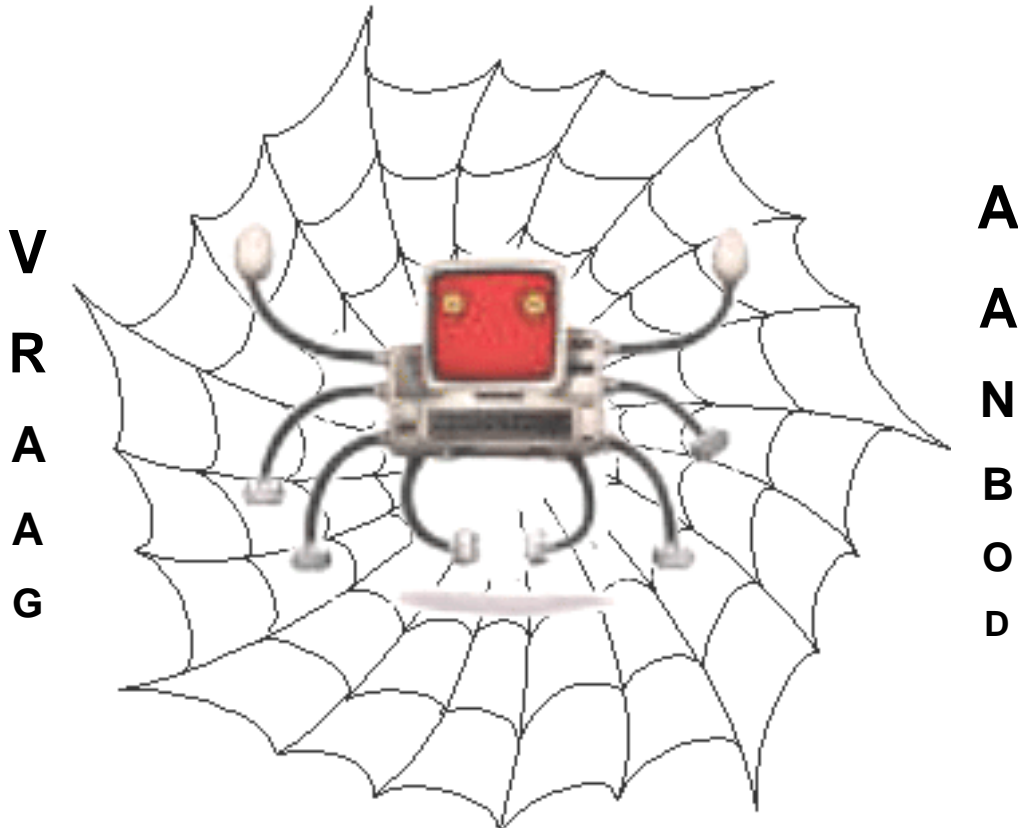


# Instrumentatie voor het afstemmen van Vraag en Aanbod in de bouw.

**bcoWeb**

*Building-Construction Ontology Web Initiatief*



**E. Hellemans**

Civiele Techniek  
Studentnummer 9321164  
December 2004

**Afstudeercommissie:**

Prof. Dr. Ir. H.A.J. De Ridder  
Prof. Ir. F.P. Tolman  
Dr. Ir. E. Dado  
Ir. R. van Rees  
Dr. Ir. P. Willems (TNO Bouw)

 **TU**Delft

## **VOORWOORD**

Deze afstudeerscriptie vormt, in combinatie met de webpagina die ik in samenwerking met Reinout van Rees en Frits Tolman heb ontwikkeld, het eindresultaat van mijn afstudeeronderzoek. Dit onderzoek heb ik aan de faculteit van Civiele Techniek van de Technische Universiteit Delft uitgevoerd en draagt als titel: *bcoWeb, Instrumentatie voor het afstemmen van vraag en aanbod in de bouw.*

Tijdens de laatste fase van mijn studie kwam ik in aanraking met de voormalige sectie civieltechnische informatica. Ik raakte door het volgen van enkele vakken steeds meer geïnteresseerd in de mogelijkheden van ICT in de bouw en zag daarin een mooie uitdaging voor mijn afstudeeronderzoek. In mijn zoektocht naar een geschikt onderwerp kwam ik al snel in contact met professor Frits Tolman van de voormalige sectie civieltechnische informatica. Hij heeft in de afgelopen jaren meerdere afstudeerders en promovendi begeleid en zag in mij nog een laatste kandidate voor zijn vertrek als professor aan de TU. Mijn rol als afstudeerder zou daarbij goed aan kunnen sluiten bij de laatste fase van het promotieonderzoek van Reinout van Rees.

Tijdens mijn afstuderen heb ik veel samengewerkt met Reinout en Frits en hebben we tijdens onze, bijna wekelijkse, bijeenkomsten heel wat brainstormsessies gehouden. Hieruit kwamen hele diverse ideeën maar ook nieuwe problemen naar voren. Ook merkte ik dat ik na zo'n discussie vol nieuwe energie en ideeën weer aan de slag kon. Voor deze goede en intensieve begeleiding wil ik Frits en Reinout heel erg bedanken. Jullie hebben mij zeker de ruimte gegeven om te zwemmen als afstudeerder maar ook heel goed aangevoeld wanneer ik een hulplijntje of zetje kon gebruiken.

Ook wil ik de mensen van TNO, Peter Willems (mijn begeleider), Michel Böhms en Peter Bonsma heel erg bedanken voor de interessante en leerzame gesprekken met betrekking tot het project iBUILD.

Dan rest mij nog een ieder die deze scriptie leest veel leesplezier te wensen.

Delft, December 2004

Noor Hellemans

## **SAMENVATTING**

Dit afstudeeronderzoek, getiteld 'bcoWeb, *Instrumentatie voor het afstemmen van vraag en aanbod in de bouw*', beschrijft (de eerste stappen in) de ontwikkeling van een nationaal en open bouwontologienetwerk. Met de intentie een doorbraak mogelijk te maken in de manier waarop partijen in de bouw informatie en kennis uitwisselen en delen. Het is een experiment op basis van het Functional Unit (FU) – Technical Solution (TS) paradigma van GARM<sup>1</sup> (Generic AEC Reference Model).

Enkele specifieke cultuurkenmerken zoals fragmentatie van de bouw, unieke projecten en de zwakke positie van de opdrachtgever, werken prijsafspraken, marktverdeling en ander kartelgedrag in de hand. Gebrek aan concurrentie, prijsafspraken en marktverdeling leiden op hun beurt tot suboptimale resultaten: onvoldoende marktwerking, beperkte innovatie, onvoldoende kwaliteit en een lage productiviteitsgroei. Dit alles leidt er toe dat de bouwsector door de klanten als een onaantrekkelijk en zeer gesloten werkterrein wordt ervaren.

Een verandering in de bouw is echter op handen door de omslag van een aanbodnaar een vraagmarkt. Het gaat in dit proces niet om het aanbieden van meer producten maar vooral om het leveren van kennis en kwaliteit van bouwproducten aan de klant.

Het bcoWeb vormt een experiment dat inspringt op deze verandering. Het is voor een belangrijk deel gebaseerd op de mogelijkheden van het Nieuwe Generatie Internet (NGI, ook wel het Semantische Web genoemd) in de bouw. Het gaat om een dynamisch Internet waarbij de opmaak van een document wordt gescheiden van de inhoud. Hierdoor ontstaat betekenisvolle data die met elkaar verbonden is en die door verschillende applicaties kan worden geïnterpreteerd zonder tussenkomst van de mens. Om kennis in zo'n expliciete vorm vast te leggen, spelen objectenbibliotheken een belangrijke rol. Door betekenisvolle (semantische) relaties aan te brengen, kunnen de objecten uit verschillende bibliotheken op elkaar worden 'afgestemd', waardoor verschillen en overeenkomsten expliciet vast komen te liggen. Kennis kan zo niet alleen veel effectiever worden aangewend, maar ook de mogelijkheid tot betere samenwerking tussen partijen met ieder hun eigen kennis wordt vergroot. Het ontwikkelen van één alomvattende bibliotheek is dus niet noodzakelijk. Kennis in de verschillende bibliotheken kan op deze wijze onderling

---

<sup>1</sup> (Gielingh, 1988).

gedeeld worden, waarmee de toegevoegde waarde voor de eindgebruiker wordt vergroot.

Door middel van het NGI kan de informatie- en kennisdeling in de bouw aanzienlijk verbeteren en kan de bouw een veel meer open bedrijfstak worden dan het tot nu toe is. Directe deelname van computerapplicaties m.b.v. het NGI zal helpen om de concurrentie te laten toenemen binnen de chaotische en gefragmenteerde bouwindustrie. Als het mogelijk is om bestaande informatie en kennis via automatisering in te zetten om de positie van de klant te versterken zullen faalkosten en bouwfraudes kunnen worden teruggedrongen. Menselijke controle over de complexe informatie- en kennisdeling en het uitwisselingsproces kan verminderen; computers nemen het over, maar houden de mens goed geïnformeerd. Deze toekomstvisie heeft een belangrijke rol gespeeld bij de ontwikkeling van het bcoWeb.

Onderzoek op het gebied van Kennistechnologie heeft aangetoond dat het mogelijk is om applicaties te maken waarin de gebruikte kennis afgescheiden is van de rest van de programmacode. Bij verschillende soorten kennis worden verschillende manieren gebruikt om de toe te passen kennis te formaliseren (in de computer vast te leggen). Alvorens de kennis te formaliseren moeten de gebruikte begrippen (definities van objecten, eigenschappen, eenheden, relaties) worden vastgelegd.

Deze definities moeten dan gebruikt worden om een algemene beschrijving te geven van het betrokken domein, in dit geval de bouw. Deze verzameling definities noemt men een ontologie. Een ontologie komt sterk overeen met een objectenbibliotheek. Alleen is een ontologie uitgebreid met kennisregels. Een ontologie van de bouw bestaat uit definities van algemeen gebruikte objecten en algemene kennis over bouwen, die breed geaccepteerd en gedragen wordt.

Mijn doel van het gebruik van een ontologie in deze scriptie is om definities, kennis en informatie van bouwobjecten te vinden en te ordenen door bekende informatie aan een ontologie te koppelen en met behulp van deze informatie en de ontologie nieuwe definities en kennis van bouwobjecten te identificeren in nieuwe data. De ontologie waar ik in deze scriptie naar verwijst, bestaat uit termen en eigenschappen. Een term is vaak één woord en iets is alleen een term als er concrete objecten of handelingen mee aangeduid kunnen worden.

In een ontologienetwerk wordt gebruik gemaakt van een verwijzende koppeling. Op deze manier ontstaat er een koppeling van ontologieën en kan het importeren van andere ontologieën zorgen voor een heel netwerk van ontologieën die een steeds groter domein beschrijven. Belangrijke onderdelen van een netwerkontologie vormen

de mogelijkheid om begrippen/objecten te delen zonder de informatie te dupliceren en de mogelijkheid tot decentrale ontwikkeling van objectenbibliotheken.

Het basisidee achter het bcoWeb is dat het mogelijk moet zijn om een hiërarchie van bouwobjectdefinities te maken, uiteenlopend van complete kunstwerken tot simpele materialen, die voldoende ondersteuning kan geven bij de afstemming van Vraag en Aanbod op ieder niveau van de bouw. Om een goed werkzaam ontologienetwerk te krijgen, moet het netwerk via een heldere hiërarchie of structuur zijn opgebouwd. Het bcoWeb is een experiment op basis van het Functional Unit (FU) Technical Solution (TS) paradigma van GARM. Objecten en eigenschappen, zowel in de bouw als in andere industrieën, kunnen vanuit een functioneel perspectief (de vraag) en een technisch perspectief (het aanbod) worden bekeken. Een functionele eenheid (FU) is een complete set functionele specificaties van een element die door de vraagkant zijn opgesteld. Een FU kan 1 tot oneindig veel functionele eigenschappen hebben. De functionele eisen hebben een algemeen karakter, veelal door de beperkte kennis van de klant, die kunnen worden ingevuld door 1 of een oneindig aantal technische oplossingen (TS'en). Een TS is een tastbaar object dat vanuit de aanbodzijde (toeleverancier) kan worden geleverd (raam, deur) met ieder zijn eigen technische eigenschappen. Een technische object vormt door de variabele technische eigenschappen die eraan verbonden zijn een uitbreiding op een functioneel object met zijn functionele eigenschappen. Bij deze FU-TS relatie worden functionele eisen dus omgezet in technische oplossingen en wordt er een keuze gemaakt voor de beste TS bij een FU. Iedere keuze is een afweging met consequenties. Een TS kan op zijn beurt weer opgesplitst worden in een set van één of meer FU's. Doordat TS-en verwijzen naar lagere orde FU's en andersom ontstaat er een netwerk van clusters van objectdefinities. Door catalogi van technische oplossingen te maken die 'matchbaar' zijn met de functionele objecten uit de lijsten die de ontologie bevat kunnen computers veel meer ondersteuning bieden dan tot nu toe mogelijk was.

In het kader van het Building-Construction Ontology Web (bcoWeb) Initiatief heb ik samen met Reinout van Rees en Frits Tolman een webpagina opgezet ([nl.bcoWeb.org](http://nl.bcoWeb.org)). Voor de invulling van deze webpagina heb ik gebruik gemaakt van nationale documentatie over bouwobjecten. Hierbij liep ik tegen twee belangrijke knelpunten in de bouw aan: het ontbreken van een gemeenschappelijk begrippenkader van bouwobjecten en het ontbreken van een standaard indeling. Aan de hand van eigen keuzen voor objectbenamingen heb ik het model gevuld waarbij de mogelijkheid van het aangeven van synoniemen binnen het model een belangrijke

rol speelt. Op de webpagina zijn de verschillende bronnen die ik heb gebruikt terug te vinden in de benaming van de bibliotheken zoals de Jellema- of de Elementenmethode objectenbibliotheek. Deze twee bibliotheken vallen onder de overkoepelende bibliotheek van de b&u sector genaamd b&uWeb. Binnen het bcoWeb wordt gewerkt met een onderverdeling in losse objectenbibliotheken die met elkaar verbonden zijn in een netwerk. Elke bibliotheek omvat hierbij een deel van de totale bouwsector zoals de b&uWeb-, de InfraWeb-, en de procesWeb objecten bibliotheek. Voor het werken met verschillende objectenbibliotheken is gekozen om zo een overzichtelijk en gebruiksvriendelijke webpagina te krijgen, met het idee toekomstige applicaties op het model te kunnen maken. Het web moet er op haar beurt voor zorgen dat alle objecten binnen de verschillende bibliotheken met elkaar verbonden zijn.

Een zeer belangrijke toekomstige ontwikkeling in het kader van het bcoWeb is het ontstaan van Web Services. Een Web Service is een Internetportaal waar je data heenstuurt en (automatisch, zonder menselijke tussenkomst) op verzoek een resultaat terugkrijgt, bijv. een planning, een calculatie, een berekening. Het voordeel van kennisexploitatie via Web Services is dat de klant niet zelf over de programmatuur hoeft te beschikken en zelfs nauwelijks kennis van de werking van zo'n toepassing hoeft te hebben. Per geval kunnen gewoon de meest geschikte Web Services worden geraadpleegd. Alle (toekomstige) applicaties op het bcoWeb zijn Web Services.

Om de werking van het bcoWeb en het Semantische Web in de bouw te illustreren heb ik twee applicaties bedacht. De objecten (verzamelt in ontologieën) in het bcoWeb zullen in de toekomst worden hergebruikt en als basis kunnen gaan dienen voor applicaties.

Om de klant een beter beeld te geven van de verschillende objecten wordt er in één van de applicaties, de verbouwadviseur applicatie, gebruik gemaakt van visuele technieken. De verschillende ramen waar uit gekozen kan worden, staan grafisch weergegeven in de applicatie. Iedere gemaakte keuze heeft bepaalde invloeden en de klant kan zelf bepalen of hij tevreden is met die uitkomst of niet. Aan de hand van het ontwerp kan een stuklijst worden opgesteld waaraan kosten zijn gekoppeld. In een tweede (bedachte) applicatie, de aanbiederapplicatie genoemd, krijgt een toeleverancier de mogelijkheid een nieuw product via het bcoWeb aan te bieden aan zowel huidige als nieuwe gebruikers. Beide applicaties ondersteunen dus de

mogelijkheid van het bcoWeb om Vraag en Aanbod in de bouw beter op elkaar af te kunnen stemmen.

Het bcoWeb zelf is geen commercieel product, het is een "enabler", een technologie die allerlei nieuwe en betere applicaties en werkmethoden mogelijk maakt.

Ik ben geen waarzegster en ook niet volledig op de hoogte van de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van computertechnologie. Wel kan ik stellen dat voor het profiteren van de (toekomstige) voordelen van het bcoWeb het model afhankelijk is van enkele andere ontwikkelingen. Ook moet er bij de ontwikkeling aan bepaalde randvoorwaarden worden voldaan.

Met behulp van kennis-gebaseerde systemen (in het geval van het bcoWeb uiterst simpel opgezet) kan de bouwsector weer een open en doorzichtig geheel worden en kan de bouwfraude aangepakt worden. In de toekomst zullen, dankzij klantgerichte communicatie met behulp van ICT als onderdeel van het bouwproces, opdrachtgevers en eindgebruikers hun wensen en eisen beter in het bouwproces tot uitdrukking kunnen brengen. Het bouwproces wordt transparanter voor iedereen. Bouwondernemingen moeten een andere instelling krijgen en innovatiever gaan werken, om te kunnen concurreren. Niet de productie op zich is belangrijk, maar het gehele bouwproces inclusief dienstverlening. Verbetering van de relatie binnen de keten, de vermindering van de faalkosten, de vergroting van klantgerichtheid en kwaliteit zullen kenmerken zijn voor de 'nieuwe' bouwwereld! Het bcoWeb zal met haar toekomstige applicaties een belangrijke rol kunnen gaan vervullen in deze 'nieuwe' bouwwereld.

## Inhoudsopgave

<b><u>VOORWOORD</u></b>	<b>2</b>
<b><u>SAMENVATTING</u></b>	<b>3</b>
<b><u>1 INLEIDING</u></b>	<b>10</b>
1.1 ALGEMEEN	11
1.2 PROBLEEM EN DOELSTELLING	12
1.3 OPBOUW VAN DIT RAPPORT	14
<b><u>2 HET BOUWPROCES</u></b>	<b>16</b>
2.1 SPECIFIEKE KENMERKEN VAN DE BOUW	16
2.2 HET BOUWPROCES VERANDERT	18
2.3 KNELPUNTEN IN DE BOUW	19
2.4 SAMENVATTING	21
<b><u>3 DE ONTWIKKELING VAN ICT</u></b>	<b>22</b>
3.1 KENNIS EN TECHNOLOGIE	22
3.2 HET ONTSTAAN VAN INTERNET	22
3.3 DE TOEKOMST VAN ICT	24
3.4 SAMENVATTING	26
<b><u>4 KENNISTECHNOLOGIE IN DE BOUWSECTOR</u></b>	<b>28</b>
4.1 HET VERLOOP VAN ICT IN DE BOUW	28
4.2 KNELPUNTEN VAN ICT IN DE BOUW	30
4.3 DE TOEKOMST VAN ICT IN DE BOUW	31
4.4 SAMENVATTING	34
<b><u>5 ANALYSE VAN ONTOLOGIEËN</u></b>	<b>35</b>
5.1 HET BEGRIP ONTOLOGIE	35
5.2 DOEL VAN EEN ONTOLOGIE	37
5.3 VORM VAN EEN ONTOLOGIE	37
5.4 EEN ONTOLOGIENETWERK	38
5.5 SAMENVATTING	40
<b><u>6 EEN ONTOLOGIENETWERK VOOR DE BOUW</u></b>	<b>41</b>
6.1 HET BUILDING-CONSTRUCTION ONTOLOGY WEB INITIATIEF	41
6.2 RELATIE MET SOORTGELIJKE OF GERELATEERDE INITIATIEVEN	43
6.3 VRAAG - AANBOD EN FU-TS RELATIE	45
6.4 DE TECHNOLOGIE ACHTER HET BCOWEB	48
6.5 DE INHOUD VAN DE WEBPAGINA	49
6.6 SAMENVATTING	50



<b>7</b>	<b><u>ONTWIKKELING VAN HET BCOWEB</u></b>	<b>52</b>
7.1	HET VERZAMELEN VAN INFORMATIE	52
7.2	EERSTE INVULLING MET ALLEEN FU/TS	54
7.3	TUSSENTIJDSE EVALUATIE	58
7.4	TOEVOEGING VAN COLLECTION/POWERTYPE	59
7.5	OVERERVING JA/NEE	61
7.6	HET NETWERK: HOE TE VERDELEN EN SAMEN TE WERKEN	62
7.7	SAMENVATTING	63
<b>8</b>	<b><u>CASE STUDY</u></b>	<b>65</b>
8.1	DE ROL VAN HET BCOWEB IN EEN APPLICATIE	65
8.2	DE VERBOUWADVISEUR	67
8.4	EEN AANBIEDINGSAPPLICATIE	78
8.3	DE TOEKOMST VAN HET BCOWEB	81
8.4	HET BCOWEB ALS OPLOSSING VOOR KNELPUNTEN IN DE BOUW	83
8.5	SAMENVATTING	84
<b>9</b>	<b><u>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</u></b>	<b>86</b>
	<b><u>LITERATUURLIJST</u></b>	<b>91</b>

## **1 INLEIDING**

Dit afstudeeronderzoek beschrijft een applicatie van het Next Generation Internet (de volgende generatie Internet ook wel Semantisch Web of Web 2.0 genoemd) afgekort tot NGI, in de bouw. Het doel van het NGI is om informatie digitaal zo op te slaan dat het ook leesbaar is voor machines. Hierdoor kunnen er door computers automatisch relaties binnen en tussen documenten worden gelegd zonder tussenkomst van de mens. Het Internet wordt zo dus toegankelijk gemaakt voor deelname van computerapplicaties. Het huidige Internet is ontworpen voor mensen en blijkt goed voor een beperkte communicatie. Maar voor complexe communicatie, zoals vereist in de bouw, is het huidige Internet niet erg ondersteunend. Door het ontbreken van een gemeenschappelijk begrippenkader van bouwobjecten en doordat elke computerapplicatie zijn eigen woordenlijst gebruikt, draagt de communicatie via het huidige Internet juist bij aan de problemen in de bouw.

In de nabije toekomst (binnen 10 jaar) zal in de bouw de rol van computers en computernetwerken worden afgedwongen. Dit is noodzakelijk om faalkosten<sup>2</sup> te verminderen en de tevredenheid van de klant te verhogen. Met het in ontwikkeling zijnde NGI kan ICT<sup>3</sup> de informatie en kennisdeling in de bouw aanzienlijk verbeteren en kunnen nieuwe innovatieve bouwprocessen worden geïmplementeerd. Directe deelname (zonder menselijke tussenkomst) van computerapplicaties m.b.v. NGI zal helpen om de concurrentie te laten toenemen binnen de chaotische en gefragmenteerde bouwindustrie. Menselijke controle over de complexe informatie- en kennisdeling en het uitwisselingsproces kan verminderen; computers nemen het over, maar houden de mens goed geïnformeerd. Deze toekomstvisie heeft een belangrijke rol gespeeld bij het idee achter het, in dit rapport uitgewerkte, Building-Construction Ontology Web (bcoWeb) Initiatief.

Mijn afstudeeropdracht bestaat uit het maken van een bruikbare aanzet van een digitaal ontologie netwerk van objecten uit de bouw. Een ontologie is een overzicht van de belangrijkste begrippen in een bepaald domein dat door computers kan

---

<sup>2</sup> Faalkosten = alle kosten die ten behoeve van het eindproduct zijn gemaakt, ontstaan door vermijdbaar tekortschieten. De faalkosten worden veroorzaakt doordat het bouwproces onnodig inefficiënt verloopt, het eindproduct niet aan de afgesproken kwaliteitseisen voldoet dan wel door het feit dat er zaken moeten worden hersteld of vervangen.

<sup>3</sup> ICT = Informatie- en communicatietechnologie, het verzamelwoord voor alle technologie die zich met informatie(beheer) en communicatie bezig houdt.

worden gebruikt om informatie te delen of hergebruiken (Zie Hst. 5). Een digitaal ontologie netwerk is een (experimenteel) on-line netwerk van bibliotheken van bouwbegrippen. Dit ontologie netwerk moet zo zijn opgezet dat daarmee Vraag en Aanbod beter op elkaar kan worden afgestemd en tevens de positie van de opdrachtgever (klant) in de bouw wordt versterkt. Het gaat in mijn afstudeeropdracht primair om de grote lijn, ofwel de toetsing van de hypothese: *'is de Functional Unit (FU) – Technical Solution (TS) decompositie een goede kandidaat voor het bij elkaar brengen van vraag en aanbod in de bouw?'*.

## 1.1 ALGEMEEN

In de afgelopen jaren is het steeds moeilijker geworden om een krant te lezen zonder een artikel tegen te komen over het falen van de bouw. De ene keer zijn het faalkosten, de andere keer de bouwfraude en weer een andere keer gaat het om tegenvallers op het technische vlak. Hoewel voorbeelden van falen in de bouw verschillend van aard zijn, hebben ze ook gemeenschappelijke zaken zoals bijvoorbeeld de gedupeerde partij. Het is veelal de opdrachtgevende partij die opdraait voor alle (extra) kosten om zijn/haar (droom)bouwwerk daadwerkelijk te kunnen realiseren. Een belangrijk verschil tussen de bouw en andere (productie)industrieën hierbij is de zwakke positie van de klant (opdrachtgever) in de bouw, veelal veroorzaakt door onwetendheid.

Tijdens mijn afstudeeronderzoek heb ik mij verdiept in één van de vele mogelijkheden van de inzet van ICT in de bouw, voornamelijk gericht op het verbeteren van de positie van de opdrachtgever. Dit is zeker geen nieuw onderwerp aangezien men hier al jaren, zowel nationaal als internationaal, mee bezig is. Ook zijn er meerdere afstudeerders die soortgelijke onderwerpen reeds hebben onderzocht zoals bijvoorbeeld één van mijn voorgangers Wouter van Vegchel. Zijn afstudeerverslag getiteld 'Het BouwPortaal'<sup>4</sup> beschrijft een onderzoek naar een nieuwe generatie computertoepassingen betreffende een verdere uitbouw van het gebruik van Internet in de bouw. Het ging in zijn onderzoek om het ontwikkelen van een startpagina op Internet, ook wel een web portaal genoemd, waar je door het kiezen van rubrieken en het invullen van velden, bij de gewenste bouw informatie komt. Hierbij kan je als (onwetende) klant via Internet aan informatie en resultaten (bestek, kostencalculatie, tekeningen, etc.) komen waar men voorheen een compleet computerprogramma voor moest kopen en kennis voor moest hebben om er goed

---

<sup>4</sup> Het BouwPortaal = terug te vinden op [www.reinoutvenrees.org](http://www.reinoutvenrees.org)

mee overweg te kunnen. Het onderzoek van Wouter richtte zich slechts op een klein deel van de bouwwereld namelijk het ondersteunen van particuliere opdrachtgevers bij een verbouwingsproject. Uit zijn onderzoek bleek de implementatie van communicatie en samenwerking tussen applicaties met behulp van ontologieën een goede oplossing te zijn.

Tijdens mijn afstuderen heb ik gekeken naar een verdere uitbreiding van dit onderzoek in de vorm van het opzetten van een netwerk van ontologieën<sup>5</sup>. De centrale vraag hierbij is 'Hoe organiseer je ca. 300.000 begrippen uit de bouw in een on-line netwerk, zodanig dat de ontologie geschikt is voor het koppelen van Vraag en Aanbod?'

In combinatie met dit rapport vormt de webpagina van het bcoWeb: <http://nl.bcoWeb.org> het resultaat van mijn onderzoek. Dit web portaal heb ik in samenwerking met Reinout van Rees en Frits Tolman ontwikkeld.

## 1.2 PROBLEEM EN DOELSTELLING

Mijn afstudeeropdracht bestaat uit het maken en, in een later stadium ook tot op zekere hoogte, evalueren van een digitaal netwerk van ontologieën in de bouw. Dit wil zeggen een verzameling van definities van objecten, eigenschappen, relaties, beperkingen, etc. die allen een bepaald aandachtsgebied van de bouw beschrijven. Of anders gezegd een experimenteel on-line netwerk van bibliotheken van bouwbegrippen. Het basisidee is dat het mogelijk moet zijn om een hiërarchie van objectdefinities te maken, uiteenlopend van complete kunstwerken tot simpele materialen, die voldoende ondersteuning kan geven bij de afstemming van Vraag en Aanbod op ieder niveau van de bouw. Doordat in dit netwerk de kennis van de verschillende bouwpartijen veelal openbaar toegankelijk is zal de positie van de opdrachtgever in de bouw worden versterkt.

Zoals eerder in deze scriptie ook al duidelijk naar voren kwam, zal ICT een sleutelrol moeten spelen in het beheer en de kwaliteitsborging van de informatie- en kennisstromen om te bevorderen dat de bouw in de toekomst beter gaat presteren. Onderzoeken naar de mogelijkheden van nieuwe instrumentatie worden momenteel gestuurd door de opkomst van de nieuwe generatie Internet (ook wel semantisch

---

<sup>5</sup> Netwerk van ontologieën = een geheel met elkaar verbonden overzicht van de belangrijkste begrippen in bepaalde domeinen dat door computers kan worden gebruikt om informatie te delen of hergebruiken

web of Web 2.0<sup>6</sup> genaamd). Het bcoWeb is een toepassing van de nieuwe generatie Internet in de bouw. Het doel van het bcoWeb is het gezamenlijk ontwikkelen van een open bouwontologieweb met de intentie om daarmee een doorbraak mogelijk te maken in de manier waarop partijen in de bouw informatie en kennis uitwisselen en delen. Met behulp van de nieuwe generatie Internet kan het Internet open worden voor deelname van computerapplicaties.

