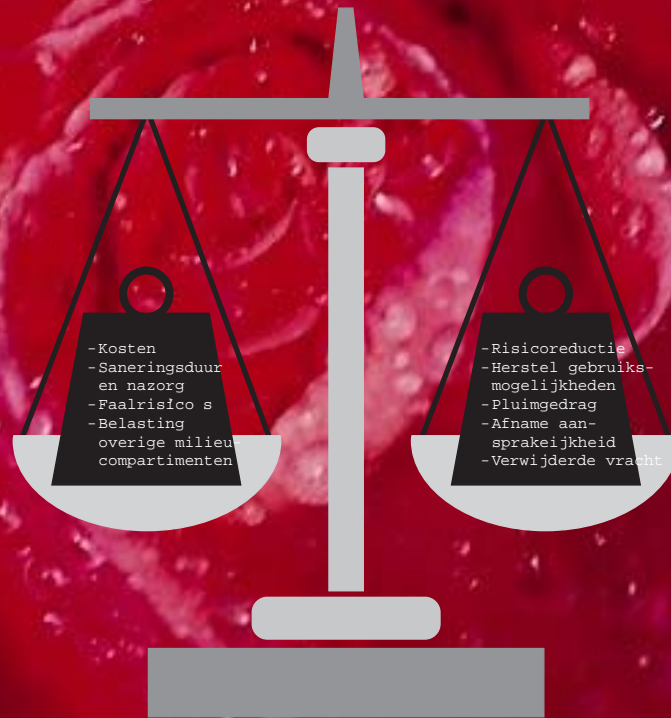


ROSA

Praktijkdocument voor het maken van keuzes bij mobiele verontreinigingen



Hans Slenders
Annette Haselhoff
Henk Leenaers
Matthijs Nijboer
Anja Sinke

September 2004



SAMENVATTING

[ROSA: Praktijkdocument voor het maken van keuzes bij mobiele verontreinigingen](#)

Dit praktijkdocument ROSA (Robuust Saneringsvarianten Afwegen) biedt praktische hulpmiddelen voor het kiezen van een saneringsvariant en voor het oplossen van knelpunten tijdens dit keuzeproces. Er wordt een vaste set van afwegingsaspecten gepresenteerd, die een referentie biedt en het uiteindelijk mogelijk moet maken om antwoord te geven op de vraag wat de ondergrond ons waard is.



De behoefte aan een uitwerking van het keuzeproces ontstond al in 1997, toen het kabinet haar standpunt over de vernieuwing van het bodemsaneringsbeleid bekendmaakte. 'Kosteneffectief saneren van mobiele verontreinigingen in de ondergrond' was vanaf dat moment het credo van bodemsanerend Nederland. In de praktijk bleek dat er te weinig handvatten waren om in concrete situaties eenduidig te kunnen beoordelen welke variant als optimaal mag worden aange-merkt. Dit document (ROSA) omvat een verfijning van het afwegingsproces uit "Doorstart A5" en daarmee hulpmiddelen om zo objectief mogelijk te komen tot een voorkeursvariant. Net zo min als "Doorstart A5" is het echter te beschouwen als een kookboek met kant-en-klare oplossingen; het bevat de elementen van een proces dat moet worden doorlopen en dat (ook voor derden) het mogelijk maakt om het proces na te lopen en gemaakte keuzes te motiveren.

Procedureel is het proces als volgt samen te vatten:

- Inventarisatie van belangen en commitment van alle betrokkenen aan het proces;
- Eenduidige definitie van begrippen en gezamenlijke keuze van relevante lasten en baten;
- Open afweging van realistische saneringsvarianten;
- Stapsgewijze beperking aantal varianten tot keuze van één voorkeursvariant.

Het proces is uitgewerkt als stappenplan (zie tabel), met daarin de belangrijkste kenmerken van elke stap en de bijbehorende hulpmiddelen.

Stap	Betrokkenen	Beoogd resultaat	Hulpmiddelen
<u>A. Voorbereiding</u>	Initiatiefnemer met adviseur Bevoegd gezag <u>Belanghebbenden</u>	Inventarisatie belangen en commitment betrokkenen t.a.v. proces Programma van wensen en eisen tav. afwegingsaspecten en selectie van varianten	<u>Checklist afwegingsaspecten en afwegingsmethodieken</u>
<u>B. Variantontwikkeling</u>	Adviseur	Uitgewerkte saneringsvarianten	<u>Handboek Bodemsaneringstechnieken</u>
<u>C. Baten en lasten</u>	Adviseur	Uniform en inzichtelijk overzicht van baten en lasten van de varianten	<u>Quickscan afwegingstabel</u> <u>Uitgebreide afwegingstabel</u> <u>Uitwerking afwegingsaspecten</u> <u>Afwegingsmethodieken</u>
<u>D. Variantkeuze</u>	Initiatiefnemer met adviseur Bevoegd gezag Belanghebbenden	Stapsgewijze en inzichtelijke reductie van aantal varianten, uitmondend in gemotiveerde, gedragen selectie voorkeursvariant	<u>Motivatiereregels</u>
<u>E. Saneringsplan</u>	Uitwerking door adviseur Overleg belanghebbenden	Afspraken over monitoring en ijkmomenten	<u>Protocollen NA, Handleiding FEB</u>

Inhoudelijk is het proces als volgt samen te vatten:

Nadat het bodemonderzoek is afgerond en overschrijding van het saneringscriterium is geconstateerd, wordt in [stap A](#) bezien op welke wijzen de sanering 'op papier' uitgevoerd zou kunnen worden. Het bevoegde gezag, de initiatiefnemer met zijn adviseur en de direct betrokkenen, komen overeen welke afwegingsaspecten (lasten en baten) tijdens het keuzeprocess moeten worden uitgewerkt.



Lasten	Baten
- Saneringskosten	- Risicoreductie
- Saneringsduur en nazorg	- Herstel gebruiksmogelijkheden
- Faalrisico's	- Pluimgedrag
- Belasting overige milieu-compartimenten	- Verwijderde vracht
- Overige (bv. overlast)	- Afname aansprakelijkheid
	- Overige (bv. imago)

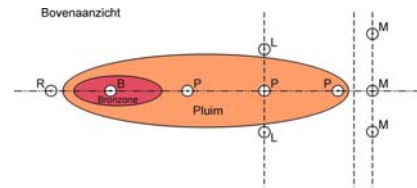
Dit leidt tot een handvol saneringsvarianten die verschillen in kosten, techniek (klassiek of geavanceerd), doorlooptijd (intensief of extensief) enzovoorts. Het spreekt voor zichzelf dat alleen de varianten die een redelijke kans hebben om uiteindelijk als voorkeursvariant over te blijven in [stap B](#) worden uitgewerkt. Zo ligt bijvoorbeeld een extensieve sanering niet voor de hand indien duidelijk is dat er veel haast achter de sanering zit.

Vervolgens worden in [stap C](#) deze saneringsvarianten doorgerekend of kwalitatief ingeschat op de lasten en baten. De saneringsvarianten verschillen in ieder geval op deze aspecten. Zo zal bij de ene saneringsvariant in een bepaalde situatie bijvoorbeeld een stabiele eindsituatie kunnen worden bereikt, maar heeft deze misschien een lange doorlooptijd, en heeft een andere techniek in een specifieke situatie een laag faalrisico maar zijn de kosten zeer hoog. De saneringsvarianten kunnen met de bijbehorende afwegingsaspecten in een tabel worden weergegeven. Sommige daarvan worden als 'ja/nee' ingevuld, andere kunnen kwantitatief worden weergegeven. In bijzondere situaties is het soms nodig specifieke lasten en baten te beschouwen, zoals de mogelijke aantasting van te beschermen monumenten.

In [stap D](#) moet de voorkeursvariant worden bepaald. In de meest ideale situatie zijn er maar enkele saneringsvarianten in beeld, waarbij bij één variant de lasten laag zijn, en de baten hoog, terwijl de andere varianten hoge lasten hebben en lage baten. Dat zal in de praktijk zelden gebeuren. Als regel is het wel mogelijk om aan de hand van de wensen en eisen van de partijen, twee of maximaal drie saneringsvarianten over te houden. Vervolgens wordt bezien wat de 'onderscheidende' criteria zijn, en welke niet. Als twee afwegingsaspecten van verschillende saneringsvarianten in dezelfde orde grootte liggen, bijvoorbeeld verwijderde vracht is bij de ene variant 98% en bij de andere 99%, dan is dit niet onderscheidend/doorslaggevend voor een keuze van een variant, en wordt de keuze door andere afwegingsaspecten bepaald. De keuze voor de voorkeursvariant is daarmee ingeperkt tot de vergelijking van 2 varianten op slechts enkele lasten en baten. De praktijk moet uitwijzen dat in veel gevallen de uiteindelijke keuze dan evident is. Ook zal de praktijk aan gaan geven wat de "algemeen geaccepteerde maat" is.

Met behulp van een [motivatieregel](#) wordt de uiteindelijke keuze omschreven. Bijvoorbeeld: we kiezen niet voor natuurlijke afbraak van de pluim, omdat met geringe extra kosten (20%) de grondwatersanering kan worden meegenomen met de bronsanering.

Stap E is het opstellen van het saneringsplan en de beschikking. Hierop wordt in dit document niet ingegaan. Wel bevat het praktijkdocument concrete aanwijzingen voor het monitoreren van extensieve saneringen, en hoe afspraken kunnen worden gemaakt voor ijkmomenten.



Tenslotte

Het praktijkdocument bundelt de praktijkkennis van de leden van het consortium, de leden van het expertpanel, alle geïnterviewden en het projectteam anno 2004. De auteurs hopen dat het provincies, gemeenten, adviesbureaus en bedrijven zal helpen als ze er in de saneringspraktijk mee aan de slag gaan.

We hopen dat toekomstige lessen van gebruikers niet verloren gaan; dat successen en bloopers goed worden gedocumenteerd en dat nieuwe hulpmiddelen worden toegevoegd aan de toch al omvangrijke voorraad. Kortom, dat over enkele jaren blijkt dat het praktijkdocument een overzichtelijk en handig instrument is om te komen tot een praktische uitwerking van het bodemsaneringsbeleid; kosteneffectief, of nog beter, het rendabel saneren van mobiele verontreinigingen in de ondergrond. De vaste set van afwegingsaspecten kan daarbij uitgroeien tot een referentie, die ons leert wat de ondergrond ons waard is.

INHOUD

SAMENVATTING	1
Hoofdstuk 1	1
1.1 ROSA en kosteneffectief saneren van mobiele verontreinigingen	1
1.2 Doel en doelgroep	2
1.3 Inhoudelijke verdieping 'ROSA'	2
1.3.1 Stappenplan keuzeprocess en aansluiting bij Doorstart A5	2
1.3.2 De Stabiele eindsituatie	3
1.3.3 De afweging: kosteneffectief of een balans van lasten en baten	5
1.3.4 Risicoreductie of herstel gebruiksmogelijkheden?	6
Hoofdstuk 2	8
2.1 Hoofdpijnen van het afwegingsproces	8
2.2 Stap A: Voorbereiding	9
2.3 Stap B: Variantontwikkeling	11
2.4 Stap C: Baten en lasten	11
2.5 Stap D: Variantkeuze	13
2.6 Stap E: Saneringsplan	14
Hoofdstuk 3	15
3.1 Saneringskosten	15
3.2 Saneringsduur en nazorg	16
3.3 Faalrisico's en onzekerheden	16
3.3.1 Eenvoudige uitwerking	17
3.3.2 Complexe uitwerking	17
3.4 Belasting overige milieucompartimenten	18
3.4.1 Eenvoudige uitwerking	19
3.4.2 Complexe uitwerking	19
3.5 Risicoreductie	19
3.6 Herstel gebruiksmogelijkheden ondergrond	23
3.6.1 Eenvoudige uitwerking	25
3.6.2 Complexe uitwerking	26
3.7 Pluimgedrag	27
3.7.1 Eenvoudige uitwerking	29
3.7.2 Complexe uitwerking	29
3.8 Afname aansprakelijkheid	30
3.9 Verwijderde vracht	32
Hoofdstuk 4	33
4.1 Periodieke controle van extensieve saneringen	33
4.2 Betrouwbaar meten in pluim en omgeving	33
4.2.1 Pluimgerichte monitoring	34
4.2.2 Omgevingsgerichte monitoring	34
4.2.3 Monitoringsontwerp	34

4.3	Beslissen en ijkmomenten	35
4.3.1	Beslisschema monitoring	35
4.3.2	Actiewaarden en overschrijding	37
Hoofdstuk 5	38
LITERATUUR	39
Bijlage	1 DEFINITIES	
Bijlage	2 VOORBEELDUITWERKING AFWEGING	
Bijlage	3 FACTSHEETS EN VOORBEELDEN RISICOREDUCTIE	

Hoofdstuk 1

INLEIDING

1.1 ROSA en kosteneffectief saneren van mobiele verontreinigingen

Dit praktijkdocument ROSA (Robuust Saneringsvarianten Afwegen) biedt praktische hulpmiddelen voor het kiezen van een saneringsvariant en voor het oplossen van knelpunten tijdens dit keuzeproces. De behoefte aan een uitwerking van het keuzeproces ontstond al in 1997, toen het kabinet haar standpunt over de vernieuwing van het bodemsaneringsbeleid bekendmaakte. 'Kosteneffectief saneren van mobiele verontreinigingen in de ondergrond' was vanaf dat moment het credo van bodemsanerend Nederland, dat door het succes van NOBIS overtuigd was geraakt van de potenties van biologische afbraak en extensieve saneringstechnieken.

Het in juli 2001 verschenen rapport 'Doorstart A5' beschreef al op hoofdlijnen het keuzeproces dat voorafgaat aan de sanering van mobiele verontreinigingen in de ondergrond (zie figuur 1). Tijdens en na het project 'Doorstart A5' werd geconstateerd dat er behoefte bestaat aan concrete voorbeelden en instructies. De saneringspraktijk vroeg om aandacht voor een onderbelichte eigenschap van extensief saneren. Onderweg kan iets mis gaan en de uiteindelijke saneringsduur is vooraf minder zeker dan bij de intensieve aanpak van 'ontgraven, afvoeren en reinigen'.

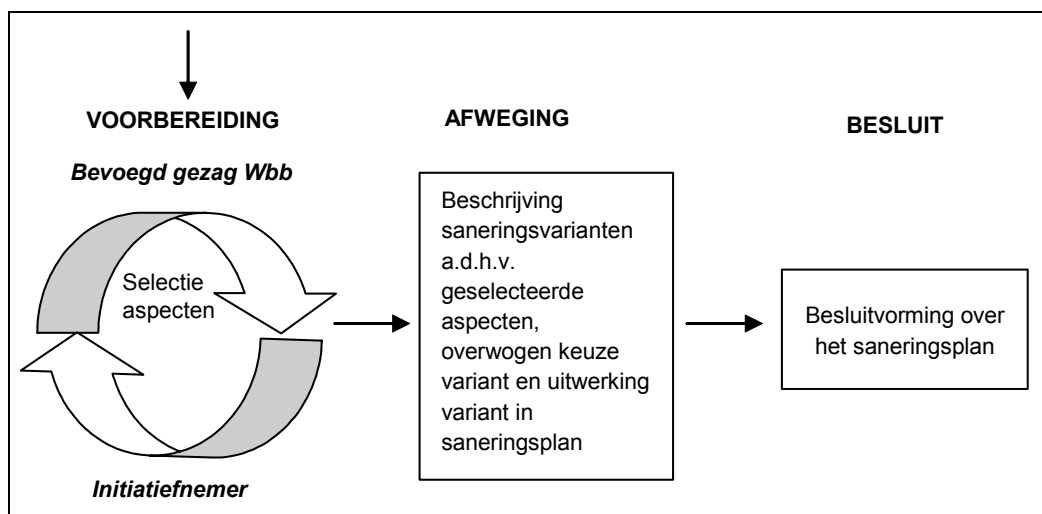


Fig. 1. Besluitvormingsproces dat voorafgaat aan de sanering van mobiele verontreinigingen in de ondergrond (bron Doorstart A5)

In opdracht van VROM en met steun van SKB is daarom door TNO en TAUW het project 'ROSA' uitgevoerd, met als resultaat het voorliggende praktijkdocument. Gebaseerd op ervaringen in de praktijk, biedt dit document:

- een heldere structuur en oplossingen voor knelpunten in het keuzeproces;
- een scherpere definitie voor het begrip stabiele eindsituatie;
- een handvat voor het begrip kosteneffectiviteit, door een opsplitsing in lasten en baten;
- een vaste set afwegingsaspecten, waarmee geleidelijk een maat kan ontstaan over wat de ondergrondse ruimte "waard" is.

- handreikingen voor het wege van faalrisico's en het herstel van gebruiksmogelijkheden ondergrond.

1.2 Doel en doelgroep

Het Praktijkdocument geeft een verdergaande structurering van het afwegingsproces en wil daarmee primair het bevoegde gezag en adviseurs ondersteunen met het toepassen van het nieuwe bodemsaneringsbeleid voor de aanpak van mobiele verontreinigingen in de ondergrond. Door heldere voorbeelden wordt getracht om gebruiksvriendelijke handvatten aan te reiken voor de praktijk. Voor een goed begrip van het Praktijkdocument wordt wel enige ervaring met de bodemsanering verlangd. Het document heeft tevens tot doel het overleg en de communicatie tussen initiatiefnemer, zijn adviseur en het bevoegde gezag te verbeteren. Daartoe zijn personen uit de geledingen van VROM, provincies, gemeenten, VEWIN, ONRI en het bedrijfsleven betrokken bij de totstandkoming van het Praktijkdocument.

