ERM

Cantersteen 47
1000 Brussel
Posthoflei 5 bus 6
2600 Antwerpen-Berchem

Telefoon: +32 2 550 02 80
Telefoon: +32 3 287 36 50
Fax: +32 3 287 36 79

www.erm.com

Memo

Naar	OVAM
Van	3M
Geschreven door	ERM - Michele Remonti, Gerd Van den Daele, Nicolas Gwyther, Lieselotte Sorgeloos en Dirk Nuyens
Datum	1 juli 2022
Referentie	M001-0639659-v4.0
Onderwerp	3M Zwijndrecht, België: kleine wijziging op het bodemsaneringsproject van 2008 - conceptueel ontwerp van een hydraulische barrière om de instroom van met PFAS verontreinigd grondwater naar de Palingbeek te beheersen

1 Inleiding

3M Belgium (3M) heeft aan OVAM aangegeven dat tegen 1 juli 2022 bij de OVAM een document zal ingediend worden[1], waarin een maatregel wordt toegelicht om de instroom van met Poly- en perfluoralkyl Stoffen (PFAS) verontreinigd grondwater vanuit het 'zuidelijke terreingedeelte' van de 3M site te Zwijndrecht (site) naar de Palingbeek (zie figuur 1.1) te beheersen. Voorliggende memo, opgesteld door de erkende bodemsaneringsdeskundige ERM nv (ERM) op vraag van 3M, bevat het conceptueel ontwerp en de rationale voor deze voorgestelde maatregel en dit in de vorm van een kleine wijziging op het reeds goedgekeurde 1ste gefaseerde bodemsaneringsproject[2] (BSP) uit 2008, opgesteld door de erkende bodemsaneringsdeskundige Arcadis. Na een validatie van dit conceptueel ontwerp door de OVAM, zal een gedetailleerd ontwerpplan worden uitgewerkt met eveneens een meer gedetailleerde tijdslijn voor verdere uitvoering.

De voorgestelde maatregel heeft als doel om de instroom van met PFAS verontreinigd grondwater naar de Palingbeek op relatief korte termijn te verminderen en is gebaseerd op informatie die op dit moment beschikbaar is, zoals chemische analyses en de huidige stand van het grondwaterstromingsmodel dat nog in opmaak is. Op basis van het conceptuele sitemodel (CSM), dat momenteel wordt geactualiseerd, en een bijkomend beschrijvend bodemonderzoek (BBO) op de site van 3M, zal de noodzaak bepaald worden voor een verdere opschaling en meer holistische en gefaseerde saneringsaanpak.

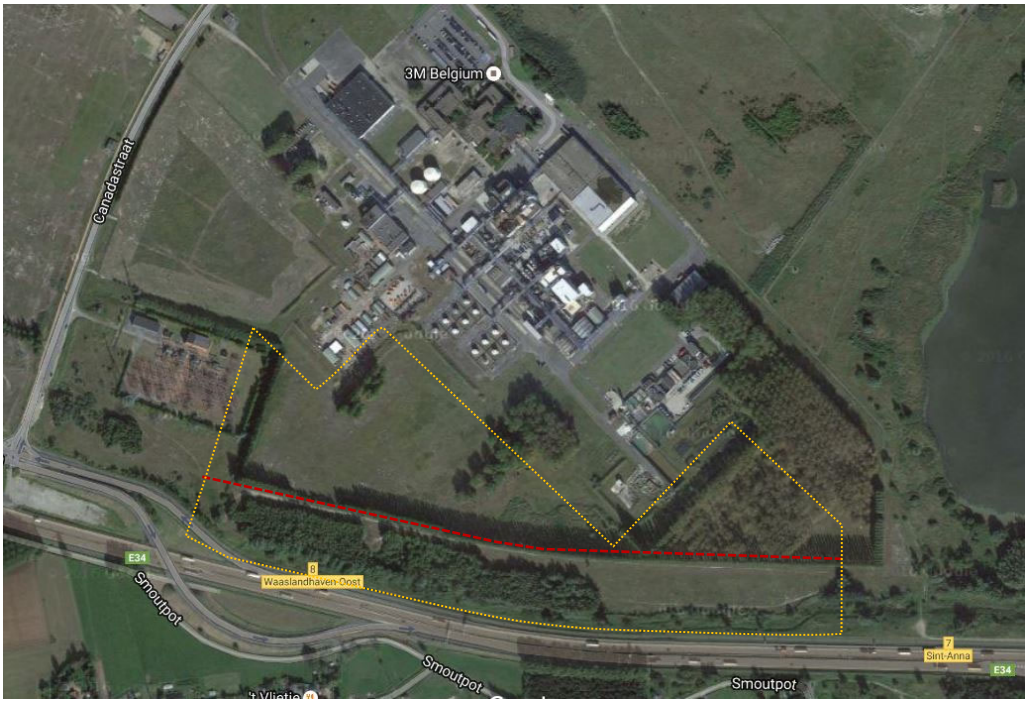
[1] Goedkeuringsbrief van de OVAM (11 maart 2022, referentie BB-BEDR-BVG-20220148291) op het 10de tussentijds verslag van de lopende bodemsaneringswerken (ERM, referentie R01-0591824-v4.0, 31 januari 2022)
[2] Bodemsaneringsproject "Bodemsaneringswerken 3M Belgium nv, Haven 1005, Canadastraat 11 te Zwijndrecht (11/003460)" opgesteld door Arcadis Belgium, d.d. 29 oktober 2008, en de conformiteitsverklaring met referentie C4177, d.d. 9 februari 2009.

© Copyright 2022 door The ERM International Group Limited en/of haar dochterondernemingen ("ERM"). Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ERM.

1.1 Achtergrond

In 2008 is een BSP ingediend voor de grondwater impact op en rondom het terrein van 3M (Arcadis, 2008). Dit BSP is door de OVAM op 9 februari 2009 conform verklaard aan de bepalingen van het Bodemdecreet. De algemene doelstelling van de sanering, zoals beschreven in het 1ste gefaseerd BSP, bestaat erin de verontreiniging met PFAS in de bronzones te beheersen en zover technisch/financieel mogelijk te reduceren, en hierbij de verspreiding van de verontreiniging te beperken. Momenteel is de eerste fase van het BSP in uitvoering en bestaat uit een "pump and treat"-systeem (P&T) in de bronzones ter hoogte van gebouw 16 en de afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI). Daarnaast wordt het grondwater en oppervlaktewater ter hoogte van het natuurgebied Blokkersdijk en de 2de aquifer periodiek gemonitord om een mogelijke verspreiding van PFAS op te volgen.

Figuur 1-1 Benaderende ligging zuidelijke terreingrens (in rood) en zuidelijk terreingedeelte (in geel), gebaseerd op informatie uit beschrijvend bodemonderzoek (Arcadis 2006)



Volgens het BBO van 2006 (Arcadis) is het grondwater ter hoogte van het zuidelijke terreingedeelte verontreinigd met PFAS als gevolg van historische activiteiten; de grondwaterverontreiniging met PFAS ter hoogte van het zuidelijke terreingedeelte dient mogelijk gesaneerd te worden, als gevolg van een potentieel ecotoxicologisch en verspreidingsrisico.

In het BSP van 2008 is voorgesteld om de sanering ter hoogte van het zuidelijke terreingedeelte pas uit te voeren nadat de Oosterweelwerken in de omgeving van de Palingbeek zijn afgerond, omdat de Palingbeek in het kader van het Oosterweel-project zou worden verlegd en een ecocorridorfunctie zou krijgen. Als dusdanig zou de nieuwe ligging en doorsnede van de Palingbeek een significant effect kunnen hebben op de waterhuishouding in deze zone, alsook bij een risico-gebaseerde evaluatie. De OVAM is akkoord gegaan met een gefaseerde saneringsaanpak aangezien: a) de PFAS-verontreiniging in het grondwater ter hoogte van de zuidelijke terreingrens ruimtelijk te onderscheiden is van de PFAS-verontreiniging in het

grondwater nabij het productiegebouw 16 en de AWZI / zone van de voormalige slibbekkens, en b) de sanering ter hoogte van de bronzones onmiddellijk kan worden opgestart. Intussen zouden de PFAS-concentraties in het (grond)water aan de zuidelijke terreingrens en ter hoogte van de Palingbeek worden gemonitord als onderdeel van het 1ste gefaseerde BSP van 2008. Een 2de gefaseerd BSP zou de grondwaterverontreiniging met PFAS ter hoogte van het zuidelijke terreingedeelte en de relatie tot de verhoogde PFAS concentraties in de Palingbeek behandelen.

Door recente aanpassingen aan de AWZI van de site en de behandeling van hemelwater dat op de site terecht komt, is de PFAS-vuilvracht naar de Schelde gereduceerd. De berekende vuilvracht van PFOS naar de Schelde is sinds de start van de sanering ter hoogte van de bronzones steeds lager geweest dan de veilige waarde die in het BSP van 2008 is berekend. Aangezien er echter nog een zekere massa aan PFAS via de Palingbeek in de Schelde terechtkomt, heeft 3M in een brief aan de OVAM van 3 maart 2022 aangegeven om de voltooiing van de Oosterweelwerken niet af te wachten alvorens de grondwaterverontreiniging ter hoogte van het zuidelijke terreingedeelte aan te pakken. De nadruk van een dergelijke maatregel zou liggen op het verminderen van de instroom van PFAS in de Palingbeek, waardoor de massa aan PFAS die de Schelde bereikt, wordt beperkt.

2 Conceptueel sitemodel

2.1 Geologie

De beschrijving van de lokale lithologie is gebaseerd op informatie uit boorlogs, in situ Cone Penetration Test (CPT)-boringen en textuur-analyses op bodemmonsters uitgevoerd in een laboratorium, zowel op de site van 3M (on-site) als off-site.

Van boven naar beneden kunnen de volgende eenheden worden onderscheiden:

Diepte-interval	Stratigrafie
0,0-4,5 m-mv[(3)] :	Combinatie van zwak siltig zand, kleiig zand en zandige leem - 1ste aquifer
4,5-6,0 m-mv:	Licht tot matig zandige klei (Polderklei)
6,0-23,0 m-mv:	Licht siltig zand - 2de aquifer
23,0-25,0 m-mv:	Licht siltige klei (Boomse klei)

De Polderklei is aanwezig in het gebied grenzend aan de Schelde en strekt zich uit over het 3M-terrein tot aan de Palingbeek. De Polderklei wigt uit van noord naar zuid; verder zuidwaarts van de Palingbeek is de Polderklei niet meer aanwezig, zoals weergegeven op Figuur 2-1.

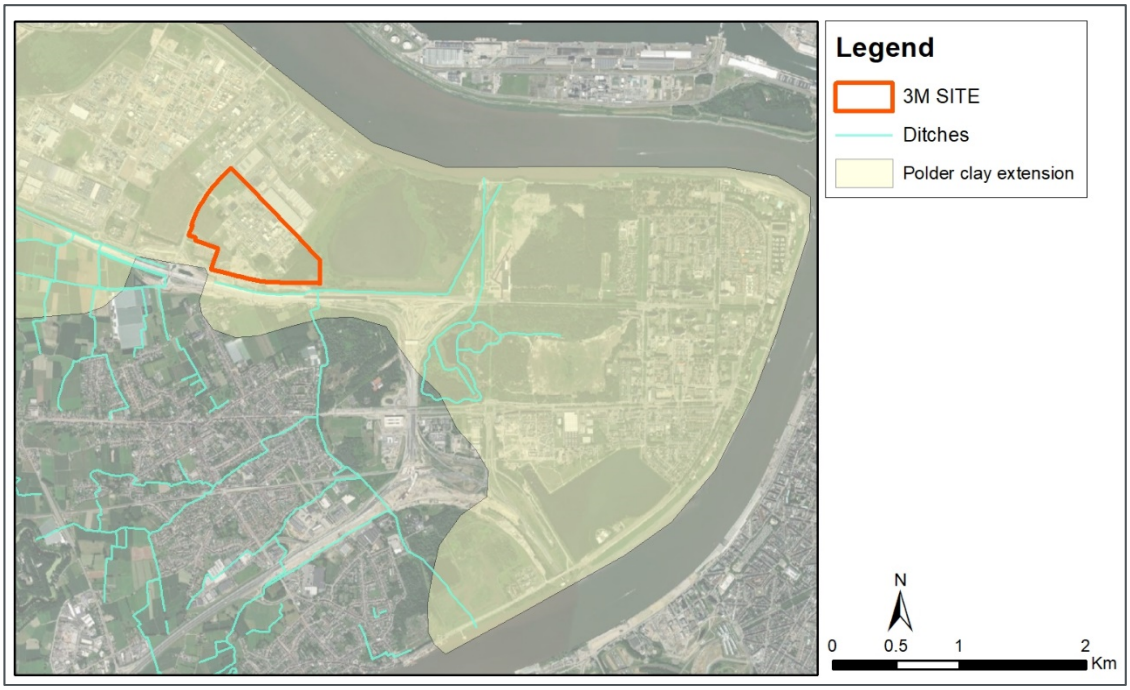
De zandige laag bovenop de Polderklei is aangelegd terrein, ontstaan door landegalisatie bovenop de oorspronkelijke Schelde-overstromingsvlakte en komt overeen met de 1ste aquifer. Voor deze nivelleringsactiviteiten zijn dijken rond het terrein aangelegd en het binnendijkse