Als computers en mensen gebruik kunnen maken van een gezamenlijk begrippenkader kan daarmee de rol van computers in de bouw worden versterkt. Het huidige Internet is uitsluitend gericht op menselijke communicatie, computers weten niet waarover wordt gecommuniceerd. Als computers zelf over het noodzakelijke begrippenkader beschikken, kan veel communicatie (vooral die tussen computers onderling) plaatsvinden zonder dat mensen daar een rol in spelen.

Het bcoWeb is 'gevuld' met objecten uit zowel de woningbouw als objecten uit de infrastructuursector (bv. snelwegen en spoorwegen). Het voordeel van de gehanteerde netwerkstructuur, in tegenstelling tot een boomstructuur, is dat informatie van objecten die in verschillende sectoren in de bouw gebruikt worden, kan worden gedeeld. Zo speelt informatie over funderen een vergelijkbare rol in zowel de woningbouw als de infrastructuursector. In het bcoWeb kunnen funderingsbegrippen/objecten onderling worden gedeeld, zonder de informatie te dupliceren.

De eerste invulling van het model moet groot genoeg zijn om als relevant te worden beschouwd door de verschillende partijen (zowel vraag als aanbod) met daarin de voornaamste objecten en hun eigenschappen. Voor deze opzet is gekozen omdat uit een eerder uitgevoerd project (eConstruct<sup>7</sup>) is gebleken dat het heel diep uitwerken van één of twee objecten niet het gewenste resultaat opleverde.

Het gaat in mijn afstudeeropdracht primair om de grote lijn, ofwel de toetsing van de hypothese: *'is de Functional Unit (FU) – Technical Solution (TS) decompositie een goede kandidaat voor het bij elkaar brengen van vraag en aanbod in de bouw?'*. Om dit uit te zoeken, heb ik de ordening en plaatsing van de objecten in het bcoWeb aan de hand van de FU-TS relatie<sup>8</sup> gemaakt. Hierbij moet in de ontologie een plekje zijn waar iedere aanbieder z'n producten kwijt kan (via de gewenste functie), ofwel de detailinvulling moet door de marktpartijen zelf (kunnen) worden gedaan. Het wordt een openbaar systeem waar iedereen gebruik van kan maken.

---

<sup>6</sup> Web 2.0 = zie [www.oreillynet.com](http://www.oreillynet.com)

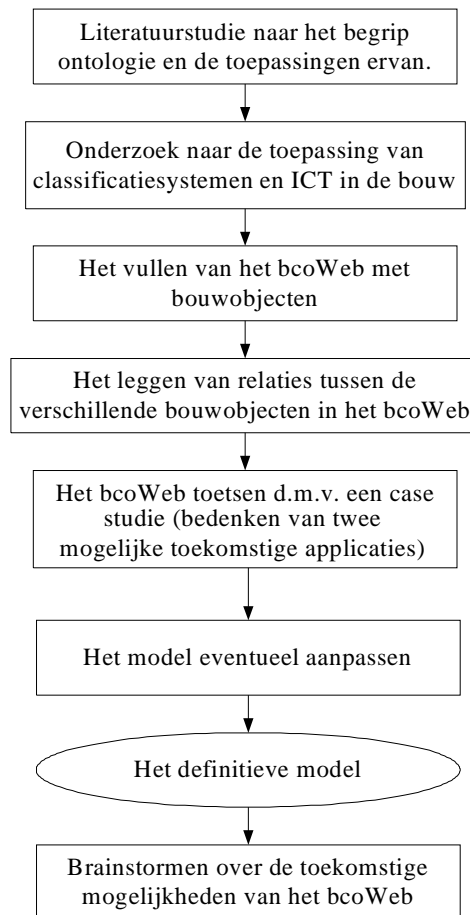
<sup>7</sup> eConstruct = een beschrijving van dit project is terug te vinden op [www.reinoutvanrees.org](http://www.reinoutvanrees.org)

<sup>8</sup> FU-TS relatie = zie hst. 6.3.

De toegevoegde waarde is groot. Per project beschikt iedereen over betere informatie en kennis. Verder is het mogelijk de dynamiek van de processen te vergroten (wijzigingen kunnen beter worden doorgevoerd). Belangrijk is dat iedereen op elk gewenst ogenblik zonder veel moeite inzicht kan hebben in de stand van het project, dus ook het publiek, de lokale overheid, en de toeleveranciers. Faalkosten en bouwfraudes worden zo beter beheersbaar.

### 1.3 OPBOUW VAN DIT RAPPORT

Om mijn onderzoek uit te voeren, heb ik een stappenplan gemaakt. De verschillende stappen die ik gevolgd heb, heb ik uitgezet en zijn in onderstaande figuur weergegeven.



*Figuur 1.1: Stappenplan ontwerp model*

Het stappenplan is als volgt verwerkt in dit rapport:

In hoofdstuk 2 wordt een analyse van het bouwproces gemaakt waarin de specifieke cultuurkenmerken zoals: fragmentatie van de bouw, unieke projecten en de zwakke

positie van de opdrachtgever worden beschreven. De rol van deze kenmerken in de totstandkoming van faalkosten in de bouw en de bouwfraude wordt verduidelijkt. Ik heb deze kenmerken er uitgelicht omdat het bcoWeb er in de toekomst een goede oplossing voor zou kunnen zijn.

In hoofdstuk 3 wordt de ontwikkeling van ICT beschreven waarbij vooral de ontwikkeling van Internet een hele belangrijke rol heeft gespeeld. Vervolgens wordt ingegaan op de toekomst van het Internet in verband met de ontwikkeling van het bcoWeb dat gebaseerd is op dit Next Generation Internet (ook wel het semantische web genaamd).

In hoofdstuk 4 wordt een koppeling gemaakt tussen de twee voorgaande hoofdstukken onder de titel *kennistechnologie en de bouwsector*. Vooral de vraag wat de toekomst van ICT in de bouwsector kan zijn, b.v. het vergroten van de transparantie (als oplossing van de bouwfraude), vormt een belangrijk onderwerp.

In hoofdstuk 5 wordt een algemene analyse gemaakt van ontologieën. Dit houdt in dat het begrip en het doel van een ontologie uitgebreid aan bod komen. Tevens wordt uitgelegd hoe je een netwerk kan maken van deelontologieën, ofwel een verzamelingen van definities van objecten, eigenschappen, grootheden, relaties, beperkingen, etc. die elk een bepaald deel van het domein beschrijven.

Als vervolg op het voorgaande wordt in hoofdstuk 6 een ontologienetwerk voor de bouw beschreven. Verschillende ontologieën die elk een deel van de bouw beschrijven worden met elkaar verbonden. Zowel het verband tussen de verschillende ontologieën als tussen de objecten binnen de ontologieën wordt met behulp van de FU-TS relatie gelegd. Hierin kan elk object worden bekeken vanuit een functioneel perspectief (FU = wat) en een technisch perspectief (TS = hoe). Met behulp van deze relatie zou het gat tussen Vraag en Aanbod in de bouw (grotendeels) kunnen worden gedicht.

In hoofdstuk 7 wordt de ontwikkeling van het bcoWeb beschreven. Hiervoor zijn eerst een aantal objecten verzameld die vervolgens m.b.v. de FU-TS relatie aan elkaar zijn gekoppeld.

In hoofdstuk 8 is de toekomstige werking van het bcoWeb aan de hand van een case study uitgelegd en getoetst. In deze case study wordt zowel een verbouwadviseur als een aanbiederadviseur uitgewerkt. Deze applicaties zijn niet echt 'gebouwd' maar slechts bedacht

In hoofdstuk 9 wordt het rapport afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

## 2 HET BOUWPROCES

De bouw is een zeer bijzondere industrie die de afgelopen jaren volop (veelal negatief) in het nieuws is geweest. Dit is voornamelijk het gevolg van onregelmatigheden die hebben geleid tot een verstoorde marktwerking binnen de sector. In het eerste deel worden de structuurkenmerken van de bouwnijverheid beschreven die zowel in de onregelmatigheden als in mijn onderzoek een belangrijke positie innemen. In het tweede deel wordt de verandering in de bouw van een aanbod- naar een vraagmarkt nader toegelicht. In het laatste deel wordt de samenhang beschreven tussen de structuurkenmerken van de bouw (eerste deel), de verandering van de markt (tweede deel) en de gesignaleerde onregelmatigheden in de hedendaagse bouw.

### 2.1 SPECIFIEKE KENMERKEN VAN DE BOUW

#### De fragmentatie van de bouw

In de bouw zijn veel verschillende disciplines betrokken, met ieder hun eigen specialisme en kennis, om samen één product te leveren. Gebouwen worden ontworpen, geconstrueerd en gebouwd door verschillende teams, waarin diverse disciplines vertegenwoordigd zijn. Deze teams werken niet bij elkaar op dezelfde locatie maar komen wel regelmatig samen om de gang van zaken te bespreken voor een specifiek project. Deze teamvorming is kenmerkend voor de bouw.

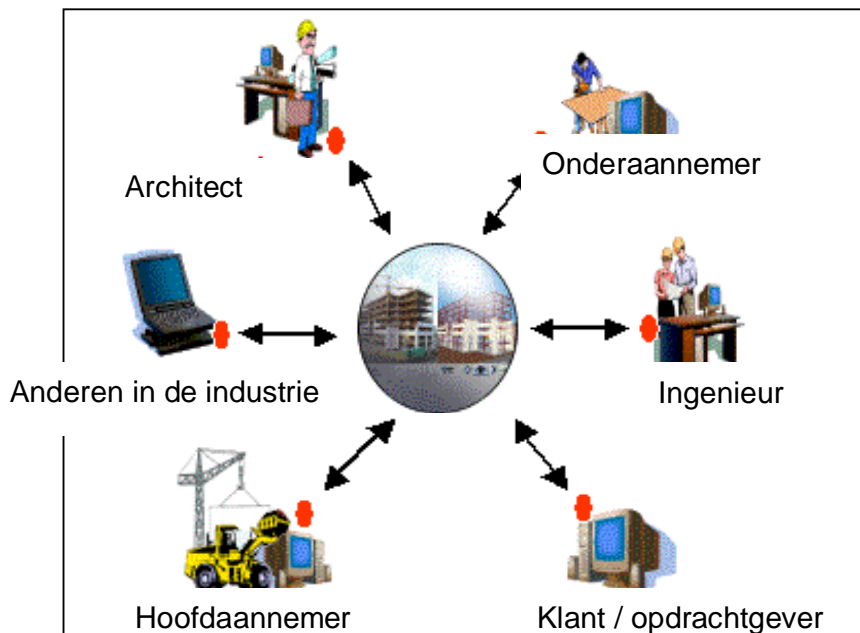


Fig. 2.1: *Verschillende disciplines van het bouwproces*



Enkele kenmerken van de fragmentatie in de bouw kunnen worden samengevat onder de volgende punten:

- Sterke marktsegmentatie (woningbouw, utiliteitsbouw, grond-, weg- en waterbouw, infrastructuur) zonder veel overlap.
- Veel partners of actoren betrokken bij de productie met elk hun eigen kennis en specialisatie (projectontwikkelaar, architect, ingenieursbureau, hoofdaannemer, onderaannemer, installateur, leverancier, opdrachtgever).
- Verschillen in bedrijfsprofiel, zoals 'zelfscheppende' bedrijven, gespecialiseerde toeleveranciers van producten en diensten en de op capaciteit georiënteerde bedrijven.
- Verschillen in bedrijfsgrootte: een klein aantal grote multinationale bouwbedrijven, een groot aantal kleine en middelgrote regionale/nationale spelers en een zeer groot aantal locale zeer kleine bedrijven.

#### Unieke projecten

De bouw is in diverse opzichten een bijzondere sector. De producten zijn vrijwel iedere keer anders. Is er in de woningbouw nog enigszins sprake van serieproductie, in de grond-, weg- en waterbouw is ieder project uniek: qua locatie, qua ondergrond, qua programma van eisen, qua materiaalgebruik etc. Het gaat per project over het algemeen om veel geld en grote risico's. Het team van aannemers, onderaannemers, constructeurs en architecten is vrijwel nooit hetzelfde bij een volgend bouwwerk. Dit zorgt ervoor dat bij ieder bouwwerk het teamproces weer op gang moet komen, waarin vaak dezelfde fouten weer opnieuw gemaakt worden. Het werken vanuit deze veronderstelling leidt tot onbeheersbare processen.

De uniciteit van bouwproducten speelt ook een rol in het proces van totstandkoming omdat het productieproces iedere keer weer opnieuw op een nieuwe plek, de bouwplaats, moet worden opgezet. Dit productieproces speelt zich doorgaans in de open lucht af. Weliswaar worden (steeds meer) onderdelen in een industrieel productieproces gerealiseerd, het samenstellen van deze onderdelen tot een bouwwerk is een productieproces dat in de open lucht plaatsvindt en zeer gevoelig is voor onbeheersbare invloeden van buitenaf (bv. het weer).



*Figuur 2.2: Eén van de vele voorbeelden van een uniek gebouw. (Hundertwasser)*

### De zwakke positie van de opdrachtgever

Een belangrijk verschil tussen de bouw en andere (product)industrieën is de zwakke positie en beperkte kennis van de klant. Ook het gesloten karakter van de industrie naar de klant toe, denk hierbij aan prijzen, versterkt de positie van de klant allerminst. Hoe makkelijk is het bijvoorbeeld niet om met een nieuw aangeschaft kledingstuk of een auto terug te gaan naar de winkel bij eventuele gebreken, of de prijzen bij verschillende winkels met elkaar te vergelijken. En hoe moeilijk blijkt het wel niet voor een klant in de bouw om zijn bouwwerk (zowel grote als kleine bouwprojecten) in de juiste bouwtijd, voor het juiste bedrag (niet meer dan 10% boven de afgesproken prijs) en dat voldoet aan de gestelde eisen, te krijgen?

Naast bovengenoemde prijsconsciëntie is ook niet overal de kennis aanwezig om de optimale aanbestedingsvorm of contractvorm te kiezen en bestaat er bij de opdrachtgevers en opdrachtnemers (incl. onderaannemers) onduidelijkheid over het benoemen en verdelen van risico's over en weer. Hiervan is vaak de opdrachtgevende partij (de klant) de dupe.

## **2.2 HET BOUWPROCES VERANDERT**

Nog altijd is de bouw een traditioneel ingestelde sector die zich in de industriële fase bevindt. Een sector met een eigen cultuur, die door vele ontwikkelingen weliswaar verandert, maar die toch heel bijzonder blijft. De deelnemers aan de bouwketen zijn voornamelijk georiënteerd op hun eigen productie en zien elkaar als opdrachtgever. Terwijl de eindgebruiker van het product de werkelijke opdrachtgever is. Een duidelijk voorbeeld hiervan is terug te vinden in de woningbouw. Een architect ontwerpt

woningen, de projectontwikkelaar speelt zijn rol en de aannemer bouwt ze. Vaak in lange rijen met slechts enige keuzevrijheid in de uitvoering van keuken en badkamer. De consument heeft vervolgens de keuze zo'n eenheidswoning wel of niet te kopen of te huren.

Eén van de meest ingrijpende ontwikkelingen die op dit moment speelt in de woningbouw, in navolging van industrieën elders in de maatschappij, is de omslag van een aanbod- naar een vraagmarkt. Het is niet langer vanzelfsprekend dat de bouwwereld bepaalt welke woning wordt gebouwd maar ook de consument die zijn comfortabele woning zelf volledig wil kunnen indelen, bepaalt mee. Hierdoor moet er steeds meer geluisterd worden naar de wensen van de klant en komt de inbreng van de klant steeds eerder in het bouwproces te liggen. Oftewel klantgerichtheid voert de boventoon. Waarbij het de consument niet altijd gaat om de laagste prijs, maar vaak juist om de economisch meest voordelige aanbieding.

Het gaat in dit proces niet om het aanbieden van meer producten maar vooral om het leveren van kennis aan de klant. De klant kan meebeslissen in het bouwproces en hij/zij weet waar het over gaat. Hierdoor moeten bouwondernemingen een andere instelling krijgen en innovatiever gaan werken, om te kunnen concurreren. Niet de productie op zich is belangrijk, maar het gehele proces en de dienstverlening.

Deze marktverschuiving klinkt heel mooi maar bevat nog wel enkele haken en ogen. Zo vragen eerder genoemde ontwikkelingen om nieuwe initiatieven in het aanbod van woonproducten. En alhoewel uit onderzoek (rapport van de arTB<sup>9</sup>) is gebleken dat de meerderheid van de bouwondernemers procesinnovatie belangrijk vindt, wordt er toch te weinig tijd aan besteed. De bouw is liever bezig met de dingen van alle dag en geld verdienen.

## 2.3 KNELPUNTEN IN DE BOUW

Enkele belangrijke gebeurtenissen die de bouw de afgelopen jaren hebben ontsierd zijn kort samen te vatten in de woorden bouwfraude en faalkosten.

Een belangrijk cultuurkenmerk van de bouw met betrekking tot bovengenoemde gebeurtenissen is de fragmentatie in de sector. Een bouwbedrijf zelf heeft vaak niet genoeg expertise van alle verschillende disciplines van het bouwproces en moet dus met andere bouwbedrijven (onderaannemers) samenwerken. Eén van de gevolgen hiervan is een verstoring van de markt door een sterke concernvorming en ongewenste vormen van combinatievorming (tijdelijke samenwerking) tussen

---

<sup>9</sup> arTB = adviesraad Technologiebeleid Bouwnijverheid

bouwbedrijven bij inschrijvingen. Hiermee wordt de concurrentie belemmerd die nodig is voor het ontstaan van een gezonde markt waarvan de opdrachtgever de dupe is.

De verschillende partijen, met elk hun specialisatie, zorgen door hun samenwerking niet alleen voor concurrentiebelemmering maar bemoeilijken ook het bewerkstelligen van geïntegreerde oplossingen. De partijen hebben ieder een eigen manier van werken en verschillende belangen binnen het bouwproces. Met name voor de beheersbaarheid van het bouwproces en het bewerkstelligen van de omslag van aanbod naar vraagmarkt zorgt de gedifferentieerdheid voor problemen, doordat de integratie van de verschillende partijen moeilijk is. Hierdoor ontstaan vele verdeelde initiatieven zonder tot geïntegreerde oplossingen te komen.

Een ander cultuurkenmerk van de bouw die voor een belangrijke onregelmatigheid in een goede marktwerking zorgt, zijn de doorgaans unieke producten die worden gemaakt op unieke plaatsen. Belangrijk hierin is de zeer lange cultuur van onderlinge afspraken over prijzen en marktverdelingen in de bouw. Een 'ons-kent-ons' circuit is in de bouw niet vreemd. Een veel genoemde reden achter het onderling verdelen van werk is de dreiging van discontinuïteit die ontstaat door de veelal unieke producten in de bouw. Voorraadvorming is nauwelijks mogelijk. Om dit op te vangen werden afspraken gemaakt over de verdeling van werk, markt en prijzen. Hierbij werden bedrijven die het werk niet krijgen doorgaans 'uitgekocht' met claims op toekomstige opdrachten. De concurrentievervalsing die hierbij ontstaat heeft vaak hogere prijzen tot gevolg waar de opdrachtgever de dupe van is.

Ook de unieke bouwplaatsen (veelal) in de openlucht hebben tot gevolg dat er tijdens het bouwproces vele onbeheersbare invloeden van buitenaf optreden die voor verletdagen zorgen waarop niet kan worden gewerkt door de opdrachtnemer maar wel moet worden betaald door de opdrachtgever.

Als laatste belangrijke knelpunt in een goede marktwerking wordt de onwetendheid van de opdrachtgever genoemd. Weliswaar schrijven zij ijverig zelf gedetailleerde bestekken ten behoeve van de aanbesteding, maar zij hebben lang niet altijd inzicht in de door aannemers gehanteerde eenheidsprijzen en de prijzen in de onderaannemersmarkt. Dit wordt ook nog eens bemoeilijkt door de unieke, niet vergelijkbare producten waarbij de prijs van afzonderlijke bouwobjecten moeilijker te vergelijken is dan in andere sectoren, b.v. consumentenmarkten. De risico's worden bovendien niet altijd goed gedekt of verwerkt in de contracten en overeenkomsten met de aannemers, zeker als wordt geëxperimenteerd met moderne

bouworganisatie- en contractvormen. Schijnbaar goed opdrachtgeverschap in de aanbestedingsfase leidde voorts ook niet automatisch tot goed opdrachtgeverschap in de uitvoeringsfase met als gevolg hoge faalkosten die veelal voor rekening komen van de (onwetende) opdrachtgever.

## 2.4 SAMENVATTING

Alle in dit hoofdstuk genoemde cultuurkenmerken, fragmentatie van de bouw, unieke projecten en de zwakke positie van de opdrachtgever, werken prijsafspraken, marktverdeling en ander kartelgedrag in de hand. Gebrek aan concurrentie, prijsafspraken en marktverdeling leiden op hun beurt tot suboptimale resultaten: onvoldoende marktwerking, beperkte innovatie, onvoldoende kwaliteit en een lage productiviteitsgroei. Ondernemers worden te weinig afgerekend op hun prijs/kwaliteitsverhouding en klantgerichtheid. Dit alles leidt er ook toe dat de bouwsector als een onaantrekkelijk werkterrein wordt ervaren waarin de opdrachtgever de dupe is in de vorm van (onnodig) hoge bouwkosten.

Een verandering is echter op handen door de omslag van een aanbod- naar een vraagmarkt. Het gaat in dit proces niet om het aanbieden van meer producten maar vooral om het leveren van kennis en kwaliteit aan de klant. De klant kan hierdoor gaan meebeslissen in het bouwproces. Bouwondernemingen moeten een andere instelling krijgen en innovatiever gaan werken, om te kunnen concurreren. Niet de productie op zich is belangrijk, maar het gehele proces en de dienstverlening. Verbetering van de relatie binnen de keten, de vermindering van de faalkosten, integrale (verzekerde) garantie en de vergroting van klantgerichtheid en kwaliteit zullen kenmerken zijn voor de 'nieuwe' bouwwereld!

### **3 DE ONTWIKKELING VAN ICT**

ICT is een breed begrip waaronder alle technieken vallen die het mogelijk maken om langs elektronische weg informatie tussen personen over te dragen, die zich buiten elkaars gehoorbereik vinden; informatieoverdracht met behulp van pc's of telefonie.

In de eerste twee delen wordt ingegaan op de snelle ontwikkeling van ICT het ontstaan van Internet. Vervolgens wordt er ingegaan op twee belangrijke ontwikkelingen voor de toekomstige mogelijkheden van ICT: het Semantische Web en objectenbibliotheken/ontologieën.

#### **3.1 KENNIS EN TECHNOLOGIE**

De technologie die aangewend wordt om systemen te ontwikkelen waarin informatie en kennis is ondergebracht, zou informatie- en kennistechnologie (ICT) genoemd kunnen worden, maar dat levert een veel te ruim begrip op. Daarom wordt er in de komende hoofdstukken slechts van ICT gesproken als het over systemen, methoden en technieken gaat die op één of andere manier informatie en kennis gebruiken om nieuwe problemen op te lossen. Het gaat hier bij ICT dus over het verzamelen, ordenen en manipuleren van kennis en informatie. Het doel hiervan is het slimmer maken van producten en computerprogramma's, zodat de computers net als mensen kunnen handelen en redeneren.

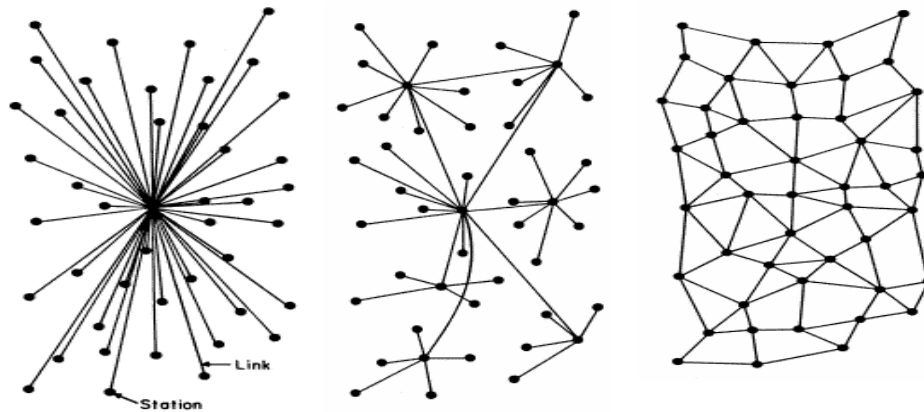
Vanaf het moment dat de eerste computers werkten (1943), zijn ze ingezet voor taken waar tot op dat moment menselijke intelligentie voor nodig was.

In de afgelopen tientallen jaren zijn computers aanzienlijk krachtiger geworden, kan er meer in worden opgeslagen, werken ze met geavanceerde programma's en steeds sneller. De computer is zelfs zo'n belangrijke positie in de maatschappij in gaan nemen dat hij niet meer uit het dagelijkse beeld weg te denken is. Zowel jong als oud werkt ermee waarbij zeker geldt: 'jong geleerd is oud gedaan'.

#### **3.2 HET ONTSTAAN VAN INTERNET**

Het gevolg van de technologische ontwikkelingen is dat er van steeds meer kennis gebruik kan worden gemaakt. Met het ontstaan van de computer heeft de ICT de afgelopen tientallen jaren een enorme ontwikkeling te zien gegeven. In vergelijking tot de twee eerdere Industriële Revoluties (aangedreven door stoom en elektriciteit) is deze technologische revolutie qua ontwikkelingsnelheid dan ook uniek.

De communicatiemogelijkheden tussen computers zijn de afgelopen jaren ook sterk verbeterd. Hierin heeft de ontwikkeling van Internet een zeer belangrijke rol gespeeld. Deze ontwikkeling begon aan het einde van de jaren '50, in de Verenigde Staten ten tijde van de Koude Oorlog. Alle militaire informatie lag destijds opgeslagen in een beperkt aantal supercomputers waarbij één computer de supervisie had over alle andere computers. Als deze computer, b.v. door een aanval, uitgeschakeld zou worden, viel het hele netwerk weg. Als oplossing voor dit gevaar werd een systeem ontwikkeld waarin computers die op diverse ver uit elkaar gelegen plaatsen stonden, los van elkaar konden werken, maar wel aan elkaar gekoppeld waren. Computers werden als het ware aan elkaar vastgeknoopt en zaten in een soort web aan elkaar vast. Nog een stapje later, in het begin van de jaren '70, werd het netwerk geleidelijk gebruikt voor elektronische post en werden er meer en meer lokale en nationale netwerken met elkaar verbonden. In 1977 vindt de grote doorbraak plaats waarbij door een nieuwe techniek (TCP/IP) alle webben van de hele wereld aan elkaar gekoppeld worden. Aan dit web wordt de naam Internet (INTERconnected NETworks) gegeven. In 1988 is het zover: de eerste Internetaansluiting in Nederland.



*Fig. 3.5: De ontwikkeling van het Internet van één computer met de supervisie over alle ander computers tot een web waarin alle computers met elkaar verbonden zijn.*

In 1990 wordt het World Wide Web (Wereld Wijde Web), afgekort WWW, gemaakt dat een onderdeel vormt van Internet. Het Internet wordt dan voor het eerst voor het grote publiek opengesteld. Er komt gebruiksvriendelijke programmatuur op de markt waardoor de toegangsdrempel sterk verlaagd werd en de opmars van de computer met Internetaansluiting in de huiskamer kon beginnen.



### 3.3 DE TOEKOMST VAN ICT

Twee belangrijke ontwikkelingen voor de toekomstige mogelijkheden van ICT zijn:

#### Het semantische Web

*“The first step is putting data on the Web in a form that machines can naturally understand, or converting it to that form. This creates what I call a Semantic Web - a web of data that can be processed directly or indirectly by machines.”*  
Tim Berners-Lee, the director of the World Wide Web consortium (W3C), and prime architect of the Semantic Web [Weaving the Web, 1999].

De ontwikkeling van het Internet staat niet stil, waarbij betekenisvolle (semantische) elektronische communicatie al vele jaren een belangrijk onderzoeksonderwerp vormt. Het huidige Internet is een aaneenschakeling van statische, tekstgebaseerde documenten. Deze in HTML (Hypertext Markup Language)<sup>10</sup> opgemaakte documenten zorgen voor een ongestructureerd Internet waarbij computers niet onderling gegevens kunnen uitwisselen zonder tussenkomst van de mens. Het huidige Internet is er dan ook voor mensen.

Door de ontwikkeling van XML (eXtensible Markup Language) eind jaren negentig is er een opening gekomen voor gestructureerd, dynamisch Internet. XML is een Internettaal die de opmaak van een document scheidt van de inhoud. Door deze structuur kan dezelfde inhoud op verschillende manieren weergegeven worden wat vanzelfsprekend vele mogelijkheden biedt. XML-bestanden zijn op zich nog niet een voldoende basis voor een dynamisch Internet. De XML-bestanden zijn alleen betekenisvol genoeg om tussen verschillende applicaties te worden verzonden die hetzelfde XML formaat begrijpen.

