

VR-DIS, een Interactieve Integrale Ontwerpomgeving

Op de Technische Universiteit Eindhoven wordt gewerkt aan een nieuwe generatie ontwerpomgeving gebaseerd op VR-technologie voor de visualisatie van het ontwerp en KBS-technologie voor het toegankelijk maken van ontwerp- en engineeringkennis. In twee promotieonderzoeken is een ontwerpondersteunend systeem ontwikkeld voor een gedeelte van het totale bouwkundige domein, nl. de keuze van een verlichtingssysteem. Door middel van dit systeem kan worden geput uit ervaringskennis over bouwkundige oplossingen en vooral ook over gebruikerservaringen. Bovendien kunnen verschillende ontwerpoplossingen worden getoetst tegen een vijftal basiscriteria. Het systeem geeft suggesties voor ontwerp-wijzigingen zodat aan een bepaalde prestatie-eis kan worden voldaan.

**-door dr.ir. B. de Vries*, S. M. Mallory-Hill, M.Arch.,
dr.ir. E.H. de Groot, prof.ir. P.G.S. Rutten**

VR-DIS is de naam van het onderzoekprogramma van de faculteit Bouwkunde aan de Technische Universiteit Eindhoven, dat zich richt op de ontwikkeling van een interactief integraal ontwerpsysteem. VR staat -zoals bekend- voor Virtual Reality, daarmee verwijzend naar de basistechnologie die wordt gebruikt om ruimtelijke modellen weer te geven en te bewerken. DIS staat voor Design Information System, waarmee wordt aangegeven dat de kern van het systeem wordt gevormd door een ontwerp-informatie-opslag en -managementsysteem. Om deze kern heen worden domeinspecifieke applicaties ontwikkeld bijvoorbeeld ter ondersteuning van de architectonisch ontwerper bij het nemen van ontwerpbeslissingen over installaties. Deze applicaties worden ontwikkeld in een samenwerkingsverband tussen de groep OntwerpSystemen en

in dit voorbeeld de groep FAGO, zodat er sprake is van een synergie tussen IT-kennis en vakspecifieke kennis. Belangrijk uitgangspunt in het onderzoekprogramma is dat het zich richt op de vroege fase van het ontwerpproces, omdat in deze fase de beslissingen worden genomen die verstrekende consequenties hebben voor constructieve, uitvoeringstechnische, bouwfysische en installatietechnische oplossingen. Een mogelijk aanpak voor het vergroten van de oplossingsruimte en van de trefkans van een 'goede' oplossing is het gebruik van een zgn. Knowledge Based System. In dit artikel zullen twee voorbeelden worden uitgewerkt die het resultaat zijn van promotieonderzoeken aan de TUE.

KNOWLEDGE BASED SYSTEMS

Het probleem waarvoor een Know-



dr.ir. B. de Vries



dr.ir. E.H. de Groot

ledge Based System (KBS) een oplossing kan bieden is: Hoe formaliseer ik (vakspecifieke) kennis en hoe maak ik deze toegankelijk?

In het onderzoek naar een KBS voor bouwkundig ontwerpen zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- expertise toepassen *tijdens* het ontwerpproces;
- ideeën en oplossingen kunnen evalueren;
- voorstellen ter verbetering aandragen.

Vergeleken met de inzet van computersystemen in de huidige praktijk is het meest essentiële verschil dat het KBS

* Faculteit Bouwkunde, Technische Universiteit Eindhoven.

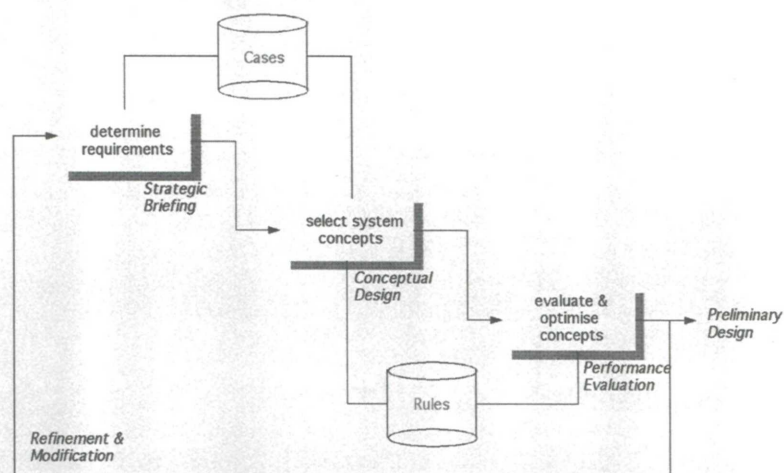
Artikel naar aanleiding van het TVVL-Technische Raad Symposium op 12 januari 2000

