

RIVM rapport 550008002/2003

**Rapportage**

Definitiestudie voor de integratie LOV en RS

S. Geertman en M. Verschoor

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van MAP/SOR, in het kader van project 550008, Ruimtelijke modellering, (psp2 element/01/MT).

## Voorwoord

Deze rapportage vormt de neerslag van een onderzoek naar de mogelijkheden tot integratie van de LeefOmgevingsVerkenner en de Ruimtescanner. Beide instrumenten zijn ontstaan binnen het RIVM, elk met zijn eigen specifieke doel en achtergrond. In de loop der jaren zijn de overeenkomsten in gebruik van LOV en RS steeds groter geworden. Het lag daarom voor de hand om te onderzoeken in hoeverre het mogelijk is om tot (een vorm van) integratie van beide instrumenten te komen.

In opdracht van het RIVM heeft Nexpri, als adviesbureau op het gebied van geo-informatie en gelieerd aan de Universiteit Utrecht, dit onderzoek ter hand genomen. Binnen de projectgroep LOV-RS werkten wij intensief samen met vertegenwoordigers van de afzonderlijke projectgroepen rond LOV en RS. Daarbij ondervonden wij grote openheid en een coöperatieve opstelling bij alle betrokkenen.

Niettemin is het opstellen van deze definitiestudie een omvangrijke klus gebleken, zowel voor de onderzoekers, als voor de betrokkenen binnen het RIVM. Samen hebben wij de klus geklaard, en een basis gelegd voor de ontwerpfase voor LUMOS. Graag willen wij alle betrokkenen bedanken voor hun inzet en hun bereidwillige medewerking aan alle enquêtes, interviews, demo's, vergaderingen en workshops. Onze dank gaat vooral uit naar de leden van de projectgroep LOV-RS, waaronder de projectleider vanuit het RIVM Marianne Kuijpers-Linde. Zonder anderen tekort te doen, willen wij echter in het bijzonder Kees Schotten en Ton de Nijs bedanken, die met hun welwillendheid én hun grote kennis van zaken een belangrijke factor waren in het welslagen van het onderzoek.

Nexpri,

Stan Geertman  
Marco Verschoor  
Juni 2002

## Samenvatting

Het RIVM beschikt over twee instrumenten om ruimtelijke processen in de fysieke leefomgeving te modelleren: de Leef Omgevings Verkenner (LOV) en de Ruimtescanner (RS). Deze modelsystemen zijn oorspronkelijk vanuit verschillende filosofieën en met verschillende doelstellingen ontwikkeld, maar blijken in de praktijk in vergelijkbare situaties te worden ingezet. Uit overwegingen van efficiëntie streeft het RIVM ernaar beide systemen te integreren, waarbij de specifieke eigenschappen van de modellen moeten worden gehandhaafd. Deze integratie zal leiden tot een toolbox, die onder de naam LUMOS (Land Use Modelling System) verder door het leven zal gaan.

In opdracht van het RIVM heeft Nexpri/Universiteit Utrecht een definitiestudie uitgevoerd, resulterend in een Globaal Functioneel Model (GFO). Bij deze definitiestudie zijn twee parallelle wegen gevolgd om te komen tot een GFO: bottom-up en top-down. De bottom-up benadering bestond uit het verzamelen van informatie over de opbouw en werking van RS en LOV en de wensen van betrokkenen ten aanzien van de toekomst van de modellen binnen LUMOS. Deze inventarisatie vond plaats aan de hand van vele gesprekken, vragenlijsten, modeldemonstraties en aanvullende literatuurstudie. De top-down benadering had tot doel om een beeld te krijgen van de idealiter gewenste functionaliteit en de meest geschikte LUMOS-architectuur. Dit gebeurde op basis van gesprekken met diverse deskundigen die niet rechtstreeks bij de ontwikkeling van LOV of RS betrokken zijn.

Vergelijking van de Ruimtescanner en de LeefOmgevingsVerkenner leert dat er op hoofdlijnen veel overeenkomsten bestaan. Beide instrumenten modelleren de (toekomstige) ruimtelijke inrichting van Nederland op basis van een aantal categorieën van ruimtegebruik, en kunnen dit in een kaartbeeld vertalen. De basisgegevens die de beide modellen hierbij tot invoer dienen, komen inhoudelijk sterk overeen. Zowel RS als LOV is opgebouwd rond de volgende vijf componenten:

1. Een basiskaart met initieel ruimtegebruik, als uitgangspunt voor de modellering.
2. Geregionaliseerde ruimteclaims, gebaseerd op Lange Termijn Verkenningen, die op het initieel ruimtegebruik worden geprojecteerd.
3. Kaarten die per ruimtelijke functie de aantrekkelijkheid van een rastercel voor vestiging van die functie weergeven.
4. Een allocatiemechanisme dat vraag en aanbod, in termen van ruimteclaims en aantrekkelijkheid, afweegt en ruimtelijke functies toewijst.
5. Een beeld van het toekomstig ruimtegebruik, weer te geven in kaartvorm.

De belangrijkste verschillen tussen RS en LOV zijn gelegen in de allocatiemechanismen. De RS maakt gebruik van een logitmodel, terwijl de LOV voor het simuleren van ruimtelijke processen gebruik maakt van cellulaire automata. Deze mechanismen zijn fundamenteel verschillend en kunnen niet zonder meer als uitwisselbaar worden beschouwd. Een ander belangrijk verschil tussen beide instrumenten is de mate waarin gebruik gemaakt wordt van expertoordelen tijdens het modelproces. Binnen de RS vormt het expertoordeel een integraal en expliciet onderdeel van het proces, ondermeer bij het vaststellen van de ruimteclaims. De LOV fungeert meer als een autonoom werkend modelproces, waarbij de ruimteclaims door middel van een iteratief proces worden afgeleid uit Lange Termijn Verkenningen, zonder tussenkomst van een expertoordeel.

Het Globaal Functioneel Ontwerp voor LUMOS beschrijft op hoofdlijnen de vorm waarin integratie tussen RS en LOV kan plaatsvinden. Uitgangspunt bij het GFO is dat de allocatiemechanismen van RS en LOV in hun huidige vorm gehandhaafd blijven, gezien hun zeer specifieke karakter. Integratie is vooral mogelijk bij de invoer van gegevens, en de nabewerking

en uitvoer van de resultaten. Daarnaast dient een gemeenschappelijke gebruikersinterface en beheerstool te worden ontwikkeld.

Als onderdeel van de definitiestudie is ook een globale inventarisatie gedaan van gebruikerswensen. Tijdens een workshop en een aantal gesprekken met direct betrokken, zijn (aanvullende) wensen verzameld die er bij huidige gebruikers van LOV of RS bestaan ten aanzien van de toekomstige LUMOS toolbox. Deze wensen spitsen zich toe op vijf aspecten:

- Vergroten van de transparantie, waardoor de gebruiker meer zicht heeft op de modelprocessen die zich binnen het instrument afspelen.
- Verhogen van de gebruiksvriendelijkheid.
- Meer flexibiliteit in het ruimtelijk schaalniveau.
- Aandacht voor interactiviteit, zodat LUMOS (beter) ingezet kan worden in participatieve beleidsvormingsprocessen.
- LUMOS moet worden ontwikkeld als een open en generiek systeem, zodat toekomstige uitbreiding met nieuwe modellen of aanvullende functionaliteiten mogelijk is.

Om het realiteitsgehalte van het GFO voor LUMOS te kunnen waarborgen, is gedurende het onderzoek ook stilgestaan bij de LUMOS-architectuur. Enerzijds ging de aandacht daarbij uit naar het ontwerp van de LUMOS-toolbox zelf. Anderzijds naar de omgeving waarin LUMOS zal gaan functioneren: de technische infrastructuur. Bij het ontwerp zal een afweging moeten worden gemaakt over de mate van technische integratie van beide modellen. Daarbij bestaat de keuze tussen koppeling van de bestaande modellen, of volledig opnieuw beginnen. In het geval van koppeling van modellen, kan gekozen worden voor zware of lichte integratie, of een tussenoplossing. Zware integratie houdt in dat de bestaande modules van de huidige modellen worden omgevormd, zodat communicatie en interactie ertussen mogelijk wordt. Bij lichte integratie moet worden gedacht in de richting van een gemeenschappelijke user-interface, en vindt koppeling tussen de bestaande modules plaats door middel van bijvoorbeeld batchfiles. Bij de uiteindelijke keuze voor de mate van integratie spelen minimaal de volgende factoren een rol:

- De gewenste mate van flexibiliteit.
- Het feit dat de LOV een dynamisch interactief model is met terugkoppelingen (iteraties), hetgeen hoge eisen stelt aan de koppeling.
- De wens van het RIVM om de LUMOS-toolbox in verschillende systeemomgevingen te laten functioneren.
- De afweging tussen ontwikkelkosten en exploitatiekosten.

Naast de architectuur van de LUMOS-toolbox, is ook de architectuur van de omgeving van belang. Bij de verdere ontwikkeling van LUMOS moet dan ook terdege rekening worden gehouden met de mogelijkheden en beperkingen die de systeemomgeving in de huidige en toekomstige situatie biedt.

In de loop van het onderzoek is duidelijk geworden dat er geen sprake is van één vastomlijnde vervolgstap in de ontwikkeling van LUMOS. Op basis van het Globaal Functioneel Ontwerp voor LUMOS is een heel scala aan vervolgstappen mogelijk. Het rapport geeft daarom per functioneel onderdeel van de toolbox de belangrijkste keuzes en bijbehorende argumentaties weer. Deze keuzes worden sterk bepaald door de mate van integratie die wordt nagestreefd en door de systeemomgeving waarin de toolbox moet gaan functioneren.

## Summary

Definition study for integrating the Land Use Scanner with the Environment Explorer.

The National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) has two devices to model spatial processes in the physical environment, the Environment Explorer (LOV in Dutch) and the Land Use Scanner (RS in Dutch). Although both systems have originally been developed with different philosophies and goals in mind, practice has shown possibilities for use in similar situations. To make such use efficient, RIVM is trying to integrate one systems into the other, while retaining the specific qualities of each. This integration is to lead a global functional model (GFM) and accompanying, called LUMOS (Land Use Modelling System).

Under the authority of the RIVM, Nexpri of the Utrecht University conducted the definition study. We worked out two parallel ideas as bottom-up and top-down methods, leading ultimately to this global functional model. Information on the construction and operation of the LOV and RS was gathered during the bottom-up study, along with data on personal preferences of the relevant parties on future use of the models in LUMOS.

Numerous interviews and questionnaires, model demonstrations and a complementary literature study were all used for the final inventory. We employed the top-down study to get a clear picture of the preferred functionality and the most suitable LUMOS-architecture. This was done on the basis of interviews with various specialists who were not directly involved in the development of the LOV or RS system.

A comparison of the RS and the LOV shows both systems to be basically very much alike. For example, they both build a model of (future) land use in the Netherlands based on a number of categories for land use, and both can translate this information into a map. The input data needed by both systems to produce the information, are very similar. Both the LOV and the RS systems were built around the following components:

1. A basic map with initial land use to provide the fundament for the model.
2. Regionalised land use claims based on long-term studies that are projected on the initial land use.
3. Maps that - for every single spatial function - show the attraction of a raster cell for the creation of that function.
4. An allocation mechanism that both measures the supply and demand in terms of land use claims and attraction, and allocates spatial functions.
5. A picture of the future land use, visualised by means of a map.

The most important differences between the RS and LOV system lie in their allocation mechanisms. The RS uses a logit model, whereas the LOV system employs cellular automata for the simulation of spatial processes. These mechanisms differ fundamentally and can not simply be interchanged. Another important difference between the systems is the way in which expert judgements are made during the modelling process. Within the RS system, the expert judgement is an integral and explicit part of the process, for example to determine the land use claims. The LOV system, however, works more like a autonomous modelling process in which the land use claims are derived by means of an iterative process, based on the outcome of long-term studies, without the interference of an expert judgement.

The Global Functional Model (GFM) for LUMOS basically describes the way in which integration between the LOV and RS systems can take place. For the GFM, the basic assumption is that allocation mechanisms of the RS and LOV system in their present form can be maintained because of their unique characters. Integration is largely possible for the input of data, and the

post-processing and output of the results. A common user interface and control tool must also be developed.

Part of the definition study involved making a global inventory of user preferences. During a workshop and a number of interviews with those directly involved, (additional) preferences of present users of the LOV and RS system with regard to the future LUMOS toolbox were put together. These revolved mainly the following five points:

- More transparency, to give the user a better insight into the model processes in the instrument.
- A more user friendly tool.
- A more flexible spatial scale.
- Interaction to make it easier to use the LUMOS system for participatory policy making.
- Creating LUMOS as an open and generic system, which will enable addition of new models or functions in the future.

To ensure a realistic GFM for LUMOS, extra attention was paid to its architecture during the study. On the one hand, attention was paid to the design of the LUMOS toolbox in itself, while, on the other, focus was put on the environment in which the LUMOS will be functioning i.e. the technical infrastructure. During the design process a choice will have to be made about the degree of technical integration of both models, i.e. the choice between linking of the existing models or starting from scratch. In the case of the models being linked, a choice can be made between heavy or light integration, or a compromise between the two. For heavy integration, the existing modules of the current models will be transformed, so that communication and interaction between them will be possible, while in light integration, one should think in terms of a common user interface. Then, linking between the existing modules will take place through the use of batch files, for instance. To make a final decision on the degree to which the systems will be integrated, at least the following factors will have to be considered:

- The desired amount of flexibility.
- The fact that LOV is a dynamic, interactive model with iterations, which demands a lot of the actual link.
- The RIVM's wish to use the LUMOS toolbox in various system environments.
- The balance between development costs and exploitation costs.

Not only the architecture of the LUMOS toolbox important, but so is the architecture of the environment. In the future development of the LUMOS system, both the possibilities offered by the systems environment and the limits in the current and future situation, should be considered.

In the course of the study it became apparent that there is not just one single definite next step in the development of the LUMOS system. Based on the GFM for LUMOS a whole range of steps is possible. The purpose of this report is to outline the most important choices and corresponding arguments for each functional part of the toolbox, were choices are largely determined by the intended degree of integration and the projected system environment in which the toolbox is going to function.

# Inhoud

<b>I</b>	<b>Inleiding en werkwijze</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Beschrijving RS en LOV</b>	<b>11</b>
2.1	<i>Ruimtescanner</i>	11
2.2	<i>Beschrijving LeefOmgevingsVerkenner (LOV)</i>	13
<b>3</b>	<b>Overeenkomsten en verschillen RS en LOV</b>	<b>17</b>
3.1	<i>Inleiding</i>	17
3.2	<i>Doelstelling</i>	18
3.3	<i>Vergelijking aan de hand van demodelcomponenten</i>	19
3.4	<i>Technische aspecten</i>	22
3.5	<i>Belangrijke</i>	23
<b>4</b>	<b>Globaal functioneel ontwerp LUMOS</b>	<b>25</b>
4.1	<i>Inleiding</i>	25
4.2	<i>Input / Gegevensverwerving</i>	26
4.3	<i>Voorbewerking gegevens</i>	27
4.4	<i>Allocatie-procedure</i>	27
4.5	<i>Nabewerking en analyse van resultaten</i>	28
4.6	<i>Output</i>	29
4.7	<i>Beheer van gegevens en meta-informatie</i>	29
4.8	<i>Grafische presentatie en interactie</i>	29
<b>5</b>	<b>Wensen ten aanzien van LUMOS</b>	<b>31</b>
5.1	<i>Inleiding</i>	31
5.2	<i>Ervaringen en wensen</i>	31
5.3	<i>Top-vijf van functionele wensen ten aanzien van LUMOS-toolbox</i>	34
<b>6</b>	<b>Naar een LUMOS-architectuur</b>	<b>37</b>
6.1	<i>Inleiding</i>	37
6.2	<i>Overwegingen ten aanzien van de LUMOS-architectuur</i>	37
6.3	<i>Overwegingen ten aanzien van het ontwerp van de LUMOS-toolbox</i>	38
6.4	<i>Overwegingen ten aanzien van de LUMOS-omgeving</i>	41
6.5	<i>Afsluiting</i>	42
<b>7</b>	<b>Hoe nu verder? - Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>43</b>
7.1	<i>Inleiding</i>	43
7.2	<i>De Keuzes</i>	43
7.3	<i>Risicomanagement doorontwikkeling LUMOS</i>	46
	<b>Bijlagen 1: Overzichtstabel RS-modules</b>	<b>49</b>
	<b>Bijlagen 2: Overzichtstabel LOV-modules</b>	<b>59</b>
	<b>Bijlagen 3a: Modelschema ruimtescanner</b>	<b>67</b>
	<b>Bijlagen 3b: Modelschema Leefomgevingsverkenner</b>	<b>68</b>
	<b>Bijlagen 3c: Gegevensstromen LOV</b>	<b>69</b>
	<b>Bijlagen 4: Niet-functionele eisen</b>	<b>73</b>
	<b>Bijlagen 5: Risicomanagement</b>	<b>78</b>
	<b>Bijlagen 6: Kosten/baten aspecten bij het ontwikkelen van LUMOS</b>	<b>80</b>
	<b>Bijlagen 7: OpenGIS en Webmapping</b>	<b>82</b>
	<b>Bijlagen 8: Prototypen</b>	<b>84</b>
	<b>Bijlagen 9: Begrippenlijst LOV'RS</b>	<b>86</b>





# 1 Inleiding en werkwijze

Het RIVM beschikt over twee instrumenten om ruimtelijke processen te modelleren met betrekking tot de fysieke leefomgeving: de Leef Omgevings Verkenner (LOV) en de Ruimtescanner (RS). Beide modellen zijn de afgelopen jaren ontwikkeld en ook reeds succesvol toegepast in verschillende beleidsondersteunende projecten. In 1998 heeft een onderzoek de sterke en zwakke punten van beide modellen en de mogelijkheden tot integratie in kaart gebracht (Timmermans<sup>1</sup>, 1998). Hoewel vanuit inhoudelijke overwegingen niet direct aanleiding bestaat tot integratie – hetgeen door genoemd onderzoek ook wordt ondersteund – is het vanuit het oogpunt van efficiënt kennismanagement wel verstandig de mogelijkheden hiervoor na te gaan. Dit nu vormt het vertrekpunt van de opdracht die het RIVM aan Nexpri/Universiteit Utrecht heeft verstrekt: het uitvoeren van een Definitiestudie die moet resulteren in een zogeheten Globaal Functioneel Ontwerp (GFO) van een Land Use Modelling System (LUMOS). De bedoeling is dat dit ontwerp vervolgens verder technisch wordt ingevuld in de vervolgfase, die verder buiten deze opdracht blijft: het Technisch Ontwerp (TO).

Binnen de Definitiestudie zijn twee parallelle wegen gevolgd om te komen tot het GFO. Enerzijds zijn op basis van literatuurstudie, modeldemonstraties, vragenlijsten, en vooral vele gesprekken met (in)direct-betrokkenen bij de ontwikkeling dan wel de toepassing van de LOV en/of RS, de structuur, werking, functionaliteiten, mogelijkheden en beperkingen van de huidige instrumenten expliciet zichtbaar gemaakt (bottom-up benadering). De voornaamste reden hiervoor was dat in LUMOS de functionaliteiten van RS en LOV dienen terug te komen. Anderzijds zijn op basis van wederom vele gesprekken met nu voornamelijk deskundigen die niet-direct betrokken zijn bij de ontwikkeling van RS of LOV, opinies en visies ten aanzien van ondermeer de idealiter gewenste functionaliteit en de meest geschikte LUMOS-architectuur naar boven gehaald (top-down benadering). De voornaamste reden hiervoor was dat tijdens het huidige ontwikkelproces van LUMOS rekening dient te worden gehouden met keuzes, wensen, mogelijkheden, en dergelijke naar de toekomst, zodat die niet nu reeds door huidige keuzes wellicht onmogelijk worden gemaakt. Met andere woorden, de huidige ontwikkeling van LUMOS moet plaatsvinden met een ‘doorkijkje’ naar de toekomst, dit om mogelijke kansen te benutten, dan wel om mogelijke obstakels te vermijden.

De opzet van deze rapportage is de volgende. In hoofdstuk 2 worden allereerst de huidige instrumenten RS en LOV beschreven, gevolgd door een vergelijking waaruit hun overeenkomsten en verschillen blijken (hoofdstuk 3). In hoofdstuk 4 wordt dan het GFO beschreven van LUMOS. Hoofdstuk 5 biedt een inventarisatie van gebruikerswensen ten aanzien van LUMOS, gevolgd door een opstapje op weg naar het Technisch Ontwerp, de LUMOS-architectuur (hoofdstuk 6). Hoofdstuk 7 tenslotte tracht concluderend enkele keuzes te presenteren en aanbevelingen te doen.

---

<sup>1</sup> Timmermans, HJP, (1998), Ruimtescanner en LeefOmgevingsVerkenner: Een evaluatie. Technische Universiteit Eindhoven.



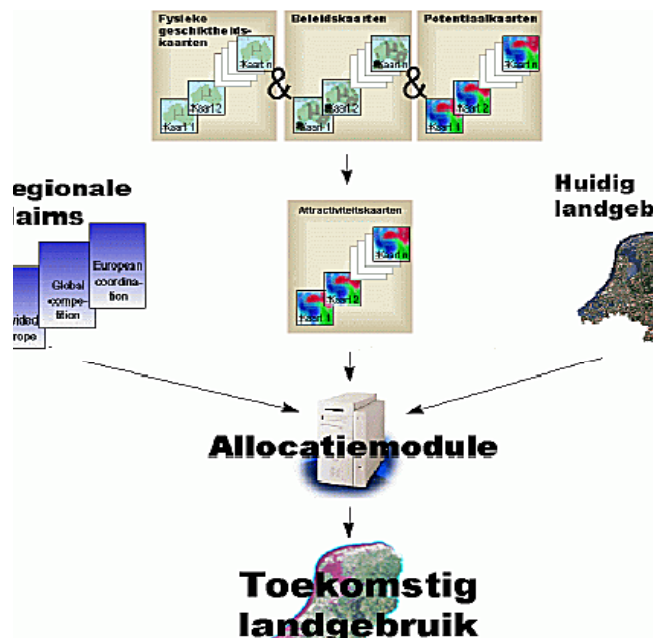
## 2 Beschrijving RS en LOV

### 2.1 De Ruimtescanner

#### Karakterisering

De Ruimtescanner is een ruimtelijk informatiesysteem dat bestaande ruimtelijke gegevens en prognoses integreert tot een kaartbeeld van toekomstig ruimtegebruik. Het toekomstig ruimtegebruik wordt gesimuleerd met behulp van een allocatiemodule, die bestaat uit een logitmodel ontwikkeld door Piet Rietveld (zie Scholten et al., 2001<sup>2</sup>). De Ruimtescanner vormt een schakel in een modelketen, bestaande uit sectorale modellen (prognoses voor de ruimtelijk verdeling van bevolking, economische activiteiten en andere ruimtelijke functies, zoals natuur of water), de Ruimtescanner zelf en modellen die de effecten op natuur, milieu en leefomgeving bepalen. Deze ontwikkeling is ingezet vanuit een gebiedsgerichte aanpak, waarbij de relatie milieu en ruimtelijke ordening centraal staat. De inzet van de Ruimtescanner is daarna geleidelijk aan breder geworden.

De Ruimtescanner is in de eerste plaats bedoeld om toekomstscenario's van een bijbehorend kaartbeeld te voorzien en de bandbreedte in deze scenario's te verkennen. Het model maakt de (geïntegreerde) effecten van (sectorale) ruimtelijke ontwikkelingsscenario's visueel. Daarmee is de Ruimtescanner vooral een communicatiemiddel tussen vertegenwoordigers van verschillende beleidsvelden. De uitkomst van de Ruimtescanner bestaat uit een rasterkaart, waarbij per rastercel de kans op een bepaald type ruimtegebruik wordt aangegeven. Ten behoeve van de presentatie kan deze kanskaart worden vereenvoudigd door per rastercel het dominante ruimtegebruik weer te geven. In de praktijk wordt dit vereenvoudigde kaartbeeld doorgaans aangeduid als het toekomstige ruimtegebruik.



Figuur 1: Conceptuele indeling van de Ruimtescanner

<sup>2</sup> Scholten HJ, Velde RJ van der, Borsboom JAM, Beurden van [red.] (2001), Ruimtescanner: Informatiesysteem voor de lange termijnverkenning van ruimtegebruik, Nederlandse Geografische Studies 242, Utrecht.

### **Werking van het model**

De Ruimtescanner maakt een conceptueel onderscheid in vijf componenten (zie figuur 1). De allocatiemodule vormt het hart van het systeem, en bevat een algoritme, het logitmodel, waarmee het toekomstige ruimtegebruik wordt gesimuleerd. Om deze simulatie te kunnen uitvoeren heeft de allocatiemodule invoer nodig uit een drietal bronnen:

Huidige ruimtegebruik;

Ruimteclaims in het zichtjaar ten opzichte van het huidige ruimtegebruik;

Geschiktheids- of attractiviteitskaarten, die de operationalisatie zijn van ruimtelijke scenario's en/of bepaalde constraints bevatten zoals de opbrengstderivingskaart voor de landbouw.

Het huidig ruimtegebruik vormt het startpunt van alle scenarioberekeningen. Het bestand vormt een integratie van een aantal bronnen van informatie over het ruimtegebruik, in de regel de CBS-Bodemstatistiek en het LGN-2 (recentelijk ook LGN-3) bestand van SC-DLO. Het onderscheidt 45 ruimtegebruikstypen per gridcel van 500 bij 500 meter. Van iedere gridcel is het percentage van de verschillende aanwezige ruimtegebruikstypen bekend, maar niet de specifieke locatie binnen de gridcel. De Ruimtescanner gebruikt doorgaans een gegeneraliseerde versie met 15 ruimtegebruiksklassen. De gehanteerde classificatie is in principe vrij, en afhankelijk van de toepassing. Met name voor presentatiedoeleinden wordt ook een indeling in 7 klassen veel gebruikt.

De simulatie wordt uitgevoerd voor een zichtjaar. Voor dit jaar moeten per ruimtegebruiksklasse ruimteclaims ten opzichte van de huidige situatie bekend zijn. Deze claims hebben een exogene herkomst, ze zijn afkomstig van verschillende instituten, waaronder het RIVM zelf, die op basis van de Lange Termijn Verkenningen 1997 berekeningen hebben gemaakt van de benodigde arealen voor wonen, werken, landbouw en natuur, in vergelijking met de huidige situatie. Naast de LTV's worden overigens ook andere scenario's gehanteerd. Voor enkele klassen zal er geen claim op de ruimte te verwachten zijn (bijvoorbeeld bestaande waterlopen). Voor andere klassen kan de verandering in grondgebruik juist dwingend (exogeen) worden opgelegd – hierbij wordt de strijd om de ruimte buiten het allocatiemechanisme om beslist (bijvoorbeeld nieuwe infrastructuur als de Betuwelijn, dit zijn de zogenaamde harde claims).

Behalve een verandering in omvang van ruimtegebruik wordt bij een simulatie ook een ruimtelijk patroon in beeld gebracht, dat samenhangt met het gekozen ruimtelijk scenario (bijvoorbeeld een van de vier ruimtelijke perspectieven uit het project Nederland 2030: Stedenland, Stroomland, Parklandschap of Palet). Scenario's kunnen worden geoperationaliseerd met behulp van attractiviteitskaarten. Dit zijn kaarten die per gridcel de aantrekkelijkheid aangeven voor een ruimtegebruiksklasse. De attractiviteit wordt weer bepaald door de fysische geschiktheid, de ruimtelijke samenhang tussen verschillende functies (potentiaal) en het ruimtelijk beleid. Kaarten van deze drie factoren worden met behulp van GIS-bewerkingen gecombineerd tot attractiviteitskaarten. Op basis van expert judgement wordt vastgesteld welke ruimtelijke gegevens van belang zijn en welke onderlinge weging er moet worden toegepast tussen de kaarten, ten behoeve van een specifiek scenario. Verschillende attractiviteitskaarten (verschillende scenario's) hebben bij dezelfde claims verschillende kaartbeelden tot gevolg.

Naast deze kwalitatieve benadering van de attractiviteit kan ook een kwantitatieve aanpak worden gekozen, waarbij op basis van historische gegevens een statistische analyse wordt uitgevoerd. Door middel van een correlatieanalyse wordt vastgesteld welke factoren uit de beschikbare basisgegevens verklarend zijn voor de historisch gevonden veranderingspatronen. Daarna wordt met behulp van een stapsgewijze regressieanalyse de verklarende waarde voor de verschillende variabelen bepaald. Op basis van verwachte relaties en de gevonden regressiewaarden worden variabelen toegevoegd en verwijderd, net zolang tot de best verklarende combinatie van

variabelen is gevonden. De resulterende regressievergelijking wordt in de Ruimtescanner als attractiviteit ingevoerd en gebruikt voor de simulatie van het toekomstig grondgebruik.

Het allocatiemodel bepaalt vervolgens, op basis van enerzijds de attractiviteit van de gridcellen voor de landgebruikstypen, en anderzijds de claim per functie per regio uit de sectorspecifieke modellen (of gebaseerd op expert judgement), de mogelijke verdeling van de verschillende ruimtegebruiksfuncties over de gridcellen. Deze ruimtelijke allocatie vindt plaats door per gridcel claims en attractiviteiten te laten concurreren in een vraag-aanbod model. Daarbij wordt in principe het type ruimtegebruik geplaatst in de gridcel met de hoogste attractiviteit voor dat type. Op het moment dat verschillende typen ruimtegebruik meer ruimte claimen dan beschikbaar is, gaan deze functies tegen elkaar opbieden. Ruimtegebruik waarvan een groot deel van de claim nog geplaatst moet worden, wordt daarbij extra kansrijk voor de betreffende gridcel. Ruimtegebruik waarvan al bijna de hele claim is geplaatst, is relatief minder kansrijk voor de gridcel. Zie voor meer informatie over het logitmodel Scholten et al. (red.), 2001<sup>3</sup>.

Het resultaat van een simulatie is een database, waarin het toekomstig ruimtegebruik is weergegeven, en die gebruikt kan worden om vervolgens de effecten van een scenario op het ruimtegebruik, economische structuur, milieu, natuur en landschap te bepalen met behulp van andere modellen. Per gridcel is het percentage bekend dat door de verschillende ruimtegebruiksklassen wordt ingenomen. Dit percentage is ook te interpreteren als kans op het voorkomen van een gegeven ruimtegebruiksklasse. De inhoud van de database kan desgewenst worden weergegeven als kaart, bijvoorbeeld door het dominante grondgebruik per gridcel af te beelden.

### **Het informatiesysteem**

De Ruimtescanner is opgebouwd volgens een drielagenarchitectuur, bestaande uit:

- Graphical User Interface (GUI);
- Allocatie-algoritme en ingebouwde GIS-functionaliteit;
- Verschillende databases.

Sinds versie 3 maakt de Ruimtescanner gebruik van de zogenaamde Data Model Server (DMS). Dit is een softwarecomponent voor het beheren van gegevens, modellen, modelruns, modelresultaten en scenario's. De DMS fungeert tevens als een soort meta-informatiesysteem voor input, bewerkingen en output en houdt de status en actualiteit van gegevens bij (zie schema in bijlage III.1 en beschrijving van de modules in de tabel in bijlage I). Voor de GUI wordt gebruik gemaakt van Geolib. Alle kaarten worden opgeslagen als GTF-file (Geodan Table Format) en kunnen worden afgebeeld met behulp van een basisgrid, waarvan de gridcellen gekoppeld zijn aan de records in het gegevensbestand.

