

# Het Actieve Dak als onderzoeksgebied

# Koppeling uitvoeringskennis en ontwerp-kennis

*De bouwsector is fors in beweging. Nieuwe zakelijkheid en gewijzigde verhoudingen in combinatie met een nieuwe manier van werken, klantgericht denken, innovatie en automatisering moeten er toe leiden, dat de bouwkosten met 20 tot 25 procent omlaag gaan, aldus de voorzitter van de Regieraad voor de bouwsector. Het 'lerend vermogen' van de bouw staat daarbij centraal. [10] Bouwbedrijven staan hierbij voor een flinke uitdaging. Aandacht voor klanten, maatschappelijke acceptatie, een professionele interne bedrijfsvoering en last but not least de bedrijfsresultaten, dienen voortdurend met elkaar in balans te zijn. Om op de langere termijn succesvol te zijn en te blijven wordt het 'lerend vermogen' van organisaties steeds belangrijker. Ook binnen de architectenbranche zijn er forse discussies over veranderende positie, kennis en kunde van de architect in dit geheel. [24]*

*- door ir. E.M.C.J. Quanjel\*, prof.ir. W. Zeiler\*\*,  
ir. W. Borsboom\*\*\* en ir. C. Geurts\*\*\**

**'The first step towards change is recognition.'**

Deepak Chopra 1995

**D**eels wordt de Nieuwe Zakelijkheid gestuurd door de terugkerende kritiek op de kwaliteit van de opgeleverde gebouwen. Het meest recente onderzoek over de faalkosten over de gehele bouwkolom (architecten, aannemers, klussenbedrijven, installateurs en afbouwers), door USP Marketing Consultancy (USP oktober 2005), geeft ten opzichte van 2001 (7,7 % van de omzet) een stijging te zien naar 10,3 % van de totale omzet. Het EIB schat het bouwvolume (B&U en GWW) op € 48,4 miljard. Dit zou betekenen dat ongeveer € 5 miljard

door faalkosten wordt verspild. Er worden verschillende oorzaken gesignaleerd binnen het onderzoek. Onvoldoende voorbereiding van het werk, met als gevolg veel technische aanpassingen en veranderingen tijdens de uitvoering. (fig. 4.) Dit wordt door de meerderheid van de deelnemers aan het onderzoek als belangrijkste oorzaak gezien. Het slecht nakomen van afspraken door bouwpartijen in mindere mate. (fig. 5.)

\* Architect Delft, promovendus KCBS samenwerkingsverband TU/e-TNO

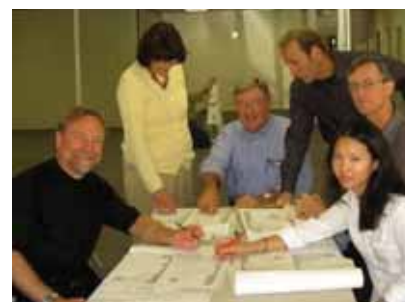
\*\* TU/e-Installatietechnologie

\*\*\*TNO Bouwen en Ondergrond, Delft



Krakow, kathedraal.

- FIGUUR 1 -



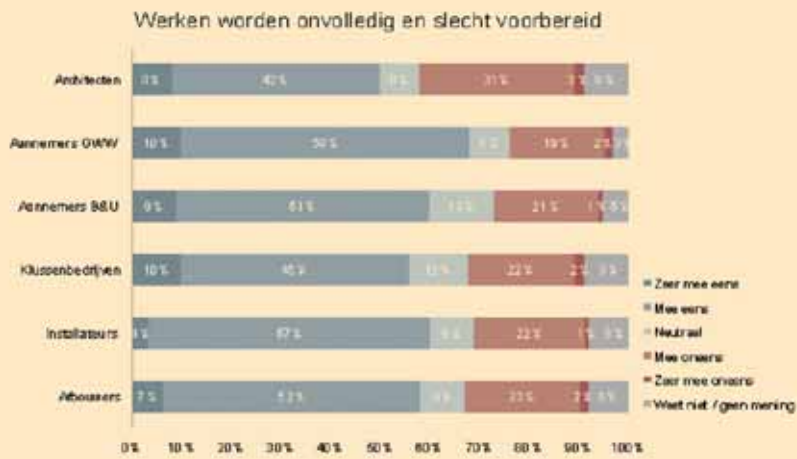
Collaborative Engineering, team-design.

