

TNO-rapport

Marktverkenning expert-systeem monsternemings-
strategie bodemverontreiniging

IMW - R 93/194

Auteur : F.P.J. Lamé

Datum : 5 augustus 1993

Opdrachtnummer : 51813

Opdrachtgevers : Instituut voor Milieuwetenschappen
TNO
Raad van Bestuur TNO

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 TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten aan TNO', dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

INHOUD

	blz.
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	4
2. HET SYSTEEM	5
3. JAD-SESSIE	8
4. MARKTVERKENNING	12
5. SYSTEEM-ANALYSE	14
6. CONCLUSIES	16
7. REFERENTIES	17

SAMENVATTING

In de periode van juni 1992 tot en met mei 1993 is in een samenwerking tussen IMW-TNO, TPD-TNO en IBM een verkenning uitgevoerd naar de mogelijkheid tot het opzetten van een expert-systeem voor onderzoek naar bodemverontreiniging.

In de verkenning is globaal gekeken naar de mogelijkheden die er zouden kunnen bestaan om in een samenwerkingsverband tussen TNO en IBM het betreffende expert-systeem te bouwen en te exploiteren. Naast een aantal overleggen tussen TNO en IBM om de mogelijkheden tot samenwerking te polsen zijn de volgende activiteiten ontplooid:

- definitie van het systeem
- JAD-sessie met externe deskundigen
- Marktverkenning
- Eerste informatie-analyse

Op basis van de marktverkenning en de ontwikkelingen op het gebied van bodemonderzoek is gezamenlijk met IBM geconcludeerd dat het op dit moment niet haalbaar is een expert-systeem te bouwen dat in voldoende mate kan worden verkocht om tenminste de ontwikkelingskosten terug te verdienen. In de toekomst kan dit echter wel mogelijk zijn. Met IBM is daarom afgesproken om over circa één jaar de stand van zaken opnieuw te bekijken.

1. INLEIDING

Door IMW-TNO zijn protocollen opgesteld voor de monsternemingsstrategie bij oriënterend en nader onderzoek naar bodemverontreiniging [1,2]. Gezien de complexiteit van de problematiek rond de monsterneming is het in principe aantrekkelijk een expert-systeem te ontwikkelen waarin de kennis uit de protocollen is opgenomen.

Door IBM wordt in het kader van een veranderende marktstrategie gezocht naar mogelijkheden tot software ontwikkeling. Hierbij ligt de nadruk niet meer (alleen) op het verkopen van computersystemen, maar vormt specifieke marktgerichte software een belangrijk verkoopargument. De milieumarkt wordt door IBM en andere soft- en hardware bedrijven [3] gezien als een belangrijk groei gebied. In dit kader zijn er door IBM contacten gelegd met IGG-TNO en ITI-TNO (later TPD-TNO). Hieruit is het contact met IMW-TNO ontstaan, waarbij de genoemde protocollen als mogelijk onderwerp van samenwerking naar voren zijn geschoven.

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste punten die bij het onderzoeken naar de mogelijkheden voor het expert-systeem naar voren zijn gekomen. Daarbij wordt aandacht besteed aan:

- de definitie van het systeem (hoofdstuk 2);
- de gehouden JAD-sessie met externe deskundigen (hoofdstuk 3);
- de uitgevoerde marktverkenning (hoofdstuk 4);
- de eerste systeem-analyse die is uitgevoerd (hoofdstuk 5).

Op basis van de verkregen informatie, zoals verkort weergegeven in de hoofdstukken 2 tot en met 5, worden in hoofdstuk 6 conclusies getrokken met betrekking tot de verdere voortgang op dit gebied.