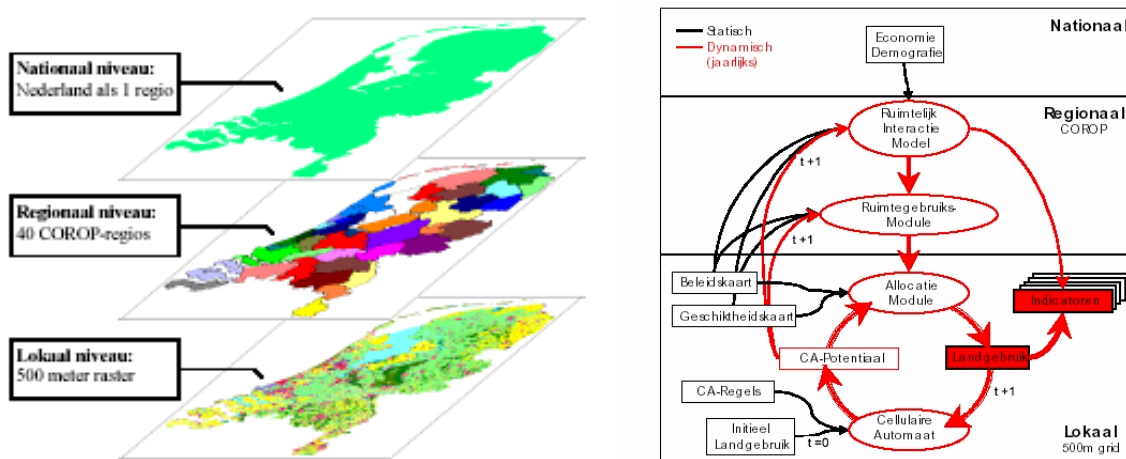
## **2.2 Beschrijving Leef Omgevings Verkenner (LOV)**

### **Karakterisering**

De LeefOmgevingsVerkenner (LOV) is een geïntegreerd model dat door middel van cellulaire automata ruimtelijke processen simuleert en de resultaten vertaalt in termen van omgevingskwaliteit vanuit een economisch, ecologisch of sociaal-psychologisch perspectief. De groei van het aantal huishoudens, de dynamiek in verschillende economische sectoren en de ontwikkeling van de Ecologische Hoofdstructuur worden vertaald in een toename van het ruimtegebruik voor wonen, werken en natuur en een afname van andere, met name agrarische, ruimtegebruiksfuncties. Het systeem is met name bedoeld voor het analyseren van beleidsvarianten op de middellange tot lange termijn (10-30 jaar).

---

<sup>3</sup> Scholten HJ, Velde RJ van der, Borsboom JAM, Beurden van [red.] (2001), Ruimtescanner: Informatiesysteem voor de lange termijnverkenning van ruimtegebruik, Nederlandse Geografische Studies 242, Utrecht.



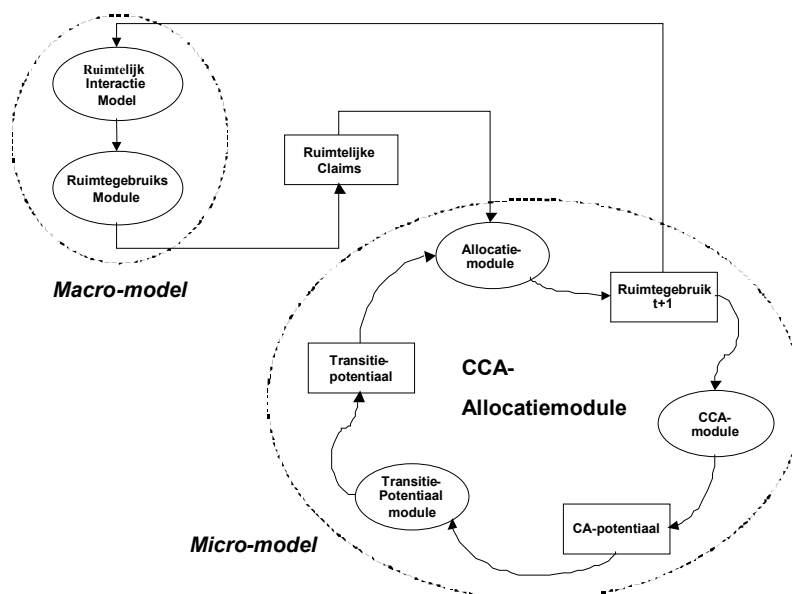
Figuur 2: Gelaagde opbouw van het LOV-systeem

De LOV is oorspronkelijk ontwikkeld vanuit de behoefte aan een instrument waarmee de effecten van alternatieve beleidsopties op de ruimtelijke ontwikkeling en de kwaliteit van de leefomgeving snel en interactief kunnen worden verkend. In de praktijk blijkt de nadruk bij het gebruik vooral te liggen op de ruimtelijke modellering, en vooralsnog minder op het bepalen van effecten.

### Werking van het model

De Leef Omgevings Verkenner omvat een dynamisch ruimtelijk allocatiemodel met drie schaalniveaus: nationaal, regionaal en lokaal. In een eerste stap worden de nationaal economische en demografische ontwikkelingen door een ruimtelijk interactiemodel vertaald naar ontwikkelingen per COROP-regio. Vervolgens wordt de regionale groei van de verschillende activiteiten omgerekend naar een vraag naar ruimte, en per COROP-regio gealloceerd op een ruimtegebruiksk kaart (500m raster). Voor deze allocatie wordt gebruik gemaakt van een Constrained Cellular Automata (CCA) model.

De LOV is opgebouwd uit een integraal dynamisch macromodel, gekoppeld aan een micromodel dat de ruimtelijke allocatie verzorgt. Beide modellen zijn onderling sterk verweven. Daarnaast omvat de LOV een raster-GIS-systeem voor bewerking en presentatie van de ruimtelijke informatie. In bijlage III.2 is de opbouw van de LOV in afzonderlijke modules in schema weergegeven. De nummering van de modules correspondeert met de modulenummering van de tabel in bijlage II. Bijlage III.3 beschrijft de belangrijkste gegevensstromen tussen de modules.



Figuur 3: Schematische weergave van de relatie tussen macromodel en micromodel

### Macromodel

Het macromodel geeft op twee ruimtelijke abstractieniveaus het studiegebied weer: nationaal en op het niveau van de COROP-regio. Nationale economische en demografische groeicijfers worden geïntegreerd en in het Ruimtelijk Interactiemodel ingevoerd (zie figuur 2). De cijfers zijn gebaseerd op CPB- en CBS-scenario's, aangevuld met LEI-scenario's voor de economische ontwikkeling van de landbouw. De nationale groeicijfers worden in het model als randvoorwaarde opgelegd aan het regionale COROP-niveau. Het regionale Ruimtelijk Interactiemodel beschrijft de demografische en economische ontwikkelingen op het COROP-niveau. De resulterende regionale ontwikkelingen worden binnen de Ruimtegebruiksmodule verder vertaald naar veranderingen in de vraag naar ruimte per functie per COROP-regio (zie schema in bijlage III.2).

### Micromodel

In het micromodel<sup>4</sup> worden de verschillende functies in de ruimte geplaatst op basis van de lokale dynamiek van het ruimtegebruik. Het studiegebied wordt daarbij opgedeeld in cellen van 500 bij 500 meter. Het micromodel bestaat uit een Allocatiemodule, een Transitiepotentiaalmodule en een Cellulaire Automata- (CA) module. De Allocatiemodule wijst per gridcel het toekomstig ruimtegebruik toe. Dit gebeurt in stappen van een jaar, uitgaande van een kaart met het huidige ruimtegebruik ( $t=0$ ) en resulterend in een eindkaart ( $t=n$ ). Voor iedere simulatiestap van een jaar ( $t=1, t=2, \dots, t=n-1$ ) wordt een nieuwe ruimtegebruikskaart gegenereerd.

Het CA-model bepaalt de invloed van de omgeving, te weten het ruimtegebruik in nabijgelegen cellen (binnen een straal van 4 km), op de allocatie van de verschillende ruimtelijke functies. De lokale ruimtelijke dynamiek is vastgelegd in een set van rekenregels voor het CA-model, de transitierregels. Deze regels beschrijven per ruimtelijke functie de aantrekkende of afstotende werking die de nabijheid van andere ruimtelijke functies heeft. Aangestuurd door de vraag uit het macromodel, kan elke cel in het micromodel op elk ogenblik in de tijd een ander ruimtegebruik krijgen toegewezen, afhankelijk van zijn huidige ruimtegebruik en de ontwikkelingen in zijn omgeving. De gecombineerde invloed van de omgeving wordt uitgedrukt met de term CA-

<sup>4</sup> In bijlage II wordt het micromodel aangeduid als CCA-Allocatiemodule (module 3). Zoals in figuur 2.3 te zien is, is dit een abstractie van 3 afzonderlijke modules, die samen het CCA-allocatieproces verzorgen.

potentiaal. De CA-potentiaal is dynamisch en wordt bij elke simulatiestap opnieuw uitgerekend op basis van het landgebruik uit de voorgaande tijdstap.

De Transitiepotentiaalmodule berekent op basis van de CA-potentiaal voor elke gridcel per ruimtelijke functie een transitiepotentiaal. Hierin is behalve de CA-potentiaal ook de ruimtelijke heterogeniteit betrokken, in de vorm van kaarten van de fysieke geschiktheid van het gebied, de bereikbaarheid en het ruimtelijk beleid. Op basis van de transitiepotentiaal wordt de beschikbare ruimte toegewezen. Allocatie gebeurt door alle gridcellen te sorteren op hun hoogste transitiepotentiaal. De bijbehorende ruimtelijke functie wordt vervolgens aan de gridcel toegewezen, totdat aan de ruimtevraag van deze functie is voldaan.

Het model onderscheidt 16 verschillende ruimtegebruiksfuncties. Daarbij wordt er onderscheid gemaakt tussen dynamische, semi-dynamische en statische ruimtegebruiksfuncties. De (semi-) dynamische functies heten Functions, deze hebben in het model een eigen dynamiek: zij kunnen toe- of afnemen en zich verplaatsen zoals berekend door de transitierregels van het model (bijvoorbeeld industrie- en haventerreinen of wonen dunbevolkt). Bij de semi-dynamische functies wordt de ruimtelijke ontwikkeling vanaf het regionale schaalniveau (extern) opgelegd. Voor deze functies wordt de ontwikkeling van het ruimtegebruik per jaar, per COROP-regio gespecificeerd in een inputbestand voor het model. Bij de dynamische functies wordt de ruimtelijke ontwikkeling berekend in het macromodel. De statische functies heten Features en kennen geen eigen dynamisch gedrag, zij blijven onveranderd (bijvoorbeeld zoet water of buitenland). Door hun aanwezigheid beïnvloeden zij echter wel de kenmerken van de omgeving waarin de Functions zich ontwikkelen.

### *Terugkoppeling*

Tussen het regionale en lokale niveau bestaan sterke terugkoppelingen. Enerzijds worden de berekende functies in elke sector en voor elke COROP aan het cellulaire model opgelegd om op een dynamische wijze te worden geplaatst binnen die regio. Anderzijds beïnvloeden de veranderende ruimtegebruikpatronen en het lokale ruimtelijke beleid van de overheid op hun beurt de dynamiek op het regionale niveau, doordat de veranderingen in het ruimtegebruik de relatieve aantrekkelijkheid van de regio's beïnvloeden en vervolgens ook de verplaatsing van mensen en activiteiten.

De uitkomsten van de LOV bestaan uit een kaartbeeld met toekomstig ruimtegebruik en een aantal berekende indicatoren die de effecten op het gebied van de economie, ecologie en sociaal-culturele aspecten aangeven.

### **Opbouw**

Het model is opgezet als een raamwerk met een hoog generiek karakter, dat met name zorg draagt voor de dynamische ruimtelijke allocatie van verschillende typen ruimtegebruik. In dit raamwerk kunnen nieuwe modules per deelaspect worden gehangen. De technologie sluit aan bij het Standaard Raamwerk Water (Technische Documentatie). De architectuur is volgens het drielagenmodel.

De LOV is ontwikkeld met behulp van Geonamica-componenten. Aangezien de ontwikkeling van Geonamica deels parallel verlopen is met die van de LOV, is op dit moment geen goede scheiding mogelijk tussen specifieke LOV-componenten en generieke Geonamica-componenten.



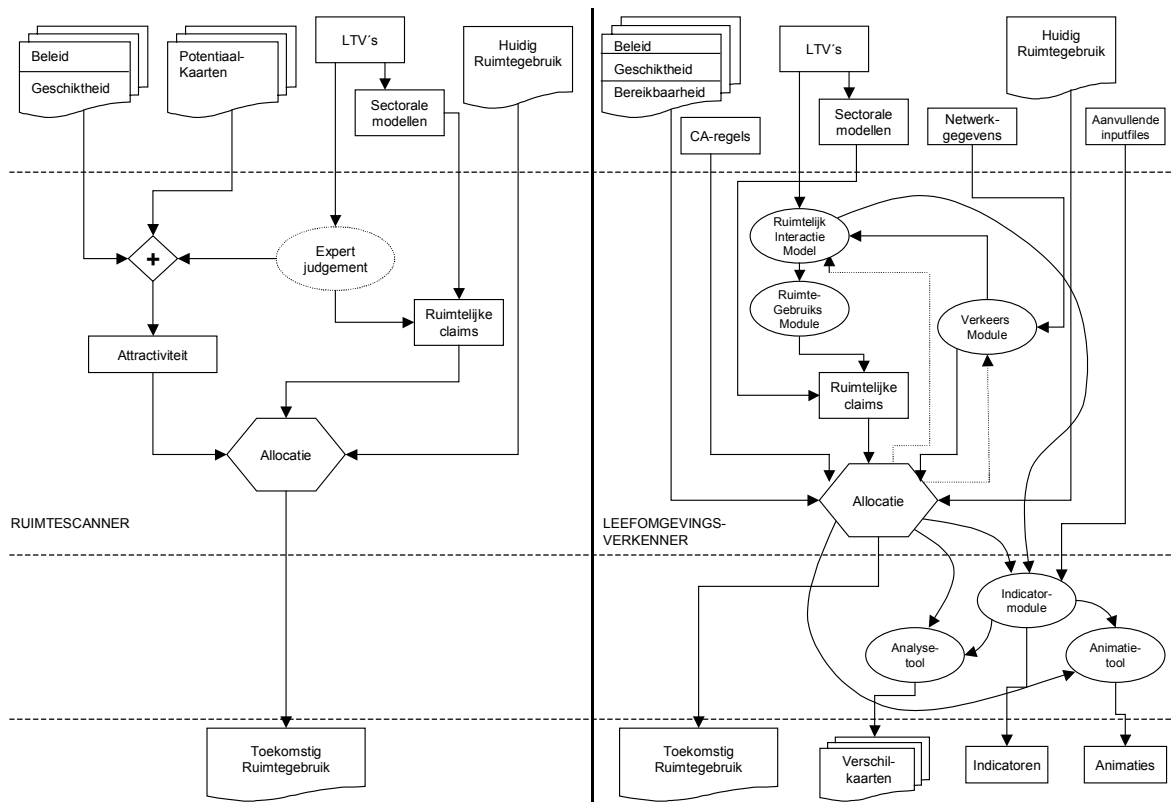
### 3 Overeenkomsten en verschillen RS en LOV

#### 3.1 Inleiding

De Ruimtescanner en de Leef Omgevings Verkenner hebben op hoofdlijnen veel met elkaar gemeen. Beide instrumenten modelleren de (toekomstige) ruimtelijke inrichting van Nederland op basis van een aantal categorieën van ruimtegebruik, en kunnen dit in een kaartbeeld vertalen. Daarbij wordt gebruik gemaakt van diverse basisgegevens die inhoudelijk veel overeenkomsten vertonen.

Beide instrumenten zijn conceptueel opgebouwd rond een vijftal componenten:

1. Het uitgangspunt voor de modellering vormt een kaart met het initieel ruimtegebruik, doorgaans een integratie van een aantal bronnen voor het huidige ruimtegebruik van Nederland.
2. Op het initieel ruimtegebruik worden geregionaliseerde ruimteclaims geprojecteerd, gebaseerd op de Lange Termijn Verkenningen (op dit moment de LTV 1997).
3. Bij het toewijzen van ruimteclaims wordt gebruik gemaakt van kaarten die de aantrekkelijkheid van een specifieke rastercel weergeven voor het toewijzen van een ruimtevragende functie.
4. Het afwegen van vraag en aanbod, in termen van ruimteclaims en aantrekkelijkheid, is de taak van een allocatiemechanisme.
5. De modeluitkomst wordt gevormd door een beeld van het toekomstig ruimtegebruik, desgewenst weer te geven als kaart.



Figuur 4: Vergelijking van modelstructuur RS en LOV

Een belangrijk verschil tussen de instrumenten is de inbreng van het expertoordeel tijdens het modelproces. Binnen de Ruimtescanner vormt het deskundig oordeel een integraal onderdeel van het proces. De Leefomgevingsverkenner fungeert meer als een autonoom werkend, gesloten modelproces. Dit verschil is een direct gevolg van de verschillende filosofieën die aan de beide modellen ten grondslag liggen. In paragraaf 3.2 wordt dit verschil in doelstelling aangestipt. Daarna volgt een korte beschrijving van overeenkomsten en verschillen tussen RS en LOV aan de hand van de vijf genoemde componenten (3.3). Tenslotte komen enkele technische aspecten aan de orde en volgt een puntsgewijze samenvatting van de overeenkomsten en verschillen.

## 3.2 Doelstelling

De Ruimtescanner en de Leefomgevingsverkenner zijn oorspronkelijk vanuit verschillende doelstellingen ontwikkeld. Daarna is in de praktijk het gebruik van beide modellen naar elkaar toegegroeid, vandaar ook de gedachte om tot een vorm van integratie te komen. Toch is het van belang om de verschillen in doelstelling voor ogen te houden, omdat deze consequenties hebben voor de specifieke opbouw en eigenschappen van de modellen.

Doelstelling van de Ruimtescanner is in de eerste plaats kennisopbouw over ruimtelijke dynamiek en integratie en uitwisseling van bestaande kennis bij vertegenwoordigers van diverse disciplines. Het communicatieproces en het verkennen van bandbreedtes zijn daarbij belangrijker dan het individuele kaartbeeld. Dit doel is niet wezenlijk veranderd. Toch wordt er in de praktijk soms anders mee omgegaan. In plaats van een bandbreedte aan mogelijkheden ziet men liever één toekomstmodel op basis van consensus. Het is dan verleidelijk om wat eigenlijk een kanskaart is te beschouwen als concrete toekomstsituatie. Dit draagt een gevaar in zich: de onzekerheden worden er op die manier voor het oog uitgehaald.

De Leef Omgevings Verkenner is ontwikkeld als een interactief instrument voor het snel modelleren van effecten op sociaal, economisch en ecologisch vlak als gevolg van veranderingen in het ruimtegebruik. De set met indicatoren is geënt op de Leef Omgevings Balans. Dit oorspronkelijk ambitieuze doel is inmiddels bijgesteld waarbij vooralsnog de nadruk ligt op de ruimtelijke modellering. Het bepalen van effecten treedt nu dus wat minder op de voorgrond. Daarmee zijn de twee modellen meer op elkaar gaan lijken.

Over de intrinsieke waarde van de methodieken wordt hier geen uitspraak gedaan. Essentieel is dat beide modellen door hun verschillen in methodiek verschillen in toepassing zullen hebben. Voor een evaluatie van de methodieken wordt verwezen naar Timmermans, 1998.

De genoemde verschillen in doelstelling hebben consequenties voor de opzet en het gebruik van beide instrumenten. Dit komt vooral in de volgende aspecten tot uiting:

- De RS is ontworpen op een meer procesmatige inzet, kenmerkt zich door een losse, open structuur specifiek gericht op het samenbrengen van kennis en informatie. De RS richt zich hierbij specifiek op de ruimtelijke allocatie. De LOV, gericht op snelle interactieve simulaties, kenmerkt zich door een strakke modelstructuur om autonoom de effecten van bepaalde (beleids)vragen door te kunnen rekenen.
- De RS maakt voor het bepalen van de ruimtelijke claims gebruik van externe deskundigheid, de LOV is in staat deze zelf op basis van de LTV's te berekenen.
- Door het gebruik van potentiaal- en attractiviteitskaarten maakt de RS de gemaakte (beleids)keuzes expliciet zichtbaar. De LOV maakt gebruik van CA-parameters, waarbij het effect van gemaakte keuzes minder eenvoudig te doorgronden is.
- Door de dynamische interactie tussen het macro- en micromodel van de LOV, worden de ruimtelijke claims per modelstap bijgesteld. Dit is een belangrijk verschil met de RS. Hier is

het weliswaar technisch mogelijk<sup>5</sup> om de allocatie in meerdere stappen uit te voeren, maar voor iedere stap moet een nieuwe ruimteclaim op basis van externe modellen en/of expertkennis worden ingevoerd.

### **3.3 Vergelijking aan de hand van de modelcomponenten**

#### **Initieel ruimtegebruik**

Het huidige ruimtegebruik vormt bij beide modellen het uitgangspunt voor de modellering. In beide gevallen gaat het om een rasterkaart met cellen van 500 x 500 meter, samengesteld op basis van ondermeer de CBS Bodemstatistiek en de Landgebruikskaart van Nederland. Daarnaast gebruikt de LOV een aantal aanvullende bronnen (zie bijlage I, 14/RS en bijlage II, 14, 15/Module 7). De kaarten vertonen daardoor inhoudelijk sterke overeenkomsten, maar bij de detailinvulling zijn verschillende keuzes gemaakt. Zo worden binnen de RS meer landbouwklassen onderscheiden dan binnen de LOV.

Verschillen treden ook op bij de indeling in ruimtegebruiksklassen. Beide modellen kennen een grote mate van flexibiliteit bij de keuze van het aantal en de indeling van de klassen, maar in de praktijk worden op dit moment onderling verschillende klasse-indelingen gehanteerd. In principe is het hanteren van dezelfde klassen bij RS en LOV mogelijk.

Een ander belangrijk verschil is gelegen in de feitelijke inhoud van de rastercellen. Als gevolg van het principe van de cellulaire automaat kan een rastercel in de LOV slechts één waarde aannemen, die van het dominante landgebruik in de cel. Bij de RS bevat de rastercel percentages van het oppervlak dat door de verschillende vormen van ruimtegebruik in beslag wordt genomen. De exacte ligging van het ruimtegebruik binnen de cel is daarbij niet bekend. Desgewenst kan bij presentatie in een kaart het dominante ruimtegebruik worden weergegeven.

#### **Ruimteclaims**

Voor elke bij een specifieke modellering onderscheiden vorm van ruimtegebruik wordt een ruimtelijke claim geprojecteerd op het initiële ruimtegebruik. Deze claims zijn zowel bij RS als LOV doorgaans gebaseerd op de Lange Termijn Verkenningen, maar de vertaalslag van LTV naar claims wordt op verschillende manieren gemaakt.

De Ruimtescanner maakt gebruik van de input van exogene modellen (Bijlage I, 14/Ruimteclaims) of specifieke expert judgement om de claims per regio te bepalen. Deze claims kunnen op verschillende ruimtelijke niveaus worden aangeleverd, en hoeven niet te worden vertaald naar een uniform regionaal niveau. De claims kunnen worden gelocaliseerd binnen verschillende regio-indelingen en verschillende tijdstippen of tijdseenheden.

De LOV maakt gebruik van landelijke scenario's, en genereert op basis hiervan zelf geregionaliseerde ruimteclaims (Bijlage II, 14-16/Module 1 en 2). Om modeltechnische redenen maakt de LOV hierbij (uitsluitend) gebruik van de COROP-indeling. Er is indertijd gekozen voor het COROP-niveau, enerzijds omdat er een veelheid aan informatie voor de COROP-regio's beschikbaar is, en anderzijds omdat het Ruimtelijk Interactiemodel van de LOV op dit niveau clusters van functies van voldoende omvang kan genereren.

Door de dynamische interactie tussen het macro- en micromodel van de LOV, worden de ruimtelijke claims per modelstap bijgesteld. Dit is een belangrijk verschil met de RS. Hier is het weliswaar technisch mogelijk om de allocatie in meerdere stappen uit te voeren, maar voor iedere stap moet een nieuwe ruimteclaim op basis van externe modellen en/of expertkennis worden ingevoerd.

---

<sup>5</sup> In het verleden is de RS ook daadwerkelijk dynamisch ingezet, via handmatige terugkoppeling.

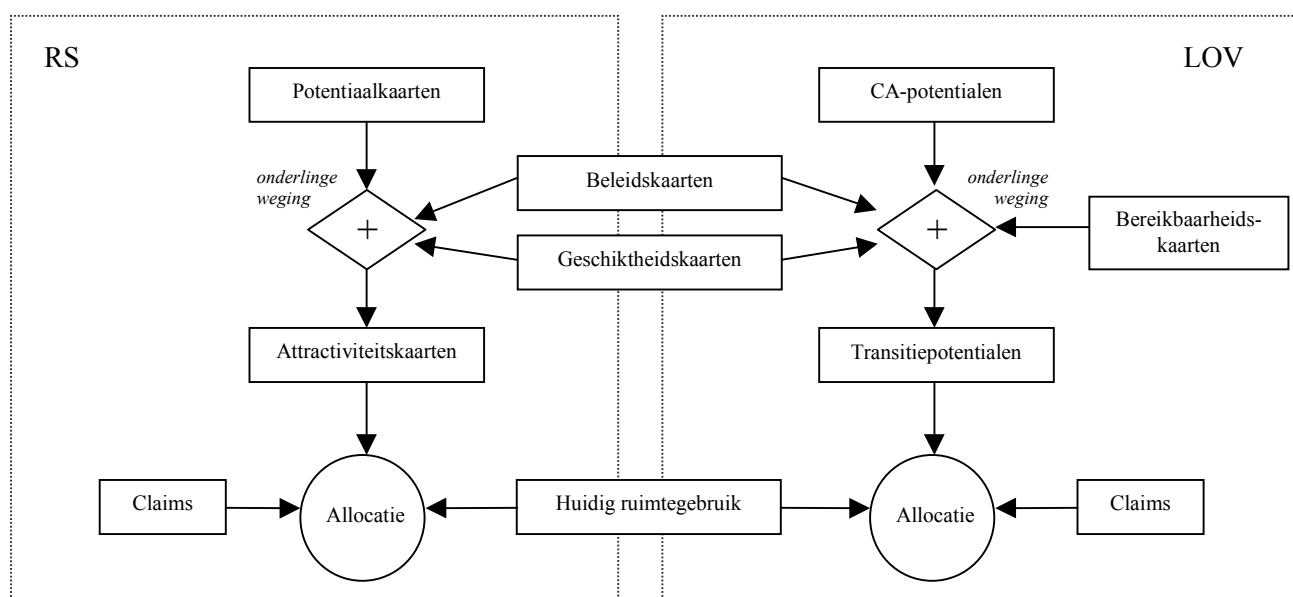
Zowel de RS als de LOV voorziet in de mogelijkheid om bepaalde ruimteclaims hard op te leggen aan het allocatiemodel. Dat betekent dat er bij deze claims geen strijd om de ruimte wordt gevoerd, maar dat dwingend wordt voorgeschreven waar de claims worden gealloceerd (bijvoorbeeld water). Voor de overige claims is het toegewezen areaal daarmee buitengesloten.

Dit principe kan ook worden toegepast om claims volgens een zogenaamde verdringsreeks toe te wijzen. Daarbij gebeurt de allocatie per afzonderlijke ruimtegebruiksklasse, waaraan het benodigde areaal volledig wordt toegewezen. Vervolgens wordt dit areaal uitgesloten van verdere allocatie, waarna de volgende ruimtegebruiksklasse wordt toegewezen. Bij dit principe kunnen beide instrumenten door elkaar worden gebruikt. In de praktijk is dit ook al toegepast: bij de Natuurverkenning 2 werden alle ruimtegebruiksklassen, met uitzondering van de agrarische, door de LOV gealloceerd. Daarna werd het overgebleven areaal met behulp van de RS toegewezen aan de verschillende agrarische grondgebruiksklassen.

### Aantrekkelijkheid

Ten behoeve van het allocatieproces wordt per rastercel de aantrekkelijkheid bepaald voor de verschillende vormen van ruimtegebruik. Allocatie vindt vervolgens, binnen bepaalde restricties, plaats (zie hoofdstuk 2) aan die ruimteclaim waarvoor een specifieke rastercel de hoogste aantrekkelijkheid heeft. Hoewel de uitwerking verschilt, maken RS en LOV beide gebruik van kaarten waarin, voor elke te alloceren ruimtegebruiksklasse, de aantrekkelijkheid per rastercel is weergegeven (zie figuur 5).

Binnen de Ruimtescanner wordt het begrip attractiviteit gehanteerd. De attractiviteit wordt bepaald aan de hand van drie facetten (bijlage I, 14/Attractiviteitskaarten): fysische geschiktheid, potentiaal(kaarten) en beleid (zie hoofdstuk 2). De potentiaal is een maat van de ruimtelijke samenhang tussen ruimtegebruiksklassen. De RS beschikt standaard over een groot aantal potentiaalkaarten, die de samenhang tussen specifieke ruimtegebruiksklassen, doorgaans samengesteld op basis van afstandvervalfuncties, weergeven. Een potentiaalkaart geeft bijvoorbeeld de aantrekkelijkheid voor wonen in relatie tot water, of van bedrijven in relatie tot op- en afritten van wegen weer. Potentiaalkaarten kunnen desgewenst zelf worden samengesteld met behulp van de GIS-tools van de RS. De attractiviteit wordt vervolgens per type ruimtegebruik per rastercel bepaald met behulp van expressies die een (op basis van expertoordeel gekozen) weging tussen de verschillende kaarten aangeven. Het resultaat is een attractiviteitskaart voor iedere afzonderlijke vorm van ruimtegebruik. Attractiviteitskaarten worden gegenereerd met de raster-GIS module binnen de RS.



Figuur 5: Vergelijking van de input van de allocatiemechanismen op conceptueel niveau

**Toelichting bij figuur 5**

Bij zowel de LOV als de RS worden bij de allocatie de volgende factoren betrokken:

- Huidig ruimtegebruik.
- Economische en demografische lange-termijnontwikkelingen, vertaald in ruimtelijke claims.
- Ruimtelijke samenhang tussen typen ruimtegebruik.
- Fysische geschiktheid.
- Ruimtelijk beleid.

In aanvulling op deze factoren maakt de LOV gebruik van een bereikbaarheidspotentiaal, vastgelegd in bereikbaarheidskaarten (eventueel afkomstig uit een aparte verkeersmodule).

De ruimtelijke samenhang is bij de RS vastgelegd in potentiaalkaarten. Voor elk scenario dat met de RS wordt doorgerekend, wordt in de regel met een eigen set potentiaalkaarten gewerkt (één kaart per ruimtegebruiksklasse). Bij de LOV is de ruimtelijke samenhang tussen de verschillende typen ruimtegebruik vastgelegd in CA-regels. Dit zijn afstandvervalfuncties die de invloed van het ruimtegebruik in nabijgelegen cellen modelleren. Per type ruimtegebruik is de ruimtelijke relatie met andere (relevante) ruimtegebruikstypen beschreven door dergelijke regels. Deze CA-regels zijn in principe onveranderlijk. Voor verschillende scenario's wordt van dezelfde regels gebruik gemaakt. Beide instrumenten maken dus gebruik van een vorm van afstandvervalfuncties. Bij de RS zijn deze vastgelegd in de potentiaalkaarten. Bij de LOV zitten deze functies in CA-regels vervat (en deels in de dynamiek van het doorrekenen van opeenvolgende jaren).

Binnen de LOV wordt gerekend met een transitiepotentiaal. Dit is een principe dat inhoudelijk veel overeenkomsten vertoont met de attractiviteit uit de RS. Voor het berekenen van de transitiepotentiaal maakt de LOV, naast een CA-potentiaal, net als de RS gebruik van een set kaarten waarin de ruimtelijke heterogeniteit wordt gemodelleerd (bijlage II, 14/Module 3). De CA-potentiaal is een maat voor de ruimtelijke interactie van functies, te vergelijken met het principe van de potentialen binnen de RS. Voor de ruimtelijke heterogeniteit maakt de LOV gebruik van fysische geschiktheidskaarten, bereikbaarheidskaarten en beleidskaarten.