[3] m-mv = meter onder het maaiveld

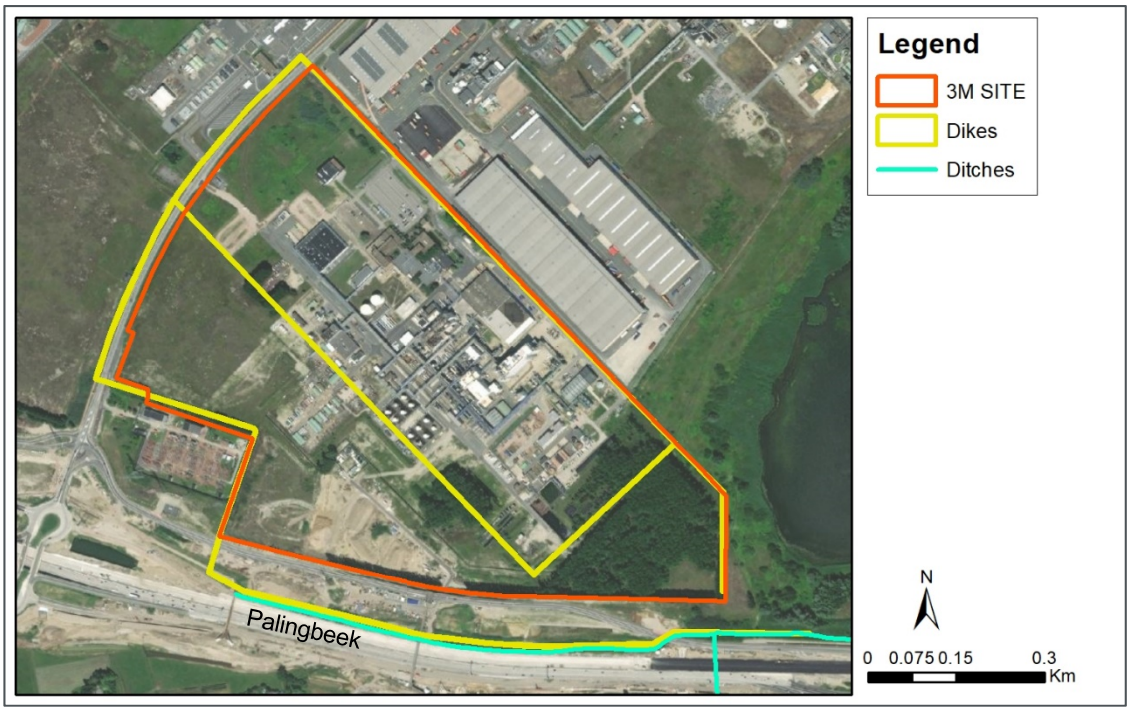
gebied is opgevuld met zandig materiaal, hoofdzakelijk bestaande uit baggerspecie uit de Schelde. De "binnendijken" rond de productiesite van 3M zijn aangelegd tussen 1968-1972 en een tweede lijn van "buitendijken", naar het zuiden toe en grenzend aan de Palingbeek, is aangelegd tussen 1978-1982. Daarnaast zijn eveneens dijken rond de Blokkersdijk en langs de Schelde aanwezig, deze dateren uit de negentiende eeuw.

De ligging van deze ondergrondse dijken en van de huidige Palingbeek is weergegeven op Figuur 2-2 .

Figuur 2-1 Aanwezigheid Polderklei en grachtennetwerk



Figuur 2-2 Ligging van de ondergrondse dijken en de huidige Palingbeek nabij de 3M site



2.2 Hydrologie

De hydrologie van het terrein wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van de Schelde, ten noorden van de site, de Blokkersdijkvijver, en door een netwerk van beken en grachten (Figuur 2-1), aangelegd met als doel de grondwaterstand onder het maaiveld te houden en het water voor landbouwdoeleinden te verdelen.

De bodem van de Schelde in de omgeving van de site ligt ongeveer -10 tot -15 m onder de zeespiegel (TAW). Dit betekent dat de gehele dikte van de 1ste aquifer in het studiegebied wordt doorsneden door de Schelde en de rivierbedding zich in de 2de aquifer bevindt (zie paragraaf 2.3). Langs de oevers van de Schelde is een systeem van dijken aanwezig om het land tegen overstromingen te beschermen. Ze zijn vóór de verstedelijking van het gebied aangelegd op het oorspronkelijke maaiveld , dat ongeveer overeenkomt met de bovenkant van de Polderklei. De dijken verminderen de directe wateruitwisseling tussen de 1ste aquifer en de Schelde, terwijl er wel een wateruitwisseling tussen de Schelde en de 2de aquifer kan zijn door de afwezigheid van ondoorlatende structuren (oevers of dijken) onder de Polderklei.

Op basis van de algemeen beschikbare[4] hydrologische gegevens vertoont de Schelde dagelijkse getijdenschommelingen, met een waterstand die varieert van ca. 0 tot 5 m TAW, met een gemiddelde waarde van ca. 3 m TAW.

Het netwerk van beken en grachten heeft een aanzienlijke drainerende werking op de aquifer, wat duidelijk zichtbaar is in de grondwatercontourlijnen (zie paragraaf 2.3). De lokale

[4] https://www.waterinfo.be/kaartencatalogus

hydrogeologie van het 3M-terrein wordt met name beïnvloed door de Palingbeek, die ten zuiden van het 3M-terrein stroomt (Figuur 2-2, zie ook punt 2.2.1).

Het grachtenstelsel mondt uit in de Schelde. Op ongeveer 1,6 km van de oostgrens van de 3M site (Figuur 2-3) mondt een deel van het grachtenstelsel uit in de Schelde, via de Tophatgracht/Palingbeek. Hier wordt momenteel niet actief gepompt, maar stroomt het water van de gracht naar de Schelde door de zwaartekracht, wanneer de rivierstand lager is dan 1,4 m TAW.

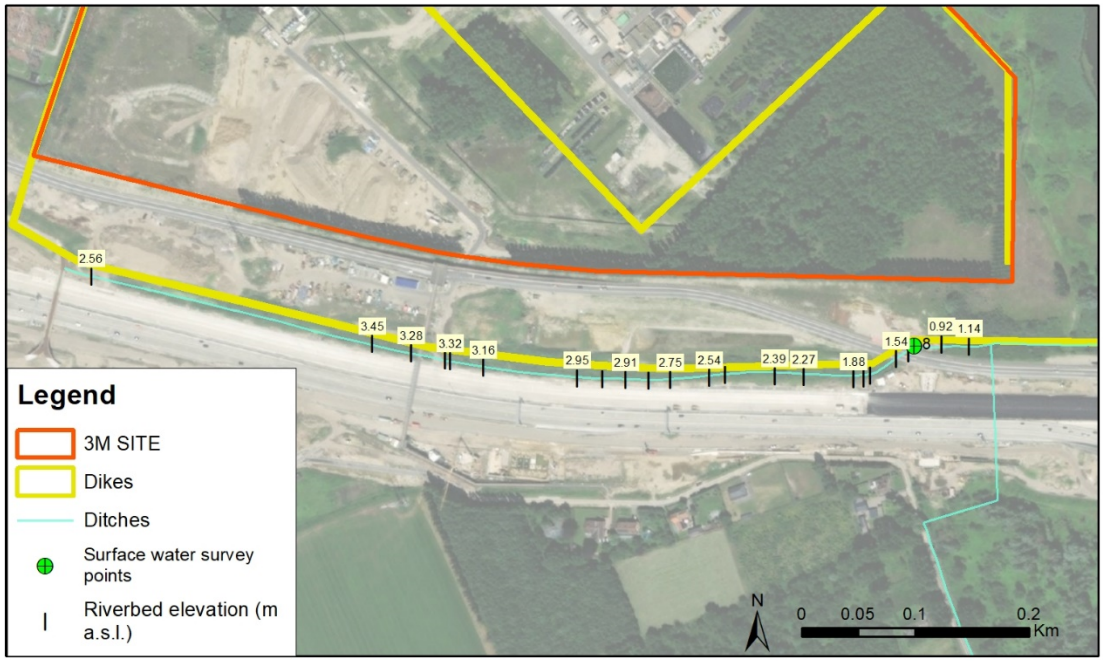
Figuur 2-3 Uitmonding Tophatgracht gelegen ten noordoosten van de 3M site

Een ander belangrijk element van de lokale hydrologie is de Blokkersdijkvijver, die ten oosten van de 3M site ligt en een maximale waterkolom van ca. 1,5 m heeft. Op basis van de grondwatercontourenkaart (zie paragraaf 2.3), is het gemiddelde waterniveau in de Blokkersdijkvijver hoger dan de omringende gemiddelde stijghoogte in het grondwater, en de grondwatercontouren blijken een invloed te ondervinden van de vijver. Verder onderzoek naar waterniveaus en grondwaterstijghoogtes aan de Blokkersdijk moet uitwijzen hoe deze interactie tussen oppervlaktewater en grondwater aan de Blokkersdijk seizoensgewijs kan variëren.

2.2.1 Huidige en toekomstige situatie van de Palingbeek

In de huidige situatie ligt de Palingbeek ten zuiden van het 3M-terrein, direct ten zuiden van de ondergrondse buitendijk (Figuur 2-4). Op basis van de beschikbare informatie varieert de hoogte van de huidige bedding van de Palingbeek nabij de 3M site tussen 2,6 en 1,1 m TAW; in februari 2022 is een waterkolom gemeten van 0,27 m in de Palingbeek.

Figuur 2-4 Huidig tracé en beddinghoogte Palingbeek

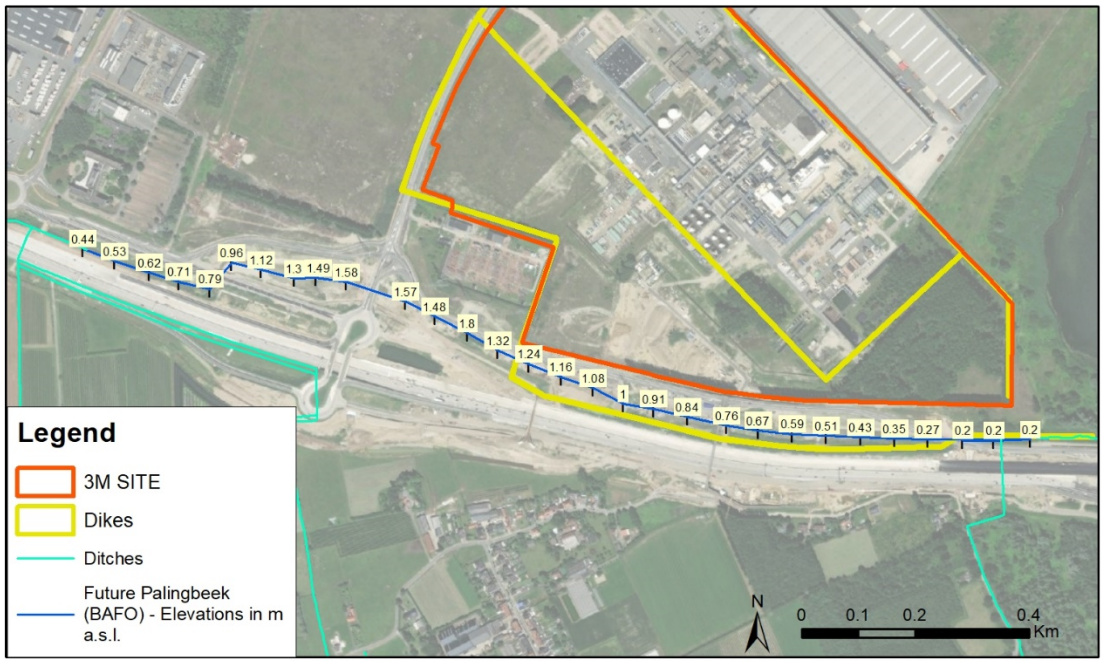


Als onderdeel van de Oosterweelwerken zal het gebied ten zuiden van de terreingrens van de 3M-site tot de E34-autosnelweg worden heringericht om een ecocorridor te creëren. De herinrichting omvat de aanleg van drie paddenvijvers gevoed door hemelwater [(5)] en een heraanleg van het tracé en de bedding van de Palingbeek (minder steil, ecologisch waardevoller). Zoals meegedeeld door Lantis, zou het tracé van de Palingbeek naar het noorden worden verplaatst, nog steeds zuidelijk van het 3M-terrein, maar binnen de ondergrondse buitendijk. Twee mogelijke herontwerpen zijn door Lantis aangeleverd, met verschillende beddinghoogtes van de Palingbeek:

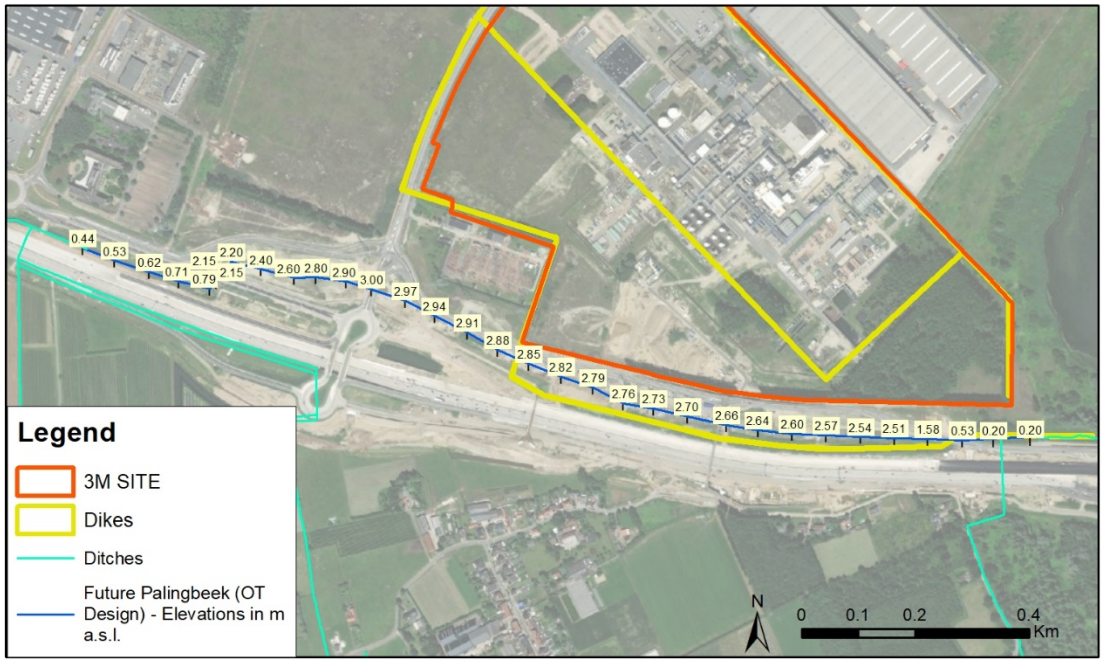
- "BAFO": dit is het herontwerp van de toekomstige Palingbeek waarvoor een vergunning zou verleend zijn (Figuur 2-5); en
- "OT Ontwerp" (*Ontworpen Toestand*): alternatief ontwerp van de toekomstige Palingbeek, met een hoger gelegen bedding dan de BAFO-versie, en nog niet vergund (Figuur 2-6).

