

Ontwikkeling van een beslissystematiek voor ex situ bodemsanering

Joop Okx^{1) 2)}, Erika Frankhuizen²⁾, Chris Meijs³⁾, Alfred Stein²⁾ en Charles Pijls¹⁾

1) Tauw Milieu b.v., Afdeling Research and Development, Deventer

2) LU Wageningen, Vakgroep Bodemkunde en Geologie, Wageningen

3) LU Wageningen, Vakgroep Informatica, Wageningen

correspondentieadres: J.P. Okx

Afdeling Research & Development, Tauw Milieu b.v.

Postbus 133, 7400 AC Deventer

Telefoon 05700-99429, telefax 05700-99666

E-mail: jpo@tauw.nl

agro informatica 8(3) / juni 1995

Referaat

Het bodemonderzoeks- en bodemsaneringsproces is in haar huidige vorm niet optimaal. Ter verbetering van dit proces is Tauw Milieu in samenwerking met de LUW een onderzoek begonnen om de bestaande kennis en ervaring op het gebied van ex-situ sanering te inventariseren en zo de kennisoverdracht tussen de verschillende spelers die te maken hebben met het bodemonderzoeks- en bodemsaneringsproces te optimaliseren. Met behulp van de geïnventariseerde kennis is een presenterend systeem ontworpen. Binnen de kennistechnologie zijn veel methoden beschikbaar ter ondersteuning van het ontwerpen van een presenterend systeem. Bij het realiseren van dit presenterend systeem is gebruik gemaakt van de SKE methode. Uit interviews zijn vier beslissbomen naar voren gekomen, die het gehele traject van een onderzoek op een verontreinigde lokatie tot een uitgewerkte saneringsvariant in beeld brengen. Deze beslissbomen zijn getoetst aan enkele praktische situaties.

Trefwoorden: ex situ bodemsanering, beslissystematiek, referentiemodel

Inleiding

Wetenschappers en consultants zijn het er over eens dat bodemsaneringsproblemen een interdisciplinaire aanpak vereisen. We hebben echter in zowel de publieke als in de private sector met een steeds verdergaande decentralisatie van verantwoordelijkheden te maken. Dit feit is eerder in het voordeel van een monodisciplinaire aanpak dan van een interdisciplinaire aanpak. Dit betekent ook dat er binnen het probleemveld bodemsanering ruimte wordt geboden voor meerdere paradigma's. Een verklarend concept of een paradigma is een noodzakelijke voorwaarde voor vooruitgang van een discipline. Het ontbreken van één algemeen geaccepteerd paradigma betekent dat de richting van de ontwikkeling van het vakgebied allerminst vastligt. Het resultaat is een speerpuntenloze activiteit waarin ten aanzien van het probleemveld nauwelijks vooruitgang wordt geboekt (Hudson, 1992).

Bots en Sol (1988) onderscheiden drie verschillende perspectieven van waaruit de effectiviteit van een organisatie kan worden beschouwd: het micro perspectief, het meso perspectief en het macro perspectief. Wanneer we het micro perspectief als uitgangspunt nemen, dan beschouwen we vooral de werkplek van een individu binnen de organisatie en verbeteringen betref-