De attractiviteitskaarten van de RS maken gemaakte keuzes expliciet zichtbaar. Je kunt attractiviteiten op deze manier aanpassen aan je doel (scenario). Dit aspect is feitelijk belangrijker dan de allocatie zelf: het proces is het belangrijkste doel. Bij de LOV wordt het ruimtelijk gedrag bepaald door de set met CA regels. Deze set met regels die het ruimtelijk gedrag van ieder van de landgebruiksfuncties beschrijft is complex en maakt het soms moeilijk om het resulterende toekomstige landgebruik te doorgronden.

**Allocatiemechanisme**

De kern van beide instrumenten wordt gevormd door het allocatiemodel, dat voor de toewijzing van ruimtelijke claims aan rastercellen zorgdraagt.

De RS maakt voor de allocatie gebruik van een logitmodel waarin per gridcel ruimtelijke claims en attractiviteiten met elkaar worden geconfronteerd. Het logitmodel van de RS bepaalt de kans dat een bepaald type ruimtegebruik in een bepaalde cel voorkomt. Het logitmodel kent een dubbele restrictie (double constraint):

- Per rastercel (500 x 500 m) kan maximaal 25 ha worden toebedeeld.
- Alle ruimteclaims moeten worden toegewezen.

De LOV omvat een dynamisch ruimtelijk allocatiemodel, bestaande uit een macromodel en een micromodel. In het macromodel worden nationale economische en demografische ontwikkelingen vertaald naar ontwikkelingen per COROP-regio en vervolgens naar een vraag naar ruimte. In het micromodel worden de ruimteclaims per COROP-regio gealloceerd met behulp van een Constrained Cellular Automata (CCA) model. De LOV berekent per functie voor elke rastercel een transitiepotentiaal op basis waarvan de beschikbare ruimte wordt toegewezen. Met 'constrained' wordt aangeduid dat het ruimtelijk gedrag van de Cellulaire Automaat (sterk) beperkt is, zo wordt de groei opgelegd en deels expliciet aangegeven waar de functie wel of niet terecht mag komen.

Een belangrijk verschil tussen beide allocatiemechanismen is het feit dat de RS (in ieder geval in de praktijk) een statisch model is, en de LOV een dynamisch. De LOV modelleert de ruimtelijke

ontwikkeling aan de hand van iteratieve stappen. Iedere stap gaat uit van de laatst uitgerekende ruimtegebruikkaart binnen het micromodel, op basis waarvan (ondermeer) nieuwe ruimteclaims worden berekend in het macromodel. Bij de RS wordt de toekomstige inrichting bepaald aan de hand van extern aangereikte ruimteclaims, die in één keer worden toegewezen over de periode tussen uitgangsjaar en zichtjaar.

Zoals eerder genoemd heeft het verschil in allocatiemechanismen ook gevolgen voor de inhoud van de rastercellen. Door het principe van de cellulaire automaat kent een rastercel in de LOV slechts één waarde, die van het dominante landgebruik in de cel. De RS hanteert percentages van het oppervlak dat per rastercel door de verschillende vormen van ruimtegebruik in beslag wordt genomen.

### **Modeluitkomsten**

De Ruimtescanner produceert als uitkomst van een simulatie een database met toekomstig ruimtegebruik. Per rastercel is het percentage van elke voorkomende ruimtegebruiksklasse bekend. Hieruit kan desgewenst een dominant-ruimtegebruiksk kaart gegenereerd worden.

De LOV produceert een kaartbeeld met toekomstig ruimtegebruik (één klasse per rastercel). Daarnaast beschikt de LOV over een aantal aanvullende tools, waarmee indicatoren kunnen worden berekend, ruimtelijke analyses uitgevoerd en animaties samengesteld. De uitkomsten van deze tools zijn in de regel ook weer kaartbeelden, op het niveau van COROP-regio's of individuele rastercellen.

### **Aanvullende functionaliteiten LOV**

In vergelijking met de RS beschikt de LOV nog over een aantal aanvullende functionaliteiten, die vooral in de sfeer van analyse en nabewerking liggen. Het gaat hierbij om de volgende modules (zie bijlage II):

- Indicatormodule.  
voor het berekenen van verschillende economische, ecologische en sociaal-psychologische indicatoren.
- Analysetool.  
voor het analyseren van kaarten, bepalen van verschilkaarten, berekenen van diverse statistieken.
- Animatietool.  
voor het aanmaken van filmpjes van de ontwikkeling in ruimtegebruik en indicatoren.
- Monte Carlotool.  
voor calibratie/validatie van het model, en onzekerheidsanalyse.

## **3.4 Technische aspecten**

### **Rasterstructuur**

In paragraaf 3.3 is het verschil in celinhoud al aan de orde geweest (percentages ruimtegebruik bij de RS, dominant ruimtegebruik bij de LOV). Daarnaast bestaan er (geringe) verschillen in rasterstructuur. Beide systemen maken gebruik van rastercellen van 500 x 500 meter, die op dezelfde wijze zijn georiënteerd. De basisrasters verschillen wel in grootte: De RS hanteert een basisraster van 560 x 650 cellen; de LOV een van 540 x 650 cellen. Het basisraster van de RS heeft (aan de westzijde) 20 kolommen extra in vergelijking met de LOV.

De RS is in staat om ook andere resoluties (ook kleinere cellen dan 500 x 500 m) te verwerken, maar daarvoor moeten wel aangepaste invoergegevens beschikbaar zijn. De LOV hanteert een vaste resolutie van 500 m, maar kan ook met 250 m grids rekenen. In Geonamica kan zelfs met verschillende celgroottes tegelijk gerekend worden: 100 m voor steden, 1000 m grids voor landbouw, etc.

### **Technische implementatie**

De Ruimtescanner maakt (sinds versie 3.0) gebruik van een drielagen-architectuur en is opgebouwd rondom de Data Model Server. De DMS beheert zowel de gegevens en modellen, als ook de metadata over de gegevens en de voortgang. De verschillende bewerkingen voor de Ruimtescanner zijn opgenomen als functionaliteiten in de DMS. Daarbij horen ook een aantal ingebouwde GIS-functionaliteiten. Behalve de DMS omvat de RS een grafische gebruikersinterface (GUI).

De LOV volgt intern eveneens het drielagenmodel, en is opgebouwd uit componenten, die gebaseerd zijn op Geonamica technologie. Het model is opgezet als een raamwerk met een hoog generiek karakter, dat met name zorg draagt voor de dynamische ruimtelijke allocatie van verschillende typen ruimtegebruik. In dit raamwerk kunnen nieuwe modules per deelaspect worden gehangen. De componenten zijn ontwikkeld in C++. Deze componenten zijn uitgebreid beschreven in de overzichtstabel LOV in bijlage II.

## **3.5 Belangrijkste overeenkomsten en verschillen**

De voornaamste overeenkomsten en verschillen worden hieronder nogmaals kort op een rij gezet.

### **Overeenkomsten**

De vele overeenkomsten zijn duidelijk zichtbaar in een schematische afbeelding van beide systemen (zie figuur 4 Vergelijking RS-LOV). De belangrijkste zijn puntsgewijs:

- Het huidige ruimtegebruik vormt het uitgangspunt voor de modellering. Beide instrumenten gebruiken een rasterkaart met het huidige ruimtegebruik, in cellen van 500 x 500 meter, als invoerbestand voor de ruimtelijke simulatie.
- Ruimtelijke claims, gebaseerd op de Lange Termijn Verkenningen, worden geprojecteerd op dit huidige ruimtegebruik.
- Het gemodelleerde toekomstige ruimtegebruik wordt beïnvloed door fysieke geschiktheid, afstand tot bepaalde vormen van ruimtegebruik in de omgeving en ruimtelijk beleid. Deze aspecten worden in de vorm van rasterkaarten ingevoerd in beide instrumenten.
- De kern van beide instrumenten wordt gevormd door een allocatiemechanisme dat op lokaal niveau ruimtegebruik toewijst, binnen een raster van (in de regel) 500x500 m.
- Als input voor beide allocatiemechanismen fungeert een set van kaarten per type ruimtegebruik op basis waarvan het allocatiemechanisme de afweging maakt welke ruimteclaim waar wordt toegewezen. De kaarten bevatten een maat van (on)aantrekkelijkheid voor een specifieke ruimtelijke functie om aan een gegeven rastercel te worden toegewezen. De RS hanteert hiervoor het begrip Attractiviteit; bij de LOV heet het Transitiepotentiaal.
- Als uitkomst van de simulatie produceren beide instrumenten een rasterkaart (cellen van 500x500 meter) met het toekomstig ruimtegebruik.

### **Verschillen**

Naast overeenkomsten zijn er ook belangrijke verschillen aan te wijzen.

- LOV en RS zijn ontwikkeld vanuit verschillende doelstellingen, die consequenties hebben voor de opzet en het gebruik van de instrumenten.
- De daadwerkelijke toewijzing (op lokaal niveau) van ruimte aan claims gebeurt met fundamenteel verschillende allocatie-mechanismen.
- Het allocatiemodel van de LOV is opgebouwd uit drie schaalniveaus: nationaal, regionaal en lokaal. De RS beperkt zich tot allocatie op het lokale niveau.
- Hoewel de benodigde invoergegevens voor LOV en RS sterk overeenkomen, zijn er detailverschillen in herkomst, gehanteerd formaat en omvang van het basisgrid.
- Beide instrumenten produceren rasterkaarten met toekomstig ruimtegebruik, maar de inhoud van de rastercellen verschilt. In het geval van de RS is deze kaart te beschouwen als een kanskaart, de LOV produceert een kaart met dominant grondgebruik.

- De LOV betreft ook het aspect verkeer in de modellering als middel om ruimtelijke claims te verdelen, aan de hand van een bereikbaarheidspotentiaal.
- De LOV biedt de mogelijkheid om een aantal economische, ecologische en sociaalpsychologische indicatoren te berekenen.
- De LOV beschikt over aanvullende tools voor analyse en animatie van kaartbeelden.
- Bij de LOV wordt gebruik gemaakt van iteratieve stappen om de ruimtelijke ontwikkeling te modelleren. Bij de RS wordt de toekomstige inrichting bepaald aan de hand van extern bepaalde ruimteclaims, die in één keer voor het zichtjaar worden toegewezen.
- LOV en RS verschillen wat betreft de gebruikte technische implementatie.



## 4 Globaal functioneel ontwerp LUMOS

### 4.1 Inleiding

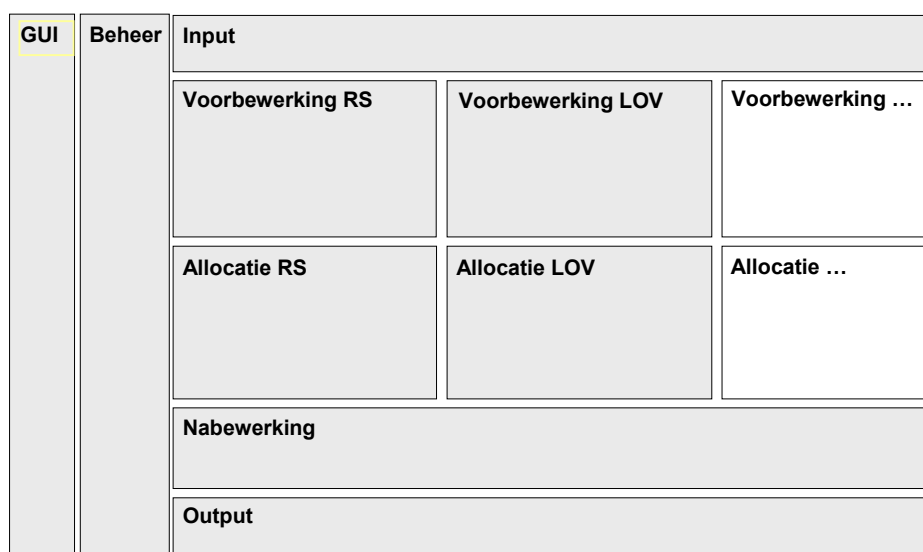
LUMOS is in eerste instantie bedoeld als een integratie van LOV en RS. De mate van integratie is een punt voor nadere beschouwing, maar uitgangspunt bij elke vorm van integratie is dat de huidige functionaliteit van beide afzonderlijke modellen gehandhaafd zal blijven. Daarnaast biedt de ontwikkeling van de LUMOS-omgeving ook de mogelijkheid om nieuwe functionaliteit toe te voegen. Wensen daartoe zijn terug te vinden in hoofdstuk 5, maar deze zijn uitdrukkelijk nog niet meegenomen in het hier beschreven globaal functioneel ontwerp.

Het eerste uitgangspunt van het globaal functioneel ontwerp, hier verder afgekort tot GFO, is dat de functionaliteit van LUMOS alle bestaande functionaliteiten van RS en LOV in zich moet verenigen. Wat mogelijk is in de huidige situatie met RS en LOV, moet ook mogelijk zijn in LUMOS. Voor een gedetailleerde beschrijving van de bestaande functionaliteiten wordt verwezen naar bijlagen I en II.

Uit de vergelijking van RS en LOV is naar voren gekomen dat de overeenkomsten met name te vinden zijn in het voortraject (verzameling en invoer van gegevens) en natraject (nabewerking en presentatie). De kernen van beide instrumenten, de allocatiemodellen, zijn zo specifiek, dat deze het beste in hun huidige afzonderlijke vorm gehandhaafd kunnen worden. Dit vormt het tweede uitgangspunt van het ontwerp.

Het GFO is op deze twee uitgangspunten gebaseerd. Het valt in 7 onderdelen uiteen (zie figuur 6):

1. Input
2. Voorbewerking gegevens
3. Allocatie-procedure
4. Nabewerking en analyse van resultaten
5. Output
6. Beheer van gegevens en meta-informatie
7. Grafische presentatie en interactie



Figuur 6: Globaal functioneel ontwerp LUMOS

Dit modelschema voor de toolbox is onafhankelijk van de te kiezen mate van integratie (hoofdstuk 6). Een lichtere of zwaardere koppelingsvariant heeft consequenties voor de onderdelen zelf, en voor de interactie tussen de onderdelen. Maar de geschetste functionele eenheden zullen in elke oplossingsvariant terugkomen.

## 4.2 Input / Gegevensverwerving

Met gegevensverwerving wordt hier bedoeld het verzamelen van brongegevens die noodzakelijk zijn om de LUMOS-modellen te kunnen voeden. Deze gegevens zijn afkomstig van uiteenlopende bronnen, waaronder diverse externe organisaties. Het verwerven van de brongegevens zal binnen LUMOS gecoördineerd plaatsvinden, waarna de gegevens op een vaste plaats en in een gestandaardiseerde vorm beschikbaar worden gesteld. Hoe en waar de daadwerkelijke opslag en het beheer van deze gegevens plaatsvinden, is een keuze die in het vervolgtraject gemaakt zal moeten worden (zie ook Hoofdstuk 6 en Bijlage IV).

In de huidige situatie maken RS en LOV gebruik van diverse invoergegevens, die noodzakelijk zijn voor het modelproces. Deze gegevens worden grotendeels betrokken bij externe bronnen. Aangezien LUMOS dezelfde bewerkingen moet kunnen uitvoeren als RS en LOV, moeten dezelfde brongegevens voorhanden zijn. Dat betekent dat LUMOS in staat moet zijn om deze brongegevens te verwerken. In de onderstaande tabel is aangegeven welke gegevens voor welk model als invoer dienen. Als er een '+' bij beide modellen staat, betekent dit overigens niet dat de gegevens exact overeenkomen. Het gaat in principe weliswaar om dezelfde informatie, maar de inhoud, de formaten en geografische oriëntatie van de bestanden kunnen onderling nogal eens verschillen.

Invoergegevens	RS	LOV
Huidig ruimtegebruik	+	+
LTV's	(+) <sup>6</sup>	+
Sectorale modellen	+	+
Beleid	+	+
Fysische geschiktheid	+	+
Bereikbaarheid / netwerkgegevens verkeer	-	+
CA-regels	-	+
Ruimtelijke claims	+	+
Aanvullende informatie t.b.v. indicatoren	-	+

Binnen LUMOS worden deze gegevens maar één keer verzameld, op een zodanige manier dat ze voor beide allocatiemodellen geschikt te maken zijn. In de praktijk zal een stroomlijning van het proces van gegevensverwerving weinig consequenties hebben voor de functionaliteiten van LUMOS. Het vergt vooral een goede afstemming bij het verzamelen van de gegevens, omdat uit de verzamelde brongegevens de invoer voor beide allocatiemodellen moet zijn af te leiden.

Een stap verder op de weg van integratie, is om de invoergegevens voor beide modellen inhoudelijk meer met elkaar in overeenstemming te brengen. Te denken valt aan het harmoniseren van ruimtegebruiksklassen, het hanteren van dezelfde criteria voor geschiktheids- en beleidskaarten en het gebruiken van dezelfde brongegevens voor het huidige ruimtegebruik.

Een punt van aandacht is ook of de gehanteerde rasterindeling van LOV en RS volledig met elkaar in overeenstemming te brengen is, als het gaat om de dekking van Nederland. Beide grids zouden (nog afgezien van de inhoud) identiek moeten zijn.

<sup>6</sup> De LTV's vormen geen directe input voor de RS, maar worden eerst vertaald in ruimtelijke claims met behulp van sectorale modellen of inbreng van expert judgement.

Naast de meer of minder gemeenschappelijke gegevens wordt de input van LUMOS ook gevormd door een aantal specifieke gegevens, die nodig zijn voor een van de twee allocatiemodellen. Hierbij vallen niet onmiddellijk aanpassingen en daarmee efficiencywinst bij de inwinning te verwachten. Het gaat om:

- Bereikbaarheid (LOV)
- CA-potentialen (LOV)
- Aanvullende informatie voor het berekenen van indicatoren (LOV)

### 4.3 Voorbewerking gegevens

De voorbewerking heeft tot doel de ruwe brongegevens te bewerken tot pasklare invoergegevens, die geschikt zijn voor verwerking door een van de allocatiemodellen waarover LUMOS beschikt (vooral nog alleen de allocatiemodules van LOV en RS). Deze allocatiemodellen stellen hun eigen specifieke eisen aan de invoergegevens. Dit zijn deels inhoudelijke eisen, deels eisen met betrekking tot het bestandsformaat.

De gegevensbewerking binnen LUMOS bestaat daarom enerzijds uit een technische conversie, anderzijds uit een inhoudelijke vertaalslag. Bij het laatste moet ondermeer worden gedacht aan:

- Samenstelling van regionaal correcte dominant ruimtegebruikskaarten uit aggregatie van bronbestanden.
- Het opstellen van geschiktheids- en beleidskaarten per ruimtegebruiksklasse.
- Het samenstellen van potentiaalkaarten met behulp van de Ruimtelijke Analysefunctie.
- Het samenstellen van attractiviteitskaarten met behulp van de Overlay-functie, waarmee een gewogen combinatie van beleidskaarten, fysische geschiktheidskaarten en potentiaal-kaarten is te realiseren.

In de huidige situatie beschikken LOV en RS over hun eigen GIS-functionaliteiten om de voorbewerking uit te voeren. Daarbij zijn doublures aan te wijzen, bijvoorbeeld tussen de overlay-tools in beide instrumenten. In dat geval zou een van beide tools binnen LUMOS achterwege kunnen blijven, als de andere geschikt is (te maken) voor beide taken. Een verdergaande oplossing is om deze functionaliteit volledig los te koppelen van LUMOS, en uit te wijken naar een generiek GIS-tool. Met name in dit voortraject lijken daar mogelijkheden voor aanwezig. Het gebruik van standaard GIS-functionaliteit biedt voordelen bij het beheer. Een belangrijk aandachtspunt is wel dat het gebruik van standaard (commerciële) GIS-tools veronderstelt dat de gebruiker (ook de RIVM-externe) van LUMOS over deze programmatuur beschikt, dan wel dat dergelijke tools worden ingebouwd in LUMOS (bijv. ArcObjects).

Een andere vorm van voorbereidende gegevensbewerking is de inbreng van expert judgement, bij het bepalen van ruimtelijke claims en het vaststellen van wegingsfactoren bij het samenstellen van attractiviteitskaarten. Cruciaal hierbij is de interactie tussen 'mens en machine' door middel van een scala aan kaarten (potentiaal en attractiviteit). In LUMOS zal een dergelijke visualisatiemogelijkheid ook aanwezig moeten zijn.

### 4.4 Allocatie-procedure

De LUMOS-toolbox biedt de keuze uit meerdere allocatiemodules. Voorlopig zal het daarbij gaan om LOV en RS, maar het systeem dient zodanig open te zijn, dat het de mogelijkheid biedt om andere allocatiemodules op te nemen (bijv. Multi Actor/Activity Systems).

De LOV-allocatie biedt de mogelijkheid van iteratieve allocatie op basis van een transitiepotentiaal (opgebouwd uit geschiktheid, beleid, dynamische CA-potentiaal en (dynamische) bereikbaarheidspotentiaal). De RS-allocatie allocceert op basis van attractiviteiten (opgebouwd uit geschiktheid, beleid en potentialen).

Beide algoritmen zijn zo specifiek dat het in dit stadium niet zinvol lijkt om daaraan te tornen. De LUMOS-toolbox zal een omgeving moeten vormen waarin beide allocatie-algoritmen zodanig zijn ingebed dat ze 'als vanouds' kunnen functioneren. Een belangrijk aandachtspunt daarbij is het feit dat LOV een dynamisch model is, met gecompliceerde terugkoppelingsmechanismen. In de nieuwe situatie moeten de verschillende componenten van de LOV die samen de allocatiemodule (micro- én macromodel) uitmaken, correct kunnen blijven interacteren.

Daarnaast kunnen de volgende opties worden overwogen, om de mogelijkheden van de LUMOS-allocatie te vergroten:

- Behalve het afzonderlijk laten functioneren van beide allocatiemodules, moet ook tussentijdse uitwisseling van modelresultaten mogelijk zijn (blijven). Dat betekent dat naar keuze bepaalde klassen van ruimtegebruik met een van beide allocatiemodules worden gealloceerd, waarna het andere model de allocatie overneemt voor de resterende ruimtegebruiksklassen.
- De huidige LOV beschikt over een macro- en een micromodel. Het macromodel berekent ruimtelijke claims van de verschillende vormen van ruimtegebruik, welke het micromodel vervolgens alloceert. Binnen de RS wordt de rol van het macromodel van de LOV feitelijk ingenomen door externe sectorale modellen en/of het oordeel van deskundigen. Overwogen kan worden om het macromodel van de huidige LOV binnen LUMOS optioneel ook de claims voor de RS-allocatie te laten berekenen.
- De RS wordt op dit moment niet als iteratief instrument ingezet. De verandering in ruimtegebruik voor het zichtjaar wordt bij de RS in één keer berekend. De LOV koppelt per jaar het nieuwe ruimtegebruik terug naar de CA-module, waarna er een nieuwe transitiepotentiaal wordt berekend. De omgeving is veranderd, en daarmee de omgevingsinvloed op de vestiging van bepaalde ruimtegebruiksklassen. In principe kan het allocatiemechanisme van de RS ook met dergelijke iteraties omgaan. De omgevingsinvloed is bij de RS vervat in de potentiaalkaarten. In de huidige situatie kunnen deze alleen handmatig worden gewijzigd, zodat bij elke iteratie handmatige tussenkomst noodzakelijk is. Onderzocht zou kunnen worden in hoeverre de aanpassing van de potentiaalkaarten te automatiseren is. Dit zal naar verwachting een ingrijpende stap zijn.
- De toevoeging van een nieuwe allocatiemodule (bijv. Multi Actor/Activity Systems) zal de mogelijkheden van LUMOS uiteraard nog verder vergroten. Hiervoor geldt zoals gezegd dat het systeem zodanig open moet zijn, dat toevoeging van nieuwe modules daadwerkelijk mogelijk is. Overigens moet ook hierbij aandacht zijn voor eventuele consequenties van beperkingen op het gebruiksrecht van een dergelijke module.

## 4.5 Nabewerking en analyse van resultaten

Met name de LOV beschikt over een aantal waardevolle post-processing tools, te weten: de Indicatormodule, een Analysetool, een Animatietool en een Monte Carlotool.

Deze functies moeten ook in het nabewerkingstraject van LUMOS kunnen worden ingezet. Het gaat daarbij om het berekenen van indicatoren en het uitvoeren van vergelijkingsanalyses op de resultaten van de allocatie.

Voor deze tools geldt, net als voor de voorbereidingstools, dat per module overwogen kan worden of de inzet van een generiek GIS zinvol is. Het gaat in de meeste gevallen om het koppelen en analyseren van kaartbeelden, iets waar standaard GIS-systemen zeer goed voor toegerust zijn.

## 4.6 Output

De verschillende allocatiemodules van LUMOS, en de eventuele nabewerkingen, resulteren in uitvoergegevens. Zoals het bij de gegevensverwerking van belang is om een goede uitwisseling met de buitenwereld te bewerkstelligen, zo geldt dat ook bij de output van LUMOS. De gegevens worden op een vaste plaats en in een gestandaardiseerde vorm beschikbaar gesteld. Hoe en waar de daadwerkelijke opslag en het beheer van deze gegevens zal plaatsvinden, is een keuze die in het vervolgtraject gemaakt zal moeten worden (zie ook Hoofdstuk 6 en Bijlagen IV en VII).

Onder output wordt ook gerekend de uitvoer van (geprinte) kaarten, tabellen en grafieken. LUMOS zal moeten beschikken over een voorziening om deze producten te leveren. Hiervoor geldt dat de functionaliteiten op dit gebied bij de huidige LOV en RS in ieder geval in LUMOS aanwezig zullen moeten zijn.

## 4.7 Beheer van gegevens en meta-informatie

Het beheertool vormt de smeerolie van de LUMOS-toolbox. Het draagt zorg voor het goed interacteren van de verschillende onderdelen van de toolbox. Instructies die vanuit de gebruikersschil aan het systeem worden gegeven, worden hier vertaald en doorgegeven aan de relevante onderdelen van het systeem. Het beheertool bewaakt de status van gegevens en modelprocessen en zorgt ervoor dat de modelonderdelen op het juiste moment van de juiste input worden voorzien (zie ook bijlage IV). Naast registratie van gegevens en modelprocessen verschaft het beheertool ook toegang tot diverse soorten van meta-informatie (omtrekt brongegevens, tussenresultaten, et cetera), zodat modelprocessen ook qua gegevensstromen goed te volgen zijn (transparantie).

De vorm van het beheertool is afhankelijk van de mate van integratie die er met LUMOS wordt nagestreefd. Naarmate er meer vertaalslagen nodig zijn tussen onderdelen van het model, is de beheertaak zwaarder. Bij een zware integratievorm zal het beheertool daarom relatief licht zijn en andersom (zie hoofdstuk 6).

## 4.8 Grafische presentatie en interactie

Voor de aansturing van de verschillende modelonderdelen wordt gebruik gemaakt van één (nieuw ontwikkelde) gebruikersschil. Daarbij kan worden gekozen voor één van beide bestaande GUI's, of voor een volledig nieuwe. De huidige presentatie- en interactiemogelijkheden van zowel LOV als RS zijn in deze nieuwe (of vernieuwde) schil aanwezig. Timmermans (1998<sup>7</sup>) constateert dat de sterke kant van de RS zijn grafische presentatie (met name het raadplegen van kaarten) is, terwijl de LOV een meer intuïtieve bediening kent. Beide sterke punten zouden in LUMOS moeten worden verenigd.

Bij het ontwerp van de GUI wordt als doelgroep de ervaren gebruiker (van RS of LOV) aangehouden. Dat betekent dat transparantie en flexibiliteit hoge prioriteit krijgen. Gebruikersvriendelijkheid is belangrijk, maar aan beide andere eisen ondergeschikt. In bijlage IV wordt verder ingegaan op de ontwerpeisen die er aan een gebruikersschil gesteld kunnen worden.

---

<sup>7</sup> Timmermans, H.J.P. (1998), Ruimtescanner en Leef Omgevings Verkenner: Een evaluatie. Technische Universiteit Eindhoven.



## 5 Wensen ten aanzien van LUMOS

### 5.1 Inleiding

In deze globale definitiestudie is niet alleen gekeken naar de huidige functionaliteit van RuimteScanner (RS) en LeefOmgevingsVerkenner (LOV), maar ook naar (additionele) wensen die er bestaan ten aanzien van de LUMOS-toolbox. Voornaamste reden hiervoor is dat het wel zo verstandig is bij de huidige ontwikkeling en realisatie van de LUMOS-toolbox rekening te houden met in de (naaste) toekomst te verwachten verzoeken tot functionele uitbreiding. Daartoe is naast diverse gesprekken met direct bij de RS en/of LOV betrokkenen ook een workshop georganiseerd voor (potentiële) gebruikers van (één van) beide simulatie-instrumenten<sup>8</sup>. De leden van de beide projectgroepen RS en LOV, noch de beide ontwikkelteams waren daarbij uitgenodigd. Dit, om alle aandacht te laten uitgaan naar de wensen van de gebruikers en om niet het gevaar te lopen te verzanden in discussies omtrent technische details en (on)haalbaarheden.

In het onderstaande zal in samenvattende zin eerst worden ingegaan op ervaringen met LOV en/of RS en op wensen ten aanzien van de LUMOS-toolbox (paragraaf 5.2). Er is daarbij voor gekozen de ervaringen en wensen bij elkaar te bespreken, daar veel wensen gebaseerd zijn op corresponderende ervaringen. In paragraaf 5.3 worden dan vervolgens in samenvattende zin de vijf als meest belangrijk aangemerkte wensen gepresenteerd.

### 5.2 Ervaringen en wensen

Zoals aangegeven worden de ervaringen ten aanzien van de RS en/of de LOV en de wensen ten aanzien van de LUMOS-toolbox gezamenlijk behandeld. Verder wordt ter structurering van ervaringen en wensen onderscheid gemaakt in een vijftal – functioneel relevante – categorieën: transparantie, gebruiksvriendelijkheid, flexibiliteit, interactiviteit, en uitbreiding. Hoewel wordt ingezien dat deze categorieën niet geheel uitsluitend zijn, bieden zij desondanks voldoende houvast voor een zinvolle indeling.

#### **Transparantie:**

Bij transparantie gaat het primair om de vraag ‘hoe doorzichtig zijn het systeem en de processen die daarbinnen plaatsvinden?’. Transparantie hangt mede af van het type gebruiker (wat voor de één een transparant proces is, hoeft dat voor de ander nog niet te zijn). Bovendien speelt hier het doel van het instrument een belangrijke rol. In genoemde workshop is daaromtrent gesteld: ‘gevoel krijgen voor de ruimtelijke werkelijkheid en -werking, dus voor ruimtelijke configuratie en –processen’. In dat kader is transparantie onontbeerlijk. Belangrijk hierbij is dus met name de mogelijkheid om gegevens, handelingen en/of uitkomsten als gebruiker zelf goed te kunnen doorzien en vervolgens te kunnen communiceren richting derden.

- De keuze van instellingen (bijv. parameter-waarden) en wat reële waarden daarin zijn in een gegeven situatie zijn lastige vragen. Daaromtrent is de suggestie geopperd van een schuifbalk met daarop aangegeven de keuze-vrijheid (bijvoorbeeld toegestane parameterwaarden).
- Ook bij de gevoeligheid van de uitkomsten voor bijvoorbeeld bepaalde instellingen speelt bij transparantie een belangrijke rol. In dat kader wordt de LOV gezien als een black-box (bijvoorbeeld: hoe werken de verschillende CA-regels op elkaar in en wat is hiervan de invloed op de uitkomst). Ook de ‘random factor’ maakt in de LOV het proces minder transparant. Weliswaar is deze uit te zetten, maar dan ontstaan vreemde cluster effecten. Oplossing hiervoor zou zijn het model vaker te runnen (Monte Carlo) en dan te kijken waar de ruimtelijke

---

<sup>8</sup> Voor deze workshop werden vertegenwoordigers van de volgende partijen uitgenodigd: Alterra, RPD, LEI, RIZA, RIKZ, AVV, DLG, Provincie Utrecht en RIVM.

overeenkomsten en verschillen zitten. Voor een dergelijk soort robuustheidsanalyse zou een standaardfunctie aanwezig moeten zijn. Bij de RS speelt dit minder daar deze met waarschijnlijkheden werkt, waarin deze onzekerheid eigenlijk al zit ingebouwd. De RS wordt als redelijk transparant aangemerkt (hoewel ook daar gevoeligheid een grote rol speelt, bijvoorbeeld bij de  $\beta$ -parameter binnen het allocatiemodel, of de invloed van variaties in de potentialen).