1.3 Inhoudelijke verdieping 'ROSA'

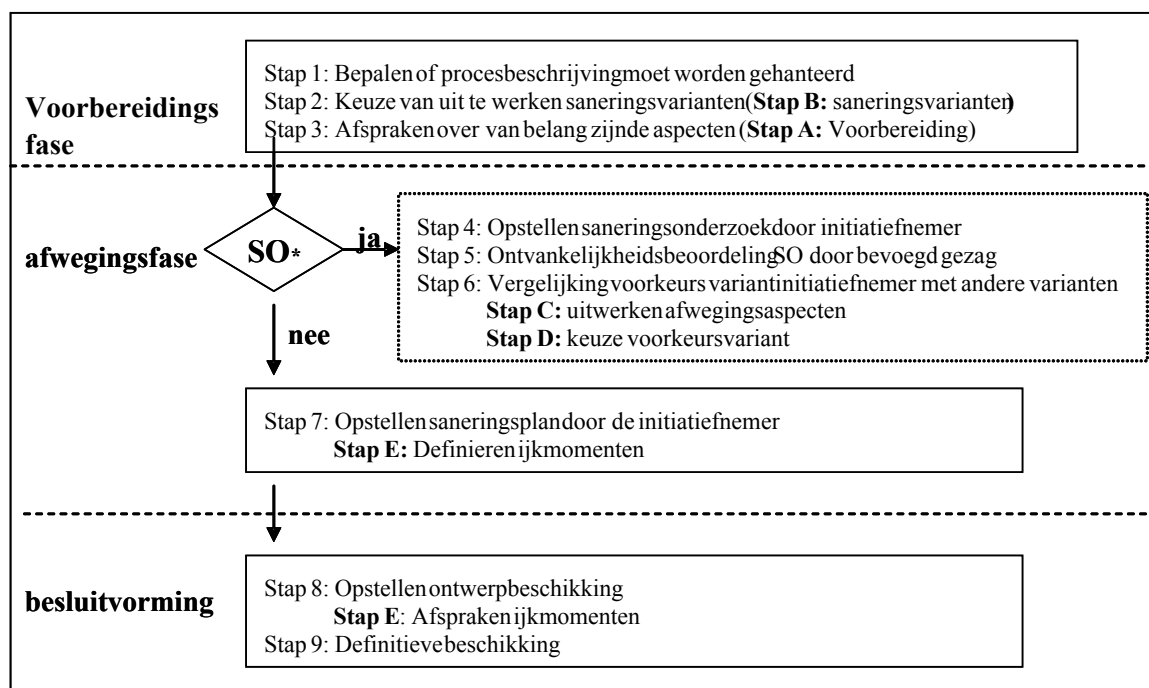
Het project 'ROSA' is gestart met een inventarisatie van knelpunten in praktijkprojecten met mobiele verontreinigingen. Samen met de projectleiders en een panel van deskundigen zijn oplossingsrichtingen gegenereerd (zie ook lit. 1). Een aantal punten vroeg om een scherpere of andere definitie dan tot nu toe gebruikt. In deze paragraaf worden de belangrijkste aspecten toegelicht en de definitie verantwoord.

1.3.1 Stappenplan keuzeprocess en aansluiting bij Doorstart A5

In ROSA is een stappenplan ontwikkeld voor het keuzeprocess. Dit stappenplan sluit nauw aan op 'Doorstart A5'. Het besluitvormingsproces van 'Doorstart A5' kan in principe worden geschematiseerd tot 9 stappen. Deze stappen zijn in dit praktijkdocument 'ROSA' op onderdelen in meer detail uitgewerkt, en vereenvoudigd tot vijf stappen: (A) voorbereiding, (B) uitwerken saneringsvarianten (C) uitwerken afwegingsaspecten en vergelijking varianten, (D) keuze voorkeursvariant en (E) opstellen saneringsplan. De onderdelen A tot en met D zijn uiteindelijk in detail uitgewerkt. Hoe de 5 stappen van ROSA zich verhouden tot de stappen van 'Doorstart A5', is weergegeven in figuur 2.

Het afwegingsproces is open en transparant. Met open wordt hier bedoeld dat er vooraf geen beperkingen worden gesteld aan de aard en het aantal varianten en aspecten. Met transparant wordt hier bedoeld dat ieder aspect zo moet worden geformuleerd dat het onmiskenbaar een baat is of een last; er mag geen discussie mogelijk zijn over de positie van een aspect op de balans.

Bij het bepalen van de voorkeursvolgorde van saneringsvarianten is de saneringsladder uit 'Doorstart A5' als vertrekpunt gehanteerd, waarbij volledige verwijdering de voorkeur heeft boven een stabiele eindsituatie met gestabiliseerde restconcentraties. Een stabiele eindsituatie heeft vervolgens de voorkeur boven een groeiende verontreiniging of een actieve beheersmaatregel.



* SO = Saneringsonderzoek, als direct wordt gekozen voor volledige verwijdering, of in overleg trede 2/3 bij gebleken onhaalbaarheid trede 1, dan is een saneringsonderzoek niet nodig

Fig. 2. Het stappenplan 'Doorstart A5'; de door 'ROSA' bewerkte stappen zijn vet gemarkeerd

1.3.2 De Stabiele eindsituatie

Tijdens de uitvoering van het project ROSA is bevestigd dat er verschillende interpretaties leven van het begrip "Stabiele Eindsituatie". Ook met Doorstart A5 zijn verschillende interpretaties mogelijk. Verschil in interpretatie komt de discussie en consensus tijdens het keuze proces niet ten goede. Het al dan niet sprake zijn van een stabiele eindsituatie berust op twee pijlers: risico's en pluimgedrag.

Het ROSA consortium stelt de onderstaande definitie voor:

Er is sprake van een stabiele eindsituatie als de omvang van de verontreiniging binnen 30 jaar een duidelijk afnemende trend vertoont, die wijst op een terugkeer naar (nagenoeg) de oorspronkelijke omvang. Daarbij mogen zich nu en in de toekomst geen ontoelaatbare risico's voordoen voor mens en milieu.

Bij een stabiele eindsituatie horen geen actieve zorgmaatregelen of nazorg. Vooraf moet aannemelijk worden gemaakt dat de verontreiniging binnen 30 jaar een afnemende trend zal gaan vertonen. De omvang van de verontreiniging mag tussentijds toenemen, als maar tijdig voor het verstrijken van de 30 jaar op basis van metingen kan worden aangetoond dat blijvend sprake is van afname, die ertoe kan leiden dat de oorspronkelijke omvang binnen afzienbare termijn wordt bereikt. Ook een loslatende en verschuivende pluim is toegestaan als de totale omvang een afnemende trend laat zien.

In figuur 3 zijn 5 verschillende pluimgedragingen geschetst. De situaties 1 tot en met 3 worden aangemerkt als stabiele eindsituaties. Een pluim die langer dan 30 jaar in omvang toeneemt, of actief moet worden beheerst, wordt niet gerekend tot een stabiele eindsituatie. In paragraaf 3. 7 wordt het begrip pluimgedrag en stabiele eindsituatie nader toegelicht als afwegingsaspect.

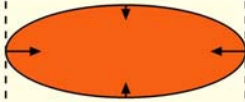
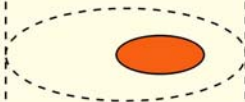
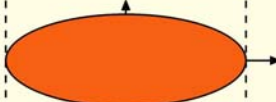
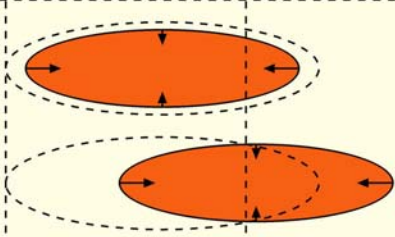
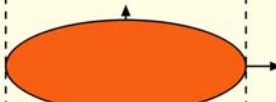
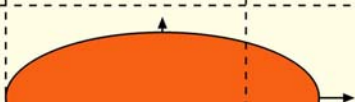
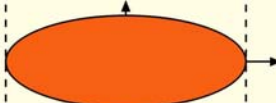
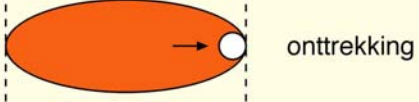
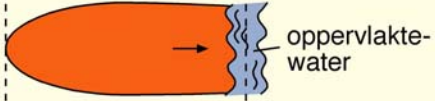
Pluimgedrag	Tijd (jr)	Omvang
1. Geen pluim	nu	–
2. Afnemend	0	
	30	
3. Afnemend binnen 30 jr	0	
	30	
4. Meer dan 30 jr toename	0	
	30	
5. Kunstmatig beheerst door onttrekking of oppervlakte-water	0	
		
	0-30	

Fig. 3: Vijf verschillende vormen van pluimgedrag

Door de toenemende omvang kan (tijdelijk) sprake zijn van gebruiksbeperkingen in de ondergrond of mogelijke aansprakelijkheden. Als wordt gekozen voor sanering van de pluim, dan zijn herstel gebruiksmogelijkheden en afname aansprakelijkheden dus baten van de saneringsmaatregelen. Tijdens het afwegingsproces moet worden beschouwd of de lasten die de sanering met zich meebrengt, zoals kosten en belasting overige milieucompartimenten, opwegen tegen de genoemde baten.

1.3.3 De afweging: kosteneffectief of een balans van lasten en baten

In het afwegingsproces worden de baten en lasten van iedere saneringsvariant naast elkaar gezet. Aan de batenkant van de balans staan de saneringsdoelen (wat willen we met bodemsanering bereiken?): het reduceren van risico's, het herstel van gebruiksmogelijkheden van de ondergrond, de verwijderde vracht aan verontreiniging en een stabiele eindsituatie. Aan de lastenkant van de balans staan de in te zetten middelen (welke offers moeten worden gebracht?): de kosten en de duur van de sanering, het risico dat een saneringstechniek faalt en de eventuele inspanningen voor nazorg.

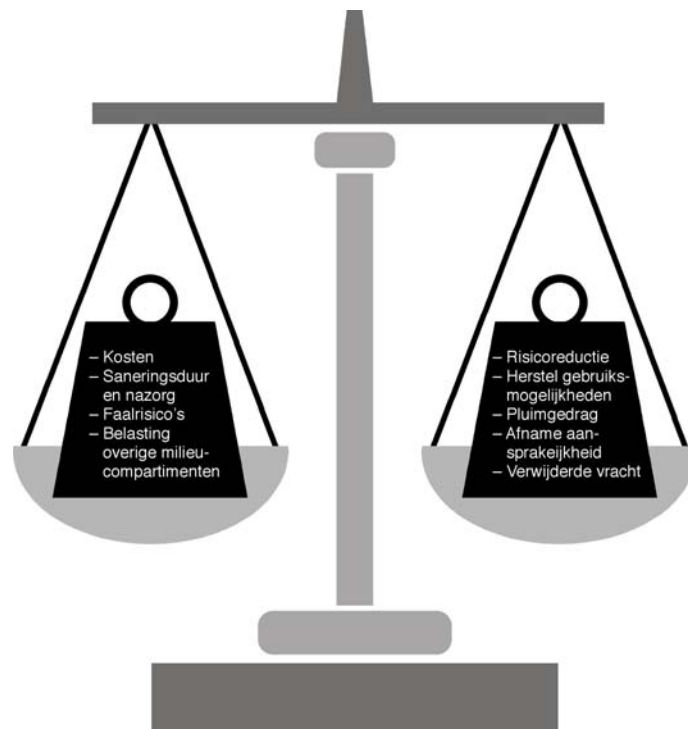


Fig. 4. De balans van baten en lasten.

In ROSA wordt meer gewerkt met het afwegen van baten en lasten dan met het begrip kosteneffectiviteit. In het onderstaande blok wordt uitgelegd dat het begrip eigenlijk een luie vertaling is.

Kosteneffectief of rendabel?

Waar het woord kosteneffectief ook vandaan komt, het is in ieder geval niet de Dikke van Dale, normaal gesproken een betrouwbare bron voor deelnemers aan Het Grote Dictee of een potje Scrabble. Waarschijnlijker is het dat dit woord, populair geworden in milieukringen nadat het in 1992 door de Verenigde Naties is gebruikt in de formulering van het verzorgingsbeginsel, een luie vertaling is van het Engelse 'costeffective'. Had de vertaler meer tijd genomen, dan had hij ongetwijfeld achterhaald dat 'rendabel' het enige juiste, Nederlandse equivalent is van dit woord dat duidt op een positieve balans tussen 'costs and benefits of action', oftewel de 'kosten en opbrengsten van een maatregel'. Van Dale verstaat onder 'rendabele uitgaven' uitgaven die 'baten of nut opleveren'.

Het kabinet kent in 1997 aan het uitheemse 'kosteneffectief' een belangrijke betekenis toe in haar standpunt over de ver-

nieuwing van het bodemsaneringsbeleid, waarvan functiegericht en kosteneffectief saneren de nieuwe doelstelling is. Als in 1999 het begrip kosteneffectief wordt toegelicht in 'Van Trechter naar Zeef', eindrapport van het beleidsvernieuingsproces BEVER, blijken 'baten en nut' vervangen door 'effecten', die zowel positief als negatief kunnen zijn. Door negatieve effecten toe te staan aan de batenkant van de balans heeft 'kosteneffectief' een betekenis gekregen die haaks staat op die van het oorspronkelijke woord 'costeffective'. Waar een 'costeffective action' staat voor een maatregel die 'benefits' heeft, kan 'kosteneffectief saneren' volgens de uitleg in het genoemde rapport ook verwijzen naar een ingreep die leidt tot schade aan een ander milieucompartiment.

Ongetwijfeld is het niet de bedoeling geweest om het begrip 'kosteneffectief' te ontdoen van zijn belangrijkste lading, namelijk een positieve 'balans' van baten en lasten. Ergens in het beleidsproces BEVER is het woord 'kosteneffectief' als volgt ontleed: de kosten zijn apart gezet, waarna de balans is gevuld met positieve effecten aan de ene kant en negatieve effecten aan de andere. Omdat een balans maar twee schaaltes kent, ontstaat er verwarring over hoe de drie stapeltjes met argumenten – kosten, positieve en negatieve effecten - moeten gewogen: 'Horen kosten niet bij de negatieve effecten?' is net zo'n legitieme vraag als 'Moeten we positieve en negatieve effecten niet herformuleren als baten?'. In het ROSA-project is niet geprobeerd een nieuwe definitie te zoeken voor het woord 'kosteneffectief'. Wél hebben we geprobeerd om in de geest van de oorspronkelijke betekenis van dat woord, namelijk 'rendabel', de saneringsvarianten te beoordelen door alle 'baten' en 'lasten' van de voorgestelde ingreep op een rij te zetten. En wat is er nou handiger dan het rangschikken van baten en lasten op een balans?

1.3.4 Risicoreductie of herstel gebruiksmogelijkheden?

Tijdens discussies bleek dat het verschil tussen 'risicoreductie' en 'herstel ondergrondse gebruiksmogelijkheden' niet altijd even duidelijk is. Onderstaande figuur illustreert dat verschil, de daaropvolgende tekst geeft toelichting.

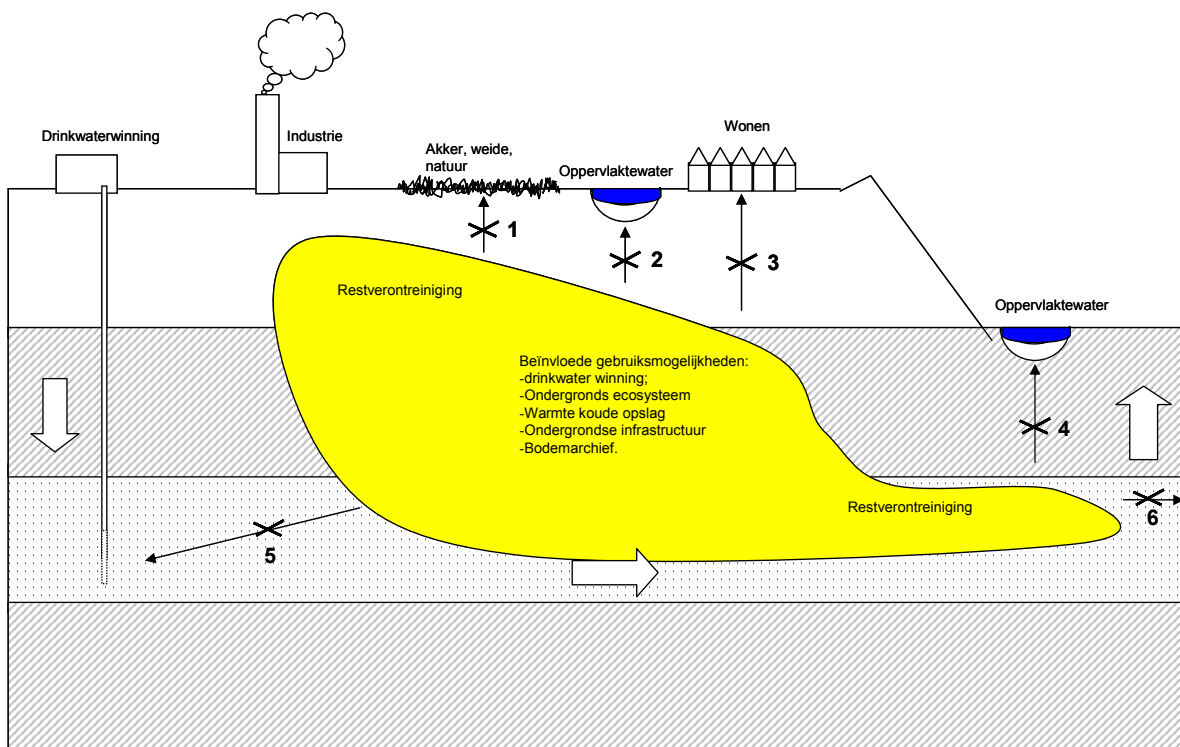


Fig. 5. Verontreinigingspluim, gebruiksmogelijkheden en blootstellingsroutes (afgeleid van Doorstart A5).

In geel is het gebied weergegeven waarin het bodemgebruik wordt beïnvloed door de aanwezigheid van een mobiele verontreiniging in de ondergrond. De genummerde pijlen geven de mogelijke blootstellingroutes aan; iedere pijlpunt wijst naar een zogenaamde 'receptor': een object, functie of organisme dat schade kan ondervinden van blootstelling aan de verontreiniging. Voor de receptoren drinkwater, mens, oppervlaktewater en vegetatie zijn risico-grenzen (MTR, HC₅₀) beschikbaar, te weten concentraties van de verontreiniging waarboven sprake is van een verhoogd risico. Heeft een saneringsvariant tot gevolg dat de concentratie van de verontreiniging zakt tot onder een risicogrens, dan scoort die variant positief op het aspect 'risicoreductie'.

De verontreinigingspluim en het ondergrondse ecosysteem overlappen elkaar. In de hier gehanteerde denkwijze wordt een gezond ondergronds ecosysteem gezien als een vorm van ondergronds ruimtegebruik. Vermindering van de schade aan het ondergronds ecosysteem is een baat die tot uitdrukking wordt gebracht in het aspect 'herstel ondergrondse gebruiksmogelijkheden'. Datzelfde aspect scoort positief als andere ondergrondse functies, zoals infrastructuur, warmte-koude opslag, geologische en archeologisch archief, geheel of ten dele worden hersteld door het treffen van saneringsmaatregelen.

Hoofdstuk 2

HET AFWEGINGSPROCES STAP VOOR STAP

2.1 Hoofdpijnen van het afwegingsproces

Dit hoofdstuk beschrijft het afwegingsproces. Dit afwegingsproces is alleen nodig als het voornemen bestaat om af te wijken van volledige verwijdering van de verontreiniging. In dat geval wordt een saneringsonderzoek uitgevoerd: het beschrijven en vergelijken van saneringsvarianten en de keuze van een voorkeursvariant. Dit hoofdstuk beschrijft het afwegingsproces van saneringsvarianten in 5 stappen: de voorbereiding, de variantontwikkeling, het bepalen van baten en lasten, de variantkeuze en het saneringsplan. De volgende figuur geeft de achtereenvolgende stappen schematisch weer.

