



**PTS 808: EVALUATIE VAN DE TOEPASSING VAN  
TRIADEN BIJ HET BEOORDELEN VAN ECOLOGISCHE  
RISICO'S**

*Eindrapport*

Opdrachtgever: SKB  
Projectcode: 2007.2965/5933  
Datum: 15 januari 2009

Opdrachtgever: SKB  
Projecttitel:PTS 808: Evaluatie van de toepassing van TRIADE bij het beoordelen van ecologische risico's

Projectcode: 2007.2965/5933  
Documenttype: eindrapport  
Publicatiedatum: 15 januari 2009  
Projectmanager: Ing. M. Wagelmans MSc. (Bioclear)  
Auteur(s): Ing. M. Wagelmans MSc. (Bioclear), Ir. J.G.M. Derksen (Grontmij|AquaSense), Dr. S.A.E. Kools (Grontmij|AquaSense), Dr. J. Faber (Alterra), Ing J. van der Pol (Alterra), Drs. M. Mesman (RIVM), Dr. D. Lud (Tauw)

Bioclear b.v.  
Postadres:  
Postbus 2262, 9704 CG Groningen  
Bezoekadres:  
Rozenburglaan 13C, Groningen  
Telefoon: 050 571 8455  
Fax: 050 571 7920  
E-mail: [info@bioclear.nl](mailto:info@bioclear.nl)  
Website: [www.bioclear.nl](http://www.bioclear.nl)

Bioclear werkt met het INK kwaliteitssysteem (Instituut Nederlandse Kwaliteit), een managementmodel, dat is afgeleid van het Europese EFQM Excellence model. Bioclear beschikt over het procescertificaat BRL SIKB 6000, VKB-protocol 6002.



Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van Bioclear.

© Bioclear b.v.

Bioclear adviseert bedrijven, overheden en dienstverlenende organisaties op het terrein van de milieutechnologie.

Op opdrachten aan Bioclear zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden voor onderzoekopdrachten aan Bioclear, zoals gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel te Groningen.

## SAMENVATTING

In opdracht van SKB is door een consortium bestaande uit Alterra, Bioclear (pervoerder), Grontmij|AquaSense, Provincie Zuid Holland/RIVM en Tauw een brede evaluatie uitgevoerd van de tot nu toe in Nederland uitgevoerde Triade onderzoeken. In totaal zijn 56 locaties geëvalueerd. Van deze locaties zijn er 36 beoordeeld met een Triade bestaand uit 3 onderzoekslijnen (chemie, bioassays en ecologie) en 20 met 2 onderzoekslijnen ("duade") waarbij in ieder geval het onderzoeken element chemie is meegenomen in de beoordeling.

Het doel van de evaluatie is het beschikbaar maken van de kennis omtrent de toepassing van Triade onderzoek voor bevoegde gezagen, terreinbeheerders, projectontwikkelaars etcetera. Daarnaast wordt de evaluatie gebruikt bij de uitwerking van een NEN proces norm voor het uitvoeren van Triade onderzoek.

Binnen dit project is een procesmatige evaluatie uitgevoerd van Triade onderzoek:

- plaats van het Triade onderzoek binnen de beoordeling en aanpak van een bepaalde locatie;
- de beslissing die op basis van het onderzoek is genomen;
- de kansen en de bedreigingen.

Technisch-inhoudelijke aspecten zijn alleen meegenomen indien dit noodzakelijk is voor het proces binnen het betreffende project. De evaluatie heeft plaatsgevonden op basis van een vooraf opgesteld formulier. Een deel van het evaluatieformulier betrof vaste keuzelijsten en een deel vrije invulvelden.

Bij de evaluatie is onderscheid gemaakt in de verschillende processtappen die binnen Triade onderzoek kunnen worden onderscheiden. Alle formulieren zijn verzameld in een database zodat op een eenvoudige manier de benodigde en gewenste informatie zichtbaar gemaakt kon worden.

Uit de evaluatie is gebleken dat op 86 % van de met een Triade beoordeelde locaties negatieve effecten zijn aangetroffen tegen 70 % van de locaties die met een duade zijn beoordeeld. Dat geeft aan dat Triade meer informatie levert dan een duade. De aangetroffen effecten konden in 85 % van de gevallen verklaard worden door de aanwezige verontreiniging. De aanwezigheid van effecten heeft in 40 % van de onderzochte locaties in de eindbeoordeling niet geleid tot het oordeel "ecologisch risico".

Op de helft van alle onderzochte locaties heeft het locatiespecifiek onderzoek (mede) geleid tot een beslissing omtrent de aanpak van de locatie. In de overige gevallen is het onbekend of heeft het onderzoek geen invloed gehad op de beslissing.

Gebleken is dat ecologische risicobeoordeling met behulp van de Triade het meest effectief is wanneer een duidelijke vraagstelling aanwezig is waarmee een duidelijke informatiebehoefte kan worden vastgesteld. Een samenwerking tussen de onderzoekers, opdrachtgever, bevoegd gezag en overige actoren gedurende het gehele proces van het onderzoek is onontbeerlijk bij een goede risicobeoordeling die voor alle belanghebbenden herkenbaar is en geaccepteerd wordt.

Op basis van de uitgevoerde evaluaties is aanbevolen te bekijken in hoeverre een gestandaardiseerde en objectieve beoordelingsmethode mogelijk is. Tevens is aanbevolen te inventariseren of de ontwikkeling van specifieke meetinstrumenten voor extreme omstandigheden haalbaar is en deze instrumenten dan ook te ontwikkelen.

Een andere aanbeveling die volgt uit de evaluatie is specifiek onderzoek naar de beschikbaarheid en bioaccumulatie een prominente rol in de stapsgewijze aanpak te geven.

Monitoring van de risico's, analoog aan monitoring van een stabiele eindsituatie, vindt zelden plaats. Aanbevolen wordt om monitoring op te nemen in de beschikking of eindbeslissing van een bepaalde locatie.

## **INHOUDSOPGAVE**

<b>SAMENVATTING</b>	<b>1</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1.    Aanleiding	1
1.2.    Doel	2
1.3.    Refereren aan dit document	2
1.4.    Leeswijzer	2
<b>2. WERKWIJZE</b>	<b>3</b>
2.1.    Algemeen	3
2.2.    Uitvoering	3
<b>3. TRIADE ONDERZOEK BINNEN DE WATERBODEMS</b>	<b>5</b>
<b>4. SAMENVATTING UITGEVOERDE TRIADE ONDERZOEKEN</b>	<b>7</b>
<b>5. ONDERZOEKSOPZET EN TECHNISCHE INVULLING</b>	<b>15</b>
5.1.    Keuze voor Triade of duade	15
5.2.    Onderzoeksopzet	15
5.3.    Technische invulling	17
<b>6. UITVOERING</b>	<b>19</b>
6.1.    Monstername	19
6.2.    Analyses	20
<b>7. BEOORDELING EN INTERPRETATIE</b>	<b>21</b>
<b>8. BESLISFASE</b>	<b>23</b>
<b>9. SWOT ANALYSE</b>	<b>25</b>
9.1.    Sterke punten	25
9.2.    Zwakke punten	26
9.3.    Kansen	27
9.4.    Bedreigingen	28
<b>10. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>31</b>

## **BIJLAGEN**

Bijlage 1. Evaluatieformulier

Bijlage 2. Achtergrond Triade onderzoek waterbodems

## 1. INLEIDING

### 1.1. Aanleiding

In opdracht van SKB is door een consortium een brede evaluatie uitgevoerd van de tot nu toe in Nederland uitgevoerde Triade onderzoeken. Het consortium bestond uit Alterra, Bioclear (pervoerder), Grontmij|AquaSense, Provincie Zuid Holland/RIVM en Tauw. Het doel van de evaluatie is het beschikbaar maken van de kennis omtrent de toepassing van Triade onderzoek voor bevoegde gezagen, terreinbeheerders, projectontwikkelaars etcetera. Daarnaast wordt de evaluatie gebruikt bij de uitwerking van een NEN Triade norm.

#### Achtergrond

Op 1 januari 2006 is de wet tot wijziging van de Wet Bodembescherming (Wbb) in werking getreden. Deze wet stelt het uitvoeren van risicobeoordeling verplicht. In het geval van bodem verontreiniging is het belangrijk vast te stellen welke risico's er zijn voor de gebruikers van de bodem, voor verspreiding naar het grondwater en voor het ecosysteem. Deze risico's worden getrapd vastgesteld:

- Trap 1: Nader bodemonderzoek, vergelijken met de vigerende normen voor bodemverontreiniging;
- Trap 2: Uitvoering risicobeoordeling met behulp van Sanscrit;
- Trap 3: Uitvoering van locatiespecifieke risicobeoordeling.

Voor de uitvoering van trap 3 mag bij het bepalen en beoordelen van de ecologische risico's volgens de Circulaire Bodemsanering (Staatscourant 131, juli 2008) de Triade benadering worden toegepast. De Triade benadering is oorspronkelijk ontwikkeld voor de beoordeling van de waterbodem. De Triade benadering voor landbodems is sinds zo'n 10 jaar binnen diverse kaders in ontwikkeling, o.a. in NOBIS verband (NOBIS 98-1-28), binnen het programma geïntegreerd bodemonderzoek ('de basisbenadering') en bij het RIVM (o.a. RIVM rapport 711701068/2007). De Triade methodiek wordt al enkele jaren toegepast bij het bepalen en beoordelen van ecologische risico's. Desondanks blijven er vooral bij probleembezitters onduidelijkheden over de toepassingsmogelijkheden, de resultaten van de Triade benadering voor het vaststellen van de ecologische kwaliteit en de uiteindelijke beoordeling van de resultaten. Het blijft onduidelijk wat de uitkomsten voor een bepaalde locatie betekenen: hoe kunnen de uitkomsten worden gebruikt om de mate van sanering (en daarmee de kosten van sanering) en bijvoorbeeld herinrichting/herontwikkeling van een verontreinigde locatie te bepalen?

De Triade benadering bestaat uit drie elementen:

- I. Milieuchemie: Analyse van verontreinigingen in de bodem en bioaccumulatie van verontreinigingen in organismen;
- II. Toxicologie: Bioassays om de toxiciteit van de grond voor organismen vast te stellen;
- III. Ecologie: Bodemecologisch veldonderzoek om vast te stellen of de aanwezige organismen negatieve effecten ondervinden van de verontreiniging.

De drie elementen worden zodanig locatiespecifiek uitgewerkt dat er tussen deze elementen een optimale consistentie in bewijsvoering kan worden verkregen (het geheel is meer dan de som der delen).

Bij het ontwikkelen en toepassen van de Triade is veel aandacht besteed aan de methoden, voornamelijk praktische zaken als “welke testen zijn er beschikbaar” en “hoe zouden deze moeten worden uitgevoerd”. Verschillen in aanpak zijn er juist in het voortraject (het opzetten van een onderzoeksplan) en het eindtraject (wat zijn de conclusies en wat betekent dit voor de locatie).

De kennis en ervaring omtrent het gebruik van de Triade is aanwezig bij instituten zoals RIVM en Alterra en bij adviesbureaus. Deze kennis is op dit moment onvoldoende praktisch beschikbaar bij de uiteindelijke eindgebruikers zoals gemeenten, provincies en waterschappen, natuurontwikkelingsorganisaties en projectontwikkelaars.

Binnen NEN wordt op dit moment gewerkt aan een norm voor de uitvoering van het Triade-proces. Hierbij is het zinvol gebruik te maken van ervaring met de uitvoering van de Triade, en dan met name de procesgang rondom de uitvoering. Een brede evaluatie van tot nu toe uitgevoerde ecologische risicobeoordelingen in Nederland is niet beschikbaar, terwijl dit noodzakelijke informatie kan opleveren voor het opstellen van een breed gedragen procesnorm.

## 1.2. Doel

In het verleden werd locatiespecifiek ecologisch onderzoek veelal met succes toegepast om vast te stellen of sprake was van ecologische risico's, of om een terugsaneerwaarde vast te stellen. Doordat locatiespecifiek ecologisch onderzoek een prominente rol heeft in het nieuwe bodembeleid is het zinvol de mogelijkheden te evalueren en lessen te trekken uit Triade onderzoeken uit het verleden.

De doelstelling van het project is het uitvoeren van een brede evaluatie van alle tot nu toe in Nederland uitgevoerde ecologische risicobeoordelingen volgens de Triade benadering, met als doel te kijken naar de procesmatige stappen voor, tijdens en na de uitvoering van Triade onderzoek. De evaluatie wordt tevens ingebracht bij het opstellen van een NEN-procesnorm.

## 1.3. Refereren aan dit document

Indien u in een publicatie wilt refereren aan dit rapport kan dat op de volgende manier:

SKB rapport PTS 808, Evaluatie van de toepassing van Triade bij het beoordelen van ecologische risico's, 2009.

## 1.4. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de wijze waarop de brede evaluatie is uitgevoerd. In hoofdstuk 3 wordt beschreven welke ontwikkelingen de Triade heeft doorgemaakt in de wereld van water en waterbodem. De onderzoeken die betrokken zijn bij de brede evaluatie zijn samengevat in hoofdstuk 4. Hierin is achtergrondinformatie gegeven over type(n) verontreiniging, de omvang en het gebruik van de locatie en uitkomst van het uitgevoerde Triade onderzoek.

In hoofdstuk 5 tot en met hoofdstuk 8 is voor de verschillende fasen die binnen het Triade onderzoek kunnen worden onderscheiden (onderzoeksopzet, uitvoering, beoordeling en beslissing) de uitkomst van de evaluatie opgenomen. Op basis van de evaluatie van de onderdelen van het onderzoek is een sterkte/zwakte analyse uitgevoerd. De resultaten van deze SWOT analyses (sterkte/zwakte/kansen/bedreigingen) zijn weergegeven in hoofdstuk 9. In hoofdstuk 10 volgen de conclusies en aanbevelingen.

## 2. WERKWIJZE

### 2.1. Algemeen

Binnen dit project is een procesmatige evaluatie uitgevoerd van Triade onderzoek:

- plaats van het Triade onderzoek binnen de beoordeling en aanpak van een bepaalde locatie;
- de beslissing die op basis van het onderzoek is genomen;
- de kosten en baten;
- de kansen en de bedreigingen.

Technisch-inhoudelijke aspecten zijn alleen meegenomen indien dit noodzakelijk is voor het proces binnen het betreffende project. Voor de evaluatie is niet alleen een bureaustudie uitgevoerd maar zijn ook gesprekken gevoerd met de oorspronkelijke opdrachtgevers en enkele bevoegde gezagen om ook bij het bevoegd gezag de rol van de Triade benadering te evalueren. In de gesprekken met het bevoegd gezag is vooral aandacht besteed aan de rol van de onderzoeksresultaten in de besluitvorming waarbij rekening gehouden moet worden met de belangen van alle betrokkenen.

### 2.2. Uitvoering

De evaluatie heeft plaatsgevonden op basis van een vooraf opgesteld formulier (zie bijlage 1 voor voorbeeld). Een deel van het evaluatieformulier betreft vaste keuzelijsten en een deel betreft vrije invulvelden.

