

Plan van Aanpak op hoofdpijnen

PFAS-verontreiniging voormalige werkplaats en
brandweerkazerne
Groningen Airport Eelde



Document Status:

Definitief

Datum: 13-10-2025

Sweco Nederland B.V.

Onderwerp

Projectnummer

Klant

Auteur

Datum

Versie

Documentreferentie

Handelsregister 30129769

PFAS aanpak GAE

51022047

GAE

Sophie Slingerland / Judith Sterken

13-10-2025

D1

NL25-648800269-150113

Gecontroleerd door

Cees Maurits

Vrijgegeven door

Jeroen van Rooij

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Reikwijdte	5
1.3	Achtergronden.....	6
1.4	Aanleiding.....	6
1.5	Doelstelling.....	7
1.6	Leeswijzer	7
2	Achtergrondinformatie	8
2.1	Gegevens locatie	8
2.2	Terreingebruik	8
2.3	Bodemopbouw en geohydrologie.....	9
2.3.1	Bodemopbouw	9
2.3.2	Grondwater	9
2.4	Verontreinigingssituatie	10
2.4.1	Grond	10
2.4.2	Grondwater	11
2.4.3	Overige verontreinigingen.....	12
3	Saneringsdoel.....	13
3.1	Beleidskader.....	13
3.2	Resultaten Multiple Criteria Analyse	13
3.3	Doelstelling sanering	14
3.4	Uitgangspunten	15
4	Saneringsstrategie op hoofdlijnen	16
4.1	Bouwlocatie	16
4.2	Uitwerken saneringsmaatregelen.....	17
5	Organisatorische aspecten.....	18
5.1	Betrokken partijen	18
5.2	Uitvoeringsplan.....	18
5.3	Kwaliteitsborging	19
5.4	Evaluatie van sanering	19
5.5	Veiligheid.....	20
5.6	Milieukundige begeleiding.....	20
5.7	Vergunningen en meldingen	21
5.8	Planning	22
6	Nazorgaspecten	23

6.1	Algemeen	23
6.2	In stand houden verharding	23
6.3	Gebruiksbeperkingen	23
6.4	Verantwoordelijkheden.....	23

Referentielijst	24
-----------------------	----

Bijlage 1 Regionale ligging

Bijlage 2 Huidige situatie

Bijlage 3 Multiple Criteria Analyse

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van Groningen Airport Eelde N.V. (verder: GAE) heeft Sweco Nederland B.V. een Plan van Aanpak op hoofdlijnen opgesteld voor de sanering van de PFAS-verontreiniging rond de voormalige werkplaats en brandweerkazerne op het terrein van Groningen Airport Eelde. Voor de regionale ligging van de locatie wordt verwezen naar bijlage 1. In Figuur 1-1 en bijlage 2 is de huidige situatie inclusief begrenzing van de sanerings- en beheerlocatie weergegeven.



Figuur 1-1: Actuele terreinsituatie met gemarkeerde onderzoekslocatie

1.2 Reikwijdte

Dit Plan van Aanpak richt zich specifiek op de sanering van de PFAS-verontreiniging bij de voormalige werkplaats en brandweerkazerne.

Op en rondom het terrein van de luchthaven zijn meerdere potentiële bronnen van PFAS-verontreiniging geïdentificeerd. Eventuele verspreiding van PFAS in het grondwater rondom de voormalige werkplaats en brandweerkazerne kan daardoor mogelijk samenhangen met andere verontreinigingsbronnen. Hierdoor kan verder onderzoek en sanering van het grondwater rondom deze locaties alleen integraal worden aangepakt.

Een apart visiedocument [9]¹ wordt opgesteld voor het integrale onderzoek en de aanpak van PFAS in het grondwater op en rondom het luchthaventerrein. Dit document zal onder andere de lange termijn doelen voor de grondwaterkwaliteit en de randvoorwaarden voor onderzoek, sanering en monitoring uitwerken. Deze richtlijnen vormen het kader voor de maatregelen op hoofdlijnen die in dit Plan van Aanpak worden beschreven.

¹ Zie referentielijst

1.3 Achtergronden

Groningen Airport Eelde (GAE) wenst de grond rond de voormalige werkplaats en brandweerkazerne uit te geven aan een derde partij. Deze partij heeft vergevorderde planning voor de bouw van een hangar voor afhandeling van privé-vluchten.

De grond en het grondwater op deze locatie is door de voormalige activiteiten verontreinigd geraakt met PFAS. Op de verontreiniging is de zorgplicht uit artikel 13 uit de Wet bodembescherming van toepassing. Om de bouw van de hangar mogelijk te maken is het voornemen om de bouwlocatie met voorrang te saneren, met opvolging van wettelijke procedures.

Met behulp van de “Handreiking ‘redelijkerwijs’ en ‘het natuurlijk moment’ bij de zorgplicht bodem” [1] is in 2024 door middel van een Multiple Criteria Analyse (MCA) een beoordeling van potentiële saneringsvarianten uitgevoerd [2]. Dit is gebeurd op basis van eerder uitgevoerd bodemonderzoek en een geohydrologische modellering. De saneringsvarianten omvatten:

- Een maximale variant met zo volledige mogelijke verwijdering van de verontreiniging.
- Een minimale variant met slechts ontgraving indien nodig voor de bouw van de hangar.
- Een zogenaamde ‘tussenvariant’.

De resultaten zijn voorgelegd aan de Omgevingsdienst Drenthe (OD). De OD heeft positief gereageerd op de 'tussenvariant'. Deze variant richt zich op het isoleren en vastleggen van PFAS-verontreiniging onder de betonvloer van de te bouwen hangar. Ook wordt een voorzorgsmaatregel ('no regret') genomen op het bouwplot, inclusief maatregelen om verspreiding van PFAS via het grondwater te voorkomen.

De resultaten van de MCA en het juridisch kader voor de keuze van de tussenvariant worden verder toegelicht in hoofdstuk 4.

1.4 Aanleiding

De aanleiding voor het opstellen van dit Plan van Aanpak op hoofdlijnen is gelegen in:

- De wens van GAE om op korte termijn formele goedkeuring te krijgen voor sanering volgens de voorgestelde tussenvariant.
- Het voornemen van GAE om de sanering van de grond en de maatregelen tegen verspreiding via grondwater in aparte tijdspaden aan te pakken.
- De ambitie van GAE om in samenspraak met marktpartijen te zoeken naar de meest efficiënte saneringstechnieken.
- De noodzaak om de bouw van de hangar en de sanering van de grondverontreiniging optimaal op elkaar afstemmen.

1.5 Doelstelling

De doelstellingen van dit Plan van Aanpak op hoofdlijnen zijn primair:

- Het vaststellen van technische, milieuhygiënische en organisatorische uitgangspunten en randvoorwaarden voor formele goedkeuring van saneringsmaatregelen door het bevoegd gezag.
- Het ontwikkelen van een eenduidig plan om noodzakelijk tempo, flexibiliteit van de voorgenomen ontwikkeling en milieubescherming te waarborgen.
- Het opstellen van afspraken met het bevoegd gezag met betrekking tot uitvoering, controle en evaluatie van de voortgang van de sanering.
- Het dienen als leidraad voor het benaderen van marktpartijen voor de ontwikkeling van innovatieve saneringsoplossingen.

Om bovenstaande doelstellingen te realiseren is het Plan van Aanpak op hoofdlijnen zodanig opgezet dat na goedkeuring van het document door het bevoegde gezag, kan worden volstaan met het uitwerken van concrete saneringsactiviteiten in een gedetailleerd uitvoeringsplan. Wanneer dit uitvoeringsplan voldoet aan de randvoorwaarden van het Plan van Aanpak op hoofdlijnen, is een aparte instemmingsbrief voor het uitvoeringsplan niet nodig. Dit brengt tijdswinst en vermindering van werkzaamheden met zich mee.

1.6 Leeswijzer

In het voorliggende Plan van Aanpak komen achtereenvolgens aan de orde:

- Een samenvatting van beschikbare achtergrondinformatie, waaronder een beschrijving van de terreinsituatie, de geohydrologie een beschrijving van de aard en omvang van de verontreiniging (hoofdstuk 2).
- Een beschrijving van het doel van de sanering (hoofdstuk 3).
- Een beschrijving van de saneringsmaatregelen op hoofdlijn (hoofdstuk 4).
- Uitvoeringsaspecten zoals het opstellen van uitvoeringsplannen, milieukundige begeleiding en doen van meldingen (hoofdstuk 5).
- Beheer- en nazorgaspecten (hoofdstuk 6).

2 Achtergrondinformatie

2.1 Gegevens locatie

In Tabel 2-1 worden op overzichtelijke wijze de voor de sanering relevante gegevens over de saneringslocatie en de directe omgeving weergegeven.

Tabel 2-1: Overzicht locatiegegevens

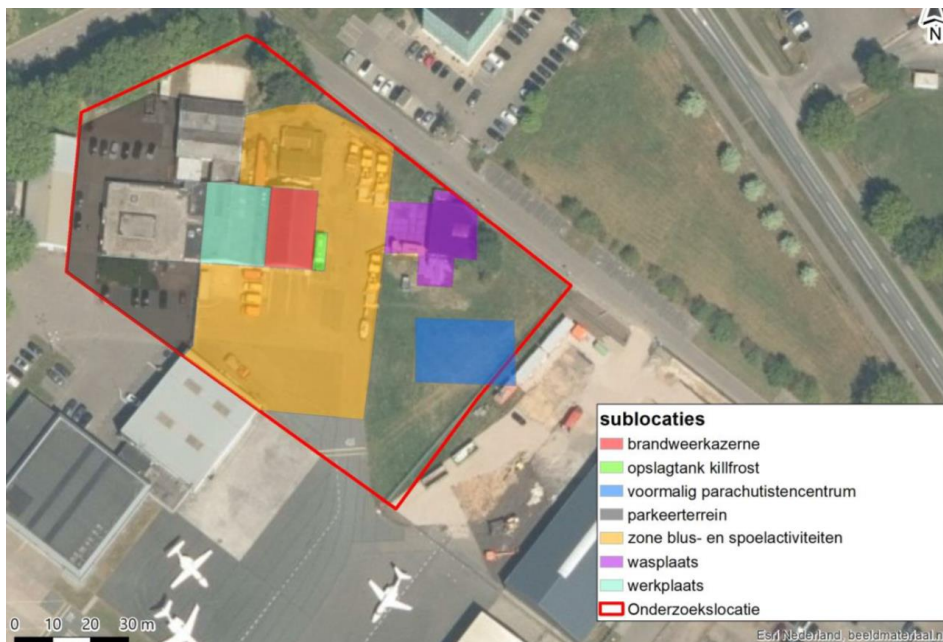
Omschrijving	Locatiekenmerken
Adresgegevens locatie	Machlaan 14A, 9761 TK Eelde
Gemeente	Tynaarlo
X en Y coördinaten	X: 235.466,85 Y:572.023,97
NAP hoogte	NAP +3,6 m
Kadastrale gegevens	Gemeenteode EDE02, Sectie D, nummer 4232, 4245, 4594 en 5715
Huidige en toekomstige gebruik	Voormalig gebruik: werkplaats en brandweerkazerne (niet in gebruik) Huidige situatie: braakliggend Toekomstig gebruik: vliegtuig hangar
UBI-code bedrijvigheid	7525, 1090
Oppervlakte saneringslocatie	10.547 m ²
Beschikbaarheid van Bodemkwaliteitskaarten	Actuele bodemfunctieklassenkaart en toepassingskaart boven- en ondergrond beschikbaar via kaartenportaal.drenthe.nl

2.2 Terreingebruik

De locatie is onderdeel van Groningen Airport Eelde. De luchthaven is in 1931 geopend. Tot die tijd was de locatie voornamelijk in agrarisch gebruik en was er natuur, wonen en infrastructuur. In de periode 1951 tot 2013 is de luchthaven uitgebreid van 35 hectare tot de huidige 195 hectare.

Op de saneringslocatie zijn rond 1970 de eerste gebouwen gerealiseerd, zijnde de werkplaats en de brandweerkazerne. Vanaf circa 1990 heeft de brandweer gebruik gemaakt van AFFF-blusschuim (Tridol AFFF (3 %)). Dit is ter plaatse van de zone met blus- en spoelactiviteiten vrijgekomen bij het wassen dan wel spoelen van tankwagens. Gezien dit niet enkel binnen de contouren van de vergunde wasplaats maar ook op de omliggende Stelcon platen heeft plaatsgevonden, is dit uitgespoeld naar de bodem.

Figuur 2-1 geeft de activiteiten op de locatie in de periode 1970-2023 weer.



Figuur 2-1: Activiteiten op de onderzoekslocatie 1970-2023

2.3 Bodemopbouw en geohydrologie

2.3.1 Bodemopbouw

De bodem bestaat in de bovenste 2 m uit fijn zand. Deze zandlaag behoort tot de formatie van Boxtel. Plaatselijk zijn tussen 0,5 en 2,5 m -mv veen- en sterke zandige leemlagen met een dikte variërend van enkele decimeters tot een meter aangetroffen. Hieronder, op NAP +1,5 m, ligt de formatie van Peelo. Deze formatie bestaat uit voornamelijk fijn zand, lokaal afgewisseld door leemlaagjes. De fijne zanden komen voor tot een diepte van circa NAP -60 m

De maaiveldhoogte in de omgeving van de locatie ligt tussen 3,0 m +NAP en 4,0 m +NAP. De gemiddelde maaiveldhoogte ligt op 3,6 m +NAP.

2.3.2 Grondwater

De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) is op basis van het regionale grondwatermodel MIPWA vastgesteld. De waarden zijn:

- GHG: circa 1,65 m -mv (circa NAP +1,95 m);
- GLG: circa 2,90 m -mv (circa NAP +0,70 m).

De grondwaterstroming is noordoostelijk gericht, richting drinkwaterwinning. Het verhang van de isohypsen is ter plaatse van de locatie circa 1/1000 m/m à 1/900 m/m. Uitgaande van een gemiddelde doorlaatfactor van circa 6 m/dag en een porositeit van 0,3 (-) bedraagt de grondwaterstroomsnelheid circa 5 tot 10 m/jaar. In verticale richting is er sprake van een infiltratiesituatie. Het ondiepe grondwater verplaatst zich ongeveer met het neerslagoverschot in verticale richting (circa 0,8 mm/dag → circa 0,3 m/jaar).

2.4 Verontreinigingssituatie

2.4.1 Grond

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat de hoogste gehalten aan PFAS (waaronder PFOS, PFOA, PFPeA, PFHxS en 6:2FTS) in de bodem ter plaatse van de voormalige parkeerplaats ten zuiden van de werkplaats en de brandweerkazerne zijn aangetoond. In de grond zijn tot 1,5 m -mv verhoogde gehalten aan PFAS (met name PFOS) aangetoond.

De verontreinigingen zijn met name in de bovengrond aangetoond en nemen af met de diepte. De verontreiniging is niet op de gehele onderzoekslocatie in verticale richting afgeperkt. De grond dieper dan 1,5 m -mv is zeer beperkt onderzocht.

In Figuur 2-2 is de verontreinigingssituatie in de bovengrond weergegeven in de genomen mengmonsters (in mg/kg.ds).



Figuur 2-2: Verontreinigingssituatie in de bovengrond (mg/kg.ds)

De verontreinigingssituatie in de ondergrond in mg/kg.ds is weergegeven in Figuur 2-3.



Figuur 2-3: Verontreinigingssituatie in de ondergrond (mg/kg.ds)

2.4.2 Grondwater

Op de grens met het grondwaterbeschermingsgebied ten noordoosten (en vermoedelijk stroomafwaarts) van de locatie, zijn verhoogde concentraties aan PFAS in het grondwater tot circa 8 m-mv aangetoond. De concentraties zijn fors lager vergeleken met het brongebied.

In het grondwater op circa 10 m -mv op de grens met het grondwaterbeschermingsgebied zijn geen PFAS aangetoond. Ten zuidwesten (en vermoedelijk stroomopwaarts) van de locatie zijn eveneens verhoogde maar fors lagere concentraties aan PFAS gemeten vergeleken met de bronlocatie. Waarbij opgemerkt dat de PFAS-fingerprint - de verhouding tussen de verschillende PFAS - hier sterk afwijkt van de bronlocatie.

In figuur 2-4 is de situering van de geplande hangar weergegeven en de gemeten concentraties aan PFOS in het grondwater. Opgemerkt wordt dat het grondwater met name met PFOS is verontreinigd maar dat ook andere PFAS (met name 6:2 FTS maar ook PFPeA, PFHxS en PFHxA) in hoge concentraties in het grondwater zijn aangetoond.

Opgemerkt wordt dat in de peilbuizen van de drinkwaterwinning geen verhoogde concentraties gemeten zijn met uitzondering van een enkele peilbuis ten oosten van het drinkwaterwingebied. Dit meetpunt ligt niet in de stroombanen van de luchthaven naar drinkwaterputtenveld en is daardoor niet te relateren aan de verontreiniging ter plaatse van de lichthaven.



Figuur 2-4: Situering van de geplande hangar en gemeten concentraties van PFOS (ng/l) in grondwater

2.4.3 Overige verontreinigingen

Behalve de verontreinigingen met PFAS zijn ten hoogste licht verhoogde gehalten aan minerale olie, PCB en/of PAK en de boven- en ondergrond aangetoond. In het freatische grondwater zijn, behalve PFAS, ten hoogste lichte verontreinigingen met barium en molybdeen aangetoond.

3 Saneringsdoel

3.1 Beleidskader

Het saneringsdoel dient te voldoen aan de zorgplicht. Gezien het hier gaat om een activiteit van voor 1-1-2024 geldt hiervoor het overgangsrecht en dus de zorgplicht uit Artikel 13 van de Wet bodembescherming (Wbb), in plaats van de zorgplicht uit artikel 2.11 van het Bal.

Het uitgangspunt van de algemene zorgplicht uit artikel 13 van de Wbb is volledig herstel van de situatie zoals bestond voorafgaand aan de geconstateerde bodemverontreiniging. In de zorgplicht is echter ook opgenomen de verplichting tot het nemen van maatregelen die *redelijkerwijs* kunnen worden gevergd. Voor de invulling van de term redelijkerwijs wordt verwezen naar de “Handreiking ‘redelijkerwijs’ en ‘het natuurlijk moment’ bij de zorgplicht bodem” [1].

In het omkaderende visiedocument [9] wordt de invulling en de impact van zowel de zorgplicht als de handreiking redelijkerwijs op de Plannen van Aanpak verder toegelicht.

3.2 Resultaten Multiple Criteria Analyse

Rekening houdend met de zorgplicht als beschreven in 3.1 en de handreiking ‘redelijkerwijs’ is gezocht naar een optimale variant voor de invulling van de saneringsdoelstelling. Volledige verwijdering is redelijkerwijs niet mogelijk. Daarom is bepaald wat redelijkerwijs kan worden gevergd met betrekking tot de aanpak van de PFAS verontreiniging. Ten behoeve hiervan zijn een geohydrologische modellering en een Multiple Criteria Analyse ingezet.

De resultaten van zowel de modellering als de Multiple Criteria Analyse worden hieronder kort samengevat en toegelicht. De volledige rapportage is opgenomen in bijlage 3.

In de MCA zijn een drietal mogelijke saneringsoplossingen beschouwd, weergegeven in Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Resultaten van de MCA

Variant	Saneringsmaatregelen	Resultaat grond	Resultaat grondwater
1. Maximale variant	Volledige verwijdering van de verontreiniging uit de grond tot toepassingswaarden voor bodemkwaliteitsklasse wonen of industrie.	Aanzienlijke reductie in concentratie en daarmee geen nalevering vanuit de grond.	Rondom de bouwlocatie blijven relatief hoge concentraties achter in het grondwater, daardoor blijvende kans op verspreiding PFAS via het grondwater buiten de locatie. Vorm van beheersing nodig.
2. Minimale variant	Alleen ontgraving indien nodig voor de bouw van de hangar. Vrijkomende grond wordt onder de bouwvloer herschikt.	De bouwvloer van de hangar beperkt de verdere nalevering vanuit de onverzadigde zone. Buiten de contouren van de hangar mogelijk wel enige uitspoeling van de verontreiniging als gevolg van het beperkte neerslagoverschot (nalevering).	Blijvende kans op verspreiding PFAS in grondwater. Op en rondom de bouwlocatie blijven hoge concentraties achter in het grondwater, daardoor blijvende kans op verspreiding PFAS via het grondwater buiten de locatie. Vorm van beheersing nodig.
3. Tussen-variant	Gelijk aan minimale variant, maar met toevoeging van een voorzorgsmaatregelen ('no regret' maatregel) ter plaatse van het bouwplot, zodat in een later stadium altijd een in-situ aanpak onder de vloer kan worden uitgevoerd. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan een onttrekkings-/infiltratiesysteem met colloïdaal geactiveerd koolstof (CAC).	Bouwvloer van de hangar beperkt de verdere nalevering vanuit de onverzadigde zone. Buiten de contouren van de hangar mogelijk wel enige uitspoeling van de verontreiniging als gevolg van het beperkte neerslagoverschot (nalevering). In geval van overschrijding actiewaarden kan met de 'no regret' maatregel verdere verspreiding ingeperkt worden.	Blijvende kans op verspreiding PFAS in grondwater. Op en rondom de bouwlocatie blijven hoge concentraties achter in het grondwater, daardoor blijvende kans op verspreiding PFAS via het grondwater buiten de locatie. Vorm van beheersing nodig.