- In het algemeen wordt het als lastig ervaren om parameters goed in te stellen (bijvoorbeeld rekenregels) en om te doorgronden wat hun effect zal zijn op de uitkomsten. Het ontbreekt daartoe aan voldoende aanwijzingen en ondersteunende functionaliteit (traceerbaarheid; gevoeligheids-analyse; robuustheidsanalyse, calibratie- en validatietoets). Zo zou het eenvoudiger mogelijk moeten zijn diverse runs uit te voeren met kleine verschillen om zodoende de gevoeligheid en robuustheid te kunnen meten (experimenten).
- Bovendien vindt er geen goede foutencontrole plaats (bijvoorbeeld hoe wordt de gebruiker behoed voor – onbedoeld – onzinnige handelingen?).
- Voorgesteld wordt een ondersteunend kennisinformatiesysteem te bouwen. Dit om het model eenvoudiger toegankelijk te houden/maken en overzicht te behouden over aannames, consequenties en de aanwezige data. Dit systeem bevat meta-informatie over de gebruikte basisgegevens en registreert alle handelingen en wijzigingen die door de gebruikers in instellingen worden aangebracht (meta-procesinformatie). Het dient ter ondersteuning van de gebruiker, zowel bij het opstellen van scenario's en het analyseren van de door het model gegenereerde simulatieresultaten, alsook bij het communiceren van simulatieresultaten richting derden. Bovendien kunnen aan het systeem enkele zeer noodzakelijke analyse-instrumenten worden gekoppeld: robuustheidsanalyses, gevoeligheidsanalyses, calibratie- en validatie-toetsen, et cetera.

### **Gebruiksvriendelijkheid:**

Bij gebruiksvriendelijkheid gaat het voornamelijk om vragen als of de gebruiker redelijk eenvoudig de weg kan vinden in het systeem; of de vereiste handelingen voor zich spreken; of het geheel aan knoppen, menu's en dergelijke inzichtelijk is; et cetera. Van essentieel belang hierbij is de vraag naar de vaardigheden en materie-kennis van de beoogde gebruikersgroep. Gezien het vereiste – met name ook inhoudelijke – kennisniveau voor het werken met dit type simulatiemodellen is het aanradenswaardig dat het hierbij primair handelt om een beperkte groep van RIVM-interne dan wel –externe gebruikers met toereikende modeltheoretische, materie-inhoudelijke en systeem-procesmatige kennis.

- De RS wordt als niet erg gebruiksvriendelijk aangemerkt. De LOV daarentegen wordt als redelijk gebruiksvriendelijk aangeduid, hoewel de veelheid aan opties het gebruik ook wel eens tegenwerkt en minder gebruiksvriendelijk maakt. Dit zou vereenvoudigd kunnen worden door het instellen van gebruiksrechten, waarbij afhankelijk van het kennisdomein en de gebruikerskennis en -vaardigheden je al of niet toegang krijgt tot bepaalde opties (bijvoorbeeld het zelfstandig wijzigen van parameters), waarbij bijvoorbeeld met behulp van een schuifbalk de toegestane speelruimte zou kunnen worden bepaald. Een andere mogelijkheid is het toevoegen van een soort wizard die waarschuwt bij 'foute' keuzes, of die reële combinaties en instellingen aangeeft.
- Het overnemen van instellingen zou eenvoudiger moeten kunnen (bijvoorbeeld in de LOV-Overlay-module zou de gebruiker de instellingen van andere scenario's in moeten kunnen zien en per onderdeel over moeten kunnen nemen in het nieuwe scenario).
- Daarnaast bestaat de wens tot het hebben van een eenvoudige – uitgekleden – variant van het ruimtelijk simulatie-instrument. Hierdoor wordt het ook voor minder-ingewijden mogelijk om snel even iets te kunnen uitproberen en zo gevoel te krijgen voor effecten en consequenties, zonder zelf eerst maanden te hoeven investeren in een leerproces.



**Flexibiliteit:**

Onder flexibiliteit wordt verstaan de ruimte die het systeem aan de gebruiker overlaat om zelfstandig instellingen te wijzigen, te kiezen voor bijvoorbeeld eigen invoergegevens van een bepaald detailniveau, de keuze te hebben uit meerdere allocatiemodellen, et cetera. Kortom, hoeveel vrijheidsgraden bezit de gebruiker om het systeem naar eigen hand te kunnen zetten. Overigens bijt gebruiksvriendelijkheid soms de flexibiliteit (omvangrijke functionaliteit en keuze daarbinnen kan gebruik tegenwerken).

- De flexibiliteit van de LOV wordt als laag betiteld. Zo kun je niet zo gemakkelijk een nieuw grondgebruik invoeren, daar dit het opnieuw instellen vereist van een reeks van parameters. Feitelijk geldt dit voor elke verandering die je in de LOV wilt aanbrengen. Zo biedt de LOV weliswaar veel keuzemogelijkheden, echter het gebruik hiervan vereist veel additionele handelingen en wanneer van die standaard keuzes wil worden afgeweken, vereist dit het apart inbouwen ervan (bijvoorbeeld het hanteren van een ander gebiedsniveau dan het COROP-niveau, indicatoren op ander schaalniveau kunnen definiëren, de resolutie kunnen aanpassen, met combinaties van functies kunnen werken (meervoudigheid), et cetera).
- De flexibiliteit van de RS wordt als vrij hoog aangemerkt, hoewel ook daar geldt dat het veel handelingen vereist (een ander type grondgebruik of actualisatie van gegevens is vrij eenvoudig door te voeren; zo zijn ook rekenregels binnen de DMS zelf goed aan te maken).
- In het algemeen wordt de vraag opgeworpen in hoeverre je alles in het systeem ingebouwd moet willen hebben, dan wel in hoeverre je functionaliteit extern aan het systeem houdt (dit laatste biedt uiteindelijk vaak een grotere flexibiliteit).
- Tenslotte wordt omtrent flexibiliteit opgemerkt dat het wellicht zeer handig zou zijn wanneer LUMOS als modulair systeem wordt opgebouwd. In dat geval kunnen gebruikers er ook voor kiezen slechts onderdelen van LUMOS te hanteren en/of aan te schaffen.

**Interactiviteit:**

Met interactiviteit wordt bedoeld op het gemak en de snelheid van mens-systeem communicatie. Met name de LOV is hiertoe goed geoutilleerd, hetgeen begrijpelijk is vanuit haar oorspronkelijke doelstelling om ingezet te kunnen worden als 'decision-room tool'.

- Vanuit meerdere kanten wordt er op aangedrongen de interactiviteit zoals die nu in de LOV aanwezig is in de LUMOS-toolbox over te nemen. Belangrijkste achterliggende argument daarbij is dat een uitbreiding in de (naaste) toekomst wordt voorzien van de inzet van dergelijke ruimtelijke simulatie-instrumenten in interactieve beleidsessies;
- In het algemeen wordt erop aangedrongen interactiviteit zoveel mogelijk te handhaven dan wel uit te breiden.

**Uitbreiding:**

Hieronder staan de ervaringen en voorstellen puntsgewijs (ongeordend) opgesomd die betrekking hebben op de gewenste inhoudelijke en/of functionele uitbreiding van het systeem.

- Meer mogelijkheden tot uitvoering van calibratie- en validatie-toetsen en in het algemeen een vergroting van de theoretische basis van de allocatie-principes.
- De beschikking hebben over een standaard invoerset van basisgegevens en van procedures om de benodigde invoer snel te kunnen genereren (bijvoorbeeld via AMLs).
- Ruimtelijke processen stoppen niet bij administratieve of natuurlijke grenzen (bijvoorbeeld buitenland, Noordzee); inhoudelijk en procedureel zou deze grensoverschrijdende werking moeten kunnen worden geïncorporeerd in het systeem.
- Schaalniveau is nu vooral nationaal; de wens bestaat om ook internationaal en vooral beter regionaal te kunnen werken.

- Koppeling met water zou er nadrukkelijker in moeten komen (Watertoets uit VIJNO, veengebieden, waterneutraal bouwen, et cetera). Water – oppervlakte- en grondwater – dan opgevat als structurerende functie. Dit zou ook uitgewerkt kunnen worden richting indicatoren.
- Breed bestaat de wens de uitkomsten van de modelsimulatie als input voor eigen modellering te kunnen gebruiken. Een consequentie daarvan zou kunnen zijn dat indicatoren zoveel mogelijk buiten het model worden gehouden, daar deze veelal vrij specifiek zijn (open systeem).
- Aanbevolen wordt verschillende functionaliteiten van de huidige LOV aan te passen dan wel uit te breiden, zoals:
  - Combineer de twee Overlay-componenten voor restrictief en faciliterend beleid.
  - Maak het voorkomen van verschillende dichtheden binnen een landgebruikfunctie zichtbaar (bijvoorbeeld in gradiënten).
  - Bied de mogelijkheid tot onderlinge weging van restricties.
  - Integreer de Overlay- en de Analyse-tool.
  - Maak per project een centrale kaartenbak in een vaste, thematische of alfabetische volgorde.
  - Breid de vergelijkingsmogelijkheden van de Analyse-tool uit (bijv. vergelijking van indicatorkaarten en beleidskaarten).
  - Maak tijdens de simulatie de bronkaarten beschikbaar zodat zij als referentie kunnen worden gebruikt.
  - Ontwikkel een viewer voor al het beschikbare kaartmateriaal.
  - Verbeter de zoomfunctie.
  - Verbeter de uitvoermogelijkheden van het gegenereerde kaartmateriaal (diverse rapportages vereisen diverse layouts, legenda's en grafische formaten).
  - Geef in animaties ten behoeve van de herkenbaarheid ook regiogrenzen of plaatsnamen weer.
  - Vergroot de herkenbaarheid verder door topografische onderleggers (plaatsnamen, spoorlijnen, wegtypes, et cetera).
  - Verbeter de weergave van de uitvoerdata van het macromodel.
  - Bied de mogelijkheid tot uitvoer van alfanumerieke gegevens uit de analyse.
  - Bied functionaliteit voor het continu opschonen van de basisinvoergegevens.
  - Bied mogelijkheid tot doorrekening van de kosten van diverse toekomstscenario's.
  - Bied mogelijkheid om op basis van statistische analyses dominante factoren eruit te destilleren en daarmee vervolgens verder te werken ('stepwise regression').

### 5.3 Top-vijf van functionele wensen ten aanzien van LUMOS-toolbox

In het voorgaande zijn de verschillende ervaringen en functionele wensen samenvattend weergegeven. Op basis van diverse gesprekken is hieruit een top-vijf van 'wensen met stip' samengesteld.

- **Transparantie:**

Er is de wens tot bouw van een ondersteunend kennisinformatiesysteem. Dit dient bij te houden welke gegevens er worden gebruikt, welke parameter-instellingen er zijn ingevoerd, welke uitgangspunten en keuzes er zijn gehanteerd en welke aannames en verwachtingen er aan ten grondslag liggen, et cetera (dus: meta-informatie en meta-procesinformatie). Daaraan gekoppeld zou het theoretisch inzicht in de allocatie-principes moeten worden verhoogd en moeten betere mogelijkheden komen voor gevoeligheids- en robuustheidsanalyses, calibratie- en validatie-toetsen, en dergelijke.

- **Gebruiksvriendelijkheid:**  
Er wordt gepleit voor een veel grotere toegankelijkheid van dit type systemen (meer Windows look and feel) en zelfs voor ‘uitgeklede’ versies van deze instrumenten om niet pas na een langdurig leerproces er mee te kunnen werken en experimenteren.
- **Flexibiliteit:**  
Er bestaat met name een wens tot vergrote flexibiliteit in ruimtelijk schaalniveau. De afstemming van invoergegevens, analyses, tussenresultaten, simulaties en uitvoergegevens zou op andere dan de ‘voorgebakken’ ruimtelijke schaalniveaus moeten kunnen plaatsvinden (bijvoorbeeld bij de LOV worden de invoergegevens ‘hard’ vertaald naar het COROP-niveau).
- **Interactiviteit:**  
De LUMOS-toolbox dient over een hoge mate van interactiviteit te beschikken zodat zij is in te zetten in participatieve beleidvormingssessies. Dit wordt gezien als een toenemende toepassingsomgeving voor ruimtelijke simulatiemodellen.
- **Uitbreiding:**  
Hieromtrent bestaat de wens te komen tot een generiek systeem, voldoende open om er additionele functionaliteit per toepassing aan te kunnen toevoegen (open systeem). Zo zouden bijvoorbeeld LUMOS-gegevens weer als input moeten kunnen dienen voor andere modellen (bijvoorbeeld watermodellen), moeten andersoortige allocatie-modules dan die van RS en/of LOV kunnen worden ingezet wanneer dat zinniger is (bijvoorbeeld multi-actor/activity benadering bij grootschalige vraagstukken), kan een vergelijking met grondmarktmodellen worden uitgevoerd of multi-criteria analyses worden uitgevoerd, et cetera.

Kortom: er is vanuit de ervaringen met de RS en/of LOV nog veel te wensen ten aanzien van de functionaliteit van de LUMOS-toolbox.



## 6 Naar een LUMOS-architectuur

### 6.1 Inleiding

In het voorgaande is ingegaan op met name de functionele eisen en wensen ten aanzien van de LUMOS-toolbox en de vertaling daarvan in een globaal functioneel ontwerp. Ter beoordeling van het realiteitsgehalte van dit ontwerp, is het ook nodig stil te staan bij de LUMOS-architectuur. Het gaat daarbij om architectuur op twee onderscheiden maar samenhangende niveaus: enerzijds om het ontwerp van de LUMOS-toolbox zelf; anderzijds om de omgeving waarin de LUMOS-toolbox gaat functioneren. Bij de eerste kan gedacht worden aan de vraag naar de vorm die de modelintegratie kan aannemen en de criteria die daarbij een rol spelen. Bij de tweede – de omgeving – moet met name worden gedacht aan de technische infrastructuur waarbinnen de LUMOS-toolbox gaat functioneren. Het is bij de uitwerking van beide architectuurniveaus zeker niet de bedoeling op de stoel te gaan zitten van degene die het technische systeemontwerp gaat opstellen. Aan de andere kant is het echter niet goed mogelijk de realiteitswaarde van het geschetste globaal functioneel ontwerp van de LUMOS-toolbox te beoordelen zonder tevens te hebben gekeken naar haar mogelijke architectuur en de aspecten die daarbij een rol spelen.

Het doel van deze paragraaf is het schetsen van die LUMOS-architectuur, de keuzes daarbinnen en de overwegingen die daarbij een rol spelen. Naast het uitvoeren van literatuurstudie zijn daartoe ook gesprekken gevoerd met ter zake kundigen, zowel RIVM-intern alsook –extern. De uitkomsten hiervan worden in onderstaande samenvattend gepresenteerd: eerst in het algemeen ten aanzien van de LUMOS-architectuur (paragraaf 6.2); vervolgens specifiek ten aanzien van het ontwerp van de LUMOS-toolbox (paragraaf 6.3); aansluitend ten aanzien van de LUMOS-omgeving (paragraaf 6.4), waarna in paragraaf 6.5 tot een korte afsluiting wordt gekomen. Met nadruk moet worden vermeld dat het hier slechts een indicatie betreft die in de volgende projectfase verder zal moeten worden uitgewerkt.

### 6.2 Overwegingen ten aanzien van de LUMOS-architectuur

Op de weg van het globaal functioneel ontwerp voor de LUMOS-toolbox naar het technisch ontwerp dienen diverse keuzes ten aanzien van de LUMOS-architectuur te worden gemaakt waarbij verschillende – ook meer algemene – overwegingen een rol dienen te spelen:

- Centraal dient de vraag te staan naar het doel en de doelgroep van de LUMOS-toolbox. Bij het doel staan voor wat betreft de architectuur de volgende aspecten centraal:
  - het uniformeren van invoergegevens;
  - het creëren van een gemeenschappelijke GUI;
  - het creëren van een gemeenschappelijke kennisontwikkel-omgeving;
  - en het vergroten van de inzichtelijkheid/transparantie (met name ten behoeve van overdraagbaarheid; onderbouwing; calibratie en validatie).Bij de doelgroep gaat het specifiek om modelexperts, zowel RIVM-intern alsook –extern. Deze inperking komt voort uit de wetenschap dat de correcte inhoudelijke en procesmatige werking van de beoogde toolbox en de interpretatie van haar uitkomsten veel kennis en ervaring veronderstellen.
- Om de technische, economische en organisatorische haalbaarheid/geschiktheid van de architectuur te kunnen bepalen kan worden aangesloten bij de methode ‘Software Reengineering Assessment’ van het Amerikaanse Ministerie van Defensie (zie Srah 1997)<sup>9</sup>.
- Er dient zoveel mogelijk te worden aangesloten bij standaarden die hun waarde in de praktijk reeds hebben bewezen. Voorbeelden van een algemene standaard zijn de ISO-standaard voor

---

<sup>9</sup> Srah (1997), Software Reengineering Assessment Handbook, v3.0, Technical Report.

Produktkwaliteit QUINT2 (zie Van der Wal, 2000, pp. 103-110)<sup>10</sup> en de Open IT-architectuur, en naar recente ervaringen met open/gedistribueerde systeemomgevingen (bijv. GeoPortal; Gedistribueerde Objecten, zie: Wal 2000, pp. 92-101). Voorbeelden van domeinspecifieke standaarden zijn de OpenGIS-standaarden en -specificaties ([WWW.OPENGIS.ORG](http://WWW.OPENGIS.ORG)) (zie ook Bijlage VII), het systeem Adventus ([WWW.ADVENTUS.NL](http://WWW.ADVENTUS.NL)) en de IMRO-coderingen (Informatie Model Ruimtelijke Ordening) ([WWW.RAVI.NL/STANDAARDISATIE/IMRO/](http://WWW.RAVI.NL/STANDAARDISATIE/IMRO/)).

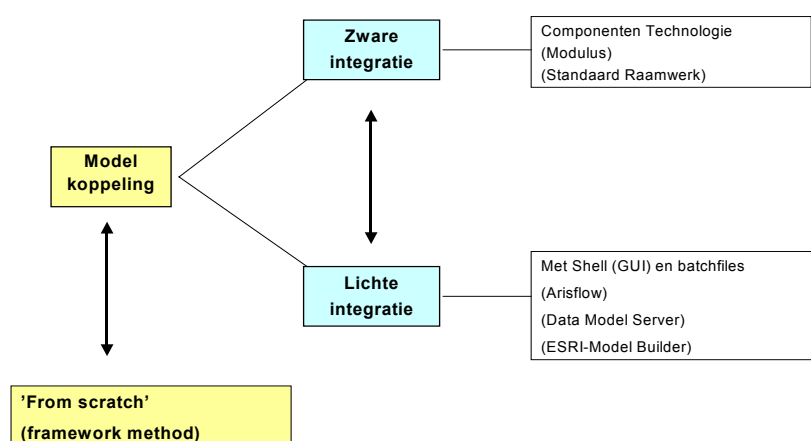
- Daarnaast is het verstandig zoveel mogelijk aan te sluiten bij standaard aanwezige programmatuur (bijvoorbeeld ArcGIS, Office-pakket, et cetera).
- Semantiek (inhoud van gegevens) is minstens zo belangrijk als de technische architectuur.
- De keuze voor een bepaalde architectuur hangt ook samen met de eigendoms- en gebruiksrechten van de te koppelen modellen. Zo is vooralsnog de LOV geheel geïntegreerd met Geonamica (ontwikkelomgeving: bibliotheek met ‘tools’ en modules), hetgeen opsplitsing in zelfstandig opererende modules in de weg kan staan.
- Gebruiksvriendelijkheid is in het kader van LUMOS-toolbox geen primaire eis (hoewel Windows-look and -feel aanradenswaardig is), gegeven de eerder gedefinieerde doelgroep van LUMOS-gebruikers die voornamelijk bestaat uit modelexperts.
- Transparantie/inzichtelijkheid in de zin van traceerbaarheid en calibratie en validatie is daarentegen een belangrijke eis voor de architectuur. De voornaamste redenen hiervoor zijn dat daarmee de overdraagbaarheid van systeem en resultaten wordt vergroot en dat de onderbouwing van de resultaten richting opdrachtgevers wordt vereenvoudigd, welke beiden nu vaak als probleem worden aangemerkt.
- Consistentie in het gebruik van de LUMOS-toolbox dient te worden bewaakt en geregistreerd (bijv. door middel van een logboek). Voor onlogische combinaties van modelstappen of ongewenste combinaties (bijv. qua schaalniveau; generalisatieniveau; tijdstip) van gegevens zou de gebruiker moeten worden gewaarschuwd.
- De LUMOS-toolbox dient een open systeem te zijn; zo moeten bijvoorbeeld andere allocatiemodules (naast LOV en RS) er in de (naaste) toekomst ingebracht kunnen worden.
- Uiteindelijk zal elke architectonische oplossing altijd een compromis zijn tussen beschikbare tijd en geld en de functionele kwaliteit van de architectuur die uiteindelijk wordt behaald. Voor een eerste indicatie van de kosten die verbonden zijn aan de verschillende architectuur-oplossingen voor de LUMOS-toolbox, zie Bijlage VI).

### **6.3 Overwegingen ten aanzien van het ontwerp van de LUMOS-toolbox**

Bij de vormgeving van het ontwerp van de LUMOS-toolbox kan in eerste instantie een globaal onderscheid worden gemaakt tussen ‘totaal opnieuw beginnen’ (‘from scratch’) en ‘modelkoppeling’ (‘uitgaan van het bestaande’), waarbij uiteraard allerlei tussenoplossingen denkbaar zijn. Wanneer daarbij de keuze is gevallen op ‘modelkoppeling’ is vervolgens een keuze mogelijk tussen een ‘zware’ en een ‘lichte’ vorm van integratie. Uiteraard zijn ook hiertussen weer allerlei tussenoplossingen denkbaar (zie figuur 7).

---

<sup>10</sup> Wal, T. van der (red.)(2000), Architectuur Standaard Raamwerk Water, Alterra; Stowa; RIZA; RIVM; Wageningen.



Figuur 7: Architectuur-keuzes ontwerp LUMOS-toolbox

### ‘From scratch’ versus ‘modelkoppeling’

De eerste keuze die bij de vormgeving van de LUMOS-toolbox moet worden gemaakt is die tussen aan de ene kant het ‘totaal opnieuw beginnen’ en aan de andere kant het zoveel mogelijk handhaven van de bestaande modellen en deze via ‘modelkoppeling’ aan elkaar verbinden. Uiteraard zijn daarbij allerlei tussenoplossingen denkbaar.

Bij de eerstgenoemde oplossing worden de functies van de te integreren modellen RS en LOV zodanig opnieuw vormgegeven (bijvoorbeeld via ‘Framework Method’ = soort gestandaardiseerde bouwtekening/-handleiding voor applicatiebouw) dat een nieuw model (of een verzameling losse modules) ontstaat dat alle beoogde functies in zich draagt. Bij de laatstgenoemde tegenovergestelde oplossing blijven de oorspronkelijke modellen in meer of mindere mate intact en wordt via diverse integratieoplossingen de interactie en communicatie tussen hen gerealiseerd.

Bij de keuze voor een van beide architectuur-oplossingen of voor een tussenoplossing op dit continuüm spelen minimaal de volgende overwegingen een rol:

- Het ‘totaal opnieuw beginnen’ is een langdurige en kostbare oplossing, maar biedt wel de mogelijkheid het geheel volgens de nieuwste inzichten op te bouwen. Overigens moet daarbij ter relativering wel worden bedacht dat nieuwe systeemoplossingen op dit moment een gemiddelde levensduur kennen van slechts 3 tot 5 jaren.
- Het ‘totaal opnieuw beginnen’ betekent weliswaar dat er niet/nauwelijks nog van bestaande programmatuur gebruik wordt gemaakt, het betekent echter geenszins dat daarmee ook reeds opgebouwde kennis wordt weggegooid.
- Het ‘totaal opnieuw beginnen’ biedt de mogelijkheid te komen tot volledige systeemintegratie, waarbij het niet enkel gaat om data-uitwisseling tussen submodules maar om de totale onderlinge afstemming van de gedragingen van de submodules.
- ‘Modelkoppeling’ is relatief sneller en op korte termijn zeker goedkoper te realiseren dan het ‘totaal opnieuw beginnen’.
- Voor wat betreft de kosten zullen de ontwikkelkosten bij ‘totaal opnieuw beginnen’ aanmerkelijk hoger zijn dan bij ‘modelkoppeling’, terwijl de exploitatiekosten en de bijkomende kosten bij ‘totaal opnieuw beginnen’ relatief lager zullen zijn dan bij ‘modelkoppeling’ (zie ook Bijlage VI).

### **‘Zware’ versus ‘lichte’ modelkoppeling**

Wanneer gekozen is voor ‘modelkoppeling’ is de volgende keuze die tussen ‘zware’ en ‘lichte’ integratie, waartussen uiteraard ook allerlei tussenoplossingen bestaan.

Bij ‘lichte’ integratie kan bijvoorbeeld gedacht worden aan één Gemeenschappelijke User Interface (GUI) waarbij de onderliggende koppelingen tussen modules tot stand komen via bijvoorbeeld batchfiles. Een dergelijke oplossing kan met behulp van diverse ‘tools’ worden gerealiseerd: Arisflow, Data Model Server, ESRI-Model Builder, et cetera. Deze ‘tools’ maken het mogelijk een soort bedieningsschil te bouwen voor het aansturen van modellen, modules en gegevensstromen. Uit te voeren handelingen kunnen zo eenvoudiger, beter gestructureerd en automatisch door de onderliggende modules worden uitgevoerd, waarbij soms ook controle op de correctheid van de inhoud van het proces kan plaatsvinden.

Bij een ‘zware’ integratie worden de verschillende modules waaruit de samen te voegen modellen bestaan omgevormd zodat communicatie en interactie ertussen mogelijk wordt. Voor een dergelijke oplossing kan worden aangesloten bij het gedachtegoed van de ‘Componenten Technologie’. Door bestaande modules te ‘wrappen’ kunnen zij als componenten in het systeem worden opgenomen. De componenten/modules waaruit de modellen zijn opgebouwd worden daarbij zoveel mogelijk intact gelaten. Om in een uniforme systeemomgeving te kunnen functioneren worden ze echter ingekapseld (‘encapsulated’). Vervolgens worden er interfaces gehanteerd (standaard beschikbaar of nieuw gemaakt) voor de communicatie en interactie tussen de ‘gewrapte’ modules. Voorbeelden van dergelijke ‘zware’ modelkoppelingen zijn Standaard Raamwerk (gericht op ketenmodellen)(zie bijvoorbeeld Van der Wal, 2000) en Modulus (gericht op dynamische modellen)(zie bijvoorbeeld Engelen et al., 2000)<sup>11</sup>. Voordelen van deze methode zijn dat het in principe platform- en programmeertaalafhankelijk is, en dat er steeds meer standaard-interfaces op de markt komen voor het faciliteren van de communicatie tussen de ‘gewrapte’ modules. Enkele nadelen zijn dat het een zeer kennisintensieve methode is (kennis omtrent de implementatie ervan is niet breed aanwezig), dat transparantie hierbij een probleem kan zijn ( het ‘black-box’ karakter van modules vormt het uitgangspunt) en dat het bouwen van interfaces zeker niet onderschat mag worden en vaak onevenredig veel werk/tijd kost.

Bij de keuze tussen ‘zware’ of ‘lichte’ integratie of een tussenvorm ertussen spelen minimaal de volgende overwegingen een rol:

- ‘Zware’ integratie is vaak omgekeerd evenredig aan flexibiliteit.
- RIVM heeft recentelijk een scoringstabel van modelkoppelingssystemen opgesteld. Vanuit het globaal functioneel ontwerp voor de LUMOS-toolbox moet daarbij worden aangetekend dat de LOV en daarmee ook LUMOS een dynamisch interactief model met ‘feedbackward’ iteraties (terugkoppelingen) is die bovendien tijdsgebonden en volgorde-afhankelijk zijn. Aangezien dit een aanmerkelijk gecompliceerdere gegevens/informatiestroom tot gevolg heeft dan bij ketenmodellen, stelt dit specifieke – eerder nog niet meegewogen – eisen (bijv. t.a.v. protocollen) aan het modelkoppelingssysteem.
- Het is uitdrukkelijk de bedoeling dat de LUMOS-toolbox binnen verschillende systeemomgevingen kan functioneren; met andere woorden, ook voor het modelkoppelingssysteem geldt dat dit niet teveel geënt mag/kan zijn op specifieke eigenschappen van de RIVM-infrastructuur.
- Voor wat betreft de kosten moeten de ontwikkelkosten bij ‘zware integratie’ relatief als hoger worden ingeschat dan bij ‘lichte integratie’, terwijl dit waarschijnlijk andersom ligt bij de exploitatiekosten en de bijkomende kosten (zie ook Bijlage VI).

---

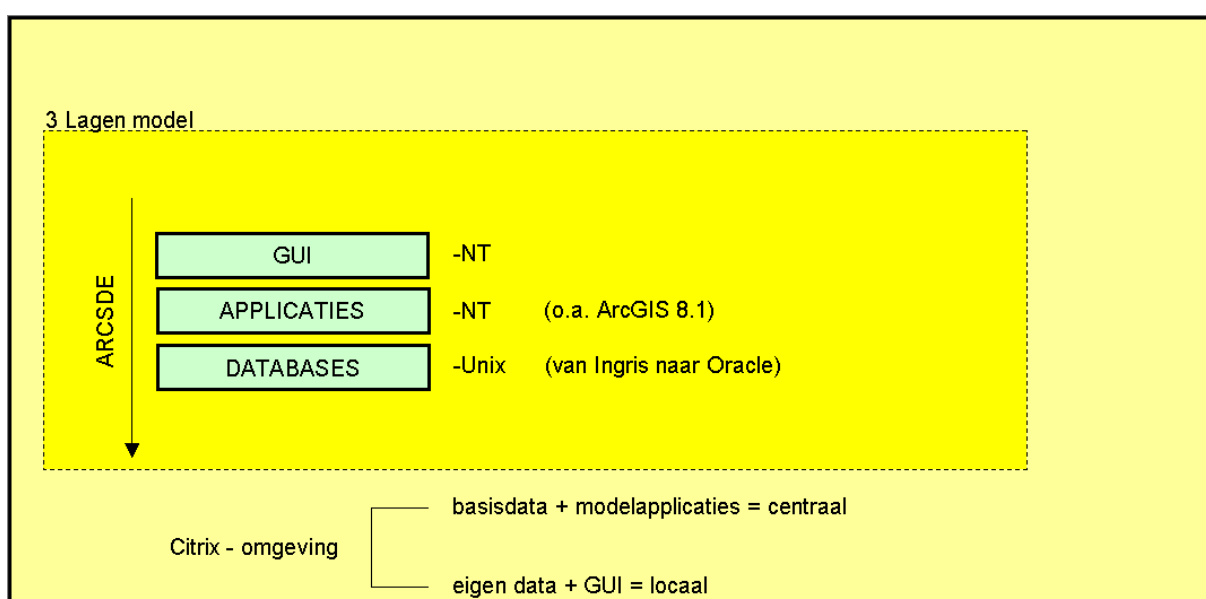
<sup>11</sup> Engelen et al. (2000). Modulus: A spatial modelling tool for integrated environmental decision-making. Brussel.