Bij de evaluatie is onderscheid gemaakt in de verschillende processtappen die binnen Triade onderzoek kunnen worden onderscheiden (zoals beschreven in de basisbenadering, PGBO 16, 1998). Het betreft:

- onderzoeksopzet;
- uitvoering;
- interpretatie;
- beslissing.

In principe valt de beslissing die genomen wordt voor een bepaalde locatie buiten het Triade onderzoek omdat deze niet wordt bepaald door de onderzoekers. Om vast te stellen of de Triade een rol heeft gespeeld in de beslisfase is dit onderdeel wel opgenomen in de evaluatie.

Het eerste deel van het evaluatieformulier is gereserveerd voor de locatie en achtergrond informatie. De volgende onderdelen zijn hierin opgenomen:

- aard van de verontreiniging;
- omvang van de locatie;
- het kader van het onderzoek en de onderzoeksvragen die daarbij horen;
- de rol van de onderzoeker;
- de aanwezigheid van actoren bij verschillende overleggen gedurende het project.

In het evaluatieformulier is ruimte opgenomen voor de overlegmomenten tijdens de duur van het uitgevoerde project. Hierbij kan aangegeven worden welke betrokkenen op welk moment in het project aanwezig waren bij het overleg. Hiermee wordt deels inzicht verkregen in het proces tijdens een project. Tussentijds overleg kan nodig zijn om met elkaar vast te stellen of er voldoende zekerheid is over de resultaten en dus de aan- of afwezigheid van risico's of dat wellicht nog een aanvullend onderzoek noodzakelijk is.



In de evaluatiestap Uitvoering wordt weergegeven:

- welke Triade onderdelen zijn vertegenwoordigd in het onderzoek;
- welke parameters om welke reden zijn gemeten;
- hoeveel monsters genomen zijn;
- of sprake is van een verontreiniginggradiënt;
- voor welke referentie gekozen is.

Tevens is bij dit onderdeel ruimte opgenomen voor het beschrijven van technische knelpunten bij het veldwerk en bij de uitvoering van de testen.

De volgende stap is de stap Interpretatie. Hierin wordt aangegeven:

- of met het onderzoek effecten gevonden zijn;
- welke effecten gevonden zijn;
- of deze verklaarbaar zijn door de verontreiniging;
- wijze van beoordeling resultaten;
- of er ook een ecologisch risico aanwezig is op de locatie.

Ook is er ruimte opgenomen voor de beschrijving van eventuele restonzekerheden betreffende de risico's en de saneringsnoodzaak.

De laatste evaluatiestap betreft de genomen beslissing op basis van het onderzoek. Van belang hierbij is de uiteindelijke rol van het Triade onderzoek bij de beslissing en welke belangen nog meer aanwezig waren.

Tenslotte is ruimte overgelaten voor het beschrijven van knelpunten, zowel technisch inhoudelijk als procesmatig van aard. Hierbij zijn ook oplossingen voor de knelpunten aangedragen. En per uitgevoerd onderzoek is een SWOT analyse uitgevoerd. Middels de evaluatie zijn kansen en bedreigingen alsmede sterke en zwakke punten geïdentificeerd. Op basis van de resultaten zijn oplossingsmogelijkheden geformuleerd voor de procesnorm in ontwikkeling.

Alle formulieren zijn verzameld in een database zodat op een eenvoudige manier de benodigde en gewenste informatie zichtbaar gemaakt kon worden.

### 3. TRIADE ONDERZOEK BINNEN DE WATERBODEMS

In deze evaluatie van Triade onderzoeken landbodems wordt een zijstap gemaakt naar de risicobeoordeling van verontreinigde waterbodems. Zowel de waterbodems als de landbodems vallen onder de herziene Wet Bodembescherming. Echter, de wijze waarop de ecologische risicobeoordeling wordt uitgewerkt verschilt enigszins, waarbij de uitvoering van de Triade-waterbodem veel duidelijker omschreven en vastgelegd is. In 2005 heeft een evaluatie plaatsgevonden van de wijze waarop Triade onderzoek bij waterbodems wordt uitgevoerd. Hieruit volgden een aantal leerpunten en aanpassingen. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de overeenkomsten en verschillen tussen Triade onderzoek bij waterbodems en landbodems en de mogelijke betekenis van de leerpunten uit de bovengenoemde evaluatie voor Triade onderzoeken met landbodems. In bijlage 2 is de Triade werkwijze voor waterbodems opgenomen.

#### **Ervaringen**

De in bijlage 2 beschreven methodiek uit de Richtlijn Nader onderzoek Waterbodems is het resultaat van een aangepaste versie van de eerdere richtlijn uit 2002. Ten opzichte van de oude richtlijn zijn een aantal wijzingen doorgevoerd, mede naar aanleiding van een door Rijkswaterstaat uitgevoerde evaluatie van de eerdere richtlijn (referentie: Evaluatie richtlijn nader onderzoek waterbodem, toepasbaarheid van de risicobeoordeling bij nader onderzoek waterbodem; AKWA rapport 05.009 November 2005). Voortschrijdend inzicht en de evaluatie hebben geleid tot aanpassingen op de volgende punten:

- Breder toepasbaar maken, onder andere voor kleine locaties en voor zoute en brakke watersystemen;
- Het verminderen van de mate van complexiteit door het gebruik van een eenduidig begrippenkader en voorlichting. Meer aandacht voor de procedure. In de nieuwe richtlijn komt dit onder andere uitdrukking tot door het vastleggen van (deelstappen in) de procedure in stroomschema's. Ook zijn de maatlatten voor ecologische effecten vereenvoudigd;
- Een meer prominente rol voor biologische beschikbare gehalten. Dit komt onder andere tot uiting in de eerste stap van de ecologische risicobeoordelingen: in de msPAF berekeningen worden beschikbare gehalten ingevoerd in plaats van totaalgehalten. Het gebruik van beschikbare gehalten sluit beter aan op het gedachtegoed dat effecten pas plaatsvinden als de stoffen opgenomen kunnen worden door organismen;
- Gebruik van gevoeligheidsverdelingen (SSD's) om ecologische risico's beter te kunnen inschatten;
- Meer vrijheid in de keuze voor bioassays. In de vorige richtlijn was de keuze voor bioassays, hoewel niet expliciet voorgeschreven, veel meer gestandaardiseerd, te weten bioassays met muggenlarven, watervlooien en Microtoxtest. Kanttekeningen die bij deze bioassays geplaatst werden waren onder andere de ecologische relevantie van poriewatertesten, de invloed van sedimentkarakteristieken, de gevoeligheid van de bioassays en de kosten (die als hoog werden ervaren). In de nieuwe richtlijn wordt bij de keuze van bioassays meer rekening gehouden met de representativiteit voor het watersysteem en is er een betere aansluiting bij de veldwaarnemingen;

- Een van de punten uit de evaluatie was de wens om omgevingsfactoren en de gebruiksfunctie van de locatie veel zwaarder mee laten wegen bij de bepaling van de ecologische risico's (urgentie). In de nieuwe richtlijn komt dit onder andere tot uitdrukking door in de beslisfase naast de actuele risico's de milieuwinst van eventuele saneringsmaatregelen mee te laten wegen. Bij het bepalen van de milieuwinst worden te verwachten ontwikkelingen, zoals de autonome ontwikkeling in de komende 10 jaar, meegenomen. Hierbij moet ook gedacht worden aan de mate van herverontreiniging door bronnen na sanering of de bedekking met schone lagen door sedimentatie.

### **Betekenis en leerpunten voor Triade landbodems**

De procedure voor de ecologische risicobeoordeling van waterbodems ligt veel meer vast dan in het geval van landbodems. In het verleden was er meer sprake van een standaardaanpak (doch niet voorgeschreven). Uit de evaluatie is naar voren gekomen dat meer maatwerk gewenst was, om een betere afstemming op lokale omgevingsfactoren te kunnen krijgen.

Wat opvalt als naar de procedure voor waterbodems wordt gekeken is:

- er is een duidelijke omschrijving van de procedure, die echter wel voldoende mogelijkheden laat om het onderzoek naar de lokale omstandigheden in te vullen;
- er wordt expliciet onderscheid gemaakt in directe en indirecte risico's;
- een stapsgewijze aanpak wordt aanbevolen;
- er zijn eenvoudige maatlatten voor de beoordeling van de resultaten vastgelegd;
- beschikbaarheid van verontreinigingen krijgt een prominente rol;
- er wordt veel belang gehecht aan de verklaarbaarheid van de resultaten om zo duidelijkheid te krijgen over oorzaak (verontreiniging) en gevolg (negatieve effecten als gevolg van die verontreiniging);
- in de beslisfase wordt milieuwinst van eventuele saneringsmaatregelen expliciet meegenomen.

De procedure voor ecologische risicobeoordeling van landbodems wordt momenteel opgesteld. Wanneer de uitgevoerde Triade-onderzoeken voor landbodems worden beschouwd blijken een aantal van de bovengenoemde punten ook steeds meer gaandeweg naar voren te komen, onder andere de beschikbaarheid en een stapsgewijze aanpak. Er zijn dus parallellen in het voortschrijdend inzicht. Aanbevolen wordt om alle bovengenoemde punten mee te nemen in de op te stellen procesnorm voor landbodems.

#### 4. SAMENVATTING UITGEVOERDE TRIADE ONDERZOEKEN

In dit hoofdstuk is een samenvatting gegeven van de uitgevoerde onderzoeken. Deze samenvatting is gemaakt op basis van de vaste keuzelijsten in het evaluatieformulier.

In totaal zijn 56 locaties geëvalueerd (zie tabel 1). Van deze locaties zijn er 36 beoordeeld met een Triade bestaand uit 3 onderzoekslijnen (chemie, bioassays en ecologie) en 20 met 2 onderzoekslijnen ("duade") waarbij in ieder geval het onderzoeks-element chemie is meegenomen in de beoordeling. De onderzoeken met 3 onderzoekslijnen zijn uitgebreider beoordeeld dan die met 2 onderzoekslijnen. Ondanks het feit dat de Triade in principe uit 3 onderzoekslijnen bestaat is er toch voor gekozen om ook die projecten waar gebruik is gemaakt van 2 onderzoekslijnen mee te nemen in de evaluatie omdat het basisprincipe vergelijkbaar is. Zowel bij Triade als duade wordt gebruik gemaakt van meerdere lijnen van bewijsvoering waarbij de combinatie van chemie en biologie centraal staat. Overigens dient hierbij te worden opgemerkt dat de duade onderzoeken over het algemeen zijn uitgevoerd voordat de Triade een prominentere rol kreeg in het bodembeleid.

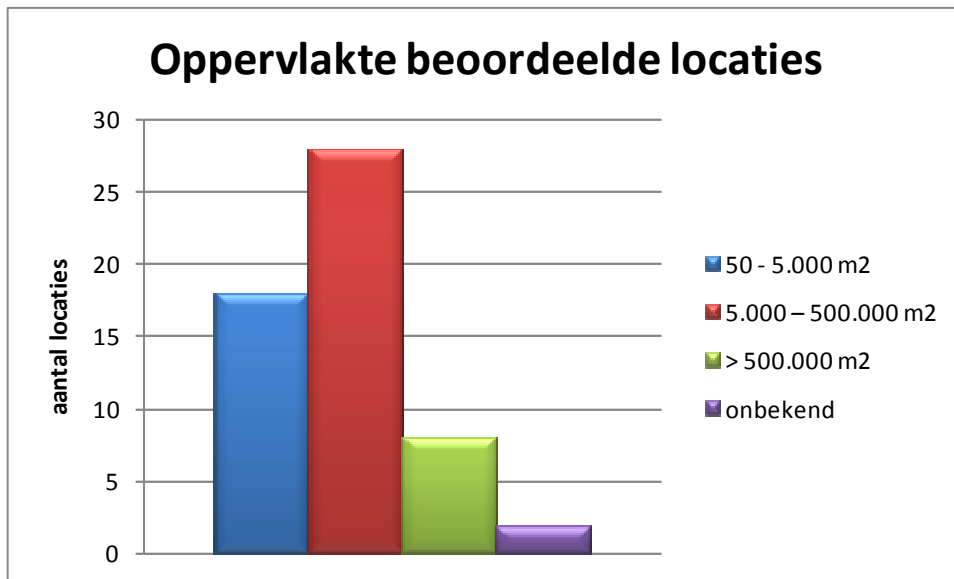
Voor de geëvalueerde locaties is in tabel 1 tevens opgenomen of het ecologisch onderzoek stapsgewijs is uitgevoerd. In het geval van stapsgewijs onderzoek worden in de eerste fase van het onderzoek meestal snelle en eenvoudige testen en analyses uitgevoerd. Als op basis daarvan blijkt dat er onzekerheden zijn over het wel of niet aanwezig zijn van ecologische risico's worden in een volgende stap aanvullende testen en analyses uitgevoerd. Deze testen zijn vaak langduriger van aard. Een andere reden om te kiezen voor een stapsgewijze aanpak is omdat er sprake is van een grote en complexe locatie.

**Tabel 1. Geëvalueerde locaties**

Gevolgd aanpak	Aantal locaties
Triade	36
Duade chemie-bioassays	9
Duade chemie-ecologie	11
Stapsgewijze aanpak	
Ja	24
Nee	32

##### *Omvang*

Ecologische risicobeoordelingen zijn uitgevoerd op locaties met zeer verschillende omvang. In grafiek 1 is een overzicht opgenomen van de omvang van de verschillende locaties. Het merendeel van de bij de bij de evaluatie betrokken locaties heeft een oppervlak tussen 5.000 tot 500.000 m<sup>2</sup>.



Grafiek 1. Verdeling naar omvang locaties.

#### *Bodemgebruik*

Ecologische risicobeoordelingen worden niet beperkt tot één specifieke soort locatie. Uit de evaluaties kwam naar voren dat ecologische risicobeoordelingen zijn uitgevoerd voor alle soorten bodemgebruik (tabel 2). Hierbij moet wel opgemerkt worden dat ecologische risicobeoordelingen het meest worden uitgevoerd op natuur en groen locaties (groen met natuurwaarden en ander groen).

**Tabel 2. Bodemgebruik onderzochte locaties**

Bodemgebruik	Percentage van de geëvalueerde locaties
Natuur	50
Groen met natuurwaarden	14
Ander groen	18
Landbouw	7
Moestuinen en volkstuinten	4
Wonen met tuin	5
Industrie	7
Infrastructuur	2
onbekend	2

#### *Redenen om ecologische risicobeoordeling uit te voeren*

Ecologische risicobeoordelingen worden over het algemeen uitgevoerd als blijkt dat op basis van SUS/Sanscrit sprake is van ecologische risico's. Maar er zijn ook andere kaders waarbinnen een risicobeoordeling wordt uitgevoerd (tabel 3). Vaak gaat het om locaties waarbij verschillende actoren betrokken zijn. Soms spelen deze actoren ook een rol in de risicobeoordeling. In tabel 4 is een overzicht gegeven van het aantal locaties waarbij actoren anders dan de onderzoekers en de opdrachtgever daadwerkelijk aanwezig waren bij overleggen gedurende het project en om welke actoren het hierbij ging. In tabel 5 is aangegeven welke rol de onderzoeker vervulde bij de uitgevoerde projecten.

