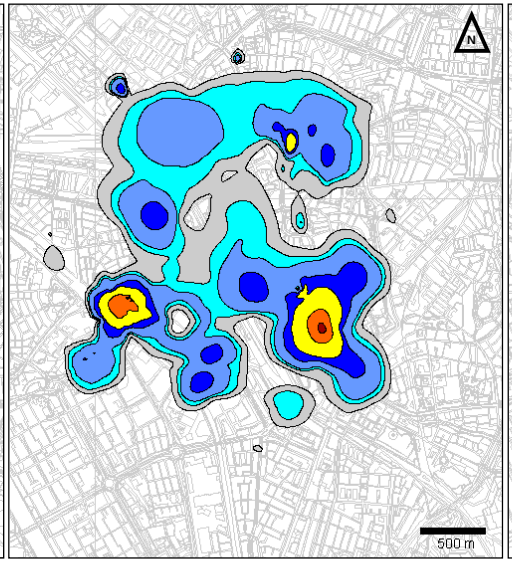
ARCADIS

Results Scenario 2 : VC-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

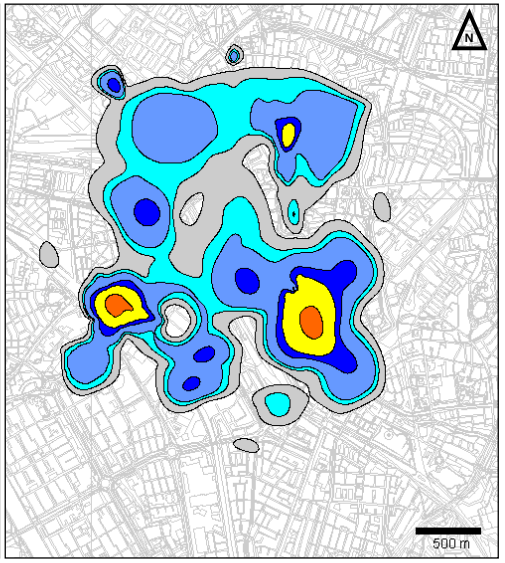
0 years – Initial Concentration (interpolated)



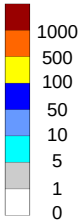
15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration



VC [µg/l]

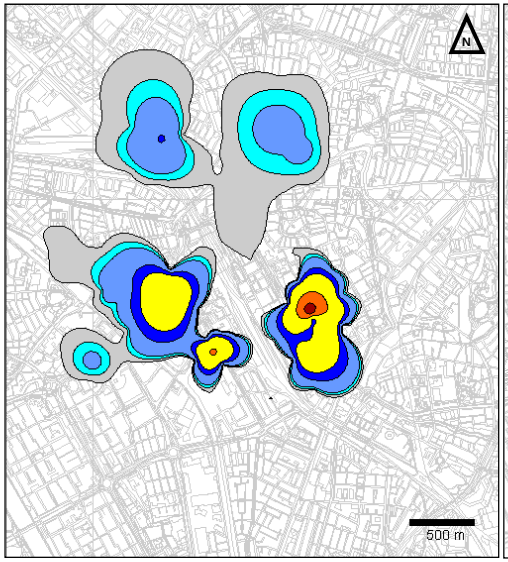
Retardation: 1,04 [-]

Half-life time: 40 years

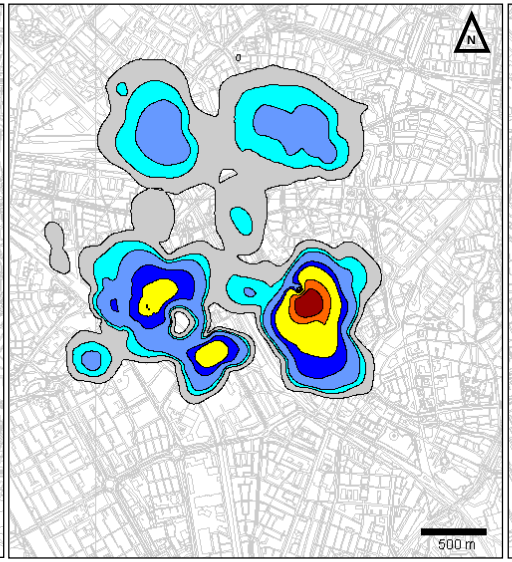
ARCADIS

Results Scenario 2 : VC-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

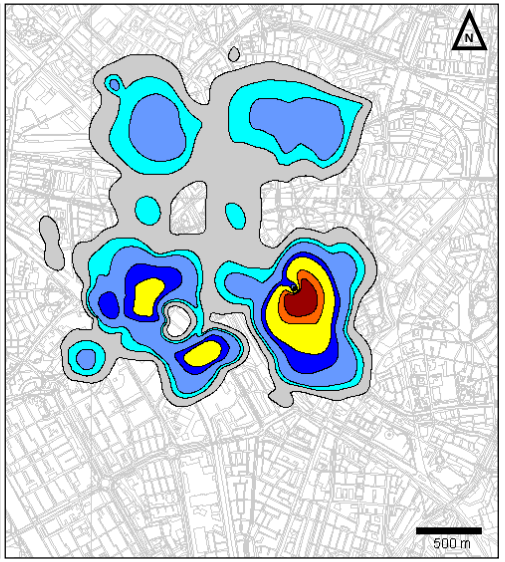
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Groundwater Concentration

1000
500
100
50
10
5
1
0

VC [µg/l]