Voor de maximale en minimale variant is allereerst de effectiviteit (milieurendement) berekend met een grondwater- en stoftransportmodel. Hieruit blijkt dat voor beide varianten een vorm van beheersing nodig is om verspreiding van PFAS te voorkomen. Varianten verschillen met name qua daling van concentraties aan PFAS in het brongebied en niet in de mate van verspreiding.

Om invulling te geven aan de term 'redelijkerwijs' en dus vast te stellen wat een redelijke saneringsinspanning is, is ook naar andere criteria gekeken. Naast milieurendement zijn in de MCA onder andere omgevingseffecten, planning en kosten meegenomen. In het gewogen gemiddelde van de verschillende criteria scoort de tussenvariant het hoogste. Deze tussenvariant vormt dan ook de basis voor de verdere uitwerking van de saneringsmaatregelen in dit Plan van Aanpak op hoofdlijn.

3.3 Doelstelling sanering

het redelijkerwijs verminderen van de risico's voor mens en milieu door de verontreiniging van de bodem op een kostenefficiënte en milieuhygiënisch verantwoorde wijze aan te pakken.

Het doel van de sanering is dat tenminste humane en ecologische risico's en risico's op verspreiding worden weggenomen en herstel van de bodemkwaliteit dat in verhouding staat tot de milieuwinst. Specifiek voor de deellocatie betekent dit concreet:

- Voorkomen van verspreiding van grondwaterverontreiniging met PFAS vanuit de bronlocatie ter plaatse van de voormalige werkplaats en

brandweerkazerne. Dat wil zeggen; het bereiken van een stand-still situatie op en rond de locatie van de te bouwen hangar.

- Voorkomen van blootstelling aan tenminste grond-verontreinigingen met gehalten aan PFOS hoger dan 480 µg/kg².

3.4 Uitgangspunten

Bij de totstandkoming van de keuze van de saneringsmaatregelen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het geldende beleid, zoals beschreven in paragraaf 3.1.
- De tussenvariant, zoals uiteengezet in paragraaf 3.3.
- De afbakening tussen verontreiniging in grond en grondwater, waarbij de focus ligt op de verontreiniging in grond, en de verontreiniging in grondwater in een integrale visie is/ wordt verwerkt.
- De saneringsmaatregelen binnen de contouren van de bouwlocatie moeten afgestemd zijn op het ontwerp en de bouwmethode van de hangar.
- Ter plaatse van de hangar moeten voorzieningen worden getroffen om in geval van onvoorziene ontwikkelingen (verdere verspreiding) aanvullende beheersmaatregelen te kunnen implementeren.
- Hoewel PFAS niet-afbreekbaar is, moeten de intensiteit en doorlooptijd van nazorgmaatregelen worden geminimaliseerd en geoptimaliseerd. De afdekking moet blijvend worden onderhouden, en monitoring is vereist totdat voldoende bevestigd is dat er geen verspreiding optreedt.
- Voor de saneringsmethoden moet gebruik worden gemaakt van de beschikbare stand der techniek op het moment van sanering.
- Hinder en overlast voor het vliegverkeer, alsook voor andere werkzaamheden op de luchthaven en in de omgeving van GAE, dienen zoveel mogelijk te worden voorkomen.
- De saneringsmaatregelen moeten rekening houden met de veiligheidsafspraken op GAE door middel van nader te bepalen veiligheidsmaatregelen.

² Humane risicowaarde zoals toegelicht in Visiedocument [9]

4 Saneringsstrategie op hoofdlijnen

4.1 Bouwlocatie

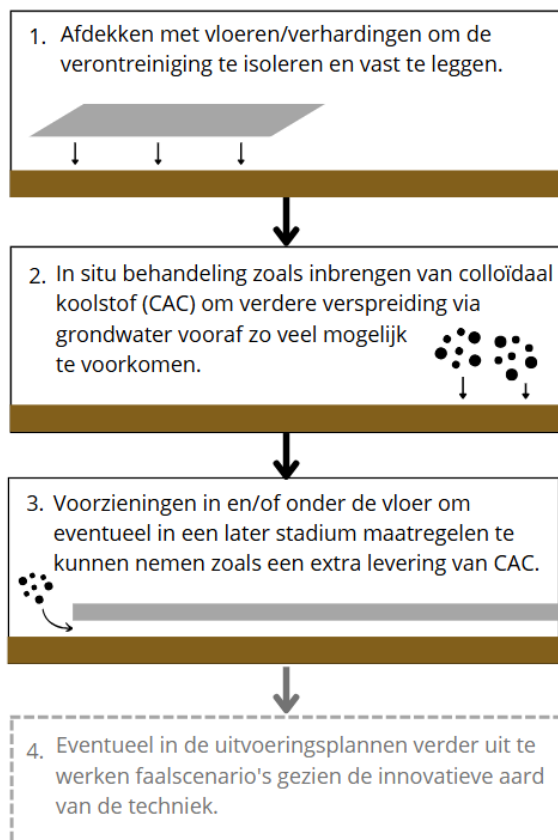
De gekozen tussenvariant uit de MCA (paragraaf 3.3) beoogt de PFAS verontreiniging te isoleren / vast te leggen onder de betonvloer van de te bouwen hangar. Er zal alleen grond worden afgegraven indien dat noodzakelijk is voor bouwactiviteit. Hierbij moet worden gedacht aan het graven van sleuven voor funderingsbalken en/of kabels en leidingen. De PFAS-verontreinigde grond die vrijkomt door deze werkzaamheden wordt, indien mogelijk, direct herschikt onder de bouwvloer of omliggende aaneengesloten verharde terreindelen. Dit omdat uit de MCA is gebleken dat het milieurendement van geohydrologische beheersing van een geïsoleerde verontreiniging groter is dan afvoer van verontreinigde grond. Voorwaarde is dat de vrijgekomen grond op grond met dezelfde kwaliteitsklasse ten aanzien van PFAS, wordt herschikt

Doordat tenminste alle PFAS-verontreinigde grond binnen de INEV-contour voor grond, inclusief eventuele herschikte sterk verontreinigde grond, wordt afgedekt door een vloeistofdichte verharding (de ontwikkeling voorziet in een hangar met platform die ook de bronverontreiniging buiten de hangar afdekt), wordt verdere uitspoeling van de verontreiniging naar het grondwater sterk gereduceerd. Hierdoor wordt tevens blootstelling aan de verontreinigde grond vermeden. Voor de locatie zal de gebruiksvoorwaarde vastgelegd worden dat de verharding boven de INEV-contour van de PFAS-verontreiniging in grond vloeistofdicht moet blijven.

De verontreinigde diepere ondergrond zal na blijven leveren aan het grondwater. Om nalevering en verdere verspreiding via het grondwater onder de toekomstige vloeren vooraf zoveel mogelijk te voorkomen, wordt voorafgaand aan de bouw ter plaatse van de bronzone een in-situ behandeling voorzien. Hierbij kan worden gedacht aan inbrengen van colloïdaal geactiveerde koolstof (CAC), zoals SourceStop ontwikkeld door de firma Regenesys. Een CAC zal PFAS-verontreiniging adsorberen, waardoor deze uit de opgeloste fase wordt verwijderd en verdere verspreiding van de PFAS wordt geëlimineerd.

Daarnaast zullen in en/of onder de vloer voorzieningen worden geplaatst om eventueel in een later stadium extra maatregelen te kunnen nemen, zoals een extra levering van CAC. Als, ondanks de getroffen maatregelen, toch verspreiding plaatsvindt en de stand-still situatie overschreden wordt, dan gaat het fall-back scenario in werking. Dit bestaat uit een grondwater-beheersingssysteem.

De saneringsstrategie is schematisch weergegeven in Figuur 4-1.



Figuur 4-1: Schematische weergave saneringsstrategie

4.2 Uitwerken saneringsmaatregelen

De concreet uit te voeren saneringsmaatregelen worden verder uitgewerkt in uitvoeringsplannen. Dit inclusief benodigde aanvullende onderzoeken ter detaillering en keuze van meest passende saneringstechniek. Voor verdere procedurele aspecten wordt verwezen naar paragraaf 5.2.

5 Organisatorische aspecten

5.1 Betrokken partijen

Ter behoeve van de bouw van de nieuwe hangar en de saneringswerkzaamheden zijn de volgende partijen betrokken:

- Groningen Airport Eelde (GAE) als eigenaar van het terrein.
- Reggeborgh als ontwikkelaar van de hangar.
- Sweco Nederland als strategisch adviseur.
- Omgevingsdienst Drenthe, namens de Provincie Drenthe als bevoegd gezag.
- Een nader te selecteren aannemer.

GAE geldt als opdrachtgever voor de sanering. GAE zal het Plan van Aanpak op hoofdlijnen indienen bij het bevoegd gezag.

Na vaststelling zijn alle partijen gehouden aan het gestelde in het Plan van Aanpak op hoofdlijnen. Dit betekent dat het ontwerp en de uitvoering van concrete herinrichtingsmaatregelen moeten voldoen aan de randvoorwaarden als beschreven in het Plan van Aanpak op hoofdlijnen.

Werkzaamheden dienen te allen tijde te worden uitgevoerd onder milieukundige begeleiding (zie 5.7). De directievoering milieukundige begeleiding, aannemer(s) en verwerkingsinrichting(en) is/zijn niet bekend en worden vermeld op het te verzenden meldingsformulier "Start sanering".

5.2 Uitvoeringsplan

Zoals aangegeven in paragraaf 4.2 worden de concreet uit te voeren saneringsmaatregelen verder uitgewerkt in een uitvoeringsplan. Het uitvoeringsplan geeft het bevoegd gezag, betrokken partijen en uitvoerende partijen op detailniveau inzicht in de aard en omvang van de maatregelen die daadwerkelijk worden getroffen om in paragraaf 3.3 geformuleerde saneringsdoel te bereiken.

De opdrachtgever dient het uitvoeringsplan in bij het bevoegd gezag. Het bevoegd gezag toetst het uitvoeringsplan aan de instemming op onderhavig Plan van Aanpak op hoofdlijnen. Bevoegd gezag geeft binnen 4 weken na indiening van het uitvoeringsplan een schriftelijke beoordeling.

Het uitvoeringsplan maakt inzichtelijk hoe het doel en het resultaat uit het Plan van Aanpak op hoofdlijnen worden bereikt. Met het uitvoeringsplan moet informatie worden aangeleverd over de volgende aspecten:

- Een beschrijving van de wijze van saneren (te gebruiken technieken) inclusief aantoonbaar bewijs (in de vorm van referentieprojecten) van werking in geval van innovatieve technieken, opdat functionaliteit kan worden beoordeeld.
- Een beschrijving van de onzekerheden ten aanzien van de te gebruiken innovatieve technieken inclusief maatregelen hoe met deze onzekerheden om te gaan.

- Een faalscenario in geval van onverwacht niet naar behoren functioneren van de gebruikte (innovatieve) technieken dan wel de saneringsmaatregel.
- Detailtekeningen en dwarsprofielen van de saneringsmaatregel.
- Toetsing van de maatregelen aan de saneringsdoelstellingen bestaande ten minste uit monitoringsplan voor de stand-still situatie.
- Bemonsterings- en analyseprogramma.
- V&G-plan incl. vaststelling voorlopige veiligheidsklasse conform de CROW publicatie 400 (zie www.crow.nl).
- Nadere invulling van betrokken aannemer en milieukundige begeleiding.
- Actueel overzicht benodigde vergunningen en meldingen.
- Detailplanning van de werkzaamheden, met daarin tenminste de startdatum, uitvoeringsduur, verwachte einddatum en stop/go en bijwoonpunten.
- Nadere invulling van de monitoring van de deelsanering.
- Nulmeting grondwaterkwaliteit. Deze kan als referentie voor toekomstige metingen gebruikt worden om stand-still te beoordelen

5.3 Kwaliteitsborging

Conform de KWALIBO-regeling (wettelijke regeling voor erkenning van bedrijven en personen in het bodembeheer) dienen de werkzaamheden in het kader van de milieukundige begeleiding te worden uitgevoerd onder de vigerende versie van de BRL6000, protocol 6005 (Milieukundige begeleiding van graven in en saneren van de bodem) en/of protocol 6006 (Milieukundige begeleiding van saneren van de bodem met in situ technieken en grondwatersanering).

Indien hiervan wordt afgeweken, dient dit te worden vastgelegd in het dossier van de milieukundig begeleider en het evaluatierapport (zie paragraaf 6.4). Milieukundige processturing en verificatie dient te worden uitgevoerd door een milieukundig begeleider welke is geregistreerd als erkend bodemintermediair (BRL6000, protocol 6005 en/of 6006) door Rijkswaterstaat.

De uitvoeringswerkzaamheden waarbij sprake is van grondverzet of het aanbrengen een verharding van dienen te worden uitgevoerd onder de vigerende versie van de BRL7000, protocol 7005 (Graven in de bodem en saneren van de bodem) en/of 7006 (Uitvoering van saneren van de bodem met in situ technieken en grondwatersaneringen). De uitvoering dient plaats te vinden door een aannemer welke is geregistreerd door Rijkswaterstaat.

5.4 Evaluatie van sanering

Na afronding van de saneringsmaatregelen wordt een evaluatie opgesteld. Doel van de evaluatie is het registeren van het saneringsresultaat en de bereikte eindsituatie. In de evaluatie dienen de volgende aspecten te zijn opgenomen:

- Verwijzing naar het Plan van Aanpak op hoofdlijnen en uitvoeringsplannen.
- Datums van de uitvoering.
- Indien van toepassing een overzicht van het grondverzet, hoeveelheden en kwaliteit ontgraven en toegepaste grond, incl. tekening.

- Indien van toepassing de resultaten (analyseresultaten/certificaten) van eventuele kwaliteitsbepalingen van vrijgekomen grond met betrekking tot de toepassing.
- Afwijkingen ten opzichte van het Plan van Aanpak op hoofdlijnen en uitvoeringsplannen en beargumentering hiervan.
- Overzicht en kwaliteitsverklaringen van eventueel van elders aangevoerde grond en andere bouwstoffen.
- Opsomming van de verrichte wettelijke meldingen met relevante datums.
- Overzicht bereikte eindsituatie na sanering incl. tekening.
- Evaluatie of is voldaan is aan de doelstelling van de sanering zoals beschreven in het Plan van Aanpak op hoofdlijnen en uitvoeringsplannen.
- Eventuele gebruiksbeperkingen.

Bovengenoemde gegevens worden vastgelegd in rapportvorm. Op basis van deze evaluatierapporten wordt door het bevoegd gezag vastgesteld of is voldaan aan de saneringsdoelstelling.

5.5 Veiligheid

Voor de saneringswerkzaamheden dient volgens het Arbobesluit, hoofdstuk 2, afdeling 5 (Bouwproces) een Veiligheids- en Gezondheidsplan (ontwerp- en uitvoeringsfase) te worden opgesteld. Dit V&G-plan is afgestemd op overheidsrichtlijnen en wettelijke bepalingen en de CROW-publicatie 400 'Werken in en met verontreinigde bodem'.

Bij de uitwerking van een (deel)plan stelt de opdrachtgever een Veiligheids- en Gezondheidsplan voor de ontwerpfase op. Met het V&G-plan ontwerpfase wordt voor het ontwerp en de planfase een analyse gemaakt van de risico's van de uit te voeren werkzaamheden. Eventueel vindt een aanpassing van de geplande werkzaamheden plaats om de risico's te beperken. Hierin wordt ook de voorlopige veiligheidsklasse conform de CROW publicatie 400 (zie www.crow.nl) bepaald.

Voor de uitvoering van een (deelplan) stelt de geselecteerde aannemer op basis van het bestek of werkomschrijving, het V&G-plan ontwerpfase en het uitvoeringsplan een V&G-plan uitvoeringsfase op, inclusief saneringsdraaiboek. In het saneringsdraaiboek worden de veiligheidsaspecten voor de uitvoering nader uitgewerkt. Hierbij wordt ook de definitieve veiligheidsklasse vastgesteld.

In de omgeving van de te saneren locaties moet door middel van borden/signalen worden aangegeven dat er een sanering in uitvoering is.

5.6 Milieukundige begeleiding

Het doel van de milieukundige begeleiding is het controleren van de sanering op het milieuhygiënische resultaat. Daarnaast zorgt de milieukundige begeleider ervoor dat de sanering op een verantwoorde wijze wordt uitgevoerd. De milieukundige begeleiding dient te worden uitgevoerd conform de eisen als beschreven in paragraaf 5.3.

De milieukundige begeleider heeft een signalerende en adviserende taak naar de directie en/of opdrachtgever. Dit betekent dat hij/zij niet bevoegd is rechtstreeks aanwijzingen en/of opdrachten aan de aannemer te geven tenzij

de begeleider hiertoe door de directie en/of opdrachtgever is gemachtigd. De milieukundige begeleider rapporteert aan de directie en/of opdrachtgever en is verplicht om op eigen initiatief de directie en/of opdrachtgever te adviseren. De milieukundige begeleider is betrokken bij het overleg voor, tijdens en na afloop van de sanering.

Door de milieukundige begeleider zal mede worden beoordeeld of de voorgenomen werkwijze leidt tot het beoogde doel van de saneringswerkzaamheden met inachtneming van de hiervoor gestelde randvoorwaarden.

De belangrijkste taken ten aanzien van de milieukundige begeleiding zijn:

- Het erop toezien dat de saneringsmaatregelen worden uitgevoerd conform het gestelde in onderhavig saneringsplan.
- Het aan de hand van de bodemonderzoeken en het saneringsplan aangeven waar ontgraving van verontreinigde grond dient plaats te vinden.
- Het bewaken van grondstromen toepassing/keuring/afvoer vrijkomende grond, kwaliteit/toepassing van elders aangevoerde grond;
- Voeren van benodigd overleg met de saneringsaannemer.
- Het adviseren van de aannemer over de veiligheid op het werk en de milieuhygiënisch te treffen veiligheidsmaatregelen.
- Het houden van toezicht op de naleving van de voorschriften uit de verleende vergunning(en).
- Het verzorgen van een bemonsteringsprogramma om aan te tonen dat er geen achteruitgang optreedt van de situatie in grondwater.
- Het bijhouden van het logboek en het verzorgen van de rapportage van alle relevante gegevens, zoals:
 - de plaats van de ontgravingen en de ontgravingsdiepten;
 - de hoeveelheid grond en puin die wordt afgevoerd;
 - de hoeveelheid en kwaliteit van grond die eventueel wordt aangevoerd;
 - de posities van eventuele monsterpunten;
 - resultaten van gevoerd overleg en gemaakte afspraken.
 - het opstellen van een evaluatierapport, waarin het verloop en de resultaten van de uitgevoerde sanering wordt besproken en het eindresultaat wordt getoetst

5.7 Vergunningen en meldingen

Voor de uitvoering zijn diverse vergunningen en meldingen noodzakelijk. In Tabel 5-1 is een overzicht opgenomen van de vergunningen en meldingen die op grond van de saneringsopgave in ieder geval moeten worden gedaan. Hierbij is er vanuit gegaan dat de uitvoeringsplannen alleen ter kennisgeving worden voorgelegd, waarbij de proceduretijd is bedoel om het bevoegd gezag de mogelijkheid te bieden de plannen te toetsen aan het Plan van Aanpak op hoofdlijnen.

Tabel 5-1: Overzicht vergunningen en meldingen

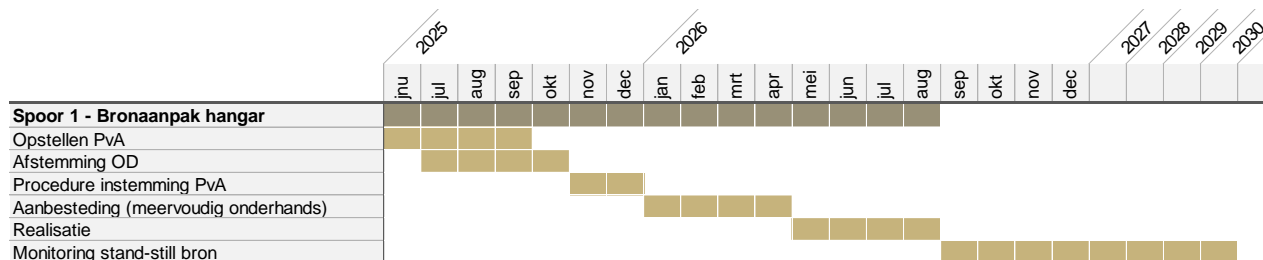
Onderdeel	Melding	Proceduretijd
PVA op hoofdlijnen	Melding Art. 27 Wbb OD	8 weken
UP	Beoordeling OD	4 weken
Start saneren	Melding OD	2 weken
Einde sanering	Melding OD	2 weken
(deel)evaluatierapport	Beoordeling OD	8 weken

5.8 Planning

De aanpak van de PFAS verontreiniging op GAE vraagt om een integrale benadering. Daarbij worden twee aparte sporen gevolgd.