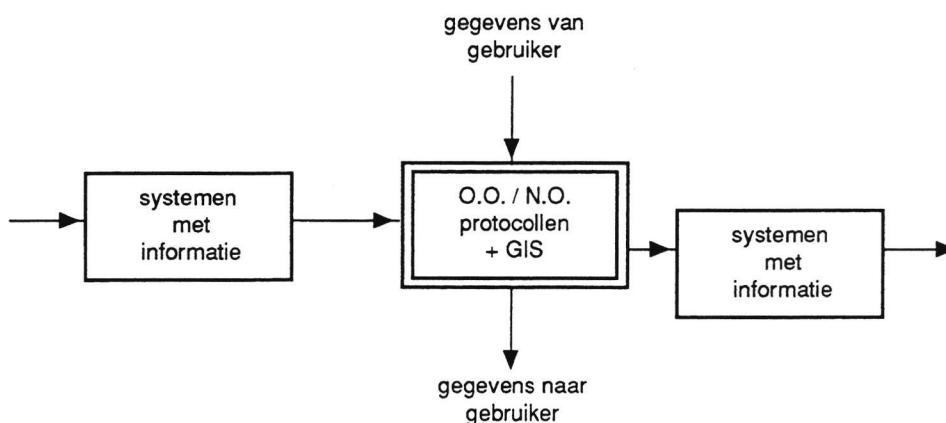
De door IMW-TNO uitgevoerde werkzaamheden zijn mede mogelijk gemaakt door een bijdrage uit de Beleidsruimte TNO van de Raad van Bestuur.

2. HET SYSTEEM

Het te ontwikkelen expert-systeem is gedurende het project als volgt gedefinieerd:

Bij IBM en TNO bestaat de indruk dat er in Nederland behoefte bestaat aan een kennissysteem waarin de kennis uit de protocollen voor oriënterend en nader onderzoek op een handzame en gebruikersvriendelijke manier wordt gepresenteerd. Gezien het type informatie op basis waarvan beslissingen met betrekking tot de monsternemingsstrategie worden genomen, ligt daarbij de directe en interactieve koppeling van het kennissysteem met een geografisch informatie systeem (GIS) voor de hand.

Dit leidt tot het volgende beeld van het systeem, waarin het dik omkaderde blok het te ontwikkelen systeem weergeeft.



Figuur 1 Globale positie van het expert-systeem in de informatie-stromen

Het systeem laat zich dan als volgt omschrijven:

Binnen het systeem wordt een interactieve koppeling van de handleidingen voor oriënterend en nader onderzoek met een geografisch informatie systeem tot stand gebracht. Het GIS deel van het systeem wordt gebruikt voor het verwerken van informatie uit het vooronderzoek (veelal kwalitatieve informatie maar ook kaarten e.d.) en uit het oriënterend en nader onderzoek zelf (bodempopbouw, analyseresultaten, organoleptische waarnemingen). Het kennissysteem deel van het systeem moet vervolgens in staat zijn om, op basis van de gegevens in het GIS en conform de regels in het kennissysteem, beslissingen te nemen omtrent de te volgen monsternemingsstrategie.

Voor een brede inzetbaarheid (zowel toetsend (gemeente, provincie, rijk) als actief plan-nend (ingenieursbureaus)) zijn twee methoden voor data-invoer en verwerking van belang:

1. Op basis van de gegeven informatie stelt het systeem een monsternemingsstrategie voor;
2. Op basis van de gegeven informatie controleert het systeem of de uitgevoerde monster-nemingsstrategie past bij de gestelde en getoetste hypothese omtrent de ruimtelijke ver-deling van de verontreiniging.

Hoewel mogelijkheid 1 zijn voornaamste toepassing zal vinden bij de ingenieursbureaus en mogelijkheid 2 bij het bevoegd gezag, zullen beide mogelijkheden gedurende het onder-zoek samenvloeien. Dit wordt veroorzaakt doordat de toetsing van de ruimtelijke verdeling en verdere strategiekeuze direct aan elkaar zijn gerelateerd. Dit biedt het bevoegd gezag tevens de mogelijkheid om actief (sturend) bij het onderzoek betrokken te zijn.

Zoals in figuur 1 reeds is aangegeven kan er onderscheid worden gemaakt in verschillende informatiestromen. Er is sprake van:

1. informatie die door de gebruiker in het systeem wordt gebracht (boorstaten, analyse-resultaten, organoleptische waarnemingen, strategie aanpassingen e.d.);
2. informatie die met behulp van andere informatiesystemen in het systeem wordt ge-bracht (digitale kaarten, onderzoeksgegevens eerdere onderzoeken (diverse gegevens-bestanden, gegevens uit bodem informatie systemen (BIS) e.d.);
3. informatie uitwisseling in het systeem zelf (koppeling tussen kennissysteem en gege-vens in GIS, koppeling van gegevens aan eerdere beslissingen of hypothesen e.d.);
4. informatie die het systeem aan de gebruiker levert (planning verdere onderzoek, moti-vatie keuzes, verontreinigingskaarten e.d.);
5. informatie die het systeem aan andere informatie systemen kan leveren (bodem infor-matie naar BIS, gedetailleerd beeld verontreinigingssituatie voor toepassing in diverse (te ontwikkelen) modellen/systemen (b.v. risico-evaluatie, bepaling sanering urgentie, afwegen van prioriteitsstellingen, ontwerpen en afwegen saneringsalternatieven, afwegen reinigingsalternatieven etc.) e.d.).