[5] Zoals vermeld in de vergunningsaanvraag (document: OWL1-ATL-RAP-015-VG-SVA infrastructuurwerken LO-5-GGB) zullen de paddenvijvers worden gevoed door hemelwater.

Figuur 2-5 Toekomstig tracé en beddinghoogte Palingbeek (BAFO-ontwerp)



Figuur 2-6 Alternatief tracé en beddinghoogte Palingbeek (OT Ontwerp)



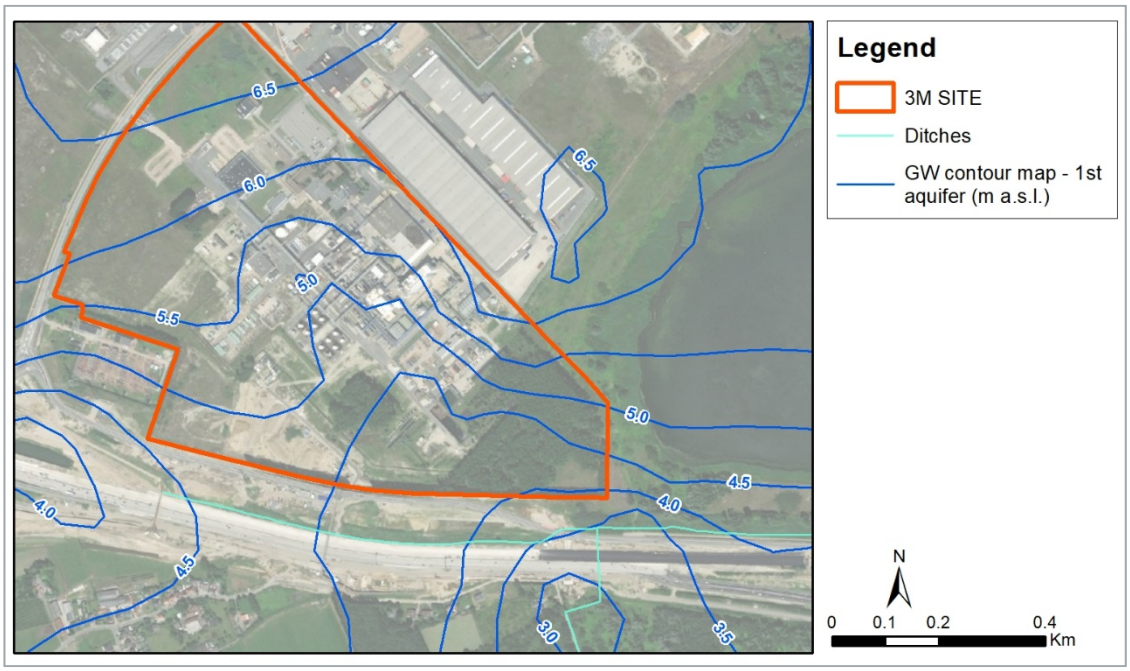
2.3 *Hydrogeologie*

De lokale hydrogeologie ter hoogte van de 3M-site wordt bepaald door de Polderklei, die een aquitard vormt en twee zandige watervoerende lagen (aquifers) scheidt. De 1ste aquifer, boven de Polderklei, wordt gevormd door een antropogene ophooglaag en kan worden gedefinieerd als een stuwwatertafel. De 2de aquifer bevindt zich tussen de Polderklei en de Boomse klei en kan

worden gedefinieerd als een half gespannen aquifer. Ten zuiden van de Palingbeek is de Polderklei niet meer aanwezig en vloeien beide zandige aquifers samen tot één ongedifferentieerde aquifer.

De gemiddelde diepte van de grondwaterstand in de 1ste aquifer varieert tussen 1,5 en 2,0 m-mv. Figuur 2-7 toont een grondwatercontourenkaart voor de 1ste aquifer op basis van gemiddelde grondwaterstanden beschikbaar over de periode 2016-2022, inclusief een veldonderzoek van 129 peilbuizen dat in februari 2022 is uitgevoerd ter hoogte van de 3M site en in de omgeving. De grondwaterstroming in de 1ste aquifer ter hoogte van de 3M-site is over het algemeen naar het zuidoosten gericht, in de richting van de Palingbeek, die als lokale afvoer fungeert. Het hydrogeologische gedrag in deze laag kan worden beïnvloed door de ondergrondse dijken die deels zijn afgewerkt met een plastic folie en daardoor barrières kunnen vormen voor horizontale grondwaterstroming. Binnen de binnendijken wordt de grondwaterstroming in de 1ste aquifer mede beïnvloed door het P&T-systeem, dat een radiaal inwaartse stroming rond de pompputten genereert, waardoor de verontreiniging onsite beheerst wordt.

Figuur 2-7 Grondwatercontourenkaart op basis van gemiddelde grondwaterstanden – 1ste aquifer



In de 2de aquifer stroomt het grondwater ter hoogte van de 3M-site deels naar het noordoosten in de richting van de Schelde, en deels naar het zuidoosten in de richting van de Palingbeek. De grondwatercontourenkaart voor de 2de aquifer, eveneens op basis van gemiddelde grondwaterstanden, is weergegeven in Figuur 2-8.

Getijdenschommelingen van de Schelde zijn zichtbaar in de grondwaterstanden ter hoogte van de 3M-site. Recent zijn op basis van diver-metingen in monitoringspeilbuizen met filterstelling in de 1ste en 2de aquifer getijdevariaties aangetoond met amplitudes tot 15 cm. Bovendien gaf een hydraulische connectietest, waarbij het P&T-systeem in de 1ste aquifer gedurende 3 dagen werd uitgeschakeld, aan dat het waterpeil in beide watervoerende lagen zich herstelde, wat suggereert dat de Polderklei niet voor een hydraulische isolatie tussen beide watervoerende lagen zorgt.

Figuur 2-8 Grondwatercontourenkaart op basis van gemiddelde grondwaterstanden – 2de aquifer

2.4 PFAS-concentraties in grondwater

Sinds de uitvoering van het 1ste gefaseerde BSP heeft 3M de PFAS-concentraties in het grondwater ter hoogte van het zuidelijke terreingedeelte gemonitord en de gegevens aan de OVAM gerapporteerd via tussentijdse verslagen. Met de start van de Oosterweelwerken rond 2017 zijn de meeste peilbuizen in deze zone niet meer aanwezig; peilbuizen zullen worden herplaatst wanneer de bouwwerken dit toelaten. Intussen zijn aanvullende onderzoeken uitgevoerd op het zuidelijke deel van de 3M-site, in het kader van een nieuwe AWZI die 3M zal bouwen.

In het BSP van 2008 zijn PFOS, PFOA, PFHxS en PFOSA als Compounds of Concern (COC) gedefinieerd, waarvan PFOS in het algemeen de grootste bijdrage in het grondwater van de 1ste aquifer had.

Sinds midden 2021 worden grondwatermonsters geanalyseerd op een uitgebreider PFAS-pakket, overeenkomstig de gewijzigde regelgeving inzake PFAS-onderzoek in grondwater. Een gedetailleerde beschrijving van deze bevindingen zal worden gerapporteerd in het kader van de onderzoeken waarvoor de monsters zijn genomen. Uit deze gegevens blijkt dat ook andere verbindingen dan PFOS in significante concentraties in het grondwater aanwezig zijn.

Op de kaarten in Bijlage 1 zijn de grondwaterconcentraties ter hoogte van de 3M-site en het zuidelijke terreingedeelte weergegeven, op basis van de momenteel beschikbare analytische gegevens in dit gebied:

- de maximale PFOS-concentratie gemeten over de periode 2016-2022 (peilbuizen ten zuiden van de 3M-site zijn voor het laatst bemonsterd rond 2016-2017); en

- De som van PFAS (20 verbindingen[6]) gemeten in de periode 2021-2022 (meest recente meting weergegeven).

De maximaal gemeten PFOS-concentraties in de 1ste aquifer nabij de zuidelijke perceelsgrens van de 3M-site liggen in de grootte-orde van enkele 1000-en µg/l en bevinden zich ten zuiden van de AWZI. Verder naar het zuiden zijn concentraties in de 1st aquifer gemeten in de grootte-orde van enkele 100-en µg/l. Een statistische trendanalyse (Mann Kendall test) van de PFOS-concentraties over de periode 2016 - 2022 geeft aan dat de PFOS-concentraties in het algemeen een stabiele tot dalende trend in de tijd vertonen.

Net zoals voor PFOS, liggen de maximaal gemeten concentraties aan som-PFAS nabij de zuidelijke perceelsgrens in de grootte-orde van enkele 1000-en µg/l en bevinden zich ten zuiden van de AWZI. Er zijn geen gegevens voor som-PFAS verder naar het zuiden beschikbaar, aangezien de peilbuizen ter hoogte van de zone Oosterweelwerken sinds 2016-2017 niet meer aanwezig zijn.

2.5 Samenvatting van het conceptuele sitemodel

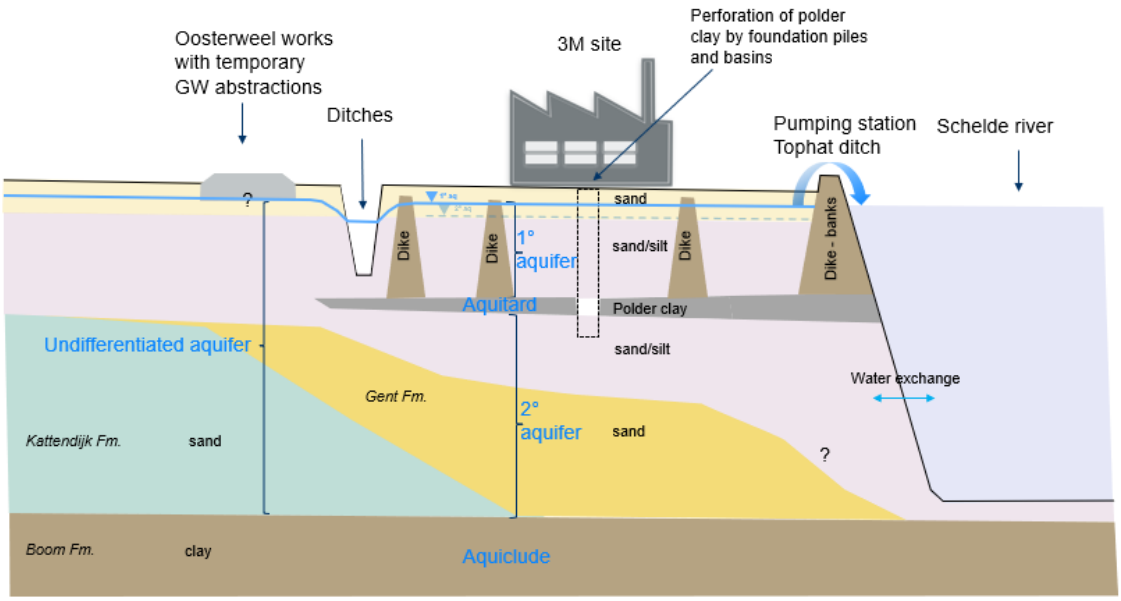
Het CSM kan op dit moment als volgt beknopt beschreven worden:

- Multi-aquifer systeem met:
  - Freatische aquifer / stuwwatertafel, siltig zand - antropogene ophoging (1ste aquifer);
  - Aquitard ("Polderklei"): fijne laag met laterale variaties in lithologie en niet continu als gevolg van civiele werken (funderingen, bekkens,...);
  - Half gespannen, zandige aquifer (hoofdzakelijk zand, 2de aquifer); en
  - Aquifer basis ("Boomse klei"): klei aquiclude.
- Aanwezigheid van ondergrondse dijken:
  - Ondergrondse dijken van de Polderklei tot ongeveer 0,5 m-mv; en
  - Het 3M-terrein is omringd door buitendijken en het productie-gedeelte van het 3M-terrein is bijkomend omringd door binnendijken ("gesloten doos").
- Oppervlaktewateren:
  - Schelde, die de 2de aquifer draineert en door dijken gescheiden is van de 1ste aquifer;
  - Blokkersdijkvijver die voornamelijk gevoed wordt door neerslag;
  - Palingbeek, ten zuiden van de 3M-site, met een drainerende werking op het grondwater; en
  - Tophatgracht/Palingbeek, oostelijk van Blokkersdijkvijver, met drainerende werking op het grondwater.
- Grondwaterverontreiniging:
  - Grondwater verontreinigd met PFAS-verbindingen;
  - Verontreinigingsbronnen voornamelijk ter hoogte van gebouw 16 en AWZI; en
  - De PFAS-concentraties vertonen doorheen de tijd een stabiele tot dalende trend.