**Tabel 3. Kader uitgevoerde ecologische risicobeoordelingen**

Onderzoeksvragen	Percentage van de geëvalueerde locaties
Bepaling spoedeisendheid sanering (evt. na uitvoering SUS/Sanscrit)	43
Evaluatie reducerende maatregelen en sanering	7
Oriënterend onderzoek ecologische risico's na chemisch bodemonderzoek	4
Nader onderzoek ecologische risico's volgend op eerder ecologisch onderzoek	4
Binnen Saneringsonderzoek/saneringsplan	5
Aanvullend onderzoek	2
Locatie ontwikkeling	11
Ecotoxicologische monitoring	2
Inventarisatie ecologische risico's groenzones in stedelijk gebied	2
Vastleggen huidige situatie	2
Sanering op maat	2
Bepalen nut en bruikbaarheid Triade*	7
Ontwikkelen Triade landbodem*	11

\*: het gaat hierbij veelal om oude projecten waarin de TRIADE methodiek nog werd ontwikkeld. Deze projecten dienden dus niet als input voor het nemen van een beslissing op een verontreinigde locatie maar alleen voor het ontwikkelen van de methodiek.

**Tabel 4. Actoren betrokken bij het onderzoek**

Betrokken actoren	Percentage van de geëvalueerde locaties
Ja, bekend welke	68
Ja, onbekend welke	7
Nee	20
Onbekend	5
<b>Overzicht betrokken actoren</b>	
Gemeente (indien niet bevoegd gezag of probleemhebber)	2
Bevoegd gezag	50
Handhaver	4
Beheerder	25
Probleemhebber	36
Opdrachtgever (indien niet één van bovenstaande)	41
Bewoners	7
Waterschap	2
Overig belanghebbenden	13

Uit tabel 4 blijkt dat in 75 % van de projecten andere actoren dan de onderzoekers en de opdrachtgever betrokken waren bij het onderzoek. In 25 % van de gevallen is het onderzoek uitgevoerd zonder de inbreng van belanghebbenden. Vaak betreft dit onderzoeksprojecten en projecten waarbij de onderzoeker als onderaannemer werkzaam was zonder aanwezig te zijn bij de overleggen met het de uiteindelijke hoofdopdrachtgever en/of het bevoegd gezag. In het geval van projecten met als doel ontwikkeling van de onderzoeksmethodiek is er vaak bewust afgezien van overleg met actoren. Het is voorgekomen dat de onderzoeker wel de hoofdaannemer was op een bepaalde locatie maar dat er bewust geen overleg heeft plaatsgevonden met actoren. Ook is het voorgekomen dat de onderzoeker wel deelneemt aan het overleg met de (hoofd)opdrachtgever maar niet aan bredere overleggen met andere actoren.

**Tabel 5. Rol onderzoekers**

Rollen	Percentage van de geëvalueerde locaties
Adviseur/hoofdaannemer	52
Adviseur/onderaannemer met deelname aan overleg	34
Adviseur/onderaannemer zonder deelname aan overleg	9
Onbekend	5

*Onderzoeksvragen*

Uit de uitgevoerde evaluaties is gebleken dat er verschillende aanleidingen kunnen zijn om een ecologische risicobeoordeling uit te voeren. Meestal zijn er meerdere onderzoeksvragen per locatie. In tabel 6 is een overzicht gegeven van de onderzoeksvragen die een rol hebben gespeeld in de geëvalueerde projecten. De meest voorkomende aanleiding om een locatie specifiek ecologisch onderzoek uit te voeren is de vraag of er op een bepaalde locatie sprake is van ecologische risico's (in 88 % van de gevallen). Daarnaast spelen vaak nog andere vragen waarbij de vragen waardoor de risico's worden veroorzaakt (23 %) of er gesaneerd moet worden (30 %) en welke sanering of beheersmaatregelen nodig zijn (23 %) het vaakst voorkomen.

**Tabel 6. Onderzoeksvragen**

Onderzoeksvragen	Percentage van de geëvalueerde locaties
Is er sprake van ecologische risico's?	88
Waardoor worden risico's veroorzaakt?	23
Waar is sprake van ecologische risico's?	20
Moet er gesaneerd worden?	30
Welke sanering of beheersmaatregelen zijn nodig?	23
Wat is de terugsaneerwaarde?	14
Zijn er risico's na sanering?	4
Vormt de verontreiniging een risico voor natuurontwikkeling?	5
Voldoet de maatregel "Afdekken" om risico's weg te nemen?	2
Wat is de mate van verontreiniging	2

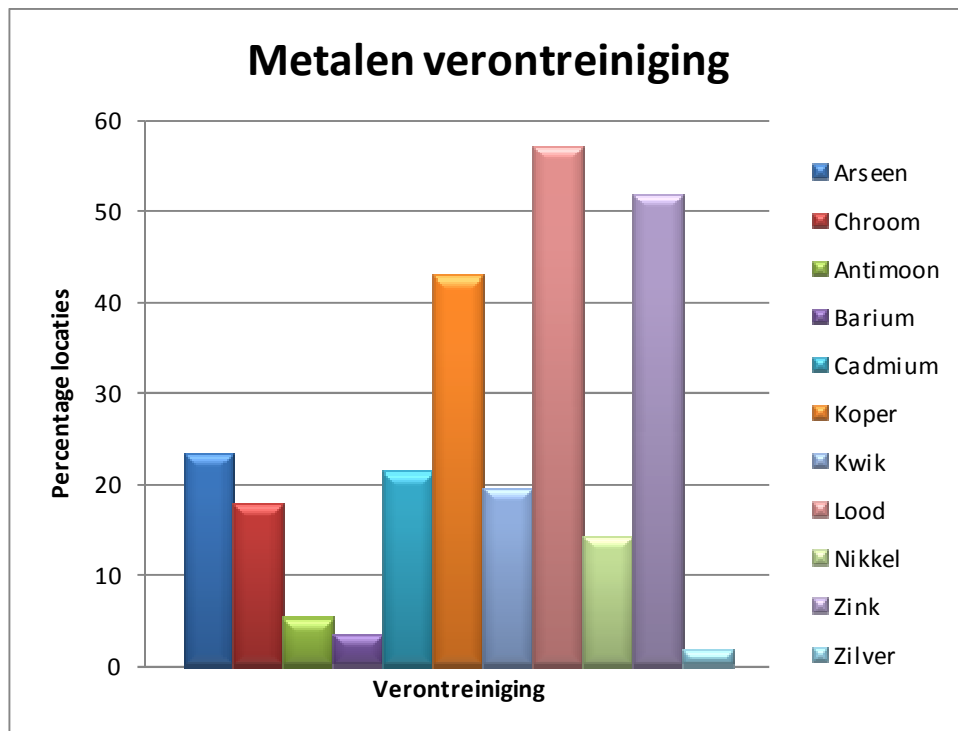
*Aangetroffen verontreinigingen*

De verontreinigingen die zijn aangetroffen in de verschillende projecten zijn zeer uiteenlopend van aard. Op de meeste locaties komen meerdere stofgroepen voor in verhoogde gehalten (boven streefwaarde, zie tabel 7). De meest voorkomende combinatie van verontreinigingen is een combinatie van zware metalen. In totaal komt op 83 % van de geëvalueerde locaties één of meerdere metalen voor, veelal in combinatie met andere metalen (41 %) of organische verontreinigingen (59 %).

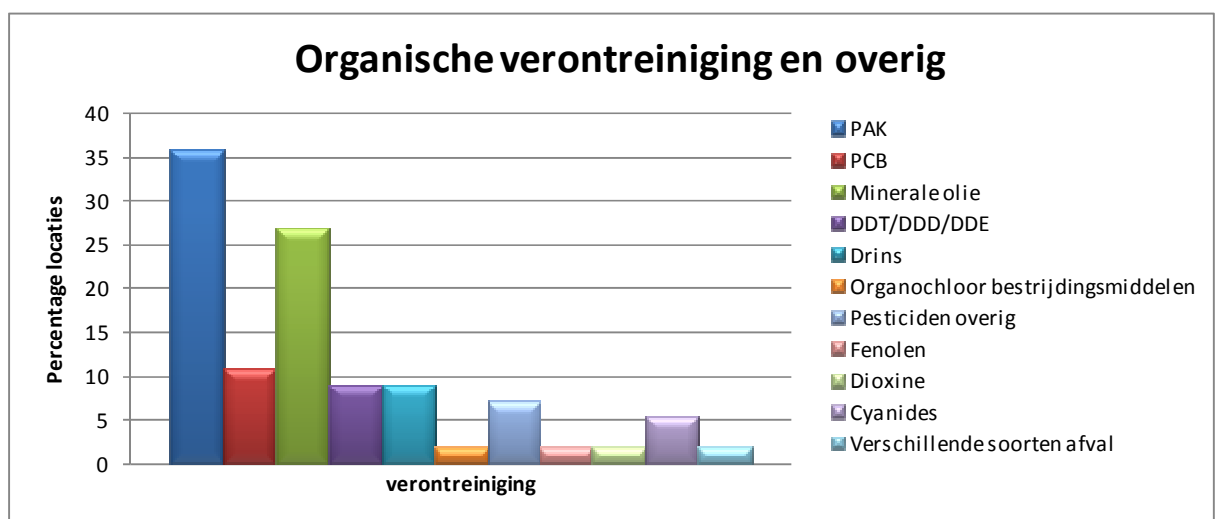
**Tabel 7. Aantal verontreinigingen per locatie**

Aantal verontreinigingen per locatie	Aantal locaties
1	13
2	5
3	16
4	7
> 5	15

In grafiek 2 en 3 is een overzicht opgenomen van de verontreinigingen die zijn aangetroffen in de verschillende projecten. Uit grafiek 2 blijkt dat koper, lood en zink de meest voorkomende metalen verontreiniging is. Voor wat betreft organische verontreinigingen worden PAK en minerale olie het vaakst aangetroffen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat over het algemeen een risicobeoordeling wordt uitgevoerd als op basis van het nader bodemonderzoek blijkt dat er mogelijk ecologische risico's aanwezig zijn. In het nader bodemonderzoek wordt over het algemeen alleen geanalyseerd op het standaard NEN-pakket, tenzij andere stoffen op de locatie worden verwacht, zoals bijvoorbeeld zilver, fenolen en cyanides.



Grafiek 2. Overzicht locaties met metalen verontreiniging waarbij procentueel is weergegeven op hoeveel van de onderzochte locaties de metalen zijn aangetroffen.



Grafiek 3. Overzicht locaties met organische verontreiniging waarbij procentueel is weergegeven op hoeveel van de onderzochte locaties de verontreinigingen zijn aangetroffen.



### Referentiekader

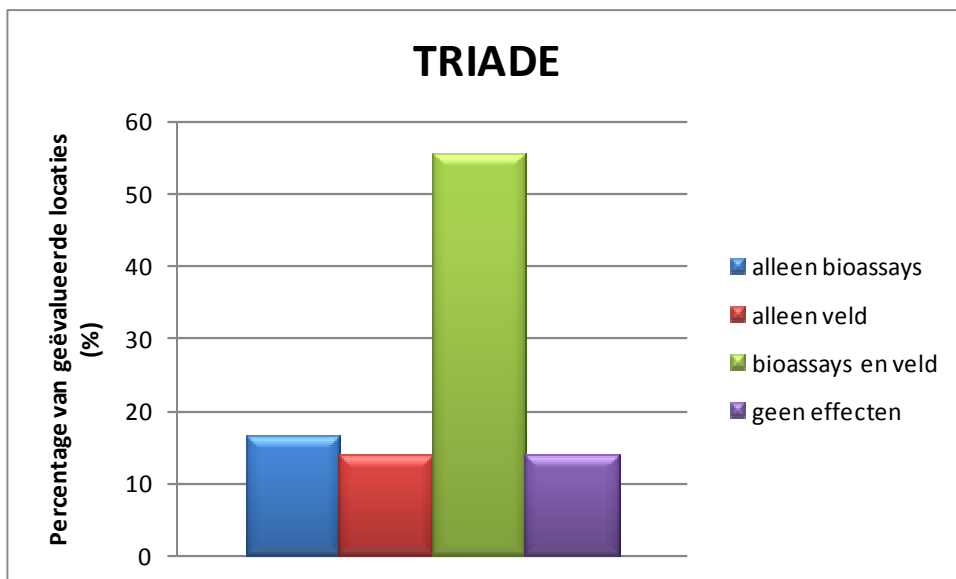
Om vast te stellen of op een bepaalde locatie sprake is van ecologische risico's als gevolg van verontreiniging, is het noodzakelijk de uitkomsten van het onderzoek te vergelijken met een schone referentie of met referentiewaarden. Dit is op verschillende manieren gedaan:

- op 30 locaties is gebruik gemaakt van een monster van dezelfde locatie met dezelfde bodemkenmerken maar zonder verontreiniging;
- op 25 locaties is gekozen voor toetsing aan het minst verontreinigde monster van de locatie
- in 1 geval is gekozen voor referentiewaarden uit de literatuur;
- in 1 geval is naast een lokaal schoon monster gebruik gemaakt van Referentie Biologische Bodemkwaliteit zoals die is opgesteld door het RIVM voor het beoordelen van de nematodenpopulatie.

De keuze van de referentie is afhankelijk van wat er op de locatie zelf voorhanden is. Is het mogelijk een schoon monster van de locatie te nemen, dan heeft dat de voorkeur boven een lokaal minst verontreinigd monster.

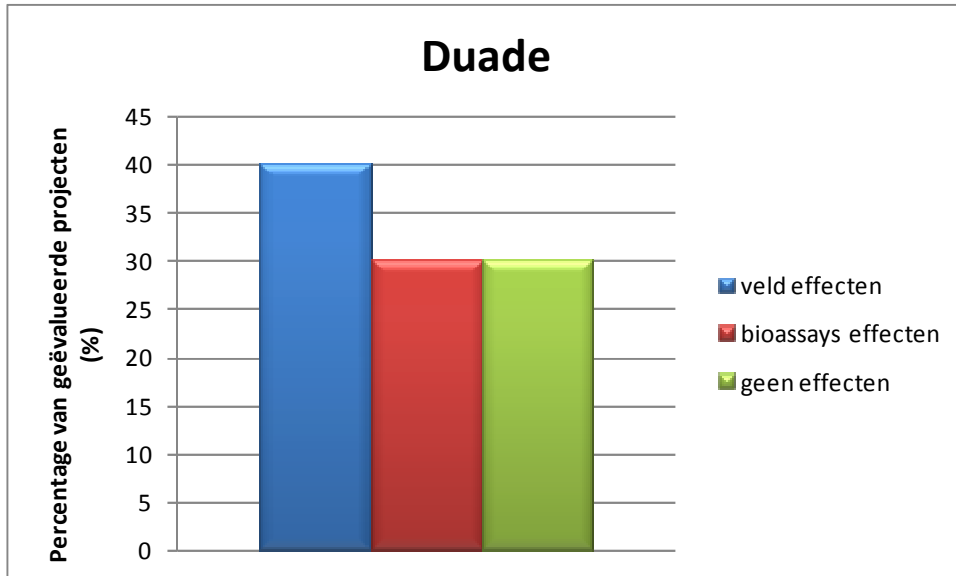
### Gevonden effecten

Niet in alle gevallen worden negatieve effecten gevonden. Grafiek 4 (Triade) en 5 (duade) geven een overzicht van het aantal gevallen waarin negatieve effecten gevonden zijn en in welke Triade onderdelen deze effecten zijn vastgesteld. Op 86 % van de locaties die zijn beoordeeld met de Triade zijn negatieve effecten aangetroffen. In 55 % van de gevallen zijn de effecten in zowel de bioassays als de veldinventarisaties aangetroffen, in 17 % van de gevallen alleen in de bioassays en in 14 % van de gevallen alleen in de veldinventarisaties.