Om tot een bruikbaar en gebruikersvriendelijk systeem te komen dienen er een aantal tech-nisch-inhoudelijke randvoorwaarden aan het systeem te worden gesteld. Een aantal belang-rijke hiervan zijn:

- het systeem moet goed kunnen communiceren met diverse soorten data-bestanden in diverse omgevingen;

- er moet binnen het systeem een actieve koppeling van het beslissingsgerichte deel met het GIS deel bestaan;
- in het GIS deel moet niet slechts informatie over de verontreiniging worden opgeslagen, maar ook andere soorten informatie (zie de checklist in hoofdstuk 2 van het oriënterend onderzoek [1]);
- het systeem moet onderscheid kunnen maken tussen verschillende soorten van analysegegevens, kunnen omgaan met aan elkaar gekoppelde (elkaar aanvullende) informatie en kunnen toetsen of de verschillende gegevens inderdaad gecorreleerd zijn (bijvoorbeeld PID-metingen in combinatie met analyses op vluchtige koolwaterstoffen, correlatie tussen Cd en Zn);
- het moet mogelijk zijn om op termijn verspreidingsmodel(len) en risico-evaluatie modellen aan het systeem te koppelen, waarbij interactief gebruik van deze modellen wordt gemaakt;
- het moet voor de gebruiker mogelijk zijn om actief in te grijpen in de door het systeem geleverde voorstellen;
- het systeem moet een kostenindicatie kunnen leveren van het voorgestelde onderzoek;
- het systeem moet de keuzes die het doet motiveren, de motivatie wordt bij voorkeur alleen gegeven als er om wordt gevraagd;
- de mogelijkheid moet bestaan om het systeem (relatief) eenvoudig te kunnen aanpassen aan de wensen van een specifieke gebruiker (gebruik van (iets) afwijkende monsternemingsstrategie door bijvoorbeeld een gemeente) of aanpassingen in het landelijk beleid (ook wezenlijke wijzigingen);
- het systeem moet om kunnen gaan met metingen die op meerdere momenten op één plaats zijn uitgevoerd;
- bij het leveren van contourkaartjes in het GIS dient het systeem voor gecorreleerde gegevens aan te geven dat de contouren voor een (belangrijk) deel zijn gebaseerd op de concentraties van een andere component;
- bij de ontwikkeling van het systeem moet worden onderzocht of voor de interpolatie-technieken die worden gebruikt voor het maken van contour-kaarten bijvoorbeeld een geautomatiseerde kriginginterpolatie kan worden ingebouwd (b.v. methode Haas [4]; inclusief beveiliging tegen onjuist gebruik);
- het systeem dient bij het monsternemingsplan per boring en diepte aan te geven op welke componenten moet worden geanalyseerd;
- het systeem dient in een bepaalde tijdsperiode aan meer dan één geval te kunnen werken (met name van belang voor data-opslag mogelijkheden).

3. JAD-SESSIE

Om op basis van de systeem beschrijving zoals weergegeven in hoofdstuk 2 tot een nadere definitie van het systeem te komen en vast te stellen welke onderdelen van het systeem door deskundigen in het veld van belang worden geacht is een JAD-sessie (Joint Application Design) georganiseerd.

Tijdens een JAD-sessie wordt op basis van een eerste concept door een aantal deskundigen gediscussieerd over de inhoud van het systeem. Voor het ontwerpen van een systeem kan gebruik worden gemaakt van een serie van JAD-sessies waarbij in elke sessie meer in detail op (delen van) het systeem wordt ingegaan [5].