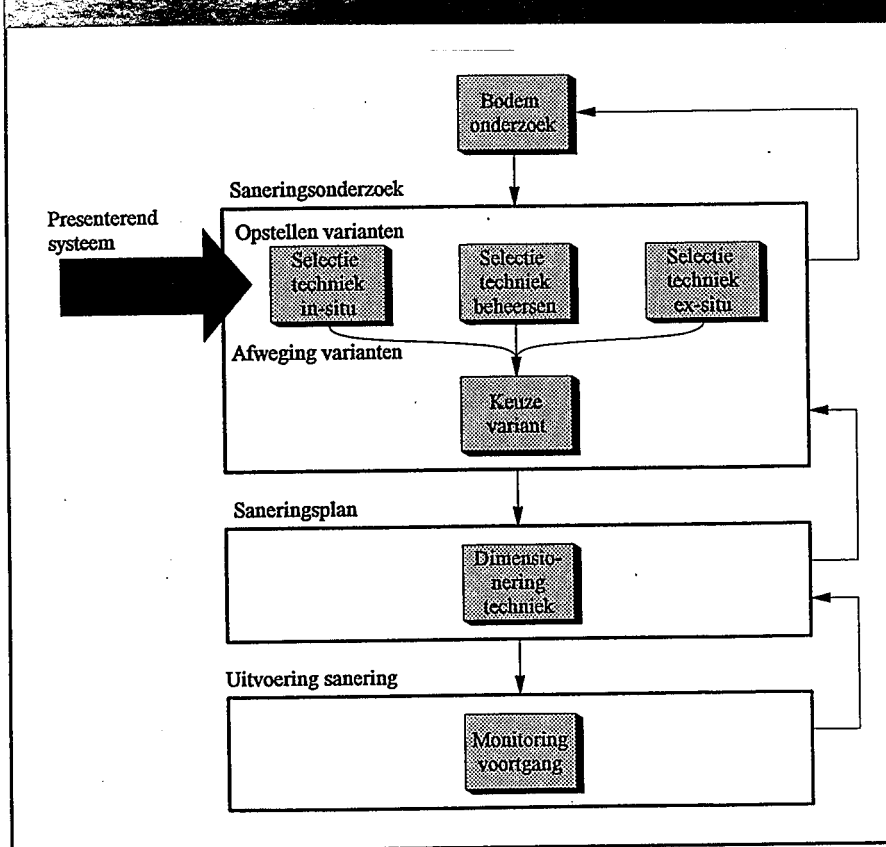
fen derhalve altijd de prestaties van dit individu. Het meso perspectief beschouwt het werkproces als geheel en spitst zich toe op de coördinatie tussen alle bij het proces betrokken individuen. Wanneer we de effectiviteit van de organisatie vanuit het macro perspectief beschouwen dan praten we over het gezamenlijke doel van meerdere organisaties. De onderzoekswereld blijkt een grote voorkeur te hebben voor het microperspectief, dit leidt slechts in uitzonderingsgevallen tot iets anders dan een mono- of een multidisciplinaire aanpak. Bij het uitgewerkte voorbeeld is het werkproces en dus het meso perspectief nadrukkelijk centraal gesteld.

Het doel van dit onderzoek is dan ook inzicht te krijgen in het werkproces dat leidt tot genereren van ex situ bodemsaneringsvarianten. Dit zijn die saneringsvarianten waarvoor grondverzet (ontgraving) noodzakelijk is (afb. 1). Op deze manier kan worden vastgelegd waar en wanneer beslissingen worden genomen en welke gegevens daarbij worden gebruikt.

Bodemsanering

Het bodemonderzoeks- en saneringsproces is een gefaseerd proces. In het nader onderzoek wordt de noodzaak en urgentie voor saneren vastgesteld. In het saneringsonderzoek worden verschillende oplos-

Figuur 1 Schematische weergave van het werkproces bij bodemsanering



singsvarianten uitgewerkt. De verschillende mogelijkheden zijn in afb. 2 weergegeven. Na afweging van deze mogelijkheden wordt een variant gekozen die in het saneringsplan verder wordt uitgewerkt.

De gekozen variant wordt in het saneringsplan gedimensioneerd dat wil zeggen van afmetingen voorzien. In de volgende fase - de besteksfase - worden de daadwerkelijke taken en hoeveelheden vastgesteld. Tenslotte tijdens de uitvoering van de sanering, vindt monitoring plaats. Indien het werkelijke verloop van de sanering afwijkt van het gewenste verloop vindt bijstelling van de gebruikte techniek of eventueel selectie van een andere techniek plaats.

In en tussen de projectfasen zijn processen te onderscheiden, waar informatie, ervaring en deskundigheid worden uitgewisseld. Daar deze verschillende fasen van onderzoek vaak door verschillende personen of instanties worden uitgevoerd is er niet zelden sprake van communicatieproblemen. Het is daarom van belang alle overdrachtmomenten en de daarbij behorende gegevens vast te leggen.