Om een dynamisch Internet te krijgen, moet de data slim zijn; data moet betekenisvol gemaakt worden en door relaties met elkaar verbonden zijn. Op deze manier kan data met andere data gecombineerd worden en worden geïnterpreteerd door applicaties. Zo ontstaat het toekomstige Internet voor computers, het Semantische Web. Een vereiste hierbij is dat data niet alleen machinaal leesbaar is (zoals het hedendaagse Web) maar ook machinaal begrijpbaar. Om Tim Berners-Lee te citeren: *“The semantic web goal is to be a unifying system which will (like the web for human communication) be as un-restraining as possible so that the complexity of reality can be described [3].”*

---

<sup>10</sup> HTML = Hypertext Markup Language, op SGML gebaseerd coderingssysteem voor het opmaken van webpagina's



### Objectenbibliotheken / ontologieën

Objectenbibliotheken, of netter gezegd objecttypebibliotheken, zijn een belangrijk instrument om kennis in expliciete vorm vast te leggen. Kennis kan hierdoor niet alleen veel effectiever worden aangewend, maar vergroot ook de mogelijkheid tot betere samenwerking tussen partijen. In objectenbibliotheken worden objecten gedefinieerd waarover informatie middels eigenschappen ('properties') kan worden vastgelegd. Hergebruik van de vastgelegde informatie staat hierbij centraal. De gespecificeerde objecten zijn opgesteld om meerdere keren te kunnen worden toegepast en beschrijven of specificeren veelal fysieke productdelen of artikelen die binnen een bepaalde domeinspecifieke context van belang zijn. Zo zijn 'muur', 'stoel', 'raam' en 'deur' voorbeelden van objecten die in de bouwbranche van belang zijn. Gebruikers van een objectenbibliotheek zijn dan ook vaak personen die werken in een branche waarvoor de bibliotheek is opgezet en behoefte hebben aan kennis over dat bepaalde object.

Objectenbibliotheken zijn ook een middel om partijen met vaak verschillende expertise en achtergrondkennis beter te laten samenwerken. Elke discipline kent doorgaans haar eigen woordgebruik en interpretaties. De meeste projecten zijn tegenwoordig echter 'discipline overstijgend', wat betekent dat partijen met een verschillend woordgebruik toch één totaalproduct moeten realiseren. De consequentie is dat hierdoor vaak afstemmingsproblemen ontstaan, omdat men bepaalde zaken geheel anders kan interpreteren. Dit probleem doet zich niet alleen voor tussen verschillende disciplines, maar ook door de afwisseling van partijen gedurende de levenscyclus van het product. Een objectenbibliotheek kan op dit punt een belangrijke verbetering betekenen door over de verschillende disciplines en partijen heen objecten eenduidig te definiëren, wordt het mogelijk verschillende werelden aan elkaar te knopen.

Veel ontwerpers beschouwen elk project als uniek. Doorgaans wordt een product dat ze hebben ontworpen niet één op één toegepast in andere projecten. Dat is dan ook één van de redenen waarom weinig aandacht wordt besteed aan standaardisatie en eenduidig begripsgebruik binnen projecten. Het ontwerpen van een buitenmuur zal daardoor bijvoorbeeld in project A 'buitenmuur', in project B 'buitenwand', in project C 'scheidingsconstructie' en in project D 'muur' kunnen heten. Het moge duidelijk zijn dat het hergebruiken van ontwerp kennis hierdoor wordt bemoeilijkt. Door een buitenmuur één keer te definiëren in een objectenbibliotheek, en vervolgens altijd naar dit begrip in deze bibliotheek te verwijzen, wordt het ontsluiten van deze kennis een stuk eenvoudiger.

Een belangrijke doorbraak bij de ontwikkeling van objectenbibliotheken is het besef dat er niet moet worden gestreefd naar één alomvattende bibliotheek. Kennis die nu in verschillende objectenbibliotheken is vastgelegd, is dermate waardevol en van strategisch belang dat veel meer draagvlak wordt gecreëerd indien men niet onmiddellijk hoeft te converteren of te integreren naar één alomvattende bibliotheek. Daarnaast is ook de flexibiliteit die men heeft om binnen de eigen context een bibliotheek in te richten, en te vullen met eigen kennis, een duidelijk voordeel van de nieuwe zienswijze.

#### De combinatie van objectenbibliotheken en semantische relaties

Om het nadeel dat uit het decentraal ontwikkelen van objectenbibliotheken voortvloeit, namelijk het gefragmenteerde karakter, te beperken, is er voor gekozen om niet zozeer bibliotheken te integreren, maar de objecten in de verschillende bibliotheken aan elkaar te relateren. Door betekenisvolle (semantische) relaties aan te brengen, kunnen de objecten uit de bibliotheken samen worden afgebeeld, waardoor verschillen en overeenkomsten expliciet komen vast te liggen. Kennis in de verschillende bibliotheken kan op deze wijze onderling gedeeld worden, waarmee de toegevoegde waarde voor de eindgebruiker wordt vergroot. Vooral de huidige status van de technologie creëert nieuwe mogelijkheden om op een effectieve wijze deze verbanden tussen objectenbibliotheken aan te brengen. Met name webtechnologie en nieuwe ontwikkelingen als XML en het semantische web geven hierbij een belangrijke impuls.

Er wordt overigens vaak ten onrechte beweerd dat XML-technologie zélf hiervoor de oplossing biedt. De XML-bestanden zijn alleen betekenisvol genoeg om tussen verschillende applicaties te worden verzonden die hetzelfde XML formaat begrijpen. Dit garandeert echter nog niet dat beide applicaties dezelfde kennis delen over het uit te wisselen object. Met andere woorden, er is zonder gemeenschappelijke objectenbibliotheek geen garantie dat informatie op dezelfde wijze wordt geïnterpreteerd.

### **3.4 SAMENVATTING**

Vanaf het moment dat de eerste computers werkten (1943), zijn ze ingezet voor taken waar tot op dat moment menselijke intelligentie voor nodig was en hebben ze in een korte periode een zeer grote ontwikkeling doorgemaakt. Samen met de ontwikkeling van computers heeft ook de ontwikkeling van Kennis- en Informatietechnologie (ICT) plaatsgevonden. Hierbij gaat het over het verzamelen,

ordenen en manipuleren van kennis en informatie met als doel het slimmer maken van producten en computerprogramma's, zodat de computers net als mensen kunnen handelen en redeneren.

De communicatiemogelijkheden tussen computers zijn de afgelopen jaren ook sterk verbeterd waarin de ontwikkeling van Internet een zeer belangrijke rol heeft gespeeld. Het Internet is ontstaan uit één computer met de supervisie over alle andere computers tot een web waarin alle computers met elkaar verbonden zijn. In 1990 wordt dit Web effectief opengesteld voor het publiek en is het Internet heden ten dagen niet meer weg te denken uit de huidige maatschappij.

De ontwikkeling van het Internet staat niet stil, waarbij betekenisvolle (semantische) elektronische communicatie al vele jaren een belangrijk onderzoeksonderwerp vormt. In de nabije toekomst wordt dan ook de introductie van het Next Generation Internet ofwel Het Semantische Web verwacht. Hierbij gaat het om een dynamisch Internet waarbij de opmaak van een document wordt gescheiden van de inhoud ervan. Hierdoor ontstaat betekenisvolle data die door relaties met elkaar verbonden is en die door verschillende applicaties kan worden geïnterpreteerd zonder tussenkomst van de mens. Om kennis in zo'n expliciete vorm vast te leggen, spelen objectenbibliotheken een belangrijke rol.

Door betekenisvolle (semantische) relaties aan te brengen, kunnen de objecten uit verschillende bibliotheken op elkaar worden 'gemapped', waardoor verschillen en overeenkomsten expliciet komen vast te liggen. Kennis kan zo niet alleen veel effectiever worden aangewend, maar ook de mogelijkheid tot betere samenwerking tussen partijen met ieder hun eigen kennis wordt vergroot. Het ontwikkelen van één alomvattende bibliotheek is dus niet noodzakelijk. Kennis in de verschillende bibliotheken kan op deze wijze onderling gedeeld worden, waarmee de toegevoegde waarde voor de eindgebruiker wordt vergroot.

## **4 KENNISTECHNOLOGIE IN DE BOUWSECTOR**

ICT is een hulpmiddel om het bouwproces efficiënter te laten verlopen. De indruk bestaat dat het daadwerkelijk gebruik van ICT in de bouw achter loopt bij de bestaande mogelijkheden. In het eerste deel van dit hoofdstuk wordt zowel de geschiedenis als de huidige stand van zaken van ICT in de bouw beschreven en geïllustreerd m.b.v. het fasenmodel van Nolan<sup>11</sup>. In het tweede deel worden enkele knelpunten behandeld van ICT en ICT toepassingen in het bouwproces. Dit laatste is in het kader van mijn onderzoek heel interessant aangezien het bcoWeb een ICT toepassing is die juist de knelpunten van ICT in de bouw moet gaan verminderen.

In het laatste deel wordt ingegaan op de toekomst van ICT in de bouw. Een zeer belangrijk aspect in dit verhaal is de ontwikkeling van het Next Generation Internet. Als het hiermee mogelijk wordt om bestaande informatie en kennis via automatisering in te zetten om de positie van de klant te versterken zullen faalkosten en bouwfraudes kunnen worden teruggedrongen.

### **4.1 HET VERLOOP VAN ICT IN DE BOUW**

De ontwikkelingen op het gebied van de automatisering in de bouwsector zijn in de afgelopen jaren hard gegaan en verschuiven van de ondersteuning van bestaande processen (tekenen, calculeren, etc.) naar het communiceren over projecten. Hierbij valt te denken aan ICT oplossingen voor verbetering van de efficiency van processen binnen organisaties (zoals software voor logistiek, planning, inkoop, verkoop, calculatie, etc.), verbetering van de afstemming en de communicatie tussen de diverse bouwpartners (Internet, intranet, extranet, e-business) of contact met opdrachtgever en consument (informatie, webcam bouwplaats, marketing).

Een goed hulpmiddel voor de beschrijving van de stand van zaken met betrekking tot de automatisering van een bedrijf of sector is het fasenmodel van Nolan. In het model wordt ervan uitgegaan dat een onderneming verschillende stadia van het ICT-gebruik doorloopt. Door steeds meer ervaring komt het ICT-gebruik op een hoger niveau te liggen. Hierbij verondersteld dat het gebruik van ICT niet afgedwongen kan worden, maar dat een onderneming er zelf aan toe moet zijn.

---

<sup>11</sup> Fasenmodel van Nolan = een basismodel van het proces van automatisering door Richard Nolan (zie [www.infocratie.nl](http://www.infocratie.nl))

Het ICT-gebruik blijft in alle fasen een hulpmiddel ter ondersteuning van het bedrijfsproces. Er worden zes fasen onderscheiden, namelijk:

- Fase 0. Er wordt nauwelijks gebruik gemaakt van ICT.
- Fase 1. Het ICT-gebruik verhoogt de efficiëntie van het bedrijf. Dit houdt in dat er CAD systemen en spreadsheets gebruikt gaan worden.
- Fase 2. Het ICT-gebruik verhoogt de effectiviteit van het bedrijf. Dit houdt in dat er een koppeling plaatsvindt tussen de data die voor afzonderlijke processen nodig zijn. Er vindt een integrale optimalisatie plaats, in plaats van een optimalisatie van een subaspect.
- Fase 3. ICT wordt ingezet om toegevoegde waarde binnen de bestaande functies, producten en diensten te creëren. ICT wordt gebruikt om de relaties die een onderneming met de buitenwereld onderhoudt te ondersteunen en te verbeteren.
- Fase 4. ICT wordt ingezet om nieuwe dienstverlening te creëren. Het gaat om diensten die zonder ICT niet mogelijk zouden zijn.
- Fase 5. ICT is de aanjager van de bedrijfsstrategie. Zij produceren niet meer zelf, maar treden op als intermediair tussen toeleveranciers en afnemers of opdrachtgevers.

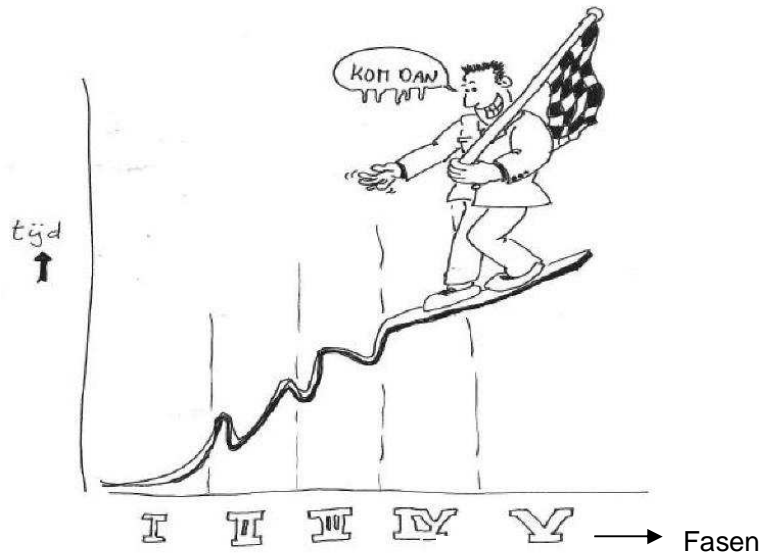
Deze ICT fasen kan men relateren aan bepaalde tijdsvakken:

jaar	fase	omschrijving
jaren '70	0	kantoorcomputer met cassettespeler voor de boekhouding
jaren '80	0	floppy of diskdrive
1e helft '90	1	automatisering van interne administratieve processen
2e helft '90	2	verschillende bedrijfsprocessen worden geïntegreerd geautomatiseerd
eind '90	3	toenemend gebruik van Internet
begin '00	4	Virtual Reality doet zijn intreden in de bouw
1e helft '10	5	het bcoWeb

Figuur 4.1: de ontwikkeling van ICT in de bouw.

Voor het beschrijven van de huidige status van de automatisering in de bouw kunnen enkele kernwoorden worden gebruikt:

- Zwaartepunt van de automatisering binnen een bouwbedrijf ligt bij calculatie en financiële administratie
- Binnen elke bouwonderneming is sprake van eiland automatisering
- Internet breekt geleidelijk door en begint een steeds belangrijkere plaats in te nemen in de acquisitie van projecten en de verkoop van producten
- Virtual Reality begint steeds belangrijker te worden om de klant een waarheidsgetrouw beeld te schetsen van het toekomstige bouwwerk



Figuur 4.2: Het gebruik van ICT in de bouw kent haar ups en downs en kan voor sommigen niet snel genoeg gaan.

## 4.2 KNELPUNTEN VAN ICT IN DE BOUW

De mate waarin gebruik wordt gemaakt van automatiseringsmogelijkheden en innovaties in de bouwsector hangt af van een aantal factoren. Zo zijn het, naast innovatie belemmerende knelpunten van ICT in de bouw, voornamelijk de ICT toepassingen die in het bouwproces een heel groot knelpunt vormen. Dit laatste is in het kader van mijn onderzoek heel interessant.

ICT toepassingen kunnen het bouwproces aanzienlijk verbeteren en versnellen ware het niet dat er geen standaard voor de bouw is voor het vastleggen en uitwisselen van betekenisvolle productgegevens en bouw kennis. Hieruit volgt de noodzaak van de menselijke tussenkomst. De inzet van ICT in het bouwproces is voornamelijk gebaseerd op CAD-systemen (tekensystemen) en uitwisseling van CAD-data. Deze ICT toepassingen zijn echter fundamenteel beperkt doordat het onderliggende werkproces, het tekenen, niet anders is dan vroeger. De betekenis hiervan is impliciet vastgelegd en moet worden teruggevonden door menselijke interpretatie. Een verzameling lijntjes op een tekening wordt slechts door interpretatie van een bouwkundige herkend als een kolom.

Ook vinden er grote problemen plaats bij de uitwisseling van gegevens tussen applicaties die elk hun eigen format<sup>12</sup> gebruiken. Men kan als aannemer wel

<sup>12</sup> Format = manier van gegevens opslaan en verwerken door een applicatie

applicaties invoeren en gebruiken, maar als je bijvoorbeeld je gemaakte digitale tekeningen niet kan uitwisselen met de architect, omdat die een andere format hanteert, dan heb je weinig aan je applicatie en zal het niet veel rendement opleveren. Het overzetten van een bestand van het ene format naar het andere format gaat ook niet altijd zonder problemen. Zo kan er soms informatie verloren gaan of kunnen er tegenstrijdige oplossingen uitkomen als gevolg van een communicatiestoornis tussen verschillende applicaties. Het ontbreken van één uitwisselingsstandaard is dus een probleem voor het rendabel investeren in ICT.

Een ander belangrijk knelpunt heeft betrekking op innovatie. Door de wijze waarop de opdrachtgevers en de opdrachtnemers nu samenwerken ontstaat er geen prikkel tot innovatie van processen, producten en diensten. De opdrachtgever biedt opdrachten op een manier aan dat zij al zó gedetailleerd zijn uitgewerkt dat de opdrachtnemer geen ruimte heeft om zijn kennis en inventiviteit kwijt te kunnen. Een opdracht wordt bijna in zijn geheel vastgelegd in het bestek. Hierin worden de kenmerken van de verschillende onderdelen gedetailleerd beschreven en soms wordt zelfs het merk en de fabrikant er al bij genoemd. De wens van opdrachtgevers om zo goedkoop mogelijk te bouwen werkt ook innovatiebelemmerend. Toepassen van vernieuwingen vergroot het risico wanneer er geen of beperkte ervaring is met het verwerken of gebruiken van innovaties.

Bij de huidige manier van aanbesteden wordt innovatie niet alleen belemmerd door de beperkte rol van de opdrachtnemer maar ook door de manier van samenwerking in teamverband met alle verschillende partijen. Dit vraagt om openheid, vertrouwen en onderlinge steun wat doorgaans niet samen gaat met het aanbesteden op laagste prijs, de verdeling van de risico's en behoud van kwaliteit. Er ontstaat belang bij een onduidelijk proces waar vooral de klant de dupe van is. Een onvoorspelbaar proces, wantrouwen en slechte samenwerking zijn de ongewenste neveneffecten, maar het belemmert ook de vernieuwing. Fragmentatie van de sector en het feit dat er geen krachtige dominante spelers zijn, maakt dat er nagenoeg geen enkel bedrijf is dat volledig op eigen kracht kan vernieuwen.

### **4.3 DE TOEKOMST VAN ICT IN DE BOUW**

De wens om de rol van de computer te versterken en informatie- en kennisuitwisseling en -beheer te verbeteren volgt uit de vraag van de markt om de positie van de klant in het bouwproces te versterken. Bij de verandering van de bouw van een aanbod- in een vraagmarkt speelt ICT een belangrijke voorwaarde. Want

dankzij klantgerichte communicatie met behulp van ICT als onderdeel van het bouwproces kunnen opdrachtgevers en eindgebruikers hun wensen en eisen beter in het bouwproces tot uitdrukking brengen. En als het mogelijk is om bestaande informatie en kennis via automatisering in te zetten om de positie van de klant te versterken zullen faalkosten en bouwfraudes kunnen worden teruggedrongen.

Door een betere inzet van ICT in de bouw zal het bouwproces transparanter worden voor zowel opdrachtgevers als eindgebruikers en andere belanghebbenden. Ook zal de cultuur in de bouw (geleidelijk) veranderen in een cultuur van dienstverlening. Een voorbeeld hiervan zijn virtuele technieken die de klant tijdens het ontwerpproces de mogelijkheden bieden om verregaande invloed uit te oefenen op zowel het proces als het product.

Er zullen allerlei nieuwe diensten ontstaan met bijbehorende instrumenten die alleen mogelijk zijn op basis van een openbaar netwerk van begripsdefinities, ofwel een objectenbibliotheek. Door on-line zo'n netwerk van definities van bouwbegrippen beschikbaar te maken kunnen applicaties rechtstreeks informatie uitwisselen en kan de mens (grotendeels) verdwijnen uit het informatieproces. Veel services zullen in de toekomst beschikbaar komen als Web Services. Dit is een Internetportaal waar je data heenstuurt en (automatisch, zonder menselijke tussenkomst) een resultaat terugkrijgt, bijv. een planning, een calculatie, een berekening. Denk bijvoorbeeld aan een organisatie als de Vereniging Eigen Huis (VEH). Deze vereniging heeft door haar dagelijkse advieswerk veel kennis van bouwfouten. In de toekomst zou het mogelijk kunnen zijn om informatie m.b.t. een ontworpen bouwwerk naar de VEH Web Service te sturen en automatisch een lijst met waarschuwingen m.b.t. mogelijke bouwfouten terug te krijgen. Een ander voorbeeld heeft betrekking op een verregaande samenwerking tussen architectenbureaus en productiebedrijven die samen systemen aanbieden waarmee afnemers via een Web Service hun eigen woning of bedrijfspand kunnen ontwerpen. De architect vervult daarbij de rol van systeemontwikkelaar en de adviseur van de klant. Die klant kan met de bijbehorende modellerings- en visualisatieprogrammatuur eigenlijk alles zelf. De programmatuur staat op de computer van de architect en is online beschikbaar. De klant is niet gebonden aan standaard componentafmetingen. Dankzij slimme koppelingen van teken- en rekensoftware kunnen componenten in een industrieel proces worden geproduceerd in series van één. Zodra het ontwerp klaar is, drukt de klant op een knop en worden automatisch specificaties, stuklijsten en een begroting aangemaakt. De informatie uit het 3D-model wordt vervolgens gebruikt voor de productie van de componenten en voor de uitvoeringslogistiek.



Zo zijn er allerlei interessante Web Services te verzinnen, van ontwerpadvies, via bouwkosten tot contractvorming. Veelal zijn ze nu ook al beschikbaar maar dan alleen in de vorm van uitbesteding aan gespecialiseerde bedrijven, of in de vorm van aan te schaffen programmatuur. Het voordeel van kennisexploitatie via Web Services is dat de klant niet zelf over de programmatuur hoeft te beschikken en zelfs nauwelijks kennis van de werking van zo'n toepassing hoeft te hebben. Per geval kunnen gewoon de meest geschikte Web Services worden geraadpleegd. Omdat er geen menselijke arbeid nodig is kunnen Web Services relatief goedkoop blijven. Ook interessant is de mogelijkheid om nieuwe automatische services te bieden die nu nog niet haalbaar zijn. Denk daarbij bijvoorbeeld aan een website waarop een bezoeker met behulp van koppeling geholpen kan worden bij het vinden van producten die voor hem interessant zijn. Vervolgens kunnen beslissingstabellen gebruikt worden om te bepalen of hij voor deze producten, bijvoorbeeld een vergunning, in aanmerking komt.

Met behulp van complexe kennis-gebaseerde systemen kan de bouwsector weer een open en doorzichtig geheel worden en kan eventueel de bouwfraude aangepakt worden. De klant heeft meer inzicht in wat er zoal aangeboden wordt op de markt en onderlinge prijsafspraken tussen aannemers kunnen snel opgemerkt worden. Ook is het voor de aannemers zelf van groot belang om producten tegen scherpe prijzen aan te bieden en klanten te verwerven om zo het hoofd boven water te kunnen houden in de grote concurrentiestrijd.

Tenslotte verwacht ik de grootschalige invoering en toepassing van objectenbomen gevolgd door de stap van domme documenten naar slimme documenten (m.b.v. het Semantische Web, zie Hst. 3.3). Documenten in een het huidige systeem hebben geen zelfkennis, ze kennen hun inhoud niet (domme documenten). Maar met een objectenboom en het Semantische Web kunnen we zover komen dat ook de documenten weten waar ze over gaan. Ze kennen hun inhoud, hun eigenaar en hun klanten en weten, wanneer ze waar nodig zijn. Daarmee wordt weer een nieuwe golf van ICT-aanbod haalbaar.

Ondanks het tegenvallende succes van ICT in de bouw begint het er toch steeds iets meer op te lijken dat betekenisvolle elektronische communicatie de bouw eindelijk in een heuse moderne industrie zal gaan veranderen. Een ontwikkeling die zeker samenhangt met de komst van het Internet en lijkt te gaan versnellen als het Semantische Web levert wat het beloofd. Het traditionele bouwproces verandert, innovatief, klantgericht en transparant.

## 4.4 SAMENVATTING

Ondanks het feit dat ICT een hulpmiddel is om het bouwproces efficiënter te laten verlopen, loopt het daadwerkelijke gebruik van ICT in de bouw achter bij de bestaande mogelijkheden. Naast innovatie belemmerende knelpunten van ICT in de bouw zijn het voornamelijk de ICT toepassingen waar een grote verbeteringsslag mogelijk is.

Twee belangrijke knelpunten bij rendabel investeren en verder uitbouwen van ICT toepassingen zijn: 1) het ontbreken van een uitwisselingsstandaard van betekenisvolle productgegevens en bouw kennis waardoor menselijke tussenkomst noodzakelijk blijft en 2) de fragmentatie binnen de sector, dit maakt dat er nagenoeg geen enkel bedrijf is dat volledig op eigen kracht kan vernieuwen.

In de toekomst zal dankzij klantgerichte communicatie met behulp van ICT als onderdeel van het bouwproces opdrachtgevers en eindgebruikers hun wensen en eisen beter in het bouwproces tot uitdrukking kunnen brengen. Het bouwproces wordt transparanter voor iedereen. Ook zal de cultuur in de Bouw (geleidelijk) veranderen in een cultuur van dienstverlening.

Een andere zeer belangrijke toekomstige ontwikkeling is het ontstaan van Web Services. Een Web Service is een Internetportaal waar je data heenstuurt en (automatisch, zonder menselijke tussenkomst) op verzoek een resultaat terugkrijgt, bijv. een planning, een calculatie, een berekening. Het voordeel van kennisexploitatie via Web Services is dat de klant niet zelf over de programmatuur hoeft te beschikken en zelfs nauwelijks kennis van de werking van zo'n toepassing hoeft te hebben. Per geval kunnen gewoon de meest geschikte Web Services worden geraadpleegd. Met behulp van deze complexe kennis gebaseerde systemen kan de bouwsector weer een open en doorzichtig geheel worden en kan de bouwfraude aangepakt worden.

Ondanks het tegenvallende succes van ICT in de bouw begint het er toch meer op te lijken dat betekenisvolle elektronische communicatie de bouw eindelijk in een heuse moderne industrie zal gaan veranderen. Een ontwikkeling die zeker samenhangt met de komst van het Internet en lijkt te gaan versnellen als het Semantische Web levert wat het beloofd. Het traditionele bouwproces verandert, innovatief, klantgericht en transparant.

## **5 ANALYSE VAN ONTOLOGIEËN**

Het begrip ontologie heeft een rijke geschiedenis waarbij de betekenis op verschillende manieren kan worden ingevuld. In mijn onderzoek wordt het begrip ontologie omschreven als een verzameling van definities van algemeen gebruikte begrippen en kennis over bouwen, die breed geaccepteerd en gedragen wordt. Wat het doel van het gebruik van een ontologie is en de vorm waarin een ontologie kan worden gegoten, wordt vervolgens uitgelegd. Als laatste wordt ingegaan op een heel belangrijk onderdeel van mijn onderzoek bestaande uit het verbinden van ontologieën tot een ontologienetwerk. In de literatuur is te lezen dat voor het maken van ontologieën een sterke interdisciplinaire aanpak is vereist: het combineren van computer wetenschap, filosofie en taal, vertrouwend op logica als een samenvoegend model.

### **5.1 HET BEGRIP ONTOLOGIE**

De betekenis en uitwerking van het begrip ontologie kan op verschillende manieren ingevuld worden. Het begrip is door de filosoof Aristoteles geïntroduceerd. Als je het woord ontologie in het woordenboek opzoekt, staat het beschreven als de *leer van de algemene eigenschappen van de dingen*.

De laatste jaren heeft het woord ontologie in de computerwetenschap een eigen betekenis gekregen. Namelijk als een *formele conceptualisatie van een bepaald domein dat gedeeld wordt door een groep mensen*. Deze conceptualisatie bestaat uit een set concepten (bv. entiteiten, attributen, processen), hun definities en onderlinge relaties. Er is overigens niet een algemene afspraak over wat de betekenis van een ontologie precies is.

Onderzoek op het gebied van Kennistechnologie heeft aangetoond dat het mogelijk is om applicaties te maken waarin de gebruikte kennis afgescheiden is van de rest van de programmacode. Bij verschillende soorten kennis worden verschillende manieren gebruikt om de toe te passen kennis te formaliseren (in de computer vast te leggen). Alvorens de kennis te formaliseren moeten de gebruikte begrippen (definities van objecten, eigenschappen, eenheden, relaties) worden vastgelegd.

Deze definities moeten dan gebruikt worden om een algemene beschrijving te geven van het betrokken domein, in dit geval de bouw. Deze verzameling definities noemt men een ontologie. Een ontologie komt sterk overeen met een objectenbibliotheek. Alleen is een ontologie uitgebreid met kennisregels. Een ontologie van de bouw

bestaat uit definities van algemeen gebruikte objecten en algemene kennis over bouwen, die breed geaccepteerd en gedragen wordt.

In het kader van mijn onderzoek kan een ontologie van de bouw dus omschreven worden als een verzameling van definities van algemeen gebruikte begrippen en algemene kennis over bouwen, die breed geaccepteerd en gedragen wordt.

Guarino<sup>13</sup> is van mening dat er onderscheid te maken is tussen niveaus in algemeenheid van ontologieën.

