



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Risicobeoordeling van het gebruik van thermisch gereinigde grond bij de Plas van Heenvliet (Zwartewaal)**

RIVM-briefrapport 2020-0057  
E. Brand | A.J. Schouten | M. Rutgers





Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Risicobeoordeling van het gebruik van thermisch gereinigde grond bij de Plas van Heenvliet (Zwartewaal)**

RIVM-briefrapport 2020-0057  
E. Brand | A.J. Schouten | M. Rutgers

## Colofon

© RIVM 2020

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2020-0057

E. Brand (auteur en projectcoördinator), RIVM  
A.J. Schouten (auteur), RIVM  
M. Rutgers (auteur), RIVM

Contact:

E. Brand

Centrum voor duurzaamheid milieu en gezondheid  
ellen.brand@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de DCMR milieudienst Rijnmond in het kader van een risicobeoordeling Plas van Heenvliet (kenmerk 45387).

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

### **Risicobeoordeling van het gebruik van thermisch gereinigde grond bij de Plas van Heenvliet (Zwartewaal)**

Bij de Plas van Heenvliet in de provincie Zuid-Holland zijn de zuidoostelijke oevers opgehoogd met zogeheten thermisch gereinigde grond (TGG). TGG ontstaat uit een mengsel van grond en asfaltdeeltjes dat wordt verhit om verontreinigende stoffen zoals minerale olie te verwijderen. Daarna kan het materiaal worden hergebruikt. Na de reiniging blijven metalen en zouten (sulfaat, chloride, bromide) in de grond achter.

In de toekomst krijgt de Plas van Heenvliet een recreatieve functie waardoor mensen erin mogen zwemmen en vissen. Daarom heeft het RIVM onderzocht of er stoffen uit de TGG vrijkomen. Dat blijkt inderdaad zo te zijn. Deze stoffen hebben daardoor invloed op het grondwater, wat lokaal en in kleine mate effect heeft op planten en dieren in de bodem. Uit het onderzoek blijkt dat er geen gezondheidsrisico's zijn voor recreanten.

Het RIVM vindt het belangrijk om de kwaliteit van het oppervlaktewater en het grondwater in de komende jaren te blijven controleren. Het is namelijk niet uit te sluiten dat vervuilende stoffen uit TGG in de toekomst via de bodem en het grondwater in het oppervlaktewater terechtkomen.

De TGG heeft vooralsnog geen aantoonbare invloed op het oppervlaktewater. De huidige kwaliteit van het oppervlaktewater heeft wel effecten op planten en dieren die daarin leven. In de bodem van de plas worden PCB's gemeten, maar deze zijn niet afkomstig uit de TGG. Het is onduidelijk in hoeverre de concentraties PCB's afwijken van die in vergelijkbare plassen in Nederland.

Het onderzoek is in opdracht van de DCMR uitgevoerd.

Kernwoorden: TGG, thermisch gereinigde grond, pH, Plas van Heenvliet, risicobeoordeling, bodemverontreiniging



## Synopsis

### **Risk assessment of the use of thermally-cleaned soil at the Plas van Heenvliet (Zwartewaal)**

The south-eastern banks of the Plas van Heenvliet (Lake Heenvliet) in the province of Zuid-Holland have been raised using thermally-cleaned soil (TGG). TGG comprises soil and asphalt particles that are heated to remove pollutants, such as mineral oil, so that the remaining material can be reused. After cleaning, residual metals and salts (sulphate, chloride and bromide) remain in the soil.

In the future, Lake Heenvliet will be used for recreational purposes and people will be able to swim and fish in it so, for this reason, RIVM has investigated whether substances are released from the TGG used on its banks. This was, indeed the case. The substances released have an influence on the groundwater and on the soil which, in turn, has a small, localised effect on the plants and animals in the soil. There are no human health risk as a result of the use of TGG.

RIVM believes it is important to keep an eye on the quality of the surface water and the groundwater in the coming years. After all, it cannot be ruled out that pollutants from the TGG end up in the surface water via the soil and groundwater in the future.

The TGG has not yet affected the surface water. The current quality of the surface water is however affecting the plants and animals that live in it. Polychlorinated biphenyls (PCBs) have also been found in the lake bed, but the PCB's are not found in TGG. It is unclear to what extent the concentrations of PCBs deviate from comparable lakes in the Netherlands.

The study was commissioned by the DCMR Environmental Protection Agency (Milieudienst Rijnmond DCMR).

Keywords: TGG, thermally-cleaned soil, pH, Plas van Heenvliet (Lake Heenvliet), risk assessment, soil pollution





## Inhoudsopgave

### Samenvatting — 11

<b>1</b>	<b>Inleiding en vraagstelling — 15</b>
1.1	Context en achtergrondinformatie — 15
1.2	Vraagstelling — 15
1.3	Aandachtspunten — 15
1.3.1	Uitzonderingen — 15
1.3.2	Perfluorverbindingen — 16
1.3.3	Evaluatie normenkader TGG — 16
1.4	Wat is thermisch gereinigde grond? — 16
1.5	Leeswijzer — 17
<b>2</b>	<b>Wet- en regelgeving voor TGG — 19</b>
2.1	Zorgplicht bodem en grondwater — 19
2.2	Hergebruik van grond: Besluit Bodemkwaliteit — 20
2.2.1	Maximale Waarden — 20
2.2.2	Hergebruik van grond — 21
2.2.3	Bouwstoffen — 22
2.3	Bepaling saneringsurgentie grond: Circulaire bodemsanering 2013 — 23
2.3.1	Streefwaarden grondwater — 24
2.3.2	Interventiewaarden grond — 24
2.3.3	Interventiewaarden grondwater — 25
2.4	Tijdelijk Handelingskader voor hergebruik van PFAS houdende grond en baggerspecie — 25
2.5	Oppervlaktewater: Besluit kwaliteitseisen en monitoring water — 27
2.6	Zwem- en viswater — 28
2.6.1	Richtlijn zwemwater — 28
2.6.2	Perfluorverbindingen — 28
2.7	Risicobeoordeling samengevat — 28
<b>3</b>	<b>Data-analyse — 31</b>
3.1	Beschikbare onderzoeken — 31
3.2	Data-analyse — 31
3.2.1	TGG — 31
3.2.2	Grondwater — 36
3.2.3	Oppervlaktewater — 41
<b>4</b>	<b>Beoordeling gezondheidsrisico's — 47</b>
4.1	Relevantie blootstellingsroutes direct met TGG — 47
4.1.1	Conceptueel blootstellingsmodel direct contact met TGG — 47
4.1.2	Mogelijke blootstellingsroutes — 47
4.1.3	Niet-relevante blootstellingroutes — 49
4.1.4	Modelinvoer CSOIL— 49
4.1.5	Risicobeoordeling gezondheidsrisico's direct contact met TGG — 50
4.1.6	Conclusie gezondheidsrisico's direct contact met TGG — 53
4.2	Contact via zwemwater en visconsumptie — 53
4.2.1	Afweging modellen — 54
4.2.1.1	ConsExpo — 54
4.2.1.2	Swimmodel en Mennes (1994) — 54
4.2.1.3	Sedisoil — 55

- 4.2.1.4 Conclusie — 55
- 4.2.2 Modelinvoer Sedisoil — 56
- 4.2.3 Risicobeoordeling gezondheidsrisico's zwemmen en visconsumptie — 57
- 4.2.4 Perfluorverbindingen en gezondheidsrisico's zwemmen en visconsumptie — 61
- 4.2.5 Niet-genormeerde stoffen — 61
- 4.2.6 Conclusie gezondheidsrisico's zwemmen en visconsumptie — 63

## **5 Beoordeling ecologische risico's en risico's voor huisdieren — 65**

- 5.1 Ecologie — 65
  - 5.1.1 Toxische druk bodem — 65
  - 5.1.2 Niet-genormeerde stoffen — 66
  - 5.1.3 Oppervlaktewater — 67
  - 5.1.4 Conclusies ecologische risicobeoordeling oppervlaktewater — 68
- 5.2 Grote (huis)dieren — 68

## **6 Verspreiding naar grondwater en oppervlaktewater — 71**

- 6.1 Verspreiding naar het grondwater — 71
  - 6.1.1 Toetsing aan Emissietoetswaarden grootschalige toepassingen — 71
  - 6.1.2 Toetsing aan Maximale Emissiewaarden grootschalige toepassingen — 72
  - 6.1.3 Vergelijking met concentratie in grondwater — 74
  - 6.1.4 Conclusie verspreiding grondwater — 75
- 6.2 Verspreiding naar het oppervlaktewater — 76
  - 6.2.1 Conclusies verspreiding naar oppervlaktewater — 77

## **7 Conclusies en aanbevelingen — 79**

- 7.1 Wat zijn de gezondheidsrisico's voor recreatie (inclusief zwemmen en vissen) als gevolg van toepassing van TGG? — 79
- 7.2 Wat zijn de ecologische risico's als gevolg van toepassing van TGG? — 80
- 7.3 Wat zijn de risico's voor verspreiding van verontreinigingen via grondwater naar oppervlaktewater? — 80
- 7.4 Wat zijn de risico's voor (huis)dieren die in contact komen met de plas? — 81
- 7.5 Welke maatregelen kunnen eventuele risico's voor bodem, grondwater en oppervlaktewater beperken? — 81

## **Referenties — 83**

### **Bijlage 1: Resultaten CSOIL-model partijkeuringen — 87**

- Gebruiksscenario groen met natuurwaarden — 87
- Gebruiksscenario plaatsen waar kinderen spelen — 89

### **Bijlage 2: Resultaten CSOIL-model verkennend bodemonderzoek — 91**

- Gebruiksscenario groen met natuurwaarden — 91
- Gebruiksscenario Plaatsen waar kinderen spelen — 94

### **Bijlage 3: Resultaten SEDISOIL-model (oppervlaktewater) — 97**

- Gebruiksscenario zwemmen — 97

### **Bijlage 4: Resultaten SEDISOIL-model (waterbodem) — 99**

Gebruiksscenario zwemmen en vissen (50% consumptie uit eigen vangst) — 99  
Gebruiksscenario zwemmen en vissen (100% consumptie uit eigen vangst) — 105  
Gebruiksscenario vissen (50% consumptie uit eigen vangst) — 111  
Gebruiksscenario vissen (100% consumptie uit eigen vangst) — 117  
Gebruiksscenario zwemmen — 123



## Samenvatting

Het project Plas van Heenvliet is een herinrichtingsproject in en rondom een voormalige zandwinput. Deze zandwinput is in een vroegere fase verondiept met baggerspecie en grond. De oevers aan de zuidoostkant van de plas zijn in de periode 2017-2018 opgehoogd met 200.000 ton thermisch gereinigde grond (TGG). In de toekomst worden de plas en de omgeving ingericht als recreatiegebied met aandacht voor de ecologische kwaliteit. Bij een tweetal andere casussen waar TGG is toegepast, gaf de kwaliteit van de TGG aanleiding tot nader onderzoek naar de risico's voor mens en ecologie. Dit leidde ook tot vragen over mogelijke effecten bij de Plas van Heenvliet.

Het RIVM heeft op verzoek van de DCMR milieudienst Rijnmond onderzocht of er sprake is van gezondheidsrisico's en risico's voor het milieu als gevolg van het gebruik van TGG bij de Plas van Heenvliet. Ook is er gekeken of verontreinigingen uit de TGG zich hebben verspreid naar het grond- en oppervlaktewater. Voor dit onderzoek is gebruikgemaakt van bestaande meetgegevens en zijn geen aanvullende metingen verricht.

### **Gezondheidsrisico's**

Na toepassing van de TGG in een grootschalige bodemtoepassing (GBT) dient conform wet- en regelgeving nog een zogenoemde leeflaag van grond (omgevingskwaliteit) te worden aangebracht. Bij een juiste toepassing van de leeflaag met een minimale dikte van 0,5 meter is het risico op direct contact met de TGG verwaarloosbaar. Uit voorzorg is er ook een risicobeoordeling uitgevoerd waarbij wordt aangenomen dat mensen wel in direct contact kunnen komen met de TGG. Uit de beoordeling blijkt dat er geen gezondheidsrisico's worden verwacht als gevolg van dit directe contact bij recreatie rond de plas.

Er is ook een risicobeoordeling uitgevoerd voor mensen die zwemmen en vissen in de Plas van Heenvliet. Hierbij is voornamelijk aan de normen voor oppervlaktewater getoetst, omdat bij de afleiding van deze normen onder andere rekening wordt gehouden met visconsumptie door de mens. Hieruit bleken zink, stikstof en ammonium boven de normwaarde te liggen. Deze normwaarde heeft een ecologische onderbouwing en gezondheidsrisico's voor de mens worden als verwaarloosbaar ingeschat.

Voor organische verontreinigingen in de waterbodem is aanvullend getoetst met een risicomodel voor zwemmen en visconsumptie. Er bestaan (inter)nationaal meerdere modellen die gebruikt worden om de gezondheidsrisico's van zwemmen in (oppervlakte)water te beoordelen. Er is echter geen voorgeschreven wet- en regelgeving voor de beoordeling van de chemische kwaliteit van zwemwater. Er bestaan wel kwaliteitseisen voor de bacteriologische kwaliteit (zoals blauwalg en E. Coli-bacteriën), maar dat valt buiten het kader van deze opdracht. Voor de risicobeoordeling is zoveel mogelijk gebruikgemaakt van bestaande modellen, aannames over de blootstellingsduur, de mate van ingestie van water en zwevend stof en de consumptie van vis. Uitgaande

van een Nederlands consumptiepatroon (16 gram vis per dag voor volwassenen en 3 gram vis per dag voor kinderen) blijkt dat bij de concentraties PCB's in waterbodem er mogelijk sprake is gezondheidsrisico's als gevolg van visconsumptie. Het is onduidelijk uit welke bron de PCB's afkomstig zijn, omdat de PCB's niet in de TGG zijn aangetroffen en daar in algemene zin ook niet mee geassocieerd worden. PCB's worden in Nederland vaker aangetroffen in waterbodems en het is niet bekend in welke mate de aanwezigheid van PCB's in de Plas van Heenvliet verschilt van die in vergelijkbare plassen. Om te bepalen of het risico reëel is, zou de concentratie van deze stoffen in ter plaatse gevangen vis moeten worden bepaald. Dit is overigens alleen relevant, indien er daadwerkelijk sprake is van visconsumptie uit de Plas van Heenvliet.

De aanwezige concentraties van perfluorverbindingen in TGG zijn vergeleken met de waarden in het 'Tijdelijk handelingskader voor PFAS' en de Indicatieve niveaus voor PFOS, PFOA en GenX. De concentraties PFAS in oppervlaktewater zijn vergeleken met door het RIVM afgeleide risicogrenswaarden voor zwemwater. Op basis hiervan worden geen gezondheidsrisico's verwacht als gevolg van contact met de TGG, het zwemwater of via visconsumptie voor PFOS, PFOA en GenX.

Samenvattend worden voor het gebruik van de Plas van Heenvliet als zwemwater geen gezondheidsrisico's verwacht als gevolg van verontreinigingen afkomstig uit de TGG.

### **Ecologische risico's**

Als gevolg van de aangetroffen concentraties van verontreinigingen in TGG en grondwater kunnen ecologische risico's optreden. In het oppervlaktewater kunnen ook ecologische risico's optreden, maar deze zijn niet te relateren aan de toepassing van TGG (zie ook paragraaf verspreidingsrisico's).

#### *TGG*

De aanwezige concentraties van koper, nikkel en zink in TGG kunnen ecologische effecten veroorzaken. Voor zink (5x op basis van de partijkeuringen) wordt vaker een overschrijding van de ecologische risicogrenswaarde<sup>1</sup> geconstateerd dan voor koper (1x op basis van de partijkeuringen) en voor nikkel (1x op basis van het verkennend bodemonderzoek). Niet alleen individuele stoffen zijn beoordeeld, er is ook gekeken naar het gezamenlijke effect van stoffen op de ecologie, de zogenoemde mengseltoxiciteit. Hiervoor geldt dat er geen sprake is van mengseltoxiciteit als gevolg van de aanwezige concentraties verontreinigingen in TGG. De ecologische risico's zijn daarmee beperkt tot enkele meetlocaties waar de risicogrenswaarde overschreden wordt.

#### *Grondwater*

In het grondwater onder de TGG kunnen er ecologische risico's optreden door acute toxiciteit van nikkel, zink, para-cresol en fenol. In het grondwater worden ook perfluorverbindingen (PFAS) aangetroffen. Voor PFAS in grondwater zijn geen Interventiewaarden beschikbaar. Alleen

<sup>1</sup> Risicogrenswaarden vormen de onderbouwing van de Interventiewaarde voor bodem maar hebben niet dezelfde wettelijke status. De Interventiewaarde is gebaseerd op de strengste risicogrenswaarde van hetzij ecologie danwel gezondheidsrisico's.

voor PFOS, PFOA en GenX zijn risicogrenswaarden in grondwater afgeleid. De risicogrenswaarden voor gezondheidsrisico's voor PFOA, GenX en PFOS zijn strenger dan de ecologische grenswaarden en beide worden niet overschreden.

#### *Oppervlaktewater*

Voor het oppervlaktewater zijn de gemeten concentraties vergeleken met de normen voor oppervlaktewater. Hieruit volgt dat zink ecologische risico's kan veroorzaken uitgaande van de maximaal gemeten concentraties.

De nutriënten stikstof en ammonium overschrijden respectievelijk de indicator voor een goede ecologische toestand, en het JG- en MAC-MKN. Zowel stikstof als ammonium spelen een rol bij verzuring en eutrofiëring van bodem en water. Daarnaast kan ammonium worden omgezet in ammoniak, wat voor organismen giftig is. In het algemeen geldt voor deze stoffen dat de risico's vooral gebaseerd zijn op het optreden van secundaire effecten. In de volgende paragraaf wordt nader ingegaan op het effect van de toepassing van TGG op de kwaliteit van het oppervlaktewater.

#### **Verspreidingsrisico's**

Ook is onderzocht of er verspreiding van de verontreinigingen uit de TGG naar de omgeving heeft plaatsgevonden. Er blijkt een relatie te zijn tussen de gehalten van molybdeen, chloride, bromide en sulfaat gemeten in de TGG en een verhoogde aanwezigheid van deze stoffen in het ondiepe grondwater. In referentiepunten is deze relatie niet zichtbaar. Hieruit kan geconcludeerd worden dat contaminanten uit de TGG zich verspreiden naar het grondwater. Op basis van de gemeten concentraties van een tweetal indicatorstoffen (chloride en sulfaat) in het oppervlaktewater is er nog geen aanleiding om beïnvloeding van het oppervlaktewater door TGG te vermoeden.

#### **Grote huisdieren**

Behalve mensen, kunnen ook grote huisdieren zoals honden in contact komen met verontreinigingen uit de TGG. Dit contact vindt plaats door het zwemmen in en drinken van oppervlaktewater. Net als bij mensen komen de honden niet direct in contact met de TGG, zolang de leeflaag op een juiste wijze is aangebracht en wordt onderhouden. Het is niet eenvoudig om een risicobeoordeling uit te voeren voor huisdieren, omdat risicogrenzen ontbreken. Daarom is op basis van een deskundigenoordeel afgewogen of er risico's worden verwacht voor honden. Hierbij is rekening gehouden met de grootte van de hond en de hoeveelheid water die een hond drinkt. Op basis hiervan worden er geen gezondheidsrisico's verwacht voor honden die zwemmen in en drinken uit de Plas van Heenvliet.

#### **Advies**

Bij de Plas van Heenvliet is sprake van uitspoeling van verontreinigingen als gevolg van de toepassing van TGG. Uitgaande van de gemeten concentraties in TGG en in het grondwater, is er geen sprake van gezondheidsrisico's voor mensen. Er is lokaal wel sprake van ecologische effecten op de meetlocaties waar de risicogrenswaarde overschreden wordt. Hoewel de uitspoeling van verontreinigingen naar bodem en

grondwater een ongewenste situatie is, is er nog geen sprake van 'onaanvaardbare risico's' vanwege het lokale karakter van de effecten. Het wordt dan ook afgeraden om de reeds aangebrachte TGG te verwijderen. Het eventueel (deels) afgraven van de locatie geeft risico's op verdere verspreiding van verontreinigingen.

Momenteel is er een lopende evaluatie van het normenkader voor de toepassing van TGG. Uit de evaluatie moet blijken of het huidige normenkader een duurzame toepassing van TGG voldoende waarborgt. Indien daartoe aanleiding is, wordt ook voorzien in een handelingsperspectief. De evaluatie wordt uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, en de resultaten van dit onderzoek worden in de loop van 2020 verwacht.

In de tussentijd kan door reguliere monitoring van de grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit een beter beeld worden verkregen van het stofgedrag. Hierbij wordt geadviseerd om in het begin maandelijks te monitoren. Naarmate inzicht wordt verkregen in het stofgedrag, kan deze monitoring met grotere intervallen worden uitgevoerd. Door de monitoring kunnen, indien daartoe aanleiding is, tijdig aanvullende maatregelen getroffen worden om eventuele risico's voor mensen en ecologie te voorkomen en verspreiding buiten de locatie tegen te gaan.

Tot slot wordt geadviseerd om de reeds aangebrachte TGG voor zover nog niet gedaan, van een (voorlopige) afdeklaag te voorzien en deze regelmatig op dikte te controleren en waar nodig te herstellen. Dit maakt de kans op tussentijdse blootstelling van mens en dier zo klein mogelijk en voorkomt verspreiding van de verontreinigingen door verwaaiing. Bij een definitieve afronding van de werkzaamheden dient de tijdelijke afdeklaag vervangen te worden door een definitieve leeflaag van ten minste 0,5 m. Ook deze moet regelmatig op dikte worden gecontroleerd en waar nodig hersteld. Aanvullend kan geïnventariseerd worden welke technische isolatiemaatregelen kunnen worden getroffen om uitspoeling te voorkomen (drainage of extra afdichting).



## 1 Inleiding en vraagstelling

### 1.1 Context en achtergrondinformatie

Het project 'Plas van Heenvliet' is een herinrichtingsproject in en rondom een voormalige zandwinput. Deze zandwinput is in het verleden verondiept met baggerspecie en grond. De oevers aan de zuidoostkant van de plas zijn in de periode 2017-2018 opgehoogd met 200.000 ton thermisch gereinigde grond (TGG). De plas wordt beheerd door de Combinatie Plas van Heenvliet (hierna Combinatie PvH), een samenwerkingsverband tussen de bedrijven Boskalis Nederland, Van Oord, Martens en Van Oord en BAM infra. Met de gemeente Brielle is de Combinatie PvH overeengekomen dat de plas wordt ingericht als recreatiegebied met aandacht voor de ecologische kwaliteit.

Nadat in een tweetal andere casussen twijfels waren ontstaan over de kwaliteit van de TGG, zijn ook bij deze plas vragen gesteld over de kwaliteit van de TGG, en de mogelijke risico's en effecten voor de gezondheid van recreanten en de ecologische kwaliteit van het gebied.

### 1.2 Vraagstelling

In overleg met de DCMR milieudienst Rijnmond (hierna DCMR) is verkend welke vraagstelling voor de Plas van Heenvliet relevant is gezien het beoogde gebruik als recreatieplas. Hieruit kwamen de volgende vragen naar voren:

- Wat zijn de gezondheidsrisico's als gevolg van toepassing van de TGG voor de beoogde recreatiefunctie (incl. zwemmen en vissen) bij de Plas van Heenvliet?
- Wat zijn de ecologische risico's in de plas als gevolg van toepassing van de TGG?
- Wat zijn de risico's voor verspreiding van verontreinigingen via grondwater naar de omgeving en het oppervlaktewater? En geeft dit eventuele gezondheidsrisico's?
- Wat zijn de risico's voor (huis)dieren die bij de plas verblijven of ermee in contact komen?
- Kan de TGG blijven liggen en welke maatregelen kunnen er genomen worden om eventuele risico's voor bodem, grondwater en oppervlaktewater te beperken?

### 1.3 Aandachtspunten

#### 1.3.1 Uitzonderingen

In deze rapportage wordt niet beoordeeld of de toegepaste TGG voldoet aan het wettelijke kader. Voor de volledigheid is de van toepassing zijnde wet- en regelgeving wel beschreven in de rapportage, voornamelijk met het doel om de risicobeoordeling te kunnen onderbouwen en te verhelderen.

Bij de beantwoording van de vraagstelling is gebruikgemaakt van bestaande informatie zoals aangeleverd door de DCMR. Er zijn geen aanvullende metingen uitgevoerd.

In deze rapportage is alleen de chemische waterkwaliteit van de Plas van Heenvliet beoordeeld. Er is geen beoordeling uitgevoerd voor

bacteriologische kwaliteit van het oppervlaktewater (zoals blauwalg en E. Coli-bacteriën).

### 1.3.2 *Perfluorverbindingen*

Een stofgroep die momenteel veel aandacht krijgt, zijn de Perfluorverbindingen, ook wel PFAS genoemd. Van deze stoffen is gebleken dat ze diffuus aanwezig zijn in het milieu, maar er is nog onvoldoende informatie en wetenschappelijke kennis beschikbaar over het gedrag in het Nederlandse bodem-watersysteem. Ook ontbreken nog data over de opname door biota (gewassen en bioaccumulatie). Een complicerende factor is dat deze stoffen mobiel zijn. Door het beschikbaar komen van nieuwe informatie worden adviezen over en risicogrenzen regelmatig herzien. Voor perfluorverbindingen zijn dan ook maar deels (tijdelijke) normen en/of risicogrenzen beschikbaar. Veelal beperken deze zich tot de stoffen PFOA, PFOS en GenX (FRD-903). Volgens Verbruggen en Smit (2019) is de bestaande methodiek voor het afleiden van indicatieve normen niet toepasbaar voor perfluorverbindingen. De stoffeïenschappen voor deze groep stoffen zijn complex en het gedrag in water en in organismen is niet voorspelbaar op basis van de bekende modellen. Daarom is het nog niet mogelijk om een goed onderbouwde kwantitatieve schatting van veilige concentraties in water en/of bodem te maken. Een nader onderzoek naar de eigenschappen van perfluorverbindingen wordt reeds vanuit andere projecten en binnen een landelijke kader uitgevoerd. Deze risicobeoordeling sluit zoveel mogelijk aan bij eerdere onderzoeken en uitgangspunten.

### 1.3.3 *Evaluatie normenkader TGG*

In het verleden is TGG op diverse plaatsen toegepast. Op een aantal locaties zijn bepaalde stoffen (o.a. organische stoffen zoals benzeen) in verhoogde concentraties aangetroffen in de TGG. Daarnaast is er sprake van verhoogde uitspoeling van enkele metalen en macroparameters zoals sulfaat, bromide, en chloride naar het grondwater. TGG heeft dan ook bijzondere eigenschappen en kan niet onder alle omstandigheden worden toegepast. Dit was voor het ministerie van Infrastructuur en Milieu aanleiding om het normenkader voor TGG door het RIVM te laten evalueren. Hieruit moet blijken of het huidige normenkader voldoende is om het duurzaam hergebruik van TGG te faciliteren. De resultaten van dit onderzoek worden in de loop van 2020 verwacht.

## 1.4 **Wat is thermisch gereinigde grond?**

Thermisch gereinigde grond ontstaat door verontreinigde grond en teerhoudend asfaltgranulaat (TAG) in een draaiende metalen trommel onder hoge temperatuur (circa 500 °C) te reinigen. Tijdens de thermische reiniging worden uitsluitend vluchtige organische verbindingen (zoals bijvoorbeeld minerale olie en BTEX) verwijderd door verbranding. Ook enkele anorganische verontreinigingen zoals cyaniden, kwik en kwikverbindingen kunnen door de thermische behandeling worden verwijderd. Behalve verontreinigingen worden ook alle organische stof en het bodemleven uit de bodem verbrand. Planten en nieuw bodemleven groeien daardoor niet of nauwelijks in of op de TGG. Door de verbrandingsresten van de organische verontreinigingen krijgt het materiaal een zwarte kleur.

Anorganische verbindingen (zoals metalen, met uitzondering van kwik en cyaniden) worden niet met thermische reiniging verwijderd, en zijn na de behandeling dus nog aanwezig. Thermisch gereinigde grond is geen schone grond, en daarom moet deze voldoen aan de eisen die worden gesteld in de Regeling bodemkwaliteit voor het hergebruik van grond.

In de praktijk wordt thermisch gereinigde grond verhandeld als alternatief voor ophoogzand en toegepast in (grond)werken, zoals geluidswallen en bij de aanleg van wegen. Bij de Plas van Heenvliet is de TGG toegepast als onderdeel van een (droge) oeververhoging.

## **1.5 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van relevante regelgeving voor de TGG met het doel om de uitgevoerde risicobeoordeling te verhelderen en te onderbouwen. Het gaat hierbij om regelgeving voor toepassing van de TGG, risicobeoordeling en uitloging van stoffen uit de TGG en in oppervlaktewater. In hoofdstuk 3 is de beschikbare dataset beschreven en aan beschikbare normen en risicogrenzen getoetst. Hoofdstuk 4 beschrijft de mogelijke gezondheidsrisico's bij gebruik van de Plas van Heenvliet als recreatiegebied. In hoofdstuk 5 worden de mogelijke ecologische risico's voor bodem, grondwater en oppervlaktewater onderzocht. In hoofdstuk 6 wordt de mogelijke uitloging van stoffen uit de TGG naar grondwater en oppervlaktewater onderzocht. Tot slot worden in hoofdstuk 7 de resultaten per onderzoeksvraag samengevat en worden er enkele aanbevelingen gedaan.



## 2 Wet- en regelgeving voor TGG

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van relevante wet- en regelgeving voor de TGG. Deze zijn eerder beschreven in Brand et al. 2018. Delen uit die rapportage zijn hier overgenomen en waar nodig aangevuld voor de lokale situatie. In dit hoofdstuk wordt onderscheid gemaakt tussen wettelijk verplichte regelgeving voor de toepassing, risicobeoordeling en uitloging van stoffen uit de TGG, en aanvullende regelgeving voor een nadere duiding van mogelijke risico's. Bij de beschrijving van de wet- en regelgeving wordt alleen gekeken naar de toepassing van TGG op het land. Uit de aangeleverde stukken blijkt dat TGG niet is toegepast in de plas zelf.

In de Nota van Toelichting op het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) (Staatsblad, 2007) staat het over gereinigde grond: "*Gereinigde grond betreft grond die wordt ontdaan van zijn verontreinigingen en is na die behandeling uiteraard gewoon nog grond*". Uitgaande van deze toelichting, wordt TGG in het vervolg van dit hoofdstuk beoordeeld conform het bodemkwaliteitskader.

### 2.1 Zorgplicht bodem en grondwater

Voor de toepassing van grond, baggerspecie en bouwstoffen is in het Besluit Bodemkwaliteit (Bbk) in artikel 7 een zorgplicht neergelegd. De zorgplicht bestaat erin dat verontreiniging of aantasting van oppervlaktewater door het toepassen van bouwstoffen, grond en baggerspecie in beginsel moet worden voorkomen. Als er toch een verontreiniging of aantasting optreedt, moeten de effecten zoveel mogelijk worden beperkt voor zover dit redelijkerwijs kan worden gevraagd.

Ook voor nieuwe verontreinigingen (veroorzaakt na 1987) is in artikel 13 van de Wet bodembescherming (Wbb) een zorgplicht opgenomen. De zorgplicht houdt in dat verontreiniging of aantasting van de bodem in beginsel moet worden voorkomen. Als de bodem toch verontreinigd raakt door een calamiteit of onzorgvuldig gebruik, moeten de gevolgen worden beperkt en de verontreiniging zoveel mogelijk ongedaan worden gemaakt.

De zorgplicht is dus tweeledig:

1. Men dient alle maatregelen te nemen om verontreiniging van de bodem te voorkomen.
2. Indien er toch sprake is van een verontreiniging, dient men zorg te dragen voor herstel (de herstelplicht).

Het gebruik van thermisch gereinigde grond bij de Plas van Heenvliet is een nieuwe situatie met mogelijke uitspoeling van verontreinigingen naar grond- en oppervlaktewater. De zorgplicht (zowel artikel 7 van het Bbk als artikel 13 van de Wbb) is daarom van toepassing.

Aan de zorgplicht kan als volgt invulling worden gegeven:

1. Inzicht geven in de verontreinigingssituatie, bron en emissie.
2. De risico's voor mens en milieu en ten gevolge van verspreiding in het grondwater in kaart brengen.
3. Indien nodig: aanpak voor herstel maken.

In deze rapportage wordt invulling gegeven aan de punten 1 en 2.

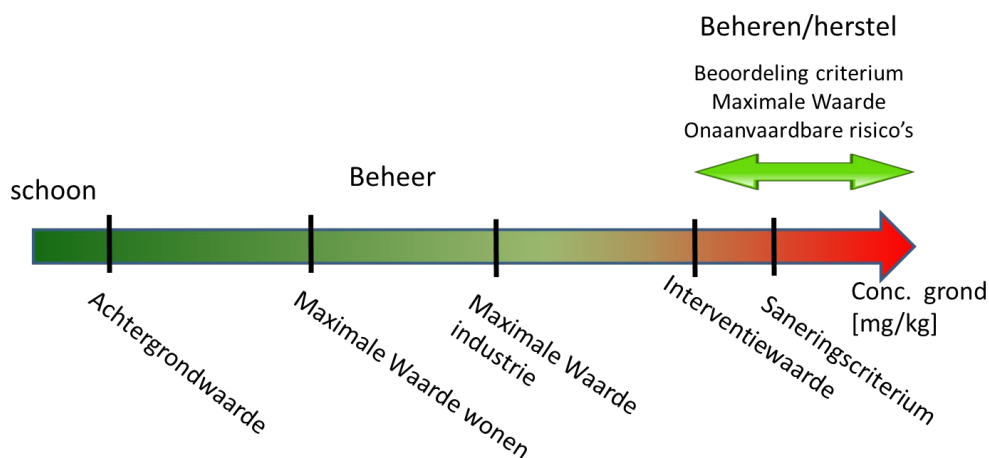
## 2.2 Hergebruik van grond: Besluit Bodemkwaliteit

Het doel van het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) (2019) en de bijbehorende Regeling bodemkwaliteit (Rbk) (2018) is duurzaam bodembeheer. Er wordt gestreefd naar een balans tussen bescherming van de bodemkwaliteit voor mens en milieu enerzijds en gebruik van de bodem voor maatschappelijke ontwikkelingen zoals woningbouw of aanleg van wegen anderzijds. Het besluit bevat regels voor kwaliteitsborging van de werkzaamheden (Kwalibo), en het omgaan met bouwstoffen, grond en baggerspecie.

### 2.2.1 Maximale Waarden

Het generieke toetsingskader in het Besluit bodemkwaliteit omvat de zogenoemde Maximale Waarden voor twee bodemfunctieklassen, namelijk Wonen en Industrie.