uitspraken kan doen over de kwaliteit van het ontwerp op basis van onvolledige informatie. De expertise die wordt gebruikt door adviseurs om zo'n uitspraak te doen is zeer moeilijk formaliseerbaar, omdat er sprake is van zeer veel onderlinge afhankelijkheden tussen ontwerpbeslissingen en omdat deze afhankelijkheden moeilijk algoritmisch uit te drukken zijn. Een mogelijke benadering is het toch gebruiken van bestaande applicaties die veelal ontwikkeld zijn voor controleberekeningen en de ontbrekende waarden invullen met defaults. Onze ervaring leert dat dit geen werkbaar situatie oplevert omdat deze aangenomen waarden vaak van grote invloed zijn op de uitkomst.

Om expertisecennis 'grijpbaar' te maken is binnen FAGO een matrix ontwikkeld waarbinnen het totale bouwkundige domein kan worden geclassificeerd. Met de bruikbaarheid van dit classificatiemodel zijn al veel positieve ervaringen opgedaan en het is daarom in het onderzoek als uitgangspunt genomen. Het onderzoek richtte zich op de vraag of een KBS kan worden ingezet voor ontwerp ondersteuning en zo ja in welke vorm. Om deze vraag te beantwoorden is om praktische redenen ingezoomd op een klein deel van de matrix, nl. die van het ontwerp op werplek niveau. Bovendien wordt daarbij toegespitst op verlichtingsaspecten.

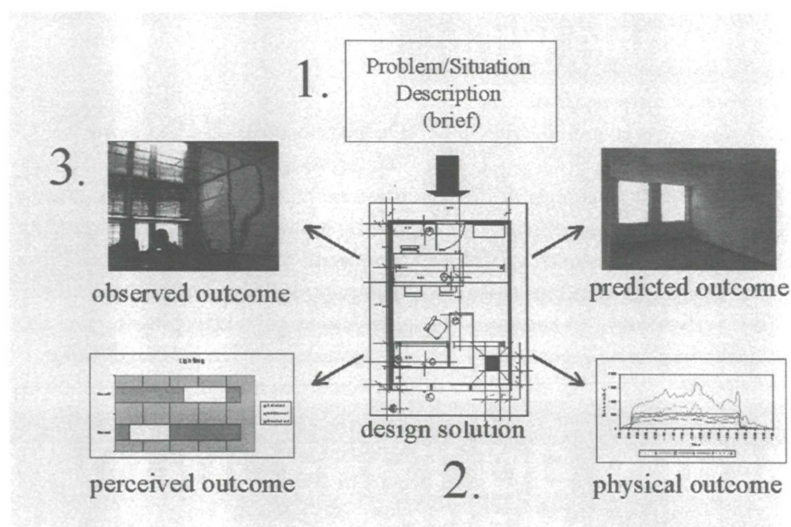
Om het idee te testen is een hypothese geformuleerd: "Het binnenklimaat van kantoren is vaak slecht. Dit komt door een gebrek aan informatie in de vroege ontwerpfase".

Het KBS dat is ontwikkeld doorloopt op het hoogste niveau drie stappen, nl. het opstellen van het programma van eisen, het selecteren van de systeemconcepten en het evalueren van de ontwerp oplossingen. (Zie figuur 1). Op zich kan dit proces worden beschouwd als een basisontwerpcyclus, maar de middelste stap vraagt om bijzondere aandacht. In het bouwkundig concept en in het verlichtingsconcept zit namelijk een belangrijk deel van de expertise verankerd. Een concept wordt gevormd door combinaties van oplossingen waarover een expert uitspraken kan doen en die aansluiten bij de denkwereld van de architectonisch ontwerper (b.v. over een verlichtingssysteem). Het KBS op de TUE is opgebouwd uit twee modu-



Stappen in het KBS (Knowledge Base System)

-FIGUUR 1-



WEDA (Workplace Environment Design Advisor)

-FIGUUR 2-

len, nl. WEDA (Workplace Environment Design Advisor) en ILSA (Integrated Lighting System Assistant).