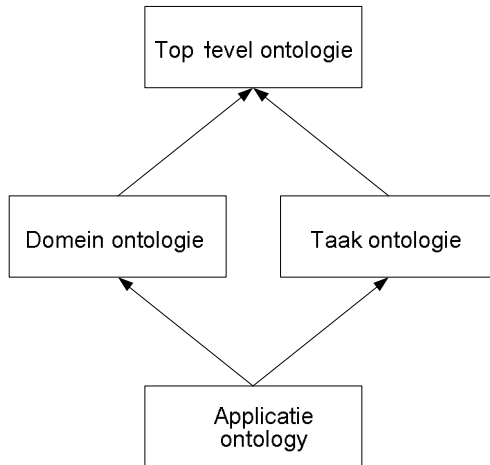


Fig. 5.1: De verschillende niveaus in ontologieën volgens Guarino

- Top-level ontologieën beschrijven zeer algemene concepten zoals ruimte, tijd, gebeurtenis, actie, etc. die onafhankelijk zijn van een bepaald probleem of domein. Het lijkt daarom logisch dezelfde top-level ontologies te hebben voor grote groepen gebruikers.  
De top ontologie, zoals in het bcoWeb weergegeven, bestaat uit de algemene bouw ontologie.
- Domein ontologieën en taak ontologieën beschrijven respectievelijk de woordenlijst die gerelateerd is aan een algemeen domein (bijvoorbeeld medicijnen of woningen) of een algemene taak (zoals het stellen van een diagnose of het bouwen van een woning) door de termen die geïntroduceerd zijn in de top-level ontologie preciezer te maken.  
Binnen de bouw ontologie zijn domein ontologieën opgezet voor de B&U, de GWW en de infrasector.
- Applicatie ontologieën beschrijven concepten die zowel van een bepaald domein als

---

<sup>13</sup> Guarino = [Guarino 1998] Nicola Guarino (ed.), Formal ontology in information systems, IOS press, Amsterdam (NL), 1998

van een bepaalde taak afhankelijk zijn, en vaak een precieze beschrijving van beide eraan gerelateerde ontologieën zijn.

Een buitenwandontologie geeft een precieze beschrijving van zowel de B&U ontologie als de taak woningscheidende constructie.

## 5.2 DOEL VAN EEN ONTOLOGIE

In de computerwetenschap zijn ontologieën het middel geworden om communicatie tussen computersystemen mogelijk te maken op een manier die onafhankelijk is van de individuele systemen op iedere computer; ontologie is de manier waarop de informatie is gestructureerd. Kortweg de mogelijkheid van het delen of hergebruiken van informatie en/of het verkrijgen van interoperabiliteit. Doordat verschillende systemen verschillende manieren gebruiken om dezelfde dingen te beschrijven, blijkt communicatie tussen verschillende systemen tot op heden erg moeilijk.

Hoofdingrediënten voor een ontologie zijn een woordenlijst met basistermen, een precieze specificatie van wat die termen betekenen en onderlinge relaties tussen de termen.

Mijn doel van het gebruik van een ontologie in deze scriptie is om definities, kennis en informatie van bouwobjecten te vinden door bekende informatie aan een ontologie te koppelen en met behulp van deze informatie en de ontologie nieuwe definities en kennis van bouwobjecten te identificeren in nieuwe data.

## 5.3 VORM VAN EEN ONTOLOGIE

Zoals gezegd is er geen overeenstemming over wat iets dat beschreven wordt met het begrip ontologie precies inhoudt. Het is wel duidelijk dat een ontologie een overzicht van de belangrijke begrippen in een bepaald domein is. Dit overzicht is altijd wel vanuit een bepaald perspectief en er kunnen dus meerdere ontologieën voor hetzelfde domein zijn. De meeste ontologieën bestaan uit domeinspecifieke termen, die hiërarchisch geordend zijn (taxonomie). Naast deze taxonomische relaties zijn er vaak ook nog andere relaties aangegeven zoals bijvoorbeeld de relatie dat twee termen met elkaar geassocieerd kunnen worden.

Hoewel er voor een ontologie geen vastgelegde vorm is, bestaan er wel afspraken over de vorm van van ontologieën afgeleide concepten, b.v. een monolinguale

thesaurus. Thesauri worden bijvoorbeeld gebruikt om er voor te zorgen dat bij het zoeken in databases het taalgebruik standaard is. Vaak gebruiken mensen met verschillende achtergronden verschillende termen (jargon), terwijl ze hetzelfde bedoelen. Een thesaurus kan er voor zorgen dat al deze verschillende woorden die uiteindelijk hetzelfde betekenen, hetzelfde worden geïnterpreteerd. Een thesaurus wordt gebruikt om te assisteren bij het geven van een indicatie en het terugvinden van informatie in een database met data die betrekking heeft op hetzelfde domein. Als iemand bijvoorbeeld op zoek is naar informatie over huizen, kan de ene persoon de zoekterm “woning” gebruiken, en een ander weer “huis” of “woonhuis”. Een thesaurus koppelt dan al deze termen aan de ‘geprefereerde term’ “woning.”

Een thesaurus is dus het koppelen van vele termen op één acceptabele term per concept, waarbij voor verschillende domeinen verschillende thesauri noodzakelijk zijn. Dit koppelen gebeurt door aan te geven dat woorden hetzelfde betekenen (synoniemen, acroniemen, alternatieve spellingswijzen) en door bij de woorden de onderlinge relaties aan te geven.

Er bestaan monolinguale en multilinguale thesauri. Monolinguale thesauri zijn op één taal van toepassing. Multilinguale thesauri kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden om equivalente begrippen in verschillende talen aan elkaar te koppelen en zo een verbinding tussen de verschillende talen mogelijk te maken.

De ontologie waar ik in deze scriptie naar verwijst, bestaat uit termen en eigenschappen die onderling met elkaar verbonden zijn d.m.v. de FU-TS relatie (zie hst 6.3). Een term is vaak één woord en iets is alleen een term als er concrete objecten of handelingen mee aangeduid kunnen worden.

## 5.4 EEN ONTOLOGIENETWERK

Er zijn verschillende manieren om bronnen (in dit geval ontologieën) te koppelen en gegevens met elkaar te verbinden b.v. hiërarchisch of verwijzend.

Bij een enkelvoudige overervinghiërarchie wordt een boomstructuur gebruikt, bestaande uit zich vertakkende lijnen, om de onderlinge plaats van de bronnen vast te leggen. Elke bron (m.u.v. de hoogste en de laagste bron) is zowel verbonden met onderliggende als bovenliggende bronnen. Hier wordt ook wel gesproken van een 1-op-veel relatie. Een heel bekend voorbeeld van een boomstructuur is de familiestamboom.

Bij een verwijzende koppeling wordt een netwerkstructuur gebruikt om de onderlinge verwijzingen tussen de bronnen vast te leggen. Een netwerk wordt ook wel

omschreven als een geheel van met elkaar verbonden punten. Hierbij is sprake van een veel-op-veel relatie.

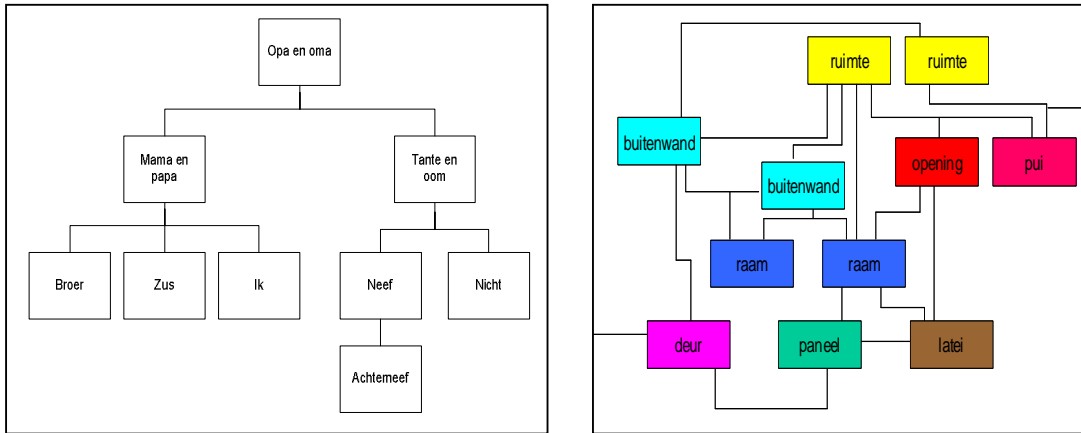


Fig. 5.2: Een boomstructuur vs. een complexe structuur

In een ontologienetwerk wordt gebruik gemaakt van de verwijzende koppeling, ontologieën kunnen verwijzen naar andere ontologieën en deze uitbreiden. Op deze manier ontstaat er een koppeling tussen de ontologieën en kan het importeren van andere ontologieën zorgen voor een heel netwerk van ontologieën die een steeds groter gebied beschrijven. Iedere ontologie beschrijft een (deel van een) domein, wat weer een gedeelte is van een groter domein.

Om dit te initiëren, zal er eerst een basisontologie of een aantal daarvan moeten worden gemaakt. Deze basisontologie moet een bepaalde structuur hebben en een duidelijk afgekaderd gebied beschrijven. Daarna kan de ontwikkeling van volgende ontologieën eenvoudiger plaatsvinden en daarmee ook de softwareontwikkeling op basis van deze ontologieën. Ook moet de basisontologie een bepaald abstractieniveau hebben, om zo als uitgangspunt te dienen voor volgende ontologieën.

Een zeer belangrijk voordeel van een netwerkontologie t.o.v. een boomontologie is de mogelijkheid om begrippen/objecten te delen zonder de informatie te dupliceren. Neem bijvoorbeeld een basisontologie voor de bouw die als leidraad dient voor het beschrijven van bouwwerken in de B&U en de GWW sector. De uitbreidingen op deze basisontologie beschrijven elk hun gedeelte van de bouwsector. Zo zal er bijvoorbeeld een ontologie ontstaan die woonhuizen beschrijft en een die viaducten beschrijft. Naast veel verschillende ontologieën zullen ze ook enkele overlappende ontologieën hebben zoals bijvoorbeeld de funderingsontologie. Informatie over funderen speelt een vergelijkbare rol in de twee genoemde sectoren. Zo kunnen in

een ontologienetwerk funderingsbegrippen/objecten worden gedeeld, zonder de info te dupliceren.

Een ander groot voordeel van een ontologienetwerk is de mogelijkheid tot decentrale ontwikkeling. Hiermee bedoel ik dat een ontologie een domein beschrijft met vaak zeer specialistische kennis. Deze kennis komt bijvoorbeeld van een bepaalde belangengroep. Het streven van een ontologienetwerk is dat iedere belangengroep baas blijft over z'n eigen gegevens, maar dat het netwerk er voor zorgt dat alles aan elkaar hangt.

## 5.5 SAMENVATTING

In het kader van mijn onderzoek kan een ontologie van de bouw omschreven worden als een verzameling van definities van algemeen gebruikte begrippen en algemene kennis over bouwen, die breed geaccepteerd en gedragen wordt. Mijn doel van het gebruik van een ontologie in deze scriptie is om definities, kennis en informatie van bouwobjecten te vinden en te ordenen door bekende informatie aan een ontologie te koppelen en met behulp van deze informatie en de ontologie nieuwe definities en kennis van bouwobjecten te identificeren in nieuwe data. Hoewel er voor een ontologie geen vastgelegde vorm is, bestaan er wel afspraken over de vorm van van ontologieën afgeleide concepten zoals b.v. een thesaurus.

De ontologie waar ik in deze scriptie naar verwijst, bestaat uit termen en eigenschappen. Een term is vaak één woord en iets is alleen een term als er concrete objecten of handelingen mee aangeduid kunnen worden.

De twee manieren om bronnen (in dit geval ontologieën) te koppelen en gegevens met elkaar te verbinden zijn hiërarchisch of verwijzend. In een ontologienetwerk wordt gebruik gemaakt van de verwijzende koppeling. Oftewel ontologieën kunnen verwijzen naar andere ontologieën en deze uitbreiden. Op deze manier ontstaat er een koppeling tussen de ontologieën en kan het importeren van andere ontologieën zorgen voor een heel netwerk van ontologieën die een steeds groter domein beschrijven. Een zeer belangrijk voordeel van een netwerkontologie t.o.v. een boomontologie is de mogelijkheid om begrippen/objecten te delen zonder de informatie te dupliceren. Een ander groot voordeel van een ontologienetwerk is de mogelijkheid tot decentrale ontwikkeling.



## **6 EEN ONTOLOGIENETWERK VOOR DE BOUW**

Het Building-Construction Ontology Web (bcoWeb) Initiatief is een experiment voor het toepassen van de nieuwe generatie Internet in de bouw. Het doel van het bcoWeb is het gezamenlijk ontwikkelen van een nationaal en open bouwontologienetwerk met de intentie een doorbraak mogelijk te maken in de manier waarop partijen in de bouw informatie en kennis uitwisselen en delen. In het eerste deel wordt het idee achter het bcoWeb nader toegelicht om vervolgens in het tweede deel het verschil aan te geven met eerdere initiatieven voor het ontwikkelen van een gemeenschappelijk afsprakenstelsel in de bouw zoals het Lexicon en de objectenboombenadering van Rail Infrabeheer.

Voor een overzichtelijk en bruikbaar ontologienetwerk moet het netwerk helder zijn opgebouwd. Hierbij moeten zowel de relaties tussen objecten binnen één ontologie als relaties tussen objecten uit verschillende ontologieën volgens een duidelijke structuur verbonden zijn. Het Building-Construction Ontology Web Initiatief is een experiment op basis van het Functional Unit (FU) Technical Solution (TS) paradigma van GARM<sup>14</sup> dat in het derde deel uitvoerig wordt beschreven. Vervolgens wordt er afgesloten met een beschrijving van de inhoud van de webpagina van het bcoWeb.

### **6.1 HET BUILDING-CONSTRUCTION ONTOLOGY WEB INITIATIEF**

Zoals in deze scriptie eerder al duidelijk naar voren kwam, zal ICT een sleutelrol moeten vervullen in het beheer en de kwaliteitsborg van de informatie- en kennisstromen om te bevorderen dat de bouw in de toekomst beter gaat presteren. Onderzoeken naar de mogelijkheden van nieuwe instrumentatie worden momenteel gestuurd door de opkomst van het nieuwe generatie Internet (ook wel semantisch web of Web 2.0 genaamd). Het Building-Construction Ontology Web (bcoWeb) Initiatief is een experiment voor het toepassen van de nieuwe generatie Internet in de bouw waarbij het Internet open wordt voor deelname van computerapplicaties. Hierbij zullen computers en mensen gebruik kunnen maken van een gezamenlijk begrippenkader waarmee de rol van computers in de bouw kan worden versterkt. Het huidige Internet is uitsluitend gericht op menselijke communicatie, computers weten niet waarover wordt gecommuniceerd. Als computers zelf over het noodzakelijke begrippenkader beschikken, kan veel communicatie (vooral die tussen computers onderling) plaatsvinden zonder dat mensen daar een rol in spelen. Voorwaarde

---

<sup>14</sup> FU-TS paradigma van GARM = zie hst. 6.3

daartoe is dat computers zelf ook ‘begrijpen’ waar het in de verschillende informatiestromen over gaat zodat ze kunnen helpen om communicatiestoringen te voorkomen. Het zal nog vele jaren duren, maar uiteindelijk zullen computers over elementaire bouwkennis beschikken.

De wens om de rol van de computer te versterken en informatie- en kennisuitwisseling en -beheer te verbeteren volgt uit de vraag van de markt om de positie van de klant in het bouwproces te versterken. Faalkosten en bouwfraudes kunnen gedijen bij de onwetendheid van de klant.

Het doel van het bcoWeb is het gezamenlijk ontwikkelen van een experimenteel publiektoegankelijk (open) bouwontologienetwerk of -web met de intentie een doorbraak mogelijk te maken in de manier waarop partijen in de bouw informatie en kennis uitwisselen en delen. Dé manier voor het gezamenlijk en open ontwikkelen van een bouwontologieweb is via Internet, daarom is het Building-Construction Ontology Web Initiatief als webapplicatie opgezet (nl.bcoWeb.org).

Publiektoegankelijk of open betekent “open source” omdat de inhoud onder een open source licentie beschikbaar is. Hierdoor zal de inhoud permanent gratis voor iedereen beschikbaar en bruikbaar blijven en kan de inhoud door iedereen (na aanmelding) gewijzigd worden. Iedereen kan dus in de ontwikkeling participeren. Dit is de beste verzekering van continuïteit. Bouwontologie, omdat het hier gaat over verzamelingen van definities van bouwbegrippen en -objecten. Deze begrippen zorgen voor een betere afstemming van vraag en aanbod op verschillende niveaus van complete systemen (Villa) tot complexe elementen (Buitenwand) of elementen op component niveau (Kanaalplaat). Dit zijn echter slechts enkele voorbeelden van de ca. 300.000 bouwbegrippen die een relevante rol spelen in de Bouw en Civiele Techniek (incl. infrastructuur). Netwerk omdat het niet gaat om een centrale ontwikkeling maar om een decentrale. Het streven is dat iedere belangengroep baas blijft over z'n eigen gegevens, maar dat het web er voor zorgt dat alles aan elkaar hangt. En experimenteel, omdat het hier nog steeds gaat om *een poging* om greep te krijgen op de technologie en om medestanders en financiering te vinden die de uiteindelijke realisatie van bcoWeb mogelijk maakt.

Met definities van bouwbegrippen (“Raam”, “Kanaalplaat”, “Stucwerk”, etc.) in het on-line netwerk wordt bedoeld dat bij ieder begrip ook de meest relevante eigenschappen en de daarbij horende eenheden worden vastgelegd. Bij het bouwbegrip “Spant” worden bijvoorbeeld de eigenschappen en eenheden ‘Overspanning’ (meters), ‘Helling’ (graden). ‘Materiaal’ en ‘Type’ weergegeven. Vastgelegde eigenschappen en eenheden, alsmede de benaming van de begrippen zijn niet dwingend voorgeschreven, het zijn *referenties* die binnen het netwerk uniek

zijn en er voor zorgen dat verschillende gebruikers, ondanks dat ze verschillende definities hanteren toch elektronisch kunnen communiceren.

Het bcoWeb zelf is geen commercieel eindproduct, het is een "enabler", een technologie die allerlei nieuwe en betere applicaties en werkmethoden mogelijk maakt. Omdat via het beoogde netwerk alles en iedereen in de toekomst over dezelfde objectdefinities kan beschikken, zijn computers in staat (m.b.v. het semantische web) om allerlei taken op informatiegebied van de mens over te nemen. Nieuwe manieren van softwaremarketing d.m.v. Web Services zullen softwaremakers een grotere markt voor hun producten bezorgen. Klanten zullen in de toekomst vaak alleen betalen voor het gebruik van de software.

## 6.2 RELATIE MET SOORTGELIJKE OF GERELATEERDE INITIATIEVEN

In andere (product)industrieën, bijvoorbeeld de automobielenindustrie, heeft ICT al een belangrijke positie ingenomen in het aansturen en controleren van de productieprocessen. Een voorbeeld hiervan is een bedrijf in Spanje dat een opdracht ontvangt voor het leveren van een aantal autostoelen in vijf verschillende versies, materialen en kleuren, af te leveren zes weken later om 13:00 in een Duitse plaats. In Duitsland aangekomen, worden de stoelen op een montageband gezet waar zij binnen een zeer korte tijd, samen met aangeleverde onderdelen vanuit verschillende lokaties, worden samengevoegd in een aantal specifieke auto's die ergens in Europa zijn besteld. Zo'n voorbeeld zou zich ook in de bouw kunnen afspelen bij de assemblage van bijvoorbeeld (seriematige) woningbouw ware het niet dat de bouw nog steeds communiceert met traditionele, op papier gebaseerde, documenten en de daarmee gepaard gaande fouten (te laat, fouten, verlies, misverstanden,...). In de bouw moet men dus ook naar een hoge mate van computer gestuurde communicatie wil men het productieproces aanzienlijk verbeteren.

Een voorbeeld van een soortgelijke ontwikkeling als het bcoWeb is die van de automobiel navigatiesystemen. Een nieuwe high-tech big business die alleen mogelijk is op basis van een gezamenlijke inspanning om een GIS-database (Geografische Informatie Systemen) te maken waarin de afstanden tussen alle belangrijke plaatsen en kruisingen zijn vastgelegd. Het maken van zo'n GIS-database was zonder direct commercieel belang.

Het doel van het bcoWeb is om een (aanzet) voor een objecten-database te maken met daarin de relaties tussen alle belangrijke objecten uit de verschillende sectoren

van de bouw. Het bcoWeb kan in de huidige opstartfase worden gezien als een taak waarbij de markt pas volgt als deze taak afdoende gevorderd is.

Door alle tegenslagen en negatieve publiciteit die de bouw de afgelopen jaren te verduren heeft gehad, zijn er verschillende initiatieven ondernomen om de industrie weer een positieve impuls te geven. Een zeer belangrijk Initiatief hierin is om tot een gemeenschappelijk afsprakenstelsel voor de bouw te komen. Van twee van deze initiatieven worden de verschillen met het bcoWeb behandeld:

- Het Lexicon van de STABU<sup>15</sup>

De verschillen met de ontwikkeling van het Lexicon van de STABU zijn:

- (1) De scope: van het bcoWeb is het hele veld van de Bouw en Civiele Techniek inclusief de infrastructuur, bouwwerk, bouwproces, omgeving en hulpmiddelen. Het LexiCon richt zich puur op gebouwen.
- (2) De openheid: het LexiCon is een gesloten ontwikkeling van de STABU waardoor het gebruik van het LexiCon niet vrij is en ook de invulling wordt volledig door de STABU zelf gerealiseerd.
- (3) De technologie: van het LexiCon is vooral terug te vinden in het objectgeoriënteerde paradigma uit de ICT-wereld. Het gevolg is dat er erg veel abstracte datatypes worden gebruikt. Het bcoWeb daarentegen is gebaseerd op XML, RDF en OWL en daarmee erg geschikt voor Internet.
- (4) De toepasbaarheid: van het LexiCon ligt vooral in het grensvlak van vraag en aanbod van bouwmaterialen en bouwcomponenten. De links met ontwerp/engineering en het bouwproces zijn mager. Met het bcoWeb kunnen alle toepassingen worden ondersteund waarvoor Internet een medium is.

- de Objectenboom benadering van Rail Infrabeheer

De relatie met de Objectenboom benadering van Rail Infrabeheer is dat beide de gestructureerde opbouw van materialen, componenten en elementen voorstaan. Het verschil is de technologie en het open resultaat. Een inhoudelijk verschil is dat het bcoWeb zich richt op het ondersteunen van het keuze- of beslissingsproces en dat

---

<sup>15</sup> STABU = De Stichting STABU, opgericht op 13 oktober 1976, is een samenwerkingsverband tussen de partners in de bouwnijverheid. De naam van de Stichting STABU is een afgeleide van de taak waarvoor zij staat: het uitgeven en beheren van de gestandaardiseerde bestekssystematiek voor de woning- en utiliteitsbouw.

de Objectenboom-aanpak beschrijft welke keuzen er zijn gemaakt. Alternatieven blijven daarmee buiten beschouwing.

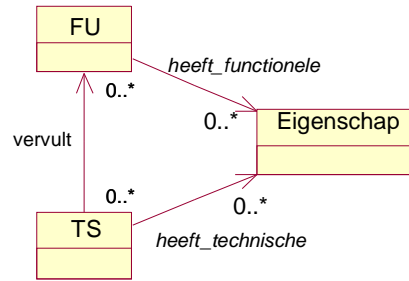
Een objectenboom is een instantiemodel (uniek voor een bepaald geval). Het bcoWeb bevat type-informatie (algemeen geldend voor het type object). Voor ProRail betekent dit dat een infraWeb binnen het bcoWeb de soorten objecten zou gaan bevatten die in de verschillende objectenbomen worden gebruikt. Een objectenboom kan dan worden gecreëerd door een keuzeprocess (de kern van het bcoWeb). Daarbij kan allerlei extra kennis worden ingezet zoals die uit de regelgeving of zoals die is verkregen uit eerdere werken.

### **6.3 VRAAG - AANBOD EN FU-TS RELATIE**

Om een goed, werkzaam ontologienetwerk te krijgen, moet het netwerk helder zijn opgebouwd. Zowel de relaties tussen objecten binnen één ontologie als relaties tussen objecten uit verschillende ontologieën moeten volgens een duidelijke structuur verbonden zijn. Het Building-Construction Ontology Web (bcoWeb) Initiatief is een experiment op basis van het Functional Unit (FU) Technical Solution (TS) paradigma van GARM<sup>16</sup>. Objecten en eigenschappen, zowel in de bouw als in andere industrieën, kunnen vanuit een functioneel perspectief (de vraag) en een technisch perspectief (het aanbod) worden bekeken. Een functionele eenheid (FU) is een complete set functionele specificaties van een element die door de vraagkant zijn opgesteld. Een FU kan 0 tot oneindig veel functionele eigenschappen hebben. De functionele eisen hebben een algemeen karakter, veelal door de beperkte kennis van de klant, die kunnen worden ingevuld door 0 of een oneindig aantal technische oplossingen (TS'en). Een TS is een tastbaar object dat vanuit de aanbodzijde (toeleverancier) kan worden geleverd (raam, deur) met ieder zijn eigen technische eigenschappen. Een technische object vormt door de variabele technische eigenschappen die eraan verbonden zijn een uitbreiding op een functioneel object met zijn functionele eigenschappen. Het geheel van functionele en technische objecten en hun onderlinge relaties kan als volgt worden weergegeven.

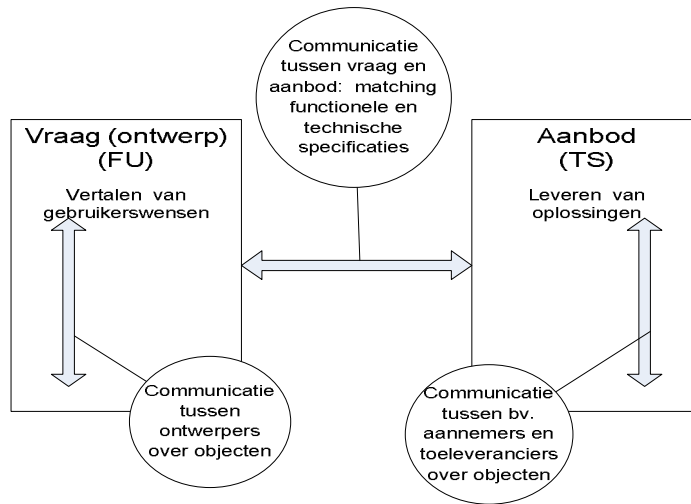
---

<sup>16</sup> GARM = General AEC Reference Model (Gielsing 1998)



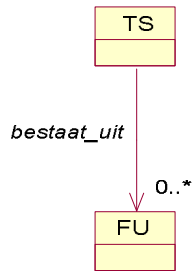
Figuur 6.1: UML class diagram die de noodzakelijke informatie beschrijft voor de selectie van een individuele TS als oplossing van een FU

Elke functionele vraag (FU) kan worden opgelost door één of meer technische oplossingen (TS) waarbij slechts één van de technische oplossingen uiteindelijk geselecteerd zal worden. Tussen de functionele vraagspecificatie en de mogelijke technische oplossingen dient dus een koppelingsproces plaats te vinden. Hoewel het netwerk zelf niet bedoeld is om de koppeling van vraag een aanbod te realiseren is het wel de bedoeling om de benodigde informatie en kennis zo te ordenen dat computergesteunde, optimale koppeling mogelijk wordt.



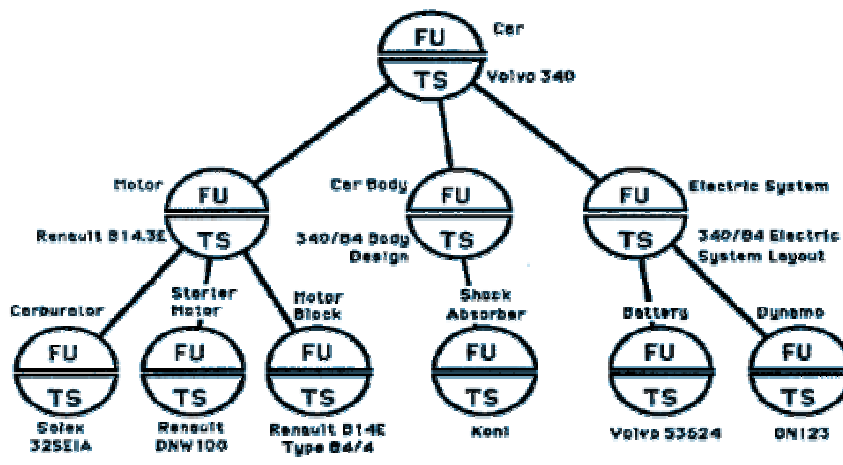
Figuur 6.2: Schematische weergave van het 'nieuwe' vraag/aanbodmodel

De eisen van FU's kunnen worden vervuld door verschillende TS-en. Een TS kan op zijn beurt weer opgesplitst worden in een set van één of meer Functional Units. Dit betekent dat bij iedere TS ook nog lagere beslissingen genomen moeten worden die op den duur ook in het netwerk gedefinieerd worden. TS-en zijn (meestal) samengesteld uit een set van objecten van een lagere orde (ofwel details) die kunnen worden bekeken vanuit zowel een functioneel als een technisch perspectief. De TS Plat Dak bestaat b.v. nog uit verschillende details zoals de dakconstructie, de dakbedekking, een dakgoot, etc.



*Figuur 6.3: UML class diagram die weergeeft dat TS'en uit lagere orde FU's kunnen zijn opgebouwd*

Doordat TS-en verwijzen naar lagere FU's en andersom ontstaat er een netwerk van clusters van objectdefinities. Door de ontologie zo op te zetten kunnen alle belangengroepen hun eigen technische oplossingen toevoegen. Dat kan zowel van bovenaf (top-down) als onderaf (bottom-up), of een mengvorm van beide. Grafisch kan deze relatie tussen FU's en TS'en worden weergegeven in een soort van 'Hamburger' model, zoals hieronder weergegeven:



*Figuur 6.4: Voorbeeld van de decompositie van een auto. De auto en al zijn onderdelen worden gerepresenteerd door FU's en TS'en.*

Bij de FU-TS relatie worden dus functionele eisen omgezet in technische oplossingen waarbij een keuze moet worden gemaakt voor de beste TS bij de FU. Hoewel dit keuzeprobleem simpel lijkt is het dat niet. Iedere keuze is namelijk een afweging met consequenties. Enerzijds kan worden gekozen voor de TS die op alle eisen het beste scoort, wat vaak duur is. Anderzijds kan worden gekozen voor het goedkoopste aanbod, wat uiteraard ook niet altijd goed is. Er moeten prioriteiten worden gesteld en prestaties worden afgewogen. Keuzen zijn vaak afhankelijk van andere keuzen. Kies je hier voor X (bv. bungalow) dan kun je verderop niet meer

voor Y (bv. zadeldak) kiezen. Ook scoort een FU wellicht goed m.b.t. de ene groep eisen, maar minder goed m.b.t. een andere groep eisen.

