

SANERINGSPLAN SHELL MOERDIJK

Opdrachtgever: Shell Chemie Nederland B.V.

Gevalscode: NB170900135

30 JULI 2021



Contactpersoon

Projectleider

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	7
1 INLEIDING	9
2 BESCHIKBARE INFORMATIE	11
2.1 Beschikbare documenten	11
2.2 Locatiegegevens	12
2.3 Topografie	13
2.4 Realisatie fabrieken	16
2.5 Industriële activiteiten	17
2.6 Terreinverhardingen	17
2.7 Toekomstige ontwikkelingen	18
2.8 Grondwaterbeheerssysteem (GBS)	18
3 BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGIE	20
3.1 Bodemopbouw en geohydrologische situatie	20
3.1.1 Bodemopbouw en geohydrologie	20
3.1.2 Geohydrologische parameters	22
3.2 Van nature aanwezige stromingsrichting grondwater	23
3.2.1 Freatisch pakket (eerste watervoerende laag)	23
3.2.2 Tweede en derde watervoerende laag	24
4 VERONTREINIGINGSSITUATIE	25
4.1 Bodeminformatiesysteem	25
4.2 Verontreiniging als gevolg van bedrijfsprocessen	26
4.2.1 Ophooglaag (tot circa 4,0 m-mv)	27
4.2.2 Ondergrond (vanaf circa 4,0 m-mv)	30
4.2.3 Modelberekeningen	34
4.3 Bodemverontreiniging in de opgebrachte laag	41
4.4 Biologische afbraak van verontreinigingen	42
5 GEVALSDEFINITIE, ERNST, RISICO'S, EN SPOEDEISENDHEID	43

5.1	Omschrijving geval	43
5.2	Risico's opgenomen in beschikking van 7 november 2019	43
5.3	Risicobeoordeling volgens Circulaire bodemsanering 2013	44
5.3.1	Humane risico's	44
5.3.1.1	Blootstellingsroutes	44
5.3.1.2	Locatiespecifieke beoordeling humane risico's als gevolg van uitdamping in verblijfsruimten	46
5.3.2	Ecologische risico's	48
5.3.3	Verspreidingsrisico's	48
5.3.3.1	Aanwezigheid kwetsbare objecten	48
5.3.3.2	Locatiespecifieke beoordeling verspreiding historische verontreiniging ter plaatse van de T-steiger en de Drumloads in freatisch grondwater	49
5.3.3.3	Locatiespecifieke beoordeling verspreiding	51
5.4	Eindconclusie locatiespecifieke risicobeoordeling	53
6	UITGANGSPUNTEN, RANDVOORWAARDEN EN	
	SANERINGSDOELSTELLING	54
6.1	Wet- en regelgeving	54
6.2	Lange termijn doelstellingen Shell Moerdijk	54
6.3	Locatiespecifieke omstandigheden	54
6.4	Uitgangspunten en randvoorwaarden	55
6.4.1	Uitgangspunten	55
6.4.2	Randvoorwaarden	55
6.5	Saneringsdoelstellingen	56
7	AFWEGING SANERINGSVARIANTEN EN KEUZE SANERINGSVARIANT	57
7.1	Beleidsmatige keuze van de saneringsvariant	57
7.1.1	Saneringsvariant met nagenoeg volledige verwijdering of beperkte restverontreiniging	58
7.1.2	Saneringsvariant waarbij sprake is van een grote restverontreiniging	58
7.1.3	Nog verspreidende restverontreiniging in het grondwater	58
7.1.4	Conclusies en keuze resultaatgebied sanering	58
7.2	Formulering saneringsvarianten	59
7.3	Afweging saneringsvarianten en afwegingsaspecten	60
7.4	Afweging	60
7.5	Nadere beschouwing	62
7.6	Keuze saneringsvariant	62
8	SANERINGSPLAN	63
8.1	Aanpak en doel	63

8.2	Meldingen	63
8.3	Nadere invulling grondwatermonitoring	63
8.4	Toetsing van de monitoringresultaten / actiewaarden	64
8.5	Monitoringsprogramma	64
8.6	Frequentie van monitoring en te monitoren parameters	65
8.7	Te monitoren peilbuizen	66
8.8	Rapportage en evaluatie	68
8.9	Beëindiging monitoring	69
8.10	Gebruiksbeperkingen en verplichtingen	69
9	AFWIJKENDE VERSPREIDING EN TERUGVALSCENARIO'S	70
9.1	Afwijkende verspreiding	70
9.2	Terugvalscenario's	70
10	GRONDVERZET EN BEMALINGEN ZONDER SANERINGSOOGMERK	71
10.1	Vaststellen situatie (bodemkwaliteit) waarbinnen grondverzet plaatsvindt	71
10.2	Uitgangspunten en randvoorwaarden grondverzet	72
10.3	Uitvoering grondverzet in situatie van bodemverontreiniging	74
10.4	Communicatie met OMWB inzake grondverzet (meldingen)	75
10.5	Milieukundig toezicht	76
10.6	Wijzigingen in scope grondverzet en/of verwachte bodemverontreiniging	76
 BIJLAGEN		
	Bijlage 1 Kadastrale kaart van de locatie en eigendomsgegevens	77
	Bijlage 2 Verontreiniging grondlaag 0,0 – 0,5 m -mv	78
	Bijlage 3 Verontreiniging grondlaag 0,5 – 1,0 m -mv	79
	Bijlage 4 Verontreiniging grondlaag 1,0 – 2,0 m -mv	80
	Bijlage 5 Verontreiniging grondlaag 2,0 – 4,0 m -mv	81
	Bijlage 6 Verontreiniging grondwaterlaag 0 – 4 m -mv	82
	Bijlage 7: Resultaten monitoring grondwater 2016 – 2018	83
	Bijlage 8: Situatieschets met ligging gebouwen	84
	Bijlage 9: Dwarsdoorsnede diepere bodemopbouw en verontreiniging	85
	Bijlage 10: Overzicht fabrieken	86
	Bijlage 11: Terreinverhardingen	87
	Bijlage 12: Overzicht analyseresultaten opgebrachte grond verontreiniging Shell Moerdijk	88

Bijlage 13: Locatiespecifieke risicobeoordeling humane risico's	96
Bijlage 14: Locatiespecifieke beoordeling emissie en immissie verontreiniging ter plaatse van T-steiger en de drumloads	97
Bijlage 15: Kostenraming vermeden emissie naar Hollands Diep	98
Bijlage 16: Beschrijving modelmatige geohydrologische en stoftransport berekening	99
Bijlage 17: Grondwatermonitoring	100
Bijlage 18: Formulieren melding grondverzet	101
Bijlage 19: Rapport onderzoek naar biologische afbraak van benzeen	102
COLOFON	103

SAMENVATTING

Op het terrein van Shell Nederland Chemie BV te Moerdijk (verder Shell) is in het verleden verontreiniging in de bodem ontstaan als gevolg van de bedrijfsprocessen. Het betreft in hoofdzaak verontreiniging veroorzaakt voor 1987.

Het bodemvolume grond met gehalten groter dan de interventiewaarde bedraagt minstens 45.000 m³ en het bodemvolume grondwater met gehalten groter dan de interventiewaarde bedraagt (gegevens 2019) circa. 2.300.000 m³.

Sinds 1993 wordt verspreiding van grondwaterverontreiniging beheerst door jaarlijks ca. 1.000.000 m³ grondwater te onttrekken uit de 3^e watervoerende laag (op circa. 20 - 40 m -mv).

In 2019 is aanvullend grondwateronderzoek uitgevoerd waaruit onder andere blijkt dat door de onttrekking verontreiniging uit het freatisch grondwater naar de 3^e watervoerende laag getrokken wordt.

Op basis van de beschikbare informatie is voor een aantal scenario's modelmatig berekend hoe de grondwaterverontreiniging zich in de komende 50 jaar zal ontwikkelen. Bij deze berekeningen is rekening gehouden met de natuurlijke stroming van het grondwater en de natuurlijke biologische afbraakprocessen. Hieruit blijkt dat de verontreiniging zich na stopzetten van de grondwateronttrekking slechts in zeer beperkte mate verder zal verspreiden. Het bodemvolume met grondwaterconcentraties boven de interventiewaarde zal de komende 50 jaar nog met ongeveer 3 % toenemen. Rekening houdend met de nauwkeurigheid van de modellering en omvang bepaling, is de gemiddelde jaarlijkse toename hiermee rond de 1.000 m³ bodemvolume die in de Circulaire bodemsanering van 2013 genoemd wordt.

Uit de uitgevoerde locatiespecifieke risico-evaluatie blijkt dat er geen sprake is van risico's voor de mens of het ecosysteem. Wel is er gezien de jaarlijkse toename van het volume bodem binnen Interventiewaarde contour formeel sprake van een risico op verspreiding. In de ruime omgeving van het terrein van Shell in Moerdijk is hierop geïnventariseerd of er kwetsbare objecten zijn die mogelijk worden bedreigd. Het enige kwetsbare object dat naar voren komt is het open water van het Zuid-Hollands Diep. Uit de uitgevoerde emissie-immissie toets blijkt dat de verspreiding van verontreiniging naar dit object niet leidt tot onacceptabele beïnvloeding van de waterkwaliteit.

Door natuurlijke processen vindt afbraak van verontreiniging plaats, waardoor in de loop der tijd de totale vracht binnen de verontreinigingscontour af zal nemen.

De saneringsdoelstellingen in dit saneringsplan worden bepaald door wet- en regelgeving. De specifieke doelstellingen voor de sanering zijn als volgt geformuleerd:

- Het voorkomen van humane risico's als gevolg van blootstelling door inhalatie van verontreinigende stoffen.
- Het beheersen en controleren van de verontreinigingen in het grondwater en daarmee voorkomen dat er verspreiding van de verontreiniging optreedt.

Bij nadere uitwerking van de sanerende maatregelen spelen de lange termijn doelstellingen voor Shell Moerdijk en locatiespecifieke omstandigheden een belangrijke rol. Tenslotte is bij de afweging van varianten gestreefd naar een goede balans tussen lasten en baten van de te selecteren saneringsaanpak. Een belangrijk element in de afweging is de vraag of - in het licht van de verwachte beperkte mate van verspreiding en de afname van de vracht - het voortzetten van een dusdanig grote grondwateronttrekking (de lasten) opweegt tegen hetgeen ermee bereikt wordt (de baten).

Resultaat van deze afweging is een aanpak waarbij de verontreiniging niet langer middels onttrekking beheerst hoeft te worden. Dit heeft een positief effect op een aantal duurzaamheidsaspecten, te weten: minder grondwateronttrekking hetgeen gewenst is in kader van zorgvuldig omgaan met de beschikbare (grond)watervoorraden, minder energie verbruik en minder CO₂-uitstoot.

In deze aanpak wordt overgeschakeld op het actief monitoren van de natuurlijke afbraak door micro-organismen. Op basis van uitgevoerd onderzoek blijkt dat natuurlijke afbraak plaatsvindt. Einddoel van dit proces is het ontstaan van een milieuhygiënisch stabiele situatie. De ontwikkeling van de verontreiniging wordt gevolgd middels een hiertoe in te richten monitoringsnetwerk.

De ontwikkeling van de verontreiniging en de effectiviteit van het monitoringsnetwerk en de monitoring frequentie worden regelmatig geëvalueerd. Van de monitoring en de evaluatie van de resultaten wordt iedere 4 jaar verslag gedaan in een rapport, dat aan het bevoegd gezag WBB wordt toegestuurd, zodat controleerbaar is dat de situatie zich inderdaad volgens de verwachtingen ontwikkelt.

Mocht uit de monitoring blijken dat de verspreiding van verontreiniging beduidend groter is dan verwacht, zal bijgestuurd worden. Er zijn twee terugvalscenario's beschikbaar om alsnog het bereiken van het saneringsdoel te realiseren, te weten:

- Actief stimuleren van natuurlijke afbraakprocessen en/of
- Gericht onttrekken van grondwater op specifieke punten.

1 INLEIDING

Aanleiding

Op het terrein van Shell Nederland Chemie BV te Moerdijk (verder Shell) is het verleden verontreiniging in de bodem ontstaan als gevolg van de bedrijfsprocessen (bodemverontreiniging gelieerd aan de bedrijfsactiviteiten).

Het bodemvolume grond met gehalten groter dan de interventiewaarde bedraagt minstens 45.000 m³ en het bodemvolume grondwater met gehalten groter dan de interventiewaarde bedraagt minstens 2.300.000 m³. Er is sprake van een geval van ernstige bodemverontreiniging.

Om verspreiding van mobiele verontreiniging via het grondwater tot buiten de terreingrens te voorkomen is in 1993 een grondwaterbeheersysteem (GBS) geïnstalleerd. Het GBS onttrekt grondwater in de 3^e watervoerende laag. Destijds zijn afspraken gemaakt tussen Provincie Noord-Brabant en Shell ten aanzien van doelstellingen en functioneren van het GBS. Na in werking treden van de Wet Bodembescherming heeft de Provincie geen noodzaak gezien om doelstellingen en functioneren van het GBS in een beschikking vast te leggen.

In november 2019 is door de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant (vanaf hier OMWB) een beschikking in het kader van de Wet bodembescherming (Wbb) afgegeven [11]. Hierin is de ernst en spoedeisendheid van de bodemsanering vastgelegd. Er is sprake van een geval van ernstige bodemverontreiniging, sanering is spoedeisend. De spoedeisendheid is het gevolg van onaanvaardbare risico's voor de mens als gevolg van uitdamping van koolwaterstoffen vanuit de bodem ter plaatse van de bedrijfsruimten, een risico voor onbeheersbare verspreiding van de verontreiniging in het grondwater en het mogelijk in contact staan van de grondwaterverontreiniging met het naastgelegen watersysteem Haringvliet-oost.

In de beschikking is aangegeven dat 3 jaar na inwerkingtreding van de beschikking een saneringsplan ter goedkeuring moet worden voorgelegd aan de OMWB en binnen 4 jaar moet worden begonnen met de uitvoering van het beschikte saneringsplan.

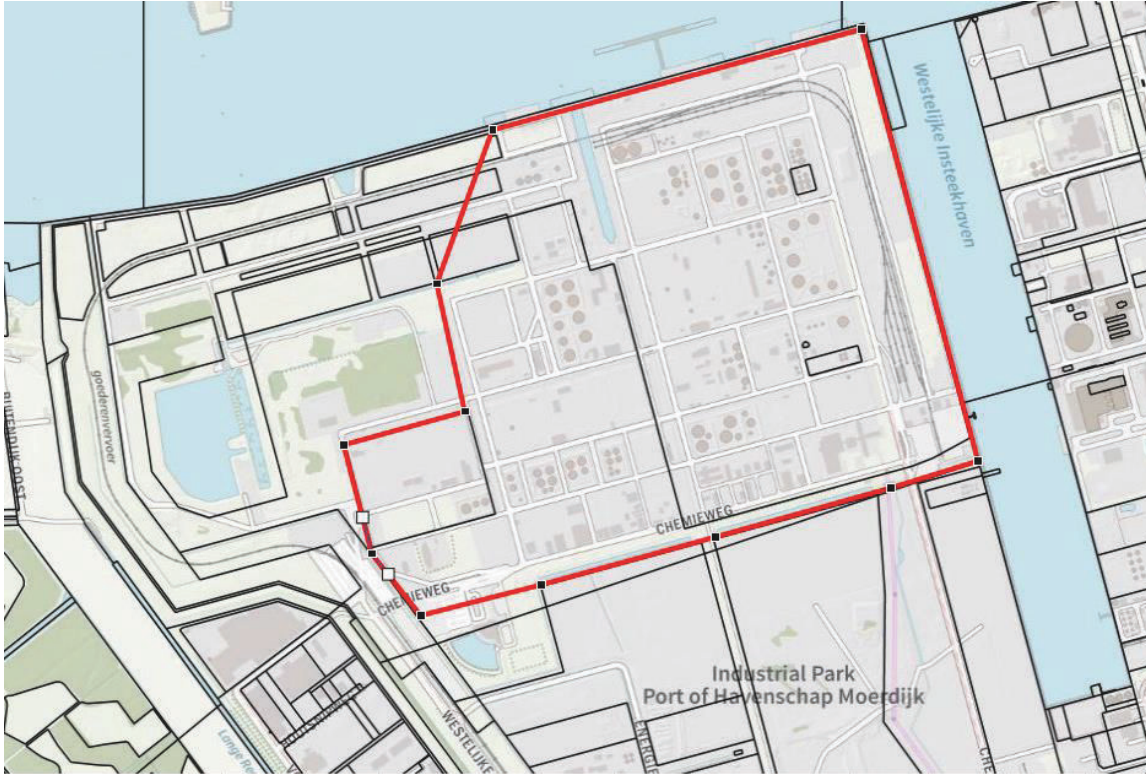
Doel van het saneringsplan

Het saneringsplan heeft als doel:

- Nader bepalen van de (mogelijke) locatiespecifieke humane risico's en de risico's voor verspreiding als gevolg van de aanwezige verontreiniging.
- Als inderdaad sprake is van risico's en daarmee spoedeisendheid voor uitvoeren van een sanering, het bepalen van de saneringsdoelstelling binnen de kaders van de locatiespecifieke omstandigheden en belemmeringen.
- Bepalen welke sanerende maatregelen invulling kunnen geven aan de saneringsdoelstelling en de voorkeursvariant bepalen die nodig is om deze risico's te mitigeren.
- Indien sprake is van risico's, en daarmee spoedeisendheid, vaststellen welke sanerende maatregelen nodig zijn om deze risico's te mitigeren.
- Nader uitwerken van de voorkeurssaneringsvariant.
- Vastleggen van een afsprakenkader over de te volgen procedures waar binnen grondverzet zonder saneringsoogmerk wordt uitgevoerd.

Reikwijdte van het saneringsplan

Dit saneringsplan heeft betrekking op het geval van bodemverontreiniging zoals dat is vastgelegd in de beschikking van 7 november 2019 [10]. De begrenzing van het gebied waarop het saneringsplan betrekking heeft, is weergegeven in figuur 1-1.



Figuur 1-1 Begrenzing van het gebied waarop het saneringsplan betrekking heeft

2 BESCHIKBARE INFORMATIE

In dit hoofdstuk wordt de beschikbare informatie beschreven. De voor het saneringsplan relevante documenten worden vermeld. Er wordt een overzicht van de locatiegegevens gegeven. Ook wordt ingegaan op de inrichting van het terrein zelf (verhardingen, aanwezige fabrieken e.d.) en de toekomstige ontwikkelingen van het terrein.

2.1 Beschikbare documenten

In tabel 2-1 zijn de gebruikte beschikbare documenten vermeld. In dit saneringsplan wordt, indien van toepassing, verwezen naar deze documenten. Deze beschikbare documenten maken onderdeel uit van dit saneringsplan.

Tabel 2-1 Overzicht bij opstellen saneringsplan gebruikte documenten

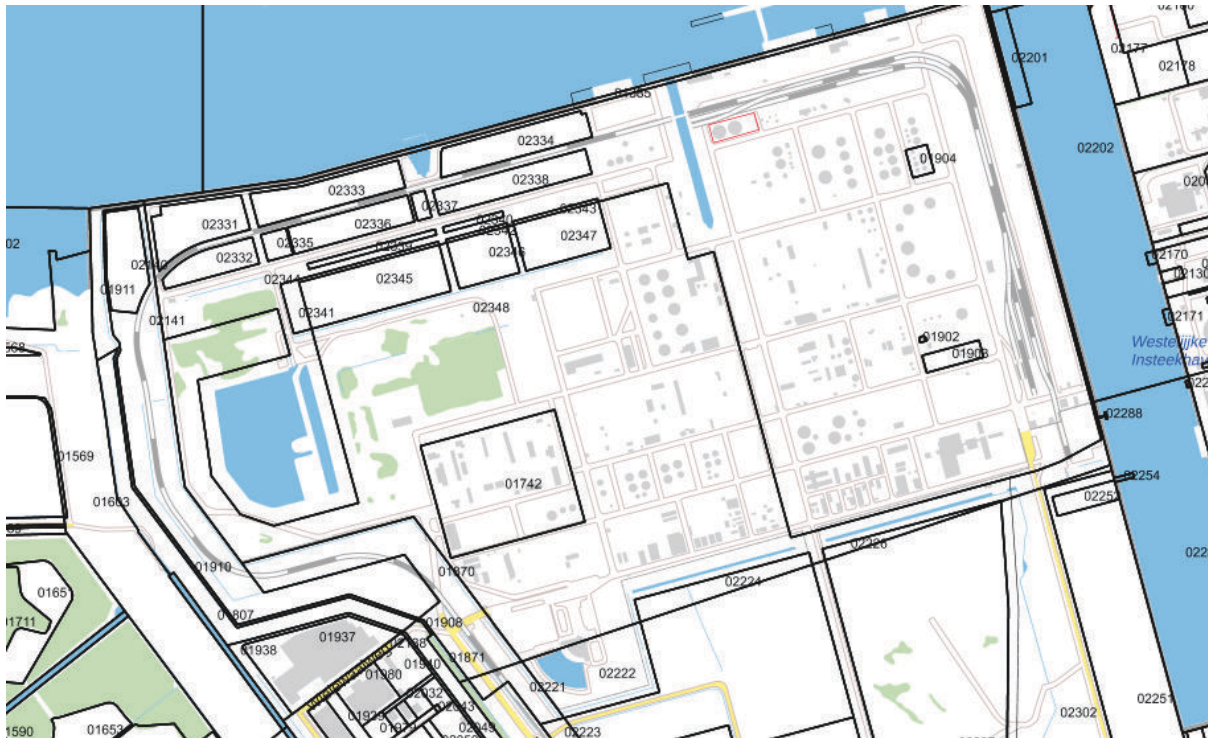
Nr	Datum	Titel	Kenmerk	Opsteller
1	September 1989	Samenvattend rapport bodemonderzoek terreinen Shell Nederland Chemie BV Moerdijk	CO-303000/53	Grondmechanica Delft
2	11 februari 1994	Onderwerp: Vergunningsaanvraag Shell Nederland Chemie BV (<i>betreft de beslissing voor de verlening van een vergunning voor het onttrekken van grondwater ten behoeve van een geohydrologisch beheerssysteem</i>)	254074	Provincie Noord- Brabant, Gedeputeerde Staten
3	12 oktober 2015	Nader bodemonderzoek HS96002 rioolput T-steiger	078398465:E	Arcadis
4	12 oktober 2015	Actualisatieonderzoek HS91010 Drumloods. Arcadis rapport 076551488:F van 12 oktober 2015;	076551488:F	Arcadis
5	22 februari 2016	Grondwatermonitoring Deltares netwerk SNC Moerdijk	078828693:A	Arcadis
6	Juli 2017	De toepassing van leidingmaterialen in met organische stoffen verontreinigde bodems	PCD 5:2017	KWR Watercycling Research Institute
7	24 januari 2019	Kalibratie grondwatermodel Shell Nederland Chemie – Moerdijk	D10007854	Arcadis
8	8 februari 2019	Assessment of in-situ pollutant biodegradation using compound-specific stable isotope analysis (CSIA)	--	Helmholtz Centre for environmental research - UFZ
9	27 mei 2019	Saneringsplan fase 1 (ten behoeve van bepaling ernst en spoedeisendheid) Shell Nederland Chemie (SNC) Moerdijk (concept)	--	CHSSEQ SNC Shell Moerdijk
10	8 juli 2019	GBS Shell Moerdijk Evaluatie Beheerssysteem	083951988 A	Arcadis
11	7 november 2019	Beschikking van Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant	Zaaknummer 19071485	Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant
12	23 september 2020	Biodegradation of Benzene in Soil and Groundwater at Moerdijk Assessed with a Microcosm Study and 2D Compound Specific Isotope Analyses	SR.20.1066	Royal Dutch/Shell group

2.2 Locatiegegevens

De locatiegegevens zijn samengevat in tabel 2-2.

Tabel 2-2 Overzicht locatiegegevens

Informatie / gegevens			Opmerking
Locatienaam	Shell Nederland Chemie Moerdijk		Shell
Adresgegevens	Chemieweg 25, 4782 SJ MOERDIJK		Gemeente Moerdijk
Oppervlakte locatie	325 hectare, waarvan 125 hectare voor industrieel gebruik en 200 hectare niet industrieel in gebruik. Het terrein voor industrieel gebruik is grotendeels bedekt (verhard) met zandasfalt in leidingtracés en tankputten en ter plaatse van de fabrieken zelf met vloeistofdichte danwel -kerende vloeren, ter plaatse van opslaggedeeltes met stelconplaten en/of klinkers. Het niet industrieel terreindeel, de tankdijken -en langs de wegen- is veelal geen verharding aanwezig (voorzien van gras/begroeiing).		Zie de tekening in bijlage 11 voor een overzicht van de terreinverhardingen.
Eigenaar locatie	Shell Nederland Chemie BV		
Kadastrale aanduiding (zie figuur 2-1 en bijlage 1)	Gemeente Klundert	Sectie 1742, 1902, 1903, 1904, 2334, 2338, 2343, 2344, 2347, 2348	De eigendomsgegevens zijn opgenomen in bijlage 1.
Gebruik omringend gebied	noordelijk	Oppervlaktewater (Zuid Hollandsch Diep)	
	oostelijk	Oppervlaktewater (Westelijke insteekhaven) met ten oosten daarvan industriële activiteiten (onder andere: slibverwerking Noord-Brabant, BMC Moerdijk, Essent Energie en Attero Moerdijk).	
	zuidelijk	Braakliggend	
	westelijk	Einde van de Westelijke Randweg met ten westen daarvan industriële activiteiten (onder andere: IKO Isolations en The PFF Group) en naar noorden landbouwgebied met daarachter Jachthaven Noordschans,	



Figuur 2-1 Ligging kadastrale percelen (bron: www.pdokviewer.nl)

2.3 Topografie

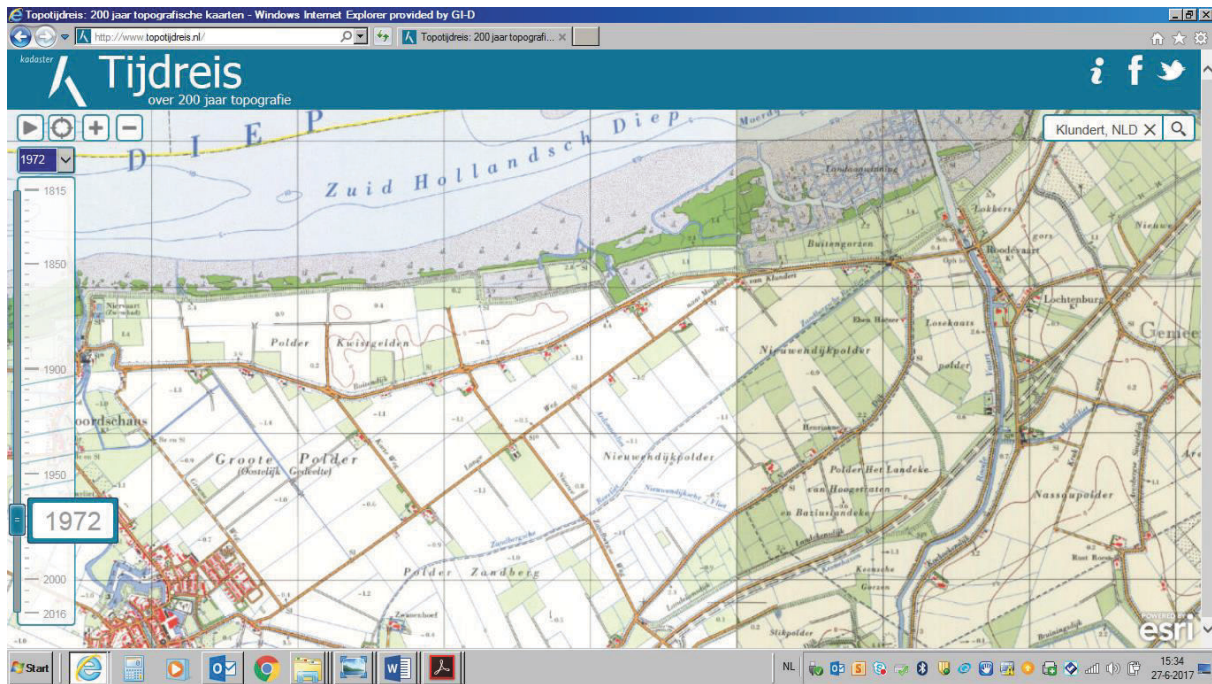
Het terrein van Shell bevindt zich langs het Zuid Hollandsch Diep. De locatie is deels gebouwd in voormalige polder Kwistengelden en deels ter plaatse van de voormalige kwelder in het Zuid Hollandsch Diep direct ten noorden van de dijk rond de polder Kwistengelden. Voor het bouwrijp maken is dit gebied in 1970 opgehoogd met zand afkomstig uit de aanleg van spaarbekkens in de Biesbosch. Ook is toen de Westelijke Insteekhaven gegraven. Voordat de buitendijkse kwelder en een deel van het Zuid Hollandsch Diep kon worden opgespoten, is eerst een kade aangebracht met stortstenen c.q. basaltblokken, waarachter het opspuiten heeft plaatsgevonden. Deze kade is nu nog aanwezig aan de zijde van het Zuid Hollandsch Diep.

Zoals blijkt uit figuur 2-2 (bron: www.Topotijdreis.nl) lag de bovenzijde van de dijk aan het Zuid Hollandsch Diep zijde van de polder Kwistengelden op zo'n 3,9 tot 5,4 m+NAP en de polder zelf op 0,2 tot 0,9 m+NAP. De bovenzijde van de dijk tussen de polder Kwistengelden en de zuidelijk gelegen Grootte Polder lag op 3,9 m+NAP. Vanaf de kwelder loopt de bodem van het Zuid Hollandsch Diep geleidelijk af tot zo'n 5 m-NAP.

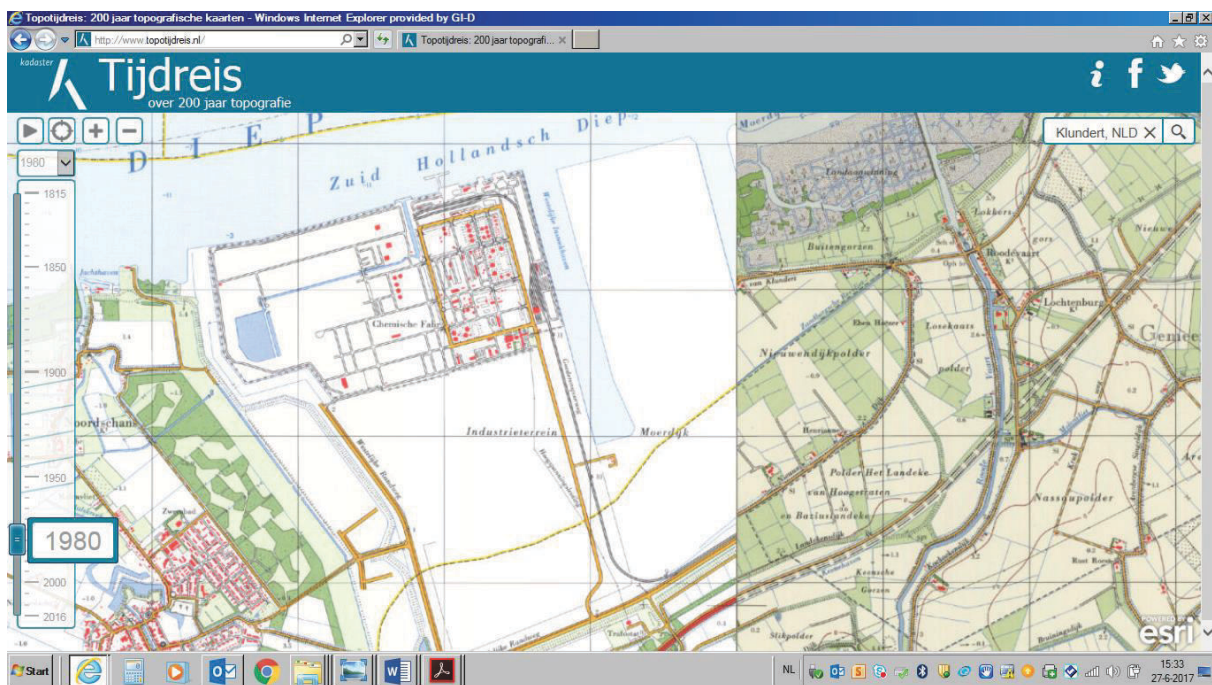
De vroegere dijk tussen Zuid Hollandsch Diep en polder Kwistengelden ligt nu van oost naar west 'onder' de locatie (zie figuur 2-5). Zoals blijkt uit de topografische kaart uit 1990 (zie figuur 2-4) is het westelijk (niet bebouwde deel) opgehoogd tot zo'n 3,7 tot 4,0 m+NAP, terwijl het centrale en oostelijke deel zijn opgehoogd tot 4,4 à 4,9 m+NAP.

Dit betekent dat ter plaatse van voormalige polder Kwistengelden sprake is van een ophooglaag van circa 4 meter dik en ter plaatse van de voormalige kwelder van een ophooglaag van 4,5 à 5,0 meter en ter plaatse van het Zuid Hollandsch Diep van 9,5 à 10 meter.

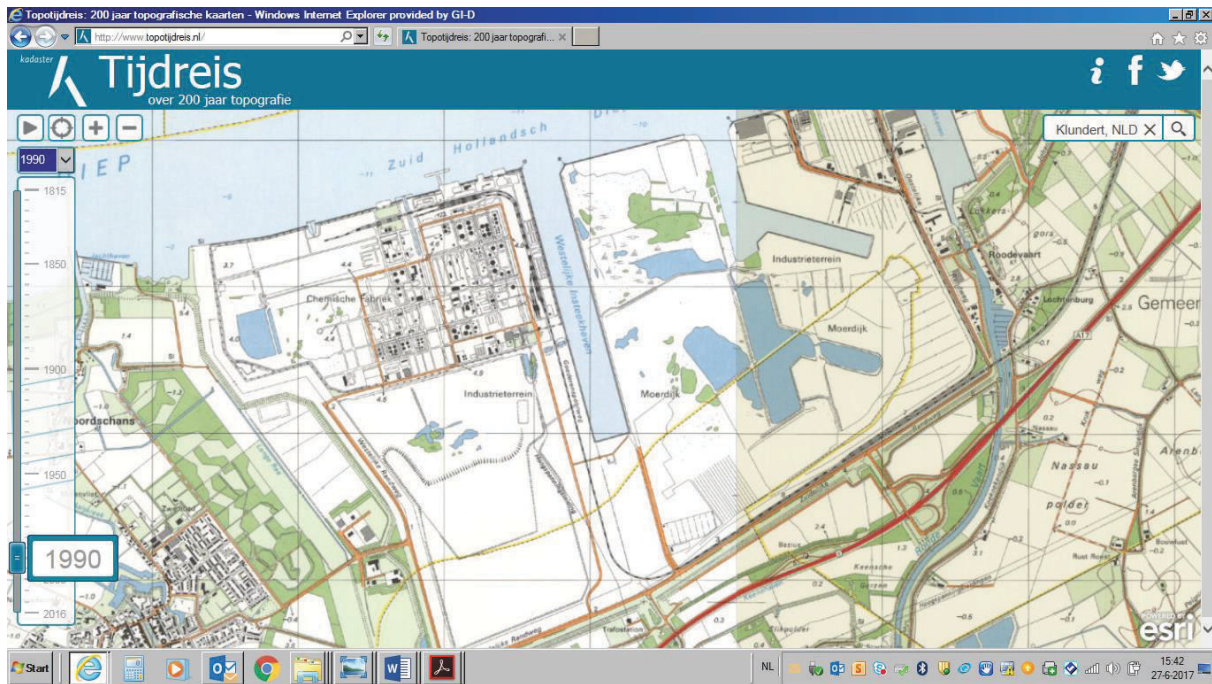
In figuur 2-5 wordt de meest recente topografische informatie gegeven en is duidelijk dat na eind tachtiger jaren geen nieuwe fabrieken meer zijn gebouwd, met uitzondering van de MSPO2 -zie paragraaf 2.4.