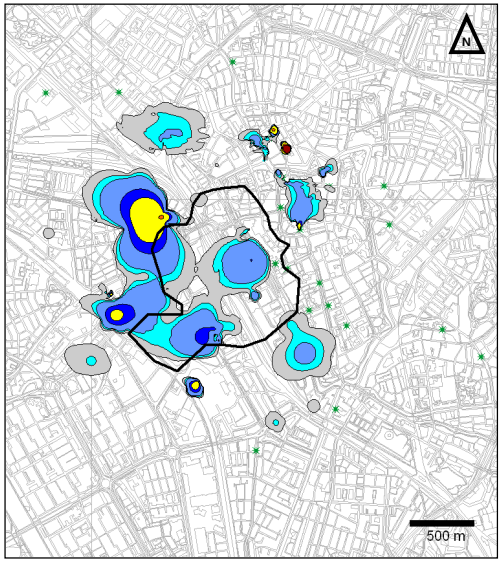
Retardation: 1,04 [-]

Half-life time: 40 years

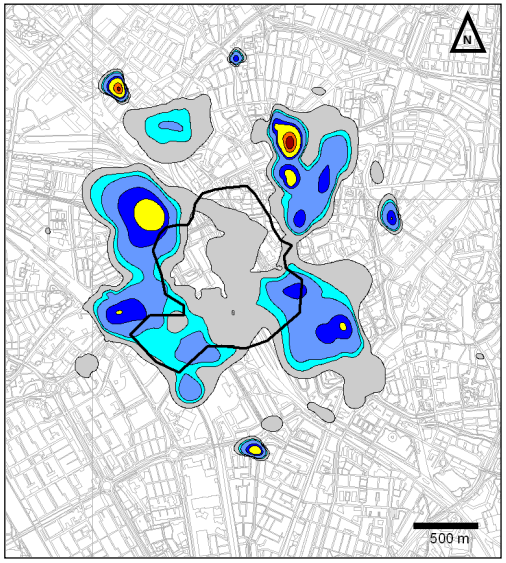
ARCADIS

Results Scenario 3 : VC-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

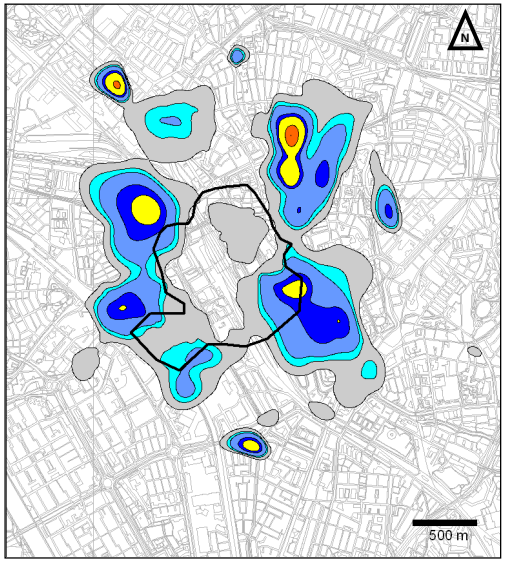
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration

VC [µg/l]

1000
500
100
50
10
5
1
0

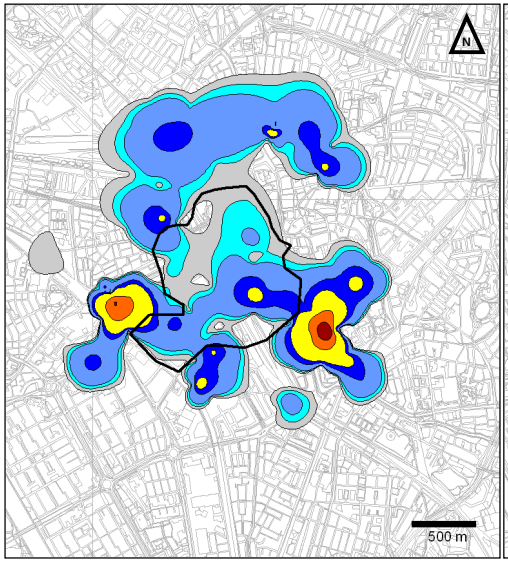
Retardation: 1,04 [-]

Half-life time: 4 years

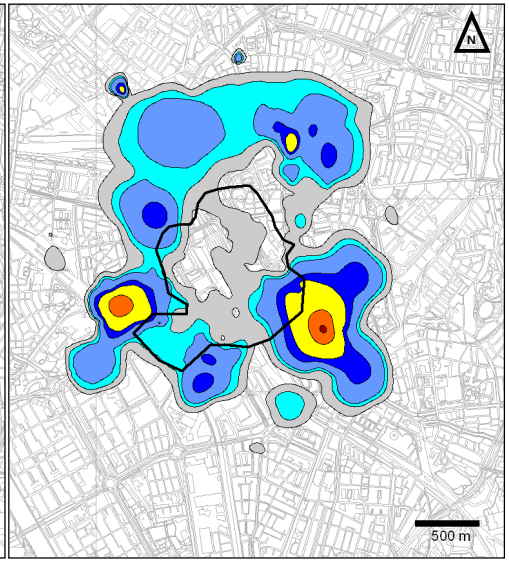
ARCADIS

Results Scenario 3 : VC-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

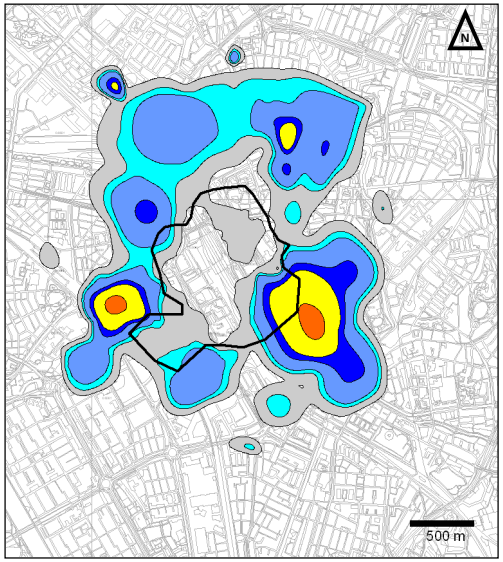
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