Bij de JAD-sessie waren aanwezig:

- Drs. R.R. Nijman, IBM Nederland N.V.
- Ir. A.A.J. Reuver, IBM Nederland N.V.
- E.C. van Heusden, IBM Nederland N.V. (sessie-leider)
- Drs. J.P. Okx, TAUW Infra Consult B.V.
- L.P.H. Bruin, Provincie Noord-Holland
- Ir. V. Brettschneider, Gemeentewerken Rotterdam
- Drs. F. de Vré, Provincie Overijssel
- Drs. M.T.M. Vossen, RIZA
- Ing. D.P. Sundermeijer, Hoogheemraadschap Schieland
- Ir. G.O. Fischer, TPD-TNO-CTI
- Drs. A.J. Palsma, IMW-TNO
- F.P.J. Lamé, IMW-TNO

De gevoerde discussie kan als volgt worden samengevat:

Na een inleiding door de heren Reuver en Van Heusden van IBM is gestart met de definitie van de doelstelling van het systeem. De volgende doelstelling is geformuleerd:

Doelstelling van het systeem:

Verkrijgen van een ruimtelijk beeld van een verontreiniging, waarbij het systeem een zo economisch mogelijke onderzoeksstrategie moet geven.

Het ruimtelijk beeld van de verontreiniging wordt van belang geacht voor de onderzoeker die het betreffende geval van bodemverontreiniging moet onderzoeken. Daarnaast wordt een goede weergave van de verontreiniging van belang geacht als middel om belanghebbenden (b.v. bewoners) te kunnen informeren over de verontreinigingssituatie.

Bij het geven van een onderzoeksstrategie dient de prijs / kwaliteitsverhouding een belangrijke rol te spelen. Daarbij dienen kosten van een verdere precisering van de verontreinigingssituatie te worden afgewogen tegen de vermindering van saneringskosten of verhoging van het milieuhygiënisch rendement.

Het onderzoekstraject wordt beschreven:

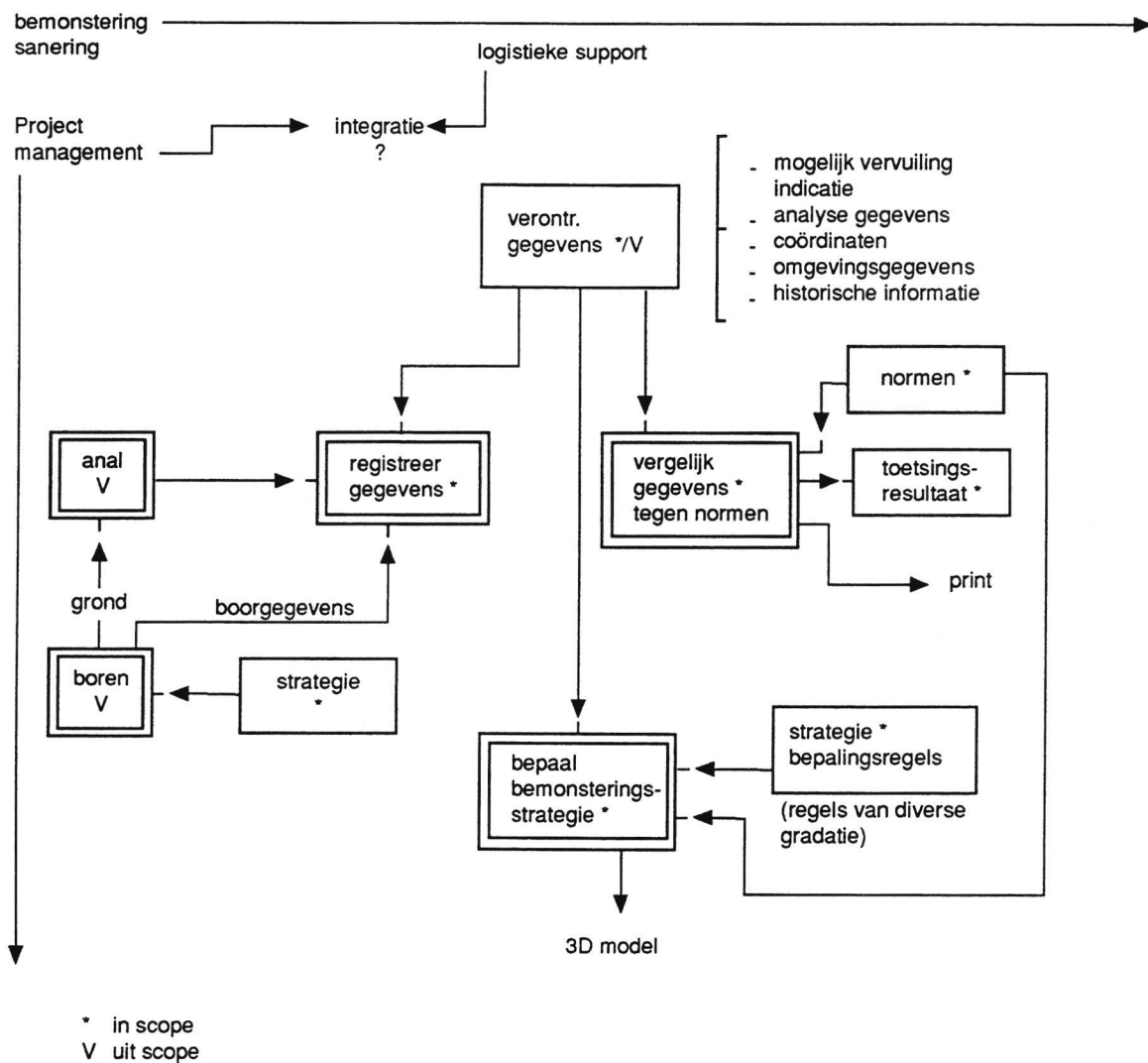
Uitgaande van een indicatief of oriënterend onderzoek waarin verontreiniging wordt aangetroffen wordt het onderzoek voortgezet in het nader onderzoek. Dit onderzoek moet een drie-dimensionaal beeld van de verontreiniging opleveren. Na het nader onderzoek volgt een saneringsonderzoek waarin de verschillende saneringsvarianten worden afgewogen. Na keuze van een saneringsvariant wordt het saneringsplan opgesteld dat leidt tot de uiteindelijke sanering.