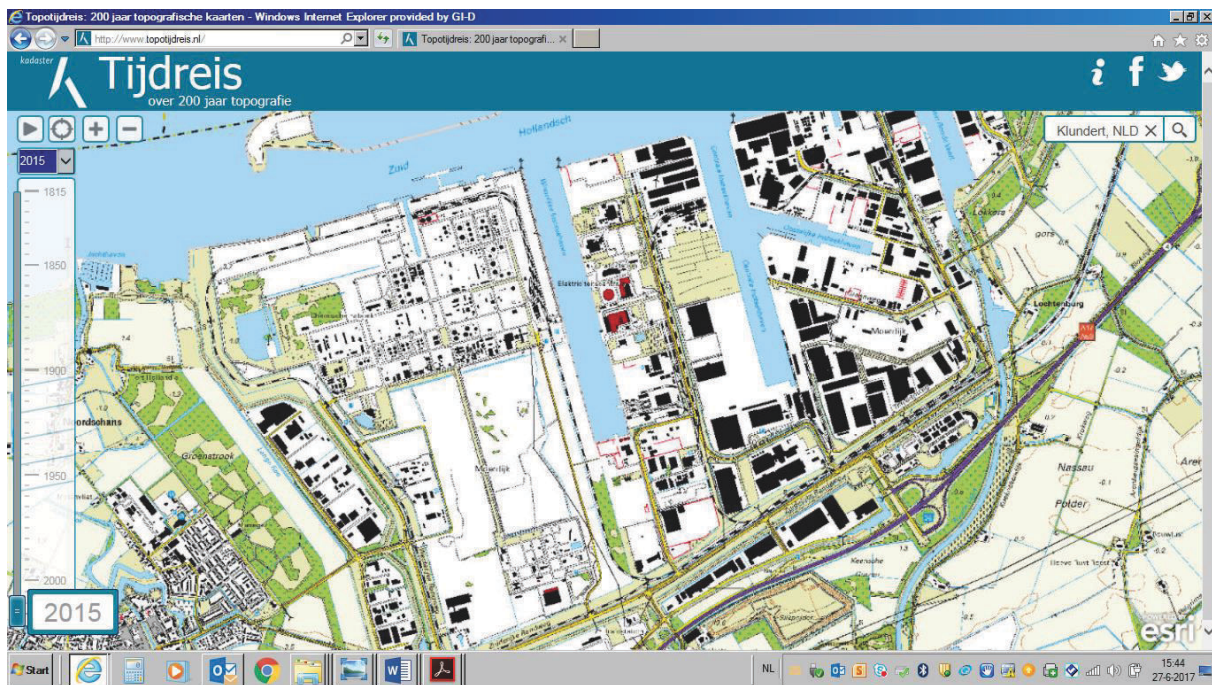
Figuur 2-2 Topografische informatie 1972 (voor aanleg Shell Moerdijk)



Figuur 2-3 Topografische informatie 1980 (na aanleg deel Shell Moerdijk)



Figuur 2-4 Topografische informatie 1990 (aanleg Shell Moerdijk grotendeels compleet)



Figuur 2-5 Topografische informatie 2015

2.4 Realisatie fabrieken

In met name de 70'er en 80'er jaren van de vorige eeuw zijn door de fabrieken en (ondersteunende) faciliteiten gebouwd (zie en bijlage 8 en 10).

Tabel 2-3 Periode realisatie fabrieken en (ondersteunende) faciliteiten

Fabriek	Unit	Periode van realisatie
Cracker with ethyne extraction plant	MLO	1973/1976/2000
Gasoline hydrogenation plant	MLO (U500)	1973
Butadiene extraction plant	MLO	1973
Ethene oxyde and glycols plant	MEOD	1973
Utilities and general services	MLO/MEOD	1973/1986/1998
Storage and dispatch	MFD	1973/1998
Vinylester plant VEOVA	MLO/MEOD	1976
Styrene and Propene oxyde plant	MSPO	1978
Katalyst plant	MSPO	1978
Anaerobe water treatment plant	MEOD	1988
Ethyl benzene plant	MSPO	1992/1998
Butadiene hydrogenation plant	MLO	1993
Flexible Vinylester plant VEOFLEX	MEOD	1997
Second Styrene and Propene oxyde plant	MSPO	1999
Cracker Capacity upgrade (oppervlak niet veranderd ten opzichte van 1973/1976))	MLO	2000
Benzene extraction unit	MLO	2002

2.5 Industriële activiteiten

Ter plaatse van de productiefaciliteiten worden basischemicaliën vervaardigd, die gedeeltelijk worden gebruikt als zogenaamde 'feedstock' in andere installaties op de locatie om tussenproducten voor de chemische industrie te vervaardigen. 'Feedstock' en eindproduct worden voornamelijk vervoerd door pijpleidingen en via schip. Een klein deel wordt per trein of vrachtwagen vervoerd.

Het hart van de productielocatie wordt gevormd door de Gasoil / Nafta / LPG Cracker (MLO). In deze ethyleenkraker worden gasolie en nafta en -afhankelijk van marktomstandigheden- LPG en andere koolwaterstoffen omgezet in een verscheidenheid aan producten met name ethyleen en propaan, die basismaterialen zijn voor de productie van kunststoffen.

Ook worden in de kraker (bij)producten gevormd zoals: benzine, LPG, C4 residuen en enkele andere fracties bijvoorbeeld 'heavy ends', die worden voornamelijk in de andere fabrieken op de locatie gebruikt ('heavy ends' vooral als brandstof).

Naast de MLO zijn de navolgende andere productie-eenheden aanwezig (tabel 2-4).

Tabel 2-4 Productie-eenheden

Hydrogeneringseenheid (bij MLO)	Om de benzine uit de kraker te behandelen. Producten zijn benzine, oplosmiddelen, benzeen en dergelijke;
Benzeen-extractie-eenheid	Benzeen uit het licht aromatische deel geproduceerd door de hydrogeneringseenheid. De producten benzeen en raffinaat worden gedeeltelijk gebruikt op de locatie en gedeeltelijk verkocht aan derden;
Butadieenextractie-eenheid	Om butadieen uit C4-residuen uit de kraker te extraheren. Butadieen is basismateriaal voor rubberproductie;
Eenheid om buteen te produceren	Door selectieve hydrogenering van butadieen ontstaat buteen, dat wordt gebruikt in productie van bijvoorbeeld kunststoffen en lijm;
Ethyleenoxide en glycol-eenheid (MEOD)	Ethyleen en zuurstof worden gebruikt om ethyleenoxide te fabriceren. Ethyleenoxide wordt gedeeltelijk verkocht en deels gebruikt voor de productie van glycolen die worden gebruikt in kunststoffen en anti-vries;
Vinylester plant (MEOD).	Etheen (van de kraker) en versatische zuur wordt gebruikt om vinylester te maken dat gebruikt wordt bij productie van onder andere latexverf;
Ethylbenzeenplant (MSPO)	Om ethylbenzeen uit ethyleen en benzeen te produceren;
Styreenplant en propyleen-oxideplant (MSPO)	Als basismaterialen worden ethylbenzeen, propaan en lucht gebruikt. Styreen is een basismateriaal voor polystyreen en rubber. Propyleenoxide is een basisstof voor onder meer polyurethaan en antivries;
Katalysator fabriek (MSPO)	Een van de katalysatoren die in de MSPO-fabriek wordt gebruikt, wordt hier gemaakt.

Naast bovenstaande productie-eenheden zijn installaties aanwezig voor opslag en afhandeling van producten (MFD) en installaties voor productie van stoom, elektriciteit, ketelvoeding en perslucht.

2.6 Terreinverhardingen

Het terrein -voor industrieel gebruik- is grotendeels bedekt (verhard) met zandasfalt in leidingtracés en tankputten en ter plaatse van de fabrieken met vloeistofkerende danwel vloeistofdichte vloeren, ter plaatse van opslaggedeeltes ('laydown area's') met stelconplaten en klinkers ter plaatse van de overige terreindelen. Het niet industrieel gebruikte terreindeel, dijken/wallen om de tankputten en wegbermen zijn veelal onverhard en voorzien van gras. Het gebruik van het terrein en de omgeving is weergegeven op de tekening in bijlage 10. De verschillende terreinverhardingen zijn weergegeven op de tekening in bijlage 11.

2.7 Toekomstige ontwikkelingen

Het toekomstige gebruik van het terrein van Shell zal gelijkwaardig blijven aan het huidige gebruik, mogelijk met verbetering en verduurzaming van de activiteiten op het terrein.

Shell heeft recentelijk de realisatie van zonnepark Moerdijk afgerond. Er zijn 76.000 zonnepanelen op 39 hectare geplaatst. Het zonnepark heeft een vermogen van 27 megawattpiek en produceert vanaf begin 2019 zonnestroom.

Shell te Moerdijk heeft de grootste kraker van Europa en in de toekomst wordt geïnventariseerd welke mogelijkheden er zijn voor de recycling van plastics bij de van voeding voor de kraker.

Deze ontwikkelingen passen binnen de (duurzame) strategie en het terreingebruik van Shell te Moerdijk.

2.8 Grondwaterbeheerssysteem (GBS)

In 1989 is een bodemonderzoek uitgevoerd naar de verontreinigingssituatie in het diepe grondwater, waaruit bleek dat op de locatie sprake is van meerdere verontreinigingskernen die zich over de jaren heen verspreid hebben tot in het derde watervoerende laag (circa 20-45 m -mv.). Om deze verontreinigingen te beheersen, is in 1993 het GBS aangelegd. Het betreft een geohydrologisch beheerssysteem dat door middel van grondwateronttrekking uit het derde watervoerend pakket de verspreiding van de grondwaterverontreiniging beheerst.

Op 11 februari 1994 heeft de Provincie Noord-Brabant -in kader van de Grondwaterwet- vergunning verleend voor de aanpak van de verontreinigingen (in de ondergrond) door middel van een geohydrologisch beheerssysteem (GBS) (Provincie Noord- Brabant, Gedeputeerde Staten, 11 februari 1994, [2]).

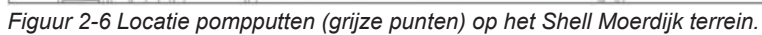
Het GBS omvat 17 pompputten verdeeld over drie clusters. Deze pompputten onttrekken grondwater uit het derde watervoerende laag op een diepte tussen 20 en 45 m -mv. Het streefdebiet per put ligt tussen 4 en 10 m³/uur (dus circa 100 tot 240 m³/dag). De daadwerkelijke onttrekkingsdebieten variëren van 80 tot 200 m³/ dag. Deze debieten liggen ruim binnen de vergunde debieten van 350.000 m³/jaar per deelsysteem, en het totaal van 2.000.000 m³/jaar. Het onttrokken grondwater wordt na zuivering door een AstraSandfilter geloosd op het Zuid Hollandsch Diep.

Het grondwaterbeheerssysteem bestaat uit drie clusters:

- **MLO:** zes pompputten ter plaatse van de MLO. De pompputten zijn aan de rand van de MLO-fabriek geplaatst, om de verontreiniging onder de MLO te beheersen.
- **MSPO:** zes pompputten ter plaatse van de MSPO: de pompputten zijn aan drie zijdes (noordwest, west en zuidoost) van de MSPO-fabriek geplaatst om de grondwaterverontreiniging onder de MSPO te beheersen.
- **Terreingrens (PP102):** vijf pompputten zijn aan de aan de terreingrens (PP102), langs het Zuid Hollandsch Diep en de oostelijk gelegen insteekhaven geplaatst om te voorkomen dat grondwaterverontreiniging zich over de terreingrens zou kunnen verspreiden.

De benaming 'MLO' en 'MSPO' is afgeleid van de fabrieken die op de locatie van deze clusters staan.

De locatie van de pompputten en de benaming van de clusters is weergegeven in de figuur op de volgende pagina.



3 BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGIE

De bodemopbouw en geohydrologie is relevant voor het vaststellen van de verspreidingsrisico's. Deze gegevens zijn dan ook gebruikt voor het opstellen van het geohydrologisch model van de locatie (Arcadis, 8 juli 2019, [10]). Ingegaan wordt op de bodemopbouw ter plaatse, de geohydrologische parameters (doorlatendheden, verticale weerstand) die gebruikt zijn en de van nature aanwezige stromingsrichting van het grondwater, zoals deze is bepaald tijdens een tijdelijke uitschakeling van het aanwezige grondwaterbeheerssysteem.

3.1 Bodemopbouw en geohydrologische situatie

3.1.1 Bodemopbouw en geohydrologie

In tabel 3-1 is de bodemopbouw en de geohydrologie ter plaatse van Shell Moerdijk geschematiseerd gegeven.

Tabel 3-1 Schematische bodemopbouw Shell Moerdijk

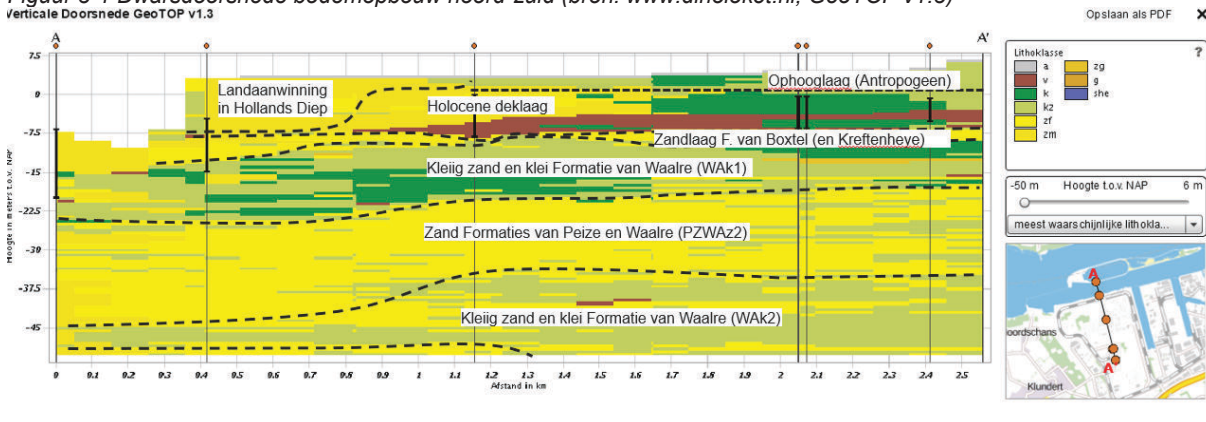
Geohydrologie	Formatie/laagpakket	Lithologie	Diepte in m t.o.v. NAP *	
			bovenzijde	onderzijde
Watervoerende laag 1 (freatisch pakket)	Ophoogzand	zand/kleig zand	4 (0)	0 (4)
	Laagpakket van Walcheren	kleig zand / fijn tot matig fijn zand	0 (4)	-2 tot -7 (6 tot 11)
Slecht doorlatende laag 1	Formatie van Naaldwijk (niet overal aanwezig vooral in zuidelijk deel)	klei	-2 tot -7 (6 tot 11)	-4 tot -7 (8 tot 11)
	Hollandveen	veen	-4 tot -7 (8 tot 11)	-5 tot -7 (9 tot 11)
	Basisveen (ontbreekt ter plaatse van groot deel van het terrein Shell Moerdijk)	veen	-5 tot -7 (9 tot 11)	-7 (11)
Watervoerende laag 2	Boxtel en Kreftenheye	fijn tot matig fijn zand	-7 (11)	-8 tot -15 (12 tot 19)
Slecht doorlatende laag 2	Waalre klei1 (Wak1)	kleig zand en klei(lenzen)	-8 tot -15 (12 tot 19)	-17 tot -26 (21 tot 30)
Watervoerende laag 3	Peize en Waalre zand 2 (PAWAz2)	zand	-17 tot -26 (21 tot 30)	-38 tot -42 (42 tot 46)
Slecht doorlatende laag 3	Waalre klei2 (Wak2)	klei	-38 tot -42 (42 tot 46)	-46 (50)
Watervoerende laag 4	Peize en Waalre zand 3 (PAWAz3) en Maassluis zand1 (MSz1)	zand	-46 (50)	-51 tot -60 (55 tot 64)
Slecht doorlatende laag 4	Maassluis 1° kleiige eenheid (MSk1)	kleig zand	-51 tot -60 (55 tot 64)	circa -63 (67)
Watervoerende laag 5	Maassluis zand 2,3,4 (MSz2,3,4)	zand	circa -63 (67)	circa -130 (134)
Geohydrologische basis	Oosterhout klei1 (Ook1)	klei	circa -130 (134)	
Toelichting tabel:				
Slecht doorlatende laag				
Laag niet overal aanwezig				
Goed doorlatende laag				
* Tussen haakjes de diepte in m-mv.				

Het terrein is bij aanleg opgehoogd met circa 2 tot 5 meter zand, hierbij zijn voor het realiseren van versnelde drainage en zetting van het terrein zandpalen aangebracht tot een diepte variërend van 15 tot 50 m-mv. De zandpalen hebben over het algemeen een onderlinge afstand van circa 3 meter en doorboren de slecht doorlatende klei- en veenlagen.

Verwacht wordt dat na verloop van tijd de zandpalen zijn dichtgeslibd, waardoor inmiddels de slecht doorlatende klei en veenlagen op circa 5 m-mv (klei), 10 m-mv (veen) en 15 m-mv (klei) weer hersteld zijn als slecht doorlatende lagen.

Met betrekking tot de 2^e watervoerende laag geldt dat deze niet prominent aanwezig is. Dit is schematisch weergegeven in de onderstaande figuur 3-1 (2^e watervoerende laag betreft Formatie van Boxtel (en Kreftenheye). Deze formatie staat wel in contact met het Zuid Hollandsch Diep (zie linkerzijde van de dwarsdoorsnede). Een -ten behoeve van het grondwatermodel gemaakte- meer geschematiseerde dwarsdoorsnede is opgenomen in paragraaf 4.2.3 van dit rapport.

Figuur 3-1 Dwarsdoorsnede bodemopbouw noord-zuid (bron: www.dinoloket.nl, GeoTOP v1.3)



Dieper is er op 40 m-mv ook een slecht doorlatende laag, bestaande uit klei, aanwezig die de ondergrens van de derde watervoerende laag vormt. De bodemopbouw bestaat tussen deze slecht doorlatende lagen met name uit zand, variërend van matig fijn tot kleiig zand.

3.1.2 Geohydrologische parameters

De doorlatendheid van de diverse lagen in de bodem zijn opgenomen in het rapport 'Kalibratie grondwatermodel Shell Nederland Chemie – Moerdijk' d.d. 24 januari 2019 (kenmerk D10007854). Deze zijn afgeleid uit bestaande beschikbare gegevens (GeoTOP v1.3 en REGISII) en zijn deze bepaald door kalibratie van het grondwatermodel (voor specifieke informatie wordt verwezen naar het vermelde rapport (Arcadis, 8 juli 2019, [10]). De relevante gegevens van dit rapport zijn opgenomen in bijlage 16 van dit saneringsplan. De doorlatendheden en de hieruit afgeleide transmissiviteit (kD-waarde) en de hydraulische weerstand (C-waarde) zijn samengevat in tabel 3-2.

Tabel 3-2 Overzicht geohydrologische parameters

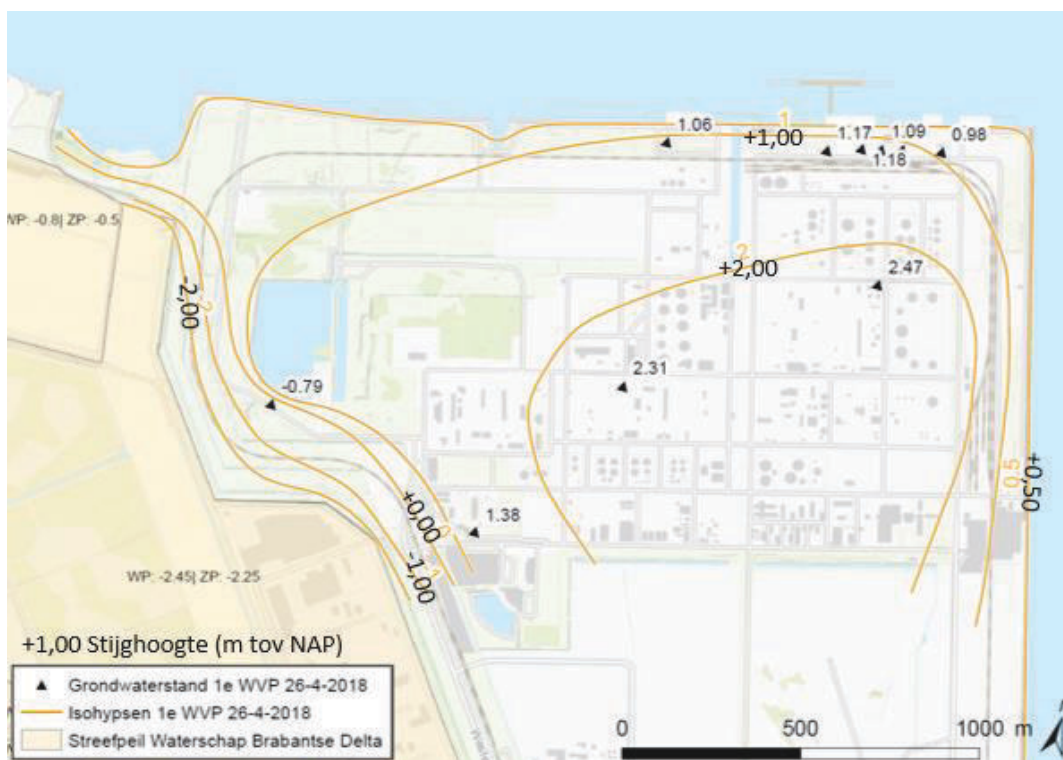
Geohydrologie	Formatie/laagpakket	Lithologie	K _{xy} * (m/etm)	K _z ** (m/etm)	kD-waarde (m/etm)	C (dagen)
Watervoerende laag 1 (freatisch pakket)	Ophoogzand	zand/kleig zand	1-10	0,1-0,5	5-50	--
	Laagpakket van Walcheren	kleig zand / fijn tot matig fijn zand	0,1-5	0,5-2,5	1-50	--
Slecht doorlatende laag 1	Formatie van Naaldwijk (niet overal aanwezig vooral in zuidelijk deel)	klei	0,01-0,05	0,0008-0,025	--	250-2500
	Hollandveen	veen	0,5-2	0,0025-0,25	--	10-1000
	Basisveen (ontbreekt ter plaatse van groot deel van het terrein Shell Moerdijk)	veen	0,025-0,25	0,0025-0,025	--	10-1000
Watervoerende laag 2	Boxtel en Kreftenheye	fijn tot matig fijn zand	10	5	10-100	--
Slecht doorlatende laag 2	Waalre klei1 (Wak1)	kleig zand en klei(lenzen)	0,005-0,05	0,0001-0,5	--	5000
Watervoerende laag 3	Peize en Waalre zand 2 (PAWAz2)	zand	7,5	3,75	35-100	--
Slecht doorlatende laag 3	Waalre klei2 (Wak2)	klei	0,0025	0,0025	--	1500-3500
Watervoerende laag 4	Peize en Waalre zand 3 (PAWAz3) en Maassluis zand1 (MSz1)	zand	7,5	3,75	250-500	--
Slecht doorlatende laag 4	Maassluis 1 ^e kleiige eenheid (MSk1)	kleig zand	0,0025	0,0025	--	1000-5000
Watervoerende laag 5	Maassluis zand 2,3,4 (MSz2,3,4)	zand	7,5	3,75	500	--
Geohydrologische basis	Oosterhout klei1 (Ook1)	klei	0,005	0,005-0,01	--	500-100

3.2 Van nature aanwezige stromingsrichting grondwater

In april 2018 zijn de pompputten van het GBS tijdelijk uitgeschakeld in het kader van een stopproef om het functioneren van het systeem te onderzoeken en het grondwatermodel te kunnen kalibreren. Na stopzetten zijn de stijghoogten in een groot aantal peilbuizen en peilbuizen in de pompputten geregistreerd door middel van divers. De grondwaterstanden/stijghoogten zijn aan het einde van de stopperiode (26 april 2018) in beeld gebracht. Op basis van deze 'stopproef' is in de navolgende paragrafen de van nature aanwezige grondwaterstroming (zonder structurele inzet van het GBS) weergegeven en nader toegelicht.

3.2.1 Freatisch pakket (eerste watervoerende laag)

De stijghoogtes en grondwaterstanden op 26 april 2018 om 08:00 uur zijn gebruikt om het isohypsenpatronen van het freatisch grondwater te bepalen (figuur 3-2). Op dat moment was de waterstand in het Zuid Hollandsch Diep NAP+0,47m. Het oppervlaktewater in Zuid Hollandsch Diep staat in verbinding met het freatisch pakket.



Figuur 3-2 Isohypsenpatroon freatisch grondwater (watervoerende laag 1) op 26 april 2018

De stijghoogte in het freatisch grondwater ter plaatse van het zuidoostelijke deel van het Shell-terrein ligt ruim boven NAP+2 m. Deze stijghoogte neemt af richting het oppervlaktewater van de haven en het Zuid Hollandsch Diep. In de westelijke polders is sprake van een lager grondwaterpeil (winterpeil (WP) NAP-2,45 m, zomerpeil (ZP) NAP-2,25 m), waardoor het freatisch grondwater afstroomt richting de aangrenzende polders.

Het stijghoogteverschil met de tweede / derde watervoerende laag (zie paragraaf 3.2.2) bedraagt circa NAP+2,0 meter. Er is sprake van een infiltratiesituatie (verticaal naar de diepte toe gerichte stroming vanuit het freatisch grondwater naar het diepere grondwater).

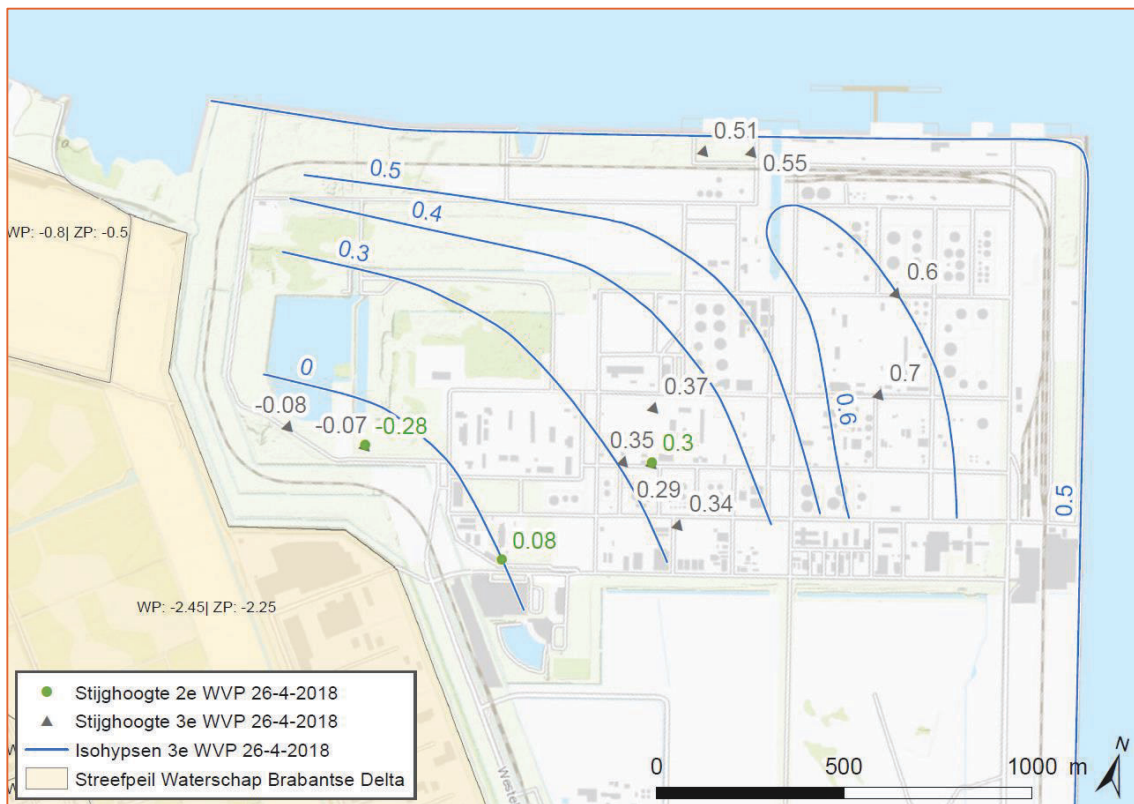
3.2.2 Tweede en derde watervoerende laag

De stijghoogten van de tweede watervoerende laag komen overeen met die in de derde watervoerende laag. Het ligt dan ook voor de hand dat het isohypsenpatroon van de tweede en derde watervoerend laag overeenkomen. Vanwege deze overeenkomst zijn de stijghoogten van de beide watervoerende lagen in figuur 3-3 weergegeven. Het geringe verschil in stijghoogten in de tweede en derde watervoerend laag kan duiden op een lage weerstand tussen de twee watervoerende lagen.

De stijghoogten in de tweede en derde watervoerend laag nemen vanaf het Zuid Hollandsch Diep en de Westelijke Insteekhaven af in westzuidwestelijke tot zuidzuidwestelijke richting van circa NAP+0,6 m tot circa NAP 0,0 m. Het verhang is vrij gering (circa 0,0005 m/m). Verder is sprake van een geringe 'opbolling' van de stijghoogten aan de oostelijke zijde.

Naar het westen lijkt de stijghoogte in de tweede watervoerende laag lager dan in de derde watervoerend laag. Dit is een gevolg van de lage polderpeilen in het westen.

De tweede watervoerende laag staat in contact met het Zuid Hollandsch Diep. De getijdebeweging in het Zuid Hollandsch Diep plant zich in de watervoerende pakketten voort. Op enige afstand van het Zuid Hollandsch Diep zal deze getijdebeweging uitdoven. De grootte van deze getijdebeweging in zowel het tweede als het derde watervoerend pakket bedraagt 1 tot 12 centimeter. Op een afstand van circa 550 meter vanaf het Zuid Hollandsch Diep is de getijdebeweging niet meer aanwezig [10]. Dit betekent dat in de zone van 550 meter langs het oppervlaktewater afwisselend instroming van oppervlaktewater en uitstroming van grondwater optreedt. Uiteindelijk zal het verschil tussen in- en uitstromend water nihil zijn.



Figuur 3-3 Isohypsen tweede en derde watervoerend laag op 26 april 2018

4 VERONTREINIGINGSSITUATIE

Shell heeft alle gegevens verzameld in een BodemInformatieSysteem (BIS). Dit geeft een duidelijk beeld van alle aanwezige verontreinigingen aanwezig op de locatie. De hieruit afgeleide kaarten zijn opgenomen in dit rapport. In dit hoofdstuk worden beschrijvingen gegeven van de aard en omvang van de historische bodemverontreinigingen (paragraaf 4.3).

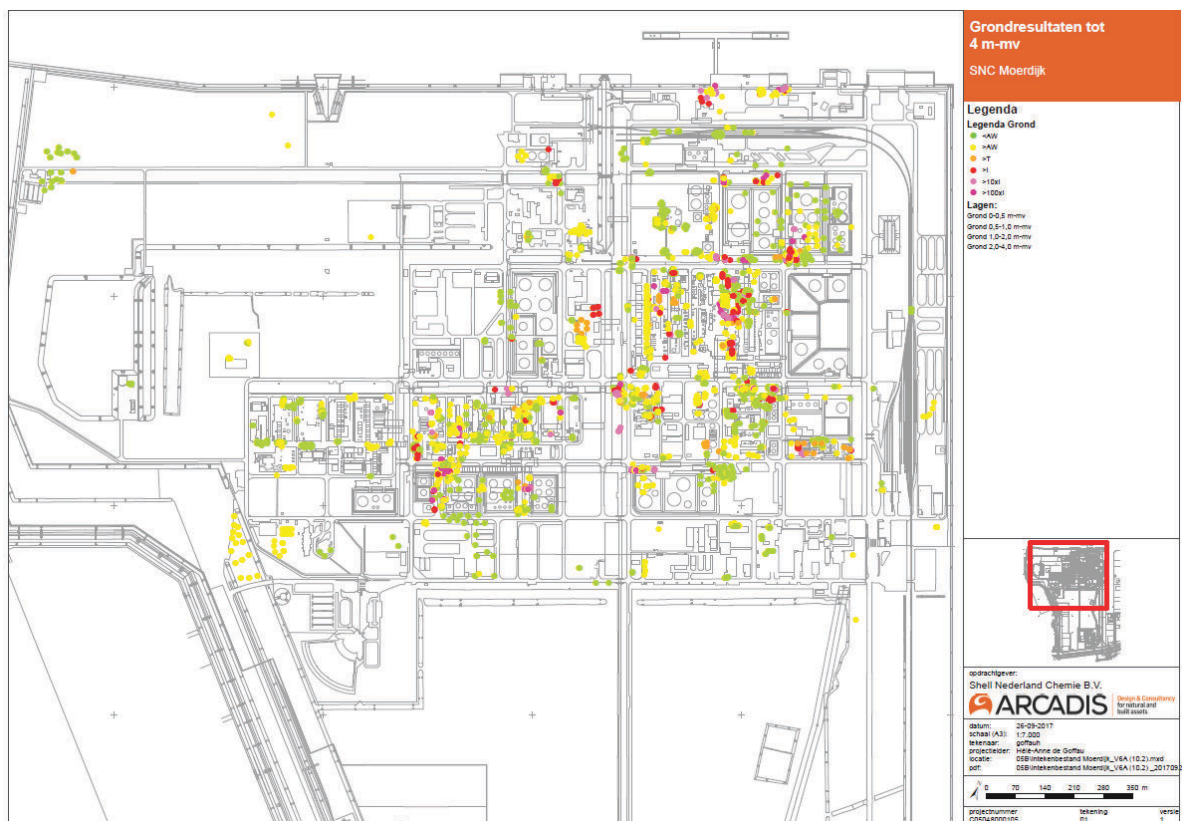
De verzamelde gegevens opgenomen in het BIS bevat voldoende informatie voor het opstellen van een saneringsplan. In een aantal gevallen kan er een noodzaak zijn tot het verzamelen van aanvullende bodeminformatie, bijvoorbeeld als er sprake is van een situatie waarbij grondverzet plaatsvindt ten behoeve van onderhoud/repairatie/vervanging danwel aanleg van een nieuw installatiedeel (dat moet worden aangesloten op bestaande installaties). In hoofdstuk 10 is uitgewerkt wanneer er een noodzaak is om meer bodeminformatie te verzamelen. De hierbij verzamelde bodeminformatie wordt vervolgens verwerkt in het BIS.

4.1 Bodeminformatiesysteem

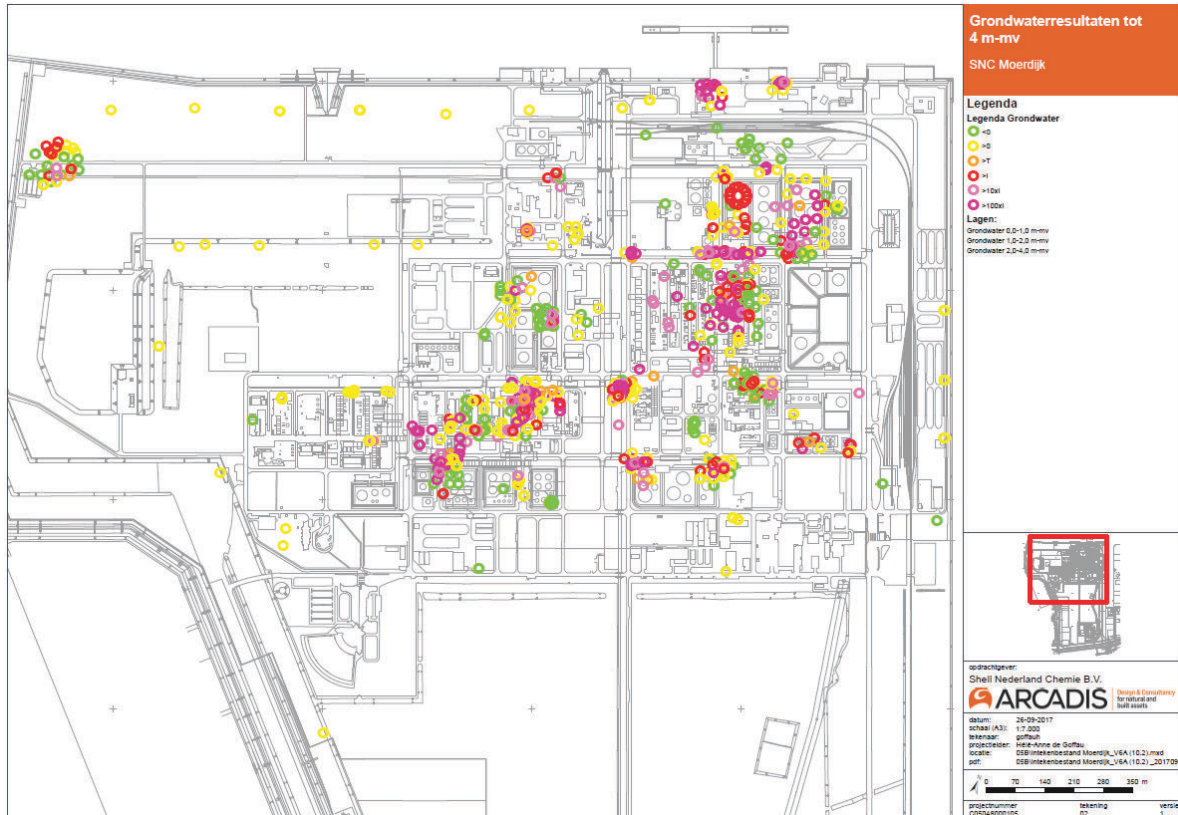
Van alle op de locatie uitgevoerde bodemonderzoeken zijn de boor- en analysegegevens opgeslagen in het BodemInformatieSysteem (BIS). Momenteel bevat het BIS ruim 2.300 boor-, ruim 1.000 peilbuis- en ruim 23.000 analysegegevens voor grond en ruim 10.000 analysegegevens voor grondwater. Gemiddeld worden daar jaarlijks zo'n 500 tot 750 boor-, peilbuis- en analysegegevens aan toegevoegd.