WEDA

WEDA is gebaseerd op twee methodes: Case Based Reasoning (CBR) en Post Occupancy Evaluations (POE). CBR is een methode die uitgaat van het raadplegen van (oude) bestaande ontwerp informatie om die vervolgens te gebruiken in de context van een nieuwe ontwerp opgave. Juist daar waar andere methodes om complexe systemen te analyseren en evalueren ons in de steek laten, geeft CBR een aanpak voor het toegankelijk maken van het probleem, de oplossing en het resultaat van die oplossing als drie-eenheid. De basisgedachte sluit zeer goed aan bij de dagelijkse ontwerp praktijk, nl. hergebruik

van oude ontwerp onderdelen. Op het eerste gezicht lijkt dit onoorbaar, maar het opnieuw gebruiken van goede ontwerp oplossingen is natuurlijk een uitstekende strategie. Cruciale vraag hierbij is echter: "Wat is een goede oplossing?" Daartoe is de CBR-methode uitgebreid met 4 typen resultaten:

- het geobserveerde resultaat;
- het voorspelde (ontworpen) resultaat;
- het waargenomen resultaat;
- het gemeten resultaat.

Een ontwerp (support) sessie met WEDA verloopt dan als volgt:

- eerst wordt een ontwerp probleem geselecteerd uit de database (b.v.: Zoek een gevelindeling en verlichtingsinstallatie met een maximaal verlichtingsniveau in een kantooromgeving);
- dit ontwerp probleem wordt door WEDA omgezet in technische prestatie-eisen (b.v. min. 800 lux);

- de technische prestatie-eisen worden gebruikt als zoekcriteria voor de CaseBase, de database met bestaande ontwerpen;
- volgens een matching algoritme wordt een lijst gegenereerd van 'dichtstbijzijnde' ontwerpen;
- de gevonden ontwerpen kunnen vervolgens nader worden onderzocht op hun technische specificaties en op hun prestaties in de vier genoemde categorieën.

Het systeem is bedoeld als een systeem dat de basiskennis van de gebruiker vergroot door met verschillende oplossingen 'te spelen'. Er is dus bewust niet gekozen voor een directe koppeling met een ontwerpsysteem, dit zou ons inziens de speelruimte te veel beperken.

Uiteindelijk wordt in WEDA een keuze gemaakt voor de 'interessantste' case, die wordt doorgegeven aan de volgende module, ILSA.

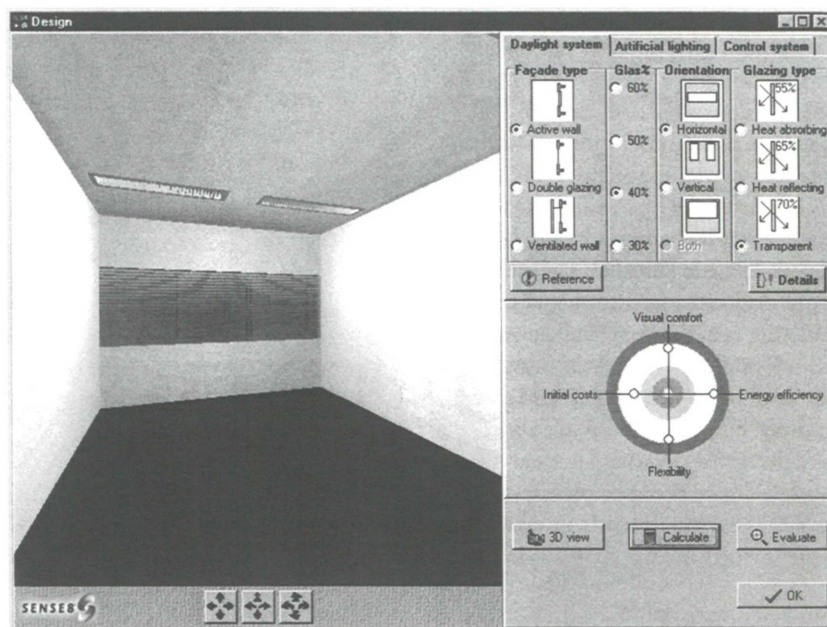
Voor ILSA en WEDA beide geldt dat de ontwerpen worden gepresenteerd als 3D VR-modellen waarin de gebruiker zelf kan navigeren. Relevante objecten (b.v. verlichting) zijn selecteerbaar gemaakt en geven desgewenst detailinformatie.