## 6.4 Overwegingen ten aanzien van de LUMOS-omgeving

Naast de architectuur van de LUMOS-toolbox zelf is ook de architectuur van de LUMOS-omgeving van belang. Deze stelt eisen of legt beperkingen op aan of scheidt juist mogelijkheden voor de toolbox. De volgende overwegingen spelen daarbij een rol, waarbij in het algemeen geldt dat de LUMOS-toolbox zowel binnen als buiten het RIVM moet kunnen functioneren:

- De bestaande RIVM-systeemomgeving – althans het voor dit onderzoek relevante deel daarvan – bestaat uit een client-server architectuur met een Novell-netwerk. De niet-ruimtelijke basisgegevens staan daarin nu nog overwegend opgeslagen in Ingres-databases (onder Unix), terwijl de ruimtelijke basisgegevens in aparte UNIX-directories (veelal in ESRI-formaten) staan opgeslagen. Daarnaast worden lokaal kleinere specifieke databestanden beheerd (onder Windows-NT). De toegankelijkheid tot de (ruimtelijke) databases (meta-informatie) wordt verkregen via AIDA en/of Geobase. De gebruikservaringen hiermee zijn niet eenduidig positief. Verder verschillen de precieze architectuur en beheersafspraken per afdeling.



Figuur 8: Verwachte toekomstige RIVM-systeemomgeving

- De verwachte toekomstige RIVM-systeemomgeving bestaat uit een client-server architectuur met een drielagen-structuur (zie figuur 8), waarin de ruimtelijke en niet-ruimtelijke basisdatabestanden gemeenschappelijk staan opgeslagen in Oracle databases (Unix-servers), en de applicaties (inclusief modellen) en de GUI (Graphic User Interface) aparte architectuurlagen vormen (Windows-NT). Communicatie tussen deze lagen kan plaatsvinden met behulp van ArcSDE. Dit geheel kan functioneren in een Citrix-omgeving, alhoewel daarover op dit moment nog geen beslissing is genomen. Verder beschikt het RIVM binnenkort over drie geografische bibliotheken waarmee applicaties (ook model-applicaties) met geo-functionaliteit zijn te ontwikkelen: MapObjects (ESRI), Geolib (Geodan) en ArcObjects (ESRI) (voor een overzicht van voor- en nadelen, zie Bakkenes et al., 2001).<sup>12</sup>
- De RIVM-externe systeemomgeving (partner-instituten) bestaat of gaat veelal bestaan – voor zover nu bekend – uit een drielagen-architectuur. Voor dit RIVM-externe gebruik van de LUMOS-toolbox zijn een tweetal oplossingen denkbaar en meerdere tussenoplossingen, elk met eigen specifieke voors en tegens (zie hieromtrent ook Bijlage VII, waarin ook de WebMapping architectuur wordt besproken):

<sup>12</sup> Bakkenes, M., K. Buurman, W. Evers, F. Lips, P. Victoriashoop, L. de Vries (2001), Kansen met ArcGis-8 voor innovatie van de geo-informatievoorziening op het RIVM. Intern CIM-rapport nr. M006/01. Bilthoven: RIVM.

1. De LUMOS-toolbox staat enkel geïnstalleerd bij het RIVM alwaar ook de basisdatabestanden staan opgeslagen. Het model en de data zijn RIVM-extern te benaderen via een netwerkverbinding, waarbij de RIVM-externe gebruiker lokaal enkel een GUI en eventueel additionele eigen datasets heeft staan. De mate van 'performance' zal in zo'n constructie een zwaarwegende overweging zijn, evenals de externe toegankelijkheid van RIVM-interne gegevens en modellen ('firewall'-problematiek).
2. De LUMOS-toolbox wordt bij de RIVM-externe gebruiker geïnstalleerd. De toegang tot relevante databestanden kan geregeld worden via een kopie van de dataset (Cd-rom) of via een data-link ('lifeline') naar het RIVM en/of naar bijvoorbeeld het NCGI (Nationaal Clearinghouse Geo-Informatie). In elk geval moet daarbij bedacht worden dat dit consequenties kan bezitten ten aanzien van de (additionele) licenties die die RIVM-externe gebruiker nodig heeft.

## 6.5 Afsluiting

Afsluitend kan voor wat betreft de LUMOS-architectuur nog worden opgemerkt dat bij de nadere invulling ervan de criteria moeten worden meegewogen zoals die vrij regulier voor dergelijke systemen worden gehanteerd (gebruiksvriendelijkheid, interactiviteit, transparantie, uitbreidbaarheid, flexibiliteit, aanpasbaarheid, et cetera). Zie hiervoor het eerdergenoemde 'Extended ISO Model of Software Quality QUINT2'. Tenslotte kan samenvattend worden gesteld dat bij de vormgeving en daarna het gebruik van de LUMOS-toolbox een weldoordachte invulling moet worden gegeven aan de alom bekende 5-ware's: hardware (bijvoorbeeld stand-alone versus netwerk-configuratie); software (bijvoorbeeld keuze generieke versus specifieke programmatuur); dataware (bijvoorbeeld centrale versus decentrale opslag); humanware (bijvoorbeeld wie zijn eindgebruikers en wat zijn hun relevante kenmerken); orgware (bijvoorbeeld in hoeverre wijzigen zich afspraken, werkprocessen en dergelijk o.i.v. de introductie van de LUMOS-toolbox). Met name voor de laatste twee aspecten van human- en orgware kan aansluiting worden gevonden bij de 'Rollenmatrix van Belanghebbenden' zoals opgesteld voor Standaard Raamwerk Water (zie Van der Wal, 2000, pp. 19-20).

## 7 Hoe nu verder? - Conclusies en aanbevelingen

### 7.1 Inleiding

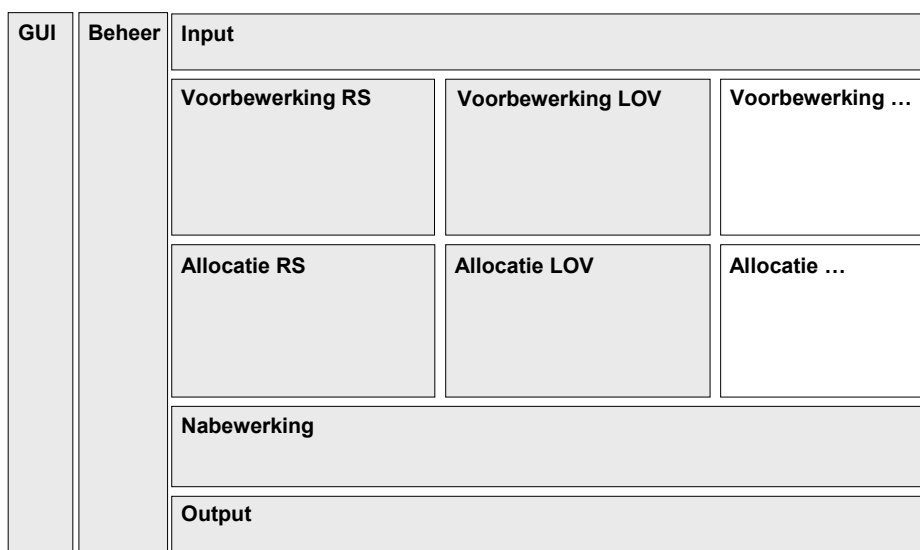
Bij aanvang van het LOV-RS-project was de gedachte om als onderdeel van de rapportage een plan van aanpak voor de vervolgfase in de ontwikkeling van LUMOS te schetsen. In de loop van het project werd echter steeds duidelijker dat er geen sprake is van één vervolgstap, maar van een scala aan mogelijke vervolgstappen – afhankelijk van de weg die wordt ingeslagen. De projectgroep LOV-RS heeft dan ook aangegeven vooral behoefte te hebben aan een overzicht van de keuzes die er moeten worden gemaakt, voordat een begin kan worden gemaakt met het technisch ontwerp van LUMOS.

In paragraaf 7.2 worden deze keuzes, gerangschikt volgens de modules van het Globaal Functioneel Ontwerp van LUMOS, behandeld. Gezien hun karakter vormen deze keuzes feitelijk de conclusies van dit onderzoek naar een GFO voor LUMOS.

Daaraan toegevoegd is een paragraaf (7.3) waarin de voornaamste risico's rondom de verdere ontwikkeling van LUMOS staan verwoord zoals wij die als projectgroep hebben geïdentificeerd. Het expliciet benoemen van deze risico's zien wij als aanbeveling richting de vervolgstappen in de ontwikkeling van LUMOS. Wij willen daarmee benadrukken dat risicomangement zich tenminste over de aldaar genoemde terreinen dient uit te strekken, wil het vervolgwikkelp proces een gereede kans van slagen kennen (zie ook Bijlage V).

### 7.2 De Keuzes

Aan de hand van het globaal functioneel ontwerp, schematisch weergegeven in figuur 9, wordt een overzicht gegeven van de keuzes die zich voordoen bij het ontwerp van de verschillende onderdelen van de toolbox. Zoals in hoofdstuk 6 is beschreven, hangt er veel af van de vorm en mate van integratie die er wordt nagestreefd. Het functioneel ontwerp als geheel staat los van deze kwestie: het ontwerp is in principe van toepassing bij elke vorm van integratie. Maar binnen en tussen de onderdelen van de toolbox speelt de integratie een cruciale rol.



Figuur 9: Globaal functioneel ontwerp LUMOS

De in onderstaande samengevatte keuzes zijn zoveel mogelijk als vraag, met zonnodig tussen haakjes bijgevoegd de antwoord-opties, weergegeven. De vraagstelling is bewust beknopt gehouden, ter behoud van het overzicht. Bovendien zijn alle vragen gebaseerd op voorgaande hoofdstukken en bijlagen, alwaar meer informatie over de achtergronden, antwoord-opties, voor-

en nadelen, en dergelijke verkregen kan worden. Hiernaar wordt dan ook expliciet verwezen. De lijst van vragen is verder niet uitputtend, hoewel ons inziens de voornaamste keuzes wel zijn opgenomen.

### **Input**

Bij de input of gegevensverwerking van LUMOS doen zich verschillende keuzes voor. In vraagvorm geformuleerd betreft dit:

- Hoe dient opslag en beheer van gegevens geregeld te worden (centraal / decentraal / combinatie) (Hoofdstuk 4 en Bijlagen IV en VII).
- Dient er een harmonisering van gebruikte bronnen voor modelinvoergegevens plaats te vinden (huidig ruimtegebruik, ruimtelijk beleid, fysische geschiktheid, et cetera) of blijven de allocatiemodellen hun eigen specifieke gegevens gebruiken (Hoofdstuk 4 en Bijlage IV).
- Dient er een inhoudelijke en/of technische harmonisering op de invoergegegevens plaats te vinden (bijvoorbeeld inhoudelijk uniformeren van vergelijkbare invoerdata zoals dezelfde klasse-indeling van ruimtegebruik, of uniformeren van basisgrids) of verdient behoud van specifieke eigenschappen van de invoergegegevens de voorkeur (Hoofdstuk 4 en Bijlage IV).

### **Voorbewerking**

Bij de voorbewerking gaat het vooral om de volgende keuzes:

- Moeten de huidige GIS-tools van RS en/of LOV voor de voorbewerking in LUMOS gehandhaafd blijven of wordt hun rol overgenomen door generieke standaard GIS-tools die binnen de organisatie reeds aanwezig zijn, waarbij ook expliciet de overweging moet worden meegenomen dat LUMOS ook RIVM-extern gebruikt zou moeten kunnen worden (licentieproblematiek of bijvoorbeeld ArcObjects?) (Hoofdstukken 4 en 6 en Bijlagen IV en VII).
- Ook hier speelt de vraag naar het al of niet inhoudelijk en/of technisch harmoniseren van invoergegegevens als voorbewerking voor de invoer in de allocatiemodellen (bijvoorbeeld geschiktheidskaarten of beleidskaarten harmoniseren of juist niet) (Hoofdstuk 4 en Bijlage IV).

### **Allocatie**

De allocatiemodules van LOV en RS worden vanwege hun specifieke karakter en eigenschappen in hun huidige vorm gehandhaafd. De allocatiemechanismen van LUMOS zullen (voorlopig) bestaan uit enerzijds het RS-logitmodel en anderzijds de CCA-allocatiemodule in combinatie met het Ruimtelijk Interactie Model en de Ruimtegebruiksmodule.

In aanvulling daarop zijn de volgende keuzes mogelijk:

- Inzet van het Ruimtelijk Interactie Model ook als instrument om claims te berekenen voor de RS of beter van niet (Hoofdstuk 4 en Bijlagen I, II, en III).
- Toepassing/implementatie van het Iteratieprincipe van de LOV bij de RS of beter van niet (Hoofdstuk 4 en Bijlagen I, II, en III).
- Openlaten van de mogelijkheid tot incorporatie van een nieuw allocatiemodel binnen LUMOS of beter van niet (Open systeem concept) (Hoofdstukken 4, 5 en 6 en Bijlagen I, II, III, VII).

### **Nabewerking**

Hier zijn de keuzes gedeeltelijk vergelijkbaar met die bij de voorbewerking:

- Moeten de huidige GIS-tools van RS en/of LOV voor de nabewerking in LUMOS gehandhaafd blijven of wordt hun rol overgenomen door generieke standaard GIS-tools die binnen de organisatie reeds aanwezig zijn, waarbij ook expliciet de overweging moet worden meegenomen dat LUMOS ook RIVM-extern gebruikt zou moeten kunnen worden (licentieproblematiek of bijvoorbeeld ArcObjects?) (Hoofdstukken 4 en 6 en Bijlagen IV en VII).
- Ook hier speelt de vraag naar het al of niet inhoudelijk en/of technisch harmoniseren van uitvoergegegevens, bijvoorbeeld ten behoeve van vergelijkbaarheid van modeluitkomsten

(bijvoorbeeld eindkaart bij RS is kansenkaart, terwijl dit bij LOV een dominant ruimtegebruikskaart is) (Hoofdstuk 4 en Bijlage I, II, en III).

- Moeten de nabewerkingstools van de LOV (Indicator module, Analysetool, Animatietool, Monte Carlo tool) of hun functionele equivalenten binnen LUMOS ook kunnen worden ingezet voor het nabewerken van RS-allocatie uitkomsten, of beter van niet (Hoofdstuk 4 en Bijlagen I, II, en III).
- Wordt er gekozen voor gemeenschappelijke validatie- en calibratietools en –procedures of is dit beter van niet (Hoofdstuk 4 en Bijlagen I, II, en III).

### **Output**

Bij de output van LUMOS gaat het om de communicatie (van de modelresultaten) met de buitenwereld. De keuzes zijn hierbij vooral:

- Hoe dient opslag en beheer van resultaten geregeld te worden (centraal / decentraal / combinatie) (Hoofdstuk 4 en Bijlagen IV en VII).
- In hoeverre is presentatie via Intranet/Internet al of niet zinvol (Hoofdstuk 4 en Bijlagen IV en VII).
- In welke vorm maken afnemers gebruik van de resultaten en in hoeverre vereist dit harmonisering en/of afspraken (Hoofdstuk 4 en Bijlagen IV en VII).

### **Beheer**

De voorgestane vorm van integratie heeft grote consequenties voor het beheer (zie Hoofdstuk 6). Voor het beheer spelen verder diverse keuzes een belangrijke rol:

- Welke vorm van integratie verdient de voorkeur (hoofdstuk 6 en bijlagen IV, VI, en VII).
- Verdient het de voorkeur de huidige vorm van (meta-)gegevens/resultaten opslag te handhaven of worden er andere vormen van (meta-)gegevens/resultaten opslag voorzien (centraal / decentraal / combinatie)? (Hoofdstuk 6 en Bijlagen IV, VI en VII).

### **GUI**

Bij de grafische presentatie en –interactie speelt de GUI een belangrijke rol. Keuzes die daarbij van belang zijn, zijn onder andere:

- Moet of kan één van beide bestaande interfaces als centrale GUI voor LUMOS dienst doen of ligt een volledig nieuwe ontwikkeling meer voor de hand (Hoofdstukken 4 en 5 en Bijlagen IV en VII).
- Dient de GUI als een stand-alone applicatie te fungeren of ligt een Intranet/Internet applicatie meer voor de hand (Hoofdstukken 4, 5 en 6 en Bijlagen IV en VII).
- Dient de GUI voornamelijk of uitsluitend voor LUMOS-experts bedoeld te zijn of is er een bredere doelgroep ervan voorzien, hetgeen natuurlijk andere eisen stelt aan bedieningsgemak en dergelijke (Hoofdstukken 4, 5 en 6 en Bijlagen IV en VII).

### **Algemeen**

Tenslotte kunnen enkele volgende meer algemene keuzes worden geformuleerd. Hierbij zijn ook de wensen uit hoofdstuk 5 in beschouwing genomen. De overgang naar LUMOS biedt wellicht de gelegenheid om een aantal van deze wensen zonder veel inspanning ‘mee te nemen’ in haar ontwikkeling.

- Dient LUMOS een modulaire opbouw te bezitten waardoor ook afzonderlijke modules ter beschikking aan derden gesteld kunnen worden of beter van niet (Hoofdstuk 4 en Bijlagen IV en VII).
- Is het wenselijk een ondersteunend kennisinformatiesysteem te ontwikkelen (zie hoofdstuk 5)?
- Komt er een LUMOS ‘light’ voor minder ervaren gebruikers (hoofdstuk 5), waarin een deel van de “ingewikkelde” standaardfunctionaliteit ontbreekt?

- Moet er meer flexibiliteit in de omgang met ruimtelijke schaalniveaus worden bereikt (hoofdstuk 5)?
- Is prototyping het overwegen waard (bijlage VIII)?

### 7.3 Risicomanagement doorontwikkeling LUMOS

In bijlage V is een opsomming gegeven van mogelijke risico's die verbonden zijn aan IT-projecten in het algemeen en van mogelijke wegen hoe die risico's beperkt zijn te houden (risicomanagement). De volgende risico's verdienen ons inziens daarbij aparte aandacht in het kader van risicomanagement bij de integratie van RS en LOV in de LUMOS-toolbox:

1. Ontbrekende of onjuiste haalbaarheidsanalyses.
2. Onduidelijk gedefinieerd en/of afgebakend projectresultaat.
3. Beheersing alleen gericht op projectfase in plaats van op de levenscyclus.
4. Onduidelijke taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden.
5. Ontbrekende of onjuiste kosten/batenanalyses.
6. Beschikbaarheid van voldoende financiële middelen voor dit doel.
7. Prioriteitsstelling binnen het project (is er voldoende personele capaciteit?).
8. Het niet voorhanden zijn van een vaste ontwikkelmethode binnen het RIVM.

Deze gesignaleerde risico's leiden tot de volgende aanbevelingen:

#### *Zorg voor duidelijke haalbaarheidsanalyses*

In het integratieproces op weg naar een LUMOS-toolbox hangen diverse keuzes (bijvoorbeeld ten aanzien van architectuur) en de haalbaarheid van de opties daarbinnen af van de eigendoms- en gebruiksplechten en –rechten zoals die bestaan ten aanzien van de bestaande instrumenten RS en LOV. Naast dergelijke formele plichten en rechten speelt hierbij ook de verhouding tot de andere 'ontwikkelpartijen' binnen het RS-Consortium en de mate van integratie (ontkoppelbaarheid?) van LOV en Geonamica een rol. Aan dergelijke aspecten dient nog expliciet aandacht te worden besteed alvorens de mate van haalbaarheid van de voorgestane LUMOS-toolbox kan worden bepaald.

#### *Beschrijf vooraf een helder en duidelijk afgebakend projectresultaat*

In het proces naar het Globaal Functioneel Ontwerp is naast een inventarisatie van bestaande RS- en/of LOV functionaliteiten ook een inventarisatie gehouden onder gebruikers van de RS en/of LOV naar hun wensen ten aanzien van de LUMOS-toolbox (zie hoofdstuk 5). Hoewel als uitgangspunt is afgesproken dat de bestaande RS- en/of LOV-functionaliteit in de eerste versie van de LUMOS-toolbox dient te worden opgenomen, lijkt het ons verstandig daarbij ook een 'doorkijkje' naar deze geïnventariseerde wensen te nemen. Anders bestaat het gevaar dat deze functionaliteit te 'eng' wordt afgebakend. Dit risico kan tot gevolg hebben dat er in volgende versies van de LUMOS-toolbox bepaalde wensen naar de toekomst niet meer gerealiseerd kunnen worden onder invloed van het 'buiten beeld blijven' ervan tijdens 'harde' keuzes die nu reeds genomen moeten worden. Hierbij kan met name prototyping een handig instrument zijn in het licht van risicomanagement (zie ook Bijlage VIII).

#### *Kijk naar de hele levenscyclus, in plaats van enkel naar de projectfase*

In de afgelopen jaren heeft sterk de nadruk gelegen op het ontwikkelproces van LOV en RS en minder op de structurele toepassing ervan ten behoeve van reguliere RIVM-taken. Voor de LUMOS-toolbox is deze structurele inzet wel voorzien vanuit de functie van het RIVM als Natuur en Milieu Planbureau (bijvoorbeeld de Natuurverkenningen). Dit vereist onder andere dat er nadrukkelijk aandacht moet komen voor het antwoord op de vraag naar hoe deze inzet continue gewaarborgd kan worden, wellicht ondanks de waarschijnlijk doorlopende ontwikkeling die dit instrument gaat doormaken. Met andere woorden, beheersaspecten zullen in het vervolgtraject naast ontwikkelaspecten expliciet moeten worden meegenomen.

*Zorg voor duidelijke taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden*

Samenhangend met het vorige punt vereist de structurele toepassing van de LUMOS-toolbox in reguliere RIVM-taken een eenduidige en heldere set van afspraken omtrent taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden. Het gevaar bestaat anders dat die structurele inzet niet gewaarborgd kan worden, met alle consequenties van dien voor de vervulling van de reguliere RIVM-taken.

*Stel vooraf de beschikbaarheid van voldoende personele en financiële middelen zeker*

Om de continuïteit van het proces te waarborgen, moet worden voorkomen dat er conflicten kunnen ontstaan bij de inzet van mensen en middelen.

*Investeer in een grondige kosten/batenanalyse*

Onder invloed van met name bovengenoemde risicofactoren is een toereikende kosten/batenanalyse op dit moment niet goed te maken. Pas wanneer er duidelijkheid bestaat omtrent de keuzes die worden gemaakt binnen de eerder in dit hoofdstuk geformuleerde keuze-opties, kan een meer toereikende inschatting van te verwachten kosten en baten worden gemaakt (zie ook Bijlage VI). Dit is zeer van belang vanuit het oogpunt van kostenmanagement.

Kortom, hoewel alle in de bijlage V genoemde risico's en risicomanagement aspecten van belang zijn bij het integratieproces van LOV en RS in de LUMOS-toolbox, verdienen onzes inziens daaruit de bovengenoemde aspecten expliciet de aandacht.





## Bijlage 1: Overzichtstabel RS-modules

### Context

		RS	Attractiviteitskaart	Ruimteclaims	Allocatie en rekenhart
<b>Naam bouwsteen</b>		Ruimtescanner	Attractiviteitskaart-module	Ruimteclaimsmodule	Allocatiemodule
<b>Herkomst</b>	1	- RS	- RS	- RS	- RS
<b>Doel</b>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uitwerken van ruimtelijke scenario's om de band-breedte van ruimtelijke toekomstbeelden te verkennen</li> <li>- Daarnaast veranderde patronen van grondgebruik in kaart brengen o.i.v. veranderde drijvende krachten</li> </ul>	Samenstellen attractiviteitskaarten per grondgebruiksklasse	Bepalen vraagzijde naar specifieke grondgebruiksklassen  In de ruimtescanner is dit niet meer dan een set van dBASE tabellen met per administratieve regio een toe of afname van het grondgebruik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulatie van de kans op het voorkomen van een grondgebruiksklasse per grid van 500 m</li> <li>- Logit-model voor simuleren van toekomstig grondgebruik</li> </ul>
<b>Huidige toepassingen</b>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruimtelijke perspectieven Nederland 2030 (RPD)</li> <li>- TNLI (RPD)</li> <li>- Regionale grondbalansen (RPD)</li> <li>- Milieuverkenningen 4</li> <li>- VIJNO toets door planbureaus</li> <li>- Europese toepassing voor BCRS (Similar)</li> <li>- Natuurverkenningen 2,</li> <li>- Optimalisatie ruimtelijke modellering vanuit natuurdoeleinden (Alterra)</li> <li>- Daarnaast DMS<sup>13</sup> ook in:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- NPK run (Nitrat uit- en afspoelingsmodel)</li> <li>- Waterplanner (integratie van modellen in de waterketen)</li> <li>- - Elpen (EU-project bij Alterra)</li> </ul> </li> </ul>	- zie RS	- zie RS	- zie RS
<b>Mogelijke toepassingen</b>	4	Op regionale, nationale en Europese schaal, in principe elk schaalniveau en elke toepassing mogelijk door flexibiliteit DMS	- zie RS	- zie RS	- tbv actormodellen
<b>Beperkende eigenschappen</b>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RS gebruikt nu 500m gridcellen; bij toepassingen op andere schaal dienen alle data op andere gridcelgrootte te worden aangepast</li> <li>- RS kan willekeurig aantal klassen, celgroottes en geografisch gebied aan; dit alles zonder broncodes te hoeven aanpassen, hoewel dat wel invloed heeft op gegevensopbouw</li> </ul>	- zie RS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen terugkoppeling met modellen.</li> <li>- In veel toepassingen zijn grenseffecten te zien.</li> <li>- Geen dynamiek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voor allocatie-module is aanpassing van 500m grid geen probleem (zie RS)</li> <li>- Beperkingen zijn beperkingen van de DMS</li> </ul>

<sup>13</sup> DMS is een software component voor het beheren van data, modellen, modelruns, modelresultaten en scenario's.

**Bijlage 1: Overzichtstabel RS-modules (vervolg)**

		<b>RS</b>	<b>Attractiviteitskaart</b>	<b>Ruimteclaims</b>	<b>Allocatie en rekenhart</b>
<b>Ontwikkeling tot nu toe</b>	<b>6/7</b>	<p>RS is in 1996 ontwikkeld, versie 3.0 is van eind 1998, versie 4.2 van begin 2002 (β-versie, nog niet geaccepteerd door het RIVM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sinds versie 3.0 bestaat het systeem uit 3 componenten (DMS, GUI en kaartdatabase), waarbij elk onderdeel apart te koppelen/ vervangen is</li> <li>- DMS is eind 1998 ontwikkeld voor versie 3.0</li> </ul> <p>Ontwikkeling DMS: eerst RS specifiek; later ook voor andere toepassingen door bv aanroepen met DLL's met specifieke modelcomponenten; daarnaast ontwikkeling om andere dataformats te kunnen lezen/schrijven en uitbreiding met betrekking tot grafische weergave</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- GUI is ontwikkeld in 1998; in 2001 aangepast en gebruikt in Waterplanner</li> <li>- Interface is steeds gebruiksvriendelijker geworden (versie 4.2);</li> <li>- Extra viewopties voor kaarten, tabellen en data (versie 4.2)</li> </ul>	- zie RS	- zie RS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allocatie-algoritme is in 1996 ontwikkeld; in eerste instantie met grondprijzen-module gebaseerd op hedonische prijzen, zie NGS publicatie Ruimtescanner (p. 77 beschrijft het dubbelbeperkt model<sup>14</sup>). De prijselasticiteit van de claims kan wel ingesteld worden maar wordt niet meegenomen in de allocatie</li> <li>- In de praktijk is echter meestal de allocatie in segmenten opgedeeld, dus wonen, werken en infrastructuur eerst gealloceerd, daarna andere vormen van grondgebruik (zgn. Verdringings-reeks).</li> <li>- Alleen in project Regionale grondbalansen inte-grale afweging alle vormen van grondgebruik (dus volledig prijzenmechanisme)</li> </ul>
<b>Toekomstplannen</b>	<b>8/9</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diverse toepassingen in case studies</li> <li>- Realisatie internetportal</li> <li>- Technische aanpassingen aan DMS en GUI o.b.v. inhoudelijke vragen (Object Vision wil zelf graag GUI dit jaar ingrijpend wijzigen)</li> </ul>	Geen	Hangt van plannen van het consortium af	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhoud is sturend, daarna volgt aanpassing van DLL</li> <li>- Op dit moment werken De Regt (RIVM), Koomen (VU) en Buurman (VU) aan een evaluatie van het prijzenmechanisme en een advies over de koppeling van grondmarktmodellering aan de RuimteScanner c.q. verbetering prijzenmechanisme</li> </ul>

<sup>14</sup> Versie 3.0/4.2 zonder grondprijzen

**Bijlage 1: Overzichtstabel RS-modules (vervolg)**

		RS	Attractiviteitskaart	Ruimteclaims	Allocatie en rekenhart
<b>Ontwikkelaars</b>	<b>10</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hilferink &amp; Beek (Object Vision); Thewessen &amp; Boersma (Geodan); Schotten &amp; Bakkenes (RIVM)</li> <li>- DMS: voor NPK: Schotten &amp; Bakkenes; voor Waterplanner: Hilferink &amp; Beek (Object Vision); Cleij &amp; Kragt (RIVM); voor Elpen: Hilferink &amp; Beek (Object Vision); Alterra</li> <li>- GUI – Bakkenes (RIVM); Verbeek &amp; Hilferink (Object Vision)</li> <li>- Inhoudelijk programmeren van toepassingen door Schotten, Heunks, Wagtendonk, Boersma</li> </ul>		In het verleden gebruik gemaakt van het DRAM model van Helming (LEI) Opera van Louter (TNO-INRO) en ABF gegevens. Landelijk Modelsysteem (verkeersmodel)	- Rietveld (VU) en Hilferink (Object Vision)
<b>Opdrachtgevers</b>	<b>11</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versie 3.0 expliciet in opdracht van RIVM, eerdere versies ingebed in het consortium</li> <li>- Toepassingen iov RIVM muv Elpen (EU)</li> </ul>	Zie RS	Nvt. De dBASE tabellen met de claims worden gevuld met uitkomsten van modellen, beleidsvoornemens ed. Deze zijn per toepassing verschillend geweest.	Zou RuimteScanner consortium moeten zijn, in praktijk RIVM

**Functionele beschrijving**

		RS	Attractiviteitskaart	Ruimteclaims	Allocatie en rekenhart
<b>Functionaliteit</b>	<b>12</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uitvoeren grondgebruikssimulatie</li> <li>- DMS: - vnl GIS-bewerkingen (bv grondgebruiksbewerkingen per regio (sommatie ed)); koppeling DLL's door input/output</li> <li>- GUI: visualisatie van gegevens en modelresultaten (m.b.v. Geolib<sup>15</sup>) communicatie tussen gebruiker en model &amp; database, de DMS</li> </ul>	Faciliteert maken attractiviteitskaarten	Faciliteert opstellen ruimteclaims	Allocatie van claims voor ruimtegebruik, zie bv. artikel "Residential construction, land use and the environment; Simulations for the Netherlands using a GIS-based land use model" (Schotten, Goetgeluk et al., 2001)
<b>Instel- en keuzemogelijkheden</b>	<b>13</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Te onderscheiden soorten grondgebruik</li> <li>- Attractiviteitskaarten</li> <li>- Ruimteclaims</li> <li>- Parameters allocatie-algoritme (beta parameter; aantal iteraties; een of meerdere zichtjaren)</li> <li>- DMS en GUI zijn volledig aan te passen per toepassing, geheel open</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wordt per grondgebruiksklasse samengesteld, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen statische (stabiel verondersteld of toevoeging ingetekend op kaart) en dynamische (obv simulatie-algoritme) grondgebruiksklasse</li> <li>- Resultaten van nieuwe logit analyses kunnen niet ingevoerd worden, wel de attractiviteitskaarten en de beta-parameter</li> </ul>	Wordt bepaald voor ieder van de dynamische grondgebruiksklassen voor zelf te bepalen regionale indeling obv sectorale modellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aantal iteraties (goodness of fit)</li> <li>- Beta-parameter</li> <li>- Zichtjaar</li> </ul>