De boorlocaties zijn ingemeten ten opzichte van de basiscoördinaten van Shell en kunnen zodoende worden geprojecteerd op de digitale ondergrond van de locatie. Omdat uitgevoerde analyses zijn gekoppeld aan de boringen en dieptetrajecten, is de milieuhygiënische bodemkwaliteit van de locatie in ruimtelijke zin bekend en wordt in steeds verder toenemend detail vastgelegd. In figuur 4-1 is een totaaloverzicht van de bodemkwaliteit (grond) op boringniveau (voor alle uitgevoerde boringen/analyses) en in figuur 4-2 is een totaaloverzicht van de bodemkwaliteit (grondwater) op peilbuisniveau weergegeven voor alle uitgevoerde peilbuizen/analyses.

Alle boor/peilbuisgegevens en alle analyseresultaten zijn door Shell aan de OMWB ter beschikking gesteld zodat de beschrijving van de verontreinigingssituatie in dit hoofdstuk kan worden geverifieerd



Figuur 4-1 Bodemkwaliteit (grond) op boringniveau (voor alle uitgevoerde boringen/-analyses) traject 0 tot 4 m-mv



Figuur 4-2 Bodemkwaliteit (grondwater tot 4 m-mv) op peilbuisniveau (voor alle uitgevoerde peilbuizen/analyses)

4.2 Verontreiniging als gevolg van bedrijfsprocessen

Bodemverontreinigingen die het gevolg zijn van de bedrijfsprocessen zijn gerelateerd aan stoffen die:

- In het productieproces gebruikt zijn/worden of als (neven-)product vrijkomen zoals:
 - Minerale olie (C10-C40) karakteristiek voor onder andere kraakgasolie, dieselolie en LCCCO.
 - Vluchtige olie (C6-C10) karakteristiek voor onder andere nafta en kerosine.
 - Aromatische koolwaterstoffen (benzeen, ethylbenzeen, toluen en xylenen), naftaleen en styreen.
 - Dimethylsulfide (DMDS), dicyclopentadien, (DCPD), isopropylbenzeen (cumeen), Methylvinylketon (MPC), Fenol, Glycol, Propyleenglycol en p-tert-butylcathecol, 1,2-Dichloorethenen, dichloorbenzenen, Dichloorpropaan, Formaldehyde en Trichloormethaan.
 - Veova en Versatics.
- Bij het productieproces ingezet of gebruikt worden zoals:
 - Zware metalen zoals cadmium, vanadium en nikkel karakteristiek voor katalysatoren;
 - Etheenglycolen, styreenmonomeer en zwavelzuur.
- Als afval uit het productieproces komen zoals:

Minerale olie (C10-C40), karakteristiek voor onder andere slob.
- Bij inwerking houden, onderhoud en reparaties aan/van de installaties vrijkomen zoals:

Minerale olie (C10-C40), karakteristiek voor onder andere smeerolie;

Asbest, karakteristiek voor onder andere vroeger gebruik seals / afdichtingen / isolaties.

4.2.1 Ophooglaag (tot circa 4,0 m-mv)

Ter plaatse van de fabrieken zijn grond en grondwater in deze ophooglaag op een aantal plaatsen verontreinigd geraakt met stoffen die in de primaire bedrijfsprocessen geproduceerd of gebruikt worden.

Uit de beschikbare informatie blijkt dat in de ophooglaag sprake is van heterogeen verdeeld aanwezige bodemverontreinigingen. Sommige delen van de ophooglaag zijn niet verontreinigd.

Gezien de complexiteit (in aard, omvang en maatgevende stoffen) van deze heterogeen aanwezige verontreinigingen - in combinatie met de locatiespecifieke omstandigheden (chemische industrieel complex) - is het redelijkerwijs niet mogelijk al deze bedrijfsgebonden bodemverontreinigingen volledig gedetailleerd in beeld te brengen.

Aangezien sprake is van een heterogeen verdeelde verontreiniging, wordt onderstaand volstaan met het beschrijven van een algemeen beeld van de verontreiniging.

Grond

In figuur 4.1 is een overzicht gegeven van de mate van verontreiniging van de grond in de ophooglaag voor minerale olie en vluchtige aromaten tot 4,0 m-mv. In bijlagen 2, 3, 4 en 5 wordt per diepte (0,0 tot 0,5 m-mv, 0,5 tot 1,0 m-mv, 1,0 tot 2,0 m-mv en 2,0 tot 4,0 m-mv) een overzicht gegeven van de grondkwaliteit voor de deze bedrijfsgebonden maatgevende verontreinigende stoffen.

Overschrijding van de interventiewaarde voor BTEX¹-componenten en minerale olie (C₁₀-C₄₀) is heterogeen aanwezig ter plaatse van de MLO, MFD en de MSPO1. Ter plaatse van de (later gerealiseerde) MSPO2 komen overschrijdingen van de interventiewaarde voor BTEX-componenten en minerale olie (C₁₀-C₄₀) minder voor. Olie vluchtig (C₆-C₁₀) wordt op een enkele uitzondering na niet aangetroffen in concentraties die de interventiewaarde overschrijden.

Grondwater

In figuur 4.2 (en bijlage 6) een overzicht gegeven van de mate van verontreiniging van het grondwater in de ophooglaag. Het freatische grondwater is ter plaatse van een aantal deellocaties verontreinigd boven de interventiewaarde met onder andere minerale olie, benzeen, andere vluchtige aromaten, naftaleen en (chloor-) koolwaterstoffen.

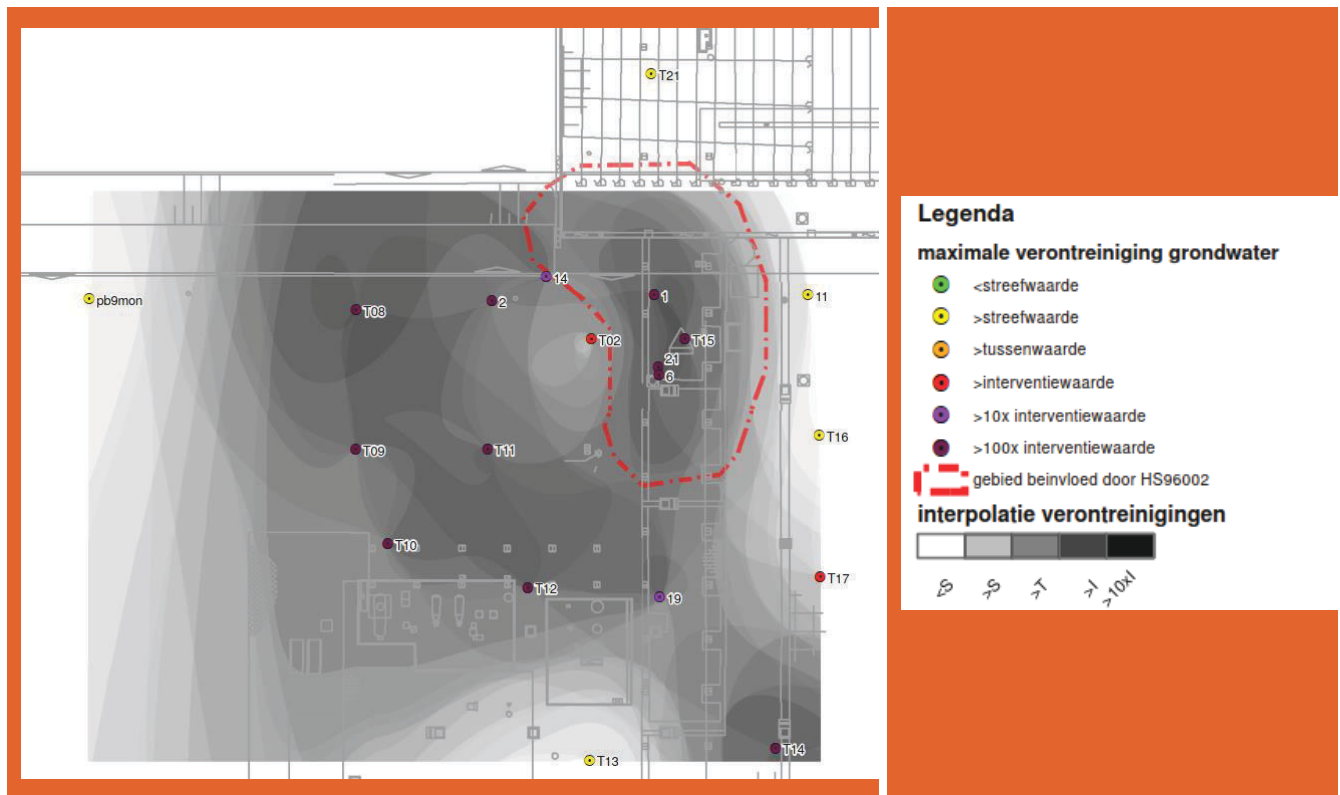
T-steiger

Uit bodemonderzoek blijkt dat een deel van de verontreiniging ter plaatse van de T-steiger kan worden gerelateerd aan het incident HS96002, een deel betreft een historische verontreiniging ontstaan voor 1987 (Arcadis, rapport 078398465:E van 12 oktober 2015).

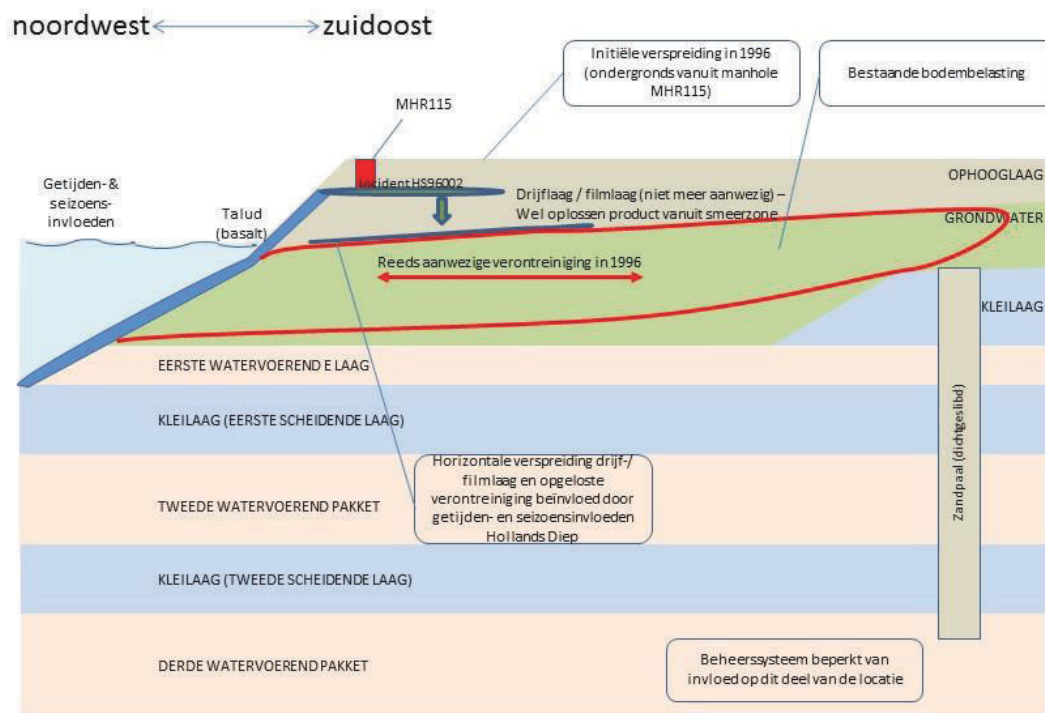
De historische verontreiniging ten zuiden en ten westen van de T-steiger beslaat een gebied van circa 40 meter bij 80 meter (circa 3.200 m², zie figuur 4-3) en valt voor een deel samen met een aan incident HS96002 gerelateerde bodembelasting

De verhoogde concentraties aangetroffen in het grondwater in peilbuis 02, 19, T08, T09, T10, T11, T12, T13, T14 en T17 zijn niet aan het incident HS96002 gerelateerd (peilbuizen staan bovenstrooms van het incident -zie figuur 4-3, bijlage 14 en bijlage 17-). Een schematische dwarsdoorsnede is gegeven in figuur 4-4.

¹ BTEX = benzeen, toluen, ethylbenzeen, xylenen



Figuur 4-3 Bovenaanzicht van de verontreiniging ter plaatse van de T-steiger



Figuur 4-4 Dwarsdoorsnede van de aanwezige verontreiniging ter hoogte van de T-steiger (niet op schaal)

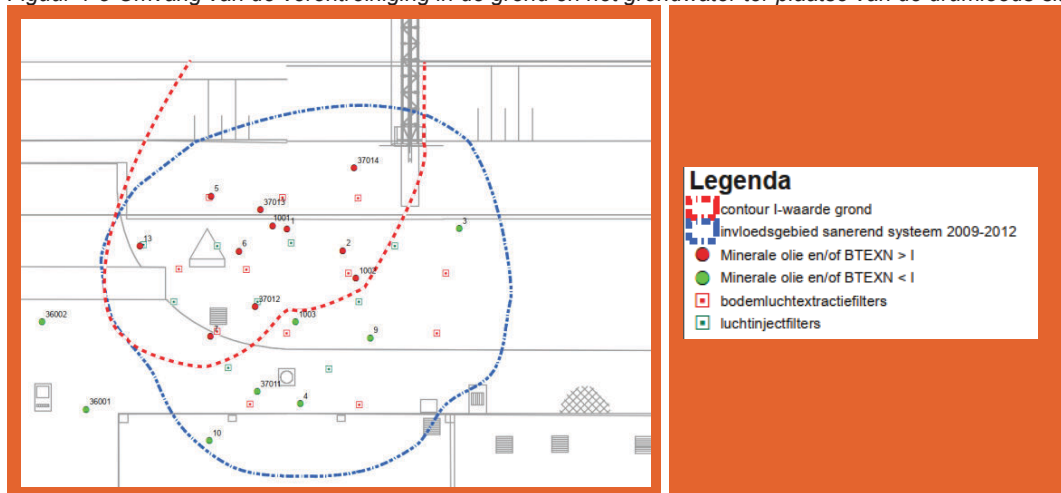
Drumlloods

Deze verontreiniging betreft deels een bestaande (waarschijnlijk) historische verontreiniging en deels een verontreiniging die is ontstaan in september 1990 door overstromen van putten in de Drumlloods en in de trafobakken bij hevige regenval als gevolg van problemen in het riool ten noorden van de Drumlloods (geregistreerd als incident HS91010).

In januari - maart 2012 en februari tot en met mei 2013 heeft ARCADIS de informatie over de mate en omvang van de verontreiniging en het functioneren van het saneringssysteem -geplaatst ten behoeve van de sanering van deze verontreiniging- geactualiseerd [4], waarbij naar voren gekomen is dat:

- Tot 1999 de verontreiniging geohydrologisch beheerst is middels een onttrekkingssysteem. Aangezien ondanks de beheersing verspreiding plaatsvond richting het Hollands Diep (gemeten in de grondwatermonitoring nabij het Hollands Diep), is een aanvullende maatregel (een schermbemaling), geïnstalleerd in 2000. Vanaf 2006 is een extra maatregel/systeem gericht op drijfslaagverwijdering operationeel.
- in 2009 is een plan van aanpak opgesteld (Plan van aanpak voormalige drumlloods; rapportnummer 9T2963 d.d. 20 maart 2009) voor sanering van de verontreiniging. De provincie Noord-Brabant heeft ingestemd met het ingediende plan van aanpak, met als einddoel saneren tot een geringe restverontreiniging (trede 2) (kenmerk 1568379, d.d. 4 augustus 2009);
- In 2009 de laatste fase ontworpen is, vaneen in-situ sanering met bodemluchtextractie (BLE) en persluchtinjectie (PLI). Dit in-situ systeem is aangelegd in de periode 18 januari - 22 september 2010. Op basis van door SITA beschikbaar gestelde gegevens, blijkt dat het PLI- en BLE-systeem is ingezet om biologische afbraak te stimuleren en niet om de verontreiniging uit het grondwater te strippen. Het lucht-debiet is derhalve minimaal ingesteld. Het vrijkomen van eventuele dampen aan maaiveld is met behulp van BLE voorkomen, in plaats dat BLE is ingezet om de striplucht af te zuigen. Met het gebruikte systeem is nagenoeg geen vracht verwijderd, volgens SITA namelijk minder dan 1 g/dag in 2011.
- Het drijfslaagverwijderingssysteem in april 2012 is stopgezet
- In september 2012 vanwege het minimale rendement het PLI/BLE-systeem is stopgezet, waarna het oorspronkelijk voor drijfslaagverwijdering ontworpen onttrekkingssysteem in bedrijf is genomen als (tijdelijke) beheersmaatregel tot beëindiging van het systeem in augustus/september 2013;
- In 2007 aangegeven is dat er sprake is van 960 liter drijfslaag, waarvan al 850 liter was verwijderd. Door alle maatregelen is uiteindelijk circa 1 ton (ruim 1.000 liter) product verwijderd en is er geen drijfslaag meer aanwezig;
- De omvang van het belaste bodemvolume over verloop van tijd is afgenomen, waarbij het belaste oppervlak voor grondwater met 68% afgenomen is van 1.530 m² in 1999, naar 520 m² in 2008 en 490 m² in 2012. De omvang van de interventiewaardecontour is met name aan de zuid- en oostzijde verkleind. Aan de zuidwestzijde is de omvang van de interventiewaardecontour in grond en grondwater nauwelijks afgenomen;
- In de figuur 4-5 is de omvang van de verontreiniging in de grond en het grondwater ter plaatse van de drumlloods weergegeven.

Figuur 4-5 Omvang van de verontreiniging in de grond en het grondwater ter plaatse van de drumlloods situatie 2013

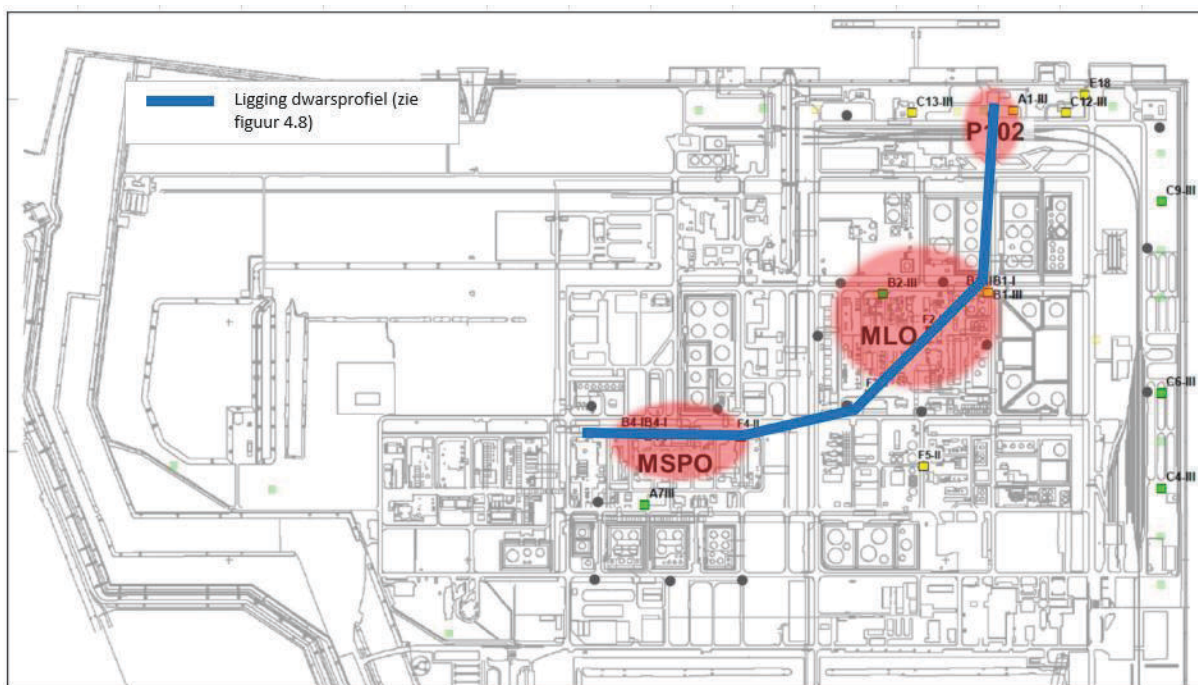


4.2.2 Ondergrond (vanaf circa 4,0 m-mv)

De ondergrond bestaat uit afwisselend slecht doorlatende en watervoerende lagen. Begin jaren '90 (start van het GBS) was behalve de tweede en derde watervoerende laag ook de vierde watervoerende laag plaatselijk verontreinigd. Door het GBS is de verontreiniging in de tweede en derde watervoerende laag beheerst en ook gereduceerd. De verontreiniging in de vierde watervoerende laag is sterk verminderd.

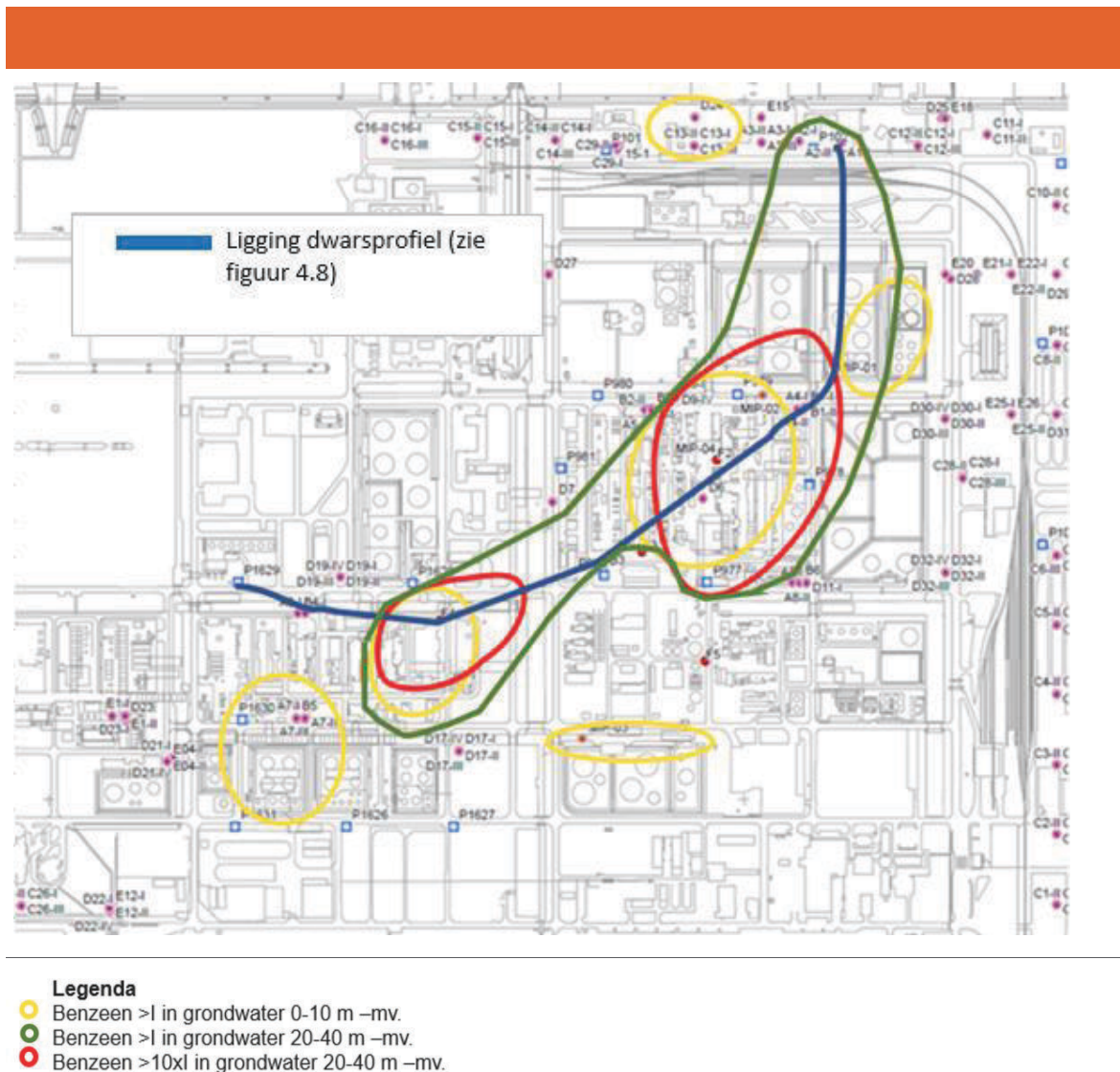
In 2016 heeft de vijfjaarlijkse evaluatie van de effectiviteit van het GBS plaatsgevonden (Deltares, 22 februari 2016, [5]). Ten behoeve van het opstellen van het nieuwe grondwatermodel (inclusief stoftransport) is in 2019 op drie locaties aanvullend grondwateronderzoek uitgevoerd (Arcadis, 8 juli 2019, [10]). De diverse tekeningen met daarop weergegeven per watervoerende laag de mate van verontreiniging zijn opgenomen in bijlage 7.

Er is in het grondwater sprake van drie verontreinigingskernen ter plaatse van de MSPO, de MLO en nabij pompput 102 (P102). De ligging van deze 3 kernen zijn weergegeven in figuur 4-6.



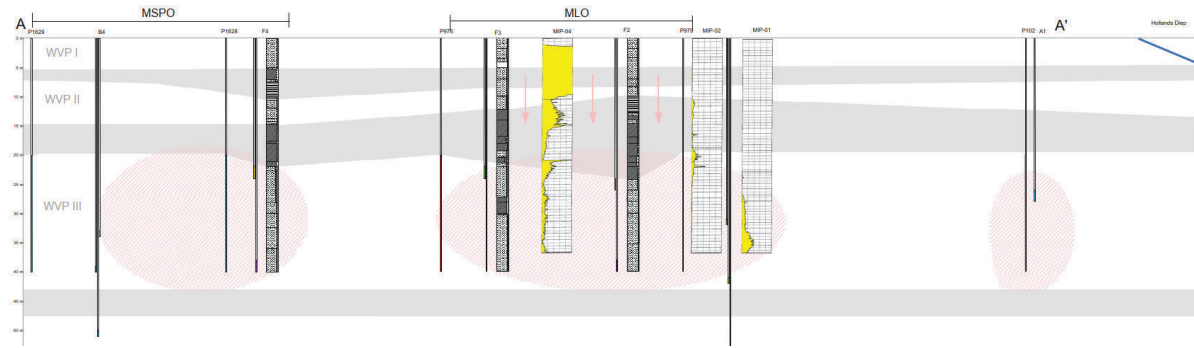
Figuur 4-6 Verontreiniging van het grondwater in het derde watervoerende laag. De rode vlekken geven de zones weer met concentraties benzeen boven interventiewaarde, de groene blokjes (concentraties benzeen < streefwaarde) en de gele blokjes (concentraties benzeen > Streefwaarde en < Interventiewaarde).

De verontreiniging in het grondwater bestaat overwegend uit benzeen. In de onderstaande Figuur 4.7 is de omvang van de verontreiniging met benzeen op verschillende diepten aangegeven.

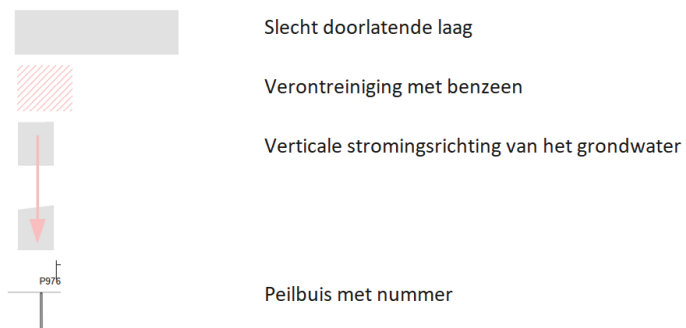


Figuur 4-7 Verontreiniging met benzeen van 0-40 m-mv

In bijlage 9 (en figuur 4-8) is een dwarsdoorsnede van de diepe bodemopbouw met de verontreiniging in het grondwater in de derde watervoerende laag weergegeven. In figuur 4-8 zijn tevens de boorprofielen van de in 2018 uitgevoerde boringen en de resultaten van de MIP-sonderingen (Arcadis, 8 juli 2019, [10]) opgenomen. Hieruit wordt duidelijk op welke diepten zich de slecht doorlatende en de watervoerende lagen bevinden. De gele kleur in de MIP-sonderingen geeft de uitslag van de PID-meting (photo ionization detector) aan. Deze detecteert vluchtige koolwaterstoffen. Ter plaatse van de MLO bevindt de verontreiniging zich niet alleen in de derde watervoerende laag, maar komt ook voor in het freatisch grondwater.



Legenda



Figuur 4-8 Dwarsdoorsnede diepere bodemopbouw met de verontreiniging met benzeen in de derde watervoerende laag (voor het volledige profiel zie bijlage 9, de ligging van het profiel is weergegeven in figuur 4-6 en 4-7).

MLO

Ter plaatse van de MLO is sprake is van een heterogene grondwaterverontreiniging met benzeen boven de interventiewaarde. De verontreiniging bevindt zich vanaf de ophooglaag tot tenminste de onderkant van de derde watervoerende laag en is horizontaal afgeperkt door de pompputten van het GBS ter plaatse van de MLO, met een beperkte verspreiding richting noordoosten. Ter plaatse van de onttrekkingsbronnen lijkt de verontreiniging aangetrokken te zijn vanuit het freatische grondwater in de ophooglaag.

Zowel in de tweede en derde watervoerende laag is sprake van een verontreiniging met benzeen van enkele honderden tot enkele duizenden microgrammen per liter. De grootste vracht bevindt zich aan de noordoostzijde van de MLO.

Resultaten van de grondwatermonitoring in 2016 en 2018 laten opvallend lage concentraties benzeen zien in de tweede en derde watervoerende laag (maximaal boven streefwaarde). Deze concentraties worden zowel nabij pompputten die aantoonbare verontreiniging aantrekken, als nabij de verontreiniging boven interventiewaarde in de peilbuizen en MIP-sonderingen gemeten. Dit kan verklaard worden omdat de diepe grondwaterverontreiniging in een deel van de MLO (en MSPO) door de inzet van het GBS de afgelopen dertig jaar grotendeels verwijderd is.

Doordat rondom de MLO aan alle zijden grondwater onttrokken is, bevindt zich binnen de MLO een vrijwel stationaire zone in het grondwater. Het bodemvolume met verontreinigd grondwater wordt hier niet / nauwelijks doorspoeld, dus de hier aanwezige verontreiniging wordt niet in de pompputten aangetroffen. De onttrekking zorgt ervoor dat dicht bij de pompputten (sterk) verontreinigd grondwater uit de bovenliggende watervoerende lagen wordt aangetrokken en verder van de pompputten verontreinigd water wordt verdund door horizontaal toestromende schoon grondwater. Hierdoor is geen sprake van een homogene verontreinigingspluim, maar heterogeen verdeelde verontreinigingen binnen de pompputten rond de MLO. Daardoor wordt in enkele peilbuizen wel, en in enkele peilbuizen geen, verontreiniging aangetroffen.

In het zuiden van de MLO is sprake van verontreinigingen in het freatisch grondwater, die zich niet naar de diepte toe verspreid hebben. Er is geen sprake van een grondwaterverontreiniging boven interventiewaarde in de derde watervoerende laag zuidelijk van de MLO. In de pompputten aan de zuidzijde van de MLO zijn, met uitzondering van onttrekkingsfilter P976², dan ook minder hoge concentraties gemeten dan de pompputten aan de noordoostzijde.

MSPO

Ter plaatse van het noordoostelijke deel van de MSPO is sprake van een grondwaterverontreiniging met concentraties benzeen boven interventiewaarde. De verontreiniging beperkt zich tot de omgeving van peilbuis F4 (= geplaatst in de kern (zie figuur 4.8 voor de ligging)), filterstelling 22-24 en 38-40 m-mv, gemeten is respectievelijk 30 en 460 µg/l).

Er zijn geen aanwijzingen voor een verontreiniging boven interventiewaarde met benzeen in de tweede watervoerende laag. Er is dus geen sprake van verspreiding van de verontreiniging vanuit het freatische grondwater naar de diepte toe.

Ook is zowel tijdens de grondwatermonitoring uit 2016, de monitoring tijdens de stopproef als in het onttrokken grondwater uit pompputten van de MSPO geen verontreiniging boven interventiewaarde aangetoond. Dit duidt erop dat de omvang van bovengenoemde verontreiniging beperkt is.

Rond pompput P102

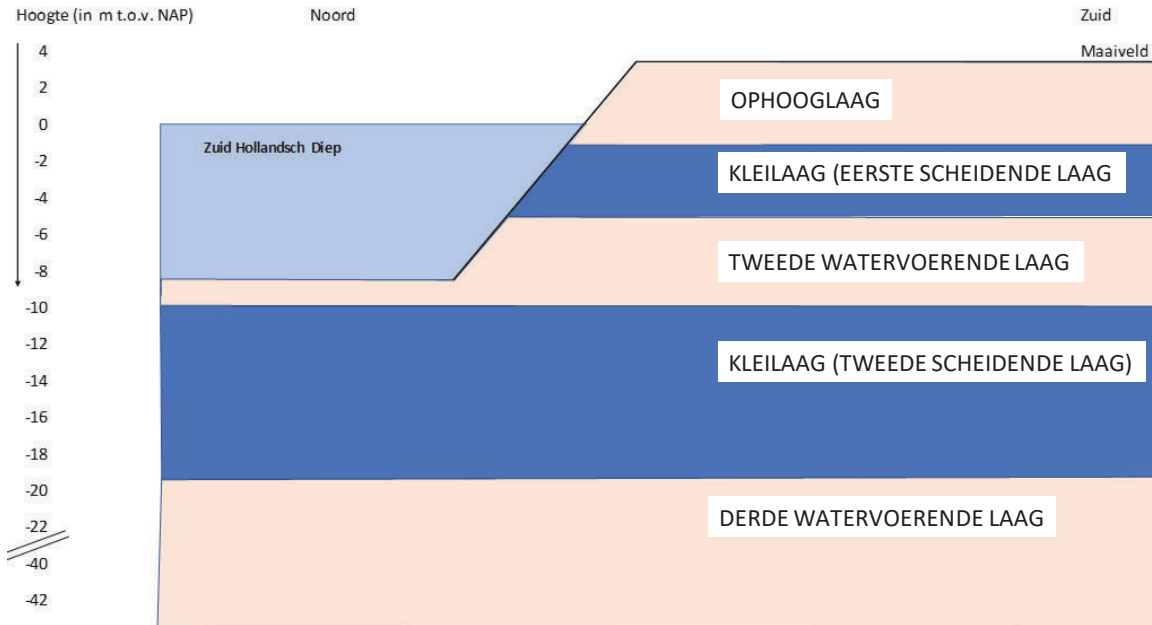
In pompput P102 (noordzijde terrein) wordt grondwater met concentraties benzeen boven de interventiewaarde onttrokken. Aangezien in de omliggende peilbuizen geen verontreiniging boven interventiewaarde is aangetoond, wordt geconcludeerd dat dit een in omvang beperkte verontreiniging betreft.

² Onttrekkingsfilter P976 bevindt tussen de MLO en de MSPO, dit onttrekkingsfilter zal dan ook verontreinigd grondwater van zowel de MLO als de MSPO aantrekken terwijl de overige onttrekkingsfilters zich op de randen van verontreiniging in het grondwater bevinden, waardoor relatief veel meer schoon grondwater wordt aangetrokken.