Grafiek 4. Overzicht gevonden effecten in TRIADE onderzoeken.

Op 40 % van de locaties die met een duade zijn onderzocht zijn negatieve effecten aangetroffen in het veld. Op 30 % van de duade locaties zijn negatieve effecten aangetoond met bioassays en op 30 % van de duade locaties zijn geen negatieve effecten aangetoond.



Grafiek 5. Overzicht gevonden effecten in duade onderzoeken

De gevonden resultaten konden op 85 % van de onderzochte locaties geheel (60 %) of gedeeltelijk (25 %) toegeschreven worden aan de aanwezige verontreiniging. Op 15% van de onderzochte locaties konden de resultaten niet worden verklaard en was er geen duidelijke relatie met de aangetroffen verontreiniging.

Uit bovenstaande grafieken blijkt wel duidelijk het belang van drie onderzoekselementen (Triade) in plaats van slechts twee (duade). Grafiek 4 geeft aan dat er meestal sprake is van effecten in zowel de veldinventarisaties als de bioassays. In slechts 14 % van de met de Triade onderzochte locaties zijn geen negatieve effecten aangetroffen tegenover 30 % van de locaties waarin een duade onderzoek is uitgevoerd. Dat betekent dat uit de Triade dus meer informatie gehaald kan worden.

#### *Wijze van interpretatie*

In Nederland houden verschillende partijen zich bezig met ecologische risicobeoordeling. In 2001 is binnen NOBIS een methode ontwikkeld voor het beoordelen van ecologische risico's (NOBIS 98-1-28). Vanaf de ontwikkeling van de landbodem Triade is ook de wijze van beoordelen doorontwikkeld. Zo is door het RIVM een objectieve numerieke methode ontwikkeld (RIVM 711701026, 2001; RIVM 711701068, 2007). Hoewel de wijze van beoordelen door de verschillende partijen verschilt, lijken de methodes wel op elkaar. Allen zijn ze gebaseerd op kennis en ervaring op het gebied van ecologische risicobeoordeling.

De beoordelingsmethode wordt gebruikt om vast te stellen of de effecten die gevonden worden in de afzonderlijke Triade onderdelen ook daadwerkelijk leiden tot ecologische risico's. Soms worden effecten gevonden in één of meerdere Triade onderdelen leiden deze effecten niet tot ecologische risico's. Op basis van de gevonden effecten en de aard van die effecten is op 60 % van de onderzochte locaties bepaald dat er sprake was van een ecologisch risico.

#### *Beslissing*

Tabel 8 geeft een overzicht van de uiteindelijke beslissing die genomen is op de geëvalueerde locaties. Er zijn ook locaties geëvalueerd die als doel hadden de Triade methodiek te ontwikkelen. De Triade is bij die locaties niet gebruikt om een beslissing te nemen voor de locatie aanpak. Deze locaties, in totaal 8, zijn buiten de evaluatie van de rol van de Triade op de te nemen beslissing gelaten.

De ecologische risicobeoordeling heeft in 50 % van geëvalueerde locaties geleid tot een beschikking betreffende de aanpak van de beoordeelde locatie. In 30 % van de gevallen heeft het ecologisch onderzoek geen rol gespeeld bij de uiteindelijke beschikking en in 21 % van de gevallen is het onbekend wat er met de resultaten van het onderzoek gedaan is.

In 40 % van de gevallen waar een beslissing tot saneren, herinrichten of beheersmaatregelen is genomen op een beoordeelde locatie waren risico's niet aantoonbaar.

**Tabel 8. Overzicht beslissingen op basis van ecologische risicobeoordeling**

Beslissing	Percentage van geëvalueerde locaties	Percentage locaties met risico's	Percentage locaties zonder risico's
Herinrichten	10	60	40
Conventioneel saneren	17	75	25
Beheersmaatregelen	12	50	50
Niet saneren	10	20	80
Geen beslissing op basis van TRIADE	30	55	45
Onbekend	21	70	30

## 5. ONDERZOEKSOPZET EN TECHNISCHE INVULLING

In dit hoofdstuk is op basis van de uitgevoerde evaluaties een overzicht gegeven van de wijze waarop de Triade of duade onderzoeken zijn opgezet. Voor een deel volgt de informatie uit vaste keuzelijsten, zoals bij de overlegmomenten, welke onderzoeksvelden vertegenwoordigd zijn en of het onderzoek stapsgewijs is uitgevoerd (zie bijlage 1). De evaluatie op basis van vaste keuzelijsten is getalsmatig weergegeven. Motivaties zijn opgenomen in de vrije invulvelden waardoor voor dit onderdeel van de evaluatie geen getalsmatige evaluatie mogelijk is. Bij de uitwerking van de evaluatie zijn de ervaringen uit de vrije invulvelden samengevat.

### 5.1. Keuze voor Triade of duade

Zoals in hoofdstuk 4 aangegeven zijn 56 locaties geëvalueerd waarvan 20 met behulp van een duade (2 onderzoekselementen).

Uit de evaluatie is gebleken dat de redenen om slechts 2 onderzoekselementen uit te voeren als volgt samen te vatten zijn:

- er was nog geen ervaring met ecologische risicobeoordelingen. In die tijd was het al erg vooruitstrevend om naast chemische analyses ecologische veldinventarisaties of bioassays uit te voeren;
- het ging voornamelijk om risico's voor de mens, ecologische risico's waren van ondergeschikt belang;
- de verontreiniging ligt niet aan de oppervlakte waardoor ecologische inventarisaties niet te relateren zouden zijn aan de verontreiniging;
- door verstoring van het terrein (bebouwing en industriële activiteiten) waren ecologische veldinventarisaties niet zinvol omdat de verstoring van het terrein leidt tot effecten die niet samenhangen met de verontreiniging;
- het onderzoek diende door tijdsdruk in de winter uitgevoerd te worden. Een veldinventarisatie was niet zinvol omdat het seizoen hiervoor niet geschikt was;
- door een extreem zure bodem waren er nauwelijks geschikte onderzoeksparameters beschikbaar.

### 5.2. Onderzoeksopzet

Bevoegd gezag Gemeente Den Haag, Mevrouw A. Schreur  
"Bij de uitvoering van locatiespecifiek onderzoek volgens stap 3 van de Wbb is het van belang in een vroeg stadium alle betrokkenen en mogelijk ook belanghebbenden om de tafel te hebben. Gezamenlijk moet dan gekomen worden tot een onderzoeksopzet waarbij alle onderzoeksvragen zijn gedefinieerd en ingevuld. Ook dienen vooraf afspraken gemaakt te worden over hoe te handelen bij bepaalde resultaten. Op die manier is voor iedereen het doel maar ook het resultaat van het onderzoek helder."

In de geëvalueerde projecten zijn verschillende overlegmomenten geweest. In onderstaande tabel staat aangegeven voor hoeveel projecten op welke momenten overleg heeft plaatsgevonden en welke actoren bij het overleg betrokken waren.

**Tabel 9. Overlegmomenten**

Actoren		Voor aanvraag offerte (n = 41)	Offerte toelichten (n = 33)	Startoverleg (n = 33)	Tussentijds overleg (n = 42)	Eindoverleg (n = 48)
Bevoegd gezag	%	39	18	36	52	48
Probleembezitter	%	46	27	58	60	58
Beheerder	%	17	3	18	21	23
Handhaver	%	7		9	10	10
Bewoners	%	2		6	2	4
Opdrachtgever*	%	49	73	67	56	54
Overige belanghebbenden	%	17	3	15	17	15

\*: indien niet één van bovenstaande

Bovenstaande tabel maakt duidelijk dat bij de geëvalueerde projecten veel overlegmomenten geweest zijn en dat verschillende actoren vaak op verschillende momenten bij het project betrokken zijn. Het is echter niet algemeen gangbaar om alle actoren op alle momenten bij het project te betrekken. Wij vinden het wenselijk zoveel mogelijk de betrokken actoren te betrekken bij de start en gedurende de voortgang en afronding van het project. Op die manier wordt draagvlak gecreëerd voor zowel de aanpak als de uitkomsten van het onderzoek.

In 43 % van de geëvalueerde projecten is gekozen voor een stapsgewijze aanpak van het onderzoek. Dat wil zeggen dat begonnen is met eenvoudige testen en wanneer de resultaten daar aanleiding toe gaven, zijn aanvullende testen uitgevoerd. Of er zijn eerst chemische analyses uitgevoerd op basis waarvan besloten is welke monsters te betrekken bij de risicobeoordeling. Bij de geëvalueerde projecten zijn verschillende redenen geweest om gebruik te maken van een stapsgewijze aanpak of daar juist van af te zien.

Redenen om te kiezen voor een stapsgewijze aanpak zijn:

- besparen van kosten. In verschillende gevallen is eerst gekeken of de verontreiniging biologisch beschikbaar was voordat bioassays en veldinventarisaties zijn uitgevoerd. Wanneer een verontreiniging niet beschikbaar is, is de verwachting dat er geen risico's aanwezig zijn. Ook is in verschillende projecten met behulp van eenvoudige testen gekeken of er sprake was van risico's. Aanvullende (vaak dure) testen zijn alleen uitgevoerd indien een eerste screening daar aanleiding toe gaf;
- besparen van tijd. In geval van spoed kan het noodzakelijk zijn een onderzoek gefaseerd uit te voeren;
- overzichtelijk houden van het project, zeker in het geval van grote, omvangrijke projecten met veel verschillende werkzaamheden zoals bij een saneringsonderzoek en saneringsplan. Op grote locaties wordt ook gebruik gemaakt van *worst-case* benaderingen (bijvoorbeeld in het geval van slootdempingen eerst kijken naar die dempingen zonder afdeklaag). Indien in het slechtste geval geen risico's bestaan, dan niet verder kijken, anders doorgaan met het onderzoek naar de toereikendheid van de voorgenomen saneringsmaatregel (dat wil zeggen van dempingen zonder deklaag naar dempingen met minimaal een deklaag van een zekere dikte en kwaliteit);
- selectie van monsters in een concentratiegradiënt. Met een concentratiegradiënt wordt het mogelijk om dosis-effect relaties af te leiden voor een locatie (vaststellen of de effecten worden veroorzaakt door de verontreiniging en vanaf welke concentratie effecten optreden). Omdat verontreinigingen vaak heterogeen verspreid zijn over een locatie, is het niet altijd mogelijk op basis van voorgaand onderzoek de juiste monsternamelocaties te kiezen om tot een concentratiegradiënt te komen. Daarom worden vaak in de eerste stap meerdere monsters genomen. Na chemische analyse wordt de definitieve selectie van monsters gemaakt;

- beperkte biologische beschikbaarheid. Eerst is de biologische beschikbaarheid bepaald. Als deze laag is, kan worden bespaard op de uitvoering van uitgebreide testen.

Soms is juist ook heel bewust gekozen om het onderzoek *niet* stapsgewijs uit te voeren:

- De planning van projecten zonder stapsgewijze aanpak is duidelijker aan te geven en te bewaken;
- Soms is wel een stapsgewijze aanpak beoogd maar is het niet mogelijk in verband met tijdgebrek, zeker in het geval er snel beslissingen genomen moeten worden bijvoorbeeld in verband met lopende beschikkingen;
- In de evaluatie zijn ook verschillende onderzoeksprojecten betrokken. Deze onderzoeksprojecten zijn uitgevoerd om ervaring op te doen met het concept Triade (uitwerken methodiek). In die projecten is geen gebruik gemaakt van een stapsgewijze aanpak maar is juist zoveel mogelijk onderzocht om vast te stellen wat bruikbaar is en wat niet.

### 5.3. Technische invulling

Zoals eerder omschreven bestaat de Triade bestaat uit drie onderzoekspoten, te weten chemische analyses, bioassays en ecologische veldinventarisaties. De keuze van de uit te voeren analyses en testen is vrij en hangt af van het soort verontreiniging, de bodemsoort, het bodemgebruik en het doel van het onderzoek.

Bij de geëvalueerde locaties wordt bij chemische analyses vaak niet alleen gekeken naar de gehalten aan verontreiniging in de bodem maar worden ook aanvullende parameters bepaald. Zo wordt in geval van zware metalen verontreiniging vaak ook de CEC (Cation Exchange Capacity) en/of het kalkgehalte bepaald om huidige risico's te verklaren en toekomstige risico's te kunnen voorspellen. Deze parameters hebben invloed op de beschikbaarheid, en daarmee potentiële toxiciteit. Om diezelfde reden wordt vaak ook de opgeloste fractie en/of het beschikbaar gehalte aan verontreiniging gemeten middels specifieke extracties.

Een andere analyse in het onderdeel chemie bestaat uit chemische analyses op bodembewonende organismen (regenwormen, pissebedden etcetera) of planten om vast te stellen of sprake is van bioaccumulatie en daarmee risico's op doorvergiftiging naar mensen of dieren hoger in de voedselketen. Op basis van het bodemgebruik, de hogere organismen op de locatie en de verontreiniging wordt een keuze gemaakt voor het te analyseren organisme.

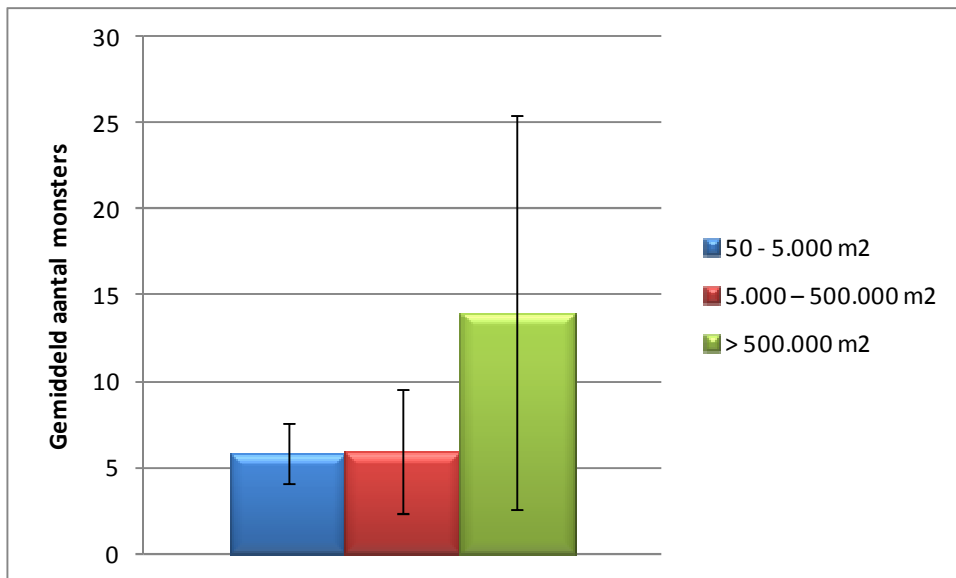
De technische invulling wordt bepaald door de onderzoekers, mede op basis van de wensen van de actoren en de beschikbare gegevens van een locatie en de kosten en doorlooptijd van de testen.