ILSA

In ILSA beschikken we dus al over een basisontwerp, het zgn. 'referentieontwerp'. Het verlichtingsmodel van ILSA bestaat uit 9 daglichtcomponenten, 6 kunstlichtcomponenten en 3 regelingscomponenten. Alle mogelijke combinaties van componenten leveren een over- of een onderprestatie t.o.v. het referentiemodel. De oplossing die geldt in het referentiemodel heeft een prestatie nul. Alle componentcombinaties zijn voorgelegd aan experts met de vraag om deze te beoordelen op een schaal van -2 tot +2. Om een ontwerp-oplossing te kunnen beoordelen is uitgaande van de matrix voor het kennisdomein gekozen voor een evaluatie op vijf aspecten:

- visueel comfort;
- energie-efficiëntie;
- initiële kosten;
- operationele kosten;
- flexibiliteit.

Het resultaat van alle beoordelingen voor een bepaalde ontwerp-oplossing wordt uitgezet langs deze vijf assen.



ILSA (Integrated Lighting Assistant)

-FIGUUR 3-

De assen hebben de vorm gekregen van een roos, waardoor over- en onderprestatie t.a.v. een bepaald aspect eenvoudig vast te stellen is. (Zie figuur 3). Interessant aan ILSA is dat ook de roos als ingang kan worden genomen. Dus gegeven de referentieoplossing kan aan het systeem worden gevraagd welke ontwerpvarianten moeten worden genomen indien de prestatie t.a.v. één of meer aspecten wordt gewijzigd. Het systeem zal dan een suggestie doen op welke wijze de gevraagde prestatie kan worden bereikt.

CONCLUSIES

Het resultaat van de promotieonderzoeken is tijdens een tweetal workshops met veel enthousiasme ontvangen, waaruit geconcludeerd mag worden dat we met WEDA en ILSA op de goede weg zijn. Daarnaast zijn er ook een aantal algemene conclusies te trekken over Knowledge Based Systems in ontwerp-processen, namelijk:

- kennis laat zich niet in een structuur vatten. In het onderzoek is gekozen voor een hybride aanpak, namelijk een Case Based system in combinatie met een Rule Based system. Een kant en klare KBS die eenvoudig te vullen is met vakexpertise is niet te koop;
- kennis = business. Bedrijven worden zich steeds meer bewust van de 'kennisintensieve maatschappij'. Consequentie daarvan is dat men ook niet gemakkelijk genegen is om

kennis vrij te geven, wat de ontwikkeling van dit soort systemen weer remt;

- product databases bieden op kort termijn een mogelijkheid om aan deze patstelling te ontkomen. Momenteel wordt in Europees verband al onderzoek gedaan naar het 'verrijken' van productinformatie met kennis over de toepassing van het product in een concreet ontwerp.

Het Extranet biedt een mogelijkheid voor de klant om (eventueel tegen betaling) expertise te gebruiken alvorens de expert fysiek te raadplegen. Op deze wijze kan expertise commercieel worden gemaakt zonder dat de expert de controle erover verliest.

LITERATUUR

1. Groot, de, E.H., S.M. Mallory-Hill, R.H.M. van Zutphen and B. de Vries. *An experimental design system for the very early design stage*. In: Proceedings of the 8th International Conference on Durability of Building Materials and Components, May 30 – June 3, 1999, Vancouver, Canada.
2. Rutten, P.G.S., en H.M.G.J. Trum, *Meer ontwerpen dan rekenen. Een meta-ontwerpmgeving voor gebouw en installaties*, TVVL Magazine april 1998, pag14..22.
3. Groot, de, E.H., *Integrated Lighting System Assistant*, Proefschrift Technische Universiteit Eindhoven, 1999.