De manier van structureren volgens de FU-TS relatie kan overal op worden toegepast, bij woningen en gebouwen, maar ook bij objecten uit de GWW-sector. De resulterende ontologie is erg overzichtelijk en brengt vraag- en aanbodzijde dichter bij elkaar, terwijl de mens niet langer noodzakelijk de verbindende schakel in het informatiesysteem moet blijven. Door catalogi van technische oplossingen te maken die 'matchbaar' zijn met de functionele objecten uit de lijsten die de ontologie bevat kunnen computers veel meer ondersteuning bieden dan tot nu toe mogelijk was.

Eén van de grote voordelen van de FU-TS hiërarchie is, naast de perfecte koppeling op de ketens, dat ook de context van iedere keuze beschikbaar is. Als van de klant de vraag naar een dakkapel komt, krijgt hij zowel een lijst met mogelijke dakkapel oplossingen als een lijst met andere oplossingen b.v. voor lichtvoorziening in het dak zoals een dakraam.

## 6.4 DE TECHNOLOGIE ACHTER HET BCOWEB

Zoals eerder opgemerkt, zijn ontologieën beschrijvingen van een gesloten wereld. Of anders gezegd: *een ontologie definieert de "normale" zelfstandige naamwoorden en betekenissen die gebruikt worden om een bepaald (kennis)gebied te beschrijven en te representeren.* Met ontologieën wordt de taal van vakmensen (enigszins) begrijpelijk gemaakt voor computers.

Het bcoWeb is gebaseerd op zowel de XML, de RDF als de OWL programmeertaal. Met behulp van ontologieën kan een kennisgebied dus worden beschreven en gerepresenteerd. De door het World Wide Web Consortium [W3C] gedefinieerde ontologie taal voor computers is OWL (Ontology Web Language). Deze taal biedt een mogelijkheid om ontologieën gestructureerd te definiëren. Deze structuur komt voort uit de syntax van de taal. Hiermee wordt bedoeld dat ontologieën bestaan uit klassen met eigenschappen en deze eigenschappen kunnen restricties hebben op bepaalde klassen. Doordat de klassen ook instanties kunnen hebben, lijken ontologieën object georiënteerd [OO-paradigma]. Een belangrijk onderdeel van OWL vormt de subklasse-relatie. Deze relatie geeft aan dat een bepaalde klasse A een subklasse is van B. Gevolg hiervan is dat klasse A alle eigenschappen overerft van klasse B. Een klasse kan van meerdere klassen overerven (multiple inheritance). Een andere relatie wordt gevormd door de ObjectProperty relatie. Deze geeft de relatie tussen verschillende klassen aan. Zo kan bijvoorbeeld de hasPart relatie gekoppeld worden aan Huis en Dak: Huis hasPart Dak.

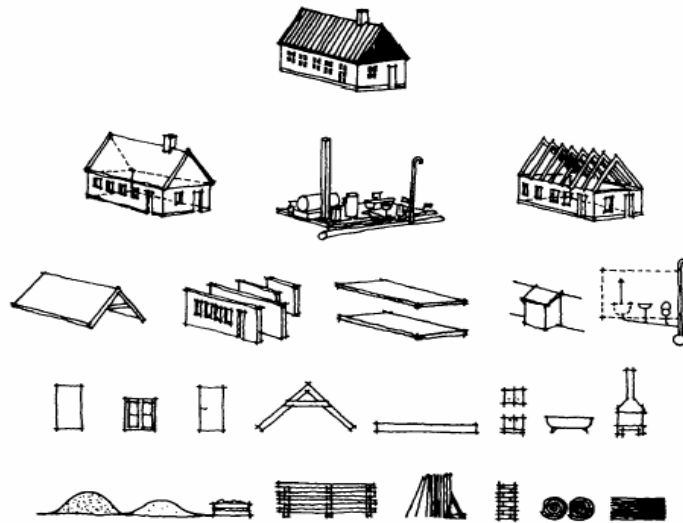


Ontologieën van het OWL-formaat kunnen verwijzen naar andere ontologieën en deze uitbreiden. Dit importeren van andere ontologieën kan zorgen voor een heel netwerk van ontologieën. Iedere ontologie beschrijft een gebied, wat weer een gedeelte is van een groter gebied. Door de ontologieën te koppelen, wordt een groter gebied beschreven. Om dit te initialiseren, zal er een basisontologie of een aantal daarvan, moeten worden gemaakt. Op basis van deze ontologie kan dan de uitbreiding gemaakt worden. Deze basisontologie moet een bepaalde structuur hebben en een duidelijk afgekaderd gebied beschrijven. Wanneer de structuur duidelijk vastgelegd is in de basis, kan de ontwikkeling van volgende ontologieën eenvoudiger plaatsvinden en daarmee ook de softwareontwikkeling op basis van deze ontologieën. De basisontologie moet een bepaald abstractieniveau hebben, om zo als uitgangspunt te dienen voor volgende ontologieën.

Voor een nadere uitleg over de technologie achter het bcoWeb en het gebruik van XML, RDF en OWL wil ik graag verwijzen naar een publicatie van Reinout van Rees: <http://vanrees.org/research/phd/futswebpaper>

## **6.5 DE INHOUD VAN DE WEBPAGINA**

Zowel de vraag- als de aanbodkant in de bouw zijn geïnteresseerd in informatie over bouwbegrippen op verschillende niveaus. Door de niet-hiërarchische structuur van objecten binnen een netwerk kan de informatie over de bouwbegrippen op verschillende niveaus worden aangeleverd. Zo is een klant die een kant en klaar nieuw dak wil alleen geïnteresseerd in de informatie van kant en klare complete dakoplossingen terwijl iemand die zelf een nieuw dak wil bouwen geïnteresseerd is in alle afzonderlijke componenten waaruit een daksysteem is opgebouwd. De inhoud van de webpagina beslaat dus bouwobjecten op allerlei verschillende niveaus van ruwe bouwmaterialen tot complete technische oplossingen.



*Figuur 6.5 : De verschillende niveaus waarop naar de objecten van een bouwwerk kan worden gekeken.*

Wel is het zo dat de input voor de webpagina moet komen uit bestaande data (catalogi gegevens, wetten, CAD objecten, bouwvoorschriften, etc.). Hierbij is er een plekje in de ontologie waar iedere aanbieder z'n producten kwijt kan en is er een manier om dat aanbod op te vragen (via de gewenste functie)

## 6.6 SAMENVATTING

Het Building-Construction Ontology Web (bcoWeb) Initiatief is een experiment voor het toepassen van de nieuwe generatie Internet in de bouw waarbij het Internet open wordt voor deelname van computerapplicaties. Het doel van het bcoWeb is het gezamenlijk ontwikkelen van een nationaal en open bouwontologienetwerk met de intentie een doorbraak mogelijk te maken in de manier waarop partijen in de bouw informatie en kennis uitwisselen en delen. Hierbij zullen computers zelf over het noodzakelijke begrippenkader beschikken zodat veel communicatie (vooral die tussen computers onderling) kan plaatsvinden zonder dat mensen daar een rol in spelen. Als het mogelijk is om bestaande informatie en kennis via automatisering in te zetten om de positie van de klant te versterken zullen faalkosten en bouwfraudes kunnen worden teruggedrongen. Het bcoWeb zelf is geen commercieel product, het is een "enabler", een technologie die allerlei nieuwe en betere applicaties en werkmethoden mogelijk maakt.

Om een goed werkzaam ontologienetwerk te krijgen, moet het netwerk via een heldere structuur zijn opgebouwd. Het bcoWeb is een experiment op basis van het Functional Unit (FU) Technical Solution (TS) paradigma van GARM. Hierbij worden functionele eisen omgezet in technische oplossingen en wordt er een keuze gemaakt voor de beste TS bij een FU. Iedere keuze is een afweging met consequenties. Een TS kan op zijn beurt weer opgesplitst worden in een set van één of meer Functional Units. Doordat TS-en verwijzen naar lagere FU's en andersom ontstaat er een netwerk van clusters van objectdefinities. Door de ontologie volgens deze structuur op te zetten, kunnen alle belanghebbenden (toeleveranciers) hun eigen technische oplossingen toevoegen. Dit kan zowel van bovenaf (top-down) als onderaf (bottom-up) of een mengvorm van beide.

Het bcoWeb is zowel gebaseerd op de XML, de RDF als de OWL programmeertaal. Door catalogi van technische oplossingen te maken die 'matchbaar' zijn met de functionele objecten uit de lijsten die de ontologie bevat kunnen computers veel meer ondersteuning bieden dan tot nu toe mogelijk was. De inhoud van de webpagina beslaat bouwobjecten op allerlei verschillende niveaus van ruwe bouwmaterialen tot complete technische oplossingen.

## **7 ONTWIKKELING VAN HET BCOWEB**

Voor de ontwikkeling van het bcoWeb heb ik gebruik gemaakt van enkele basisingrediënten. Ik begon met het verzamelen van informatie over bouwobjecten en hun definities. Nadat ik er een aardig aantal (ca. 100) had verzameld, heb ik alles bij elkaar gegooid om er een eerste invulling van het model mee te maken. Vervolgens heb ik verbanden aangebracht tussen de verschillende objecten m.b.v. de FU-TS relatie. Voor het vergemakkelijken van het invoeren van grote hoeveelheden technische of functionele objecten zijn de hulptypes abstracte super type TS en FU-set toegevoegd. Vervolgens is er nog gekeken naar het overerven van eigenschappen, grootheden en karakteristieken tussen FU's en de daaraan gekoppelde TS'en, en andersom. Afgesloten wordt er met een kritische blik op het netwerk: hoe te verdelen en samen te werken

### **7.1 HET VERZAMELEN VAN INFORMATIE**

Bij het maken van een on-line netwerk van objectdefinities kan een scala aan uitgangspunten worden gehanteerd. Voordat ik mijn afstuderen begon, is de TU-Delft betrokken geweest bij verschillende pogingen om in nationaal en internationaal verband ontwikkelingen op het gebied van objectbibliotheken te realiseren. Uit deze pogingen zijn enkele belangrijke lessen geleerd die bij de ontwikkeling van het bcoWeb een belangrijke rol hebben gespeeld. Eén van de belangrijkste lessen is dat een netwerk van begripsdefinities erg wordt beïnvloed door nationale omstandigheden zodat Europese ontwikkelingen op dit gebied pas zin hebben nadat in meerdere landen nationale begrippenkaders in gebruik zijn. Een andere les is dat de nieuwste Internettechnologie bij uitstek geschikt is voor het nagestreefde doel; andere sectoren zijn ons op dat pad reeds voorgegaan. Een volgende les is dat het realiseren van een bruikbare set begripsdefinities een enorm werk is dat alleen succes kan hebben als het brede steun vindt in de bouwmaatschappij en in een open, gedecentraliseerd ontwikkelingstraject wordt aangepakt. Daarbij is het van groot belang dat alle groepen met productkennis bij de ontwikkeling zijn betrokken en eigenaar blijven van hun eigen informatie. Een laatste les is dat het gebruik van zo'n netwerk van begripsdefinities de bouw en op de bouw gerichte ICT wezenlijk zullen veranderen.

Nadat Reinout een eerste versie van de Grafische User Interface (GUI) toegankelijk had gemaakt op het Internet lag er voor mij de taak om een begin te maken met de invulling van het model. Deze invulling was voornamelijk gericht op objecten uit de B&U sector waarna later ook objecten uit de GWW en infrasector zijn toegevoegd.

Ik ben op zoek gegaan naar nationale documentatie van bouwobjecten waarbij al snel een belangrijk knelpunt in de bouw naar voren kwam: het ontbreken van een gemeenschappelijk begrippenkader van bouwobjecten. Elk classificatie- of documentatiesysteem gebruikt een eigen begrippenlijst en een eigen indeling. Zo wordt een scheidingsconstructie de ene keer een wand genoemd en de andere keer een muur. Een belangrijke onderdeel van de invulling vormde de keuze voor de objectbenaming en vooral de mogelijkheid voor het aangeven van synoniemen binnen het model.

De eerste invulling van het model heb ik gedaan aan de hand van de lesboeken serie 'Jellema Hogere Bouwkunde'. Op de webpagina is deze eerste invulling terug te vinden in de objecten bibliotheek Jellema die als volgt is opgebouwd:

WoningRuimteOmhuiling
<i>Dragende functie, scheidende functie</i>

<b>Hoofddraagstructuur (Dragende functie)</b>	XXXSysteem
<i>Type Draagstructuur (indelingsvrijheid, geschikte materialen)</i>	
Type Casco	
/ HsbCasco	
/ GietbouwCasco	
/ PrefabCasco	
/ MontagebouwCasco	

BggVloer	WoningScheidendeWand	BuitenWand	VerdiepingsVloer	DakOplossing
VloerType	WandType	WandType	VloerType	DakType
/ RibcassetteVloer	/ Jellema3	/ SpouwmuurNPR	/	/
/ CombinatieVloer		/ SpouwmuurSBR		
		/ Jellema3		

Figuur 7.1: Een eerste invulling van het bcoWeb a.h.v. Jellema Hogere Bouwkunde.

Omdat een belangrijk doel van het Initiatief bestaat uit het aanreiken van een breed aanvaarde verzameling van definities van bouwbegrippen heb ik naast Jellema nog andere classificatiesystemen bestudeerd. Zo zijn op de webpagina nog de objectenbibliotheken 'Elementenmethode' en 'b&uWeb' terug te vinden. Zoals de naam al doet vermoeden is de Elementenmethode een digitale weergave van dit classificatiesysteem. Als basis voor het b&uWeb heeft De Nederlandse Bouwdocumentatie gediend dat ik heb uitgebreid met objecten die ik zelf ben tegengekomen bij de analyse van gebouwen.

Na deze eerste invulling van het model ben ik op zoek gegaan naar classificatiesystemen voor objecten in de GWW sector. Hiervoor heb ik zeer bruikbare informatie gehaald uit de objectenbomen zoals die gebruikt worden door ProRail en uit het *Lexicon van de weg- en waterbouw*<sup>17</sup>. Ook het gwwWeb heb ik vervolgens aangevuld met objecten die ik zelf in het dagelijkse leven tegenkom zoals bruggen, tunnels en andere kunstwerken.

Als laatste is op de webpagina een objectenbibliotheek procesWeb terug te vinden waarin verschillende bouwprocessen staan beschreven met de daarbij behorende keuzen (FU-TS relatie). Ook voor dit Web heeft de serie 'Jellema Hogere Bouwkunde' als kapstok gediend.

## 7.2 EERSTE INVULLING MET ALLEEN FU/TS

De relaties tussen objecten in een ontologienetwerk kunnen op vele verschillende manieren worden gelegd, afhankelijk van de manier van analyseren van de bouw. Het bcoWeb is een experiment waarin de bouw wordt beschouwd als een werkterrein waarin functionele eisen (FU) worden omgezet in technische oplossingen (TS) om zo het gat te dichten tussen Vraag en Aanbod. De structuur van het netwerk van bouwbegrippen wordt gevormd door deze FU-TS relatie. Een functionele eenheid (FU) is een complete set functionele specificaties van een element die door de vraagkant zijn opgesteld, bv. een uitbouw aan een huis. Deze functionele eisen hebben vaak een algemeen karakter, veelal door de beperkte kennis van de klant, en kunnen worden vervuld door meerdere TS'en met elk hun eigen technische eigenschappen. De computergesteunde keuze voor de meest geschikte TS voor een gegeven FU is het kernprobleem dat door het bcoWeb wordt ondersteund. De functionele vraag naar de uitbouw aan een huis kent verschillende technische oplossingen zoals: glazen serre, stenen uitbouw of een houten aanbouw. Het in

---

<sup>17</sup> zie literatuurlijst

ontwikkeling zijnde experimentele netwerk van begripsdefinities bestaat uit het expliciete onderscheid tussen *vraaginformatie* en *aanbodinformatie*...“van bouwwerk tot materiaal en alles wat daar tussen zit”...(vorminfo, kwaliteitsinfo, materiaalinfo, prijsinfo, enz) die een rol speelt bij de totstandkoming en instandhouding van complexe bouwwerken uit de B&U-, GWW- en Infrasector.

Bij de invulling van het model kreeg ik te maken met zowel verschillende objectdefinities uit de classificatie- en documentatiesystemen die ik gebruikte als verschillende indelingen en verbanden tussen de bouwobjecten in deze systemen. Aangezien ieder (bouw)object, groot of klein, kan worden beschouwd vanuit een functioneel perspectief (wat) als een technisch perspectief (hoe) heb ik bij de invulling volgens de FU-TS relatie enkele randvoorwaarden opgesteld om toch met een “richtlijn” te kunnen werken voor de indeling:

- De ontologie, die de basis vormt van het bcoWeb, bestaat uit termen. Een term is één woord (met hoofdletter) en iets is alleen een term als er concrete objecten of handelingen mee aangeduid kunnen worden.
- FU's mogen alleen benoemd worden met simpele termen die door een onwetende klant te begrijpen en dus ook zelf te bedenken zijn.
- Iets is alleen een FU als er meerder TS'en voor zijn.
- Een TS is iets wat door een toeleverancier rechtstreeks geleverd kan worden van een compleet bouwwerk tot een ruw bouw materiaal. Het zijn objecten die in een catalogus terug te vinden zijn.
- Het bcoWeb mag absoluut geen grote (onoverzichtelijke) hiërarchie worden

De eerste stap bij het leggen van de relaties tussen de objecten in het bcoWeb was het opslaan van definities van series alternatieve TS-en voor min of meer willekeurige FU's. Deze relatie tussen FU's en TS'en kan verduidelijkt worden door hem grafisch weer te geven m.b.v. 'het hamburgermodel'.

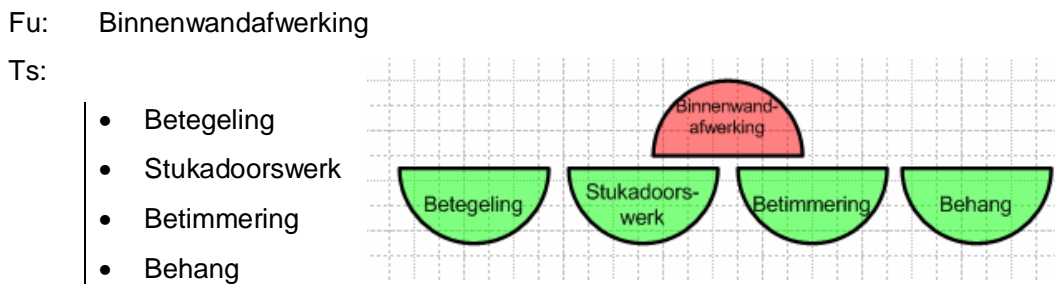


Fig. 7.2: voorbeeldje van een FU met meerdere alternatieve TS-en

Uit dit voorbeeld blijkt dat de opdeling in FU en TS niets nieuws is. Binnenwanden moeten nu eenmaal worden afgewerkt en daar zijn verschillende manieren voor beschikbaar. Aan een binnenwandafwerking kunnen eisen worden gesteld (eventueel afgeleid uit hogere eisen) die door (combinaties van) diverse TS-en verschillend worden gerealiseerd. Een bepaalde mate van geluidsabsorptie is een voorbeeld van een eis die door betegeling veelal minder wordt gerealiseerd dan door stukadoorswerk. Eisen aan binnenwandafwerking betreffen onder meer de mate van brandwering, geluidsabsorptie, geluidsisolatie, warmte-isolatie, vochtwering, enz. Naast eisen aan fysische eigenschappen kunnen er ook eisen worden gesteld aan eigenschappen als esthetische-, gebruiks-, verwerkings-, duurzaamheids-, enz. TS-en hebben eigenschappen die (wellicht in combinatie) in meerdere of mindere mate deze functionele eisen kunnen vervullen.

De FU met verschillende TS-en uit figuur 7.2 zijn zo ongeveer de laagste FU's en TS-en uit het bcoWeb. In deze figuur bestaat de TS Stukadoorswerk er bijvoorbeeld in soorten en maten. Het lijkt vooralsnog niet zinvol om bij de gegeven TS-en lagere FU's te benoemen. Bij een complexere FU zoals b.v. Binnenwand in figuur 7.3 is dit anders.

- Fu: Binnenwand
- Ts:
- Hsb-binnenwand
  - Gietbouwinnenwand
  - Prefabbetonbinnenwand
  - Stapelbouwinnenwand

*Figuur 7.3: Voorbeeldje van een complexere FU*

Dit voorbeeld is complexer in de zin dat bij iedere TS ook nog lagere beslissingen genomen moeten worden. Bijv. een beslissing m.b.t. de benodigde openingen, de opbouw van de constructie, en de afwerking van de binnenwand (zie figuur 7.2). Die lagere beslissingen zijn FU's die op den duur in het netwerk gedefinieerd worden. In het hamburgermodel ziet een samenvoeging van de figuren 7.2 en 7.3 er als volgt uit:



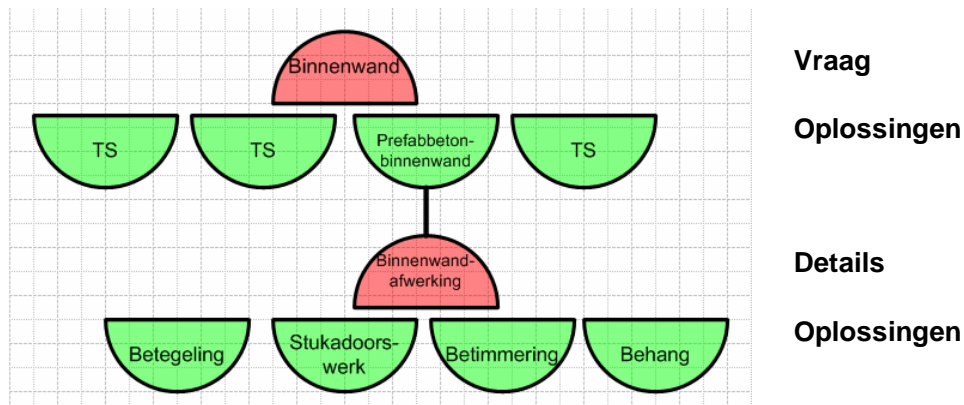


Fig. 7.4: Een uitgebreide hamburger relatie

Eisen van FU's kunnen vervuld worden door verschillende TS-en en een TS kan weer bestaan uit lagere FU's. TS-en zijn (meestal) samengesteld uit een set van objecten van een lagere orde (details) die kunnen worden bekeken vanuit zowel een functioneel als een technisch perspectief.

Doordat TS-en verwijzen naar lagere FU's ontstaat een netwerk van clusters van objectdefinities en wordt het mogelijk inperkingen te managen. Bijv. de keuze van het type binnenwand staat niet los van de keuze van het type casco. Kies je voor Hsb-casco dan kies je ook voor Hsb-binnenwand. De andere TS keuzen vervallen. Mocht het bijv. toch mogelijk zijn om binnen een Hsb-casco een stapelbouwbinnenwand te gebruiken dan kan die keuze blijven.

Het gehele bcoWeb is gevuld met FU's en TS'en. Nieuwe TS'en worden door de aanbodzijde (toeleveranciers) toegevoegd en vervolgens door de vraagzijde (de klant) gevonden en geëvalueerd. Hierbij kan het voorkomen dat één TS tegelijkertijd als oplossing dient voor meerdere FU's, bv. een specifiek type buitenmuur kan zowel beantwoorden aan de scheidingsvoorschriften (temperatuur, geluid, veiligheid, etc.) als aan de structurele veiligheidsvoorschriften. Tevens kan een specifieke FU een oplossing bieden voor de technische eigenschappen van meer dan één TS.

Hoewel het netwerk zelf niet bedoeld is om de koppeling van vraag een aanbod te realiseren is het wel de bedoeling om de benodigde informatie en kennis zo te ordenen dat computergesteunde, optimale koppeling van vraag en aanbod mogelijk wordt. Ofwel computergesteunde keuze voor de meest geschikte TS voor een gegeven FU.

### 7.3 TUSSENTIJDSE EVALUATIE

Zoals bij (bijna) iedere eerste versie van een programma bleken ook wij tijdens het invullen en ontwikkelen van het model tegen enkele onhandigheden en/of onduidelijkheden aan te lopen. Eén zeer belangrijke punt hierbij was het vaststellen of een object een FU is of een TS. Zo heeft de functionele vraag naar een binnendeur bijvoorbeeld drie mogelijke technische oplossingen, te weten een houten deur, een stalen deur of een glazen deur. Deze technische oplossingen verschillen op het gebied van materiaal maar vervullen wel alledrie dezelfde functionaliteit. Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn geweest om bij de functionele vraag uit te gaan van drie gespecialiseerde vragen, elk met een eigen technische oplossing, b.v. de functionele vraag naar een metalen deur. Het is dus niet altijd duidelijk of er gebruik gemaakt moet worden van meer gespecialiseerde FU's of juist meerdere TS'en per FU.

Een andere belangrijke opmerking is dat het voor het model geen nut heeft om FU's te bedenken die een te generale vraag omvatten of FU's waarvoor geen TS'en bestaan. FU's worden beperkt tot vragen waar redelijkerwijs een technische oplossing voor kan worden gevonden. Het heeft bijvoorbeeld geen zin om de algemene FU bouwobject te gebruiken aangezien hiervoor een oneindige lijst aan oplossingen kan worden aangedragen zonder enige toegevoegde waarde aan het keuzemodel. De leidraad hierbij is dat een TS een oplossing kan zijn voor een enkele FU of voor een groep FU's met slechts minimale verschillen. Ook hier is de grens niet altijd even duidelijk tussen gescheiden en gedeelde TS'en.

Door het maken van aanpassingen aan het model tijdens de ontwikkeling, ontstaat er een steeds completer en vooral ook gebruiksvriendelijker model wat noodzakelijk is voor de publieke toegankelijkheid en openheid van het Initiatief. Hierbij geldt namelijk dat het bcoWeb voor iedereen vrij toegankelijk is, door iedereen gratis gebruikt kan worden en ook iedereen in de ontwikkeling kan participeren. De volgende aanpassingen zijn tot nu toe uitgevoerd:

- Het verwijderen/voorkomen van het meerdere malen bestaan van dezelfde objectdefinities in het gehele model die niet met elkaar verbonden zijn. Een belangrijk voordeel van een ontologienetwerk is dat er maar één keer een beschrijving hoeft te worden gemaakt van een bepaald domein (bv. een deur) en dat die dan op verschillende plaatsen in het model kan worden 'aangeropen'. Hiervoor moet een object overal in het model dezelfde relaties hebben.

- Bij het leggen van relaties tussen een TS en de daarbij horende details worden al deze details in een alfabetische volgorde weergegeven zodat het erdoorheen bladeren veel soepeler verloopt dan door een ongestructureerde lijst zoals eerst het geval was.
- Het model werkt met synoniemen zodat iemand die op buitenmuur of buitenwand zoekt bij dezelfde ontologie terechtkomt.
- Er kan zowel vanuit een lijst met aanbevolen beginpunten gestart worden als door het intypen van een zoekterm.

## 7.4 TOEVOEGING VAN COLLECTION/POWERTYPE

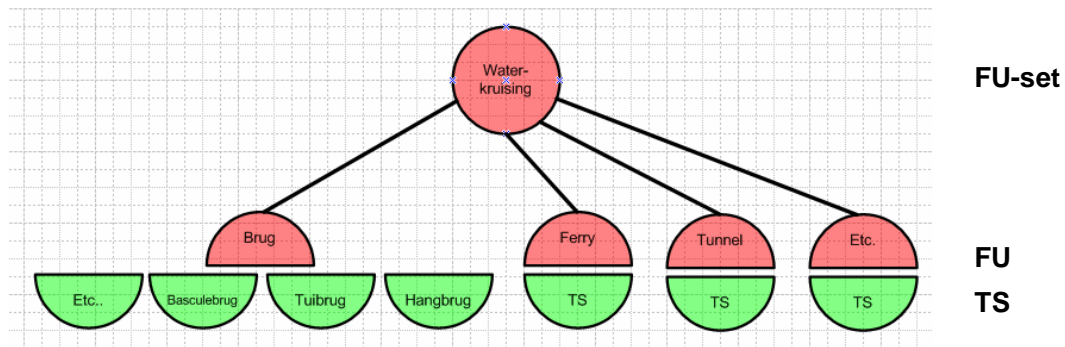
Bij het maken van de eerste invulling van het bcoWeb bleek de invulling soms erg omslachtig te zijn en veel tijd te kosten. Vooral bij de invulling van verzamelingen kwam dit euvel naar voren. Het aangeven van de relaties met boven- en onderliggende FU's en TS'en van een nieuw object was hierbij de meest tijdrovende bezigheid. Bijvoorbeeld het invoeren van alle technische oplossing voor het functionele object Dak. Al deze technische oplossingen (bij de eerste invulling ca. 10 stuks) bestaan weer uit lagere orde functionele details die steeds weer opnieuw aangegeven moesten worden. Om dit proces te vergemakkelijken is het abstracte super type TS ingevoerd. Het abstracte TS supertype is altijd vooraf vastgesteld met het woord 'Oplossing' en bestaat uit meerdere TS'en met ieder individueel technische eigenschappen maar dezelfde algemeen technische eigenschappen. Een abstracte TS vervult 1 of meerder FU's waarbij de algemene technische eigenschappen van de abstracte TS overeenkomen met de functionele eigenschappen van de FU. Bijvoorbeeld de abstracte TS 'Dakoplossing' wordt gebruikt voor het beschrijven van de gemeenschappelijke eigenschappen van alle TS'en die aan de functionele eisen van de FU Dak kunnen voldoen. De toevoeging van een abstracte TS is beperkt tot maar 1 laag. De abstracte TS is niet iets waar een gebruiker van het bcoWeb mee te maken kan krijgen of te zien kan krijgen maar is puur uit programmeer technisch oogpunt ingevoerd. Voor verdere uitleg verwijs ik graag naar een publicatie van Reinout:

<http://vanrees.org/research/phd/futswebpaper>.