- Spoor 1: Gericht op de aanpak (isolatie) van de PFAS verontreiniging ter plaatse van de te bouwen hangar.
- Spoor 2: Gericht op de ontwikkeling van een integrale visie op de aanpak van de bekende en vermeende PFAS verontreinigingen op en rondom de luchthaven.

De sporen hebben nadrukkelijk een technische en organisatorische samenhang. De sporen hebben/ vragen echter ook een ander tijdspad. Met name het visiedocument vraag uitgebreide afstemming met betrokken partijen, zoals de Provincie en het waterbedrijf. Het is reëel te veronderstellen dat spoor 2 een langere doorlooptijd zal hebben dan spoor1. Op basis van de huidige inzichten en verwachtingen geeft figuur 5-1 een voorlopige planning. Deze planning moet worden gezien als een ambitie en moet als onderdeel van het proces rond het vaststellen van het visiedocument verder worden gedetailleerd.



Figuur 5-1: Voorlopige planning

6 Nazorgaspecten

Tijdens de uitvoering van de saneringsmaatregelen wordt er op toegezien dat de werkzaamheden zodanig worden uitgevoerd dat aan de algemene saneringsdoelstelling wordt voldaan. Onder de verharding die wordt aangelegd blijft restverontreiniging achter. Hierop zijn gebruiksbeperkingen van toepassing.

6.1 Algemeen

Ter plaatse van de restverontreiniging moet worden voorkomen dat de restverontreiniging toch nog uitspoelt. Daarnaast moet contact met de verontreinigde grond voorkomen worden.

6.2 In stand houden verharding

Om uitspoeling en contact met de verontreinigde grond te voorkomen dient de verharding in stand te worden gehouden. Indien de verharding niet meer intact is moet deze worden hersteld.

6.3 Gebruiksbeperkingen

De aanwezigheid van de verharding brengt beperkingen met zich mee voor gebruikers en eigenaren van de locatie. De hieronder vermelde gebruiksbeperkingen zijn erop gericht om de verharding in stand te houden.

- De volgende werkzaamheden mogen alleen worden uitgevoerd onder goedkeuring van het bevoegd gezag;
 - het uitvoeren van graafwerkzaamheden en ontgravingen onder de verharding;
 - het wijzigen van de gebruiksfunctie van de locatie;
 - het uitvoeren van alle overige werkzaamheden die de getroffen saneringsmaatregel of de nazorg kunnen beïnvloeden.
- Bij (graaf)werkzaamheden in de verharding dient deze te worden hersteld.
- De saneerder/ eigenaar heeft de verplichting om de isolatiemaatregelen te onderhouden en te controleren.
- Bij eigendomsoverdracht van het perceel dient de "oude eigenaar" de "nieuwe eigenaar" op de hoogte te brengen van de locatiespecifieke situatie en de voor de locatie geldende beperkingen.

Gebruiksveranderingen kunnen van invloed zijn op de aan de restverontreiniging verbonden risico's voor gezondheid en/of milieu en moeten daarom worden gecommuniceerd met het bevoegd gezag.

De restverontreiniging in grond dient in het Bodem Informatie Systeem te worden vastgelegd.

6.4 Verantwoordelijkheden

Opgemerkt wordt dat de verantwoordelijkheid voor de nazorg primair berust bij de toekomstige eigenaren van de locatie. De gebruikers van de locatie hebben een signaleringsfunctie en verantwoordelijkheid met betrekking tot de

instandhouding van de verharding. Het is sterk aan te bevelen om dit privaatrechtelijk vast te leggen.

Referentielijst

- [1] Handreiking 'redelijkerwijs' en 'het natuurlijk moment' bij de zorgplicht bodem', 12 juni 2020;
- [2] Geohydrologische modellering en Multiple Criteria Analyse PFAS-verontreiniging Groningen Airport Eelde, Sweco, kenmerk: NL24-68800269-107742, d.d. 22 oktober 2024;
- [3] Antwoorden op vragen 1 en 8 uit de brief van de staatssecretaris van infrastructuur en milieu aan de voorzitter van de Tweede Kamer, Tweede Kamer, vergaderjaar 2016-2017, 29 517, nr. 124;
- [4] Verkennend bodemonderzoek Machlaan 38 te Eelde, Aveco de Bondt, referentie 223026_AdB_RAP_0001_v1.0, d.d. 23 januari 2023;
- [5] Rapportage nulmeting wasplaats met OBAS met Traxx tank Groninger Airport Eelde Machlaan 15, Koops, referentie 6989, d.d. 30 maart 2023;
- [6] Verkennend bodemonderzoek PFAS Burgemeester J.G. Legroweg (ong.) in Eelde, Ortageo, referentie 219424/R05, d.d. 7 september 2023;
- [7] Rapportage bureaustudies bodem en geohydrologie en aanvullend milieuhygiënisch bodemonderzoek, Witteveen en Bos, referentie 137224/24-000.682, d.d. 18 januari 2024,;
- [8] Vooronderzoek PFAS locatie Groningen Airport Eelde te Eelde, Tauw, kenmerk R001-1290360HJS-V03-srb-NL, d.d. 24 mei 2024;
- [9] Visie onderzoek en sanering PFAS-verontreinigingen Groningen Airport Eelde, Sweco, kenmerk: NL25-648800269-150111 d.d. 13-10-2025

Bijlage 1 Regionale ligging



Legenda

 Onderzoekslocatie

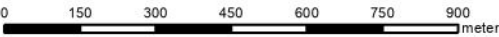
Regionale Ligging

PFAS-verontreiniging voormalige werkplaats
en brandweerkazerne Groningen Airport Eelde

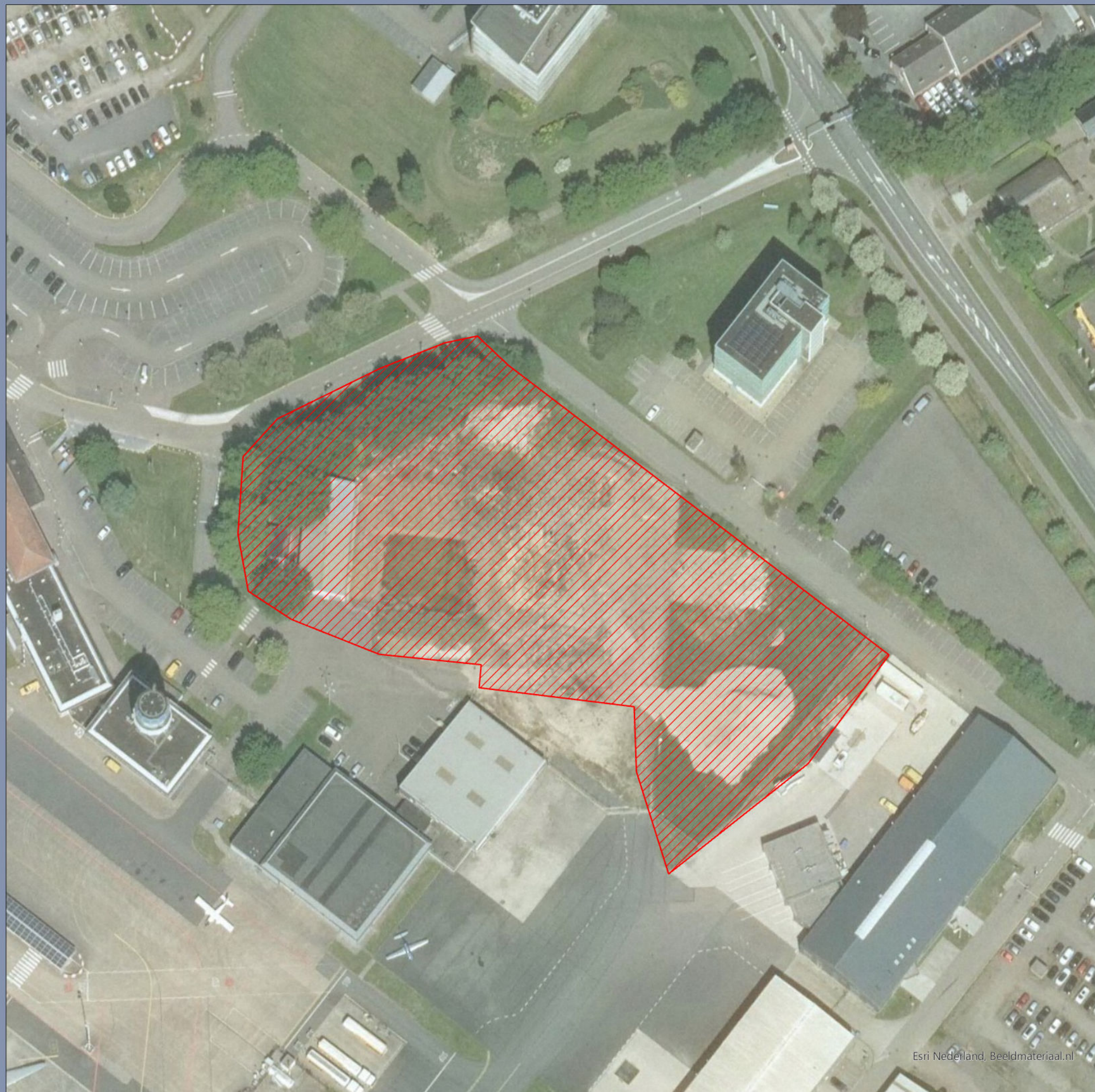
Opdrachtgever: Groningen Airport Eelde
Projectnummer: 51022047

Status: Definitief
Datum: 15-7-2024
Schaal: 1:15.000
Formaat: A3

Getekend: SES - Gecontroleerd: C



Bijlage 2 Huidige situatie



Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl

Legenda

 Onderzoekslocatie

Huidige situatie onderzoekslocatie PFAS-verontreiniging voormalige werkplaats en brandweerkazerne Groningen Airport Eelde

Opdrachtgever: Groningen Airport Eelde
Projectnummer: 51022047

Status: Definitief
Datum: 5-6-2025
Schaal: 1:1.000
Formaat: A3

Getekend: SES - Gecontroleerd: C

SWECO 

0 10 20 30 40 50 60 meter



© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

Bijlage 3 Multiple Criteria Analyse

Geohydrologische modelleren en Multiple Criteria Analyse

PFAS-verontreiniging Groningen Airport Eelde



Lijst met aanpassingen

Versie	Datum	Beschrijving van de wijziging	Herzien	Vrijgegeven door
C01	31-07-2024	Eerste concept	CM	
D01	22-10-2024	Verwerking opmerkingen RUD Drenthe	JvU	JvR

Sweco Nederland B.V.
Onderwerp
Projectnummer
Klant
Auteur
Gecontroleerd door
Vrijgegeven door
Datum
Versie
Documentnummer
Documentreferentie

Handelsregister 30129769
 PFAS verontreiniging GAE
 51022047
 GAE
 Stijn Hekhuis / Judith Sterken
 Jeroen van Uden / Cees Maurits
 Jeroen van Rooij
 22-10-2024
 D1
 NL24-648800269-107742
 241009 51022047 Rapportage Modelling_MCA_Groningen Airport Eelde_D1

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Doelstelling.....	5
1.3	Leeswijzer	6
2	Achtergrond informatie	7
2.1	Bronnen.....	7
2.2	De locatie	7
2.3	Maaiveld	8
2.4	Bodemopbouw	8
	2.4.1 Bodembeschrijving	8
	2.4.2 Bodemschematisatie	9
2.5	Grondwater	10
2.6	Oppervlaktewater	12
2.7	Grondwateronttrekking.....	12
3	Verontreinigingssituatie	14
3.1	Algemeen	14
3.2	Verontreinigingssituatie grond	14
3.3	Verontreinigingssituatie grondwater.....	16
4	Doorrekening saneringsvarianten	17
4.1	Algemeen	17
4.2	Methode	17
4.3	Beschrijving varianten	18
	4.3.1 Maximale variant.....	18
	4.3.2 Minimale variant.....	18
4.4	Resultaten doorrekening.....	19
	4.4.1 Maximale variant.....	19
	4.4.2 Minimale variant.....	22
	4.4.3 Deelconclusie	25
5	Multiple Criteria Analyse (MCA)	26
5.1	Algemeen	26
5.2	Opbouw MCA.....	26
5.3	Eindresultaat	26
6	Conclusies	28
6.1	Modellering.....	28
6.2	MCA	28
6.3	Aanbevelingen	28

Bijlage 1	Topografie	29
Bijlage 2	Boorprofielen	30
Bijlage 3	Kabels en leidingen	31
Bijlage 4	Situatie gehalten	32
Bijlage 5	Toekomstige situatie	33
Bijlage 6	Details modellering	34
Bijlage 7	MCA berekening	41

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Groningen Airport Eelde (GAE) wenst de grond rond de voormalige werkplaats en brandweerkazerne uit te geven aan een derde partij. Deze partij heeft vergevorderde planning voor de bouw van een hangaar voor afhandeling van privé-vluchten. De situering van de locatie is weergegeven in figuur 1.1.



Figuur 1.1 - Situering voormalige werkplaats en brandweerkazerne

De grond en het grondwater op deze locatie is door de voormalige activiteiten verontreinigd geraakt met PFAS. Op de verontreiniging is de zorgplicht art 13 Wbb van toepassing. Om de bouw van de hangar mogelijk te maken is het voornemen om de bouwlocatie met voorrang te saneren. Daarmee is er sprake van een deelsanering.

Om de effectiviteit van een sanerende maatregelen (varianten) te bepalen is een grondwatermodel opgesteld met een stoftransportmodel. Op basis van dit model is vervolgens een Multiple Criteria Analyse (MCA) uitgevoerd gericht op het geschikt maken van de bouwlocatie. Aanleiding

1.2 Doelstelling

Doelstelling van de uitgevoerde grondwater- en stoftransportmodellering is het inzichtelijk maken van de effectiviteit van enkele saneringsvarianten om de bouw van de nieuwe hangar mogelijk te maken. Het doel van de MCA is het op basis van het model afwegen van mogelijke saneringsvarianten op kosteneffectiviteit en milieurendement.

1.3 Leeswijzer

Onderhavig rapport is als volgt opgebouwd:

- Achtergrond informatie over de bodemopbouw, grondwaterstanden en -stroming en oppervlaktewater (hoofdstuk 2);
- Samenvatting van de verontreinigingssituatie met PFAS (hoofdstuk 3);
- Beschrijving van de grondwatermodellering (hoofdstuk 4);
- De resultaten van de uitgevoerde doorrekeningen met het grondwatermodel van de verschillende saneringsvarianten (hoofdstuk 5);
- Een beschrijving van de uitgevoerde MCA (hoofdstuk 6);
- De conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 7).

2 Achtergrond informatie

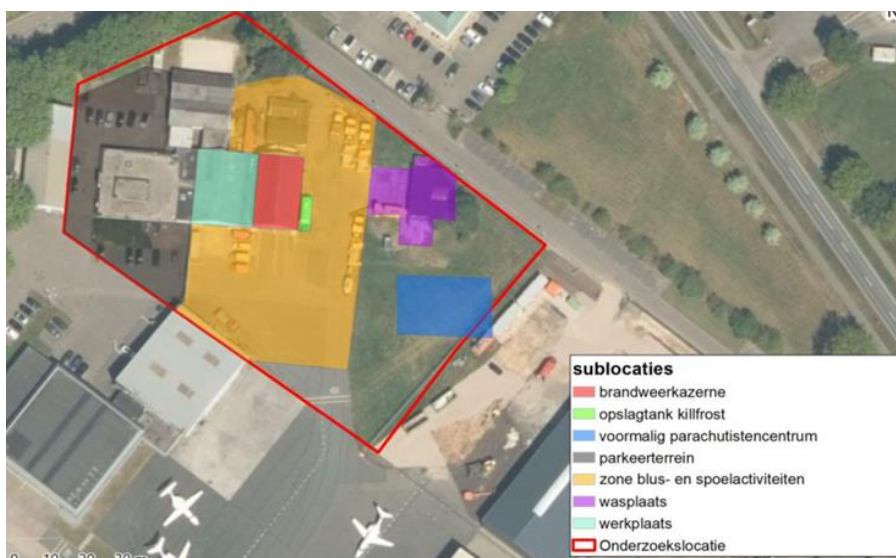
2.1 Bronnen

Om een beeld te krijgen in de grondwaterstroming en verspreiding van de verontreiniging, is inzicht in de opbouw van de bodem, optredende grondwaterstanden en oppervlaktewater(peilen) noodzakelijk. In dit hoofdstuk is ingegaan op deze aspecten. De geïnventariseerde gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- [1] Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN4, Rijkswaterstaat, 2021);
- [2] bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000);
- [3] grondwatergegevens uit DINO-loket (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond), GeoTOP v1.6 en REGIS II.2 (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (NITG-TNO));
- [4] Verkennend bodemonderzoek Machlaan 38 te Eelde, Aveco de Bondt, d.d. 23 januari 2023, referentie 223026_AdB_RAP_0001_v1.0
- [5] Rapportage nulmeting wasplaats met OBAS met Traxx tank Groninger Airport Eelde Machlaan 15, Koops, d.d. 30 maart 2023, referentie 6989
- [6] Verkennend bodemonderzoek PFAS Burgemeester J.G. Legroweg (ong.) in Eelde, Ortagio, d.d. 7 september 2023, referentie 219424/R05
- [7] Rapportage bureaustudies bodem en geohydrologie en aanvullend milieuhygiënisch bodemonderzoek, Witteveen en Bos, d.d. 18 januari 2024, referentie 137224/24-000.682
- [8] Rapportage aanvullend milieuhygiënisch bodemonderzoek naar PFAS, Witteveen en Bos, d.d. 18 januari 2024, referentie 137224/24-000.684.

2.2 De locatie

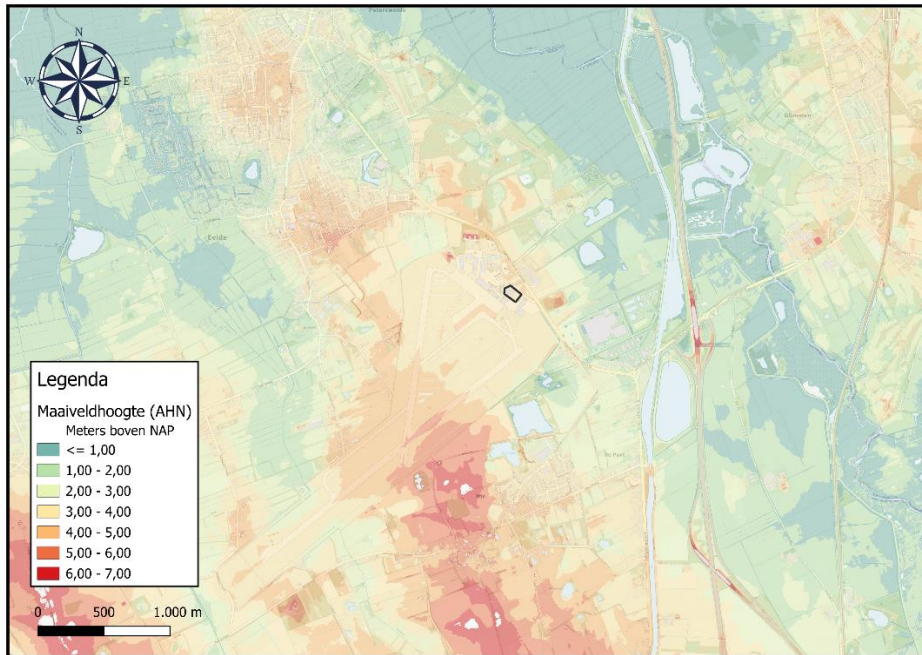
Rond 1970 zijn de eerste gebouwen gerealiseerd, zijnde de werkplaats en de brandweerkazerne. Vanaf circa 1990 heeft de brandweer gebruik gemaakt van AFFF-blusschuim (Tridol AFFF (3 %)). Dit ter plaatse van de zone met blus- en spoelactiviteiten vrijgekomen bij het wassen dan wel spoelen van tankwagens. Vanaf 2000 is voornamelijk gebruik gemaakt van de wasplaats.



Figuur 2.1 - Activiteiten op de onderzoekslocatie in de periode 1970-2023

2.3 Maaiveld

De maaiveldhoogte in de omgeving van de locatie ligt tussen de NAP +3,0 m en de NAP +4,0 m. De gemiddelde maaiveldhoogte ligt op NAP +3,6 m. Figuur 2.2 geeft een visualisatie van de maaiveldhoogte in de omgeving van de projectlocatie.



Figuur 2.2 - Maaiveldhoogte (AHN4). Projectlocatie zwart omlijnd

2.4 Bodemopbouw

2.4.1 Bodembeschrijving

De bodem bestaat in de bovenste 2 m uit fijn zand. Deze zandlaag behoort tot de formatie van Boxtel. Plaatselijk zijn tussen 0,5 en 2,5 m-mv veen- en sterke zandige leemlagen met een dikte variërend van enkele decimeters tot een meter aangetroffen.