Vaak wordt de keuze voor organismen in de bioassays gemaakt op basis van de vertegenwoordiging van verschillende taxonomische en functionele groepen waarbij rekening gehouden wordt met:

- Type verontreiniging: welke organismen zijn gevoelig voor de aangetroffen verontreiniging?
- Bodemsoort: welke organismen gedijen goed in de bodemsoort en abiotische factoren (zoals pH) van de locatie?
- Kader van het onderzoek: snelle screening of uitgebreid onderzoek?
- Beschikbaarheid van gestandaardiseerde testen;
- Kennis en ervaring.

Deze afweging wordt ook gemaakt bij het onderdeel ecologische veldinventarisaties. Hierbij wordt gekozen voor organismen die een duidelijke en herkenbare rol spelen in bodemprocessen. Daarnaast vinden bij dit onderdeel soms ook inventarisaties plaats van bijvoorbeeld vogels (gebruik van locatie voor foerageren) of de aanwezige vegetatie (vaststellen milieufactoren). Ook hierbij is het weer van belang in welk kader het onderzoek wordt uitgevoerd, welke verontreiniging aanwezig is en welke organismen mogelijk (direct of indirect) bedreigd worden door de aanwezige verontreiniging.

Naast het soort testen moet ook een keuze gemaakt worden voor het aantal monsters waarop analyses worden uitgevoerd. De keuze van het aantal monsters is afhankelijk van het bodemgebruik, de homogeniteit van de verontreiniging en de bodemsoort en de onderzoeksdoelstelling. Verwacht zou worden dat het aantal monsters ook afhankelijk zou zijn van de oppervlakte van de locatie. Dit blijkt echter niet het geval (zie figuur 6). Het aantal monsters bedraagt gemiddeld 6. Bij grote locaties (> 500.000 m<sup>2</sup>) worden gemiddeld wel meer monsters genomen dan bij de kleinere locaties maar de standaarddeviatie is ook veel hoger.



Grafiek 6. Relatie tussen oppervlakte van de locatie en het aantal monsters (met standaard deviatie)

Er is dus geen vuistregel voor het aantal monsters per oppervlakte eenheid. Andere aspecten (zoals hierboven beschreven) zijn belangrijker bij de afweging van het aantal te nemen monsters. Het is van belang dat deze afweging expliciet gemaakt wordt omdat de bemonsteringsintensiteit een belangrijk onderdeel is van de onzekerheidsanalyse.

Bij de selectie van de monsternamelocaties wordt er meestal naar gestreefd monsters te nemen in een concentratiegradiënt. Op die manier kan een dosis-effect relatie worden vastgesteld. Bij de geëvalueerde projecten is in 41 gevallen (73%) gebruik gemaakt van een concentratiegradiënt.

## 6. UITVOERING

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op uitvoeringsaspecten van Triade onderzoek. Dit hoofdstuk is tot stand gekomen op basis de vrije invulvelden “knelpunten bij uitvoering veldwerk” en “knelpunten uitvoering testen en analyses” op het evaluatieformulier.

### 6.1. Monstername

Nadat de offerte is opgesteld en het plan van aanpak besproken, wordt een praktisch werkplan gemaakt. Dit werkplan dient als basis voor het uit te voeren veldwerk ten behoeve van de monstername van de ecologische risicobeoordeling. Ondanks gedegen voorbereiding blijkt dat de praktijk vaak anders is dan van te voren verwacht.

Zo komt het geregeld voor dat een referentie achteraf helemaal niet schoon blijkt te zijn, deze een ander bodemtype of bodemgebruik blijkt te hebben of dat daar sprake is van fysieke verstoring bijvoorbeeld door (frequente) betreding.

Uit de evaluatie blijken de volgende aandachtspunten bij de monstername van belang:

- Tijdstip van monstername. Onder tijdsdruk bij de opdrachtgever komt het regelmatig voor dat de monstername plaatsvindt op suboptimale tijdstippen voor ecologische monstername. Zo is het wenselijk om vegetatiemonsters te nemen in het groeiseizoen en niet daarbuiten. Ook het bodemleven verandert onder invloed van de seizoenen en het weer. Resultaten van ecologische veldinventarisaties en bioaccumulatie metingen zullen anders uitvallen wanneer de monsters genomen zijn in een droge en warme periode dan in een koele natte periode;
- Verstoring van de locatie. Reeds uitgevoerde saneringen of pilot saneringen hebben vaak een grote invloed op het bodemleven. Het is niet altijd op voorhand bekend dat er een sanering is uitgevoerd. Ook een in-situ sanering van de diepere ondergrond kan effecten hebben op de bovengrond, zeker wanneer de bovengrond verstoord is door betreding. Wanneer een terrein recent vergraven is, is het niet mogelijk representatieve monsters te nemen voor het in kaart brengen van de bodemfauna of de plantengemeenschappen. Dit is ook het geval wanneer ter plekke blijkt dat de locatie (legaal dan wel illegaal) wordt gebruikt voor opslag;
- Liggingsfactoren, bijmenging en begroeiing. Op sommige locaties is zoveel puin, grind en/of stenen aanwezig dat geen geschikte monsters voor bioassays en ecologische veldinventarisaties genomen kunnen worden. Bij de monsterselectie is het van belang dat rekening gehouden wordt met de ligging van de monsterpunten en de begroeiing ter plaatse. Als monsters met elkaar vergeleken worden, dienen ook zogenaamde liggingsfactoren meegenomen te worden bij de uiteindelijke selectie. Soms kan ervoor gekozen worden meer monsters te nemen op een locatie en dan in een later stadium pas de uiteindelijke monsterselectie uit te voeren, afhankelijk van alle (a)biotische factoren van de monsters.

Er zijn ook meerdere ecologische risicobeoordelingen uitgevoerd in tuinen (zowel sier- als moestuinen). Hier is het vaak moeilijk om geschikte plekken voor monstername te vinden omdat tuinen sterk beïnvloed worden door menselijk handelen (bijvoorbeeld opbrengen van tuinaarde, spitten, verschillen in begroeiing). Belangrijk in dit soort gevallen is om te kiezen voor tuinen met een zelfde type begroeiing, bijvoorbeeld gazon. Hierbij wordt gestreefd naar monsterlocaties met zo min mogelijk betreding en bewerking. Goede en heldere communicatie met de bewoners is hierbij onontbeerlijk.



Veldwerkers moeten zich ervan bewust zijn dat hun werkzaamheden ook vragen op kunnen roepen, zeker wanneer deze plaatsvindt in openbare gebieden. Omwonenden zijn vaak benieuwd naar wat er allemaal gaande is. Soms wordt zelfs de politie gewaarschuwd. Het is belangrijk dat de veldwerkers een duidelijk en helder verhaal hebben naar de omwonenden en andere geïnteresseerden waarbij men er zich bewust van moet zijn dat bodemverontreiniging negatieve sentimenten op kan roepen (bijvoorbeeld doordat men bang is voor de eigen gezondheid of voor waardedaling van onroerend goed).

## 6.2. Analyses

Niet alleen de aanwezigheid van verontreiniging heeft effecten op het bodemleven maar ook de zuurgraad (heel hoog of heel laag), nutriëntenrijkdom en grondbewerkingen (zoals spitten, aanbrengen van kunstmest en het bekalken van de bodem) kunnen effecten veroorzaken die vergelijkbaar zijn met die van verontreinigingen (zowel in de ecologische veldinventarisaties als in de bioassays). Daarnaast heeft ook het vochtgehalte een sterk effect op voornamelijk de resultaten van de ecologische veldinventarisaties. Om “vals alarm” resultaten te voorkomen is het dus zaak de veldsituatie goed te kennen alvorens een keuze voor de meest geschikte testen te maken. Bij het vergelijken van resultaten is het van belang dat de bodemkenmerken en andere abiotische factoren van de monsters vergelijkbaar zijn.

Uit de evaluatie is gebleken dat het belangrijk is dat de diepte waarop de monsters genomen worden voor de uitvoering van een ecologische risicobeoordeling gelijk is. Voor bodembewonende organismen is vaak de bovenste halve meter van belang. Meestal worden monsters genomen van de bovenste 20 cm. Wanneer de verontreiniging niet aan de oppervlakte ligt is het lastiger de ecologische veldinventarisaties te relateren aan de verontreinigingsgehalten omdat een groot deel van de levensgemeenschap niet direct wordt blootgesteld.

Bij het monitoren van de effectiviteit van saneringen is het met name voor de veldinventarisaties belangrijk dat de periode tussen de uitvoering van de sanering en de uitvoering van de ecologische risicobeoordeling voldoende lang is voor het bodemecosysteem om zich te ontwikkelen. Bij de keuze van de te onderzoeken parameters moet hiermee rekening worden gehouden (bijvoorbeeld door te kiezen voor biobeschikbaarheidsonderzoek in plaats van veldinventarisaties).

## 7. BEOORDELING EN INTERPRETATIE

De beoordeling of er op een locatie sprake is van ecologische risico's vindt plaats door verontreinigde monsters te vergelijken met een schone referentie. Bij voorkeur wordt een schoon referentiemonster genomen op dezelfde locatie als waar de verontreiniging aanwezig is, met dezelfde bodemkenmerken als de verontreinigde monsters. Het is uit de evaluatie gebleken dat het niet altijd mogelijk is een schoon referentiemonster te vinden op een verontreinigde locatie, zeker niet als de verontreiniging veroorzaakt is door bijmenging op ophoogmateriaal (bijvoorbeeld baggerspecie). In dat geval worden de resultaten van de verontreinigde monsters vaak vergeleken met het minst verontreinigde monster van de locatie.

In 14 % van de geëvalueerde projecten zijn geen negatieve effecten gevonden. Dat wil zeggen dat geen significante afwijking van de verontreinigde monsters ten opzichte van de referentiemonsters is waargenomen. In alle andere projecten zijn wel effecten gevonden, hetzij in de bioassays, dan wel in de ecologische veldinventarisaties, of in beide. Meestal kon het wel of niet waarnemen van effecten verklaard worden door de aanwezige verontreiniging. Echter, in 15 % van de projecten konden gevonden effecten niet verklaard worden door de aanwezige verontreiniging. Vaak worden in die gevallen de effecten veroorzaakt door andere factoren zoals vermesting, fysieke verstoring, verzuring enz. De expertise van de onderzoeker is juist bij deze gevallen erg belangrijk.

In de geëvalueerde projecten is op verschillende manieren beoordeeld of de gevonden resultaten ook leiden tot ecologische risico's. Door die verscheidenheid aan methoden is het voor opdrachtgevers, bevoegde gezagen en andere belanghebbenden lastig in te schatten welke methode nou het beste en het meest objectief is. Door die onduidelijkheid komt het voor dat ondanks het feit dat er geen sprake is van ecologische risico's toch gesaneerd wordt. Bij oudere onderzoeken kwam dit voor doordat in de wet onvoldoende expliciet was gemaakt dat beslissingen genomen mochten worden op basis van locatiespecifiek ecologisch onderzoek. Ook gebeurt het dat men toch gaat voor de "zekerheid" van de chemische gehalten bij het nemen van een beslissing voor de aanpak van een verontreinigde locatie. In het geval van verontreiniging in de bebouwde kom is men vaak voorzichtig en heeft men te maken met maatschappelijke druk van het achterlaten van verontreiniging. Het gaat dan niet meer om ecologische risico's maar psychologische effecten van verontreiniging. Tenslotte zijn er projecten geëvalueerd die zijn gebruikt voor methodiekontwikkeling. Bij deze locaties was het vooraf al duidelijk dat de uitkomsten van de Triade (positief of negatief) geen invloed zouden hebben op de uiteindelijke beslissing.

Bevoegd gezag Gemeente Den Haag, Mevrouw A. Schreur

“Over het algemeen is het voor bevoegde gezagen lastig omgaan met de interpretatie van TRIADE gegevens, zelfs als gebruik gemaakt wordt van de rekenregels zoals die zijn opgesteld door het RIVM. De objectiviteit van de onderzoekers ontbreekt, zeker wanneer de deviatie hoog is. Vaak wordt dan toch gekeken waardoor die hoge deviatie wordt veroorzaakt. Op basis van de mogelijke oorzaak en de ervaring van de onderzoeker wordt dan vastgesteld of er voldoende zekerheid is over de resultaten van de risicobeoordeling. Daarnaast ontbreekt nog een kader voor de doorvertaling van de onderzoeksgegevens naar de locatie. Stel er is sprake van een ecologisch risico op een deel van de locatie. Sommige bevoegde gezagen eisen dat het deel waar risico's aanwezig zijn wordt gesaneerd, andere bevoegde gezagen willen juist sanering van alles boven de Interventiewaarde. Voor de brede toepassing van de TRIADE is het belangrijk dat er een duidelijke richtlijn komt, voornamelijk voor het onderdeel interpretatie en vertaling naar de locatie. Belangrijk hierbij is dat het een duidelijke en objectieve beoordeling is waar geen ruimte meer is voor subjectiviteit van de onderzoeker.”

Opdrachtgever Gemeente Leeuwarden, de heer R. de Bert

“De interpretatie van de testen is lastig voor ons als gemeente, omdat het onderzoeksgebied tot kort voor het onderzoek bestond uit agrarisch grasland. En we hebben dan ook moeite met uitspraken als "een gestreste nematoden populatie". Is het in het licht van de recente uit gebruik name niet te verwachten dat allerlei fysieke factoren invloed hebben op de nematoden populatie? Wat moeten we hier nou mee en hoe gaan we daarmee om? Hoe erg is het dat nematoden gestrest zijn. Ik heb daarvoor behoefte aan een goed referentiekader. Verruigd agrarisch grasland dat recent uit gebruik genomen is kun en mag je niet vergelijken met gegevens van meer gestabiliseerde/geconsolideerde bodems.”

## 8. BESLISFASE

Het is niet altijd duidelijk wat er uiteindelijk gebeurt met de resultaten van het TRIADE onderzoek. Er zijn projecten betrokken in de evaluatie waarbij op voorhand al duidelijk was dat de resultaten geen rol zouden spelen in de beslissing omtrent de aanpak van de locatie omdat bijvoorbeeld sprake was van een onderzoeksproject (bijvoorbeeld de ontwikkeling van de Triade binnen RIVM). In tabel 10 is weergegeven voor hoeveel locaties een beslissing genomen is, of op die locaties sprake was van ecologische risico's en of er veel (meer dan alleen de opdrachtgever) of weinig (alleen de opdrachtgever) betrokken waren bij het project. De onderzoeksprojecten die tot doel hadden de Triade methodiek te ontwikkelen zijn niet opgenomen in deze tabel (in totaal 8 locaties).