<u>Stap A: Voorbereiding met initiatiefnemer, bevoegd gezag en belanghebbenden</u>	
Vragen:	Is het nodig om ROSA toe te passen? Hoe worden de processtappen doorlopen? <ul style="list-style-type: none">- Wie moet betrokken worden bij het proces?- Wat zijn de uitgangspunten bij de varianten?- Wat zijn de relevante afwegingsaspecten en welke prioriteit hebben zij?- Welk uitwerkingsniveau van de afwegingsaspecten is gewenst?
Hulpmiddelen:	Aandachtpuntenlijst Checklist afwegingsaspecten
Uitkomst:	Beschrijving van het te doorlopen afwegingsproces
<u>Stap B: Variantontwikkeling</u>	
Vragen:	Hoe zien de saneringsvarianten eruit?
Hulpmiddel:	Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit
Uitkomst:	Uitgewerkte saneringsvarianten
<u>Stap C: Baten en lasten</u>	
Vragen:	Hoe scoren de verschillende varianten op de diverse aspecten?
Hulpmiddelen:	Quickscan afwegingstabel Uitvoerige afwegingstabel Uitwerking afwegingsaspecten Afwegingsmethodieken
Uitkomst:	Overzicht van varianten op afwegingsaspecten
<u>Stap D: Variantkeuze</u>	
Vragen:	Welke variant wordt gekozen en wat is de motivatie van deze keuze?
Hulpmiddel:	Motivatieregels
Uitkomst:	Voorkeursvariant
<u>Stap E: Saneringsplan</u>	

Fig. 6 Stappenplan afweging.

Deze figuur geeft per stap aan welke hulpmiddelen kunnen worden gebruikt en wat de uitkomst is. Een toelichting per stap volgt verderop in het document. Een belangrijk onderdeel van stap A is de

bepaling van het uitwerkingsniveau van de verschillende afwegingsaspecten, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen een eenvoudige en complexe uitwerking. Een complexe uitwerking kan nodig zijn als de verontreinigingssituatie of de onderhandelingsituatie complex zijn. Dat laatste doet zich voor als er veel belangen op het spel staan en veel partijen betrokken zijn. Ook mengvormen van complex en eenvoudig zijn mogelijk: de saneringskosten worden bijvoorbeeld uitvoerig uitgewerkt, maar herstel gebruiksmogelijkheden wordt op een eenvoudige manier uitgewerkt. In het vervolg wordt de verdere uitwerking van de verschillende stappen gegeven. In bijlage 2 gebeurt dit aan de hand van een voorbeeldcase.

2.2 Stap A: Voorbereiding

Stap A wordt uitgevoerd als het saneringscriterium is overschreden. Bij de voorbereiding spelen de volgende vragen:

Is het nodig om ROSA toe te passen? Het toepassen van ROSA heeft alleen zin indien er sprake is van meerdere varianten of de keuze van een variant op een transparante wijze ten opzichte van andere varianten moet plaatsvinden. Als direct wordt gekozen voor volledige verwijdering, of voor een stabiele eindsituatie (trede 2/3) omdat volledige verwijdering overduidelijk niet mogelijk is, dan hoeft ROSA niet worden toegepast. ROSA biedt een werkwijze om te onderbouwen waarom niet wordt gekozen voor volledige verwijdering of voor een stabiele eindsituatie. In dergelijke gevallen is namelijk een goede motivering van groot belang.

Wie wordt betrokken bij het proces? De initiatiefnemer en het bevoegd gezag maken een korte analyse van de mogelijk betrokken actoren en geven aan bij welke stap zij betrokkenheid op welke wijze relevant achten. Mogelijke belanghebbenden zijn: aangrenzende bedrijven, nutsbedrijven, natuur- en milieuorganisaties, waterbeheerders, omwonenden et cetera. Vooraf moeten duidelijke afspraken worden gemaakt over de verschillende rollen van de betrokkenen, zoals meebeslissen, meepraten en informeren. Een stakeholderanalyse kan worden uitgevoerd om alle betrokkenen en hun belangen in beeld te brengen.

Wat zijn de uitgangspunten bij de varianten? In een vooroverleg wordt bepaald wat de uitgangspunten van de verschillende saneringsvarianten zijn. Harde eisen worden vertaald in een programma van eisen voor de varianten. Daarnaast worden er afspraken gemaakt over het aantal en de globale uitwerking van de varianten.

Welke afwegingsaspecten zijn van belang en welke prioriteit hebben zij? In ROSA is een set 'vaste' afwegingsaspecten opgenomen. Indien er afwegingsaspecten niet worden meegenomen moet dit worden beargumenteerd. Deze afwegingsaspecten worden eventueel aangevuld met 'optionele' afwegingsaspecten. De afwegingsaspecten zijn weergegeven in tabel 1, en gegroepeerd in baten en lasten. Tenslotte wordt indicatief gekeken naar de prioriteit die de verschillende belanghebbenden aan de verschillende baten en lasten geven.

Welk uitwerkingsniveau van de afwegingsaspecten is gewenst? Voor de bepaling van het uitwerkingsniveau van de afwegingsaspecten is onderscheid gemaakt tussen een complexe en eenvoudige uitwerking. Dit onderscheid is gelegen in de diepgang waarmee de afwegingsaspecten worden bepaald. In de praktijk is een onderscheid tussen complex en eenvoudig veelal niet eenduidig: soms wordt

eerst een eenvoudige uitwerking gegeven aan de afwegingsaspecten, waarna er toch behoefte is aan een verdiepingsslag. Het is echter wel van belang om vooraf heldere verwachtingen te scheppen over de diepgang van de afweging.

Na de uitvoering van stap A zal veelal het adviesbureau aan de slag gaan met de uitwerking.

Tabel 1: Checklist van 'vaste' en 'optionele' afwegingsaspecten.

Vaste afwegingsaspecten	
Lasten	Omschrijving
Saneringskosten	Totaalbedrag kosten van voorbereiding, ontwerp, aanleg, uitvoering, nazorg en kosten derden
Saneringsduur en nazorg	Duur van de sanering (inclusief nazorg)
Faalrisico's	Kans op terugvalsscenario (p) x kosten terugvalsscenario (€)
Belasting overige milieucompartimenten	Emissies naar lucht, water, afval etc.
Baten	Omschrijving
Risicoreductie	Humane en ecologische risico's voor sanering - risico's na sanering
Herstel gebruiksmogelijkheden	De mogelijkheden voor gebruik van de ondergrond voor gebruiksfuncties, incl. ecosysteem
Pluimgedrag	Groei of krimp van de verontreiniging, en de termijn waarin dat gebeurt
Verwijderde vracht	De verwijderde hoeveelheid verontreiniging uit de grond en het grondwater
Afname aansprakelijkheid	Afname mogelijke claims e.d. van derden in de omgeving na sanering
Optionele afwegingsaspecten	
Lasten	Omschrijving
Aantasting natuurwaarden	De aantasting van natuur door de sanering
Aantasting cultuurhistorische waarden	De aantasting van cultuurhistorische waarden (bijvoorbeeld monumenten) door sanering
Aantasting archeologische en aardkundige waarden	De aantasting van archeologische of aardkundige waarden door sanering
Schade tijdens uitvoering	De schade die kan ontstaan tijdens de sanering (bijvoorbeeld ten gevolge van zettingen)
Overlast	Hinder (bijvoorbeeld geluid) voor de omgeving ten gevolge van de sanering
Overige lasten	Andere lasten ten gevolge van de sanering
Baten	Omschrijving
Verbetering imago	De verbetering van het imago van de saneerder ten gevolge van de sanering
Waardevermeerdering	De waardevermeerdering van het terrein door de sanering
Overige baten	Andere baten ten gevolge van de sanering

2.3 Stap B: Variantontwikkeling

Binnen de randvoorwaarden van de door betrokken partijen geformuleerde wensen en eisen worden enkele saneringsvarianten ontworpen en de kenmerken ervan beschreven. Voor het ontwikkelen van saneringsvarianten wordt hier volstaan met een verwijzing naar de “Richtlijn Herstel en Beheer Bodemkwaliteit”.

In het **eenvoudige geval** wordt in elk geval de technisch maximaal haalbare variant beschreven, in sommige gevallen is dat een multifunctionele variant. Daarnaast wordt er veelal ook een variant uitgewerkt met een minimale inzet van technische middelen, bijvoorbeeld natuurlijke afbraak, en een variant die zoveel mogelijk tegemoet komt aan het programma van eisen en wensen van de betrokkenen. Dit betekent dat er doorgaans drie varianten worden uitgewerkt. Het is mogelijk dat alle betrokkenen het vooraf eens zijn dat de minimale variant niet hoeft worden uitgewerkt. In dat geval kan de uitwerking van deze variant achterwege blijven. De beschrijving van de varianten gaat in ieder geval in op de volgende punten:

- Saneringsdoel;
- saneringstechniek;
- kosten.

Ook in **complexe situaties** wordt in elk geval de technisch maximaal haalbare variant beschreven. Bij deze complexe situaties is vaak sprake van varianten die verschillende saneringstechnieken combineren, bijvoorbeeld natuurlijke afbraak voor het tweede watervoerend pakket en pump & treat voor het eerste watervoerend pakket. Ook kan er sprake zijn van het gebruik van innovatieve technieken. Daarnaast verloopt het ontwerpproces meer cyclisch: het ontwerp wordt verder verfijnd na een tussentijdse evaluatie van saneringsvarianten. Een hulpmiddel daarbij is quickscan-tabel uit stap C.

2.4 Stap C: Baten en lasten

In deze stap worden de baten en lasten van de in de vorige stap ontwikkelde saneringsvarianten in beeld gebracht, met als doel de varianten met elkaar te vergelijken. Een meer gedetailleerde toelichting van de afzonderlijke lasten en baten wordt gegeven in hoofdstuk 3, waarbij ook de mogelijkheid bestaat een aspect eenvoudig of complex in beeld te brengen, afhankelijk van de informatiebehoefte van de betrokkenen. Per variant worden de baten en lasten gepresenteerd in een overzichtstabel.

In **eenvoudige gevallen** geeft een Quickscan-tabel een voornamelijk kwalitatief overzicht van baten en lasten, als basis voor een snelle screening van varianten of een voorselectie van varianten in een complexe situatie. Hieronder staat een voorbeeld van zo'n tabel. Zoals opgemerkt wordt de uitwerking van de afzonderlijke aspecten in hoofdstuk 3 nader toegelicht.

Tabel 2. Voorbeeld quickscan afwegingstabel.

	Aspecten	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Lasten				
	Saneringskosten (Euro)	1.000.000	500.000	350.000
	Duur van Sanering en nazorg	Kort	Midden	Lang met nazorg
	Faalisico's	Laag	Hoog	Laag
	Belasting overige milieu-compartimenten	Hoog	Laag	Midden
Baten				
	Risicoreductie	Onder MTR	Onder MTR	Onder MTR
	Herstel gebruiksmogelijkheden	Verbetering (4)	Neutraal (0)	Aantasting (-2)
	Pluimgedrag	Afnemend	Afnemend in 10 jaar	Nog 30 jr groei
	Verwijderde vracht (%)	95-100	80-90	60-80
	Afname aansprakelijkheid	++	+/-	-

In **complexe situaties** worden voor de baten en lasten kwantitatieve scores berekend, zoals in onderstaand voorbeeld.

Tabel 3. Voorbeeld uitvoerige afwegingstabel.

	Aspecten	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Lasten					
	Saneringskosten (€)	1.760.000	756.000	534.000	1.580.000
	Duur van sanering en nazorg (jaar)	2 jaar	20 jaar	35 jaar	>50 jaar
	Faalisico's (kansX€)	0,1X1,5m€	0,1X1m€	0,25X1m€	0,2X1,5m€
	Belasting overige milieu-compartimenten	Hoog (3)	Midden (1)	Laag (0)	Midden (1)
Baten					
	Risicoreductie (% MTR)	1,3 → 0 MTR	1,3 → 0,1MTR	1,3 → 0,4MTR	1,3 → 0,8MTR
	Herstel gebruiksmogelijkheden	Verbetering 5000 m ³	Verbetering 1000 m ³	Aantasting -2000 m ³	Neutraal 0 m ³
	Pluimgedrag	Geen pluim	Stabiel in 15-22 jaar	Nog 25-35 jr groei	Blijvende groei
	Verwijderde vracht	95%	90%	80%	60%
	Verbetering imago	Ja	Ja	Ja	Nee
	Afname aansprakelijkheid	++, 2 jaar	+, 20 jaar	+/-, 35 jaar	-

De verwachting is dat bij complexe uitwerking veel aandacht moet worden besteed aan het bereiken van overeenstemming tussen de betrokkenen over berekende baten en lasten. Het kan in zo'n geval praktisch zijn om cyclisch te werk te gaan: eerst een grove inschatting maken van alle baten en lasten,

daarna een verfijning voor die aspecten waarover nog geen overeenstemming bestaat. Ook is het mogelijk beproefde afwegingsmethodieken zoals RMK te gebruiken [lit. 11]. Deze methodieken zijn al eerder met succes in de praktijk toegepast en kunnen daardoor de acceptatie van de uitkomsten vergemakkelijken.

2.5 Stap D: Variantkeuze

Nu de baten en lasten van iedere variant in tabelvorm beschikbaar zijn, moet een keuze worden gemaakt voor een voorkeursvariant. Soms is deze keuze evident; als één variant na weging van baten en lasten met kop en schouders boven de rest uitsteekt. In andere gevallen zijn de verschillen minder groot. Het gebruik van zogenaamde 'motivatieregels' kan de helderheid van het keuzeproces dan ten goede komen. In een motivatieregel brengt een betrokkene expliciet tot uitdrukking welk motief aan zijn keuze ten grondslag ligt. Opgesplitst in 5 activiteiten werkt dat als volgt:

1. **Bepaal de milieuhygiënische voorkeursvolgorde** van de saneringsvarianten. Hiervoor kan de saneringsladder worden gebruikt, of de 5 situaties van pluimgedrag zoals weergegeven in figuur 3. De voorkeursvolgorde maakt het mogelijk om, in analogie met de "ladder", met de lasten en baten te beargumenteren waarom voor een meer of minder vergaande saneringsvariant wordt gekozen. Het afwijken van volledige verwijdering moet worden beargumenteerd.
2. **Beperk het aantal varianten** aan de hand van de wensen en prioriteiten van de betrokkenen. De saneringsvarianten die in onvoldoende mate voldoen aan de wensen, óf die evident minder voorkeur hebben dan overige varianten, worden geschrapt. Dit leidt bijvoorbeeld tot een motivatieregel in de vorm van: "we kiezen niet voor variant 4, omdat deze niet leidt tot een nazorgloze situatie." Een dergelijke motivatieregel is uitsluitend van aard, dat wil zeggen dat een variant geen rol meer speelt in het verdere verloop van het keuzeproces. Als 3 of meer varianten overblijven, dan kunnen de volgende stappen meerdere malen worden doorlopen door telkens 2 varianten te vergelijken.
3. **Beperk het aantal afwegingsaspecten** dat in de afweging/vergelijking van 2 varianten wordt meegenomen. Bij voorkeur blijft een vergelijking over van 2 saneringsvarianten die wezenlijk verschillen op ongeveer 3 afwegingsaspecten. Het aantal afwegingsaspecten wordt beperkt door:
 - a. te beschouwen op welke baten en lasten de overgebleven varianten significant van elkaar verschillen;
 - b. afwegingsaspecten te clusteren.
4. **Vergelijk de 2 varianten** door de extra kosten of lasten te vergelijken met de bijbehorende extra baten. Begin bij deze vergelijking met de afwegingsaspecten waaraan door de belanghebbenden de hoogste prioriteit is toegekend. Bijvoorbeeld: Voor 50% meer kosten levert variant 2 80% meer vrachtverwijdering op dan variant 3.
5. **Leg de keuze vast** in een zogenaamde "motivatieregel," waarin de laatst overgebleven varianten met elkaar worden vergeleken op de relevante baten en lasten. Bijvoorbeeld: "We kiezen niet voor de grondwatersanering variant (trede 1), omdat de lasten € 1,5 M€ hoger liggen en de baten slechts 3% meer vrachtverwijdering opleveren dan de in-situ variant (trede 2)." Nu is expliciet gemaakt welk argument doorslaggevend is voor het afwijken van de milieuhygiënische voorkeursvolgorde.

Bij het doorlopen van deze activiteiten vormt het bodembeleid een belangrijk kader. Uiteindelijk moeten de voorkeursvariant en de motivatieregels worden vastgelegd en besproken met het bevoegd gezag, voordat in een volgende stap een saneringsplan wordt opgesteld.

2.6 Stap E: Saneringsplan

Voor de gekozen saneringsvariant wordt een saneringsplan opgesteld, als basis voor de beschikking van het bevoegd gezag waarin de verplichtingen van betrokken partijen worden vastgelegd. Omdat veel bevoegde gezagen eigen richtlijnen hanteren voor het opstellen van een saneringsplan, besteedt dit praktijkdocument daar geen aandacht aan. Belangrijke aandachtspunten in relatie tot mobiele verontreinigingen zijn:

- monitoring, ijkmomenten en fallbackscenario ([zie hoofdstuk 4](#));
- waarborging continuïteit saneerder;
- toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen in relatie tot de verontreiniging.

Hoofdstuk 3

AFWEGINGSASPECTEN (STAP C. BATEN EN LASTEN)

Dit hoofdstuk beschrijft hoe de baten en lasten van een saneringsvariant op uniforme wijze in beeld kunnen worden gebracht. De afwegingsaspecten waarvan tijdens de praktijkevaluatie is gebleken dat ze leiden tot veel knelpunten, zijn uitgebreid uitgewerkt. De overige aspecten worden beknopt toegelicht. Voor eenvoudige gevallen wordt een kwalitatieve uitwerking gegeven, voor complexe gevallen wordt er ook gerekend met een kwantitatieve score als resultaat.

Lasten	Baten
<ul style="list-style-type: none">• Saneringskosten• Saneringsduur en nazorg• Faalrisico's• Belasting overige milieu-compartimenten	<ul style="list-style-type: none">• Risicoreductie• Herstel gebruiksmogelijkheden• Pluimgedrag• Afname aansprakelijkheid• Verwijderde vracht

3.1 Saneringskosten

Onder de saneringskosten wordt verstaan het totale bedrag van voorbereiding, ontwerp, uitvoering en nazorg van de sanering uitgedrukt in netto contante waarde op het moment van afweging.