Het is niet duidelijk of dit een losstaande verontreiniging betreft, zoals deze al in 1989 is geïnterpreteerd, of dat dit een verontreiniging betreft die door de pompputten uit de freatische watervoerende ophooglaag wordt aangetrokken. Als de verontreiniging uit 1989 nog aanwezig is in het diepe grondwater zal deze in aard en omvang (sterk) zijn afgenomen.

4.2.3 Modelberekeningen

In de periode 2018 en begin 2019 is een nieuw geohydrologisch- en stoftransportmodel opgesteld (Arcadis rapport 083951988 A van 8 juli 2019 – [10]). In de figuur 4-9 is in een dwarsdoorsnede de geohydrologische opbouw van het model weergegeven.



Figuur 4-9 Dwarsdoorsnede modelopbouw

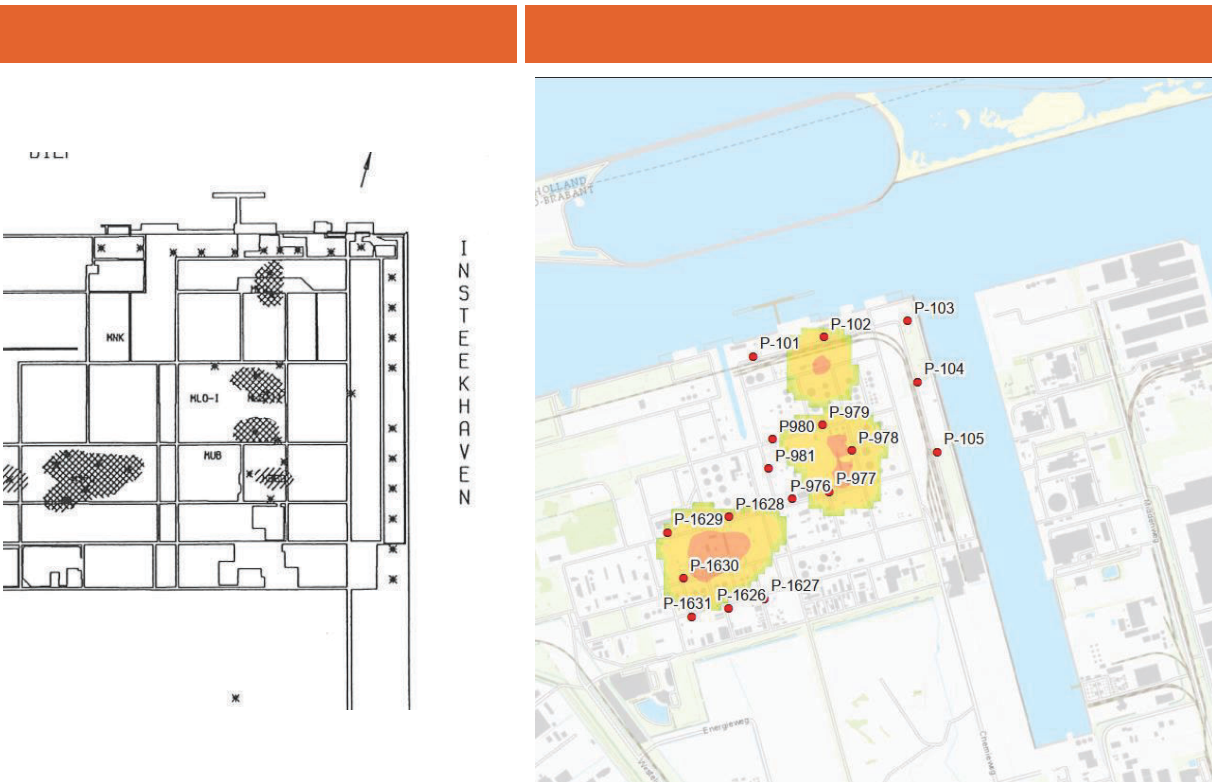
Uit alle modelberekeningen blijkt dat -zonder het in werking hebben van het GBS (dus onder 'natuurlijke' omstandigheden) - in 30 jaar sprake is van een situatie, waarin de verontreiniging in het grondwater in de watervoerende lagen zich niet verspreidt tot buiten de grenzen van het Shell-terrein (en dus ook niet naar het aangrenzende Zuid Hollandsch Diep / Natura2000 gebied). De resultaten van de modelberekeningen zijn weergegeven in de navolgende figuren:

- Figuur 4-10, 4-11 en 4-12 voor de eerste watervoerende (freatische laag)
- Figuur 4-13, 4-14 en 4-15 voor de tweede watervoerende laag
- Figuur 4-16, 4-17 en 4-18 voor de derde watervoerende laag).

In figuur 4-11, 4-14 respectievelijk 4-17 is de modelmatig bepaalde omvang van de BTEX-verontreiniging in 2050 gegeven in respectievelijk de eerste watervoerende (freatische laag), de tweede en de derde watervoerende laag). Ter volledigheid is tevens de omvang van de BTEX-verontreiniging in 2070 weergegeven (figuren 4-12, 4-15 en 4-18).

Uit het onderzoek naar het functioneren van het GBS-systeem is duidelijk geworden dat de grondwater-onttrekking in de 3^e watervoerende laag een actieve verticale toestroom van verontreinigingen uit de bovenliggende bodemlagen veroorzaakt. Dit betekent dat een belangrijk deel van de verontreiniging die door het GBS systeem onttrokken wordt, gerelateerd is aan de verontreinigingen in de bovenliggende bodemlagen en slechts een beperkt deel gerelateerd is aan het optreden van natuurlijke verspreiding naar de 3^e watervoerende laag.

Vergelijking van de verschillende figuren laat zien dat op schaal van de aanwezige grondwater-verontreiniging geen significante verplaatsing van de verontreiniging naar de omgeving plaatsvindt. Omdat geen onacceptabele verspreiding naar het Zuid Hollandsch Diep optreedt, zal de kwaliteit van de waterbodem en het oppervlaktewater door de verontreiniging op het Shell-terrein niet beïnvloed worden. Op grond van de uitgebreide beoordeling verspreidingsrisico's is er geen sprake van onaanvaardbare risico's voor verspreiding.



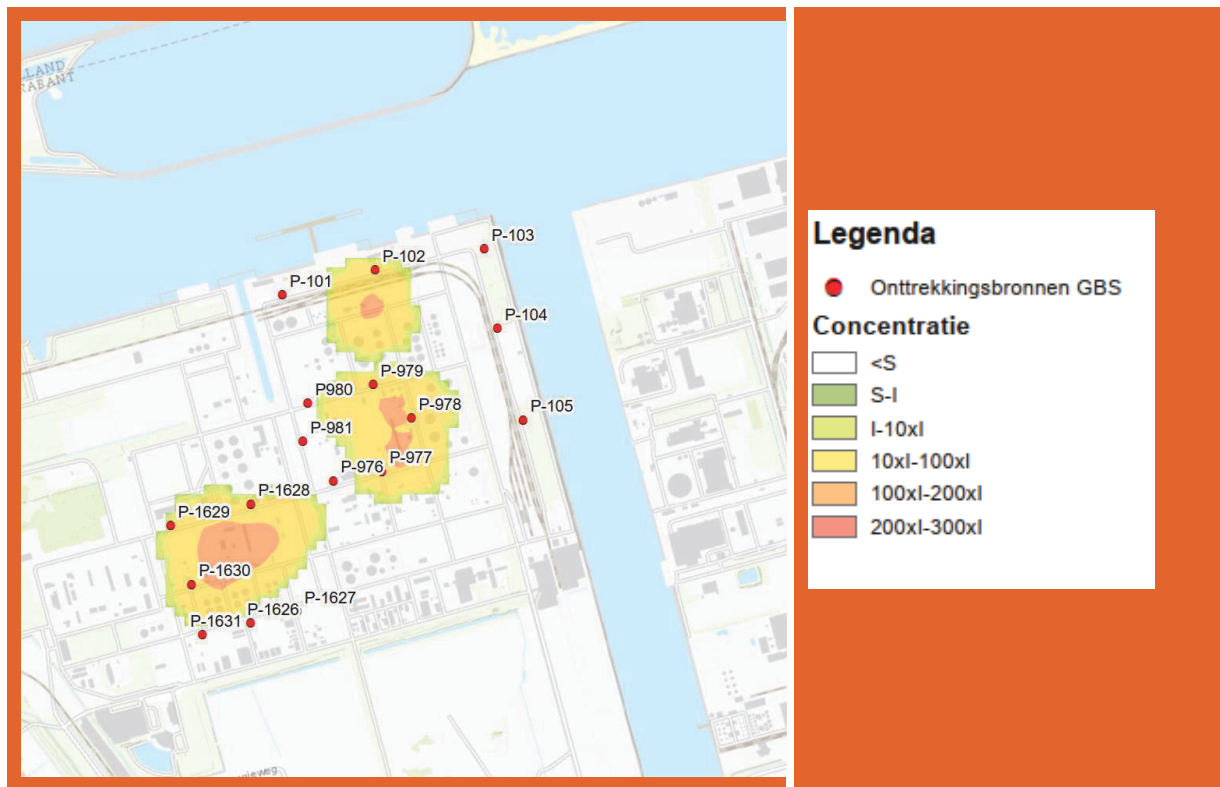
Legenda

● Onttrekkingsbronnen GBS

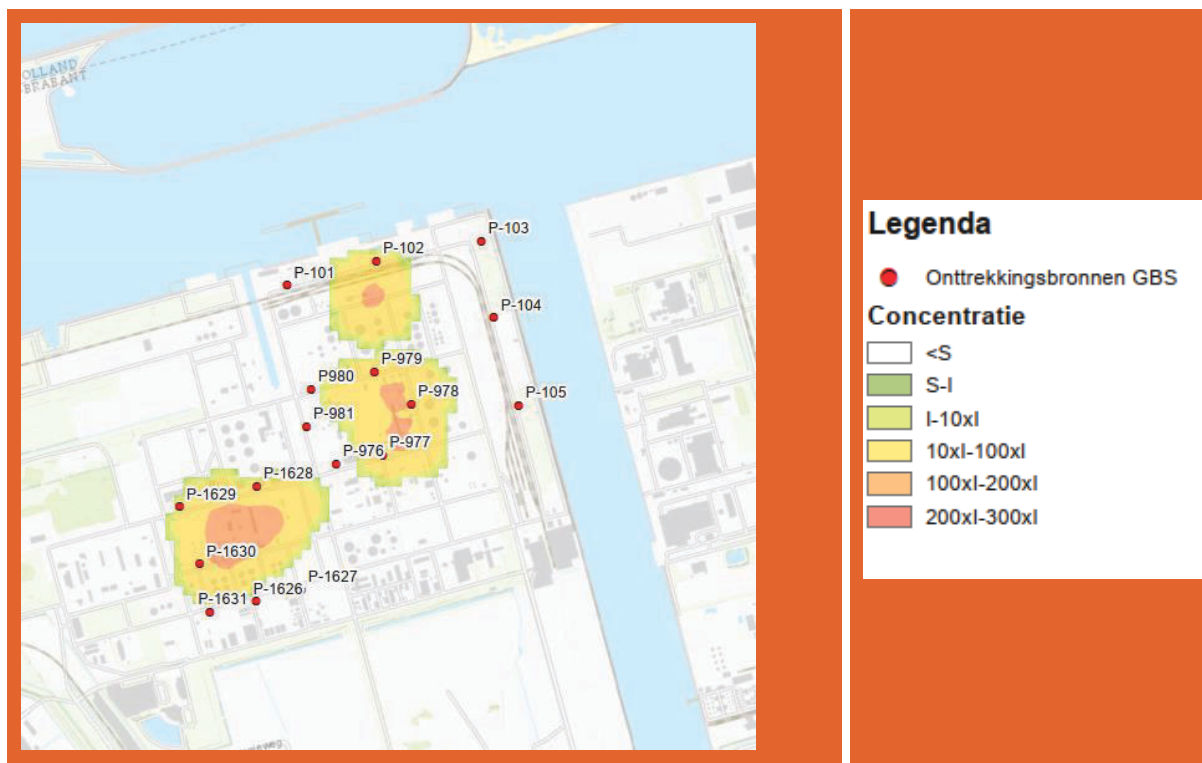
Concentratie

	<S
	S-I
	I-10xl
	10xl-100xl
	100xl-200xl
	200xl-300xl

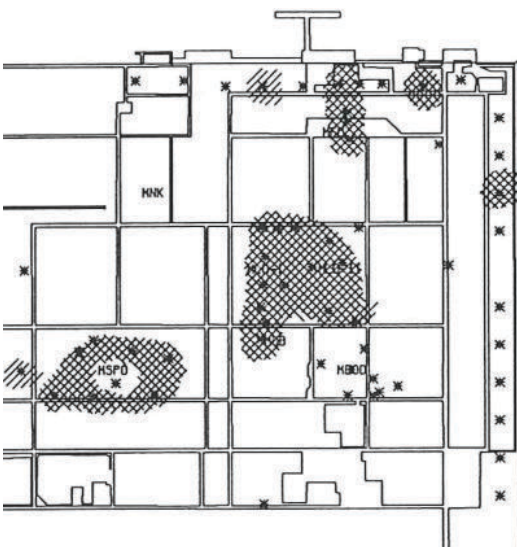
Figuur 4-10 BTEX-concentraties in eerste watervoerende (freatische) laag in 1988 en 2018



Figuur 4-11 Berekende BTEX-concentraties in eerste watervoerende (freatische) laag in 2050



Figuur 4-12 Berekende BTEX-concentraties in eerste watervoerende (freatische) laag in 2070



1988

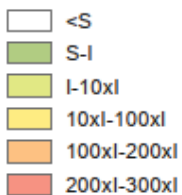


2018

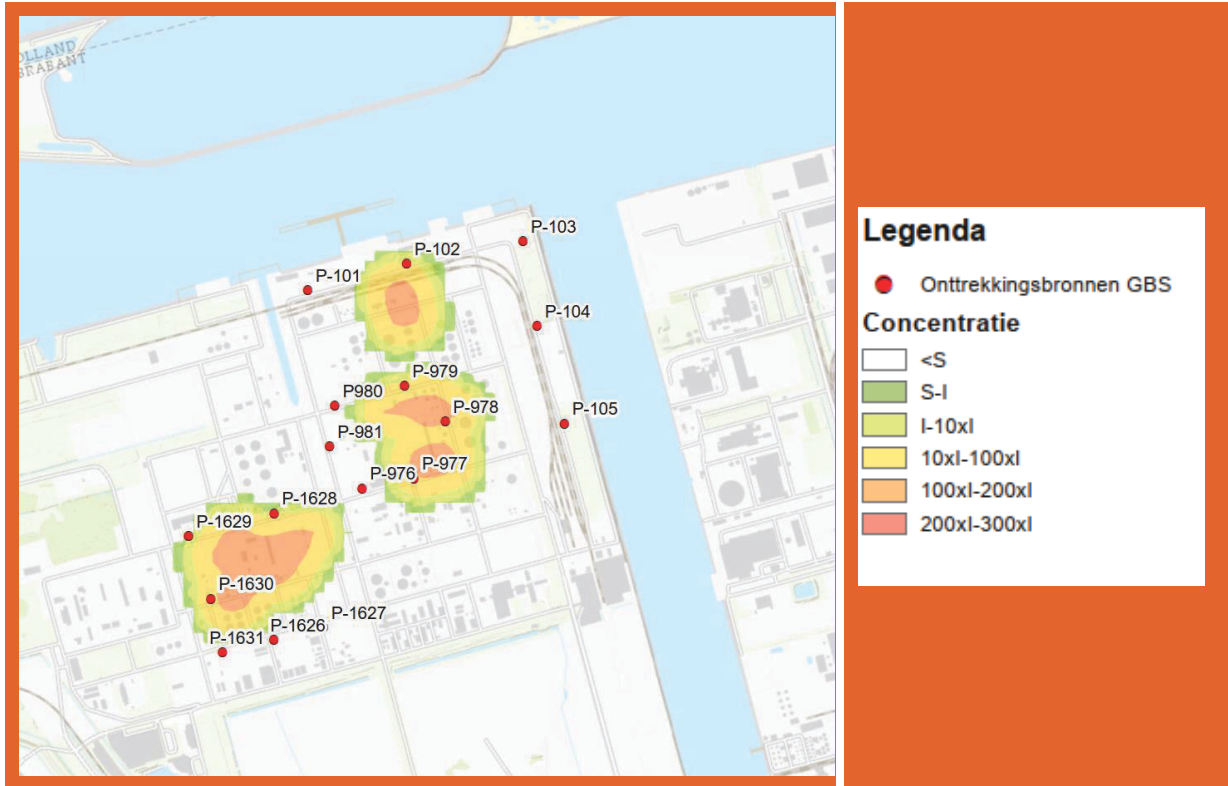
Legenda

● Onttrekkingsbronnen GBS

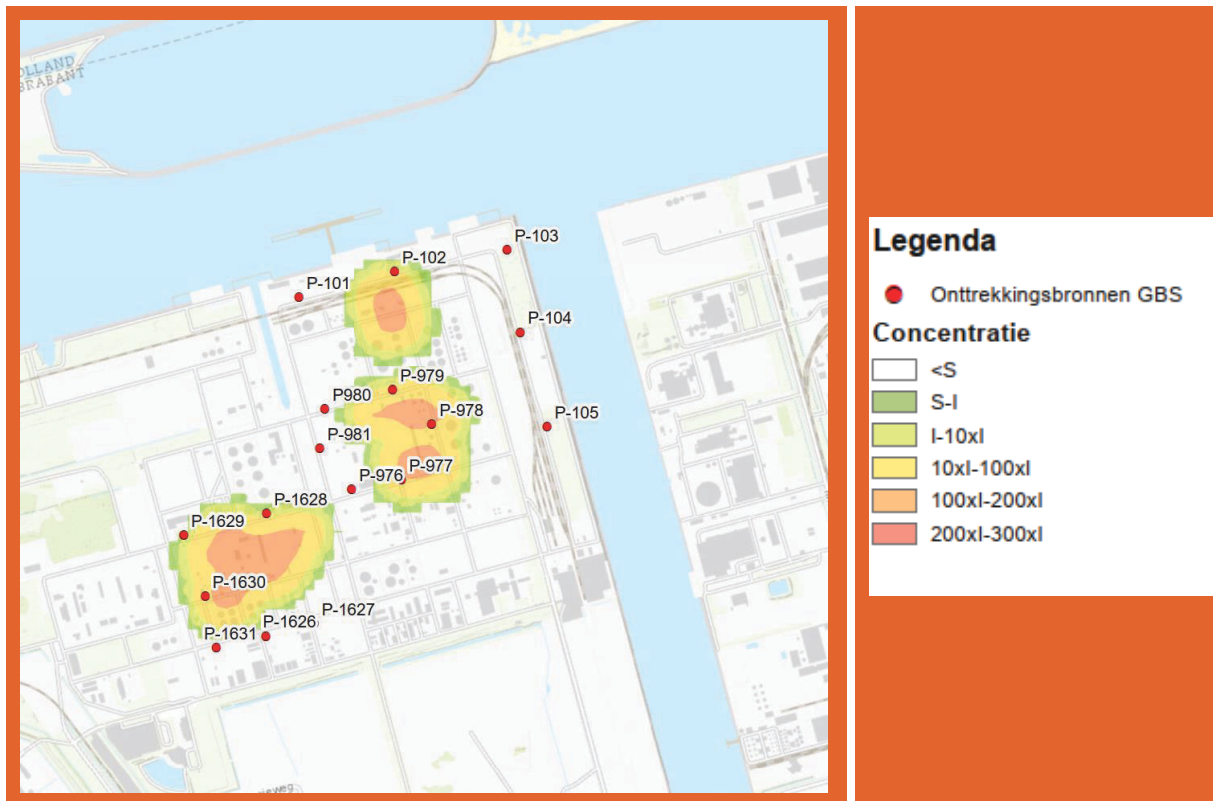
Concentratie



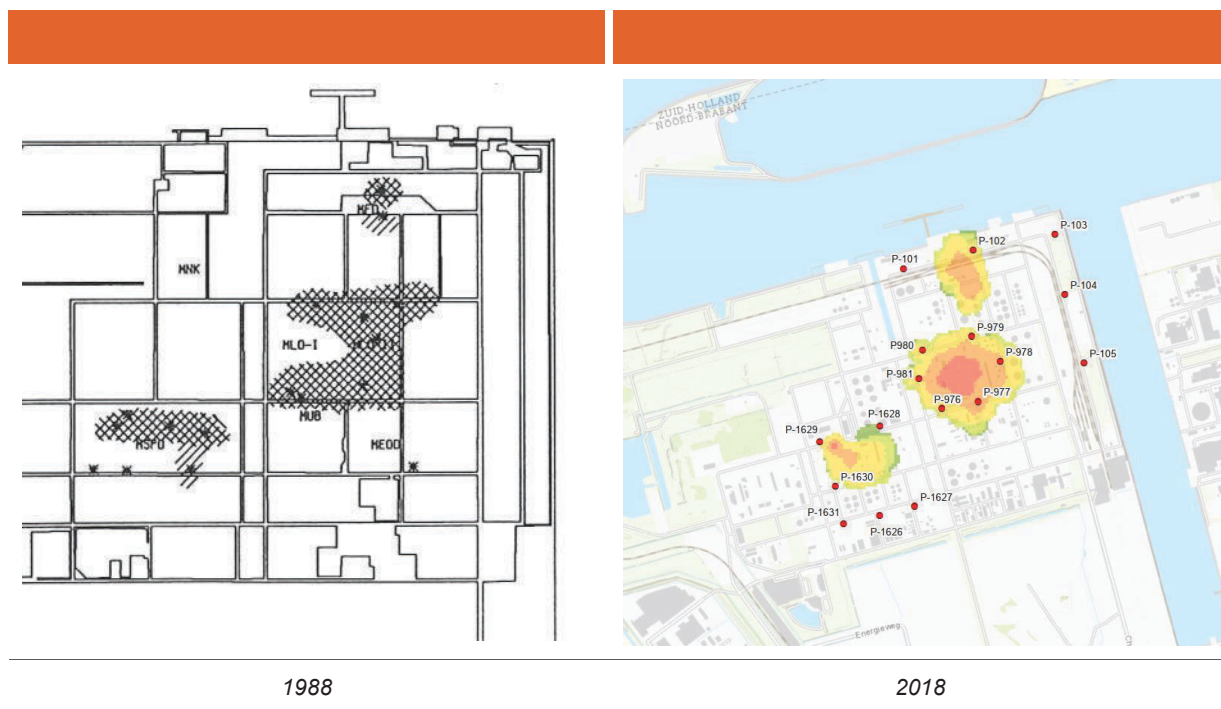
Figuur 4-13 BTEX-concentraties in tweede watervoerende laag in 1988 en 2018



Figuur 4-14 Berekende BTEX-concentraties in tweede watervoerende laag in 2050



Figuur 4-15 Berekende BTEX-concentraties in de tweede watervoerende laag in 2070



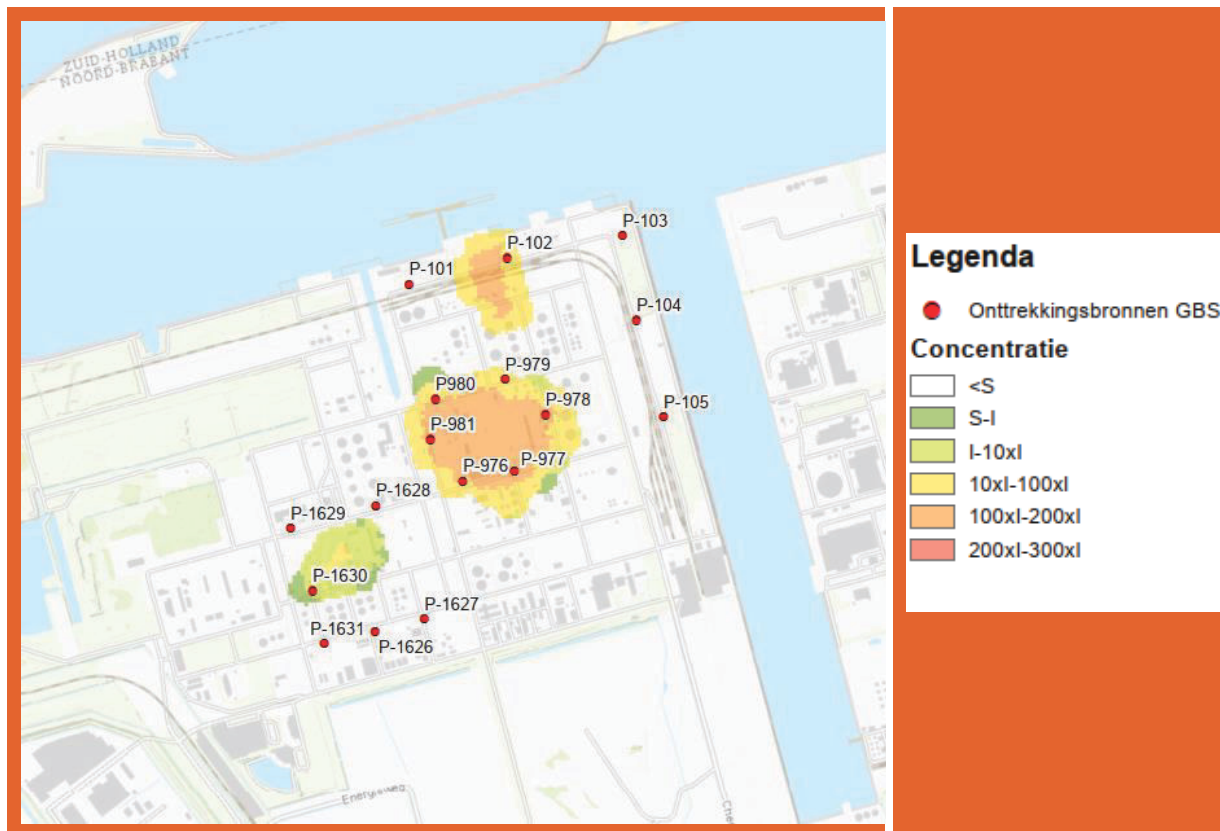
.egenda

● Onttrekkingsbronnen GBS

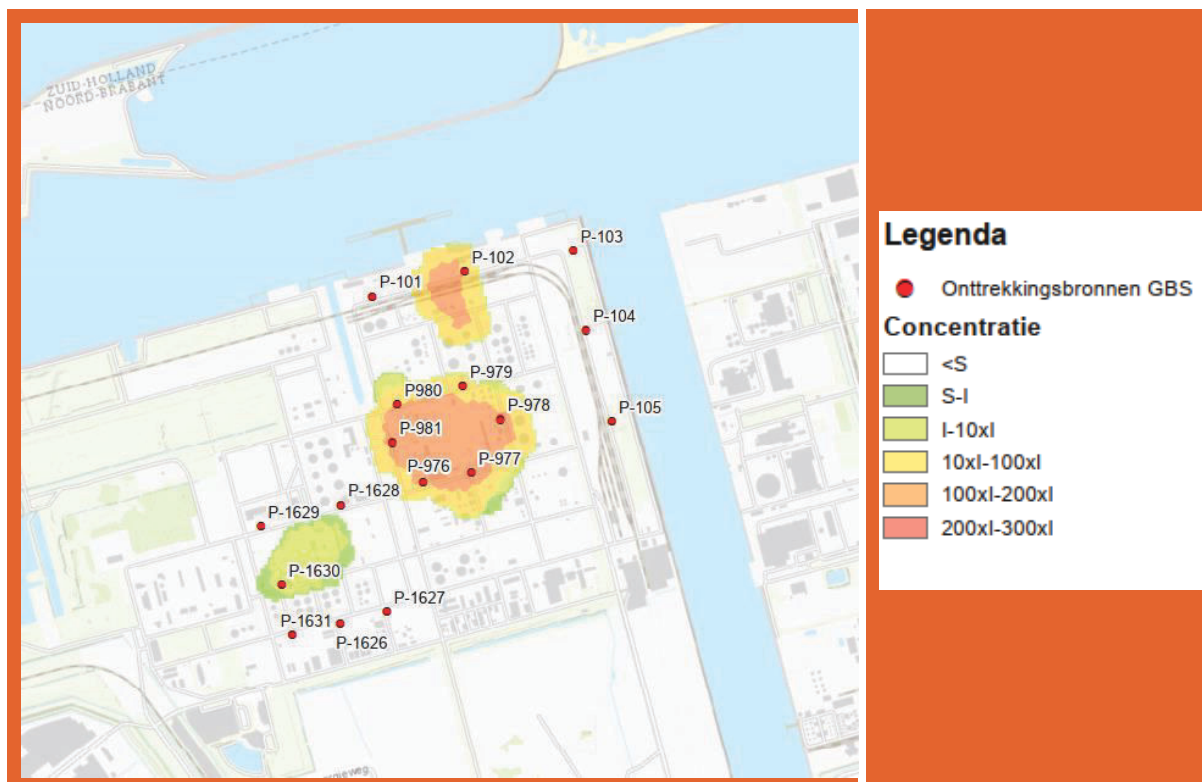
Concentratie

- <S
- S-I
- I-10xl
- 10xl-100xl
- 100xl-200xl
- 200xl-300xl

Figuur 4-16 BTEX-concentraties in derde watervoerende laag in 1988 en 2018



Figuur 4-17 Berekende BTEX-concentraties in derde watervoerende laag in 2050



Figuur 4-18 Berekende BTEX-concentraties in derde watervoerende laag in 2070

4.3 Bodemverontreiniging in de opgebrachte laag

Bij opspuiten van het terrein met zand afkomstig van de aanleg van spaarbekkens in de Biesbosch is ook fijn materiaal (slib) op de locatie afgezet. Door selectieve afzetting (grover zand zal dichter bij de opspuiting afgezet worden en fijner slib materiaal verder weg) zullen heterogeen over de locatie lagen met meer/minder slibachtig materiaal voorkomen. In het slibachtige materiaal zijn (verontreinigende) stoffen die in rivieren voorkomen vastgelegd. Hierbij kan gedacht worden aan: zware metalen, PCB's, PAK's en zwaardere minerale oliecomponenten. Met betrekking tot zware metalen wordt opgemerkt dat specifieke zware metalen in katalysatoren voorkomen, maar worden in het productieproces zelf niet verbruikt (eigenschap van een katalysator is dat deze niet verbruikt wordt in de productie).

In bijlage 12 is een beschrijving opgenomen van de verontreinigingen in de opgebrachte laag. Verspreid over het terrein zijn circa 600 analyses op individuele zware metalen, PCB's (som 7) en PAK (10 VROM) in grond uitgevoerd. Voor het grondwater zijn 180 analyses (per individuele stof) uitgevoerd, met uitzondering van PCB's waarvoor geen grondwateranalyses beschikbaar zijn. Minerale olie is hierbij niet 'meegenomen', omdat die ook als een verontreiniging gelieerd aan de bedrijfsprocessen kan voorkomen.

Grond

Ten aanzien van grondverontreiniging in de opgebrachte laag kan geconcludeerd worden dat:

- Voor de zware metalen, PCB's en PAK sprake is van een heterogene diffuse verontreiniging.
- Voor zware metalen en PAK zijn nauwelijks overschrijdingen van de interventiewaarde aangetroffen en waar dat wel het geval is, gaat het om een 'uitbijter'.
- Voor PCB's (som 7) is geen overschrijding van de interventiewaarde gemeten.

De P90-percentiel van deze heterogene diffuse verontreiniging is in tabel 4-1 vergeleken met de achtergrondwaarde en de maximale waarde voor wonen.

Tabel 4-1 Vergelijking P90 heterogene diffuse verontreiniging met referentiewaarden

Parameter	achtergrondwaarde (mg/kg) ⁽¹⁾	wonen (mg/kg) ⁽¹⁾	P90 (mg/kg) ⁽²⁾
Barium	190	–	50
Cadmium	0,60	1,2	0,50
Cobalt	15	35	6,9
Koper	40	54	15
Kwik	0,15	0,83	0,22
Lood	50	210	34
Molybdeen	1,5	88	2,1
Nikkel	35	39	14
Zink	140	200	300
PCB's	0,02	0,04	0,019
PAK (10 VROM)	1,0	6,8	1,3

⁽¹⁾ Achtergrondwaarden en grondkwaliteit-klasse 'wonen' voor een standaardbodem (10% organische stof en 25% lutum)

⁽²⁾ P90 percentiel op basis van beschikbare analysegegevens

Grondwater

Met betrekking tot grondwaterverontreiniging in de opgebrachte laag kan geconcludeerd worden dat:

- Voor zware metalen is sprake van een heterogene verontreiniging, waarbij in beperkte mate sprake is van overschrijdingen van de interventiewaarden (drie keer voor lood, twee keer voor zink).
- Als gevolg van de verhoogde gehalten aan PAK-componenten in de grond kan sprake zijn van een lichte verontreiniging in het grondwater in gehalten boven de streefwaarde of (in 10% van de analyses) van de interventiewaarde.

4.4 Biologische afbraak van verontreinigingen

Van verontreinigingen met olieproducten is bekend dat in veel gevallen biologische afbraak optreedt. Voorwaarden voor het optreden van biologische afbraak zijn:

- De beschikbaarheid van een elektronenacceptor.
- De aanwezigheid van de micro-organismen (veelal bacteriën) die de afbraak met behulp van de elektronenacceptor tot stand kunnen brengen.
- Voor de micro-organismen acceptabele milieuomstandigheden (pH, temperatuur, nutriënten).

De meest bekende elektronen acceptoren die leiden tot afbraak met als eindproduct CO₂ zijn zuurstof, nitraat, ijzer(III) en sulfaat.

Naast afbraak tot CO₂ kan ook methanogene afbraak optreden (eindproduct methaan).

De mate en snelheid waarin biologische afbraak optreedt verschilt voor verschillende olieproducten.

Ten aanzien van het verspreidingsrisico van de verontreinigingen op het Moerdijk terrein zijn de BTEX en dan met name benzeen het meest relevant wat betreft de potentie voor biologische afbraak.

Shell heeft onderzoek uitgevoerd naar de biologische afbraak van benzeen op Moerdijk [12]. Het rapport van dit onderzoek is opgenomen in bijlage 19.

Uit dit onderzoek blijkt dat:

- De snelste afbraak van benzeen optreedt als er zuurstof beschikbaar is.
- Ook onder anaerobe omstandigheden afbraak optreedt, hoewel dit niet bij alle onderzochte grondmonsters het geval was. De processen die daarbij optreden zijn ijzer reductie, sulfaat reductie en methanogene afbraak.

Daarnaast blijkt uit het onderzoek door Arcadis naar het functioneren van het GBS [9] dat op plaatsen in de ondergrond waar verontreiniging aanwezig is, sulfaat in duidelijk lagere concentraties voorkomt dan elders in het gebied. Het grondwater in de regio van Moerdijk bevat van nature een aanzienlijke hoeveelheid sulfaat. In de 3^e watervoerende laag is dit buiten het Shell terrein gemiddeld 57 mg/liter en binnen het Shell terrein gemiddeld 19 mg/liter. Dit is een duidelijke aanwijzing dat sulfaatreductie een rol speelt bij de natuurlijke afbraak van oliecomponenten op de locatie Shell Moerdijk. Deze waarneming sluit aan bij de ervaring op vele andere met olieproducten verontreinigde locaties, dat sulfaatreductie een belangrijke rol kan spelen bij natuurlijke afbraak van de verontreiniging.

5 GEVALSDEFINITIE, ERNST, RISICO'S, EN SPOEDEISENDHEID

Het geval van bodemverontreiniging en de ernst en de spoedeisendheid van het geval van bodemverontreiniging is nader omschreven in dit hoofdstuk.

Om vast te stellen of sprake is van een spoedeisende sanering, dienen de risico's te worden bepaald. Deze risico's hebben betrekking op humane risico's, ecologische risico's en risico's voor verspreiding. Uitgangspunt voor het vaststellen van deze risico's is de Circulaire bodemsanering 2013 waarin is vastgelegd op welke wijze dit dient te worden uitgevoerd.

Een aantal risico's zijn al vastgelegd in de beschikking ernst en spoedeisendheid (Gedeputeerde Staten, 7 november 2019, [10]). Deze risico's zijn gebaseerd op basis van stap 2 van de risicobeoordeling. Door middel van berekeningen en metingen zijn deze risico's in stap 3 nader beoordeeld.

5.1 Omschrijving geval

Het geval van bodemverontreiniging is vastgelegd in de beschikking ernst en spoedeisendheid (Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant, 7 november 2019, [11]). Gedeputeerde Staten van de Provincie Noord-Brabant heeft besloten dat sprake is van een geval van (ernstige) bodemverontreiniging.