Deze twee waarden liggen tussen de Achtergrondwaarde (de grens voor vrij grond- en baggerverzet) en de Interventiewaarden bodem (om de saneringsurgentie te bepalen, zie ook paragraaf 2.3). De Maximale Waarden hebben tot doel om een duurzaam geschikte toestand van de bodem te waarborgen, gegeven het gebruik. Dit betekent dat de bodem, indien deze aan de normen voldoet, blijvend geschikt wordt geacht voor de uitgeoefende bodemfunctie. In figuur 2.1 wordt de relatie tussen de verschillende bodemnormen voor hergebruik van grond en de saneringsurgentie weergegeven.



Figuur 2.1: Schematisch overzicht van de normen voor hergebruik van grond en spoedbepaling.

### 2.2.2 *Hergebruik van grond*

In het Bbk wordt in hoofdstuk 4 (Grond en baggerspecie) de toetsing besproken voor *"de toepassing van grond of baggerspecie in bouw- en wegconstructies, waaronder mede worden begrepen wegen, spoorwegen en geluidswallen"*(artikel. 35b). Daarnaast gaat artikel 35 d over *"de toepassing van grond of baggerspecie in ophogingen in waterbouwkundige constructies"*.

Toepassing van de TGG bij de Plas van Heenvliet valt binnen dit kader. Het bevoegde gezag kan gebiedsspecifieke eisen stellen voor het aanbrengen van grond. Onder voorwaarden kunnen lokale Maximale Waarden boven de Maximale Waarden voor de bodemfunctieklasse industrie worden vastgesteld (artikel. 44.2).

In het geval van de Plas van Heenvliet is er geen lokaal toetsingskader geformuleerd. Daarom is het generieke toetsingskader van toepassing bij het gebruik van TGG, zijnde de maximale waarden zoals omschreven in de Rbk. In afstemming met de gemeente Brielle zijn wel acceptatievoorwaarden gesteld voor het aannemen van partijen grond met daarin PFAS-verbindingen; deze worden verder beschreven in paragraaf 2.4.

#### *Grootschalige toepassingen*

Binnen het hergebruik van grond vormen grootschalige toepassingen (GBT) een aparte categorie waarvoor een apart beleid geldt. Er is sprake van een GBT indien grond wordt aangebracht in een laagdikte van minimaal 2 m en een minimale omvang van 5000 m<sup>3</sup>. Tevens dient een leeflaag van 0,5 m dikte aangebracht te worden om de toepassing af te dekken. De kwaliteit van de leeflaag moet aansluiten bij de milieuhygiënische kwaliteit van de omgeving en de beoogde gebruiksfunctie.

Bij de Plas van Heenvliet is de toepassing van TGG onderdeel van een grootschalige toepassing. Voor grootschalige toepassingen geldt dat de kwaliteit van de grond voldoet aan:

*"de bij regeling van Onze Ministers vast te stellen maximale emissiewaarden;*

...

*bij toepassing op of in de bodem de Maximale Waarden voor de bodemfunctieklasse industrie, bedoeld in artikel 55, tweede lid;*

...

*op de desbetreffende grond of baggerspecie een leeflaag of een laag bouwstoffen wordt aangebracht;*

...

*De leeflaag, bedoeld in het eerste lid, onder b, heeft een minimale dikte van een halve meter. Bij regeling van Onze Ministers kunnen op grond van milieuhygiënische overwegingen nadere regels worden gesteld met betrekking tot de dikte van de leeflaag of de laag bouwstoffen" (artikel 63 Bbk).*

Een partij grond die wordt toegepast in een grootschalige bodemtoepassing, mag de Maximale Waarden voor de klasse industrie niet overschrijden. Verder gelden aparte normen voor de kwaliteit van

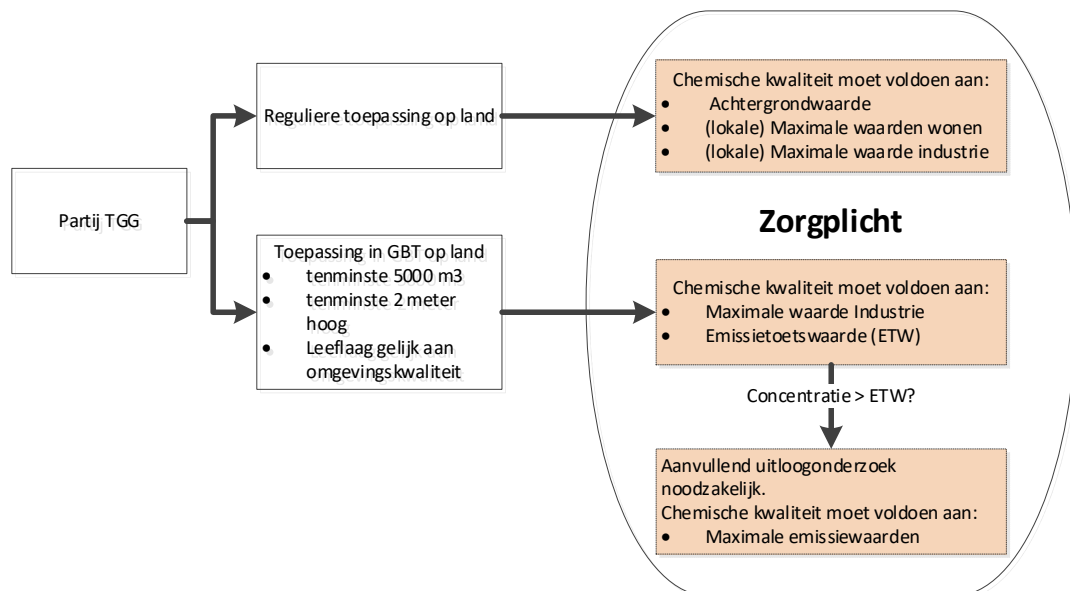
de leeflaag en voor de kwaliteit van bermen en taluds. Voor grootschalige toepassingen geldt geen toetsing aan de kwaliteit van de ontvangende bodem, zoals bij algemene grondverplaatsing wel het geval is. In plaats daarvan gelden normwaarden om te voorkomen dat ontoelaatbare uitspoeling van verontreinigingen naar de bodem en het grondwater plaatsvindt.

De normwaarden bestaan uit:

- Emissietoetswaarden voor grootschalige toepassingen;
- Maximale Emissiewaarden voor grootschalige toepassingen.

Toetsing aan de Emissietoetswaarden is een eenvoudige beoordeling op basis van de rekenkundige gemiddelden van de concentraties van de gemeten stoffen in de toe te passen grond. Deze Emissietoetswaarden komen overeen met de t-waarden uit het voormalige Bouwstoffenbesluit. Als de kwaliteit van de toe te passen grond voldoet aan de Emissietoetswaarden, wordt er conform het Besluit bodemkwaliteit geen onderzoek naar de emissie van verontreinigingen nodig geacht. Als de bodemkwaliteit niet voldoet aan de Emissietoetswaarden, dan moet een (langduriger en duurder) uitloogonderzoek worden uitgevoerd en zijn de Maximale Emissiewaarden van toepassing. Vanuit de opgedane praktijkervaringen met het voormalige Bouwstoffenbesluit wordt ervan uitgegaan dat dit in de meeste gevallen niet nodig is.

Figuur 2.2 geeft een schematisch overzicht van het normenkader voor de toepassing van TGG in of op de bodem.



Figuur 2.2: Schematisch overzicht van het normenkader voor de toepassing van TGG in of op de bodem.

### 2.2.3

#### Bouwstoffen

Omdat de TGG wordt beoordeeld als grond, hoeft deze niet te voldoen aan de Maximale Samenstellingswaarden (organische verontreinigingen) en Emissiewaarden (anorganische verontreinigingen en



macroparameters), zoals geformuleerd in Bijlage A van de Rbk voor bouwstoffen. Toch worden in deze rapportage de Maximale Emissiewaarden van de macroparameters (sulfaat, chloride, bromide en fluoride) gebruikt om duiding te geven aan de uitlogingsrisico's van deze stoffen naar bodem en grondwater. Hiervoor is gekozen, omdat er voor bodem geen Maximale Emissiewaarden voor deze macroparameters zijn vastgesteld.

Er worden drie categorieën bouwstoffen onderscheiden:

1. open toepassing van niet-vormgegeven bouwstoffen;
2. open toepassing van vormgegeven bouwstoffen;
3. geïsoleerde toepassing van niet-vormgegeven bouwstoffen (IBC<sup>2</sup>-bouwstoffen).

De Maximale Emissiewaarden verschillen tussen de verschillende categorieën van bouwstoffen.

Uitvoeringsaspecten zoals de hoogte van een werk, het al dan niet toepassen van isolatie, de aard van het bouw materiaal (vormgegeven of niet-vormgegeven), toepassing op/in de bodem of in het oppervlaktewater komen tot uitdrukking in de diverse scenario's waarmee kritische emissiewaarden zijn berekend (Verschoor et al., 2006). Uit de verschillende varianten heeft het toenmalige ministerie van VROM een voorkeursvariant gekozen voor de afleiding van de Maximale Emissiewaarden. Deze variant gaat uit van niet-vormgegeven bouwstoffen met een open toepassing en een toepassingshoogte van 0,5 m, uitgaande van de risicobenadering in bodem en grondwater. In de voorkeursvariant is de keuze gemaakt voor een middeling van concentraties in bodem en grondwater over de bovenste meter en een tijdraam van honderd jaar.

### **2.3 Bepaling saneringsurgentie grond: Circulaire bodemsanering 2013**

De Circulaire bodemsanering 2013 geldt alleen voor oude verontreinigingen van voor 1987. Alle verontreinigingen die na 1987 zijn ontstaan, vallen in principe onder de zorgplicht. Dit geldt ook voor de toepassing van TGG bij de Plas van Heenvliet. Daarmee is de Circulaire bodemsanering geen wettelijk kader voor de toepassing van TGG.

In de Circulaire bodemsanering staat de uitwerking van het saneringscriterium waarmee wordt vastgesteld of een spoedige sanering noodzakelijk is. De Circulaire bodemsanering geeft daarmee invulling aan de risicobeoordeling en de saneringsdoelstelling. Vanwege deze risico-onderbouwing kan het instrumentarium uit de Circulaire bodemsanering wel worden gebruikt om inzicht te krijgen in de verontreinigingssituatie bij de Plas van Heenvliet en mogelijke risico's voor mens en milieu. Voor de beoordeling van de Plas van Heenvliet worden de Interventiewaarden bodem dan ook gebruikt om een inschatting te maken van de mogelijke risico's. Omdat de Circulaire bodemsanering geen wettelijk kader is voor de Plas van Heenvliet en de toepassing van TGG in het algemeen, betekent een overschrijding van

<sup>2</sup> IBC-bouwstoffen zijn niet-vormgegeven bouwstoffen die alleen mogen worden toegepast met isolatie-, beheers- en controle- (IBC) maatregelen, omdat het toepassen zonder deze maatregelen anders leidt tot teveel emissies naar het milieu.

de Interventiewaarde dan ook niet automatisch dat de toepassing van TGG strijdig is met wet- en regelgeving.

### 2.3.1 *Streefwaarden grondwater*

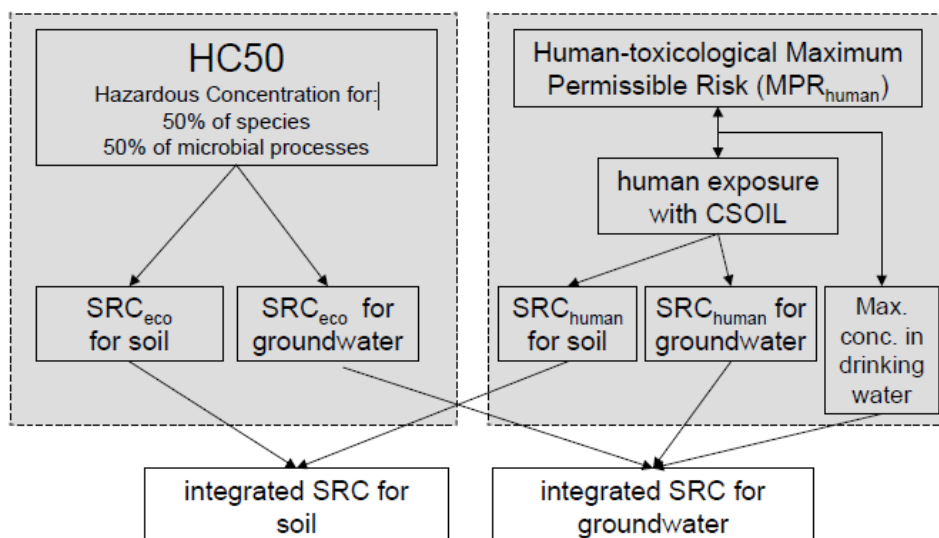
De streefwaarden markeren de grens tussen schoon (niet beïnvloed door menselijke activiteiten) en verontreinigd grondwater. De streefwaarden zijn een ijkpunt voor de milieukwaliteit op de lange termijn. Indien de streefwaarde wordt overschreden, vloeien daarvoor het bevoegde gezag geen directe verplichtingen uit voort. In de jaren negentig van de vorige eeuw fungeerde de streefwaarde als saneringsdoelstelling. Omdat een dergelijke doelstelling vaak financieel en technisch onhaalbaar bleek, is deze saneringsdoelstelling gaandeweg verlaten.

### 2.3.2 *Interventiewaarden grond*

De Interventiewaarden voor grond en grondwater markeren de grens waarboven sprake is van een ernstige bodemverontreiniging. De Interventiewaarden voor grond zijn gebaseerd op onaanvaardbare risico's voor de mens of het ecosysteem en worden als volgt bepaald:

1. Voor de mens wordt de bodemconcentratie bepaald die bij het bodemgebruik 'wonen met tuin' leidt tot blootstelling ter hoogte van het  $MTR_{\text{humanaan}}$  (Maximaal Toelaatbaar Risico). De situatie 'wonen met tuin' is een relatief gevoelige wijze van bodemgebruik, waarbij alle blootstellingsroutes (zoals consumptie van groente, directe inhalatie van gassen en huidcontact) van toepassing zijn.
2. Voor het ecosysteem wordt de bodemconcentratie bepaald die leidt tot een fractie van 50% potentieel aangetaste soorten of bodemprocessen ( $HC50_{\text{eco}}$ ).

De laagste van de twee afgeleide bodemconcentraties is de Interventiewaarde grond (NOBO, 2008). In figuur 2.3 is dit proces schematisch weergegeven.



Figuur 2.3: Schematisch overzicht van de procedure voor de afleiding van risicogrenswaarden voor de bepaling van interventiewaarden voor grond en grondwater (Lijzen et al. 2001).

De Wet bodembescherming schrijft voor, dat het bevoegd gezag een beschikking afgeeft over de ernst van de verontreiniging (artikel 29 Wet bodembescherming), bij overschrijding van de gemiddeld gemeten concentratie in minimaal 25 m<sup>3</sup> grond en/of 100 m<sup>3</sup> porieverzadigd ondergrondvolume bij een grondwaterverontreiniging. Hierna volgt een 'Nader Onderzoek' en een beoordeling van de spoedeisendheid van sanering (artikel 37 Wet bodembescherming, spoed of geen spoed).

In Lijzen et al.(2001) en Brand et al. (2012) zijn voor een aantal stoffen de risicogrenzen die ten grondslag liggen aan de Interventiewaarde bodem herzien. Dit geldt voor zowel de risicogrenzen voor gezondheidseffecten als ecologie. Niet alle voorstellen zijn geformaliseerd in wet- en regelgeving. Omdat de herziene grenswaarden gebaseerd zijn op de laatste stand van kennis, wordt in deze risicobeoordeling voor die stoffen waarvan de voorgestelde risicogrenzen niet zijn overgenomen in wet- en regelgeving, een aanvullende toets uitgevoerd op de nieuwe voorstellen. Voor sommige stoffen zijn de voorstellen lager (en daardoor strenger) dan de geldende Interventiewaarden.

### 2.3.3 *Interventiewaarden grondwater*

De vigerende Interventiewaarden voor grondwater dateren nog uit de jaren negentig en missen ten dele een directe onderbouwing op basis van een risicobenadering. De getalswaarden van de Interventiewaarden (Circulaire bodemsanering, 2013) voor grondwater zijn afgeleid volgens uitgangspunten die op essentiële punten afwijken van de uitgangspunten die zijn toegepast voor de Interventiewaarde grond. Net als voor bodem zijn ook voor grondwater in 2001 en 2012 zijn voorstellen gedaan voor herziening van de Interventiewaarden grondwater (Lijzen et al. 2001; Brand et al. 2012). Hiermee sluiten de voorstellen voor Interventiewaarde beter aan bij de uitgangspunten en methodiek van de normen voor grond. Deze voorstellen zijn niet in wet- en regelgeving geformaliseerd. Voor sommige stoffen zijn de voorstellen lager (en daardoor strenger) dan de geldende Interventiewaarden. De herziene waarden worden in deze rapportage aanvullend gebruikt, omdat ze een betere indicatie van het te verwachten risico geven.

## 2.4 **Tijdelijk Handelingskader voor hergebruik van PFAS houdende grond en baggerspecie**

Op dit moment zijn er voor drie PFAS (PFOS, PFOA en GenX) voorlopige risicowaarden afgeleid voor het 'Tijdelijk handelingskader PFAS'. Het gaat om voorlopige risicogrenswaarden, omdat voor PFAS er nog onvoldoende informatie en wetenschappelijke kennis is over de toxiciteit en het gedrag in het Nederlandse bodem-watersysteem. Ook ontbreken data met betrekking tot de opname door biota (gewassen en bioaccumulatie); deze zijn kwalitatief onvoldoende of hebben geen landelijke dekking. Een complicerende factor is dat deze stoffen mobiel zijn.

Door het beschikbaar komen van nieuwe informatie worden de risicogrenzen regelmatig herzien. De rapportages van Wintersen et al. (2016) voor PFOS en Lijzen et al. (2018) voor PFOA zijn deels achterhaald door nieuwe ontwikkelingen. In het tijdelijk handelingskader

(Wintersen & Otte, 2019) worden de meest recente risicogrenswaarden voor hergebruik van grond voor de scenario's landbouw/natuur, wonen met moestuin, wonen en industrie weergegeven. De normwaarden voor het hergebruik van grond en bagger zijn 3, 7 en 3 µg/kg voor respectievelijk PFOS, PFOA en GenX. Deze waarden zijn gebaseerd op de risico's van doorvergiftiging in de terrestrische voedselketen (zie tabel 2.1). De humane risicogrenswaarden liggen hierboven.

Onlangs zijn door het RIVM ook tijdelijke Indicatieve Niveaus voor PFOS, PFOA en GenX in grond en grondwater vastgesteld (Wintersen & Otte, 2020). INEV's kennen in analogie met de Interventiewaarde een risico gebaseerde onderbouwing voor gezondheidseffecten of effecten op ecologie. In de Circulaire bodemsanering (Circulaire bodemsanering, 2013) is het volgende opgenomen ten aanzien van de INEV's:

*"De indicatieve niveaus hebben een grotere mate van onzekerheid dan de interventiewaarden. De status van de indicatieve niveaus is daarom niet gelijk aan de status van de interventiewaarde. Over- of onderschrijding van de indicatieve niveaus heeft derhalve niet direct consequenties voor wat betreft het nemen van een beslissing over de ernst van de verontreiniging door het bevoegd gezag. Het bevoegd gezag dient daarom naast de indicatieve niveaus ook andere overwegingen te betrekken bij de beslissing of er sprake is van ernstige verontreiniging. In de Circulaire bodemsanering (2013) worden daarvoor de overwegingen gegeven."*

In deze risicobeoordeling worden de normwaarden uit het tijdelijke handelingskader en INEV's gebruikt om de risico's als gevolg van de aanwezigheid van PFAS te beoordelen.

In afstemming met de gemeente Brielle heeft de Combinatie PvH aanvullende acceptatievoorwaarden voor PFAS- houdende grond vastgesteld. De grond mag bij toepassing maximaal 2,5 µg/kg PFOA, 2,5 µg/kg PFOS en 1 µg/kg GenX bevatten (DCMR, 2019).

Tabel 2.1. Risicogrenzen bodem en grondwater voor de mens en ecologie bij de bodemfuncties natuur, wonen met moestuin, wonen en industrie. De beleidsmatig gekozen normen uit het Tijdelijk Handelingskader zijn **vet** weergegeven en de INEV's zijn onderstreept (Wintersen & Otte, 2019; Wintersen & Otte, 2020).

Receptor	Natuur	Wonen met moestuin	Wonen	Industrie
Bodem: Humaan (µg/kg ds)	PFOS: 19.000 PFOA: 37.000 GenX: 25.000	PFOS: 92 PF OA: 86 GenX: 8	<u>PFOS: 110</u> <u>PFOA: 1.100</u> <u>GenX: 97</u>	PFOS: 18.800 PFOA: 36.500 GenX: 25.000
Bodem: Ecologie doorvergiftiging (µg/kg ds)	<b>PFOS: 3,0</b> <b>PFOA: 7,0</b> <b>GenX: 3,0</b>	PFOS: 18 PFOA: 89 GenX: 54	PFOS: 18 PFOA: 89 GenX: 54	PFOS: 110 PFOA: 1.100 GenX: 960
Grondwater incl. drinkwater µg/l			PFOS: <u>0,20</u> PFOA: <u>0,39</u> GenX: <u>0,66</u>	
Grondwater excl. drinkwater			PFOS: <u>56</u> PFOA: <u>170</u> GenX: <u>140</u>	

## 2.5 Oppervlaktewater: Besluit kwaliteitseisen en monitoring water

Wettelijke normen voor oppervlaktewater zijn te vinden in het Besluit Kwaliteitseisen en monitoring water (BKMW, 2009) en de Ministeriële Regeling monitoring Kaderrichtlijn water (MR, 2015). De Europese Kaderrichtlijn water (2000/60/EG) (KRW) kent twee typen normen, voor langdurige (chronische) blootstelling en voor kortdurende concentratiepieken. In het BKMW zijn die aangeduid als Jaargemiddelde Milieukwaliteitseisen (JG-MKE) en MAC-MKE. In de MR heten ze 'jaargemiddelde waarde van de concentratie' en 'Maximaal aanvaardbare waarde van de concentratie'. Naast de wettelijke normen in de KRW-regelgeving, zijn er ook beleidsmatig vastgestelde normen; deze worden aangeduid als JG-MKN en MAC-MKN. Het verschil in naamgeving heeft te maken met de juridische verankering van de getallen, de inhoudelijke betekenis is gelijk. Gemakshalve gebruiken we in deze risicobeoordeling de generieke termen JG- en MAC-MKN voor beide. Voor sommige stoffen geldt nog een MTR voor oppervlaktewater van vóór de invoering van de KRW. Alle beschikbare waterkwaliteitsnormen staan op de website Risico's van Stoffen<sup>3</sup>.

Bij de afleiding van de JG-MKN wordt rekening gehouden met de risico's als gevolg van:

- directe toxiciteit op ecologie;
- doorvergiftiging in de aquatische voedselketen;
- de risico's voor mensen als gevolg van de consumptie van vis.

Het strengste criterium is bepalend voor de norm. Als een JG-MKN een ecologische onderbouwing kent, is visconsumptie door de mens automatisch afgedekt en vice versa.

<sup>3</sup> <https://rvs.rivm.nl/normen/milieu/milieukwaliteitsnormen>

De MAC-MKN is gebaseerd op kortdurende ecotoxiciteitstoetsen. Het MTR is vrijwel altijd gebaseerd op directe ecotoxiciteit en houdt geen rekening met humane visconsumptie. Er gelden aparte normen voor oppervlaktewater dat wordt gebruikt ter bereiding van drinkwater. Deze worden in de risicobeoordeling achterwege gelaten, omdat het oppervlaktewater uit de Plas van Heenvliet niet gebruikt wordt voor drinkwaterbereiding.

Het watersysteem in zijn geheel wordt beoordeeld conform de KRW. Omdat de KRW geen aparte normen kent voor stoffen in waterbodems, is er een Handreiking beoordeelen waterbodems (Hin et al. 2010). De handreiking geeft aan hoe de bijdrage van de waterbodems aan de waterkwaliteit en ecologie kan worden berekend. Hiermee kan worden bepaald in welke mate de waterbodems de realisering van kwaliteitsdoelen van een watersysteem in de weg staat. De handreiking geeft echter geen kwaliteitseisen voor de waterbodems. Om mogelijke risico's als gevolg van de kwaliteit van de waterbodems te verkennen wordt een locatiespecifieke risicomodellering en toetsing aan het MTR<sub>humanaan</sub> gedaan.

## **2.6 Zwem- en viswater**

### *2.6.1 Richtlijn zwemwater*

In de Europese zwemwaterrichtlijn (2006/7/EG) zijn normen voor oppervlaktewater opgenomen. Deze normen gelden alleen voor locaties die als zwemwater zijn aangewezen en omvatten enkel bacteriologische kwaliteitseisen (zoals blauwalg en E. Coli-bacteriën). Normen voor de chemische kwaliteit ontbreken. In het Nederlandse Wet Hygiëne en veiligheid badinrichtingen en zwemgelegenheden (WHVBZ, 2012) zijn eveneens normen opgenomen voor het oppervlaktewater. Ook hier zijn geen eisen gesteld aan de chemische kwaliteit van het zwemwater. In deze rapportage wordt alleen de chemische kwaliteit van de Plas van Heenvliet beoordeeld. De bacteriologische kwaliteit is niet onderzocht.

### *2.6.2 Perfluorverbindingen*

Specifiek voor PFOS, PFOA en GenX heeft het RIVM in Muller en Smit (2020) berekend wat de concentratie van de stoffen in water mag zijn als mensen hier regelmatig zwemmen. Uitgangspunt van de berekeningen is de hoeveelheid PFOA, PFOS of GenX die een mens dagelijks mag binnenkrijgen zonder dat dit gevolgen heeft voor de gezondheid. Deze gezondheidskundige risicogrenswaarden zijn gecombineerd met aannames over de blootstelling van mensen als gevolg van zwemmen in oppervlaktewater. Voor gebruik van het water om te vissen, kunnen de bestaande waterkwaliteitsnormen voor PFOA, PFOS en GenX worden gebruikt. De blootstelling van mensen via het eten van wild gevangen vis is namelijk een onderdeel van de normstelling voor waterkwaliteit volgens de methodiek van de KRW.

## **2.7 Risicobeoordeling samengevat**

Samengevat wordt voor de risicobeoordeling van de Plas van Heenvliet de volgende normstelling gebruikt om inzicht te krijgen in de risico's voor mens en milieu.

De concentraties in bodem- en/of TGG worden getoetst aan:

1. Interventiewaarde bodem;
2.  $MTR_{\text{humaan}}$  middels locatiespecifieke risicomodellering voor de functie recreatie.

Indien geen overschrijding Interventiewaarde:

3. voorstellen voor herziene risicogrenswaarden voor gezondheidseffecten ( $MTR_{\text{humaan}}$ ) en ecologie ( $HC50_{\text{eco}}$ ) uit Lijzen et al. (2001) en Band et al. (2012);
4. normwaarden Tijdelijk handelingskader PFAS en INEV's PFOS, PFOA en GenX.

De concentraties in grondwater worden getoetst aan:

1. Interventiewaarde grondwater;

Indien geen overschrijding Interventiewaarde:

2. voorstellen voor herziene risicogrenswaarden voor gezondheidseffecten ( $MTR_{\text{humaan}}$ ) en ecologie ( $HC50_{\text{eco}}$ ) uit Lijzen et al. (2001) en Band et al. (2012).

De concentraties in TGG ten behoeve van verspreiding in grondwater worden getoetst aan:

1. Emissietoetswaarden;
2. Maximale emissiewaarden bodem;
3. Maximale emissiewaarden niet-vormgegeven bouwstoffen (alleen chloride, sulfaat, bromide en fluoride).

De concentraties in oppervlaktewater en waterbodem worden getoetst aan:

1. JG-MKN en MAC-MKN voor ecologische risico's en gezondheidsrisico's als gevolg van zwemmen en visconsumptie (alleen concentraties in oppervlaktewater);

Indien geen JG-MKN of MAC-MKN beschikbaar:

2. overige risicogrenzen zoals MTR of waarde voor goede ecologische toestand;
3. risicogrenzen PFOS, PFOA en GenX voor zwemwater uit Muller en Smit (2020) (alleen concentraties in oppervlaktewater);
4. locatiespecifieke risicomodellering en toetsing aan  $MTR_{\text{humaan}}$  (alleen organische verontreinigingen in waterbodem).

Hoewel gebruik wordt gemaakt van verschillende wettelijke normen, heeft deze risicobeoordeling niet tot doel om een toets op wet- en regelgeving uit te voeren. Een overschrijding van de normwaarde in deze risicobeoordeling wil dan ook niet automatisch zeggen dat er strijdig is gehandeld met wet- en regelgeving voor de toepassing van TGG.





### 3 Data-analyse

In dit hoofdstuk wordt een globaal overzicht gegeven van de beschikbare data. Voor gedetailleerde informatie zoals de locatie van de meetpunten en concentraties per meetpunt, wordt verwezen naar de individuele onderzoeksrapportages. In dit hoofdstuk wordt ook een eerste toets gedaan aan de normen, zoals beschreven in paragraaf 2.7, voor respectievelijk TGG, grondwater en oppervlaktewater. Een nadere uitwerking van de te verwachten risico's als gevolg van deze toets volgt in de hoofdstukken 4 t/m 6.

#### 3.1 Beschikbare onderzoeken

Er zijn diverse onderzoeken gedaan naar de bodem- en de grondwaterkwaliteit in en onder de TGG bij de Plas van Heenvliet. Deze onderzoeken zijn grotendeels uitgevoerd door adviesbureau Tritium advies in opdracht van de Combinatie PvH. Er zijn ook rapportages van de adviesbureau's Sweco (eveneens in opdracht van de Combinatie PvH) en Arnicon B.V. Het onderzoek door Arnicon B.V. is uitgevoerd in opdracht van de DCMR en omvat twee referentiepeilbuizen buiten het gebied waar TGG is toegepast.

Voor de huidige risicobeoordeling zijn de meetgegevens gebruikt zoals beschreven in de volgende rapportages die zijn aangeleverd door de DCMR:

- Tritium advies (2017). Tussentijdse resultaten partijkeuring Plas van Heenvliet te Zwartewaal. Kenmerk:1707/150/RK-01;
- Tritium Advies (2018). Verkennend bodemonderzoek Plas van Heenvliet te Zwartewaal (thermisch gereinigde grond). Kenmerk: 1801/193/DH-01;
- AL-West B.V. (2018). Analyserapport meetronde oktober 2018. Kenmerk: 797406;
- AL-West B.V. (2019a). Analyserapport meetronde maart 2019. Kenmerk: 839114;
- AL-West B.V. (2019b). Analyserapporten meetronde juni 2019. Kenmerken: 865021 en 865679;
- AL-West B.V. (2019b). Analyserapporten meetronde oktober 2019. Kenmerken: 865679;
- Arnicon B.V. (2019). Monitoring Plas van Heenvliet te Zwartewaal. Kenmerk: C19-267-M;
- Roelofzen, (2017). Excelbestand: DB kolomproeven ATM-grond d.d. 05-10-17.

#### 3.2 Data-analyse

##### 3.2.1 TGG

De samenstelling van de opgebrachte thermisch gereinigde grond is in een aantal meetrondes onderzocht door de Combinatie PvH. In deze risicobeoordeling zijn twee datasets gebruikt te weten: het verkennend bodemonderzoek van Tritium advies (2018) en een partijkeuring inclusief uitloogproeven van Tritium advies (2017).

De partijkeuring betrof een veldonderzoek in augustus 2017. Op dat moment was van de voorgenomen 200.000 ton, circa 84.000 ton TGG aangebracht langs de oostoever van de plas. Het terrein werd in negen zones verdeeld, om het materiaal te controleren op de kwaliteitsklasse 'industrie'. De gehanteerde monstermethode is slechts summier beschreven, met een algemene verwijzing naar NEN-protocollen. Per zone werd een mengmonster van 10 kg samengesteld, dat een steekproef vormde uit circa 6.000 m<sup>3</sup> aangevoerde TGG. Bij dit onderzoek werd een beperkt analysepakket toegepast, met duplo analyses van de mengmonsters.

Begin 2018 is aansluitend een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd. Voor dit onderzoek is een regelmatige grid uitgezet over de opgebrachte TGG. Hierin zijn 112 machinale boringen gezet met een spiraalboor. Het materiaal is gebruikt om verschillende deelmonsters te nemen voor een uitgebreid analysepakket (212 stoffen, waarvan 85 aangetroffen boven de analysegrens). Hiervoor werden 3 sets van 19 mengmonsters samengesteld. De analyses van verschillende stofpakketten (respectievelijk anorganisch, organisch en PFAS) zijn niet op dezelfde mengmonsters uitgevoerd. Er is geen directe koppeling met de locaties van de grondwatermonitoring in peilbuizen die al langere tijd rond de plas wordt uitgevoerd.

De tabellen 3.1 en 3.2 geven een samenvatting van de data in de vorm van de gemiddelde en de maximale concentraties in TGG op de locatie. De gemeten concentraties zijn volgens de Rbk gecorrigeerd naar standaardbodem. Met rood is aangegeven of de concentraties de Interventiewaarde bodem overschrijden en met oranje is aangegeven of de voorstellen voor herziene risicogrenswaarden uit Lijzen et al. (2001) en Brand et al. (2012) overschrijden. Tussen haakjes wordt de onderbouwing van de Interventiewaarde of risicogrenswaarde gespecificeerd, respectievelijk gezondheidseffecten ( $MTR_{\text{hu\aa}n}$ ) of ecologie ( $HC50_{\text{eco}}$ ).

De data in deze rapportage zijn alleen weergegeven voor stoffen die daadwerkelijk zijn aangetroffen. Stoffen die wel bemonsterd zijn maar waarvan alle concentraties onder het detectielimiet liggen, zijn hier niet weergegeven. Voor stoffen waarvoor zowel meetwaarden als detectielimieten zijn gerapporteerd, zijn de detectielimieten gecorrigeerd ( $\times 0,7$ ) en opgenomen in de dataset.

Tabel 3.1: Samenvatting meetgegevens verkennend bodemonderzoek Tritium advies (2018). Met rood is aangegeven dat de Interventiewaarde voor bodem wordt overschreden en tussen haakjes is de onderbouwing van de Interventiewaarde aangegeven. Alle concentraties zijn gecorrigeerd naar standaard bodem.