De saneringskosten worden in kostenposten uitgesplitst conform de Wet Bodembescherming:

1. Stichtingskosten: de eenmalige kosten die voorgaand aan de sanering en bij de start van de sanering (investeringskosten) worden gemaakt;
2. Doorlopende kosten: kosten die gedurende de looptijd van de sanering zullen worden gemaakt (exclusief vervangingskosten). Hieronder vallen onderhoudskosten, instandhouden, kosten ten gevolge van energieverbruik en lozing op het riool;
3. Vervangingskosten: kosten die na enige tijd worden gemaakt om gehele (of aanzienlijke delen van) installaties of voorzieningen te vervangen;
4. Overhead: de som van de uitvoeringskosten en de algemene kosten;
5. Overige kosten: kosten die gemoeid zijn met schadeloosstelling van derden.

Aandachtspunten

- Saneringskosten worden vrijwel altijd kwantitatief uitgewerkt. De mate van detail varieert; het aantal significante cijfers is een maat voor de nauwkeurigheid, 300 K€ is bijvoorbeeld minder nauwkeurig dan € 292.965,=;
- Pas op voor dubbeltelling van kosten bij vervangings- en stichtingskosten;
- Neem ook vervanging van monitoringspeilbuizen mee bij vervangingskosten;
- In de saneringskosten worden de kosten van een 'fall back' scenario en de kans daarop niet meegenomen. Dit gebeurt bij het aspect faalrisico's/onzekerheden;
- binnen RMK is een uitvoerige kostenmodule opgenomen, waarin het mogelijk is om onzekerheden in verschillende posten en saneringsduur mee te nemen.

3.2 Saneringsduur en nazorg

De saneringsduur is de tijd die nodig is voor het behalen van de saneringsdoelstelling. In deze periode worden actieve maatregelen genomen (pompen, substraat toevoeging, monitoring, etc.). Na het behalen van de saneringsdoelstelling wordt een evaluatierapport opgesteld, met als onderdeel daarvan zonnodig een nazorgplan. De berekening van de saneringsduur is afhankelijk van de verwachte ontwikkeling van de verontreiniging in de tijd en de effectiviteit van de saneringsmaatregelen. Een algemeen geldende werkwijze voor de bepaling van de saneringsduur is daarom niet te geven. De saneringsduur begint na het verlenen van de beschikking door het bevoegd gezag.

In het nazorgplan is omschreven welke maatregelen na het behalen van de saneringsdoelstelling nog noodzakelijk zijn. Nazorg is nodig als er restverontreiniging achterblijft. In de meest eenvoudige vorm is dit registratie (passieve nazorg), het kan ook bestaan uit monitoring of beheersmaatregelen (actieve nazorg).

Aandachtspunten

- de duur van sanering en nazorg wordt vrijwel altijd kwantitatief uitgedrukt en is vaak erg onzeker, er kan gekozen worden om een range aan te geven;
- voor natuurlijke afbraak wordt bij de bepaling van de saneringsduur de verwachte monitoringsperiode voor het bereiken van de beoogde saneringsdoelstelling genomen;
- bij beheersvarianten is de saneringsduur 'eeuwig', in de afwegingstabel wordt dan aangegeven >50 jaar.

3.3 Faalrisico's en onzekerheden

Het verloop van een sanering is vaak anders dan gepland; meestal gaat het om kleine veranderingen zonder grote consequenties. Wordt de saneringsaanpak wezenlijk gewijzigd en moet een 'fall back' of 'terugval' scenario worden geactiveerd, dan wordt gesproken over het 'falen' van de oorspronkelijke opzet. Een voorbeeld is een aanpak met natuurlijke afbraak (Monitored Natural Attenuation, MNA), waarbij alsnog wordt overgegaan tot een grondwatersanering omdat de natuurlijke afbraak onvoldoende buffercapaciteit blijkt te bieden. Andere oorzaken van falen zijn bijvoorbeeld:

Technisch:

- Verkeerde inschatting van de verontreinigingssituatie;
- Verkeerde techniekkeuze in situ;
- Grondwateronttrekking van derden;
- Verstopping van het systeem;
- Drijfslag zit deels achter de damwand;
- Etc.

Organisatorisch:

- Nalaten monitoring en bijsturing;
- Slechte registratie en verstoring door derden;
- Etc.

Meer inzicht in de kans op falen en de gevolgen daarvan leidt niet zelden tot een ander afwegingsresultaat. In dit praktijkdocument wordt voor elke saneringsvariant het terugvalsscenario bekeken, evenals de kans dat dit scenario wordt geactiveerd. Vertrekpunt hiervoor was de NOBIS-studie naar “de financiële risico’s van saneringsvarianten” [lit. 4].

3.3.1 Eenvoudige uitwerking

In eenvoudige gevallen resulteert de inschatting van het faalrisico in één van de uitkomsten ‘hoog’, ‘gemiddeld’ of ‘laag’, op basis van het beschouwen van één enkele faalgebeurtenis per variant. Belangrijk is dat voor elke variant wordt stilgestaan bij mogelijk falen en het daarbij horende terugvalsscenario. Het aanwijzen van een terugvalsscenario en de bijbehorende kosten is doorgaans geen probleem. Het schatten van de kans op falen is veelal lastiger. In het eenvoudige geval kan voor de kwalitatieve inschatting worden teruggevallen op de expertise van de adviseur. De adviseur kan indien nodig terugvallen op literatuur [bv. lit.10 of 12] of gebruik maken van externe expertise (bv. via SKB) en expertise teams [zie. lit.4].

Het faalrisico is gelijk aan kansXgevolg. Vaak zijn de kansen op falen in eenvoudige gevallen klein maar de gevolgen groot, zoals blijkt uit onderstaand voorbeeld.

Tabel 4. Voorbeeld van faalrisico’s in eenvoudige gevallen.

	Bronverwijdering en pluimsanering	Bronverwijdering en natuurlijke afbraak pluim	Volledig natuurlijke afbraak
Faalgebeurtenis (oorzaak)	achterblijvende drijfslaag	achterblijvende drijfslaag	te geringe afbraak
Kans op falen	gemiddeld	Gemiddeld	laag
Terugvalsscenario	hernieuwde bronaanpak	langere saneringsduur	sanering
Gevolg (kosten)	hoog	Gemiddeld	hoog
Risico (kansXgevolg)	gemiddeld tot hoog	Gemiddeld	gemiddeld

3.3.2 Complexe uitwerking

Bij complexe gevallen worden ‘kans op’ en ‘gevolg van’ falen gekwantificeerd; naarmate de omvang van de sanering groter is en/of de complexiteit van de afweging toeneemt, gebeurt dat in meer detail. Het faalrisico is gedefinieerd als:

$$\text{Faalrisico (pX€)} = \text{kans op falen (p)} \times \text{gekwantificeerde gevolg (€)}$$

(NB: om kans en gevolg apart te kunnen beoordelen wordt het resultaat van deze vermenigvuldiging niet uitgerekend)

De berekening begint met de meest voor de hand liggende faalgebeurtenis. In de afwegingstabel komt dan bijvoorbeeld te staan: 0,1X3 M€. (de kans op falen van de saneringstechniek is 10%, de kosten van het terugvalsscenario bedragen 3 miljoen Euro); de begeleidende tekst geeft een onderbouwing van deze getallen. In veel voorkomende gevallen volstaat deze uitwerking voor het vergelijken van varianten.

Tabel 5. Voorbeeld van kwantitatieve uitwerking van faalrisico's.

Saneringsvariant	Bronverwijdering en pluimsanering	Bronverwijdering en natuurlijke afbraak pluim	Volledig natuurlijke afbraak
Faalgebeurtenis	Restverontreiniging (drijfslag)	Nalevering drijfslag	Te lage afbraak
Terugvalscenario	Hernieuwde bronaanpak	Langere saneringsduur	Grondwatersanering
Faalrisico	0,2X300k€	0,2X80k€	0,1X200k€

Dit voorbeeld geeft aan dat er een kans is van 20% (of $p = 0,2$) dat na een kostbare ontgraving opnieuw een bronsanering moet worden uitgevoerd.

Nadere toelichting

De kosten van een terugvalscenario worden op dezelfde wijze berekend als de kosten van de saneringsmaatregelen. De kans op falen wordt bepaald door 'expert judgement.' Elke situatie is immers uniek en het is daarom moeilijk om in algemene zin de faalkans van een techniek te voorspellen, zelfs als er veel locatiespecifieke informatie beschikbaar is. Wel is het mogelijk om de faalkansen van varianten ten opzichte van elkaar te positioneren, wat relevant is in het afwegingsproces. Bij het bepalen van het faalrisico gaat het niet zozeer om het exacte getal, maar om het verschil in faalrisico tussen saneringsvarianten. De faalkans moet niet worden gezien als absolute maat, maar relatief ten opzichte van de andere faalkansen. In de rapportage van een "Praktijkevaluatie in-situ saneringen" [lit.10] is een onderling vergelijk gemaakt van het succes en falen van saneringstechnieken.

Het NOBIS-rapport "Financiële risico's van saneringsvarianten" [lit. 4] kan worden gebruikt om een meer gedetailleerde uitwerking te maken. Meestal gebeurt dat na het raadplegen van een multidisciplinair team van specialisten, dat gezamenlijk kansen en kosten inschat [zie werkwijze lit. 4]. Belangrijk is om niet teveel op de exacte getallen te letten, maar de aandacht te richten op de gevoeligheid of robuustheid van de saneringsvarianten.

3.4 Belasting overige milieucompartimenten

Bij bodemsanering kunnen de volgende negatieve milieueffecten worden onderscheiden:

- verlies aan grond
- verlies aan grondwater
- energiegebruik
- luchtverontreiniging
- oppervlaktewaterverontreiniging
- afvalvorming

Deze effecten zijn het gevolg van de verschillende activiteiten bij een sanering. Een grondwateronttrekking met zuivering en lozing op het oppervlaktewater leidt bijvoorbeeld tot een verlies aan grondwater, energiegebruik (pomp en zuivering), luchtverontreiniging (ten gevolge van het energiegebruik), mogelijke oppervlaktewaterverontreiniging (afhankelijk van de kwaliteit van het effluent) en mogelijke afvalvorming (bijvoorbeeld verbruikt actief kool).

3.4.1 Eenvoudige uitwerking

In de eenvoudige uitwerking wordt een vergelijking gemaakt tussen de verschillende saneringsalternatieven op de mogelijke milieueffecten. Leidend bij deze vergelijking is de intensiteit van de saneringsinspanning: hoe hoger deze intensiteit des te groter is de belasting van overige milieucompartimenten (bijvoorbeeld meer pompen en/of graven leidt tot een hogere belasting van milieucompartimenten).

3.4.2 Complexe uitwerking

Bij de complexe uitwerking wordt een kwantitatieve analyse gemaakt van de scores op de verschillende milieueffecten. Dit betekent dat een inschatting wordt gegeven van bijvoorbeeld de hoeveelheid afval die wordt verwacht. Hierdoor ontstaat een lijstje met verschillende scores voor varianten op de milieueffecten. Er kan worden gekeken welke variant op de meeste effecten het slechtst scoort en dit wordt per variant opgeteld en leidt tot een score per variant. Een voorbeeld staat in onderstaande tabel.

Tabel 6: Voorbeeld uitwerking belasting overige milieucompartimenten

Milieueffect	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Verlies aan grond	10.000 ton	0	2.000 ton
Verlies aan grondwater	300.000 m3	0	500.000 m3
Energiegebruik	Hoog	Laag	Midden
Luchtverontreiniging	Hoog	Laag	Midden
Oppervlaktewaterverontreiniging	0	Aanwezig	0
Afvalvorming	Hoog	0	Midden
Totaal	3	1	1

Een andere wijze om de belasting van andere milieucompartimenten te kwantificeren is gebruik maken van de milieuverdienste-module van RMK [lit.11]. Hierdoor wordt een onderbouwde kwantitatieve analyse gegeven.

3.5 Risicoreductie

Bij mobiele verontreinigingen spelen risico's veelal een ondergeschikte rol. In veel gevallen zal de sanering primair plaats vinden om verspreiding te voorkomen. In het geval dat risicoreductie wel een rol speelt worden de volgende kwetsbare objecten beschouwd:

- De mens;
- Bovengrondse ecologie;
- Oppervlaktewater;
- Drinkwaterwinning.

Per kwetsbaar object gelden soms specifieke wettelijke kaders, die niet altijd op elkaar aansluiten. Dit geldt vooral voor oppervlaktewater en drinkwaterwinning. Bij de uitwerking van risicoreductie is zoveel mogelijk rekening gehouden met deze wettelijke kaders, maar het is onmogelijk om alle nuanceringen van deze kaders afdoende weer te geven in dit praktijkdocument. Per geval zullen locatiespecifieke omstandigheden spelen en kan, in overleg met de betrokken partijen, een specifieke aanpak worden gekozen.

Intermezzo

Naast risicoreductie, een natuurwetenschappelijke benadering van risico, kan risicoperceptie een belangrijke rol spelen bij het afwegen van saneringsmogelijkheden. Risicoperceptie is de persoonlijke beleving van een individu van een bepaald risico. Deze beleving wordt beïnvloed door de omgeving, maar wordt ook bepaald door individuele factoren als: temperament, sociaal-culturele achtergrond, persoonlijke waarden, capaciteit tot het maken van keuzes en kennis. De uiteindelijke risicoperceptie van een bepaalde bodemverontreiniging kan niet generiek bepaald worden en het is ook de vraag of het wenselijk is deze perceptie uit te drukken in kwalitatieve termen. Voor de beleving van risico's geldt in algemene zin dat onbekendheid en onvrijwilligheid negatieve factoren zijn. Belangrijk is dat mensen het gevoel hebben van vrijwilligheid en controle over het probleem.

Hieronder is in algemene zin beschreven hoe met kwetsbare objecten kan worden omgegaan. In bijlage 3 wordt specifiek per kwetsbaar object een uitwerking gepresenteerd. Deze factsheets beschrijven kort per kwetsbaar object:

- De invulling van het afwegingsaspect op hoofdlijnen.
- De berekeningswijze om het aspect te kwantificeren.
- Mogelijke hulpmiddelen bij het concretiseren van het aspect.
- Enkele aandachtspunten bij uitwerking.

Algemene werkwijze

Het bepalen van risicoreductie als gevolg van saneringsmaatregelen geschiedt in twee stappen, hieronder weergegeven in een stroomschema.

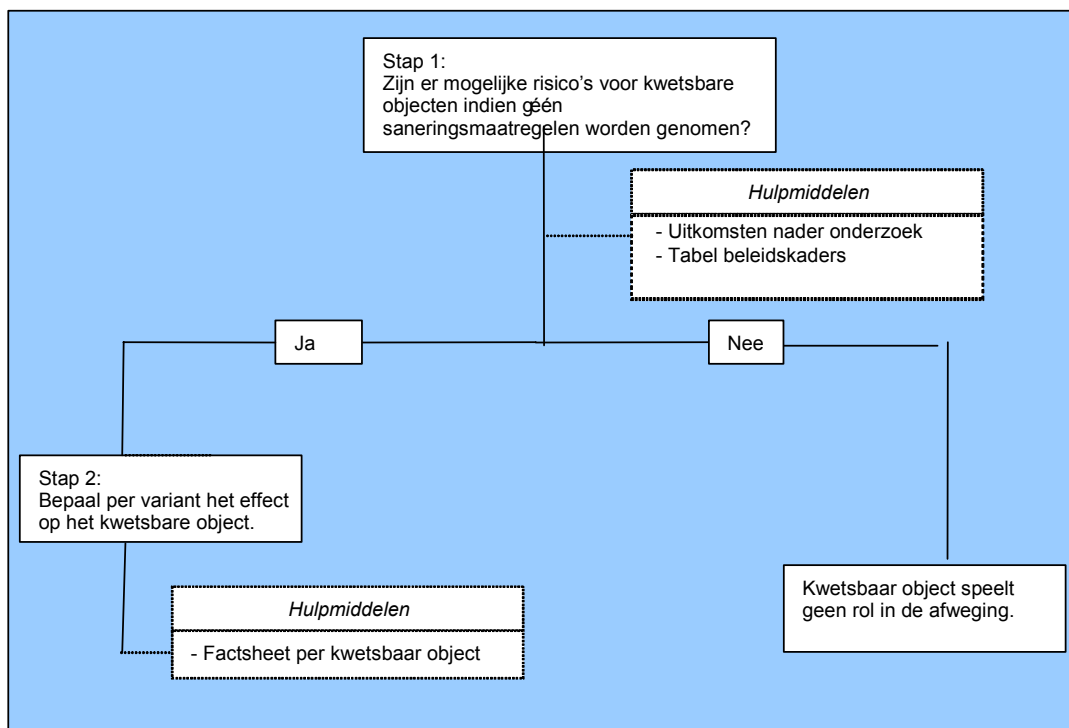


Fig. 7. Stroomschema kwetsbare objecten.

Stap 1: Vaststellen risico's zonder sanering

Eerst wordt getoetst of er sprake is van risico's voor kwetsbare objecten door te kijken naar de mogelijke risico's indien er géén saneringsmaatregelen worden genomen. Uitgangspunt hierbij zijn de uitkomsten van het nader onderzoek en de urgentiebepaling. Indien hier geen humane of ecologische risico's aanwezig zijn, wordt gekeken naar risico's die kunnen ontstaan door de verwachte verspreiding van de verontreiniging. Dit kunnen risico's zijn ten gevolge van verspreiding naar een drinkwaterwingebied of oppervlaktewater of risico's doordat verspreiding mogelijk leidt tot blootstelling bij mensen of het ecosysteem. Hierbij gelden de beleidskaders als toetsingskader. Als hulpmiddel zijn de beleidskaders per kwetsbaar object weergegeven in tabel 7.

Tabel 7. Overzicht van relevante beleidskaders per kwetsbaar object.