Hieronder, op NAP +1,5 m, ligt de formatie van Peelo. Deze formatie bestaat uit voornamelijk fijn zand, lokaal afgewisseld door leemlaagjes. De fijne zanden komen voor tot een diepte van circa NAP -60 m, waar de laag overgaat in grovere zanden van de formatie van Appelscha tot NAP -80 m en de Formatie van Peize-Waalre tot NAP -117 m.

De Formatie van Peelo staat bekend om zijn heterogene karakter. Lokaal komen dikke kleilagen voor die vrijwel ondoorlatend zijn, maar deze formatie staat ook bekend om de diepe geulen (tunneldalen, tot wel 400 m diepte) die deels opgevuld zijn met grof zand. De kleilagen binnen de Formatie van Peelo vallen onder het Laagpakket van Nieuwolda, ook wel 'potklei' genoemd. Naast deze Potklei hebben ook fijne slibhoudende zanden binnen deze formatie een aanzienlijke stromingsweerstand. Binnen het stroomgebied van de Drentse Aa wordt de Formatie van Peelo gezien als een formatie die van wezenlijke invloed

is op de werking van het hydrologisch systeem en het voorkomen van kwelafhankelijk natuur in de beekdalen.

Onder NAP -117 m ligt een complexe eenheid binnen de formatie van Peize, waarin zand en klei elkaar afwisselen, tot NAP -144 m.

Onder de complexe eenheid liggen met diepte fijner wordende zanden van de formaties van Peize en Oosterhout tot een diepte van circa NAP -200 m.

Op circa NAP -200 m bevindt zich een complexe eenheid binnen de formatie van Oosterhout, aan de onderkant begrensd door klei van de Formatie van Breda. Door de hoge hydrologische weerstand worden deze lagen als hydrologische basis van de grondwatermodellering beschouwd.

2.4.2 Bodemschematisatie

In de beschrijving van de bodemopbouw is ingegaan op de samenstelling van de bodem. Door middel van een geohydrologische schematisatie wordt een indruk verkregen van de opbouw van de diepere ondergrond en de bijbehorende geohydrologische variabelen. Hierbij worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden.

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakketten worden beschreven met het doorlaatvermogen (kD-waarde in m^2/dag), hetgeen het product is van de horizontale doorlaatfactor (in m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (in m).

Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c-waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaat-factor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is.

In tabel 2.1 staat de geohydrologische schematisatie weergegeven ter plaatse van de locatie. Deze is gebaseerd op REGIS II.2 van TNO-NITG.

Het SkyTEM-onderzoek (TNO, 2022) heeft aangetoond dat REGISIIv2.2 de dikte van de Potklei in een aantal gebieden overschat. De in REGIS geschematiseerde aaneengesloten schollen blijken veel grilliger en bevatten gaten. De slib-houdende zanden zijn in REGIS bovendien samengevoegd met de vrijwel ondoorlatende Potklei. Voor de drinkwaterwinning De Punt is geen SkyTEM beschikbaar. Daarom is een analyse van de Peeloklei uitgevoerd op basis van boringen uit Dinoloket/BRO en boringen door het Waterbedrijf Groningen. Op basis van deze analyse is de Peelo opnieuw geschematiseerd. Hieruit blijkt dat vooral ter plaatse van het puttenveld van de Punt er aanzienlijk minder Peeloklei aanwezig is dan REGIS aangeeft. Daarnaast is de verdeling van de Peeloklei over PEK1 en PEK2 iets aangepast, doordat een andere methode voor opdelen is gebruikt.

Bij de modellering (zie verder hoofdstuk 4) is rekening gehouden met deze nieuwe inzichten, door de weerstand van de Peeloklei relatief laag te houden om het grillige karakter en de gaten in de Peeloklei te simuleren. Hierbij wordt opgemerkt dat in het kader van dit onderzoek vooral naar de ondiepe bodem is gekeken omdat zich hier de verontreinigingen bevinden (zie ook hoofdstuk 3).

De gehanteerde doorlaatfactoren in de modellering zijn gebaseerd op het MIPWA model. Deze ligt, met ruimtelijke variatie, rond de gemiddelde doorlaatfactor.

Tabel 2.1 Overzicht geohydrologische formaties en parameters (REGIS II.2)

Formatie	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	Doorlaatfactor		
			minimaal (m/dag)	gemiddeld (m/dag)	maximaal (m/dag)
Boxtel	3,7	2,9	3,1	5,0	6,9
Drente	2,9	1,5	3,9	7,4	10,9
Peelo, eerste en tweede zandige eenheid	1,5	-43	2,7	5,8	9,0
Peelo, tweede kleiige eenheid **	-43	-48	0,0008*	0,0016*	0,0025*
Peelo, derde zandige eenheid	-48	-60	3,10	6,40	9,70
Appelscha, eerste zandige eenheid	-60	-80	35,00	69,00	103,00
Peize Waalre, tweede en derde zandige eenheid	-80	-117	18,5	43,0	67,5
Peize, complexe eenheid ***	-117	-144	5,3 / 0,027*	13,0 / 0,057*	20,7 / 0,087*
Peize Waalre	-144	-160	7,4	17,0	26,6
Oosterhout, eerste kleiige eenheid	-160	-160	0,0040*	0,0072*	0,0104*
Oosterhout	-160	-196	2,3	5,2	8,1

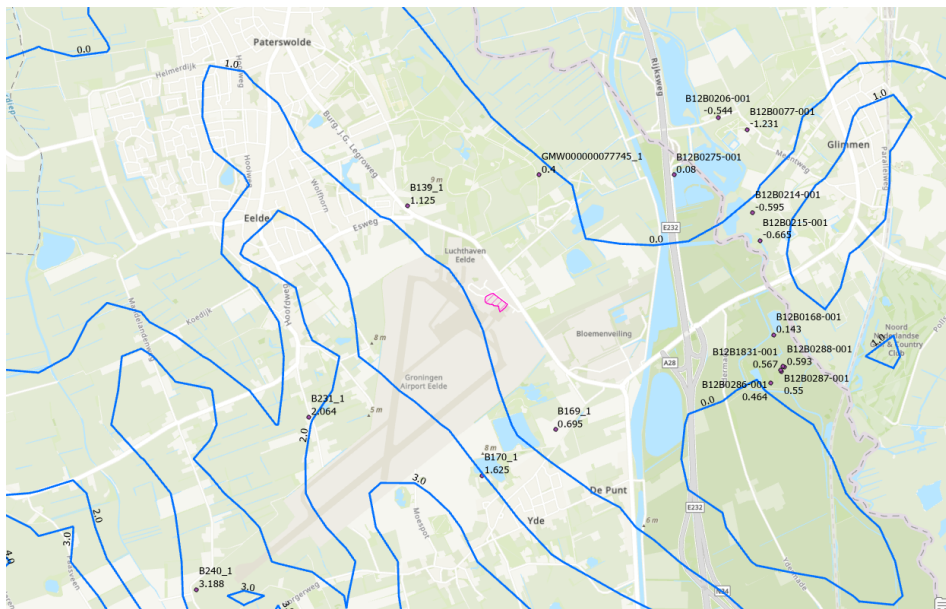
* Verticale doorlaatfactor

** Data uit REGIS niet accuraat – waarschijnlijk nauwelijks of geen klei in het projectgebied.
De weerstandslaag valt weg in de modellering.

*** Om de verspreiding niet te onderschatten is de horizontale doorlaatfactor gehanteerd.

2.5 Grondwater

In de omgeving van de locatie bevinden zich enkele peilbuizen met grondwaterstanden opgenomen in de TNO-dienst DINOlaket. De locaties van de peilbuizen is weergegeven in figuur 2.3.



Figuur 2.3 Peilbuizen en Gemiddelde Grondwaterstand (in m +NAP) met isohypsen
(jaargemiddelde 2000, blauwe lijnen)

De gemiddelde grondwaterstand (weergegeven in figuur 2.3) en GxG¹-waarden in de peilbuizen zijn vastgesteld met de tijdsreeksanalyse software Pastas. In tabel 2.2 zijn de afgeleide GxG waarden per peilbuis weergegeven.

Tabel 2.2 Afgeleide grondwaterstanden BRO-loket

Peilbuis-filter	X- coörd (m)	Y- coörd (m)	Filterdiepte (m +NAP)	GHG (m +NAP)	Gemiddeld (m +NAP)	GLG (m +NAP)
B12B0077-001	237.307	573.282	-68,6	-0,94	-1,23	-1,77
B12B0077-002	237.307	573.282	-83,8	-0,94	-1,24	-1,77
B12B0077-003	237.307	573.282	-108,1	-0,92	-1,22	-1,75
B12B0077-004	237.307	573.282	-127,5	-0,68	-0,94	-1,38
B12B0168-001	237.500	571.780	-2,9	0,41	0,15	-0,19
B12B0168-002	237.500	571.780	-28,9	0,10	-0,21	-0,58
B12B0168-003	237.500	571.780	-58,9	0,08	-0,24	-0,60
B12B0202-001	236.094	574.089	-2,0	0,11	-0,10	-0,23
B12B0202-002	236.094	574.089	-9,5	0,09	-0,06	-0,23
B12B0202-003	236.094	574.089	-58,5	-0,01	-0,30	-0,57
B12B0204-001	237.515	573.485	-7,3	-0,80	-1,25	-1,63
B12B0206-001	237.094	573.371	-7,2	-0,05	-0,52	-0,90
B12B0206-002	237.094	573.371	-18,1	-0,03	-0,50	-0,88
B12B0207-001	237.193	573.554	-7,9	0,04	-0,55	-1,01
B12B0208-001	237.099	573.733	-7,8	0,09	-0,54	-1,03
B12B0209-001	237.030	573.866	-7,1	-0,45	-0,78	-1,06
B12B0210-001	237.317	573.540	-9,0	-0,26	-0,94	-1,43
B12B0211-001	237.629	573.891	-7,5	-1,01	-1,45	-1,82
B12B0214-001	237.347	572.673	-4,3	-0,15	-0,57	-0,95
B12B0215-001	237.401	572.470	-9,4	-0,23	-0,65	-1,02
B12B0275-001	236.770	572.950	-3,8	0,31	0,09	-0,15
B12B0281-001	236.051	573.965	-1,3	0,16	-0,07	-0,31
B12B0281-002	236.051	573.965	-4,4	0,05	-0,11	-0,27
B12B0282-001	236.069	574.178	-4,3	0,08	-0,09	-0,23
B12B0282-002	236.069	574.178	-1,4	0,19	-0,03	-0,24
B12B0286-001	237.478	571.429	0,3	0,67		0,26
B12B0287-001	237.556	571.512	0,2	0,78	0,56	0,27
B12B0288-001	237.578	571.546	0,3	0,74	0,60	0,43
B12B0289-001	237.606	571.584	-	0,65	-	0,31
B12B0289-002	237.606	571.584	-	0,62	-	0,23
B12B0290-001	237.640	571.629	-0,1	0,73	0,63	0,45
B12B0290-002	237.640	571.629	-1,2	0,74	0,61	0,44
B12B1831-001	237.548	571.525	0,2	0,76	0,55	0,21
B12B1832-001	237.567	571.552	0,1	0,74	0,62	0,42
B12B1833-001	237.637	571.621	-0,2	0,75	0,62	0,45

- : niet bekend

De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) is op basis van het regionale grondwatermodel MIPWA vastgesteld. De waarden zijn:

- GHG: circa 1,65 m -mv (circa NAP +1,95 m);
- GLG: circa 2,90 m -mv (circa NAP +0,70 m).

¹ GxG: verzamelnaam voor Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG), Gemiddelde Grondwaterstand en Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)

De grondwaterstroming is noordoostelijk gericht, richting drinkwaterwinning (zie paragraaf 2.7). Het verhang van de isohypsen is ter plaatse van de locatie circa 1/1000 m/m à 1/900 m/m. Uitgaande van een gemiddelde doorlaatfactor van circa 6 m/dag en een porositeit van 0,3 (-) bedraagt de grondwaterstroomsnelheid circa 5 tot 10 m/jaar. Nabij de drinkwaterwinning kan deze stroomsnelheid wat groter zijn.

In verticale richting is er sprake van een infiltratiesituatie. Het ondiepe grondwater verplaatst zich ongeveer met het neerslagoverschot in verticale richting (circa 0,8 mm/dag → circa 0,3 m/jaar).

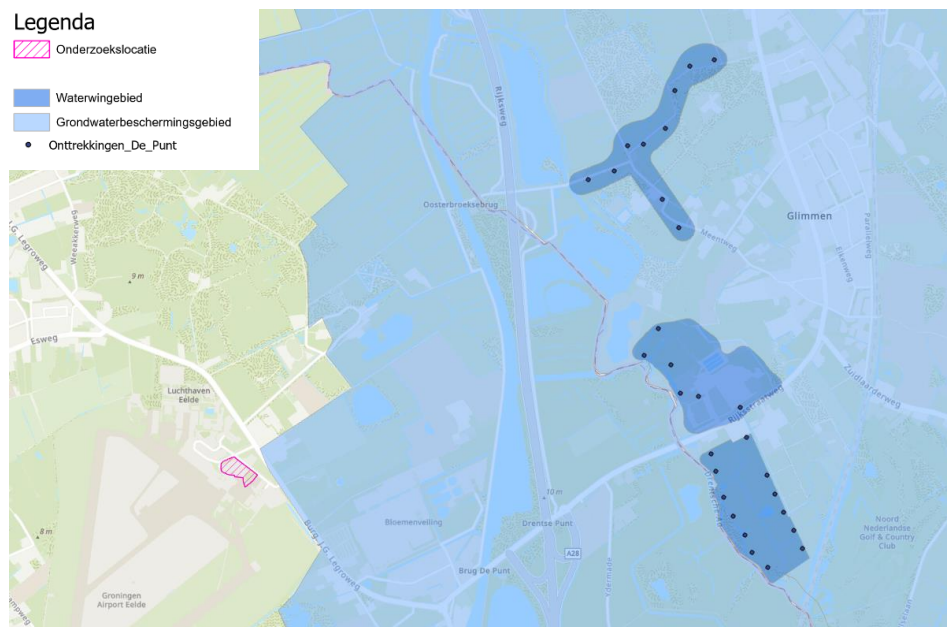
2.6 Oppervlaktewater

De locatie is gelegen in het beheergebied van waterschap Hunze en Aa's. Ten westen van de luchthaven is het oppervlaktewatersysteem in beheer van waterschap Noorderzijlvest. De beheerpeilen van de waterschappen liggen over het algemeen tussen NAP -0,10 m en NAP +0,53 m.

Ten oosten van de luchthaven ligt het Noord-Willemskanaal. Het kanaal is onderdeel van de Eemsboezem, waar een vast peil wordt gehanteerd van NAP +0,53 m.

2.7 Grondwateronttrekking

De waterwinningen De Punt en Onnen liggen ten oosten van de locatie, voorbij het Noordelijke Willemskanaal. De locatie van de waterwingebieden en het omliggende grondwaterbeschermingsgebied is weergegeven in figuur 2.4. De projectlocatie ligt aan de rand van het grondwaterbeschermingsgebied bij deze waterwinningen.



Figuur 2.4 - Waterwingebieden (donker blauw) en grondwaterbeschermingsgebied (licht blauw) De Punt – Onnen.

Er wordt onttrokken op een diepte van circa NAP -49 m tot NAP -100 m. De onttrekking vindt plaatst onder de scheidende laag (Peelo, tweede kleiige eenheid met ter plaatse van de winning een weerstand van circa 2.800 dagen) in de Formatie van Peelo (derde zandige eenheid), Appelscha en Peize Waalre.

De debieten van de winningen zijn gebaseerd op het gebiedsdossier bij de winningen (WATBF9270R001F01WM, 23-11-2018). De vergunde onttrekkingsdebieten bij De Punt en Onnen bedragen respectievelijk 13 miljoen m³/j en 19,8 miljoen m³/j. De gemiddelde onttrekkingsdebieten van de waterwinningen bedroeg in de periode 1990-2018 echter minder, respectievelijk 4,8 miljoen m³/j en 11,5 miljoen m³/j. In de modellering worden de debieten op de gemiddelde onttrekkingsdebieten gebaseerd.

3 Verontreinigingssituatie

3.1 Algemeen

Op de locatie is het voornemen een nieuwe hangar te bouwen. Bij de hangar wordt een vloeistofdichte verharding ten behoeve van het tanken van vliegtuigen aangelegd. Door de hangar en de vloeistofdichte verharding kan er geen regenwater infiltreren en neemt de uitspoeling van PFAS uit de onverzadigde zone af. De onderzoekslocatie is weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1 - Onderzoekslocatie bodemonderzoek (paars gearceerd) en situering grondwaterbeschermingsgebied (licht blauw)

3.2 Verontreinigingssituatie grond

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat de hoogste gehalten aan PFAS (waaronder PFOS, PFOA, PFPeA, PFHxS en 6:2FTS) in de bodem ter plaatse van de voormalige parkeerplaats ten zuiden van de werkplaats en de brandweerkazerne zijn aangetoond. In de grond zijn tot 1,5 m-mv verhoogde gehalten aan PFAS (met name PFOS) aangetoond.

De verontreinigingen zijn met name in de bovengrond aangetoond en nemen af met de diepte. De verontreiniging is niet op de gehele onderzoekslocatie in verticale richting afgeperkt. De grond dieper dan 1,5 m-mv is zeer beperkt onderzocht.

In figuur 3.2 is de verontreinigingssituatie in de bovengrond weergegeven in de genomen mengmonsters.



Figuur 3.2 - Verontreinigingssituatie mengmonsters bovengrond (waarden in mg/kg.ds)

De verontreinigingssituatie in de ondergrond is weergegeven in figuur 3.3



Figuur 3.3 - Verontreinigingssituatie mengmonsters ondergrond (waarden in mg/kg.ds)

3.3 Verontreinigingssituatie grondwater

Op de grens met het grondwaterbeschermingsgebied ten noordoosten (en vermoedelijk stroomafwaarts) van de locatie, zijn verhoogde concentraties aan PFAS in het grondwater tot circa 8 m-mv aangetoond. De concentraties zijn fors lager vergeleken met het brongebied.

In het grondwater op circa 10 m-mv op de grens met het grondwaterbeschermingsgebied zijn geen PFAS aangetoond. Ten zuidwesten (en vermoedelijk stroomopwaarts) van de locatie zijn eveneens verhoogde maar fors lagere concentraties aan PFAS gemeten vergeleken met de bronlocatie. Waarbij opgemerkt dat de PFAS-fingerprint - de verhouding tussen de verschillende PFAS - hier sterk afwijkt van de bronlocatie.

In figuur 3.4 is de situering van de geplande hangar weergegeven en de gemeten concentraties aan PFOS in het grondwater. Opgemerkt wordt dat het grondwater met name met PFOS is verontreinigd maar dat ook andere PFAS (met name 6:2 FTS maar ook PFPeA, PFHxS en PFHxA) in hoge concentraties in het grondwater zijn aangetoond.



Figuur 3.4 - Situering hangar (blauw gearceerd), vloestofdichte verharding (grijs gearceerd) en situering peilbuizen met concentratie PFOS (gekleurde punten met label)

Opgemerkt wordt dat in de peilbuizen van de drinkwaterwinning geen verhoogde concentraties gemeten zijn met uitzondering van een enkele peilbuis ten oosten van het drinkwaterwingebied. Deze verhoogde concentraties kunnen niet veroorzaakt zijn door de verontreiniging ter plaatse van het vliegveld.

3.3.1 Overige verontreinigingen

Behalve de verontreinigingen met PFAS zijn ten hoogste licht verhoogde gehalten aan minerale olie, PCB en/of PAK en de boven- en ondergrond aangetoond. In het freatische grondwater zijn, behalve PFAS, ten hoogste lichte verontreinigingen met barium en molybdeen aangetoond.

4 Doorrekening saneringsvarianten

4.1 Algemeen

In overleg met GAE en de Regionale Uitvoeringsdienst Drenthe (RUD) is afgesproken om twee saneringsvarianten voor de PFAS-verontreiniging op de bouwplaats te definiëren en deze vervolgens door te rekenen met het grondwatermodel.

Bij het definiëren van deze saneringsvarianten worden de volgende overwegingen meegenomen:

- Maximale variant (referentievariant): Deze variant moet alle risico's op verspreiding van verontreinigingen elimineren. Hierbij is uitgegaan van een ontgraving tot de toepassingswaarden voor bodemkwaliteitsklasse wonen of industrie en dat hiervoor tot 4 m-mv moet worden ontgraven.
- Minimale variant (functionele variant): Gebaseerd op de ontwikkelplannen voor de bouwlocatie, betreft minimale (civieltechnisch noodzakelijke) ontgraving onder de te bouwen hangar en beheersing van de verspreiding.