Kennistechnologie

Een systeem kunnen we definiëren als (Klir, 1991):

Every system is a construction based upon some world of experience, and these, in turn, are expressed in terms of purposeful distinctions made either in the real world or in the world of ideas.

De kennis en ervaringen van bodemsaneerders zijn aldus gebruikt om een systeem te ontwikkelen, waarin de keuzes die worden gemaakt binnen een ontgravingsvariant zijn vastgelegd. Tussen de verschillende systemen kan niet alleen een onderscheid worden gemaakt naar het soort informatie dat wordt beschreven, maar tevens kan een onderscheid worden gemaakt naar de taak dat een systeem gaat vervullen. Een kennisstelsel kan presenterende, ondersteunende of interpreterende taken vervullen.

Een presenterend systeem draagt kennis en informatie over aan de gebruiker van het systeem. De interpretatie van de gegevens wordt echter door de gebruiker zelf uitgevoerd. In een ondersteunend systeem daarentegen worden de gegevens gedeeltelijk geïnterpreteerd door het systeem en ge-

deeltelijk door de gebruiker. Een interpreterend systeem tenslotte voert een volledige taak uit. Voor onze toepassing is gekozen voor een presenterend systeem.

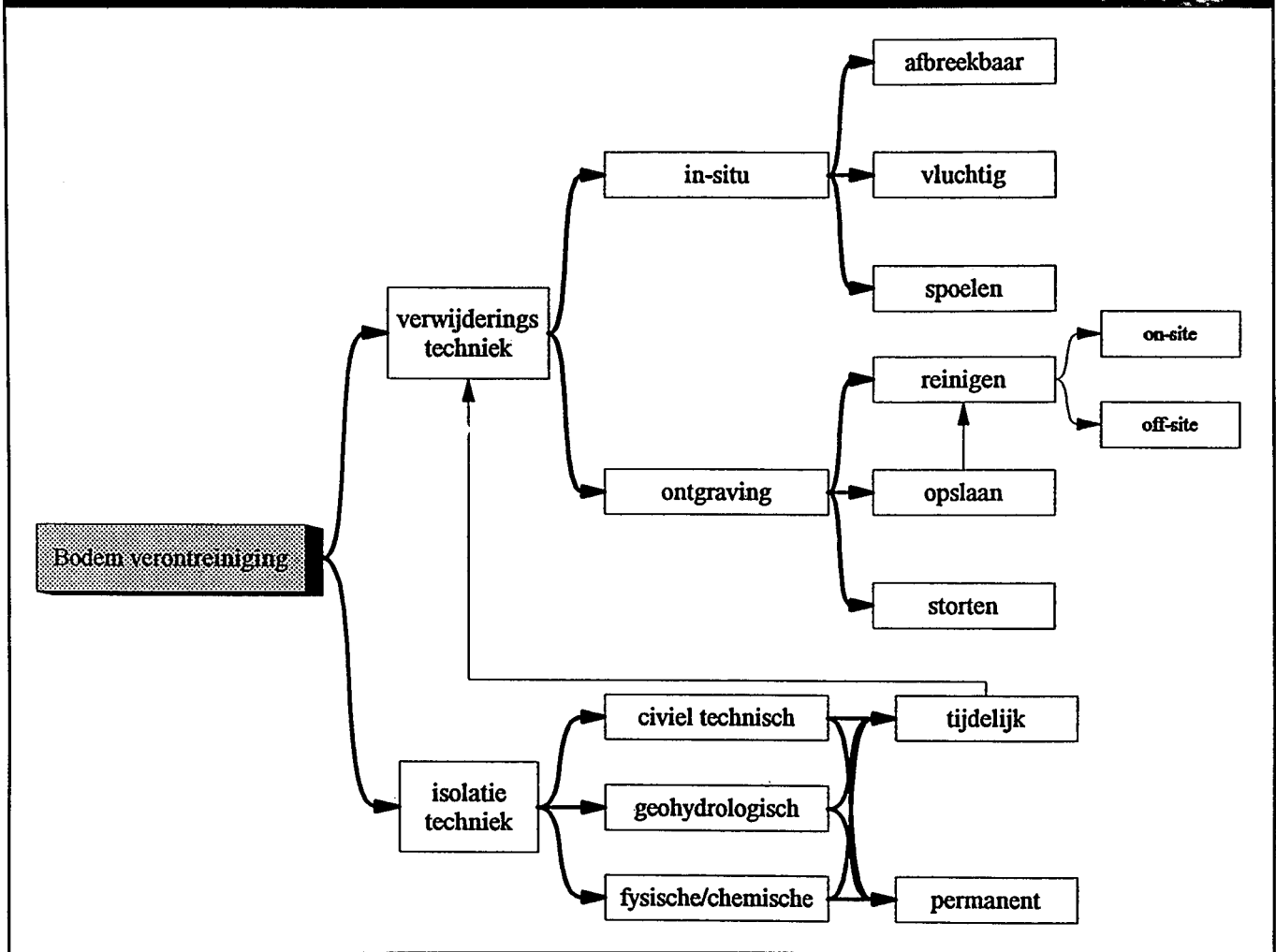
Bij een slagvaardige aanpak van bodemsanering - ondersteund door kennis-technologie en geografische informatiesystemen (GIS) - behoort ook een juridische, financiële en organisatorische afstemming (Cann, 1994). Naast inhoudelijke aspecten van de introductie van kennistechnologie bij bodemsanering behoort ook aandacht voor een aantal niet-inhoudelijke aspecten zoals: het gewenste expertisniveau, de impact van het systeem op de toekomstige gebruikers en de geïnitieerde veranderingen in effectiviteit van de organisatie.