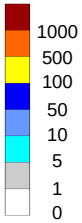


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



VC [µg/l]

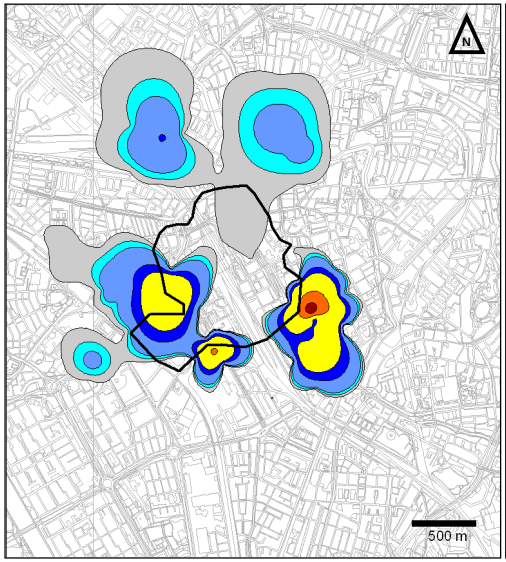
Retardation: 1,04 [-]

Half-life time: 20 years

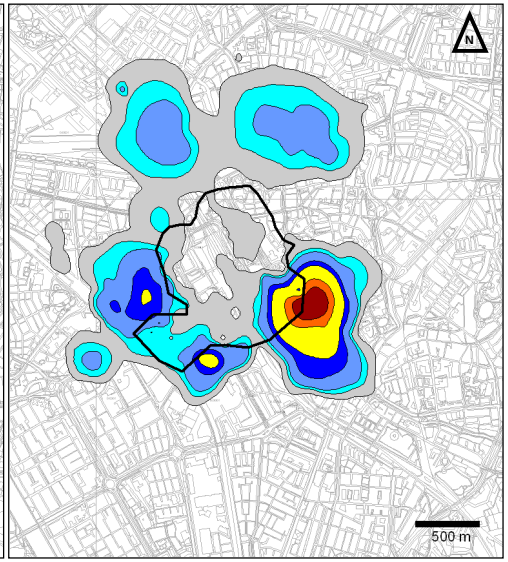
ARCADIS

Results Scenario 3 : VC-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

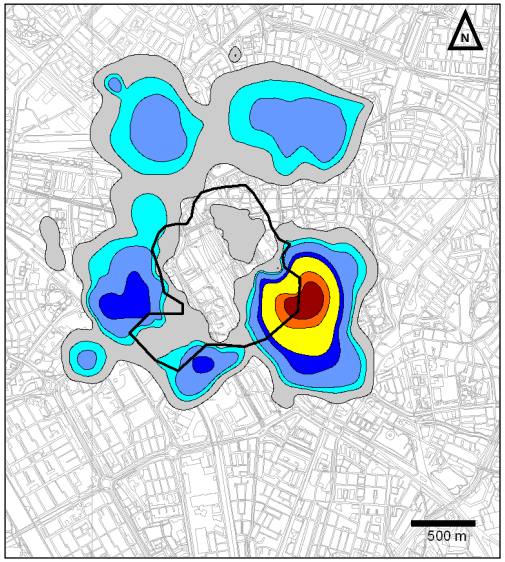
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

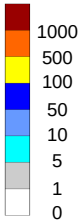


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



VC [µg/l]

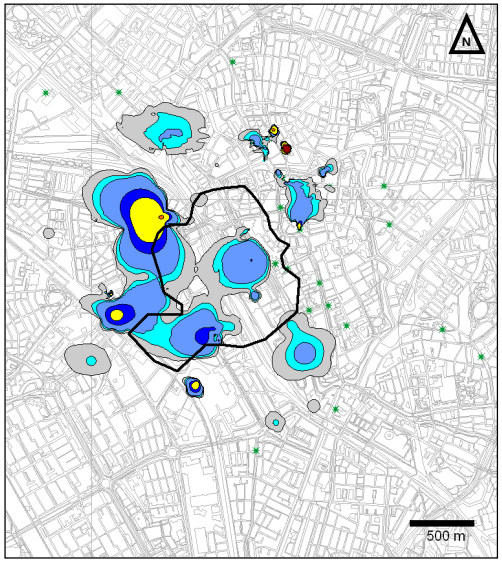
Retardation: 1,04 [-]

Half-life time: 20 years

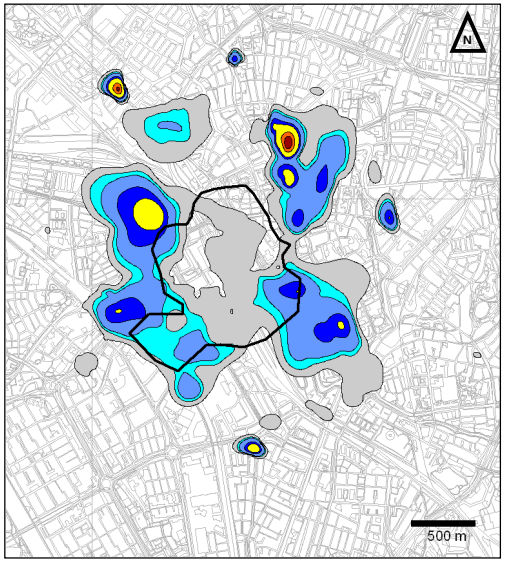
ARCADIS

Results Scenario 4 : VC-Plume at the Layer from 5 to 15 m bgl

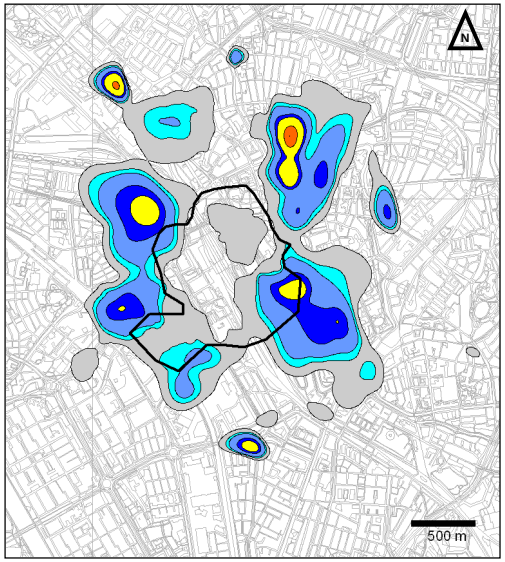
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)