Er zijn op basis van de maximale en minimale variant ook nog tussenvarianten te bedenken, bijvoorbeeld:

- Tussenvariant 1:
 - Alleen ontgraven indien nodig voor bouwrijp maken van de locatie.
 - Hoge gehalten PFAS blijven achter in grond en grondwater.
 - Bouwvloer hangar beperkt de verdere nalevering vanuit de onverzadigde zone.
 - Interceptiesysteem voorkomt verder verspreiding via het grondwater.
- Tussenvariant 2:
 - Alleen ontgraven indien nodig voor bouwrijp maken van de locatie.
 - Aanbrengen onttrekkings-/infiltratie systeem ter plaatse bouwplot ten behoeve van in-situ aanpak (bijvoorbeeld SourceStop).
 - Hoge gehalten PFAS blijven achter in grond en grondwater, maar kunnen (direct of in de toekomst) in-situ worden aangepakt.
 - Interceptiesysteem voorkomt verder verspreiding via het grondwater.
 - Bouwvloer hangar beperkt de verdere nalevering vanuit de onverzadigde zone.

De tussenvarianten zijn niet nader doorgerekend.

4.2 Methode

De varianten zijn doorgerekend met een grondwatermodel n MODFLOW (zie ook bijlage 1). Van het regionale grondwatermodel MIPWA is een uitsnede gemaakt en overgezet naar een MODFLOW-grondwatermodel.

In grondwatermodel is ter plaatse van het brongebied verfijnd tot 2 bij 2 m om zo de grondwater- en stoftransportmodellering voldoende nauwkeurig uit te kunnen voeren.

De resultaten van de stationaire berekeningen met het grondwatermodel MIPWA zijn gebruikt als randvoorwaarden in het MODFLOW-

grondwatermodel. De berekende (gemiddelde) stijghoogten zijn vergeleken met de stijghoogten uit DINOloket waarna het grondwatermodel gekalibreerd is. Ook zijn stroombaanberekeningen met het programma MODPath uitgevoerd om inzicht te krijgen in de mogelijke verspreidingsroutes van de verontreinigingen.

Vervolgens zijn stoftransportberekeningen uitgevoerd met het programma MT3DMS om de verspreiding van PFAS in de ondergrond inzichtelijk te maken. Hierbij zijn de concentraties in het grondwater geïnterpoleerd om een 3D beeld te krijgen van de verontreinigingssituatie.

4.3 Beschrijving varianten

4.3.1 Maximale variant

In deze variant wordt uitgegaan dat de verontreiniging in de grond volledig verwijderd wordt tot de toepassingswaarden voor bodemkwaliteitsklasse wonen of industrie en er nauwelijks restverontreiniging in de grond is (geen nalevering).

Om de grond volledig te kunnen ontgraven tot circa 4 m -mv is het noodzakelijk een tijdelijke grondwaterstandsverlaging toe te passen. Gezien het een grote verlaging betreft moeten de verwachte effecten bij deze werkzaamheden en eventuele alternatieven moeten worden onderzocht.

Aangenomen wordt dat de verontreinigingen in het grondwater binnen de herontwikkelingscontour volledig verwijderd worden door de tijdelijke grondwaterstandsverlaging (onttrekking rondom de bouwlocatie).

Rondom de bouwlocatie blijven relatief hoge concentraties achter in het grondwater. Hierdoor wordt het grondwater onder de bouwlocatie herverontreinigd als gevolg van de grondwaterstroming. Er is geen sprake van nalevering vanuit de grond.

4.3.2 Minimale variant

Gebaseerd op de ontwikkelplannen voor de bouwlocatie, wordt bij deze variant alleen grond ontgraven indien nodig voor de constructie van de fundering en de bouwvloer. Vrijkomende grond wordt onder de bouwvloer herschikt.

Hierdoor blijven nog hoge gehalten in de grond en hoge concentratie in het grondwater achter. De bouwvloer van de hangar beperkt de verdere nalevering vanuit de onverzadigde zone.

Buiten de contouren van de hangar wordt geen grond ontgraven en zal er sprake zijn van enige uitspoeling van de verontreiniging als gevolg van het beperkte neerslagoverschot (nalevering).

Om ongewenste verspreiding van de verontreiniging buiten de locatie te voorkomen dient een interceptiesysteem geplaatst te worden nabij de Burgermeester J.G. Legroweg. Hiermee wordt ook voorkomen dat de verontreiniging uiteindelijk in de drinkwaterwinning terecht komt.

De varianten zijn in tabel 4.1 samengevat.

Tabel 4.1 Samenvatting varianten en resultaten

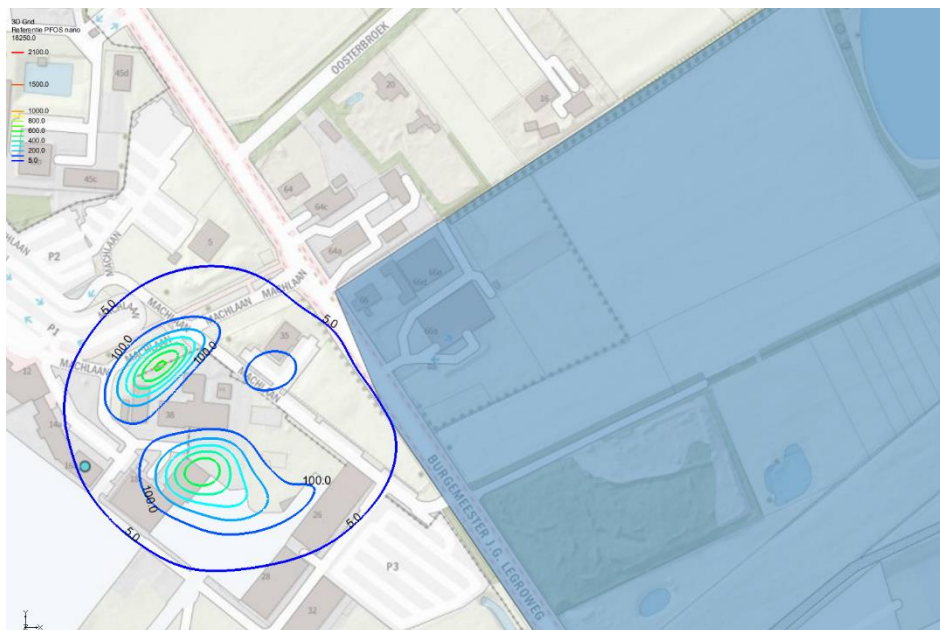
Maximale variant (referentie variant)	Minimale variant (functionele variant)
<ul style="list-style-type: none"> • Ingrijpende en kostbare sanering. • Blijvend kans op verspreiding PFAS via grondwater. • Interceptiesysteem grondwater wenselijk / noodzakelijk 	<ul style="list-style-type: none"> • Weinig ingrijpende en goedkope sanering. • Blijvend kans op verspreiding PFAS via grondwater. • Interceptiesysteem grondwater wenselijk / noodzakelijk • Eventuele bronaanpak in de toekomst (onder de nieuwbouw) beperkt.

4.4 Resultaten doorrekening

4.4.1 Maximale variant

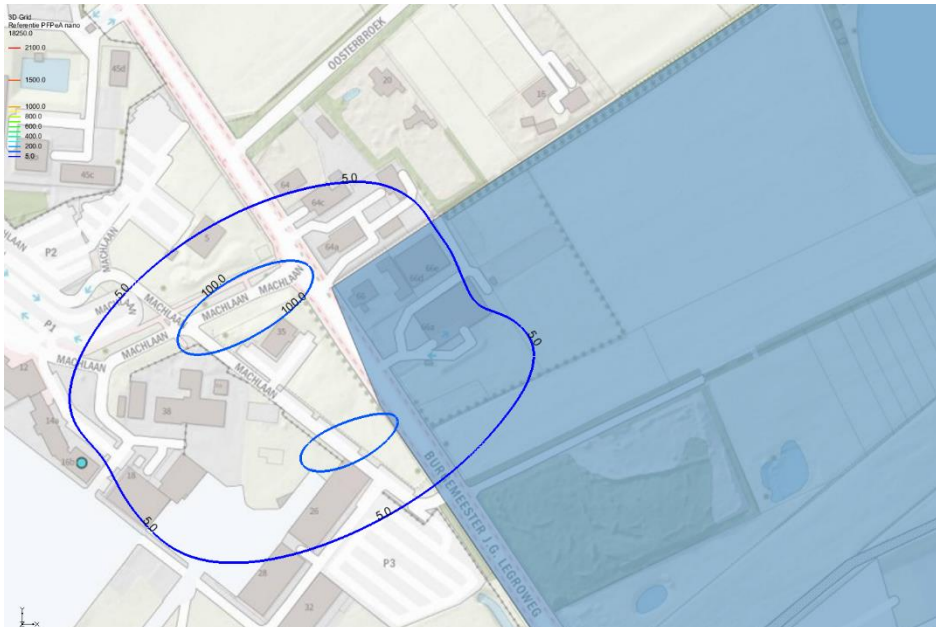
Rekenkundig is in deze variant uitgegaan dat de alle verontreiniging in de grond en het grondwater verwijderd is binnen de herontwikkelingscontour. Buiten de herontwikkelingscontour kunnen nog relatief hoge waarden aanwezig zijn als deze net buiten de herontwikkelingscontour aanwezig zijn. Er is dus uitgegaan van een worstcase scenario omdat in praktijk de concentraties op de rand van het herontwikkelingscontour ook verlaagd worden door de tijdelijke grondwaterstandsverlaging.

Berekend is de verspreiding van PFOS en PFPeA. De concentratie aan PFOS is het hoogst en PFPeA verplaatst zich het snelst. In figuur 4.1 is de verspreiding van PFOS weergegeven na 50 jaar.



Figuur 4.1 - Verspreiding PFOS na 50 jaar (concentraties PFOS in ng/l)

De verspreiding van PFPeA na 50 jaar is weergegeven in figuur 4.2. PFPeA is de mobielste PFAS van de in hoge concentraties aangetoonde PFAS op de onderzoek locatie.



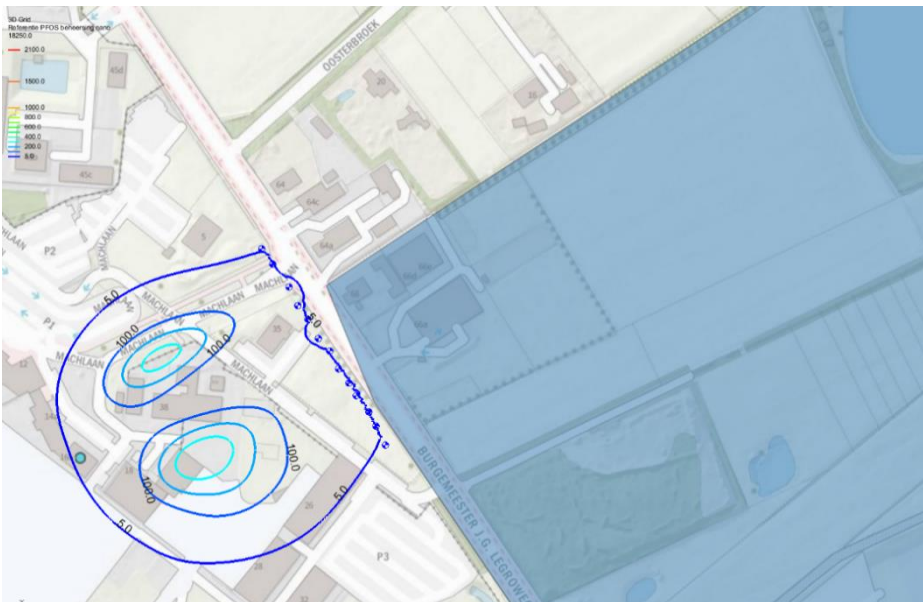
Figuur 4.2 - Verspreiding PFPeA na 50 jaar (concentraties PFPeA in ng/l)

Zichtbaar is dat de PFPeA zich tot buiten het perceelsgrens van de luchthaven verspreid tot circa 100 à 110 m ten noordwesten van de Burgermeester J.G. Legroweg.

Om verder verspreiding (richting drinkwaterwinning) te voorkomen, kan een beheersing geplaatst worden parallel aan Burgermeester J.G. Legroweg. Voor de beheersing zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De grondwaterstandsverlaging bij de perceelsgrens bedraagt 0,5 m; Het noodzakelijk (totaal) debiet om deze verlaging te realiseren is berekend op 10 tot 15 m³/uur.
- De beheersing kan worden uitgevoerd door middel van 13 verticale filters.

Het effect van deze beheersing op de concentraties aan PFOS is weergegeven in figuur 4.3.

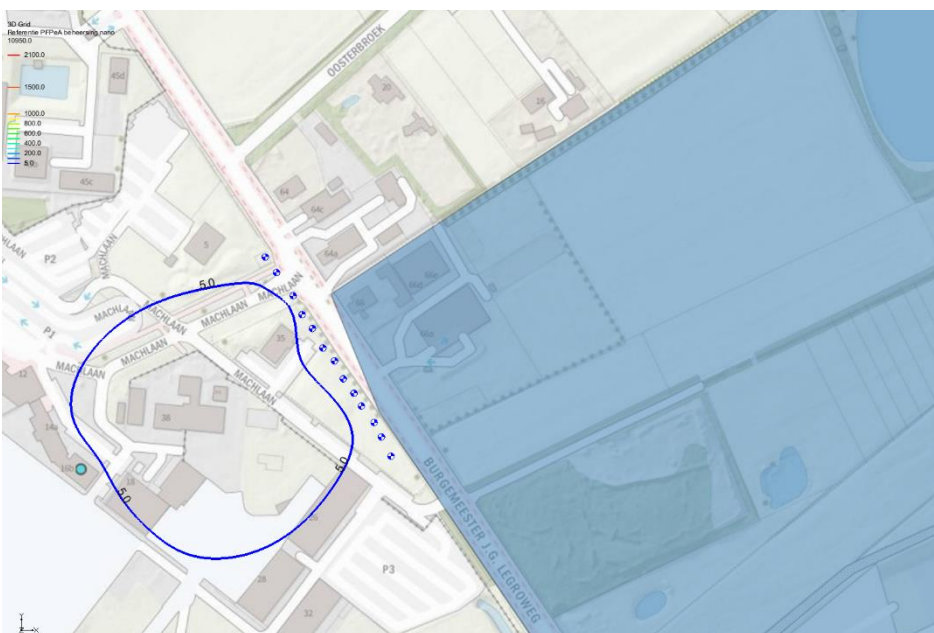


Figuur 4.3 - Verspreiding PFOS na 50 jaar met beheersing (concentraties PFOS in ng/l)

Door de aantrekkende werking van de onttrekking verspreid de PFOS zich sneller dan zonder beheersing maar niet voorbij de Burg. J.G. Legroweg.

De mobielere PFPeA verontreiniging wordt vrijwel geheel afgevangen door de beheersing. De concentratie neemt in de loop der tijd dan ook af tot minder dan 5 ng/l. Uit analyse blijkt dat na 42 jaar de concentratie gedaald is tot rond 5 ng/l.

In figuur 4.4 is de verspreiding weergegeven na 30 jaar. Zichtbaar is dat de concentratie aan PFPeA sterk verminderd is.



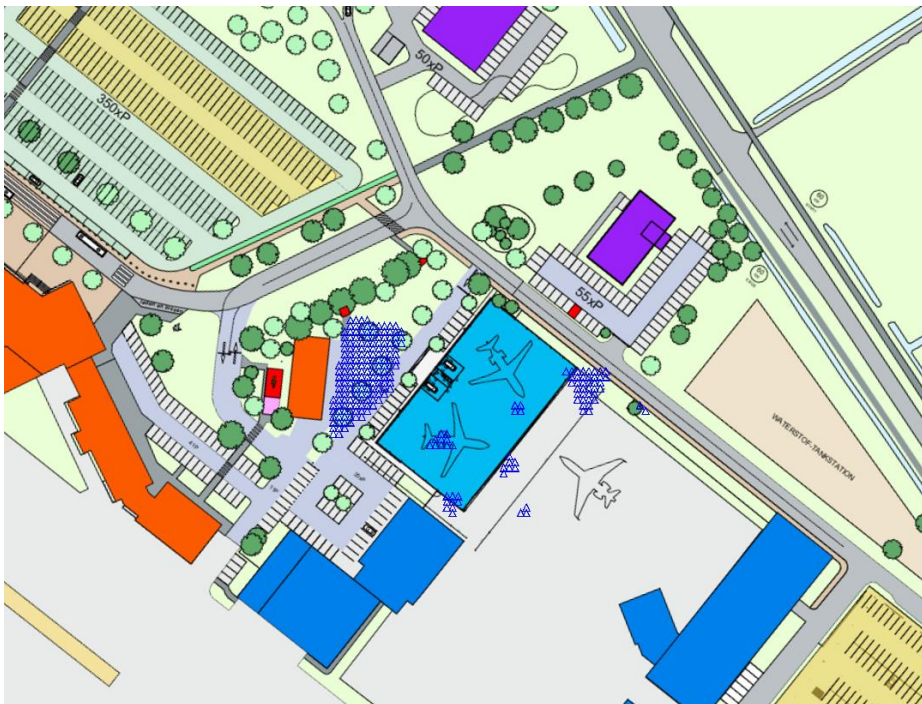
Figuur 4.4 - Verspreiding PFPeA na 30 jaar met beheersing (concentraties PFPeA in ng/l)

Monitoring (stijghoogten en grondwaterkwaliteit) dient uit te wijzen of 13 onttrekkingsfilters voldoende zijn. Afhankelijk van de monitoringsresultaten kunnen er filters afgekoppeld worden of dienen er filters bijgeplaatst te worden.

4.4.2 Minimale variant

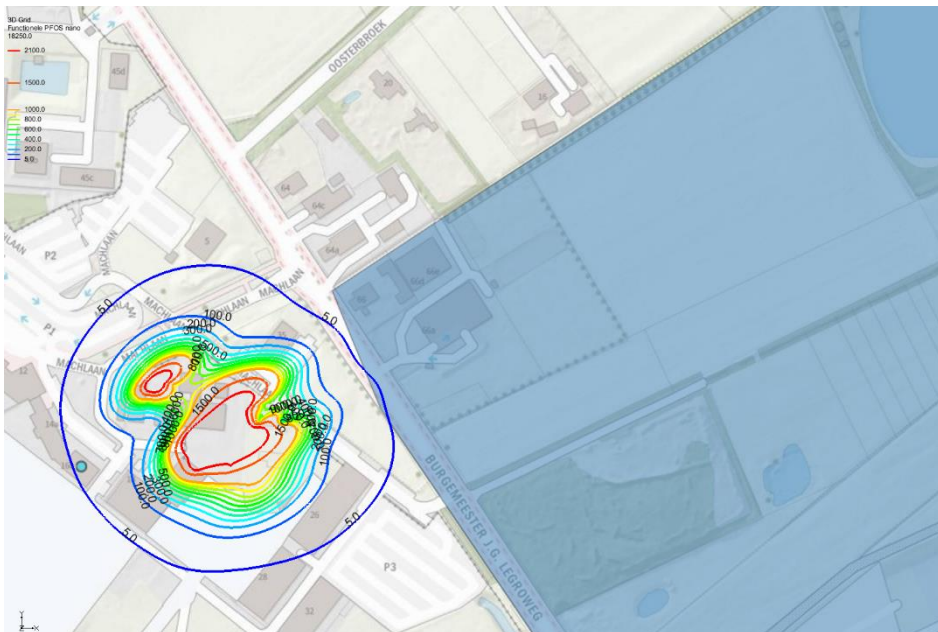
De ondiepe grond onder de geplande hangar wordt in deze variant gesaneerd. Door de verharding (als gevolg van de bouw van de hangar en verharding om de hangar) zal de uitspoeling van verontreiniging nihil zijn.

Modelmatig is aangenomen dat alleen vanuit de verontreinigde diepere ondergrond de bodem blijft naleveren. De gebieden die blijven naleveren zijn weergegeven in figuur 4.5 (en in figuur 3.3 en 3.4).