**Tabel 10: Overzicht genomen beslissing op de geëvalueerde locaties**

Beslissing	Percentage van geëvalueerde locaties	Percentage locaties met risico's	Percentage locaties zonder risico's	Veel actoren betrokken	Weinig actoren betrokken
Herinrichten	10	60	40	100	0
Conventioneel saneren	17	75	25	60	40
Beheersmaatregelen	12	50	50	83	17
Niet saneren	10	20	80	20	80
Geen beslissing op basis van TRIADE	30	55	45	20	80
Onbekend	21	70	30	10	90

Op de locaties waar weinig actoren betrokken waren bij het onderzoek is nauwelijks bekend wat er met de resultaten gebeurd is. Tevens heeft de Triade in die gevallen weinig invloed gehad op de beslissing die genomen is voor de aanpak van de locatie.

Het is belangrijk dat onzekerheden worden meegenomen in de risicobeoordeling. Zonder de onzekerheden is het lastig om de juiste beslissing te nemen voor een bepaalde locatie op basis van de ecologische risicobeoordeling. In geval van grote onzekerheid wordt soms gekozen voor een conservatieve oplossing. Dit is ook vaak het geval wanneer meerdere belangen spelen en de betekenis van ecologische risico's ondergeschikt is aan de andere belangen. De uiteindelijke aanpak is vaak een afweging waarbij de volgende aspecten in meer of mindere mate een rol spelen;

- sociale aspecten (bijvoorbeeld grondverkoop, kavelruil, bedrijfsoverdracht);
- politieke aspecten (bijvoorbeeld bij slepende zaken, dan MOET er een oplossing komen);
- financiële aspecten (bijvoorbeeld afgraven van alle verontreiniging is onbetaalbaar) en;
- wettelijke aspecten (voldoen aan bodemwetgeving en akkoord bevoegd gezag).

Bij de uiteindelijke beslissing voor de aanpak van een locatie spelen dus meer belangen dan alleen de ecologische risico's. Ook voor de onderzoekers is het belangrijk rekening te houden met hun advies betreffende de aanpak van een locatie. Soms is er ook sprake van tegenstrijdige belangen. Soms wordt een bepaalde mate van risico's geaccepteerd vanwege het behoud van bijvoorbeeld archeologische waarden. Of wordt aanbevolen een sanering gefaseerd uit te voeren met het oog op behoud van natuur- en belevingswaarden.

Bevoegd gezag DCMR, Mevrouw M. Groh

"Ik ben heel erg blij met de resultaten van de ecologische risicobeoordeling. Op de betreffende locatie spelen heel veel verschillende belangen waarvan recreatie, veiligheid en visuele aantrekkelijkheid het belangrijkste zijn. In een eerder stadium is al aangetoond dat de verontreiniging bij het huidige gebruik geen humane risico's levert. Met de TRIADE is duidelijk geworden dat er weliswaar sprake is van ecologische risico's op doorvergiftiging van pesticiden in de voedselketen maar dat deze risico's gereduceerd kunnen worden door de locatie op een andere manier in te richten waarbij de grootste genoemde belangen niet in gevaar komen. Het onderzoek heeft hiermee absoluut een positieve bijdrage geleverd aan het inrichtingsplan voor de locatie."

Soms wordt ondanks het feit dat er geen ecologische risico's aanwezig zijn en er ook is aangetoond dat er geen humane risico's zijn, toch besloten te saneren omdat het maatschappelijk niet verantwoord is om de verontreiniging te laten zitten. Dit was in de geëvalueerde projecten aan de orde in het enkele geval van een nieuwbouwwijk. Daar had men te maken met waardeverlies van woningen.

In stedelijk gebied heeft men ook nog te maken met het psychologisch effect van wonen op verontreinigde grond. Bewoners willen vaak dat er gesaneerd wordt, ook al is aangetoond dat er geen sprake is van humane, verspreiding of ecologische risico's.

Ook komt het voor dat er al sanering- of inrichtingsplannen klaar liggen voor een locatie wanneer (alsnog) een ecologische risicobeoordeling wordt uitgevoerd. De opluchting is dan groot als de geplande inrichting niet in gevaar komt door de uitkomsten van het onderzoek. Of omwonenden beschouwen een locatie waarvan bekend is dat deze verontreinigd is als "natuurgebied" en zijn fel gekant tegen ingrijpen op welke manier dan ook.

Bij herontwikkeling van (stedelijke) gebieden, komt vaak naar voren dat er sprake is van bodemverontreiniging, soms op de gehele locatie en soms op slechts een deel daarvan. Daarnaast blijken vaak beschermde dier- of plantensoorten aanwezig te zijn. Herontwikkeling komt daardoor stil te liggen omdat enerzijds gesaneerd zou moeten worden op basis van totaal gehalten aan verontreiniging en anderzijds het leefgebied van de beschermde soorten intact gelaten moet worden. Het Triade onderzoek moet dan uitkomst bieden. Kan de beschermde soort beschermd worden door niet of slechts gedeeltelijk te saneren, of beschermen we de soort beter door wel te saneren?

Opdrachtgever Gemeente Leeuwarden, de heer R. de Bert

"De resultaten uit de eerste ecotox-ronde waren voor ons niet voldoende om onze vraag te beantwoorden. In het bodemonderzoek op onze locatie bleken in eerste instantie lood, zink en PAK de zorgelijke parameters. Voor deze verontreinigingen waren HC<sub>50</sub> - en interventiewaardeoverschrijdingen aan de orde en aanleiding tot vervolgonderzoek. Wat onbevredigend was aan het onderzoek is dat uiteindelijk andere parameters (cadmium, nikkel) ecologische risico's (doorvergiftiging) met zich mee lijken te brengen. Dat is onbevredigend/merkwaardig omdat deze stoffen niet tot licht verhoogd (t.o.v. streefwaarde) in de bodem voorkomen! Onderzoeken we dus wel de goede dingen? Desondanks vind ik het goed dat het onderzoek is uitgevoerd omdat het toch belangrijke informatie heeft opgeleverd. Bovendien is het goed om bij te dragen aan de opbouw van kennis en expertise op dit gebied. Hier ligt ook een belangrijke rol voor het bevoegd gezag."

## 9. SWOT ANALYSE

In dit hoofdstuk worden de sterke en zwakke punten van de Triade onderzoeken weergegeven. Tevens zijn de kansen en bedreiging opgenomen. Dit hoofdstuk is het resultaat van de samenvatting van de vrije invulvelden “sterke punten”, “zwakke punten”, “kansen” en “bedreigingen”.

### 9.1. Sterke punten

#### Technisch

Een sterk punt is dat de invulling van de Triade kan worden gebaseerd op gegevens die op voorhand al bekend zijn van een locatie. Door de ervaring die aanwezig is bij de verschillende onderzoekers kan op voorhand op basis van bodemgebruik, bodemtype en verontreiniging goed worden ingeschat welke testen en analyses het meest geschikt zijn voor een specifieke locatie.

Ook is aangetoond dat de *multiple lines of evidence* in de Triade duidelijk meer onderscheidend vermogen leveren dan de chemische analyses op zichzelf. In verschillende projecten zijn duidelijk concentratie-afhankelijke effecten aangetoond wat met chemische analyses alleen nooit gelukt zou zijn.

#### Procesmatig

Eén van de sterkste punten van de Triade is het proces als geheel, niet alleen het resultaat, zeker wanneer alle belanghebbenden betrokken zijn in het project. Alleen dan is het mogelijk tot een oplossing te komen die voor alle partijen acceptabel is. Zelfs in projecten waar moeite was met het begrip van de resultaten bleek dat de betrokken partijen wel positief waren over de kennisontwikkeling en het proces van heroverwegen van locatiegebruik of sanering juist doordat er veel overleg is geweest. Met andere woorden, overleg met verschillende actoren in de verschillende fasen van het onderzoek wordt als positief ervaren. Door het overleg gedurende het project is er meer draagvlak voor de uiteindelijke oplossing.

Het overleg dient niet alleen voor het creëren van draagvlak maar draagt ook bij aan een duidelijkere invulling van de Triade op basis van locatiespecifieke elementen. Betrokken partijen kunnen daardoor invloed uitoefenen op de invulling van de Triade.

Een sterk punt wat is bereikt door de uitvoering van locatiespecifiek ecologisch onderzoek middels de Triade is dat op veel gebieden uiteindelijk natuurontwikkeling kon plaatsvinden of (extensieve) recreatie, hetzij doordat aangetoond was dat er geen risico's aanwezig waren, hetzij doordat specifiek gesaneerd is en bij de gekozen saneringsvariant expliciet rekening gehouden kon worden met de beoogde vorm van groene inrichting. Op veel van deze locaties was uit SUS of Sanscrit gebleken dat er risico's aanwezig waren. In de praktijk betekent dat vaak dat er voorlopig geen acties worden ondernomen en dat de ontwikkelingen stil blijven liggen. Door uitvoering van de Triade worden onzekerheden met betrekking tot de aanwezigheid van risico's weggenomen en worden ontwikkelingen weer vlot getrokken.

## 9.2. Zwakke punten

### Technisch

Een zwak punt van de Triade betreft het omgaan met onzekerheden die zichtbaar worden door het onderzoek en het omgaan met de verschillende effecten op de verschillende organismen die gebruikt worden. Het is niet altijd duidelijk waardoor effecten veroorzaakt worden, is het de verontreiniging of misschien toch een andere verstoring.

In tegenstelling tot het standaard bodemonderzoek wat is vastgelegd in allerlei protocollen, is het bepalen en beoordelen van de locatiespecifieke ecologische risico's specialistisch werk waarbij kennis over de lokale ecologie noodzakelijk is.

Er is geen richtlijn voor het aantal monsters dat beoordeeld moet worden voor een betrouwbare beoordeling van de risico's. Hierdoor blijkt soms achteraf dat het aantal monsters onvoldoende is geweest. Dat houdt in dat aanvullend onderzoek nodig is. Gezien de heterogeniteit van zowel bodems, verontreinigingen als locaties op zich, is het niet mogelijk een alles omvattende richtlijn te maken. De bevindingen in de evaluaties tonen wel aan dat het belangrijk is een wetenschappelijk methodologisch goed onderbouwde keuze te maken die breed gedragen wordt.

In verschillende projecten is gebleken dat een goede referentie locatie ontbrak. Beoordeling van de risico's is daardoor minder goed mogelijk. Zo mogelijk kan vaker gebruik gemaakt worden van de Bodembioologische referentiewaarden (RIVM 607604008, 2007) voor het beoordelen van de ecologische veldinventarisaties. Voor wat betreft het beoordelingskader kan voorafgaand aan het project gezamenlijk af gestemd worden hoe de beoordeling gaat plaatsvinden, wat wel en niet acceptabel is en hoe de uitkomsten er mogelijk uit kunnen zien. Hierdoor kunnen teleurstellingen achteraf voorkomen worden.

Een aandachtspunt bij de uitvoering van ecologische risicobeoordelingen is het tijdstip van monsternamen. Triade onderzoek kan niet het hele jaar rond worden uitgevoerd omdat het bodemleven sterk onder invloed staat van de seizoenen. Er is geen richtlijn voor het tijdstip van het uitvoeren van ecologische veldinventarisaties. De meest geschikte periodes zijn het voorjaar en het najaar (mits niet te nat en koud).

In sommige gevallen spelen meerdere belangen dan alleen de ecologische risico's of is het volledig saneren van de locatie kostentechnisch niet haalbaar. Er blijft in die gevallen verontreiniging achter (geheel of gedeeltelijk). Een bepaalde mate van risico's wordt daarmee geaccepteerd. Het is niet bekend wat uiteindelijk met de verontreiniging in het milieu gebeurt. Risico's worden vaak niet gemonitord zodat hierover ook op de lange termijn geen uitspraak gedaan kan worden.

### Procesmatig

In het verleden was binnen het beleid weinig ruimte voor locatiespecifiek onderzoek. Het ontbreken van duidelijke richtlijnen en een beoordelingsmethodiek maakt ook dat men (nog) terughoudend is met het toepassen van locatiespecifiek ecologisch onderzoek. Het ontbreken van een beoordelingskader maakt ook dat de beoordeling van de resultaten met de huidige kennis wellicht anders zou uitvallen dan in het verleden. Mogelijk zouden dan ook andere beslissingen genomen worden.

In een aantal projecten (anders dan de onderzoeksprojecten) is weinig overleg geweest met andere betrokkenen dan de opdrachtgever. Vastgesteld is dat in die gevallen nauwelijks iets met de Triade resultaten is gebeurd. De resultaten zijn niet gebruikt voor het inrichten, bodemgebruik of saneren van de locatie.

### 9.3. Kansen

#### Technisch

In verschillende onderzoeken is gebleken dat het meten van de chemische en biologische beschikbaarheid en diverse bodemparameters (pH, organisch stof gehalte, lutum etcetera) zeer waardevolle informatie oplevert om de vastgestelde effecten te relateren aan de verontreiniging. Deze parameters zouden standaard meegenomen moeten worden in het analysepakket van een Triade onderzoek.

Als sprake is van verschillende soorten verstoring in de bodem is het niet altijd duidelijk waardoor effecten worden veroorzaakt. Is het de verontreiniging of misschien toch de verzuring? De huidige set van gestandaardiseerde bioassays en veldinventarisaties blijken niet altijd voldoende te zijn om onderscheid te kunnen maken tussen effecten van verontreiniging en effecten van andere factoren bijvoorbeeld onder extreme omstandigheden zoals een lage pH. Dit kan worden opgelost door gebruik te maken van bioassays met soorten die zijn aangepast aan die specifieke bodemeigenschappen van de locatie en bij de veldinventarisaties te kijken naar organismen die minder gevoelig zijn voor bodemeigenschappen maar meer voor verontreiniging. Probleem is dat die niet altijd voorhanden zijn, bijvoorbeeld in het geval van zure bodems in combinatie met een hoog organisch stof gehalte. De technische kans bestaat uit het ontwikkelen van testen en metingen voor extreme milieucondities.

Monitoring van de risico's, analoog aan monitoring van een stabiele eindsituatie, vindt zelden plaats. Toch zou het wenselijk zijn een monitoring op te nemen in de beschikking of eindbeslissing van een bepaalde locatie. Monitoring kan worden ingezet als evaluatie instrument voor de toetsing van de toereikendheid van de saneringsmaatregel. Zeker in geval van risicobeheer is monitoring gewenst omdat actuele risico's nog kunnen toenemen door processen als verzuring of klimaatverandering. Op die manier kunnen hypothesen verfijnd worden en kan worden vastgesteld of de kwaliteit van een bepaald gebied verbetert, verslechtert of gelijk blijft. Voorbeelden zijn:

- Verzuring op locaties waar metalen aanwezig zijn. Door de pH daling, komen metalen meer in oplossing en neemt de beschikbaarheid toe;
- Verandering in redoxcondities kan zorgen voor het vastleggen of juist vrijkomen van verontreinigingen;
- Afbraak van organische verontreinigingen;
- Uitspoeling van metalen.

Uit de evaluaties is gebleken dat monitoring wordt gezien als een kans voor natuurontwikkeling waarbij risico's in relatie tot veranderende milieufactoren worden gevolgd. Hierdoor kan snel worden ingegrepen als de situatie verslechtert.