30 years (calculated)



Decreasing Sources

Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration

VC [µg/l]

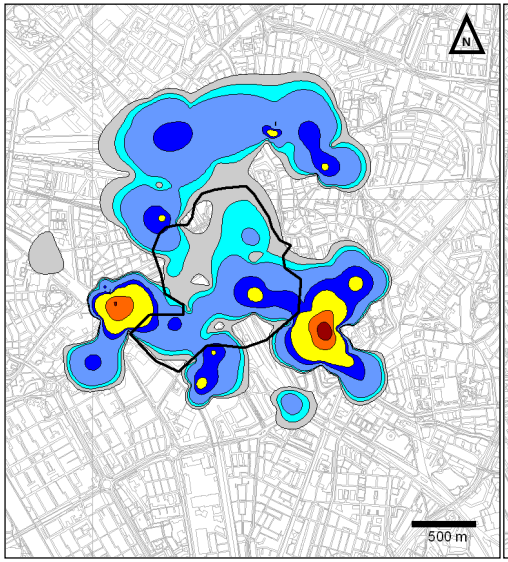
1000
500
100
50
10
5
1
0

Retardation: 1,04 [-]
Half-life time inside HCS: 2 years
Half-life time outside HCS: 4 years

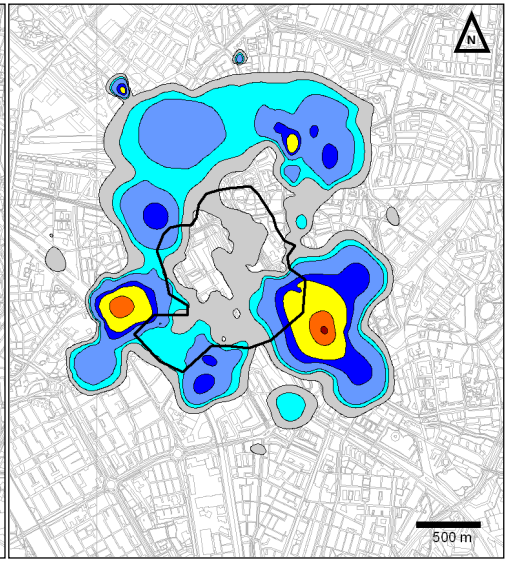
ARCADIS

Results Scenario 4 : VC-Plume at the Layer from 15 to 30 m bgl

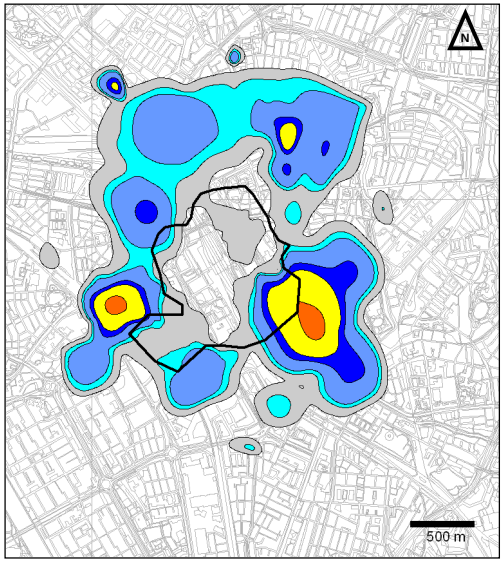
0 years – Initial Concentration (interpolated)



15 years (calculated)

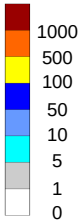


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



VC [µg/l]

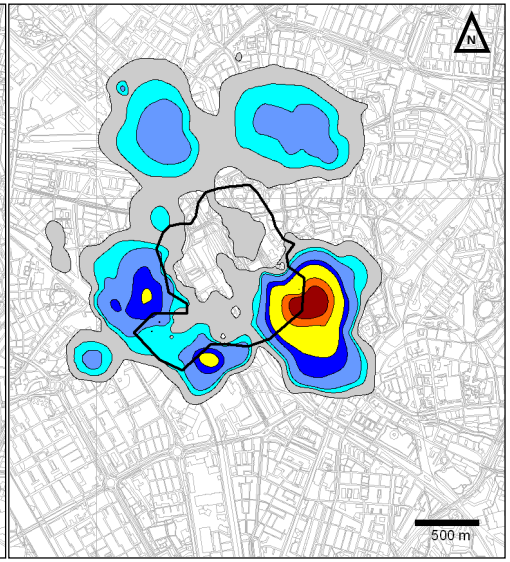
Retardation: 1,04 [-]
Half-life time inside HCS: 10 years
Half-life time outside HCS: 20 years