Contaminant	Aantal metingen	Gemiddelde concentratie (mg/kg ds)	Maximale concentratie (mg/kg ds)
<b>Macroparameters</b>			
Sulfaat	19	3022,6	5180,0
Fluoride	12	17,3	65,0
Bromide	10	37,9	66,0
Chloride	6	338,3	400,0
<b>Metalen</b>			
Arseen	19	11,1	13,2
Barium	19	406,1	881,1
Cadmium	19	0,8	0,9
Chroom <sup>1</sup>	19	48,1	64,8
Kobalt	19	21,2	29,5
Koper	19	47,3	79,1
Kwik (niet vluchtig)	19	0,3	0,7
Lood	19	72,9	151,0
Molybdeen	16	2,0	2,7
Nikkel	19	50,3	105,0 (ecologie <sup>2</sup> )
Zink	19	217,2	284,7
Tin	19	16,8	127,9
Vanadium	19	91,0	136,6
Beryllium	2	3,8	3,9
<b>PAK's</b>			
PAK Som (Factor 0,7)	19	0,4	0,460
<b>PCB</b>			
PCB's (som 7) (Factor 0,7)	19	0,026	0,055
<b>Aromaten</b>			
Benzeen	18	0,95	3,05 (gezondheid)
Tolueen	16	0,89	2,35
Ethylbenzeen	1	0,40	0,40
Xylenen som (Factor 0,7)	19	0,90	2,25
<b>Chloorhoudende verbindingen</b>			
Som cis/trans-1,2-Dichlooretheen (Factor 0,7)	19	0,81	1,40
Som Dichlooretheen (Factor 0,7)	19	1,16	2,10
Dichloorpropanen som (Factor 0,7)	19	0,63	1,05
<b>Pesticiden</b>			

Contaminant	Aantal metingen	Gemiddelde concentratie (mg/kg ds)	Maximale concentratie (mg/kg ds)
Som DDD (Factor 0,7)	18	0,007	0,007
Som DDE (Factor 0,7)	19	0,009	0,023
Som DDT (Factor 0,7)	19	0,007	0,012
Som Drins (Factor 0,7)	19	0,012	0,021
alfa-HCH	6	0,094	0,500
beta-HCH	16	0,084	1,050
Som Chloordaan (Factor 0,7)	19	0,007	0,007
Som cis/trans-Heptachloorepoxide (Factor 0,7)	19	0,007	0,007

1 Vaak wordt bij de metingen geen onderscheid gemaakt tussen chroom (III) en chroom (VI). Dit is bij de metingen van chroom in de TGG ook niet gedaan. In het onderzoek van Brand et al. (2018), naar het gebruik van TGG in Perkpolder is een aanvullend samenstellingsonderzoek voor chroom uitgevoerd. Hieruit bleek dat de aanwezige chroom (VI)-concentraties lager waren dan de rapportagegrens. Chroom in de bodem komt meestal voor in de minder toxische chroom (III)-waardige vorm. Chroom (VI) is instabiel in de bodem en verspreidt zich gemakkelijk zowel in zuur als alkalisch milieu (Kabata-Pendias en Pendias, 1992). Bij de beoordeling van de Plas van Heenvliet wordt dan ook aangenomen dat Chroom = Chroom (III).

2 de ecologische grenswaarde is de HC50<sub>eco</sub>. Dit is de concentraties waarbij 50% van de soorten een effect ondervindt van een stof.

Tabel 3.2: Samenvatting meetgegevens partijkeuring Tritium advies (2017). Met oranje is aangegeven dat de risicogrenswaarde wordt overschreden en tussen haakjes is de onderbouwing van de risicogrenswaarde aangegeven. Alle concentraties zijn gecorrigeerd naar standaard bodem.

Contaminant	Aantal metingen	Gemiddelde concentratie (mg/kg ds)	Maximale concentratie (mg/kg ds)
<b>Macroparameters</b>			
Stikstof Kjeldahl (g/kg ds)	8	0,2	0,3
Sulfaat	9	6802,2	10200,0
Fluoride	8	14,5	17,0
Bromide	18	63,4	100,0
Chloride	18	492,2	630,0
<b>Metalen</b>			
Arseen	18	13,8	15,9
Barium	18	516,3	658,8
Cadmium	18	1,2	1,6
Chroom <sup>2</sup>	18	77,4	109,3
kobalt	18	27,9	33,4
Koper	18	70,3	104,4 (ecologie)
Kwik (niet vluchtig)	18	0,4	0,5
Lood	18	111,2	156,3

<b>Contaminant</b>	<b>Aantal metingen</b>	<b>Gemiddelde concentratie (mg/kg ds)</b>	<b>Maximale concentratie (mg/kg ds)</b>
Molybdeen	18	5,5	11,0
Nikkel	18	66,1	73,4
Zink	18	355,0 (ecologie)	441,9 (ecologie)
Tin	18	18,1	25,1
Vanadium	18	122,2	134,2
Boor	9	16,9	21,0
Calcium	9	43777,8	69000,0
Kalium	9	2488,9	3000,0
Strontium	9	104,3	110,0
<b>PAK's</b>			
Fenantheen	4	0,107	0,160
Naftaleen	10	0,085	0,140
Fluorantheen	2	0,083	0,088
PAK Som (Factor 0,7)	18	0,401	0,530
<b>PCB's</b>			
PCB's (som 7) (Factor 0,7)	18	0,025	0,025

1 de ecologische grenswaarde is de HC50<sub>eco</sub>. Dit is de concentraties waarbij 50% van de soorten een effect ondervindt van een stof.

2 Vaak wordt bij de metingen geen onderscheid gemaakt tussen chroom (III) en chroom (VI). Dit is bij de metingen van chroom in de TGG ook niet gedaan. In het onderzoek van Brand et al 2018, naar het gebruik van TGG in Perkpolder is een aanvullend samenstellingsonderzoek voor chroom uitgevoerd. Hieruit bleek dat de aanwezige chroom (VI)-concentraties lager waren dan de rapportagegrens. Chroom in de bodem komt meestal voor in de minder toxische chroom (III)-waardige vorm. Chroom (VI) is instabiel in de bodem en verspreidt zich gemakkelijk zowel in zuur als alkalisch milieu (Kabata-Pendias en Pendias, 1992). Bij de beoordeling van de Plas van Heenvliet wordt dan ook aangenomen dat Chroom = Chroom (III).

Uit de tabellen 3.1 en 3.2 blijkt dat voor nikkel en benzeen concentraties groter dan Interventiewaarde worden aangetroffen (respectievelijk 100 mg/kg ds en 1,1 mg/kg ds). Als rekening wordt gehouden met de individuele mengmonsters, blijkt dat de concentraties voor nikkel eenmalig boven de Interventiewaarde liggen en benzeen drie keer. De concentraties liggen dus niet structureel boven de Interventiewaarden. Uit de partijkeuring volgt dat er geen sprake is van concentraties boven de Interventiewaarde. Wel worden de risicogrenzen (HC50<sub>eco</sub>) voor ecologie voor zink (350 mg/kg ds) en koper (96 mg/kg ds) overschreden. Voor koper gaat het om een eenmalige overschrijding. Zink overschrijdt in vijf monsters de risicogrenswaarde voor ecologie.

#### *Perfluorverbindingen*

In het verkennend bodemonderzoek (Tritium advies, 2018) zijn ook perfluorverbindingen onderzocht. Deze worden nauwelijks aangetroffen boven de detectiegrens. De volgende stoffen zijn gemeten boven de bepalingsgrens: PFOS (2x), PFBA (5x), PFPeA (1x) en PFOA (1x). De hoogste concentratie betreft 2,4 µg/kg ds voor de stof PFBA, gevolgd door PFOS met respectievelijk 1,3 en 1,4 µg/kg ds. De overige metingen

zijn < 1 µg/kg ds. In de partijkeuringen zijn perfluorverbindingen niet onderzocht. Alle concentraties liggen onder normen uit het tijdelijk handelingskader voor PFAS in bodem.

### 3.2.2 *Grondwater*

Ten tijde van dit onderzoek is het grondwater ter plaatse van de Plas van Heenvliet drie keer onderzocht in de periode oktober 2019 t/m juni 2019. Een vierde meetronde uit oktober 2019 is niet meegenomen in deze dataset, omdat deze voor een aantal meetpunten onvolledig bleek te zijn. In tabel 3.3 is een samenvatting van de data weergegeven als gemiddelde en maximale concentraties. Hierbij is rekening gehouden met de diepte van de meetpunten. In rood worden de overschrijdingen van de Interventiewaarden grondwater weergegeven.

De data zijn alleen weergegeven voor stoffen die daadwerkelijk zijn aangetroffen. Stoffen die wel bemonsterd zijn maar waarvan alle concentraties onder het detectielimiet liggen zijn niet in de tabel opgenomen. Voor stoffen waarvoor zowel meetwaarden als detectielimieten zijn gerapporteerd zijn de detectielimieten gecorrigeerd ( $\times 0,7$ ) en opgenomen in de dataset.

Tabel 3.3: Overzicht data voor de ondiepe, middeldiepe en diepe grondwaterlagen, gemiddeld over drie meetdatums. *Cursief* = detectielimiet, *rood* = overschrijding Interventiewaarde, **vet** = overschrijding voorstel nieuwe Interventiewaarde Lijzen et al. (2001) of Brand et al. (2012).

Grondwaterlaag	Ondiep (2,5-3,5 m-mv)		Middeldiep (8,5-9,5 m-mv)		Diep (17-18 m-mv)	
	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)
<b>Metalen</b>						
arsen	<b>54,16<sup>1</sup></b>	<b>150,00<sup>1</sup></b>	31,73	<b>94,00<sup>1</sup></b>	4,00	6,50
barium	207,67	<b>650,00<sup>1</sup></b>	133,18	260,00	208,33	260,00
cadmium	0,21	0,56	0,28	0,72	0,14	0,14
chroom	2,96	11,00	5,05	15,00	<i>0,70</i>	<i>0,70</i>
kobalt	24,53	<b>170,00<sup>1</sup></b>	7,85	22,00	<i>1,40</i>	<i>1,40</i>
koper	2,41	9,30	1,98	5,00	<i>1,40</i>	<i>1,40</i>
kwik	0,05	0,24	0,04	0,04	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>
lood	1,49	2,80	1,53	2,80	<i>1,40</i>	<i>1,40</i>
molybdeen	194,68	<b>940,00<sup>1</sup></b>	<b>404,27<sup>1</sup></b>	<b>1200,00<sup>1</sup></b>	1,78	2,40
nikkel	<b>187,21</b>	<b>1400,00</b>	78,23	320,00	<i>2,10</i>	<i>2,10</i>
vanadium	20,31	<b>90,00<sup>2</sup></b>	34,56	<b>79,00<sup>2</sup></b>	<i>1,40</i>	<i>1,40</i>
zink	8,67	17,00	<b>125,00</b>	<b>1200,00</b>	<i>7,00</i>	<i>7,00</i>
<b>Macroparameters</b>						
Sulfaat (mg/l)	3862,27	16000,00	1617,00	6800,00	33,17	94,00
Chloride (mg/l)	1024,60	6400,00	734,55	1500,00	1166,67	1300,00
Bromide (mg/l)	77,48	340,00	24,55	96,00	4,08	4,50
Fluoride (mg/l)	1,12	4,80	0,54	1,90	0,28	0,54
<b>Aromaten</b>						
benzeen	0,30	1,30	0,26	0,47	<i>0,14</i>	<i>0,14</i>

Grondwaterlaag	Ondiep (2,5-3,5 m-mv)		Middeldiep (8,5-9,5 m-mv)		Diep (17-18 m-mv)	
	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)
ethylbenzeen	0,18	0,39	1,15	9,30	0,14	0,14
tolueen	1,31	9,60	0,43	1,60	0,14	0,14
m,p-xyleen	0,32	1,40	0,20	0,48	0,14	0,14
ortho-xyleen	0,23	1,20	0,10	0,27	0,07	0,07
som xylenen (o+m+p)	0,54	2,60	0,30	0,75	0,21	0,21
styreen (vinylbenzeen)	0,14	0,28	0,14	0,14	0,14	0,14
1,2,3-trimethylbenzeen <sup>3</sup>	0,15	0,56	0,08	0,14	0,07	0,07
1,2,4-trimethylbenzeen <sup>3</sup>	0,14	0,51	0,14	0,28	0,07	0,07
1,3,5,-trimethylbenzeen <sup>3</sup>	0,38	0,70	0,67	3,50	0,35	0,35
<b>Fenolen</b>						
fenol	234,20	1900,00	<b>3792,07<sup>1</sup></b>	<b>16.000,00<sup>3</sup></b>	0,47	1,30
2,4-Dimethylfenol <sup>3</sup>	43,52	340,00	4,81	15,00	0,07	0,07
2,5-Dimethylfenol <sup>3</sup>	21,50	160,00	2,37	7,50	0,07	0,07
2,6-Dimethylfenol <sup>3</sup>	2,58	35,00	0,83	3,50	0,07	0,07
3,4-Dimethylfenol <sup>2</sup>	18,83	150,00	2,98	9,60	0,07	0,07
4-Ethylfenol/2,3-/3,5-Dimethylfenol <sup>3</sup>	92,91	730,00	13,26	43,20	0,07	0,07
3-Ethylfenol <sup>3</sup>	40,85	320,00	4,38	14,00	0,07	0,07
2-Ethylfenol <sup>3</sup>	3,61	35,00	0,85	3,50	0,07	0,07
ortho-cresol	4,28	35,00	1,48	6,00	0,07	0,07
meta-cresol	21,65	170,00	4,38	13,00	0,14	0,14
para-cresol	45,87	350,00	762,02	<b>3600,00</b>	2,02	6,60
som cresolen (o+m+p)	148,11	<b>550,00</b>	<b>1198,96</b>	<b>3600,00<sup>1</sup></b>	4,03	6,81



Grondwaterlaag	Ondiep (2,5-3,5 m-mv)		Middeldiep (8,5-9,5 m-mv)		Diep (17-18 m-mv)	
	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)
<b>PAK's</b>						
naftaleen	0,04	0,15	0,04	0,09	0,02	0,02
antracene	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
fenantreen	0,02	0,13	0,02	0,04	0,01	0,01
fluorantheen	0,02	0,07	0,02	0,04	0,01	0,01
chryseen	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
benzo(a)anthracene	0,01 <sup>4</sup>	0,01 <sup>4</sup>	0,01 <sup>4</sup>	0,01 <sup>4</sup>	0,01	0,01
benzo(a)pyreen	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
benzo(g,h,i)peryleen	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
PAK som	0,13	0,35	0,13	0,22	0,08	0,09
<b>Perfluorverbindingen</b>						
PFBS <sup>3</sup>	0,17	1,20	0,03	0,07	0,01	0,01
PFBA <sup>3</sup>	0,30	1,40	0,34	2,00	0,01	0,01
PFDA <sup>3</sup>	0,01	0,07	0,01	0,03	0,01	0,01
PFHpA <sup>3</sup>	0,05	0,21	0,08	0,18	0,02	0,04
PFHxS <sup>3</sup>	0,02	0,07	0,07	0,16	0,01	0,01
PFHxA <sup>3</sup>	0,37	1,90	0,39	0,93	0,04	0,12
PFNA <sup>3</sup>	0,02	0,07	0,03	0,08	0,01	0,01
PFOSA <sup>3</sup>	0,01	0,05	0,15	0,40	0,01	0,01
PFOS <sup>3</sup>	0,03	0,08	0,09	0,24	0,01	0,01
PFOA <sup>3</sup>	0,15	0,49	0,36	0,86	0,02	0,06

Grondwaterlaag	Ondiep (2,5-3,5 m-mv)		Middeldiep (8,5-9,5 m-mv)		Diep (17-18 m-mv)	
	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)	Gemiddelde concentratie (µg/l)	Maximale concentratie (µg/l)
PFPeS <sup>3</sup>	0,01	0,04	0,02	0,07	0,01	0,01
PFPeA <sup>3</sup>	0,26	2,40	0,09	0,22	0,04	0,14
PFUnA <sup>3</sup>	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01
1H,1H,2H,2H- Perfluorhexaansulfonzuur (4:2FTS) <sup>3</sup>	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01
1H,1H,2H,2H- Perfluoroctaansulfonzuur (6:2FTS) <sup>3</sup>	0,01	0,07	0,02	0,05	0,01	0,01
H4- Perfluordecaansulfonzuur (8:2 FTS) <sup>3</sup>	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01
2H,2H- Perfluordecaanzuur (H2PFDA) <sup>3</sup>	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01
GenX (FRD-902) <sup>3</sup>	0,04	0,11	0,11	0,39	0,04	0,04

1 In Lijzen et al. (2001) gebaseerd op drinkwater. Humane risicogrenswaarde via equilibrium partitioning en risicogrenswaarde voor ecologie (HC50<sub>eco</sub>) liggen hoger en worden niet overschreden.

2 In Brand et al. (2012) gebaseerd op gebaseerd op drinkwater. Humane risicogrenswaarde via equilibrium partitioning en risicogrenswaarde voor ecologie (HC50<sub>eco</sub>) liggen hoger. Ook de risicogrenswaarde voor ecologie wordt overschreden.

3 In Lijzen et al. (2001) gebaseerd op drinkwater. Humane risicogrenswaarde via equilibrium partitioning en risicogrenswaarde voor ecologie (HC50<sub>eco</sub>) liggen hoger. Ook de risicogrenswaarde voor ecologie wordt overschreden.

3 Geen Interventiewaarde of risicogrenswaarde beschikbaar

4 Vermoedelijk detectielimiet maar dit valt niet uit de data op te maken.

Uit tabel 3.3 blijkt dat concentraties arseen, kobalt, nikkel, vanadium zink, fenol en cresolen (som) in grondwater hoger zijn dan de Interventiewaarde. Als de concentraties worden vergeleken met de nieuwe voorstellen voor Interventiewaarden uit Lijzen et al. (2001) (die een betere risico-onderbouwing kennen), overschrijden arseen, barium, kobalt, molybdeen, nikkel, vanadium, zink, fenol, para-cresol en cresolen (som) de nieuwe waarden. Met uitzondering van nikkel, zink en para-cresol, zijn alle voorgestelde risicogrenzen gebaseerd op de consumptie van twee liter ongezuiverd grondwater per persoon per dag een leven lang. Bij de Plas van Heenvliet is geen sprake van directe grondwaterconsumptie, daarom worden deze stoffen voor de beoordeling van gezondheidseffecten verder buiten beschouwing gelaten. Voor vanadium en fenol worden ook de nieuw voorgestelde risicogrenswaarde voor ecologie overschreden. Hierdoor blijft er alleen voor nikkel (2x), vanadium (4x), zink (1x) en para-cresol (3x) en fenol (2x) als relevante aandachtstoffen over.

Opvallend is dat alle overschrijdingen van de Interventiewaarden en risicogrenswaarden plaatsvinden in de ondiepe en middeldiepe laag. Er zijn geen overschrijdingen van de Interventiewaarde grondwater geconstateerd in de diepe grondwaterlaag.

#### *Perfluorverbindingen*

In het grondwater worden ook perfluorverbindingen aangetroffen. Er zijn geen Interventiewaarden voor perfluorverbindingen in grondwater beschikbaar. Wel zijn er INEV's voor PFOS, PFOA en GenX in grondwater afgeleid, maar deze zijn niet wettelijk vastgesteld. Bij PFOA ligt de risicogrens voor het drinken van 2 liter ongezuiverd grondwater een leven lang op 0,39 µg/l. Alleen in de ondiepe en diepe laag en bij de maximale concentratie wordt deze grenswaarde overschreden. De ecologische risicogrenswaarde is hoger dan de risicogrenswaarde voor het drinken van grondwater. De risicogrenswaarde voor GenX is gebaseerd op het drinken van 2 liter ongezuiverd grondwater per dag levenslang en is 0,66 µg/l. Deze risicogrenswaarde wordt niet overschreden. De ecologische risicogrenswaarde is minder streng. De risicogrenswaarde voor PFOS is 0,2 µg/l. Deze waarde is ook gebaseerd op de mogelijke consumptie van grondwater. Alleen in de middeldiepe laag en bij de maximale concentratie wordt deze waarde overschreden.

### 3.2.3

#### *Oppervlaktewater*

DCMR heeft twee sets met oppervlaktewaterdata beschikbaar gesteld. De eerste set betreft meetgegevens in het oppervlaktewater in de periode januari 2015 t/m augustus 2019. In tabel 3.4 is een samenvatting van de beschikbare chemische parameters weergegeven. Aanvullende informatie zoals troebelheid, kroos en zuurstofpercentage zijn niet opgenomen. Omstreeks juni 2017 heeft de DCMR een Bbk melding voor het toepassen van 200.000 ton TGG goedgekeurd. Kort daarna is begonnen met het opbrengen van de TGG. Voor deze beoordeling wordt aangenomen dat er in de periode januari 2015 tot juni 2017 nog geen TGG aanwezig was op de locatie. Dit gegeven is met name relevant om een uitspraak te doen over de mogelijke beïnvloeding van het oppervlaktewater door de aanwezigheid van TGG.

Behalve meetgegevens in oppervlaktewater, zijn er meetgegevens bekend voor de kwaliteit van de waterbodem. Dit betreft een eenmalige meetronde in 2018 op elf locaties. Een samenvatting van de informatie voor chemische parameters is weergegeven in tabel 3.5. Omdat er geen aparte normen zijn voor stoffen in de waterbodem, kan er niet aan normstelling worden getoetst. Voor beoordeling van de waterbodem volgt in hoofdstuk 4 een locatiespecifieke risicobeoordeling met een blootstellingsmodel.

De data zijn alleen weergegeven voor stoffen die daadwerkelijk zijn aangetroffen. Stoffen die wel bemonsterd zijn maar waarvan alle concentraties onder het detectielimiet liggen, zijn niet in de tabel opgenomen.

Tabel 3.4: Samenvatting meetgegevens oppervlaktewater periode januari 2015 t/m augustus 2019. Weergegeven zijn het gemiddelde en maximale concentratie voor oppervlaktewater wordt overschreden. In de voetnoot is aangegeven welke eis van toepassing is.

Parameter	aantal meetgegevens	Gemiddelde concentratie	Maximale concentratie
<b>Macroparameters (mg/l)</b>			
Bromide	4	2,63	2,8
Chloride	56	472,6	560,0
Sulfaat	20	246,4	267,0
ammoniak	56	0,02	0,07
ammonium	57	0,7 <sup>1</sup>	2,6 <sup>2</sup>
fosfaat	56	0,01	0,03
fosfor totaal	56	0,05	0,1
nitraat	57	1,1	2,2
nitriet	57	0,05	0,2
stikstof Kjeldahl	56	1,6	3,6
stikstof totaal	56	2,8 <sup>3</sup>	4,9 <sup>3</sup>
som nitraat en nitriet	57	1,2	2,3
<b>Metalen (µg/l)</b>			
cadmium	19	0,04	0,07
chromium	19	1,2	- <sup>4</sup>
koper	19	2,3	- <sup>4</sup>
kwik	19	0,01 <sup>1</sup>	0,03 <sup>2</sup>
lood	19	1,1	2,8
nikkel	19	3,0	4,0
zink	18	9,8 <sup>1,5</sup>	28,0 <sup>2,5</sup>
<b>Perfluorverbindingen (ng/l)</b>			
PFBS <sup>6</sup>	10	7,0	7,8
PFHxS <sup>6</sup>	10	10,7	12,0
PFBA <sup>6</sup>	10	17,3	21,0
PFDA <sup>6</sup>	10	1,0	1,8
PFHpA <sup>6</sup>	10	11,3	13,0

Parameter	aantal meet-gegevens	Gemiddelde concentratie	Maximale concentratie
PFHxA <sup>6</sup>	10	24,3	28,0
PFNA <sup>6</sup>	10	2,6	3,1
PFOS <sup>6</sup>	10	27	51
PFOA <sup>7</sup>	10	47	52
PFPA <sup>6</sup>	10	18,7	22,0
6:2 fluorotelomer sulfon- acid - (2-(perfluorhexyl)ethaan-1- sulfonzuur)	10	2,6	5,6
GenX (FRD-903) <sup>8</sup>	10	3,4	13,0
<b>Overige</b>			
zuurgraad	56	8,2	9,0

1 concentratie > JG-MKN

2 concentratie > MAC-MKN

3 concentratie > indicator voor een goede ecologische toestand

4 Geen MAC-MKN beschikbaar

5 Volgens de Regeling monitoring KRW mag bij de toetsing rekening worden gehouden met de achtergrondconcentratie (2,8 µg/L) door deze op te tellen bij de norm

6 Geen normwaarde beschikbaar

7 Door de minister geadviseerde waarde voor het beoordelen van de waterkwaliteit <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2018/05/15/advieswaarde-genx-in-oppervlaktewater>

8 Op basis van MTR<sub>eco</sub>

Uit tabel 3.4 volgt dat de concentraties van ammonium, stikstof totaal, kwik en zink boven de kwaliteitseisen liggen. Bij controle van de dataset blijkt dat voor kwik de meetreeks op twee metingen na uit het detectielimiet (0,01 µg/l) bestaat. Omdat de maximaal gemeten concentratie in oppervlaktewater onder het MAC-MKN ligt en daarmee voldoet aan een kortdurende piekblootstelling, wordt kwik niet verder meegenomen in de risicobeoordeling.

Voor zink liggen de concentraties acht keer boven het JG-MKN en vijf keer boven het MAC-MKN. De nutriënten stikstof en ammonium overschrijden respectievelijk de op ecologie gebaseerde indicator voor een goede ecologische toestand en JG- en MAC-MKN.

Tabel 3.5: Samenvatting meetgegevens van waterbodempriodes 2018. Weergegeven zijn het gemiddelde en de maximale concentratie.

Contaminant	Gemiddelde concentratie	Maximale concentratie
<b>Metalen (mg/kg)</b>		
Arseen <sup>1</sup>	15,4	18,1
barium <sup>1</sup>	152,7	182,4
cadmium <sup>1</sup>	0,7	1,0
chromium <sup>1</sup>	54,7	63,9
kobalt <sup>1</sup>	9,9	11,7

<b>Contaminant</b>	<b>Gemiddelde concentratie</b>	<b>Maximale concentratie</b>
koper <sup>1</sup>	34,1	47,5
kwik <sup>1</sup>	0,3	0,4
lood <sup>1</sup>	79,2	126,1
molybdeen <sup>1</sup>	1,2	1,7
nikkel <sup>1</sup>	29,1	33,3
zink <sup>1</sup>	192,2	253,9
<b>PAK (mg/kg)</b>		
antracene	0,06	0,09
benzo(a)antracene	0,3	0,5
benzo(a)pyreen	0,3	0,5
benzo(ghi)peryleen	0,3	0,4
benzo(k)fluorantheen	0,2	0,3
fenantreen	0,2	0,3
fluorantheen	0,6	0,9
chryseen	0,3	0,5
indeno(1,2,3-cd)pyreen	0,3	0,4
naftaleen	0,0	0,1
som PAK 10	2,5	3,8
<b>PCB's (µg/kg)</b>		
PCB 28	0,8	1,0
PCB 52	1,0	2,0
PCB101	1,3	2,0
PCB 118	0,8	1,0
PCB138	2,0	3,0
PCB 153	1,8	3,0
PCB180	1,5	3,0
som 6 PCB28, 52, 101, 138, 153, 180	8,3	12,0
som 7 PCB28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	9,1	13,0
<b>Pesticiden (µg/kg)</b>		
dieldrin	0,0015	0,003
som 2,4- en 4,4-DDD	2,7	4,0
som 2,4- en 4,4-DDE	4,0	9,0
som 2,4- en 4,4-DDT	1,6	4,0
som 2,4-, 4,4-DDT, 2,4-, 4,4-DDD, 2,4- en 4,4-DDE	8,6	15,0

<b>Contaminant</b>	<b>Gemiddelde concentratie</b>	<b>Maximale concentratie</b>
som 21 organochloorhoud. bestrijdingsm.(Bbk, 1-1-2008:landb)	19,5	26,0
som 23 organochloorhoud. bestrijdingsm. (Bbk,1-1-2008:waterb)	20,4	27,0
som heptachloorepoxide (som cis- en trans-)*	1,0	1,0
<b>Overige organische stoffen (µg/kg)</b>		
minerale olie-C10-C40	166,4	280,0
<b>Macroparameters (g/kg)</b>		
Fosfaat (mg/kg)	1,2	2,1
fosfor totaal	0,8	1,2
ijzer	22,5	31,0
calciumcarbonaat	115,5	150,0
<b>Perfluoroverbidingen (µg/kg)</b>		
PFOS – perfluorooctaansulfonaat	1,5	2,1
PFOA – perfluorooctaanzuur	0,2	0,5
som vertakte PFOS-isomeren	0,3	0,5





## 4 Beoordeling gezondheidsrisico's

In dit hoofdstuk worden mogelijke gezondheidsrisico's voor mensen bij het gebruik van de Plas van Heenvliet als recreatiegebied beoordeeld.

De risicobeoordeling bestaat uit de volgende onderdelen:

- blootstelling aan verontreinigingen in de TGG bij direct contact;
- blootstelling aan verontreinigingen in het oppervlaktewater (waterbodem) als gevolg van zwemmen en consumptie van gevangen vis.

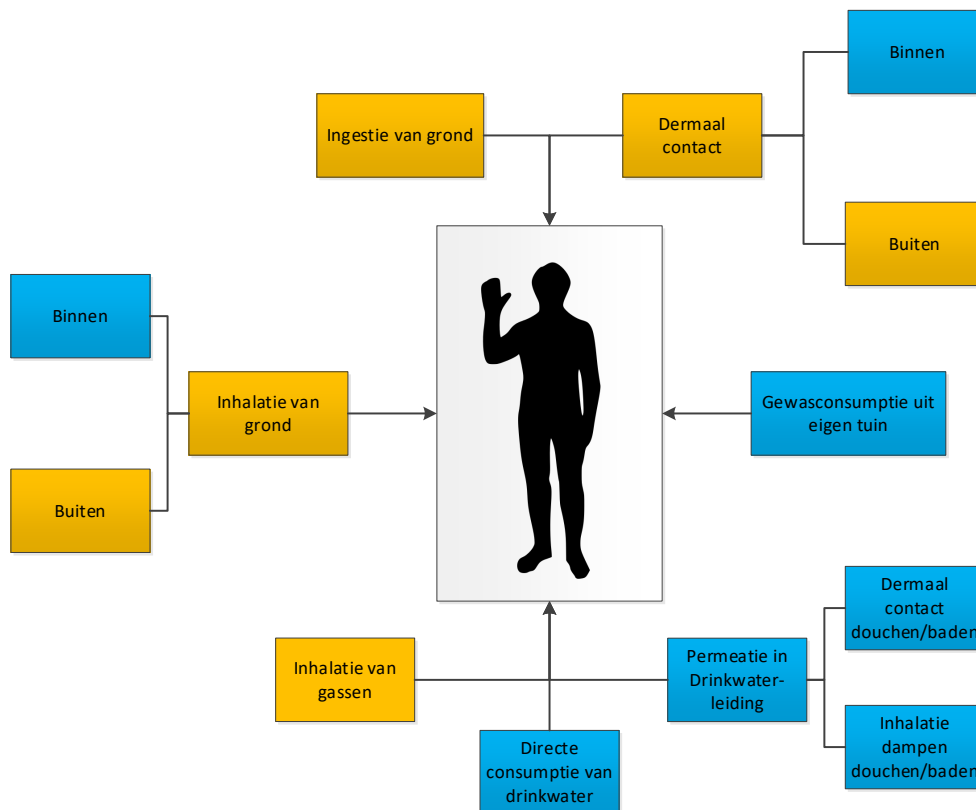
### 4.1 Relevantie blootstellingsroutes direct contact met TGG

#### 4.1.1 *Conceptueel blootstellingsmodel direct contact met TGG*

Blootstelling aan de aanwezige verontreinigingen bij direct contact met grond en grondwater kan via verschillende routes plaatsvinden. Afhankelijk van een specifieke situatie kan een individuele blootstellingsroute meer of minder relevant zijn. Na toepassing van de TGG dient volgens het Bbk nog een leeflaag te worden aangebracht. De kwaliteit van de leeflaag moet voldoen aan de omgevingskwaliteit en geschikt zijn voor de beoogde functie. Bij een juiste toepassing van de leeflaag met een minimale dikte van 0,5 m is het risico op direct contact tussen recreanten en de TGG verwaarloosbaar. Uit voorzorg is er een risicobeoordeling uitgevoerd waarbij wordt aangenomen dat mensen toch in direct contact kunnen komen met de TGG en het aanwezige grondwater. Deze beoordeling kan als worstcasescenario worden beschouwd.

#### 4.1.2 *Mogelijke blootstellingsroutes*

In figuur 4.1 is het conceptueel model voor directe blootstelling aan TGG en grondwater bij de Plas van Heenvliet beschreven. Met kleuren is aangegeven welke blootstellingsroutes wel relevant zijn (oranje) en welke routes niet (blauw). In Brand et al. 2007 is een nadere beschrijving van de blootstellingsroutes gegeven, hieronder volgt een korte bespreking.



Figuur 4.1: Conceptueel blootstellingsmodel bij directe blootstelling aan TGG en grondwater. De blootstellingsroutes in oranje zijn wel relevant voor Plas van Heenvliet. De blootstellingsroutes in blauw niet.

#### *Ingestie van verontreinigde grond*

Deze route is voornamelijk relevant voor niet-vluchtige verontreinigingen zoals metalen. Zowel volwassenen als kinderen worden via ingestie blootgesteld aan gronddeeltjes, al speelt de route een grotere rol bij de blootstelling van kleine kinderen vanwege het hand-mond-contact.

#### *Inhalatie van verontreinigde grond*

De blootstelling door inhalatie van verontreinigde gronddeeltjes is meestal beperkt in verhouding tot de bijdrage van ingestie. De mate van stofvorming wordt grotendeels bepaald door de volgende factoren: vochtigheid op de locatie, aanwezigheid van vegetatie, windsterkte en korrelgrootteverdeling van het materiaal (fractieverdeling van 2 tot 8000  $\mu\text{m}$ ) (onder andere Korcz et al., 2009; Lin & Yeh, 2007). Blootstelling door inhalatie van stofdeeltjes kan overigens wel een rol spelen bij het storten of aanbrengen van TGG. Stofvorming kan zowel leiden tot risico's voor de werknemers als risico's voor omwonenden. Stofvorming als gevolg van werkzaamheden dient daarom zoveel mogelijk te worden voorkomen (Brand et al, 2018).

#### *Directe inhalatie van dampen*

Directe inhalatie van dampen is vooral relevant indien er sprake is van de aanwezigheid van (zeer) vluchtige organische verontreinigingen onder of nabij bebouwing (zoals een huis bovenop een verontreinigde

bodem). De dampen kunnen zich dan verzamelen in de kruipruimte en de daarboven gelegen woonruimte en op deze wijze gezondheidseffecten veroorzaken. Bij de Plas van Heenvliet is geen sprake van woningen op de locatie. Daarom is inhalatie van dampen binnenshuis geen relevante blootstellingsroute. Buitenshuis zullen dampen die vrijgekomen uit de TGG direct verdunnen door de aanwezige wind. Het thermisch reinigen van grond is één van de manieren om de (vluchtige) organische verontreinigingen uit de grond te verwijderen. Hoge concentraties vluchtige stoffen worden daarom niet verwacht in de TGG.