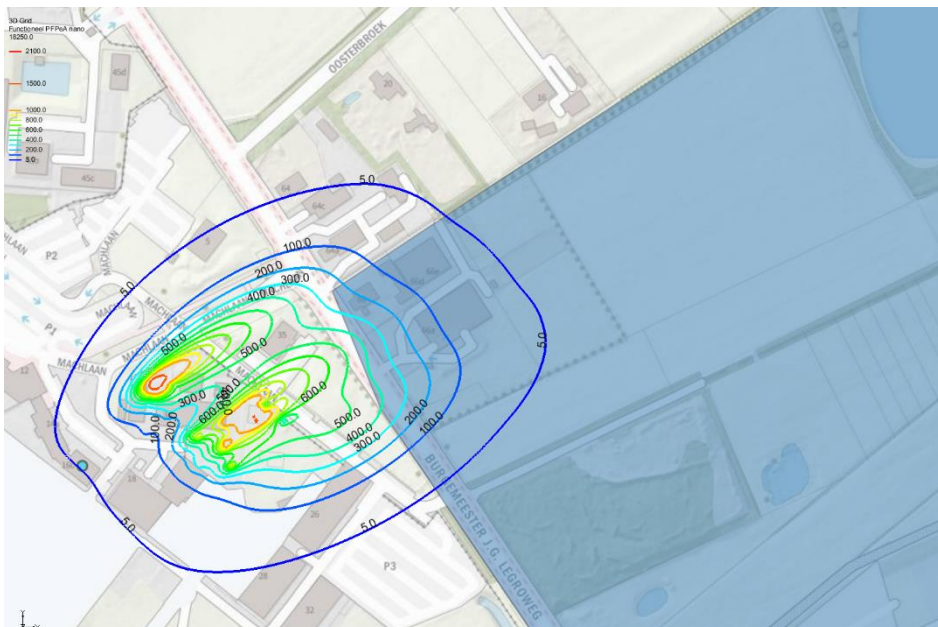
Figuur 4.5 - Gebieden van waaruit nalevering plaats vindt naar het grondwater (blauwe driehoekjes)

In figuur 4.6 is de verspreiding van PFOS weergegeven na 50 jaar.



Figuur 4.6 - Verspreiding PFOS na 50 jaar na sanering grond onder geplande hangar

De berekende verspreiding van PFPeA na 50 jaar is weergegeven in figuur 4.7.



Figuur 4.7 - Verspreiding PFPeA na 50 jaar na grondsanering

Doordat er vrijwel geen verontreinigde grond op diepte (in de verzadigde zone) verwijderd wordt, vindt er nalevering plaats vanuit deze verontreinigde grond. De concentraties zijn dan ook hoger dan in de maximale variant.

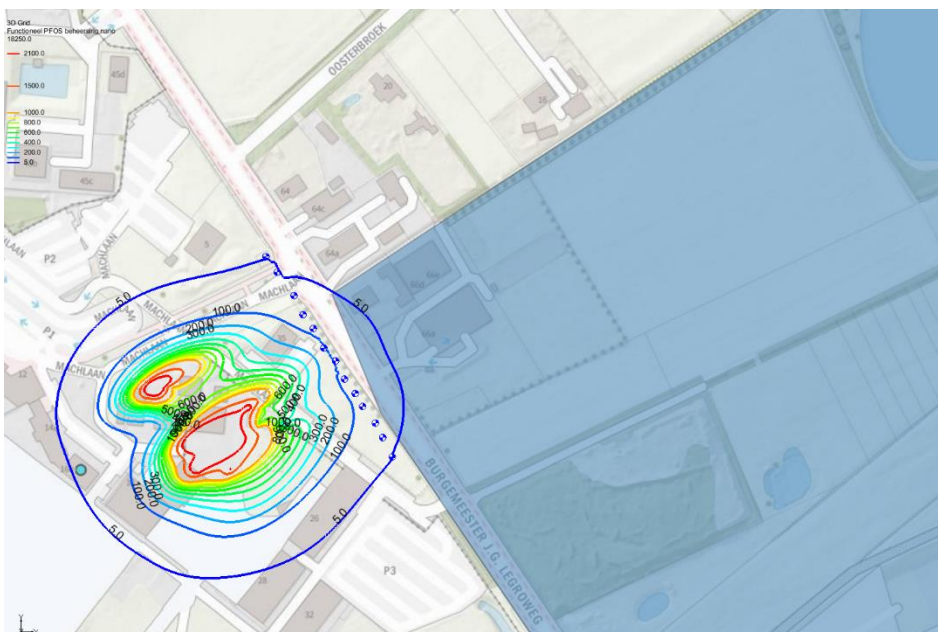
Het grondwater zal door deze verontreinigde gebieden stromen en zo een pluim vanuit het brongebied veroorzaken.

Om verdere verspreiding van de grondwater verontreiniging buiten het terrein van de luchthaven te voorkomen, kan ook hier het afstromend grondwater beheerst worden door een onttrekking nabij de Burgermeester J.G. Legroweg.

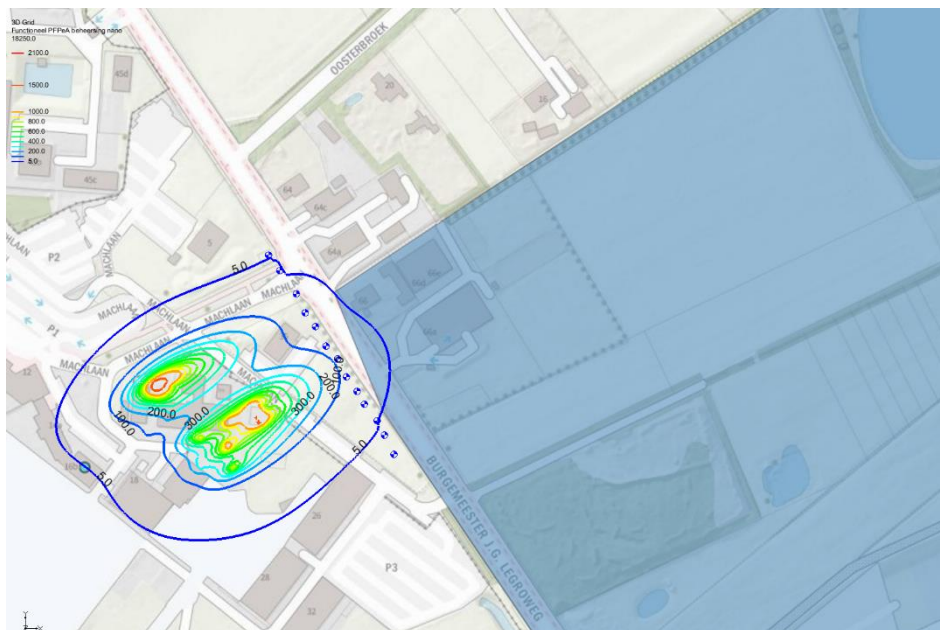
Voor de beheersing zijn net als bij de maximale variant de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De grondwaterstandsverlaging bij de perceelsgrens bedraagt 0,5 m; Het noodzakelijk (totaal) debiet om deze verlaging te realiseren is berekend op 10 tot 15 m³/uur.
- De beheersing wordt uitgevoerd door middel van 13 verticale filters.

Het effect van de beheersing op de verspreiding van de verontreinigingen zijn weergegeven in figuur 4.8 (PFOS) en figuur 5.9 (PFPeA).



Figuur 4.8 - Verspreiding PFOS na 50 jaar na sanering grond onder geplande hangar met beheersing



Figuur 4.9 - Verspreiding PFPeA na 50 jaar na sanering grond onder geplande hangar met beheersing

Uit figuur 4.8 en 4.9 lijkt het of de verontreiniging voorbij de Burg. J.G. Legroweg stroomt. Uit analyse van de tijdstappen blijkt dat er sprake is van een stabiele situatie: verontreiniging verspreid zich niet verder.

Monitoring (stijghoogten en grondwaterkwaliteit) dient uit te wijzen of 13 onttrekkingsfilters voldoende zijn. Afhankelijk van de monitoringsresultaten kunnen er filters afgekoppeld worden of dienen er filters bijgeplaatst te worden.

4.4.3 Deelconclusie

In de grond en het grondwater ter plaatse van de voormalige werkplaats en brandweerkazerne is PFAS aangetroffen. Om de bouw van een nieuwe hangar op de locatie mogelijk te maken zijn een tweetal saneringsvarianten beschouwd en is de effectiviteit berekend met een grondwater- en stoftransportmodel. De varianten en resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Samenvatting varianten en resultaten

Maximale variant (referentie variant)	Minimale variant (functionele variant)
<ul style="list-style-type: none"> Blijvend kans op verspreiding PFAS via grondwater. Interceptiesysteem grondwater wenselijk / noodzakelijk Concentraties aanzienlijk lager (PFOS maximaal circa 600 ng/l) Door beheersing dalen concentraties aan PFOS verder door aantrekking van de bronnen tot circa 300 à 400 ng/l 	<ul style="list-style-type: none"> Blijvend kans op verspreiding PFAS via grondwater. Interceptiesysteem grondwater wenselijk / noodzakelijk Concentraties blijven hoog (PFOS tot 3.000 à 4.000 ng/l) Door beheersing dalen concentraties aan PFOS door aantrekking van de bronnen tot circa 2.800 à 3.400 ng/l

5 Multiple Criteria Analyse (MCA)

5.1 Algemeen

In hoofdstuk 4 zijn twee saneringsvarianten doorgerekend met een grondwatermodel. Uit de modellering blijkt dat in alle gevallen een Interceptiesysteem grondwater wenselijk / noodzakelijk is. Varianten verschillen met name qua daling van concentraties aan PFAS in het brongebied.

Om vast te stellen wat een redelijke saneringsinspanning is spelen naast doorgerekende milieueffecten ook andere criteria een rol. Hiertoe is een Multiple Criteria Analyse (MCA) uitgevoerd. Dit hoofdstuk beschrijft de wijze waarop deze MCA is opgebouwd en het eindresultaat.

5.2 Opbouw MCA

In overleg met GAE en de RUD zijn, onafhankelijk van de geohydrologische modellering, relevante criteria bepaald die van invloed zijn op de besluitvorming. Hierbij is allereerst onderscheid gemaakt in zes hoofdgroepen, te weten:

1. Saneringsrendement
2. Risico's
3. Omgevingseffecten
4. Planning
5. Kosten
6. Duurzaamheid en innovatie

Onder deze hoofdgroepen zijn vervolgens diverse criteria uitgewerkt. Elk criterium is vervolgens door betrokken partijen in overleg gewogen op basis van het belang dat eraan wordt gehecht.

Voor een overzicht van alle criteria en wegingsfactoren wordt verwezen naar de export van de MCA in tabel 5.1.

Voor de MCA zijn drie varianten geïdentificeerd, te weten:

1. Maximale variant
2. Minimale variant
3. Tussenvariant 2

De drie varianten zijn beoordeeld tegen elk criterium. Scores van de alternatieven zijn vervolgens vermenigvuldigd met de gewichten van de criteria en opgeteld om een totaal score voor elke optie te krijgen.

5.3 Eindresultaat

Het eindresultaat van de MCA is een gestructureerd overzicht van hoe elke optie presteert ten opzichte van de verschillende criteria. Op basis van de totale scores kunnen de drie varianten als volgt worden gerangschikt:

1. Tussenvariant 2 (3)
2. Minimale variant (2)
3. Maximale variant (1)

Onderstaande tabel 5.1 geeft een export van de MCA berekening.

Tabel 5.1 Export MCA berekening

Nr	Criteria	Wegingsfactor (0 t/m 10)	Impact weging op totaal	Score varianten (10, 8, 6, 4, 2, 0)			Gewogen score		
				VARIANT 1	VARIANT 2	VARIANT 3	VARIANT 1	VARIANT 2	VARIANT 3
1	Saneringsrendement		25,0%						
1.1	Verwijdering PFAS (mg) van bronlocatie	2	2,4%	8	0	0	16	0	0
1.2	Verwijdering PFAS (mg) uit grondwater	4	4,8%	8	0	2	32	0	8
1.3	PFAS-concentraties op perceelsgrens	5	6,0%	6	4	4	30	20	20
1.4	Herstel gebruiksmogelijkheden	10	11,9%	8	4	6	80	40	60
2	Risico's		29,8%						
2.1	Bedreiging mens en milieu	10	11,9%	8	2	6	80	20	60
2.2	Vervuiling aangrenzende percelen	10	11,9%	8	6	6	80	60	60
2.3	Saneringsdoel wordt niet bereikt	5	6,0%	8	4	6	40	20	30
3	Omgevingseffecten		3,6%						
3.1	Transportbewegingen (verkeersoverlast)	1	1,2%	0	10	10	0	10	10
3.2	Geluid	1	1,2%	0	8	8	0	8	8
3.3	Stofvorming bij graafwerkzaamheden	1	1,2%	0	8	8	0	8	8
4	Planning		14,3%						
4.1	Tijdsduur saneringsvoorbereiding	5	6,0%	2	8	6	10	40	30
4.2	Tijdsduur bronaanpak	5	6,0%	2	8	6	10	40	30
4.3	Tijdsduur grondwatersanering/nazorg	2	2,4%	8	2	4	16	4	8
5	Kosten		23,8%						
5.2	Directe saneringskosten	20	23,8%	0	8	7	0	160	140
6	Duurzaamheid en innovatie		3,6%						
6.1	CO2-uitstoot	2	2,4%	0	10	8	0	20	16
6.3	Bijdrage aan kennisontwikkeling PFAS-sanering	1	1,2%	4	6	8	4	6	8
Totaalscore							398	456	496

Uit de berekening blijkt dat er met name grote verschillen zijn op het gebied van saneringsrendement en kosten.

Verschillende laten zich eenvoudig verklaren door het feit dat een maximale variant per definitie meer saneringsrendement oplevert, maar ook meer kosten met zich mee brengt. Bij PFAS saneringen zijn de kosten voor afvoer van grond daarbij vooralsnog fors hoger dan voor andersoortige verontreinigingen. Qua risico's voor mens en milieu, omgevingseffecten, planning en duurzaamheid zijn de verschillen minder groot.

Uit de modellering volgt dat in alle gevallen sprake is van blijvende kans op verspreiding PFAS via grondwater. En interceptiesysteem voor grondwater wordt sowieso wenselijk / noodzakelijk geacht. Verschil zit met name in de concentraties in het brongebied en niet in de omvang van de verspreiding. Daarmee is de impact op mens en milieu niet wezenlijk anders.

Het verschil in score tussen de minimale variant en de tussenvariant wordt met veroorzaakt door saneringsrendement en de risico's voor mens en milieu. De tussenvariant scoort duidelijk beter op deze thema's. In aanvulling op de minimale variant voorziet de tussenvariant namelijk in het aanbrengen van voorzorgsmaatregelen ter plaatse van het bouwplot, zodat in een later stadium altijd een in-situ aanpak onder de vloer kan worden uitgevoerd. Dit in geval van onvoorzien tegenvallende ontwikkelingen of beschikbaar komen van nieuw innovatieve technieken. Een dergelijke 'no regret' maatregel kost weliswaar tijd en geld, maar betekent ook dat de variant beter scoort op saneringsrendement en (rest) risico's.

6 Conclusies

6.1 Modelleren

Uit de modellering blijkt dat bij zowel een maximale als minimale variant sprake is van een blijvende kans op verspreiding PFAS via grondwater. Er is sowieso een interceptiesysteem grondwater wenselijk / noodzakelijk. Bij een maximale variant zullen de concentraties in het brongebied aanzienlijk lager worden dan bij een minimale variant. Er is echter geen significante verschil in de uiteindelijke omvang van de verspreiding. Beide varianten zorgen dat de locatie geschikt wordt voor herontwikkeling en beperken de impact op mens en milieu.

6.2 MCA

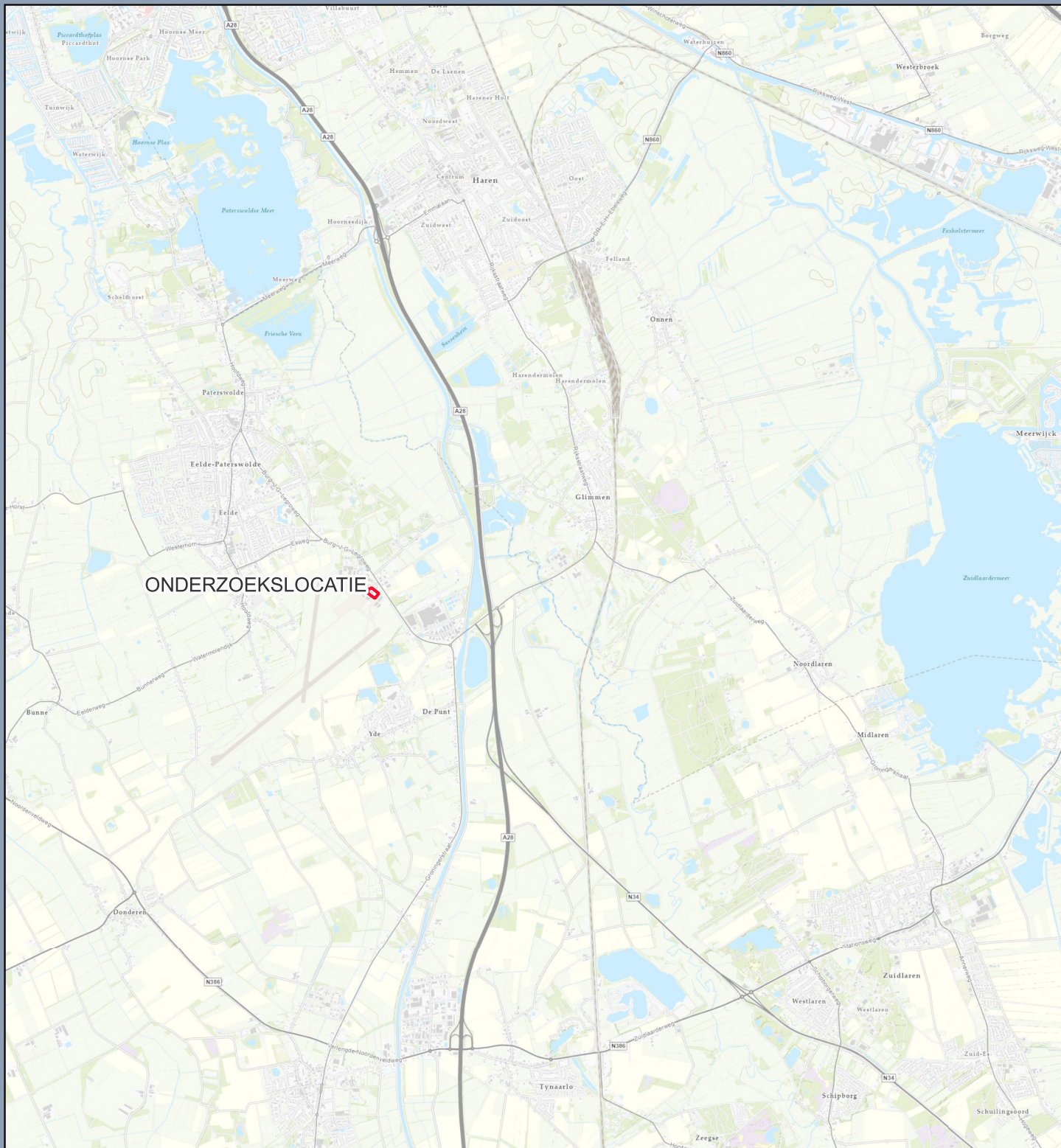
Uit de MCA blijkt dat de maximale variant vooral scoort op saneringsrendement. De minimale variant scoort op planning en kosten. Varianten scoren ongeveer gelijk op risico's voor mens en milieu. De minimale variant scoort in totaal de meeste punten. Met het oog op onvoorzien tegenvallende ontwikkelingen is een minimale variant echter onwenselijk. De tussenvariant waarbij rekening wordt gehouden met een 'no regret' maatregel verdient daarom de voorkeur.

6.3 Aanbevelingen

Op basis van het voorliggende rapport dient in overleg met de RUD de uiteindelijke keuze voor een voorkeursvariant te worden gemaakt. Met die keuze kan vervolgens invulling worden gegeven aan het vervolgtraject. Dit traject bestaat op hoofdlijn uit:

- Aanvullend op de saneringsaanpak gericht onderzoek;
- Opstellen van een saneringsplan;
- Aanvragen van vergunningen;
- Uitvoering sanering (aanbrengen interceptie en no regret maatregel);
- Monitoring.