De deelnemers aan de JAD-sessie zijn het er over eens dat dit hele traject (vooralsnog) niet door één systeem kan worden gedekt. Verder is gesproken over een systeem dat de eerste onderdelen van het traject omvat, namelijk de onderzoeksstappen die leiden tot een drie-dimensionaal beeld van de verontreiniging.

Op basis van de verschillende activiteiten die plaatsvinden bij het onderzoeken van een verontreinigingsgeval worden de mogelijke onderdelen van het systeem geïnventariseerd:

- een initiële set aan gegevens (o.a. omgevingsgegevens, historie, bodeminformatie);
- een initiële onderzoeksstrategie op basis van de initiële set aan gegevens;
- het bemonsteren van de bodem (als activiteit buiten het systeem vallend);
- het analyseren van de verkregen bodemmonsters (als activiteit buiten het systeem vallend);
- het registreren van de informatie van bemonsteren en analyseren;
- het vergelijken van de opgeslagen informatie met gestelde normen;
- het weergeven van het toetsingsresultaat;
- het bepalen van een aanvullende monsternemingsstrategie op basis van een aantal strategie-bepalingsregels.

Dit is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2 Schematische weergave van het expert-systeem op basis van de JAD-sessie

Waar het gaat om het vergelijken van opgeslagen informatie met normen kan onderscheid worden gemaakt tussen verschillende "soorten" normen. Niet alleen A- B- en C-waarde komen hierbij in aanmerking maar ook bijvoorbeeld een hypothese stellingen ten aanzien van de ruimtelijke verdeling van de verontreiniging.

De strategie-bepalingsregels die worden gebruikt voor het bepalen van aanvullende monsterneming kunnen in de loop van het onderzoekstraject wijzigen. Ten gevolge van deze wijziging in strategie-bepalingsregels kan het systeem zowel de onderzoeksfasen oriënterend onderzoek als nader onderzoek omvatten.

Van de verschillende activiteiten, informatie en regels is vastgesteld wat binnen het systeem zou moeten vallen (zie figuur 2; onderdelen met *).

Door de deelnemers aan de JAD-sessie is unaniem gekozen voor een systeem dat adviseert omtrent de monsterneming en de motivatie voor dat advies weergeeft, maar waarbij een deskundige uiteindelijk beslist. Een leek hoeft niet met het systeem te kunnen werken.

De deelnemers waren van mening dat de behoefte aan een dergelijk systeem met name bestaat bij de grote gevallen van bodemverontreiniging. Voor kleine gevallen is de hoeveelheid informatie die beschikbaar komt gering en kan een deskundige ook zonder hulp van het systeem voldoende uit de voeten.

Wel is er bij de deelnemers behoefte aan een systeem dat een betere prioriteitsstelling voor het uitvoeren van onderzoek en sanering mogelijk maakt.

Toepassing van het geschetste systeem ligt met name bij de ingenieursbureaus en niet bij de provinciale overheid.