Referentie informatie-modellen voor het milieu

De structurering en de eenduidigheid van de beschikbare informatie betreffende het milieu is veelal onvoldoende. De uitwisseling van informatie binnen de overheid en bedrijven alsmede tussen beide partijen is verre van optimaal. De kwaliteit van de informatie dient te worden verbeterd en een aanpak met referentie informatiemodellen heeft goede diensten bewezen in verschillende sectoren (Meijs, 1995). Ook bij milieutechnische vraagstukken biedt deze aanpak perspectief. Een belangrijk onderdeel van deze modellen vormen het werkproces en de bijbehorende beslissingen. Deze worden in het onderzoek met betrekking tot ex situ saneringen vastgelegd in beslisbomen. De aldus resulterende modellen kunnen bij bodemsanering op verschillende manieren van nut zijn:

- als referentiekader voor betrokkenen, doordat een aantal beslispunten en relevante gegevens zijn gedefinieerd;
- als ondersteuning van de beeldvorming;
- als instrument tijdens het onderzoek van bodemsaneringsprojecten;
- als middel om leemten in kennis op te sporen;
- als basis voor een gedeeltelijke geautomatiseerde ondersteuning van het ontwerp van ex situ saneringen.

Figuur 2 - Schematische weergave van de oplossingsvarianten in het bodemsaneringsonderzoek



agro informatica 8(3) / juni 1995

Methode

Voor het vastleggen van de kennis inzake ex situ saneringen in een kennissysteem zijn verschillende ontwikkelmethodieken beschikbaar. Deze methodieken kunnen als leidraad gebruikt worden. In dit project is de modelgestuurde benadering Structured Knowledge Engineering (SKE) als leidraad gebruikt.

De SKE methode kent verschillende fasen van ontwikkeling. Deze fasen staan beschreven in een schema, waarin staat aangegeven wat er binnen elke fase moet worden uitgevoerd en in welke volgorde. Dit schema wordt onderverdeeld in twee trajecten, namelijk het beslissingstraject en het realisatietraject. Hieronder volgen in het kort deze verschillende fasen.

Beslissingstraject

1. Vooronderzoek

Het vooronderzoek beoogt de kennis die wordt gebruikt bij het oplossen van het probleem alsmede de interactie tussen gebruikers en het toekomstige systeem te beschrijven.

2. Initiatie

Gedurende de initiatiefase worden de haalbaarheid van een kennissysteem en de consequenties voor een organisatie bekeken.