#### 4.1.3 *Niet-relevante blootstellingroutes*

##### *Gewasconsumptie uit eigen tuin*

Blootstelling aan verontreinigingen door consumptie van gewassen uit eigen tuin is doorgaans belangrijk bij de beoordeling van de risico's van bodemverontreiniging. Bij de Plas van Heenvliet is deze blootstellingsroute niet relevant, omdat er geen sprake is van het verbouwen van gewassen op de locatie.

##### *Directe consumptie van grondwater*

Directe consumptie van grondwater uit private putten komt in Nederland beperkt voor. Ook bij de Plas van Heenvliet is er geen van een grondwaterbron op de locatie, blootstelling via deze route is daarmee uitgesloten.

##### *Permeatie in leidingen*

Sommige organische verontreinigingen zijn in staat om in waterleidingen van LDPE (Lagedichtheidpolyetheen) binnen te dringen en kunnen zo de drinkwaterkwaliteit aantasten. Deze route speelt een beperkte rol in de blootstelling aan bodemverontreiniging en bovendien vereist het dat de LDPE-leiding in de verontreinigde grond ligt. Voor zover bekend is hiervan geen sprake bij de Plas van Heenvliet. Mocht dit in de toekomst veranderen, dan dient hier bij de aanleg rekening mee te worden gehouden.

#### 4.1.4 *Modelinvoer CSOIL*

De gezondheidsrisico's door directe blootstelling aan de TGG zijn bepaald met behulp van een blootstellingsmodellering met CSOIL 2000 (Brand et al. 2007). Met het model CSOIL worden de aanwezige concentraties in de TGG getoetst aan het Maximaal Toelaatbaar Risico voor de mens ( $MTR_{\text{humaaan}}$ ). Het  $MTR_{\text{humaaan}}$  geeft het niveau van levenslang gemiddelde blootstelling aan waaronder geen of aanvaardbare effecten op de gezondheid zijn. Het CSOIL-model geeft invulling aan de humane risicobeoordeling binnen het wettelijk instrumentarium Sanscrit.<sup>4</sup> De modellering van de blootstelling voldoet daarmee aan de wettelijke voorschriften (Circulaire bodemsanering, 2013).

Het standaardgebruiksscenario voor een risicobeoordeling van de gezondheidsrisico's gaat uit van een beschermend scenario 'Wonen met

<sup>4</sup> Sanscrit is een beslissingsondersteunende systeem om de spoedeisendheid van bodemsanering vast te stellen op basis van risico's voor mens, milieu en als gevolg van verspreiding. In Sanscrit is het CSOIL model geïntegreerd voor de beoordeling van de gezondheidsrisico's. Dit is beschreven in de circulaire bodemsanering 2013.

tuin'. De Plas van Heenvliet heeft als bestemming recreatie en daarom ligt het gebruik van een scenario waarbij rekening wordt gehouden met recreatie meer voor de hand.

Hiervoor kent CSOIL de volgende gebruiksscenario's:

1. natuur (o.a. natuurgebieden);
2. groen met natuurwaarden (stadsparken, sportvelden en recreatiegebieden)
3. ander groen, bebouwing, infrastructuur en industrie (o.a. kleine groenstroken en wegbermen).

Voor de risicobeoordeling wordt gekozen voor het scenario 'Groen met natuurwaarden', omdat dit het beste aansluit bij het gebruik van de Plas van Heenvliet als recreatiegebied. In de toekomst is het aannemelijk dat ook kinderen spelen nabij de Plas van Heenvliet. Daarom wordt aanvullend een beoordeling uitgevoerd met het scenario 'Plaatsen waar kinderen spelen'. Binnen dit scenario is de blootstelling via inhalatie van binnenlucht uitgezet, omdat er geen bebouwing op de locatie aanwezig is.

Beide gebruiksscenario's zijn doorgerekend om een bandbreedte aan te geven. Hierbij fungeert het scenario 'plaatsen waar kinderen spelen' als worstcasescenario. In tabel 4.1 zijn de gehanteerde invoerparameters van beide gebruiksscenario's weergegeven. Als invoerparameters voor de contaminanten zijn de maximale concentraties in TGG uit het verkennend bodemonderzoek aangehouden (Tritium Advies, 2018). Voor een uitgebreide beschrijving van het CSOIL-model en de daarin gehanteerde parameters wordt verwezen naar de rapportage van Brand et al. (2007).

*Tabel 4.1: Invoerparameters voor de gebruiksscenario's plaatsen waar kinderen spelen en recreatie.*

<b>Gebruiksscenario</b>	<b>Kind of volwassene</b>	<b>Contact frequentie (dagen/jaar)</b>	<b>Grond ingestie<sup>1</sup> (mg/dag)</b>	<b>Contactduur per keer (uren)</b>
Plaatsen waar kinderen spelen	Kind	125	100	8
	Volwassene	100	50	8
Recreatie	Kind	25	20	8
	Volwassene	10	10	8

<sup>1</sup> De grondingestie in mg/dag betreft een jaargemiddelde waarde. Deze hangt af van het aantal bezoeken per jaar (de contactfrequentie) en de contactduur per bezoek.

Ook de gemeten maximale concentraties uit de partijkeuringen (Tritium advies, 2017) zijn op de hierboven beschreven wijze getoetst met het CSOIL model. Omdat hier een vergelijkbaar beeld uit naar voren komt als voor de beoordeling van het verkennend bodemonderzoek, zijn de resultaten alleen opgenomen in bijlage 1.

#### 4.1.5

##### *Risicobeoordeling gezondheidsrisico's direct contact met TGG*

In tabel 4.2 zijn de resultaten van de risicobeoordeling gegeven voor de blootstellingsscenario's 'plaatsen waar kinderen spelen' en 'groen met natuurwaarden'. Voor de contaminanten wordt de berekende risico-index vermeld. Een uitgebreide rapportage is opgenomen in bijlage 2.

**De risico-index**

Dit is de verhouding tussen de blootstelling en het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau ( $MTR_{\text{humaan}}$ ):

- Als de risico-index lager is dan 0,01, zijn de risico's verwaarloosbaar;
- Als de risico-index lager is dan 1, kunnen voor drempelwaarde stoffen negatieve gezondheidseffecten worden uitgesloten. Voor niet-drempelwaarde stoffen worden de effecten beperkt;
- Als de risico-index hoger is dan 1 spreekt men van een onaanvaardbaar risico en dienen er maatregelen te worden genomen om de blootstelling te verminderen.

Een drempelwaarde stof is een stof waarbij eerst een nader te bepalen blootstelling moet plaatsvinden voordat er een effect optreedt. Bij een niet-drempelwaarde stof treedt bij iedere blootstelling in enige mate een effect op.

Uit tabel 4.2 volgt dat alle risico-indices voor de maximaal aangetroffen concentraties kleiner zijn dan 0,05. De gezondheidsrisico's als gevolg van de aangetroffen maximale concentraties in de TGG bij direct contact zijn dan ook acceptabel en meestal verwaarloosbaar.

Tabel 4.2: Risico-indices voor de maximale concentratie in TGG bij de gebruiksscenario's groen met natuurwaarden en plaatsen waar kinderen spelen.

Contaminant	Bodem concentratie (mg/kg ds)	Risico-index scenario Groen met natuurwaarden	Risico-index scenario Plaatsen waar kinderen spelen
		blootst / $MTR_{\text{humaan}}$	blootst / $MTR_{\text{humaan}}$
<b>Metalen</b>			
Arseen	7,8	<0,01	0,01
Barium	270	<0,01	0,02
Beryllium	1,3	<0,01	<0,01
Cadmium	0,5	<0,01	<0,01
Chromium (III)	35	<0,01	0,01
Kobalt	8,40	<0,01	0,01
Koper	39	<0,01	<0,01
Lood	97	<0,01	0,02
Kwik anorganisch	0,46	<0,01	<0,01
Molybdeen	2,7	<0,01	<0,01
Nikkel	36	<0,01	0,02
Tin	35	<0,01	<0,01
Vanadium	48	0,01	0,03
Zink	120	<0,01	<0,01
<b>Aromaten</b>			
Benzeen	0,61	0,05	0,05
Ethylbenzeen	0,08	<0,01	<0,01
m-Xyleen	0,32	<0,01	<0,01
o-Xyleen	0,13	<0,01	<0,01
Tolueen	0,47	<0,01	<0,01
<b>PAK's</b>			

Contaminant	Bodem concentratie (mg/kg ds)	Risico-index scenario Groen met natuurwaarden	Risico-index scenario Plaatsen waar kinderen spelen
		blootst / MTR <sub>humaaan</sub>	blootst / MTR <sub>humaaan</sub>
Fluorantheen	0,056	<0,01	<0,01
Naftaleen	0,14	<0,01	<0,01
Fenanthreen	0,077	<0,01	<0,01
<b>PCB's</b>			
PCB101	0,0013	<0,01	<0,01
PCB138	0,0028	<0,01	<0,01
PCB153	0,0026	<0,01	<0,01
PCB180	0,002	<0,01	<0,01
<b>Pesticiden</b>			
a-HCH	0,1	<0,01	<0,01
b-HCH	0,21	0,05	0,06
DDD	0,0014	<0,01	<0,01
DDE	0,0045	<0,01	<0,01
DDT	0,0024	<0,01	<0,01
<b>Dioxines</b>			
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	9,70 x 10 <sup>-5</sup>	<0,01	<0,01
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	1,10 x 10 <sup>-5</sup>	<0,01	<0,01
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	1,10 x 10 <sup>-5</sup>	<0,01	<0,01
1,2,3,6,7,8-HexaCDF <sup>1</sup>	-	-	-
1,2,3,7,8,9-HexaCDF <sup>1</sup>	-	-	-
1,2,3,7,8-PentaCDF <sup>1</sup>	-	-	-
2,3,4,6,7,8-HexaCDF <sup>1</sup>	-	-	-
2,3,4,7,8,-PentaCDF <sup>1</sup>	-	-	-
2,3,7,8-TetraCDF <sup>1</sup>	-	-	-
HpCDD	2,00 x 10 <sup>-5</sup>	<0,01	<0,01
HxCDD <sup>1</sup>	-	-	-
OCDD	6,30 x 10 <sup>-5</sup>	<0,01	<0,01
OctaCDF	4,10 x 10 <sup>-4</sup>	<0,01	<0,01
PCDD <sup>1</sup>	-	-	-

<sup>1</sup> meetwaarden zijn lager dan minimale invoerwaarde CSOIL 2000, hierdoor geen beoordeling mogelijk maar gezondheidsrisico's zijn verwaarloosbaar.

#### Perfluorverbindingen

Voor PFOS, PFOA en GenX zijn tijdelijke INEV's en risicogrenzen voor hergebruik van grond beschikbaar (zie ook tabel 2.1 in hoofdstuk 2). In het tijdelijk handelingskader voor het hergebruik van grond en bagger zijn voor PFOS, PFOA en GenX respectievelijk 3, 7 en 3 µg/kg als norm aangehouden. Deze waarden zijn gebaseerd op de risicogrenswaarden voor doorvergiftiging in de terrestrische voedselketen. De humane risicogrenswaarden en de INEV's liggen hierboven. Door toetsing aan de ecologische grenswaarden, worden mensen automatisch beschermd.

De hoogste concentratie die in de TGG bij de Plas van Heenvliet is aangetroffen is 2,4 µg/kg voor de stof Perfluorbutaanzuur (PFBA). Hiervoor bestaat echter geen risicogrens. Zeilmaker et al. (2018) heeft onderzocht in hoeverre het mogelijk is om de schadelijkheid van een

aantal PFAS ten opzichte van PFOA uit te drukken. Dat kan door gebruik te maken van zogeheten Relative Potency Factors (RPF). Hierbij wordt de blootstelling aan een PFAS-mengsel uitgedrukt in een vergelijkbare hoeveelheid PFOA (PFOA-equivalenten). PFBA heeft een RPF van 0,05. Uitgaande van de concentratie 2,4 ug/kg PFBA, geeft dit een omgerekende indicatieve concentratie van 0,12 ug/kg PFOA. Deze concentratie ligt onder de risicogrenzen van 7 ug/kg PFOA in bodem. De maximaal aangetroffen concentraties voor PFOA en PFOS zijn respectievelijk 0,2 en 1,4 µg/kg. Deze concentraties liggen eveneens onder de ecologische risicogrenzen. Gezondheidsrisico's als gevolg van de aanwezige PFAS in TGG kunnen daardoor worden uitgesloten.

#### 4.1.6 *Conclusie gezondheidsrisico's direct contact met TGG*

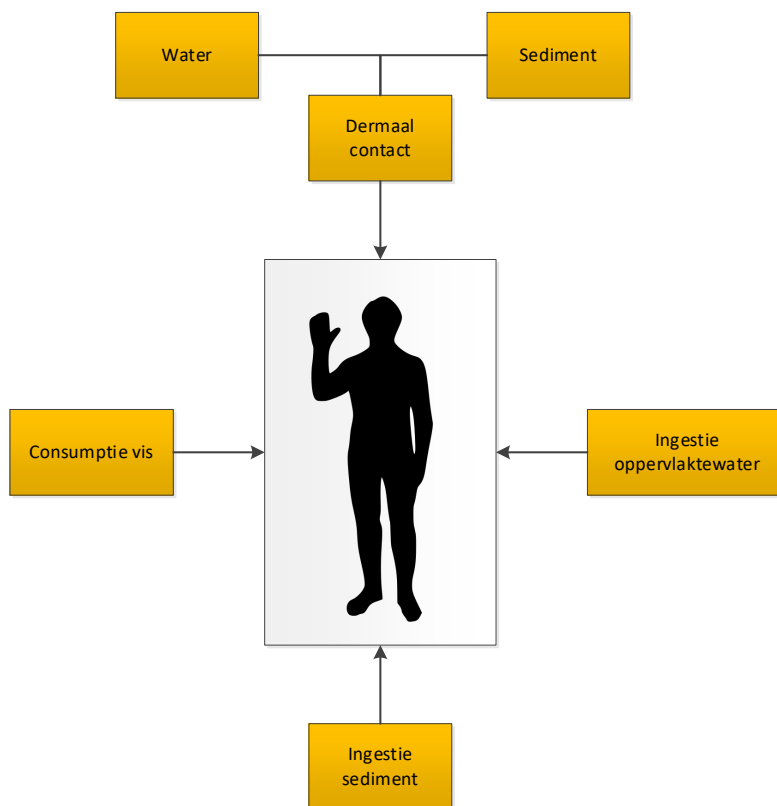
Na toepassing van de TGG in een GBT dient nog een leeflaag van grond (van omgevingskwaliteit) aangebracht te worden. Bij een juiste toepassing en onderhoud van de leeflaag is het risico op direct contact tussen recreanten en de TGG afwezig. Uit voorzorg is er toch een risicobeoordeling uitgevoerd waarbij is aangenomen dat mensen wel in direct contact kunnen komen met de TGG en het aanwezige grondwater. Deze beoordeling dient als worstcasescenario te worden beschouwd. Uit de risicobeoordeling blijkt dat bij de functies 'groen met natuurwaarden' en 'plaatsen waar kinderen spelen' geen gezondheidsrisico's te verwachten zijn als gevolg van direct contact met de TGG dan wel het grondwater.

## 4.2 **Contact via zwemwater en visconsumptie**

Voor recreatie (zwemmen en vissen) in oppervlaktewater kan in principe worden volstaan met een toetsing aan de normen voor oppervlaktewater. Visconsumptie is zoals ook in paragraaf 2.5 beschreven, onderdeel van de KRW-methodiek voor het afleiden van normen voor oppervlaktewater. Zwemmen vormt geen onderdeel van de KRW-methodiek. In een evaluatie van de KRW-methodiek gebruikten Smit et al. (2012) het ConsExpo zwemmodel in combinatie met experimentele gegevens van Schets et al. (2011). Op basis van een vergelijking van negentien stoffen concludeerden zij dat de waterkwaliteitsnormen zoals afgeleid met de KRW-methodiek de eventuele blootstelling als gevolg van zwemmen voldoende afdekken. Uit een recente evaluatie van PFOS, PFOA en GenX blijkt hetzelfde (Muller en Smit, 2020). Naast contact met oppervlaktewater, kunnen recreanten ook in contact komen met de waterbodem en de daarin aanwezige stoffen. Hiervoor zijn geen normen beschikbaar en kan een locatiespecifieke beoordeling uitkomst bieden. Voor de volledigheid is aanvullend een risicobeoordeling gedaan met een blootstellingsmodel waarbij de blootstelling aan stoffen in water en worden getoetst aan het  $MTR_{\text{humaan}}$ .

Er bestaan (inter)nationaal meerdere modellen die gebruikt kunnen worden om de gezondheidsrisico's via zwemmen te beoordelen. In de volgende paragraaf wordt daar nader op ingegaan.

In figuur 4.2 zijn de relevante blootstellingsroutes voor zwemmen weergegeven.



Figuur 4.2: Conceptueel blootstellingsmodel bij zwemmen in de Plas van Heenvliet. De blootstellingsroutes in oranje zijn relevant voor Plas van Heenvliet.

#### 4.2.1 Afweging modellen

Er zijn geen wettelijke voorschriften voor de beoordeling van risico's door chemische stoffen als gevolg van zwemmen in oppervlaktewater. Daarom wordt in deze beoordeling zoveel mogelijk aangesloten bij eerdere studies en onderzoeken.

##### 4.2.1.1 ConsExpo

In eerdere studies is het RIVM-model ConsExpo gebruikt. Het ConsExpo-model is oorspronkelijk ontwikkeld voor de beoordeling van blootstelling van mensen aan consumentenproducten. Volgens Schets et al., (2014) bevat ConsExpo: "bruikbare modellen voor de berekening van de dermale en orale blootstelling van zwemmers.... Het dermale model maakt gebruik van stofspecifieke dermale opname coëfficiënt ( $K_p$ ). Deze coëfficiënt geeft aan met welke snelheid een stof door de huid diffundeert en wordt uitgedrukt in  $\text{cm/uur}$  (of  $\text{cm/min}$ ). Het orale model maakt gebruik van een vastgestelde hoeveelheid water die per tijdseenheid wordt ingeslikt ( $\text{mg/min}$ )" (Schets et al., 2014).

##### 4.2.1.2 Swimmodel en Mennes (1994)

De US EPA stelt het Swimmodel beschikbaar, waarmee inhalatie, orale en dermale blootstelling kan worden beoordeeld per keer dat er gezwommen wordt. In een eerdere risico-evaluatie door Mennes (1994) worden eveneens orale en dermale modellen beschreven voor de blootstelling aan chloroform in zwembadwaterinrichtingen. Het Swimmodel en de risico-evaluatie van Mennes uit 1994 maken gebruik van dezelfde formules (Schets et al., 2014). De formules van het Swimmodel/Mennes



1994 gaan uit van blootstelling via dermale opname, inhalatie van dampen en ingestie van water. Beide modellen zijn opgesteld voor de beoordeling van risico's in binnenzwembaden.

#### 4.2.1.3 Sedisoil

Sedisoil wordt gebruikt om de blootstelling van mensen aan verontreinigd waterbodem in oppervlaktewater te kunnen beoordelen. Het kan ook gebruikt worden om concentraties in oppervlaktewater te beoordelen. Het model is ontwikkeld door Bockting et al. (1996) en sindsdien zijn er verschillende updates van het model uitgevoerd. De meest recente versie dateert van 2011 (Harezlak & Osté et al. 2011). Het model hanteert diverse relevante blootstellingsscenario's waaronder recreatie in oppervlaktewater en visconsumptie. Het scenario zwemmen gaat uit van blootstelling via zwemmen door dermale opname, ingestie van oppervlaktewater en ingestie van zwevend stof in oppervlaktewater. Bij het scenario consumptie van vis wordt middels BioConcentratiefactoren (BCF) de concentratie in oppervlaktewater vertaald naar een concentratie in vis, die als voedsel voor mensen dient. Deze modellering is voor de opname van metalen in vissen inmiddels achterhaald. Voor organische verontreinigingen kan de modellering nog wel worden toegepast. De totale blootstelling via zwemmen en vissen, wordt vervolgens getoetst aan het  $MTR_{\text{humaaan}}$ . Het Sedisoil-blootstellingsmodel houdt ook rekening met blootstelling via zwevend stof in oppervlaktewater. Afhankelijk van de chemische stof kan deze route een grotere of kleinere bijdrage aan de totale blootstelling leveren. De formules in Sedisoil voor de dermale en orale blootstelling zijn op dezelfde principes gebaseerd als het Swimmodel en de studie van Mennes (1994).

#### 4.2.1.4 Conclusie

De modellen ConsExpo, Swimmodel en Mennes (1994) zijn ontwikkeld ter beoordeling van binnenzwembaden en in dat kader relevante stoffen, zoals desinfectieproducten en hun afbraakproducten. Het model Sedisoil berekent humane risico's ten gevolge van verontreinigingen in de waterbodem en het oppervlaktewater. In tegenstelling tot de modellen ConsExpo, Swimmodel en Mennes (1994) houdt het Sedisoil-model ook rekening met blootstelling als gevolg van zwevend stof in het water en visconsumptie. Met de genoemde modellen wordt het risico van langdurige blootstelling beoordeeld.

Hoewel ieder model zijn voor- en nadelen kent, wordt er op basis van bovenstaande analyse gekozen voor een risicobeoordeling met het model Sedisoil. Hierbij wordt een beoordeling van de opname van metalen door vissen vanuit oppervlaktewater en waterbodem achterwege gelaten. De standaardwaarden in Sedisoil voor de opname van metalen door vissen dateren uit 1996 (Bockting et al.) en zijn niet verder onderbouwd. Verder houden ze geen rekening met het feit dat vissen de interne concentraties van essentiële metalen kunnen reguleren. Hierdoor is een aanvullende risicobeoordeling middels Sedisoil thans nog niet mogelijk. Daarom wordt nogmaals opgemerkt dat indien wordt voldaan aan de KRW normen, de risico's ten gevolge van visconsumptie in voldoende mate worden afgedekt.

#### 4.2.2 *Modelinvoer Sedisoil*

Voor de modelinvoer van Sedisoil bestaan geen wettelijke voorschriften voor de beoordeling van risico's als gevolg van zwemmen in oppervlaktewater. Daarom wordt in deze beoordeling zoveel mogelijk aangesloten bij eerdere studies en onderzoeken. Deze uitgangspunten voor zwemgedrag sluiten aan bij de bevindingen van Schets et al. (2011). In 2011 hebben Schets et al. (2011) een uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar de karakteristieken van Nederlandse zwembadbezoekers. Dit heeft informatie opgeleverd over zwemfrequentie, zwemduur en ingeslikte hoeveelheden water tijdens het zwemmen. Deze gegevens worden ook representatief geacht voor de situatie zwemmen in oppervlaktewater.

De Europese unie hanteert een visconsumptie van 115 g per dag voor volwassenen. Dit is een waarde die Europees is afgesproken maar deze verschilt van de Nederlandse consumptiehoeveelheden. In de Voedselconsumptiepeiling worden periodiek gegevens verzameld over de voedselconsumptie en de voedingstoestand van de Nederlandse bevolking. Volgens de Voedselconsumptiepeiling (periode 2012-2016) eten volwassenen gemiddeld 16 g en kinderen gemiddeld 3 g vis per dag. Een deel van de visconsumptie in Nederland betreft kweekvis, geïmporteerde vis of elders in Nederland gevangen vis (RIVM, 2019). Voor deze beoordeling wordt aangenomen dat de consumptie van vis uit de Plas van Heenvliet sporadisch plaatsvindt. Voor Nederland en zeker voor de Plas van Heenvliet die niet primair als vislocatie is aangewezen, geeft een visconsumptie van 115 g per dag, zoals de EU hanteert, een overschatting van de verwachte visconsumptie. De Europese afspraak is bedoeld om ook de kleine groep mensen die veel en vaak vis eten te beschermen en is mede gebaseerd op het consumptiepatroon in de zuidelijke lidstaten. De standaardvisconsumptie zoals opgenomen in het model Sedisoil is respectievelijk 1,5 en 5 g per dag voor kinderen en volwassenen en is daarmee lager dan de visconsumptie uit de voedselconsumptiepeiling.

Voor de risicobeoordeling wordt geadviseerd om een visconsumptie aan te houden van 16 g per dag voor volwassenen en 3 g per dag aan de voor kinderen conform de voedselconsumptiepeiling. Ter indicatie en voorzorg is ook een beoordeling uitgevoerd met 115 g vis per dag conform de EU-methodiek, maar dit betreft voor de Plas van Heenvliet een worstcasescenario. Verder zijn er blootstellingsberekeningen uitgevoerd met enerzijds 100% consumptie van eigen vangst en 50% consumptie uit eigen vangst. Omdat mensen ook via andere bronnen worden blootgesteld aan contaminanten, wordt preventief getoetst aan 20% van het  $MTR_{\text{humaan}}$ . Dit is de standaardfactor in diverse kaders (WHO, 2017; EC, 2018). Het is namelijk onwenselijk dat het  $MTR_{\text{humaan}}$  volledig wordt 'opgevuld' door de blootstelling van mensen via zwemmen en vissen.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd bij de beoordeling met het model Sedisoil:

- gehanteerd model: Sedisoil versie 2.0.1 d.d. 18 juni 2012;
- rekenscenario's:
  - recreatie (zwemmen) en visconsumptie (alleen organische verontreinigingen);

- zwemmen;
- visconsumptie (alleen organische verontreinigingen).
- blootstellingsduur zwemmen per keer: 4,5 uur;
- ingestie oppervlaktewater per keer: 170 ml;
- aantal keren per jaar zwemmen: 25 keer;
- risicogrens gezondheid: 20% van het  $MTR_{\text{humaan}}$ ;
- maximale concentraties in:
  - oppervlaktewater;
  - waterbodembodem.
- visconsumptie (alleen organische verontreinigingen)
  - scenario 1 (Nederlands consumptiepatroon): volwassenen 16 g per dag, kinderen (1-18 jaar) 3 g per dag
  - scenario 2 (Europees consumptiepatroon): volwassenen 115 g per dag (worstcasescenario);
- visconsumptie uit eigen vangst: 100% (worstcasescenario) en 50%;
- overige parameters en stoffeigenschappen: standaard set Sedisoil.

#### 4.2.3 Risicobeoordeling gezondheidsrisico's zwemmen en visconsumptie

*Scenario 1: Nederlands consumptiepatroon (16 g vis volwassenen en 3 g vis kinderen)*

In tabel 4.3 zijn de risico-indices van de risicobeoordeling gegeven voor de blootstelling via zwemmen uitgaande van concentraties in oppervlaktewater. In tabel 4.4 zijn de risico-indices van de risicobeoordeling gegeven voor de blootstelling via zwemmen en vissen uitgaande van concentraties in waterbodembodem.

##### *De risico-index*

Dit is de verhouding tussen de blootstelling en het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau ( $MTR_{\text{humaan}}$ ):

- Als de risico-index lager is dan 0,01, zijn de risico's verwaarloosbaar;
- Als de risico-index lager is dan 1, kunnen voor drempelwaarde stoffen negatieve gezondheidseffecten worden uitgesloten. Voor niet drempelwaarde stoffen worden de effecten beperkt;
- Als de risico-index hoger is dan 1 spreekt men van een onaanvaardbaar risico en dienen er maatregelen te worden genomen om de blootstelling te verminderen.

Een drempelwaarde stof is een stof waarbij eerst een nader te bepalen blootstelling moet plaatsvinden voordat er een effect optreedt. Bij een niet-drempelwaarde stof treedt bij iedere blootstelling in enige mate een effect op.

Uit de tabellen 4.3 en 4.4 blijkt dat er geen sprake is van een overschrijding van het  $MTR_{\text{humaan}} (20\%)$  voor het scenario 'zwemmen'. Er worden dan ook geen gezondheidsrisico's verwacht als gevolg van zwemmen in de Plas van Heenvliet.

Uit tabel 4.4 blijkt dat bij de maximaal gemeten concentraties in waterbodembodem en bij een consumptie van zowel 50% als 100% uit eigen

vangst, voor diverse individuele PCB's en de som PCB's het  $MTR_{\text{humaan}}$  (20%) wordt overschreden. Dit geldt voor alle PCB's met uitzondering van PCB 118 bij een visconsumptie van 50% uit eigen vangst. Voor PCB's zijn geen gegevens in oppervlaktewater beschikbaar.

*Tabel 4.3: Risico-indices voor de maximale concentraties metalen in Oppervlaktewater en waterbodem bij de gebruiksscenario's zwemmen.*

Contaminant	Maximale concentratie	Blootstelling / $MTR_{\text{humaan}}$ (20%)
		Risico-index zwemmen
<b>Concentraties in oppervlaktewater (mg/l)</b>		
cadmium	$7,40 \times 10^{-5}$	<0,01
chrom (III)	$4,40 \times 10^{-3}$	<0,01
koper	$3,90 \times 10^{-3}$	<0,01
kwik (totaal)	$3,00 \times 10^{-5}$	<0,01
lood	$2,80 \times 10^{-3}$	<0,01
nikkel	$3,5 \times 10^{-3}$	<0,01
zink	0,028	<0,01
<b>Concentraties waterbodem (mg/kg ds)</b>		
arsen	18,1	0,065
barium	182	0,036
cadmium	0,97	<0,01
chrom (III)	63,9	0,045
kobalt	11,7	0,030
koper	47,5	<0,01
kwik (totaal)	0,39	<0,01
lood	126,1	0,074
molybdeen	1,70	<0,01
nikkel	33,3	<0,01
zink	254	<0,01

Tabel 4.4: Risico-indices voor de maximale concentraties organische verontreinigingen in waterbodempl bij de gebruiksscenario's zwemmen en vissen, alleen vissen en alleen zwemmen. De visconsumptie bedraagt 16 g per dag voor volwassenen en 3 g per dag voor kinderen waarvan respectievelijk 50 of 100% uit eigen vangst afkomstig is.

Contaminant	Maximale concentratie	Blootstelling/MTR <sub>humaan</sub> (20%)				
		Risico-index zwemmen en vissen		Risico-index vissen		Risico-index zwemmen
		Visconsumptie uit eigen vangst				
		50%	100%	50%	100%	nvt
<b>Concentraties waterbodempl (mg/kg ds)</b>						
<b>PAK's</b>						
antraceen	0,090	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
benzo(a)antraceen	0,47	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
benzo(a)pyreen	0,52	0,018	0,018	<0,01	<0,01	0,018
benzo(g,h,i)peryleen	0,42	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
benzo(k)fluorantheen	0,27	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
chryseen	0,45	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
fenanthreen	0,34	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
fluorantheen	0,92	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	0,40	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
naftaleen	0,14	0,017	0,017	<0,01	<0,01	<0,01
Combinatietoxicologie: PAK's	-	0,059	0,059	<0,01	<0,01	0,017
<b>PCB's</b>						
PCB 28	1,00 x 10 <sup>-3</sup>	0,50	0,99	0,49	0,98	0,59
PCB 52	2,00 x 10 <sup>-3</sup>	1,38	2,76	1,38	2,75	<0,01
PCB 101	2,00 x 10 <sup>-3</sup>	1,44	2,89	1,44	2,88	<0,01
PCB 118	1,00 x 10 <sup>-3</sup>	0,57	1,15	0,57	1,15	<0,01
PCB 138	3,00 x 10 <sup>-3</sup>	2,21	4,43	2,21	4,43	<0,01
PCB 153	3,00 x 10 <sup>-3</sup>	2,21	4,43	2,21	4,43	<0,01
PCB 180	3,00 x 10 <sup>-3</sup>	1,43	2,86	1,43	2,86	<0,01
Combinatietoxicologie: PCB	-	9,75	19,5	9,73	19,5	0,021
<b>Pesticiden</b>						
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00 x 10 <sup>-3</sup>	0,033	0,067	0,033	0,066	<0,01
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00 x 10 <sup>-3</sup>	0,08	0,15	0,08	0,15	<0,01
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00 x 10 <sup>-3</sup>	0,037	<0,01	0,036	0,073	<0,01
Combinatietoxicologie: DDD/DDE/DDT	-	0,14	0,29	0,14	0,29	<0,01
dieldrin	3,00 x 10 <sup>-3</sup>	0,029	<0,01	0,029	0,057	<0,01

**Scenario 2: Europees consumptiepatroon (115 g vis volwassenen)**

In tabel 4.5 zijn de risico-indices van de risicobeoordeling van organische verontreinigingen gegeven voor de blootstelling via zwemmen en vissen.

Uitgaande van de maximaal gemeten concentraties in waterbodempl, worden overschrijdingen voor PCB's geconstateerd. Deze liggen een factor 6,5-7 hoger en zijn direct gerelateerd aan de visconsumptie 115 g

per dag. Daarnaast wordt een overschrijding van het  $MTR_{\text{humaan}} (20\%)$  geconstateerd voor het gecombineerde effecten van de bestrijdingsmiddelen DDD/DDE/DDT (factor 1,92).

Tabel 4.5: Risico-indices voor de maximale concentratie in Oppervlaktewater en waterbodem bij de gebruiksscenario's zwemmen en vissen en alleen vissen. De visconsumptie bedraagt 115 gr per dag waarvan respectievelijk 50 of 100% uit eigen vangst afkomstig is.

Contaminant	Maximale concentratie	Blootstelling / $MTR_{\text{humaan}} (20\%)$			
		Risico-index zwemmen en vissen		Risico-index vissen	
		Visconsumptie uit eigen vangst			
		50%	100%	50%	100%
<b>Concentraties waterbodem (mg/kg ds)</b>					
<b>PAK's</b>					
antraceen	0,090	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01
benzo(a)antraceen	0,47	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01
benzo(a)pyreen	0,52	0,02	0,018	>0,01	>0,01
benzo(g,h,i)peryleen	0,42	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01
benzo(k)fluorantheen	0,27	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01
chryseen	0,45	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01
fenanthreen	0,34	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01
fluorantheen	0,92	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	0,40	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01
naftaleen	0,14	0,02	0,017	>0,01	>0,01
<i>Combinatietoxicologie: PAK's</i>	-	0,059	0,059	>0,01	>0,01
<b>PCB's</b>					
PCB 28	$1,00 \times 10^{-3}$	3,25	6,48	3,24	6,47
PCB 52	$2,00 \times 10^{-3}$	9,15	18,3	9,14	18,3
PCB 101	$2,00 \times 10^{-3}$	9,58	19,2	9,58	19,2
PCB 118	$1,00 \times 10^{-3}$	3,80	7,61	3,80	7,61
PCB 138	$3,00 \times 10^{-3}$	14,7	29,4	14,7	29,4
PCB 153	$3,00 \times 10^{-3}$	14,7	29,4	14,7	29,4
PCB 180	$3,00 \times 10^{-3}$	9,48	19,0	9,48	19,0
<i>Combinatietoxicologie: PCB</i>	-	64,7	129	64,6	129
<b>Pesticiden</b>					
som 2,4'- en 4,4'-DDD	$4,00 \times 10^{-3}$	0,22	0,44	0,22	0,44
som 2,4'- en 4,4'-DDE	$9,00 \times 10^{-3}$	0,50	0,99	0,50	0,99
som 2,4'- en 4,4'-DDT	$4,00 \times 10^{-3}$	0,24	0,48	0,24	0,48
<i>Combinatietoxicologie: DDD/DDE/DDT</i>	-	0,96	1,92	0,96	1,92
dieldrin	$3,00 \times 10^{-3}$	0,04	0,076	0,04	0,38

De risicobeoordeling van zwemmen (tabel 4.4, scenario 'zwemmen') wijst uit dat er geen sprake is van een overschrijding van het  $MTR_{\text{humaan}} (20\%)$ . De berekende risico indices liggen tussen <0,01 en 0,021. Er worden dan ook geen gezondheidsrisico's door chemische stoffen verwacht als gevolg van zwemmen in de Plas van Heenvliet.