5.2 Risico's opgenomen in beschikking van 7 november 2019

Om vast te stellen of sprake is van onaanvaardbare risico's (die gemitigeerd moeten worden), dient bepaald te worden of al dan niet sprake is van actuele humane, ecologische en/of verspreidingsrisico's.

In de beschikking van 7 november 2019 (Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant, [10]) is op basis van het eerder opgestelde saneringsplan voor de ophooglaag (CHSSEQ SNC Moerdijk van 27 mei 2019, [9]) bepaald dat sprake is van een geval van ernstig bodemverontreiniging én dat sprake is van onaanvaardbare risico's. waardoor een sanering spoedeisend is.

De voor deze beschikking uitgevoerde risicobeoordeling is gebaseerd op stap 2 van de risicobeoordeling conform Sanscrit. Dit is een standaard risicobeoordeling, waarbij wordt getoetst of de aanwezige verontreiniging bij het huidige en/of bekend toekomstig gebruik risico's oplevert die onaanvaardbaar zijn voor de mens (humaan), voor het ecosysteem (ecologisch) of uit het oogpunt van verspreiding van de verontreiniging.

De in de beschikking vermelde risico's zijn het gevolg van:

- Uitdamping van verontreiniging met vluchtige koolwaterstoffen vanuit de bodem ter plaatse van de bedrijfsruimten (in paragraaf 5.3.1 wordt hier nader op ingegaan).
- Onbeheersbare verspreiding van de verontreiniging in het grondwater doordat het bodemvolume met grondwaterverontreiniging binnen de interventiewaardecontour groter is dan het toetscriterium uit de Circulaire Bodemsanering 2013 van 6.000 m³ (in paragraaf 5.3.3 wordt hier nader op ingegaan).
- Mogelijk in contact staan van de grondwaterverontreiniging met het naastgelegen watersysteem Haringvliet-oost (voorheen Hollands Diep-west³). Haringvliet-oost is een water dat onder de Kaderrichtlijn Water (KRW) oppervlaktewater en Natura2000 gebied valt, waardoor deze als een kwetsbaar object wordt beschouwd. In paragraaf 5.3.3 wordt hier nader op ingegaan.

De vervolgstap op de standaard risicobeoordeling conform Sanscrit is een locatiespecifieke beoordeling van de risico's (stap 3). Het doel van stap 3 is om voor het geval van ernstige verontreiniging, of voor het relevante deel ervan, te toetsen of het resultaat van de standaard risicobeoordeling in stap 2 ('risico onaanvaardbaar') door locatiespecifiek onderzoek worden bevestigd danwel tot een andere conclusie leiden

³ Volgens is de benaming van het Natura2000 gebied 'Hollands Diep'. De benaming Haringvliet-oost en Hollands Diep-west komt niet voor. Volgens de topografische kaart (zie paragraaf grenst de locatie aan het 'Zuid Hollandsch Diep'. In dit rapport wordt daarom deze benaming gebruikt.

Tevens kan het resultaat van stap 3 leiden tot een betere dimensionering van de saneringsmaatregelen, mocht dit aan de orde zijn. De uitvoering van deze stap 3 maakt onderdeel uit van voorliggend saneringsplan (zie paragrafen 5.3).

5.3 Risicobeoordeling volgens Circulaire bodemsanering 2013

5.3.1 Humane risico's

Voor het vaststellen van de humane risico's is voor de locatie Moerdijk geen gebruik gemaakt van het programma Sanscrit. De reden hiervan is dat de verontreiniging in de grond heterogeen aanwezig is en het terrein / geval van verontreiniging groot van omvang is. Sanscrit stelt humane risico's vast op basis van een concentratie die representatief is voor het gehele geval. Dit betekent dat als uit Sanscrit volgt dat sprake is van een risico, dit dan geldt voor het gehele terrein / geval, ongeacht het gebruik ter plaatse. Dus ook voor terreindelen waar geen of minder verontreiniging aanwezig is. Dit betekent dat als gevolg van deze wijze van benadering voor delen van het terrein sprake kan zijn van een overschatting van de risico's. Andersom geldt dit ook, als uit Sanscrit volgt dat geen sprake is van een risico, dit dan ook geldt voor het gehele terrein / geval. In dat geval kan sprake zijn van een onderschatting van een risico.

Het vaststellen van de humane risico's is gebaseerd op stap 3 (locatiespecifieke beoordeling) van het saneringscriterium⁴ (paragraaf 5.3.1.1). Daarnaast is, om het humane risico als gevolg van uitdamping ter plaatse van verblijfsruimten te kunnen beoordelen, waar nodig ter plaatse van verblijfsruimten aanvullend bodemonderzoek uitgevoerd (zie bijlage 13), op basis van de uitkomsten hiervan berekeningen uitgevoerd en een locatiespecifieke risicobeoordeling per verblijfsruimte uitgevoerd (zie paragraaf 5.3.1.2).

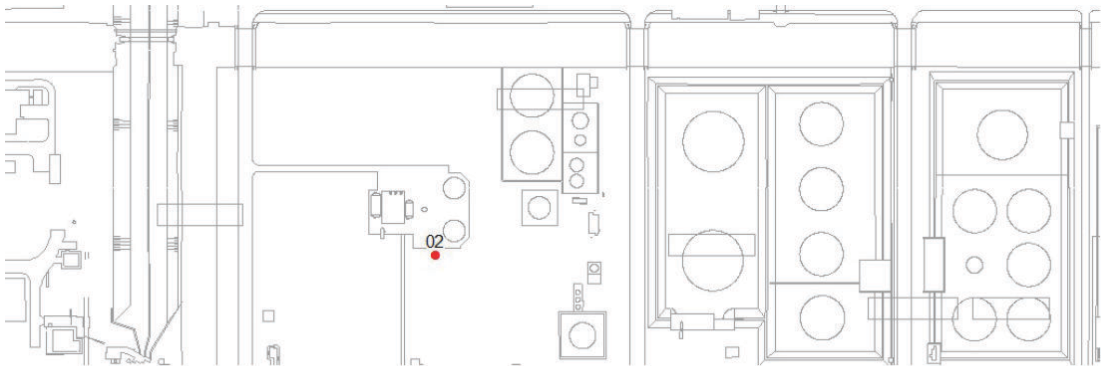
5.3.1.1 Blootstellingsroutes

Humane risico's op de locatie Moerdijk kunnen ontstaan door de blootstellingsroutes zoals aangegeven in tabel 5-1. In deze tabel is aangegeven of deze routes wel / niet mogelijk relevant kunnen zijn voor zowel de bodemverontreiniging in de ophooglaag als de bodemverontreiniging gelieerd aan de bedrijfsprocessen en zo ja, of deze risico's wel / niet aanwezig zijn.

Tabel 5-1 Blootstellingsroutes humane risico's voor bodemverontreiniging

Blootstellingsroute (1)	Mogelijke blootstelling		Aanwezigheid blootstellings-risico	Opmerking
	Bedrijfs- processen	Ophooglaag		
Dermaal (direct) contact met / ingestie van verontreinigde grond	X	X	nee	(2)
Inhalatie verontreinigde gronddeeltjes	X	X	nee	(3)
Inhalatie binnenlucht	Zie locatiespecifieke risicobeoordeling in paragraaf 5.3.1.2			
Inhalatie van dampen in de buitenlucht	X	-	nee	(4)
Ingestie drinkwater (verontreinigd drinkwater door permeatie drinkwaterleidingen)	X	-	nee	(5)
Opmerkingen:				

⁴ Zie bijlage 2 van de Circulaire Bodemsanering per 1 januari 2013

Blootstellingsroute (1)	Mogelijke blootstelling		Aanwezigheid blootstellings-risico	Opmerking
	Bedrijfs- processen	Ophooglaag		
(1)	De overige blootstellingsroutes in stap 3 (dermaal contact bij douchen, inhalatie dampen bij douchen) zijn op de locatie Moerdijk niet aanwezig aangezien dit niet plaatsvindt c.q. aanwezige waterleidingen van staal zijn (zie ook opmerking 5).			
(2)	Locaties waar mensen werken zijn verhard (zie paragraaf 2.6 en bijlage 11), waardoor geen directe contactmogelijkheden met verontreinigde grond aanwezig zijn. Bij uitvoeren grondverzet is vergunningensysteem van toepassing, waarbij conform procedure 05.03.1100 van tevoren wordt nagegaan wat de bodemkwaliteit en welke veiligheidsmaatregelen (PBM's) nodig zijn. Hierdoor kan bij grondverzet dus geen direct contact met verontreinigde grond plaatsvinden.			
(3)	Op Shell Moerdijk zijn geen onverharde of niet begroeide (braakliggende) terreindelen aanwezig waar verontreinigingen in de toplaag (tot 0,5 m-mv) voorkomen (zie paragraaf 2.6 en bijlage 11), waardoor geen verwaaiing van (verontreinigde) bodemdeeltjes kan optreden.			
(4)	Open verhardingen (grind / lavaliet) komen zeer beperkt voor (zie paragraaf 2.6 en bijlage 11). Leidingtracés en tankputten zijn voorzien van zandasfalt (en dus niet aan te merken als open verharding). Groenvoorzieningen komen vooral voor buiten de fabrieken ter plaatse van tankdijken, in bermen langs wegen en niet in gebruik zijnde terreindelen. Uit combinatie van de tekening met terreinverhardingen (bijlage 11) met de tekening (bijlage 2 en bijlage 3) van verontreinigingen met vluchtige stoffen boven interventiewaarde in de top van het bodemprofiel blijkt dat ter plaatse van overschrijdingen van interventiewaarde in de toplaag geen sprake is van open verhardingen met uitzondering van twee locaties, te weten: • BTEX in de bovengrond in relatie met de verontreiniging ter plaatse van de drumloads. Bij het onderzoek naar deze verontreiniging is reeds vastgesteld, dat hier geen sprake is van humane risico's; • Benzeen in de bovengrond (boring 55064 onderstaand gemarkeerd als 02) onder een open verharding. Het marginaal boven interventiewaarde verhoogde gehalte benzeen (0,36 mg/kg) is echter van dien aard dat hier geen sprake is van een actueel humaan risico. Als in de toekomst plaatselijk overschrijding van interventiewaarde voor vluchtige componenten wordt aangetroffen ter plaatse van onverhard (gras) maaiveld danwel een open verharding buiten fabrieken, dan zal hier geen sprake kunnen zijn van actuele risico's omdat door (1^e) verwaaiing van verontreiniging in combinatie met (2^e) geen permanente aanwezigheid van werkers geen inhalatie van eventueel uitdampende stoffen in een concentratie tot boven MTR-niveau kan plaatsvinden.			
				
(5)	Alle leidingen voor transport van drinkwater zijn van staal, waardoor geen permeatie optreedt. Een paar leidingen voor aanvoer naar nood- en/of oogdouches zijn nog uitgevoerd in PVC. De publicatie "De toepassing van leidingmaterialen in met organische stoffen verontreinigde bodems" (KWR PCD 5:2017, juli 2017, [6]) geeft aan dat voor PVC bij contact met organische stoffen geen significante permeatie optreedt tot aan het moment van 'verweking'. Verweking van pvc-waterleidingen kan worden gezien als een ingebouwde veiligheid: Op het moment dat er significante permeatie kan optreden, bezwijkt een leiding. Op basis hiervan kan gesteld worden dat geen sprake is van actuele risico's bij gebruik van nood- en/of oogdouches.			

5.3.1.2 Locatiespecifieke beoordeling humane risico's als gevolg van uitdamping in verblijfsruimten

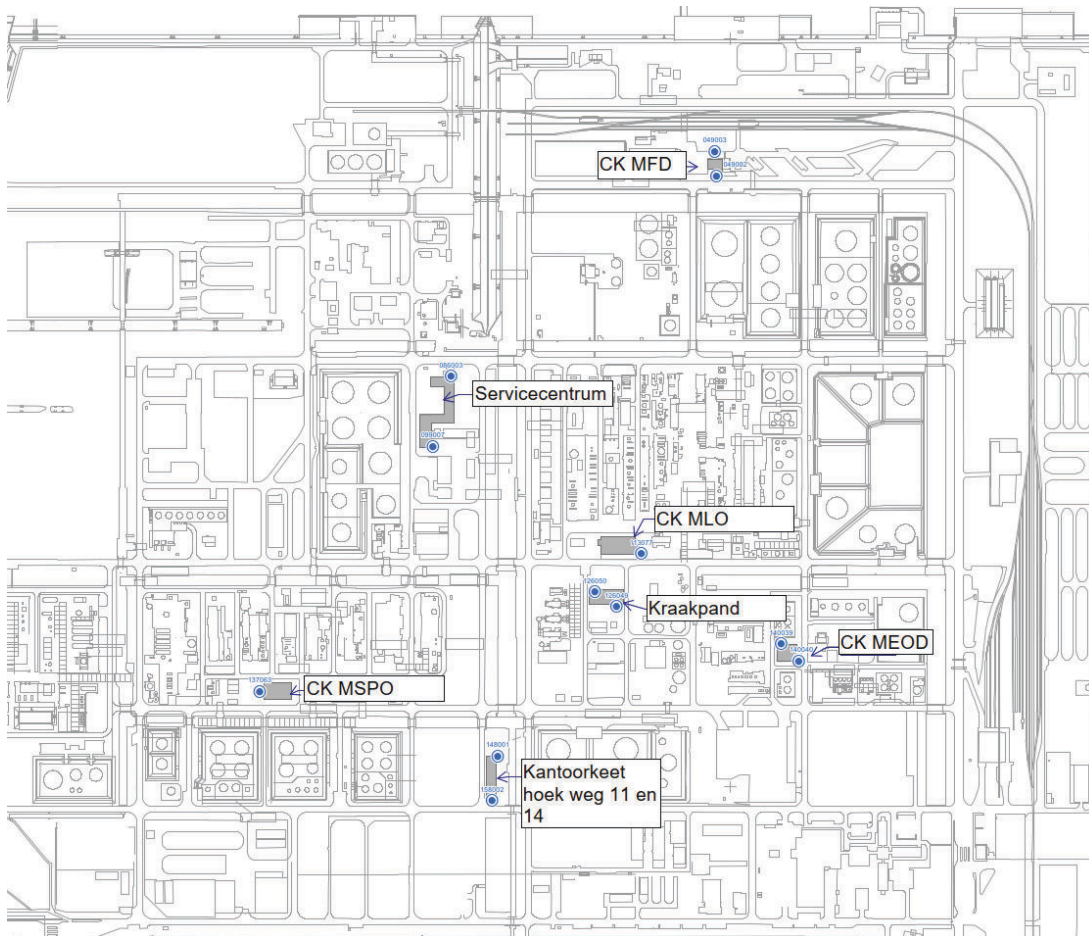
Gevolgte werkwijze

De locatiespecifieke beoordeling van de humane risico's als gevolg van uitdamping ter plaatse van bebouwing is specifiek gericht op verblijfsruimten (=ruimtes waar mensen voor hun werk langere tijd verblijven). Voor de beoordeling zijn achtereenvolgens de volgende punten nagelopen:

Punt 1. Inventarisatie van aanwezige verblijfsruimten

Vaststellen van aanwezigheid van bebouwing binnen de contouren van het geval van bodemverontreiniging waar mensen komen en nagaan of binnen deze ruimtes gedurende langere tijd aaneengesloten mensen aanwezig zijn (een opslagloods of een mobiele keet waar af en toe mensen aanwezig zijn, worden niet als een verblijfsruimte gezien).

Figuur 5-1 is een tekening van het Shell terrein met daarop aangegeven de locatie van de verblijfsruimten.



Figuur 5-1 Overzicht locaties van de verblijfsruimten op locatie Moerdijk

Punt 2. Bepaling humane risico's

- Uitvoeren van aanvullend grondwateronderzoek ter plaatse van de verblijfsruimten die zich binnen de contouren van het geval van bodemverontreiniging bevinden.
- Verzamelen aanvullende informatie ter plaatse van de aanwezige bebouwing (bouwkundige gegevens van de gebouwen: kelderruimte, dikte van de vloeren, kruipruimte). Deze informatie wordt waar mogelijk, ingevoerd in de rekenmodellen (de volgende stap).

- c. Uitvoeren van berekeningen en toetsen met de rekenmodellen Sanscrit en Volasoil. Op basis van de resultaten uit de rekenmodellen vaststellen op welke plekken sprake is van een actueel risico.
- d. Uitvoeren van binnenluchtmetingen ter plaatse van de verblijfsruimte waar mogelijk sprake is van een actueel risico.
- e. Formuleren van conclusies.

In Tabel 5-2 is een overzicht gegeven van de beschouwde verblijfsruimten (veelal controlekamers) en een samenvatting van de resultaten van de risicobeoordeling. Uit de samenvatting in tabel 5.3 blijkt dat alleen ter plaatse van de kelderruimte van de controlekamer MSPO mogelijk sprake kan zijn van een humaan risico als gevolg van uitdamping. De parameter vluchtige olie (koolwaterstoffractie C₈-C₁₀) kan mogelijk leiden tot een humaan risico. Overigens is deze kelder ruimte zelf geen verblijfsruimte, maar de kelder staat wel in contact met de verblijfsruimte erboven.

Naar aanleiding van de uitkomst van de modelmatige risicobeoordeling zijn ter verificatie hiervan binnenluchtmetingen uitgevoerd op verschillende plekken in de kelderruimte van deze controlekamer, waarvan de resultaten zijn opgenomen in bijlage 13 en samengevat in tabel 5-2. Hieruit blijkt dat de TCL-waarden voor vluchtige olie (C₈-C₁₀) niet worden overschreden.

Tabel 5-2 Samenvatting locatiespecifieke beoordeling humane risico's verblijfsruimten

Verblijfsruimte	Potentieel risico op basis van stap 3 berekening	Actueel risico op basis van binnenluchtmetingen *
Controlekamer (CK) MFD	Nee	-
Controlekamer (CK) MLO	Nee	-
"Kraakpand" MLO (kantoor)	Nee	-
Controlekamer (CK) MEOD	Nee	-
Controlekamer (CK) MSPO	Ja, in kelderruimte als gevolg van de parameter vluchtige olie (fractie C ₈ -C ₁₀)	Nee
Servicecentrum	Nee	-
Kantoorkeet hoek weg 11 en 14	Nee	-

* Het uitvoeren van binnenluchtmetingen is alleen relevant indien sprake is van een potentieel risico. De resultaten van de binnenluchtmetingen zijn opgenomen in bijlage 13.

Ten aanzien van de uitgevoerde luchtmetingen wordt opgemerkt dat alle controlekamers in verband met veiligheidsaspecten (gerelateerd aan werken in een chemisch industrieel complex) zijn voorzien van een overdruksysteem. Dit overdruksysteem dient ter bescherming van het personeel in deze ruimten. Het overdruksysteem mag bij uitzondering incidenteel en kortdurend worden uitgezet (in geval van onderhoudswerkzaamheden).

De luchtmetingen dienen minimaal gedurende een periode van een week te worden uitgevoerd (conform de 'Richtlijn voor luchtmetingen voor de risicobeoordeling van bodemverontreiniging, RIVM-rapport 711701048/2007). Omdat de luchtmetingen zijn uitgevoerd met het overdruksysteem in de controlekamer in werking (deze mag om veiligheidsredenen niet tijdelijk uitgezet worden), kan niet bepaald worden of zonder het overdruksysteem in werking geen sprake is van een actueel humaan risico. Dit betekent dat er moet worden uitgegaan van een potentieel risico en dat de overdruk in de controlekamer (inclusief de kelderruimte) operationeel moet blijven (zoals vanwege het werken binnen een chemisch industrieel complex per definitie het geval is).

Samenvattend kan gesteld worden dat ter plaatse van de verblijfsruimten op locatie Moerdijk geen sprake is van een actueel humaan risico als gevolg van uitdamping. Ter plaatse van de controlekamer MSPO is volgens stap 3 van de standaard voorgeschreven risicobeoordeling (Sanscrit) in potentie sprake van een actueel humaan risico als gevolg van uitdamping.

De volledige uitwerking van de locatiespecifieke beoordeling van de humane risico's als gevolg van uitdamping ter plaatse van bebouwing is opgenomen in bijlage 13 van dit rapport.

5.3.2 Ecologische risico's

De bovenste 1,0 meter van het bodemprofiel van de onbedekte (niet verharde) bodem is relevant voor bepalen of al dan niet sprake is van ecologische risico's gerelateerd aan bodemverontreiniging.

De 300 hectare -niet industrieel in gebruik- is grotendeels niet verhard, maar veelal begroeid. Omdat hier sinds de start van Shell Moerdijk geen industriële activiteiten hebben plaatsgevonden, is de bodem hier ook niet verontreinigd en bestaan hieraan gerelateerd dus geen actuele ecologische risico's.

De 125 hectare -industrieel in gebruik is grotendeels bedekt (verhard) met zandasfalt in leidingtracés en tankputten en ter plaatse van de fabrieken met vloestofkerende vloeren, ter plaatse van opslaggedeeltes met stelconplaten en klinkers ter plaatse van de overige terreindelen (zie bijlage 11).

De gehele locatie -voor industrieel gebruik- is praktisch gezien dus verhard, waardoor hier geen sprake is van een ecologische functie en daarmee dus ook niet van een risico voor de ecologie (die binnen een dergelijk chemisch industrieel complex reëel gezien niet aanwezig is). De tankdijken zijn niet verhard (maar begroeid met gras). Deze tankdijken (boven maaiveld) kunnen praktisch gezien niet verontreinigd zijn geraakt door de bedrijfsactiviteiten en hier is dan ook geen sprake van een ecologisch risico.

5.3.3 Verspreidingsrisico's

Op grond van de Circulaire Bodemsanering (Staatscourant 2013 nr. 16673 van 27 juli 2013) wordt in geval van mogelijke verspreidingsrisico's gekeken naar twee aspecten, namelijk:

- a. Wordt het gebruik van de bodem bedreigd (en dan met name in samenhang met aanwezige kwetsbare objecten)?
- b. Is sprake van de aanwezigheid van een drijf-/zaklaag of overschrijding van het volumecriterium voor verspreiding?

Deze aspecten worden nader beschouwd in de navolgende paragrafen. Hierbij zijn de uitgevoerde berekeningen met het in 2019 opgestelde grondwatermodel relevant (zie paragraaf 4.2.3 en bijlage 16).

5.3.3.1 Aanwezigheid kwetsbare objecten

In paragraaf 6.2.1 van de Circulaire bodemsanering 2013 is aangegeven wat wordt verstaan onder een kwetsbaar object. In de onderstaande tabel is aangegeven in hoeverre zich deze ter plaatse of in de directe omgeving van Shell Moerdijk aanwezig zijn (zie tabel 5-3).

Tabel 5-3 Inventarisatie aanwezigheid van kwetsbare objecten

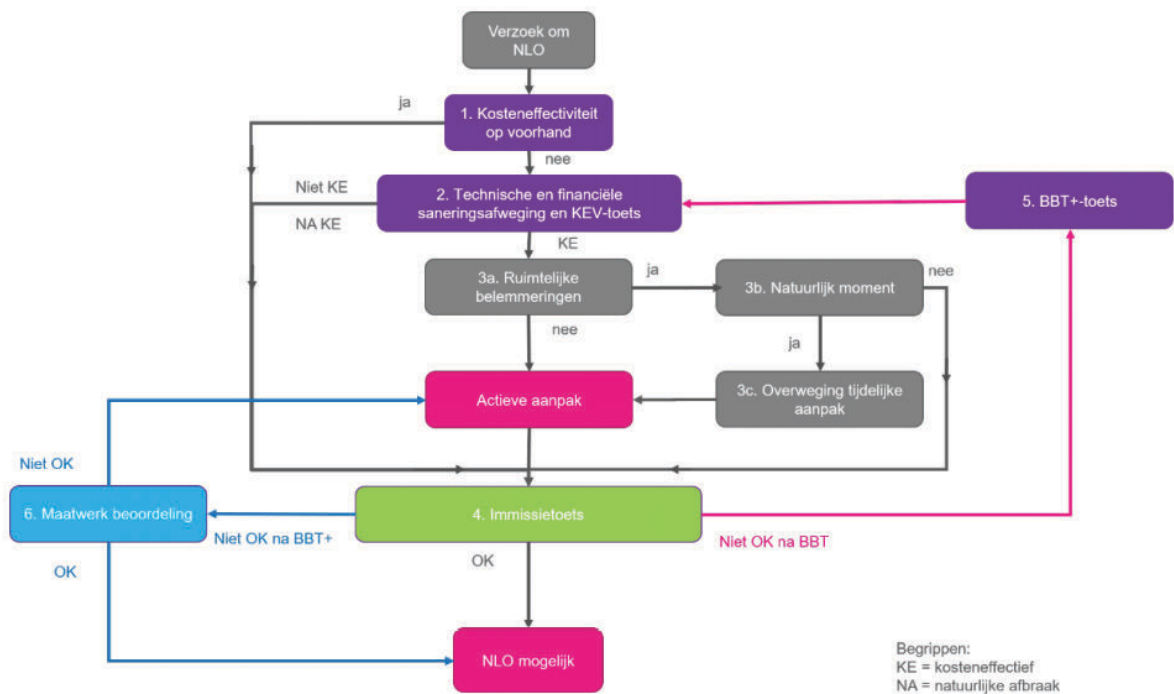
Kwetsbaar object	Aanwezig (ja / nee)
Intrekgebieden van de in het kader van de Kaderrichtlijn Water aangewezen grondwaterwinningen bestemd voor menselijke consumptie.	Nee
Industriële grondwateronttrekkingen.	Nee
Bodemvolumes, oppervlaktewaterlichamen, of bodem of oever van oppervlaktewaterlichamen vallend binnen of onderdeel uitmakend van: schelpdierwateren, water voor zalm- en karperachtigen, zwemwater en Natura2000-gebieden.	Ja, het aangrenzend oppervlaktewater (Zuid Hollandsch Diep) hoort tot het Natura2000 gebied 'Hollandsch Diep'.
Bepaalde andere natuurgebieden.	Nee
Bepaalde particuliere waterwinningen.	Nee
Gebieden waarop een strategische reservering rust voor de openbare drinkwaterwinning.	Nee

5.3.3.2 Locatiespecifieke beoordeling verspreiding historische verontreiniging ter plaatse van de T-steiger en de Drumloods in freatisch grondwater

Ter plaatse van de T-steiger en de Drumloods is sprake van verontreinigingen in het freatisch grondwater langs de grens met het oppervlaktewater (Zuid Hollandsch Diep) in combinatie met een verontreiniging als gevolg van incidenten uit 1990 en 1996 (zie ook paragraaf 4.2.1).

Gezien de aanwezige gradiënt van het freatisch grondwater richting de kade (Zuid Hollandsch Diep) en het feit dat deze kade stroming van verontreinigd grondwater naar het oppervlaktewater mogelijk slechts deels tegenhoudt, is hier eventueel sprake van een ongewenste verspreiding van verontreiniging naar het Zuid Hollandsch Diep. Op basis van analyse van geohydrologische parameters is de flux richting het Zuid Hollandsch Diep berekend en met behulp van de emissie/immissie toets is beoordeeld of dit leidt tot een onacceptabele lozing naar (en dus risico voor) het Zuid Hollandsch Diep (zie bijlage 14).

In het rapport 'Concept-handreiking NLO Natuurlijke Lozing van verontreinigd grondwater op Oppervlaktewater' (8 oktober 2020, kenmerk R001-1265867CDR-V04-baw, TAUW) is aangegeven welke stappen moeten worden gevolgd voor de beoordeling van natuurlijke lozing. Er zijn hier verschillende stappen in te onderscheiden. De stappen zijn weergegeven in het processchema in figuur 5-2.



Figuur 5-2 Processchema Natuurlijke Lozing Oppervlaktewater systematiek

Door het volgen van deze stappen wordt beoordeeld of uiteindelijk natuurlijke lozing mogelijk is. Deze stappen zijn voor de Drumloods en de T-steiger gevolgd en hieronder uitgewerkt.

1. Kosteneffectiviteit op voorhand

Als er situaties zijn waarvan op voorhand al kan worden gezegd dat dit de meest kosteneffectieve aanpak is, is geen kosteneffectiviteitsafweging nodig. Dit geldt bijvoorbeeld in situaties waar de verontreinigings-bron is verwijderd en in de pluim vergaande afbraak onder natuurlijke omstandigheden optreedt. Als dit tot een vergaand gereduceerde en acceptabele emissie leidt, zal geen enkele actieve aanpak kosten-effectiever kunnen zijn. Voor zowel de Drumloods als de T-steiger geldt dat geen sprake van kosteneffectiviteit op voorhand, aangezien de bron van de verontreiniging nog aanwezig is. Deze vraag wordt dus met 'nee' beantwoord.

2. Technische en financiële saneringsafweging en kosteneffectiviteitstoets.

Natuurlijke lozing op het oppervlaktewater is niet acceptabel als de emissie kosteneffectief kan worden beperkt. Voor de meeste situaties waarbij grondwaterverontreiniging onder natuurlijke omstandigheden op een oppervlaktewater wordt geloosd, geldt dat niet op voorhand vaststaat of een actieve aanpak nog kosteneffectief is. Daarvoor is het nodig om verschillende mogelijke opties van aanpak technisch en financieel uit te werken. Uitgangspunt is dat minimaal de best beschikbare techniek (BBT) wordt toegepast, naar analogie van het omgaan met de zuiveringsinspanning bij reguliere lozingen.

Door Rijkswaterstaat is in het document 'Kosteneffectiviteit van maatregelen ter beperking van wateremissies (invulling BBT en BBT+), (2018) aangegeven op welke wijze kan worden vastgesteld welke kosten in deze situaties redelijk zijn, hierbij wordt gebruik gemaakt van zogenaamde 'kosteneffectiviteitsdrempels': de maximale kosten die nog als redelijk worden beschouwd om aan de waterkwaliteitsdoelstellingen te voldoen. Voor de aanwezige stoffen zijn de kosteneffectiviteitsdrempels van toepassing zoals gegeven in tabel 5-4:

Tabel 5-4 Kosteneffectiviteitsdrempels (€ per kg verwijderd) (bron: rapport 'Kosteneffectiviteit van maatregelen ter beperking van wateremissies (invulling BBT en BBT+), (2018)'

Parameter	BBT (in € per kg verwijderd)
Minerale olie	Min € 500, max € 750
Benzeen	Min € 17.600, max € 24.450
BTEX	Min € 150, max € 1.000

Voor de verontreinigen ter plaatse van de Drumloods en T-steiger zijn de kosten berekend voor de verwijderde emissie voor verschillende saneringsvarianten (grondwateronttrekking, persluchtinjectie in combinatie met bodemluchtexttractie, persluchtinjectie met biologische laag, ontgraving met damwanden, beheersmaatregelen, in-situ chemische oxidatie). De kostenramingen zijn opgenomen in bijlage 15 en zijn samengevat in tabel 5-5. Hierbij wordt opgemerkt dat de emissie naar het Zuid Hollandsch Diep voornamelijk BTEX betreft (>95%). De kosten voor de vermeden emissie zijn derhalve vergeleken met de kosteneffectiviteitsdrempels voor BTEX.

Tabel 5-5 Kostenraming per kilogram vermeden emissie naar Zuid Hollandsch Diep

Locatie	Kosten per kilogram vermeden emissie
Drumloods	Minimaal € 41.400, maximaal € 124.400
T-steiger	Minimaal € 15.900, maximaal € 64.100

Uit de tabel blijkt dat de kosten per kilogram vermeden emissie ruimschoots hoger zijn dan de kosten-effectiviteitsdrempels. Sanering van de aanwezige verontreiniging is op basis van deze toets niet effectief.

3. Immissietoets

De immissietoets geeft aan of de voorgestelde lozing aanvaardbaar is. Uit de emissie-immissietoets blijkt dat voor de zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) benzeen en naftaleen én ook voor de overige stoffen (ethylbenzeen, toluen, xylene, minerale olie, vluchtige olie) geen sprake is van een lozing die leidt tot het niet halen van de waterkwaliteitsambities. Er is dus door berekeningen aangetoond dat de kwaliteit van het Zuid Hollandsch Diep niet in onacceptabele mate verslechtert door de aanwezige verontreiniging bij de Drumloods en de T-steiger.

Samenvattend kan ten aanzien van een mogelijke bedreiging van het gebruik van de bodem (en dan met name in samenhang met kwetsbare objecten (= Zuid Hollandsch Diep) gesteld worden dat geen sprake van onaanvaardbare risico's voor verspreiding.

5.3.3.3 Locatiespecifieke beoordeling verspreiding

Volgens de Circulaire Bodemsanering 2013 is sprake van een verspreidingsrisico als het bodemvolume dat wordt ingesloten door de interventiewaarde contour in het grondwater groter is 6.000 m³ (standaardbeoordeling / stap 2 verspreidingsrisico).

In stap 3 van de beoordeling kan voor situaties met verontreinigd bodemvolume groter is dan 6.000 m³ het verspreidingsrisico nader beoordeeld worden. Indien kan worden aangetoond dat jaarlijks niet meer dan 1.000 m³ bodemvolume extra verontreinigd raakt met één of meer stoffen in gehalten boven de interventiewaarden is er geen sprake van een actueel verspreidingsrisico.

Aan de hand van het grondwater en stoftransport model -waarmee ook figuren in 4-10 tot en met 4-18 zijn gegenereerd- is de jaarlijkse toename in bodemvolume met grondwaterverontreiniging boven de interventiewaarde bepaald onder 'natuurlijke' omstandigheden (dus zonder grondwateronttrekking). In tabel 5-7 zijn deze gegevens samengevat en in figuur 5-6 zijn de gegevens voor de derde watervoerende laag visueel weergegeven).

Tabel 5-7 Overzicht berekende bodemvolumes met grondwaterverontreiniging groter dan de interventiewaarde en jaarlijkse toename of afname van het bodemvolume binnen de interventiewaarde contour (hoeveelheden in x 1.000 m³)

Water-voerende laag	2018	2030	Jaarlijkse toename / afname 2018-2030	2040	Jaarlijkse toename / afname 2030-2040	2050	Jaarlijkse toename / afname 2040-2050	2060	Jaarlijkse toename / afname 2050-2060	2070	Jaarlijkse toename / afname 2060-2070
1 en 2	1707	1607	-8,3%	1595	-1,2%	1581	-1,4%	1575	-0,6%	1567	-0,8%
3 en dieper	579	498	-6,8%	558	6,0%	634	7,6%	704	7,0%	775	7,1%
Totaal	2286	2105	-15,1%	2153	4,8%	2215	6,2%	2280	6,5%	2342	6,2%

Toelichting tabel:

-8,3%: er is sprake van krimp

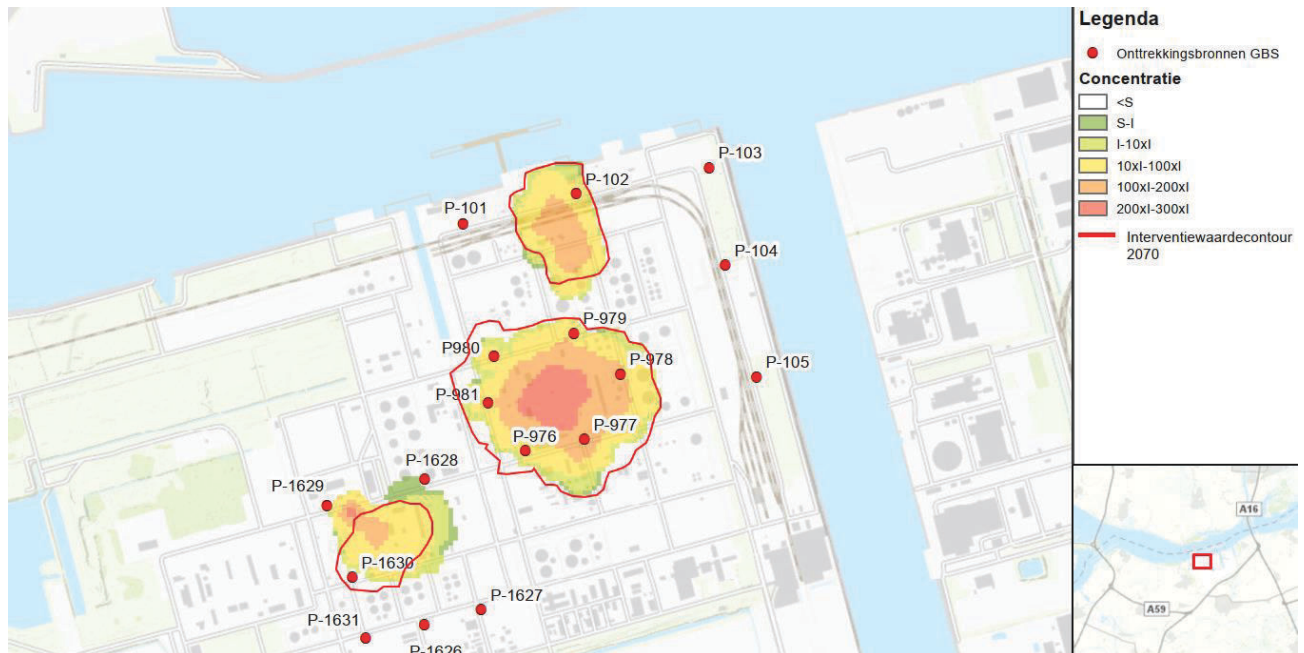
6,0%: er is sprake van een toename

Uit de gegevens in tabel 5-7 blijkt dat bij het stoppen van de onttrekking van grondwater in 2020 de omvang van grondwater met concentraties vluchtige aromaten groter dan de interventiewaarde in ieder geval tot 2030 afneemt. In die periode overtreft de natuurlijke afbraak de nalevering omdat er binnen de contouren van de verontreiniging nog relatief veel elektronenacceptoren in het door het GBS aangetrokken grondwater aanwezig zijn. De elektronenacceptoren die tot 2020 door het GBS met het aangetrokken grondwater waren aangevoerd raken omstreeks 2030 opgebruikt en biologische afbraak vindt dan in mindere mate plaats. Op de randen van de verontreiniging vindt nog wel afbraak plaats, echter de mate van verspreiding wordt groter dan de afname als gevolg van natuurlijke afbraak.