ARCADIS

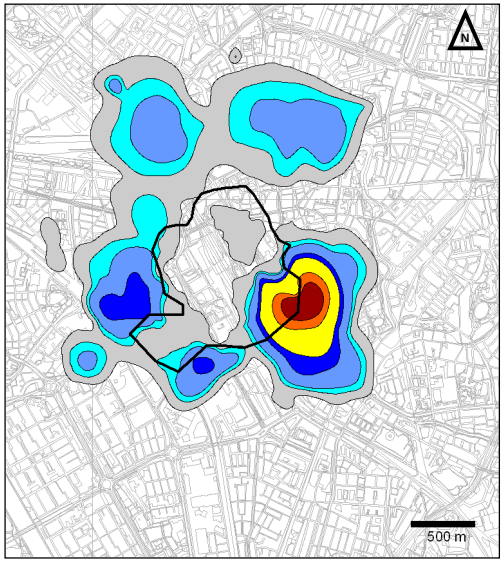
Results Scenario 4 : VC-Plume at the Layer from 30 to 45 m bgl

0 years – Initial Concentration (interpolated)

15 years (calculated)

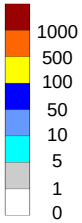


30 years (calculated)



Influence Heat – Cold-Storage System

Groundwater Concentration



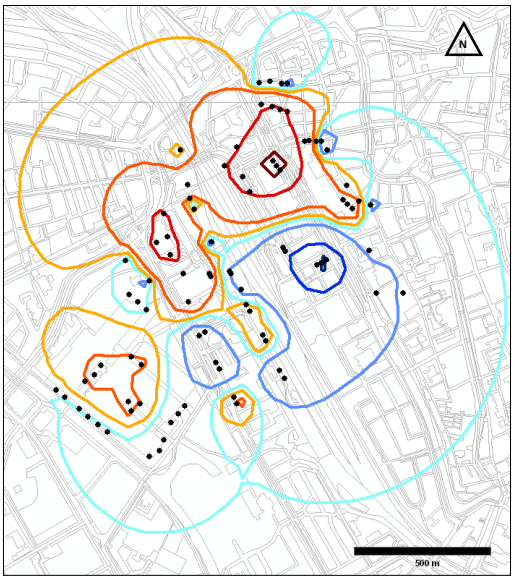
VC [µg/l]

Retardation: 1,04 [-]
Half-life time inside HCS: 10 years
Half-life time outside HCS: 20 years

ARCADIS

BIJLAGE 8 Berekende grondwaterstandsveranderingen

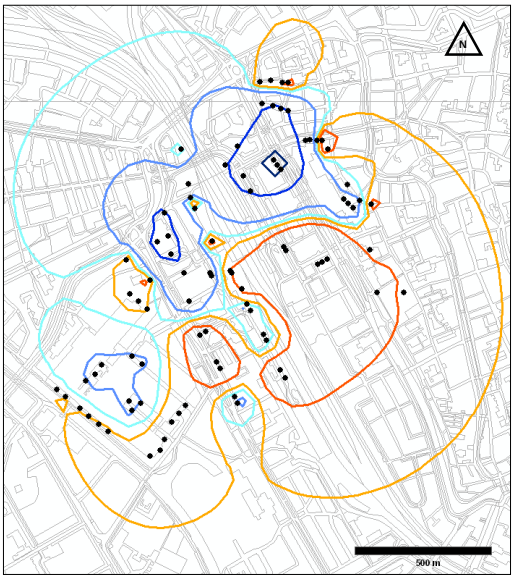
Results : Drawdown at the end of the Summer period, HCS-Wells, Layer 15 – 30 m bgl (Scenario 3 and 4)



Calculated Drawdown [m]
Reference situation: Initial Heads without HCS-influence
- : Represents Groundwater level below Initial heads
+ : Represents Groundwater level above Initial heads

- Drawdown - 2 m
- Drawdown - 1 m
- Drawdown - 0,25 m
- Drawdown - 0,05 m
- Drawdown + 0,05 m
- Drawdown + 0,25 m
- Drawdown + 1 m
- Drawdown + 2 m
- HCS Wells

Results : Drawdown at the end of the Winter period, HCS-Wells, Layer 15 – 30 m bgl (Scenario 3 and 4)



Calculated Drawdown [m]
Reference situation: Initial Heads without HCS-influence
- : Represents Groundwater level below Initial heads
+ : Represents Groundwater level above Initial heads

- Drawdown - 2 m
- Drawdown - 1 m
- Drawdown - 0,25 m
- Drawdown - 0,05 m
- Drawdown + 0,05 m
- Drawdown + 0,25 m
- Drawdown + 1 m
- Drawdown + 2 m
- HCS Wells

BIJLAGE 9 Vrachtberekeningen met grondwatermodel

Initial mass of CAH (t) and Source Impact after 30 years

Layer	PCE	TCE	cisDCE	VC	Total
5-15	0,160	0,067	0,120	0,254	0,601
15-30	0,005	0,029	0,236	0,942	1,212
30-50	0,002	0,004	2,101	0,661	2,768
Impact CAH of Decreasing Sources over 30 years	0,383	0,113	0,634	0,157	1,288
Final Mass of CAH after 30 years	0,550	0,214	3,091	2,014	5,869

Scenario 1: Final mass of CAH (t) after 30 years

Layer	PCE	TCE	cisDCE	VC	Total
5-15	0,079	0,036	0,044	0,416	0,575
15-30	0,007	0,005	0,169	0,959	1,140
30-50	0,001	0,001	0,890	1,410	2,302
Total	0,087	0,041	1,103	2,785	4,016

Scenario 2: Final mass of CAH (t) after 30 years

Layer	PCE	TCE	cisDCE	VC	Total
5-15	0,110	0,048	0,062	0,345	0,565
15-30	0,010	0,010	0,230	0,885	1,135
30-50	0,001	0,002	1,253	1,085	2,340
Total	0,122	0,059	1,545	2,314	4,040