Op basis van de uitkomsten van de Sedisoil-berekening voor visconsumptie uit eigen vangst kunnen gezondheidsrisico's niet worden uitgesloten voor PCB's en in mindere mate het gecombineerde effect van de bestrijdingsmiddelen DDD/DDE/DDT. Om te bepalen of het risico reëel is, zou de concentratie van deze stoffen in ter plaatse gevangen vis moeten worden bepaald. Dit is overigens alleen relevant, indien er daadwerkelijk sprake is van visconsumptie uit de Plas van Heenvliet. Het is noemenswaardig, dat PCB's en de bestrijdingsmiddelen DDD/DDE/DDT in het algemeen niet in verband worden gebracht met TGG. Ook in de TGG voor de Plas van Heenvliet worden geen verhoogde concentraties PCB's en DDD/DDE/DDT aangetroffen. Het is dus onduidelijk uit welke bron de verontreinigingen in het oppervlaktewater afkomstig zijn. PCB's worden vaker aangetroffen in Nederlandse waterbodems en het is niet bekend in welke mate de aanwezigheid van PCB's in de Plas van Heenvliet verschilt van vergelijkbare plassen.

**4.2.4** *Perfluorverbindingen en gezondheidsrisico's zwemmen en visconsumptie*  
De blootstelling aan perfluorverbindingen kan niet met het Sedisoil-model worden berekend, omdat het model enerzijds geen rekening houdt met het bijzondere gedrag van deze stoffen in water en anderzijds omdat er over de opname van perfluorverbindingen door vissen nog veel onzekerheid is. Er zijn geen normen beschikbaar voor perfluorverbindingen in oppervlaktewater voor zwemmen. Wel heeft het RIVM specifiek voor PFOS, PFOA en GenX berekend wat de concentratie van de stoffen in water mag zijn als mensen hier regelmatig in zwemmen (zie paragraaf 2.6) (Muller & Smit, 2020).

In tabel 4.6 worden de gemeten maximale concentraties van PFOS, PFOA en GenX (FRD-903) vergeleken met de voorgestelde risicogrenswaarden uit dat rapport. Hieruit blijkt dat alle concentraties in de Plas van Heenvliet ruimschoots onder de risicogrenswaarden blijven. Op basis van bestaande kennis over perfluorverbindingen worden geen gezondheidsrisico's als gevolg van blootstelling aan PFOS, PFOA en GenX door zwemmen en visconsumptie verwacht.

*Tabel 4.6: Vergelijking van de maximale concentraties van PFOS, PFOA en GenX (FRD-903) met de voorgestelde risicogrenswaarden voor zwemwater.*

<b>Contaminant</b>	<b>Maximale concentratie (ng/l)</b>	<b>Risicogrenswaarde zwemwater (ng/L)</b>	<b>Waterkwaliteitsnorm oppervlaktewater (via vis) (ng/L)</b>
PFOS	51	120 <sup>1</sup>	0,65 <sup>2</sup>
PFOA	52	240 <sup>1</sup>	48 <sup>3</sup>
GenX (FRD-903)	13	403 <sup>1</sup>	118 <sup>4</sup>

1 Risicogrenswaarde op basis van gezondheidsinformatie

2 Wettelijke norm

3 Beleidsmatig vastgestelde norm

4 Door minister geadviseerde waarde voor het beoordelen van de waterkwaliteit

**4.2.5** *Niet-genormeerde stoffen*  
*Somparameters*

Een aantal stoffen uit het analysepakket kon niet worden doorgerekend met het Sedisoil-model, omdat dit somparameters zijn.

Het gaat hierbij om:

- minerale olie (som);
- PCB's (som);
- organochloorhoudende bestrijdingsmiddelen (som);
- PFAS (som);
- nitraat en nitriet (som).

Sedisoiil beschikt niet over de mogelijkheid om voor somparameters een berekening uit te voeren. Waar mogelijk, zijn de individuele stoffen uit deze groepen wel beoordeeld op mogelijke risico's. Alleen bij de PCB's is de risico-index voor combinatietoxiciteit groter dan 1.

*Ontbreken risicogrenswaarden voor gezondheidseffecten*

Voor de volgende stoffen kon geen risicobeoordeling voor gezondheidseffecten worden uitgevoerd wegens het ontbreken van een risicogrenswaarde en/of de voor de berekening benodigde stofparameters:

- ammoniak;
- ammonium;
- bromide;
- sulfaat ;
- nitraat;
- nitriet;
- fosfor totaal;
- fosfaat;
- chloride (mg/l);
- stikstof (totaal en Kjeldahl);
- calciumcarbonaat;
- PFBS - (perfluor-1-butaansulfonaat (lineair));
- PFHxS -(perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair));
- PFBA - (perfluorbutaanzuur);
- PFDA - (perfluordecaanzuur);
- PFHpA - (perfluorheptaanzuur);
- PFHxA - (perfluorhexaanzuur);
- PFNA - (perfluornonaanzuur);
- PFPA - (perfluorpentaanzuur);
- 6:2 fluorotelomer sulfon acid - (2-(perfluorhexyl)ethaan-1-sulfonzuur).

Er moet een alternatieve beoordeling overwogen worden voor stikstof, ammoniak, ammonium, nitraat, sulfaat, fosfor en chloride in oppervlaktewater.

Nitraat, sulfaat, fosfaat en fosfor veroorzaken bij hoge gehalten ecologische effecten. Deze stoffen veroorzaken eutrofiëring waardoor er overmatige algengroei kan optreden in oppervlaktewater (zie hoofdstuk 5). De normen voor de mens zijn vaak om organoleptische, esthetische of bedrijfstechnische redenen vastgesteld. Zo is voor nitraat in het drinkwaterbesluit een bedrijfstechnische grenswaarde van 50 mg/l aangehouden. De aangetroffen concentraties blijven hier ruimschoots onder. Voor sulfaat wordt uit organoleptische overweging een waarde van 150 mg/l aan gehouden, ook deze grenswaarde wordt niet overschreden. Voor het totaal van fosfor en fosfaat is slechts een MTR voor landoppervlaktewater beschikbaar van 0,15 mg/l (RVS, 2019). De



onderbouwing van deze waarde kon niet worden achterhaald. De waarde is van toepassing op eutrofiëringsgevoelige, stagnante wateren in de periode april-september. Alle concentraties in de Plas van Heenvliet liggen onder deze waarde. Chloride kent een bedrijfstechnische waarde van 150 mg/l. Bij de Plas van Heenvliet is sprake van een licht brakke situatie, waardoor er van nature al hogere concentraties chloride worden aangetroffen. Voor sulfaat, nitraat, fosfaat, fosfor en chloride zijn, bij de aangetroffen concentraties, geen gezondheidsrisico's te verwachten.

Voor veel PFAS zijn (met uitzondering van PFOS, PFOA en GenX (FRD-903)) geen risicogrenswaarden beschikbaar. Voor de individuele PFAS zijn de concentraties met behulp van de relative potency factors (RPF) uit Zeilmaker et al. (2018) omgerekend naar een vergelijkbare hoeveelheid PFOA-equivalenten. De PFOA-equivalenten zijn vergeleken met de risicogrens van PFOA in zwemwater (240 ng/l). Van de gemeten PFAS heeft PFNA de hoogste RPF (factor 10). Voor de overige aangetroffen PFAS zijn de RPF kleiner dan een factor 1 waardoor de concentratie omgerekend in PFOA-equivalenten lager is dan de gemeten concentratie. Omdat de gemeten concentraties al onder de risicogrenswaarde voor PFOA liggen, worden deze PFAS niet verder in beschouwing genomen. De aangetroffen concentratie PFNA in oppervlaktewater is 2,6 ng/l. Omgerekend geeft dit een concentratie van 26 ng/l PFOA-equivalenten. Dit is veel lager dan de risicogrenswaarde van PFOA voor zwemwater. Daarom worden er als gevolg van PFAS geen gezondheidsrisico's verwacht door het zwemmen in oppervlaktewater.

#### 4.2.6

##### *Conclusie gezondheidsrisico's zwemmen en visconsumptie*

Voor de metalen (alleen zwemmen), individuele PAK's, individuele PCB's, PFOS, PFOA en GenX (FRD-903) is een beoordeling uitgevoerd voor recreatie. Voor het gebruik van de Plas van Heenvliet als zwemwater worden geen gezondheidsrisico's verwacht. Voor PCB's is mogelijk sprake van gezondheidsrisico's als gevolg van visconsumptie. Het is onduidelijk uit welke bron de PCB's afkomstig zijn, omdat PCB's niet aantoonbaar zijn aangetroffen in de TGG die is toegepast bij de Plas van Heenvliet. Ook worden PCB's vaker in Nederlandse waterbodems aangetroffen. Om te bepalen of de risico's als gevolg van visconsumptie reëel zijn, kan overwogen worden om vis uit de Plas van Heenvliet te bemonsteren. Hiertoe is alleen aanleiding als er sprake is van visconsumptie uit de plas.

Door het ontbreken van milieukwaliteitseisen voor zwemmen en vissen in oppervlaktewater voor een aantal stoffen, kunnen niet alle gemeten stoffen worden getoetst. Vooral voor nutriënten, zouten, PFAS (anders dan PFOA, PFOS en GenX) en som-parameters ontbreken grenswaarden. De nutriënten en zouten zijn weinig giftig voor de mens en veroorzaken voornamelijk secundaire effecten zoals eutrofiëring. Er worden dan ook geen gezondheidsrisico's als gevolg van deze stoffen verwacht. Ook voor PFAS (anders dan PFOS, PFOA en GenX) worden geen gezondheidsrisico's verwacht als gevolg van zwemmen in oppervlaktewater. Hiervoor is de concentratie van PFNA middels de RPF omgerekend naar een vergelijkbare concentratie in PFOA-equivalenten. De berekende concentratie ligt onder de risicogrenswaarde voor PFOA in zwemwater.



## 5 Beoordeling ecologische risico's en risico's voor huisdieren

In dit hoofdstuk worden de ecologische effecten in bodem en oppervlaktewater en uitloging van stoffen naar bodem en grondwater beoordeeld. Bij ecologische effecten moet gedacht worden aan het verstoren van het gezond functioneren van het ecosysteem door onder andere sterfte van organismen, doorvergiftiging in de ecologische voedselketen en de verstoring van natuurlijke processen (zoals bodemademhaling), nitrificatie en afbraak van organische stof).

### 5.1 Ecologie

#### 5.1.1 *Toxische druk bodem*

In de paragrafen 3.1.1 en 3.1.2 is voor de TGG en het grondwater geconcludeerd dat de ecologische risicogrenzen ( $HC50_{eco}$ ) voor de stoffen koper (1x op basis van de partijkeuringen), nikkel (1x verkennend bodemonderzoek) en zink (5x op basis van de partijkeuringen) in de TGG en nikkel (2x), zink (1x), para-cresol (3 x) en fenol (2x) in grondwater worden overschreden. Behalve individuele effecten, kunnen stoffen ook een gezamenlijk effect hebben. Dit wordt de combinatietoxicologie genoemd en hiervoor wordt de toxische druk bepaald (TD). De TD-methode wordt gebruikt in de beoordeling van historische verontreinigde locaties (van voor 1987), maar kan indicatief worden gebruikt voor de beoordeling van mogelijk ecologische risico's van de TGG. Voor alle monsters is de TD berekend met behulp van de Sanscrit (versie TD\_Sanscrit170.xls).

#### **Toelichting op de toets**

Er worden twee criteria voor de TD gehanteerd de  $HC20_{eco}$  of 0,2 (minst streng) en de  $HC65$  of 0,65 (streng). De  $HCx$  staat voor Hazardous concentration en is de waarde waarbij een x% van de organismen in een ecosysteem in meer of mindere mate een nadelig effect van de stof ondervindt. Bij een  $HC20_{eco}$  ondervindt dus 20% van de organismen een effect op groei, reproductie, sterfte, enzovoort. De  $HCx$  is gebaseerd op toxiciteitsstudies en kan verschillende effectniveaus hebben. De  $EC50_{eco}$  (minder streng) is het effectniveau waarbij 50% van de individuele soorten een effect ondervindt. De  $HCx$  kan ook gebaseerd zijn op de NOEC NOEC (No Observed Effect Concentration) (streng). De is de grens waarbij geen effecten optreden bij organismen. Beleidsmatig is ervoor gekozen de  $HC50_{eco}$  te hanteren om te bepalen of er sprake is van een ernstig potentieel risico voor ecosystemen. De  $HC50_{eco}$  is verwerkt in de methodiek voor de afleiding van Interventiewaarden. De bepaling van de Toxische druk wordt gezien als aanvulling op de toetsing aan Interventiewaarden. Voor de achtergronden van deze toetsing wordt verwezen naar het rapport van Rutgers et al. (2008).

Als er per meetpunt een TD wordt bepaald, is de hoogste TD per stof 0,17 (voor barium). De TD van barium ligt daarmee onder het criterium van de  $HC20_{eco}$  (=0,2). Daarom worden er geen ecologische effecten verwacht als gevolg van het stoffenmengsel. Barium, koper en nikkel zijn de meest bepalende stoffen in de beoordeling.

Ook voor de organische verontreinigingen is de TD bepaald en ook daarvoor werd de HC20<sub>eco</sub> niet overschreden. Als gevolg hiervan worden geen effecten verwacht als gevolg van het mengsel van de aanwezige organische verontreinigingen.

De bodemonsters van de Plas van Heenvliet laten zien dat het over het algemeen licht verontreinigd materiaal betreft. Hoewel er dus ecologische risico's kunnen optreden als gevolg van directe toxiciteit, lijken deze vooral heel lokaal en beperkt te zijn voor het meetpunt waar de risicogrenswaarden worden overschreden.

### 5.1.2 *Niet-genormeerde stoffen*

#### *Sulfaat*

Uit metingen in zowel het verkennend bodemonderzoek als de partijkeuring TGG blijkt dat er hoge concentraties sulfaat in de bodem worden aangetroffen. Maximum-concentraties sulfaat zijn respectievelijk 5.180 en 10.200 mg/kg voor het verkennend bodemonderzoek en de partijkeuringen. De gemiddelde concentraties zijn respectievelijk 3022 en 6.802 mg/kg. Voor sulfaat bestaat geen normstelling voor bodem, omdat de stof erg mobiel is en daarom snel naar het grondwater uitspoelt. Ook zijn er geen achtergrondconcentraties in de bodem beschikbaar. Een risicobeoordeling kan dan ook het beste worden uitgevoerd voor concentraties in grondwater. De maximaal gemeten concentraties sulfaat in grondwater bedragen respectievelijk 16.000, 6.800 en 94 mg/l voor de ondiep, middeldiepe en diepe grondwater lagen. Op de referentielocaties bedragen de concentraties respectievelijk maximaal 800 mg/l (gemiddeld 252 mg/l) op de locatie Plas van Heenvliet en maximaal 77 mg/l (gemiddeld 32 mg/l) tussen de Plas van Heenvliet en de gemeente Zwartewaal. Hieruit blijkt dat de concentraties sulfaat in de ondiepe en middeldiepe grondwater lagen sterk verhoogd zijn ten opzichte van de achtergrondconcentraties. De uitloging van sulfaat wordt vaker geassocieerd met TGG (zie ook Brand et al. 2018 en en Römkens et al. 2019). Indicatief kan bij uitspoeling van sulfaat naar zoet grondwater worden uitgegaan van een ecologische risicogrenswaarde voor acuut effect in grondwater tussen de 10 en 100 mg/l. Vergelijkbaar aan de toxiciteit van chloride.

Sulfaat lijkt echter voornamelijk secundaire risico's te veroorzaken, zoals de vorming van het toxische sulfide door afbraak van organische stof en het optreden van interne eutrofiëring in oppervlaktewater.

In het geval van interne eutrofiëring zal sulfaat onder anaerobe omstandigheden dienen als alternatieve elektronenacceptor voor de afbraak van organisch materiaal. Bij voldoende bicarbonaat ontstaat een reactie waarbij sulfide samen met het aanwezige ijzer, ijzersulfiden (o.a. pyriet) vormt. Hiermee kan een groot deel van het aanwezige ijzer in de bodem worden gebonden. Dit ijzer speelt een rol in de binding van fosfaat in onder andere ijzerfosfaat (FePO<sub>4</sub>). Daarnaast is een deel van het fosfaat gebonden aan ijzer(hydr)oxiden (FeOOH). Naarmate de sulfiden meer ijzer binden, zal de concentratie aan ijzer afnemen, waardoor fosfaat niet meer of slechts marginaal kan worden gebonden. Door de toename van fosfaat in het oppervlaktewater kan er overmatige algenbloei optreden, wat vervolgens voor zuurstofloze omstandigheden en sterfte van organismen kan zorgen. Interne eutrofiëring is een complex proces dat door verschillende factoren kan worden beïnvloed.

De aanwezigheid van fosfaat en ijzer zijn ook mede bepalend voor dit proces. Vanwege de complexiteit is het dan ook moeilijk een algemene concentratie af te leiden om te bepalen wanneer dit proces gaat plaatsvinden. Interne eutrofiëring kan al optreden bij concentraties tussen de 10-19 mg/l (Brand et al., 2008).

Als gevolg van de hoge concentraties sulfaat in het ondiepe en middeldiepe grondwater (2,5 – 9,5 m-mv) kunnen ecologische effecten optreden in de bodem en het grondwater. Bij uitspoeling naar het oppervlaktewater, kunnen ook secundaire effecten optreden zoals eutrofiëring en sulfidevorming.

#### *Chloride*

Net als sulfaat bestaan er voor chloride geen normen voor bodem en grondwater, omdat deze stof snel uitspoelt. Wel is er een ecologische risicogrenswaarde voor chloride in grondwater en bodem van 570 mg/l en 390 mg/kg (Verbruggen, 2008). Deze waarden gelden voor zoete grondwatergebieden. Bij de Plas van Heenvliet is van nature sprake van een brak tot ziltig grondwatersysteem met een daarbij horend ecologisch brakwatersysteem. Een overschrijding van de grenswaarde heeft geen noemenswaardige impact, omdat de chloride-gehalten uit de TGG het bodem-watersysteem niet zal veranderen. Voor grondwater zijn de aangetroffen concentraties in de referentiepeilbuizen (tussen de 400-1.000 mg/l) gelijk of hoger dan de ecologische risicogrenswaarde, daarom heeft toetsing aan deze grenswaarde geen toegevoegde waarde. De concentraties in de TGG uit het verkennend bodemonderzoek zijn vergelijkbaar met de ecologische risicogrens. De concentraties zoals aangetroffen in de partijkeuringen (gemiddeld 490 mg/kg en maximaal 630 mg/kg) liggen net boven de risicogrenswaarde voor bodem, maar vanwege de van nature verhoogde concentraties, wordt de impact hiervan als verwaarloosbaar ingeschat.

#### *Fluoride en bromide*

Voor de stoffen fluoride en bromide bestaan geen normen en geen ecologische risicogrenzen voor bodem of grondwater. Het is dan ook onduidelijk welk effect deze stoffen op het ecosysteem hebben. Wel kan of basis van een vergelijking met de referentiepeilbuizen (range 2,60 - 7,70 mg/l bromide en <0,3 mg/l – 0,48 mg/l fluoride) worden geconcludeerd dat zowel fluoride als bromide in verhoogde concentraties (range 1,3 -340 mg/l bromide en 0,1-4,8 mg/l fluoride) worden aangetroffen in het grondwater ter plaatse van de Plas van Heenvliet.

### 5.1.3

#### *Oppervlaktewater*

Om te beoordelen of er in de Plas van Heenvliet bij de toekomstig functie recreatie sprake is van risico's voor ecologie, zijn in hoofdstuk 3 de meetresultaten vergeleken met de milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater. In deze paragraaf worden de gevolgen van deze toetsing nader besproken voor de stoffen die de normwaarden overschreden.

Tabel 5.1 geeft de resultaten van de vergelijking van de in het water aangetroffen concentraties met de beschikbare normen.

Tabel 5.1: Mate van overschrijding norm of risicogrens in oppervlaktewater.

Stof	JG-MKN			MAC-MKN		
	Gemiddelde concentratie	Norm	Overschrijdingsfactor	Maximale concentratie	Norm	Overschrijdingsfactor
<b>Metalen (µg/L)</b>						
Zink <sup>1</sup>	9,8	7,8	1,25	28	15,6	1,8
		10,6 <sup>2</sup>	0,92		18,4 <sup>2</sup>	1,5
<b>Overige (mg/L)</b>						
Stikstof totaal <sup>3</sup>	2,8	2,2	1,3	4,9	2,2	2,1
Ammonium <sup>1,4</sup>	0,7	0,014-0,33	50-2,1	2,6	0,029- 0,66	89-3,9

1 JG-MKE en MAC-MKE (BKMW, 2009)

2 Inclusief een achtergrondconcentratie van 2,8 µg/l

3 Wettelijke indicator voor goede ecologische toestand (Regeling monitoring kaderrichtlijn water, 2015)

4 In het monitoringsprogramma wordt bepaald dat bij toetsing van de resultaten van de monitoring een correctie wordt toegepast, waarbij rekening wordt gehouden met de actuele pH en temperatuur.

Voor zink is er een lichte overschrijding van de JG-MKN met een factor 1,25 en een overschrijding van de MAC-MKN met een factor 1,8. Volgens de Regeling monitoring KRW mag bij de toetsing rekening worden gehouden met de achtergrondconcentratie door deze op te tellen bij de norm. Met de generieke achtergrondconcentratie van zink van 2,8 µg/L, is er geen overschrijding van de JG-MKN. De hoogst gemeten concentratie is 1,5 keer hoger dan de MAC-MKN. Het is echter zeer onwaarschijnlijk dat er acute effecten op het ecosysteem zouden zijn, terwijl de chronische blootstelling geen ecologische risico's oplevert.

Voor de nutriënten stikstof en ammonium wordt een overschrijding van respectievelijk de indicator voor een goede ecologische toestand en de JG- en MAC-MKN overschreden. Van zowel stikstof als ammonium is bekend dat ze een rol spelen bij verzuring en eutrofiëring van bodem en water. Daarnaast kan ammonium worden omgezet in ammoniak wat voor bepaalde vissen giftig is. Voor beide stoffen geldt dat de risico's vooral gebaseerd zijn op het optreden van secundaire effecten.

In hoeverre de toepassing van TGG van invloed is op de huidige kwaliteit van het oppervlaktewater wordt verder onderzocht in hoofdstuk 6.

#### 5.1.4 Conclusies ecologische risicobeoordeling oppervlaktewater

Op basis van de gemeten concentraties in oppervlaktewater kunnen ecologische effecten door zink worden uitgesloten. Voor stikstof en ammonium kunnen mogelijk secundaire ecologische effecten optreden zoals eutrofiëring en verzuring.

## 5.2 Grote (huis)dieren

Onder grote huisdieren verstaan we in deze rapportage voornamelijk honden, omdat deze tijdens de wandeling in contact kunnen komen met het oppervlaktewater door te zwemmen en te drinken. Net als bij mensen komen de honden niet in direct contact met de TGG, indien de

leeflaag op een juiste wijze is aangebracht en wordt onderhouden. Voor grote (huis)dieren zijn geen bruikbare risicogrenzen beschikbaar, omdat het ongebruikelijk is om toxiciteitsproeven te vertalen naar een MTR voor huisdieren. Daarom is op basis van een deskundigenoordeel en een verkennen de risicomodellering afgewogen of er risico's worden verwacht voor honden.

Voor de beoordeling van de risico's wordt bij gebrek aan een  $MTR_{dier}$  dezelfde beschermingsgrens aangehouden voor honden als voor mensen. Dit is het  $MTR_{humaan}$ , wat gelijk staat aan een maximale dagelijkse inname zonder dat er schadelijke effecten worden verwacht. De voornaamste route van blootstelling is direct contact met oppervlaktewater door het drinken van oppervlaktewater. Opname via de huid kan ook optreden tijdens het zwemmen, maar deze route draagt in vergelijking met het drinken van oppervlaktewater minder bij aan de totale blootstelling. De volgende uitgangspunten worden aangehouden (Caressa dierenziekenhuizen, 2020):

- kleine hond: weegt 10kg en drinkt 600 ml per dag (gemiddeld);
- middelgrote hond: weegt 20kg en drinkt 1200 ml per dag (gemiddeld);
- grote hond: weegt 40kg drinkt 2400 ml per dag (gemiddeld).

Per stof is de maximale blootstelling per dag berekend, uitgaande van de maximale concentraties in oppervlaktewater en formule [1].

$$Blootstelling = \frac{DW}{GW} \times Cw \quad [1]$$

Waarin:

Blootstelling = is aan de blootstelling via het drinken van oppervlaktewater per dag (mg/kg lichaamsgewicht per dag)

DW = hoeveelheid drinkwater per dag (resp. 0,6, 1,2 en 2,4 l per dag voor kleine, middelgrote en grote hond)

Gw = gewicht van hond (respectievelijk 10, 20 en 40 kg voor een kleine, middelgrote en grote hond);

Cw = maximale concentratie in oppervlakte water (mg/l).

In tabel 5.6 is de vergelijking van de inname door grote honden met het MTR weergegeven. Voor middelgrote en kleine honden zijn de resultaten niet opgenomen, omdat deze allen een risico index van <0,01 opleverden.

Tabel 5.6: Vergelijking inname grote honden via het drinken van oppervlaktewater.

Parameter	Inname grote hond (mg/kg d)	MTR (mg/kg d)	Inname /MTR grote hond
cadmium	$4,38 \times 10^{-6}$	0,0005	<0,01
chrom	$2,75 \times 10^{-4}$	0,005	0,05
koper	$2,44 \times 10^4$	0,14	<0,01
kwik	$1,88 \times 10^{-6}$	0,002	<0,01
lood	$1,75 \times 10^{-4}$	0,0028	<0,01
nikkel	$2,50 \times 10^{-4}$	0,05	<0,01
zink	$1,75 \times 10^{-3}$	0,5	<0,01

Op basis van bovenstaande exercitie kan worden geconcludeerd dat er geen gezondheidsrisico's door blootstelling aan chemische stoffen worden verwacht als honden zwemmen en drinken uit de Plas van Heenvliet.



## 6 Verspreiding naar grondwater en oppervlaktewater

Om een uitspraak te kunnen doen over het risico op verspreiding van de verontreinigingen in de TGG naar het grondwater zijn de analyseresultaten getoetst aan de normen voor uitloging van verontreinigingen uit bodem, zoals opgenomen in het Rbk.

De normen voor uitloging van verontreinigingen uit bodem bestaan uit:

- Emissietoetswaarden voor grootschalige toepassingen en;
- Maximale Emissiewaarden voor grootschalige toepassingen.

De toetsing aan de Emissietoetswaarden is een eenvoudige toetsing op basis van de samenstelling van de grond, die wordt vastgesteld als het rekenkundige gemiddelde van de gemeten verontreinigingen. Als de kwaliteit van de toe te passen grond voldoet aan de Emissietoetswaarden, wordt op grond van de opgedane praktijkervaring met het voormalige Bouwstoffenbesluit aangenomen dat ook wordt voldaan aan de Maximale Emissiewaarden. Verder onderzoek naar de emissie is dan niet nodig. Als de kwaliteit niet voldoet aan de Emissietoetswaarden, dan moet een uitloogonderzoek worden uitgevoerd om te toetsen aan de Maximale Emissiewaarden (Bodem+, 2020). Voor de Plas van Heenvliet zijn uit voorzorg ook uitloogproeven gedaan door Tritium advies. De resultaten hiervan worden vergeleken met de maximale emissiewaarden voor grootschalige bodemtoepassingen.

### 6.1 Verspreiding naar het grondwater

#### 6.1.1 *Toetsing aan Emissietoetswaarden grootschalige toepassingen*

In tabel 6.1 zijn de rekenkundig gemiddelde waarden (omgerekend naar standaard bodem) weergegeven van de concentraties van metalen in de TGG gebaseerd op het verkennend bodemonderzoek (Tritium advies, 2018). In tabel 6.2 zijn deze gegevens weergegeven, maar dan op basis van de partijkeuringen van TGG (Tritium Advies, 2017). Bovendien zijn in beide tabellen de ETW opgenomen.

Tabel 6.1: De ETW, het rekenkundig gemiddelde en maximale concentraties van metalen in de TGG (gebaseerd op Tritium Advies, 2018). In rood is aangegeven waar de ETW wordt overschreden.

Contaminant	ETW (mg/kg ds)	Gemiddelde concentratie (mg/kg ds)	Maximale concentratie (mg/kg ds)
Arseen	42	11,13	13,24
Cadmium	4,3	0,75	0,86
Chroom	180	48,11	64,81
kobalt	130	21,17	29,53
Koper	113	47,32	79,05
Kwik (niet vluchtig)	4,8	0,28	0,65
Lood	308	72,89	151,01
Molybdeen	105	2,03	2,70
Nikkel	100	50,29	105,00
Zink	430	217,19	284,75
Tin	450	16,77	127,88
Vanadium	146	91,01	136,59

Tabel 6.2: De ETW, het rekenkundig gemiddelde en maximale concentraties van metalen in de TGG (gebaseerd op Tritium Advies, 2017). In rood is aangegeven waar de ETW wordt overschreden.

Contaminant	ETW (mg/kg ds)	Gemiddelde concentratie (mg/kg ds)	Maximale concentratie (mg/kg ds)
Arseen	42	13,8	15,9
Cadmium	4,3	1,2	1,6
Chroom	180	77,4	109,3
kobalt	130	27,9	33,4
Koper	113	70,3	104,4
Kwik (niet vluchtig)	4,8	0,4	0,5
Lood	308	111,2	156,3
Molybdeen	105	5,5	11,0
Nikkel	100	66,1	73,4
Zink	430	355,0	441,9
Tin	450	18,1	25,1
Vanadium	146	122,2	134,2

Uit deze tabel 6.1 volgt dat er alleen voor de maximale concentratie van nikkel een geringe overschrijding van een factor 1,05 van de ETW wordt geconstateerd. Uit tabel 6.2 blijkt hetzelfde voor zink. Op basis hiervan zou conform het besluit bodemkwaliteit geen uitloging uit de TGG worden verwacht. Volgens het Bbk wordt er immers getoetst aan het rekenkundig gemiddelde.

### 6.1.2

#### *Toetsing aan Maximale Emissiewaarden grootschalige toepassingen*

Op grond van de opgedane praktijkervaring met het Bouwstoffenbesluit en de toetsing aan de ETW wordt aangenomen dat grond die voldoet aan de ETW, ook voldoet aan de Maximale Emissiewaarden als de ETW niet wordt overschreden. Onderzoek naar de emissie middels uitloogproeven is dan volgens de huidige wetgeving niet nodig. Voor de

Plas van Heenvliet zijn ook uitloogproeven gedaan. Deze zijn vergeleken met de Maximale emissiewaarden in grootschalige toepassingen (zie tabel 6.3).

Voor de stoffen barium, seleen, bromide, chloride, fluoride en sulfaat bestaan geen maximale emissiewaarden in bodem. Om toch een indicatie te krijgen van de mate van uitloging, zijn de concentraties in de vier TGG-monsters vergeleken met de Maximale Emissiewaarden voor niet-vormgegeven bouwstoffen uit de Regeling bodemkwaliteit. Het is echter niet wettelijk verplicht om de TGG hieraan te toetsen.

*Tabel 6.3: Maximale Emissiewaarden, rekenkundig gemiddelde concentraties en maximale concentraties metalen en zouten in de TGG (Roeloffzen, 2017). In oranje en rood is aangegeven waar de Maximale emissiewaarde wordt overschreden.*

Contaminant	Maximale emissiewaarden bodem (mg/kg ds)	Concentratie (rek. gemid) (mg/kg ds)	Concentratie (max) (mg/kg ds)
antimoon	0,07	0,040	0,049
arseen	0,61	0,14	0,14
barium	22	0,42	0,42
cadmium	0,051	0,0052	0,0072
chromium	0,17	0,07	0,07
kobalt	0,24	0,049	0,049
koper	1	0,07	0,07
kwik	0,49	0,0035	0,0035
lood	15	0,21	0,21
molybdeen	0,48	1,1	1,8
nikkel	0,21	0,14	0,14
seleen	0,15	0,014	0,02
strontium	-	4,5	7,2
tin	0,093	0,014	0,014
vanadium	1,9	1,3	1,5
zink	2,1	0,35	0,35
bromide	20 (- <sup>1</sup> )	68 <sup>2</sup>	130 <sup>2</sup>
chloride	616 (- <sup>1</sup> )	380	830 <sup>2</sup>
fluoride	55 (220 <sup>1</sup> )	7,9	9,6
boor	-	0,78	0,94
kalium	-	295	420
calcium	-	375	500
sulfaat	2430 (9720 <sup>1</sup> )	6063 <sup>2</sup>	9300 <sup>2</sup>

1 In afwijking van de in de Bbk opgenomen maximale emissiewaarden, gelden bij de toepassing van bouwstoffen op plaatsen waar een direct contact (mogelijk) is met zeewater of brak water met van nature een chloride-gehalte van meer dan 5.000 mg/l: a) geen maximale emissiewaarden voor chloride en bromide, en b) de in de tabel opgenomen maximale emissiewaarden voor fluoride en sulfaat vermenigvuldigd met een factor 4.

2 Overschrijding alleen bij toetsing aan zoet grondwatersysteem.

Uitgaande van de toetsing aan de maximale emissiewaarden voor bodem wordt voor molybdeen een overschrijding van de maximale emissiewaarde geconstateerd. Volgens het eerder beschreven principe van toetsing aan de ETW zou deze uitloging niet worden verwacht.

Van de zouten blijken bromide, chloride (alleen maximale concentraties) en sulfaat verhoogd uit te spoelen. Indien er sprake zou zijn van een zoet watersysteem zou dit als een ongewenste situatie worden beschouwd. Omdat de chlorideconcentratie in de Plas van Heenvliet van nature verhoogd is, wordt bij deze toetsing contact met een brak tot licht ziltig watersysteem verondersteld. In dat geval komen de Maximale Emissiewaarden voor bromide en chloride te vervallen en worden de Maximale Emissiewaarden voor fluoride en sulfaat vermenigvuldigd met vier, waardoor er geen sprake meer is van een overschrijding van de Maximale Emissiewaarden.