**Noorderbos Tilburg**  
**Bosaanleg op verontreinigde grond**

Ten noorden van Tilburg is in 2000 een parkbos aangelegd op een met zware metalen verontreinigd grasland. Deze locatie is vanwege de omvang en beperkte ecologische risico's niet gesaneerd. Door de bebossing werd verzuring van de bodem verwacht. Uit chemische en ecologische monitoring en verzuringsexperimenten op deze locatie is gebleken dat de bodem na bosaanplant inderdaad is verzuurd. De concentraties van metalen stegen als gevolg van verzuring. De biobeschikbaarheid van metalen nam toe. Metalen hoopten zich op in het gewas. Ook de toxische druk op het bodemleven bleek toegenomen na verzuring; regenwormen, rondwormen en bacteriën konden zich minder goed ontwikkelen. Het onderzoek loopt nog en er is nog geen beslissing genomen over hoe nu verder te gaan.

Bron:

Groenenberg, J.E., Bouwman, L.A., Kools, S.A.E., Bloem, J., Hendriks, W. (2007)  
*Vervolgonderzoek ecologische risico's Noorderbos; rapportfase 1.* Wageningen: Alterra rapport 1413.

**Procesmatig**

Een uitdaging van locatiespecifiek onderzoek in het algemeen is de noodzaak om alle verschillende betrokkenen in een vroeg stadium bij het proces te betrekken om op die manier alle belangen zoveel mogelijk mee te nemen in het onderzoek. Op die manier wordt het draagvlak het grootst.

Resultaten van locatiespecifieke ecologische risicobeoordeling bieden de mogelijkheid om locatiespecifieke beheersopties te ontwikkelen. De resultaten van het onderzoek kunnen direct worden geïntegreerd in herinrichtingsplannen. Er zijn gevallen bekend waarbij het Triade onderzoek heeft gezorgd voor een enorme kostenbesparing doordat niet gesaneerd hoefde te worden op basis van ecologische risico's (zoals vooraf wel was voorspeld middels SUS/Sanscrit) en het voorkomen van overlast. Kansen liggen verder ook in het behoud van het leefgebied van bedreigde dier- en plantensoorten als sanering op basis van ecologische risico's niet noodzakelijk blijkt te zijn.

Triade onderzoek kan ook gebruikt worden voor het vaststellen van een terugsaneerwaarde. Vaak blijkt die hoger te liggen dan de interventiewaarde. Ook dat betekent een kostenbesparing omdat dan minder hoeft te worden gesaneerd dan verwacht op basis van SUS/Sanscrit.

**9.4. Bedreigingen****Technisch**

Het verkeerd kiezen van de monsterlocaties kan ertoe leiden dat in plaats van de verontreiniging vooral "confounding factors" worden gemeten. Met andere woorden de effecten die gevonden worden zijn niet veroorzaakt door de verontreiniging maar door andere factoren. Hierdoor kan geen heldere conclusie getrokken worden. Dit betekent een verspilling van geld en negatieve reclame voor de Triade.

De locatie zelf kan ook zorgen voor problemen. Bij het bemonsteren van stortplaatsen en dempingen kan het zijn dat er allerlei soorten resten in de bodem voorkomen (vaten, brokken, puin etcetera). De vraag is in hoeverre deze bodem dan nog normaal te beoordelen is. De bodem die al verstoord is door de aanwezigheid van resten kan op zichzelf al zorgen voor ecologische effecten.

In sommige bodems zijn van nature extreme omstandigheden aanwezig. Voor deze omstandigheden zijn nog geen gestandaardiseerde bioassays of veldinventarisaties voorhanden. De toxicologiepoot van de Triade is dan moeilijk uit te voeren en/of er is veel maatwerk nodig waardoor de kosten voor het onderzoek omhoog gaan. Een voorbeeld hiervan is een locatie met zeer lage pH, buiten de randvoorwaarden van de momenteel gangbare testorganismen.

Tijdsdruk wordt ook vaak gezien als bedreiging bij de uitvoering van ecologische risicobeoordelingen. Ecologische veldinventarisaties kunnen het beste plaatsvinden in het voorjaar of de vroege zomer. Vanuit de opdrachtgever is dit niet altijd mogelijk. Voor bioassays (en zeker de chronische) geldt een doorlooptijd die in sommige gevallen te lang is. Het is dan niet mogelijk dit soort testen uit te voeren terwijl die wel belangrijk kunnen zijn om vast te stellen of er sprake is van ecologische risico's. Het is aan de onderzoekers om duidelijk te maken wat de belangen van de verschillende testen zijn en waarom het noodzakelijk is bepaalde testen en analyses uit te voeren. In sommige gevallen kan er niets gedaan worden aan de tijdsdruk omdat er nou eenmaal aangesloten moet worden bij lopende procedures. In andere gevallen kan de planning aangepast worden als de belangen van de testen en analyses vooraf inzichtelijk gemaakt worden voor de verschillende belangen die spelen op een locatie.

### **Procesmatig**

Wanneer weinig overleg is gevoerd met betrokkenen kan dit de acceptatie van de methode en de resultaten in de weg staan. De bedreiging is hierbij dat de resultaten uiteindelijk niet gebruikt worden bij het aanpakken van een locatie. Dit is niet alleen kosteneffectief, het kan ook een bedreiging zijn voor de natuur(ontwikkeling).

Een uitdaging waar men mee te maken kan krijgen is wanneer opdrachtgever en bevoegd gezag lijnrecht tegenover elkaar staan. Dit is ook vaak het geval wanneer sprake is van verontreiniging in de bebouwde kom en bewoners betrokken zijn bij de projecten. Bewoners willen vaak dat gesaneerd wordt terwijl dit niet altijd noodzakelijk is (omdat er geen sprake is van wat voor risico's dan ook) of financieel haalbaar is (kosten sanering maatschappelijk onverantwoord). Wanneer actoren lijnrecht tegenover elkaar staan, is sprake van een impasse waar ook met meer overleg niet uit te komen is. Bemiddeling en concessies zijn dan nog de enige mogelijkheden om toch nog te komen tot een oplossing.

In het verleden zijn verschillende projecten uitgevoerd waarbij de onderzoeker als onderaannemer betrokken is bij een project zonder aanwezig te zijn bij de overleggen met de uiteindelijke eindgebruiker of probleemhebber (uitgezonderd de onderzoeksprojecten). In dat geval is niet duidelijk hoe de resultaten van het onderzoek uiteindelijk gebruikt worden. Hierbij geldt dat de meerwaarde van Triade onderzoek alleen tot uiting komt wanneer de onderzoeker ook aanwezig is bij alle overleggen over de locatie, maar minimaal bij het start- en eindoverleg om werkwijze en resultaten toe te kunnen lichten.

Als er verschillende belangen spelen op een locatie of als er veel actoren betrokken zijn bij een project is het vaak een uitdaging om alle belangen te integreren of te prioriteren. Aangegeven is dat een inventarisatie van de belangen kan helpen bij het verkrijgen van draagvlak bij de verschillende actoren. Daarnaast is het van belang dat er geen verkeerde verwachtingen worden gewekt over de uitvoering en resultaten van het onderzoek. Het managen van verwachtingen is mogelijk door gedurende het project met de verschillende actoren overleggen in te plannen zodat gedurende het project de verwachtingen al kunnen worden afgestemd. Ook het vooraf duidelijk maken van de werkwijze en de mogelijke uitkomsten van het onderzoek zal hierbij helpen.

Onbekendheid met het soort onderzoek, maakt dat bevoegde gezagen vaak terughoudend zijn in het nemen van beslissingen op basis van Triade onderzoek. Dit knelpunt kan worden weggenomen door het geven van voorlichting en bekendheid te geven aan de ervaringen die al zijn opgedaan met Triade onderzoek, niet alleen binnen onderzoeksprojecten maar ook in commerciële projecten. De procesnorm Triade van NEN en dit project kunnen hierbij een belangrijke rol spelen.

## 10. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### Technische conclusies

Op basis van de uitgevoerde evaluaties wordt het volgende geconcludeerd:

- in 64 % van de geëvalueerde projecten is een Triade onderzoek uitgevoerd. In 36 % is een duade uitgevoerd;
- locatiespecifiek ecologisch onderzoek wordt meestal toegepast op locaties van 5.000 tot 500.000 m<sup>2</sup> (48 % van de geëvalueerde projecten);
- gemiddeld worden 6 monsters per locatie genomen op locaties van 50 tot 500.000 m<sup>2</sup>. Op locaties groter dan 500.000 m<sup>2</sup> werden gemiddeld 13 monsters genomen;
- het bodemgebruik op de meeste locaties betreft voor het merendeel natuur (50%) en groen (met natuurwaarden (14%) en overig groen (18%);
- in bijna 90% van de gevallen is de belangrijkste onderzoeksvraag de vraag of ecologische risico's aanwezig zijn;
- de aangetroffen verontreinigingen zijn zeer divers. Meestal wordt een cocktail aan stofgroepen aangetroffen. Slechts in 23% van de gevallen is sprake van 1 verontreiniging;
- de belangrijkste verontreiniging bestaat uit metalen (83%). In 59% is sprake van organische verontreinigingen;
- bij 75% van de projecten zijn één of meerdere actoren, naast opdrachtgever en onderzoeker, betrokken bij het project. In 25% van de gevallen zijn de projecten uitgevoerd zonder inbreng van belanghebbenden;
- in 73% van de projecten is een concentratiegradiënt bemonsterd om een locatiespecifieke dosis-effect relatie vast te stellen;
- in 53% van de gevallen is bij de beoordeling van de effecten gebruik gemaakt van een locatiespecifieke schone referentie. In 41% is gekozen voor toetsing aan het minst verontreinigde monster;
- op 86% van de locaties die zijn beoordeeld met de Triade zijn effecten aangetroffen. Op 70% van de locaties die zijn beoordeeld met een duade zijn effecten aangetroffen. Triade onderzoek geeft dus meer informatie over de daadwerkelijke risico's dan een duade onderzoek. De effecten (zowel in Triade als duade) konden in 85% van de gevallen (geheel of gedeeltelijk) verklaard worden door de aanwezige verontreiniging;
- op 40% van de onderzochte locaties hebben aangetoonde negatieve effecten in de eindbeoordeling van de risico's niet geleid tot het oordeel "ecologisch risico";
- op 50% van de locaties heeft het locatiespecifiek ecologisch onderzoek (mede) geleid tot een beslissing omtrent de aanpak van de locatie, op 20 % van de locaties is het onbekend of en in hoeverre de resultaten de beslissing hebben beïnvloed en op 30 % van de onderzochte locaties heeft het uitgevoerde onderzoek geen invloed gehad op de beslissing.

### Procesmatige conclusies

Ecologische risicobeoordeling met behulp van de Triade is het meest effectief wanneer een duidelijke vraagstelling aanwezig is waarmee een duidelijke informatiebehoefte kan worden vastgesteld. Een samenwerking tussen de onderzoekers, opdrachtgever, bevoegd gezag en overige actoren is onontbeerlijk bij een goede risicobeoordeling die voor alle belanghebbenden herkenbaar is en geaccepteerd wordt.

In principe zijn 4 verschillende processtappen te onderscheiden:

- startoverleg;
- vaststellen onderzoeksprogramma;
- tussentijds overleg;
- beoordeling.

Het proces van de Triade begint al voor de invulling van het onderzoeksprogramma. Het is van belang dat de actoren zoveel mogelijk al betrokken worden in het *startoverleg*. Dit heeft verschillende voordelen.

- er komt op die manier veel locatie informatie naar voren die gebruikt kan worden voor het opstellen van het onderzoeksplan en het selecteren van de monsternamen locaties;
- er kan rekening gehouden worden met de verschillende belangen op de locatie;
- er kunnen in een vroeg stadium afspraken gemaakt worden over een stapsgewijze aanpak;
- en er kan in een vroeg stadium draagvlak worden gekregen voor zowel de aanpak en de beoordeling als de uiteindelijke resultaten en aanbevelingen.

Op basis van het startoverleg wordt het *onderzoeksprogramma* vastgesteld waarbij rekening gehouden wordt met de verontreiniging, de bodem, de locatie en de belangen. De onderzoeker kiest voor de testen en analyses die het meest geschikt geacht worden. Belangrijk is dus dat de onderzoeker ook inzicht heeft in de verontreinigings situatie, bijkomende factoren op de locatie zoals zuurgraad of nutriënten, de bodemgesteldheid en het bodemgebruik en de belangen die spelen op een locatie. Alleen met een goed inzicht in deze zaken kan een goed en locatiespecifiek onderzoeksplan worden opgesteld. Voorkomen moet worden dat onder druk van de opdrachtgever (hetzij door tijdsdruk, hetzij door financiële beperkingen) de ecologische risicobeoordeling wordt ingeperkt beneden een wetenschappelijk verantwoord minimum. De onderzoekers moeten aangeven waarom bepaalde testen en analyses belangrijk zijn en wat de consequenties zijn als dit niet gebeurt. Dit is ene onderdeel van het omgaan met onzekerheid; de discussie hieromtrent behoort ook tijdens latere afstemmingsmomenten terug te keren.

Vervolgens is het van belang om gedurende het project te informeren en indien nodig de verwachtingen te managen. Dit kan gedaan worden door *tussentijds overleg*. Het gaat hierbij ook om de verwachtingen van de resultaten van het onderzoek. Wat zijn de mogelijke resultaten, wat betekent het dan en welke mogelijke aanbevelingen zijn denkbaar? Onderzoekers moeten ervoor waken valse verwachtingen te wekken, zoals bijvoorbeeld: "Meestal blijkt dat sanering niet noodzakelijk is, we denken dat dat hier ook wel het geval zal zijn". Het is belangrijk om duidelijk en helder te communiceren over de mogelijke resultaten en wat de betekenis is van die resultaten.

Wanneer alle resultaten bekend zijn, vindt de *beoordeling* plaats. Om discussie te voorkomen is het wenselijk in de beginfase reeds gezamenlijk vast te stellen op welke manier de resultaten beoordeeld gaan worden en welke uitkomsten wel en vooral ook niet meer acceptabel zijn. Bij voorkeur is ook het bevoegd gezag betrokken bij dit onderdeel.

Na de beoordeling wordt het locatiespecifiek ecologisch onderzoek afgerond. Naar aanleiding van de resultaten en de beoordeling daarvan worden aanbevelingen gedaan omtrent aanpak van de locatie. Aan het eind vindt nog een overleg plaats om het onderzoek toe te lichten. De kans dat de aanbevelingen overgenomen worden is het grootst wanneer de betrokken belanghebbenden invloed gehad (kunnen) hebben op het onderzoek en aanwezig zijn geweest bij de verschillende overleggen inclusief het eindoverleg. Als de onderzoeker niet de mogelijkheid heeft de resultaten toe te lichten, bestaat de kans dat de resultaten niet of foutief worden gebruikt.

Op basis van resterende onzekerheden kan nog worden overlegd over monitoring tijdens of na sanering.

### **Aanbevelingen**

Er is behoefte aan standaardisering van zowel de manier van aanpakken (NEN procesnorm voorziet hierin) als de manier van beoordelen. Gestreefd wordt naar een beoordelingsmethode waarin zo min mogelijk ruimte is voor subjectiviteit, echter zonder een strak keurslijf te vormen. Aanbevolen wordt te bekijken in hoeverre een gestandaardiseerde en objectieve beoordelingsmethode mogelijk is.