Kwetsbaar object	Bevoegd gezag	Beleidsrichtlijnen	Hulpmiddelen
Mensen	Provincie en gemeenten die in het Besluit "aanwijzing bevoegd gezag gemeenten Wet Bodembescherming" gelijkgesteld zijn met een provincie	<ul style="list-style-type: none"> Wet bodembescherming 	<p>Het standaard model voor bepaling van humane risico's voor de saneringsurgentie is SUS. SUS is een geautomatiseerde versie van de urgentiesystematiek.</p> <p>Tools voor het uitvoeren van niet standaard beoordelingen zijn Csoil, Volasoil, JAGG, BP-model RISC en Risc hu-maan.</p>

Kwetsbaar object	Bevoegd gezag	Beleidsrichtlijnen	Hulpmiddelen
Bovengrondse ecologie	Provincie en gemeenten die in het Besluit "aanwijzing bevoegd gezag gemeenten Wet Bodembescherming" gelijkgesteld zijn met een provincie	<ul style="list-style-type: none"> • Wet bodembescherming • Vogel- en habitatrictlijn 	De Triade-benadering, waarbij naast de chemie (totaalgehalten in de bodem) ook gekeken wordt naar de ecologie (functioneren van het bodemleven) en de toxicologie (biobeschikbaarheid van verontreinigingen). Deze methode geeft een relatief snelle inschatting van de impact van de verontreiniging op de ecologische waarde. Uitgebreider ecologisch onderzoek kan verder inzicht geven in de mate waarin effecten optreden.
Oppervlaktewater*	Rijkswaterstaat Waterschappen Zuiveringsschappen	<ul style="list-style-type: none"> • Oppervlaktewater: Voor niet rechtstreekse lozingen (zoals een verontreinigingspluim die het oppervlaktewater bereikt) zijn geen specifieke beleidsrichtlijnen beschikbaar. • Bij een rechtstreekse lozing op het oppervlaktewater is de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater van toepassing. Rechtstreekse lozing is vergunningplichtig. • De vierde nota Waterhuishouding geeft de kwaliteitseisen waaraan het oppervlaktewater moet voldoen uitgedrukt in VR en MTR. • Waterbodem: Het toetsingskader voor waterbodem is vastgelegd in de Vierde nota Waterhuishouding. In het Besluit vrijstellingen stortverbod buiten inrichtingen (gebaseerd op de Wet Milieubeheer) zijn regels vastgesteld voor het verspreiden van onderhoudsspecie. In artikel 63 van de Wbb worden enkele bijzondere regels voor sanering van de waterbodem gegeven. 	Geohydrologische modellen zoals Cflow en MT3D NLO-afweging [lit. 8].
Waterwinning, drinkwater*	Provincie en gemeenten die in het Besluit aanwijzing bevoegd gezag gemeenten Wet Bodembescherming gelijkgesteld zijn met een provincie	<ul style="list-style-type: none"> • Het Waterleidingbesluit geeft de kwaliteitseisen waaraan het drinkwater moet voldoen. • Wet Milieubeheer • Grondwaterwet • Provinciale Milieuverordening • Wet Verontreiniging Oppervlaktewater • Lozingenbesluit 	Geohydrologische modellen zoals Cflow en MT3D

*In het kader van het Europese waterbeleid zijn de totstandkoming en implementatie van de Kaderrichtlijn Water en de grondwaterrichtlijn van belang. De consequenties van deze ontwikkelingen zijn vooralsnog niet meegenomen.

Mocht blijken dat er in de huidige situatie (zonder saneringsmaatregelen) geen sprake is van mogelijke risico's, dan speelt het kwetsbare object verder geen rol in de afweging. Zijn er wel risico's, dan worden de risico's en daarmee de risicoreductie, voor de verschillende varianten in de volgende stap uitgewerkt.

Stap 2: Vaststellen risico's voor en na de sanering

In deze stap wordt het effect van de saneringsmaatregelen op de risico's voor het bedreigde object per saneringsvariant berekend met twee getallen:

- Het huidige risico uitgedrukt ten opzichte van het Maximaal Toelaatbaar Risico (als fractie);
- Risico na sanering uitgedrukt ten opzichte van het Maximaal Toelaatbaar Risico (als fractie).

Vergelijking van de varianten vindt nu plaats door de risicoreductie, het verschil tussen het risico na sanering en het huidige risico, aan te geven (bijvoorbeeld 3,0XMTR => 0,5XMTR). Niet voor alle kwetsbare objecten is een Maximaal Toelaatbaar Risico gedefinieerd. Indien er geen MTR is gedefinieerd, dient in overleg met het betreffende bevoegde gezag nader gekeken te worden naar invulling van het MTR. In de factsheets in bijlage 3 wordt per kwetsbaar object aangegeven of een MTR voorhanden is en hoe het concretiseren van de risicoreductie tot een “weegbare” maat kan worden aangepakt.

3.6 Herstel gebruiksmogelijkheden ondergrond

Deze tijdelijke of permanente aanwezigheid van verontreiniging in de ondergrond kan andere functies van de ondergrond belemmeren, denk aan de winning van drinkwater. Het herstel van de gebruiksmogelijkheden van het deel van de ondergrond dat weer “schoon” wordt, is naast het verminderen van de risico's en het bereiken van een stationaire eindsituatie, één van de baten van bodemsanering. Maar hoe breng je het herstel van ondergrondse gebruiksmogelijkheden voor de verschillende saneringsvarianten in beeld? Dat wordt hieronder geïllustreerd aan de hand van een fictieve casus.

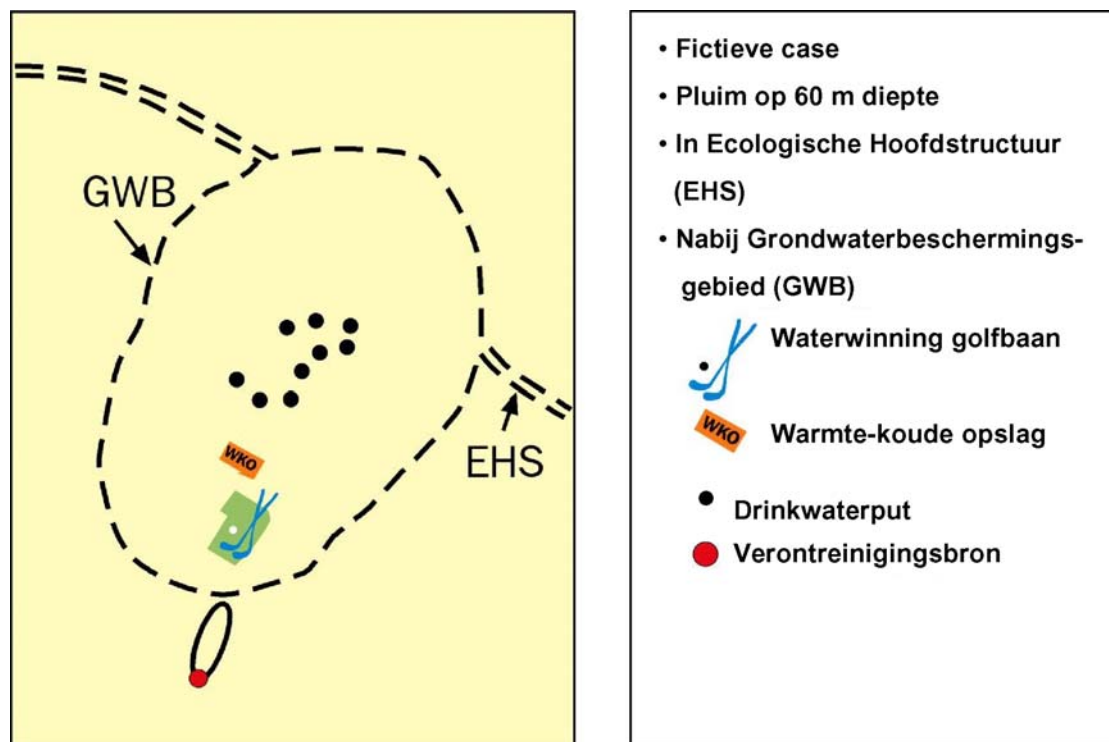


Fig. 8. Beschrijving fictieve case.

Op 40 tot 80 meter diepte bevindt zich een tetrachlooretheen verontreiniging in een gestuwd zandpakket, stroomopwaarts van een drinkwaterwinning. Het front van de pluim ligt vrijwel tegen de rand van het grondwaterbeschermingsgebied dat onderdeel uitmaakt van de Ecologische Hoofd Structuur; mocht de pluim niet worden behandeld, dan passeert hij op zijn weg naar de winning een golfbaan en een installatie voor warmte/koude-opslag. De aard van de bron is zo complex en de ligging zo moeilijk

bereikbaar, dat het saneren er van geen betaalbare optie is. In onderstaande figuren worden vier ontwikkelde saneringsvarianten op hoofdlijnen beschreven.

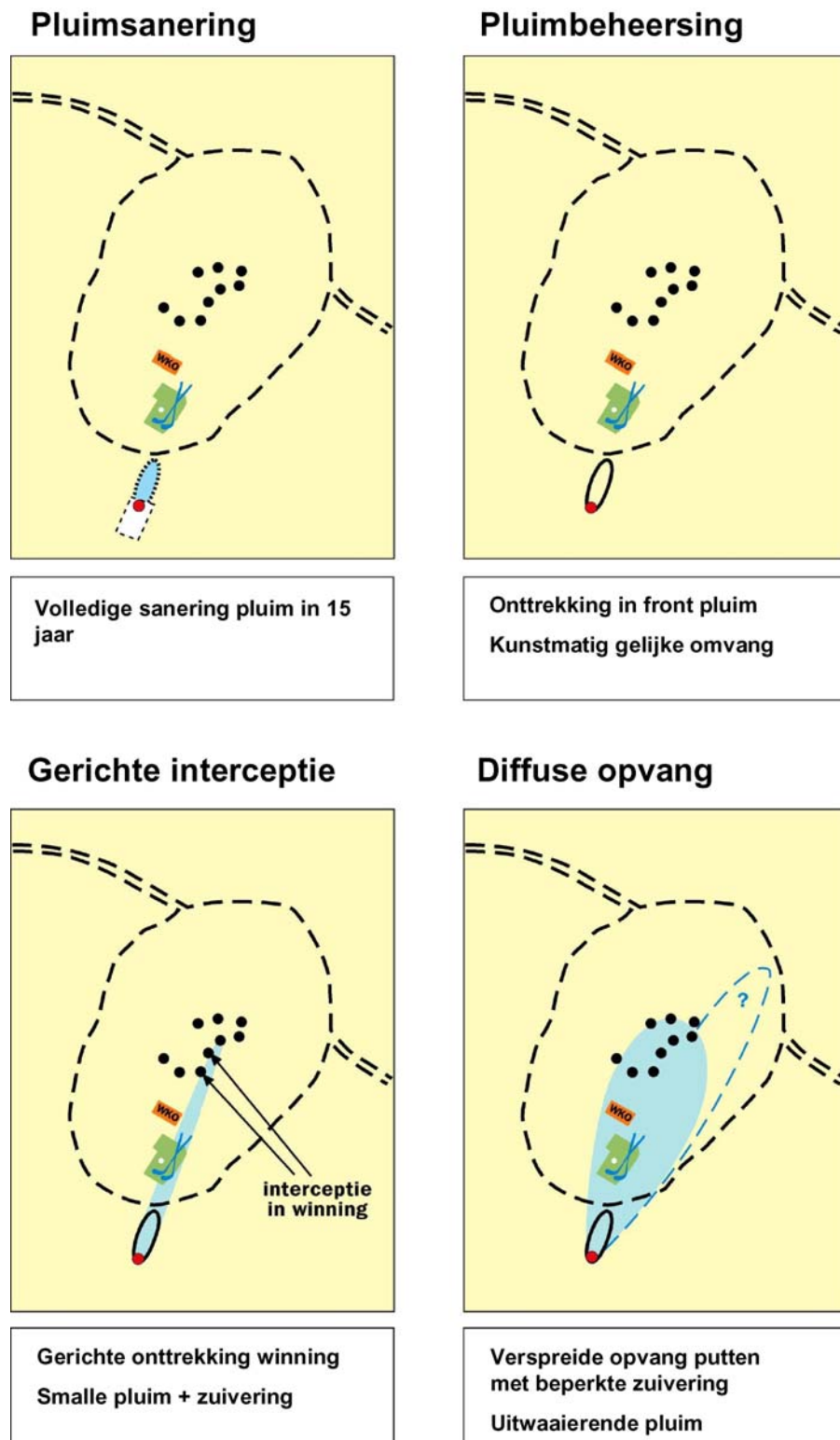


Fig. 9. Vier saneringsvarianten op hoofdlijnen.

3.6.1 Eenvoudige uitwerking

In de eerste stap wordt vastgesteld welke gebruiksmogelijkheden de ondergrond op dit moment heeft en welke gebruiksmogelijkheden de komende 30 jaar worden voorzien in de baan van de pluim. Gebruiksmogelijkheden die op een locatie niet worden verwacht, worden in deze beschouwing niet meegenomen. Deze gebruiksopties staan onder elkaar in de linkerkolom van de scorecard, die hieronder is ingevuld voor de vier mogelijke saneringsvarianten. Met een “+” is aangegeven welke gebruiksmogelijkheden worden hersteld, een “-” wijst op een verslechtering van de situatie door tijdelijke of permanente ongeschiktheid van de ondergrond.

Tabel 8. Voorbeeld eenvoudige uitwerking gebruiksmogelijkheden.

Ondergrondse gebruiksmogelijkheden	Saneringsvarianten			
	Pluimsanering	Pluim-beheersing	Gerichte interceptie	Diffuse opvang
Winning drinkwater zonder aanvullende voorzieningen			-	-
Ecosysteem (biodiversiteit, natuurlijke reiniging)	+		-	-
Warmte/koude opslag				-
Winning gietwater			-	-
Ondergrondse infrastructuur	n.v.t. vanwege diepte van de pluim (> 40 m)			
Ondergrondse bouwactiviteiten (o.a. bouwput)	Idem			
Winning oppervlaktedelfstoffen (zand, grind, klei)	Idem			
Archief (archeologie, aardkunde, cultuur-historie)	Idem			
Anders.....				
Eindoordeel (kwalitatief)	<u>Verbetering:</u> <u>Eén ondergrondse gebruiksmogelijkheid hersteld: ecosysteem</u>	<u>Neutraal:</u> <u>Geen ondergrondse gebruiksmogelijkheden hersteld of aangetast</u>	<u>Aantasting:</u> <u>Drie ondergrondse gebruiksmogelijkheden aangetast: winning drinkwater, winning gietwater, ecosysteem</u>	<u>Aantasting:</u> <u>Vier ondergrondse gebruiksmogelijkheden aangetast: winning drinkwater, winning gietwater, warmte/koude-opslag, ecosysteem</u>

Deze eenvoudige uitwerking maakt duidelijk dat alleen door de pluim te saneren het gebruik van de ondergrond als ecosysteem wordt hersteld. Het op de plaats houden van de pluim, zoals gebeurt in de variant ‘pluiminterceptie’, heeft een neutraal resultaat: er verandert niets. De twee varianten waarbij de pluim zich verspreidt in de richting van de waterwinning leveren wél nieuwe gebruiksbeperkingen op: de bestaande winning van gietwater voor beregening van de golfbaan en het huidige gebruik van de

aquifer voor de opslag van warmte en koude, worden straks gehinderd door het passeren van de verontreiniging.

3.6.2 Complexe uitwerking

De hiervoor ingevulde scorecard laat zien welke effecten saneringsmaatregelen hebben op de gebruiksmogelijkheden van de ondergrond. Willen de bij de afweging betrokken partijen ook weten hoe groot zo'n effect is, bijvoorbeeld het aantal kubieke meters grond of grondwater dat weer geschikt is voor gebruik, dan wordt een tweede stap uitgevoerd om de effecten te kwantificeren. Voor de fictieve casus is het resultaat daarvan ingevuld in onderstaande tabel:

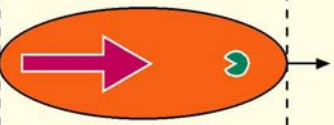
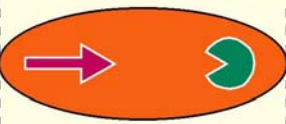
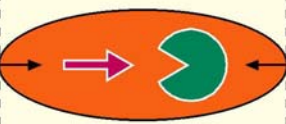
Tabel 9. Voorbeeld complexe uitwerking gebruiksmogelijkheden.

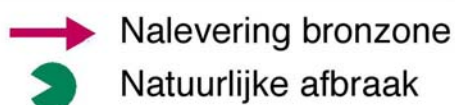
Ondergrondse gebruiksmogelijkheden	Saneringsvarianten			
	Pluimsanering	Pluimbeheersing	Gerichte interceptie	Diffuse opvang
Winning drinkwater zonder aanvullende voorzieningen			- 25%	- 100%
Ecosysteem (biodiversiteit, natuurlijke reiniging)	+ 4 Mm ³		- 20 Mm ³	- 100 Mm ³
Warmte/koude opslag				- 100%
Winning gietwater			- 5000 m ³ /jr	- 10.000 m ³ /jr
Eindoordeel (kwantitatief)	<u>Verbetering:</u> 4 miljoen m ³ ondergronds ecosysteem hersteld ter plaatse van de huidige pluim	<u>Neutraal:</u>	<u>Aantasting:</u> 25% minder drinkwaterwinning, 20 miljoen m ³ ondergronds ecosysteem minder, gietwaterwinning gehalveerd tot 5000 m ³ /jr	<u>Aantasting:</u> Drinkwaterwinning en gietwaterwinning beëindigd, 100 miljoen m ³ ondergronds ecosysteem minder

Het beoordelen van de effecten hoeft hier niet te stoppen. Een volgende stap kan bestaan uit het economisch waarderen van de hierboven berekende kubieke meters. Het Centrum voor Ondergronds Bouwen (COB) heeft in een reeks studies laten zien hoe effecten van ondergrondse ingrepen kunnen worden gemonetariseerd [zie ook lit.3]. Een voorbeeld is het berekenen van de kosten van een schaduw-project: de waarde van het gebruik van de ondergrond voor waterwinning is dan gelijk aan de kosten voor het aanleggen en exploiteren van een winning op een andere plek onder vergelijkbare omstandigheden. Voor een warmte-koude project kunnen de kosten worden bepaald voor het treffen van voorzieningen aan de installatie zodat de warmte-koude opslag gewoon door kan gaan. In sommige gevallen is het ook mogelijk het gebruik van de ondergrond in het voordeel uit te werken. Bijvoorbeeld een warmte-koude systeem kan ook worden gebruikt voor de sanering van de ondergrond.

3.7 Pluimgedrag

Bij het vergelijken van saneringsvarianten is het van belang welke invloed een saneringsmaatregel heeft op het pluimgedrag. Het pluimgedrag kan worden uitgedrukt in de toe- of afname van de omvang van de pluim. Ruwweg is het pluimgedrag afhankelijk van het evenwicht tussen de nalevering uit de bronzone en de natuurlijke afname in de pluim. In figuur 10 is dit geïllustreerd.

Pluimgedrag		Opmerking
1. Toenemende pluim		Nalevering is groter dan afbraak
2. Gelijkblijvende pluim		Nalevering = afbraak
3. Afnemende pluim		Nalevering is minder dan afbraak



Figuur 10: Pluimgedrag als functie van nalevering en natuurlijke afbraak

De totale afbraak in een pluim is ook afhankelijk van de omvang van de pluim. Bij een gelijkblijvende afbraaksnelheid bezit een tweemaal zo grote pluim een tweemaal zo grote afbraakcapaciteit. Uiteindelijk zal daarom elke pluim een evenwichtssituatie bereiken. Afhankelijk van de hoeveelheid verontreiniging, zal de pluim uiteindelijk oplossen, gelijkblijven of over langere tijd (>30 jaar) toenemen. In analogie met een rookpluim aan een schoorsteen, moet men zich verder realiseren dat het wegnemen van de bron meestal niet leidt tot het krimpen van de pluim naar de voormalige bronzone toe, maar tot het loslaten van de pluim. Het front van de pluim kan daarbij gelijkblijven of in geval van een nog toenemende pluim, zich zelfs verder verplaatsen.