- FIGUUR 2 -



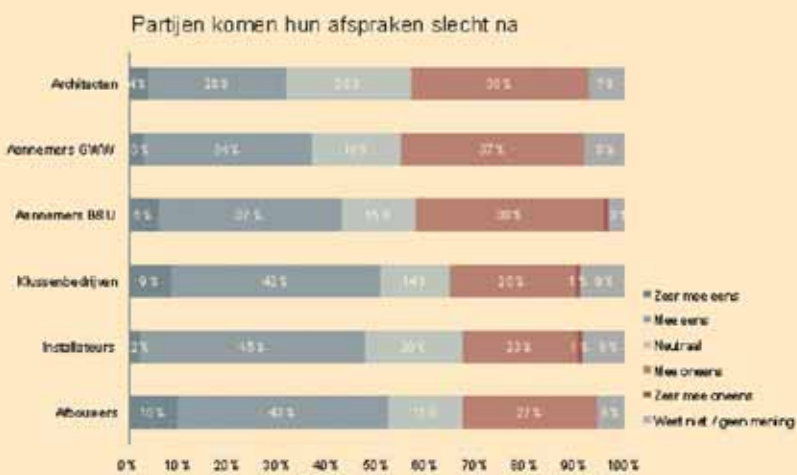
Warschau, Zlote Tarasy, winkelcentrum.

- FIGUUR 3 -



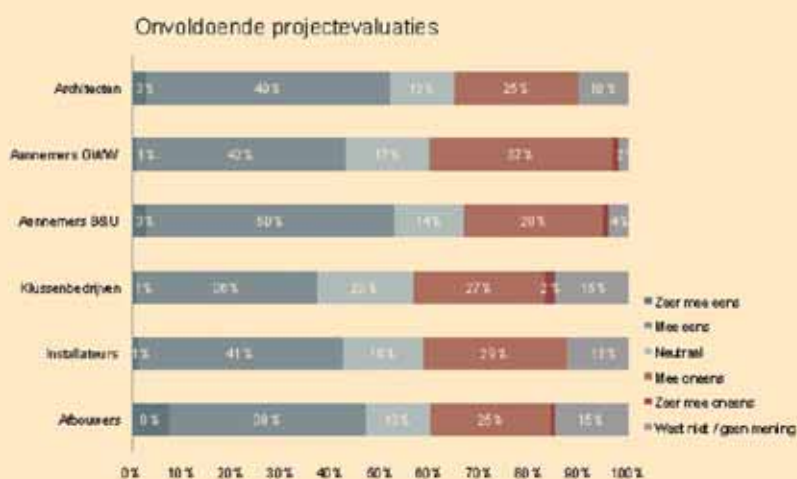
Werken worden onvolledig en slecht voorbereid.

- FIGUUR 4 -



Partijen komen hun afspraken niet na.

- FIGUUR 5 -



Onvoldoende projectevaluaties.

- FIGUUR 6 -

De derde oorzaak, het niet of slecht gebruik maken van evaluatie voor nieuwe projecten, wordt door een steeds grotere meerderheid als oorzaak gezien. (fig. 6.)

Verbeterpunten ten behoeve van de reductie van faalkosten zouden dus zeker binnen de voorbereidende fase, het nakomen van afspraken en project-evaluaties kunnen worden gezocht.

Naast de genoemde oorzaken kunnen nog tal van andere oorzaken en oplossingsrichtingen worden aangewezen.

[21] Kernpunt hierbij is dat binnen de bouwcultuur nog te veel wordt gefocust op het werken en presteren - in financiële zin - per project en te weinig wordt gewerkt aan verbetering van processen binnen de bouw, van voorbereiding tot uitvoering en onderhoud, als onderdeel van een cultuurverandering. [7] Verbetering van de beschikbare en te ontwikkelen kennis is een tweede kernpunt; de koppeling van onderwijs, onderzoek en praktijk vormen hiervoor de basis.

Recente analyses [12] laten zien dat de bouw zich in haar disfunctioneren niet onderscheidt van andere sectoren, waar de kloof tussen management en de werkvloer steeds verder toeneemt. Met de argumentatie van efficiency en het verhogen van de controle zijn veel bouwprocesmanagers en adviseurs de gang van zaken op de bouwplaats gaan beheersen. Tussen de architect, die de bedoeling van de constructie en de detaillering van een ontwerp doorgrondt, en de bouwvakkers, die het ontwerp uitvoeren, bestaat nauwelijks nog contact. De bouw is opgesplitst in reeksen van werkzaamheden, waarvoor verschillende (onder)aannemers verantwoordelijk zijn. Deze betrekken hun materialen van leveranciers, gebaseerd op financieel gunstige afspraken. Gevolg van de complexe organisatie is dat de opdrachtgever en de maatschappij uiteindelijk vaak teleurgesteld zijn over de kwaliteit van het uiteindelijke bouwwerk.