### 6.1.3 *Vergelijking met concentratie in grondwater*

Uit de kolomproeven (paragraaf 6.1.2) blijkt dat de uitloging van molybdeen, bromide, chloride en sulfaat leidt tot overschrijding van de Maximale Emissiewaarden. In het grondwater worden naast molybdeen ook concentraties arseen, barium, kobalt, nikkel, vanadium en zink aangetroffen (tabel 3.3). Dit terwijl op basis van de kolomproeven voor deze stoffen geen verhoogde concentraties worden verwacht als gevolg van de toepassing van TGG (immers geen overschrijding van maximale emissiewaarden). Voor antimoon, molybdeen, vanadium, bromide, chloride en sulfaat is bekend dat deze stoffen vaker een overschrijding in grondwater geven bij uitspoeling uit TGG.

In tabel 6.4 is voor de metalen aangegeven hoe vaak en in welke grondwater laag de interventiewaarde wordt overschreden. Hierbij is gekeken naar de overschrijdingen per individuele peilbuis. Voor bromide, sulfaat, en chloride bestaan geen normen voor grondwater. Daarom zijn de gemiddelde concentraties vergeleken met de gemiddelde concentraties in referentiepeilbuizen van Arnicon (2019) en Tritium advies (2018) (zie tabel 6.5). Hieruit blijkt dat alle drie de stoffen verhoogd worden aangetroffen in grondwater ten opzichte van de referentiebuizen. Antimoon maakt geen deel uit van de grondwatermonitoring bij de Plas van Heenvliet.

*Tabel 6.4: Aantal keer dat de Interventiewaarde voor grondwater wordt overschreden in de individuele meetpunten in drie verschillende bodemlagen en op een referentielocatie. In rood is aangegeven waar de Interventiewaarde grondwater wordt overschreden.*

Contaminant	Aantal keer overschrijding Interventiewaarde grondwater			
	Laag 1	Laag 2	Laag 3	in Referentie
	Ondiep 2,5-3,5 m-mv	Middel 8,5-9,5 m-mv	Diep 17-18 m-mv	Ondiep 3-4 m-mv
arsen	6	2	0	0
barium	1	0	0	0
cadmium	0	0	0	0
chroom (III+IV)	0	0	0	0

Contaminant	Aantal keer overschrijding Interventiewaarde grondwater			
	Laag 1	Laag 2	Laag 3	in Referentie
	Ondiep 2,5-3,5 m-mv	Middel 8,5-9,5 m-mv	Diep 17-18 m-mv	Ondiep 3-4 m-mv
kobalt	2	0	0	0
koper	0	0	0	0
kwik	0	0	0	0
lood	0	0	0	0
molybdeen	3	6	0	1
nikkel	2	4	0	0
vanadium	1	1	0	0
zink	0	1	0	0

Tabel 6.5: Vergelijking gemeten concentraties in grondwater in en onder TGG en grondwater in referentiepeilbuizen.

Contaminant	Factor overschrijding referentiepeilbuizen		
	ondiep	middeldiep	diep
Sulfaat	23,6	6,0	0,35
Chloride	1,6	1,1	1,8
Bromide	167,0	2,2	0,37

Met uitzondering van molybdeen lijkt er geen eenduidige relatie te bestaan tussen de resultaten van de uitloogproeven en de concentraties metalen in grondwater. Wel overschrijden nikkel en zink de ETW en worden deze stoffen ook verhoogd in het grondwater aangetroffen. Deze stoffen komen echter niet terug in de uitloogproeven. In het grondwater op de locaties waar TGG is toegepast, wordt een duidelijke verhoging geconstateerd ten opzichte van de referentiepeilbuizen voor sulfaat, chloride en bromide. Deze relatie kan ook worden gelegd als de resultaten van de uitloogproeven worden vergeleken met de maximale emissiewaarden voor niet-vormgegeven bouwstoffen. Dit is echter geen gangbaar beleid. Tot slot is het noemenswaardig dat het merendeel van de overschrijdingen in grondwater in de ondiepe en middeldiepe lagen worden aangetroffen, dus direct onder de TGG.

#### 6.1.4 Conclusie verspreiding grondwater

Op basis van de toetsing van aan de ETW, de Maximale Emissiewaarden voor bodem en niet-vormgegeven bouwstoffen (laatste alleen voor de zouten bromide, chloride en sulfaat), is er een duidelijke relatie te leggen tussen de TGG en de aanwezigheid van molybdeen, chloride, bromide en sulfaat in grondwater. Dit geeft aanleiding voor het advies tot verdere monitoring van het grondwater naast de Plas van Heenvliet.

Verder overschrijden nikkel en zink de ETW, maar bij de uitloogtesten voldoen ze aan de Maximale Emissiewaarden.

## 6.2 Verspreiding naar het oppervlaktewater

Om te beoordelen of de toepassing van TGG invloed heeft op de kwaliteit van het naastgelegen oppervlaktewater in de Plas van Heenvliet, zijn voor een aantal indicatorstoffen trendlijnen opgesteld. Hierbij is rekening gehouden met:

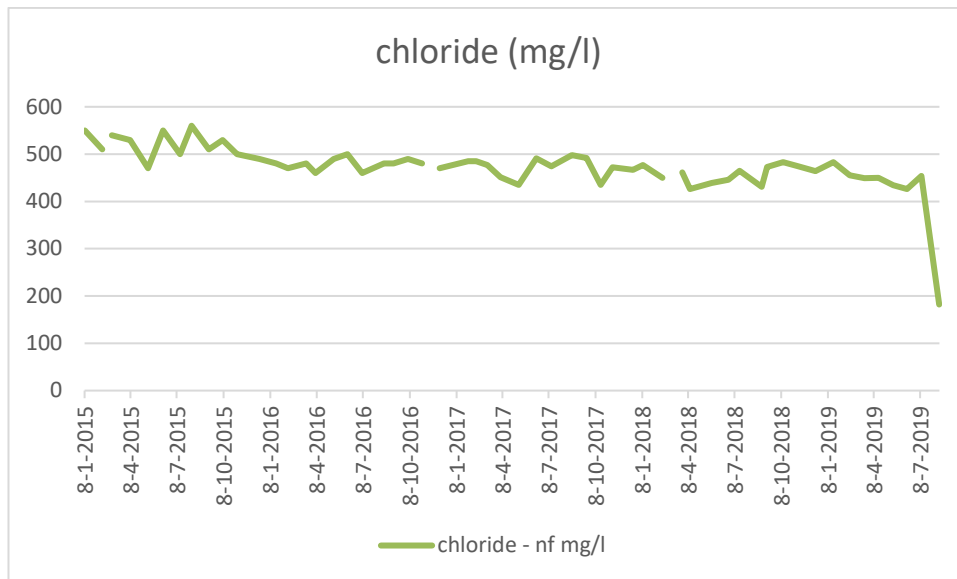
- stoffen die geassocieerd worden met de uitloging uit TGG;
- stoffen die mobiel zijn in grondwater;
- de beschikbare meetgegevens in oppervlaktewater:
  - langdurig gemeten;
  - bij voorkeur ook voor de toepassing van TGG.

Met name een aantal zouten (bromide, chloride en sulfaat) wordt geassocieerd met de uitloging uit TGG. Ook de metalen antimoon, molybdeen en vanadium worden hiermee geassocieerd. Van deze stoffen zijn alleen meerjarige gegevens beschikbaar voor chloride en sulfaat. Voor chloride zijn gegevens beschikbaar vanaf januari 2015. Sulfaat wordt sinds januari 2018 gemeten. Zowel chloride als sulfaat zijn mobiel in grondwater en kunnen daarom als indicator stof worden gebruikt.

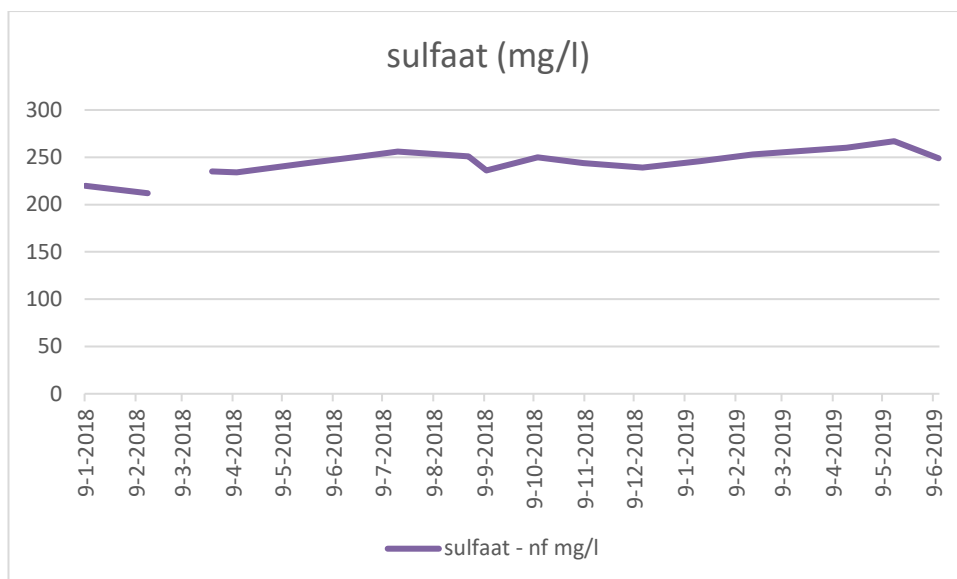
In juni 2017 is door de DCMR een Bbk melding voor de toepassing van TGG bij de Plas van Heenvliet goedgekeurd. Daarom kan de TGG na deze datum de kwaliteit van het oppervlaktewater hebben beïnvloed. In figuur 6.1 zijn de concentraties voor chloride in de periode jan 2015 t/m augustus 2019 weergegeven. Hieruit blijkt dat er geen sprake is van invloed van chloride uit de TGG op de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Sulfaat wordt pas sinds januari 2018 in het oppervlaktewater gemonitord. Er is dan ook geen inzicht in de concentraties sulfaat in oppervlaktewater voor de toepassing van TGG. Uit de kolomproeven blijkt dat sulfaat in hoge concentraties uitspoelt (gemiddelde uitloogconcentratie 6063 mg/kg ds). Als het oppervlaktewater onder invloed staat van de toepassing van TGG, zouden de sulfaat concentraties in het oppervlaktewater een stijgende trend moeten vertonen sinds de start van monitoring. In figuur 6.2 zijn de concentraties sulfaat in het oppervlaktewater weergegeven. Hieruit lijkt er ook voor sulfaat nog geen sprake van aantoonbare beïnvloeding van het oppervlaktewater te zijn, omdat de concentraties gedurende de meetperiode geen noemenswaardige stijging vertonen.

Er bestaat vooralsnog dan ook geen aanleiding om beïnvloeding van het oppervlaktewater door de toepassing van TGG te vermoeden. De huidige kwaliteit van de het oppervlaktewater is niet aantoonbaar beïnvloed door de toepassing van TGG.



Figuur 6.1: Chloride concentraties in het oppervlaktewater van de Plas van Heenvliet in de periode jan 2015 t/m juli 2019.



Figuur 6.2: Sulfaat concentraties in het oppervlaktewater van de Plas van Heenvliet in de periode jan 2018 t/m juni 2019.

### 6.2.1

#### Conclusies verspreiding naar oppervlaktewater

Op basis van de gemeten concentratie van een tweetal indicatorstoffen (chloride en sulfaat) is er nog geen aanleiding om beïnvloeding van het oppervlaktewater als gevolg van de TGG te vermoeden. De huidige kwaliteit van de het oppervlaktewater is niet aantoonbaar beïnvloed door de toepassing van TGG. Door de geconstateerde verhoogde concentraties sulfaat en molybdeen in grondwater (paragraaf 6.1.3) wordt wel geadviseerd om de het oppervlaktewater te blijven monitoren.





## 7 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden per onderzoeksvraag de conclusies samengevat. Na de conclusies volgen nog enkele aanbevelingen.

### 7.1 **Wat zijn de gezondheidsrisico's voor recreatie (inclusief zwemmen en vissen) als gevolg van toepassing van TGG?**

Na toepassing van de TGG dient conform wet- en regelgeving nog een zogenoemde leeflaag van grond (van omgevingskwaliteit) te worden aangebracht. Bij een juiste toepassing van de leeflaag met een minimale dikte van 0,5 m is het risico op direct contact tussen recreanten en de TGG verwaarloosbaar. Uit voorzorg is er ook een risicobeoordeling uitgevoerd waarbij wordt aangenomen dat mensen wel in direct contact kunnen komen met de TGG. Deze beoordeling kan als worstcasescenario worden beschouwd en zal in de praktijk en bij goed onderhoud van de leeflaag nauwelijks optreden. In de beoordeling is uitgegaan van de scenario's 'groen met natuurwaarden' en 'plaatsen waar kinderen spelen'. Uit de risicobeoordeling blijkt er geen gezondheidsrisico's te verwachten zijn als gevolg van direct contact met de TGG.

Voor de perfluorverbindingen zijn de aanwezige concentraties in TGG en grondwater vergeleken met de normen uit het Tijdelijk handelingskader voor PFAS en de INEV;s voor PFOS, PFOA en GenX. De gemeten concentraties liggen ruimschoots onder de risicogrenzen voor gezondheidsrisico's en ook onder de ecologische risicogrenzen. Zowel gezondheidsrisico's en ecologische risico's kunnen daardoor worden uitgesloten.

Behalve voor contact met TGG is er ook een risicobeoordeling uitgevoerd voor mensen die zwemmen en vissen in de Plas van Heenvliet. Hiervoor is onder andere getoetst aan de normwaarden voor oppervlaktewater. Bij de afleiding van de normwaarden wordt rekening gehouden met de ecologische risico's als gevolg van directe toxiciteit en van doorvergiftiging in de aquatische voedselketen en de risico's voor mensen als gevolg van de consumptie van vis. Het strengste criterium is bepalend voor de norm. Uit deze toets blijkt dat er geen gezondheidseffecten worden verwacht als gevolg van zwemmen of visconsumptie.

Er is een aanvullende risicobeoordeling uitgevoerd voor de concentraties in waterbodem met het blootstellingsmodel Sedisoil. Uitgaande van een Nederlands consumptiepatroon (16 g vis per dag voor volwassenen en 3 g vis per dag voor kinderen) blijkt dat voor PCB's in de waterbodem mogelijk sprake is van gezondheidsrisico's als gevolg van visconsumptie. Het is onduidelijk uit welke bron de PCB's afkomstig zijn, omdat PCB's niet met TGG geassocieerd worden en ook niet in de toegepaste TGG worden aangetroffen. Om te bepalen of het risico reëel is, zou de concentratie van PCB's in ter plaatse gevangen vis moeten worden bepaald. Dit is overigens alleen relevant, indien er daadwerkelijk sprake is van visconsumptie uit de Plas van Heenvliet. Verder worden PCB's vaker aangetroffen in Nederlandse waterbodems. Het is daarbij niet

bekend in welke mate de aanwezigheid van PCB's in de Plas van Heenvliet verschilt van vergelijkbare plassen elders.

## **7.2 Wat zijn de ecologische risico's als gevolg van toepassing van TGG?**

Als gevolg van de aangetroffen concentraties in TGG en het grondwater kunnen op enkele meetpunten ecologische risico's optreden vanwege een overschrijding van de ecologische risicogrenswaarde (HC50).

In TGG kunnen als gevolg van koper, nikkel en zink ecologische effecten optreden. Voor zink (5x op basis van de partijkeuringen) wordt vaker een overschrijding van de risicogrenswaarden geconstateerd dan koper (1x op basis van de partijkeuringen) en nikkel (1x op basis van het verkennend bodemonderzoek). Om het effect te bepalen van de combinatie van stoffen op de ecologie is de Toxische druk bepaald. Als de meetlocaties per stuk worden beoordeeld, is er geen sprake van ecologische effecten van de mengseltoxiciteit. Hoewel er ecologische risico's als gevolg van direct contact kunnen optreden, lijken deze beperkt te zijn tot de meetpunten waar de concentraties groter zijn dan de risicogrenzen.

Voor grondwater zijn de gemeten concentraties aanvullend getoetst aan de nieuwe voorstellen voor Interventiewaarden uit Lijzen et al. 2001 omdat deze beter aansluiten bij de huidige risico-onderbouwing van normen. Op basis van deze vergelijking kunnen in grondwater ecologische risico's optreden als gevolg van acute toxiciteit voor nikkel, zink, para-cresol en fenol. In het grondwater worden ook perfluorverbindingen aangetroffen. Voor PFAS in grondwater zijn geen Interventiewaarden beschikbaar. Alleen voor PFOS, PFOA en GenX zijn risicogrenswaarden in grondwater beschikbaar. Voor zowel PFOS, PFOA en GenX worden de ecologische risicogrenswaarden niet overschreden.

In het oppervlaktewater kunnen ecologische risico's optreden als gevolg van en overschrijding van het MKN voor zink, stikstof en ammonium. Deze risico's zijn niet te relateren aan de toepassing van TGG (zie voor een ander toelichting ook paragraaf 6.3). De nutriënten stikstof en ammonium overschrijden respectievelijk de indicator voor een goede ecologische toestand en de JG- en MAC-MKN overschreden. Van zowel stikstof als ammonium is bekend dat ze een rol spelen bij verzuring en eutrofiëring van bodem en water. Hetzelfde geldt voor ammonium. Daarnaast kan ammonium worden omgezet in ammoniak, wat voor bepaalde vissen giftig is. Overal geldt voor deze stoffen dat de risico's vooral gebaseerd zijn op het optreden van secundaire effecten. Voor perfluorverbindingen worden de MKN in oppervlaktewater niet overschreden.

## **7.3 Wat zijn de risico's voor verspreiding van verontreinigingen via grondwater naar oppervlaktewater?**

Op basis van de toetsing van aan de ETW, de maximale emissiewaarden voor bodem en niet-vormgegeven bouwstoffen (laatste alleen voor de zouten bromide, chloride en sulfaat), is er een duidelijke relatie te leggen tussen de TGG en de aanwezigheid van molybdeen, chloride, bromide en sulfaat in grondwater. Op basis hiervan kan worden

geconcludeerd dat contaminanten uit de TGG zich naar het grondwater verspreiden. Op basis van de gemeten concentraties van een tweetal indicatorstoffen (chloride en sulfaat) in oppervlaktewater is er nog geen aanleiding om beïnvloeding van het oppervlaktewater als gevolg van de TGG te vermoeden. Echter, gezien de geconstateerde verhoogde concentraties in grondwater (paragraaf 5.2), wordt geadviseerd om zowel het grondwater als het oppervlaktewater te blijven monitoren.

#### **7.4 Wat zijn de risico's voor (huis)dieren die in contact komen met de plas?**

Onder grote huisdieren verstaan we in deze rapportage voornamelijk honden, omdat deze tijdens de wandeling in contact kunnen komen met het oppervlaktewater door te zwemmen en te drinken. Net als bij mensen komen de honden niet in direct contact met de TGG, indien de leeflaag op een juiste wijze is aangebracht en wordt onderhouden. Voor grote (huis)dieren zijn geen specifieke risicogrenzen beschikbaar, omdat het ongebruikelijk is om toxiciteitsproeven te vertalen naar een MTR voor huisdieren. Daarom is op basis van een deskundigenoordeel en een verkennen de risicomodellering afgewogen of er risico's worden verwacht voor honden. Op basis hiervan worden geconcludeerd dat er geen gezondheidsrisico's worden verwacht als honden zwemmen en drinken uit de Plas van Heenvliet.

#### **7.5 Welke maatregelen kunnen eventuele risico's voor bodem, grondwater en oppervlaktewater beperken?**

Bij de Plas van Heenvliet is op basis van gemeten concentraties van verontreinigingen in TGG en grondwater geen sprake van gezondheidsrisico's voor mensen. Er is wel sprake van uitspoeling van verontreinigingen uit TGG naar het grondwater. Er is lokaal sprake van een overschrijding van ecologische risicogrenswaarden. Hoewel de uitspoeling van verontreinigingen naar bodem en grondwater een ongewenste situatie is, is er op dit moment geen sprake van 'onaanvaardbare risico's' vanwege het lokale karakter van de effecten.

Op basis van de beoordeling van de risico's voor de mens is het niet nodig de TGG te verwijderen. Op lokale schaal zijn er ecologische effecten mogelijk en is er sprake van verspreiding van verontreinigingen naar het grondwater, maar de risico's zijn niet dusdanig ernstig dat verwijdering van de TGG vanuit milieukundige redenen nodig is. Of er andere, bijvoorbeeld maatschappelijke, redenen zijn om tot verwijdering van de TGG over te gaan is niet onderzocht. In geval van een nadere afweging wordt geadviseerd allereerst een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) uit te voeren alvorens te besluiten tot verwijdering.

Voor het beheer van de locatie wordt geadviseerd de kwaliteit van het grondwater- en oppervlaktewater te monitoren om inzicht te krijgen over eventuele aanvullende maatregelen. Hierbij wordt geadviseerd om in het begin maandelijks te monitoren. Naarmate inzicht wordt verkregen in het stofgedrag, kan deze monitoring afgebouwd worden. Als blijkt dat de concentraties toenemen, kan aanvullend geïnventariseerd worden welke technische isolatiemaatregelen kunnen

worden getroffen om toekomstige uitspoeling te voorkomen. Hierbij valt te denken aan het plaatsen van drainage of een extra afdichting.

Ook wordt geadviseerd om de reeds aangebrachte TGG voor zover nog niet gedaan, van een afdeklaag te voorzien en deze regelmatig op dikte te controleren en waar nodig te herstellen. Dit maakt de kans op blootstelling van mens en dier zo klein mogelijk en voorkomt verspreiding van de verontreinigingen door bijvoorbeeld verwaaiing. Bij een definitieve afronding van de werkzaamheden dient de tijdelijke afdeklaag vervangen te worden door een definitieve leeflaag van tenminste 0,5 m. Ook deze moet regelmatig op dikte worden gecontroleerd en waar nodig hersteld.

Tot slot wordt in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu een evaluatie van het normenkader voor de toepassing van TGG uitgevoerd. Uit deze evaluatie moet blijken of het normenkader voldoende is om TGG op een duurzame wijze toe te passen. Indien daar aanleiding toe is, wordt ook voorzien in een handelingsperspectief voor duurzaam hergebruik. De resultaten van dit onderzoek worden eind maart 2021 verwacht. Het bevoegde gezag kan in de tussentijd en eigen afweging maken over een verdere toepassing van TGG door alle risico's en locatie specifiek passende beheersmaatregelen te bepalen ten behoeve van een nuttige toepassing.

## Referenties

- AL-West B.V., (2018). Analyserapport meetronde grondwater oktober 2018. AL-West B.V, Deventer, Nederland. Kenmerk: 797406
- AL-West B.V., (2019a). Analyserapport meetronde grondwater maart 2019. AL-West B.V, Deventer, Nederland. Kenmerk: 839114
- AL-West B.V., (2019b). Analyserapporten meetronde grondwater juni 2019. AL-West B.V, Deventer, Nederland. Kenmerken: 865021 en 865679
- AL-West B.V., (2019b). Analyserapport meetronde grondwater oktober 2019. AL-West B.V, Deventer, Nederland. Kenmerken: 865679
- Arnicon B.V., (2019). Monitoring Plas van Heenvliet te Zwartewaal. Arnicon, Capelle a/d IJssel, Nederland. Kenmerk: C19-267-M
- Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (2009). Geldend van 01-01-2017 t/m heden.  
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0027061/2017-01-01>  
 (geraadpleegd op 27-01-2020)
- Besluit bodemkwaliteit (2019). Geldend van 18-12-2019 t/m heden. (2018). <https://wetten.overheid.nl/BWBR0022929/2019-12-18>  
 (geraadpleegd op 27-01-2020).
- Bodem+, (2020). Handreiking Besluit bodemkwaliteit.  
<https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bbk/instrumenten/handreiking-bbk/> (geraadpleegd op 27-01-2020).
- Bockting, G.J.M., Koolenbrander, J.G.M., Swartjes, F.A., (1996). SediSoil: model ter berekening van humane blootstelling ten gevolge van verontreinigde waterbodems. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM rapport 715810011
- Brand, E., Otte, P.F., Lijzen, J.P.A. (2007). CSOIL 2000: an exposure model for human risk assessment of soil contamination. A model description. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM rapport 711701054
- Brand, E., Baars, A.J., Verbruggen, E.M.J., Lijzen, J.P.A. (2008). Afleiding van milieurisicogrenzen voor sulfaat in oppervlaktewater, grondwater, bodem en waterbodem. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM rapport 711701069
- Brand, E., Bogte, J., Baars, B.J., Janssen, P., Tiesjema, G., van Herwijnen, R., Van Vlaardingen, P., Verbruggen, E., (2012). Proposal for Intervention Values soil and groundwater for the 2nd, 3rd and 4th series of compounds. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM-rapport 607711006
- Brand, E., Otte, P.F., Swartjes, F.A., Wintersen, A., Janssen, P.J.C.M., Rutgers, M., Hagens, W.I., Brouwer, M., (2018). Risicobeoordeling van het gebruik van thermisch gereinigde grond in Perkpolder (Zeeland). RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM-rapport 2018-063
- Caressa dierenziekenhuizen, (2020).  
<https://dierenziekenhuizen.nl/honden/veel-voorkomende-symptomen/veel-drinken-en-plassen-bij-de-hond/> (geraadpleegd op 14-01-2020)

- Circulaire bodemsanering, (2013). Geldend van 01-07-2013 t/m heden.  
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0033592/2013-07-01>  
 (geraadpleegd op 27-01-2020)
- DCMR, (2019). Dossier PFAS. DCMR, Schiedam, Nederland.  
<https://www.dcmr.nl/onderwerpen/pfas-dossier.html>  
 (geraadpleegd op 21-02-2020)
- Europese commissie, (2018). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 27. Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Updated version 2018. Europese commissie, Brussel, België.
- Europese Kaderrichtlijn water, (2000). Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid. Publicatieblad van de Europese Unie Nr. L 327 van 22/12/2000
- Europese zwemwaterrichtlijn, (2006). Richtlijn 2006/7/EG van het Europees parlement en de raad van 15 februari 2006 betreffende het beheer van de zwemwaterkwaliteit en tot intrekking van Richtlijn 76/160/EEG. Publicatieblad van de Europese Unie Nr. L 64/37 van 04/03/2006.
- Harezlak, V. & Osté, L., (2011). Technische handleiding SediSoil. Deltares, Utrecht, Nederland. Rapport 1202337-004
- Hin, J.A., & Osté, L.A., Schmidt, C.A., (2010). Handreiking Beoordelen Waterbodems. Methoden ter bepaling van de mate waarin het realiseren van kwaliteitsdoelen van een watersysteem wordt belemmerd door verontreinigde waterbodems. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag, Nederland.
- Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (1992). Trace elements in soils and plants, 2nd Ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, VS
- Korczyk, M., Fudala, J., Kliś, C., (2009). Estimation of wind blown dust emissions in Europe and its vicinity. Atmospheric Environment 43 (2009) 1410–1420
- Lin, C., & Yeh, J. (2007). Estimating dust emission from a sandbank on the downstream Jhuoshuei River under strong wind conditions. Atmospheric Environment 41 (2007) 7553–7561
- Lijzen, J.P.A., Baars, A.J., Otte, P.F., Rikken, M.G.J, Swartjes, F.A., Verbruggen, E.M.J., Van Wezel, A.P. (2001). Technical evaluation of the Intervention Values for Soil/sediment and Groundwater. Human and ecotoxicological risk assessment and derivation of risk limits for soil, aquatic sediment and groundwater. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM-rapport 711701023
- Lijzen, J.P.A., Wassenaar, P.N.H., Smit, C.E., Posthuma, C.J.A.M, Brand, E., Swartjes F.A., Verbruggen E.M.J., Versteegh, J.F.M., (2018). Risicogrenzen PFOA voor grond en Grondwater. Uitwerking voor generiek en gebiedsspecifiek. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM rapport 2018-0060
- Mennes W.C., (1994). Risico-evaluatie van chloroform in zweminrichtingen. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM rapport 94/289202
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, (2019). Beantwoording Kamervragen van het lid Von Martels (CDA) over problemen met de toepassing van thermisch gereinigde grond. Min IenW, Den Haag, Nederland. Briefkenmerk IENW/BSK-2019/256939)

- Muller, A., & Smit E., (2020). Advies Risicogrenswaarden voor PFOA, PFOS en GenX in zwemwater en vis. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM rapport 2020-0042
- NOBO, (2008). Normstelling en bodemkwaliteits-beoordeling. Onderbouwing en beleidsmatige keuzes voor de bodemnormen in 2005, 2006 en 2007. Ministerie van VROM, Den Haag, Nederland. <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bbk/instrumenten/nobo/> (geraadpleegd op 27-01-2020)
- Regeling monitoring kaderrichtlijn water, (2015). Geldend van 19-11-2015 t/m heden. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0027502/2015-11-19> (geraadpleegd op 27-01-2020)
- Roeloffzen A., (2017). Excelfile: DB kolomproeven ATM-grond 5-10-17. DCMR, Rotterdam, Nederland
- Römken P., Lahr J., Brand E., (2019). Risico-evaluatie Bunschoten een evaluatie van ecologische en landbouwkundige risico's in de polder gelegen aan de Westdijk te Bunschoten. Wageningen Environmental Research, Wageningen, Nederland. Rapportnr. 2955.
- RvS, (2019). Risico's van stoffen. RIVM, Bilthoven, Nederland. <https://rvs.rivm.nl/> (geraadpleegd op 27-01-2020)
- Schets, F.M., Schijven, J.F, de Roda Husman, A.M. (2011). Exposure assessment for swimmers in bathing waters and swimming pools. Water research 45:2392-2400
- Schets, F.M., Keltjens, L.L.M., Hulshof, G.J.M., Schoon, H., Feyen, L.J.G., Janssen, P.J.C.M., Te Biessenbeek, J.D., (2014). Normen en methoden voor kwaliteitsparameters in het te wijzigingen Besluit hygiëne en veiligheid badinrichtingen en zwemgelegenheden. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM rapport 2014-0121
- Smit, C.E., Moermond, C.T.A., Ocké, M., Biesebeek, J.D., (2012). Water quality standards related to human exposure in the Water framework Directive – consideration on fish consumption an swimming. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM rapport 601357011
- Staatsblad 469, (2007). Besluit van 22 november 2007, houdende regels inzake de kwaliteit van de bodem en Nota van toelichting. <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2007-469.html> (geraadpleegd op 27-01-2020)
- Tritium advies, (2017). Tussentijdse resultaten partijkeuring Plas van Heenvliet te Zwartewaal. Tritium advies, Prinsenbeek, Nederland. Kenmerk 1707/150/RK-01
- Tritium Advies, (2018). Verkennend bodemonderzoek Plas van Heenvliet te Zwartewaal (thermisch gereinigde grond). Tritium advies, Prinsenbeek, Nederland. Kenmerk: 1801/193/DH-01
- Verbruggen, E. & Smit, E., (2019). Memo: Advies waterkwaliteitsbeoordeling PFAS DCMR. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM Project M/270103/19/AS
- Verschoor, A.J., Lijzen, J.P.A., Van den Broek, H.H., Cleven, R.F.M.J., Comans, R.N.J., Dijkstra, J.J., Vermij, P.H.M. (2006). Kritische emissiewaarden voor bouwstoffen. Milieuhygiënische onderbouwing en consequenties voor bouwmaterialen. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM-rapportnummer 711701043.