<sup>15</sup> Geolib is een softwarebibliotheek van Geodan voor GIS-applicaties

**Bijlage 1: Overzichtstabel RS-modules (vervolg)**

		<b>RS</b>	<b>Attractiviteitskaart</b>	<b>Ruimteclaims</b>	<b>Allocatie en rekenhart</b>
<b>Brongegevens</b>	<b>14</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaart huidig grondgebruik (mbv DMS)</li> <li>- Attractiviteitskaarten grondgebruiksklasse (mbv DMS)</li> <li>- Ruimteclaims (externe sectorale modellen of schattingen van ha per regio)</li> <li>- NB: brongegevens zijn afhankelijk van de toepassing!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beleidskaarten en fysische geschiktheidskaarten en kaarten met afstands-verval functies</li> </ul>	Voornamelijk uitkomsten sectorale modellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Huidig grondgebruik (zelf aantal klassen te bepalen uit de 45 basisklassen; mbv DMS functionaliteiten wordt een nieuwe huidige grondgebruikskaart gegenereerd als input voor de simulatie)</li> <li>- Attractiviteitskaart van elke grondgebruiksklasse (combinatie beleidsthematische en fysische geschiktheidskaarten op mbv DMS functionaliteiten), bv Afstandsvervalberekeningen maken</li> <li>- Ruimtelijke grondgebruiksclaims per regio naar de toekomst; dit betreft per administratieve eenheid de toe- of afname van betreffende klasse in ha obv sectorale modellen of schattingen per regio</li> </ul>
<b>Herkomst brongegevens</b>	<b>15</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Huidige grondgebruik: uit Bodemstatistiek 1996 en LGN3 (1997) in Centrale RIVM database (45 klassen)</li> <li>- Attractiviteitskaart: uit beleids-thematische (bv infra) en fysische geschiktheidskaarten waarbij afstandsverval-kaarten mbv DMS kunnen worden gemaakt (uit RIVM database of projectdata)</li> <li>- Ruimteclaims: per administratieve regio de toe- of afname van betreffende klasse in ha. Obv sectorale modellen of schattingen (dBASE file)</li> <li>- Instellingen van het allocatie-algoritme (aantal iteraties en Beta-parameters)</li> </ul>	zie RS	Sectorale modellen	Project-afhankelijk
<b>Doelgegevens</b>	<b>16</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toekomstig grondgebruik per 500m cel waarbij voor iedere klasse het areaal in ha is weergegeven</li> <li>- Aantal woningen</li> <li>- Aantal werkenden</li> </ul>	Attractiviteiten per grondgebruiksklasse	Ruimtelijke claims op velerlei schaalniveaus	Simulatie van toekomstig grondgebruik waarbij voor elke gridcel ( in principe 500m maar kan ook groter of kleiner) een bepaalde hoeveelheid ha van een bepaalde grondgebruiksklasse wordt toegekend
<b>Bestemming doelgegevens</b>	<b>17</b>	Csf-file (= intern DMS file formaat, dat niet grafisch kan worden weergegeven) of een gtf-file (Geodan Table Format; kan wel grafisch worden weergegeven)	Allocatie-module	Allocatie-module	zie RS

**Bijlage 1: Overzichtstabel RS-modules (vervolg)**

		<b>RS</b>	<b>Attractiviteitskaart</b>	<b>Ruimteclaims</b>	<b>Allocatie en rekenhart</b>
<b>Bestandsformaten</b>	<b>18</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- csf-file (= intern DMS file formaat, dat niet grafisch kan worden weergegeven)</li> <li>- gtf-file (Geodan Table Format; kan wel grafisch worden weergegeven m.b.v. het basisgrid ggf, Geodan Geographic Format)</li> <li>- dms (= ascii text file met configuratiebestanden voor DMS)</li> <li>- dBase-files</li> <li>- in versie 4.2 ook ArcInfo Ascii-grids, ArcView shape-files, Ascii tabellen en Excelbestanden</li> </ul>	Attractiviteitskaart: cfs-file die gemaakt kan worden uit gtf-file ascii-grid	Grondgebruiksclaims: dBASE-file	zie RS
<b>Bestandsstructuren</b>	<b>19</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alle kaarten zijn opgeslagen in gtf-files; deze worden afgebeeld mbv een basisgrid (in ggf-formaat); in het basisgrid heeft iedere cel een volgnummer; door records te koppelen aan het volgnummer van het basisgrid worden de files afgebeeld</li> <li>- cfs-file (intern DMS formaat, bevat zowel configuratie als rekenresultaten van DMS)</li> <li>- dBase</li> <li>- in versie 4.2 ook ArcInfo Ascii-grid, ArcView Shape, Ascii tabellen, Excel</li> </ul>	zie RS	dBASE files; In deze files worden de administratieve indelingen aangegeven, de claim in ha in de regio's, en of dit het exacte ofwel een minimum of maximum te alloceren areaal betreft	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Er moet een specifieke set van invoergegevens gedefinieerd worden: expression=</li> <li>- "allocate(Attractiviteiten, Claims, /Model/ModelSpecs, /Model/Parameters/S2, huidig grondgebruik, /RegioIndelingen, convert(2030, YearRange), convert(2030, YearRange), convert(1, YearRange))";</li> </ul> <p>Waarbij:            Attractiviteiten: de container cq directory is met de attractiviteitskaarten            Claims: de container cq directory is met de claims in de vorm van dBASE files            Modelspecs: momenteel niet geïmplementeerd            Parameters: aantal iteraties en beta parameter            Huidig grondgebruik: de container cq directory is met de huidig grondgebruikkaarten            Regioindelingen: de container cq directory is met de regioindelingen gebruikt voor de claims            convert(2030, YearRange)            convert(2030, YearRange)            convert(1, YearRange) In een maal van beginjaar tot 2030 zonder tussenstappen</p>
<b>User interface</b>	<b>20</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grafische interface met mogelijkheid ook DMS (ascii)-files in te lezen, waarin de structuur van een project wordt weergegeven</li> <li>- Soort eigen programmacode</li> <li>- In GUI visualisatie van gegevens en modelresultaten (= Geolib) en communicatie tussen gebruiker en model &amp; database, de DMS</li> </ul>	zie RS	zie RS	zie RS

**Bijlage 1: Overzichtstabel RS-modules (vervolg)**

		<b>RS</b>	<b>Attractiviteitskaart</b>	<b>Ruimteclaims</b>	<b>Allocatie en rekenhart</b>
<b>Gebruikersvriendelijkheid</b>	<b>21</b>	GUI is redelijk gebruiksvriendelijk; basisfiles niet (eigen programma taal)	zie RS	zie RS	zie RS
<b>Expertiseniveau gebruiker</b>	<b>22</b>	Veel inhoudelijke kennis vereist, omdat grondgebruiksklassen zelf moeten worden gedefinieerd, attractiviteitskaarten zelf gemaakt en er beperkingen zijn gesteld	Zie RS	Hoog.	Geen
<b>Eigen of generieke gebruikers-interface?</b>	<b>23</b>	Er is een generieke interface, maar meestal wordt een specifieke GUI ontwikkeld per toepassing	Generiek	zie RS	In de Gui is een apart scherm gemaakt waarin de inputs van de allocatiemodule zichtbaar zijn
<b>Instel- en draaimogelijkheden</b>	<b>24</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen, er zijn wel 5 voorgeprogrammeerde simulaties waarin veranderingen kunnen worden aangebracht</li> <li>- Alternatief is zelf helemaal opbouwen van simulatie</li> <li>- De DMS functionaliteiten en daarmee ook de attractiviteitskaartmodule maken gebruik van de generieke DMS functionaliteiten en zijn dus volledig zelf in te stellen (dus niet draaien aan een knopje met min en max waarden). Daarnaast zijn inderdaad de hiernaast opgegeven variabelen ook in te stellen (aantal iteraties, beta-parameter, tijdstappen, zichtjaar)</li> </ul>	zie RS	<p>De te gebruiken regio indelingen zijn geheel vrij te kiezen per te simuleren landgebruikstype</p> <p>Per claim dient aangegeven te worden of het een min, max, of exacte claim betreft</p>	Aantal iteraties, betaparameters, in hoeveel stappen van het beginjaar naar het eindjaar gerekend moeten worden (bv van 2000 tot 2030 in stappen van 5 jaar)
<b>Beperkingen voor gebruiker</b>	<b>25</b>	Geen	Geen	Van elke grondgebruiksklasse waarvoor het grondgebruik gesimuleerd wordt, moeten er claims aanwezig zijn. Behalve als de ligging en omvang hetzelfde blijven of er zoals bij bv infrastructuur geen oppervlakte claims zijn, maar deze ingevuld worden met beleidskaarten.	De gegeven files moeten daadwerkelijk gevuld worden
<b>Afgeschermd functies</b>	<b>26</b>	Het allocatie-algoritme	Geen	nvt	Het allocatiemechanisme zelf is een DLL (alleen in versie 4.2)

**Bijlage 1: Overzichtstabel RS-modules (vervolg)****Inzetbaarheid**

		RS	Attractiviteitskaart	Ruimteclaims	Allocatie en rekenhart
		RS	Attractiviteitskaart	Ruimteclaims	Allocatie en rekenhart
<b>Platforms</b>	27	- Windows-NT, 95, 98, 2000 - DLL, dus windows-platform (makkelijk platform onafhankelijk te maken)	Zie RS	Zie RS	Zie RS
<b>Mogelijke bestandsformaten (input en output)</b>	28	- cfs-, gtf- en dBASE-format (cfs is interne formaat DMS, met DMS om te zetten naar gtf) - dms-format (voor configuratiebestanden) - in RS 4.2 ook ArcInfo ascii-grid, ArcView shapefile, Ascii-tabellen, Excel en Odbc databases	Zie RS	- Zijn gewoon dBASE files. Die aangepast kunnen worden in dBASE of MS excel - Alleen input dBASE	De output van de allocatiemodule zijn kaarten die geschreven worden in het DMS cfs-format. Deze kunnen daarna met de DMS weer omgezet worden naar gtf en dan naar de gegevensstandaards van de DMS.
<b>Gegevensstandaards</b>	29	- Geen gegevensstandaard (7) - De facto odbc, ascii-grids, shapefiles	zie RS	dBASE	Zie boven
<b>Gegevenswoordenboek?</b>	30	Ja, er is overzicht van alle input data, zie ook: <a href="http://www.yusegso.nl/objectvision/dms/">www.yusegso.nl/objectvision/dms/</a>	Ja, er is een overzicht van alle rekenkundige bewerkingen die met de standaardfuncties van de DMS kunnen worden uitgevoerd	Nee	nvt
<b>Gebruik andere modellen mogelijk?</b>	31	- In RS kan geen gebruik worden gemaakt van andere modellen; kan wel "loose coupling" creëren door data van andere modellen als kaart in te voeren, bv attractiviteitskaart, of als dBASE-file, bv ruimteclaims. Met dit laatste zou wel een soort recursieve koppeling zoals bedoeld onder Ruimteclaims gesimuleerd kunnen worden - DMS kan wel gebruik maken van andere modellen door bij elk model in de vorm van een DLL aan de DMS aan te bieden en de input en output aan te geven kan elk willekeurig model worden gekoppeld - Daarnaast kunnen externe programma's gewoon opgestart worden mits input en output gedefinieerd is (bv. Excel macro's, access, etc.)	zie RS	Ja, de uitvoer van andere modellen is de invoer. Maar geen automatische recursieve koppeling met modellen in de zin van aanpassing van de ruimteclaims. De resultaten van deze modellen worden ingevoerd als dBASE file (zie RS)	nvt
<b>Eisen aan te gebruiken modellen</b>	32	Input en output relaties moeten duidelijk zijn	Geen. Het zou wenselijk zijn als de gebruikte allocatieregels voor het maken van attractiviteitskaarten gelijk zouden zijn als die in de aanleverende modellen die gebruikt worden om de claims te genereren	Geen. Het zou wenselijk zijn als de gebruikte allocatieregels in de aanleverende modellen gelijk zouden zijn als die gehanteerd worden bij het maken van attractiviteitskaarten	nvt

## Bijlage 1: Overzichtstabel RS-modules (vervolg)

### Inzetbaarheid

		RS	Attractiviteitskaart	Ruimteclaims	Allocatie en rekenhart
Tegemoetkomen aan eisen van andere modellen?	33	- men denkt dat aan alle eisen kan worden voldaan - data moeten worden aangeboden in ondersteunde formaten en anders moet het extern omgezet worden	zie RS	zie RS	nvt

### Openheid

		RS	Attractiviteitskaart	Ruimteclaims	Allocatie en rekenhart
Herbruikbaarheid	34/ 35	- ja, elke voorgeprogrammeerde simulatie kan opnieuw worden hergebruikt om een nieuwe te definiëren (8) - technisch geen beperkingen; eigendomsrecht bij Object Vision; RIVM heeft gebruikscontract; sourcecode op: <a href="http://www.ObjectVision.nl/objectvision/dms/">www.ObjectVision.nl/objectvision/dms/</a> - geen beperkingen	zie RS	De koppeling die gemaakt moet worden tussen de claims (in dBASE tabellen) en de daarmee samenhangende kaarten met administratieve grenzen vindt plaats in de DMS	zie RS
Uitbreidbaarheid	36	- ja mbt gegevens en het opstellen van nieuwe simulaties; mbt toevoegen andere bouwstenen is DMS kennis nodig, ook voor GUI - nieuwe functionaliteiten als koppeling met andere modellen, tools en modules is goed uitvoerbaar	zie RS	Zeer flexibel elke gewenste regio indeling kan gebruikt worden.  Het zou aanbevelenswaardig zijn om een tool te hebben die controleert of de verschillende claims wel passen in het beschouwde gebied	zie RS
Uitbreiden door wie?	37	- algemeen: Boersma, Bakkenes, Cleij (RIVM) - DMS: Cleij, Bakkenes (RIVM) en Hilferink (Object Vision) - GUI: Boersma, Bakkenes, Cleij	zie RS	zie RS	- Hilferink en Rietveld
Broncode vrij?	38	- ja, zie website Object Vision	ja, zie RS	nvt	- geen idee
Eigendomsrechten	39	- RIVM (GUI), Object Vision (DMS) - Geodan (Geolib)	zie RS	zie RS	- ingebed in de DMS server
Beperkingen op gebruik, verspreiding, aanpassing	40	- GUI geen - eigendomsrecht bij Object Vision; RIVM heeft gebruikscontract - eigendomsrecht Geolib bij Geodan; RIVM heeft gebruikscontract	zie RS	nvt	eigendomsrecht bij Object Vision; RIVM heeft gebruikscontract
Onderhoud, door wie?	41	- DMS: Object Vision - GUI: RIVM - Allocatie-algoritme: Object Vision - toepassingen: RIVM	zie RS	nvt zijn alleen tabellen	- Object Vision



## Bijlage 1: Overzichtstabel RS-modules (vervolg)

### Openheid

	RS	Attractiviteitskaart	Ruimteclaims	Allocatie en rekenhart	
<b>Staat van onderhoud</b>	42	- RS redelijk stabiel; geen groot onderhoud; wellicht kleine aanpassingen ter vergroting stabiliteit (bv. Zodat er vanuit GUI een nieuwe simulatie gemaakt kan worden zonder DMS-taal te hoeven gebruiken) - DMS zeer up-to-data (Object Vision maakt regelmatig nieuwe updates), echter pas toegepast in versie 4.2 (β-versie, nog niet geaccepteerd door RIVM) - GUI geen onderhoud nodig	zie RS	maakt gebruik van RS3.0 functionaliteit	- geen onderhoud
<b>Technische documentatie</b>	43	- ja en voorbeelden van simulaties en analyses mbv DMS op CDROM beschikbaar - DMS: zie website Object Vision - GUI: geen technische documentatie - GUI: gebruikershandleiding Nexpri	zie RS	zie RS	- geen technische documentatie; enkel inhoudelijke documentatie zie: <a href="http://ivm9.ivm.vu.nl/LUS">http://ivm9.ivm.vu.nl/LUS</a>
<b>Verantwoordelijke voor documentatie</b>	44	- RIVM - Object Vision m.b.t. DMS - Geodan m.b.t. Geolib	zie RS	zie RS	- Hilferink en Rietveld
<b>Gebruikershandleiding</b>	45	- gebruikershandleiding Nexpri <a href="http://ivm9.ivm.vu.nl/LUS">http://ivm9.ivm.vu.nl/LUS</a> - zie website Object Vision	zie RS	zie RS	nvt

### Technische opbouw

	RS	Attractiviteitskaart	Ruimteclaims	Allocatie en rekenhart	
<b>Interne architectuur</b>	46/47	- 3-lagen architectuur: DMS & GUI & data - DMS is een software component voor het beheren van data, modellen, modelruns, modelresultaten en scenario's; vooral zinnig waar met veel data en berekeningen wordt gewerkt - feitelijk soort meta-informatie-systeem van input, ook bewerkingen en output tbv herhaalbaarheid bij andere modelparameters of input-data - DMS analyseert zelf of berekeningen opnieuw moeten worden uitgevoerd als bepaalde resultaten worden opgevraagd; zo worden altijd correcte resultaten van berekeningen gegarandeerd, ook bij gewijzigde input-data	= DMS architectuur met daarboven de GUI  zie RS	zie RS	- nvt
<b>Generieke tools of eigen modules</b>	48	- DMS & GUI zijn generieke tools - DMS zou beschouwd kunnen worden als eigen module; Er wordt gebruik gemaakt van een eigen taal om te programmeren - allocatie-algoritme is aparte DLL (alleen versie 4.2)	zie RS	Het zijn alleen dBASE files met claims dus zeer generiek	- 3-lagen architectuur

## Bijlage 1: Overzichtstabel RS-modules (vervolg)

### Technische opbouw

		RS	Attractiviteitskaart	Ruimteclaims	Allocatie en rekenhart
<b>Ontwikkel-omgeving</b>	49	- eigen programmeertaal om simulaties te maken - DMS: C++ - GUI: geprogrammeerd in Delphi en C++ - GUI is een client interface voor DMS	zie RS	zie RS	zie RS
<b>Protocollen</b>	50	- odbc, echter niet helemaal duidelijk hoe geïmplementeerd	nvt	nvt	nvt
<b>Karakter interfaces tussen componenten</b>	51	DMS in C++ genereert aantal DLL's, deze functies worden geactiveerd via Delphi	zie RS	zie RS	nvt
<b>Robuustheid programmatuur</b>	52	- voorzien van interne documentatie - bij GUI voorzien van interne documentatie en opgeslagen in pvcs als code bestandsbeheer (version controlesysteem) - kan beter, in 3.0 toch nogal eens workarounds nodig	zie RS	zie RS	zie RS
<b>Fouten-afhandeling</b>	53	- niet zo goed in 3.0, veelal cryptische foutmeldingen, wel verbeterd in 4.2 - m.b.t. GUI vaak wel OK	veelal cryptische foutmeldingen	zie RS	- goed, duidelijke foutmeldingen





## Bijlage 2: Overzichtstabel LOV-modules (vervolg)

### Functionele beschrijving

		Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Module 6	Module 7	Module 8	Module 9	
<b>Functionaliteit</b>	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelleren toekomstig ruimtegebruik m.b.v. cellulaire automata in samenhang met een ruimtelijk interactiemodel</li> <li>- Berekenen indicatoren van gevolgen van veranderend ruimtegebruik op kwaliteit van de leefomgeving</li> </ul>	In het Ruimtelijk Interactie-model wordt de nationale groei per activiteit bepaald, verdeeld over de COROP regio's	Deze module vertaalt de regionale groei van de sector (inw./ mfl.) naar de benodigde ruimte en het aantal cellen dat door het CCA model geplaatst moet worden	In deze module wordt de transitie potentiaal bepaald op basis van geschiktheid, beleid, -reikbaarheid en omgeving waarna de regionale groei van het ruimtegebruik wordt geplaatst	Op basis van het ruimtegebruik wordt de intensiteit op het LMS wegennetwerk berekend, de congestie en de bereikbaarheid die optioneel wordt doorgegeven aan de CCA module	Op basis van landgebruik, netwerk intensiteiten en aanvullende informatie kan optioneel een groot aantal indicatoren uitgerekend worden	Eenvoudig aanmaken van geschiktheids- en beleidskaarten die in de LOV gebruikt worden	Aanmaken van een op COROP niveau correcte dominant landgebruikskaart	Analyse van resultaten uit de LOV, landgebruikskaarten, indicator kaarten, kaart statistics (Kappa, Posterior, Fuzzy Kappa)	Module voor het aanmaken van animated gifs van het landgebruik of indicatoren tijdens de simulatie die later bij presentatie afgespeeld kunnen worden
<b>Instel- en keuze mogelijkheden</b>	13	talrijk, zie modules	Groei van de activiteit per jaar	Relatieve groei van het ruimtegebruik per jaar	Geschiktheid, beleid, CA regels, (bereikbaarheid), Weegfactoren	Wegennetwerk, berekeningswijze, weegfactoren	Afhankelijk van de indicator	Weging van de verschillen de kaarten	Keuze van methode en bijbehorende parameters	Keuze van Palet, maxima, minima, Vergelijkingsmethode absoluut/relatief	Idem Uitsnede; Afspelsnelheid sample frequentie
<b>Brongegevens</b>	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nationale econ. en demogr. Scenario's CPB/CBS</li> <li>- LGN, CBS Bodemstatistiek, VIJNO EHS, Inwonerkaarten</li> <li>- Geschiktheid en beleid</li> <li>- CA-regels</li> <li>- Bereikbaarheid</li> <li>- LMS netwerk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nationale econ. en demogr. scenario's CPB/CBS</li> <li>- Initieel Landgebruikskaart</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- productie en inwoners uit model 1 of COROP-totalen uit andere bronnen/modellen die men direct wil opleggen</li> <li>- Landgebruikskaart (dominant 500m grid)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Landgebruik;</li> <li>- Geschiktheids- en beleidskaarten</li> <li>- Claims per COROP per functie</li> <li>- CA-regels</li> <li>- Bereikbaarheids kaart</li> </ul>	LMS netwerk gegevens	Afhankelijk van de indicator	Assorted Maps	Landgebruikskaart en: <ul style="list-style-type: none"> <li>- CBS Bodemstatistiek</li> <li>- LGN</li> <li>- VIJNO EHS</li> <li>- Inwonerkaarten op 25 m grid</li> </ul>	Regiokaarten	Landgebruik, indicator kaarten
<b>Herkomst brongegevens</b>	15	(zie 14) <ul style="list-style-type: none"> <li>- CBS/CPB</li> <li>- Alterra</li> <li>- AVV/Rand Corp</li> <li>- RIVM</li> </ul>	CBS/CPB	CBS/CPB	CBS/Alterra e.o.	AVV / Rand Corp	Divers	divers	CBS / Alterra / RIVM	LOV output	CCA Module, Indicator Modules

**Bijlage 2: Overzichtstabel LOV-modules (vervolg)****Functionele beschrijving**

		Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Module 6	Module 7	Module 8	Module 9	
<b>Doelgegevens</b>	16	- Toekomstig ruimtegebruik op 500 m grid - Diverse indicatoren - Diverse analysesresultaten (verschilkaarten) - Animaties	- Productie per LOV-sector - Aantal inwoners per COROP-regio	Ruimtevrage per functie per COROP per jaar	Landgebruik op 500m grid	- Intensiteiten per Link - Bereikbaarheidsmaten - Diverse specifiek verkeergerelateerde indicatoren	Divers; zie de verschillende indicatoren	- Geschiktheidskaarten - Beleidskaarten per functie.	Initiële gebruiksk kaart voor de LOV	Verschilkaarten	Animated GIFs
<b>Bestemming doelgegevens</b>	17	Divers	Ruimte Gebruiks Module	CCA Allocatiemodule	- Eindoutput - Regionale Modules 1, 2	- Dynamische terugkoppeling naar Module 1 en Module 3 van bereikbaarheidsmaten - Output Indicatoren	Eindoutput	CCA Allocatiemodule	CCA Allocatie Module	RIVM Rapportages	Beeldscherm
<b>Bestandsformaten</b>	18	IMG files of Arc/Info ASCII grid export files Excel-files	ASCII	ASCII	IMG files of Arc/Info ASCII grid export files	IMG files of Arc/Info ASCII grid export files	IMG files of Arc/Info ASCII grid export files; Excel-files	IMG files of Arc/Info ASCII grid export files	Arc/Info ASCII grid export files	IMG files of Arc/Info ASCII grid export files	*.GIF
<b>Bestandsstructuren</b>	19	zie modules	Excel	Excel	IMG header file	IMG header file	IMG header file; MS Excel	IMG header file	Arc/Info ASCII grid export files	IMG header file	*.GIF
<b>User interface</b>	20	Grafisch	Grafisch	Grafisch	Grafisch	Grafisch	Grafisch	Grafisch	Commandline	Grafisch	Grafisch
<b>Gebruikersvriendelijkheid</b>	21	Over het algemeen gebruiks-vriendelijk		Gebruiksvriendelijk	Gebruiksvriendelijk	(Module is nog in ontwikkeling)	Gebruiksvriendelijk	De huidige versie is te complex, met AND en OR etc.	Redelijk	---	Gebruiksvriendelijk
<b>Expertiseniveau gebruiker</b>	22	Hoog		Hoog	Hoog	Hoog	Hoog	(Te) Hoog	Hoog Met name de inhoud van de kaarten, de landgebruiksdefinities, en het ruimtelijk gedrag van desbetreffende actoren zijn voor specialisten.	Matig	Laag

## Bijlage 2: Overzichtstabel LOV-modules (vervolg)

### Functionele beschrijving

		Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Module 6	Module 7	Module 8	Module 9	
<b>Eigen of generieke gebruikers-interface?</b>	23	LOV gebruikers-interface	LOV gebruikers-interface	LOV gebruikers-interface	LOV gebruikers-interface	LOV gebruikers-interface	LOV gebruikers-interface	Overlay Tool Gebruikers-interface	Commandline Interface	Analyse Tool Gebruikers-interface	LOV gebruikers-interface
<b>Instel- en draaimogelijkheden</b>	24	Per regio kan een minimale en maximale productie als randvoorwaarde worden gesteld. Het gedrag van het RIM kan zo beïnvloed worden.	Per regio kan een minimale en maximale productie als randvoorwaarde worden gesteld. Het gedrag van het RIM kan zo beïnvloed worden.	Per regio kan een minimale en maximale productie als randvoorwaarde worden gesteld. Het gedrag van het RIM kan zo beïnvloed worden.	- Instellen weegfactoren voor de transitiepotentiaal - Opstellen geschiktheids- en beleidskaarten - CA-regels instellen	Veel; zie documentatie	Per regio kan een minimale en maximale productie als randvoorwaarde worden gesteld. Het gedrag van het RIM kan zo beïnvloed worden.	Instellen weegfactoren per kaart en aggregatievorm	Keuze uit 2 algoritmes	Instellen analysebewerkingen, palets etc.	Uitsnede; Afspeelsnelheid sample frequentie
<b>Beperkingen voor gebruiker</b>	25	Gebonden aan COROP-indeling. Meer flexibiliteit is wenselijk.	Gebonden aan COROP-indeling. Meer flexibiliteit is wenselijk.	Gebonden aan COROP-indeling. Meer flexibiliteit is wenselijk.	Gebonden aan COROP-indeling. Meer flexibiliteit is wenselijk.	Het OV wordt als een HB matrix meegenomen; zou op termijn toch naar OV-model willen.	Gebonden aan COROP-indeling. Meer flexibiliteit is wenselijk.	Gebruiker moet zeer veel schuifjes instellen, daardoor niet altijd even duidelijk	Geen	---	---
<b>Afgeschermd functies</b>	26	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	Niet bekend	Nee	Nee

### Inzetbaarheid

		Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Module 6	Module 7	Module 8	Module 9	
<b>Platforms</b>	27	- Besturingssystemen: Win98, 2000, NT, XP - Database: geen - Grafisch formaat: Geonamica	- Besturingssystemen: Win98, 2000, NT, XP - Database: geen - Grafisch formaat: Geonamica	- Besturingssystemen: Win98, 2000, NT, XP - Database: geen - Grafisch formaat: Geonamica	- Besturingssystemen: Win98, 2000, NT, XP - Database: geen - Grafisch formaat: Geonamica	- Besturingssystemen: Win98, 2000, NT, XP - Database: geen - Grafisch formaat: geen	- Besturingssystemen: Win98, 2000, NT, XP - Database: geen - Grafisch formaat: geen	- Besturingssystemen: Win98, 2000, NT, XP - Database: geen - Grafisch formaat: Geonamica	- Besturingssystemen: Win98, 2000, NT, XP - Database: geen - Grafisch formaat: geen	- Besturingssystemen: Win98, 2000, NT, XP - Database: geen - Grafisch formaat: Geonamica	- Besturingssystemen: Win98, 2000, NT, XP - Database: geen - Grafisch formaat: geen
<b>Mogelijke bestandsformaten (input en output)</b>	28	- Idrisi IMG files - Arc/Info ASCII grid Export files	- Idrisi IMG files - Arc/Info ASCII grid Export files	- Idrisi IMG files - Arc/Info ASCII grid Export files	- Idrisi IMG files - Arc/Info ASCII grid Export files	- Idrisi IMG files - Arc/Info ASCII grid Export files	- Idrisi IMG files - Arc/Info ASCII grid Export files - Excel-files	- Idrisi IMG files - Arc/Info ASCII grid Export files	- Arc/Info ASCII grid Export files	- Idrisi IMG files - Arc/Info ASCII grid Export files	GIF

**Bijlage 2: Overzichtstabel LOV-modules (vervolg)****Inzetbaarheid**

		Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Module 6	Module 7	Module 8	Module 9	
<b>Gegevensstandaards</b>	29	---	---	---	---	---	Overlay Tool gebruikt XML	---	---	Niet bekend	
<b>Gegevenswoordenboek?</b>	30	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	
<b>Gebruik andere modellen mogelijk?</b>	31	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
<b>Eisen aan te gebruiken modellen</b>	32	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	---	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie
<b>Tegemoetkomen aan eisen van andere modellen?</b>	33	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie	- ActiveX components - Com technologie

**Openheid**

		Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Module 6	Module 7	Module 8	Module 9	
<b>Herbruikbaarheid</b>	34/35	- Na definitie/herprogrammering als separate module Beperkingen: - Calibratie en validatie van (tussen)resultaten - Beperking door terugkoppelingen	- Na definitie/herprogrammering als separate module Beperkingen: - Calibratie en validatie van (tussen)resultaten - Beperking door terugkoppelingen	- Na definitie/herprogrammering als separate module Beperkingen: - Calibratie en validatie van (tussen)resultaten - Beperking door terugkoppelingen	- Na definitie/herprogrammering als separate module Beperkingen: - Calibratie en validatie van (tussen)resultaten - Beperking door terugkoppelingen	- Na definitie/herprogrammering als separate module Beperkingen: - Calibratie en validatie van (tussen)resultaten - Beperking door terugkoppelingen	- Na definitie/herprogrammering als separate module Beperkingen: - Calibratie en validatie van (tussen)resultaten - Beperking door terugkoppelingen	- Na definitie/herprogrammering als separate module - Geen verdere beperkingen	- Na definitie/herprogrammering als separate module - Geen verdere beperkingen	- Na definitie/herprogrammering als separate module - Geen verdere beperkingen	- Na definitie/herprogrammering als separate module - Geen verdere beperkingen
<b>Uitbreidbaarheid</b>	36	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
<b>Uitbreiden door wie?</b>	37	C++	C++	C++	C++	C++	C++	C++	C++	C++	
<b>Broncode vrij?</b>	38	Voorzover niet behorend tot Geonamica	Voorzover niet behorend tot Geonamica	Voorzover niet behorend tot Geonamica	Voorzover niet behorend tot Geonamica	Voorzover niet behorend tot Geonamica	Voorzover niet behorend tot Geonamica	Voorzover niet behorend tot Geonamica	Ja	Voorzover niet behorend tot Geonamica	Voorzover niet behorend tot Geonamica