Op basis van de locatiespecifieke beoordeling van de overschrijding van het volumecriterium kan worden geconcludeerd dat rond 2035 de verwachte jaarlijkse toename van het bodemvolume binnen de interventiewaarde contour meer dan 1.000 m³/jaar zal gaan bedragen en in de periode 2035 – 2050 langzaam toeneemt. Op grond hiervan is de conclusie vanuit de risicobeoordeling dat formeel gesproken sprake zal zijn van een actueel verspreidingsrisico.

We merken op dat vanaf 2050 de jaarlijkse toename van het bodemvolume met grondwater verontreinigd boven de interventiewaarde zich stabiliseert op ca. 6.000 m³ per jaar. In het licht van de huidige omvang van de grondwaterverontreiniging in concentraties boven de Interventiewaarde (ca. 2.300.000 m³ bodemvolume) kan dit worden gezien als een zeer beperkte verspreiding (circa 0,2 tot 0,3% per jaar of te wel 3% in 2070). Daarnaast geldt dat de totale verontreinigingsvracht door natuurlijke processen langzaam zal afnemen. De gemiddelde concentraties in het grondwater zullen dus over de tijd een dalende trend te zien geven.

Op basis van de bovenstaande nuancering van de berekende ontwikkeling van de verontreiniging en het feit dat er geen sprake is van bedreiging van kwetsbare objecten ligt het voor de hand om vast te stellen dat voor de situatie op het Shell-terrein in alle redelijkheid niet gesproken kan worden van een actueel verspreidingsrisico, voor nu en in de toekomst.



Figuur 5-6 Omvang van verontreiniging in de derde watervoerende laag in 2018 en de verwachte interventiewaardecontour in 2070

5.4 Eindconclusie locatiespecifieke risicobeoordeling

Humane risico's

Er is geen sprake van actuele humane risico's gerelateerd aan de verontreiniging in de opgebrachte laag en/of bodemverontreinigingen als gevolg van de bedrijfsactiviteiten. Alleen ter plaatse van de controlekamer van de MSPO is sprake van een potentieel humaan risico als gevolg van uitdamping. Gezien de uitgevoerde binnenluchtmetingen blijkt er in de praktijk geen sprake van een actueel humaan risico door uitdamping. Vanwege het in bedrijf moeten blijven van het operationele overdruksysteem kon niet bepaald worden of zonder dit overdruksysteem wel/niet sprake is van een actueel humaan risico. Dit betekent dat het overdruksysteem in de controlekamer operationeel moet blijven (zoals vanwege het werken binnen een chemisch industrieel complex per definitie het geval is).

Ecologische risico's

Er is geen sprake van ecologisch risico als gevolg van de aanwezigheid van bodemverontreiniging.

Risico's voor verspreiding

- De locatie grenst aan de noordzijde aan een Natura2000 gebied (Zuid Hollandsch Diep). Een Natura2000-gebied wordt gezien als een kwetsbaar object. Door middel van berekening met het grondwatermodel is vastgesteld, dat geen verspreiding van de verontreiniging optreedt (of zal gaan optreden), die kan leiden tot onacceptabele beïnvloeding van het Zuid Hollandsch Diep. Er is derhalve geen sprake van een (toekomstige) verslechtering van de kwaliteit van de waterbodem en het oppervlaktewater gerelateerd aan de verontreiniging op het Shell-terrein.
- Op basis van de uitgevoerde emissie-immissietoets kan worden geconcludeerd dat er ook voor het ondiepe grondwater ter plaatse van de T-steiger (en Drumloods) geen sprake is van een onacceptabel risico door verspreiding.
- Met berekeningen is aangetoond dat na omstreeks 2035 de jaarlijkse toename van het bodemvolume met concentraties in het grondwater boven de interventiewaarde het volumecriterium van 1.000 m³ zal gaan overschrijden bij een situatie dat het GBS wordt uitgeschakeld. In het kader van de Wbb is daarmee formeel sprake van een verspreidingsrisico. In de context van de aard en huidige omvang van de grondwaterverontreiniging blijft de toename echter relatief beperkt (toename circa 0,2 tot 0,3% per jaar). Het ligt daarom voor de hand om vast te stellen dat voor de situatie op het Shell-terrein in alle redelijkheid niet gesproken kan worden van een actuele risico's door verspreiding.

6 UITGANGSPUNTEN, RANDVOORWAARDEN EN SANERINGSDOELSTELLING

De saneringsdoelstellingen in dit saneringsplan worden bepaald door de volgende aspecten:

- Wet- en regelgeving.
- Lange termijn doelstelling voor Shell Moerdijk.
- Locatiespecifieke omstandigheden.
- Uitgangspunten en randvoorwaarden.

In dit hoofdstuk worden deze verschillende aspecten besproken en tenslotte worden de daaruit voortvloeiende saneringsdoelstelling vastgesteld.

6.1 Wet- en regelgeving

De Wet Bodembescherming (Wbb) beoogt een effectieve bescherming te bieden voor de bodem en het daarin aanwezige grondwater. Enerzijds bevat de Wbb bepalingen ten aanzien van bestaande (historische) verontreinigingen en hoe deze moeten worden aangepakt en gesaneerd of beheerd (onder andere artikel 28, 38 en 39). Anderzijds zijn in de Wbb bepalingen opgenomen ter regulering van handelingen die een bedreiging vormen voor de bodem en het grondwater (onder andere artikel 13). Dit laatste aspect (Zorgplicht) maakt geen onderdeel uit van dit saneringsplan. Hierover zijn separate afspraken gemaakt tussen OMWB en Shell Moerdijk.

6.2 Lange termijn doelstellingen Shell Moerdijk

De volgende lange termijn doelstellingen voor Shell Moerdijk en daarbij behorende bodemkwaliteit, kunnen als volgt geformuleerd worden:

- Actuele humane, ecologische en/of verspreidingsrisico's en/of actuele risico's voor de installatie door bodemverontreinigingen moeten worden gemitigeerd.
- De bodemkwaliteit moet geschikt zijn (en blijven) voor het (voorzien) bedrijfsmatige gebruik;
- Nieuwbouwprojecten van een relevante omvang mogen een eventueel toekomstig noodzakelijke sanering van een bestaande bodemverontreiniging niet belemmeren.
- Optimaal hergebruik van op de locatie vrijkomende (verontreinigde) grond (duurzaamheidsaspect).

Deze lange termijn doelstellingen moeten op een duurzame wijze gerealiseerd worden met een positief milieurendement -netto milieueffecten versus (maatschappelijke) kosten- binnen de bedrijfsmatige en operationele locatiespecifieke omstandigheden/mogelijkheden.

6.3 Locatiespecifieke omstandigheden

Ter plaatse van Shell te Moerdijk moet ten aanzien van de doelstellingen voor een sanering rekening gehouden worden met de volgende locatiespecifieke omstandigheden:

- De aanwezigheid van een chemisch industrieel complex bestaande uit fabrieken, installaties, (ondergrondse) kabels/leidingen en dergelijke die van belang zijn voor de productieprocessen.
- Alle fabrieken, installaties en leidingen zijn in meer of mindere mate met elkaar verbonden. Impact op een (beperkt) deel van een fabriek/installatie, zal daarom veelal resulteren in een impact op een veel groter deel van het complex.
- Aanwezige (bodem)beschermende voorzieningen (zoals bijvoorbeeld vloeistofdichte en -kerende vloeren).
- Aanwezige constructieve betonvloeren.

Het is van belang dat bij eventuele (sanerende) maatregelen nadrukkelijk met deze locatiespecifieke omstandigheden rekening wordt gehouden, omdat veiligheid en bedrijfs-/procesmatige integriteit van het chemisch industrieel complex in totaliteit altijd gewaarborgd moet blijven.

Met andere woorden: eventuele (sanerende) maatregelen moeten altijd ondergeschikt zijn aan de veiligheid en bedrijfs-/procesmatige integriteit.

6.4 Uitgangspunten en randvoorwaarden

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op uitgangspunten en randvoorwaarden, waarbinnen de doelstellingen van het saneringsplan gerealiseerd moeten worden.

6.4.1 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn van toepassing:

- De omvang en heterogene historische bodemverontreiniging zoals vastgelegd in het BodemInformatieSysteem (BIS) van Shell Moerdijk en beschreven / samengevat in dit saneringsplan.
- Er is ruim voldoende informatie beschikbaar in het BIS voor de uitwerking van een saneringsvariant en het opstellen van een saneringsplan.
- Het saneren van asbest aanwezig in de bodem maakt geen onderdeel uit van het saneringsplan. Indien sprake is van grondverzet en een asbestverdachte locatie, dan zal hier een afzonderlijk onderzoek worden uitgevoerd. Indien hieruit volgt dat sanerende maatregelen noodzakelijk zijn, zal een afzonderlijk saneringsplan / plan van aanpak worden opgesteld (zie hiervoor tabel 10-2).
- de kwaliteit van het Zuid Hollandsch Diep verslechtert niet in onacceptabele mate door de aanwezige verontreiniging bij de T-steiger en de Drumloods.
- De bodemopbouw en geohydrologische situatie zoals beschreven / samengevat in dit saneringsplan (zie hoofdstuk 3). Voor een uitgebreidere beschrijving van deze aspecten wordt verwezen naar het rapport 'GBS Shell Moerdijk Evaluatie Beheerssysteem' van 8 juli 2019 (kenmerk 083951988 A).
- De aanwezigheid van een omvangrijk chemisch industrieel complex met uitgebreide boven- en ondergrondse infrastructuur.
- De chemische industriële functie van de locatie blijft ongewijzigd.
- De veiligheid van alle personen op het terrein van Shell moet ten alle tijden gewaarborgd blijven, waarbij rekening gehouden moet worden met de specifieke eigenschappen van op de locatie gebruikte en gefabriceerde chemicaliën.
- Bij uitvoeren van maatregelen moet de belasting van de overige milieucompartimenten door een duurzame aanpak zoveel als redelijkerwijs mogelijk beperkt blijven.
- Bij uitvoeren van maatregelen moet gestreefd worden naar een duurzame aanpak met een positief milieurendement.
- Bij uitvoeren van maatregelen moet optimaal gebruik gemaakt worden van natuurlijke bodemprocessen in de tijd en eventueel (extensief) stimuleren van deze processen – de bodem als reactorvat gebruiken-.
- Het saneringsplan moet een kader creëren voor grondverzet zonder saneringsoogmerk door vastleggen van afspraken hieromtrent met de OMWB.

6.4.2 Randvoorwaarden

De volgende randvoorwaarden zijn van toepassing:

- Bij uitvoeren van maatregelen mag de veiligheid en de continuïteit van het bedrijfs- en/of productieproces niet verstoord worden.
- Bij uitvoeren van maatregelen mogen de stabiliteit/integriteit van boven- en ondergrondse infrastructuur inclusief kabels/leidingen niet in gevaar komen.
- Eventuele maatregelen moeten worden uitgevoerd binnen het werkvergunningsstelsel van Shell (BBS-procedure 05.03.2019 "Uitvoeren van grondverzet werkzaamheden (PTW)").
- Bij een eventueel noodzakelijk onttrekking ten behoeve van een grond- en/of grondwatersanering moet conform het provinciaal beleid inzake grondwateronttrekking worden gestreefd naar een minimalisatie van de netto-onttrekking.
- Chemische analyses van grond- en/of grondwatermonsters worden uitgevoerd door een gecertificeerd/geaccrediteerd laboratorium conform AS3000.
- Eventuele maatregelen moeten worden uitgevoerd in overeenstemming met Shell Live Saving Rules, bepalingen in de vigerende CROW400 en conform veiligheidsvoorschriften vastgelegd in de vigerende Beleidsregels Arbeidsomstandigheden en –wetgeving (Arbo-besluit).

- Veldwerk (boringen/peilbuizen en nemen grond- en grondwatermonsters) voor bodemonderzoek wordt uitgevoerd volgens BRL SIKB 2000 door een adviesbureau en personen erkend voor deze BRL en voor VKB-protocol 2001 “plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen”, VKB-protocol 2002: “het nemen van grondwatermonsters” en (indien van toepassing) VKB-protocol 2018: “locatie inspectie en monsterneming van asbest in bodem”.
- De aannemer die eventuele sanerende maatregelen uitvoert, moet gecertificeerd zijn conform SIKB BRL 7000, protocol 7001 en eventuele andere hierbij van toepassing zijnde protocollen.
- Milieukundige begeleiding/toezicht bij eventuele sanerende maatregelen moet worden uitgevoerd op kritische momenten door een adviesbureau gecertificeerd conform SIKB BRL 6000, protocol 6001 en eventuele andere hierbij van toepassing zijnde protocollen.
- Eventueel toe te passen aanvulmaterialen dienen te voldoen aan de toepassingseisen uit de Nota Bodembeheer en het Besluit Bodemkwaliteit.
- Eventueel onttrokken (verontreinigd) grondwater moet worden geloosd in overeenstemming met BBS-procedure 05.03.1017 “melden, onttrekken en lozen grondwater (Moerdijk)”.

6.5 Saneringsdoelstellingen

Volgens de Wet bodembescherming (artikel 38, lid 1) dient een sanering de bodem ten minste geschikt te maken voor de functie die het (na de sanering) heeft, waarbij het risico voor mens, plant of dier als gevolg van blootstelling aan de verontreiniging zoveel mogelijk wordt beperkt. Daarnaast moet het risico van de verspreiding van verontreinigende stoffen zoveel mogelijk worden beperkt alsook de noodzaak tot het nemen van maatregelen en beperkingen in het gebruik van de bodem (de nazorg). ‘Zoveel mogelijk’ betekent dat de kosten in goede relatie moeten staan tot het resultaat van de sanering.

Aanwezige risico's

Voor de bodemverontreiniging is vastgesteld dat geen sprake is van een actueel ecologisch risico en ook niet van actuele humane risico's. Er wordt voor deze risico's voldaan aan de saneringsdoelstelling. Wel moet het overdruksysteem vanwege het potentieel risico in de CK MSPO operationeel blijven. Dit is vanwege het werken binnen een chemisch industrieel complex per definitie het geval.

Voor het huidige bodemvolume met verontreinigd grondwater boven de interventiewaarde (ca. 2.300.000 m³) geldt dat dit zonder mitigerende grondwateronttrekking langzaam iets zal toenemen. Op basis van de modelmatige berekening is deze toename beperkt tot in totaal ongeveer 3%. Vanaf 2035 zal naar verwachting de jaarlijkse toename de grens van 1.000 m³ per jaar in beperkte mate overschrijden. Alhoewel er hierdoor in 2035 formeel sprake zal zijn van verspreidingsrisico, is de totale toename van circa 0,2 tot 0,3% per jaar of te wel 3% in 2070) zeer beperkt te noemen.

Momenteel en in de toekomst is geen sprake van bedreiging van kwetsbare objecten.

Formulering van de saneringsdoelstellingen

Op basis van de beoordeling van de risico's zijn volgende doelstellingen op dit saneringsplan van toepassing:

- Voorkomen van humane risico's als gevolg van blootstelling door inhalatie van verontreinigende stoffen.
- Voorkomen dat een ontoelaatbare verspreiding van de verontreiniging via het grondwater optreedt.

7 AFWEGING SANERINGSVARIANTEN EN KEUZE SANERINGSVARIANT

Om te komen tot concrete, in het licht van de saneringsdoelstelling, te nemen maatregelen is een afweging van saneringsvarianten aan de orde -en op basis van deze afweging een keuze voor een saneringsvariant.

Voor de afweging van de saneringsvarianten is gekozen voor een eenvoudige kwalitatieve uitwerking die invulling kan geven aan de saneringsdoelstelling. Als daarmee de keuze al evident is, dan is een complexere uitwerking niet noodzakelijk.

Het resultaat van deze saneringsafweging is een onderbouwde keuze voor een saneringsaanpak van de bodemverontreiniging. Deze aanpak wordt vervolgens nader uitgewerkt in dit saneringsplan.

De in dit hoofdstuk gepresenteerde afweging omvat vier stappen, te weten:

1. Beleidsmatige keuze opties in het licht van de Circulaire Bodemsanering 2013.
2. Beschrijving van mogelijke saneringsvarianten.
3. Kader om te komen tot een afweging van de saneringsvarianten.
4. Samenvatting van de resultaten van deze kwalitatieve saneringsafweging.

7.1 Beleidsmatige keuze van de saneringsvariant

Voor sanering van bodemverontreinigingen zijn diverse varianten denkbaar. Binnen de Circulaire bodemsanering 2013 wordt ten aanzien van het saneringsresultaat voor mobiele verontreinigingen vier mogelijke resultaatgebieden beschreven om tot een optimaal resultaat van de sanering te komen (zie bijlage 5 van de Circulaire bodemsanering 2013).

Deze resultaatgebieden zijn weergegeven in tabel 7-1. Bij het formuleren van de saneringsvarianten en de beoordeling hiervan dient hier rekening mee te worden gehouden.

Tabel 7-1 Overzicht resultaatgebieden en verplichtingen voor de sanering van een mobiele verontreiniging uit de Circulaire bodemsanering 2013

Saneringsresultaat	Nagenoeg volledige verwijdering (kleine restverontreiniging)		Beperkte restverontreiniging (omvang < 1000 m ³)		Grote restverontreiniging (nagenoeg stabiel of stabiel binnen 30 jaar)		Nog verspreidende restverontreiniging (beheersbaar en acceptabel in gegeven situatie)	
	afwezigheid kwetsbare objecten	kwetsbare objecten in omgeving	afwezigheid kwetsbare objecten	kwetsbare objecten in omgeving	afwezigheid kwetsbare objecten	kwetsbare objecten in omgeving	afwezigheid kwetsbare objecten	kwetsbare objecten in omgeving*)
Nazorg: monitoring;	--	--	--	optioneel	optioneel	ja	ja	niet toegestaan
Nazorg: beheersing	--	--	--	optioneel	optioneel	optioneel	optioneel	niet toegestaan
Terugval scenario in saneringsplan	--	--	--	--	--	optioneel	optioneel	niet toegestaan

* een saneringsoplossing waarbij verontreinigingen in de pluim zich na sanering nog kunnen verspreiden wordt niet toegestaan indien zich kwetsbare objecten in de omgeving bevinden.

7.1.1 Saneringsvariant met nagenoeg volledige verwijdering of beperkte restverontreiniging

Een sanering waarbij sprake is van een nagenoeg volledige verwijdering of een beperkte restverontreiniging is voor de verontreinigingssituatie en locatiespecifieke omstandigheden ter plaatse van het Shell-terrein binnen de gegeven uitgangspunten en randvoorwaarden niet als realistisch aan te merken. Voor het realiseren van een dergelijke variant is een bronaanpak met daarop aansluitende een pluimaanpak noodzakelijk. Saneringen die vallen binnen deze resultaatsgebieden zijn op basis van de locatiespecifieke omstandigheden (zie paragraaf 6.3) niet te realiseren.

7.1.2 Saneringsvariant waarbij sprake is van een grote restverontreiniging

Een saneringsvariant waarbij sprake is van een grote restverontreiniging en een nagenoeg stabiele situatie of stabiel binnen 30 jaar zou het resultaat kunnen zijn van een aanpak waarbij, ondanks de aanwezigheid van een bronzone, geen of in beperkte mate sprake is van eventuele toelevering van verontreiniging richting de pluim.

Voor een situatie waarbij geen sprake is van een risico voor kwetsbare objecten in het potentiële verspreidingsgebied van de verontreinigingspluim is een dergelijke saneringsvariant haalbaar. Ook kan worden gekozen voor een dergelijke saneringsvariant indien kwetsbare objecten niet aanwezig zijn en de gebruiksfuncties van het (diepere) grondwater niet gevoelig zijn. Er zal dan wel sprake moeten zijn van een (nagenoeg) stabiele situatie voor verspreiding.

Monitoring is optioneel voor situaties, waarbij geen sprake is van kwetsbare objecten. Indien wel sprake is van in de nabijheid gelegen kwetsbare objecten is monitoren verplicht.

Het doel van de monitoring is dan het verkrijgen van een bevestiging dat de ontwikkeling van de verontreiniging (in relatie tot eventuele verspreiding naar kwetsbare objecten in de omgeving) niet tot risico's leidt. Indien uit de resultaten van monitoring blijkt dat zich toch risico's voordoen met betrekking tot kwetsbare objecten in de directe omgeving, dan kan worden besloten tot mitigerende maatregelen (al dan niet via een terugvalscenario). Uit de resultaten van de verspreidingsberekeningen (zie paragraaf 4.2.3) blijkt dat zonder mitigerende maatregelen na verloop van tijd sprake is van verspreiding.

Om te voldoen aan dit resultaatsgebied zouden daarom in principe actieve saneringsmaatregelen (onttrekking van grondwater) nodig zijn.

7.1.3 Nog verspreidende restverontreiniging in het grondwater

In de Circulaire bodemsanering 2013 is aangegeven dat in bijzondere situaties een saneringsresultaat waarbij nog sprake is van verspreiding van (rest)verontreinigingen acceptabel kan zijn. Dit kan het geval zijn als de lasten van sanering extreem hoog zijn en niet in verhouding staan tot de baten (de te behalen milieuhygiënische en ruimtelijke winst). Een dergelijke situatie kan aan de orde zijn bij afwezigheid van gebruikspotenties van het grondwater en de afwezigheid van ruimtelijke dynamiek.

Saneringsvarianten die leiden tot dit saneringsresultaat zijn in principe uitgesloten bij aanwezigheid van kwetsbare objecten in de omgeving.

In de huidige situatie is er in de directe omgeving wel een kwetsbaar object (Zuid Hollandsch Diep) aanwezig, maar uit de risicobeoordeling (zie paragraaf 5.3.3) blijkt dat de aanwezige verontreiniging in het grondwater niet zal leiden tot een risico voor of bedreiging van het oppervlaktewater en / of de waterbodem van dit object.

7.1.4 Conclusies en keuze resultaatsgebied sanering

Een sanering met als resultaatsgebied 'volledige verwijdering' of een 'kleine restverontreiniging' zijn op voorhand geen realistische varianten en worden daarom niet verder beschouwd.

Binnen de doelstelling van de sanering zouden saneringsvarianten met als resultaatsgebied 'een grote restverontreiniging en een stabiele eindsituatie' in principe alleen te realiseren zijn als actief wordt gesaneerd waaronder een noodzakelijke bron aanpak.

De variant met als resultaatgebied een situatie waarbij sprake is van een nog (in relatief beperkte mate) 'verspreidende (rest-) verontreiniging', is op grond van de uitgevoerde geohydrologische berekeningen binnen de gestelde doelstelling voor de sanering realistisch te noemen. Met monitoring moet worden gecontroleerd of de nog optredende verspreiding voldoet aan de verwachtingen. Voor deze variant is een terugvalscenario vereist, dat kan worden ingezet op het moment dat dit nodig is:

- Wanneer de verspreiding significant groter blijkt te zijn dan verwacht.
- Wanneer toch bedreiging van het kwetsbaar object op gaat treden.

7.2 Formulering saneringsvarianten

Uit de voorgaande paragraaf blijkt dat saneringsvarianten met de resultaatgebieden 'grote restverontreiniging (met kwetsbare objecten in de omgeving)' en 'nog verspreidende restverontreiniging' in principe haalbaar zijn. In de saneringsafweging worden voor deze resultaatgebieden twee hoofdvarianten geformuleerd en tegen elkaar afgewogen om de meest geschikte saneringsaanpak te selecteren.

Tabel 7-2 Overzicht van saneringsvarianten

Variant	Resultaatgebied	Saneringsdoel	Maatregel
I	Grote restverontreiniging	Creëren van een stabiele situatie	Actieve (bron)sanering en onttrekking van grondwater
II	Nog verspreidende (rest)verontreiniging (beheersbaar en acceptabel in gegeven situatie)	Controleren van de verspreiding van de verontreiniging om risico's voor het kwetsbare object (Zuid Hollandsch Diep) te voorkomen	Monitoring van het grondwater met een terugvalscenario

I. *'Actieve (bron)sanering en onttrekking van grondwater met als doel het creëren van een stabiele situatie binnen een periode van 30 jaar:*

Bij deze variant wordt met actieve maatregelen gerealiseerd dat de verontreiniging zich niet verder verspreidt en de omvang van de pluim na verloop van tijd binnen 30 jaar stabiel is. Voor de aanwezige verontreinigingen zijn de meest voor de hand liggende saneringsvarianten / technieken:

- Pump & Treat (= continuering van de sanering zoals deze momenteel wordt uitgevoerd);
- Persluchtinjectie (PLI) in combinatie met bodemluchtexttractie (BLE);
- Stimulatie van de natuurlijke afbraak (NA).

De diepte van de verontreiniging (2^e en 3^e watervoerende laag), de omvang van het verontreinigd bodemvolume (2.300.000 m³), de situering van de verontreiniging (onder het chemische industriële complex) én de veiligheidsaspecten (toepassing oxidatiemiddelen of onttrekken van bodemlucht met dampen met vluchtige componenten is om veiligheidsredenen niet mogelijk) maken een in-situ aanpak op basis van persluchtinjectie (en/of bodemlucht extractie) als saneringsaanpak niet mogelijk. Daar komt bij dat een dergelijke aanpak alleen mogelijk is als een dicht in-situ netwerk kan worden aangelegd (hetgeen vanwege de aanwezige complexe infrastructuur niet mogelijk is). Ook het efficiënt toevoegen van elektronenacceptoren en/of nutriënten vergt een intensief netwerk dat binnen de gegeven omstandigheden redelijkerwijs niet aangelegd kan worden.

Gezien het intensieve gebruik van de locatie zal het derhalve niet mogelijk zijn om actief sanerende maatregelen te implementeren.

Voor deze variant blijft alleen de onttrekking door middel van grondwater (ook omdat er al een grondwateronttrekkingssysteem aanwezig is) mogelijk.

II. *Controleren van de verspreiding van (rest)verontreiniging:* Bij deze variant worden geen actieve sanerende maatregelen toegepast. Door middel van de geohydrologische modellering en uitgevoerde emissieberekeningen is vastgesteld dat de kwaliteit van het Zuid Hollandsch Diep niet in onacceptabele mate verslechtert door de verontreiniging en dat in alle redelijkheid niet gesproken kan worden van een actuele risico's door verspreiding via het grondwater.

Van belang bij een dergelijke saneringsvariant is het (voldoende) controleren van het verspreidingsgedrag van de verontreiniging en het controleren op uitblijven van risico's voor het kwetsbare object (Zuid Hollandsch Diep). In een saneringsplan dient uitgewerkt te worden op welke manier de verspreiding via het grondwater gecontroleerd moet worden (monitoring) en hoe zeker gesteld / gewaarborgd wordt dat geen risico's voor het kwetsbare object (Zuid Hollandsch Diep) gaan ontstaan.

Indien blijkt dat onverhoopt toch onaanvaardbare risico's optreden, zal in overleg met het bevoegd gezag een maatregelenplan afgestemd worden (terugvalscenario). Dit kan bestaan uit de uitbreiding of verlenging van het monitoringsplan of het nemen van actieve maatregelen.

7.3 Afweging saneringsvarianten en afwegingsaspecten

Bij de afweging van de saneringsvarianten wordt gekeken naar relevante aspecten.

In Tabel 7-3 zijn de verschillende afwegingsaspecten onderverdeeld in beleidsmatige en technische aspecten en worden lasten en baten vergeleken. Bij afweging dient een goede balans tussen baten en lasten gevonden te worden.

Tabel 7-3 Afwegingsaspecten

Lasten	Baten
<u>Beleidsmatig</u>	
Faalisico's	Verwijderde vracht
Verbruik van grondwater	Beperking verspreiding / schoon grondwater
Verbruik van energie / Uitstoot van CO ₂	Compliance met wet- en regelgeving
Hoeveelheid afval	Afname aansprakelijkheid in de toekomst
<u>Technisch</u>	
Technische risico's	Verbetering gebruiksmogelijkheden terrein
Zorgkosten na uitvoering van de sanerende maatregelen	Minder beperkingen voor civiel werk
Saneringskosten	

7.4 Afweging

In tabel 7-4 zijn de resultaten van de afweging weergegeven. Hierbij is een kwalitatieve inschatting gemaakt van de baten en de lasten van de twee saneringsvarianten, waarbij het gewicht van de wegingsaspecten genuanceerd is door een wegingsfactor (1, 2 of 3) toe te kennen. In tabel 7-4 staat per wegingsaspect tussen haakjes aangegeven wat de wegingsfactor is.

Per variant is voor ieder wegingsaspect de uiteindelijke score berekend door de score (tussen -2 en 2) te vermenigvuldigen met de wegingsfactor.

In het licht van de provinciale opgave om het verbruik van grondwater te reduceren hebben wij in de afweging het aspect "verbruik van grondwater" wegingsfactor 3 gegeven.

Tabel 7-4 Samenvatting afweging van de saneringsvarianten

Variant	I	II
Doelstelling (wegingsfactor)	Actieve (bron)sanering en onttrekking van grondwater	Controleren of verspreiding van verontreiniging beperkt blijft tot verwachtingen op basis modelberekeningen
Techniek	Onttrekking van grondwater	Monitoring van grondwaterkwaliteit
<u>Beleidsmatige afwegingsaspecten + (wegingsfactor)</u>		
Lasten		
Faalisico's (2)	$2 \times 2 = 4$	$2 \times -1 = -2$
Verbruik van grondwater (3)	$3 \times -2 = -6$	$3 \times 2 = 6$
Verbruik van energie / Uitstoot van CO ₂ (1)	$1 \times -1 = -1$	$1 \times 1 = 1$
Hoeveelheid afval (1)	$1 \times -2 = -2$	$1 \times 2 = 2$
Baten		
Verwijderde vracht (1)	$1 \times 2 = 2$	$1 \times -2 = -2$
Beperking verspreiding / schoon grondwater (1)	$1 \times 1 = 1$	$1 \times -1 = -1$
Voldoen aan wet- en regelgeving (2)	$2 \times 0 = 0$	$2 \times 0 = 0$
Aansprakelijkheid in de toekomst (1)	$1 \times 1 = 1$	$1 \times -1 = -1$
<u>Technische afwegingsaspecten + weging</u>		
Lasten		
Technische risico's (2)	$2 \times -1 = -2$	$2 \times 1 = 2$
Zorgkosten na sanering (1)	$1 \times 0 = 0$	$1 \times 0 = 0$
Saneringskosten (1)	$1 \times -2 = -2$	$1 \times 2 = 2$
Tijdsduur sanering (1)	$1 \times 0 = 0$	$1 \times 0 = 0$
Baten		
Betere gebruiksmogelijkheden terrein (2)	$2 \times 0 = 0$	$2 \times 0 = 0$
Minder beperkingen voor civiel werk (2)	$2 \times 0 = 0$	$2 \times 0 = 0$
Totaal beoordeling	-5	7

2: beter dan de andere variant

0: niet beter of niet slechter dan de andere variant

-2: slechter dan de andere variant

1: in geringe mate beter dan de andere variant

-1: in geringe mate slechter dan de andere variant

De per wegingsaspect toegekende punten zijn dus opgebouwd uit de score (tussen 2 en -2) vermenigvuldigd met de wegingsfactor.

Het blijkt dat de baten voor beide varianten elkaar weinig (8 punten) ontlopen, terwijl de lasten voor saneringsvariant I (actieve (bron)sanering en onttrekking van grondwater) aanzienlijk hoger zijn dan voor variant II (monitoring van het grondwater met een terugvalscenario). Het verschil in lasten is 26 punten.

7.5 Nadere beschouwing

Uit de vergelijking van de saneringsvarianten blijkt dat de lasten voor een saneringsvariant (I) aanzienlijk hoger zijn dan de lasten voor saneringsvariant II. Een dergelijke wijze van saneren (variant I) is in principe eeuwigdurend aangezien door onttrekken van grondwater nalevering van verontreiniging vanuit de ophooglaag in stand gehouden wordt. Uit het onderzoek naar het functioneren van het GBS-systeem is duidelijk geworden dat grondwateronttrekking in de 3^e watervoerende laag een actieve verticale toestroom van verontreinigingen uit de bovenliggende bodemlagen veroorzaakt (Arcadis, 8 juli 2019,[10]).

Dit betekent dat een belangrijk deel van de verontreiniging die door een grondwateronttrekkingssysteem (zoals bijvoorbeeld het GBS) onttrokken wordt, gerelateerd is aan de verontreinigingen in de bovenliggende bodemlagen en slechts een beperkt deel gerelateerd is aan het optreden van natuurlijke verspreiding naar de 3^e watervoerende laag. Bij inzet van saneringsvariant II zal nalevering van verontreiniging vanuit de bovenliggende bodemlagen alleen nog plaatsvinden door middel van 'van nature' infiltrerend regenwater.

Voor beide saneringsvarianten geldt dat de doelstelling van de sanering haalbaar is. Bij saneringsvariant II (monitoring) wordt dit gekoppeld aan een terugvalsscenario (indien sprake is van een niet verwachte en ontoelaatbare verspreiding). Het faalrisico is daarom niet onderscheidend.

Uit de tot nu toe uitgevoerde onttrekking met het GBS blijkt wel dat de omvang van de verontreiniging in de afgelopen 25 jaar is afgenomen. Hiermee neemt het bodemvolume schoon grondwater toe, echter niet in de mate dat sprake is van een aanzienlijke reductie in omvang van de verontreiniging.

Een (mogelijke) inzet van saneringsvariant I zal zich niet richten op het verkleinen van het verontreinigd bodemvolume, maar op het niet groter laten worden van het verontreinigd bodemvolume. Er is dus geen sprake van een significante verbetering van het volume niet verontreinigde bodem.

Bij saneringsvariant II neemt het verontreinigd bodemvolume wel enigszins toe (circa 3% in 50 jaar). Gezien deze zeer beperkte toename bestaat ten aanzien van dit aspect praktisch gezien geen verschil tussen variant I en II.

Vanuit oogpunt van duurzaamheid (en daarmee het streven naar een duurzame aanpak met een positief milieurendement) is saneringsvariant I niet gunstig. Er wordt immers jaarlijks/structureel een enorme hoeveelheid grondwater onttrokken, energie verbruikt en ontstaan afvalstoffen.

De overige aspecten (tijdsduur, gebruiksmogelijkheden en beperkingen, periode van zorg) zijn voor beide varianten niet onderscheidend ten opzichte van elkaar. Door het gebruik van het terrein voor industriële activiteiten zowel nu als in de toekomst wijzigen de gebruiksmogelijkheden niet.

7.6 Keuze saneringsvariant

Het creëren van een stabiele eindsituatie en (enigszins) verminderen van de omvang van de verontreiniging (variant I) resulteert in een beperkte meerwaarde, maar leidt ook tot aanzienlijke lasten. Ook is sprake van een aanzienlijke milieubelasting in de vorm van uitstoot van CO₂ en extreem veel verbruik van grondwater.

Geconcludeerd wordt dat de saneringsvariant waarbij wordt gecontroleerd dat de verspreiding tot een acceptabel niveau beperkt blijft (variant II) vanuit oogpunt van lasten en duurzaamheid / milieurendement sterk de voorkeur heeft ten opzichte van een variant waarbij wel sprake is van een actieve aanpak voor beheersing van verspreiding (variant I).