Een "wettelijke" status van de TNO protocollen voor oriënterend en nader onderzoek zal echter wel een veel bredere basis voor de toepassing van het systeem geven.

4. MARKTVERKENNING

Belangrijk voor de vraag of het beoogde systeem moet worden gebouwd is de vraag of er een markt voor het systeem bestaat. In potentie is die markt aanwezig in de vorm van alle organisaties die op structurele basis in aanraking komen met bodemverontreiniging. Dit betreft met name het bevoegd gezag (provincies, (grote) gemeentes, waterkwaliteitsbeheerders) en de ingenieurs- en adviesbureaus. Voor de beslissing tot het bouwen van een systeem is echter een deskundig uitgevoerde marktverkenning noodzakelijk.

IBM heeft een eerste marktverkenning laten uitvoeren door een stagiaire (student bedrijfs-economie, afstudeerrichting marketing). Deze heeft bij 4 provincies en 5 ingenieursbureaus gesprekken gevoerd. Het marktonderzoek is door IBM gerapporteerd [6].

In het betreffende rapport worden de gevoerde gesprekken als volgt samengevat:

Het blijkt dat de levensvatbaarheid van het bodemkennissysteem in sterke mate afhangt van de wettelijke status van de protocollen voor het oriënterend en nader onderzoek zoals die door TNO zijn opgesteld. De reden hiervoor ligt bij de acceptatie van de protocollen in de markt.

Binnen de groep van respondenten zijn er twee afzonderlijke groepen te onderscheiden. De eerste groep is die van de provincies en de tweede groep zijn de adviesbureaus. Beide groepen kijken op een bepaalde manier tegen de protocollen aan. De provincies zien in dat de protocollen theoretisch goed in elkaar zitten en daarom een handvat geven voor het structureren van de markt. Wel heeft men enige bedenkingen bij het praktisch gebruik van de protocollen, maar over het algemeen staat men niet negatief tegenover de protocollen.

De adviesbureaus echter staan, voorzover ze met de protocollen bekend zijn, beduidend negatiever tegenover de protocollen. Hoewel men ook wel in ziet dat de protocollen theoretisch goed in elkaar zitten, denkt men dat ze in de praktijk niet te gebruiken zijn. Hoofdoorzaken hiervoor zijn de te geringe flexibiliteit die de protocollen bieden en de te dure methode van bodemonderzoek zoals die uit de protocollen volgt. Ook één van de adviesbureaus dat niet bekend is met de exacte inhoud van de protocollen staat negatief tegenover de protocollen omdat volgens hen het specialistenwerk, dat bodemonderzoek is, niet is te standaardiseren.

De conclusie die ten aanzien van de protocollen kan worden getrokken, is dat als de protocollen geen wettelijke verplichting worden, geen van de adviesbureaus onder de respondenten eraan denkt om het bodemonderzoek met behulp van de protocollen uit te gaan voeren. Aan een systeem dat op basis van deze protocollen dan een handleiding geeft voor het uitvoeren van bodemonderzoek bestaat dan ook geen behoefte.

Wel dient te worden vermeld dat men ten aanzien van het protocol voor het oriënterend onderzoek beduidend positiever staat dan ten aanzien van het protocol voor het nader onderzoek. Volgens sommige van de respondenten valt er met het protocol voor het oriënterend onderzoek in de praktijk te werken, afgezien van de hogere kosten die dat met zich meebrengt.

Afgezien van de houding tegenover de protocollen staat men in de markt toch positief tegenover het systeem. Bijna binnen elke organisatie die de respondenten vertegenwoordigden bestonden er mogelijkheden voor het voorgestelde systeem. Wel moet ook hier een onderscheid worden gemaakt tussen de provincies en de adviesbureaus. Met name bij deze laatste groep liggen de mogelijkheden voor het systeem.

Een van de belangrijkste oorzaken hiervoor is het feit dat het door TNO en IBM te ontwikkelen systeem op termijn het hele traject van onderzoek tot en met de uiteindelijke sanering omvat. Er is nog geen vergelijkbaar systeem wat dat kan doen. De bestaande systemen richten zich op een bepaald onderdeel van dat traject en zijn niet aan elkaar te koppelen tot een vergelijkbaar systeem. Wel ligt hier de kritische vraag bij de respondenten, namelijk of het wel mogelijk is om een systeem te bouwen zoals TNO en IBM dat voor ogen hebben.