Scenario 3: Final mass of CAH (t) after 30 years

Layer	PCE	TCE	cisDCE	VC	Total
5-15	0,076	0,036	0,052	0,437	0,601
15-30	0,007	0,005	0,220	0,930	1,162
30-50	0,001	0,001	0,763	1,128	1,892
Total	0,084	0,041	1,035	2,495	3,655
Numerical Error HCS [t]*	-0,003	-0,002	-0,033	-0,232	-0,270
Numerical Error HCS [%]	3,3%	5,4%	3,2%	9,3%	7,4%

Scenario 4: Final mass of CAH (t) after 30 years

Layer	PCE	TCE	cisDCE	VC	Total
5-15	0,076	0,036	0,049	0,442	0,602
15-30	0,007	0,005	0,206	0,946	1,164
30-50	0,001	0,001	0,690	1,187	1,879
Total	0,084	0,041	0,945	2,575	3,645
Numerical Error HCS [t]*	-0,002	-0,002	-0,004	-0,246	-0,254
Numerical Error HCS [%]	2,7%	4,4%	0,4%	9,5%	7,0%

* Numerical Error HCS System (Scenario 3 and 4):
Difference between extracted and simultaniously infiltrated masses of each contaminant [t]
negative values indicate higher extraction than infiltration

BIJLAGE 10 Technische invulling aanleg grondwatermeetnet

De werkzaamheden voor de aanleg van het grondwatermeetnet bestaat uit het uitvoeren van boringen tot circa 46 meter minus maaiveld in het centrum van de stad Utrecht. Boringen worden afgewerkt met vier filters op verschillende diepten. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de uit te voeren werkzaamheden. Op de tekening in bijlage 11 is geplande de ligging van de boringen of monitoringslocaties weergegeven.

Filterstelling	Aantal	Omschrijving
10-14 m –mv en 22-26 m –mv en 34-38 m –mv en 44-46 m –mv	Te bepalen (nu circa 200)	De filters dienen informatie te geven over de grondwaterkwaliteit over de gehele diepte van het watervoerende pakket (5 -50 m-mv). Daarom worden de boringen doorgezet tot de geohydrologische basis en worden deze op vier dieptes afgewerkt.

Op elke monitoringslocatie worden 4 filters geplaatst. Dit betekent dat meerdere filters, op verschillende diepten, geplaatst worden in één boorgat of in twee boorgaten direct naast elkaar. Coderingen voor de monitoringsfilters worden in een later stadium bepaald.

De exacte en definitieve ligging van de monitoringspunten is afhankelijk van de locatiespecifieke omstandigheden en dient in overleg met de gemeente Utrecht bepaald te worden. De exacte einddiepte wordt nader bepaald, afhankelijk van de toegankelijkheid van de locatie en de grondslag, bijvoorbeeld bij het voorkomen van ondoorlatende lagen. Er dient nadrukkelijk gestreefd te worden naar plaatsing van de filters binnen een straal van 30 meter van het boorpunt, zoals aangegeven in bijlage 11. De uiteindelijk locatiekeuze ligt bij de gemeente Utrecht. De aannemer regelt toegang van de locatie.

Eisen boringen en peilbuizen

Technische uitvoering

De te gebruiken boortechniek dient conform de NPR5741 gekozen te worden; puls-, spoel- en avergaarmethoden. Hierbij wordt tevens vermeld dat het gebruik van zo min mogelijk werkwater de voorkeur verdient. Als alternatief kan sonic drilling gebruikt worden, mits gegarandeerd kan worden dat met die techniek de voorgeschreven boordiepte gehaald wordt.

Voor alle boringen / peilbuizen geldt:

- Alle boringen worden uitgevoerd in openbaar gebied. Tenzij niet anders mogelijk zal bij de keuze voor de locatie van de monitoringsfilters rekening gehouden worden met onbelemmerde toegang voor langdurige monitoring. Delen van het openbaar gebied die opengesteld zijn voor verkeer of parkeerdoeleinden verdienen daarbij niet de voorkeur.
- Een maand voorafgaand aan de werkzaamheden worden de werkzaamheden bij de gemeente Utrecht, Dienst Stadsontwikkeling, afdeling Milieu en Duurzaamheid gemeld. Daarbij wordt een boorplan ingediend met de geplande locatie van de monitoringsfilters, inclusief een KLIC-melding. Eventueel overleg met belanghebbenden over de locatie van de boringen / peilbuizen gaat hieraan vooraf en wordt in het boorplan vastgelegd. Na toestemming van de Gemeente starten de werkzaamheden.
- Wijzigingen in het boorplan worden direct overlegd met de Gemeente, na goedkeuring worden de wijzigingen doorgevoerd.