**Bijlage 2: Overzichtstabel LOV-modules (vervolg)****Openheid**

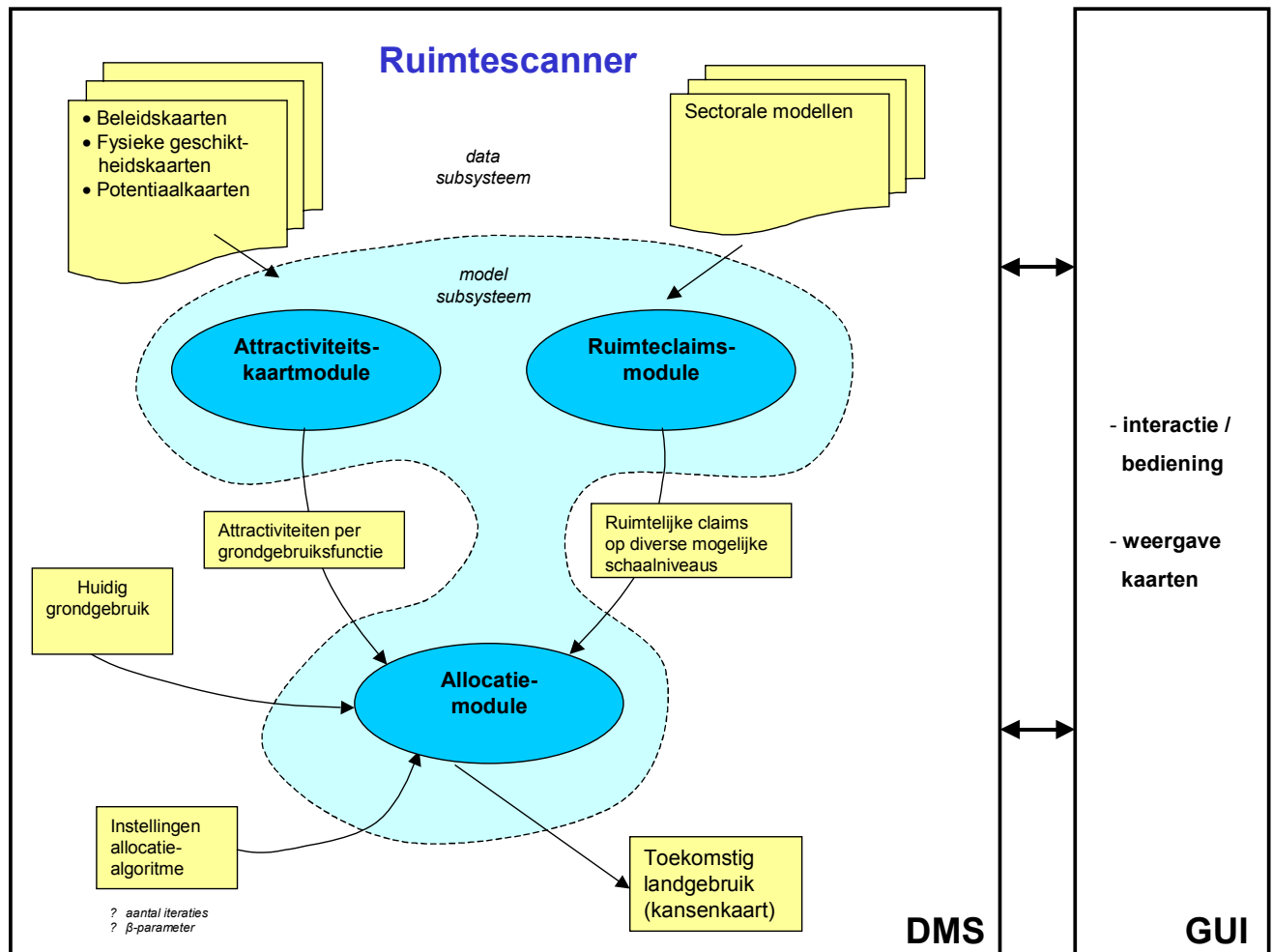
		<b>Module 1</b>	<b>Module 2</b>	<b>Module 3</b>	<b>Module 4</b>	<b>Module 5</b>	<b>Module 6</b>	<b>Module 7</b>	<b>Module 8</b>	<b>Module 9</b>	
<b>Eigendoms-rechten</b>	39	- Geonamica: RIKS - Overig: RIVM	- Geonamica: RIKS - Overig: RIVM	- Geonamica: RIKS - Overig: RIVM	- Geonamica: RIKS - Overig: RIVM	- Geonamica: RIKS - Overig: RIVM	- Geonamica: RIKS - Overig: RIVM	RIVM	RIVM	RIVM RIKS	RIVM
<b>Beperkingen op gebruik, verspreiding, aanpassing</b>	40	Geen commercieel gebruik	Geen commercieel gebruik	Geen commercieel gebruik	Geen commercieel gebruik	Geen commercieel gebruik	Geen commercieel gebruik	Geen commercieel gebruik	Geen commercieel gebruik	Geen commercieel gebruik	Geen commercieel gebruik
<b>Onderhoud, door wie?</b>	41	RIKS	RIKS	RIKS	RIKS	RIKS	RIKS	RIKS	RIKS	RIKS	RIKS
<b>Staat van onderhoud</b>	42	---	---	---	---	---	---	---	I.v.m. de verkeers-module dient de aggregatie op LMS-zoneniveau plaats te vinden, i.p.v. op het huidige COROP-niveau	---	---
<b>Technische documentatie</b>	43	Zie vragenlijst	Zie vragenlijst	Zie vragenlijst	Zie vragenlijst	Zie vragenlijst	Zie vragenlijst	Zie vragenlijst	Zie bijlage 1	Zie vragenlijst	Zie vragenlijst
<b>Verantwoordelijke voor documentatie</b>	44	RIKS/RIVM	RIKS/RIVM	RIKS/RIVM	RIKS/RIVM	RIKS/RIVM/ AGV	RIKS/RIVM	RIKS/RIVM	RIKS	RIKS/RIVM	RIKS/ RIVM
<b>Gebruikers-handleiding</b>	45	LOV 2.2 Gebruikers-handleiding, RIKS rapport Oktober 2001	LOV 2.2 Gebruikers-handleiding, RIKS rapport Oktober 2001	LOV 2.2 Gebruikers-handleiding, RIKS rapport Oktober 2001	LOV 2.2 Gebruikers-handleiding, RIKS rapport Oktober 2001	Nog niet beschikbaar	LOV 2.2 Gebruikers-handleiding, RIKS rapport Oktober 2001	LOV 2.2 Gebruikers-handleiding, RIKS rapport Oktober 2001	Zie bijlage 1	LOV 2.2 Gebruikers-handleiding, RIKS rapport Oktober 2001	LOV 2.2 Gebruikers-handleiding, RIKS rapport Oktober 2001

## Bijlage 2: Overzichtstabel LOV-modules (vervolg)

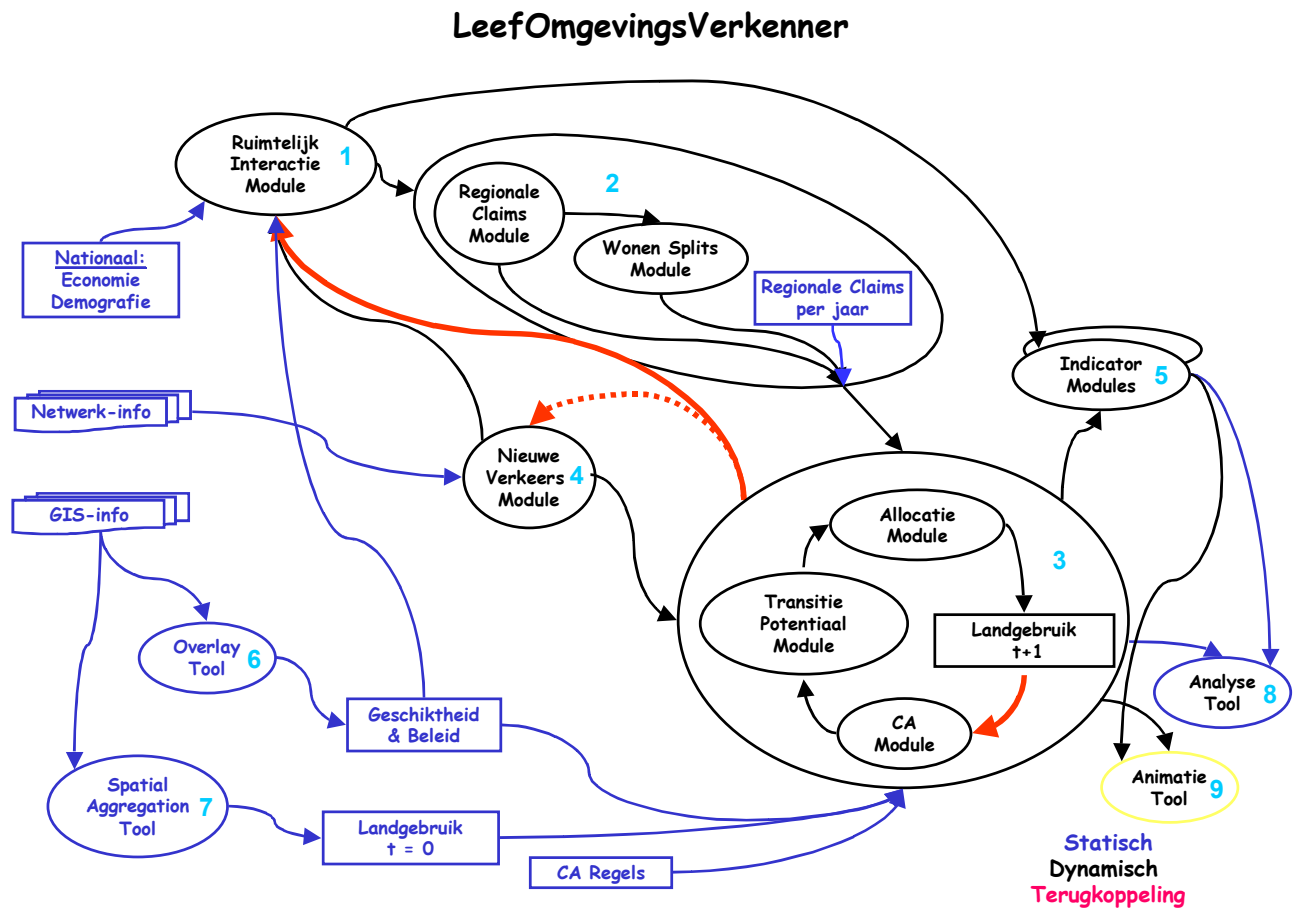
### Opbouw

		Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Module 6	Module 7	Module 8	Module 9	
<b>Interne architectuur</b>	46/47	C++ modules, bekend bij RIKS; 3-lagen architectuur	C++ modules, bekend bij RIKS; 3-lagen architectuur	C++ modules, bekend bij RIKS; 3-lagen architectuur	C++ modules, bekend bij RIKS; 3-lagen architectuur	C++ modules, bekend bij RIKS; 3-lagen architectuur	C++ modules, bekend bij RIKS; 3-lagen architectuur	C++ modules, bekend bij RIKS; 3-lagen architectuur		C++ modules, bekend bij RIKS; 3-lagen architectuur	C++ modules, bekend bij RIKS; 3-lagen architectuur
<b>Generieke tools of eigen modules</b>	48	- Visual studio voor user interface - Geonamica SDK voor diverse editors en kaartjes	- Visual studio voor user interface - Geonamica SDK voor diverse editors en kaartjes	- Visual studio voor user interface - Geonamica SDK voor diverse editors en kaartjes	- Visual studio voor user interface - Geonamica SDK voor diverse editors en kaartjes	- Visual studio voor user interface - Geonamica SDK voor diverse editors en kaartjes	- Visual studio voor user interface - Geonamica SDK voor diverse editors en kaartjes	- Visual studio voor user interface - Geonamica SDK voor diverse editors en kaartjes		- Visual studio voor user interface - Geonamica SDK voor diverse editors en kaartjes	- Visual studio voor user interface - Geonamica SDK voor diverse editors en kaartjes
<b>Ontwikkel-omgeving</b>	49	Visual Studio No. 6: taal C++	Visual Studio No. 6: taal C++	Visual Studio No. 6: taal C++	Visual Studio No. 6: taal C++	Visual Studio No. 6: taal C++	Visual Studio No. 6: taal C++	Visual Studio No. 6: taal C++		Visual Studio No. 6: taal C++	Visual Studio No. 6: taal C++
<b>Protocollen</b>	50	- Messages voor de API, function calls; - ActiveX Component; - Com Technologie; - DDE, Dynamic Data Exchange naar Excel.	- Messages voor de API, function calls; - ActiveX Component; - Com Technologie; - DDE, Dynamic Data Exchange naar Excel.	- Messages voor de API, function calls; - ActiveX Component; - Com Technologie; - DDE, Dynamic Data Exchange naar Excel.	- Messages voor de API, function calls; - ActiveX Component; - Com Technologie; - DDE, Dynamic Data Exchange naar Excel.	- Messages voor de API, function calls; - ActiveX Component; - Com Technologie; - DDE, Dynamic Data Exchange naar Excel.	- Messages voor de API, function calls; - ActiveX Component; - Com Technologie; - DDE, Dynamic Data Exchange naar Excel.	- Messages voor de API, function calls; - ActiveX Component; - Com Technologie; - DDE, Dynamic Data Exchange naar Excel.		- Messages voor de API, function calls; - ActiveX Component; - Com Technologie; - DDE, Dynamic Data Exchange naar Excel.	- Messages voor de API, function calls; - ActiveX Component; - Com Technologie;
<b>Karakter interfaces tussen componenten</b>	51	“Netjes, functie-signature, message nummers, etc.”	“Netjes, functie-signature, message nummers, etc.”	“Netjes, functie-signature, message nummers, etc.”	“Netjes, functie-signature, message nummers, etc.”	“Netjes, functie-signature, message nummers, etc.”	“Netjes, functie-signature, message nummers, etc.”	“Netjes, functie-signature, message nummers, etc.”		“Netjes, functie-signature, message nummers, etc.”	“Netjes, functie-signature, message nummers, etc.”
<b>Robuustheid programmatuur</b>	52	LOV-programmacode is goed gestructureerd en gedocumenteerd	LOV-programmacode is goed gestructureerd en gedocumenteerd	LOV-programmacode is goed gestructureerd en gedocumenteerd	LOV-programmacode is goed gestructureerd en gedocumenteerd	LOV-programmacode is goed gestructureerd en gedocumenteerd	LOV-programmacode is goed gestructureerd en gedocumenteerd	LOV-programmacode is goed gestructureerd en gedocumenteerd		LOV-programmacode is goed gestructureerd en gedocumenteerd	LOV-programmacode is goed gestructureerd en gedocumenteerd
<b>Fouten-afhandeling</b>	53	Correcte foutmelding en -afhandeling	Correcte foutmelding en -afhandeling	Correcte foutmelding en -afhandeling	Correcte foutmelding en -afhandeling	Correcte foutmelding en -afhandeling	Correcte foutmelding en -afhandeling	Correcte foutmelding en -afhandeling		Correcte foutmelding en -afhandeling	Correcte foutmelding en -afhandeling

### Bijlage 3a: Modelschema Ruimtescanner



## Bijlage 3b: Modelschema LeefOmgevingsVerkenner



## Bijlage 3c: Gegevensstromen LOV

Beschrijving bij modelschema LOV en vergelijkingstabel LOV-modules

### Module 1 (Ruimtelijk interactiemodel)

#### *Input*

- Uitkomsten van nationale modelscenario's, in de vorm van tijdreeksen voor de nationale ontwikkeling van verschillende sectoren;
- Landgebruikskaart op  $t=0$ ; hieruit wordt het huidige areaal van de verschillende sectoren gehaald
- Geschiktheid, beleid, bereikbaarheidskaarten

#### *Bewerking*

- Vertalen van nationale scenario's naar regionale productie- en bevolkingscijfers

#### *Output*

- Productie in kfl per LOV-sector per COROP
- Werkgelegenheid per LOV sector per COROP
- Toegevoegde waarde per LOV sector per COROP
- Aantal inwoners per COROP-regio

### Module 2 ( Ruimtegebruiksmodule)

#### *Input*

- Productie in kfl per LOV-sector; per COROP-regio
- Aantal inwoners per COROP-regio
- Optioneel COROP-totale uit andere bronnen/modellen
- Landgebruikskaart (dominant) op  $t=0$ , en vervolgstappen na terugkoppeling

#### *Bewerking*

- Omrekenen van de productie in kfl en aantal inwoners naar ruimtebeslag in ha.

#### *Output*

- Ruimtevrage per COROP per jaar

### Module 3 (CCA Allocatiemodule)

#### *Input*

- Ruimteclaims per COROP per functie
- Landgebruikskaart op  $t=0$ , en vervolgstappen bij iteratie
- Geschiktheids- en beleidskaarten
- CA-regels
- Bereikbaarheid/ Output Verkeersmodule

#### *Bewerking*

- Berekening (per COROP) van het landgebruik per jaar op 500 m grid

#### *Output*

- Landgebruik op 500 m gridkaart

**Module 4 (Verkeersmodule)***Input*

- LMS (AVV) netwerkgegevens

*Bewerking*

- Berekenen van bereikbaarheidsmaten
- Berekenen van verkeersgerelateerde indicatoren

*Output*

- Intensiteiten per link
- Bereikbaarheidsmaten
- Diverse specifiek verkeersgerelateerde indicatoren

**Module 5 (Indicatormodules)***Input*

- Uitkomsten van modules 1 en 3
- Aanvullende specifieke informatie per indicator

*Bewerking*

Berekenen van specifieke indicatoren in drie categorieën (perspectieven uit de Leefomgevingsbalans):

- Economie
- Ecologie
- Sociaal cultureel

*Output*

Diversen (kaarten en kencijfers )

**Module 6 (Overlay Tool)***Input*

- Diverse GIS-kaarten

*Bewerking*

- Samenstellen geschiktheidskaarten uit afzonderlijke kaarten met fysische en omgevingskenmerken
- Samenstellen beleidskaarten uit institutionele, organisatorische en wettelijke factoren

*Output*

- Geschiktheidskaarten
- Beleidskaarten

**Module 7 (Spatial Aggregation Tool, SPAT)***Input*

- CBS Bodemstatistiek
- LGN
- VIJNO EHS
- Inwonerkaarten op 25 m grid

→ Invoer bestaat uit één (hoge resolutie) kaart per landgebruikscategorie

#### *Bewerking*

- Samenstellen van regionaal correcte dominant-landgebruikskarten, die als input dienen voor de LOV

#### *Output*

- Initiële landgebruikskart voor de LOV

### **Module 8 (Analyse Tool)**

#### *Input*

- Regiokaarten
- LOV Output Kaarten

#### *Bewerking*

- Analyseren van de geografische outputs
- Verschilkaarten m.b.t. landgebruik
- Indicatoren, statistieken m.b.t. mate van overeenstemming
- Postprocessing

#### *Output*

- Verschilkaarten

### **Module 9 (Animatie Tool)**

#### *Input*

- Landgebruikskarten Indicator karten

#### *Bewerking*

- Aanmaken van filmpjes tijdens de simulatie van landgebruik en indicatoren

#### *Output*

- Animated GIFs Landgebruik/Indicatoren

### **Module 10 (Monte Carlo Tool)**

#### *Input*

- Parameters distributies, onzekerheden
- Aantal Monte Carlo runs

#### *Bewerking*

- Standaard simulatie met LOV per Monte Carlo run

#### *Output*

- Kansen karten Landgebruik

*Iteratie*

1. Het ruimtelijk interactiemodel (module 1) berekent COROP-regionale (productie)cijfers uit nationale scenario's
2. De ruimtegebruiksmodule (module 2) vertaalt de productiecijfers voor de diverse sectoren naar ruimteclaims per functie per COROP-regio
3. De CCA Allocatiemodule (module 3) wijst de beschikbare ruimte toe aan de verschillende ruimteclaims
4. De gerealiseerde toewijzing van ruimtelijke functies per COROP-regio wordt teruggekoppeld naar het ruimtelijk interactiemodel (module 1). Bij een gebleken ruimtetekort (overloop) worden de resterende claims toegewezen aan andere COROP-regio's



## Bijlage 4: Niet-functionele eisen

Naast de functionele eisen voor LUMOS is een aantal niet-functionele eisen te onderscheiden voor de toolbox. Deze hebben betrekking op de kwaliteit van de software, de gebruikersinterface, de ondersteuning van gebruikers via meta-processen en meta-informatie, en de diverse vormen van beheer.

### De kwaliteit van de software

Belangrijk zijn de eisen die gesteld worden aan de kwaliteit en software-architectuur van LUMOS. Omdat de kwaliteit van software-producten een relatief begrip is, dient deze tastbaar gemaakt te worden door aan te geven aan welke eigenschappen een product (zoals LUMOS) zou moeten voldoen. Het Quint2/Extended ISO 9126 model biedt hiervoor een raamwerk met 32 eigenschappen die zijn ondergebracht in 6 hoofdgroepen: *functionality*, *reliability*, *useability*, *efficiency*, *maintainability*, en *portability*. Het model biedt de mogelijkheid keuzes te maken voor software- en architectuur-eigenschappen waaraan LUMOS dient te voldoen.

### De gebruikersinterface

Een goede grafische interface is van groot belang voor het efficiënt gebruik van de toolbox. Bovendien moet een gebruiker met plezier de toolbox kunnen hanteren. Het specificeren van meetbare kwaliteitseisen van een te ontwikkelen gebruikersinterface kan helpen een kwalitatief hoogwaardige gebruikersinterface te realiseren. Van der Horst en Maijers (1999)<sup>16</sup> schetsen hiervoor een (keuze)model, gebaseerd op het Quint2-model. Elementen uit dit model zijn: *ontwerpprincipes*, *indicatoren*, *meetvoorschriften* en *streefwaarden*.

Een ontwerpprincipe is een stelregel die ten grondslag ligt aan een goede gebruikersinterface. In tabel 1 worden negen ontwerpprincipes benoemd. Tabel 2 bevat omschrijvingen van de indicatoren. Een indicator is meetbaar en doet in dit model een uitspraak over de mate waarin een gebruikersinterface voldoet aan een ontwerpprincipe. Tabel 3 geeft de relaties weer tussen de ontwerpprincipes en indicatoren. Een meetvoorschrift tenslotte is een voorgeschreven werkwijze volgens welke de waarde van een indicator moet worden bepaald. De gewenste kwaliteit van een gebruikersinterface wordt vastgelegd door voor de indicatoren streefwaarden op te stellen.

---

<sup>16</sup> Horst, G. van der en R. Maijers (1999), Schermen met kwaliteit; Model voor het doormeten van gebruikersinterfaces. *Computable*, nr. 42, p54.

Tabel 1: Ontwerpprincipes<sup>17</sup>

<b>Ontwerpprincipe</b>	<b>Beschrijving</b>
Taakgeschiktheid	De gebruikersinterface moet aansluiten op de werkzaamheden van de gebruiker. Een gebruikersinterface is er voor de gebruiker en niet andersom. Een goede gebruikersinterface stelt de gebruiker in staat deze intuïtief te bedienen waardoor hij zich volledig kan concentreren op zijn werk.
Consistentie	Een gebruiker die nog nooit met een grafische gebruikersinterface heeft gewerkt, zal meer moeite hebben om zich een nieuwe applicatie eigen te maken dan een gebruiker die vertrouwd is met de concepten van grafische gebruikersinterfaces. Consistentie is niet alleen tussen verschillende interfaces belangrijk maar ook binnen een interface.
Bestuurbaarheid	De gebruiker moet het idee hebben dat hij de gebruikersinterface bestuurt en niet dat de gebruikersinterface hem bestuurt. De gebruiker hoort een actieve rol te spelen in de bediening, niet een reactieve.
Herkenbaarheid	De gebruikersinterface moet herkenbaar zijn voor de gebruiker. De gebruiker moet de structuur en werking als het ware zelf kunnen afleiden. Dit is mogelijk door een goed conceptueel model te hanteren. Een conceptueel model biedt de gebruikers een zodanige abstractie van de onderliggende techniek dat de gebruikers begrijpen hoe ze de gebruikersinterface moeten bedienen.
Terugkoppeling	Vergelijk een elektrisch fornuis met een gasfornuis. Bij het koken op een elektrisch fornuis is er altijd sprake van een zekere vertraging tussen het moment waarop de gebruiker de temperatuur van een kookplaat instelt en het moment waarop de kookplaat de ingestelde temperatuur bereikt. Bij een gasfornuis daarentegen krijgt de gebruiker vrijwel direct terugkoppeling wanneer hij het gas hoger of lager draait. Over het algemeen wordt dit als prettiger ervaren.
Eenvoud	Beschouw de ontwikkeling van de afstandsbediening van televisies. De eerste afstandsbedieningen waren apparaten met veel knoppen die bovendien allemaal dezelfde grootte hadden. De huidige generatie afstandsbedieningen kenmerkt zich door weinig knoppen. De belangrijkste knoppen (kanaal vooruit/achteruit, volume harder/zachter) zijn groter uitgevoerd dan de andere. Daarnaast zijn specialistische knoppen (om bijvoorbeeld de kanalen te programmeren en de helderheid en het contrast in te stellen) vaak verborgen achter een klepje.
Aantrekkelijkheid	Vergelijk de vormgeving van de website van de ene krant eens met die van een andere. De presentaties komen overeen met die van de echte kranten en appelleren aan de beoogde doelgroepen. Of vergelijk het uiterlijk van de ene auto met dat van een andere. Beide auto's hebben een specifieke doelgroep voor ogen. Een goede interface roept positieve gevoelens op bij de doelgroep.
Tolerantie	Een gebruiker moet het resultaat van een commando eenvoudig ongedaan kunnen maken. Als de gebruiker per ongeluk een verkeerd gegeven invoert, moet hij dit zonder veel moeite kunnen herstellen. De gebruikersinterface dient de gebruiker zodanig te sturen dat deze geen of weinig fouten kan maken.
Flexibiliteit	Iedereen heeft zijn eigen favoriete werkwijze. Voor het knippen en plakken in een tekstverwerker gebruikt de één de knoppen in de werkbalk, de ander de toetscombinaties Ctrl+X gevolgd door Ctrl+V en weer een ander sleept de tekst met de muis naar de gewenste positie. Een goede interface ondersteunt verschillende werkwijzen. Daarnaast biedt een goede interface de gebruiker de mogelijkheid de interface aan te passen aan zijn persoonlijke wensen.

<sup>17</sup> Tabellen 1-3 ontleend aan: Horst, G. van der en R. Majers (1999), Schermen met kwaliteit; Model voor het door-meten van gebruikersinterfaces. Computable, nr 42, p54.

Tabel 2: Indicatoren

<b>Indicator</b>	<b>Beschrijving</b>
Dekkingspercentage	Het percentage van de voor het uitvoeren van de taken van de gebruiker benodigde functionaliteit dat de gebruikersinterface daadwerkelijk ondersteunt.
Bedienbaarheid in de praktijk	De bedienbaarheid zoals beoordeeld door de gebruikers na een periode van praktisch gebruik. Bedienbaarheid is de mate waarin een gebruikersinterface zonder belemmeringen functionaliteit beschikbaar stelt aan de gebruikers (belemmeringen kunnen bijvoorbeeld onnodig ingewikkelde of technische handelingen zijn).
Gemiddelde leertijd	De gemiddelde tijd die een gebruiker uit de doelgroep nodig heeft om met de gebruikersinterface te leren werken, inclusief de hoeveelheid begeleiding die hij daarbij nodig heeft.
Behulpzaamheid in de praktijk	De behulpzaamheid zoals beoordeeld door de gebruikers na een periode van praktisch gebruik. De behulpzaamheid is de mate waarin de gebruikersinterface de gebruiker aanwijzingen geeft hoe er mee om te gaan (denk aan het tonen van de mogelijkheden op het scherm, het geven van invulinstructies, enzovoort).
Beoordeelde volgzzaamheid	De mate waarin de gebruikersinterface voldoet aan relevante standaarden, conventies, regels, wetten en andere voorschriften (denk bijvoorbeeld aan het voldoen aan de 'style guide' van het platform, de Arbo-wet of aan eventuele huisstijlrichtlijnen van de organisatie).
Beoordeelde interne consistentie	De mate waarin de gebruikersinterface intern dezelfde conventies hanteert voor de schermindeling, de interactie, kleur, lettertypen, taalgebruik en iconen.
Beoordeelde bestuurbaarheid	De mate waarin de gebruiker een actieve rol speelt in de bediening van de gebruikersinterface in plaats van een reactieve rol.
Beoordeelde duidelijkheid	De mate waarin de gebruiker het logisch concept en de toepassing ervan herkent en begrijpt (denk bijvoorbeeld aan het gemak waarmee de gebruiker (help)teksten, commando's, iconen van de gebruikersinterface begrijpt).
Onzekerheidstijd in de praktijk	De tijd waarin de gebruikers in het ongewisse verkeren omtrent de status van het systeem. Denk aan de terugkoppeling van het resultaat van geïnitieerde commando's en informatie over de voortgang bij langdurige operaties.
Functie-onderkenning	Percentage functies dat een gemiddelde ongeoefende gebruiker zonder hulp in een bepaald tijdsbestek in de gebruikersinterface onderkent.
Visuele complexiteit	Mate waarin de visuele complexiteit aansluit op de gebruikersgroep. Een heterogene groep onregelmatige gebruikers kan men minder gegevens tegelijkertijd aanbieden dan een homogene groep regelmatige gebruikers.
Beoordeelde aantrekkelijkheid	De aantrekkelijkheid zoals beoordeeld door de gebruikers na een periode van praktisch gebruik.
Tolerantie	De mate waarin de gebruikersinterface onjuist gebruik voorkomt, of tracht te voorkomen, of mogelijkheden tot herstel aanbiedt.
Kwetsbaarheid	De mate waarin het mogelijk is om door onjuist gebruik de verwerking te doen afbreken.
Interactie-diversiteit	De mate waarin de gebruiker verschillende paden kan bewandelen om eenzelfde resultaat te bereiken. Dit kan een verschillende interactiestijl zijn voor hetzelfde commando (toetscombinatie, slepen met de muis) of een andere volgorde van commando's.
Instelbaarheidspercentage	Het deel van de functionaliteit van de gebruikersinterface dat zonder ingrepen in de programmatuur kan worden uitgebreid of gewijzigd.

Tabel 3: Relatie tussen ontwerpprincipes en indicatoren

<b>Ontwerpprincipe</b>	<b>Indicator</b>
Taakgeschiktheid	Dekkingspercentage Bedieningsgemak in de praktijk Gemiddelde leertijd Behulpzaamheid in de praktijk
Consistentie	Beoordeelde volgzzaamheid Beoordeelde interne consistentie
Bestuurbaarheid	Beoordeelde bestuurbaarheid
Herkenbaarheid	Beoordeelde duidelijkheid
Terugkoppeling	Onzekerheidstijd in de praktijk
Eenvoud	Functie-herkenning Visuele complexiteit
Aantrekkelijkheid	Beoordeelde aantrekkelijkheid
Tolerantie	Tolerantie Kwetsbaarheid
Flexibiliteit	Interactie-diversiteit Instelbaarheidspercentage

### **Meta-processen en meta-informatie**

De toolbox dient de gebruiker te ondersteunen met behulp van meta-processen en meta-informatie. Meta-processen beschrijven in abstractie de modellen, procedures en afzonderlijke bewerkingen die mogelijk zijn met LUMOS. De toolbox bevat bijvoorbeeld meerdere modellen voor allocatievraagstukken. Meta-processen beschrijven welke modellen voor welke typen van allocatievraagstukken geschikt zijn, wat de uitgangspunten en randvoorwaarden zijn en welke gegevens noodzakelijk zijn om het model te kunnen gebruiken.