In de praktijk kunnen zich de volgende situaties voordoen:

1. Geen pluim.
2. De pluim groeit niet meer of neemt af vanaf $t = 0$.
3. De omvang van de pluim bereikt binnen 30 jaar een maximum, en daarna is sprake van afname. In sommige gevallen verplaatst het front van de pluim zich nog voorwaarts (mn. loslatende pluim).
4. De omvang van de pluim blijft meer dan 30 jaar toenemen.
5. De pluim bereikt binnen 30 jaar een gelijkblijvende omvang door een kunstmatige onttrekking, of door instroom in een oppervlakte water.

In de onderstaande figuur zijn deze 5 situaties geschetst.

Pluimgedrag	Tijd (jr)	Omvang
1. Geen pluim	nu	—
2. Afnemend	0	
	30	
3. Afnemend binnen 30 jr	0	
	30	
4. Meer dan 30 jr toename	0	
30		
5. Kunstmatig beheerst door onttrekking of oppervlaktewater	0	
	0-30	

Fig. 11. Beoordeling van het pluimgedrag.

In situatie 1, 2 en 3 kan onder voorwaarden worden gesproken van een stabiele eindsituatie. Er mogen zich dan geen risico's voor mens en milieu voordoen, en bij een loslatende pluim moet worden gecontroleerd wat de consequenties zijn voor het ondergrondse ruimtegebruik én mogelijke aansprakelijkheden. Situatie 5 leidt weliswaar binnen 30 jaar tot een pluim die niet meer in omvang toeneemt, maar er is sprake van eeuwigdurende zorg, of bedreiging van het oppervlaktewater.

3.7.1 Eenvoudige uitwerking

Als uit het vooronderzoek blijkt dat al sprake is van een stabiele eindsituatie, dan is het opstellen van een pluimverwachting niet nodig. Het is wel raadzaam om aandacht te besteden aan de betrouwbaarheid of duurzaamheid van de natuurlijke afbraak (zie Hoofdstuk 4).

Bij een eenvoudige uitwerking van saneringsvarianten kan voor het pluimgedrag worden aangegeven welke van de vijf situaties zich voordoet. Deze beoordeling kan nog worden verfijnd door aan te geven op welke termijn de pluim verdwijnt of hoe lang de pluim nog zal groeien:

Tabel 10. Beoordeling van de pluimontwikkeling.

Huidige situatie pluim	Beoordeling in tabel	Termijn
1. Geen pluim	Geen pluim	-
2. Afname	Stabiele eindsituatie of verdwijnen in X jaar	Tot volledig oplossen pluim
3. Groei en afname	Afnemende pluim binnen X jaar	Tot omslag groei naar afname
4. Blijvende groei	Blijvende groei of nog X jaar groei	Tot omslag groei naar afname
5. Kunstmatig beheerst	X jaar groei	Tot bereiken oppervlakte water of
	Termijn noodzaak onttrekking	Termijn actieve onttrekking

* Eventueel kan tijd tot maximale omvang worden genoemd.

De beoordeling is altijd gebaseerd op een voorspelling van de pluimontwikkeling. Voor de eenvoudige gevallen worden onzekerheden in die voorspelling nog niet meegenomen. Bijvoorbeeld verontreinigingspluimen ouder dan 15-20 jaar, met BTEX en minerale olie verkeren vanwege de goede afbreekbaarheid vaak al in situatie 2 [lit. 16], en een uitgebreide beschouwing van de onzekerheden in de modellering is in een dergelijke situatie niet nodig. De afbraak van gechloreerde verbindingen verloopt doorgaans moeizamer, en de afhankelijkheid van de bodemcondities is groter. Gechloreerde verbindingen verdienen daarom eerder een diepgaandere benadering.

3.7.2 Complexe uitwerking

Bij de complexe uitwerking worden ook de onzekerheden in de pluimvoorspelling in beschouwing genomen, en moet meer aandacht worden gegeven aan de modellering. Behalve de tijd tot het verdwijnen van de pluim of tot het stationair worden, kan ook de onzekerheidsmarge worden aangegeven in de vergelijkingstabel van stap C uit het stappenplan.

Voorbeeldinvulling complex situatie in vergelijkingstabel stap C:

*Verdwijnt of lost op in 7-10 jaar,
of nog 15-20 jaar groei*

Nadere toelichting

Onzekerheden in de modellering zijn het gevolg van:

- Beperkt begrip van het ondergrondse systeem, de geohydrologie en optredende processen (conceptuele onzekerheid);
- Onzekere waarde van parameters, bijvoorbeeld de afbraakconstanten;
- Onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen.

Behalve een schatting van de meest waarschijnlijke pluimontwikkeling ('best estimate'), kunnen ook de boven en ondergrens worden bepaald. Onderstaande figuur geeft een voorbeeld.

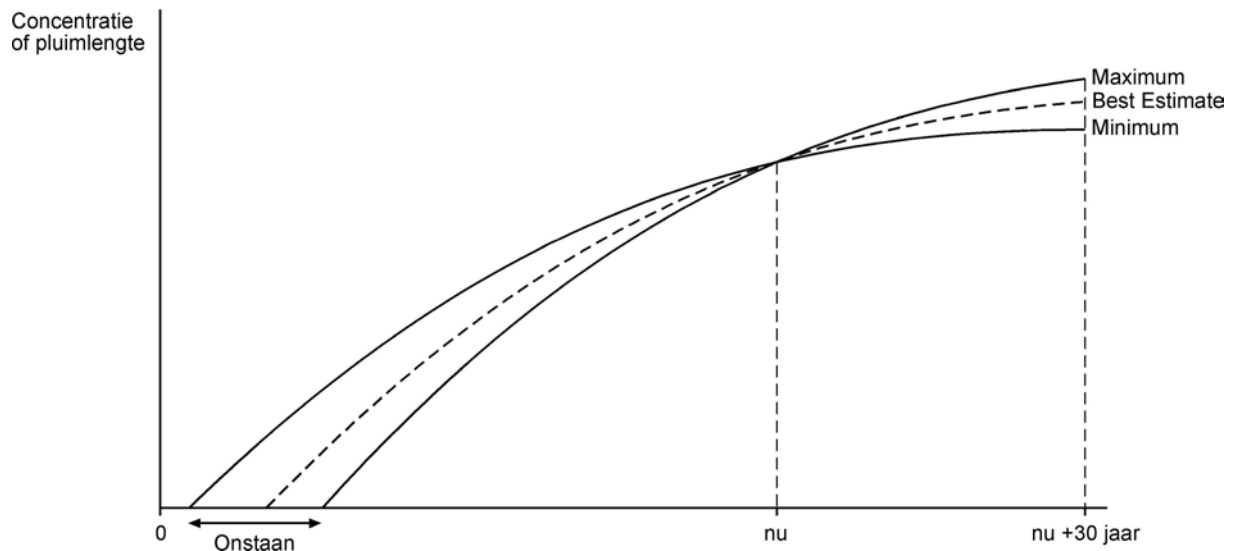


Fig. 12. Pluimontwikkeling: 'best estimate' met boven en ondergrens.

Vooraf de bovengrens is belangrijk voor de acceptatie van variant als voorkeursvariant. Hoe zeker, of hoe robuust, is de stabiele eindsituatie? Hoe groot is de kans dat de verspreiding groter is dan gewenst? De bovengrens is ook nodig voor het vastleggen van de monitoringscriteria.

In veel gevallen kan bij het bepalen van de grenzen worden volstaan met het variëren van de twee meest invloedrijke parameters. Dit zijn meestal de nalevering van puur product in de bronzone (bronsterkte) en de snelheid van natuurlijke afbraak. Beide parameters kunnen slechts bij benadering worden geschat, en hebben grote invloed op de omvang en levensduur van de pluim. Een veel voorkomende schatting voor de bronsterkte is de vermenigvuldiging van concentratie en stromingssnelheid t.p.v. de bron.

3.8 Afname aansprakelijkheid

Onder afname van aansprakelijkheid wordt verstaan: het verkleinen van de kans dat de indiener na afronding van de sanering civielrechtelijk door derden kan worden aangesproken voor schade als gevolg van de aanwezige (rest)verontreiniging. Het gaat om de kans op aansprakelijkheid nadat de sanering formeel is afgerond, wat betekent dat het bevoegd gezag met het saneringsresultaat heeft ingestemd door middel van goedkeuring door het evaluatierapport. Aansprakelijkheden die kunnen

voortvloeien uit uitvoeringswerkzaamheden zijn hierin niet meegenomen, aangezien deze vallen binnen het aspect van faalrisico's.

Door de instemming van het bevoegd gezag met het bereikte saneringsresultaat kan de indiener publiekrechtelijk in principe niet meer worden aangesproken op het nemen van saneringsmaatregelen. Deze 'publiekrechtelijke afronding' moet los worden gezien van eventuele privaatrechtelijke kostenverhaalsmogelijkheden van derden vanwege achterblijvende verontreiniging.

Het belang van het aspect afname aansprakelijkheid is onder andere afhankelijk van de volgende factoren:

1. Veranderingen van de soort rechthebbenden in het gebied waar de verontreiniging zich bevindt of in de toekomst zal bevinden;
2. Veranderingen in gebruik in het gebied waar de verontreiniging zich bevindt of in de toekomst zal bevinden, waarbij tevens het soort gebruik een rol speelt;
3. Duur van de verandering binnen het (geohydrologisch) invloedsgebied van de verontreiniging: permanent (oprichting nieuw bedrijf) of tijdelijk (bijvoorbeeld bemaling ten behoeve van bouwactiviteiten).

Bij deze factoren dient te worden opgemerkt dat de relevantie niet alleen afhangt van de kans dat uiteindelijk aansprakelijkheid blijkt, maar zeker ook wat de omvang van deze aansprakelijkheid is. Daarom ligt het voor de hand om voornoemde drie factoren in totaliteit te bekijken en een concluderende uitspraak te doen over het risico van aansprakelijkheid. Het zal in de praktijk in een concreet geval lastig zijn om uitspraken te doen over eventuele aansprakelijkheid ten opzichte van derden en de omvang hiervan.

Uitwerking

Bij de uitwerking wordt vanuit de restverontreiniging gekeken naar mogelijke aansprakelijkheden. Hierbij onderscheiden we vier situaties, te weten:

- ++ er is geen restverontreiniging, waardoor van een eventuele aansprakelijkheid geen sprake kan zijn;
- + er is een restverontreiniging die zich nu en in de toekomst binnen de terreingrenzen bevindt en in de betreffende situatie is het (vrijwel) uitgesloten dat gebruiks-/ontwikkelingsmogelijkheden van omliggende percelen worden beperkt;
- +/- er is een restverontreiniging die zich nu en in de toekomst binnen de terreingrenzen bevindt, maar in de betreffende situatie is het waarschijnlijk dat gebruiks-/ontwikkelingsmogelijkheden van omliggende percelen desalniettemin worden beperkt;
- er is een restverontreiniging en deze bevindt zich nu of in de toekomst ook op de percelen van derden.

Bij de uitkomst kan ook nog de tijdsduur tot realisatie van de afname van de aansprakelijkheid worden aangegeven.

3.9 Verwijderde vracht

Onder de verwijderde vracht wordt verstaan de afname van de verontreiniging, uitgedrukt als het product van de concentratie in grond of grondwater en het volume verontreinigde grond of grondwater.

Er zijn verschillende methoden om de verwijderde vracht te berekenen:

1. een kwalitatieve schatting van de verwijderde vracht verontreiniging (bijvoorbeeld 'veel' of 'weinig');
2. door het volume verontreinigde grond of grondwater en de gemiddelde concentratie van de restverontreiniging aan te geven (bijvoorbeeld 100.000 m³ met 250 µg/l trichlooretheen);
3. door de totale hoeveelheid verwijderde vracht uit te drukken als gewichtseenheid (bijvoorbeeld gram of kilogram) of als een fractie van de huidige verontreiniging (bijvoorbeeld 95% van de oorspronkelijke verontreiniging);
4. door de bij 3. berekende vrachten van de verschillende verontreinigende stoffen te delen door een norm (zoals de streefwaarde, tussenwaarde of interventiewaarde) en daarna op te tellen. Ook dan kan de procentuele afname ten opzichte van de uitgangssituatie worden berekend. Ter illustratie:
 - er is 150 kg benzeen en 500 kg toluen aanwezig. Toluen wordt geheel verwijderd en er blijft 45 kg benzeen achter. De Interventiewaarden van benzeen en toluen zijn 30 µg/l respectievelijk 1000 µg/l. Als de vrachtverwijdering nu wordt uitgedrukt in een percentage van de oorspronkelijke vracht vindt de volgende berekening plaats: $150/30 + 500/1000$ geeft 5,5 oorspronkelijke vervuilingseenheden. Na afloop zijn er nog $45/30 + 0/1000$ over. Dit geeft 1,5 vervuilingseenheden. De vrachtverwijdering is dus 73%.

Aandachtspunten

- het is belangrijk om de berekeningswijze expliciet te noemen;
- omdat eindconcentraties onbekend zijn, is de schatting van de verwijderde vracht erg onzeker; het kan wenselijk zijn om naast de verwachte uitkomst ook een range aan te geven, zodat de onzekerheid van een variant op dit gebied inzichtelijk wordt;
- binnen RMK wordt een rekenmodule gegeven waarbij op basis van concentraties, volumes en het concentratieverloop de verbetering van grond- en grondwaterkwaliteit wordt gegeven.

Hoofdstuk 4

MONITORING EN IJKMOMENTEN

4.1 Periodieke controle van extensieve saneringen

Bij langdurige, extensieve saneringen zijn monitoring en ijkmomenten nodig om de voortgang te controleren. Monitoring is het periodiek bemonsteren en analyseren van de kwaliteit van het grondwater. Een ijkmoment is een kritisch moment in de monitoringsperiode waarbij de resultaten van één of meerdere bemonsteringen samen met het bevoegd gezag worden getoetst aan de vooraf gemaakte afspraken over het saneringsverloop. De afspraken die hierover worden gemaakt moeten meetbaar, controleerbaar en handhaafbaar zijn. Ze moeten bijdragen aan een robuuste en efficiënte uitvoering van de sanering.

4.2 Betrouwbaar meten in pluim en omgeving

Er zijn twee soorten monitoring, die in de praktijk door elkaar worden gebruikt:

1. Pluimgerichte of verifiërende monitoring in de pluim, gericht op het toetsen van de pluimontwikkeling aan de voorspellingen.
2. Omgevingsgerichte of signalerende monitoring buiten de verontreiniging, bedoeld om eventuele bedreigingen voor de omgeving en kwetsbare objecten vroegtijdig te signaleren.

In onderstaande figuur zijn de pluimgerichte peilbuizen aangegeven met R (referentie), B (bronzone), L (lateraal) of P (pluimzone), en de omgevingsgerichte peilbuizen met M (monitoringslijn).

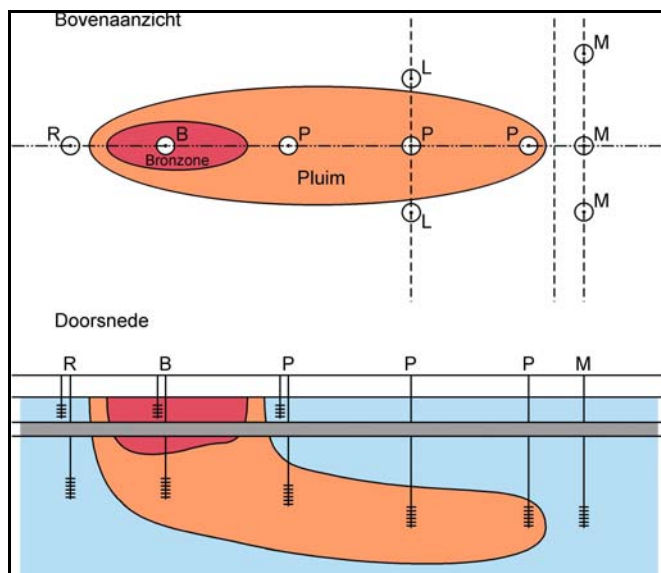


Fig. 13. Pluimgerichte monitoring.

4.2.1 *Pluimgerichte monitoring*

Pluimgerichte monitoring moet inzicht verschaffen in (i) de ontwikkeling van de pluim ten opzichte van de pluimvoorspellingen en (ii) ontoelaatbare afwijkingen. Een netwerk van peilbuizen wordt zo ingericht dat de volgende zaken kunnen worden gevolgd in de tijd:

- De ontwikkeling van concentraties over de as van de pluim, dus peilbuizen over de centrale stroombaan, tot voorbij het front van de pluim. Afhankelijk van de verontreiniging is inzicht nodig in de ontwikkeling van processen en “brandstof” voor de natuurlijke afbraak van de verontreinigingen.
- De invloed van mogelijke afwijkingen op de verspreidingsrichting, dus een of twee raaien van peilbuizen loodrecht op de stromingsrichting.

Voor pluimgerichte monitoring biedt het Beslismodel Natuurlijke Afbraak (BOSNA) [lit. 5] een handreiking. De rapportage van het project Duurzaamheid NA biedt handreikingen voor het inschatten van de natuurlijke afbraak van gechloreerde ethenen [lit.17].

4.2.2 *Omgevingsgerichte monitoring*

In sommige situaties wordt omgevingsgerichte monitoring toegepast, eventueel als aanvulling op de pluimgerichte monitoring. Voorbeelden zijn situaties met :

- geringe ruimte tot de receptor. als de ruimte tussen de maximale omvang van de pluim en het kwetsbaar object klein is, kan de toepassing van alleen pluimgerichte monitoring onvoldoende zijn om de veiligheid te waarborgen. De marges in de pluimvoorspelling kunnen worden gebruikt bij het maken van een keuze voor omgevingsgerichte of pluimgericht monitoring;
- grillige bron en pluim. Als geen eenduidige pluim is aangetroffen, of als er sprake kan zijn van onverwachte emissies (stortplaats), is pluimgerichte monitoring niet mogelijk.

Voor omgevingsgerichte monitoring is de handleiding Flexibele Emissie Beheersing (FEB) beschikbaar [lit.6]. In deze handleiding wordt aangegeven hoe meetbare en controleerbare criteria kunnen worden opgesteld.

4.2.3 *Monitoringsontwerp*

In de praktijk worden pluimgerichte en omgevingsgerichte monitoring vaak gecombineerd. Door bij het ontwerp van het netwerk van peilbuizen en de bemonsteringsfrequentie rekening te houden met de doelstellingen en vereisten van beide typen van monitoring, ontstaat een optimaal en betrouwbaar systeem.