- De boringen en monitoringsfilters worden geïnstalleerd volgens de vigerende richtlijnen, waaronder NEN 5766 en NPR5741.
- Voorafgaand aan plaatsing van de boringen en monitoringsfilters worden kabels en leidingen opgespoord / vrijgraven.
- De diepte van de boring en de filterstelling wordt afgestemd op de aangetroffen bodemopbouw en de hiervoor genoemde voorkeursfilterstelling.
- De te gebruiken peilbuizen zijn van HDPE en hebben een uitwendige diameter van 50 mm.
- De peilbuizen hebben een filteromstorting tot 0,5 m boven filter: Materiaalsoort filtergrind: filtergrind 1,0 – 1,6 mm, voldoet aan BRL K240 / 02.
- De onderzijde van het diepste filter wordt aangebracht op 0,5 m boven de bodem van het boorgat. Van de bodem van het boorgat tot 0,5 m + bodem boorgat wordt voorzien van filtergrind.
- Boven de filteromstorting wordt een afdichting aangebracht van 2 meter dikte. Materiaalsoort: zwelkleikorrels, dient te voldoen aan de BRL K265 / 01.
- Vanaf de laag zwelklei van het meest ondiepe filter tot het maaiveld wordt het boorgat opgevuld met zintuiglijk niet verontreinigde, vrijgekomen boorgrond uit hetzelfde boorgat.
- Alle nieuw geïnstalleerde filters worden ingemeten in X- en Y-coördinaten (RD-stelsel) en worden ingemeten ten opzichte van NAP (Z-richting).
- Na plaatsing van de filters worden deze schoongepompt door driemaal de inhoud van de filteromstorting uit de filter af te pompen.
- De einddiepte van de verschillende filters wordt gecontroleerd door deze te peilen.
- De peilbuis (cluster van filters) worden met een duurzame straatpot / metalen beschermkap afgewerkt. Deze straatpot / beschermkap dient vloeistofdicht te zijn en dient tevens kunnen worden afgesloten met een slot. De sloten dienen met één sleutel (loper) te openen te zijn.
- Vrijgekomen grond en grondwater wordt afgevoerd en wordt door een erkende verwerker verwerkt. De verwachting is dat de boorgrond in de regel licht verontreinigd is met VOCl.
- Na het afronden van de plaatsing van de peilbuis worden de individuele filters door de aannemer gelabeld waarbij het label duurzaam geplastificeerd is. Op de label wordt duidelijk de filtercode, filterstelling en de datum van plaatsing vermeld.
- Indien verkeersmaatregelen benodigd zijn voor de veilige uitvoering van de werkzaamheden zal dit in overleg met de gemeente Utrecht ingevuld worden.

Bemonstering en analyses

Tijdens het uitvoeren van de diepe boringen worden ter plaatse van de filterstellingen grondmonsters genomen. Daarnaast moet tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden de opgeboorde grond worden gescreend met een Photo Ionisatie Detector (PID)-meter, ter detectie van vluchtige verontreinigingen. Indien er verhoogde waarden van vluchtige stoffen in de lucht door de PID worden waargenomen, moet in eerste instantie de opgeboorde grond in een monsterpot opnieuw worden gescreend met de PID, en bij nieuw positief resultaat dienen steekbusmonsters te worden genomen. Bij de PID metingen dient met name aandacht te worden besteedt aan de bodemlagen juist boven de afsluitende lagen op circa 30 en 50 m –mv. Opgemerkt wordt dat de PID meter regelmatig (tenminste iedere dag) geijkt en gecontroleerd dient te worden om de juiste werking te garanderen. Voor de PID-metingen dient een meetprotocol opgesteld te worden waarbij de meting plaatsvindt in de lucht boven een grondmonster in een afgesloten container (headspace).

In dit meetprotocol dienen minimaal ook blanco metingen meegenomen worden.
Wanneer er op basis van zintuiglijke waarnemingen (verdachte geur en / of kleur waargenomen door de aannemer) aanleiding bestaat tot het nemen van extra monsters zal dit in

overleg worden uitgevoerd. De bemonstering van grondwater uit de geplaatste peilbuizen valt buiten de scope van het uit te voeren werk.

Dataverwerking

Na het afronden van een boring wordt de boorbeschrijving digitaal aangeleverd als boormanager 'ZIP' exportfile.

In dit bestand zijn opgenomen (conform VKB-protocol 2012):

- de filterstellingen;
- zintuiglijke waarnemingen;
- te onderscheiden bodemlagen (met een indicatie van humus- / lutumgehalte);
- datum van plaatsing;
- X,- Y-, en Z- coördinaten van de boringen;
- dieptetrajecten van grondmonstername (aangeven of monsters met steekbus zijn genomen);
- barcodes monsterpotten en / of steekbussen.

Daarnaast worden digitale foto's van de locatie verzameld op basis waarvan de locatie eenduidig terug te vinden is voor grondwatermonstername. Op tekening wordt de locatie en de richting van de genomen foto's met codering weergegeven.

Kwaliteitsborging

Op alle werkzaamheden zijn de volgende NEN-normen (zoals opgenomen in VKB-protocol 2001) van toepassing:

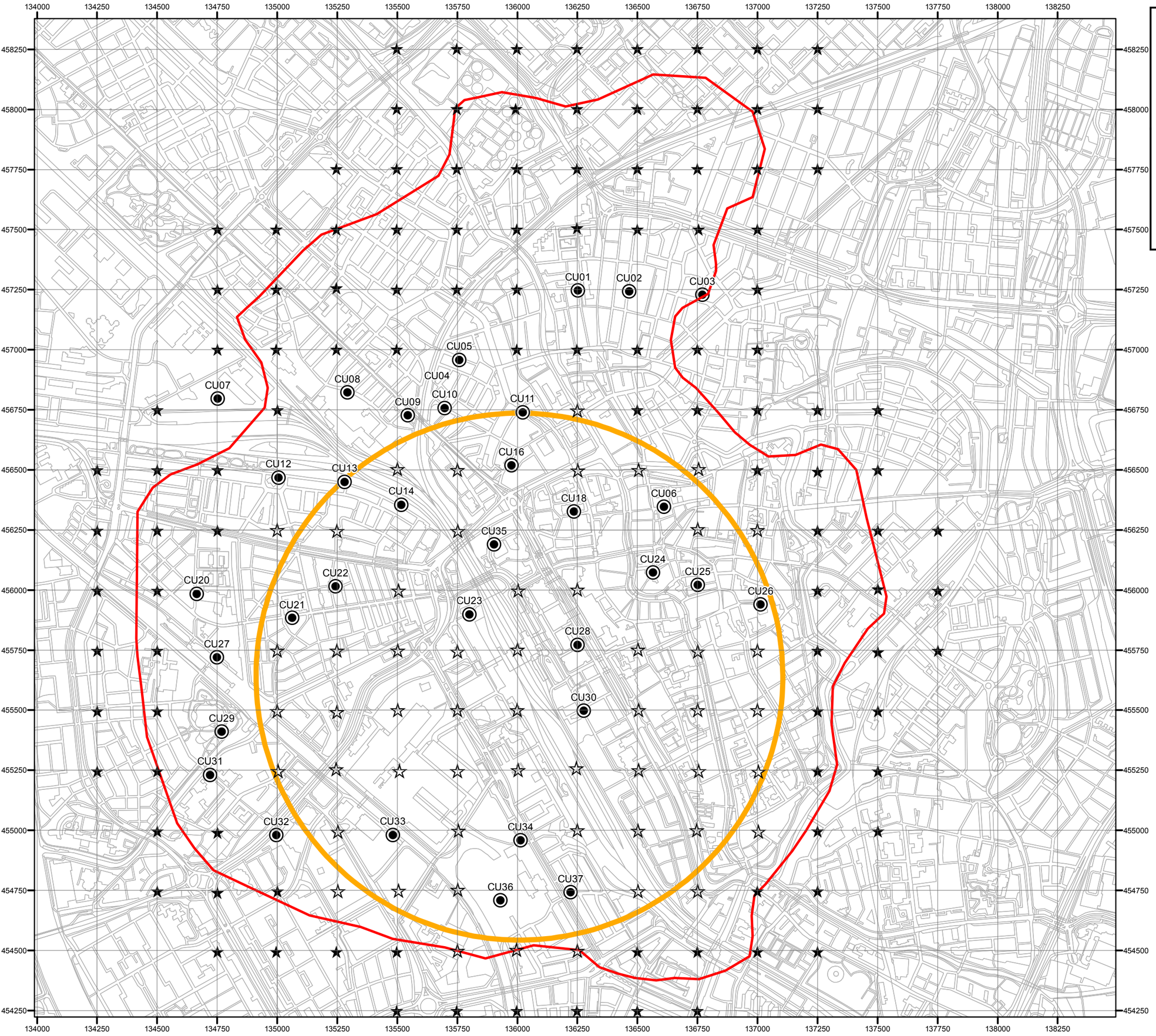
- NEN 5706: Richtlijnen voor de beschrijving van zintuiglijke waarnemingen tijdens de uitvoering van milieukundig bodemonderzoek, 2003.
- NPR5741: Boorsystemen en monsternemingstoestellen voor grond, sediment en grondwater die worden toegepast bij bodemverontreinigingsonderzoek, 2003.
- NEN 5742: Monsterneming van grond en sediment ten behoeve van de bepaling van metalen, anorganische verbindingen, matig –vluchtige organische verbindingen en fysisch chemische bodemkenmerken, 2001.
- NEN 5766: Plaatsing van peilbuizen ten behoeve van milieukundig bodemonderzoek, 2003.
- Met betrekking tot de uitvoering van mechanische boringen is er op dit moment nog geen definitief protocol uitgebracht. Opdrachtnemer dient zoveel mogelijk rekening te houden met het ter kritiek liggende protocol SIKB BRL 2006.

In het VKB-protocol 2001 (versie 3, 03-03-2005) zijn afwijkingen op de genoemde NEN / NPR-protocollen opgenomen welke in acht genomen dienen te worden.

Bijzondere aandacht wordt gevraagd voor de volgende protocollen:

- VKB-protocol 2001 'Afpompen peilbuizen voor monstername'.
- VKB-protocol 2007 'Standaardisering uitwisseling bodeminformatie'.
- VKB-protocol 2008 'Milieukundige begeleiding'.
- VKB-protocol 2010 'Nemen, verpakken en conserveren van grondmonsters'.
- VKB-protocol 2011 'Het plaatsen van een peilbuis'.
- VKB-protocol 2012 'Het maken van boorbeschrijvingen'.
- VKB-protocol 2013 'Inmeten van boorpunten en waterpassen '.
- VKB-protocol 2014 'Tweede-lijnscontrole '.
- VKB-protocol 2015 'Interne controle profielbeschrijvingen '.

BIJLAGE 11 Figuur meetnet Fase 1, grenzen Stationsgebied en (voorlopig) systeemgebied



Legenda

- Voorlopige systeemgrens gebiedsgerichte aaanpak
- Stationsgebied (fase 1)
- Reeds geplaatste peilbuizen meetnet (fase 1)
- ☆ Peilbuis te plaatsen in fase 1
- ★ Peilbuis te plaatsen in fase 2

0 125 250 500 750 1.000 Meter

ARCADIS

Opdrachtgever: P.O.S.
Project: Gefaseerd SP gebiedsgerichte aanpak Utrecht
Onderwerp: Systeemgrens en meetnet fase 1 en 2
Stationsgebied

Getekend	: StavermanJ	Goedgekeurd	:
Datum	: 27-07-2009	Datum	:
Schaal	: 1:15.000	Projectleider	: Hans Slenders
Bladformaat	: A3	Vestiging	: 's-Hertogenbosch
Locatie	: \Geoinformatie\ArcMAP\SP_GebiedsgerichtAanpak.mxd		
PDF	: \pdf\SP_GebiedsgerichtAanpak_20090727.pdf		

Projectnummer	Tekening	Versie
B02034.000055.001	1	1

COLOFON

SANERINGSPLAN ONDERGROND UTRECHT

GEFASEERDE GEBIEDSGERICHTE AANPAK

OPDRACHTGEVER:

PROJECT ORGANISATIE STATIONSGEBIED

STATUS:

Vrijgegeven

AUTEUR:

P. Dols

GECONTROLEERD DOOR:

H. Slenders

VRIJGEGEVEN DOOR:

P. Dols

31 juli 2009
B02034/WA9/010/000055/001B/Im

ARCADIS NEDERLAND BV
Polarisavenue 15
Postbus 410
2130 AK Hoofddorp
Tel 023 5668 411
Fax 023 5611 575
www.arcadis.nl
Handelsregister
9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.