Meta-informatie geeft inzicht in welke gegevens beschikbaar zijn voor LUMOS. Het geeft ook een indicatie van de kwaliteit, actualiteit en volledigheid van de gegevens

### **Het onderhoud en beheer van de (basis)gegevens**

Het onderhoud en beheer van de (basis)gegevens kan op meerdere manieren worden georganiseerd. Ten behoeve van LUMOS moet een keuze gemaakt worden uit verschillende mogelijkheden, waarbij voor bepaalde typen van gegevens wellicht een andere vorm van onderhoud en beheer gewenst is dan voor andere typen gegevens:

- ***Centraal enkelvoudig onderhoud en beheer:***

Het onderhoud en beheer van de (basis)bestanden vindt centraal plaats. Alle gebruikers hebben toegang (al dan niet op basis van autorisaties) tot de centraal beschikbaar gestelde gegevens. Slechts één afdeling is bronhouder van de gegevens en kan gegevens invoeren, wijzigen en verwijderen. Dit type van onderhoud en beheer van gegevens is alleen toepasbaar op gegevens die door een groot aantal gebruikers gebruikt worden, maar niet vaak wijzigen. Bovendien zijn er geen gebruikers die vanuit hun taak behoefte hebben aan het snel beschikbaar hebben van gewijzigde gegevens. Centraal en extern aangekochte (basis)bestanden vallen veelal ook onder dit type van onderhoud en beheer. Het onderhoud vindt in dat geval plaats door de leverancier, terwijl het bestand centraal beschikbaar wordt gesteld. Gebruikers gebruiken de laatst beschikbare versie van het bestand en zijn voor mutaties afhankelijk van een nieuwe levering.

- ***Decentraal enkelvoudig onderhoud met centraal beheer:***  
Het onderhoud van de bestanden vindt decentraal plaats, het beheer gebeurt centraal. Eén (groep van) gebruiker(s) of afdeling (met uitzondering van de beheersafdeling) mag bepaalde gegevens opvoeren, wijzigen, of verwijderen. Elk (basis)bestand heeft dus slechts één bronhouder. Verschillende (groepen van) gebruikers of afdelingen kunnen bronhouder zijn van steeds andere gegevensbestanden. De gegevens worden centraal beheerd en beschikbaar gesteld aan de gebruikers (al dan niet middels autorisaties). Gebruikers of afdelingen die geen bronhouder zijn mogen de gegevens alleen gebruiken.
- ***Decentraal enkelvoudig onderhoud en beheer:***  
De (basis)bestanden worden decentraal onderhouden en beheerd, waarbij telkens één (groep van) gebruiker(s) of afdeling de gegevens mag opvoeren, wijzigen, of verwijderen. Elk (basis)bestand heeft slechts één bronhouder, maar verschillende (groepen van) gebruikers of afdelingen kunnen bronhouder zijn van steeds andere gegevensbestanden. Gebruikers of afdelingen die geen bronhouder zijn mogen de gegevens alleen gebruiken. Er is geen faciliteit voor het centraal beheren en beschikbaar stellen van de gegevens.
- ***Decentraal meervoudig onderhoud en beheer:***  
De (basis)gegevens worden decentraal aan de bron onderhouden door de afdelingen die de gegevens gebruiken. Een bestand kan op meerdere plaatsen in de organisatie worden onderhouden en elke afdeling kan gegevens toevoegen, wijzigen en verwijderen. Er is dus meer dan één bronhouder voor de gegevens. Er is geen faciliteit voor het centraal beheren en beschikbaar stellen van de gegevens. Deze keuze is alleen mogelijk wanneer gegevens door verschillende gebruikers onafhankelijk kunnen worden verzameld en gebruikt.

## **Het beheer**

Het beheer van LUMOS speelt een belangrijke rol bij het operationeel gebruik van de toolbox en het implementeren van toekomstige ontwikkelingen. Hier worden drie vormen van beheer onderscheiden. Om het beheer volledig tot zijn recht te laten komen moet vanuit alle drie de invalshoeken beheerd worden.

- ***Strategisch of functioneel beheer***  
Veranderende organisatiedoelstellingen en externe ontwikkelingen kunnen op termijn aanleiding geven om nieuwe doelen, gebruikersgroepen en informatiebehoeften te definiëren voor de toolbox. Het strategisch of functioneel beheer is erop gericht deze mogelijk toekomstige ontwikkelingen te onderkennen en te bepalen of deze van invloed zijn op de functionaliteiten van de toolbox. De software-architectuur van de toolbox moet robuust én flexibel zijn om nieuwe functionaliteiten toe te voegen zonder dat de basisarchitectuur daartoe drastisch moet worden aangepast.
- ***Applicatiebeheer***  
Het applicatiebeheer is verantwoordelijk voor de instandhouding van de applicatieprogrammatuur en de gegevensbanken. De applicatieprogrammatuur betreft alle programmatuur anders dan de basisprogrammatuur, database-management programmatuur en ontwikkelomgevingen. Het is de programmatuur die, als het ware op en met deze drie programmatuurtypen, als toepassingsprogrammatuur is ontwikkeld.  
Wijzigingen in de applicatieprogrammatuur van de toolbox worden doorgevoerd en getest via het applicatiebeheer. Dit geldt ook voor het doorvoeren van wijzigingen ten aanzien van de gegevensbankmodellering en gegevensbankstructuren.
- ***Technisch beheer***  
Het technisch beheer richt zich op alle operationele aspecten van het gebruik van de toolbox. Het is verantwoordelijk voor de instandhouding en continue beschikbaarheid van de applicatieprogrammatuur, gegevensbestanden en apparatuur.

## Bijlage 5: Risicomanagement

Projecten en risico's zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Met name IT-projecten lopen veelvuldig uit de hand en de beoogde resultaten van de investeringen worden vaak niet binnen de daarvoor gestelde eisen gerealiseerd. De mate van risico en onzekerheid van een project bepalen de beheersbaarheid van een project. Risico's moeten daarom inzichtelijk gemaakt worden. Ook bij de ontwikkeling van LUMOS is een risicoanalyse ('bezint eer gij begint') gewenst en speelt risicomanagement een belangrijke rol. Bovendien zal de keuze tussen 'totaal opnieuw beginnen' ('from scratch') en 'modelkoppeling' ('uitgaande van het bestaande') verschillende soorten van risico's, en dus verschillende vormen van risicomanagement impliceren.

Met het begrip risico wordt bedoeld de kans op één of meer gebeurtenissen met negatieve gevolgen of effecten. Het begrip is meerdimensionaal omdat meerdere partijen, disciplines en individuen bij het project zijn betrokken, elk met hun eigen inzichten, wensen, eisen, en beoordelingscriteria.

Recent onderzoek van Lobry en Wolfsen (1999)<sup>18</sup> naar faalfactoren van ongeveer 100 IT-projecten laat zien dat de volgende factoren dominant zijn:

- ontbreken van een duidelijk IT-beleid
- geen adequate prioriteitsstelling en middelenallocatie (gebrekkige afstemming projectmanagement en lijnmanagement)
- gebrekkige kennis bij beslissers
- automatisering van bestaande processen
- ontbrekende of onjuiste haalbaarheidsanalyses
- ontbrekende of onjuiste kosten/batenanalyses
- ontbreken van een projectmanagementcultuur of -methodiek
- onduidelijk gedefinieerd en/of afgebakend projectresultaat
- alleen aandacht voor het automatiseringsaspect
- onvoldoende kwaliteit projectmanager en projectbeheersing
- onduidelijke specificaties
- onvoldoende ervaren projectmedewerkers
- beheersing alleen gericht op projectfase in plaats van op de levenscyclus
- ontbreken van gedegen projectevaluaties
- onduidelijke taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden
- grote politieke en persoonsgebonden belangen

Via risicomanagement kunnen bovenstaande factoren voorkomen worden. Onder risicomanagement verstaan we het toepassen van risicoanalyse en het inhoud geven aan risicobeheersing. Met andere woorden, de projectleider denkt structureel na over potentiële risico's en de mogelijkheden om die risico's te vermijden of het effect ervan te minimaliseren (adequate voorzorgsmaatregelen om fout- en/of herstelkosten te voorkomen).

Het managen van risico's is een continu proces dat in een zo vroeg mogelijk stadium moet worden gestart (voordat besloten wordt met de ontwikkeling van LUMOS te beginnen).

---

<sup>18</sup> Lobry, R.E.R. en M.B.P. Wolfsen, *Automatiseren met rendement – Information Economics: een aanpak voor beter financieel management van automatiseringsprojecten*. Kluwer, 1999.

Risicomanagement verloopt via een aantal stappen:

- het identificeren van risicofactoren
- het bepalen van de kansen, de gevolgen en de samenhang
- het stellen van prioriteiten
- het elimineren en/of reduceren van risico's
- het monitoren van de resterende risico's

Bij de identificatie van risico's moet gekeken worden naar risico's die betrekking hebben op:

- De omgeving:
  - de randvoorwaarden waaraan men moet voldoen
  - het niveau van ontwikkeling van de organisatie
  - het niveau van ontwikkeling van de automatisering
- Het project:
  - de omvang van het project
  - de inrichting van het project
  - de vaststelling van het projectresultaat
- De exploitatie van het projectresultaat:
  - de kwaliteit van het opgeleverde projectresultaat
  - de onderhoudbaarheid van het projectresultaat
  - de inrichting van de productieomgeving

Mogelijkheden om de risico's te verminderen hebben veelal consequenties voor het eindresultaat of de totstandkoming ervan. Zonder te pretenderen een uitputtende lijst van mogelijkheden te geven en zonder de mogelijkheden in detail uit te werken, is een aantal maatregelen te nemen:

- verlagen van de eisen ten aanzien van het systeem
- inhuren van expertise en kopen van informatie
- uitvoeren van nader (deel)onderzoek
- kiezen voor 'proven technology'
- kiezen voor standaardsoftware en -hardware
- hergebruik van bestaande (reeds werkende en geaccepteerde) software
- prototyping
- incrementeel- of evolutionair ontwikkelen
- kiezen voor een gekwalificeerde leverancier
- afdwingen van garanties en/of boeteclausules
- afsluiten van contracten en Service Level Agreements (SLA's)

## Bijlage 6: Kosten/baten-aspecten bij het ontwikkelen van LUMOS

### Kosten aspecten

Bij de kosten voor de nieuwe toolbox kunnen onderscheiden worden:

- de kosten van het ontwikkelen van de toolbox, ontwikkelkosten genoemd
- de kosten van het gebruik van de toolbox, exploitatiekosten genoemd
- de kosten van overige activiteiten zoals opleiding van gebruikers, bijkomende kosten genoemd

De onderstaande tabel geeft een globale indicatie van de verschillende kosten voor de verschillende vormen van LUMOS-ontwikkeling, waarbij het aantal ‘+’-jes de relatieve hoogte van de kosten aangeeft. Ter relativering, de gehanteerde kwalificaties zeggen niets over de absolute kosten die gemaakt moeten worden.

	<b>Nieuw ontwikkelen</b>	<b>Zware integratie</b>	<b>Lichte integratie</b>
<b>Ontwikkelkosten</b>	+++++	+++	+
<b>Exploitatiekosten</b>	++	+++	++++
<b>Bijkomende kosten</b>	++	+++	++++

De ontwikkelkosten zijn in principe eenmalig en bestaan voor het grootste deel uit de kosten voor adviseurs, systeemontwerpers, programmeurs en andere specialisten, alsmede uit de kosten voor het testen van de toolbox. Het nieuw ontwikkelen van een toolbox zal zeer hoge ontwikkelkosten met zich mee brengen. Bij deze keuze worden ook de allocatiemodules, naast de andere onderdelen van LUMOS (input, voorbewerking, output, interface, database), nieuw geïmplementeerd. Bij de keuze voor modelkoppeling wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de bestaande allocatiemodules. Het ontwikkelen van LUMOS is dan gericht op alleen de andere onderdelen ervan (lichte integratie) of ook op het aanpassen van de bestaande allocatiemodules (zware integratie). Een lichte koppeling van modellen zal hierbij relatief het goedkoopste zijn. Overigens moet bij de ontwikkelkosten bedacht worden dat de huidige gemiddelde levensduur van IT-producten zo’n 3 tot 5 jaar bedraagt.

De exploitatiekosten hebben betrekking op zowel het gebruik als het beheer van de toolbox. Een ‘from scratch’ ontwikkelde nieuwe toolbox kan in hoge mate afgestemd worden op de gebruikerseisen ten aanzien van LUMOS en de eisen vanuit het onderhoud en beheer ervan. De kosten van gebruik en beheer kunnen daarmee beperkt blijven.

De keuze voor modelkoppeling kan impliceren dat gebruikers meer handelingen moeten uitvoeren tijdens het werken met de toolbox, omdat de integratie niet optimaal is gerealiseerd. Bovendien kunnen upgrades van (delen van) de toolbox resulteren in interactie-fouten met andere niet ge-upgrade delen van de toolbox. Dit leidt in het algemeen tot hogere exploitatiekosten. Relatief zullen deze kosten bij ‘lichte integratie’ hoger liggen dan bij ‘zware integratie’.

De bijkomende kosten hebben betrekking op de installatie van de toolbox, de opleiding van gebruikers en beheerders, et cetera. Een ‘from scratch’ ontwikkelde nieuwe toolbox heeft als voordeel dat de gebruikers slechts één nieuwe omgeving hoeven te leren gebruiken. Het gebruik van en interactie tussen modellen wordt ‘onder de motorkap’ geregeld. Bij de keuze van modelkoppeling zullen gebruikers meer kennis moeten hebben over de modellen en eventueel moeten weten hoe de modelkoppeling - uitgedrukt in handelingen - plaats dient te vinden. De opleiding is daartoe meer uitgebreid. De installatie van een nieuw ontwikkelde toolbox kan meer



gestructureerd en automatisch uitgevoerd worden, dan wanneer sprake is van de keuze voor modelkoppeling.

**Baten aspecten**

De baten van LUMOS laten zich het beste kwalitatief omschrijven. Eén van de belangrijkste consequenties van LUMOS is de samenstelling van één projectgroep die het gebruik van de toolbox coördineert. Deze organisatorische verandering resulteert in een verhoogde samenwerking tussen de modelgebruikers en daardoor in een verbetering van het kennismanagement rondom de inzet van de modellen. Kennis- en ervaringsuitwisseling resulteren bovendien in een efficiënter en effectiever gebruik van de toolbox. De kwaliteit van bestaande producten kan hierdoor verbeterd worden. Verder biedt LUMOS de mogelijkheid om tot betere afstemming te komen in gebruikte brongegevens en voorbewerkingen als input voor de RS- en LOV-allocatiemodules. Bovendien biedt LUMOS wellicht mogelijkheden om nieuwe producten te definiëren.

## Bijlage 7: OpenGIS en Webmapping

Het OpenGISConsortium (OGC) definieert standaarden en protocollen waarmee geografische informatie op eenduidige en voor iedereen toegankelijke manier beschikbaar komt. In OGC werken de GIS industrie, database industrie, hardware industrie, gebruikers en andere technologie ontwikkelaars samen om overeenstemming te verkrijgen over de technische details voor open interfaces tussen hun systemen. Het OGC streeft hiermee naar interoperabiliteit tussen de diverse systemen.

Interoperabiliteit kan omschreven worden als de transparante toegang tot gegevens én functionaliteit om de gegevens te bekijken, te integreren, te bewerken en te presenteren, onafhankelijk van formaten, besturingssystemen, hardwareplatforms etcetera. Interoperabiliteit kent drie aspecten:

- Inhoud: gegevens dienen inhoudelijk op elkaar afgestemd te zijn. Definities van objecten moeten eenduidig zijn wanneer objecten uit verschillende bronnen worden samengevoegd
- Technisch: de fysieke toegang tot geografische gegevens en geoprocessing functies dient technisch geregeld te zijn
- Juridisch: de toegang tot en het gebruik van de gegevens en geoprocessing functies dient juridisch toegestaan te zijn

Alleen wanneer alle drie de aspecten evenwichtig zijn uitgewerkt kan men van volledig interoperabiliteit spreken.

De specificaties van het OGC ondersteunen oplossingen voor interoperabele geografische toepassingen op het Internet ('geo-services'). Beschikbare OpenGIS specificaties zijn:

- OpenGIS Simple Features Specification for OLE/COM
- OpenGIS Simple Features Specification for CORBA
- OpenGIS Simple Features Specification for SQL
- OpenGIS Catalog Interface Implementation Specification
- OpenGIS Grid Coverage Implementation Specification
- OpenGIS Coordinate Transformation Specification
- OpenGIS Web Map Server Interfaces Implementation Specification

De genoemde specificaties bieden mogelijkheden om geografische informatie beschikbaar te stellen via het Internet (www). Het concept van WebMapping speelt hierbij een belangrijke rol.

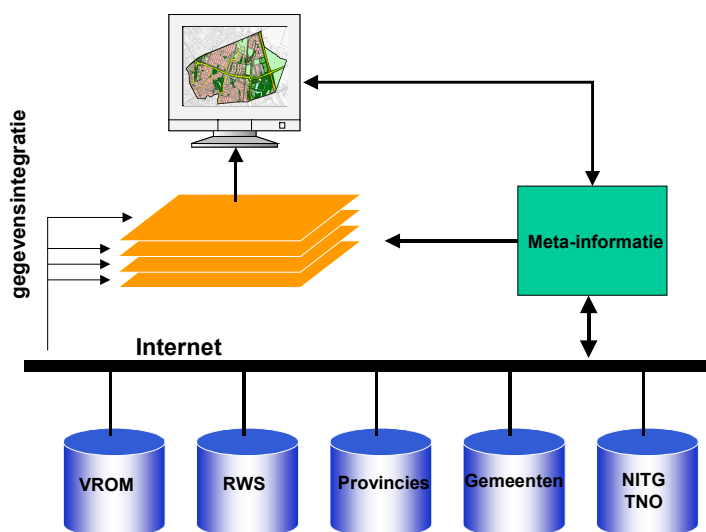
## WebMapping

Op het Internet worden reeds vele duizenden kaarten beschikbaar gesteld. Veelal betreft het dan statische kaarten (bitmaps) waarop een bezoeker geen bewerkingen kan uitvoeren. Soms zijn ze dynamisch(er) en zijn er in het browser-scherm functies voor in/uitzoomen, kaartlaag selectie en informatie opvragen beschikbaar. Deze dynamische kaarten worden gemaakt door webmapping servers.

De huidige toepassingen op het Internet hebben echter als tekortkoming dat het veelal niet mogelijk is om in één viewer twee of meer kaartlagen van verschillende webserver te combineren. Het OpenGIS Consortium probeert deze problematiek op te lossen met de OGC specificaties voor WebMapping.

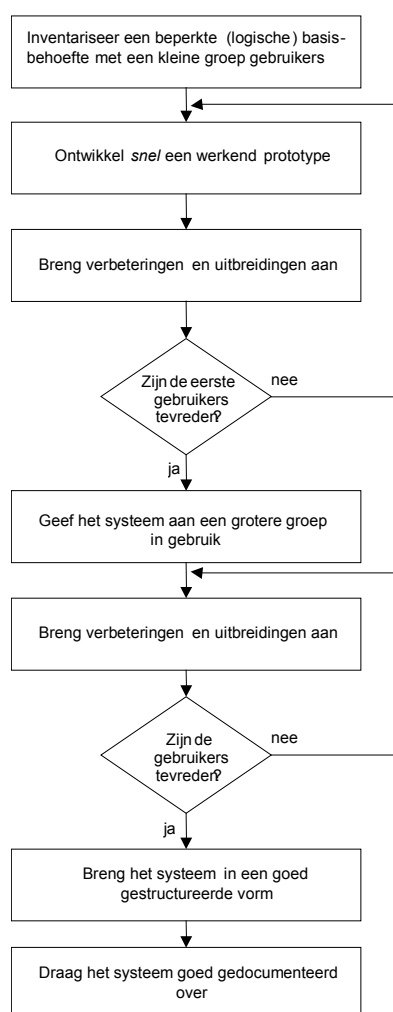
Via het concept van WebMapping worden kaarten in een web browser getoond. Deze kaarten worden dynamisch gegenereerd door een mapserver. De geografische data worden opgeslagen aan de server kant. Wanneer de client een kaart opvraagt, worden de gegevens vanaf de server naar de client getransporteerd. WebMapping maakt het mogelijk om gegevens die op verschillende servers staan met elkaar te combineren in één web-viewer. Voor de gebruiker is het niet van belang waar de gegevens zich fysiek bevinden. De toegang tot de gegevens is voor hem/haar transparant.

Voor meer informatie over het Open GIS Consortium, OpenGIS en WebMapping zie: [www.opengis.org](http://www.opengis.org). De genoemde OpenGIS specificaties zijn daar ook te downloaden.



## Bijlage 8: Prototypen

Het opstellen van het technisch ontwerp voor LUMOS kan ondersteund worden volgens het principe van prototyping. *Prototyping* is een methode om op een iteratieve wijze in nauwe samenwerking tussen technici en gebruikers in korte tijd een eerste versie van de toolbox te ontwikkelen. De interactie tussen technici en gebruikers is gericht op het verhogen van de kwaliteit en helderheid van de functionele en technische specificaties van LUMOS. Technici verkrijgen snel inzicht in hoe de functionele eisen en wensen via een technisch ontwerp gerealiseerd kunnen worden. Gebruikers krijgen via ‘look and feel’ ervaringen snel inzicht in hoe hun eisen en wensen vertaald worden naar een toolbox. De bruikbaarheid c.q. kwaliteit van de toolbox wordt door deze interactie verhoogd.



Figuur 10: Prototyping

Figuur 10 geeft een schematische weergave van het principe van prototyping. Met een kleine groep gebruikers worden een aantal functionaliteiten voor LUMOS afgebakend op basis waarvan een eerste (beta) versie van LUMOS wordt ontwikkeld. Wanneer tijdens het testen van deze versie gebreken of tekortkomingen worden geconstateerd, worden verbeteringen en uitbreidingen aangebracht. Dit iteratief proces stopt wanneer de versie voldoet aan de eisen zoals geuit door de groep gebruikers.

Vervolgens wordt de beta-versie vrijgegeven aan een grotere groep gebruikers en herhaalt het iteratieve proces zich. De grotere groep gebruikers krijgt de gelegenheid nieuwe wensen te formuleren. Deze worden geïmplementeerd en getest. Ook nu worden in geval van tekortkomingen en gebreken verbeteringen aangebracht. Dit proces stopt wanneer de versie van LUMOS voldoet aan de eisen van de gebruikers.

Tenslotte wordt het prototype in een goede structuur ondergebracht (voor zover nog niet gebeurd), zodat het aan de eisen van onderhoudbaarheid, uitbreidbaarheid, integriteit en doelmatigheid voldoet. Versie één van LUMOS is daarmee gerealiseerd en biedt een solide en flexibele basis voor verdere ontwikkeling van de toolbox.

Tijdens het prototypen worden drie onderdelen van de toolbox ontwikkeld: de functionaliteit, de gebruikersinterfaces en het gegevensmodel. Bij elk onderdeel wordt in feite aandacht geschonken aan een bepaald aspect van de toolbox, waarbij de relaties tussen deze aspecten niet uit het oog mogen worden verloren.

### Functionaliteit

De modulaire functionaliteiten van LUMOS worden afgebakend en geïmplementeerd op basis van de eisen en wensen van de gebruikers. Deze functionaliteiten hebben betrekking op het bewerken en analyseren, het presenteren en het uitvoeren van gegevens.

**Gebruikersinterface**

De interface zorgt voor de interactie van de gebruikers met LUMOS, waarbij gebruik gemaakt kan worden van scherm lay-outs, menu's, buttons, waardelijsten, procedures voor kaartopmaak en rapportgeneratie, et cetera. De gebruikers geven aan hoe zij met LUMOS willen werken en ervaren in workshops hoe het systeem 'aanvoelt'.

**Gegevensmodel**

Tijdens het prototypen worden gegevens gebruikt en gemodelleerd. Gebruikers valideren de definitie van gegevens; de relaties tussen gegevens; de actualiteit en volledigheid van gegevens; het formaat van de gegevens; de optionaliteit en geldende voorwaarden voor het gebruik van de gegevens. Tevens wordt de gewenste vorm van het onderhoud en beheer van de gegevens bepaald c.q. getoetst.

## Bijlage 9: Begrippenlijst LOV-RS

Begrip	Herkomst	Betekenis
Afstandvervalfunctie	LOV, RS	<p>Mathematische beschrijving van verandering van waarde van een eigenschap als functie van de afstand. Voorbeeld: afname van geluidsoverlast bij toenemende afstand tot de bron.</p> <p>De CA-functies van de LOV zijn afstandvervalfuncties. Binnen de RS kunnen afstandvervalfuncties worden toegepast bij het samenstellen van de potentiaalkaarten.</p>
Allocatie	RS, LOV	Toekennen van een ruimtelijke functie aan een gridcel op basis van een afweging van vraag en aanbod.
Allocatie-model		Modelcomponent bij RS en LOV die zorg draagt voor het allocatieproces. Bij de RS is dat een logitmodel, bij de LOV een CA-model, in samenhang met een ruimtelijk interactiemodel.
Attractiviteit(skaart)	RS	<p>Aggregatie van fysische geschiktheid, ruimtelijke samenhang (potentiaal) en beleidsvoornemens tot één rasterkaart per ruimtelijke functie. Bij deze aggregatie vindt per ruimtelijke functie een onderlinge weging van factoren plaats, die is gebaseerd op expert judgement. Het allocatiemodel van de RS wijst ruimtelijke claims toe op basis van de attractiviteitskaarten.</p> <p>De attractiviteitskaarten binnen de RS vormen de pendant van de transitiepotentialen binnen de LOV.</p>
Calibratie		Het proces van systematisch aanpassen van onzekere factoren (vaak parameters) om een model zo goed mogelijk een afspiegeling van de werkelijkheid te laten zijn.
CA-potentiaal	LOV	Het geheel aan rekenregels op de CA-omgeving van een cel.
CA-regels	LOV	Afstandsregels die vestigingsvoorkeuren en ruimtelijke interactiemechanismen weergeven op microschaal. De CA-regels vormen de interactieregels van de Cellulaire Automata.
CCA-Allocatiemodule	LOV	<p>Het allocatiemodel van de LOV, gebaseerd op een cellulaire automaat, dat zorg draagt voor de lokale allocatie van ruimtelijke functies op basis van de transitiepotentiaal.</p> <p>De allocatiemodule werkt samen met een Ruimtelijk Interactie Model, dat zorgt voor de uitwisseling tussen regio's.</p>
Cellulaire Automata	LOV	Cellulaire Automata zijn dynamische systemen waarin ruimte en tijd discreet zijn. Een CA-model bestaat uit een regelmatig rooster van cellen, waarbinnen elke cel zich bevindt in één van een eindig aantal mogelijke statussen. De status van alle gridcellen wordt in discrete tijdstappen gelijktijdig vernieuwd, volgens een interactievoorschrift dat voor alle cellen gelijk is. De status van iedere cel is afhankelijk van de status van de omringende cellen in de vorige tijdstap.
Component		Samenhingend 'pakket' van software dat onafhankelijk als eenheid kan worden ontwikkeld en geleverd en dat ongewijzigd kan worden samengevoegd met andere componenten om een groter geheel (bijvoorbeeld een applicatie, systeem) te maken.
Data Model Server (DMS)	RS	Generiek software component voor het beheren van data, modellen, modelruns, modelresultaten en scenario's. Sinds versie 3.0 maakt de RS van de DMS als modelomgeving.
Geonamica	LOV	Model- en simulatieomgeving voor het ontwikkelen van dynamische landgebruiksmodellen en ruimtelijke beslissingsondersteunende systemen. De LOV is ontwikkeld met behulp van Geonamica-componenten, die deels speciaal voor de LOV zijn gebouwd. De scheiding tussen generieke Geonamica-componenten en specifieke LOV-functionaliteit is op dit moment niet goed te maken.
Indicator	LOV	Binnen de LOV: maat voor het effect van beleidsvarianten, plannen of maatregelen op een aantal economische, ecologische en sociaal-culturele aspecten. Indicatoren worden berekend op basis van het landgebruik in combinatie met de output van het macromodel en eventueel aanvullende informatie die afkomstig is uit inputfiles. Indicatoren worden weergegeven als kaart, op basis van gridcellen of COROP-regio's.
Logit-model	RS	Allocatie-algoritme binnen de RS dat op basis van ruimteclaims en attractiviteiten ruimtelijke functies toewijst aan gridcellen. Het model kent een dubbele restrictie: alle ruimtelijke claims moeten worden toegewezen, en per gridcel kan maximaal 25 ha worden gealloceerd. Het resultaat is een rasterkaart met percentages aan ruimtegebruik per cel, die kan worden geïnterpreteerd als kanskaart.
Meta-informatie		Gegevens over gegevens: locatie van de gegevens, de herkomst, actualiteit, nauwkeurigheid, etc.

Module		Onderdeel van een programma, dat een specifieke functie vervult. Modules functioneren niet zelfstandig, maar worden gelinkt tot een programma.
Potentiaal(kaart)	RS	Ruimtelijke samenhang tussen de verschillende functies, weergegeven in een kaart. De nabijheid van een ruimtelijke functie kan de aantrekkelijkheid van haar omgeving voor andere functies positief of negatief beïnvloeden. Deze invloed, de potentiaal, wordt weergegeven met een waarde per gridcel. Deze waardering is gebaseerd op expert judgement.
Ruimteclaim		Voorspelling van het benodigde ruimtegebruik per ruimtelijke functie.  De RS maakt gebruik van ruimteclaims (voor het gewenste zichtjaar) die worden aangeleverd door verschillende instituten (CPB, RPD, SC-DLO, LEI-DLO, IKC-N/LBL en het RIVM), die deze voor hun specifieke werkveld hebben afgeleid uit de LTV 1997.  De LOV genereert zelf ruimteclaims per COROP-regio, op basis van de voorspellingen van productie en bevolkingstoename uit de LTV 1997. Deze claims worden door middel van iteraties per jaar bijgesteld, totdat het zichtjaar is bereikt.  Ruimtelijke functies die onveranderlijk worden verondersteld (bijvoorbeeld water) of waarvan de verandering vaststaat (bijvoorbeeld infrastructuur) worden bij beide modellen toegewezen zonder tussenkomst van het allocatiemodel.
Ruimtegebruik		Landgebruik, grondgebruik, ruimtelijke functie (binnen dit rapport als synoniemen beschouwd).
Ruimtelijk Interactiemodel	LOV	Macromodel dat de verdeling van nationale waarden voor groei van productie en bevolking verdeelt over de (COROP-) regio's. Hangt binnen de LOV dynamisch samen met het micromodel, dat gebruik maakt van een CA-module.
Sectormodel	RS	Rekenmodel dat op basis van LTV ruimteclaims voor een specifieke economische sector afleidt. De uitkomsten van deze modellen, eventueel aangevuld of gewijzigd op basis van expertoordeel, vormen input voor het allocatiemodel van de RS.
Transitiepotentiaal	LOV	Dimensieloos getal dat de relatieve kans op een functieverandering weergeeft. Gridcellen worden iteratief toegekend aan ruimteclaims op basis van de hoogste transitiepotentiaal. De transitiepotentiaal wordt berekend volgens de volgende vergelijking: $T\text{-pot} = CA\text{-pot} * (0.8 \text{ Beleid} + 0.2 \text{ Geschiktheid})$  De transitiepotentiaal is inhoudelijk te vergelijken met de attractiviteit in de RS.
Validatie		Vergelijking van modeluitvoer met een onafhankelijke (dat wil zeggen niet bij de calibratie gebruikte) set meetgegevens, met als doel de correctheid van het model te controleren.