[6] Op basis van toetsingswaarden voor PFOS en PFOA in bodem en voor PFAS in grondwater (OVAM, 4 april 2022)

Ondertaande figuur is een schematische voorstelling die de voornaamste elementen van het CSM samenvat (Figuur 2-9):

Figuur 2-9 Samenvatting van het conceptuele sitemodel



2.5.1 Onzekerheden in het CSM

Binnen het CSM zijn er nog enkele onzekerheden, zoals de exacte locatie en samenstelling van de ondergrondse dijken rond de site, de hydraulische doorlatendheid in beide aquifers en de PFAS-concentraties in het grondwater ter hoogte van delen van de zuidelijke en oostelijke perceelsgrens van het 3M-terrein. Er is aanvullend veldwerk gepland om deze leemten op te vullen en het CSM zal hiermee verder worden verfijnd.

Bovendien zijn de locatie, het ontwerp van de beekbedding (d.w.z. de hoogte) en het tijdstip van aanleg van de nieuwe Palingbeek, als onderdeel van de Oosterweelwerken, nog onduidelijk. Hierdoor is het momenteel onzeker hoe de toekomstige Palingbeek het hydrogeologische regime zal beïnvloeden en wat de potentiële kwetsbaarheid van de toekomstige Palingbeek zal zijn ten aanzien van instroom van geïmpacteerd grondwater. Zodra een definitief ontwerp van de toekomstige Palingbeek beschikbaar is, zal het CSM met deze informatie eveneens worden verfijnd.

3 3-D numeriek model

Een driedimensionaal, numeriek grondwaterstromingsmodel is gemaakt voor het 3M-terrein en het omliggende gebied, gebruik makend van de finite volume code MODFLOW-USG (Unstructured Grid), een van de nieuwste en krachtigere versies van de code MODFLOW, ontwikkeld door US-Geological Survey.

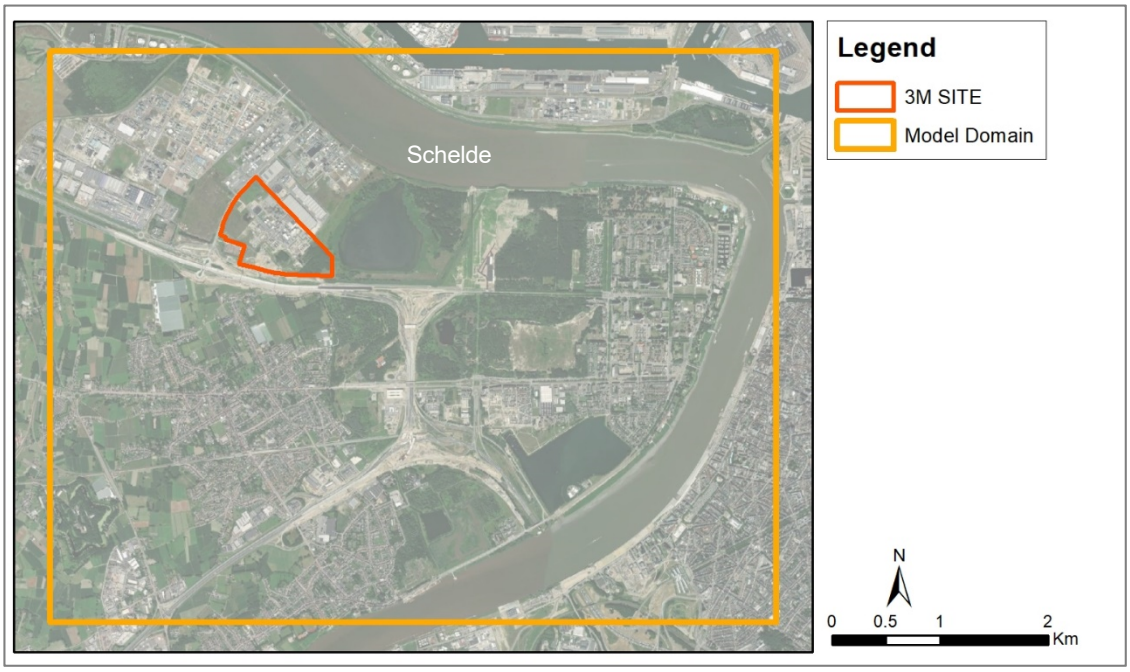
Het model omvat de relevante hydrogeologische gegevens verkregen tijdens het bodemonderzoek, alsook een robuuste hydrogeologische datacompilatie die representatief is voor een ruim gebied rondom de 3M site. Deze gegevens zijn afkomstig van overheidsinstanties en particuliere partijen die in de omgeving van de 3M-site actief zijn, en zijn geanalyseerd om de robuustheid van het CSM aanzienlijk te vergroten. De code PEST (Parameter estimation and uncertainty analysis) is gebruikt om het model te kalibreren, een van de meest geavanceerde instrumenten voor de kalibratie van hydrogeologische modellen.

Het model is een geavanceerd instrument voor het uitvoeren van hydrogeologische simulaties, die essentieel zijn voor een doeltreffend milieubeheer van de site.

In dit hoofdstuk is een samenvatting gegeven van de huidige versie van het grondwaterstromingsmodel. Er wordt opgemerkt dat er eveneens een stoftransportmodel in opmaak is, gekoppeld aan dit grondwaterstromingsmodel.

Het model omvat de 1ste en 2de aquifer in het gebied waar de Polderklei aanwezig is, en de ongedifferentieerde aquifer buiten het gebied van de Polderklei (Figuur 2-1). Het modeldomein is veel groter dan de 3M-site zelf en omvat een gebied van ongeveer 6,7 km in oost-westelijke richting en 5,3 km in noord-zuidelijke richting. Het omvat eveneens een relevant deel van de Schelde, waardoor een grondwaterstromingsmodel kan gemaakt worden op basis van robuuste hydrogeologische randvoorwaarden (Figuur 3-1).

Figuur 3-1 Het modeldomein



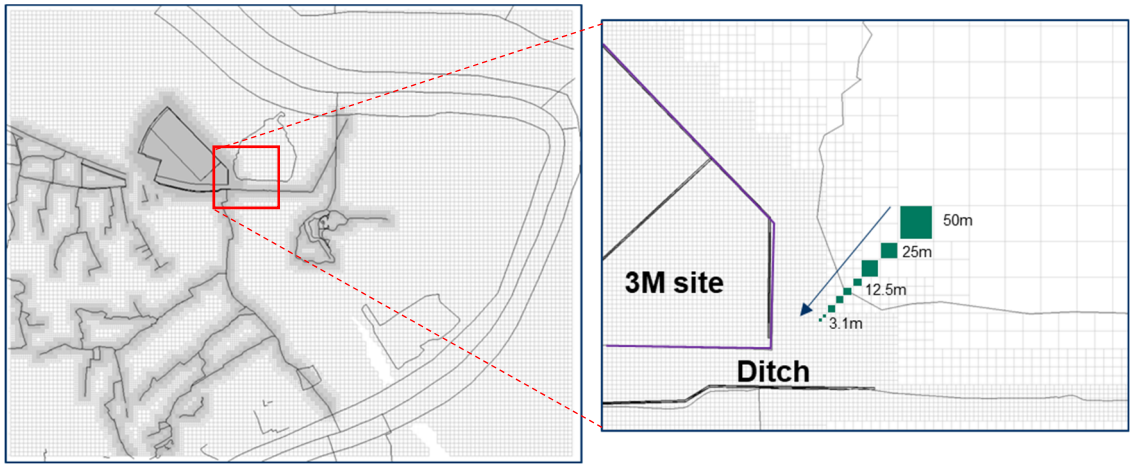
Het modelraster bestaat uit ongeveer 460.000 cellen, gestructureerd in de volgende 7 hydrogeologische lagen:

- Laag 1: ondiep zand (1ste aquifer)
- Laag 2: zand-leemmengsel (1ste aquifer)
- Laag 3: Polderklei (aquitard)

- Laag 4: mengsel van zand en leem (2de aquifer)
- Laag 5: zand (2de aquifer)
- Laag 6: zand Kattendijk/Berchem (2de aquifer)
- Laag 7: Boomse klei (aquiclude)

Horizontaal bestaat het raster uit rechthoekige cellen met afmetingen van ongeveer 50x50 m, verfijnd tot 3,1 x 3,1 m met behulp van een lokale verfijningsmethode, de "Quadtree"-verfijning (Figuur 3-2).

Figuur 3-2 Ongestructureerd modelraster en detail rasterverfijning



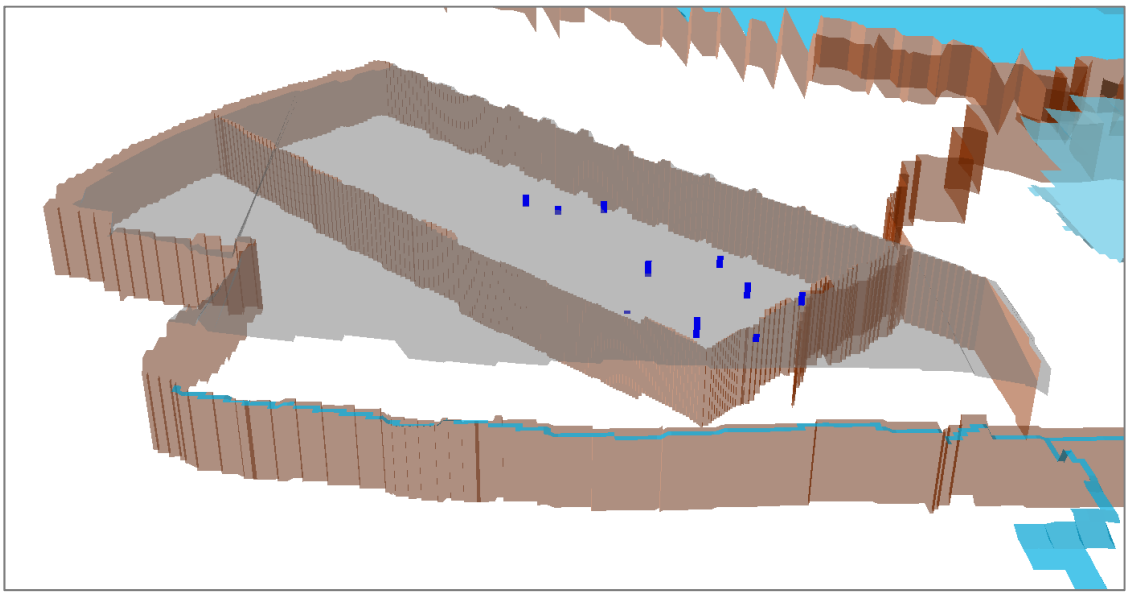
De geometrie van het grondwatermodel is gemaakt op basis van een 3D-geologisch model, ontwikkeld met de software MVS (Mining Visualization System). Het 3D-geologisch model is gebaseerd op CPT-loggegevens, die vervolgens deels gevalideerd zijn door grondboringen. Het grondwatermodel is gemaakt met de software Groundwater Vistas 8.

De modelrandvoorwaarden zijn ingesteld met behulp van:

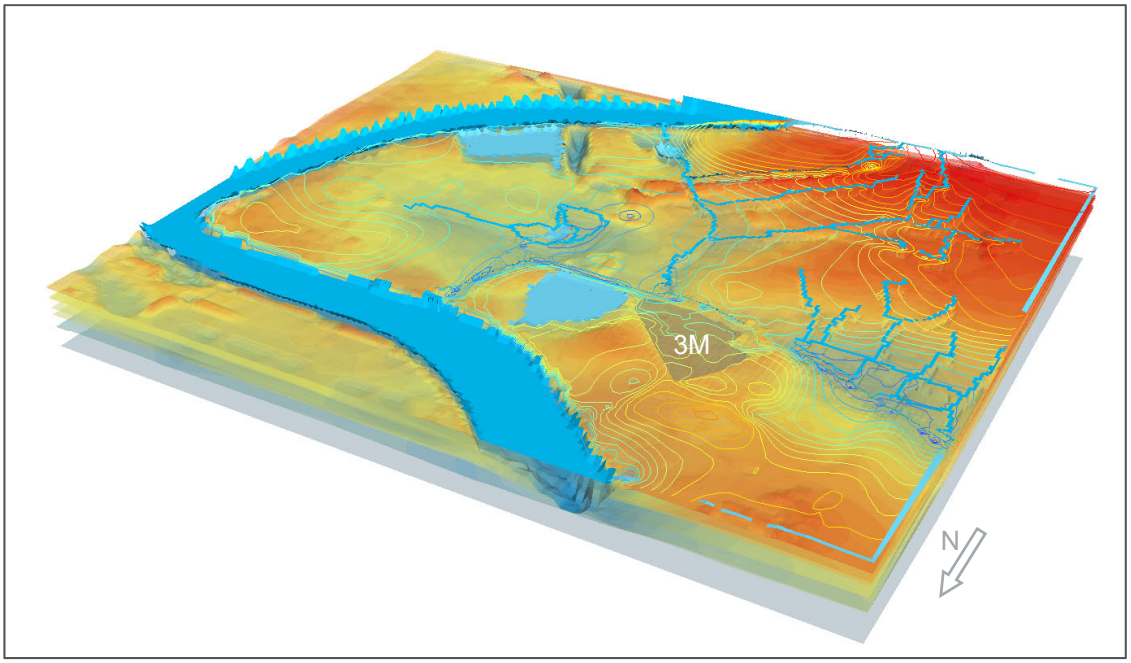
- "General Head Boundary" (GHB)-cellen op de noordwestelijke, westelijke en zuidwestelijke modelgrenzen;
- "No-Flow" cellen om de aquifer aan de rechterkant van de Schelde te simuleren;
- "Rivier"-cellen voor de simulatie van de Schelde en de grachten, binnen het modelgebied;
- "General Head Boundary" (GHB)-cellen om de vijvers in het modeldomein te simuleren;
- "Well"-cellen om de waterputten te simuleren; en
- "Hydraulic Flow Barrier" (HFB)-cellen voor de simulatie van de ondergrondse dijken (binnen- en buitendijken rondom de 3M-site en dijken van de Schelde), binnen het modelgebied (Figuur 3-3).