- Voedselconsumptiepeiling, (2019). <https://www.wateetnederland.nl/>. RIVM, Bilthoven, Nederland. (geraadpleegd op 27-01-2020)
- Waterschap Vallei en Veluwe, (2019). Website: Een schone Westdijk. <https://www.vallei-veluwe.nl/toptaken/bij-mij-in-de-buurt/in-voorbereiding/schone-westdijk/>(geraadpleegd op 27-01-2020)
- Wet bodembescherming, (2017). Geldend van 01-01-2017 t/m heden. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0003994/2017-01-01>. (geraadpleegd 27-01-2020)
- WHVBZ, (2012). Wet hygiëne en veiligheid badinrichtingen en zwemgelegenheden. Geldend van 01-10-2012 t/m heden. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0002660/2012-10-01> (geraadpleegd 12-03-2020)
- WHO, (2017). Guidelines for drinking-water quality, 4th edition 2017. Geneva, Switzerland, World Health Organization
- Wintersen, A.M., Lijzen, J.P.A., Van Herwijnen R., (2016). Milieukwaliteitswaarden voor PFOS. Uitwerking van generieke en gebiedsspecifieke waarden voor het gebied rond Schiphol. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM rapport 2016-001
- Wintersen, A.M., & Otte P.F., (2019). Memo: Overzicht van risicogrenzen voor PFOS, PFOA en GenX ten behoeve van een tijdelijk handelingskader voor het toepassen van grond en baggerspecie op of in de landbodem tijdelijk handelingskader. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM kenmerk 067/2019 DMG/BL/AW
- Wintersen A.M., & Otte P.F., (2020). Indicatieve niveaus voor ernstige bodem- en grondwaterverontreiniging (INEV's) voor de stoffen PFOS, PFOA en GenX. RIVM, Bilthoven, Nederland.
- Zeilmaker M.J., Fragki S., Verbruggen E.M.J., Bokkers B.G.H., Lijzen J.P.A., (2018). Mixture exposure to PFAS: A Relative Potency Factor approach. RIVM, Bilthoven, Nederland. RIVM rapport 2018-0070



## Bijlage 1: Resultaten CSOIL-model partijkeuringen

**Gebruiksscenario groen met natuurwaarden**

<b>model</b>	CSOIL	<b>versie</b>	1.0
<b>naam locatie</b>	Plas van Heenvliet		
<b>monsternummer</b>	<b>partijkeuringen</b>		
<b>Bodemgebruik</b>	groen met natuurwaarden		
<b>opmerkingen</b>			
<b>receptor</b>	<b>levenslang gemiddeld</b>		

**LOCATIE SPECIFIEKE GEGEVENS**

<b>beschrijving</b>	<b>waarde</b>	<b>eenheid</b>
lutum gehalte	2,30	[%]
organisch stofgehalte	1,40	[%]
pH	9,00	[-]
bulkdichtheid droge grond	1,20	[kg/m <sup>3</sup> ]
volume vaste fractie in bodem	0,50	[-]
volume water fractie in bodem	0,30	[-]
volume lucht fractie in bodem	0,20	[-]
diepte verontreiniging t.o.v maaiveld	1,25	[m]
hoeveelheid grond deeltjes in lucht (buiten)	5,25E-02	[mg.m <sup>-3</sup> ]

**SRC HUMAAN, RISICO INDICES EN BLOOTSTELLINGSCONCENTRATIES**

contaminant	Bodem- gehalte	risicogrens bodem	risico index	MTR <sub>humaan</sub>	TCL	C binnenlucht	(an)organisch C plant- knol/aardappel	(an)organisch C plant-blad	metalen C aardappel	metalen C groenten
	(mg/kg ds)	[-]	blootst / MTR <sub>humaan</sub>	(mg/kg bw.day)	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)
antimoon	1,00E-05	n.v.t.	0,00	8,60E-04	0,00E+00	0,00E+00	-	-	1,00E-06	8,82E-07
arsenic	9,10E+00	n.v.t.	0,00	1,00E-03	1,00E-03	0,00E+00	-	-	1,67E-03	1,43E-02
barium	1,70E+02	n.v.t.	0,00	2,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	-	-	1,33E-01	7,58E-01
cadmium	9,40E-01	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	0,00E+00	-	-	1,15E-02	3,38E-02
chromium (III)	5,90E+01	n.v.t.	0,00	5,00E-03	6,00E-02	0,00E+00	-	-	1,08E-01	6,36E-02
cobalt	9,80E+00	n.v.t.	0,00	1,40E-03	5,00E-04	0,00E+00	-	-	1,08E-01	2,59E+00
copper	5,10E+01	n.v.t.	0,00	1,40E-01	1,00E-03	0,00E+00	-	-	1,33E+00	1,48E+00
lead	1,00E+02	n.v.t.	0,01	3,60E-03	0,00E+00	0,00E+00	-	-	2,84E-02	4,31E-01
mercury (anorganic)	3,30E-01	n.v.t.	0,00	2,00E-03	2,00E-04	0,00E+00	-	-	5,64E-03	1,55E-02
molybdenum	1,10E+01	n.v.t.	0,00	1,00E-02	1,20E-02	0,00E+00	-	-	2,76E-02	3,23E-01
nickel	2,60E+01	n.v.t.	0,00	5,00E-02	5,00E-05	0,00E+00	-	-	6,30E-02	1,43E-01
tin	7,10E+00	n.v.t.	0,00	2,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	1,13E-01	9,05E-03
vanadium	4,80E+01	n.v.t.	0,01	2,00E-03	1,00E-03	0,00E+00	-	-	4,81E-02	2,82E-02
zinc	1,90E+02	n.v.t.	0,00	5,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	-	-	9,87E-01	6,68E+00
fluoranthene	8,80E-02	n.v.t.	0,00	5,00E-02	0,00E+00	5,69E-08	4,87E-03	1,01E-04	-	-
naphthalene	1,40E-01	n.v.t.	0,00	4,00E-02	0,00E+00	1,01E-04	5,27E-02	1,85E-04	-	-
phenanthrene	1,60E-01	n.v.t.	0,00	4,00E-02	0,00E+00	7,64E-07	2,28E-02	3,19E-04	-	-

Combitox: non-carcinogenic PAH 1,19E-04

**Gebruiksscenario plaatsen waar kinderen spelen**

<b>model</b>	CSOIL	<b>Versie</b>	1.0
<b>naam locatie</b>	Plas van Heenvliet		
<b>monsternummer</b>	<b>partijkeuringen</b>		
<b>Bodemgebruik</b>	plaatsen waar kinderen spelen		
<b>opmerkingen</b>			
<b>receptor</b>	<b>levenslang gemiddeld</b>		

**LOCATIE SPECIFIEKE GEGEVENS**

<b>beschrijving</b>	<b>waarde eenheid</b>	
lutum gehalte	2,30	[%]
organisch stofgehalte	1,40	[%]
pH	9,00	[-]
bulkdichtheid droge grond	1,20	[kg/m <sup>3</sup> ]
volumen vaste fractie in bodem	0,50	[-]
volumen water fractie in bodem	0,30	[-]
volumen lucht fractie in bodem	0,20	[-]
diepte verontreiniging t.o.v maaiveld	1,25	[m]
hoeveelheid grond deeltjes in lucht (buiten)	5,25E-02	[mg.m <sup>-3</sup> ]

**SRC HUMAAN, RISICO INDICES EN BLOOTSTELLINGSCONCENTRATIES**

contaminant	Bodem- gehalte	risicogrens bodem	risico index	MTR <sub>humaan</sub>	TCL	C binnenlucht	(an)organisch C plant- knol/aardappel	(an)organisch C plant-blad	metalen C aardappel	metalen C groenten
	(mg/kg ds)	[-]	blootst / MTR <sub>humaan</sub>	(mg/kg bw.day)	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)
antimoon	1,00E-05	n.v.t.	0,00	8,60E-04	0,00E+00	0,00E+00	-	-	1,00E-06	8,82E-07
arsenic	9,10E+00	n.v.t.	0,01	1,00E-03	1,00E-03	0,00E+00	-	-	1,67E-03	1,43E-02
barium	1,70E+02	n.v.t.	0,01	2,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	-	-	1,33E-01	7,58E-01
cadmium	9,40E-01	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	0,00E+00	-	-	1,15E-02	3,38E-02
chromium (III)	5,90E+01	n.v.t.	0,01	5,00E-03	6,00E-02	0,00E+00	-	-	1,08E-01	6,36E-02
cobalt	9,80E+00	n.v.t.	0,01	1,40E-03	5,00E-04	0,00E+00	-	-	1,08E-01	2,59E+00
copper	5,10E+01	n.v.t.	0,00	1,40E-01	1,00E-03	0,00E+00	-	-	1,33E+00	1,48E+00
lead	1,00E+02	n.v.t.	0,03	3,60E-03	0,00E+00	0,00E+00	-	-	2,84E-02	4,31E-01
mercury (anorganic)	3,30E-01	n.v.t.	0,00	2,00E-03	2,00E-04	0,00E+00	-	-	5,64E-03	1,55E-02
molybdenum	1,10E+01	n.v.t.	0,00	1,00E-02	1,20E-02	0,00E+00	-	-	2,76E-02	3,23E-01
nickel	2,60E+01	n.v.t.	0,01	5,00E-02	5,00E-05	0,00E+00	-	-	6,30E-02	1,43E-01
tin	7,10E+00	n.v.t.	0,00	2,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	1,13E-01	9,05E-03
vanadium	4,80E+01	n.v.t.	0,03	2,00E-03	1,00E-03	0,00E+00	-	-	4,81E-02	2,82E-02
zinc	1,90E+02	n.v.t.	0,00	5,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	-	-	9,87E-01	6,68E+00
fluoranthene	8,80E-02	n.v.t.	0,00	5,00E-02	0,00E+00	5,69E-08	4,87E-03	1,01E-04	-	-
naphthalene	1,40E-01	n.v.t.	0,00	4,00E-02	0,00E+00	1,01E-04	5,27E-02	1,85E-04	-	-
phenanthrene	1,60E-01	n.v.t.	0,00	4,00E-02	0,00E+00	7,64E-07	2,28E-02	3,19E-04	-	-

Combitox: non-carcinogenic PAH 1,27E-04

## Bijlage 2: Resultaten CSOIL-model verkennend bodemonderzoek

**Gebruiksscenario groen met natuurwaarden**

<b>model</b>	CSOIL 2000	<b>Versie</b>	1.0
<b>naam locatie</b>	Plas van Heenvliet		
<b>monsternummer</b>	<b>Maximale concentraties</b>		
<b>Bodemgebruik</b>	groen met natuurwaarden		
<b>opmerkingen</b>			
<b>receptor</b>	levenslang gemiddeld		

**LOCATIE SPECIFIEKE GEGEVENS**

<b>beschrijving</b>	<b>waarde</b>	<b>eenheid</b>
lutum gehalte	3,00	[%]
organisch stofgehalte	1,80	[%]
pH	9,00	[-]
bulkdichtheid droge grond	1,20	[kg/m <sup>3</sup> ]
volume vaste fractie in bodem	0,50	[-]
volume water fractie in bodem	0,30	[-]
volume lucht fractie in bodem	0,20	[-]
hoeveelheid grond deeltjes in lucht (buiten)	5,25E-02	[mg.m <sup>-3</sup> ]

**SRC HUMAAN, RISICO INDICES EN BLOOTSTELLINGSCONCENTRATIES**

contaminant	Bodem- gehalte	risicogrens bodem	risico index	MTR <sub>humaan</sub>	TCL	C binnenlucht	(an)organisch C plant- knol/aardappel	(an)organisch C plant-blad	metalen C aardappel	metalen C groenten
	(mg/kg ds)	[-]	blootst / MTR <sub>humaan</sub>	(mg/kg bw.day)	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)
arsenic	7,80E+00	n.v.t.	0,00	1,00E-03	1,00E-03	0,00E+00	-	-	1,43E-03	1,22E-02
barium	2,70E+02	n.v.t.	0,00	2,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	-	-	2,12E-01	1,20E+00
beryllium	1,30E+00	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	0,00E+00	-	-	2,17E-03	6,37E-04
cadmium	5,00E-01	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	0,00E+00	-	-	6,10E-03	1,80E-02
chromium (III)	3,50E+01	n.v.t.	0,00	5,00E-03	6,00E-02	0,00E+00	-	-	6,43E-02	3,77E-02
cobalt	8,40E+00	n.v.t.	0,00	1,40E-03	5,00E-04	0,00E+00	-	-	9,26E-02	2,22E+00
copper	3,90E+01	n.v.t.	0,00	1,40E-01	1,00E-03	0,00E+00	-	-	1,01E+00	1,14E+00
lead	9,70E+01	n.v.t.	0,00	3,60E-03	0,00E+00	0,00E+00	-	-	2,75E-02	4,18E-01
mercury (anorganic)	4,60E-01	n.v.t.	0,00	2,00E-03	2,00E-04	0,00E+00	-	-	7,86E-03	2,16E-02
molybdenum	2,70E+00	n.v.t.	0,00	1,00E-02	1,20E-02	0,00E+00	-	-	6,76E-03	7,94E-02
nickel	3,60E+01	n.v.t.	0,00	5,00E-02	5,00E-05	0,00E+00	-	-	8,72E-02	1,98E-01
tin	3,50E+01	n.v.t.	0,00	2,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	5,55E-01	4,46E-02
vanadium	4,80E+01	n.v.t.	0,01	2,00E-03	1,00E-03	0,00E+00	-	-	4,81E-02	2,82E-02
zinc	1,20E+02	n.v.t.	0,00	5,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	-	-	6,23E-01	4,22E+00
benzene	6,10E-01	n.v.t.	0,05	3,30E-03	2,00E-02	4,70E-02	6,31E-01	6,20E-04	-	-
ethylbenzene	8,00E-02	n.v.t.	0,00	1,00E-01	7,70E-01	2,81E-03	5,19E-02	8,17E-05	-	-
m-xylene	3,20E-01	n.v.t.	0,00	1,50E-01	8,70E-01	9,93E-03	2,86E-01	3,37E-04	-	-
o-xylene	1,30E-01	n.v.t.	0,00	1,50E-01	8,70E-01	4,88E-03	1,68E-01	1,43E-04	-	-
toluene	4,70E-01	n.v.t.	0,00	2,23E-01	4,00E-01	2,87E-02	4,79E-01	4,86E-04	-	-
fluoranthene	5,60E-02	n.v.t.	0,00	5,00E-02	0,00E+00	2,82E-08	2,41E-03	6,23E-05	-	-
naphthalene	1,40E-01	n.v.t.	0,00	4,00E-02	0,00E+00	7,94E-05	4,13E-02	1,74E-04	-	-
phenanthrene	7,70E-02	n.v.t.	0,00	4,00E-02	0,00E+00	2,86E-07	8,53E-03	1,36E-04	-	-
1,2-dichloroethene (cis,trans)	2,80E-01	n.v.t.	0,00	1,60E-02	5,00E-02	1,44E-01	2,25E-01	2,76E-04	-	-
a-HCH	1,00E-01	n.v.t.	0,00	1,00E-03	2,50E-04	5,70E-06	2,47E-02	2,08E-04	-	-

contaminant	Bodem- gehalte	risicogrens bodem	risico index	MTR <sub>humanaan</sub>	TCL	C binnenlucht	(an)organisch C plant- knol/aardappel	(an)organisch C plant-blad	metalen C aardappel	metalen C groenten
	(mg/kg ds)	[-]	blootst / MTR <sub>humanaan</sub>	(mg/kg bw.day)	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)
b-HCH	2,10E-01	n.v.t.	0,05	2,00E-05	0,00E+00	1,08E-05	4,73E-02	4,20E-04	-	-
DDD	1,40E-03	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	1,82E-11	4,20E-04	1,99E-06	-	-
DDE	4,50E-03	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	1,33E-10	3,56E-03	5,77E-06	-	-
DDT	2,40E-03	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	8,34E-11	1,02E-03	2,77E-06	-	-
heptachloroepoxide	1,40E-03	n.v.t.	0,00	4,00E-04	5,00E-04	1,76E-06	5,89E-04	1,65E-06	-	-
1,2,3,4,6,7,8- HeptaCDF	9,70E-05	n.v.t.	0,00	4,00E-07	0,00E+00	5,40E-11	3,04E-05	9,63E-08	-	-
1,2,3,4,7,8,9- HeptaCDF	1,10E-05	n.v.t.	0,00	4,00E-07	0,00E+00	4,67E-13	3,46E-06	1,11E-08	-	-
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	1,10E-05	n.v.t.	0,00	4,00E-08	0,00E+00	2,97E-11	3,46E-06	1,09E-08	-	-
2,3,7,8-TetraCDF	1,00E-05	n.v.t.	0,00	4,00E-08	0,00E+00	4,71E-12	3,27E-06	1,13E-08	-	-
OCDD	6,30E-05	n.v.t.	0,00	1,33E-05	0,00E+00	1,54E-13	1,98E-05	6,25E-08	-	-
OctaCDF	4,10E-04	n.v.t.	0,00	1,33E-05	0,00E+00	7,71E-11	1,31E-04	4,06E-07	-	-
Combitox:	dioxines and dioxine like		2,71E-04							
HpCDD	2,00E-05	n.v.t.	0,00	4,00E-07	0,00E+00	1,38E-14	6,33E-06	2,00E-08	-	-

Combitox:	dioxines and dioxine like	2,87E-04
Combitox:	non-carcinogenic PAH	8,55E-05
Combitox:	DDT, DDD, DDE	6,65E-06
Combitox:	HCH	4,79E-02
Combitox:	TEX	1,57E-03
Combitox:	non-carcinogenic PAH	8,55E-05
Combitox:	DDT, DDD, DDE	6,65E-06
Combitox:	HCH	4,79E-02
Combitox:	TEX	1,57E-03

**Gebruiksscenario Plaatsen waar kinderen spelen**

<b>model</b>	CSOIL	<b>Versie</b>	1.0
<b>naam locatie</b>	Plas van Heenvliet		
<b>monsternummer</b>	<b>Maximale concentraties</b>		
<b>Bodemgebruik</b>	plaatsen waar kinderen spelen		
<b>opmerkingen</b>			
<b>receptor</b>	<b>levenslang gemiddeld</b>		

**LOCATIE SPECIFIEKE GEGEVENS**

<b>beschrijving</b>	<b>waarde</b>	<b>eenheid</b>
lutum gehalte	3,00	[%]
organisch stofgehalte	1,80	[%]
pH	9,00	[-]
bulkdichtheid droge grond	1,20	[kg/m <sup>3</sup> ]
volume vaste fractie in bodem	0,50	[-]
volume water fractie in bodem	0,30	[-]
volume lucht fractie in bodem	0,20	[-]
diepte verontreiniging t.o.v maaiveld	1,25	[m]
hoeveelheid grond deeltjes in lucht (buiten)	5,25E-02	[mg.m <sup>-3</sup> ]



**SRC HUMAAN, RISICO INDICES EN BLOOTSTELLINGSCONCENTRATIES**

contaminant	Bodem- gehalte	risicogrens bodem	risico index	MTR <sub>humaan</sub>	TCL	C binnenlucht	(an)organisch C plant- knol/aardappel	(an)organisch C plant-blad	metalen C aardappel	metalen C groenten
	(mg/kg ds)	[-]	blootst / MTR <sub>humaan</sub>	(mg/kg bw.day)	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)
arsenic	7,80E+00	n.v.t.	0,01	1,00E-03	1,00E-03	0,00E+00	-	-	1,43E-03	1,22E-02
barium	2,70E+02	n.v.t.	0,02	2,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	-	-	2,12E-01	1,20E+00
beryllium	1,30E+00	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	0,00E+00	-	-	2,17E-03	6,37E-04
cadmium	5,00E-01	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	0,00E+00	-	-	6,10E-03	1,80E-02
chromium (III)	3,50E+01	n.v.t.	0,01	5,00E-03	6,00E-02	0,00E+00	-	-	6,43E-02	3,77E-02
cobalt	8,40E+00	n.v.t.	0,01	1,40E-03	5,00E-04	0,00E+00	-	-	9,26E-02	2,22E+00
copper	3,90E+01	n.v.t.	0,00	1,40E-01	1,00E-03	0,00E+00	-	-	1,01E+00	1,14E+00
lead	9,70E+01	n.v.t.	0,02	3,60E-03	0,00E+00	0,00E+00	-	-	2,75E-02	4,18E-01
mercury (anorganic)	4,60E-01	n.v.t.	0,00	2,00E-03	2,00E-04	0,00E+00	-	-	7,86E-03	2,16E-02
molybdenum	2,70E+00	n.v.t.	0,00	1,00E-02	1,20E-02	0,00E+00	-	-	6,76E-03	7,94E-02
nickel	3,60E+01	n.v.t.	0,02	5,00E-02	5,00E-05	0,00E+00	-	-	8,72E-02	1,98E-01
tin	3,50E+01	n.v.t.	0,00	2,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	5,55E-01	4,46E-02
vanadium	4,80E+01	n.v.t.	0,03	2,00E-03	1,00E-03	0,00E+00	-	-	4,81E-02	2,82E-02
zinc	1,20E+02	n.v.t.	0,00	5,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	-	-	6,23E-01	4,22E+00
benzene	6,10E-01	n.v.t.	0,05	3,30E-03	2,00E-02	4,70E-02	6,31E-01	6,20E-04	-	-
ethylbenzene	8,00E-02	n.v.t.	0,00	1,00E-01	7,70E-01	2,81E-03	5,19E-02	8,17E-05	-	-
m-xylene	3,20E-01	n.v.t.	0,00	1,50E-01	8,70E-01	9,93E-03	2,86E-01	3,37E-04	-	-
o-xylene	1,30E-01	n.v.t.	0,00	1,50E-01	8,70E-01	4,88E-03	1,68E-01	1,43E-04	-	-
toluene	4,70E-01	n.v.t.	0,00	2,23E-01	4,00E-01	2,87E-02	4,79E-01	4,86E-04	-	-
fluoranthene	5,60E-02	n.v.t.	0,00	5,00E-02	0,00E+00	2,82E-08	2,41E-03	6,23E-05	-	-
naphthalene	1,40E-01	n.v.t.	0,00	4,00E-02	0,00E+00	7,94E-05	4,13E-02	1,74E-04	-	-
phenanthrene	7,70E-02	n.v.t.	0,00	4,00E-02	0,00E+00	2,86E-07	8,53E-03	1,36E-04	-	-
1,2-dichloroethene (cis,trans)	2,80E-01	n.v.t.	0,00	1,60E-02	5,00E-02	1,44E-01	2,25E-01	2,76E-04	-	-
a-HCH	1,00E-01	n.v.t.	0,00	1,00E-03	2,50E-04	5,70E-06	2,47E-02	2,08E-04	-	-
b-HCH	2,10E-01	n.v.t.	0,06	2,00E-05	0,00E+00	1,08E-05	4,73E-02	4,20E-04	-	-

contaminant	Bodem- gehalte	risicogrens bodem	risico index	MTR <sub>humaaan</sub>	TCL	C binnenlucht	(an)organisch C plant- knol/aardappel	(an)organisch C plant-blad	metalen C aardappel	metalen C groenten
	(mg/kg ds)	[-]	blootst / MTR <sub>humaaan</sub>	(mg/kg bw.day)	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)	(mg/kg vg)
DDD	1,40E-03	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	1,82E-11	4,20E-04	1,99E-06	-	-
DDE	4,50E-03	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	1,33E-10	3,56E-03	5,77E-06	-	-
DDT	2,40E-03	n.v.t.	0,00	5,00E-04	0,00E+00	8,34E-11	1,02E-03	2,77E-06	-	-
heptachloroepoxide	1,40E-03	n.v.t.	0,00	4,00E-04	5,00E-04	1,76E-06	5,89E-04	1,65E-06	-	-
1,2,3,4,6,7,8- HeptaCDF	9,70E-05	n.v.t.	0,00	4,00E-07	0,00E+00	5,40E-11	3,04E-05	9,63E-08	-	-
1,2,3,4,7,8,9- HeptaCDF	1,10E-05	n.v.t.	0,00	4,00E-07	0,00E+00	4,67E-13	3,46E-06	1,11E-08	-	-
1,2,3,4,7,8- HexaCDF	1,10E-05	n.v.t.	0,00	4,00E-08	0,00E+00	2,97E-11	3,46E-06	1,09E-08	-	-
2,3,7,8-TetraCDF	1,00E-05	n.v.t.	0,00	4,00E-08	0,00E+00	4,71E-12	3,27E-06	1,13E-08	-	-
OCDD	6,30E-05	n.v.t.	0,00	1,33E-05	0,00E+00	1,54E-13	1,98E-05	6,25E-08	-	-
OctaCDF	4,10E-04	n.v.t.	0,00	1,33E-05	0,00E+00	7,71E-11	1,31E-04	4,06E-07	-	-
HpCDD	2,00E-05	n.v.t.	0,00	4,00E-07	0,00E+00	1,38E-14	6,33E-06	2,00E-08	-	-

dioxines and dioxine

Combitox:	like	1,19E-03
Combitox:	non-carcinogenic PAH	9,11E-05
Combitox:	DDT, DDD, DDE	2,37E-05
Combitox:	HCH	5,88E-02
Combitox:	TEX	1,58E-03

## Bijlage 3: Resultaten SEDISOIL-model (oppervlaktewater)

**Gebruiksscenario zwemmen**

<b>Model:</b>	SEDISOIL	<b>Versie:</b>	2.0
<b>Naam locatie:</b>	Plas van Heenvliet opp water		
<b>Monsternummer:</b>	Opp water		
<b>Scenario:</b>	<b>Vrij te kiezen scenario</b>		
<b>Opmerkingen:</b>	Zwemmen en 20% MTR <sub>humaaan</sub> (geen visconsumptie)		
<b>BODEMTYPE</b>			
pH waterbodem			8,00 [-]
fractie organische koolstof waterbodem			0,058 [-]
% lutum waterbodem			18,0 %
volumieke massa van de droge waterbodem			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in waterbodem			0,40 [-]
fractie organische koolstof zwevend stof			0,116 [-]
% lutum zwevend stof			40,0 %
volumieke massa van droog zwevend stof			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in zwevend stof			0,40 [-]
zwevend stof gehalte oppervlaktewater			3,00E-02 [mg/dm <sup>3</sup> ]
<b>PARAMETERS VIS</b>			
vetpercentage vis			nvt
drooggewichtfractie vis			nvt

<b>SCENARIO (beschrijving)</b>	oeverrecreatie en zwemmen [dagen/jaar]	viscons. kind [g/dag]	viscons. volwassene [g/dag]	viscons. eigen vangst (% totaal)
Vrij te kiezen scenario	25	0	0	0

### **BEORDELING LEVENSLANG GEMIDDELDE BLOOTSTELLING EN ONAANVAARDBAAR RISICO**

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [(mg/kg l.g.)/d]	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
cadmium	0,00E+00	2,33E-08	2,33E-04	NEE
chrom (III)	0,00E+00	2,74E-06	2,74E-03	NEE
koper	0,00E+00	6,27E-07	2,24E-05	NEE
kwik (totaal)	0,00E+00	1,18E-08	2,94E-05	NEE
lood	0,00E+00	2,25E-06	3,13E-03	NEE
nikkel	0,00E+00	3,19E-07	3,19E-05	NEE
zink	0,00E+00	7,74E-06	7,74E-05	NEE

### **CONCENTRATIES IN DE DIVERSE MILIEUCOMPARTIMENTEN**

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
cadmium	0,00E+00	7,40E-05	9,60E+00	-	1,23E+05
chrom (III)	0,00E+00	4,40E-03	1,28E+03	-	8,67E+04
koper	0,00E+00	3,90E-03	1,95E+02	-	4,21E+05
kwik (totaal)	0,00E+00	3,00E-05	5,10E+00	-	6,00E-02
lood	0,00E+00	2,80E-03	1,79E+03	-	9,58E+03
nikkel	0,00E+00	4,00E-03	3,20E+01	-	4,22E+05
zink	0,00E+00	2,80E-02	3,08E+03	-	3,44E+05

## Bijlage 4: Resultaten SEDISOIL-model (waterbodem)

**Gebruiksscenario zwemmen en vissen (50% consumptie uit eigen vangst)***Nederlands consumptiepatroon (16 g vis per dag volwassenen en 3 g vis per dag kinderen)*

<b>Model:</b>	SEDISOIL	<b>Versie:</b>	2.0
<b>Naam locatie:</b>	Plas van Heenvliet waterbodem		
<b>Monsternummer:</b>	waterbodem		
<b>Scenario:</b>	<b>Vrij te kiezen scenario</b>		
<b>Opmerkingen:</b>	Zwemmen, <b>visconsumptie 16 g per dag volwassenen, 3 g per dag kind</b> , 50% consumptie uit eigen vangst en 20% MTR <sub>humanaan</sub>		
<b>BODEMTYPE</b>			
pH waterbodem			8,00 [-]
fractie organische koolstof waterbodem			0,058 [-]
% lutum waterbodem			18,0 %
volumieke massa van de droge waterbodem			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in waterbodem			0,40 [-]
fractie organische koolstof zwevend stof			0,116 [-]
% lutum zwevend stof			40,0 %
volumieke massa van droog zwevend stof			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in zwevend stof			0,40 [-]
zwevend stof gehalte oppervlaktewater			3,00E-02 [mg/dm <sup>3</sup> ]
<b>PARAMETERS VIS</b>			
vetpercentage vis			5%
drooggewichtfractie vis			0,26 [-]

<b>V</b>	oeverrecreatie en zwemmen [dagen/jaar]	viscons. kind [g/dag]	viscons. volwassene [g/dag]	viscons. eigen vangst (% totaal)
Vrij te kiezen scenario	25	3,0	16,0	50%

### BEOORDELING LEVENSLANG GEMIDDELDE BLOOTSTELLING EN ONAANVAARDBAAR RISICO

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [(mg/kg l.g.)/d]	blootstelling / MTR <sub>humaaan</sub>	onaanvaardbaar risico
antraceen	9,00E-02	1,98E-05	2,47E-03	NEE
benzo(a)antraceen	4,70E-01	4,24E-06	4,24E-03	NEE
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,75E-06	1,75E-02	NEE
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	5,42E-07	9,04E-05	NEE
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	1,03E-06	1,03E-03	NEE
chryseen	4,50E-01	3,97E-06	3,97E-04	NEE
fenanthreen	3,40E-01	7,25E-05	9,07E-03	NEE
fluorantheen	9,20E-01	6,33E-05	6,33E-03	NEE
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	5,16E-07	5,16E-04	NEE
naftaleen	1,40E-01	1,38E-04	1,73E-02	NEE
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	9,92E-07	4,96E-01	NEE
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	2,76E-06	1,38E+00	<b>JA</b>
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	2,89E-06	1,44E+00	<b>JA</b>
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	1,15E-06	5,73E-01	NEE
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	4,43E-06	2,21E+00	<b>JA</b>
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	4,43E-06	2,21E+00	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	2,86E-06	1,43E+00	<b>JA</b>
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	3,34E-06	3,34E-02	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	7,52E-06	7,52E-02	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	3,65E-06	3,65E-02	NEE
dieldrin	3,00E-03	5,81E-07	2,91E-02	NEE
TEQ dioxineachtigen obv PCB153	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	N.B.

Contaminant	blootstelling /MTR	onaanvaardbaar risico
Additiviteit risico: PCB's	9,75E+00	<b>JA</b>
Additiviteit risico: DDD/DDE/DDT	1,45E-01	NEE
Additiviteit risico: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)	5,89E-02	NEE

### CONCENTRATIES IN DE DIVERSE MILIEUCOMPARTIMENTEN

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
antracene	9,00E-02	1,32E-04	1,80E-01	-	4,34E-02
benzo(a)antracene	4,70E-01	2,81E-05	9,40E-01	-	9,40E-03
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,36E-05	1,04E+00	-	1,62E-03
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	2,45E-06	8,40E-01	-	2,60E-04
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	8,28E-06	5,40E-01	-	8,00E-04
chryseen	4,50E-01	2,63E-05	9,00E-01	-	2,00E-03
fenanthreen	3,40E-01	5,22E-04	6,80E-01	-	1,15E+00
fluorantheen	9,20E-01	3,89E-04	1,84E+00	-	2,60E-01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	2,34E-06	8,00E-01	-	1,90E-04
naftaleen	1,40E-01	3,38E-03	2,79E-01	-	3,10E+01
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,98E-07	2,00E-03	8,62E-03	2,70E-01
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,73E-07	4,00E-03	2,44E-02	1,53E-02
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	6,88E-08	4,00E-03	2,55E-02	1,54E-02
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	2,38E-08	2,00E-03	1,01E-02	1,34E-02
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	1,50E-03
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	9,50E-04
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	1,60E-08	6,00E-03	2,53E-02	3,85E-03
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	5,74E-07	8,00E-03	2,93E-02	6,23E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,29E-06	1,80E-02	6,60E-02	4,09E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,13E-07	8,00E-03	3,22E-02	6,48E-03
dieldrin	3,00E-03	7,48E-07	6,00E-03	5,04E-03	1,95E-01

Europees consumptiepatroon (115 g vis per dag volwassenen en 0 g vis per dag kinderen)

<b>Model:</b>	SEDISOIL	<b>Versie:</b>	2.0
<b>Naam locatie:</b>	Plas van Heenvliet waterbodem		
<b>Monsternummer:</b>	waterbodem		
<b>Scenario:</b>	<b>Vrij te kiezen scenario</b>		
<b>Opmerkingen:</b>	Zwemmen, <b>visconsumptie 115 g per dag volwassenen, 0 g per dag kind</b> , 50% consumptie uit eigen vangst en 20% MTR <sub>humanaan</sub>		
<b>BODEMTYPE</b>			
pH waterbodem			8,00 [-]
fractie organische koolstof waterbodem			0,058 [-]
% lutum waterbodem			18,0 %
volumieke massa van de droge waterbodem			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in waterbodem			0,40 [-]
fractie organische koolstof zwevend stof			0,116 [-]
% lutum zwevend stof			40,0 %
volumieke massa van droog zwevend stof			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in zwevend stof			0,40 [-]
zwevend stof gehalte oppervlaktewater			3,00E-02 [mg/dm <sup>3</sup> ]
<b>PARAMETERS VIS</b>			
vetpercentage vis			5%
drooggewichtfractie vis			0,26 [-]

<b>SCENARIO (beschrijving)</b>	oeverrecreatie en zwemmen [dagen/jaar]	viscons. kind [g/dag]	viscons. volwassene [g/dag]	viscons. eigen vangst (% totaal)
Vrij te kiezen scenario	25	0	115	50%



**BEOORDELING LEVENSLANG GEMIDDELDE BLOOTSTELLING EN ONAANVAARDBAAR RISICO**

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [(mg/kg l.g.)/d]	blootstelling / MTR <sub>humaaan</sub>	onaanvaardbaar risico
antraceen	9,00E-02	1,98E-05	2,47E-03	NEE
benzo(a)antraceen	4,70E-01	4,24E-06	4,24E-03	NEE
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,75E-06	1,75E-02	NEE
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	5,42E-07	9,04E-05	NEE
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	1,03E-06	1,03E-03	NEE
chryseen	4,50E-01	3,97E-06	3,97E-04	NEE
fenanthreen	3,40E-01	7,25E-05	9,07E-03	NEE
fluorantheen	9,20E-01	6,33E-05	6,33E-03	NEE
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	5,16E-07	5,16E-04	NEE
naftaleen	1,40E-01	1,38E-04	1,73E-02	NEE
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	6,49E-06	3,25E+00	<b>JA</b>
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,83E-05	9,15E+00	<b>JA</b>
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	1,92E-05	9,58E+00	<b>JA</b>
2,3',4,4',5'-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	7,61E-06	3,80E+00	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	2,94E-05	1,47E+01	<b>JA</b>
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	2,94E-05	1,47E+01	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	1,90E-05	9,48E+00	<b>JA</b>
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	2,21E-05	2,21E-01	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	4,96E-05	4,96E-01	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,42E-05	2,42E-01	NEE
dieldrin	3,00E-03	3,80E-06	3,80E-02	NEE
TEQ dioxineachtigen obv PCB153	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	N.B.