Realisatietraject

3. Analyse

In deze fase wordt het beoogde systeem beschreven, waarbij de verschillende modellen, die in het vooronderzoek zijn opgesteld worden geïntegreerd.

4. Ontwerp

De ontwerp fase bestaat uit de functionele realisatie en het technische ontwerp. In

deze fase wordt bekeken welke taken het systeem krijgt en welke de gebruiker.

5. Bouw

De fase die volgt op de ontwerpfase is de bouwfase. In deze fase wordt het ontwerp omgevormd tot een bruikbaar kennissysteem.

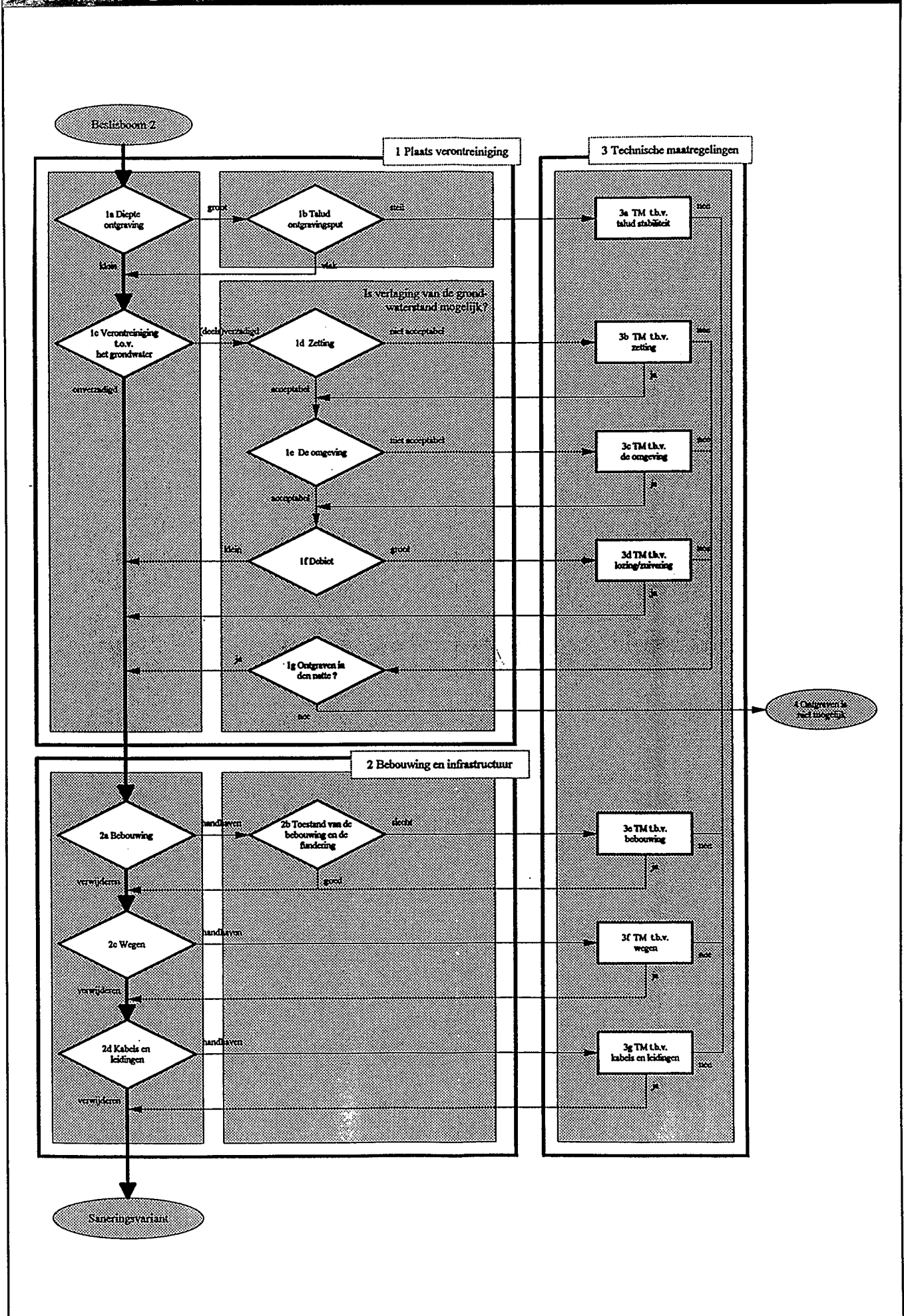
6. Implementatie

Na het bouwen van een kennissysteem volgt de installatie van het systeem bij de gebruiker.