Een beperkte verspreiding van de verontreiniging wordt derhalve toegestaan. Zolang de verontreiniging niet tot onaanvaardbare risico's in relatie tot kwetsbare objecten leidt, is het acceptabel om af te zien van intensievere maatregelen. Indien blijkt dat onverhoopt toch een niet verwacht en niet acceptabel risico voor het kwetsbare object (Zuid Hollandsch Diep) optreedt, zullen maatregelen worden genomen om dit risico's te mitigeren (terugvalsscenario).

8 SANERINGSPLAN

8.1 Aanpak en doel

De gekozen saneringsvariant bestaat uit het monitoren van de milieuhygiënische kwaliteit van het grondwater in de 1^e, 2^e, 3^e en 4^e watervoerende laag.

De primaire doelstelling van de monitoring is meerledig, te weten:

- Vaststellen dat de berekende verspreiding ook daadwerkelijk optreedt.
- Bepalen in hoeverre de biologische afbraak blijft optreden, en welke parameters hierin bepalend zijn.
- Vaststellen dat eventuele verspreiding richting open water (kwetsbaar object) zoals verwacht inderdaad niet leidt tot een belasting tot een (voor Rijkswaterstaat) onacceptabel niveau.
- Als de monitoringsresultaten hiertoe aanleiding geven: bijsturen van de aanpak.

Nevendoelstelling van de monitoring is het bevestigen van de uitgangspunten voor de geohydrologische berekeningen (grondwaterstanden, stromingsrichting van de verontreiniging en dergelijke).

Voor eventueel noodzakelijke bijsturing van de aanpak staan twee terugvalscenario's ter beschikking. Voor de nadere uitwerking van één of beide van deze scenario's zal ter zijner tijd maatwerk moeten worden geleverd (zie hoofdstuk 9) afhankelijk van de situatie zoals deze zich dan voor doet.

8.2 Meldingen

De voorafgaand aan de sanering uit te voeren meldingen zijn weergegeven aangegeven in tabel 8-1.

Tabel 8-1 Uit te voeren meldingen

Omschrijving	Wettelijk kader	Proceduretijd	Melder	Bevoegd Gezag
Instemming saneringsplan	Wet bodembescherming	Maximaal 2 x 15 weken	Initiatiefnemer	Omgevingsdienst Midden en West Brabant

Een melding 'start sanering' en 'einde sanering' wordt bij uitvoering van grondwatermonitoring achterwege gelaten. Het bevoegd gezag/handhaving wordt wel geïnformeerd bij uitvoering van de eerste monitoringsronde. Daarnaast zal het bevoegd gezag / handhaving periodiek (uitgangspunt: iedere vier jaar) op de hoogte worden gehouden van de resultaten van de grondwatermonitoring en de hieruit volgende acties.

8.3 Nadere invulling grondwatermonitoring

Voor de uitvoering van de grondwatermonitoring worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De monitoring richt zich op de verontreiniging aanwezig in de eerste (freatisch grondwater), tweede, derde en vierde watervoerende laag.
- De monitoring richt zich op het vergelijken van de verwachting (modelmatige berekening) met de daadwerkelijke ontwikkeling van de grondwaterverontreiniging.
- Voor de monitoring worden peilbuizen in bronzones, het pluimgebied en de begrenzing van de pluim gebruikt.
- Voor het monitoringnetwerk worden naast bestaande peilbuizen ook nog een aantal nieuw te plaatsen peilbuizen gebruikt.
- Bij de eerste ronde monitoring wordt de "nulsituatie" vastgelegd.
- Op het moment vindt op Shell Moerdijk monitoring plaats van het freatisch grondwater langs de grens met het oppervlaktewater. Deze monitoring zal onderdeel gaan uitmaken van het monitoringsprogramma.
- Er vindt geen monitoring plaats van de waterbodem of het oppervlaktewater, zoals is aangegeven in de Circulaire bodemsanering 2013 (paragraaf 6.3.1). De reden hiervoor is dat voor de meeste stoffen de bijdrage vanuit het grondwater naar het oppervlaktewater en de waterbodem gering is. Dit wordt bevestigd door de uitgevoerde emissie-/immissieberekening (zie paragraaf 5.3.3.2). Ook speelt mee dat emissies optreden van andere bronnen, zoals directe puntlozingen, atmosferische depositie en aanvoer van het bovenstroomse deel van de rivier (zie ook de publicatie van Deltares in H₂O 'Gebiedsgericht grondwaterbeheer voor de haven Rotterdam', 2009).

Het vaststellen of een eventueel verhoogde concentratie in de waterbodem of het oppervlaktewater daadwerkelijk afkomstig is van de aanwezige verontreiniging van het terrein van Shell Moerdijk, is daarom niet mogelijk.

8.4 Toetsing van de monitoringresultaten / actiewaarden

De modelberekeningen laten zien dat enige mate van verspreiding van de verontreiniging wordt verwacht. Op basis van de uitgevoerde modelberekeningen wordt over een periode van 50 jaar een toename van het totale bodemvolume met boven de interventiewaarde verontreinigd grondwater van ca. 2.300.000 m³ tot ca. 2.400.000 m³ verwacht. Indien uit de monitoring blijkt dat een relevant grotere toename van de omvang van het bodemvolume boven de interventiewaarde waargenomen wordt (dan in de modelberekeningen is vastgesteld, zal de situatie nader beoordeeld worden.

Voor deze nadere beoordeling zal het grondwatermodel eerst opnieuw gekalibreerd worden, zodat het de waargenomen ontwikkelingen (grondwaterstroming, verspreiding) nauwkeuriger beschrijft. De kalibratie zal gedaan worden op basis van de uit de monitoring verkregen gegevens. Op basis van het gekalibreerde grondwatermodel zal vervolgens nagegaan worden of op termijn nog steeds geen actuele risico's/bedreiging voor het Zuid-Hollandsch Diep (kwetsbaar object) te verwachten is. Ook zal beoordeeld worden in hoeverre aanpassingen in het monitoring programma wenselijk zijn. Indien er geen actuele risico's blijken te zijn, zal het monitoringsprogramma (inclusief eventuele aanpassingen) gecontinueerd worden.

Als uit berekeningen met het aangepaste grondwatermodel blijkt dat wel sprake gaat zijn van actuele risico's/bedreiging voor het Zuid-Hollandsch Diep, zal in overleg met het bevoegde gezag een terugval-scenario in werking gezet worden. De nadere invulling van dit scenario is maatwerk en zal sterk bepaald worden door de resultaten van de grondwatermonitoring en de doorrekeningen met het aangepaste grondwatermodel.

Voor beoordeling van de vraag in hoeverre bovengenoemde toename van de omvang van de verontreiniging op gaat treden worden de volgende stappen doorlopen:

- a. Berekening van de actuele verontreinigingsvracht in het grondwater op basis van de in het grondwater gemeten concentraties. Ten behoeve van deze berekening wordt bij het ontwerp van het monitorings-netwerk per monitoringsfilter vastgesteld voor welk deel (volume) van de bodem dit filter representatief is voor de grondwaterkwaliteit. De totale verontreinigingsvracht zal naar verwachting een gelijkblijvende tot langzaam dalende trend vertonen.
- b. Vergelijking van de door het grondwatermodel berekende concentraties ter plaatse van monitorings-punten met de daadwerkelijk gemeten concentraties.
- c. Opnieuw met het (eventueel geherkalibreerde) grondwatermodel doorrekenen van de verspreiding in het grondwater en beoordeling van het effect op het kwetsbare object (Zuid-Hollandsch Diep).

Indien stap a. de verwachte trend vertoont en in stap b. weinig of geen hogere waarden ten opzichte van de modelmatig verwachte concentraties gevonden worden dan is uitvoering van stap c. niet nodig.

8.5 Monitoringsprogramma

Voor de gekozen aanpak van de monitoring zijn peilbuizen geselecteerd dan wel geplaatst in de volgende (deel)gebieden:

- 1) In de kerngebieden van de verontreiniging. Met deze peilbuizen wordt met name de ontwikkeling van de vracht gevolgd. De resultaten in deze peilbuizen geven in principe dus geen aanleiding om het monitoringsprogramma aan te passen.
- 2) Langs de randen van de huidige verspreiding van de verontreiniging, met extra aandacht voor de zijde waar op basis van de modelberekeningen verspreiding verwacht wordt. Met deze peilbuizen wordt met name bevestiging verkregen in de verwachte mate van verspreiding - en of de ontwikkeling van het bodemvolume boven de interventiewaarde de verwachte ontwikkeling volgt.
- 3) Net buiten de huidige verspreiding van de verontreiniging. Ook met deze peilbuizen wordt met name bevestiging verkregen in de verwachte mate van verspreiding.

Ten aanzien van de locaties van de peilbuizen wordt opgemerkt dat zoveel mogelijk van bestaande peilbuizen gebruik wordt gemaakt. De eventueel bij te plaatsen peilbuizen worden zoveel mogelijk op makkelijk bereikbare plekken geplaatst (zowel voor de boorinstallatie als diegene die de peilbuizen gaat bemonsteren).

Na uitwerking van het monitoring netwerk zal het bestaan uit de filters zoals aangegeven in tabel 8-2..

Tabel 8-2 Opzet monitoring netwerk

Zone	1 ^e vv laag *	2 ^e vv laag	3 ^e vv laag	4 ^e vv laag
Kerngebieden		3	12	nvt
Randen verspreiding	20	5	16	nvt
Buiten verspreiding		5	10	5

* Peilbuizen in de 1^{ste} watervoerende (freatische) laag staan langs de terreingrens (noord en oost)

8.6 Frequentie van monitoring en te monitoren parameters

Initieel worden de peilbuizen van het monitoring netwerk 1 x per 2 jaar bemonsterd. Na drie monitoringsronden wordt een trendanalyse verricht. Voor de bestaande peilbuizen worden de onderzoeksresultaten uit 2018 / 2019 betrokken in de te beoordelen reeks.

Indien sprake is van een stabiele of afnemende trend kan de monitoring ter plaatse van de betreffende peilbuis worden geëxtensieerd. De monitoringsfrequentie zal bij een stabiele situatie of een dalende trend worden afgebouwd tot éénmaal per vier jaar (2 keer), daarna éénmaal per vijf jaar (2 keer) en uiteindelijk zal de monitoring voor de betreffende peilbuis worden beëindigd. In tabel 8-3 is deze strategie ten aanzien van de monitoringsfrequentie vastgelegd waarbij voor iedere monitoringspeilbuis dus minimaal zeven resultaten beschikbaar zijn over een periode van tenminste 24 jaar.

Als er geen trend aantoonbaar is (onduidelijke situatie) wordt de monitoring 1 x per 2 jaar voortgezet. Na elke monitoringsronde wordt aan de hand van een trendanalyse opnieuw beoordeeld of de monitoring kan worden geëxtensieerd. De scenario's zijn hieronder geschematiseerd (Tabel 8-3).

Als op basis van de analyse van de resultaten sprake is van een toenemende trend, blijft de monitoring frequentie in principe eens per 2 jaar.

Na drie monitoringsronden (dus na zes jaar) zal beoordeeld worden in hoeverre de modelmatig berekende verspreiding bevestigd wordt of dat het grondwatermodel moet worden aangepast om de vastgestelde verspreiding op een juiste wijze weer te geven. Op basis daarvan zal worden bepaald of het monitoringsprogramma aangepast/aangevuld moet worden.

Eenzelfde beoordeling zal plaatsvinden na 5 en na 7 monitoringsronden. Zolang (een deel van) het monitoringsprogramma nog uitgevoerd wordt, zal na iedere twee monitoringsronden een rapportage opgesteld worden.

Als tijdens de monitoring en de eventueel op basis daarvan uitgevoerde herkalibratie van het grondwatermodel blijkt dat sprake lijkt te zijn van een significante afwijking van de verwachte verspreiding of in overleg met het bevoegde gezag een terugvalscenario in werking moet worden gesteld.

Op het moment dat voor alle monitoringspeilbuizen de monitoring beëindigd kan worden (zoals bovenstaand beschreven), zal een afrondend rapport opgesteld worden. Alle rapporten zullen aan het bevoegd gezag ter instemming worden voorgelegd.

Tabel 8-3 Criteria voor extensivering van de monitoring

Mogelijke scenario's	Vervolgacties
Op basis van trendanalyse is sprake van een stabiele of afnemende trend	Na 3 monitoringsronden extensiveren van de monitoring naar 1 x per 4 jaar. Na 5 monitoringsronden extensiveren naar 1 x per 5 jaar. Na 7 monitoringsronden beëindigen van de monitoring.
Op basis van trendanalyse is geen duidelijke trend aanwezig.	Monitoring voortzetten (1 x per 2 jaar). Na elke monitoring vindt opnieuw toetsing plaats.
Op basis van trendanalyse is sprake van een toenemende trend.	Monitoring voortzetten met een frequentie van 1 x per 2 jaar of eventueel aanvullende maatregelen.

Het grondwater wordt gemonitord op de maatgevende componenten, namelijk vluchtige aromaten (benzeen, toluen, ethylbenzeen, xylene en naftaleen) en vluchtige olie. Bij start van de monitoring zal ter referentie eenmalig een breed scala aan macroparameters die van belang zijn voor het verloop van biologische afbraak worden gemeten (TOC, redoxpotentiaal, ijzer (II/III), mangaan, methaan, zuurstof, bicarbonaat, sulfaat en nitraat).

Bij vervolgrondes zullen alleen de meest relevante macroparameters worden gemeten in de monitoringspeilbuizen waar dit relevant is. Op voorhand betreft dit waarschijnlijk in ieder geval sulfaat.

8.7 Te monitoren peilbuizen

Locaties van de te monitoren peilbuizen zijn weergegeven op de tekeningen 12b, 12c en 12d in bijlage 17.

Het in de tabel 8-4 vermelde schema is flexibel. Tijdens de uitvoering kan naar aanleiding van verkregen resultaten besloten worden het schema aan te passen. Een aanpassing van het monitoringsplan kan het gevolg zijn van afwijkingen in de verontreinigingssituatie zoals die momenteel bekend is en dient te worden gemotiveerd en te worden gemeld bij het bevoegde gezag.

Tijdens de eerste monitoringsronde zal een fotografische opname worden gemaakt van de te monitoren peilbuizen en in de rapportage worden opgenomen. Ook worden de peilbuizen nauwkeurig ingemeten, zodat deze te allen tijde vindbaar zijn.

Tabel 8-4 Overzicht te monitoren peilbuizen 2^e, 3^e en 4^e watervoerende laag (WVL)

Deellocatie	Nummer	Filterstelling (m-mv)	Water-voerende laag	Laatste gemeten concentratie benzeen in peilbuis (µg/l)	Motivatie
T-steiger	C13-II *	10-11	2	<0,20	Vaststellen verspreiding in de 2 ^e WVL naar Zuid-Hollands Diep
P102	A1-II	11-12	2		Ontwikkeling van de verontreiniging in het kerngebied **
	A1-III	26-28	3	0,33	Ontwikkeling van de verontreiniging in het kerngebied **
	A2-III	24-25	3	<0,2	Ontwikkeling van de verontreiniging in het kerngebied **
	A2-IV	38-40	3	--	Ontwikkeling van de verontreiniging in het kerngebied **
P102	A1-IV	48-50	4	--	Vaststellen verticale verspreiding naar 4 ^e WVL.
P102	A3-III	24-26	3	0,26	Horizontale verspreiding verontreiniging in 3 ^e WVL
P102	C11-III	25-27	3	<0,2	Horizontale verspreiding van verontreiniging in de 3 ^e WVL
P102	MON1	22-24	3	--	Ontwikkeling verontreiniging in pluim afkomstig van P102
		38-40	3	--	Ontwikkeling verontreiniging in pluim afkomstig van P102
MLO	B1-I	31-32	3	22	Ontwikkeling concentraties in 3 ^e WVL
	B1-II	41-42	3	0,42	Ontwikkeling concentraties in 3 ^e WVL
	B1-III	53-54	4	<0,20	Verticale verspreiding verontreiniging naar 4 ^e WVL
MLO	B2-III	25-26	3	<0,20	Horizontale verspreiding verontreiniging in 3 ^e WVL
MLO	F3-0	11-12	2	--	Horizontale verspreiding in 2 ^e WVL vanaf MLO.

Deellocatie	Nummer	Filterstelling (m-mv)	Water-voerende laag	Laatste gemeten concentratie benzeen in peilbuis (µg/l)	Motivatie
	F3-I *	22-24	3	0,62	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl vanaf MLO.
	F3-II *	38-40	3	0,83	Horizontale verspreiding vanaf MLO in 3 ^e WVl
MLO	F5-0	11-12	2	--	horizontale verspreiding verontreiniging in 2 ^e WVl
	F5-I	22-24	3	<0,2	horizontale verspreiding verontreiniging in 3 ^e WVl
	F5-II	38-40	3	<0,2	horizontale verspreiding verontreiniging in 3 ^e WVl
MLO	MON2	11-12	2	--	horizontale verspreiding verontreiniging in 2 ^e WVl
		22-24	3	--	horizontale verspreiding verontreiniging in 3 ^e WVl
		38-40	3	--	horizontale verspreiding verontreiniging in 3 ^e WVl
MLO	MON6	11-12	2	--	Ontwikkeling concentraties in 2 ^e WVl
		22-24	3	--	Ontwikkeling concentraties in 3 ^e WVl
		38-40	3	--	Ontwikkeling concentraties in 3 ^e WVl
MLO	MON7	11-12	2	--	Ontwikkeling concentraties in 2 ^e WVl
		22-24	3	--	Ontwikkeling concentraties in 3 ^e WVl
		38-40	3	--	Ontwikkeling concentraties in 3 ^e WVl
MLO	F2-0	11-12	2	--	Ontwikkeling van de verontreiniging in het kerngebied **.
	F2-I	22-23	3	2000	Ontwikkeling van de verontreiniging in het kerngebied **.
	F2-II	38-40	3	750	Ontwikkeling van de verontreiniging in het kerngebied **.
	F2-III	46-48	4	--	Verticale verspreiding verontreiniging naar de 4 ^e WVl
MSPO	A7-II	12,5-13,5	2	<0,20	Horizontale verspreiding in 2 ^e WVl
	A7-III	20,5-21,5	3	2,5	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl
	A7-IV	38-40	3	--	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl
MSPO	F4-I *	22-24	3	30	Ontwikkeling van de verontreiniging in het kerngebied **.
	F4-II *	38-40	3	460	Ontwikkeling van de verontreiniging in het kerngebied **.
	F4-III	48-50	4	--	Verticale verspreiding verontreiniging naar de 4 ^e WVl
MSPO	E4-II *	11,2-12,2	2	<0,2	Horizontale verspreiding in 2 ^e WVl
	E4-III *	22-24	3	--	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl
	E4-IV *	38-40	3	--	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl
MSPO	MON3	11-12	2	--	Horizontale verspreiding in 2 ^e WVl
		22-24	3	--	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl
		38-40	3	--	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl
	MON4	11-12	2	--	Horizontale verspreiding in 2 ^e WVl
		22-24	3	--	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl
		38-40	3	--	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl
	MON5	11-12	2	--	Horizontale verspreiding in 2 ^e WVl
		22-24	3	--	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl
		38-40	3	--	Horizontale verspreiding in 3 ^e WVl
		48-50	4	--	Verticale verspreiding naar de 4 ^e WVl

Toelichting tabel

E4-II: Bestaande peilbuis

F3-II: Bij te plaatsen peilbuis

*: Tevens monitoring op afbraakparameters (TOC, redoxpotentiaal, ijzer (II/III), mangaan, methaan, zuurstof, sulfaat en nitraat)

**: Met kerngebied wordt bedoeld het gebied waarbinnen de concentraties > interventiewaarde

De locaties van de te monitoren peilbuizen in de eerste watervoerende laag zijn weergegeven op de tekening 12a in bijlage 17.

Tabel 8-5 Overzicht te monitoren peilbuizen terreingrens (freatisch grondwater)

Zuid Hollandsch Diep (noord)		Insteekhaven (oost)	
Peilbuis	Filterstelling (m -mv)	Peilbuis	Filterstelling (m -mv)
PB1	4,0 - 5,0	PB15	4,0 - 5,0
PB2	2,2 - 3,2	PB16	3,7 - 4,7
PB3	2,2 - 3,2	PB17	3,5 - 4,5
PB4	2,2 - 3,2	PB18	2,2 - 3,2
PB5	3,0 - 4,0	PB19	2,1 - 3,1
PB6	3,0 - 4,0	PB20	2,7 - 3,7
PB7	3,3 - 4,3		
PB8	3,3 - 4,3		
PB9	4,0 - 5,0		
PB10	3,5 - 4,5		
PB11	3,2 - 4,2		
PB12	4,0 - 5,0		
PB13	4,0 - 5,0		
PB14	4,1 - 5,1		

8.8 Rapportage en evaluatie

De resultaten van de monitoring worden in principe iedere 4 jaar gerapporteerd en geëvalueerd.

In de rapportage worden de volgende onderdelen opgenomen:

1. Een situatieschets met watervoerende laag de peilbuizen van het monitoring netwerk. De resultaten van de laatste monitoring ronde worden op deze kaart geclassificeerd weergegeven met kleurcodes.
2. De vergelijking per monitoring filter van de modelmatig verwachte concentratie met de gemeten concentratie.
3. Een overzicht van alle in de loop der tijd uit de monitoring filters verkregen meetwaarden.
4. Indien minimaal 3 meetwaarden beschikbaar zijn trendgrafieken van de gemeten waarden.
5. Een overzicht van alle monitoring filters en de planning van de volgende monitoring van het filter.
6. De berekening van de opgeloste verontreinigingsvracht op basis van de laatste gegevens per peilbuis uit het monitoring netwerk.
7. Een weergave van de berekende vracht in de tijd.
8. Een beoordeling of de gemeten waarden aanleiding geven om een nieuwe modelmatige berekening van de ontwikkeling van de verontreiniging te maken.
9. Een beoordeling of in bepaalde zones sprake is van niet verwachte ontwikkeling van de verontreiniging.
10. Een beoordeling of bepaalde (op dit moment niet voorziene) ontwikkelingen de oorzaak zijn van eventueel optredende verspreiding.
11. Een beoordeling per peilbuis van de te hanteren monitoring frequentie.
12. Een beoordeling of extra monitoringpeilbuizen nodig zijn.
13. Een beoordeling of de ontwikkeling van de verontreiniging nog voldoende aansluit bij de (modelmatig berekende) verwachtingen.
14. Indien de ontwikkeling van de verontreiniging niet voldoende aansluit bij de verwachtingen zal het grondwatermodel op een dusdanig wijze aangepast worden dat de daadwerkelijk waargenomen verspreiding ook modelmatig (weer) beschreven/berekend wordt. Vervolgens zal -met het aangepaste grondwatermodel- worden nagegaan of er nog steeds geen actueel risico/bedreiging van het kwetsbare object (Hollands Diep) te verwachten is. Mocht er (mogelijk) wel sprake zijn van actueel risico/bedreiging, dan zal het monitoringsprogramma aangepast/aangevuld worden of in overleg met het bevoegde gezag een terugvalscenario in werking worden gesteld.

8.9 Beëindiging monitoring

Na de laatste monitoringsronde (dus na maximaal 24 jaar) kan naar verwachting aan de hand van de verzamelde monitoringsgegevens geconcludeerd worden dat geen verspreiding van verontreiniging optreedt die niet past binnen het beeld van marginale toename van de omvang van de pluim.

8.10 Gebruiksbeperkingen en verplichtingen

Gezien de aanwezigheid van restverontreiniging gelden de volgende gebruiksbeperkingen en verplichtingen:

- Oppompen van grondwater, anders dan voor bemalingen ten behoeve van ontgravingen, is niet toegestaan zonder instemming van het bevoegd gezag Wbb.
- Een wijziging in het gebruik van de bodem dient bij het bevoegde gezag te worden gemeld. Dit wordt echter niet verwacht.
- Peilbuizen behorend tot het monitoringsnetwerk dienen in stand te worden gehouden en bereikbaar te blijven. Indien blijkt dat één of meer peilbuizen onverhoopt niet meer aanwezig zijn of niet meer bruikbaar zijn, dan worden deze voor de volgende monitoringsronde hersteld danwel herplaatst.

9 AFWIJKENDE VERSPREIDING EN TERUGVALSCENARIO'S

9.1 Afwijkende verspreiding

De kans dat verspreiding van verontreiniging leidt tot een actueel risico/bedreiging van het Zuid-Hollands Diep (kwetsbaar object) wordt in principe klein geacht.

Er is een risico dat bijvoorbeeld bij het plaatsen van de monitoringspeilbuizen verontreinigingen in de watervoerende lagen worden vastgesteld die niet eerder in beeld waren. Gezien het feit dat de onttrekkingen in de derde watervoerende laag al zeer lange tijd in bedrijf zijn geweest en geen aanwijzingen zijn dat verspreiding van elders plaatsvindt, is dit risico als gering ingeschat.

Ook bestaat een risico dat de grondwaterstromingsrichting afwijkt van de verwachtingen. Het monitoring netwerk is deels ingericht op basis van de verwachte grondwaterstromingsrichting. Dit soort afwijking wordt dan aanleiding tot een herziening van het monitoring netwerk – een dergelijke aanpassing is geen terugvalscenario.

In de stoftransportberekeningen is ook de biologische afbraak meegenomen. De hiervoor gebruikte invoerparameters zijn gebaseerd op uitgevoerd onderzoek (Helmholtz, 2019, [8]). De kans is aanwezig dat de mate van biologische afbraak afwijkt van hetgeen is berekend doordat andere processen in de bodem plaats vinden die de mate van biologische afbraak van verontreiniging positief dan wel negatief beïnvloeden. De kans hierop is 'gemiddeld'.

9.2 Terugvalscenario's

In het geval dat het beoogde doel: voorkomen actueel risico/bedreiging van het kwetsbaar object (Zuid-Hollandsch Diep), niet wordt gerealiseerd, dan komt het activeren van een terugvalscenario aan de orde. Allereerst zal onderzoek plaatsvinden naar de oorzaak van de afwijkingen van de modelmatig voorspelde ontwikkeling en vervolgens zal in overleg met het bevoegde gezag vastgesteld worden welke maatregelen passend zijn voor de situatie.

Er staan in principe twee soorten maatregelen ter beschikking voor een terugvalscenario:

1. Gericht stimuleren van biologische afbraak op relevante plaatsen.
2. Nemen van mitigerende maatregelen in de verspreidingsroute richting Zuid-Hollandsch Diep. Hierbij wordt in principe gedacht aan gerichte onttrekking van grondwater.

10 GRONDVERZET EN BEMALINGEN ZONDER SANERINGSOOGMERK

Ter plaatse van Shell wordt regelmatig grondverzet zonder saneringsoogmerk uitgevoerd (verder te noemen: grondverzet), waarbij niet uitgesloten kan worden dat sprake is van graven in een bestaande (historische) bodemverontreiniging. Doel van grondverzet is uitvoeren/-mogelijk maken van reparatie of vervanging danwel aanleg van nieuwe installatiedelen.

Reparatie/vervanging danwel aanleg nieuw installatiedeel (dat moet worden aangesloten op bestaande installaties) kan alleen uitgevoerd worden in de juiste combinatie en 'volgorde' met andere (noodzakelijke) werkzaamheden. Hierdoor is de planning (en het tijds'venster') waarbinnen reparatie/vervanging/aanleg en daarmee samenhangend grondverzet moet plaatsvinden (1^e) zeer strak bepaald, maar moet ook (2^e) flexibel ingevuld kunnen worden om eventuele wijzigingen in het totaal aan samenhangende werkzaamheden 'op te vangen'.

Op basis van het bovenstaande is het voor grondverzet van geval tot geval doorlopen van de werkzaamheden behorende bij artikel 39 lid 1 Wbb en met name de procedures bij artikel 28 lid 1 niet opportuun en is een generieke/gestandaardiseerde aanpak nodig, zoals uitgewerkt in dit hoofdstuk. Een dergelijke aanpak levert op een adequate wijze invulling aan genoemde verplichtingen in de Wbb en zorgt er voor dat bedrijfsmatige en/of procesmatige activiteiten, waarvoor grondverzet moet plaatsvinden niet belemmerd worden.

Grondverzet vindt veelal plaats binnen de ophooglaag en daarmee binnen het geval van bodemverontreiniging. Dat betekent dat niet –voor ieder grondverzet- door middel van bodemonderzoek hoeft te worden vastgesteld of het grondverzet plaatsvindt binnen een geval van bodemverontreiniging en of artikel 28 lid 5 van de Wbb mogelijk van toepassing is.

In de volgende paragrafen is uitgewerkt op welke wijze invulling gegeven moet worden aan gepland grondverzet en wanneer en hoe melding(en) hier over plaatsvinden aan de OMWB.

10.1 Vaststellen situatie (bodemkwaliteit) waarbinnen grondverzet plaatsvindt

De scope (omvang) van grondverzet (hoeveel m³ grond waar wordt ontgraven, hoeveel daarvan moet worden afgevoerd danwel in het werk wordt teruggeplaatst en of daarbij bemaling nodig is-) wordt bepaald door de omvang van het civiele werk en vastgesteld door de initiatiefnemer van het civiele werk, waarvoor grondverzet moet plaatsvinden.

De initiatiefnemer bepaald aan de hand van door CHSSEQ -in kaartvorm- beschikbaar gestelde informatie of grondverzet uitgevoerd gaat worden in een van de volgende zones.

Tabel 10-1 Zone-indeling bodeminformatie ten behoeve van grondverzet

Zone	Omschrijving
A	Geen bodemverontreiniging aanwezig
B	Bodemverontreiniging aanwezig en voldoende gegevens beschikbaar
C	Onvoldoende gegevens beschikbaar om te bepalen of bodemverontreiniging verwacht wordt. In opdracht van initiatiefnemer wordt voorafgaande aan grondverzet een bodemonderzoek uitgevoerd om vast te stellen of ter plaatse feitelijke sprake is van zone A of B

Voor grondverzet is in navolgende paragrafen aangegeven welke maatregelen moeten worden uitgevoerd, zoals toepassing van milieukundig toezicht/begeleiding, rapportage en communicatie met de OMWB.

10.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden grondverzet

Ten aanzien van grondverzet gelden de uitgangspunten in tabel 10-2 (waarbij de codering aangeeft in welke milieuhygiënische bodemkwaliteitszone het betreffende uitgangspunt van toepassing is).

Tabel 10-2 Uitgangspunten grondverzet

Uitgangspunten	Zone A	Zone B
1 Bestemming en gebruik locatie van grondverzet blijft ongewijzigd.	X	X
2 Het grondverzet heeft geen saneringsoogmerk.	X	X
3 Eventuele onttrekking van grondwater, om grondverzet in den droge te kunnen uitvoeren, heeft geen saneringsoogmerk.	X	X
4 Waar mogelijk wordt vrijkomende grond in het werk op dezelfde locatie en diepte teruggeplaatst (tijdelijke uitname).	X	X
5 Vrijkomende grond met (rest)verontreiniging van een eerder uitgevoerde incident sanering wordt niet in het werk teruggeplaatst.	n.v.t.	X
6 Vrijkomende grond (met -niet gebiedseigen- concentraties ⁽¹⁾ groter dan bodemkwaliteit klasse industrie), die niet in het werk kan (punt 4) danwel mag (punt 5) worden teruggeplaatst, wordt afgevoerd naar een externe verwerker.	n.v.t.	X
7 Vrijkomende grond (met -niet gebiedseigen- concentraties ⁽¹⁾ kleiner/gelijk aan bodemkwaliteit klasse industrie), die niet in het werk kan (punt 4) danwel mag (punt 5) worden teruggeplaatst, kan worden afgevoerd naar een (tijdelijk) depot ⁽²⁾ op de locatie en kan later in aanvullingen op de locatie worden toegepast (Shell Moerdijk breed).	n.v.t.	X
8 Omdat grondverzet geen saneringsoogmerk heeft, zijn geen terugsaneerwaarden van toepassing en vindt geen eindcontrole van putbodem- en/of -wanden plaats	X	X
9 Eventuele aanvulling van ontgraving vindt plaats met grond van bodemkwaliteitsklasse industrie ⁽³⁾ / achtergrondwaarde of schone grond (afhankelijk van de scope van het civiele werk).	X	X
10 Indien in grond sprake is van puinbijmenging/-laag is locatie van grondverzet potentieel asbestverdacht. Als asbestverdenking wordt bevestigd-wordt -door asbestonderzoek in lijn met NEN5707- vastgesteld of deze bevestigde verdenking terecht danwel onterecht is en worden dienovereenkomstig (extra) maatregelen genomen.	n.v.t.	X
11 Na afloop grondverzet is geen sprake van (nieuwe) beperkingen en is geen nazorg nodig.	n.v.t.	X
(1) door ophogen/opspuiten van de locatie in het verleden kunnen stoffen -veelal zware metalen, zoals bijvoorbeeld zink- zijn 'meegekomen' in concentraties die groter zijn dan de bodemkwaliteit klasse industrie. Omdat hier sprake is van gebiedseigen stoffen die niet het gevolg zijn van de activiteiten van Shell Moerdijk kan vrijgekomen grond met gebiedseigen stoffen in concentraties groter dan bodemkwaliteit klasse industrie wel worden afgevoerd naar een depot op de locatie en later elders op de locatie worden gebruikt in aanvulling.		
(2) de locatie en inrichting van een depot -voor (tijdelijke) opslag van bij grondverzet vrijgekomen grond, dat niet in het werk zelf kan worden hergebruikt, maar wel voldoet aan de bodemkwaliteit klasse industrie of aan opmerking ⁽¹⁾ zal na nadere uitwerking nog aan saneringsplan worden toegevoegd na instemming van OMWB.		
(3) grond met kwaliteitsklasse industrie kan in principe niet worden toegepast op Shell Moerdijk (rapport "Bodembeheer regio west Brabant" door Grontmij, referentie: 20080370, augustus 2012) en hergebruik kan in principe dus alleen plaatsvinden met grond met kwaliteitsklasse 'wonen'. In rapport "Bodembeheer regio west Brabant" is aangegeven, dat door het zoveel als mogelijk opnieuw verwerken van vrijgekomen herbruikbare grond, invulling wordt gegeven aan het principe van 'duurzaam bodembeheer'. Onder duurzaam bodembeheer wordt onder andere verstaan het zoveel mogelijk hergebruiken van vrijkomende grond en afstemmen van de bodemkwaliteit op het (beoogde) gebruik van de bodem. Als dat voor de toepassingslocatie een afname/vermindering van de bestaande bodemkwaliteit betekent, dan wordt dit -zolang de toepassing bij de beoogde functie geen risico's oplevert- als aanvaardbaar beschouwd. Industriegebied Moerdijk is in het verleden gerealiseerd (inclusief ophoging) met als doel industrieel gebruik en niet met een (eventueel toekomstige) woonfunctie. Shell Moerdijk is een industrieel complex met een lange historie en in eigendom van Shell Nederland Chemie. Het complex zal 'altijd industriegebied blijven' en een toekomstige herinrichting naar een gevoeliger functie is niet aan de orde. Aansluitend bij genoemde duurzaamheidsafwegingen in het rapport "Bodembeheer regio West-Brabant" is het mogelijk (en ligt het voor de hand) om ter plaatse van de fabrieken op Shell Moerdijk grond tot kwaliteitsklasse 'industrie' te mogen (her)gebruiken in aanvullingen. Dit geldt nadrukkelijk niet voor het niet-industrieel in gebruik zijnde terreindeel waar alleen aangevuld mag worden met grond met kwaliteitsklasse 'wonen'.		

Verplaatsen of verwijderen van (verontreinigde) grond door ontgraven, grondzuigen en/of transporteren, zonder dat dit onderdeel is van een sanering, maar om civieltechnische reden (bouw, sloop, onderhoud, aanleg nieuwe ondergrondse kabels, leidingen, sonderen, heien, damwand plaatsen, plaatsen aardpennen, gebruik luchtlans en dergelijke), wordt aangemerkt als grondverzet zonder saneringsoogmerk.

Ten aanzien van grondverzet gelden de randvoorwaarden in tabel 10-3 (waarbij de codering aangeeft in welke milieuhygiënische bodemkwaliteitszone de betreffende randvoorwaarde van toepassing is).