Een ander groot voordeel dat men ziet in het systeem is het overzicht dat het systeem kan brengen in de markt. Dit door de uniforme manier van werken zoals die uit het systeem zal volgen. Een groot nadeel dat men in het systeem ziet is dat men er weinig vertrouwen in heeft dat het systeem het vereiste specialisme bij bodemonderzoek kan ondervangen.

De belangrijkste eisen die men dan ook aan het systeem stelt zijn de gebruikersvriendelijkheid, flexibiliteit en interactiviteit met de aanwezige systemen en database bestanden.

Voor een introductie van het systeem zijn de ontwikkelingen van de wettelijke status van de protocollen van groot belang, samen met de mogelijkheden die het systeem kan bieden voor de onderscheiden organisaties. Bij het verder ontwikkelen van het systeem is het raadzaam om de mogelijkheden die het systeem gaat bieden terug te koppelen naar de uiteindelijke gebruiker van het systeem. Nagegaan moet dan worden of die mogelijkheden van het systeem ook daadwerkelijk toegevoegde waarde kunnen bieden aan de gebruiker en niet alleen een leuke toevoeging is die verder geen waarde heeft voor de onderneming. Ook dient te worden gekeken naar de mogelijkheden om een ruimere norm dan alleen de protocollen van het oriënterend en nader onderzoek in het systeem mee te nemen.

Tenslotte moet worden gekeken naar eventuele mogelijkheden voor de opdrachtgevers van het systeem. Zo ontstaat er een grotere mogelijkheid voor het systeem. Met name wordt hier dan de toegevoegde waarde voor de provincies en de steden die als opdrachtgever van een bodemonderzoek fungeren bedoeld.

5. SYSTEEM-ANALYSE

Op basis van de gevoerde gesprekken met IBM en de definitie van het systeem in deze gesprekken en de JAD-sessie is duidelijk geworden dat het een complex systeem zal betreffen. Om de mogelijkheden om een dergelijk systeem te bouwen te kunnen beoordelen is een eerste systeem-analyse uitgevoerd. Deze systeem-analyse moest aangeven hoe de verschillende informatiestromen in het te bouwen systeem met elkaar in relatie staan en welke delen van de kennis nader moeten worden uitgewerkt om de bouw van het systeem mogelijk te maken. De systeem-analyse is uitgevoerd door de TPD-TNO.

Bij de systeem-analyse is in eerste instantie uitgegaan van de protocollen voor oriënterend en nader onderzoek. Aanvullend is de systeem-analyse die op basis van de protocollen was gemaakt doorgesproken met Lamé (auteur protocollen) en aangepast.

Op basis van deze eerste globale systeem-analyse is door de TPD-TNO het volgende geconcludeerd:

1. Hoewel de protocollen voor gebruik in de dagelijkse praktijk door specialisten waarschijnlijk voldoende inhoudelijke details bevatten, bieden ze onvoldoende houvast voor het definiëren en specificeren van het uiteindelijke kennissysteem. Dit betekent dat er redelijk veel extra werk vastzit aan het definiëren en specificeren van het uiteindelijke systeem.
2. De afbakening van de systeemgrenzen en het vaststellen van de grenzen van de verschillende modules binnen het systeem levert nog veel problemen op en zal aanleiding geven tot veel discussie tussen de betrokken partijen bij de uitwerking. Hiervoor zal bij de planning van de definitiestudie en het functioneel ontwerp voldoende ruimte moeten worden voorzien.
3. De protocollen veronderstellen nog veel inhoudelijke achtergrondkennis bij de gebruiker. Deze kennis wordt impliciet aanwezig verondersteld, of anders makkelijk opzoekbaar/benaderbaar voor de betrokken specialist. Bij de uitwerking van het systeem zal (een deel van) deze kennis echter expliciet moeten worden gemaakt en op enigerlei wijze in het systeem worden verwerkt. Dit kan door deze kennis in het systeem te integreren, of door bij het gebruik (met name bij de input) via controle-mechanismen te checken of op een juiste wijze gebruik is gemaakt van de impliciet veronderstelde voorkennis. Beide methoden compliceren het systeemontwerp en kunnen het bereiken van de hoog genoteerde systeem-eisen flexibiliteit en gebruikersgemak / interactiviteit bemoeilijken.