Het tweede objecttype dat is toegevoegd, beschrijft een verzameling van de functionele oplossingsrichting en wordt de FU-set genoemd. De bedoeling van deze verzameling is slechts om een set functionele units te groeperen onder één bekende

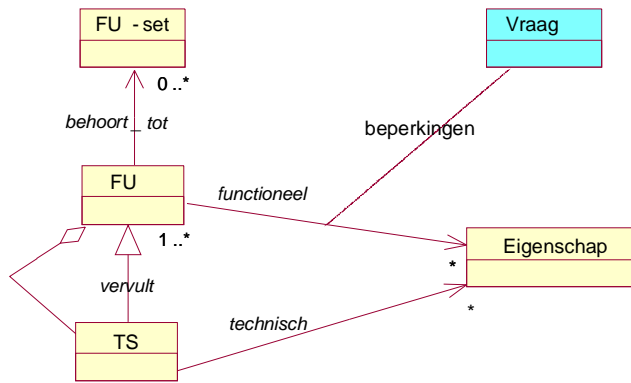
term. Daarmee kan deze term gebruikt worden om deze functionele eenheden te vinden. De FU-set is dus een verzameling FU objecten. Deze FU-set kan worden gebruikt om de uitdrukking van (abstracte) objecten beter te modelleren. Hierdoor kan het probleem over de vraag of iets nu een functioneel object of een technisch object grotendeels worden opgelost. De FU-set vormt namelijk de verzamelnaam met alle verzameleigenschappen waaronder verschillende FU's vallen. Een FU kan behoren tot 0 of een oneindig aantal FU sets. Hierbij geldt wel dat er meer dan één eigenschap van de FU-set overeen moeten komen met de onderliggende FU's. Als bij verschillende termen namelijk telkens dezelfde eigenschap weer terugkomt, kan er vanuit gegaan worden dat er een supertype voor deze termen is die ook die eigenschap heeft. Dit zal echter voor heel algemene eigenschappen niet veel opleveren omdat er dan ergens hoog in de hiërarchische boom een supertype is dat zo goed als alle termen afdekt, of in ieder geval heel veel termen. Een voorbeeld is de eigenschap 'kleur'. Een fiets heeft een kleur, maar ook een ei, een horloge, een schoen, een hond, een paprika, een verkeersbord of een auto. Logisch gezien zouden al deze dingen allemaal hetzelfde supertype moeten hebben, maar zo'n supertype is zo vaag dat niemand er een naam voor heeft waardoor niemand dat supertype in de praktijk ooit zal gebruiken.

De FU's in de FU-set Waterkruising kunnen zijn Tunnel, Brug, Ferry, etc. Op deze manier gemodelleerd, kan de FU Brug worden opgelost door verschillende typen bruggen (TS'en), zoals tuibrug, hangbrug, basculebrug, etc. en kan gewoon de FU-TS relatie weer worden gebruik. In figuur 7.5 is dit voorbeeld grafisch weergegeven m.b.v. het 'Hamburgermodel'.



*Figuur 7.5: Grafische weergave van de relatie tussen de FU-set Waterkruising en de daaronder vallende FU's en TS'en.*

Figuur 7.6 beschrijft grafisch de toevoeging van de FU-set aan de FU-TS relatie zodat er een compleet bcoWeb meta model ontstaat.



Figuur 7.6: bcoWeb meta model

Bij dit model valt op te merken dat er ook een object is, Vraag genaamd, die de functionele eigenschappen beperkt om een vraag te worden. Bij de beschrijving van een 'tafel' is 'hoogte' ('tafel' heeft een 'hoogte') bijvoorbeeld wel een eigenschap die bij deze term in de ontologie hoort, maar 'het aantal poten' niet. Bij een eigenschap kan (in gedachten) altijd een waarde ingevuld worden die meer over dat kenmerk vertelt en er kunnen beperkingen aan gesteld worden (bij het kenmerk 'hoogte' bijvoorbeeld > '1 meter').

In figuur 7.5 staat FU-set voor een set van FU klassen (een powertype). Elke FU heeft functionele eigenschappen. Vraag stopt de beperkingen van de klant op deze FuEig in het model. De best passende TS heeft technische eigenschappen die het beste corresponderen met FuEig volgens een gegeven set van vragen. Elke TS bestaat uit een set van lagere orde FU's.

Dit meta model vormt de basis voor het bereiken van het doel van het bcoWeb, namelijk een computergestuurde keuze laten maken: de meest geschikte TS voor een gegeven FU.

## 7.5 OVERERVING JA/NEE

Ondanks dat één van de richtlijnen bij de ontwikkeling van bcoWeb was om een hiërarchische opbouw zoveel mogelijk te beperken, viel hier niet geheel aan te ontkomen. Normaal gesproken heeft iedere term een aantal eigenschappen die de term specificeren. De termen zijn hiërarchisch geordend en deze hiërarchie vormt een structuur die een boom genoemd wordt. Boven in de boom staat een term die een hele algemene vorm van iets aanduidt. Daaronder kunnen van de algemene vorm afgeleide termen komen die steeds minder algemeen worden en ook steeds meer eigenschappen krijgen. Deze termen zijn dus steeds minder generaliserend. De term bovenaan heet een supertype, de termen die daar van afgeleid zijn heten

subtypes. De eigenschappen die een supertype heeft, worden overgeërfd door zijn subtype(s). Een subtype heeft dus altijd alle karakteristieken die zijn supertype ook heeft. Een subtype heeft altijd één supertype, maar een supertype kan meerdere subtypes hebben. 'Woning' kan in een kenmerkenontologie bijvoorbeeld 'gebouw' als supertype hebben en 'hoekwoning' en 'villa' als subtypes.

Bij de eerste invulling van het bcoWeb is er niet gewerkt met eigenschappen en kon er dus ook niet gewerkt worden met overerving. Er is in deze eerste invulling wel een bepaalde opvolging van supertypes en subtypes (FU-TS) te herkennen. Dit is echter niet gebaseerd op overerving van eigenschappen maar op een eigen gevoel van de initiatiefnemers. De toevoeging van eigenschappen aan de objecten, een zeer belangrijk doel voor de nabije toekomst, zal uitwijzen of dit gevoel goed is geweest en de relaties (nog steeds) kloppen.

## **7.6 HET NETWERK: HOE TE VERDELEN EN SAMEN TE WERKEN**

Het doel van het bcoWeb bestaat uit het ontwikkelen van een experimenteel on-line netwerk van bibliotheken van bouwbegrippen. Hieruit blijkt al dat er zal worden gewerkt met een onderverdeling in losse objectenbibliotheken die met elkaar verbonden zijn in een netwerk. Elke bibliotheek omvat hierbij een deel van de totale bouwsector zoals de b&uWeb objecten bibliotheek, de infraWeb objecten bibliotheek, en de procesWeb objecten bibliotheek.

Voor het werken met verschillende objectenbibliotheken is gekozen om zo een overzichtelijk en gebruiksvriendelijke webpagina te krijgen. Het gaat bij de ontwikkeling van het bcoWeb niet om een centrale ontwikkeling maar om een decentrale. Hierbij is het streven dat iedere belangengroep baas blijft over z'n eigen gegevens. Een belangengroep uit de b&u sector is bijvoorbeeld niet geïnteresseerd in (het overgrote deel van) een infraWeb objecten bibliotheek. Om de pagina gebruiksvriendelijk te houden voor zowel informatie zoekende klanten als informatie verstreckende toeleveranciers moet het een overzichtelijk geheel vormen waarin informatie gemakkelijk en overzichtelijk terug te vinden is.

Een ander idee achter de opsplitsing in verschillende bibliotheken heeft te maken met de toekomstige applicaties die op het model zullen worden gemaakt. Zo kan er een applicatie komen op basis van gegevens van de Vereniging Eigen Huis waarin een klant bij een verbouwing van zijn huis kan zoeken naar wetenswaardigheidjes, tips en aanbevelingen op dit gebied. Deze applicatie werkt alleen met gegevens uit

de b&uWeb objecten bibliotheek en heeft dus niks te maken met objecten uit de infraWeb objecten bibliotheek.

Het web moet er op haar beurt voor zorgen dat alle objecten binnen de verschillende bibliotheken met elkaar verbonden zijn. Hieruit volgt een groot voordeel van het gebruik van een ontologienetwerk: de mogelijkheid van het delen of hergebruiken van informatie en/of het verkrijgen van interoperabiliteit tussen de verschillende bibliotheken.

## 7.7 SAMENVATTING

Voor de invulling van de Webpagina van het Building-Construction Ontology Web (bcoWeb) Initiatief ben ik op zoek gegaan naar nationale documentatie over bouwobjecten. Hierbij liep ik al snel tegen twee belangrijke knelpunten in de bouw aan, het ontbreken van een gemeenschappelijk begrippenkader van bouwobjecten en het ontbreken van een standaard indeling. Aan de hand van eigen keuzes voor objectbenamingen heb ik het model gevuld waarbij een belangrijk rol wordt ingenomen door het aangeven van synoniemen binnen het model. Op de webpagina zijn de verschillende bronnen die ik heb gebruikt terug te vinden in de benaming van de webbibliotheken zoals bv. de Jellema - of de Elementenmethode objecten bibliotheek. Deze twee bibliotheken vallen onder de overkoepelende bibliotheek van de b&u sector genaamd b&uWeb. Verder staan er op de webpagina ook de GWW – en procesWeb bibliotheken weergegeven. In deze volgorde zijn de bibliotheken door mij met objecten gevuld.

De indeling van het model heb ik gemaakt aan de hand van de FU-TS relatie waarbij de bouw wordt beschouwd als een werkterrein waarin functionele eisen (FU) worden omgezet in technische oplossingen (TS) om zo het gat te dichten tussen Vraag en Aanbod. Ieder (bouw)object, groot of klein, kan worden beschouwd vanuit zowel een functioneel perspectief (wat) als een technisch perspectief (hoe) de reden waarom ik bij de invulling volgens de FU-TS relatie enkele randvoorwaarden heb opgesteld om toch met een “richtlijn” te kunnen werken voor de indeling.

De eerste stap bij het leggen van de relaties tussen de objecten in het bcoWeb was het opslaan van definities van series alternatieve TS-en voor min of meer willekeurige FU's. Nieuwe TS'en worden door de aanbodzijde (toeleveranciers) toegevoegd en vervolgens door de vraagzijde (de klant) gevonden en geëvalueerd.

Door het maken van aanpassingen aan het model tijdens de ontwikkeling, ontstaat er een steeds completer en vooral ook gebruiksvriendelijker model wat noodzakelijk is voor de publiektoegankelijkheid (openheid) van het Initiatief.

Voor het vergemakkelijken van het invoeren van grote hoeveelheden technische of functionele objecten zijn de hulptypes abstracte super type TS en FU-set toegevoegd. De FU-set is een verzameling objecten die een set van FU's verzamelt. Het abstracte TS supertype is altijd vooraf vastgesteld met het woord 'Oplossing' en bestaat uit meerdere TS'en met ieder individueel technische eigenschappen. Een abstracte TS vervult 1 of meerder FU's waarbij de algemene technische eigenschappen van de abstracte TS overeenkomen met de functionele eigenschappen van de FU. De huidige versie van het bcoWeb staat maar 1 niveau van abstracte TS toe. Hierdoor wordt een te abstracte verzameling onmogelijk. Deze twee types zijn voor de gewone gebruiker niet zichtbaar maar helpen de programmeur bij het gemakkelijk toevoegen van grote verzamelingen objecten.

Bij de eerste invulling van het bcoWeb is er niet gewerkt met eigenschappen en kon er dus ook niet gewerkt worden met overerving.

Binnen het bcoWeb wordt gewerkt met een onderverdeling in losse objectenbibliotheken die met elkaar verbonden zijn in een netwerk. Elke bibliotheek omvat hierbij een deel van de totale bouwsector zoals de b&uWeb objecten bibliotheek, de InfraWeb objecten bibliotheek, en de procesWeb objecten bibliotheek. Voor het werken met verschillende objectenbibliotheken is gekozen om zo een overzichtelijk en gebruiksvriendelijke webpagina te krijgen en met het idee van de toekomstige applicaties die op het model zullen worden gemaakt. Het web moet er op haar beurt voor zorgen dat alle objecten binnen de verschillende bibliotheken met elkaar verbonden zijn.



## **8    CASE STUDY**

Het bcoWeb is een experimenteel netwerk van ontologieën die elk een bepaald domein van de bouwwereld beschrijven. Een kenmerk van een ontologie in combinatie met de werking van het Semantische Web is dat de kennis die in de ontologieën is vastgelegd, kan worden gedeeld en hergebruikt door applicaties.

In dit hoofdstuk wordt in het eerste deel verduidelijkt hoe de relatie tussen het bcoWeb en een toekomstige applicatie is verzorgd en hoe belangrijk de rol en hergebruik van de kennis en informatie in de ontologieën van het bcoWeb is. Vervolgens wordt er een uitgebreide beschrijving gegeven van twee mogelijke applicaties: de verbouwadviseur en de aanbiederadviseur. Deze applicaties bestaan niet echt maar heb ik zelf verzonnen. Ik wil ermee illustreren hoe Vraag en Aanbod in de bouw beter op elkaar afgestemd kan worden met applicaties en Web Services die gebaseerd zijn op het bcoWeb. In het laatste deel wordt ingegaan op de toekomstige mogelijkheden van het bcoWeb.

### **8.1    DE ROL VAN HET BCOWEB IN EEN APPLICATIE**

Zoals al eerder in dit rapport vermeld, is één van de belangrijkste doelen van het bcoWeb een betere afstemming verzorgen tussen Vraag en Aanbod. Hiervoor wordt de klant in het model keuzemogelijkheden geboden ter oplossing van zijn vraag. Deze keuzemogelijkheden worden door toeleveranciers in de vorm van technische oplossingen aan het model toegevoegd. Het model ondersteunt de klant bij het maken van de meest geschikte keuze door b.v. bepaalde oplossingen uit te sluiten of door aanwijzingen te geven aan de klant voor de meest geschikte oplossing. Dit is echter niet zo gemakkelijk aangezien per klant verschilt waarop hij zijn keuze baseert. De één vindt kosten het belangrijkste, de andere kwaliteit en weer een ander kiest voor een speciaal ontwerp. Per applicatie die op het bcoWeb wordt gemaakt, ligt deze nadruk verschillend.

Alle toekomstige hulpdiensten voor het beter afstemmen van de vraag van de klant op het aanbod vanuit de bouw worden in de vorm van applicaties aangeboden. Een applicatie is een computerprogramma dat is bedoeld om door de gebruiker direct te worden gebruikt. Het is een integratie van verschillende Web Services door het aanroepen ervan. Dit zijn Internetportalen waar je data heenstuurt en (automatisch, zonder menselijke tussenkomst) een resultaat terugkrijgt, bijv. een planning, een calculatie of een berekening. Een applicatie is zelf ook een Web Service omdat het

een aantal functies biedt en over Internet aan te spreken is met als verschil dat de interface van een applicatie zich aan bepaalde afspraken houdt zodat het voor de klant makkelijk te bedienen is.

De belangrijkste eis aan zowel Web Services als applicaties is dat zowel de in- als output van deze functies in een vast formaat (in het geval van het bcoWeb het XML, RDF en OWL formaat) en volgens vaste afspraken moet gebeuren om onderling met elkaar gegevens uit kunnen wisselen (zonder tussenkomst van de mens). Een voorbeeld: *Vanuit een applicatie wordt een Web Service aangesproken op een andere plaats in het netwerk. De juiste parameters worden doorgegeven om vervolgens een resultaat te ontvangen. Dit resultaat wordt getoond op het scherm zoals bijvoorbeeld: Morgen is de weersverwachting in Nederland: **20 graden en zonnig.***

Web Services moeten dus dezelfde taal spreken en dezelfde begrippen gebruiken. De rol van het bcoWeb hierin is heel belangrijk.

Het bcoWeb is opgebouwd uit gemeenschappelijke definities van alle bouwbegrippen. Deze bouwbegrippen zitten in de computer en worden over Internet voor iedereen beschikbaar gesteld (zodat iedereen vanuit z'n PC erbij kan). De taal die het bcoWeb, en de hierop gebaseerde applicaties, spreekt kan worden omschreven als een soort bouw-esperanto, ofwel een internationale kunsttaal. Esperanto is oorspronkelijk speciaal ontworpen om mensen uit verschillende culturen met elkaar te laten communiceren en is niet toe schrijven aan een bepaald land of volk. Het vervult een brugfunctie tussen verschillende culturen waarbij culturen op gelijke voet staan met elkaar. Esperanto heeft een logische en vrij eenvoudige grammatica. Als deze kenmerken worden vertaald naar het bouw-esperanto van het bcoWeb dan zal het een brugfunctie tussen de Vraag en Aanbod cultuur kunnen vervullen. Hierbij wordt niemand bevoordeeld en kunnen Vraag en Aanbod op gelijke voet met elkaar onderhandelen.

Verschillende applicaties die dit bouw-esperanto, ofwel de taal van het bcoWeb, spreken, kunnen onderling gegevens uitwisselen en met elkaar communiceren. Met behulp van Web Services die dezelfde taal spreken kunnen er niet alleen definities van bouwbegrippen worden vastgelegd maar ook b.v. allerlei kennisregels. Hierbij valt te denken aan kennisregels van b.v. de Vereniging Eigen Huis waarbij een waarschuwing kan worden gegeven aan een klant bij het ontwerp van een Woning Uitbouw (als de Uitbouw minder dan 10 m<sup>2</sup> vloeroppervlak heeft en een minimale hoogte van 2,5 m., neem dan een licht hellend dak).

Naast de taal vormt ook de opdeling in ontologieën in het bcoWeb een belangrijke rol. Het idee hierbij is dat de ontologieën in het bcoWeb de basis vormen van de applicaties. Zo is het verloop van de applicatie afhankelijk van de keuzes die de klant maakt. Een voorbeeld applicatie als de verbouwadviseur kan op een heel abstract niveau beginnen waarbij de klant allereerst wordt gevraagd aan te geven om wat voor soort verbouwing het gaat. Afhankelijk van de keuze van de klant wordt de Dakkapel, Balkon, Keuken, Achteruitbouw of Badkamer ontologie benadert in het bcoWeb. Aan de hand van deze keuze volgt weer een volgende keuze tot een steeds lager niveau. Hierbij worden in de applicatie alleen keuzen aangegeven tussen verschillende technische oplossingen voor een functionele vraag.

## 8.2 DE VERBOUWADVISEUR

De in dit hoofdstuk behandelde applicatie van de verbouwadviseur is een verzonnen applicatie en bestaat dus nog niet. Het is bedoeld om een indicatie te geven van een toekomstige applicatie waarin verschillende Web Services zijn geïntegreerd. Met dit voorbeeld wil ik illustreren hoe met behulp van het bcoWeb vraag en aanbod beter op elkaar afgestemd kunnen worden.

In de verbouwadviseur wordt de klant geholpen om m.b.v. de applicatie een idee te krijgen van de mogelijkheden van zijn verbouwing en de verschillende gevolgen ervan. Er wordt van uitgegaan dat de klant weinig tot geen kennis van de bouw bezit. Om de klant een beter beeld te geven van de verschillende objecten wordt er in de applicatie bijvoorbeeld gebruik gemaakt van visuele technieken. De verschillende ramen waar uit gekozen kan worden staan grafisch weergegeven boven aan de pagina van de applicatie.

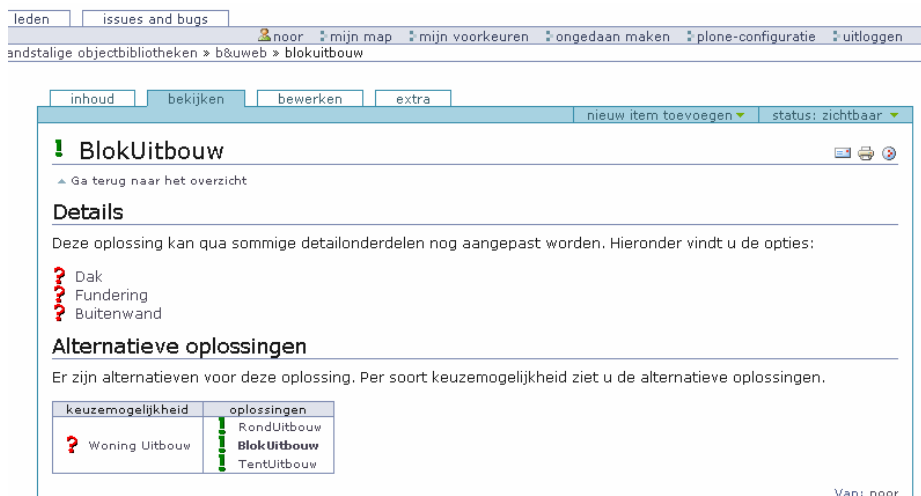
De functionele vraag van de klant in het voorbeeld bestaat uit het maken van een Uitbouw aan zijn woning. Aangezien het bcoWeb als basis voor de applicatie dient, wordt hierin gezocht naar de ontologie die de Uitbouw van een woning beschrijft. De functionele term waaronder deze vraag in het bcoWeb terug te vinden is, is Woning Uitbouw. De verschillende onderdelen waaruit een uitbouw bestaat, worden gespecificeerd in de verschillende ontologieën in het bcoWeb die het bedoelde object beschrijven.

Zo zit in de Woning Uitbouw ontologie de volgende deelontologieën:

- Funderingontologie
- Buitenwandontologie
- Raamontologie
- Deurontologie
- Dakontologie

Deze ontologieën bestaan (soms) nog uit lagere orde FU's en TS'en waarvoor de klant keuzes moet maken. Om in het gehele ontwerpproces van de Woning Uitbouw op elk niveau de meest geschikte technische oplossing voor de functionele eisen te vinden, kan de klant op de webpagina van de applicatie uit een lijst met TS'en kiezen. Deze lijst is niet uitputtend. Aanbieders kunnen nieuwe typen aan de lijst in het bcoWeb toevoegen die dan in de applicatie terugkomen.

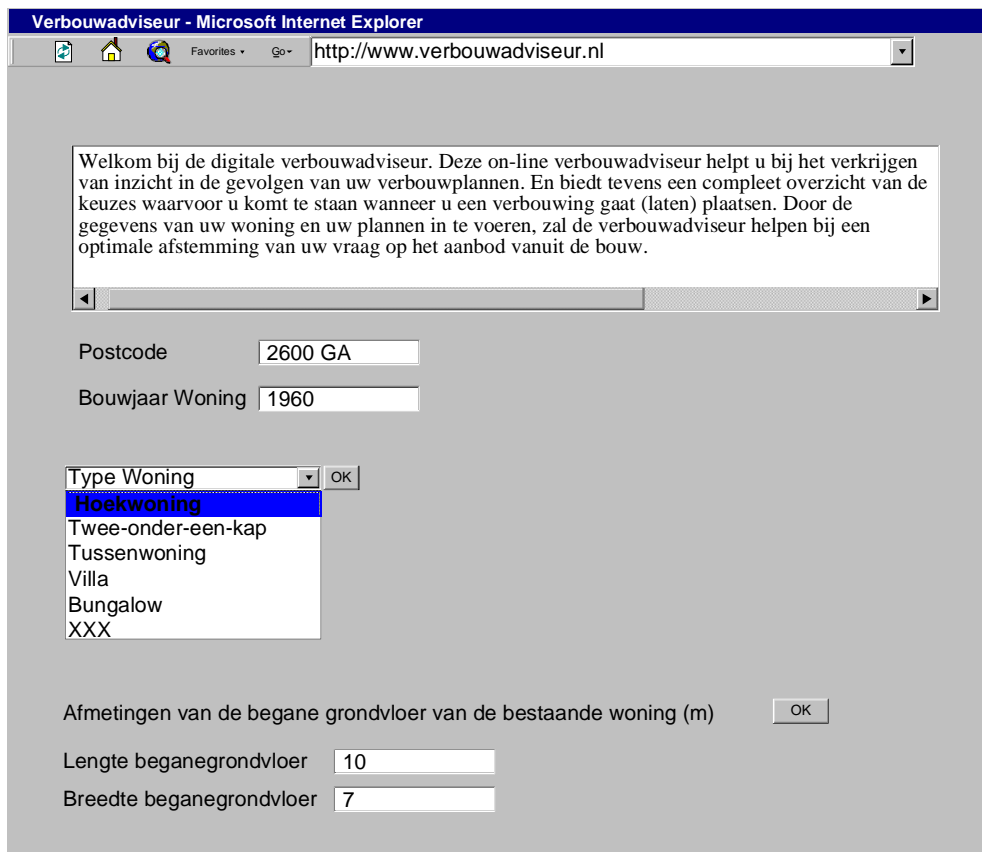
Om tot het gewenste ontwerp van de Woning Uitbouw te komen, moet de klant een keuzeproces ofwel stappenplan doorlopen. Deze stappen bestaan uit de keuzes die de klant moet maken tussen verschillende technische oplossingen voor de functionele onderdelen waaruit zijn Uitbouw bestaat. Het geheel van Fu's en Ts'en in de Woning Uitbouw zoals die in de applicatie zit verwerkt, is in de ontologie Woning Uitbouw terug te vinden op de bcoWeb webpagina. Het onderstaande screenshot geeft een hoog (abstract) niveau weer in de Woning Uitbouw ontologie waarbij de functionele objecten dak, fundering en buitenwand nog kunnen bestaan uit lagere orde functionele objecten en de daarbij behorende technische oplossingen.



*Figuur 8.1: Enkele functionele objecten van een Woning Uitbouw zoals weergegeven op de bcoWeb webpagina*

Het stappenplan zoals dat in de ontologieën binnen het bcoWeb zit verwerkt, vormt de basis van de applicatie. In de applicatie worden de ontologieën zoals ze in het bcoWeb zijn uitgewerkt, hergebruikt en wordt de keuze aan de klant gegeven. Zo kan hijzelf bepalen welke deur of raam hij wil. Deze keuzes van de klant worden visueel gemaakt en op basis van de keuzes kan de klant het ontwerpproces zelf sturen. Iedere gemaakte keuze heeft bepaalde invloeden en de klant kan zelf bepalen of hij tevreden is met die uitkomst of niet.

Een voorbeeldapplicatie van een verbouwadviseur wordt hieronder beschreven. Nadat de gebruiker contact heeft gelegd met de server door middel van zijn browser gaat de applicatie de benodigde ontologieën, zoals ze beschreven staan in het bcoWeb, benaderen. Met behulp van deze ontologieën en de koppeling ertussen maakt de applicatie een nieuwe interface voor de gebruiker. Hieronder volgt een beschrijving van de applicatie zoals dat door de (virtuele) klant wordt doorlopen:



Verbouwadviser - Microsoft Internet Explorer

http://www.verbouwadviser.nl

Welkom bij de digitale verbouwadviser. Deze on-line verbouwadviser helpt u bij het verkrijgen van inzicht in de gevolgen van uw verbouwplannen. En biedt tevens een compleet overzicht van de keuzes waarvoor u komt te staan wanneer u een verbouwing gaat (laten) plaats. Door de gegevens van uw woning en uw plannen in te voeren, zal de verbouwadviser helpen bij een optimale afstemming van uw vraag op het aanbod vanuit de bouw.