Een 3D-weergave van het modeldomein is weergegeven in Figuur 3-4.

Figuur 3-3 Simulatie van de ondergrondse dijken met behulp van de HFB-randvoorwaarde van MODFLOW-USG



Figuur 3-4 3-D aanzicht van het grondwaterstromingsmodel



De kalibratie van het grondwaterstromingsmodel is uitgevoerd met behulp van verschillende soorten kalibratiedoelen, waaronder:

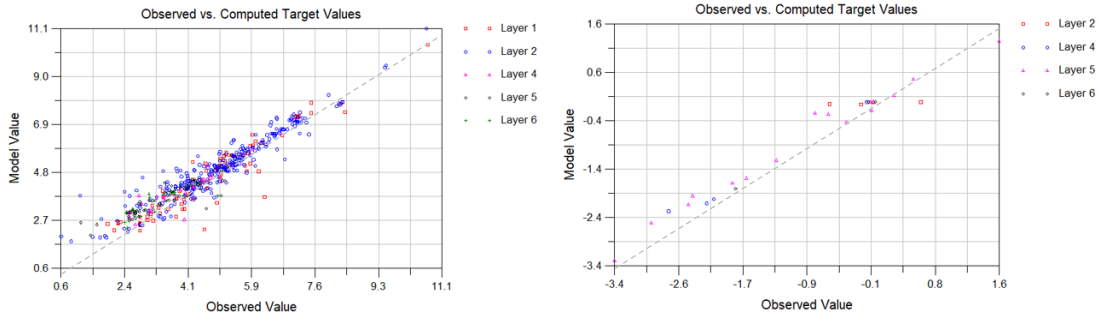
- 488 doelen van het type stijghoogte ("head"; 372 in de 1ste aquifer, 116 in de 2de aquifer); en
- 27 doelen van het type verschil in stijghoogte, berekend als het verschil tussen de stijghoogtes in de 1ste en 2de aquifer.

De kalibratiedoelen voor stijghoogten en stijghoogteverschillen zijn geselecteerd na compilatie en analyse van alle beschikbare piëzometrische informatie van putten op en buiten het terrein. De kalibratiedoelen voor stijghoogte en stijghoogteverschil zijn de gemiddelde grondwaterstanden van 2016 tot 2022, zodat het model representatief is voor de gemiddelde toestand van de aquifer in die periode.

De kalibratie van het stromingsmodel levert goede statistieken op, met een geschaalde RMS (restsom van de kwadraten gedeeld door het bereik van de waarnemingen) die lager is dan de drempelwaarde van 10% die gewoonlijk voor een gekalibreerd model wordt aanvaard, namelijk 4,8% en 5,5% voor respectievelijk de kalibratiedoelen voor de stijghoogtes en stijghoogteverschillen. De nauwkeurigheid van de kalibratie blijkt ook uit de kalibratiegrafieken, weergegeven in Figuur 3-5, waar de punten zeer goed zijn uitgelijnd over de theoretische 45°-lijnen, zowel voor de stijghoogtes als voor de stijghoogteverschillen.

Figuur 3-5 Kalibratiegrafieken, voor a) stijghoogtes en b) stijghoogteverschillen

a) b)

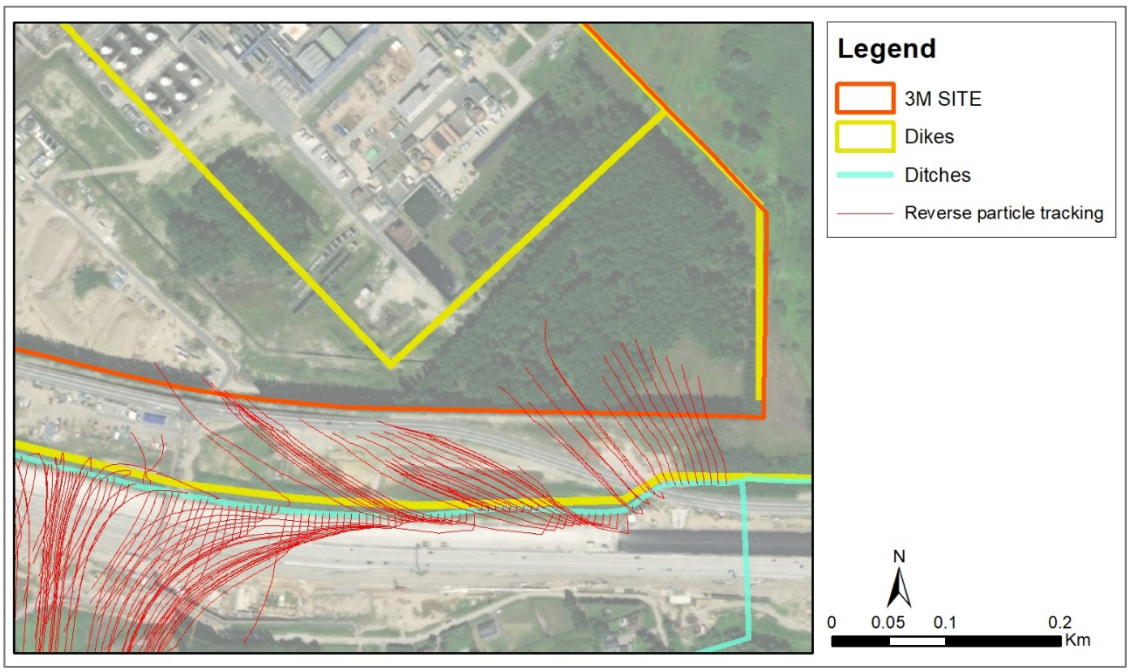


Met het gekalibreerde model is een omgekeerde partikel-tracking uitgevoerd startend van de huidige locatie van de Palingbeek, om zo de oorsprong van het door de Palingbeek afgevoerde grondwater te beoordelen. Uit deze partikel-tracking, zoals weergegeven in Figuur 3-6, blijkt dat de Palingbeek grondwater ontvangt uit de 1ste en 2de aquifer ter hoogte van het zuidelijke terreingedeelte, waar verhoogde PFAS-concentraties in beide aquifers zijn gemeten. Op basis van deze informatie wordt verwacht dat de installatie van een hydraulische barrière ter hoogte van het zuidelijke terreingedeelte de instroom van verontreinigd grondwater naar de Palingbeek aanzienlijk kan verminderen.

Niettegenstaande de huidige onzekerheden van het CSM (zie hoofdstuk 2.5.1), is het gekalibreerde numerieke grondwaterstromingsmodel een robuust instrument dat kan worden gebruikt voor het uitvoeren van voorlopige toekomstige simulaties voor het conceptuele ontwerp van de hydraulische barrière ter bescherming van de Palingbeek (zie hoofdstuk 4.2 hieronder).

Naarmate nieuwe gegevens beschikbaar worden en de huidige onzekerheden verder verduidelijkt worden, zullen deze worden gebruikt om het CSM en de numerieke grondwaterstromings- en transportmodellen verder te verfijnen. Dit zal de modellen nog beter in staat stellen om potentiële toekomstige ontwerpopties voor herstelmaatregelen met grotere betrouwbaarheid te simuleren.

Figuur 3-6 Omgekeerde partikel-tracking toont aan dat de Palingbeek het grondwater draineert in de zuidoostelijke hoek van de 3M-site



4 Voorstel kleine wijziging van het BSP van 2008

Het goedgekeurde BSP van 2008, opgesteld door Arcadis, omvat het concept van een hydraulische barrière als alternatief om de potentiële impact op het natuurgebied Blokkersdijk te beperken. In overleg met de OVAM kan een saneringsconcept van het BSP van 2008 toegepast worden als vroegtijdige en preventieve actie, om zo een hydraulische barrière te plaatsen om de instroom van met PFAS verontreinigd grondwater vanuit het zuidelijke terreingedeelte naar de Palingbeek aan te pakken. Als zodanig wordt de toepassing van dit saneringsconcept ter bescherming van de Palingbeek voorgesteld als een kleine wijziging van het goedgekeurde BSP van 2008.

Hoewel er nog onzekerheden bestaan over het CSM en de toekomstige kenmerken van de Palingbeek, zoals uiteengezet in de vorige paragrafen, zijn de bestaande informatie en de huidige versie van het numerieke 3-D grondwaterstromingsmodel voldoende robuust om te evalueren welke delen van de Palingbeek het meest kwetsbaar zijn naar instroom van met PFAS verontreinigd grondwater toe.

De modellen zijn van cruciaal belang om een beter inzicht te krijgen in de algemene verspreiding van de verontreiniging naar het oppervlaktewater en tussen de beide aquifers. Ze zullen worden geactualiseerd naarmate het CSM wordt verfijnd, ter verdere ondersteuning van de uitwerking van een passende sanering op langere termijn en van maatregelen rond het verspreidingsrisico voor grondwater.

4.1 Doel van de hydraulische barrière

Op basis van het huidige CSM is het haalbaar om op dit moment een hydraulische barrière te ontwerpen die de instroom van met PFAS verontreinigd grondwater in de Palingbeek zal

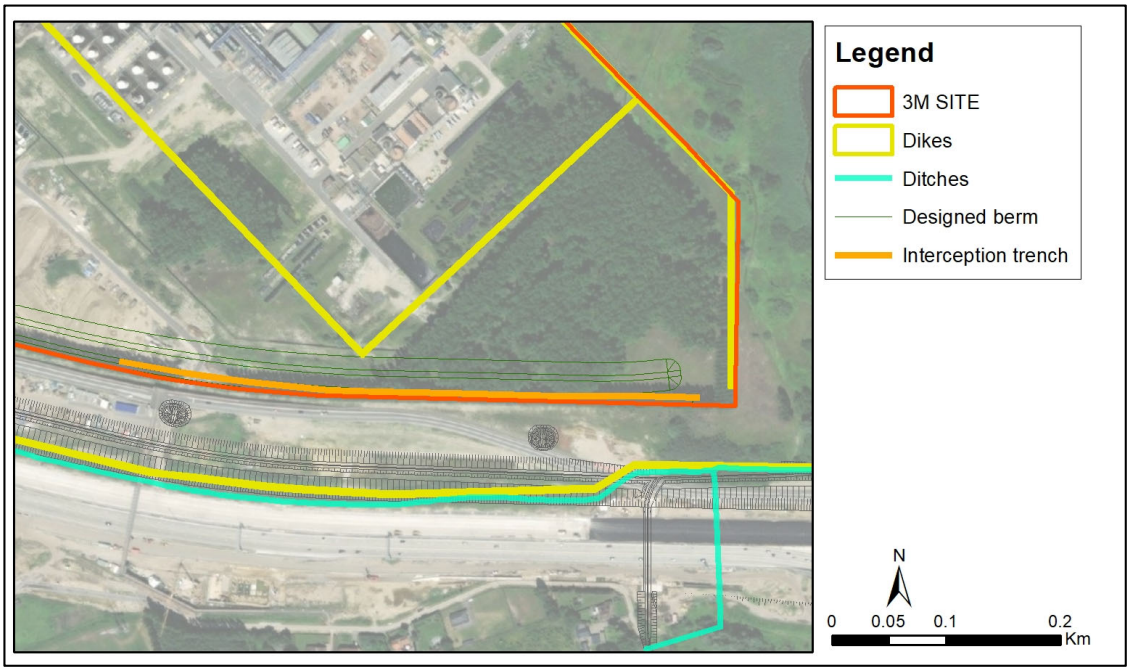
verminderen. De hydraulische barrière zal het meest geimpacteerde grondwater dat vanuit het zuidelijke terreingedeelte naar de Palingbeek stroomt, capteren.

4.2 Conceptueel ontwerp van hydraulische barrière ter bescherming van de Palingbeek

Het voorgestelde conceptuele ontwerp van de hydraulische barrière bestaat uit de installatie van een interceptie sleuf (trench) met een horizontale drain loodrecht op de grondwaterstromingsrichting en evenwijdig aan de Palingbeek om met PFAS verontreinigd grondwater dat in de richting van de Palingbeek stroomt, op te vangen.