Contaminant	blootstelling / MTR <sub>humaaan</sub>	onaanvaardbaar risico
Additiviteit risico: PCB's	6,47E+01	<b>JA</b>
Additiviteit risico: DDD/DDE/DDT	9,59E-01	NEE
Additiviteit risico: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)	5,89E-02	NEE

**CONCENTRATIES IN DE DIVERSE MILIEUCOMPARTIMENTEN**

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
antraceen	9,00E-02	1,32E-04	1,80E-01	-	4,34E-02
benzo(a)antraceen	4,70E-01	2,81E-05	9,40E-01	-	9,40E-03
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,36E-05	1,04E+00	-	1,62E-03
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	2,45E-06	8,40E-01	-	2,60E-04
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	8,28E-06	5,40E-01	-	8,00E-04
chryseen	4,50E-01	2,63E-05	9,00E-01	-	2,00E-03
fenanthreen	3,40E-01	5,22E-04	6,80E-01	-	1,15E+00
fluorantheen	9,20E-01	3,89E-04	1,84E+00	-	2,60E-01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	2,34E-06	8,00E-01	-	1,90E-04
naftaleen	1,40E-01	3,38E-03	2,79E-01	-	3,10E+01
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,98E-07	2,00E-03	8,62E-03	2,70E-01
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,73E-07	4,00E-03	2,44E-02	1,53E-02
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	6,88E-08	4,00E-03	2,55E-02	1,54E-02
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	2,38E-08	2,00E-03	1,01E-02	1,34E-02
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	1,50E-03
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	9,50E-04
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	1,60E-08	6,00E-03	2,53E-02	3,85E-03
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	5,74E-07	8,00E-03	2,93E-02	6,23E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,29E-06	1,80E-02	6,60E-02	4,09E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,13E-07	8,00E-03	3,22E-02	6,48E-03
dieldrin	3,00E-03	7,48E-07	6,00E-03	5,04E-03	1,95E-01

**Gebruiksscenario zwemmen en vissen (100% consumptie uit eigen vangst)***Nederlands consumptiepatroon (16 g vis per dag volwassenen en 3 g vis per dag kinderen)*

<b>Model:</b>	SEDISOIL	<b>Versie:</b>	2.0
<b>Naam locatie:</b>	Plas van Heenvliet waterbodem		
<b>Monsternummer:</b>	waterbodem		
<b>Scenario:</b>	<b>Vrij te kiezen scenario</b>		
<b>Opmerkingen:</b>	Zwemmen, <b>visconsumptie 16 g per dag volwassenen, 3 g per dag kind</b> , 100% consumptie uit eigen vangst en 20% MTR <sub>humaan</sub>		
<b>BODEMTYPE</b>			
pH waterbodem			8,00 [-]
fractie organische koolstof waterbodem			0,058 [-]
% lutum waterbodem			18,0 %
volumieke massa van de droge waterbodem			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in waterbodem			0,40 [-]
fractie organische koolstof zwevend stof			0,116 [-]
% lutum zwevend stof			40,0 %
volumieke massa van droog zwevend stof			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in zwevend stof			0,40 [-]
zwevend stof gehalte oppervlaktewater			3,00E-02 [mg/dm <sup>3</sup> ]
<b>PARAMETERS VIS</b>			
vetpercentage vis			5%
drooggewichtfractie vis			0,26 [-]

<b>SCENARIO (beschrijving)</b>	oeverrecreatie en zwemmen [dagen/jaar]	viscons. kind [g/dag]	viscons. volwassene [g/dag]	viscons. eigen vangst (% totaal)
Vrij te kiezen scenario	25	3,0	16,0	100%

### BEOORDELING LEVENSLANG GEMIDDELDE BLOOTSTELLING EN ONAANVAARDBAAR RISICO

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [(mg/kg l.g.)/d]	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
antracene	9,00E-02	1,98E-05	2,47E-03	NEE
benzo(a)antracene	4,70E-01	4,24E-06	4,24E-03	NEE
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,75E-06	1,75E-02	NEE
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	5,42E-07	9,04E-05	NEE
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	1,03E-06	1,03E-03	NEE
chryseen	4,50E-01	3,97E-06	3,97E-04	NEE
fenanthreen	3,40E-01	7,25E-05	9,07E-03	NEE
fluorantheen	9,20E-01	6,33E-05	6,33E-03	NEE
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	5,16E-07	5,16E-04	NEE
naftaleen	1,40E-01	1,38E-04	1,73E-02	NEE
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,97E-06	9,83E-01	NEE
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	5,52E-06	2,76E+00	<b>JA</b>
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	5,77E-06	2,89E+00	<b>JA</b>
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	2,29E-06	1,15E+00	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	8,85E-06	4,43E+00	<b>JA</b>
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	8,85E-06	4,43E+00	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	5,71E-06	2,86E+00	<b>JA</b>
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	6,66E-06	6,66E-02	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,50E-05	1,50E-01	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	7,28E-06	7,28E-02	NEE
dieldrin	3,00E-03	1,15E-06	5,76E-02	NEE
TEQ dioxineachtigen obv PCB153	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	N.B.

Contaminant	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
Additiviteit risico: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)	5,89E-02	NEE
Additiviteit risico: PCB's	1,95E+01	<b>JA</b>
Additiviteit risico: DDD/DDE/DDT	2,89E-01	NEE

### CONCENTRATIES IN DE DIVERSE MILIEUCOMPARTIMENTEN

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
antraceen	9,00E-02	1,32E-04	1,80E-01	-	4,34E-02
benzo(a)antraceen	4,70E-01	2,81E-05	9,40E-01	-	9,40E-03
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,36E-05	1,04E+00	-	1,62E-03
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	2,45E-06	8,40E-01	-	2,60E-04
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	8,28E-06	5,40E-01	-	8,00E-04
chryseen	4,50E-01	2,63E-05	9,00E-01	-	2,00E-03
fenanthreen	3,40E-01	5,22E-04	6,80E-01	-	1,15E+00
fluorantheen	9,20E-01	3,89E-04	1,84E+00	-	2,60E-01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	2,34E-06	8,00E-01	-	1,90E-04
naftaleen	1,40E-01	3,38E-03	2,79E-01	-	3,10E+01
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,98E-07	2,00E-03	8,62E-03	2,70E-01
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,73E-07	4,00E-03	2,44E-02	1,53E-02
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	6,88E-08	4,00E-03	2,55E-02	1,54E-02
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	2,38E-08	2,00E-03	1,01E-02	1,34E-02
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	1,50E-03
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	9,50E-04
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	1,60E-08	6,00E-03	2,53E-02	3,85E-03
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	5,74E-07	8,00E-03	2,93E-02	6,23E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,29E-06	1,80E-02	6,60E-02	4,09E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,13E-07	8,00E-03	3,22E-02	6,48E-03
dieldrin	3,00E-03	7,48E-07	6,00E-03	5,04E-03	1,95E-01

Europees consumptiepatroon (115 g vis per dag volwassenen en 0 g vis per dag kinderen)

<b>Model:</b>	SEDISOIL	<b>Versie:</b>	2.0
<b>Naam locatie:</b>	Plas van Heenvliet waterbodem		
<b>Monsternummer:</b>	waterbodem		
<b>Scenario:</b>	<b>Vrij te kiezen scenario</b>		
<b>Opmerkingen:</b>	Zwemmen, <b>visconsumptie 115 g per dag volwassenen, 0 g per dag kind</b> , 100% consumptie uit eigen vangst en 20% MTR <sub>humanaan</sub>		
<b>BODEMTYPE</b>			
pH waterbodem		8,00 [-]	
fractie organische koolstof waterbodem		0,058 [-]	
% lutum waterbodem		18,0 %	
volumieke massa van de droge waterbodem		1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]	
volumefractie water in waterbodem		0,40 [-]	
fractie organische koolstof zwevend stof		0,116 [-]	
% lutum zwevend stof		40,0 %	
volumieke massa van droog zwevend stof		1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]	
volumefractie water in zwevend stof		0,40 [-]	
zwevend stof gehalte oppervlaktewater		3,00E-02 [mg/dm <sup>3</sup> ]	
<b>PARAMETERS VIS</b>			
vetpercentage vis		5%	
drooggewichtfractie vis		0,26 [-]	

<b>SCENARIO (beschrijving)</b>	oeverrecreatie en zwemmen [dagen/jaar]	viscons. kind [g/dag]	viscons. volwassene [g/dag]	viscons. eigen vangst (% totaal)
Vrij te kiezen scenario	25	0	115	100%

### BEOORDELING LEVENSLANG GEMIDDELDE BLOOTSTELLING EN ONAANVAARDBAAR RISICO

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [mg/kg l.g./d]	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
antracene	9,00E-02	1,98E-05	2,47E-03	NEE
benzo(a)antracene	4,70E-01	4,24E-06	4,24E-03	NEE
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,75E-06	1,75E-02	NEE
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	5,42E-07	9,04E-05	NEE
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	1,03E-06	1,03E-03	NEE
chryseen	4,50E-01	3,97E-06	3,97E-04	NEE
fenanthreen	3,40E-01	7,25E-05	9,07E-03	NEE
fluorantheen	9,20E-01	6,33E-05	6,33E-03	NEE
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	5,16E-07	5,16E-04	NEE
naftaleen	1,40E-01	1,38E-04	1,73E-02	NEE
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,30E-05	6,48E+00	<b>JA</b>
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	3,66E-05	1,83E+01	<b>JA</b>
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	3,83E-05	1,92E+01	<b>JA</b>
2,3',4,4',5'-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	1,52E-05	7,61E+00	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	5,88E-05	2,94E+01	<b>JA</b>
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	5,88E-05	2,94E+01	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	3,79E-05	1,90E+01	<b>JA</b>
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	4,41E-05	4,41E-01	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	9,92E-05	9,92E-01	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	4,83E-05	4,83E-01	NEE
dieldrin	3,00E-03	7,58E-06	7,58E-02	NEE
TEQ dioxineachtigen obv PCB153	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	N.B.

Contaminant	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
Additiviteit risico: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)	5,89E-02	NEE
Additiviteit risico: PCB's	1,29E+02	<b>JA</b>
Additiviteit risico: DDD/DDE/DDT	1,92E+00	<b>JA</b>

### CONCENTRATIES IN DE DIVERSE MILIEUCOMPARTIMENTEN

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
antraceen	9,00E-02	1,32E-04	1,80E-01	-	4,34E-02
benzo(a)antraceen	4,70E-01	2,81E-05	9,40E-01	-	9,40E-03
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,36E-05	1,04E+00	-	1,62E-03
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	2,45E-06	8,40E-01	-	2,60E-04
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	8,28E-06	5,40E-01	-	8,00E-04
chryseen	4,50E-01	2,63E-05	9,00E-01	-	2,00E-03
fenanthreen	3,40E-01	5,22E-04	6,80E-01	-	1,15E+00
fluorantheen	9,20E-01	3,89E-04	1,84E+00	-	2,60E-01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	2,34E-06	8,00E-01	-	1,90E-04
naftaleen	1,40E-01	3,38E-03	2,79E-01	-	3,10E+01
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,98E-07	2,00E-03	8,62E-03	2,70E-01
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,73E-07	4,00E-03	2,44E-02	1,53E-02
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	6,88E-08	4,00E-03	2,55E-02	1,54E-02
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	2,38E-08	2,00E-03	1,01E-02	1,34E-02
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	1,50E-03
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	9,50E-04
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	1,60E-08	6,00E-03	2,53E-02	3,85E-03
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	5,74E-07	8,00E-03	2,93E-02	6,23E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,29E-06	1,80E-02	6,60E-02	4,09E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,13E-07	8,00E-03	3,22E-02	6,48E-03
dieldrin	3,00E-03	7,48E-07	6,00E-03	5,04E-03	1,95E-01



**Gebruiksscenario vissen (50% consumptie uit eigen vangst)***Nederlands consumptiepatroon (16 g vis per dag volwassenen en 3 g vis per dag kinderen)*

<b>Model:</b>	SEDISOIL	<b>Versie:</b>	2.0
<b>Naam locatie:</b>	Plas van Heenvliet waterbodem		
<b>Monsternummer:</b>	waterbodem		
<b>Scenario:</b>	<b>Vrij te kiezen scenario</b>		
<b>Opmerkingen:</b>	<b>Visconsumptie 16 g per dag volwassenen, 3 g per dag kind</b> , 50% consumptie uit eigen vangst en 20% MTR <sub>humaaan</sub> (geen zwemmen)		
<b>BODEMTYPE</b>			
pH waterbodem			8,00 [-]
fractie organische koolstof waterbodem			0,058 [-]
% lutum waterbodem			18,0 %
volumieke massa van de droge waterbodem			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in waterbodem			0,40 [-]
fractie organische koolstof zwevend stof			0,116 [-]
% lutum zwevend stof			40,0 %
volumieke massa van droog zwevend stof			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in zwevend stof			0,40 [-]
zwevend stof gehalte oppervlaktewater			3,00E-02 [mg/dm <sup>3</sup> ]
<b>PARAMETERS VIS</b>			
vetpercentage vis			5%
drooggewichtfractie vis			0,26 [-]

<b>SCENARIO (beschrijving)</b>	oeverrecreatie en zwemmen [dagen/jaar]	viscons. kind [g/dag]	viscons. volwassene [g/dag]	viscons. eigen vangst (% totaal)
Vrij te kiezen scenario	0	3,0	16,0	50%

### BEOORDELING LEVENSLANG GEMIDDELDE BLOOTSTELLING EN ONAANVAARDBAAR RISICO

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [(mg/kg l.g.)/d]	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
antraceen	9,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(a)antraceen	4,70E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(a)pyreen	5,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
chryseen	4,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
fenanthreen	3,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
fluorantheen	9,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
naftaleen	1,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	9,75E-07	4,87E-01	NEE
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	2,75E-06	1,38E+00	<b>JA</b>
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	2,88E-06	1,44E+00	<b>JA</b>
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	1,15E-06	5,73E-01	NEE
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	4,43E-06	2,21E+00	<b>JA</b>
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	4,43E-06	2,21E+00	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	2,86E-06	1,43E+00	<b>JA</b>
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	3,32E-06	3,32E-02	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	7,47E-06	7,47E-02	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	3,64E-06	3,64E-02	NEE
dieldrin	3,00E-03	5,70E-07	2,85E-02	NEE
TEQ dioxineachtigen obv PCB153	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	N.B.

Contaminant	blootstelling /MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
Additiviteit risico: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)	0,00E+00	NEE
Additiviteit risico: PCB's	9,73E+00	<b>JA</b>
Additiviteit risico: DDD/DDE/DDT	1,44E-01	NEE

### CONCENTRATIES IN DE DIVERSE MILIEUCOMPARTIMENTEN

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
antraceen	9,00E-02	1,32E-04	1,80E-01	-	4,34E-02
benzo(a)antraceen	4,70E-01	2,81E-05	9,40E-01	-	9,40E-03
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,36E-05	1,04E+00	-	1,62E-03
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	2,45E-06	8,40E-01	-	2,60E-04
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	8,28E-06	5,40E-01	-	8,00E-04
chryseen	4,50E-01	2,63E-05	9,00E-01	-	2,00E-03
fenanthreen	3,40E-01	5,22E-04	6,80E-01	-	1,15E+00
fluorantheen	9,20E-01	3,89E-04	1,84E+00	-	2,60E-01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	2,34E-06	8,00E-01	-	1,90E-04
naftaleen	1,40E-01	3,38E-03	2,79E-01	-	3,10E+01
2,4,4'-trichloorbifenyl (PCB 28)	1,00E-03	1,98E-07	2,00E-03	8,62E-03	2,70E-01
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyl (PCB 52)	2,00E-03	1,73E-07	4,00E-03	2,44E-02	1,53E-02
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyl (PCB 101)	2,00E-03	6,88E-08	4,00E-03	2,55E-02	1,54E-02
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyl (PCB 118)	1,00E-03	2,38E-08	2,00E-03	1,01E-02	1,34E-02
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyl (PCB 138)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	1,50E-03
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyl (PCB 153)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	9,50E-04
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyl (PCB 180)	3,00E-03	1,60E-08	6,00E-03	2,53E-02	3,85E-03
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	5,74E-07	8,00E-03	2,93E-02	6,23E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,29E-06	1,80E-02	6,60E-02	4,09E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,13E-07	8,00E-03	3,22E-02	6,48E-03
dieldrin	3,00E-03	7,48E-07	6,00E-03	5,04E-03	1,95E-01

Europees consumptiepatroon (115 g vis per dag volwassenen en 0 g vis per dag kinderen)

<b>Model:</b>	SEDISOIL	<b>Versie:</b>	2.0
<b>Naam locatie:</b>	Plas van Heenvliet waterbodem		
<b>Monsternummer:</b>	waterbodem		
<b>Scenario:</b>	<b>Vrij te kiezen scenario</b>		
<b>Opmerkingen:</b>	<b>Visconsumptie 115 g per dag volwassenen, 0 g per dag kind</b> , 50% consumptie uit eigen vangst en 20% MTR <sub>humanaan</sub> (geen zwemmen)		
<b>BODEMTYPE</b>			
pH waterbodem		8,00 [-]	
fractie organische koolstof waterbodem		0,058 [-]	
% lutum waterbodem		18,0 %	
volumieke massa van de droge waterbodem		1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]	
volumefractie water in waterbodem		0,40 [-]	
fractie organische koolstof zwevend stof		0,116 [-]	
% lutum zwevend stof		40,0 %	
volumieke massa van droog zwevend stof		1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]	
volumefractie water in zwevend stof		0,40 [-]	
zwevend stof gehalte oppervlaktewater		3,00E-02 [mg/dm <sup>3</sup> ]	
<b>PARAMETERS VIS</b>			
vetpercentage vis		5%	
drooggewichtfractie vis		0,26 [-]	

<b>SCENARIO (beschrijving)</b>	oeverrecreatie en zwemmen [dagen/jaar]	viscons. kind [g/dag]	viscons. volwassene [g/dag]	viscons. eigen vangst (% totaal)
Vrij te kiezen scenario	0	0	115	50%

### BEOORDELING LEVENSLANG GEMIDDELDE BLOOTSTELLING EN ONAANVAARDBAAR RISICO

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [(mg/kg l.g.)/d]	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
antraceen	9,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(a)antraceen	4,70E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(a)pyreen	5,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
chryseen	4,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
fenanthreen	3,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
fluorantheen	9,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
naftaleen	1,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	6,47E-06	3,24E+00	<b>JA</b>
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,83E-05	9,14E+00	<b>JA</b>
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	1,92E-05	9,58E+00	<b>JA</b>
2,3',4,4',5'-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	7,61E-06	3,80E+00	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	2,94E-05	1,47E+01	<b>JA</b>
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	2,94E-05	1,47E+01	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	1,90E-05	9,48E+00	<b>JA</b>
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	2,20E-05	2,20E-01	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	4,96E-05	4,96E-01	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,42E-05	2,42E-01	NEE
dieldrin	3,00E-03	3,79E-06	3,79E-02	NEE
TEQ dioxineachtigen obv PCB153	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	N.B.

Contaminant	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
Additiviteit risico: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)	0,00E+00	NEE
Additiviteit risico: PCB's	6,46E+01	<b>JA</b>
Additiviteit risico: DDD/DDE/DDT	9,58E-01	NEE

### CONCENTRATIES IN DE DIVERSE MILIEUCOMPARTIMENTEN

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
antracene	9,00E-02	1,32E-04	1,80E-01	-	4,34E-02
benzo(a)antracene	4,70E-01	2,81E-05	9,40E-01	-	9,40E-03
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,36E-05	1,04E+00	-	1,62E-03
benzo(g,h,i)peryleene	4,20E-01	2,45E-06	8,40E-01	-	2,60E-04
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	8,28E-06	5,40E-01	-	8,00E-04
chryseen	4,50E-01	2,63E-05	9,00E-01	-	2,00E-03
fenanthreen	3,40E-01	5,22E-04	6,80E-01	-	1,15E+00
fluorantheen	9,20E-01	3,89E-04	1,84E+00	-	2,60E-01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	2,34E-06	8,00E-01	-	1,90E-04
naftaleen	1,40E-01	3,38E-03	2,79E-01	-	3,10E+01
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,98E-07	2,00E-03	8,62E-03	2,70E-01
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,73E-07	4,00E-03	2,44E-02	1,53E-02
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	6,88E-08	4,00E-03	2,55E-02	1,54E-02
2,3',4,4',5'-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	2,38E-08	2,00E-03	1,01E-02	1,34E-02
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	1,50E-03
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	9,50E-04
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	1,60E-08	6,00E-03	2,53E-02	3,85E-03
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	5,74E-07	8,00E-03	2,93E-02	6,23E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,29E-06	1,80E-02	6,60E-02	4,09E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,13E-07	8,00E-03	3,22E-02	6,48E-03
dieldrin	3,00E-03	7,48E-07	6,00E-03	5,04E-03	1,95E-01

**Gebruiksscenario vissen (100% consumptie uit eigen vangst)***Nederlands consumptiepatroon (16 g vis per dag volwassenen en 3 g vis per dag kinderen)*

<b>Model:</b>	SEDISOIL	<b>Versie:</b>	2.0
<b>Naam locatie:</b>	Plas van Heenvliet waterbodem		
<b>Monsternummer:</b>	waterbodem		
<b>Scenario:</b>	<b>Vrij te kiezen scenario</b>		
<b>Opmerkingen:</b>	<b>Visconsumptie 16 g per dag volwassenen, 3 g per dag kind</b> , 100% consumptie uit eigen vangst en 20% MTR <sub>humaaan</sub> (geen zwemmen)		
<b>BODEMTYPE</b>			
pH waterbodem			8,00 [-]
fractie organische koolstof waterbodem			0,058 [-]
% lutum waterbodem			18,0 %
volumieke massa van de droge waterbodem			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in waterbodem			0,40 [-]
fractie organische koolstof zwevend stof			0,116 [-]
% lutum zwevend stof			40,0 %
volumieke massa van droog zwevend stof			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in zwevend stof			0,40 [-]
zwevend stof gehalte oppervlaktewater			3,00E-02 [mg/dm <sup>3</sup> ]
<b>PARAMETERS VIS</b>			
vetpercentage vis			5%
drooggewichtfractie vis			0,26 [-]

<b>SCENARIO (beschrijving)</b>	oeverrecreatie en zwemmen [dagen/jaar]	viscons. kind [g/dag]	viscons. volwassene [g/dag]	viscons. eigen vangst (% totaal)
Vrij te kiezen scenario	0	3,0	16,0	100%

### BEOORDELING LEVENSLANG GEMIDDELDE BLOOTSTELLING EN ONAANVAARDBAAR RISICO

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [(mg/kg l.g.)/d]	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
antraceen	9,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(a)antraceen	4,70E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(a)pyreen	5,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
chryseen	4,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
fenanthreen	3,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
fluorantheen	9,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
naftaleen	1,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,95E-06	9,75E-01	NEE
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	5,51E-06	2,75E+00	<b>JA</b>
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	5,77E-06	2,88E+00	<b>JA</b>
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	2,29E-06	1,15E+00	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	8,85E-06	4,43E+00	<b>JA</b>
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	8,85E-06	4,43E+00	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	5,71E-06	2,86E+00	<b>JA</b>
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	6,64E-06	6,64E-02	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,49E-05	1,49E-01	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	7,28E-06	7,28E-02	NEE
dieldrin	3,00E-03	1,14E-06	5,70E-02	NEE
TEQ dioxineachtigen obv PCB153	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	N.B.



Contaminant	blootstelling/ MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
Additiviteit risico: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)	0,00E+00	NEE
Additiviteit risico: PCB's	1,95E+01	<b>JA</b>
Additiviteit risico: DDD/DDE/DDT	2,88E-01	NEE

### CONCENTRATIES IN DE DIVERSE MILIEUCOMPARTIMENTEN

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
antraceen	9,00E-02	1,32E-04	1,80E-01	-	4,34E-02
benzo(a)antraceen	4,70E-01	2,81E-05	9,40E-01	-	9,40E-03
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,36E-05	1,04E+00	-	1,62E-03
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	2,45E-06	8,40E-01	-	2,60E-04
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	8,28E-06	5,40E-01	-	8,00E-04
chryseen	4,50E-01	2,63E-05	9,00E-01	-	2,00E-03
fenanthreen	3,40E-01	5,22E-04	6,80E-01	-	1,15E+00
fluorantheen	9,20E-01	3,89E-04	1,84E+00	-	2,60E-01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	2,34E-06	8,00E-01	-	1,90E-04
naftaleen	1,40E-01	3,38E-03	2,79E-01	-	3,10E+01
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,98E-07	2,00E-03	8,62E-03	2,70E-01
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,73E-07	4,00E-03	2,44E-02	1,53E-02
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	6,88E-08	4,00E-03	2,55E-02	1,54E-02
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	2,38E-08	2,00E-03	1,01E-02	1,34E-02
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	1,50E-03
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	9,50E-04
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	1,60E-08	6,00E-03	2,53E-02	3,85E-03
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	5,74E-07	8,00E-03	2,93E-02	6,23E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,29E-06	1,80E-02	6,60E-02	4,09E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,13E-07	8,00E-03	3,22E-02	6,48E-03
dieldrin	3,00E-03	7,48E-07	6,00E-03	5,04E-03	1,95E-01

Europees consumptiepatroon (115 g vis per dag volwassenen en 0 g vis per dag kinderen)

<b>Model:</b>	SEDISOIL	<b>Versie:</b>	2.0
<b>Naam locatie:</b>	Plas van Heenvliet waterbodem		
<b>Monsternummer:</b>	waterbodem		
<b>Scenario:</b>	<b>Vrij te kiezen scenario</b>		
<b>Opmerkingen:</b>	<b>Visconsumptie 115 g per dag volwassenen, 0 g per dag kind</b> , 100% consumptie uit eigen vangst en 20% MTR <sub>humanaan</sub> (geen zwemmen)		
<b>BODEMTYPE</b>			
pH waterbodem		8,00 [-]	
fractie organische koolstof waterbodem		0,058 [-]	
% lutum waterbodem		18,0 %	
volumieke massa van de droge waterbodem		1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]	
volumefractie water in waterbodem		0,40 [-]	
fractie organische koolstof zwevend stof		0,116 [-]	
% lutum zwevend stof		40,0 %	
volumieke massa van droog zwevend stof		1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]	
volumefractie water in zwevend stof		0,40 [-]	
zwevend stof gehalte oppervlaktewater		3,00E-02 [mg/dm <sup>3</sup> ]	
<b>PARAMETERS VIS</b>			
vetpercentage vis		5%	
drooggewichtfractie vis		0,26 [-]	

<b>SCENARIO (beschrijving)</b>	oeverrecreatie en zwemmen [dagen/jaar]	viscons. kind [g/dag]	viscons. volwassene [g/dag]	viscons. eigen vangst (% totaal)
Vrij te kiezen scenario	0	0	115	100%

### BEOORDELING LEVENSLANG GEMIDDELDE BLOOTSTELLING EN ONAANVAARDBAAR RISICO

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [(mg/kg l.g.)/d]	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
antraceen	9,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(a)antraceen	4,70E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(a)pyreen	5,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
chryseen	4,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
fenanthreen	3,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
fluorantheen	9,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
naftaleen	1,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	N.B.
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,29E-05	6,47E+00	<b>JA</b>
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	3,66E-05	1,83E+01	<b>JA</b>
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	3,83E-05	1,92E+01	<b>JA</b>
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	1,52E-05	7,61E+00	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	5,88E-05	2,94E+01	<b>JA</b>
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	5,88E-05	2,94E+01	<b>JA</b>
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	3,79E-05	1,90E+01	<b>JA</b>
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	4,41E-05	4,41E-01	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	9,92E-05	9,92E-01	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	4,83E-05	4,83E-01	NEE
dieldrin	3,00E-03	7,57E-06	7,57E-02	NEE
TEQ dioxineachtigen obv PCB153	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	N.B.

Contaminant	blootstelling/ MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
Additiviteit risico: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)	0,00E+00	NEE
Additiviteit risico: PCB's	1,29E+02	<b>JA</b>
Additiviteit risico: DDD/DDE/DDT	1,92E+00	<b>JA</b>

### CONCENTRATIES IN DE DIVERSE MILIEUCOMPARTIMENTEN

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
antraceen	9,00E-02	1,32E-04	1,80E-01	-	4,34E-02
benzo(a)antraceen	4,70E-01	2,81E-05	9,40E-01	-	9,40E-03
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,36E-05	1,04E+00	-	1,62E-03
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	2,45E-06	8,40E-01	-	2,60E-04
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	8,28E-06	5,40E-01	-	8,00E-04
chryseen	4,50E-01	2,63E-05	9,00E-01	-	2,00E-03
fenanthreen	3,40E-01	5,22E-04	6,80E-01	-	1,15E+00
fluorantheen	9,20E-01	3,89E-04	1,84E+00	-	2,60E-01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	2,34E-06	8,00E-01	-	1,90E-04
naftaleen	1,40E-01	3,38E-03	2,79E-01	-	3,10E+01
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,98E-07	2,00E-03	8,62E-03	2,70E-01
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,73E-07	4,00E-03	2,44E-02	1,53E-02
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	6,88E-08	4,00E-03	2,55E-02	1,54E-02
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	2,38E-08	2,00E-03	1,01E-02	1,34E-02
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	1,50E-03
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	3,91E-02	9,50E-04
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	1,60E-08	6,00E-03	2,53E-02	3,85E-03
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	5,74E-07	8,00E-03	2,93E-02	6,23E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,29E-06	1,80E-02	6,60E-02	4,09E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,13E-07	8,00E-03	3,22E-02	6,48E-03
dieldrin	3,00E-03	7,48E-07	6,00E-03	5,04E-03	1,95E-01

**Gebruiksscenario zwemmen**

<b>Model:</b>	SEDISOIL	<b>Versie:</b>	2.0
<b>Naam locatie:</b>	Plas van Heenvliet waterbodem		
<b>Monsternummer:</b>	waterbodem		
<b>Scenario:</b>	<b>Vrij te kiezen scenario</b>		
<b>Opmerkingen:</b>	Zwemmen en 20% MTR <sub>humaaan</sub> (geen visconsumptie)		
<b>BODEMTYPE</b>			
pH waterbodem			8,00 [-]
fractie organische koolstof waterbodem			0,058 [-]
% lutum waterbodem			18,0 %
volumieke massa van de droge waterbodem			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in waterbodem			0,40 [-]
fractie organische koolstof zwevend stof			0,116 [-]
% lutum zwevend stof			40,0 %
volumieke massa van droog zwevend stof			1,30 [kg/dm <sup>3</sup> ]
volumefractie water in zwevend stof			0,40 [-]
zwevend stof gehalte oppervlaktewater			3,00E-02 [mg/dm <sup>3</sup> ]
<b>PARAMETERS VIS</b>			
vetpercentage vis			nvt
drooggewichtfractie vis			nvt

<b>SCENARIO (beschrijving)</b>	oeverrecreatie en zwemmen [dagen/jaar]	viscons. kind [g/dag]	viscons. volwassene [g/dag]	viscons. eigen vangst (% totaal)
Vrij te kiezen scenario	25	0	0	0

### BEORDELING LEVENSLANG GEMIDDELDE BLOOTSTELLING EN ONAANVAARDBAAR RISICO

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [(mg/kg l.g.)/d]	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
arseen	1,81E+01	1,30E-05	6,48E-02	NEE
barium	1,82E+02	1,42E-04	3,55E-02	NEE
cadmium	9,70E-01	6,87E-07	6,87E-03	NEE
chrom (III)	6,39E+01	4,52E-05	4,52E-02	NEE
kobalt	1,17E+01	8,46E-06	3,02E-02	NEE
koper	4,75E+01	3,37E-05	1,20E-03	NEE
kwik (totaal)	3,90E-01	2,76E-07	6,90E-04	NEE
lood	1,26E+02	5,35E-05	7,44E-02	NEE
molybdeen	1,70E+00	1,35E-06	6,74E-04	NEE
nikkel	3,33E+01	2,41E-05	2,41E-03	NEE
zink	2,54E+02	1,80E-04	1,80E-03	NEE
antracene	9,00E-02	1,98E-05	2,47E-03	NEE
benzo(a)antracene	4,70E-01	4,24E-06	4,24E-03	NEE
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,75E-06	1,75E-02	NEE
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	5,42E-07	9,04E-05	NEE
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	1,03E-06	1,03E-03	NEE
chryseen	4,50E-01	3,97E-06	3,97E-04	NEE
fenanthreen	3,40E-01	7,25E-05	9,07E-03	NEE
fluorantheen	9,20E-01	6,33E-05	6,33E-03	NEE
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	5,16E-07	5,16E-04	NEE
naftaleen	1,40E-01	1,38E-04	1,73E-02	NEE
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,72E-08	8,61E-03	NEE
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,05E-08	5,23E-03	NEE

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	blootstelling [(mg/kg l.g.)/d]	blootstelling / MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	3,84E-09	1,92E-03	NEE
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	1,61E-09	8,04E-04	NEE
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	3,41E-09	1,70E-03	NEE
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	3,41E-09	1,70E-03	NEE
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	2,88E-09	1,44E-03	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	2,15E-08	2,15E-04	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	4,97E-08	4,97E-04	NEE
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	7,60E-09	7,60E-05	NEE
dieldrin	3,00E-03	1,10E-08	5,49E-04	NEE

Contaminant	blootstelling/ MTR <sub>humanaan</sub>	onaanvaardbaar risico
Additiviteit risico: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)	5,89E-02	NEE
Additiviteit risico: PCB's	2,14E-02	NEE
Additiviteit risico: DDD/DDE/DDT	7,88E-04	NEE

**CONCENTRATIES IN DE DIVERSE MILIEUCOMPARTIMENTEN**

Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
arsen	1,81E+01	2,71E-03	2,71E+01	-	3,47E+04
barium	1,82E+02	2,03E-01	2,73E+02	-	5,48E+04
cadmium	9,70E-01	1,12E-05	1,45E+00	-	1,23E+05
chrom (III)	6,39E+01	3,30E-04	9,58E+01	-	8,67E+04
kobalt	1,17E+01	3,00E-03	1,75E+01	-	3,00E+03
koper	4,75E+01	1,42E-03	7,12E+01	-	4,21E+05
kwik (totaal)	3,90E-01	3,44E-06	5,85E-01	-	6,00E-02
lood	1,26E+02	2,96E-04	1,89E+02	-	9,58E+03
molybdeen	1,70E+00	2,27E-03	2,55E+00	-	7,66E+04
nikkel	3,33E+01	7,54E-03	6,03E+01	-	4,22E+05
zink	2,54E+02	4,22E-03	4,64E+02	-	3,44E+05
antracene	9,00E-02	1,32E-04	1,80E-01	-	4,34E-02
benzo(a)antracene	4,70E-01	2,81E-05	9,40E-01	-	9,40E-03
benzo(a)pyreen	5,20E-01	1,36E-05	1,04E+00	-	1,62E-03
benzo(g,h,i)peryleen	4,20E-01	2,45E-06	8,40E-01	-	2,60E-04
benzo(k)fluorantheen	2,70E-01	8,28E-06	5,40E-01	-	8,00E-04
chryseen	4,50E-01	2,63E-05	9,00E-01	-	2,00E-03
fenanthreen	3,40E-01	5,22E-04	6,80E-01	-	1,15E+00
fluorantheen	9,20E-01	3,89E-04	1,84E+00	-	2,60E-01
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	4,00E-01	2,34E-06	8,00E-01	-	1,90E-04
naftaleen	1,40E-01	3,38E-03	2,79E-01	-	3,10E+01
2,4,4'-trichloorbifenyyl (PCB 28)	1,00E-03	1,98E-07	2,00E-03	-	2,70E-01
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl (PCB 52)	2,00E-03	1,73E-07	4,00E-03	-	1,53E-02
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl (PCB 101)	2,00E-03	6,88E-08	4,00E-03	-	1,54E-02
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl (PCB 118)	1,00E-03	2,38E-08	2,00E-03	-	1,34E-02
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl (PCB 138)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	-	1,50E-03
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl (PCB 153)	3,00E-03	4,02E-08	6,00E-03	-	9,50E-04



Contaminant	C-sediment [mg/kg d.s.]	C-opp. water [mg/dm <sup>3</sup> ]	C-zw. stof [mg/kg d.s.]	C-vis [mg/kg vers product]	max. wateropl. [mg/dm <sup>3</sup> ]
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl (PCB 180)	3,00E-03	1,60E-08	6,00E-03	-	3,85E-03
som 2,4'- en 4,4'-DDD	4,00E-03	5,74E-07	8,00E-03	-	6,23E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDE	9,00E-03	1,29E-06	1,80E-02	-	4,09E-02
som 2,4'- en 4,4'-DDT	4,00E-03	2,13E-07	8,00E-03	-	6,48E-03
dieldrin	3,00E-03	7,48E-07	6,00E-03	-	1,95E-01

**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*