Postcode

Bouwjaar Woning

Type Woning  OK

- Hoekwoning
- Twee-onder-een-kap
- Tussenwoning
- Villa
- Bungalow
- XXX

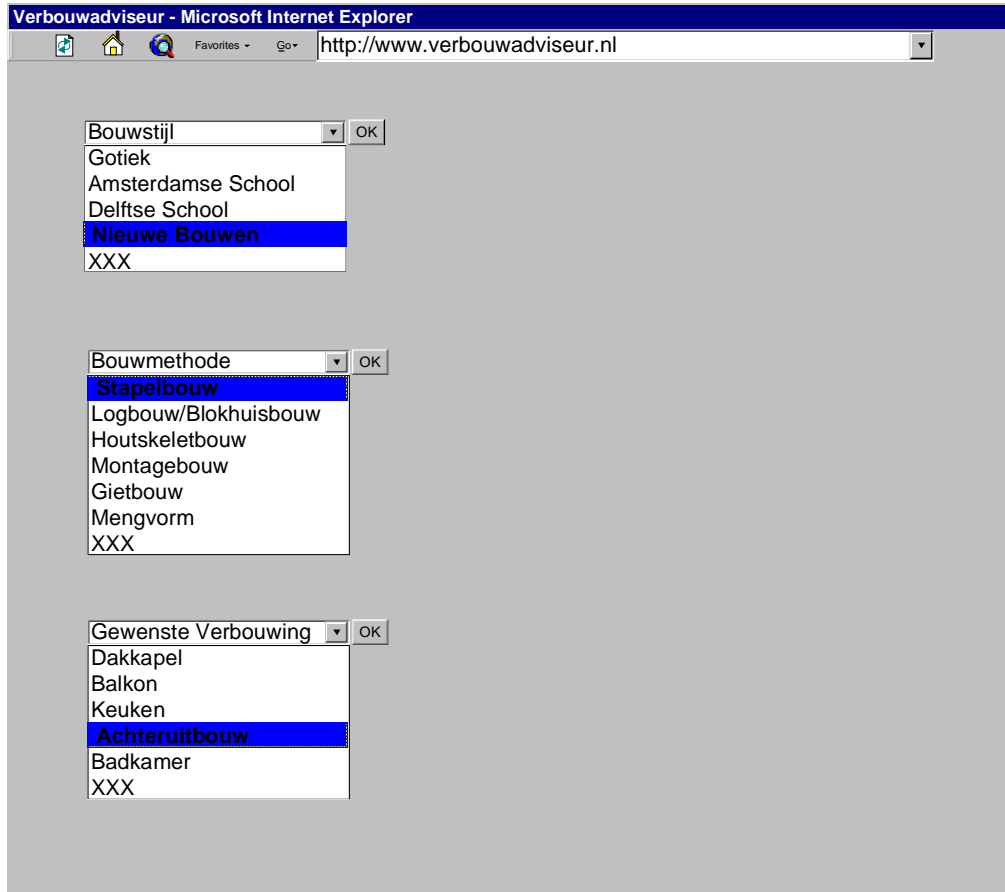
Afmetingen van de begane grondvloer van de bestaande woning (m) OK

Lengte beganegrondvloer

Breedte beganegrondvloer

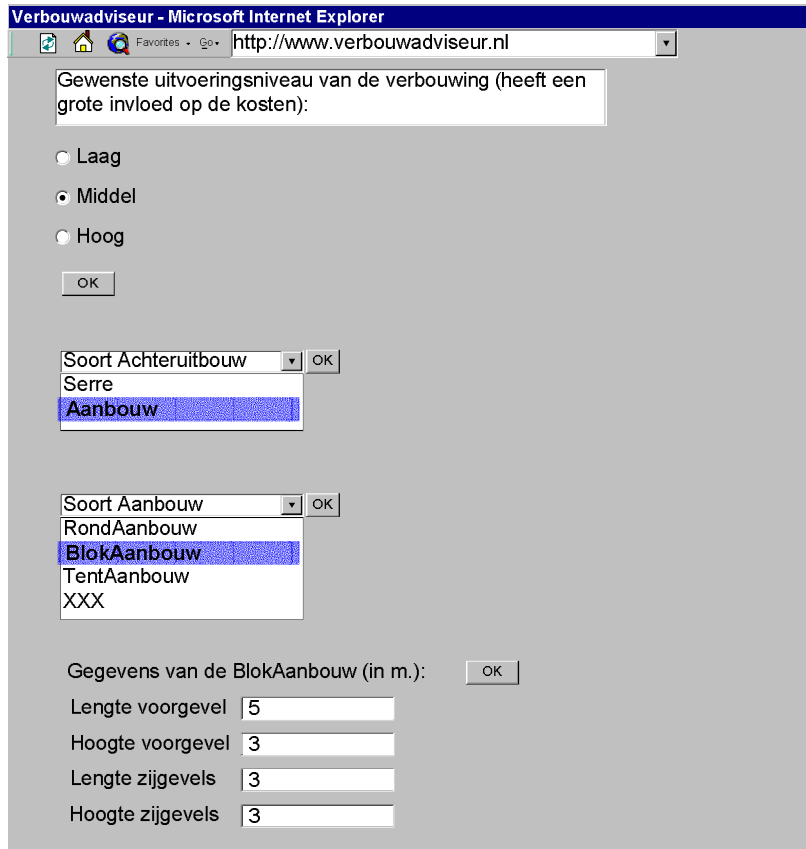
De postcode en het bouwjaar van de Woning bevat zeer nuttige gegevens voor het aansturen van Web Services die we later in de applicatie tegenkomen. Ook wordt de klant gevraagd het soort woning en de basisafmetingen ervan op te geven als eerste indicatie voor de Verbouwadviser om vast te stellen om wat voor soort Woning het

gaat. Ook deze gegevens kunnen in latere Web Services worden hergebruikt zoals b.v. een Web Service waarbij een 3D plaatje wordt gegenereerd van de bestaande woning waarbij veranderingen visueel zichtbaar kunnen worden gemaakt.

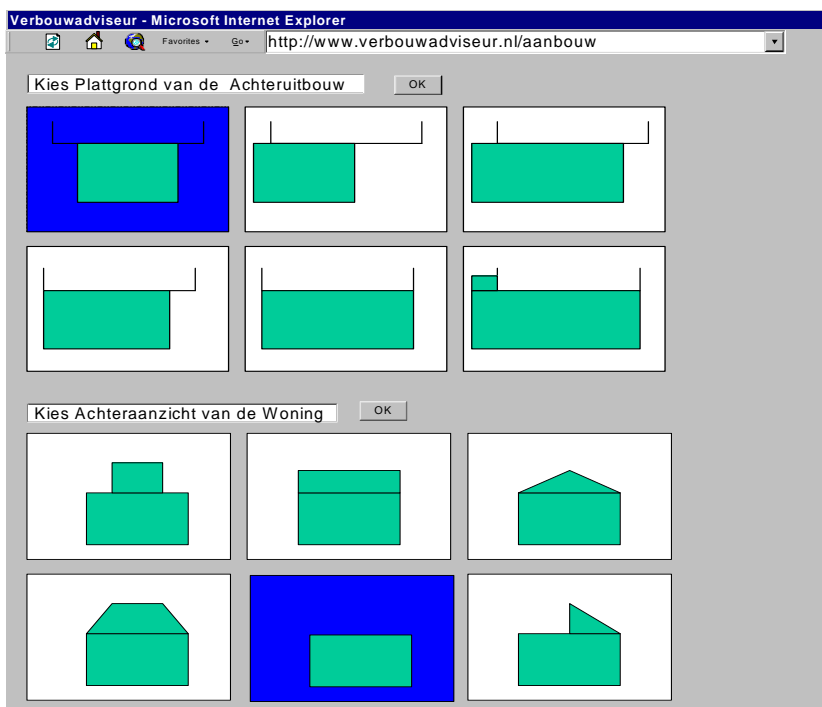


Alle 'uitvouwmenu's' in deze applicatie bevatten functionele vragen met de daarbij behorende verschillende technische oplossingen waaruit gekozen kan worden. De keuze voor een bepaalde technische oplossing bepaalt de interface van de applicatie.

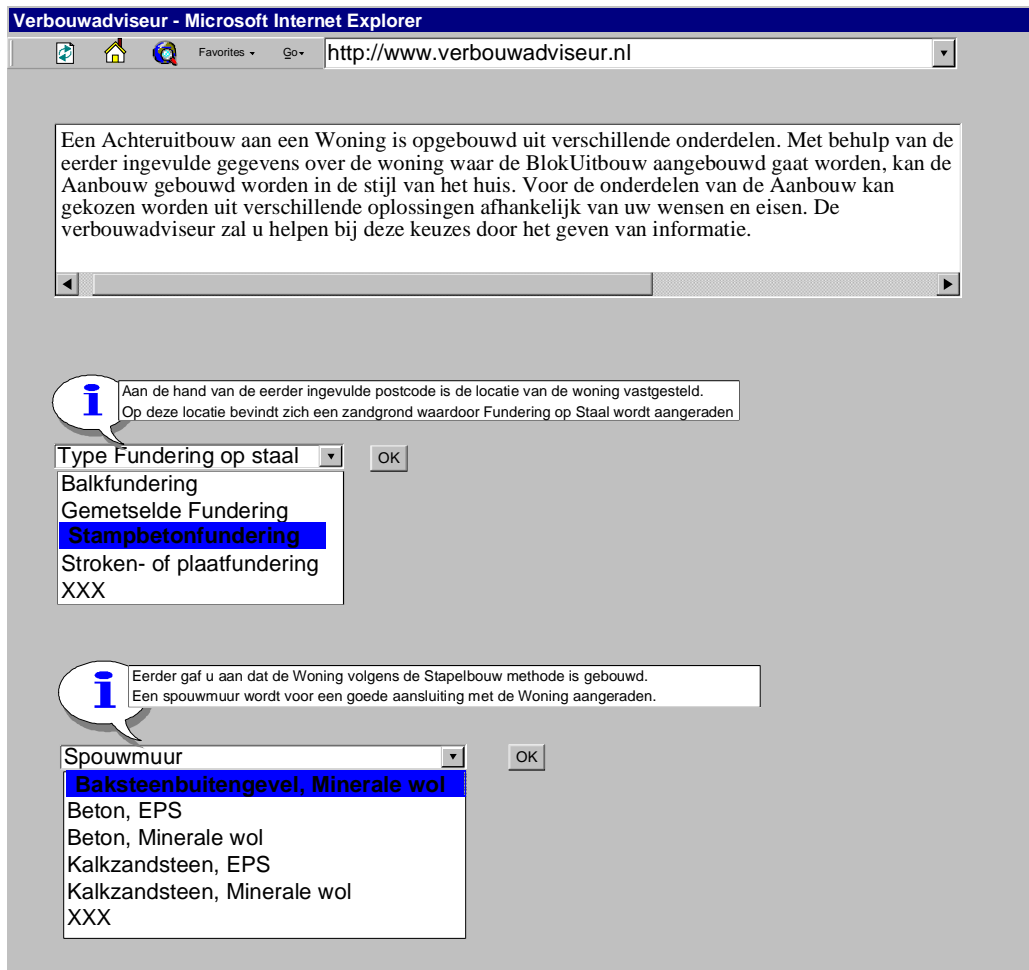
De vraag van een klant om een Achteruitbouw aan zijn woning is een vraag naar een functioneel object. Er kunnen eisen worden geformuleerd met betrekking tot temperatuur, licht, geluid, oppervlak, enz. van de Uitbouw. De minimum eisen volgen veelal uit het Bouwbesluit en zouden in de vorm van een Web Service kunnen worden aangeroepen door de applicatie. Ze zijn onder meer afhankelijk van de functies van de aanliggende ruimten, maar ook de klant kan extra eisen stellen.



Aan de hand van de eerder gemaakte keuzes en de opgegeven afmetingen kan er een Web Service worden aangeroepen die 2D tekeningen maakt van zaken die in het vervolg van het verbouwingsproces van belang zijn.

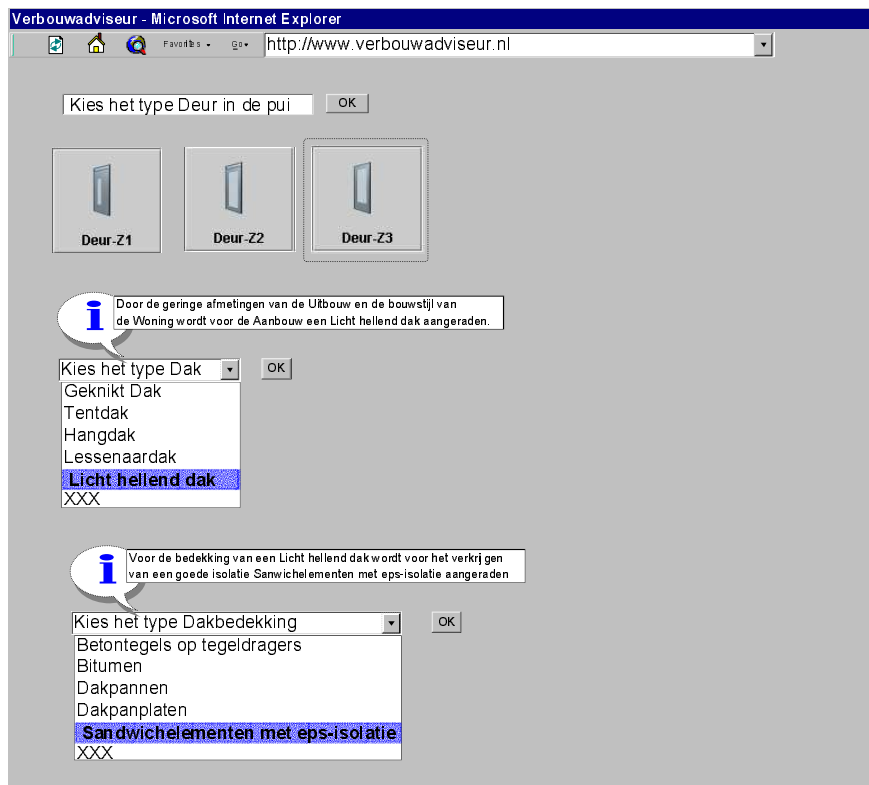
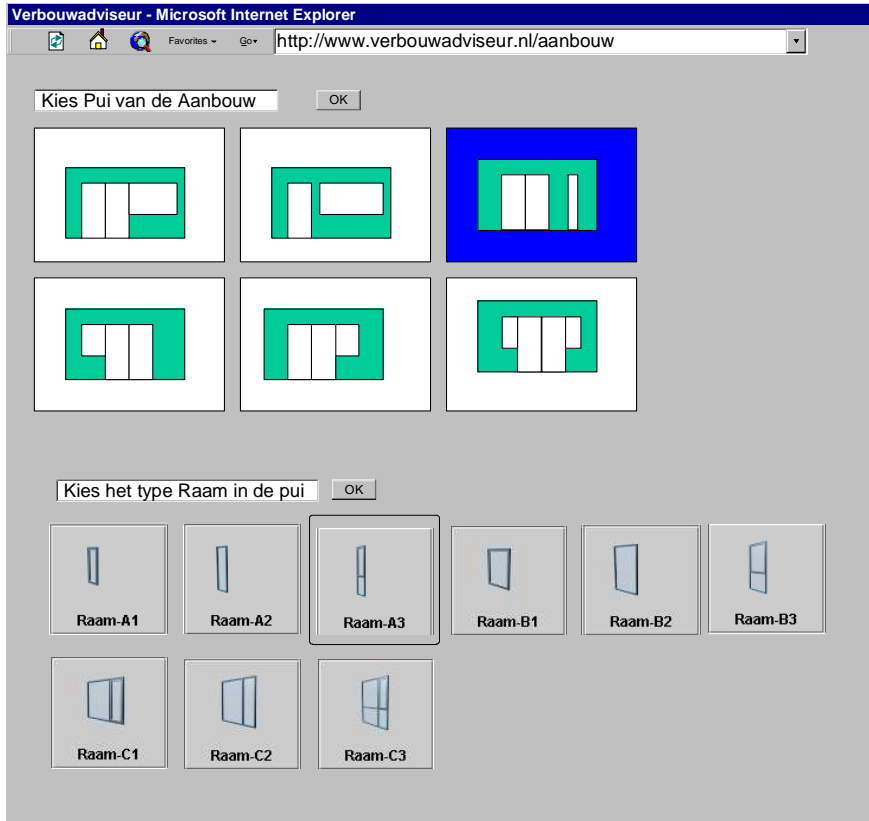


In de volgende User interfaces van de applicatie wordt de klant bij het maken van de keuzes geholpen door informatie vanuit verschillende Web Services weer te geven. Hier komt ook duidelijk de koppeling met de eerder opgegeven postcode naar voren. Aan de hand van de opgegeven postcode wordt de locatie van de Woning bepaald die weer gekoppeld is aan de bodemgesteldheid per locatie. In het voorbeeld is de locatie gekoppeld aan een zandgrond. Aangezien het maar een kleine uitbouw betreft op een zand ondergrond wordt de klant aangeraden een fundering op staal toe te passen onder zijn Uitbouw. Voor iemand met iets van basis bouwkennis is dit een duidelijke keuze maar ervan uitgaande dat de klant niet over deze kennis beschikt, wordt de klant dmv. een koppeling met andere Web Services bij het maken van de juiste keuze bijgestaan.





De keuze uit verschillende ramen en deuren wordt door de applicatie grafisch weergegeven.



Verbouwadviseur - Microsoft Internet Explorer

http://www.verbouwadviseur.nl

In een Platdak kan extra daglichtvoorziening worden geplaatst.

Type Daklichtvoorziening

- Dakkapel
- Glazen piramidekap
- Lichtkoepel
- Lichtstraat
- Geen**
- XXX

Type dakgoot en hemelwaterafvoer

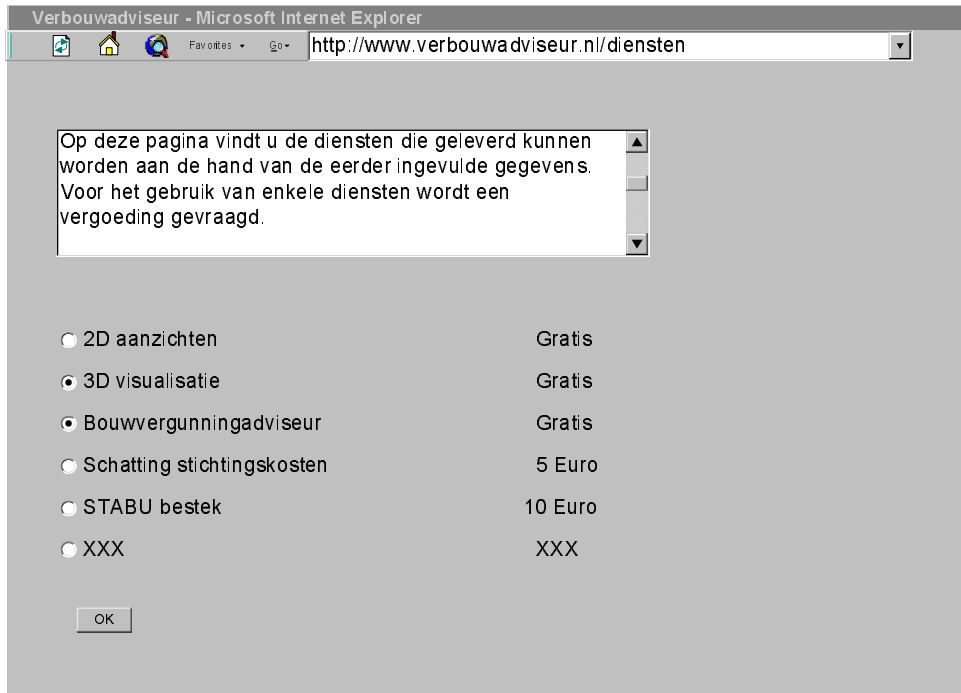
- Gerecyclede kunststof**
- Aluminium
- XXX

Om vanuit de Woning toegang te krijgen tot de Uitbouw moet er een opening in de bestaande Buitenwand van de Woning worden gemaakt. Hoe groot wilt u deze opening hebben? (in m.)

Breedte Opening

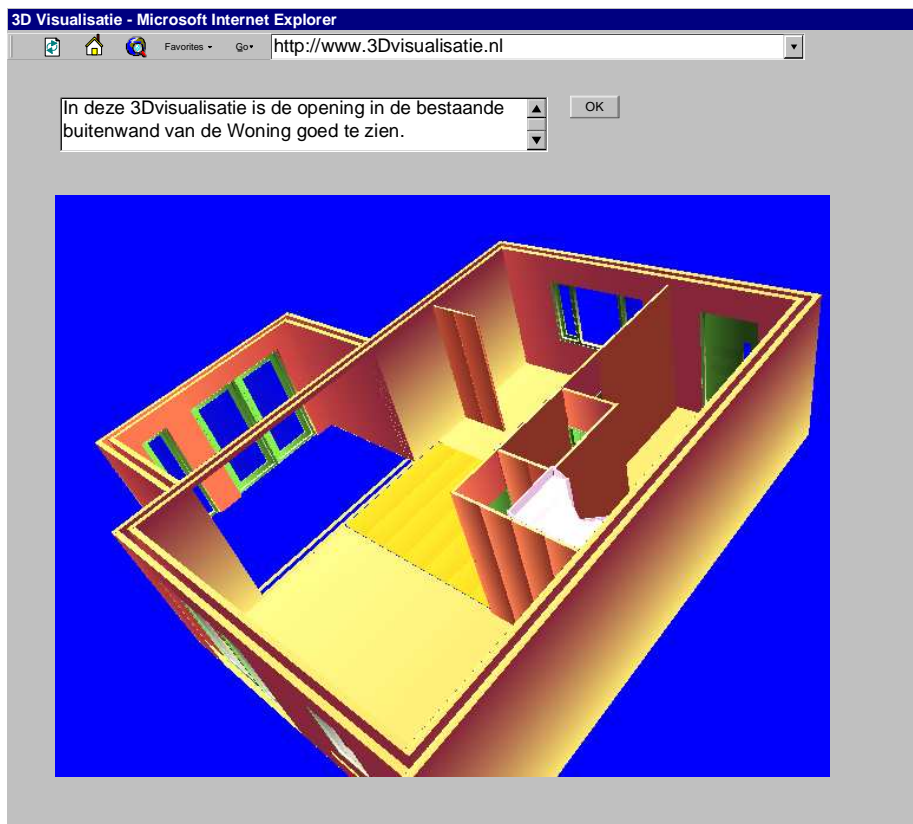
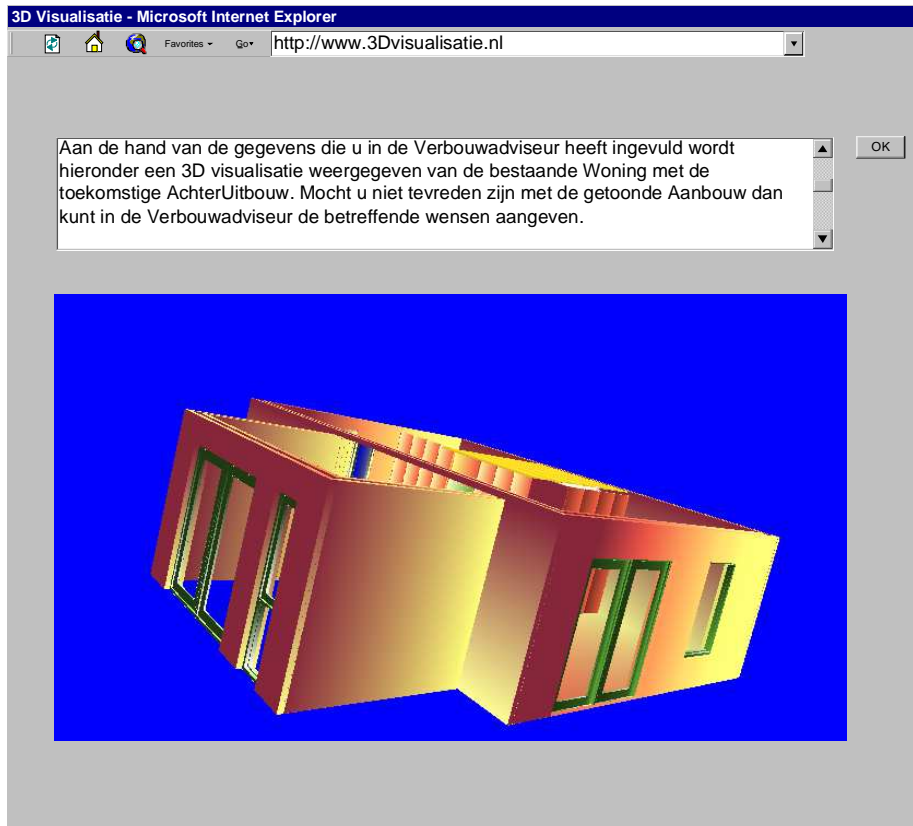
Hoogte Opening

Na het invullen van alle gevraagde gegevens biedt de applicatie verschillende diensten aan aan de klant. Zowel de applicatie als de Web Services zijn allemaal gebaseerd op de verzameling begripsdefinities uit het bcoWeb waardoor de Uitbouw bij elke dienst uit dezelfde objecten is opgebouwd. Voor het maken van zowel een 3D tekening als een hoeveelhedenstaat worden dus precies dezelfde objecten uit het bcoWeb gehaald waarbij de ene dienst de gegevens over de precieze afmetingen gebruikt voor het tekenen en de ander alleen de hoeveelheden gebruikt.



Bij de 3D visualisatie Web Service worden de eerder opgegeven gegevens over de bestaande Woning hergebruikt. Hierdoor kan er door de Web Service een plaatje gegenereerd worden van de toekomstige situatie. Alleen een plaatje van een Uitbouw bevat namelijk niet echt veel toegevoegde waarde voor de klant terwijl een beeld van de toekomstige situatie van de Uitbouw aan het huis dit wel doet. De klant krijgt hierdoor een waarheidsgetrouw beeld van zijn ideeën.

Als de klant veranderingen wil aanbrengen in een reeds gemaakte keuze dan kan hij hiervoor terug naar een vorig scherm in de applicatie. Bij deze opzet betekent teruggaan naar een eerder scherm niet dat de klant allerlei eerder ingevoerde zaken opnieuw moet invoeren. Alleen zaken waar de nieuwe keus strijdt met eerdere keuzen leiden tot nieuwe invoer.



Bij de bouwvergunningadviseur Web Service worden ook de eerder opgegeven gegevens over de bestaande Woning hergebruikt. Deze worden gekoppeld aan nieuwe gegevens die nog door de klant moeten worden ingevuld. Aan de hand van deze gegevens kan de klant een advies krijgen of het wel of niet noodzakelijk is om een bouwvergunning aan te vragen. En zo ja, welke bouwvergunning dit moet zijn.

Bouwvergunningadviseur - Microsoft Internet Explorer  
http://www.Bouwvergunningadviseur.nl

Aan de hand van de gegevens die u in de Verbouwadviseur heeft ingevuld wordt in deze Web Service een Bouwvergunningadvies uitgebracht. Er zal een uitspraak worden gedaan over het wel of niet verplicht zijn tot het aanvragen van een Bouwvergunning. Hiervoor moeten nog enkele vragen beantwoord worden.



Voldoet uw AchterUitbouw aan bovenstaande afmetingen?

Ja

Nee

Bouwvergunningadviseur - Microsoft Internet Explorer  
http://www.Bouwvergunningadviseur.nl

Doel van de Woninguitbouw  OK

Garage (voor opslag)

Anders

Wordt door het bouwen van de Achteruitbouw het achtererf, behorende bij uw Woning, voor meer dan de helft volgebouwd? Eventueel andere bouwwerken op dat erf moeten hierbij worden meegerekend.

Ja

Nee

Het volgende resultaat geldt voor u:

Geen bouwvergunning nodig

Een lichte bouwvergunning aanvragen

Een reguliere bouwvergunning aanvragen

## 8.4 EEN AANBIEDINGSAPPLICATIE

Naast de verbouwadviseur zijn er ook andere applicaties denkbaar zoals bijvoorbeeld een aanbiedingsapplicatie. Hierin staat niet de (onwetende) klant maar de toeleverancier centraal. Hiermee wordt geïllustreerd dat het bcoWeb als basis kan dienen voor applicaties in het gehele bouwproces, op elk niveau en tussen alle partijen kan zorgen voor een optimale afstemming van Vraag en Aanbod. Ook deze applicatie is een verzonnen applicatie en bestaat dus niet echt

Samenwerking in het ontwerpen is een kritieke succesfactor in de bouw. Voor samenwerking is het noodzakelijk dat kennis en informatie wordt gedeeld. Natuurlijk is het ook van groot belang dat kennis en informatie behouden blijft en beschermd en dat er zorgvuldig mee wordt omgegaan. Een onderneming wil kennis wel ter beschikking stellen van klanten, maar met beperkingen. In de traditionele wijze van samenwerking wordt daarom met behulp van documenten en modellen die informatie rondgestuurd die direct betrekking heeft op het project en welke strikt noodzakelijk is voor het project. De kennis en achtergrond van de informatie wordt niet gedeeld en elke relatie met die achtergrond is daarmee verloren.

Het traditionele proces zal sterk verbeteren wanneer gebruik gemaakt wordt van een centrale plaats voor het opslaan van projectgegevens, bijvoorbeeld een project website. Het rondsturen van kopieën van informatie wordt daarbij voorkomen en iedereen kan beschikken over dezelfde gegevens.

In het bcoWeb zal kennis en projectdata in huis bij de leverancier blijven en vanuit daar worden gedeeld met projectpartners. De verantwoordelijkheid, het eigendom, de copyrights en de toegang tot de kennis en de gegevens, het zal allemaal in handen van elk van de partners in het bouwproces blijven. De toegang tot de informatie kan worden gedeeld maar de informatie blijft in principe bij de bron, zodat er een sterke koppeling in stand blijft met de bedrijfsprocessen. Dat heeft veel voordelen. Informatie van leveranciers kan in de toekomst worden gekoppeld aan productieprocessen en beschikbare voorraad, maar ook aan contracten en specifieke projectgegevens. Zo kunnen afspraken worden gemaakt over prijsbepaling van producten en kan ontwerpinformatie direct worden gekoppeld aan de bestelling, productie en levering.

Natuurlijk kleven er aan deze benadering problemen die om een oplossing vragen. Net als bij project websites is men hier afhankelijk van de beschikbaarheid van het netwerk om toegang te krijgen tot de gegevens. Mijn idee is dat dit probleem zal worden aangepakt door het mogelijk te maken om lokale kopieën van objecten toe te

staan. Deze objecten behouden echter de relatie met het oorspronkelijke object uit het bcoWeb (op de server van de partner) en worden automatisch up-to-date gebracht wanneer nieuwe versies beschikbaar zijn. Versiebeheer is daarbij van uitermate belang. Het gaat hierbij niet om versies van documenten maar om versies van objecten. De informatie omtrent een versie (nummer en tijdstip) zal een centrale rol spelen in het complexe relatiemodel van de objecten. Een toeleverancier kan een nieuwe versie van een object aanmaken en die vervolgens toevoegen aan het bcoWeb. Andere partners kunnen automatisch op de hoogte worden gebracht van de nieuwe versie van het object.