Bij de voorgestelde locatie van de interceptie sleuf ter bescherming van de Palingbeek is rekening gehouden met de toekomstige beperkingen in ruimte als gevolg van de geplande civiele werken ter hoogte van het zuidelijke terreingedeelte van de 3M-site en de Oosterweelwerken nabij deze zone. In het bijzonder wordt rekening gehouden met de vermoedelijke aanleg van een berm op het terrein, met de aanpassing van de huidige bedding van de Palingbeek ten zuiden van het terrein en met de lokatie van de nieuw te bouwen AWZI. Figuur 4-1 toont de voorgestelde locatie van de interceptie sleuf, binnen de terreingrens van 3M, onmiddellijk ten zuiden van de vermoedelijke toekomstige berm en ten noorden van de bomen langs de zuidelijke grens van het terrein. Voor het gedetailleerde ontwerp zal de geotechnische stabiliteit van de berm in combinatie met de voorgestelde interceptie sleuf moeten worden beoordeeld.

Figuur 4-1 Locatie van de interceptie sleuf



De voorgestelde interceptie sleuf heeft een totale conceptuele ontwerplengte van ca. 500 m. Verticaal zal de interceptie sleuf zich onmiddellijk bovenop de Polderklei bevinden, met absolute hoogten tussen ca. 2,4 en 0,6 m TAW.

Het conceptuele ontwerp van de interceptie sleuf is gesimuleerd door het toevoegen van "Drain" randvoorwaardecellen aan het gekalibreerde grondwaterstromingsmodel, met een

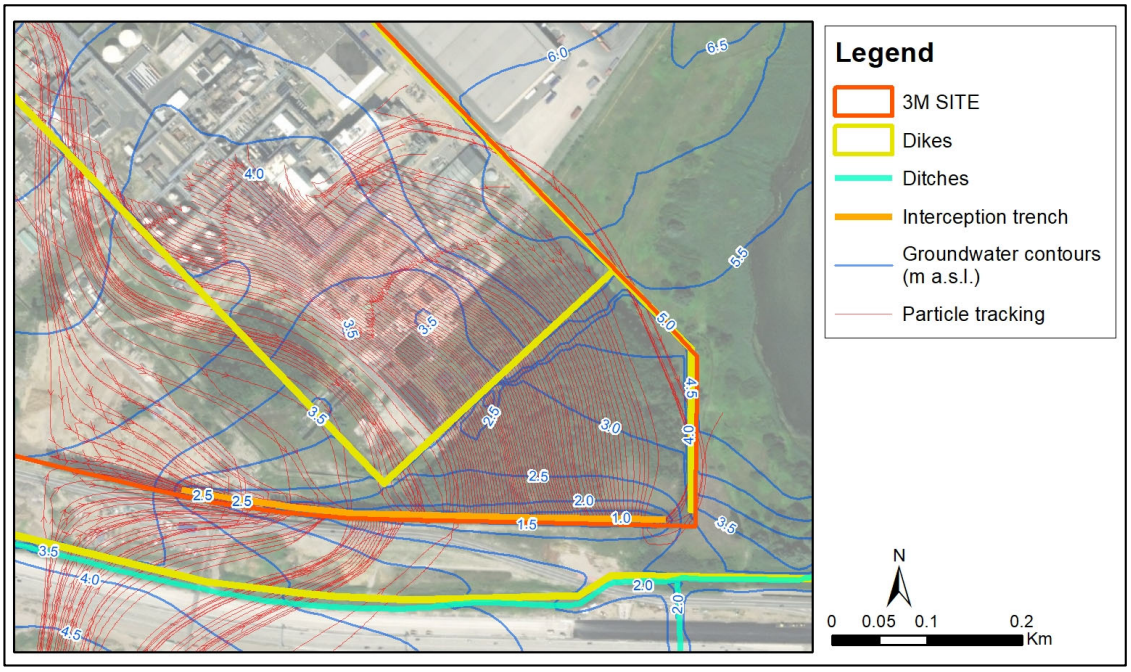
geleidingscoëfficiënt (conductance) berekend ervan uitgaande dat de doorlaatbare sleuf een dikte van 0,5 m zal hebben en een hydraulisch doorlatendheid van 100 m/dag (1,1 E^{-3} m/s), vergelijkbaar met dat van grind. Simulaties van de voorgestelde interceptie sleuf zijn uitgevoerd rekening houdend met de drie beschikbare scenario's van de Palingbeek, waaronder:

1. Huidige Palingbeek;
2. BAFO-ontwerp van de toekomstige Palingbeek (vergund); en
3. OT ontwerp van de toekomstige Palingbeek.

Figuur 4-2 toont het resultaat van de simulatie uitgevoerd met de Palingbeek in de huidige situatie (huidige geometrie van de Palingbeek) en met de voorgestelde locatie van de interceptie sleuf. De omgekeerde partikel-tracking vertrekkend van de sleuf toont aan dat de interceptie sleuf grondwater uit de aquifer over de volledige laterale omvang van de 3M site zal capteren, wat een doeltreffende bescherming biedt aan de Palingbeek.

De gesimuleerde grondwateronttrekking met de interceptie sleuf onder de huidige modelomstandigheden is geschat in de grootte-orde van 200 m^3/dag. Uit het model volgt ook dat het grondwater dat door de Palingbeek wordt afgevoerd langs de zuidgrens van de 3M site tot aan de samenvloeiiing met de Vlietbosbeek (zijbeek die vanuit het zuiden in de Palingbeek uitmondt) kan afnemen van ca. 90 m^3/dag tot ca. 60 m^3/dag.

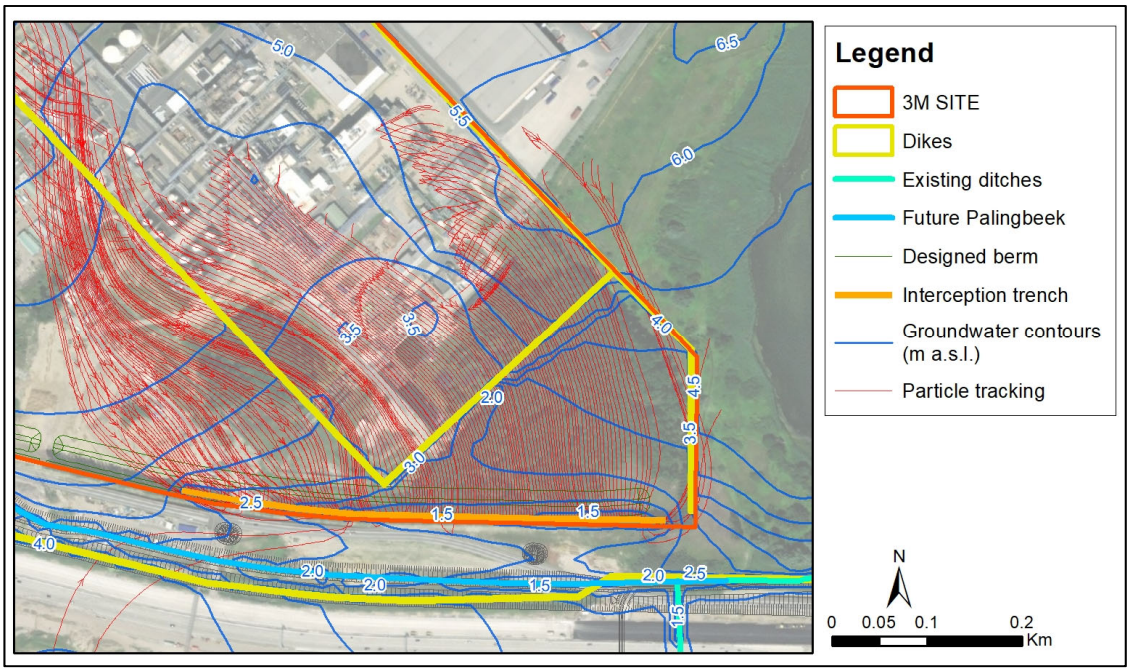
Figuur 4-2 Simulatie van de grondwaterstroming nabij de interceptie sleuf met de huidige Palingbeek



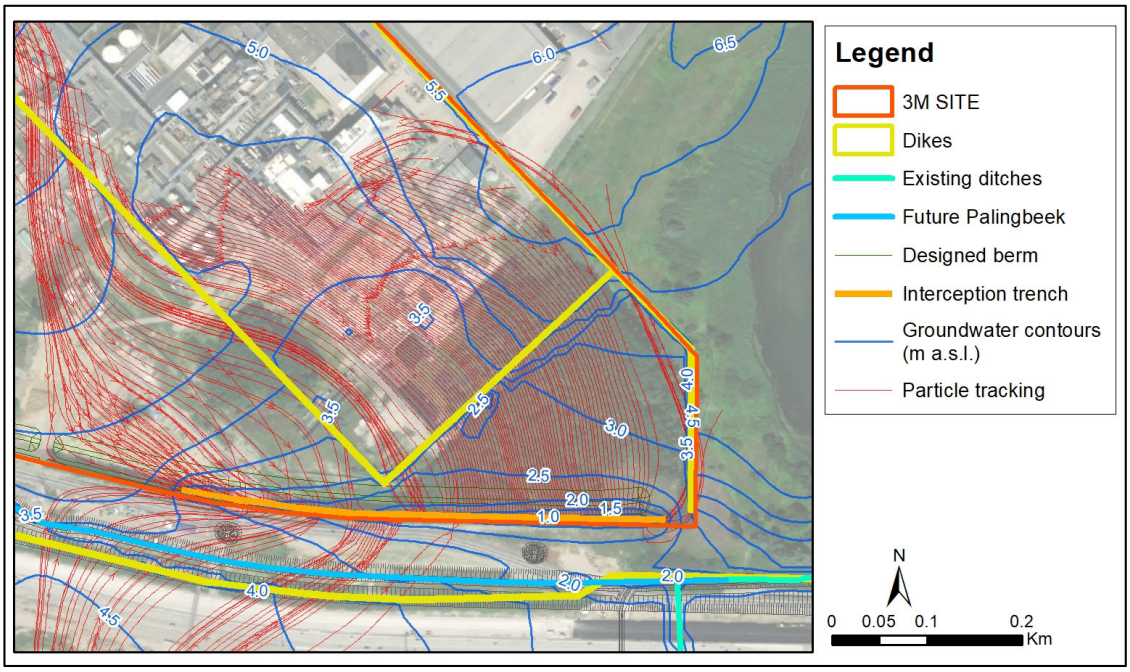
Het gesimuleerde effect van de interceptie sleuf onder de toekomstige Palingbeek is geïllustreerd in Figuur 4-3 voor het BAFO ontwerp en Figuur 4-4 voor het OT-ontwerp. Hieruit blijkt dat de omgekeerde partikel-tracking niet significant wijzigt ten opzichte van de simulatie met de Palingbeek in de huidige situatie: het invloedsgebied van de interceptie sleuf is zeer vergelijkbaar met deze gesimuleerd voor de huidige Palingbeek. Er wordt bijgevolg niet

verwacht dat de doeltreffendheid van het voorgestelde conceptuele ontwerp van de interceptie sleuf, ter bescherming van de Palingbeek, zal afnemen als gevolg van één van beide nieuwe beoogde configuraties van de Palingbeek.

Figuur 4-3 Simulatie van de grondwaterstroming nabij de interceptie sleuf met de toekomstige Palingbeek (BAFO Ontwerp)



Figuur 4-4 Simulatie van de grondwaterstroming nabij de interceptie sleuf met de toekomstige Palingbeek (OT-ontwerp)



Het debiet van de interceptie sleuf berekend met het huidige grondwaterstromingsmodel verandert echter enigszins naargelang welke van de twee configuraties van de nieuwe Palingbeek wordt gekozen. Naar schatting zou ca. 170 m^3/dag worden onttrokken met het BAFO-ontwerp (d.w.z. een beddinghoogte dieper dan de huidige Palingbeek en met een hoger drainerend effect) tegenover ca. 200 m^3 /dag met het OT-ontwerp (d.w.z. bodemhoogte vergelijkbaar met de huidige Palingbeek).

De vermelde onttrekkingsdebieten en beheerscapaciteit van de interceptie sleuf (in elk scenario) zijn gesimuleerde schattingen op basis van het huidige grondwaterstromingsmodel en zijn nog onderhevig aan de huidige onzekerheid van het model. Het onttrekkingsdebiet van de interceptie sleuf kan variëren op basis van toekomstige verfijning van het model, maar zal eveneens afhangen van de constructie details van de sleuf (type drain, afmetingen en geometrie van de sleuf, hydraulisch doorlatendheid van het filterpakket, etc.).

4.3 Algemene constructie en operationele details van de hydraulische barrière

De algemene constructie details voor het conceptuele ontwerp van de interceptie sleuf zijn als volgt:

- Vanaf de top van de Polderklei, op een diepte van ca. 4,5 m-mv, tot aan de oppervlakte;
- Geschatte breedte van 0,5-0,8 m en geschatte lengte van 500 m;
- Drainagebuis bestaande uit geperforeerd HDPE met een ruime diameter (250-300 mm), omwikkeld met fijn pre-filtergaas; en
- Aanvulconstructie bestaande uit een 0,2 m bed van drainagezand, drainagebuis, vervolgens drainagezand tot aan het grondwaterpeil (ca. 2 m-mv) en afgetopt met schoon aanvulmateriaal tot op het niveau van het maaiveld.

De sleuf kan worden uitgevoerd als een reeks kortere segmenten bestaande uit een geperforeerde drainagebuis, die door de zwaartekracht afwatert in de richting van een verticale schacht van waaruit het verzamelde water naar de oppervlakte wordt gepompt voor behandeling. Aan het einde van elk segment kan een injectieput worden aangebracht voor periodiek onderhoud.