Monitoringsnetwerk

Het monitoringsnetwerk bestaat in ieder geval uit drie tot vijf peilbuizen langs de lengte-as van de verontreiniging en, om de stromingsrichting te verifiëren, twee peilbuizen loodrecht daarop. Als de verspreiding naar de omgeving kritisch is, wordt een tweede rij peilbuizen voorbij het front van de pluim geplaatst, conform de opzet van Flexibele Emissie Beheersing.

Als de verontreiniging over meerdere watervoerende lagen is verspreid, of de verticale verspreiding meer bedraagt dan zes tot zeven meter, moet het plaatsen van meerdere filters per meetpunt worden overwogen. In figuur 13 is de basisfilosofie geïllustreerd.

Bemonsteringsfrequentie

Het is wenselijk om op zo kort mogelijke termijn duidelijkheid te krijgen over de pluimontwikkeling, bijvoorbeeld een termijn van vijf jaar bij een saneringsduur van 25 jaar. Het streven naar verificatie op korte termijn heeft voordelen:

- de kosten van monitoring kunnen eerder worden teruggebracht naar een lager niveau;
- aanvullende maatregelen of het terugvalscenario komen niet geheel onverwacht.

De volgende tabel geeft bemonsteringsfrequenties die kunnen worden gehanteerd [zie ook lit. 14, bijlage 9.1].

Tabel 12. Bemonsteringsfrequenties en ijkmomenten.

Jaar (tijdens sanering)	Bemonsteringsfrequentie (x/jaar)	IJkmoment (op x jaar)
1-5	1-2x	1 en 5
5-10	1-2x	5 en 10
10-30 en > 30	1x tot 1x/2-3jaar	Elke 5 jaar

In de tabel zijn intervallen aangegeven. Of moet worden gekozen voor bijvoorbeeld 1 of 2x per jaar is afhankelijk van de verontreiniging en de grondwaterstromingssnelheid. Bij lage grondwaterstromingssnelheden (< 20 m/jr) zal de verontreiniging zich ook langzaam verplaatsen, en is een hoger frequentie niet nodig. Wederom afhankelijk van de situatie kan monitoring van afbraakcondities minder intensief dan de monitoring van de verontreiniging zelf.

Monitoringsparameters

De monitoring van de pluim is vanzelfsprekend gericht op de verontreinigende stoffen en hun afbraakproducten. Speelt natuurlijk afbraak een rol, en dus de betrouwbaarheid van de afbraak op de lange termijn, dan moeten ook de omgevingscondities worden gevolgd in de tijd:

- Voor oxideerbare verontreinigingen zoals benzeen en olie zijn dat *electronenacceptoren* als zuurstof, nitraat en ijzer(hydro-)iden. De afbraak van dergelijke stoffen treedt vooral op aan de randen van de pluim, en deels als gevolg van de reductie van ijzer in het sediment in de pluim.
- Bij anaërobe afbraak van gechlorideerde verbindingen zijn de *redoxcondities* (minstens sulfaatreducerend en liefst methanogeen), en de *voorraad brandstof* (organische stof) van belang om de betrouwbaarheid van de afbraak te kunnen beoordelen. [lit. 5].

4.3 Beslissen en ijkmomenten

4.3.1 Beslisschema monitoring

Het volgende schema geeft de stappen bij het monitoren van een pluim met mobiele verontreiniging. Bij elke bemonsteringsronde wordt dit schema door de uitvoerende partij doorlopen. Op ijkmomenten wordt het schema doorlopen met het bevoegde gezag.

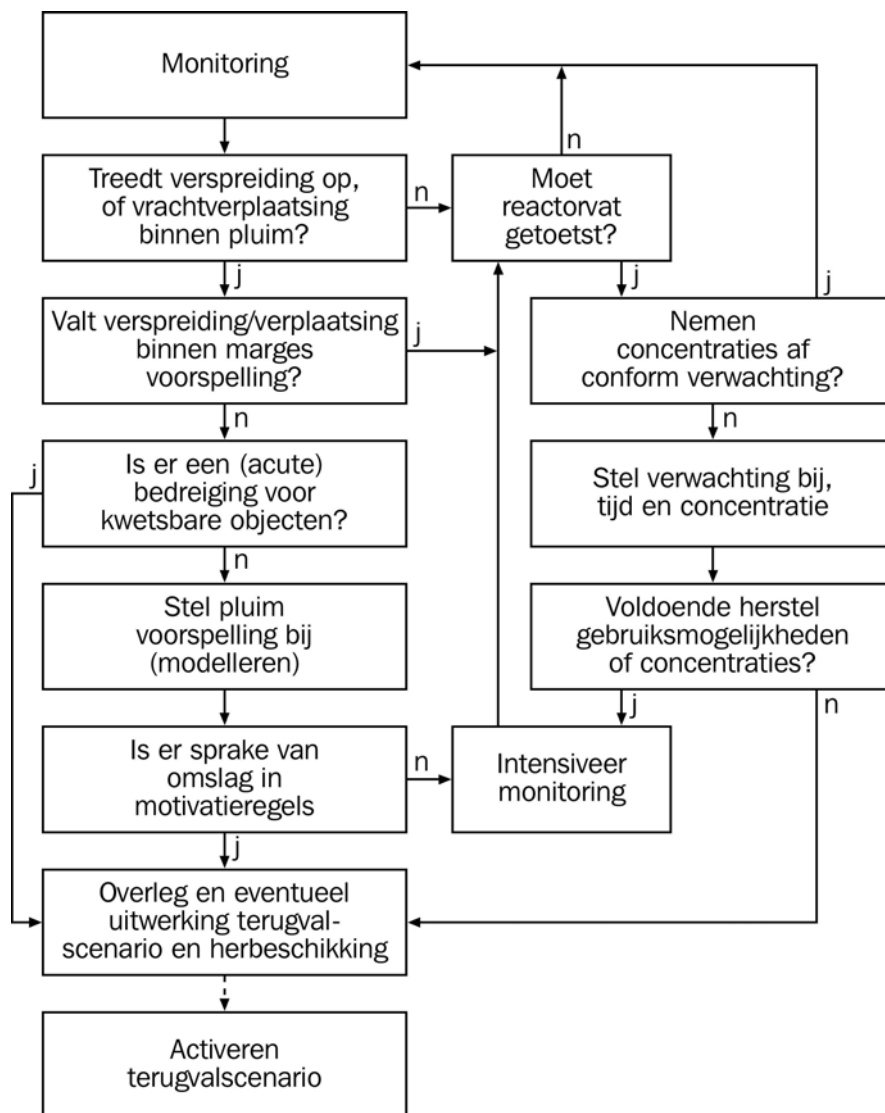


Fig. 14. Beslisschema monitoring.

Toelichting

Bij de reguliere monitoring worden slechts drie stappen doorlopen, tenzij sprake is van onverwacht gedrag van de verontreiniging. Eerst wordt getoetst of de pluim zich niet verspreidt en daadwerkelijk stationair is. Als de voorkeursvariant is gebaseerd op een reactorvat, moet ook worden getoetst of de afname van concentraties in de pluim overeenkomt met de voorspelling.

Tijdens de afgesproken ijkmomenten wordt dit samen met het bevoegd gezag herhaald, waarbij ook de resultaten van de afgelopen jaren worden betrokken.

Als de ontwikkeling van de concentraties of de pluim buiten de verwachte marges valt, dan moet het schema verder worden doorlopen. Welke afspraken daartoe moeten gemaakt, is onderwerp van de volgende paragraaf.

4.3.2 Actiewaarden en overschrijding

Actiewaarden monitoring

Per peilbuis wordt het voorspelde verloop en de maximale marge vertaald in actiewaarden, die in het saneringsplan en de beschikking worden vastgelegd. Bij het bepalen van de actiewaarde wordt, als er kwetsbare objecten in de nabijheid zijn, rekening gehouden met een veiligheidsmarge die voldoende tijd biedt voor het opstarten van het terugvalscenario [lit. 6].

Bijvoorbeeld: Uit de modelberekeningen volgt dat de concentratie in een peilbuis op $t = 5$ jaar kan variëren tussen 200 en 350 $\mu\text{g/l}$, met 260 $\mu\text{g/l}$ als meest waarschijnlijke waarde. Omdat geen kwetsbare objecten in de buurt zijn wordt de actiewaarde voor die peilbuis op $t = 5$ jaar vastgesteld op 350 $\mu\text{g/l}$.

Het overschrijden van de maximaal verwachte verspreiding is een duidelijk signaal dat de pluimvoorspelling niet klopt, en dat bijstelling van de voorspelling nodig is. Als blijkt dat de pluim zich sterker verspreidt dan overeengekomen, moeten nieuwe afspraken worden gemaakt met het bevoegde gezag.

Overleg bij overschrijden actiewaarden

Nadat een overschrijding van de actiewaarden is vastgesteld, én de pluimvoorspellingen zijn bijgesteld moet overleg plaatsvinden tussen probleembezitter en het bevoegde gezag.

Zijn er, anders dan bij kwetsbare objecten, geen duidelijke fysieke grenzen, dan moet tijdens het overleg worden teruggegrepen op de motivatieregels. In overleg wordt de afweging van baten en lasten opnieuw uitgevoerd, uitgaande van de veranderde omstandigheden. Er wordt beslist of de toenmalige variantkeuze nog steeds legitiem is, of dat nu het terugvalscenario moet worden geactiveerd.

Voorbeeld 1:

Na 5 jaar pluimsanering blijken de concentraties in de pluim minder snel te dalen dan verwacht. Uit de bijgestelde pluimberekeningen blijkt dat de pluimsanering minimaal 10 jaar langer duurt, én dat de restconcentraties hoger zullen zijn. Uit de afweging van lasten en baten van de pluimsanering en de pluimbeheersing volgt, dat nu de beheersing de voorkeur heeft omdat voor minder kosten vergelijkbare gebruiksmogelijkheden ontstaan.

Voorbeeld 2:

Na 3 jaar intensieve monitoring blijkt een CKW-pluim niet of nauwelijks af te breken en de pluimuitbreiding tweemaal zo groot als maximaal verwacht. Uit de opnieuw doorgevoerde berekeningen volgt dat het tijdstip van ontstaan verkeerd is geschat en dat de pluim niet over 20 jaar, maar pas over 60 jaar zijn maximale omvang zal bereiken. Uit een nieuwe afweging blijkt dat de kosten van sanering opwegen tegen de langdurige kosten van monitoring, terwijl de gebruiksmogelijkheden van het watervoerende pakket bij sanering aanmerkelijk groter zijn.

Hoofdstuk 5

TOT SLOT

Leren van de praktijk

Dit document is het resultaat van een evaluatie van de praktijk. Het is tot stand gekomen na het daadwerkelijk toepassen van een conceptdocument in de praktijk. In deze periode is door het projectteam veel ervaring opgedaan, met name op het gebied van het bepalen van de voorkeursvariant. Ook in de toekomst zullen tijdens het werken met het praktijkdocument nog meer ervaringen worden opgedaan. Het bijhouden van deze ervaringen komt de kwaliteit van besluitvorming ten goede. We hopen dat er door het scheppen van een eenduidig kader met een vaste set van afwegingsaspecten geleidelijk een beter gevoel of maat ontstaat voor wat de ondergrond ons werkelijk waard is. Hoeveel mag een kuubje kosten? Inmiddels wordt ook duidelijk dat de Europese wetgeving meer invloed gaat krijgen. Hoewel de dochtterrichtlijn grondwater niet zozeer bedoeld is voor historische bodemverontreiniging, kan hij wel betekenis krijgen als de verontreiniging een bedreiging vormt voor drinkwaterwinning of oppervlaktewater.

LITERATUUR

- [1] Verslag interviews ROSA en overzicht knelpunten, TNO-TAUW april 2003
- [2] Afwegingsproces voor de aanpak van mobiele verontreinigingen in de ondergrond, Eindrapport project "doorstart A-5"
- [3] De ondergrondse ruimte afgewogen, Eindrapport BAGEO fase 3
- [4] Financiële risico's van saneringsvarianten. Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) ter ondersteuning bij variantkeuze, NOBIS 98-1-10
- [5] Beslissingsondersteunend systeem voor de beoordeling van natuurlijke afbraak als saneringsvariant, NOBIS 98-1-21
- [6] Handleiding Flexibele Emissie Beheersing, NOBIS 98-1-02
- [7] Kosteneffectiviteit van bodemsanering, een afwegingssysteem voor verontreinigingen in het mobiele regime, NOBIS oktober 1998
- [8] Natuurlijke lozing oppervlakte water (NLO), Eindrapport NOBIS 98-1-26
- [9] Bever A5: Stabiele eindsituatie, TNO-MEP rapport R2000/168
- [10] Praktijkevaluatie In situ saneringstechnieken, kennisdocument bij het Handboek bodemsaneringstechnieken, SdU 1998
- [11] RMK, Risico's Milieuverdienste en Kosten, NOBIS
- [12] Handboek bodemsaneringstechnieken deel I, SdU, *zal worden omgevormd en omgedoopt in "Richtlijn Herstel en Beheer (water)bodemkwaliteit"*
- [13] Ontwerp-procedure monitoring stortplaatsen, VVAV- IWACO 1995
- [14] Beleidsnota Bodemsanering Gelderland, Deel 2: Uitvoering en toetsing, april 2003
- [15] CORONA, Confidence in the fORcasting Of Natural Attenuation, EU-5th framework project EVK1-2001-00018 (proposal)
- [16] Natural attenuation of fuels and chlorinated solvents in the subsurface, Wiedemayer, Rifai, Newell, Wilson. 1999
- [17] Methodiek voor het vaststellen van de duurzaamheid van natuurlijke afbraak (D-NA) van ge-chloreerde ethenen, SKB SV-513 2003.

Bijlage 1

DEFINITIES

Huidige situatie:	Verontreinigingssituatie voor aanvang van de sanering, waarbij de begrenzing van het ondergronds belaste gebied, afhankelijk van achtergrondwaarden en redelijkheid, is vastgelegd zo dicht mogelijk bij de streefwaarde.
Stabiele eindsituatie:	Er is sprake van een stabiele eindsituatie als de omvang van de verontreiniging binnen 30 jaar een duidelijk afnemende trend vertoont, die wijst op een terugkeer naar (nagenoeg) de oorspronkelijke omvang binnen afzienbare termijn. Daarbij mogen zich nu en in de toekomst geen ontoelaatbare risico's voordoen voor mens en milieu.
Terugvalscenario:	Scenario, waarbij als gevolg van het falen van het geselecteerde saneringssysteem wordt teruggevallen op een alternatief saneringssysteem of waarbij het systeem wezenlijk moet worden uitgebreid. In tegenstelling tot DA5 wordt met het hier bedoelde terugvalscenario niet gedoeld op bijsturing van de sanering.
Faalisico:	Kans x gevolg ($p \times \epsilon$), dat de uitvoering van een saneringsvariant faalt, en een structureel gewijzigde uitvoering (terugvalscenario) nodig is. Dit geldt voor elke saneringsvariant die mee wordt genomen in de afweging.
Passieve zorg:	Er is sprake van passieve zorg als een stabiele eindsituatie is bereikt, en kan worden volstaan met registratie van de restverontreiniging. Monitoring valt onder actieve zorg!

Bijlage 2

VOORBEELDUITWERKING AFWEGING

Probleemschets

Locatiebeschrijving

De locatie is een klein industrieterrein Spray BV gelegen binnen een groter industriegebied.

Verontreinigingssituatie en risico's:

Als gevolg van lekkage is de grond ter plaatse van de expeditiehal verontreinigd met chloorhoudende koolwaterstoffen tot een diepte van 3,5 m-mv. De verontreinigingen bevinden zich voor een deel onder de hal. Als gevolg van de grondverontreiniging is het freatisch grondwater verontreinigd geraakt met chloorhoudende oplosmiddelen tot een diepte van circa 10 m-mv. De pluim heeft een totale lengte van 300 meter. Een beperkt deel van de grondwaterverontreiniging is grensoverschrijdend (circa 75 meter). Op de locatie is sprake van actuele humane risico's als gevolg van uitdamping van chloorhoudende koolwaterstoffen. Er is sprake van een verspreidingsrisico.

Betrokken partijen

De betrokken partijen zijn de eigenaar van de locatie Spray BV, de provincie als bevoegd gezag en de eigenaar van het buurterrein.

Afwegingsproces

Om tot een voorkeursvariant te komen is het volgende afwegingsproces doorlopen:

Stap A Voorbereiding met initiatiefnemer, bevoegd gezag en belanghebbenden

In tabel B.1 is een overzicht gegeven van de belanghebbenden, de afwegingscriteria per belanghebbende en een overzicht van afwegingsaspecten die bij de afweging zullen worden gebruikt. Deze afwegingsaspecten zijn in een startoverleg vastgesteld. Bovendien is afgesproken dat er gekozen wordt voor een eenvoudige uitwerking van de verschillende stappen, waarbij wel enkele aspecten wat dieper worden uitgewerkt. Er zijn bij alle partijen geen echte eisen met betrekking tot de uit te werken varianten.

Tabel B.1 Overzicht relevante afwegingsaspecten.

Belanghebbende	Eigenaar Spray BV	Provincie	Eigenaar buurterrein
Afwegingsaspecten per belanghebbende	<ul style="list-style-type: none"> • Saneringskosten • Saneringsduur en nazorg • Faalrisico's • Risicoreductie • Herstel gebruiksmogelijkheden • Afname aansprakelijkheid 	<ul style="list-style-type: none"> • Risicoreductie • Pluimgedrag • Verwijderde vracht • Belasting overige milieucompartimenten 	<ul style="list-style-type: none"> • Herstel gebruiksmogelijkheden
Afwegingsaspecten	Lasten Saneringskosten Saneringsduur en nazorg Faalrisico's Belasting overige milieucompartimenten		Baten Risicoreductie Pluimgedrag Herstel gebruiksmogelijkheden Afname aansprakelijkheid Verwijderde vracht

Stap B Variantontwikkeling

Een drietal saneringsvarianten is door een bodemsaneringspecialist uitgewerkt (tabel B.2) op de volgende onderdelen:

- (verwacht) saneringsdoel;
- Wijze van aanpak grond en grondwater;
- Saneringsduur;
- Saneringskosten (met vermelding van kostenbepalende uitgangspunten);
- Omschrijving van onzekerheden.

Tabel B.2 Uitwerking saneringsvarianten.