Bijlage 1 Topografie



Topografische situatie

MCA sanering PFAS GAE

Opdrachtgever: Groningen Airport Eelde
Projectnummer: 51022047



Status: Definitief
Datum: 20-07-2024 21:25
Schaal: 1:65.827,661728
Formaat: A4

Getekend: XX - Gecontroleerd: XX

0 1.000 2.000 3.000 4.000 meters

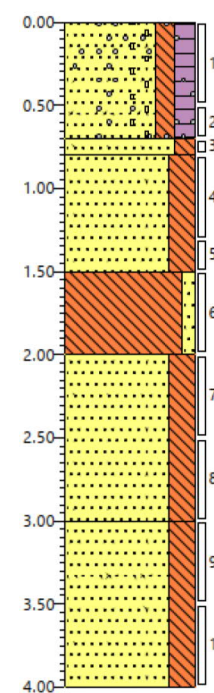


Bijlage 2 Boorprofielen

Boring:

Datum:
Boormeester:

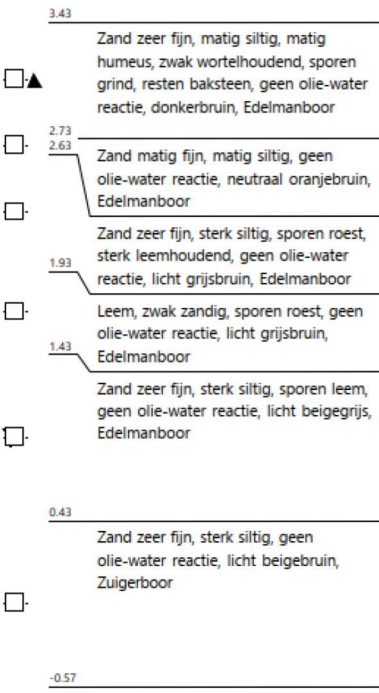
X:
Y:



PB16

23-8-2023
Karlo Naberman

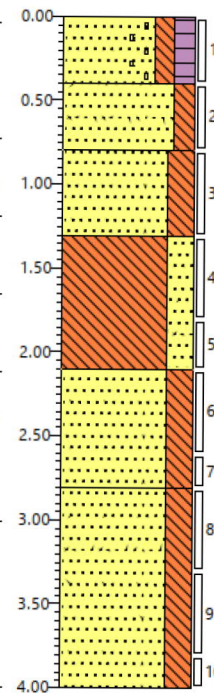
235423,49
572011,22



Boring:

Datum:
Boormeester:

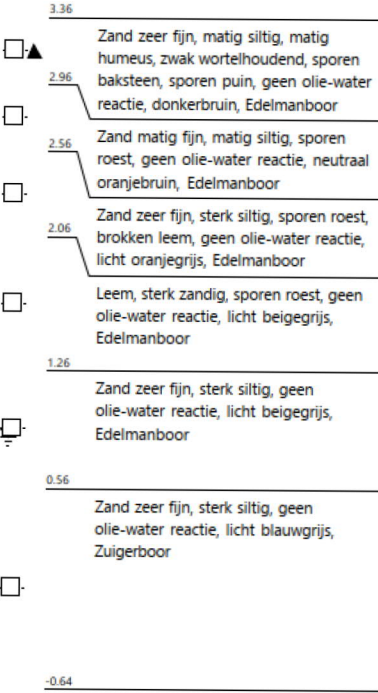
X:
Y:



PB10

23-8-2023
Karlo Naberman

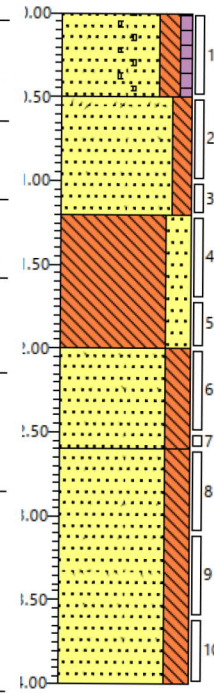
235468,42
572037,89



Boring:

Datum:
Boormeester:

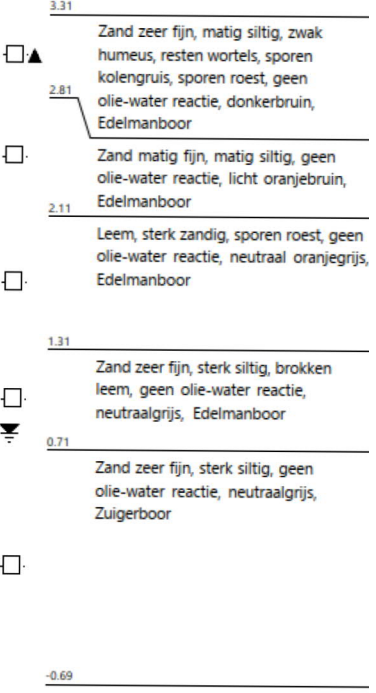
X:
Y:



PB07

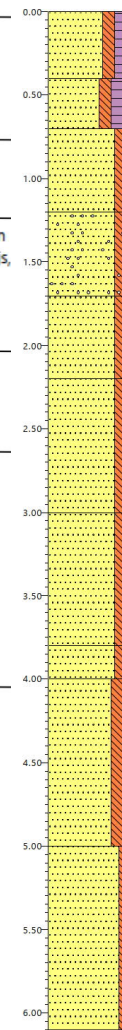
22-8-2023
Karlo Naberman

235494,04
572038,43



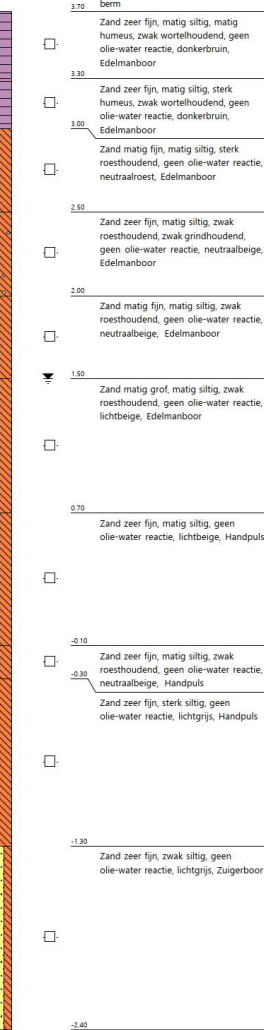
Boring:
Datum:
Boormeester:

X:
Y:



PB01
8-6-2023
Heino Walls

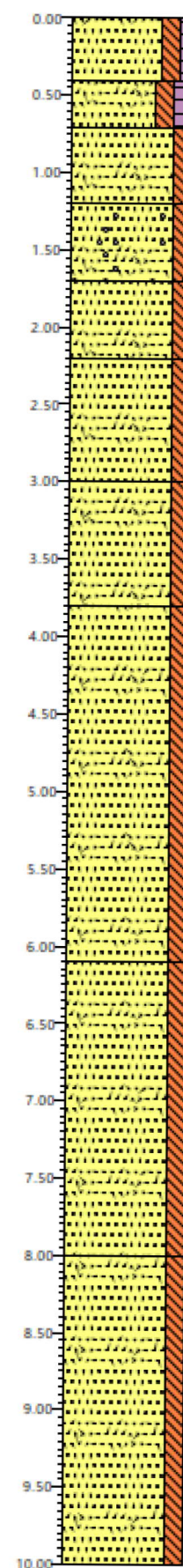
235567,37
572084,61



Boring:

Datum:
Boormeester:

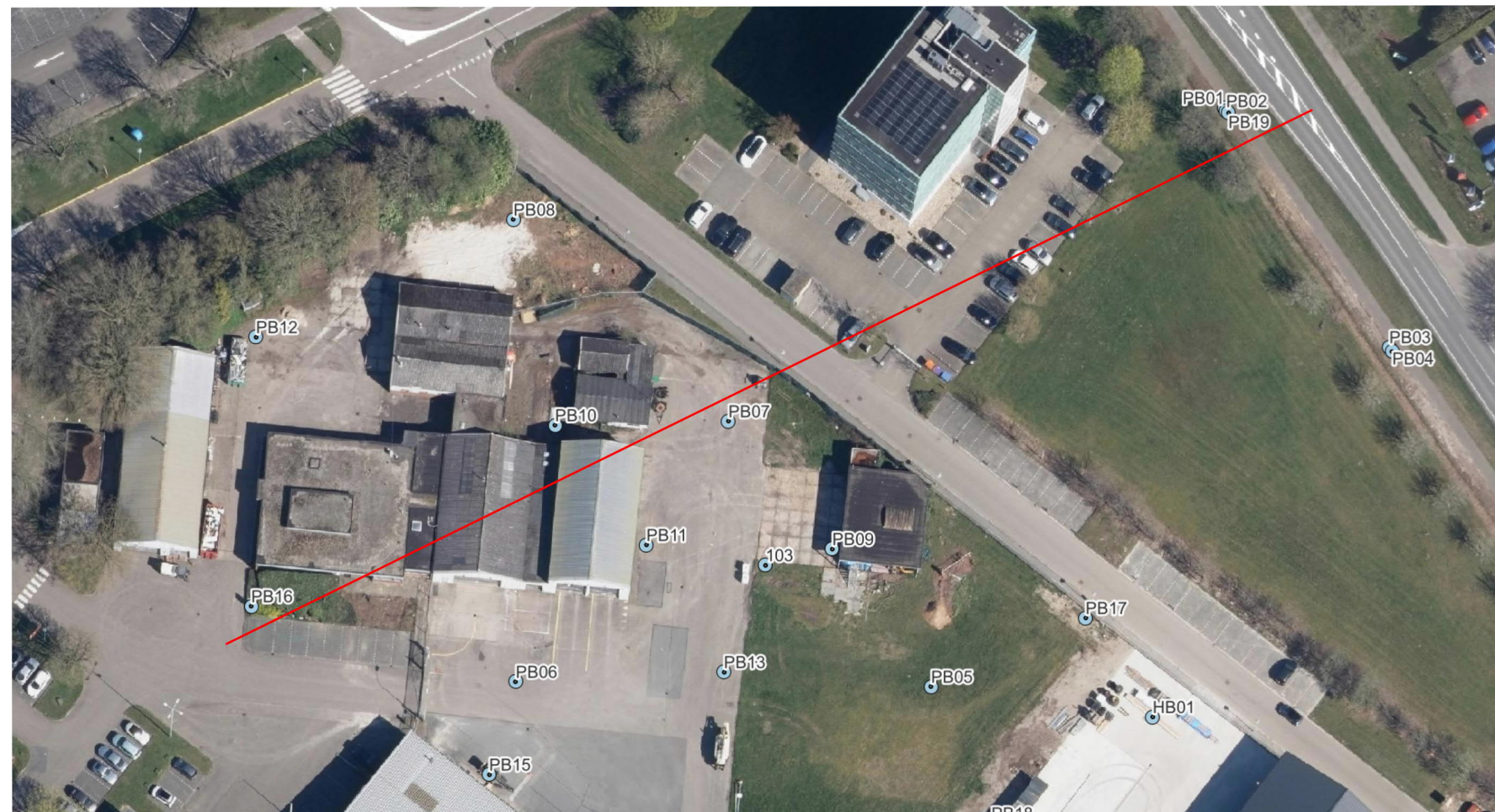
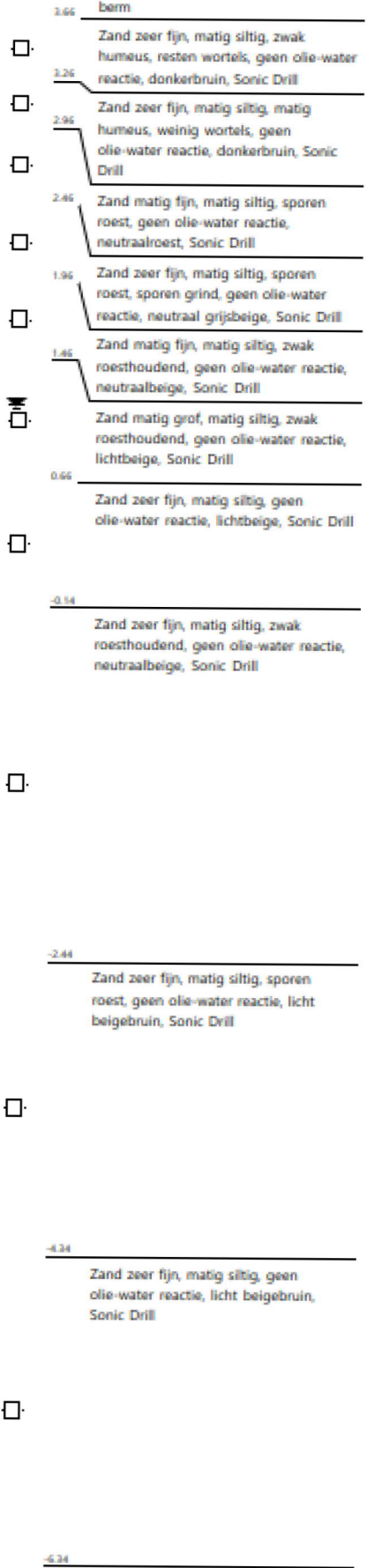
X:
Y:



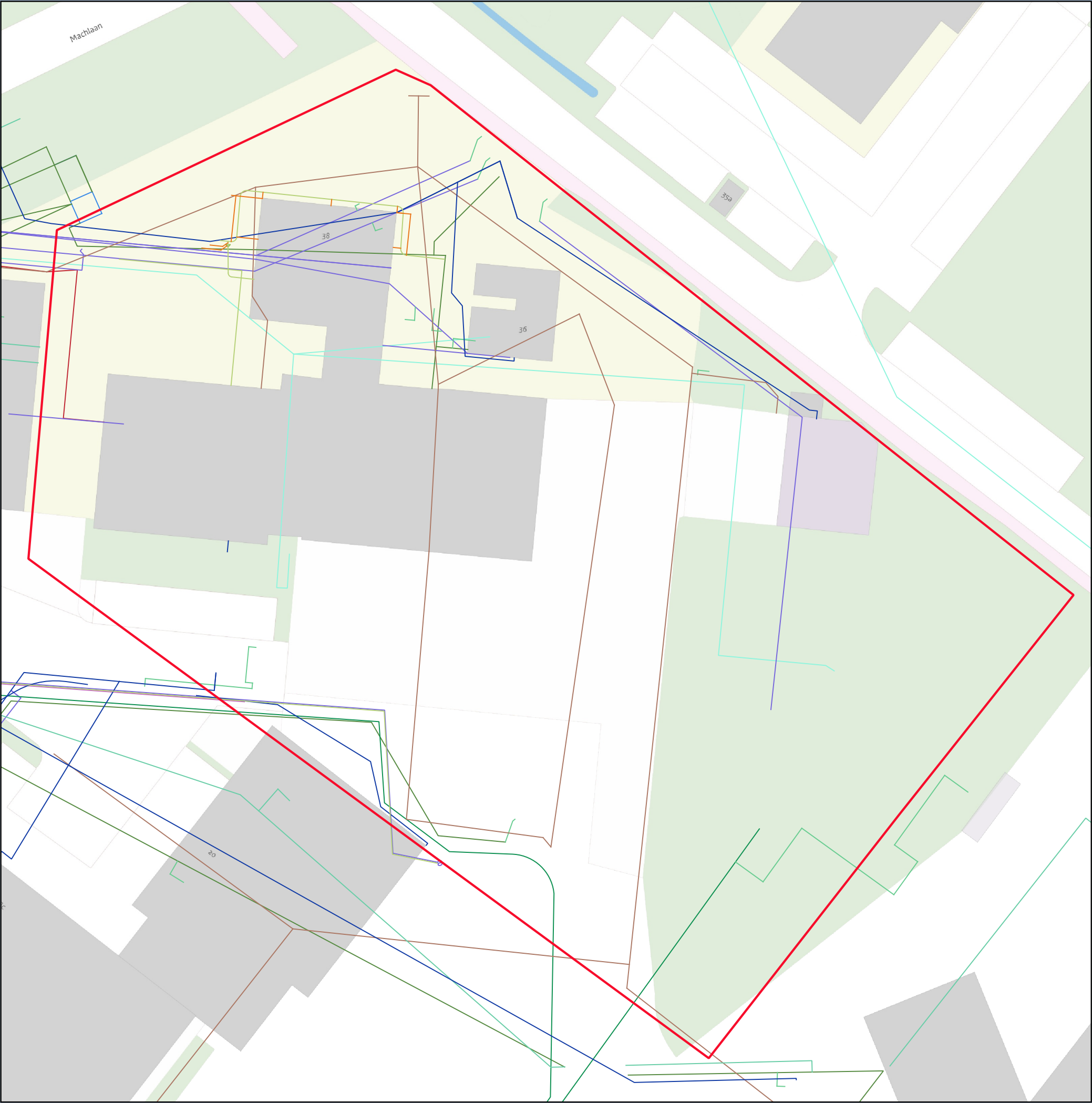
PB19

23-8-2023
Dinand Rouwenhorst

235567,98
572083,89



Bijlage 3 Kabels en leidingen



Legenda

- KLIC_lijnen
- alg-t25
 - Alsema-Maat
 - Duiker
 - E-info
 - gas
 - kl-best. leidingtrace
 - kl-cai
 - kl-EGD
 - kl-el-h
 - kl-elektriciteitskabel
 - kl-gas
 - kl-glasvezelbuis
 - kl-grondkabel
 - kl-HDPE
 - kl-laagspanning
 - kl-lvnl-kabels
 - kl-onbekende kabel
 - kl-ptt
 - kl-PVC buis
 - kl-vl-lussen
 - kl-vl-signs
 - kl-vl-trafoput
 - kl-water
 - ri-bpers
 - ri-brwa
 - ri-brwa-handhaven
 - Waterleiding

Situatie met kabels en leidingen
MCA sanering PFAS GAE

Opdrachtgever: Groningen Airport Eelde
Projectnummer: 51022047



Status: Definitief
Datum: 20-07-2024 21:43
Schaal: 1:500
Formaat: A3

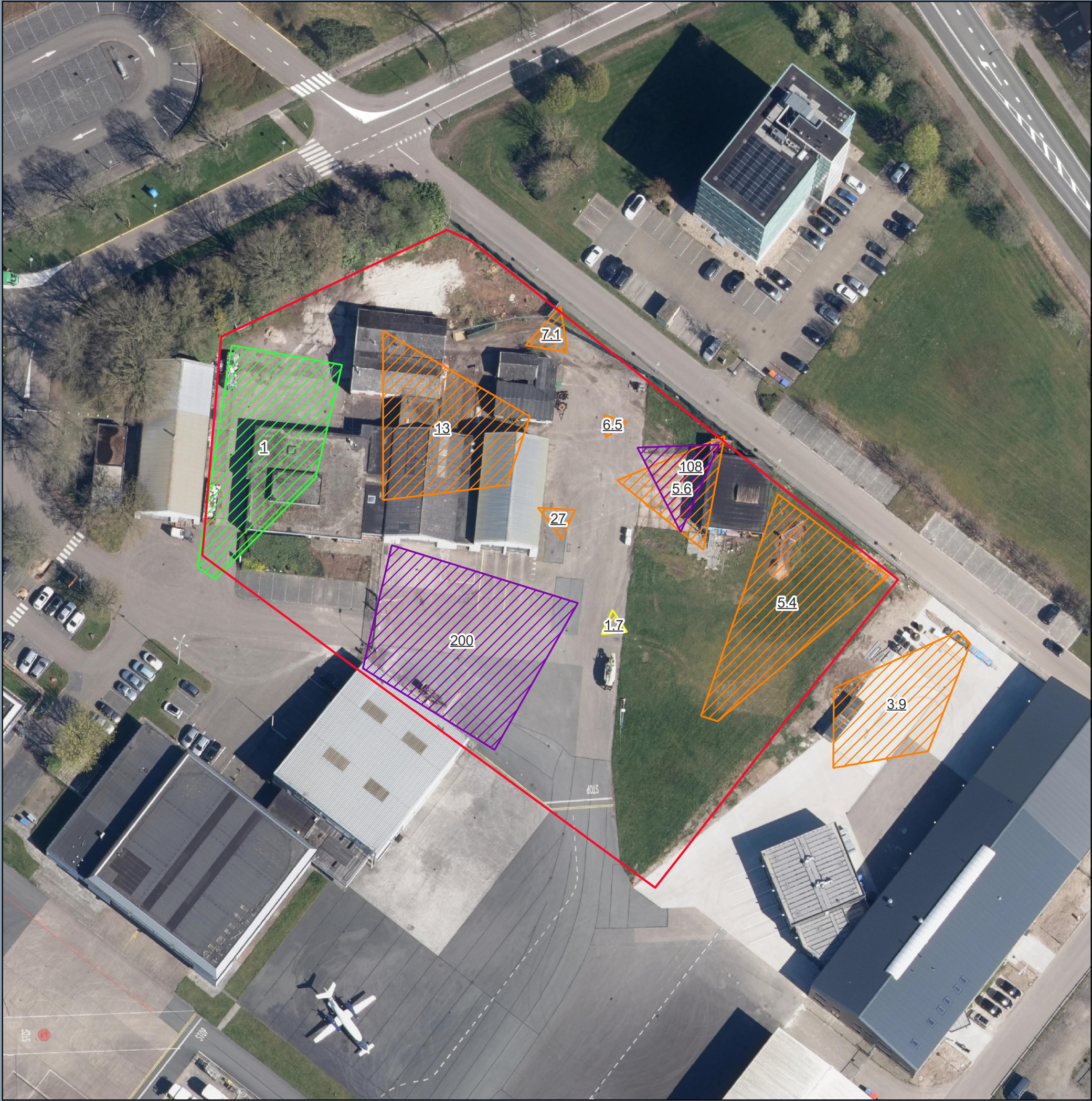
Getekend: JS - Gecontroleerd: CM

0 9 18 27 36 meters

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden



Bijlage 4 Situatie gehalten



Legenda

- PFOS grond 0,0-0,5 m-mv
- 0-1,4 mg/kg
 - 1,4-3,0 mg/kg
 - 3,0-30,0 mg/kg
 - 30-59 mg/kg
 - >59 mg/kg

Situatie met gehalten PFOS in mengmonsters
MCA sanering PFAS GAE

Opdrachtgever: Groningen Airport Eelde
Projectnummer: 51022047

Status: Definitief
Datum: 20-07-2024 21:54
Schaal: 1:750
Formaat: A3

Getekend: JS - Gecontroleerd: CM

0 10 20 30 40 meters

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden





Legenda

PFOS ondergrond 0,5-1,5 m-mv

- 0-1,4 mg/kg
- 1,4-3,0 mg/kg
- 3,0-30,0 mg/kg
- 30-59 mg/kg
- >59 mg/kg

PFOS ondergrond 2,0-3,0 m-mv

- 0-1,4 mg/kg
- 1,4-3,0 mg/kg
- 3,0-30,0 mg/kg
- 30-59 mg/kg
- >59 mg/kg

Situatie met gehalten PFOS in mengmonsters
MCA sanering PFAS GAE

Opdrachtgever: Groningen Airport Eelde
Projectnummer: 51022047

Status: Definitief
Datum: 20-07-2024 22:05
Schaal: 1:750
Formaat: A3

Getekend: JS - Gecontroleerd: CM

0 10 20 30 40 meters

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden





Legenda

- PFOA equivalenten
- "PFOA-equivalenten" < 20 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" >= 20 en < 500 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" >= 500 en < 4300 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" >= 4300 en < 8600 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" >= 8600 en < 43000 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" >= 4300 en < 86000 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" > 86000 ng/l

Per peilbuis zijn van boven naar onder de concentraties aan de volgende PFAS vermeld in ng/l:
PFOS
6:2 FTS
PFPeA
PFHxS

Situatie met gehalten PFAS in grondwater
MCA sanering PFAS GAE

Opdrachtgever: Groningen Airport Eelde
Projectnummer: 51022047



Status: Definitief
Datum: 20-07-2024 22:18
Schaal: 1:750
Formaat: A3

Getekend: JS - Gecontroleerd: CM

0 10 20 30 40 meters



Bijlage 5 Toekomstige situatie



Legenda

- PFOA equivalenten
- "PFOA-equivalenten" < 20 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" >= 20 en < 500 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" >= 500 en < 4300 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" >= 4300 en < 8600 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" >= 8600 en < 43000 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" >= 4300 en < 86000 ng/l
 - "PFOA-equivalenten" > 86000 ng/l

Situatie met toekomstige situatie
MCA sanering PFAS GAE

Opdrachtgever: Groningen Airport Eelde
Projectnummer: 51022047

Status: Definitief
Datum: 20-07-2024 22:29
Schaal: 1:750
Formaat: A3

Getekend: JS - Gecontroleerd: CM

0 10 20 30 40 meters

© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden



Bijlage 6 Details modellering

Algemeen

Om de effectiviteit van eventuele maatregelen te kunnen voorspellen, is een grondwatermodel opgesteld met MODFLOW (GMS versie 10.8). Het grondwatermodel is opgesteld op basis van het regionale grondwatermodel MIPWA en aangevuld met informatie uit REGIS en lokaal uitgevoerde boringen.