Tijdens de installatie zal de uitgegraven bodem worden gekarakteriseerd op verontreiniging en zal de verontreinigde grond worden afgevoerd voor off-site behandeling of berging.

Het onttrokken grondwater (momenteel geschat op ca. 200 m^3/dag) zal tijdens de exploitatie via pijpleidingen naar de AWZI op het terrein van 3M worden geleid voor behandeling, voor zover de lozingsnormen die zijn vastgelegd in de omgevingsvergunning van 3M kunnen worden nageleefd. Als zodanig zal de behandeling van verontreinigd grondwater dat in de interceptie sleuf zal worden opgevangen, worden meegenomen in het ontwerp van de nieuwe AWZI van 3M.

Het grondwater zal tijdens de exploitatie van de sleuf moeten worden gecontroleerd om de doeltreffendheid van de hydraulische beheersing te beoordelen, zowel uit hydrogeologisch oogpunt (omkering van de grondwatergradiënten) als uit hydrochemisch oogpunt (vermindering van de PFAS-concentraties tussen de interceptie sleuf en de Palingbeek). Langs de zuidelijke terreingrens kunnen peilbuizen op verschillende diepten worden geplaatst om het grondwaterpeil en de PFAS-concentraties op te volgen.

4.4 Tijdslijn

Hieronder volgt een eerste tijdschema voor de uitvoering van de voorgestelde hydraulische barrière.

Nadat het saneringsconcept en de kleine wijziging aan het BSP van 2008 door de OVAM zijn gevalideerd, zal een gedetailleerd ontwerpplan van de interceptie sleuf worden uitgewerkt met inbegrip van constructiedetails en -methodes, prestatiecriteria en verdere planning. De tijd om het gedetailleerd ontwerpplan uit te werken, wordt geschat op maximaal 4 maanden.

Het is aanbevolen om een eerste pilootproef uit te voeren waarbij één segment geïnstalleerd wordt en gedurende 1-2 maanden wordt geëxploiteerd. Op basis van de input van deze pilootproef en na eventuele aanpassingen van het gedetailleerde ontwerp, kan overgegaan worden tot de installatie van de volledige sleuf (full scale) in een tweede fase, gevolgd door een full scale exploitatie en onderhoud (O&M). De tijd nodig voor de installatie van het pilootproef gedeelte en de full scale sleuf zal afhangen van de middelen en methoden die in de gedetailleerde plannen zullen omschreven worden. Om de interceptie sleuf full scale te kunnen gebruiken, is het wellicht nodig dat de nieuwe AWZI operationeel is, wat pas in 2024 zal zijn.

De duur van de full scale O&M van de interceptie sleuf als een hydraulische beheersmaatregel is eveneens moeilijk in te schatten op dit moment en zal verder geraamd moeten worden op basis van de bijgewerkte grondwaterstromings- en transportmodellen. Bovendien zal de duur van het O&M uiteindelijk verder moeten worden geëvalueerd en aangepast in de context van potentieel toekomstige, nog te bepalen saneringsmaatregelen.

5 Conclusie

3M stelt een kleine wijziging voor van het goedgekeurde BSP van 2008, opgesteld door Arcadis, om een hydraulische barrière te installeren om de instroom van verontreinigd grondwater naar de Palingbeek te beheersen. De voorgestelde strategie is gebaseerd op de veronderstelling dat het BSP van 2008 bepalingen bevatte voor een gelijkaardige saneringsaanpak om de potentiële instroom van verontreinigd grondwater naar de Blokkersdijkvijver aan te pakken.

Op basis van de op dit moment beschikbare informatie blijkt dat de Palingbeek de voornaamste receptor is van met PFAS verontreinigd grondwater dat vanuit het zuidelijk terreingedeelte van 3M in zuidoostelijke richting stroomt. De PFAS-vuilvracht die in de Palingbeek terecht komt, bereikt uiteindelijk ook de Schelde. 3M wil dit bijgevolg op korte termijn aanpakken en niet wachten op de voltooiing van de Oosterweelwerken in deze zone, zoals oorspronkelijk was voorgesteld in het BSP van 2008.

Hoewel er nog steeds onzekerheden bestaan over het CSM en de toekomstige kenmerken van de Palingbeek (d.w.z. verplaatsing en nieuw ontwerp door Lantis), zijn de bestaande informatie en de huidige versie van het grondwaterstromingsmodel voldoende robuust om het conceptuele ontwerp van een hydraulische barrière (een interceptie sleuf) te ontwerpen, waarmee de instroom van met PFAS verontreinigd grondwater naar de Palingbeek verminderd wordt. Het grondwaterstromingsmodel geeft aan dat de doeltreffendheid van het voorgestelde conceptuele ontwerp van de interceptie sleuf naar verwachting niet zal dalen door een van de nieuwe configuraties van de Palingbeek.

De interceptie sleuf is bedoeld als een beheersmaatregel om de instroom van met PFAS verontreinigd grondwater naar de Palingbeek te beperken. Naarmate meer inzicht wordt

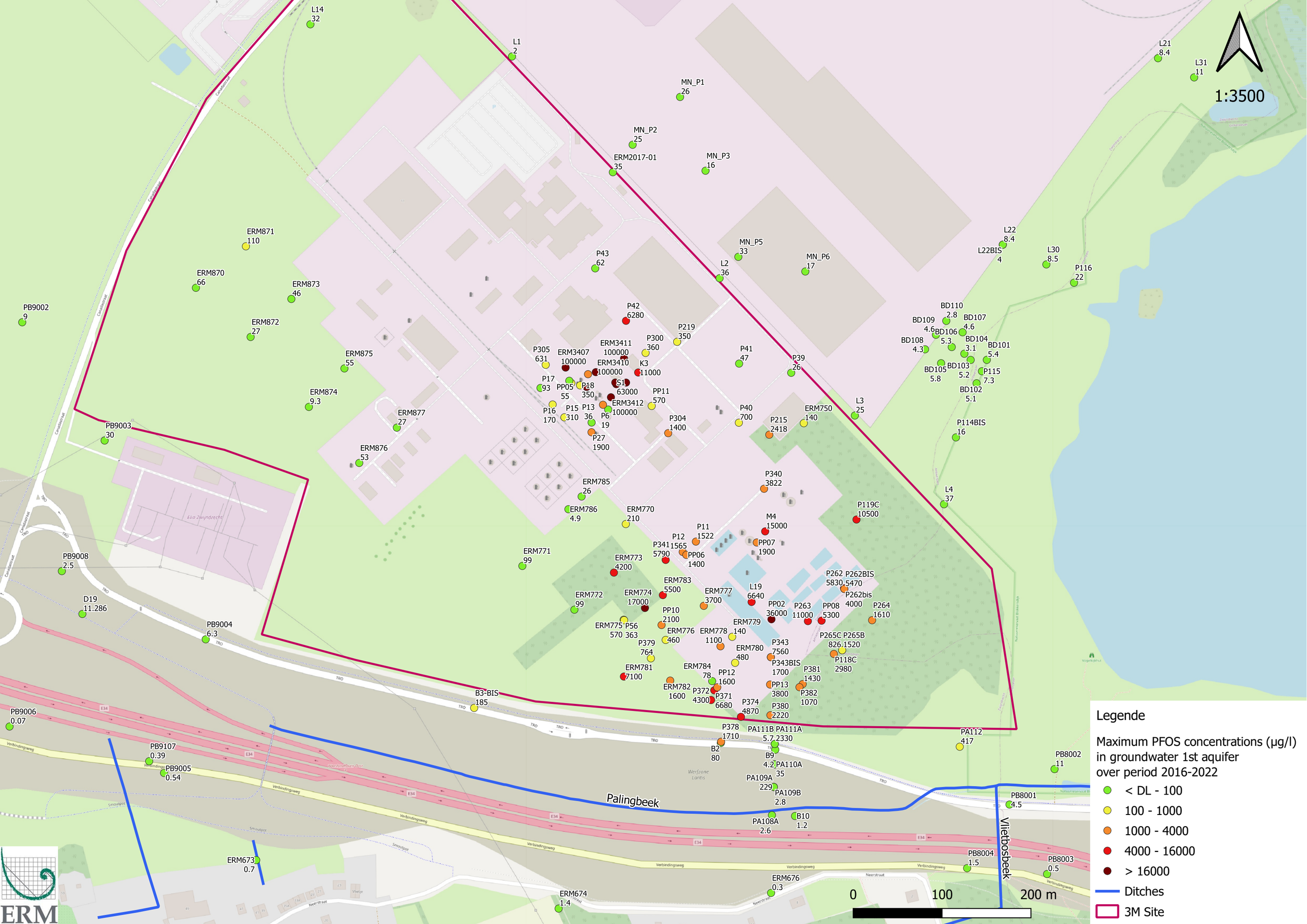
verkregen in de algemene verspreiding van de verontreiniging naar het oppervlaktewater en tussen de verschillende aquifers en het CSM verder wordt verfijnd, zullen de geactualiseerde grondwaterstromings- en transportmodellen dienen ter ondersteuning van de uitwerking van een passende sanering op langere termijn en van maatregelen rond het verspreidingsrisico voor grondwater.