Tabel 10-3 Randvoorwaarden grondverzet

Randvoorwaarden		Zone A	Zone B
1	Schade aan infrastructuur moet worden voorkomen	X	X
2	Bedrijfs- en productieprocessen mogen niet (onacceptabel) worden gehinderd/-belemmerd	X	X
3	Fasering (en uitvoeringsplanning) grondverzet wordt bepaald door fasering en planning van het civiele werk, waarvoor grondverzet wordt uitgevoerd	X	X
4	De aannemer die grondverzet uitvoert moet gecertificeerd zijn conform SIKB BRL 7000, protocol 7001 en de hierbij van toepassing zijnde protocollen	n.v.t.	X
5	Milieukundige begeleiding/toezicht vindt -indien noodzakelijk- plaats conform SIKB BRL 6000, protocol 6001 en hierbij van toepassing zijnde protocollen	n.v.t.	X
5	Werkzaamheden worden uitgevoerd binnen de voor grondverzet vastgestelde veiligheidsklasse op basis van de vigerende CROW	n.v.t.	X
6	Werkzaamheden worden uitgevoerd in overeenstemming met Shell Live Saving Rules, bepalingen in vigerende CROW en conform veiligheidsvoorschriften vastgelegd in vigerende Beleidsregels Arbeidsomstandigheden en -wetgeving (Arbo-besluit).	X	X
7	Grondverzet moet altijd voldoen aan / uitgevoerd worden binnen de voorwaarden en/of eisen opgenomen in de van toepassing zijnde BBS-procedures en/of werkinstructies (zie tabel 10-4 in paragraaf 10-3)	X	X

10.3 Uitvoering grondverzet in situatie van bodemverontreiniging

Ten aanzien van verschillende aspecten van uitvoering van grondverzet kunnen de BSS procedures/ werkinstructies/formulieren van toepassing zijn zoals aangegeven in tabel 10-4.

Tabel 10-4 Voor grondverzet van toepassing zijnde BSS procedures / werkinstructies / formulieren

BBS referentie	BBS titel
05.03.1017	Melden, onttrekken en lozen grondwater (Moerdijk)
05.03.1071	Werken in besloten ruimten (PTW)
05.03.1074	Aanvragen en afhandelen van informatie voor grondverzetwerkzaamheden (Moerdijk)
05.03.1100	Bodembeheer (ass. HSSE)
05.03.1130	Afvalstoffen beheer (HSSE)
05.03.2019	Uitvoeren van grondverzetwerkzaamheden (PTW)
05.03.7018	Formulier "informatie voor grondverzet" (GRINFO)
05.05.3012	Inzet zuiggraafmachines en droge stoffen wagens (PERNIS)

Grondverzet wordt (in den droge) uitgevoerd zoals aangegeven in de scope van het civiel werk (reparatie/- vervanging/aanleg) voorzien is. De aannemer draagt zorg voor adequate inrichting en afzetting van grondverzet, waarbij tenminste rekening gehouden is met:

- a. Toepassen van schoon/vuilzones (indien nodig).
- b. Verkeersmaatregelen tijdens uitvoering.
- c. Inzet ontgravingsmaterieel en –indien ontgraven grond direct wordt afgevoerd- een vrachtwagen laadplaats.
- d. Toepassen van veilig ontgravingstalud van 1:1 tenzij een grondkerende constructie gebruikt wordt.
- e. Plaatsen –indien nodig- van een bronbemaling en –indien nodig- een zuivering en aansluiting op lozingspunt.
- f. Ontgraven en opslaan van vrijkomende grond die laagsgewijs weer op dezelfde plek en diepte in het werk moet worden teruggeplaatst (tijdelijke uitname), wordt bij voorkeur gescheiden opgeslagen nabij de locatie waar deze is vrijgekomen en wordt teruggeplaatst.
- g. Opslaan van vrijkomende grond die -vanwege civieltechnische reden(en)- niet in het werk kan/mag worden teruggeplaatst van de grond die wel teruggeplaatst wordt.

Ad f en g) vrijkomende grond wordt –indien niet direct afgevoerd naar externe verwerker en danwel teruggeplaatst in het werk- opgeslagen op een grondzeil (tenzij opgeslagen op een vloeistofdichte / kerende vloer) en afgedekt met een dekzeil zodanig dat de grond zich niet vermengt met de bodem, eventuele verontreinigingen niet uitspoelen en/of geen verstuiwing/verwaaiing bij droog weer plaatsvindt.

Vrijkomende grond, die niet wordt teruggeplaatst, wordt afgevoerd naar een externe verwerker, tenzij vastgesteld is dat deze grond voldoet aan de bodemkwaliteit 'klasse industrie'. In dat geval kan deze grond worden afgevoerd naar een depot op de locatie en later elders op Shell Moerdijk worden gebruikt in aanvulling.

Aanvulling –met niet bij het grondverzet vrijkomende grond- gebeurt met schone grond danwel grond met een bodemkwaliteit 'klasse industrie' afhankelijk van eventuele civieltechnische eisen. Voorafgaande aan aanvulling wordt door de aannemer van het aanvullingsmateriaal een certificaat van herkomst met bijbehorende afleverbonnen overlegd (danwel een recent analysecertificaat van bemonstering en analyse conform vigerend beleid/protocollen). Grond met bodemkwaliteit klasse industrie uit het depot op de locatie zelf kan worden hergebruikt in aanvulling zonder certificaat van herkomst (danwel een recent analysecertificaat van bemonstering en analyse conform vigerend beleid/protocollen).

10.4 Communicatie met OMWB inzake grondverzet (meldingen)

Ten aanzien van gepland grondverzet (en eventuele bemaling om in den droge te kunnen graven) is artikel 28 Wbb van toepassing. Artikel 28 lid 1 stelt "Degene die **voornemens** is de bodem te saneren danwel **handelingen te verrichten** ten gevolge waarvan de verontreiniging van de bodem wordt **verminderd of verplaatst**, doet van dat voornemen melding bij gedeputeerde staten van de betrokken provincie".

Dit betekent voor niet gepland grondverzet -bijvoorbeeld bij uitvoeren (spoed)reparatie/-vervanging van een onklaar geraakt installatiedeel- in principe artikel 28 niet van toepassing is. Immers de spoedeisendheid van het grondverzet komt niet voort uit een voornemen.

In tabel 10-5 wordt een overzicht gegeven welke meldingen in kader van artikel 28 moeten plaatsvinden bij de OMWB bij gepland grondverzet (met eventuele bemaling) en procedure-tijd bij OMWB.

Tabel 10-5 Overzicht grondverzet (eventueel met bemaling) en melding aan OMWB in kader artikel 28 Wbb

Verontreiniging		Omvang gepland grondverzet					
		$\leq 50 \text{ m}^3$		$> 50 \text{ m}^3 \text{ én } \leq 500 \text{ m}^3$		$> 500 \text{ m}^3$	
		Afvoer grond					
		nee	ja	nee	ja	nee	ja
		Meldingen aan OMWB					
Grond	< interventiewaarde						
	$\geq$ interventiewaarde						
Verontreiniging		Omvang geplande grondwateronttrekking					
		n.v.t.	$< 1.000 \text{ m}^3$	$\geq 1.000 \text{ m}^3 \text{ én } < 10.000 \text{ m}^3$		$\geq 10.000 \text{ m}^3$	
Grond- water	< interventiewaarde						
	$\geq$ interventiewaarde						
	Geen melding						
	Melding grondverzet (eventueel met bemaling) met formulier start werk gepland grondverzet (werkzaamheden kunnen starten niet eerder dan 5 werkdagen na melding bij de OMWB)						
	Melding grondverzet (eventueel met bemaling) met plan van aanpak (proceduredtijd OMWB 20 werkdagen) (werkzaamheden kunnen pas starten nadat formele instemming van de OMWB verkregen is)						

Voor uitvoeren van meldingen zijn standaardformulieren opgesteld (zie bijlage 18), te weten:

- Formulier start werk gepland grondverzet (bijlage 18.a).
- Formulier plan van aanpak gepland grondverzet (bijlage 18.b).

Gepland grondverzet binnen de kaders zoals gegeven in tabel 10-5 wordt uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 10.3. Voor gepland grondverzet dat niet past binnen de kaders in tabel 10-5 en/of niet zal worden uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 10.3 zal altijd een specifiek plan van aanpak worden opgesteld en ter instemming aan de OMWB worden voorgelegd.

Voor aanvang van start van het grondverzet waarvoor een melding is uitgevoerd, vindt geen aparte start-melding plaats bij de OMWB (het formulier start werk gepland grondverzet wordt geacht gelijk de start-melding te zijn). Vijf werkdagen vóór aanvang van start grondverzet, waarvoor een melding plan van aanpak is ingediend, wordt een melding start werk uitgevoerd bij de OMWB. Bij beëindiging van het grondverzet (uitgevoerde aanvulling en/of terugplaatsen van vrijkomende grond), waarvoor een melding plan van aanpak is ingediend, wordt bij de OMWB een melding einde grondverzet gedaan. Binnen 13 weken na melding einde grondverzet zal een evaluatieverslag (zie formulier evaluatieverslag gepland grondverzet in bijlage 18.c) bij de OMWB ter instemming worden ingediend.

10.5 Milieukundig toezicht

Grondverzet, waarvoor via een plan van aanpak formele instemming verkregen is van de OMWB of gemeld is met een formulier start werk gepland grondverzet, wordt uitgevoerd onder toezicht van een BRL SIKB 6000 protocol 6001 erkende milieukundig toezichthouder. Hierbij zijn onderstaande kritische werkzaamheden gedefinieerd waarbij in principe toezicht plaatsvindt:

- Startwerkinstructie vóór aanvang van grondverzet.
- Start grondverzet.
- Bij deelstromen vrijkomende grond die gescheiden ontgraven moeten worden.
- Zintuiglijk waarneembare afwijkingen -ten opzichte van verwachting- tijdens grondverzet, bijvoorbeeld niet verwachte kleur- en/of (passieve) geurwaarnemingen.
- Afwijking van scope grondverzet ten aanzien van ontgravingsomvang, bijvoorbeeld meer horizontaal/-verticaal ontgraven en/of meer afvoer naar erkende verwerker dan in eerste instantie voorzien.
- Bereiken ontgravingsdiepte/omvang.
- Terugplaatsen van gescheiden grondlagen op de juiste plaats en diepte.

Alle overige werkzaamheden worden in principe als niet kritisch aangemerkt, tenzij in het plan van aanpak is aangegeven dat -voor het specifieke grondverzet- een werkzaamheid wel als kritisch wordt aangemerkt.

Ad hoc ongepland grondverzet -ten behoeve van spoedreparatie/vervanging- wordt zo snel mogelijk gemeld aan de OMWB (zie formulier melding ongepland grondverzet in bijlage 18.d), waarbij direct na de melding met het grondverzet kan worden gestart (de spoedeisendheid staat een meldingstermijn van 5 werkdagen niet toe).

10.6 Wijzigingen in scope grondverzet en/of verwachte bodemverontreiniging

Er kan sprake zijn van twee onvoorziene wijzigingen in de situatie tijdens uitvoeren van grondverzet, te weten:

- De omvang van het grondverzet moet toenemen/wijzigen, omdat tijdens het werk duidelijk wordt dat – veelal voor reparaties/vervangingen- het te repareren/vervangen deel van de infrastructuur anders is dan verwacht.
- De verontreinigingssituatie (lokaal) anders is dan redelijkerwijs te verwachten was.

Onderstaand is aangegeven op welke wijze in voorkomende gevallen verdere afhandeling plaatsvindt:

- Wanneer de situatie in het werk anders is/wordt dan voorzien (omvang grondverzet moet toenemen of er wordt een niet verwachte verontreinigingssituatie aangetroffen), wordt het grondverzet door de aannemer direct gestopt en vindt overleg plaats met de opdrachtgever en de milieufdeling van Moerdijk om vast te stellen op welke wijze het grondverzet verder kan/moet worden uitgevoerd (na nemen spoedcontrolemonster). Hierbij zal dan –in geval dat dit nog niet zo was- mogelijk milieukundige toezicht moeten plaatsvinden (ter bepaling door de milieufdeling van Moerdijk). Mogelijk zal/moet ook de veiligheidsklasse van het grondwerk aangepast worden (ter bepaling door de veiligheidskundige van de aannemer).
- Na instemming van de milieufdeling van Moerdijk (over de door de aannemer te nemen –aanvullende maatregelen) kan het grondverzet weer verder uitgevoerd worden.
- Als de (aangepaste) omvang van het grondverzet en/of milieuhygiënische omstandigheid dusdanig gaat worden dat sprake is van een meldingsplichtige situatie (melding start werk danwel melding plan van aanpak), zal de milieufdeling van Moerdijk dit direct melden aan de OMWB (met een motivatie/uitleg van de gewijzigde situatie) en -indien van toepassing- de melding start werk grondverzet alsnog uitvoeren.
- Als de gewijzigde situatie dusdanig is dat een melding met plan van aanpak ingediend had moeten worden, zal de rest van het grondverzet onder milieukundig toezicht plaatsvinden.
- Nadat het grondverzet -waarvoor een melding plan van aanpak had moeten worden uitgevoerd- gereed is, zal binnen 13 weken een evaluatieverslag bij de OMWB worden ingediend.

Bijlage 1 Kadastrale kaart van de locatie en eigendomsgegevens

Opmerking: het is niet mogelijk om vanuit het kadaster een kaart te genereren waarop alle kadastrale percelen zijn aangegeven voor het geval van bodemverontreiniging. Daarom is in deze bijlage een kaart opgenomen welke is gegenereerd vanuit een applicatie waarin dat wel mogelijk is.

In de onderstaande tabel is de eigendomsinformatie samengevat.

Kadastraal perceel	Eigendom
Gemeente Klundert, sectie C, nummer 1742	Shell Nederland Chemie BV Chemieweg 25 4782 SJ MOERDIJK
Gemeente Klundert, sectie C, nummer 1902	Shell Nederland Chemie BV Chemieweg 25 4782 SJ MOERDIJK
Gemeente Klundert, sectie C, nummer 1903	Shell Nederland Chemie BV Chemieweg 25 4782 SJ MOERDIJK
Gemeente Klundert, sectie C, nummer 1904	Shell Nederland Chemie BV Chemieweg 25 4782 SJ MOERDIJK
Gemeente Klundert, sectie C, nummer 2334	Shell Nederland Chemie BV Chemieweg 25 4782 SJ MOERDIJK
Gemeente Klundert, sectie C, nummer 2338	Shell Nederland Chemie BV Chemieweg 25 4782 SJ MOERDIJK
Gemeente Klundert, sectie C, nummer 2343	Shell Nederland Chemie BV Chemieweg 25 4782 SJ MOERDIJK
Gemeente Klundert, sectie C, nummer 2344	Shell Nederland Chemie BV Chemieweg 25 4782 SJ MOERDIJK
Gemeente Klundert, sectie C, nummer 2347	Shell Nederland Chemie BV Chemieweg 25 4782 SJ MOERDIJK
Gemeente Klundert, sectie C, nummer 2348	Shell Nederland Chemie BV Chemieweg 25 4782 SJ MOERDIJK

Bijlage 2 Verontreiniging grondlaag 0,0 – 0,5 m -mv

Bijlage 3 Verontreiniging grondlaag 0,5 – 1,0 m -mv

Bijlage 4 Verontreiniging grondlaag 1,0 – 2,0 m -mv

Bijlage 5 Verontreiniging grondlaag 2,0 – 4,0 m -mv

Bijlage 6 Verontreiniging grondwaterlaag 0 – 4 m -mv

Bijlage 7: Resultaten monitoring grondwater 2016 – 2018

Resultaten WVP1

Resultaten WVP2

Resultaten WVP3

Bijlage 8: Situatieschets met ligging gebouwen

Bijlage 9: Dwarsdoorsnede diepere bodemopbouw en verontreiniging

Bijlage 10: Overzicht fabrieken

Bijlage 11: Terreinverhardingen

**Bijlage 12: Overzicht analyseresultaten opgebrachte grond
verontreiniging Shell Moerdijk**

Voordat het industrieterrein met onder andere Shell Moerdijk is aangelegd is het gebied opgespoten met zand afkomstig van de aanleg van spaarbekkens in de Biesbosch, waarbij ook fijn materiaal (slib) is afgezet. Door selectieve afzetting (groffer zand zal dicht bij de opspuiting afgezet worden en fijner materiaal verder weg) zullen heterogeen over de locatie lagen met meer/minder slibachtig materiaal voorkomen. In het slibachtige materiaal zijn (verontreinigende) stoffen vastgelegd die in rivieren voorkomen, zoals zware metalen, PCB's, Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) en zwaardere olie.

Grondverontreiniging in de ophooglaag

In bijlage M5, M6 en M7 zijn de resultaten van de in GIS/BIS beschikbare analyses ter plaatse van Shell Moerdijk opgenomen ten aanzien van zware metalen, PAK's en PCB's in de grond. Minerale olie is niet 'meegenomen', omdat dit ook een stof is die in de verontreiniging als gevolg van de bedrijfsactiviteiten voorkomt. Specifieke zware metalen kunnen in katalysatoren voorkomen, maar worden in het productieproces zelf niet verbruikt (eigenschap van een katalysator is dat deze niet verbruikt wordt in de productie).

In bijlage M1 is een samenvatting gegeven van de resultaten van de in de ophooglaag aanwezige grondverontreinigingen met zware metalen en in bijlage M2 en M3 samenvattingen voor PAK's en PCB's. Hierbij is onderscheid gemaakt in een samenvatting voor de hele dataset aan analyses en specifiek voor de toplaag (0,0 tot 0,5 m-mv).

Het deel van het terrein van Shell Moerdijk waar de bedrijfsactiviteiten plaatsvinden bedraagt circa 125 hectare. Met name binnen dit deel van het terrein zijn gegevens verzameld ten aanzien van grondverontreinigingen met zware metalen, PAK (10 VROM) en PCB's (som 7). Zoals blijkt uit de samenvattingen in tabellen in bijlagen M1, M2 en M3 zijn per zware metaal, PAK of PCB minimaal 335 en maximaal 598 analyses uitgevoerd op grondmonsters. Uitgaande van een heterogeen diffuse verontreiniging van de ophooglaag moeten voor een oppervlak van 125 hectare volgens NEN5740 (VED-HE-NL) tenminste 225 analyses uitgevoerd worden om de heterogene diffuse grondverontreiniging in voldoende mate vast te leggen (te beschrijven). Het aantal beschikbare analyses voldoet daar dus ruimschoots aan (in veel gevallen meer dan twee keer het aantal benodigd is).

Op basis van de beoordeling van de beschikbare analysegegevens kan dus een voldoende betrouwbare beschrijving van de heterogene diffuse verontreiniging in de grond gegeven worden.

Op basis van de gegevens in bijlage M1, M2 en M3 (en bijlagen M5, M6 en M7) kan ten aanzien van de verontreiniging in de grond vastgesteld worden dat:

A. Zware metalen

1. Voor alle zware metalen -met uitzondering van nikkel en zink- in zowel de hele dataset als in de toplaag (0,0-0,5 m-mv) varieert de heterogeniteitsindex tussen 0,01 en 0,17, waarmee is vastgesteld dat sprake is van (zeer) weinig heterogeniteit. Voor nikkel in de hele dataset is de heterogeniteitsindex 0,18 (weinig heterogeniteit) en in de toplaag 0,35 (beperkte heterogeniteit). Voor zink in de hele dataset is de heterogeniteitsindex 0,56 (heterogeniteit) en in de toplaag 0,76 (sterke heterogeniteit).

Opmerking: De heterogeniteitsindex wordt gebruikt bij het analyseren van datasets ten behoeve van opstellen van bodemkwaliteitskaarten en is gedefinieerd als:

$(P95 - P5) / (Mwi - AW2000)$, waarbij:

P95 en P5 de 95- respectievelijk 5-percentiel waarde in de dataset zijn;

Mwi de maximale waarde industrie is en de AW2000 de achtergrondwaarde.

2. Overschrijdingen van de interventiewaarde worden eigenlijk niet/nauwelijks (3 keer) aangetroffen in de dataset van meer dan 4.200 analyses. Voor koper zijn twee analyses aangetroffen (1.300 mg/kg) groter dan de interventiewaarde, maar dit zijn duidelijk 'uitbijters', omdat de daaropvolgende hoogste concentratie koper 64 mg/kg bedraagt (kleiner dan de tussenwaarde). Voor zink is één analyse (760 mg/kg) een zeer beperkte overschrijding van de interventiewaarde aangetroffen en wordt in slechts zes analyses de tussenwaarde overschreden. Ook hier kan gesproken worden van een 'uitbijter'.

B. PAK's (10 VROM)

1. Naftaleen (onderdeel van PAK 10 VROM) is een component/stof die ook in de bedrijfsvoering gebruikt wordt. In geval van een verdenking van een bedrijfsgebonden verontreiniging met (onder andere naftaleen) wordt naftaleen veelal 'meegenomen' in de analyse op vluchtige aromatische koolwaterstoffen (BETXN). Wanneer naftaleen bepaald wordt als onderdeel van een PAK (10 VROM) analyse is in principe geen verdenking op aanwezigheid van naftaleen als een bedrijfsgebonden verontreiniging(-scomponent). Dit blijkt ook uit de beschikbare analysegegevens en de zeer lage heterogeniteitsindex tussen 0,05 en 0,07 (zeer beperkte heterogeniteit).
2. In de 598 beschikbare PAK-analyses wordt slechts in 34 analyses de tussenwaarde overschreden (6%), waarvan slechts bij 7 analyses de naftaleenconcentratie meer dan 10% bijdraagt in de totale PAK concentratie (1%) met een maximum van 19% bijdrage. Er zijn dan ook geen aanwijzingen dat de dataset met PAK (10 VROM) relevant beïnvloed is door de aanwezigheid van bedrijfsgebonden naftaleen-concentraties;
3. 3e) in slechts één analyse (78 mg/kg) is sprake van overschrijding van de interventiewaarde (veroorzaakt door aanwezigheid van alle PAK-componenten). Dit is duidelijk een 'uitbijter', omdat de daaropvolgende hoogste concentratie aan PAK (10 VROM) 33 mg/kg bedraagt (kleiner dan de tussenwaarde).

C. PCB's (som 7)

1. Voor PCB's sprake is van een heterogeniteitsindex van 0,14 tot 0,15 (zeer) weinig heterogeniteit.
2. Overschrijding van interventiewaarde is niet aanwezig en slechts in 3 analyses (1%) wordt de tussenwaarde overschreden.

Op basis van de beschrijving van de verontreinigingen is duidelijk dat sprake is van een heterogene diffuse verontreiniging van de grond. Deze verontreiniging kan als volgt beschreven worden.

Stof	Achtergrondwaarde (mg/kg) ⁽¹⁾	Wonen (mg/kg) ⁽¹⁾	P90 (mg/kg) ⁽²⁾
barium	190		50
cadmium	0,60	1,2	0,50
cobalt	15	35	6,9
koper	40	54	15
kwik	0,15	0,83	0,22
lood	50	210	34
molybdeen	1,5	88	2,1
nikkel	35	39	14
zink	140	200	300
PCB's	0,02	0,04	0,019
PAK (10 VROM)	1,0	6,8	1,3

⁽¹⁾ AW2000 en grondkwaliteit klasse Wonen voor een standaardbodem

⁽²⁾ P90 percentiel voor hele dataset danwel de toplaag (0,0-0,5 m-mv)

Grondwaterverontreiniging

In bijlage M4 is een samenvatting gegeven van de grondwaterkwaliteit ten aanzien van zware metalen en PAK (10 VROM). PCB's zijn niet geanalyseerd in het grondwater.

Op basis van de gegevens in bijlage M4 kan ten aanzien van de verontreiniging in het grondwater vastgesteld worden dat:

A. Zware metalen

1. Met uitzondering van barium, kobalt en molybdeen (22 tot 23 analyses) zijn voor de zware metalen over het algemeen 181 tot 183 analyses beschikbaar. Daarmee wordt veelal voldaan aan het aantal grondwateranalyses (126) conform NEN5740 (VED-HE-NL) benodigd voor 125 hectare.
2. Overschrijdingen van de interventiewaarde worden eigenlijk niet/nauwelijks (7 keer) aangetroffen (0,6%) in de dataset van 1.160 analyses. Voor koper is één analyse aangetroffen (380 µg/liter) groter dan de interventiewaarde, maar dit is duidelijk een 'uitbijter', omdat daarnaast maar 7 overschrijdingen van de streefwaarde zijn vastgesteld. Voor lood is in drie analyses een beperkte overschrijding van de interventiewaarde aangetroffen en in vijf analyses een overschrijding van de tussenwaarde. Voor zink is in drie analyses een overschrijding van de interventiewaarde aangetroffen en in twee analyses een overschrijding van de tussenwaarde. Het maximale zinkgehalte van 6.500 µg/liter kan als een 'uitbijter' aangemerkt worden omdat het een na hoogste gemeten zinkgehalte (1.100 µg/liter) , maar in beperkte mate de interventiewaarde (800 µg/liter) overschrijdt. Bij 887 analyses (80%) is de detectielimiet niet overschreden.
3. Voor barium, kobalt en molybdeen zijn niet 126 analyses beschikbaar, maar zijn de concentraties relatief beperkt. In combinatie met het feit dat in de grond geen overschrijdingen van de achtergrondwaarde voor barium, kobalt en molybdeen aanwezig zijn, kan gesteld worden dat deze stoffen niet leiden tot een relevante verontreiniging van het grondwater.

B. PAK's (10 VROM)

1. Naftaleen (onderdeel van PAK 10 VROM) is een component/stof die ook in de bedrijfsvoering gebruikt wordt. In de dataset grondwateranalyses kan geen onderscheid gemaakt worden in naftaleen 'meegenomen' in een BETXN-analyse (en dus op een locatie verdacht op voorkomen van bedrijfsgebonden verontreinigingen) danwel in een analyse op PAK (10 VROM). In totaal zijn 280 naftaleen analyses beschikbaar en voor andere PAK-componenten zo'n 60 analyses. Dit betekent dat de dataset aan naftaleen analyses voor een belangrijk deel bepaald is door analyses op BETXN en dus niet representatief voor de invloed van de in de grond aanwezige PAK-verontreiniging op de kwaliteit van het grondwater.
2. Alle PAK-componenten 'tekenen zich af' in meer of mindere mate in het grondwater in gehalten boven de streefwaarde (165: 31%) en boven de interventiewaarde (55: 10%).

Bijlage 12.1 Samenvatting verontreiniging zware metalen

	barium (mg/kg)	cadmium (mg/kg)	cobalt (mg/kg)	koper (mg/kg)	kwik (mg/kg)	lood (mg/kg)	molybdeen (mg/kg)	nikkel (mg/kg)	zink (mg/kg)
AW-waarde	190	0,60	15	40	0,15	50	1,5	35	140
tussenwaarde	555	6,8	103	115	18	290	96	68	430
I-waarde	920	13	190	190	36	530	190	100	720
(Mwri) maximale waarde industrie	920	4,3	190	190	4,8	530	190	100	720
hele dataset	aantal analyses	339	534	340	531	531	335	531	539
	aantal > detectielimiet	261	181	340	230	151	209	447	409
	aantal > AW	0	0%	0	7	58	125	0	93
	aantal groter T-waarde	0	0%	0	0	0	0	1	17
	aantal groter I-waarde	0	0%	0	2	0	0	0	1
	maximale concentratie	99	0,90	12	1300	2,4	2,5	95	790
	mediaan (P50)	17	0,28	3,0	5,7	0,14	1,1	6,3	78
	gemiddelde concentratie	21	0,34	3,8	12	0,14	1,4	7,8	109
	P5 concentratie	8,1	0,20	3,0	3,5	0,04	1,1	3,5	8,2
	P80 concentratie	29	0,40	4,3	9,5	0,14	2,1	9,0	150
aantal analyses	P90 concentratie	35	0,50	4,9	13	0,16	2,1	12	230
	P95 concentratie	42	0,55	6,1	19	0,24	2,1	16	333
	heterogeniteitsindex	0,05	0,10	0,02	0,10	0,04	0,01	0,18	0,56
	aantal analyses	143	251	147	252	252	143	252	252
	aantal > detectielimiet	130	95	114	108	104	93	234	189
	aantal > AW	0	0%	0	4	30	50	0	50
	aantal groter T-waarde	0	0%	0	0	0	0	1	12
	aantal groter I-waarde	0	0%	0	2	0	0	0	1
	maximale concentratie	99	0,90	12	1300	1,3	2,1	95	790
	mediaan (P50)	20	0,28	3,9	4,3	0,14	1,1	6,3	79
toplaag (0,0-0,5)	gemiddelde concentratie	27	0,34	4,5	18	0,16	1,4	9,0	126
	P5 concentratie	11	0,21	3,0	3,5	0,04	1,1	3,5	8
	P80 concentratie	39	0,40	5,0	9,5	0,14	2,1	11	200
	P90 concentratie	50	0,50	6,9	15	0,22	2,1	14	300
	P95 concentratie	70	0,60	11,0	29	0,57	2,1	26	450
	heterogeniteitsindex	0,08	0,11	0,05	0,17	0,11	0,01	0,35	0,76

Bijlage 12.2 Samenvatting verontreiniging PAK's (10 VROM)

	antraceen (mg/kg)	benzo(a)- antraceen (mg/kg)	benzo(a)- pyreen (mg/kg)	benzo(ghi)- peryleen (mg/kg)	benzo(k)- fluoranteen (mg/kg)	chryseen (mg/kg)	fenantreen (mg/kg)	fluoranteen (mg/kg)	indeno-(123cd)- pyreen (mg/kg)	naftaleen (mg/kg)	PAK 10 VROM (som) (mg/kg)
AW-waarde tussenwaarde I-waarde											1,5 21 40 40
(Mw) maximale waarde industrie											
aantal analyses	596	596	598	598	598	598	598	598	598	598	598
aantal > detectielimiet	93	216	257	218	110	223	221	301	204	315	100%
aantal > AW											34
aantal groter T-waarde											6%
aantal groter I-waarde											3
maximale concentratie	2,900	2,900	6,000	8,700	3,500	6,400	19,000	16,000	9,800	6,000	1
mediaan (P50)	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	78
gemiddelde concentratie	0,068	0,068	0,084	0,086	0,055	0,104	0,162	0,142	0,089	0,084	0,350
P5 concentratie	0,007	0,007	0,000	0,007	0,007	0,007	0,007	0,010	0,007	0,000	0,942
P80 concentratie	0,035	0,035	0,050	0,059	0,035	0,060	0,060	0,088	0,060	0,050	0,070
P90 concentratie	0,070	0,070	0,110	0,099	0,050	0,143	0,130	0,183	0,097	0,110	0,592
P95 concentratie	0,230	0,230	0,140	0,162	0,082	0,212	0,250	0,322	0,130	0,140	1,288
heterogeniteitsindex											1,925
											0,05
aantal analyses	288	288	290	290	290	290	290	290	290	290	290
aantal > detectielimiet	47	102	120	113	69	114	110	138	103	159	100%
aantal > AW											34
aantal groter T-waarde											12%
aantal groter I-waarde											3
maximale concentratie	2,900	2,900	6,000	8,700	3,500	6,400	19,000	16,000	9,800	6,000	1
mediaan (P50)	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	78
gemiddelde concentratie	0,082	0,082	0,078	0,082	0,048	0,093	0,265	0,165	0,083	0,078	0,350
P5 concentratie	0,007	0,007	0,007	0,010	0,010	0,010	0,014	0,014	0,010	0,007	1,056
P80 concentratie	0,035	0,035	0,058	0,062	0,035	0,060	0,059	0,085	0,060	0,058	0,140
P90 concentratie	0,058	0,058	0,111	0,091	0,038	0,142	0,140	0,181	0,094	0,111	0,583
P95 concentratie	0,240	0,240	0,140	0,166	0,065	0,220	0,270	0,400	0,130	0,140	1,285
heterogeniteitsindex											2,726
											0,07
toplaag (0,0-0,5)											

Bijlage 12.3 Samenvatting verontreiniging PCB's (som 7)

		PCB (som 7)	
AW-waarde		0,020	
tussenwaarde		0,51	
I-waarde		1,0	
(Mwi) maximale waarde industrie		0,50	
hele dataset	aantal analyses	338	
	aantal > detectielimiet	243	72%
	aantal > AW	16	5%
	aantal groter T-waarde	3	1%
	aantal groter I-waarde	0	0%
	maximale concentratie	0,57	
	mediaan (P50)	0,007	
	gemiddelde concentratie	0,018	
	P5 concentratie	0,003	
	P80 concentratie	0,009	
	P90 concentratie	0,014	
	P95 concentratie	0,070	
	heterogeniteitsindex	0,14	
toplaag (0,0-0,5)	aantal analyses	143	
	aantal > detectielimiet	85	
	aantal > AW	9	6%
	aantal groter T-waarde	3	2%
	aantal groter I-waarde	0	0%
	maximale concentratie	0,57	
	mediaan (P50)	0,007	
	gemiddelde concentratie	0,02	
	P5 concentratie	0,003	
	P80 concentratie	0,009	
	P90 concentratie	0,019	
	P95 concentratie	0,075	
	heterogeniteitsindex	0,15	

Bijlage 12.4 Samenvatting grondwaterverontreiniging (concentraties in µg/l)

4.

	barium	cadmium	cobalt	koper	kwik	lood	molybdeen	nikkel	zink
Streefwaarde	50	0,40	20	15	0,05	15	5,0	15	65
Tussenwaarde	338	3,2	60	45	0,18	45	153	45	433
Interventiewaarde	625	6,0	100	75	0,30	75	300	75	800
aantal analyses	22	181	23	182	182	182	23	182	183
aantal > detectielimiet	21	21	3	7	5	54	1	19	88
aantal > S-waarde	20	9	0	0	4	11	0	3	19
aantal groter T-waarde	1	0	0	0	0	5	0	0	2
aantal groter I-waarde	0	0	0	1	0	3	0	0	3
maximale concentratie	360	2,10	19	380	0,07	96	2,8	19	6.500
hele dataset									
mediaan (P50)	160	0,21	1,0	3,5	0,04	2,5	3,5	3,5	7,0
gemiddelde concentratie	167	0,43	1,1	5,9	0,04	9,1	3,0	4,2	78
P5 concentratie	88	0,21	0,2	3,5	0,04	2,5	1,4	3,5	7,0
P80 concentratie	208	0,40	1,0	3,5	0,04	10	3,5	3,5	45
P90 concentratie	219	1,40	2,3	3,5	0,04	24	3,5	6,0	75
P95 concentratie	249	1,40	2,5	7,5	0,04	48	3,5	11	140
heterogeniteitsindex	0,28	0,21	0,03	0,07	0,00	0,76	0,01	0,12	0,18

	naftaleen	antracene	fenantreen	fluorantheen	chryseen	benzo(a)-antracene	benzo(a)-pyreen	indeno(1,2,3-cd)pyreen	benzo(k)fluorantheen	benzo(ghi)peryleen
Streefwaarde	0,01	0,001	0,03	0,003	0,003	0,001	0,001	0,0004	0,0004	0,0003
Tussenwaarde	35	2,5	2,5	0,50	0,10	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03
Interventiewaarde	70	5,0	5,0	1,0	0,20	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05
aantal analyses	280	61	61	62	61	42	62	62	62	62
aantal > detectielimiet	181	41	43	33	30	30	19	17	15	15
aantal > S-waarde	105	40	28	27	23	4	12	9	8	11
aantal groter T-waarde	11	0	0	1	0	1	0	1	0	0
aantal groter I-waarde	65	1	6	5	7	7	7	7	7	8
maximale concentratie	360	9,3	66	7,1	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
hele dataset										
mediaan (P50)	0,21	0,03	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
gemiddelde concentratie	2,197	0,63	3,34	0,48	0,33	0,33	0,30	0,29	0,25	0,40
P5 concentratie	0,014	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,004	0,007
P80 concentratie	702	0,64	0,97	0,32	0,24	0,26	0,10	0,10	0,10	0,10
P90 concentratie	4.840	1,5	9,7	1,3	1,0	1,0	1,0	0,94	0,70	0,94
P95 concentratie	5.270	5,5	34	2,8	2,0	1,9	1,4	1,4	1,0	3,3

Bijlage 13: Locatiespecifieke risicobeoordeling humane risico's

**Bijlage 14: Locatiespecifieke beoordeling emissie en immissie
verontreiniging ter plaatse van T-steiger en de drumloods**

Bijlage 15: Kostenraming vermeden emissie naar Hollands Diep

Bijlage 16: Beschrijving modelmatige geohydrologische en stoftransport berekening

Bijlage 17: Grondwatermonitoring

Bijlage 18: Formulieren melding grondverzet

Bijlage 19: Rapport onderzoek naar biologische afbraak van benzeen

COLOFON

SANERINGSPLAN SHELL MOERDIJK
OPDRACHTGEVER: SHELL CHEMIE NEDERLAND B.V.
GEVALSCODE: NB170900135

AUTEUR

PROJECTNUMMER

C05048.000752

ONZE REFERENTIE

D10007854:236

DATUM

30 juli 2021

STATUS

Concept

GECONTROLEERD DOOR

VRIJGEGEVEN DOOR

Projectleider

Projectleider

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com