4. De gewenste dan wel noodzakelijke aansluiting van het kennissysteem op verschillende andere systemen die worden gebruikt bij bodemonderzoek (in het bijzonder op de geografische informatiesystemen) is nog nauwelijks onderzocht. Dit levert momenteel complicaties op bij het vaststellen van de systeemgrenzen en de noodzakelijke interfaces met de systeemomgeving.
5. Om het systeem zelf correct te laten werken, zijn diverse aanvullende, momenteel nog niet gedefinieerde systeemonderdelen nodig, zoals een beheerfunctie, beveiliging, diverse administratieve functies en wellicht een "onderzoeksstatusbewakingsfunctie".
6. Mede door de bovengenoemde onduidelijkheden en witte plekken in het systeemontwerp is het nog niet mogelijk een schatting te maken van de omvang en complexiteit van het systeem. Daarom is ook een schatting van de kosten nog niet reëel te maken.
7. Voorgesteld wordt om als eerstvolgende stap een uitgebreidere systeemdefinitie uit te voeren, waarin zowel de begrenzing van het systeem als de invulling van het systeem met hoofdmodulen voldoende gedetailleerd wordt uitgewerkt (zonder al te vervallen in gedetailleerde functionele specificaties).

6. CONCLUSIES

Uit de voorgaande hoofdstukken kan worden geconcludeerd dat er een aantal onzekere factoren bestaan die van grote invloed zijn op de haalbaarheid van het ontwikkelen van het beoogde expert-systeem. Deze onzekerheden zijn:

- onduidelijkheid over de officiële status die de protocollen voor oriënterend en nader onderzoek krijgen toegekend;
- onduidelijkheid over de inspanning die het zal gaan kosten om het beoogde systeem te bouwen;
- onduidelijkheid over de mogelijke markt voor het systeem, deze zal in sterke mate worden bepaald door de status die aan de protocollen wordt toegekend en de manier waarop het bevoegd gezag met de protocollen zal omgaan (zowel de handhaving als de vraagstelling aan de bureaus; het laatste ook zonder officiële status van de protocollen).

Daarnaast speelt de aankomende inhoudelijke herziening van de protocollen een rol. Hoewel aan de protocollen zelf nog wordt gewerkt, met name in verband met de afstemming van de protocollen aan de wensen van verschillende belangen- en gebruikersgroepen, wordt ook reeds gewerkt aan de statistische onderbouwing van de monsternemingsstrategieën. Voorzien wordt dat circa in 1995 - 1996 deze statistische onderbouwing tot een nieuwe, geheel herziene, versie van de protocollen zal leiden. De periode waarin de huidige versie zal worden toegepast wordt daarmee steeds korter.

Op basis hiervan is door zowel TNO als IBM geconcludeerd dat het op dit moment niet zinvol is om te gaan werken aan een expert-systeem gebaseerd op de huidige versie van de protocollen [1,2]. Aan de andere kant is het zowel inhoudelijk als commercieel interessant om het geschetste expert-systeem op de markt te brengen. Gezamenlijk met IBM is daarom geconcludeerd om over circa een jaar (mei 1994) de ontwikkelingen met betrekking tot de protocollen opnieuw in beschouwing te nemen. Bekeken dient te worden of er dan kan worden gewerkt aan een expert-systeem op basis van de statistische protocollen, zodat het expert-systeem wellicht gelijktijdig met de herziene protocollen kan verschijnen.

7. REFERENTIES

- [1] F.P.J. Lamé en R. Bosman, Leidraad bodembescherming: Oriënterend onderzoek naar de aard, concentratie en plaats van voorkomen van bodemverontreiniging, IMW-R 92/112
- [2] F.P.J. Lamé en R. Bosman, Leidraad bodembescherming: Nader onderzoek naar de aard, concentratie en omvang van bodemverontreiniging, IMW-R 92/113
- [3] Raad voor de Informatie Technologie, Milieubeheer en Informatievoorziening: een pre-competatieve raamwerkstudie naar de informatie-aspecten van effectief milieubeheer bij bedrijfsleven en overheid, maart 1992
- [4] T.C. Haas, Kriging and automated semivariogram modelling within a moving window, Atmospheric Environment, Vol 24A, no. 7, pp. 1759-1769, 1990
- [5] R. Zaal, JAD: Laat de gebruikers het zelf maar uitzoeken, artikel in Informatie Management
- [6] E. van Vianen, Marktverkenning bodemonderzoek, IBM Nederland N.V. februari 1993