	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Saneringsdoelstelling	Zoveel als technisch mogelijk vracht verwijderen in grond en grondwater	Tegengaan humane risico's Behalen stabiele eindsituatie Wegnemen grensoverschrijding	Tegengaan humane risico's
Aanpak grond	Ontgraven tot 3.5 m-mv (incl. sloop expeditiehal)	Persluchtinjectie en bodemluchtonttrekking Saneringsduur 2 jaar	Persluchtinjectie en bodemluchtonttrekking onder het gebouw
Aanpak grondwater	Grondwatersanering Saneringsduur 4 jaar	Biologisch scherm op de locatiegrens: 5 jaar Natuurlijke afbraak in de pluim: 15 jaar	Natuurlijke afbraak gehele pluim Saneringsduur 30 jaar
Saneringskosten (euro)	1.000.000 incl. sloop en herbouw	500.000	350.000
Faalrisico	Gemiddeld	Laag tot gemiddeld	gemiddeld
Onzekerheden	Volledigheid bronverwijdering (zaklaag?) en saneringsduur	Saneringsduur	Optreden natuurlijke afbraak en bereiken stabiele eindsituatie

Stap C Baten en lasten

De uitgewerkte saneringsvarianten zijn vergeleken op de in tabel B.1 genoemde afwegingscriteria. Daarmee is de Quicksan-tabel B.3 samengesteld.

Tabel B.3 Vergelijking van de varianten op de afwegingsaspecten.

	Variant 1	Variant 2	Variant 3
LASTEN			
Saneringskosten (euro's)	1.000.000	500.000	350.000
Duur van Sanering en nazorg	4 jaar geen nazorg (kort)	Bron grond: 2 jaar Grondwater grensover: 5 jaar Hele pluim: 15 jaar Geen nazorg (midden)	30 jaar mogelijk nazorg (lang met eventueel nazorg)
Faalrisico's	Gemiddeld tot hoog	Gemiddeld	Gemiddeld
Overige milieueffecten	Hoog	Laag	Laag
BATEN			
Risicoreductie	< MTR	< MTR	< MTR
Pluimgedrag	Afnemende pluim binnen 4 jaar	Afnemende pluim binnen 15 jaar	Afnemende pluim binnen 30 jaar
Herstel gebruiksmogelijkheden	Verbetering	Neutraal	Aantasting
Afname aansprakelijkheid	++, na 4 jaar	+ , na 5 jaar	+/-, na 15 jaar
Verwijderde vracht (%)	95 -100	80-90	60-80

Stap D Variantkeuze

Stap 1: Bepaal de milieuhygiënische voorkeursvolgorde (maak gebruik van de saneringsladder of de 5 situaties van pluimgedrag).

Variant 1: past op de eerst positie van de saneringsladder

Variant 2: past op de tweede positie van de saneringsladder

Variant 3: past op de derde of vierde positie van de saneringsladder, nazorg is namelijk mogelijk.

Stap 2: Beperk het aantal varianten

Variant 3 valt af. Dit wordt omschreven met de volgende motivatieregel:

"We kiezen niet voor variant 3, aangezien deze variant het herstel van de gebruiksmogelijkheden op het naastgelegen terrein niet realiseert op de korte termijn en dus tevens onvoldoende afname van aansprakelijkheid geeft.

Stap 3: Beperk het aantal afwegingsaspecten:

De volgende lasten zijn onderscheidend:

- saneringskosten;
- saneringsduur;
- overige milieuaspecten.

De volgende baten zijn onderscheidend:

- herstel gebruiksmogelijkheden;
- verwijderde vracht;
- afname aansprakelijkheid.

De betrokkenen zijn het eens dat verwijderde vracht en saneringskosten de belangrijkste onderscheidende aspecten zijn bij de uiteindelijke keuze.

Stap 4: Vergelijk de 2 varianten

Variant 2 kost € 500.000,- minder, en heeft ongeveer 10% minder vrachtverwijdering.

Stap 5: Leg de keuze vast

Uiteindelijk wordt de keuze voor variant 2 samengevat in de volgende motivatieregel:

“We kiezen voor variant 2, aangezien de extra lasten van € 500.000,- (100%) niet opwegen tegen de baat van een extra vrachtverwijdering van ongeveer 10%.”

FACTSHEETS EN VOORBEELDEN RISICOREDUCTIE

FACT SHEET voor kwetsbaar object “DE MENS”

Algemene aanpak

Humane risico's worden berekend met risicomodellen (C-soil, SUS, Volasoil), die gebruik maken van kennis over stoffen, concentraties en blootstellingsscenario's. Deze modellen resulteren in verwachte blootstellingsniveaus, die worden vergeleken met het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR).

Berekeningswijze

Risicodeskundigen doorlopen de volgende stappen:

1. Selecteer de relevante vluchtige stoffen (uitdamping) en stoffen in de contactzone (0-1 m-mv) en bepaal hun verwachte eindconcentraties indien:
 - a. geen saneringsmaatregelen worden getroffen;
 - b. wél saneringsmaatregelen worden getroffen;
 - c. Selecteer die blootstellingsscenario's en blootgestelde(n) in het risicomodel die relevant zijn voor de locatie.
2. Voer bovenstaande en overige noodzakelijke parameters in het risicomodel.
3. Uit deze berekening volgt een risico ten opzichte van het MTR voor de huidige situatie (bv. 2.3XMTR) en de verwachte situatie ná saneren (bv. 0.6XMTR).

Tools

- Risicomodellen als C-soil, SUS en Volasoil;
- Veldmetingen en binnenluchtmetingen voor de huidige situatie.

Aandachtspunten

- De betrouwbaarheid van (risico)modellen wordt mede ingegeven door de beschikbaarheid en hoeveelheid invoerparameters. Voor berekeningen van het risicoverloop bij sanering is een model als SUS minder geschikt, aangezien hier slechts een beperkte hoeveelheid locatiespecifieke informatie (invoerparameters) kan worden gebruikt;
- De betrouwbaarheid van risicomodellen is slechts beperkt, meestal is er sprake van een overschatting van het risico;
- Houd rekening met situaties waar als gevolg van pluimontwikkeling mogelijk eerder blootstelling plaats kan vinden (bijvoorbeeld door kwel).

PRAKTIJKVOORBEELD voor kwetsbaar object: DE MENS

Probleemschets

Onder een woning bevindt zich een CKW-verontreiniging, ontstaan door de activiteiten van een voormalige wasserij. De bewoners van de woning klagen over stankoverlast. De bron van de verontreiniging is op een diepte van 2 tot 4 m-mv in de grond aangetroffen en heeft een beperkte verontreiniging in het grondwater veroorzaakt.

Stap 1: Vaststellen risico's zonder saneringsmaatregelen

Een risicospecialist voert een berekening uit met een risico-model voor het blootstellingsscenario 'wonen' en op basis van levenslange blootstelling. Er wordt uitgegaan van een worse-case benadering met de hoogste concentraties CKW op 2 m-mv en een kruipruimte onder de woning. De risicospecialist berekent met het model dat de Toelaatbare Concentratie in de Lucht (TCL), wordt overschreden tot 2.5 X MTR. Geconcludeerd wordt dat er modelmatig potentiële risico's voor bewoners worden verwacht. Aanbevolen wordt om de actuele concentraties in de binnenlucht te meten.

Stap 2: Vaststellen risico's voor en na de sanering per variant

Op basis van het binnenluchtonderzoek blijkt dat er daadwerkelijk sprake is van een MTR-overschrijding in de woning. Deze bedraagt 1.8XMTR. De volgende technische oplossingen worden voorgesteld door een bodemspecialist:

1. Sloop van de woning en het ontgraven van de verontreiniging in de grond;
2. Het verwijderen van verontreinigingen in de grond door middel van bodemluchtonttrekking en persluchtinjectie;
3. Het wegnemen van de risico's door middel van bodemluchtonttrekking (tijdelijke beveiligingsmaatregel) en monitoring van de natuurlijke afbraak in de pluim.

Wat het huidige humane risico en het risico na saneren is de risicoreductie weergegeven in de navolgende tabel.

Tabel B.4 Uitkomsten risicoreductie.

	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Huidig risico	1.8XMTR	1.8XMTR	1.8XMTR
Verwacht risico na saneren	0.0XMTR	0.3 XMTR	0.8XMTR
Risicoreductie	1.8 -> 0.0	1.8 -> 0.3	1.8 -> 0.8

De uitkomst voor risicoreductie dient in de totale afwegingstabel te worden meegenomen.

FACTSHEET voor het kwetsbaar object DRINKWATERWINNINGEN

Algemene aanpak

Voor de bepaling van risico's voor drinkwaterwinningen als gevolg van bodemverontreiniging is geen generieke systematiek beschikbaar. De hier beschreven aanpak maakt het wel mogelijk om saneringsvarianten onderling te vergelijken. De aanpak bestaat uit twee vragen:

1. is er sprake van verontreiniging boven de streefwaarde of de drinkwaternorm nu of in de toekomst in het intrekgebied van een waterwinning?
2. Zo ja, in welke zone bevindt de verontreiniging zich bij de verschillende saneringsvarianten?



Figuur B.1 onderscheidt een vijftal zones waarbinnen verontreinigingen kunnen voorkomen.

In bovenstaande figuur wordt een mogelijke zone-indeling rond een drinkwaterwinning gegeven om een afweging te maken. Het betreft de volgende zones:

1. het intrekgebied van de drinkwaterwinning;
2. de 25-jaarzone;
3. de 60-dagenzone;
4. het ruwwater van de zuivering;
5. het reine water van de zuivering.

Het risico voor de drinkwaterwinning neemt toe naarmate de verontreiniging dichterbij de winning ligt. De bepaling van risicoreductie gebeurt in twee stappen:

1. Het huidige risico (voor saneren) wordt bepaald, door in te schatten in welke van bovenstaande zones de streefwaarde-contour of drinkwaternorm van de verontreiniging op dit moment ligt.

2. Per variant wordt een verwachting opgesteld van de plaats van de verontreiniging in de tijd, ten opzichte van deze zones. Zo ontstaat een beeld van het risicoverloop. Dit gebeurt op basis van geohydrologische berekeningen.

Tools

Verspreidings- en stoftransportmodellen als Mleam, C-flow, MT3D.

Veldmetingen voor de huidige situatie.

Aandachtspunten

- Het maken van verspreidingsberekeningen van verontreinigingen die liggen binnen het intrekgebied van een drinkwaterwinning is lastig omdat het invloedsgebied van de onttrekking groot is. Houd bij de modelberekeningen rekening met beschikbare informatie en creëer geen schijnzekerheden. Er kan met scenario's worden gewerkt om bandbreedtes in uitkomsten van verspreiding aan te geven. Hierbij is betrokkenheid van het drinkwaterbedrijf gewenst.
- Bij de uitwerking van saneringsoplossingen dient vooraf te worden bedacht of een gebiedsgerichte benadering of een locatiegerichte benadering het meest realistisch is. Hierbij is betrokkenheid van het drinkwaterbedrijf gewenst.
- Bij bodemverontreiniging in intrekgebieden van drinkwaterwinningen is sprake van overlappende wetgeving. Een overzicht van relevante wetgeving is weergegeven in tabel 5. Een overzicht van de implicaties vanuit verschillende wetgeving dient in een vroeg stadium van het project in beeld te zijn. Dit voorkomt vertraging bij de verdere uitwerking. (bv. binnen een drinkwaterwingebied mag niet worden gebouwd, ook geen zuiveringsinstallaties voor een bodemverontreiniging).

PRAKTIJKVOORBEELD kwetsbaar object: Drinkwaterwinningen

Probleemschets:

Als gevolg van de activiteiten van de wasserij is een verontreiniging in grond en grondwater ontstaan met chloorhoudende oplosmiddelen de verontreiniging heeft zich verspreid over een heel groot gebied. De streefwaarde-contour van de CKW-verontreiniging ligt in de 25-jaarszone.

Uitwerking stap 1: Vaststellen huidige risico's

De verontreiniging ligt binnen de 25-jaarszone van de drinkwaterwinning en speelt daarom een rol in de afweging.

Uitwerking stap 2: Vaststellen risico's na saneren per saneringsvariant

Een geohydroloog heeft bepaald dat de volgende saneringsoplossingen voorhanden zijn:

Variant 1: bron en pluim verwijderen van de CKW-verontreiniging

Variant 2: het verwijderen van de bron en het afvangen van de pluim in het ruwwater van de drinkwaterwinning

Variant 3: plaatsen van een schermbron tussen de bron en de drinkwaterwinning

Variant 4: het zuiveren van de verontreinigingen in de waterwinning (ruwwater).

De verschillende varianten zijn in onderstaande tabel ingevuld op specifieke afwegingsaspecten voor drinkwaterwinningen

Tabel B.6 Scores op afwegingsaspecten drinkwaterwinningen.

	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Risico na saneren	Zone 1	Zone 2	Zone 2	Zone 4
Risicoverloop	Zone 3: 0-5 jr Zone 2: 5-10 jr Zone 1 : >10 jr	Zone 3: 0-5 jr Zone 4: 5-10 jr Zone 2: >10 jr	Zone 3: 0-5 jr Zone 4: 5-10 jr Zone 2 :>10 jr	Zone 3: 0-5 jr Zone 4: >5 jr

Bovenstaande uitkomsten kunnen worden meegenomen naar de volledige afwegingstabel.

FACTSHEET voor kwetsbaar object ECOSYSTEEM

Algemeen

Meestal spelen risico's met betrekking tot het bovengrondse ecosysteem geen rol bij mobiele verontreiniging. Dit komt doordat de ecotoxiciteit van mobiele verontreiniging veelal niet erg hoog is en er alleen sprake is van blootstelling van het ecosysteem bij ondiepe verontreinigingen.

Bij de uitwerking is dan ook geen voorbeeld meegenomen.

Aanpak

Binnen het huidige Wbb-kader worden ecologische risico's van verontreinigingen generiek bepaald aan de hand van overschrijdingen van de HC₅₀-waarden. De HC₅₀-waarden is de MTR voor ecologie. Het belangrijkste kader hiervoor is de Urgentiesystematiek (maart 1995). Voor een meer locatiespecifieke aanpak kan gebruik worden gemaakt van een triadebenadering. De triadebenadering geeft een uitvoeriger benadering van het effect van de bodemverontreiniging op de ecologie dan alleen een vergelijking met HC₅₀-waarden. In het vervolg wordt aanpak conform de urgentiesystematiek besproken.

Uitwerking conform de Urgentiesystematiek

In de Urgentiesystematiek wordt de bodemverontreiniging getoetst aan de HC₅₀-waarden en het verontreinigde oppervlak. Indien de concentraties beneden de HC₅₀-waarde liggen en de oppervlakte onder een bepaald niveau (zie tabel) is de sanering in ecologisch opzicht niet-urgent.

Tabel B.7 Oppervlakte per gebiedstype voor de bepaling van ecologisch risico.

Gebiedstype	Oppervlakte verontreiniging binnen HC ₅₀ -contour
Natuurgebied	50 m ²
Landelijk gebied	5.000 m ²
Stedelijk gebied	500.000 m ²

Afhankelijk van de feitelijke oppervlakte van de contour kan nu de MTR bepaald worden. Twee voorbeelden:

- Voor een natuurgebied met een oppervlakte van 50 m² van de HC₅₀-contour is de uitkomst voor ecologisch risico 1XMTR;
- Voor een landelijk gebied met een oppervlakte van 3.000 m² van de HC₅₀-contour is de uitkomst 0,6XMTR.

FACTSHEET kwetsbaar object Oppervlaktewater

Aanpak

De aanpak bestaat uit twee stappen:

1. Er wordt bepaald of het oppervlaktewater door de verontreinigingen nu of in de toekomst wordt bedreigd;
2. Zo ja, dan wordt de omvang van de instroom van verontreinigingen in het oppervlaktewater door middel van een modellering of berekening bepaald. Op basis van de inschatting van de instroom van verontreinigingen in het oppervlaktewater kunnen de risico's voor oppervlaktewater en eventueel waterbodembodem worden gekwantificeerd.

Een nadere toelichting op de afweging/aanpak en het wettelijke kader met betrekking tot het kwetsbaar object oppervlaktewater is nader vormgegeven in het NOBIS-rapport "Natuurlijke Lozing oppervlaktewater" CUR/Nobis rapportnummer 98-1-26. In dit rapport worden ook voorbeelden gegeven.

De uitstroomconcentratie of de verwachte concentratie in het oppervlaktewater (inclusief een bepaalde verdunning) kan worden getoetst aan het MTR-oppervlaktewater.

Berekeningswijze

Op verschillende wijzen kunnen bovenstaande concentraties berekend worden. Een mogelijkheid wordt omschreven in de volgende stappen:

1. Verdeel het terrein in zones met vergelijkbare verontreinigingssituatie (instroomvakken);
2. Bereken de gemiddelde concentratie per instroomvak;
3. Bereken op basis van de lokale geohydrologische situatie en de verontreinigingssituatie de instromende vracht. Houd hierbij rekening met het concentratieverloop in de tijd;
4. Bepaal met de gegevens over de stroomsnelheid, de dimensies en de waterstanden van het oppervlaktewater de concentratie van verontreinigingen in het oppervlaktewater;
5. Toets deze concentratie aan de, in de vierde nota waterhuishouding opgenomen, MTR-waarden voor oppervlaktewater;
6. Bepaal per saneringsvariant wat het risiconiveau ten opzichte van het MTR voor en na saneren is. Bij een toename van concentraties tijdens de sanering dient dit ook in de afweging te worden meegenomen.

Tools

- Geohydrologische modellen zoals Cflow en MT3D kunnen ingezet worden om de instromende vracht aan verontreinigingen te berekenen;
- Afwegingsmodellen zoals RMK en NLO.

Aandachtspunten

- De Wet Verontreiniging oppervlaktewater en de Wet Bodembescherming sluiten niet op alle punten goed aan. Ook is in dit geval sprake van twee verschillende bevoegde gezagen. Met het oog hierop wordt aanbevolen om de uitgangspunten tijdig met beide bevoegde gezagen af te stemmen;
- Voor een aantal veel voorkomende grondwaterverontreinigingen is het MTR-oppervlaktewater niet vastgesteld in de vierde nota Waterhuishouding (geldt bijvoorbeeld voor cyanide). In gezamenlijk overleg kan dan een MTR worden bepaald;

- Nader dient bepaald te worden waar de uitstroomconcentratie getoetst wordt aan MTR. Dit kan in het oppervlaktewater zijn of in het poriewater van de bodem net voor intrede naar het oppervlaktewater. Indien de instroomconcentraties in oppervlaktewater worden gebruikt dient rekening gehouden te worden met verdunning. Het ligt voor de hand hier ook de inhoud van de CIW-richtlijn (2003) bij te betrekken;
- Indien een risico voor de waterbodem wordt verwacht, dient ook het risico voor de waterbodemorganismen te worden berekend en mee te worden genomen in de afweging. In het Nobis rapport Natuurlijke Lozing Oppervlaktewater wordt hierop nader ingegaan;
- In sommige gevallen speelt drinkwaterwinning uit oppervlaktewater ook een rol bij de vaststelling van de MTR.