Technieken

Er zijn verschillende technieken om informatie die in de verschillende fasen van de SKE methode nodig zijn te verkrijgen. Hierbij is het vooral van belang, wat voor soort informatie moet worden verkregen. De belangrijkste technieken zijn kennisverwervingstechnieken en schematechnieken. Niet elke techniek is op elk willekeurig tijdstip toepasbaar: zo is bij interviews

Figuur 3: Beslisboom voor ontgraving



voorkennis over het onderwerp noodzakelijk, terwijl literatuurstudie op ieder moment kan plaatsvinden.

In dit onderzoek is in eerste instantie een literatuurstudie gedaan. Hierbij komen vakspecifieke begrippen en definities en ook hun onderlinge relaties aan het licht. Dit was vooral een belangrijk hulpmiddel bij het bepalen van de kennis op domeinniveau. In tweede instantie zijn er interviews afgenomen met experts met als doel die processen in kaart te brengen die niet waren verkregen uit de literatuur. Met behulp van deze informatie zijn de beslisbomen verder uitgewerkt. De eerste opzet van de beslisboom, die was gemaakt met behulp van informatie uit literatuur, was een handig hulpmiddel bij de daaropvolgende interviews.

Bij kenniseliciteratie-technieken wordt de informatie direct van de deskundige verkregen. Binnen dit onderzoek is vooral gebruik worden gemaakt van het gestructureerde interview. Bij een gestructureerd interview wordt van te voren een lijst opgesteld met de verschillende onderwerpen die behandeld moeten worden. Het interview is vooral gebruikt om hiaten in de kennis, die is verworven met literatuurstudie, aan te vullen.

In dit onderzoek is gekozen voor een beslisboom als schematechniek. Hierin wordt aangegeven welke verbindingen er bestaan tussen de uitgangssituatie en de mogelijke acties. Via een pad van beslissingen komt men vanuit een specifieke situatie bij een te ondernemen actie (of een verzameling van acties). De boom van ex situ sanering wordt doorlopen met telkens twee tot drie opties. In de toelichting van de boom worden de verschillende vakspecifieke termen toegelicht.

Resultaten

In grote lijnen kwamen de verschillende interviews overeen. Tijdens de verschillende interviews kwam wel naar voren dat vakspecialisten afkomstig uit verschillende disciplines ook verschillend tegen bodemsanering aankijken. De bodemsaneerders - veelal afkomstig uit de civieltechni-

sche hoek - belast met de uitvoering van een sanering, zijn van mening dat bepaalde beslissingen heel locatie specifiek zijn en dat er dus geen algemene systematiek voorhanden zou zijn. De chemisch technologen daarentegen erkennen en herkennen de aanwezigheid van een algemeen geldige systematiek en zijn derhalve de grondleggers geweest voor de uiteindelijke totstandkoming van de beslissystematiek.

Het doel van de beslissystematiek is het inzichtelijk maken van het werkproces en het formuleren van een uniforme werkwijze. Ex situ sanering is een onderdeel dat zich goed leent voor kennistechnologische modellering. In overleg met de chemisch technologen (experts) is - zoals eerder opgemerkt - besloten om in eerste instantie uit te gaan van een boomstructuur. Een boomstructuur heeft als voordeel dat deze door mensen met uiteenlopende achtergronden gelezen kan worden. In beginsel zijn de invoergegevens afkomstig uit een bodemonderzoeksrapport. De invoer bestaat uit gegevens over bodemopbouw, aanwezige verontreiniging(en), doel sanering en aanwezigheid van bebouwing en leidingen. De uitvoer bestaat uit de constatering dat ex situ sanering op die locatie niet mogelijk is of uit een aantal uit te werken technische maatregelen (TM).