Op dit moment lijkt de toolbox van gestandaardiseerde bioassays en veldinventarisaties niet altijd toereikend te zijn voor de doelstellingen van het Triade onderzoek. Zo zijn er nauwelijks meetinstrumenten die ingezet kunnen worden in meer extreme (maar wel natuurlijke) milieus zoals zure gronden met een hoog organisch stof gehalte. Ook is het bij de aanwezigheid van verschillende versturende factoren naast de verontreiniging niet altijd mogelijk de effecten te relateren aan de verontreiniging. Aanbevolen wordt te inventariseren of de ontwikkeling van specifieke meetinstrumenten voor extreme omstandigheden haalbaar is en deze instrumenten dan ook te ontwikkelen.

Op basis van de bevindingen in de evaluatie wordt aanbevolen specifiek onderzoek naar de beschikbaarheid en bioaccumulatie een prominente rol in de stapsgewijze aanpak te geven. Onderzoek naar de beschikbaarheid geeft aanknopingspunten voor het verklaren van de effecten die worden gevonden in bioassays en veldonderzoek. Anderzijds kunnen resultaten van het beschikbaarheidsonderzoek in een stapsgewijze aanpak argumentatie verschaffen voor het beperken van verdere onderzoeksinspanning.

Monitoring van de risico's, analoog aan monitoring van een stabiele eindsituatie, vindt zelden plaats. Aanbevolen wordt om monitoring op te nemen in de beschikking of eindbeslissing van een bepaalde locatie. Zeker in geval van risicobeheer is monitoring gewenst omdat dan een uitspraak gedaan wordt over de toekomstige risico's waarbij rekening gehouden wordt met processen als verzuring of klimaatverandering. Op die manier kunnen hypothesen verfijnd worden en kan worden vastgesteld of de kwaliteit van een bepaald gebied verbetert, verslechtert of gelijk blijft.

Onbekendheid met de Triade methodiek maakt dat bevoegde gezagen vaak huiverig zijn om een beschikking af te geven op basis van de resultaten van de risicobeoordeling. Het verdient daarom de aanbeveling om ervaringen met de methodiek wereldkundig te maken. Met behulp van de Triade wordt een onderzoeks- en beslisproces doorlopen waarbij het mogelijk is te komen tot een breed gedragen aanpak van verontreinigde locaties. Belangrijke succesfactor hierbij is de mogelijkheid het onderzoek locatiespecifiek in te vullen waarbij het belangrijk is de belangen, verwachtingen en beslissingen goed te managen.

## **Bijlage 1. Evaluatieformulier**

**Evaluatieformulier Triadeonderzoek**

Projectnaam	
Opdrachtgever(s)	
Jaar van uitvoering	
Uitvoerder(s)	
Projectcode	
Projectomvang (k euro)	

Aanvullende informatie over de locatie					
• Verontreiniging(en) meerdere keuzes mogelijk	Arseen	Cadmium	Chroom	Koper	Kwik
	Lood	Nikkel	Zink	Zilver	DDT/DDD/DDE
	Drins	Pesticiden overig	PAK	Minerale olie	PCB
	Fenolen	Cyanides	Overig (zelf invullen)		
• Bodemgebruik (één keuze mogelijk)	Wonen met tuin	Plaatsen waar kinderen spelen	Moestuinen en volkstuinten	Landbouw	Natuur
	Groen met natuurwaarden	Ander groen	Bebouwing	Infrastructuur	Industrie
• Oppervlakte verontreiniging	0-50 m <sup>2</sup>	50-5.000 m <sup>2</sup>	5.000-500.000 m <sup>2</sup>	> 500.000 m <sup>2</sup>	
• Diepte verontreiniging	0-0,5 m-mv	0,5 -1,0 m-mv	> 1,0 m-mv		
• Kader onderzoek	Bepaling spoedeisendheid	Evaluatie sanering	SO/SP	locatieontwikkeling	Anders (vul laatste vak in)
• Onderzoeksvragen	Is er sprake van ecologische risico's	Waardoor worden risico's veroorzaakt	Waar is sprake van risico's	Wat is terugsanerwaarde	Moet gesaneerd worden
	Welke maatregelen zijn nodig	Overig (vul laatste vak in)			
• Zijn er actoren betrokken afgezien van de opdrachtgever	Ja, bekend welke	Ja, onbekend welke	Nee	Onbekend	
• Welke actoren zijn betrokken bij het project (meerdere mogelijk)	Bevoegd gezag	Probleembezitter	Beheerder	Handhaver	Bewoners
	Opdrachtgever (indien niet één van bovenstaande)	Overig (vul laatste vak in)			
• Eigen rol onderzoeker	Adviseur/hoofdaannemer	Adviseur / onderaannemer met overleg	Adviseur/ onderaannemer zonder overleg		
Zijn er:					
• Humane risico's	Ja	Nee			
• Verspreidingsrisico's	Ja	Nee			



Overlegmomenten					
Aankruisen wat van toepassing is					
	Voor aanvraag offerte	Toelichten offerte	startoverleg	Tussenoverleg	Eindoverleg
Bevoegd gezag					
Probleembezitter					
Beheerder					
Handhaver					
Bewoners					
Opdrachtgever (indien niet één van bovenstaande)					
Overig belangstellend					

Uitvoering					
• Welke triadevelden zijn vertegenwoordigd	Chemie	Toxicologie	Ecologie		
• Stapsgewijze aanpak	Ja	Nee			
• Indien stapsgewijs, toelichten beslisriteria volgende stap. Korte motivatie					
• Korte motivatie selectie parameters					
• Aantal monsterlocaties	1	2	3	4	5
	6	7	8	9	10
	> 10				
• Verontreinigingsgradiënt	ja	nee			
• Keuze referentielocaties	Lokaal schoon	Lokaal minst verontreinigd	Standaard bodem/kunstgrond	Referentiewaarde literatuur	
• Knelpunten uitvoering veldwerk (kort en bondig)					
• Knelpunten uitvoering testen en analyses (kort en bondig)					

Interpretatie/beoordeling				
• Effecten gevonden (meerdere keuzes mogelijk)	Bioassays ja	Bioassays nee	Veld ja	Veld nee
• Effecten verklaarbaar door verontreiniging	Ja	Deels	Nee	
• Beoordelingsmethode	NOBIS triade	Afgeleid van waterbodemonderzoek	RIVM methode	Overig (vul laatste veld in)
• Risico	Ja	Nee		
• Restonzekerheden ecologische risico's	Ja, acceptabel	Ja, niet acceptabel	Nee	Indien ja, dan korte motivatie
• Restonzekerheden saneringsnoodzaak	Ja	Nee	Indien ja, toelichten	
• Stemmen stap 2 (Sanscrit) en stap 3 (TRIADE) overeen	Ja	Nee		

beslissfase					
• Welke beschikking is genomen (navragen opdrachtgever)	Herinrichten	Beheersmaatregelen	Niet saneren	Conventioneel saneren	Geen beslissing op basis van TRIADE
• Is/wordt gesaneerd (navragen opdrachtgever)	Ja	Nee			
Hoe verhouden de kosten van onderzoek zich tot (eventuele) saneringskosten					
• Kosten TRIADE					
• Indien bekend, kosten sanering					
Heeft TRIADE een rol gespeeld in:					
• Besluitvorming	Ja	Nee			
• Herinrichting	Ja	Nee			
• Bodemgebruik	Ja	Nee			
• Saneringsvariant	Ja	Nee			
• welke overige belangen hebben een rol gespeeld (kort en bondig, eventueel navragen opdrachtgever)					

<b>Overig</b>	
<i>Onderstaande punten zijn vrij in te vullen en zeer belangrijk voor het inzicht in het proces. Gelieve hier voldoende aandacht aan te besteden</i>	
• knelpunten (voorafgaand aan de opdracht, uitvoering, interpretatie, beslisfase). Zowel technisch inhoudelijk als procesmatig	
• hoe kunnen deze knelpunten bij toekomstige projecten voorkomen worden	
• sterke punten	
• zwakke punten	
• kansen	
• bedreigingen	

## Bijlage 2. Achtergrond Triade onderzoek waterbodems

### Kader

De wetwijziging van de Wet Bodembescherming (Wbb) per 1 januari 2006 is uitgewerkt in de 'Circulaire Sanering Waterbodems' met als toelichting hierop de bijbehorende bijlage 'Handleiding Sanering Waterbodems'. De wijzigingen zijn tevens aanleiding geweest tot het opstellen van de 'Richtlijn Nader Onderzoek Waterbodems' in 2008. Deze vervangt de oude richtlijn uit 2002. In de richtlijn wordt onder andere uitgewerkt op welke wijze de ecologische risico's kunnen worden bepaald.

Net als bij landbodems worden de ecologische risico's tezamen met de humane risico's en verspreidingsrisico's gebruikt om de spoedeisendheid van sanering en de saneringsdoelstelling te bepalen. Bij waterbodems worden bij verspreidingsrisico's zowel het oppervlaktewater als grondwater meegenomen, bij landbodems alleen grondwater. Bij waterbodems wordt in de beslisfase ook de milieuwinst op korte termijn meegewogen. Denk bijvoorbeeld aan herverontreiniging door bronnen stroomopwaarts, of juist afdekking met schoon slib.

De richtlijn is specifiek ontwikkeld voor de permanent natte gedeeltes van de waterbodems, een duidelijk afgebakend milieucompartiment. Voor specifieke gevallen (bagger op de kant, periodiek natte bodems zoals uiterwaarden) gelden andere richtlijnen. Voor vervolgstappen voor de beoordeling van periodiek natte delen van de waterbodems wordt in de richtlijn waterbodems verwezen naar de methodiek die voor droge bodems wordt toegepast.

### Ecologische risico's waterbodems

De risicobeoordeling voor het ecosysteem bestaat uit twee risicosporen. In het ene risicospoor wordt gekeken naar effecten op organismen (zoals macrofauna) door *directe* blootstelling. In het andere risicospoor wordt gekeken naar vogels en zoogdieren die middels doorvergiftiging via het voedsel *indirecte* blootstelling ondervinden. Beide risicosporen zijn onderverdeeld in twee stappen: de eerste stap is een modelmatige inschatting, de tweede stap is een nadere inschatting op basis van biologische effectmetingen.

#### Stap 1:

De modelmatige inschatting kent overeenkomsten met het gebruik van Sanscrit in stap 2 van de beoordeling bij landbodems. De potentiële effecten worden ingeschat op basis van biologisch beschikbare gehalten en concentraties in het sediment. Deze worden vergeleken met toetsingscriteria.

Voor de inschatting wordt gebruik gemaakt van het computermodel OMEGA. Dit model berekent op basis van toxiciteitsgegevens per stof het percentage soorten dat onbeschermd is en dus potentieel effecten kan ondervinden. Dit wordt de Potentieel Aangetaste Fractie (PAF) genoemd. Uit de PAF per stof wordt de toetsparameter msPAF berekend (multi-substance PAF), waarmee de gecombineerde effecten worden ingeschat.

De berekeningen worden uitgevoerd op basis van beschikbare gehalten (directe risicospoor) of interne gehalten in organismen (indirecte risicospoor). De biologische beschikbaarheid krijgt hierdoor een prominente plaats in de eerste stap van de ecologische risicobeoordeling.

De msPAF wordt uitgedrukt als percentage bedreigde diersoorten. Indien de msPAF groter is dan 20% volgt verder onderzoek door middel van biologische effectmetingen. Bij een msPAF kleiner dan 20% wordt aangenomen dat er geen onaanvaardbare risico's zijn voor de ecologie en hoeft geen verdere risicobeoordeling te worden uitgevoerd.

De PAF berekening kan slechts voor een beperkt aantal stoffen worden uitgevoerd, te weten metalen, PAK's, PCB's en een aantal bestrijdingsmiddelen. Voor overige verontreinigingen gaat men direct door naar stap 2.

*Stap 2:*

In stap 2 worden de ecologische risico's nader ingeschat door middel van biologische effectmetingen. Ook hier wordt weer onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte effecten.

Bij het directe effect spoor wordt de toxiciteit bepaald door middel van bioassays en worden waarnemingen aan macrofauna in de contactzone van de waterbodem gedaan. Er wordt veel nadruk gelegd op de verklaarbaarheid van de resultaten (m.a.w. kunnen de waargenomen effecten aan de verontreinigingen gerelateerd worden). Dit gebeurt door vergelijking van concentraties met toxiciteitsdata uit de literatuur. Bij macrofauna is het moeilijk(er) onderscheid te maken in effecten van de verontreiniging en effecten van omgevingsfactoren. Om die reden wordt aangeraden om eerst effecten in de bioassays aan te tonen en pas indien deze aantoonbaar zijn actuele risico's te toetsen met veldwaarnemingen.

De selectie van uit te voeren bioassays dient gebaseerd te worden op de aanwezige verontreinigingen en de sedimentkarakteristieken. Er bestaan twee documenten die aanwijzingen geven voor de keuze van bioassays<sup>1</sup>, maar de keuze ligt niet vast. Wel dienen er tenminste drie bioassays te worden uitgevoerd met organismen uit verschillende taxonomische groepen, waarvan tenminste twee met bodembewonende organismen (*whole-sediment* testen). Daarbij wordt gekeken naar chronische effecten, dwz. effecten op sterfte, groeiremming en vermindering van voortplantingssucces. De interpretatie van de effecten ligt wel vast en wordt geschaald naar de categorieën 'geen', 'matig' of 'ernstig risico': effecten dienen allereerst significant te zijn ten opzichte van een referentie of blanco. Is het effect groter dan 50% dan is sprake van een ernstig effect. Een significant effect lager dan 50% wordt als een matig effect beoordeeld.

Indien de effecten niet verklaarbaar zijn door de aanwezige verontreiniging is verder onderzoek gewenst, hetzij naar de veroorzakende stoffen, hetzij een veldinventarisatie gericht op macrofauna.

Indien *directe* effecten zijn aangetoond met de bioassays dan kan de initiatiefnemer overwegen dit effect te toetsen met waarnemingen in het veld, primair een inventarisatie van sedimentbewonende macrofauna. Hierbij zijn voor een aantal groepen organismen en gebieden normaalranges oftewel referenties bepaald.

Voor watersystemen waar geen normaalwaarden voor bestaan, wordt aangeraden om referentielocaties mee te nemen. Op die manier kunnen criteria voor onaanvaardbare effecten locatiespecifiek worden vastgesteld. In de richtlijn waterbodems wordt een vuistregel gegeven dat parameters die meer dan 90% onder de normaalwaarde scoren in de beoordeling meetellen als een ernstig effect.

Indien *indirecte* effecten worden vermoed dan kunnen dieren uit het veld worden verzameld om hierin interne gehalten te meten. De uitkomsten kunnen ook worden ingevoerd in het model OMEGA om zo tot een berekening van doorvergiftiging te komen. In de interpretatie geldt dat een msPAF groter dan 50% wordt beoordeeld als een ernstig risico.

---

<sup>1</sup> *Bioassays onder de loep* (2004). Selectie van chronische *in vivo* bioassays voor zoete sedimenten. Spier, J.L., J.G.M. Derksen, J.Lahr en J.L. Maas. RIZA rapport 2004.011; *Het ontwikkelen van chronische in vivo bioassays voor brakke en mariene sedimenten* (2003). Postma, J., A. Derksen, M. van den Heuvel-Greve en D. Vethaak. RIKZ rapport 2003.001.