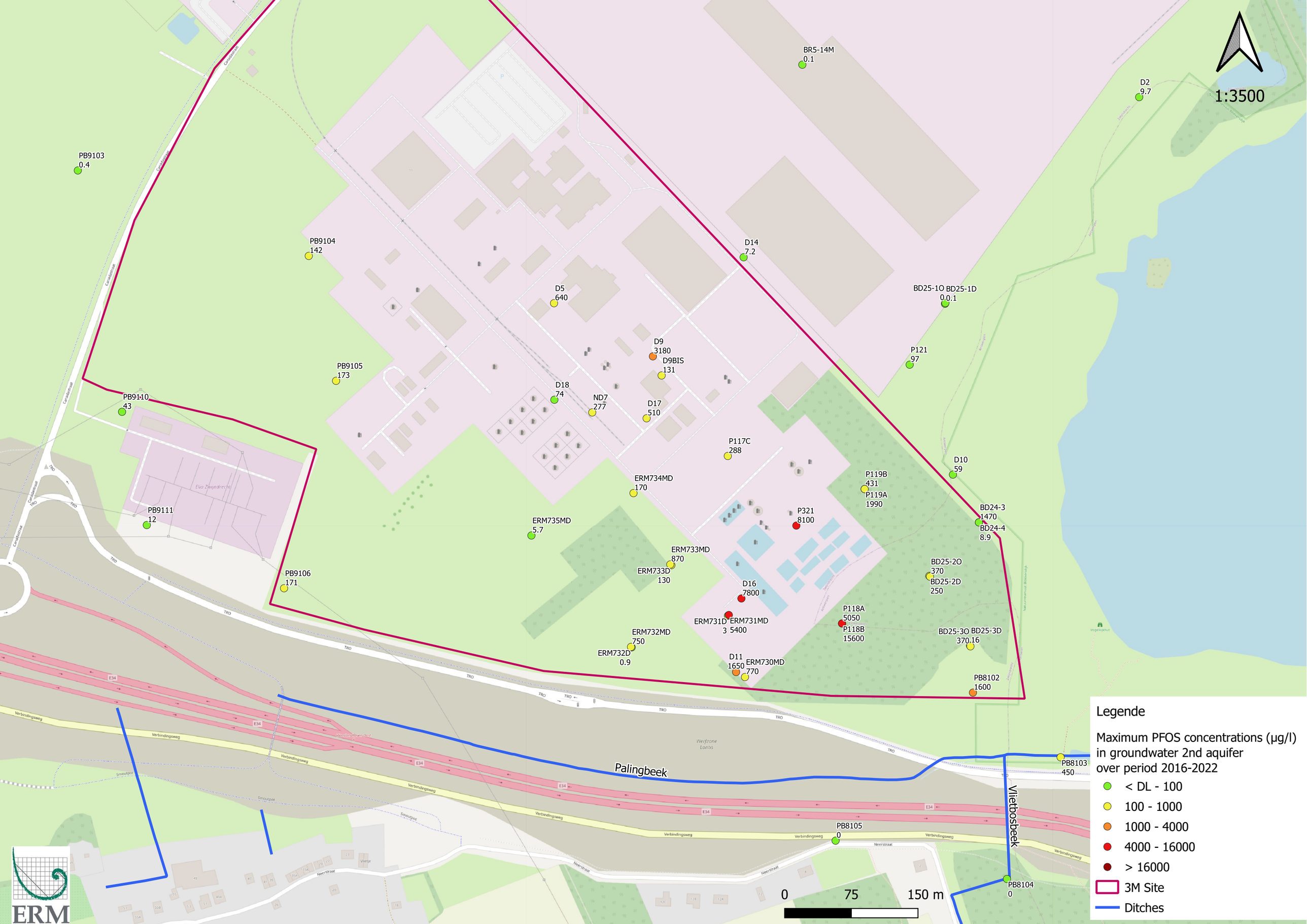
Handtekening

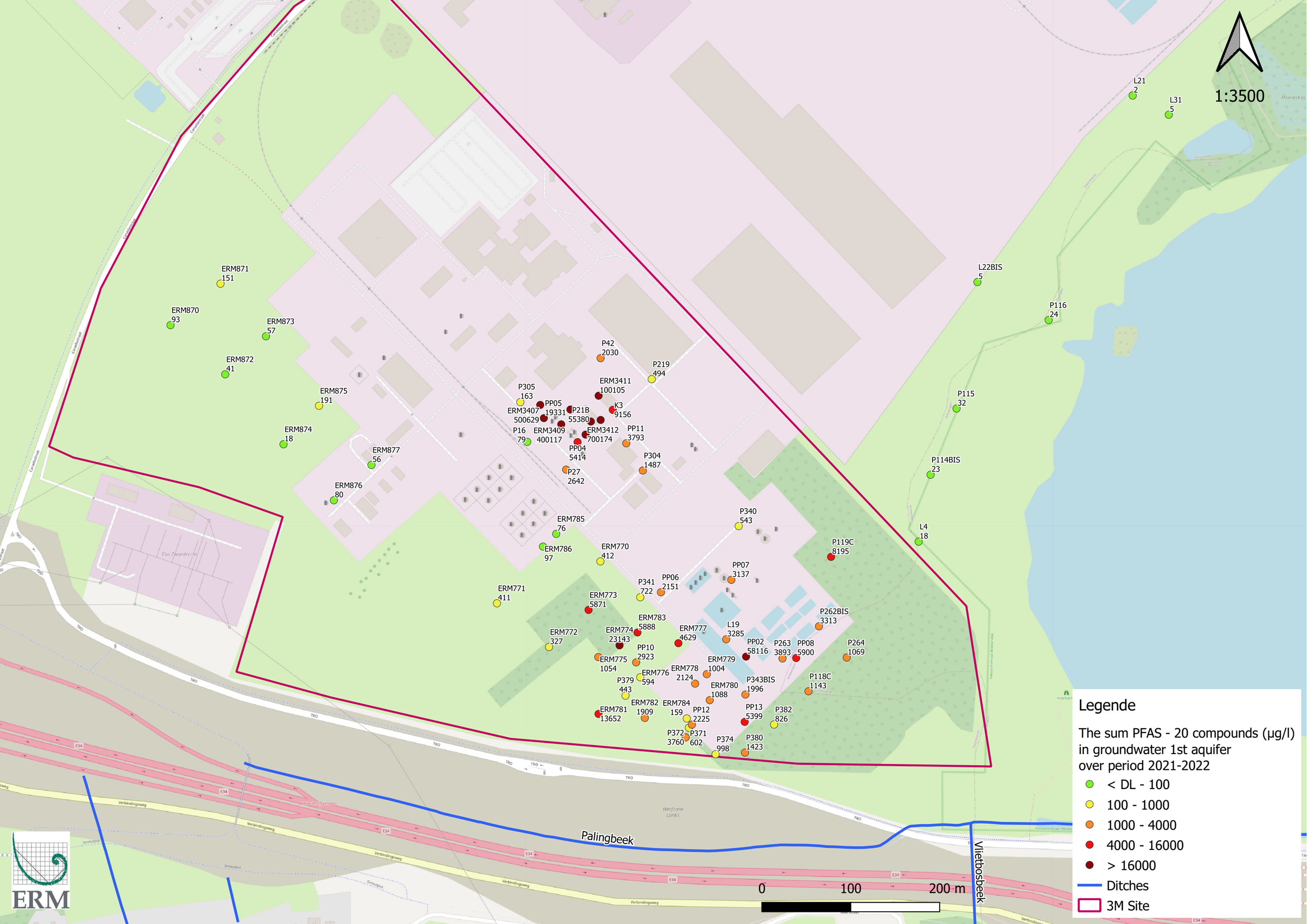
Dirk Nuyens
Principal Partner

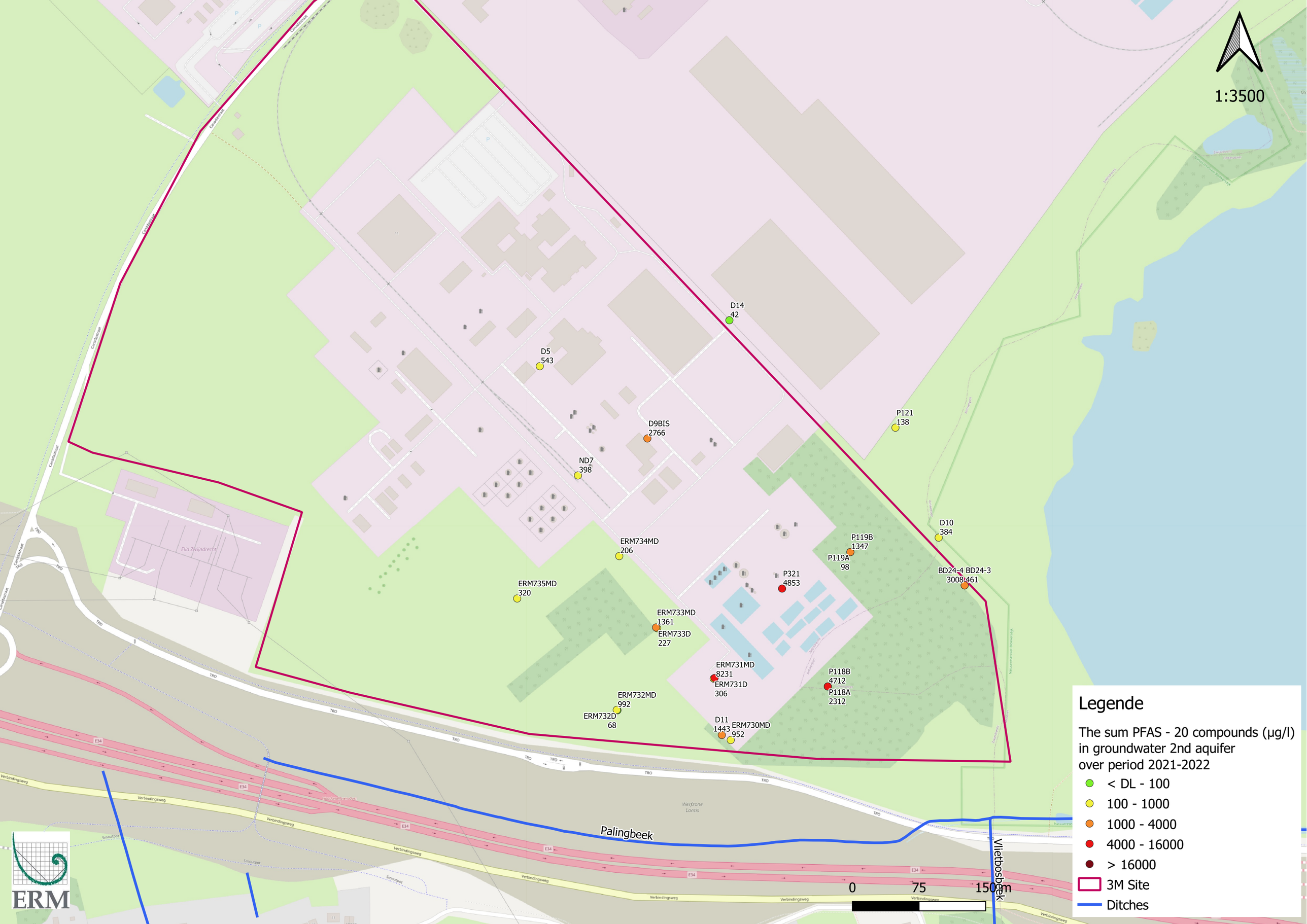
Bijlage 1 Kaarten met grondwaterconcentraties

a) Maximale PFOS-concentraties in 1ste aquifer over de periode 2016-2022
b) Maximale PFOS-concentraties in 2de aquifer over de periode 2016-2022
c) De som van PFAS (20 verbindingen) in 1ste aquifer over de periode 2021-2022
d) De som van PFAS (20 verbindingen) in 2de aquifer over de periode 2021-2022


1:3500
L14 32
L1 2
MN_P1 26
MN_P2 25
ERM2017-01 35
MN_P3 16
L21 8.4
L31 11
ERM871 110
ERM870 66
ERM873 46
ERM872 27
ERM875 55
ERM874 9.3
ERM877 27
ERM876 53
PB9002 9
PB9003 30
PB9008 2.5
D19 11.286
PB9004 6.3
PB9006 0.07
PB9107 0.39
PB9005 0.54
ERM673 0.7
ERM674 1.4
ERM676 0.3
PB8004 1.5
PB8003 0.5
PB8001 4.5
PB8002 11
PA112 417
B3-BIS 185
P43 62
MN_P5 33
MN_P6 17
L2 36
P42 6280
P219 350
P300 360
P305 631
ERM3407 100000
ERM3411 100000
ERM3410 100000
K3 11000
P41 47
P39 26
P17 93
PP05 55
P18 350
S1 63000
PP11 570
ERM3412 100000
P16 170
P15 310
P13 36
P6 19
P27 1900
P304 1400
P40 700
P215 2418
ERM750 140
L3 25
L22 8.4
L22BIS 4
L30 8.5
P116 22
BD110 2.8
BD109 4.6
BD107 4.6
BD106 5.3
BD108 4.3
BD104 3.1
BD101 5.4
BD105 5.8
BD103 5.2
P115 7.3
BD102 5.1
P114BIS 16
L4 37
P340 3822
P119C 10500
ERM785 26
ERM786 4.9
ERM770 210
M4 15000
P11 1522
P12 1565
P341 5790
PP07 1900
PP06 1400
ERM771 99
ERM773 4200
ERM783 5500
ERM777 3700
L19 6640
P262 5830
P262BIS 5470
P262bis 4000
P264 1610
ERM772 99
ERM774 17000
PP10 2100
PP02 36000
P263 11000
PP08 5300
ERM775 570
P56 363
ERM776 460
ERM778 1100
ERM779 140
P265C 826
P265B 1520
P379 764
ERM780 480
P343 7560
P118C 2980
ERM781 7100
ERM784 78
PP12 1600
P343BIS 1700
P381 1430
ERM782 1600
P372 4300
P371 6680
PP13 3800
P382 1070
P374 4870
P380 2220
P378 1710
PA111B 5.7
PA111A 2330
B2 80
B9 4.2
PA110A 35
PA109A 229
PA109B 2.8
PA108A 2.6
B10 1.2
Palingbeek
Vlietbosbeek
Elia Zwijndrecht
Werfzone Lantis
Verbindingsweg
Neerstraat
Smoutpot
Vogelzakhut
0
100
200 m
Legende
Maximum PFOS concentrations (µg/l) in groundwater 1st aquifer over period 2016-2022
< DL - 100
100 - 1000
1000 - 4000
4000 - 16000
> 16000
Ditches
3M Site
ERM


1:3500
BR5-14M
0.1
D2
9.7
PB9103
0.4
PB9104
142
D14
7.2
D5
640
BD25-1O BD25-1D
0.0.1
D9
3180
D9BIS
131
P121
97
PB9105
173
D18
74
ND7
277
D17
510
PB9110
43
P117C
288
D10
59
ERM734MD
170
P119B
431
P119A
1990
PB9111
12
P321
8100
BD24-3
1470
BD24-4
8.9
ERM735MD
5.7
ERM733MD
870
ERM733D
130
BD25-2O
370
BD25-2D
250
PB9106
171
D16
7800
P118A
5050
P118B
15600
ERM731D
3
ERM731MD
5400
ERM732MD
750
ERM732D
0.9
BD25-3O BD25-3D
370.16
D11
1650
ERM730MD
770
PB8102
1600
Palingbeek
PB8103
450
Vlietbosbeek
PB8105
0
PB8104
0
0
75
150 m
Legende
Maximum PFOS concentrations (µg/l) in groundwater 2nd aquifer over period 2016-2022
< DL - 100
100 - 1000
1000 - 4000
4000 - 16000
> 16000
3M Site
Ditches
ERM


1:3500
L21
2
L31
5
L22BIS
5
P116
24
P115
32
P114BIS
23
L4
18
ERM871
151
ERM870
93
ERM873
57
ERM872
41
ERM875
191
ERM874
18
ERM877
56
ERM876
80
P42
2030
P219
494
ERM3411
100105
P305
163
PP05
19331
ERM3407
500629
P21B
55380
K3
9156
P16
79
ERM3409
400117
ERM3412
700174
PP11
3793
PP04
5414
P304
1487
P27
2642
P340
543
ERM785
76
ERM786
97
ERM770
412
P119C
8195
PP07
3137
ERM771
411
ERM773
5871
P341
722
PP06
2151
P262BIS
3313
ERM783
5888
ERM774
23143
ERM777
4629
L19
3285
ERM772
327
PP02
58116
P263
3893
PP08
5900
P264
1069
PP10
2923
ERM775
1054
ERM779
1004
ERM776
594
ERM778
2124
P343BIS
1996
P118C
1143
P379
443
ERM780
1088
ERM782
1909
ERM784
159
PP13
5399
P382
826
ERM781
13652
PP12
2225
P372
3760
P371
602
P374
998
P380
1423
Palingbeek
Vlietbosbeek
0
100
200 m
Legende
The sum PFAS - 20 compounds (µg/l) in groundwater 1st aquifer over period 2021-2022
< DL - 100
100 - 1000
1000 - 4000
4000 - 16000
> 16000
Ditches
3M Site
ERM


1:3500
D14
42
D5
543
D9BIS
2766
P121
138
ND7
398
D10
384
ERM734MD
206
P119B
1347
P119A
98
BD24-4
3008
BD24-3
461
P321
4853
ERM735MD
320
ERM733MD
1361
ERM733D
227
ERM731MD
8231
ERM731D
306
P118B
4712
P118A
2312
ERM732MD
992
ERM732D
68
D11
1443
ERM730MD
952
Palingbeek
Vlietbosbeek
0
75
150m
Legende
The sum PFAS - 20 compounds (µg/l)
in groundwater 2nd aquifer
over period 2021-2022
< DL - 100
100 - 1000
1000 - 4000
4000 - 16000
> 16000
3M Site
Ditches
ERM