Voor wat betreft de uitwerking kan worden gekozen uit: presenterende systemen, ondersteunende systemen en interpreterende systemen. Het presenterende systeem draagt kennis en informatie aan de gebruiker over. Interpretatie van resultaten wordt door de gebruiker zelf uitgevoerd. Bij ondersteunende systemen wordt een gedeelte van een taak uitgevoerd door de computer en een gedeelte door de gebruiker. Het interpreterende systeem voert een volledige taak uit.

Bij een sterk instabiel domein zoals in situ saneren is de interactie van het systeem met de experts belangrijk. Er is derhalve gekozen voor een presenterend systeem.

Bij ieder keuzepunt wordt een uitleg gegeven, die het verschil aangeeft tussen de twee alternatieven. De tekst motiveert dus de keuze. Als de inzichten over een bepaal-

de knoop niet eenduidig zijn, wordt er een beroep gedaan op de inzichten van de gebruiker. Dit ontwerp is open van opbouw. Voortzetten van het traject in de richting interpreterend systeem wordt niet zinvol geacht in verband met het belang van een open communicatie en het belang van het ontwikkelen van inzicht in het besluitvormingsproces.

Tijdens de review kwam naar voren dat de beslisboom voor zowel de chemisch technologen als de bodemsaneerders in de praktijk goed bruikbaar is: de bomen waren goed te doorlopen. In de testfase vergde dit nog vrij veel tijd. In de praktijk zal echter wanneer vaker met de schema's gewerkt wordt de doorlooptijd afnemen. Zo hier en daar kwamen nog wat kleine puntjes naar boven welke verandert moesten worden. In figuur 3 is een voorbeeld van een deel van de beslisboom opgenomen.

Nabeschoewing

Kennistechnologie biedt een mogelijkheid een en ander vanuit het mesoperspectief te benaderen, het is echter ook een jong vakgebied met een aantal kinderziektes. Zo is er in de beginjaren in kennistechnologische projecten te veel de nadruk gelegd op het automatiseren van de kennis. Er moet bij ieder project zorgvuldig worden afgewogen of het zinvol is om de kennis te modelleren, of het haalbaar is om de kennis te modelleren en welk eindproduct het meeste effect geeft.

In eerste instantie is het beschikbaar maken van expertkennis aan anderen dan de experts aan de orde geweest. Door de formalisatie en sterke structurering van de kennis komen er discussies op gang over deze kennis. Er is voldoende gedetailleerd gemodelleerd om een niet-expert een goede indruk te geven waar het bij het oplossen van het probleem om draait. Aan de andere kant is de mate van detaillering weer zo laag dat er geen pasklare oplossingen uit het model "rollen". Er moet dus nagedacht worden over zin en onzin van de verzameling mogelijke oplossingen.

Literatuur

- Bots, P.W.G. en Sol, H.G., 1988
Shaping organizational information systems through coordination support. In : Organizational Decision Support Systems, Lee, R.M., McCosh, A.M. and Migliarese, P. (eds.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Cann, H. van, 1994
GIS ondersteunt bodemsanering. In : Computable, p. 29-31, oktober 1994.
- Frankhuizen, E., 1995
Ontwikkeling van een kennismodel voor de selectie van ontgravingsvarianten. Tauw-rapport nr. R2522001.A01, maart 1995.
- Hudson, B.D., 1992
The soil survey as paradigm-based science. Soil Science Society of America Journal, 56, pp. 836-841.
- Klir, G.J., 1991
Facets of systems science. IFSR International Series on Systems Science and Engineering, Volume 7, Plenum Publishing Corporation, New York.
- Kroese, M., Wognum, P., Rijn, A. van, Joosten, S. en Mars, N., 1994
Methoden voor het ontwikkelen van kennisystemen. In : Informatie, p. 696-706, november 1994.
- Meijs, C., 1995
Information planning and reference models for the health sector. In : Proceedings of the 8th European Health Record Conference, mei 1995.