Doel van de grondwatermodellering is om een inschatting te kunnen maken van de stromingsrichting en -snelheid van de verontreinigingen om zo een beeld te krijgen van de verspreiding van PFAS. Om de verspreiding van de PFAS inzichtelijk te maken is een stoftransport model opgesteld.

Grondwaterstromingsmodel

Het grondwatermodel is opgebouwd uit 9 modellagen (inclusief deklaag). De omvang van het model bedraagt 4,7 bij 3,7 kilometer. Ter plaatse van het plangebied is het modelgrid verfijnd tot 2 bij 2 meter. Het modelgrid loopt uit tot circa 100 bij 80 meter (zie figuur B1.1).

Het betreft een grondwatermodel dat niet gekoppeld is aan berekeningen van de grondwaterstroming in de onverzadigde zone (bijvoorbeeld met Metaswap).



Figuur B1.1 Modelgrid

Bodemopbouw

In tabel B1.1 is de gehanteerde modelschematisatie beschreven. De parameters zijn afgeleid uit het regionale grondwatermodel MIPWA waarbij de doorlaatfactoren en dikten voor de afzonderlijke bodemlagen variëren in de ruimte. Deze variatie is ook opgenomen in het grondwatermodel.

Tabel B1.1 Overzicht van de geohydrologische formaties en parameters ter plaatse van de locatie (REGIS v2.2, GEOTop v1.6)

modellaag	Formatie	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	Doorlaatfactor horizontaal (m/d)	Doorlaatfactor verticaal (m/d)
1	Boxtel	3,7	3,0	5,0	1,0
2	Drente	3,0	1,1	4,8	1,0
3	Peelo, eerste zandige eenheid	1,1	-7,5	5,1	1,0
4	Peelo, tweede zandige eenheid	-7,5	-48	6,6	1,3
5	Peelo en Appelscha	-48	-83	44	11
6	Peize Waalre, tweede en derde zandige eenheid	-83	-144	41	10
7	Peize Waalre	-144	-160	16	3,2
8	Oosterhout	-160	-230	5,6	1,1

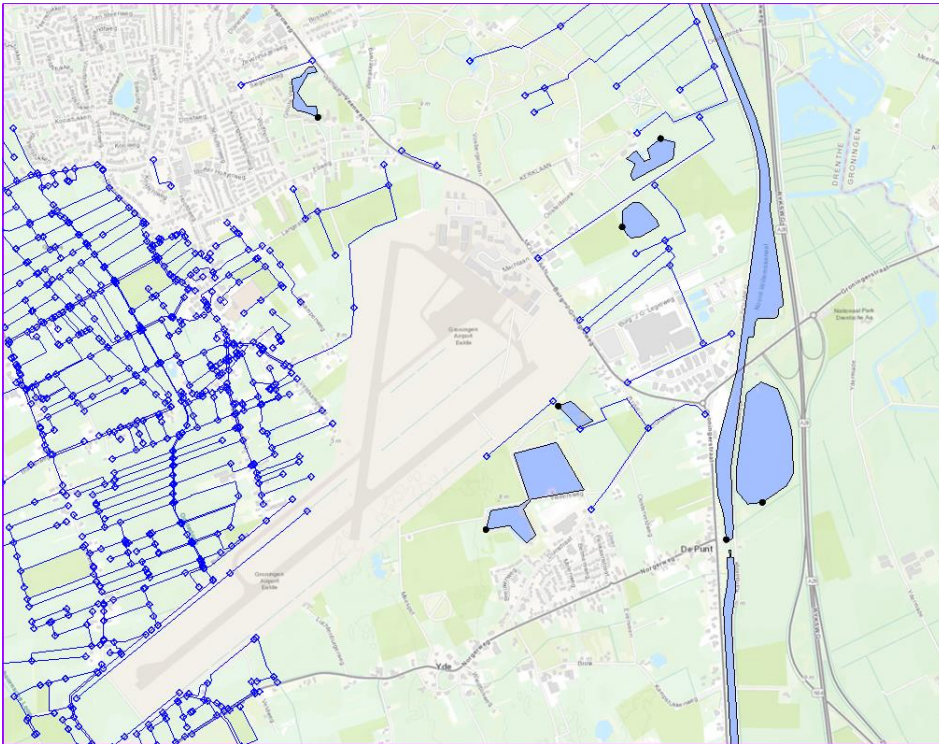
Neerslag

Voor de neerslag is uitgegaan van het neerslagoverschot vanuit MIPWA. Deze varieert van circa 0,2 tot 0,4 mm/dag.

Ter plaatse van verhardingen is de neerslag in het model op 0 gezet.

Oppervlaktewatersysteem

In het grondwatermodel zijn de leggergegevens overgenomen. In figuur B1.2 zijn de watergangen weergegeven zoals ze opgenomen zijn in het grondwatermodel.



Figuur B1.2 Oppervlaktewatersysteem conform legger

De polderpeilen zijn overgenomen van de legger. Voor de bodemweerstand van watergangen in de polder is uitgegaan van 5 dagen. Ter plaatse van het boezemwater is 2 dagen aangehouden.

Onttrekkingen

Er bevinden zich diverse onttrekkingen in het modelgebied. Dit betreffen met name kleine ondiepe winningen en in het watervoerend pakket (drinkwaterwinning). Deze onttrekkingen zijn overgenomen vanuit MIPWA.

Kalibratie

Het grondwatermodel is gekalibreerd op de beschikbare peilbuizen uit TNO/BRO (gemiddelde waterstand) door aanpassing van de neerslag en randvoorwaarden. In tabel B1.2 zijn de kalibratieresultaten samengevat.

Tabel B1.2 Kalibratieresultaten

Peilbuis	X-coördinaat (m)	Y-coördinaat (m)	Z-coördinaat (m)	Gemeten (m +NAP)	Berekend (m +NAP)	Vershil (m)
GMW000000077745_1	235785	572950	-7.25	0.40	0.39	0.01
GMW000000077745_2	235785	572950	-47.45	0.43	0.40	0.03
B170_1	235366	570752	-6.2	1.62	1.10	0.52
B170_2	235366	570752	-38.56	1.57	1.11	0.46
B169_1	235903	571090	-0.09	0.70	0.83	-0.13
B169_2	235903	571090	-2.49	0.56	0.83	-0.27
B139_1	234822	572723	-7.44	1.13	0.79	0.33
B139_2	234822	572723	-59.47	1.04	0.79	0.24
B240_1	233280	569920	2.15	3.19	2.75	0.44
B231_1	234100	571180	0.3	2.06	1.49	0.58
B12B0077-001	237307	573282	-68.645	-1.23	-0.99	-0.24
B12B0077-002	237307	573282	-83.785	-1.24	-0.99	-0.25
B12B0077-003	237307	573282	-108.1	-1.22	-0.99	-0.23
B12B0077-004	237307	573282	-127.535	-0.94	-0.99	0.05
B12B0168-001	237500	571780	-2.85	0.14	-0.05	0.19
B12B0168-002	237500	571780	-28.85	-0.24	-0.05	-0.19
B12B0168-003	237500	571780	-58.85	-0.26	-0.05	-0.21
B12B0206-001	237094	573371	-7.15	-0.54	-0.75	0.20
B12B0206-002	237094	573371	-18.05	-0.52	-0.75	0.23
B12B0214-001	237347	572673	-4.3	-0.59	-0.66	0.06
B12B0215-001	237401	572470	-9.43	-0.66	-0.63	-0.03
B12B0275-001	236770	572950	-3.85	0.08	-0.09	0.17
B12B0286-001	237478	571429	0.25	0.46	0.20	0.27
B12B0287-001	237556	571512	0.24	0.55	0.14	0.41
B12B0288-001	237578	571546	0.26	0.59	0.12	0.47
B12B1831-001	237548	571525	0.15	0.57	0.14	0.43
B12B1832-001	237567	571552	0.09	0.63	0.12	0.52

Grondwaterstroming

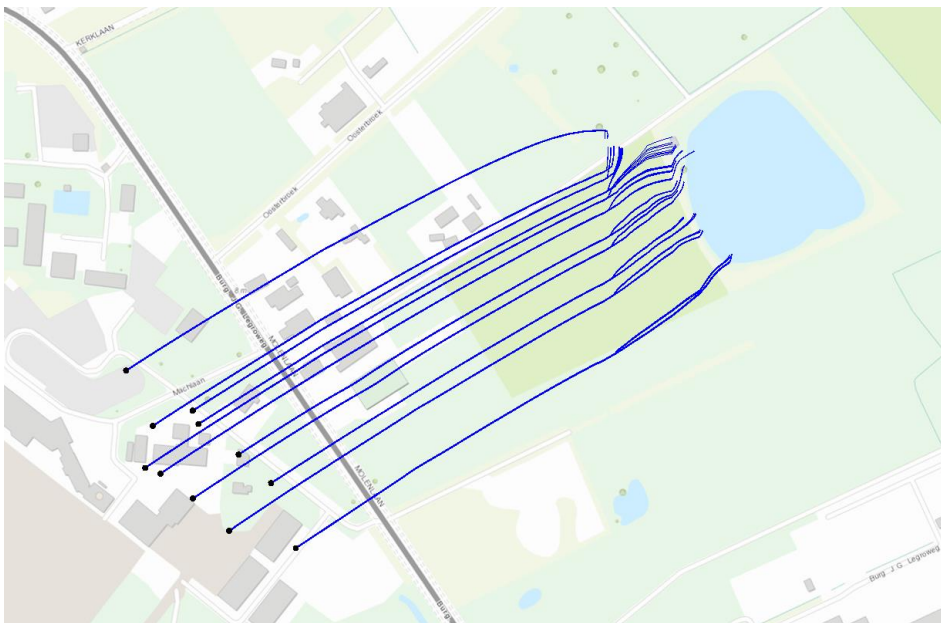
Met het grondwatermodel zijn stroombanen getekend om de verspreidingsrichting te bepalen. In figuur B1.3 zijn de berekende isohypsen en stroombanen weergegeven voor het freatisch grondwater.



Figuur B1.3 Isohypsens en stroombanen tot 30 jaar (blauwe lijnen)

De stroombanen zijn weergegeven voor een periode van 30 jaar. Het grondwater verspreid zich in 30 jaar in noordoostelijke richting over een afstand van circa 140 m.

Als de stroombanen berekend worden tot einde, komen de (ondiepe) stroombanen uit in de noordoostelijk gelegen plas (zie figuur B1.4).



Figuur B1.4 Isohypsens en stroombanen (blauwe lijnen)

Stoftransportberekeningen

Het grondwatermodelleringsprogramma Groundwater Modeling System (GMS, versie 8.3) is gebruikt om de verspreiding van de verontreinigingen te berekenen. Dit is gedaan met het programma MT3DMS. In verband met de onzekerheden in de parameters is gebruik gemaakt van MT3DMS in plaats van RT3D. RT3D rekent met afbraakparameters. Deze zijn bij MT3DMS verdisconteerd in de chemical reaction package (snelheidsconstante voor oplossen (rate const dissolved)).

Onderstaand is kort ingegaan op de gebruikte parameters waarna in hoofdstuk 4 de resultaten weergegeven zijn. Opgemerkt wordt dat de gebruikte waarden op basis van literatuur bepaald zijn. Doordat de concentraties aan PFAS/PFOS variëren in de tijd en plaats (schommelingen in concentraties in de meetpunten) is het niet mogelijk betrouwbare afbraaksnelheden te bepalen. Gekozen is voor literatuurwaarden en gegevens in het gebied met betrekking tot het optreden van natuurlijke afbraak. Daarnaast bestaat PFAS/PFOS uit verschillende stoffen met verschillende eigenschappen. Gekozen is voor PFOS en PFPeA als zeer mobiele stof.

Dispersie

In de berekeningen zijn de volgende parameters gebruikt voor de dispersie:

Tabel B1.3: dispersie parameters

Modellaag	TRPT	TRVT	CMCOEF	Longitudinale Dispersie
1 t/m 8	0,1	0,01	0,0	17,6
TRPT	Ratio transversale dispersie met longitudinale dispersie			
TRVT	Ratio verticale dispersie met longitudinale dispersie			
CMCOEF	effectieve moleculaire diffusie coëfficiënt			

Chemical Reaction package

MT3DMS gebruikt een zogeheten Chemical Reaction package voor het berekenen van de afbraak en adsorptie.

Tabel B1.4: chemische parameters

modellaag	onderdeel	PFOS	PFPeA
1 t/m 18	Sorptie (lineair) (m ³ /mg)	1.9e-009	1.3597 e-010
	Bulkdichtheid (mg/m ³)	1600000000,0	1600000000,0

Er is niet gerekend met afbraak omdat afbraak van PFAS/PFOS niet of nauwelijks optreedt.

Bijlage 7 MCA berekening

MULTIPLE CRITERIA ANALYSE SANERINGSAAHPAK HANGAR AIRPORT GRONINGEN EELDE

Nr	Criteria	Wegingsfactor (0 t/m 10)	Impact weging op totaal	Score varianten (10, 8, 6, 4, 2, 0)			Gewogen score		
				VARIANT 1	VARIANT 2	VARIANT 3	VARIANT 1	VARIANT 2	VARIANT 3
1	Saneringsrendement		25,0%						
1.1	Verwijdering PFAS (mg) van bronlocatie <i>De hoeveelheid PFAS die door ontgraving binnen de bouwlocatie wordt verwijderd uit de grond. Hiermee wordt verspreiding van PFAS via het grondwater gereduceerd.</i>	2	2,4%	8	0	0	16	0	0
1.2	Verwijdering PFAS (mg) uit grondwater <i>De hoeveelheid PFAS die door ontgraving binnen de bouwlocatie wordt verwijderd uit grondwater. Hiermee wordt verspreiding van PFAS via het grondwater verregaand</i>	4	4,8%	8	0	2	32	0	8
1.3	PFAS-concentraties op perceelsgrens <i>De PFAS-concentraties die op de perceelsgrens aan de zijde van het waterwingebied worden verwacht na uitvoering van de saneringsmaatregelen voor grond.</i>	5	6,0%	6	4	4	30	20	20
1.4	Herstel gebruiksmogelijkheden <i>De mate waarin de gebruiksmogelijkheden van de locatie worden hersteld. Dit los van de zorgplicht.</i>	10	11,9%	8	4	6	80	40	60
2	Risico's		29,8%						
2.1	Bedreiging mens en milieu <i>Mate van bedreiging van de volksgezondheid en functionele eigenschappen van water, bodem en lucht voor mens, plant en dier op locatie. Dit rekening houdend met mate van verwijdering en daarmee beheersing van het risico. Hoe minder restverontreiniging hoe minder restrisico's.</i>	10	11,9%	8	2	6	80	20	60
2.2	Vervuiling aangrenzende percelen <i>Kans op vervuiling van een aangrenzend terrein van een andere eigenaar</i>	10	11,9%	8	6	6	80	60	60
2.3	Saneringsdoel wordt niet bereikt <i>Kans op terugvalscenario's ten gevolge van onvoorziene technische, organisatorische en financiële gebeurtenissen.</i>	5	6,0%	8	4	6	40	20	30
3	Omgevingseffecten		3,6%						
3.1	Transportbewegingen (verkeersoverlast) <i>Bij afvoer van grond van de locatie naar een externe verwerkingslocatie wordt de overlast als gevolg van transport over een groter gebied verspreid. Per woning rondom de saneringslocatie zal de overlast dan kleiner zijn dan bij verwerking van de grond op locatie.</i>	1	1,2%	0	10	10	0	10	10
3.2	Geluid <i>zie 3.1</i>	1	1,2%	0	8	8	0	8	8
3.3	Stofvorming bij graafwerkzaamheden <i>zie 3.1</i>	1	1,2%	0	8	8	0	8	8
4	Planning		14,3%						
4.1	Tijdsduur saneringsvoorbereiding <i>Naarmate de voorbereiding van de sanering langer duurt (bijvoorbeeld voor het verzamelen van aanvullende benodigde gegevens en/of budgetten), duurt het langer voor de sanering start en kan meer verspreiding van verontreinigingen optreden. Zeker nu de verhardingen verwijderd zijn.</i>	5	6,0%	2	8	6	10	40	30
4.2	Tijdsduur bronaanpak <i>Naarmate de bronaanpak van de sanering langer duurt (bijvoorbeeld voor het verzamelen van aanvullende benodigde gegevens en/of budgetten), kan meer verspreiding van verontreinigingen optreden.</i>	5	6,0%	2	8	6	10	40	30
4.3	Tijdsduur grondwatersanering/nazorg <i>Tijdsduur grondwatersanering/ nazorg wordt langer naarmate er meer verontreinigingen in het brongebied achterblijven en er geen mogelijkheden zijn om in de toekomst nieuwe technieken in te zetten onder de te bouwen hangar.</i>	2	2,4%	8	2	4	16	4	8
5	Kosten		23,8%						
5.2	Directe saneringskosten <i>Dit betreffen de kosten voor de uit te voeren saneringswerkzaamheden op de ontwikkelingslocatie. Een volledige bronverwijdering vraagt een investering van ca. 10 mio. Grondwaterinterceptie en langjarige nazorg een investering van ca. 1,6 mio. Afhankelijk van de mate van innovatie vraagt een tussenvariant een investering van ca. 2</i>	20	23,8%	0	8	7	0	160	140
6	Duurzaamheid en innovatie		3,6%						
6.1	CO2-uitstoot <i>Aan de hand van een inschatting van het transport en energieverbruik bij de sanering wordt ingeschat hoe de CO2-uitstoot van de varianten zich tot elkaar verhoudt.</i>	2	2,4%	0	10	8	0	20	16

MULTIPLE CRITERIA ANALYSE SANERINGSAAHPAK HANGAR AIRPORT GRONINGEN EELDE

Nr	Criteria	Wegingsfactor (0 t/m 10)	Impact weging op totaal	Score varianten (10, 8, 6, 4, 2, 0)			Gewogen score		
				VARIANT 1	VARIANT 2	VARIANT 3	VARIANT 1	VARIANT 2	VARIANT 3
6.3	Bijdrage aan kennisontwikkeling PFAS-sanering	1	1,2%	4	6	8	4	6	8
	<i>Gezien de beperkte ervaring met innovatieve PFAS-saneringen in Nederland wordt het opdoen van ervaring hiermee positief beoordeeld. Afcvoeren van grond naar een stortplaats is niet innovatief. Een tussenvariant met ruimte voor inzet van innovatieve technieken wel.</i>								
Totaalscore							398	456	496