Als voorbeeld van de rol van het bcoWeb in het aanbieden van een nieuw object heb ik een aanbodapplicatie verzonnen. Deze applicatie zal het in de toekomst mogelijk maken dat een toeleverancier, in dit geval van liften, zijn huidige en toekomstige afnemers direct op de hoogte kan stellen van een nieuw object in zijn assortiment. Hoe ik dit voor ogen zie, is als volgt: alle partners van verschillende projecten communiceren met elkaar via het bcoWeb, het projectdeel ervan. Het principe van deze benadering is eenvoudig, zij het dat de uitwerking en de consequenties complex zijn. Het belangrijkste aspect is dat niet langer de documenten maar het object georiënteerde bcoWeb de basis vormen voor product en projectgegevens. Alle informatie omtrent producten, het project, ontwerpbeslissingen, evaluatieprocessen, etc., zal worden beschreven met behulp van objecten uit het bcoWeb. Enerzijds is de bedrijfskennis, in de vorm van softwarematige processen, gekoppeld aan die objecten. Anderzijds wordt het project, waarin meerdere partners deelnemen, gemodelleerd als een enorme verzameling objecten. Een ontwerp zal dus niet meer worden gepresenteerd door een digitale bestektekening die ergens op een project website wordt geplaatst, maar door een geïntegreerde verzameling objecten die is gedistribueerd over de databases van de partners. Een toeleverancier kan van de projecten waarbij hij betrokken is ten alle tijden zien in welk stadium ze zitten. En dus ook in hoeverre zijn producten al ingebouwd of geleverd zijn. Mocht het nu zo zijn dat de toeleverancier een nieuwe lift in zijn assortiment opneemt die aan alle eigenschappen voldoet waar een eerdere versie van zijn lift ook aan voldoet alleen dat hij b.v. veel energiezuiniger is. Hij kan dan via het bcoWeb opvragen waar en door wie zijn producten worden gebruikt en aangeven aan de betrokken partijen (opdrachtgever, ontwerper en aannemer) dat er een nieuwe lift is die onder dezelfde voorwaarde geleverd kan worden. Hierdoor kan hij zijn product direct aan de man brengen. En natuurlijk kan hij zijn nieuwe object ook aan de verzameling in het bcoWeb toevoegen zodat toekomstige afnemers hem ook meteen kunnen bestellen.

De verzonden aanbiedapplicatie zou er als volgt uit kunnen zien:

Aanbiedadviseur

Welkom bij de digitale aanbiedadviseur. Deze on-line aanbiedadviseur helpt u als toeleverancier bij het aanbieden van uw (nieuwe) producten. Door de gegevens van uw (nieuwe product) in te voeren en de voorgelegde keuzes te maken, helpt deze aanbiedadviseur u bij een optimale afstemming van uw aanbod op de vraag vanuit de bouw.

Zoek in het projectWeb naar toepassingen van:

Lifttype L2900 van STAPOP

Object invoeren

In welke fase mag het bouwproject zich bevinden?

<b>Initiatiefase</b>	
<b>Definitiefase</b>	
<b>Ontwerpfase</b>	
<b>Vorbereidingfase</b>	
Uitvoeringfase	
Overdracht-/Nazorgfase	

Aanbiedadviseur

Resultaat:

Nieuwbouw: schoolgebouw Johannes te Amersfoort
Nieuwbouw: Flatgebouw Opera te Utrecht
Renovatie: bibliotheek Samuel te Utrecht
XXX

Stuur een e-mail naar alle betrokken bouwpartners met de volgende text:

Uit het projectWeb is gebleken dat u voor uw project gekozen heeft voor de toepassing van de lift L2900 van STAPOP. Met trots kunnen wij, als STAPOP, u mededelen dat er een nieuw lifttype in ons assortiment is opgenomen, die voldoet aan de eigenschappen van de L3900 maar extra energiezuinig is. De nieuwe lift is per direct en in drie verschillende uitvoeringen leverbaar. De eigenschappen zijn als volgt:

Maximaal aantal personen	<input type="text" value="8"/>
Opening	<input type="text" value="eenzijdig"/>
Plaats van de opening	<input type="text" value="centraal"/>
Afmetingen (mm)	<input type="text" value="1700x1800"/>



Aanbiederadviseur

De nieuwe lift kan in drie verschillende uitvoeringen worden geleverd:



L4000-A      L4000-B      L4000-C

Mocht u van een van deze drie typen gebruik willen maken, laat het ons dan weten via het projectWeb.

Vriendelijke groet,  
STAPOP liftleverancier

### 8.3 DE TOEKOMST VAN HET BCOWEB



Figuur 8.8: Het voorspellen van de toekomst van het FUTSweb

Ik ben geen waarzegster en ook niet volledig op de hoogte van de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van computertechnologie. Toch wil ik stellen dat voor het profiteren van de (toekomstige) voordelen van het bcoWeb het model afhankelijk is van enkele andere ontwikkelingen. Ook moet er bij de ontwikkeling aan bepaalde randvoorwaarden worden voldaan.

### De voordelen van het bcoWeb.

- ❖ Het bcoWeb hoeft in principe maar eenmaal te worden gevuld. Een deur hoeft bijvoorbeeld maar eenmaal te worden gedefinieerd waarna het direct beschikbaar is in alle applicaties, b.v. tekeningen, bestek, begroting, etc.
- ❖ Omdat een bouwobject definitie maar op één plek bestaat, is het aanpassen en wijzigen ervan eenvoudig.
- ❖ Doordat alle applicaties gebruik maken van hetzelfde model (bcoWeb) gebruiken ze dezelfde informatie. Dit sluit fouten uit. In een tekening, een bestek en een begroting wordt dezelfde informatie gebruikt als het b.v. om deur type A 3 gaat.
- ❖ Nieuwe producten kunnen gemakkelijk aan het model worden toegevoegd door de toeleveranciers en ze zijn direct zichtbaar. Zo ziet de klant direct dat dit kozijn weliswaar veel mooier is, maar helaas bouwfysisch niet voldoet en ook nog eens veel te duur is.
- ❖ Een gevuld gebouwmodel kan door alle bouwparticipanten, maar ook door de gebouwbeheerders gebruikt worden als basis voor allemaal activiteiten als tekenen, berekenen, inkoopprocessen, onderhoud en beheer.
- ❖ Reeds bestaande initiatieven of databases gevuld met informatie betreffende de bouwwereld kunnen voor iedereen toegankelijk worden gemaakt. Denk hierbij b.v. aan de ervaring van de Vereniging Eigen Huis.

### Randvoorwaarden voor de ontwikkeling van het bcoWeb.

- ❖ Het Semantische Web moet leveren wat het beloofd: computers en applicaties meer inzicht geven in de betekenis van het gecommuniceerde zodat ze onderling gegevens kunnen uitwisselen zonder tussenkomst van de mens. Data moet betekenisvol zijn en door relaties met elkaar verbonden.
- ❖ Het bcoWeb moet publiektoegankelijk/open zijn. Dit betekent dat het voor iedereen vrij toegankelijk is en gratis gebruikt kan worden. Zonder het voor te schrijven of op te dringen kan iedereen zelf het gemak ervan ondervinden en kan het model 'vrij' uitgroeien tot een nationale standaard.
- ❖ Iedereen moet in de ontwikkeling van het bcoWeb kunnen participeren. Het gaat dus niet om een centrale ontwikkeling maar om een decentrale. Het streven is dat iedere belangengroep baas blijft over z'n eigen gegevens, maar dat het web er voor zorgt dat alles aan elkaar hangt. Het is voor één groep onmogelijk om het hele bcoWeb 'te vullen' waarbij de objectdefinities voldoen aan de eisen en wensen van alle belangengroepen. Tevens is het een

eindelooze klus bestaande uit vele manjaren werk. De applicaties zullen ook door verschillende groepen worden gemaakt zodat daar geen twijfel over kan bestaan.

- ❖ Een heel belangrijk onderdeel van de gezamenlijke ontwikkeling vormt een goede handleiding en spelregels voor het invullen van het bcoWeb. Hierin moet een eenduidige beschrijving van FU en TS staan.
- ❖ Aan de objecttermen zoals ze nu in het bcoWeb zijn opgeslagen, moeten definities en eigenschappen worden gekoppeld zodat het overervingsmechanisme (zie hst. 7.5) kan worden ingebouwd. Een klant wordt zo bijgestaan in het keuzeprocess. Kiest hij eerst voor X (bv. bungalow) dan kan hij verderop niet meer kiezen voor Y (bv. zadeldak). Ook functies en prestaties zijn eigenschappen die noodzakelijk zijn voor vele toekomstige applicaties. Zo kunnen toetsingsapplicaties worden gemaakt voor bijvoorbeeld daglichttoetreding, U-waarde en EPN berekeningen.
- ❖ In het bcoWeb staat niet de classificatie centraal maar de bouwobjecten. Een object kan op basis van zijn eigenschappen op diverse manieren worden geclassificeerd. Een eenduidige beschrijving van eigenschappen is dus een vereiste in het bcoWeb. Immers, men kan op grond van eigenschappen een object op diverse manieren classificeren, bijvoorbeeld als buitenwand of als geel element.

## **8.4 HET BCOWEB ALS OPLOSSING VOOR KNELPUNTEN IN DE BOUW**

In hoofdstuk 2 zijn enkele belangrijke kenmerken en de daarbij optredende knelpunten in de bouw behandeld. Het bcoWeb zal met haar toekomstige applicaties een belangrijke rol kunnen gaan vervullen in het oplossen van deze knelpunten.

### Fragmentatie in de bouw

De architect: heeft een goed en actueel overzicht van alle objecten en de eigenschappen. Door het koppelen van de interne definities van zijn CAD-systeem aan het bcoWeb en omgekeerd kan de architect services verkrijgen zoals: uittrekken, bestekken, het vinden van TS'en, regeltoetsing, etc.

De onderaannemer: kan in het bcoWeb zijn producten en diensten aan een zeer breed publiek aanbieden. Tevens stelt het bcoWeb hem in staat zijn aanbod beter presenteren. Niet alleen als plaatje of brochure maar

zodanig dat het direct opgenomen kan worden in het CAD-ontwerp, het bestek, etc.

De ingenieur: kan een belangrijke rol gaan vervullen in het leveren van kennis voor in applicaties

De klant/opdrachtgever: kan het bcoWeb gebruiken als bron van informatie en kennis opdoen van vele zaken, b.v. kosten, wetenswaardigheden bij een verbouwing, noodzakelijke vergunningen, etc.

De hoofdaannemer: kan evenals een onderaannemer zijn producten en diensten beter en aan een zeer breed publiek aanbieden en kan tevens goede informatie krijgen over de prijzen en producten van onderaannemers.

Anderen in de industrie: mensen uit de ICT wereld kunnen applicaties bouwen op basis van de gegevens uit het bcoWeb.

Algemeen: Op een eenvoudige manier gegevens uitwisselen.

### Unieke projecten

In de bouw heerst een zeer lange cultuur van onderlinge afspraken over prijzen en marktverdeling tussen verschillende partijen in de bouw. Een veel genoemde reden hierachter is de dreiging van discontinuïteit die ontstaat door de veelal unieke producten die worden gemaakt op unieke plaatsen. Door het bcoWeb en de koppeling van prijzen aan de objecten en diensten wordt openheid van zaken geïntroduceerd. Hierdoor vallen prijsafspraken en marktverdeling snel op.

### De onwetendheid van de klant/opdrachtgever

Uit het bcoWeb kan de klant informatie en kennis over bouwobjecten en –processen halen. De klant kan zowel een idee van de prijs van objecten krijgen als informatie terugvinden over ervaringen die andere klanten hebben gehad met bepaalde partijen of verbouwingen. Zo zou het mogelijk kunnen worden dat de klant via een applicatie kan terugvinden waar hij op moet letten bij het plaatsen van een dakkapel door een (onder) aannemer zodat hij niet voor verrassingen komt te staan.

## **8.5 SAMENVATTING**

Alle (toekomstige) applicaties op het bcoWeb zijn Web Services. Dit zijn Internetportalen waar je data heenstuurt en (automatisch, zonder menselijke tussenkomst) een resultaat terugkrijgt, bijv. een planning, een calculatie of een berekening. Om de werking van het bcoWeb en het Semantische Web in de bouw te illustreren heb ik twee toekomstige applicaties met de daaraan gekoppelde Web

Services bedacht en uitgewerkt. De ontologieën in het bcoWeb zullen in de toekomst worden hergebruikt en als basis gaan dienen voor het ontwerp zoals dat door de klant m.b.v. de applicatie wordt gemaakt.

Om de klant een beter beeld te geven van de verschillende objecten wordt er in de applicatie gebruik gemaakt van visuele technieken. De verschillende ramen waar uit gekozen kan worden, staan grafisch weergegeven in de applicatie. Iedere gemaakte keuze heeft bepaalde invloeden en de klant kan zelf bepalen of hij tevreden is met die uitkomst of niet. Aan de hand van het ontwerp kan een stuklijst worden opgesteld waaraan kosten zijn gekoppeld.

De vraag van een klant in het voorbeeld om een Uitbouw aan zijn woning is een vraag naar een functioneel object. Om tot het gewenste ontwerp van de Uitbouw te komen, moet de klant een stappenplan doorlopen. Het geheel van Fu's en Ts'en in de Woning Uitbouw zoals die in de applicatie zit verwerkt, is in de ontologie Woning Uitbouw terug te vinden op de bcoWeb webpagina. Enkele voorbeelden van deelontologieën die hierin zitten, zijn Fundering, Buitenwand, Dak, Raam en Deur.

Ik ben geen waarzegster en ook niet volledig op de hoogte van de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van computertechnologie. Wel kan ik stellen dat voor het profiteren van de (toekomstige) voordelen van het bcoWeb het model afhankelijk is van enkele andere ontwikkelingen. Ook moet er bij de ontwikkeling aan bepaalde randvoorwaarden worden voldaan. Het bcoWeb zal met haar toekomstige applicaties een belangrijke rol kunnen gaan vervullen in het oplossen van de in hoofdstuk 2 beschreven knelpunten in de bouw.

## **9 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN**

Al vele jaren lang wordt er in de bouw gesproken over een structuur waarmee bouw informatie net zo efficiënt kan worden behandeld als in andere industrietakken. In de automobielenindustrie, de vliegtuigbouw, de mechanische sector wordt het product eerst netjes getekend en wordt de productinformatie eerst door de deelnemers uitgewisseld volgens een kloppend en voor alle partijen te begrijpen protocol. In dit proces wordt veel informatie en kennis van eerdere projecten (her)gebruikt. De bouw wereld hobbelt hier achteraan: het tekenen en berekenen gebeurt met een groot aantal verschillende programma's die elkaar maar zeer beperkt begrijpen. Het gevolg is: veel onnodig werk, veel 'ruis' bij uitwisseling, verdere verstarring van het proces en een hoge foutgevoeligheid die voor nog eens extra werk zorgt. Dé oplossing voor het beperken van deze negatieve gevolgen lijkt een duidelijk gestructureerde informatiemodel voor de bouw te zijn.

Het idee van een informatiemodel voor de bouw is niet nieuw. Verschillende pogingen om voor een sector een gemeenschappelijk informatiemodel te ontwikkelen zijn al gedaan [eConstruct, LexiCon, CROW, e-COGNOS]. De rol van het Internet was daarbij steeds bescheiden. Het gevolg was dan ook dat gebruik van de verzamelde informatie niet of nauwelijks van de grond kwam. Met de opkomst van het nieuwe Internet (semantisch web, of web 2.0) wordt het mogelijk om bouw begrippen te definiëren en op te slaan die uitstekend met Internet overweg kunnen. Zo'n verzameling objectdefinities noemt men in het Internet-jargon een ontologie. Door meerdere ontologieën in een netwerk te plaatsen ontstaat een ontologienetwerk, of –web.

Het toepassen van deze nieuwe technologie voor de Bouw en Civiele Techniek en de ontwikkeling van een nationaal en open bouwontologienetwerk waarin informatie-uitwisseling in de hele Bouw gebaseerd is op het FU-TS paradigma is wél nieuw: *het bcoWeb*. In dit experimentele netwerk wordt gewerkt met een objectgeoriënteerde benadering voor de digitale uitwisseling van informatie. Het bcoWeb lijkt de oplossing om m.b.v. ICT consumentengericht te gaan ontwerpen en produceren. Uit de ontwikkeling van de webpagina en uit de case study is gebleken dat het bcoWeb een hele goede oplossing is voor de structuur van betekenisvolle informatie uitwisseling over bouwobjecten.

Met het bcoWeb wordt de al dan niet elektronische spraakverwarring in de bouw doorbroken. Het stelt niet de classificatie centraal, maar de bouwobjecten. De bouwobjecten worden weergegeven als objecten in het opslagsysteem. Aan een object hangt de informatie in de vorm van eigenschappen. Ook functies en prestaties zijn eigenschappen. Eigenschappen kunnen naar believen worden weggelaten en toegevoegd. Het resultaat: een netwerk van bouwspecifieke ontologieën die zijn 'ingevuld' door belangengroepen (leveranciers/vertegenwoordigers van een branche) die veel kennis en informatie over hun producten hebben. In dit netwerk is productinformatie volgens een heel duidelijke structuur met elkaar verbonden, m.b.v. een niet-disciplinegebonden systeem. Voor communicatie tussen disciplines is het bcoWeb ook nog eens inzetbaar in combinatie met andere classificatiesystemen. Immers, men kan op grond van eigenschappen een object op diverse manieren classificeren.

Wat biedt het bcoWeb nog meer:

- ❖ Een publiektoegankelijk of open objectenbibliotheek. Open in de betekenis van "open source" omdat de inhoud onder een open source licentie beschikbaar is. Hierdoor is de inhoud permanent gratis voor iedereen beschikbaar en bruikbaar en kan de inhoud door iedereen (na aanmelding) gewijzigd worden. Iedereen kan (en moet) dus in de ontwikkeling participeren.
- ❖ Een (grotendeels) uniforme definitie van bouwobjecten.
- ❖ Een mogelijkheid tot koppeling van deze bouwobjecten aan applicaties zoals b.v. besteksprogrammatuur, programmatuur voor bouwbesluitberekeningen en begrotingen. Ontwikkelaars van toepassingen zullen vrij over de data kunnen beschikken.
- ❖ Een gebruiker download de applicatie om met het systeem te werken en hoeft dus geen software meer aan te schaffen.
- ❖ Een koppeling van deze bouwobjecten met de productinformatie van leveranciers. Het gaat om een decentrale ontwikkeling van een netwerk van bouwobjecten waarbij het streven is dat iedere belangengroep (leverancier/vertegenwoordiger van een branche) zijn productinformatie kan toevoegen en baas blijft over z'n eigen gegevens, maar dat het web er voor zorgt dat alles aan elkaar hangt.
- ❖ De mogelijkheid om specialistische kennis op allerlei gebied in operationele vorm beschikbaar te maken.

- ❖ Een informatiemodel dat geleidelijk en met de inbreng van verschillende disciplines van de bouw toegroeit naar een uniforme, universele en eenduidige vorm.
- ❖ Een objectenbibliotheek die maar eenmaal hoeft te worden gevuld. Een deur hoeft bijvoorbeeld maar eenmaal te worden gedefinieerd waarna het direct beschikbaar is in alle applicaties, b.v. tekeningen, bestek, begroting, etc. Deze deurontologie kan op verschillende plaatsen in het bcoWeb terugkomen.
- ❖ Doordat alle applicaties gebruik maken van hetzelfde model (bcoWeb) beschikken ze over dezelfde informatie. Dit sluit fouten uit. In een tekening, een bestek en een begroting wordt dezelfde informatie gebruikt als het b.v. om deur type A3 gaat.
- ❖ Nieuwe producten kunnen gemakkelijk aan het model worden toegevoegd door de toeleveranciers en ze zijn direct zichtbaar. Zo ziet de klant bijvoorbeeld direct dat een beschikbaar kozijn weliswaar veel mooier is, maar helaas bouwfysisch niet voldoet en ook nog eens veel te duur is.
- ❖ Een gevuld gebouwmodel kan door alle bouwparticipanten, maar ook door de gebouwbeheerders gebruikt worden als basis voor allerlei activiteiten als tekenen, berekenen, inkoopprocessen, onderhoud en beheer.
- ❖ Al bestaande initiatieven of databases gevuld met informatie en kennis betreffende van bouwen en bouwwerken kunnen voor iedereen toegankelijk worden gemaakt. Denk hierbij b.v. aan de ervaring van de Vereniging Eigen Huis.

Wat hebben de verschillende partijen in de bouw aan het bcoWeb:

*De architect:* heeft een goed en actueel overzicht van alle objecten en de eigenschappen. Door het koppelen van de interne definities van zijn CAD-systeem aan het bcoWeb en omgekeerd kan de architect services verkrijgen zoals: uittrekken, bestekken, het vinden van TS'en, regeltoetsing, etc.

*De onderaannemer:* kan in het bcoWeb zijn producten en diensten aan een zeer breed publiek aanbieden. Tevens stelt het bcoWeb hem in staat zijn aanbod beter presenteren. Niet alleen als plaatje of brochure maar zodanig dat het direct opgenomen kan worden in het CAD-ontwerp, het bestek, etc.

*De ingenieur:* kan in een nieuw dynamisch bouwproces meer aandacht besteden aan het optimaal inbrengen van zijn disciplinekennis



*De klant/opdrachtgever:* kan d.m.v. een nieuwe generatie kennisrijke applicaties meer greep krijgen op het bouwproces en meer waarde krijgen voor zijn geld.

*De hoofdaannemer:* kan evenals een onderaannemer zijn producten en diensten zowel beter als aan een zeer breed publiek aanbieden en kan tevens goede informatie krijgen over de prijzen en producten van onderaannemers.

*Anderen in de industrie:* mensen uit de ICT wereld kunnen een nieuwe generatie, samenwerkende applicaties bouwen op basis van de gegevens uit het bcoWeb.

*Algemeen:* Op een eenvoudige manier gegevens uitwisselen.

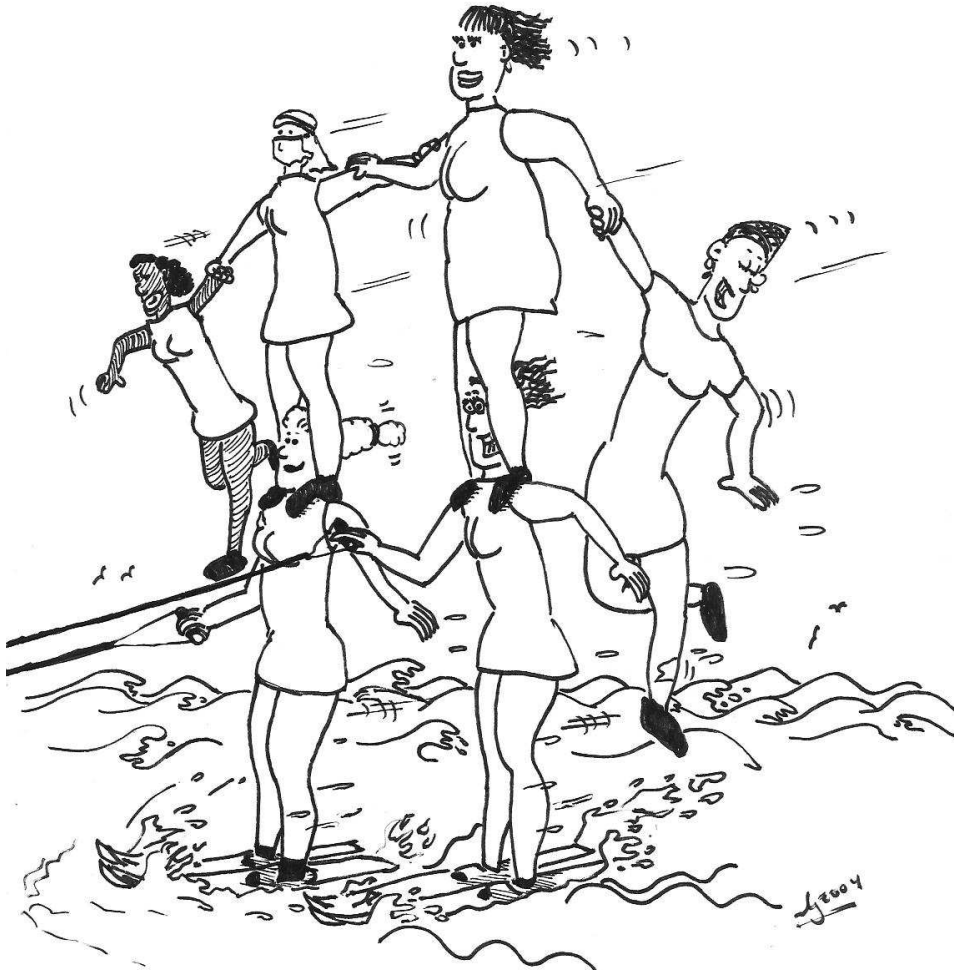
De komende maanden zal het netwerk verder worden gevuld, zullen er externe deelnemers worden gezocht, en zullen er een paar experimentele toepassingen worden ontwikkeld. Ook zal het interessant zijn om contact te zoeken met kennisleveranciers als Stichting Bouwresearch (SBR), TNO en Vereniging Eigen Huis (VEH) voor het (her)gebruiken van hun kennis in applicaties op het bcoWeb.

Een succesvol vervolg van het huidige bcoWeb kan alleen plaatsvinden als alle partijen in de bouw er hun voordeel uit kunnen halen en hun eigen kennis willen openstellen. Oftewel alleen in een volledige harmonie zal het bcoWeb leveren wat het belooft en is een 'nieuwe' bouwwereld op komst.

De Bouw kan met bcoWeb worden getransformeerd naar een moderne industrie. Sterke afname van faalkosten. Aanzienlijke verbetering van procesbeheersing. Concurrentie op waarde. Dynamische processen. Door het nationale karakter van bcoWeb en het sterk verbeterde hergebruik van informatie en kennis wordt de concurrentiepositie van de industrie vergroot.

De maatschappij krijgt met een op moderne ICT-leest geschoeide bouwsector een betrouwbare toeleverancier van bouwoplossingen. Betere bouwwerken, betere bouwprocessen, meer waarde en minder ontevreden klanten.

De ontwikkeling van het bcoWeb:



- HARMONIE IN BEWEGING -

## **LITERATUURLIJST**

### **Internetsites**

- [www.cobouw.nl](http://www.cobouw.nl)
- [www.sbr.nl](http://www.sbr.nl)
- [www.computable.nl](http://www.computable.nl)
- [www.bouwweb.nl](http://www.bouwweb.nl)
- [www.bouwspiegel.nl](http://www.bouwspiegel.nl)
- [www.fbs-index.nl](http://www.fbs-index.nl)
- [nl.wikipedia.org](http://nl.wikipedia.org)
- [vanrees.org](http://vanrees.org)
- [www.xml.com](http://www.xml.com)
- [www.ontology.org](http://www.ontology.org)
- [www.jellema-online.nl/jellema](http://www.jellema-online.nl/jellema)
- [www.dedigitaleaannemer.nl](http://www.dedigitaleaannemer.nl)
- [www.stabu-lexicon.com](http://www.stabu-lexicon.com)
- [www.builldesk.nl](http://www.builldesk.nl)
- [www.bouwkosten.nl](http://www.bouwkosten.nl)
- [www.bouwcatalogus.nl](http://www.bouwcatalogus.nl)

### **rapporten en verslagen**

- Kort, C., *Open Standaard Studie*, mei 2004
- Hofstra, R.R., *Documentenstroom studie*, mei 2004
- Ezeani, E.O., *Analyse Interviews met Bouwkundige Bedrijven*, mei 2004
- Ras, C., *Advies rapport*, mei 2004
- Ras, C., *Toepassings Studie*, mei 2004
- Spekking, Hamilton, van Hezik, *IT in the Dutch Construction Industry*, november 2003
- PAIS, *Op naar standaarden voor digitale informatieoverdracht in de bouw*, maart 2003
- PSIB, *Projectvoorstel Research- en Developmentprogramma*, februari 2003.
- Daanen, J., *Hont, de ontwikkeling van een hulpprogramma voor het maken van een kenmerkenontologie*, juni 2002
- ArTB, *Quick Scan ICT in de bouw*, augustus 2001
- Woestenenk, K., *An Information Framework for the Construction Industry*, Ede, 1997

### Dictaten en boeken

- ProRail, *Overzicht van productspecificaties*, september 2004
- De Ridder, H.A.J., Noppen, J.P., *Integraal ontwerpen: individuele ontwerpopdracht (CT3060)*, Delft, april 2002.
- Sanders, F.M., *Lexicon voor de weg- en waterbouw*, Delft, augustus 1998
- Jellema, *Jellema Hogere Bouwkunde*, juli 1997
- VAGWW, *Handboek voor de grond-, water- en wegenbouw*, november 1982
- *De Nederlandse Bouwdocumentatie*

### Artikelen

- Meijneken, C., *Popularisering ODM/SmartTeam binnen ProRail*, 7 mei 2004
- Lohman, F., *Bouwvakkers naar de bieb*, 9 april 2004
- ProRail, *Maken van objectenbomen*, 22 maart 2003
- Bernaert, R., *De toekomst van ICT in de bouw: een visie of visioen*, 28 oktober 2002
- Cobouw, *Reader ICT*, 3 december 2002
- Jonge, T. de, *Begroten met projectdelen*, maart 2002
- Kraan, P. van der Pouw, *ICT in de bouw, Vierde Bouwspiegelbijeenkomst*, 19 maart 2001
- Fensel, D., *Ontologies and Electronic Commerce*, januari/februari 2001
- Nederveen, S. van, *Objectenbomen*, eind 2000