### COLLABORATIVE ENGINEERING

De koppeling van uitvoeringskennis met de ontwerp-kennis en vice versa vormt een van de wezenlijke problemen die een verbetering van de bouwproducten in de weg zit. Om een meer inzicht te krijgen in de mogelijke praktische verbeteringen is door de TU/e en TNO (verenigd in het Kenniscentrum KCBS) een promotieonderzoek opge-



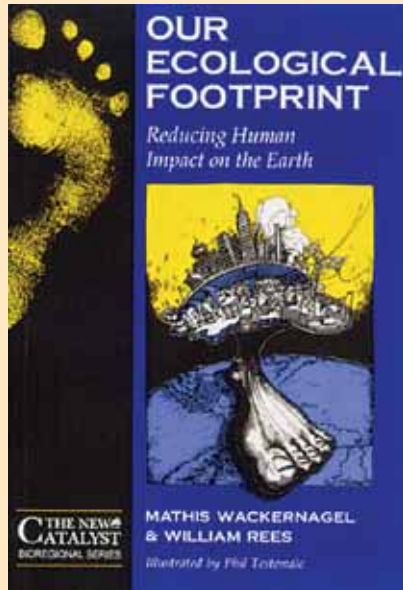
Grondstoffen, kolen.

- FIGUUR 7 -



Materiaal, hergebruik of afval.

- FIGUUR 9 -



Our Ecological Footprint; reducing human impact on the earth, M. Wackernagel & W. Rees.

- FIGUUR 8 -



Collaborative Engineering.

- FIGUUR 10 -

zet. Dit onderzoek richt zich op het ontwikkelen van verschillende soorten ontwerp-hulpmiddelen voor 'Collaborative Engineering' van het bouwdeel dak, als een van de meest 'urgente' onderdelen van gebouwen. Het promotieonderzoek is tevens gekoppeld aan een Europees 6<sup>e</sup> kader programma, EURACTIVE ROOFer, waarin 31 verschillende partijen zijn vertegenwoordigd - van dakfederaties, industrie, universiteiten en onderzoeksinstituten.

Er zijn verschillende redenen om het dak / de dakdekker te beschouwen in de problematiek van koppeling ontwerp-kennis aan uitvoeringskennis. Vanuit een meer globaal blikveld zien we dat de noodzaak voor het verantwoord gebruik van energie en energie-opwekking voor het comfort binnen gebouwen, als gevolg van de Global Warming, toeneemt. [14 en 22] (fig. 7-9.) Afval en verspilling van materia-

len en energiebronnen zijn hierbij een belangrijk onderwerp. 50 % van alle geproduceerde materialen worden gebruikt in de bouwindustrie, eveneens 50 % van de totale afvalproductie komt op het conto van deze industrie. De bouwindustrie gebruikt daarbij 40 % van het totale energiegebruik. [31] Dit vestigt in toenemende mate de aandacht op het gebruik van duurzame energiebronnen voor productie en comfort van de gebouwde omgeving. In het huidige gebouwontwerp wordt voornamelijk de gevel als integraal onderdeel met duurzame energiesystemen ontworpen en uitgevoerd. Deze integrale aanpak ontbreekt bij het dak, hier worden systemen meestal als op zichzelf staande componenten aan het reeds bestaande ontwerp toegevoegd. Als we kijken naar het dak als onderdeel van het totale gebouw, dan zien we een grote verscheidenheid aan nieuwe dakproducten, zoals PV-panelen, zonne-

collectoren, ventilatiesystemen, daklichten en veiligheidsvoorzieningen, die worden toegevoegd aan het dak om het comfort binnen de gebouwen te vergroten. Dit heeft een grotere complexiteit tot gevolg voor ontwerp en uitvoering met een verhoogde kans op ongelukken, praktische problemen en faalkosten. Uit statistieken van de Europese Commissie blijkt dat er binnen de Unie jaarlijks 1.000 mensen sterven als gevolg van het vallen van hoogte, 10 % van alle bedrijfsongevallen. In Nederland vonden er hierdoor in 2004, 500 ongelukken plaats met ernstige gevolgen en 15 met een dodelijke afloop. In sommige landen is het niet ongebruikelijk dat tijdens het bouwen rekening wordt gehouden met de veiligheid van daken tijdens de gebruiksfase. Dat houdt in dat er in de ontwerpfase voorzieningen dienen te worden ingebouwd om later veilig en economisch onderhoud te kunnen uitvoeren.

Zowel optimalisatie van de veiligheid alsook van het onderhoud zijn hierbij kernpunten. [5]

Complexiteit van het dak, als onderdeel van het gebouw en installaties in/op het gebouw, zorgt zowel voor ontwerp- als ook voor bouwfouten. De oorzaken liggen even divers als de aspecten binnen het totale spectrum van het ontwerpen en uitvoeren van een bouwwerk. Enerzijds verkeerde ontwerp-optimalisatie en constructiefouten zoals bij fatale incidenten voor platte daken. [18] Anderzijds het gegeven dat dakdekkers in feite niet de middelen en/of kennis hebben om deze elementen goed te kunnen beoordelen en vakkundig te plaatsen. In veel gevallen is de kwaliteit van de producten onvoldoende door ontbrekende, of onvolledige, productinnovatie en normeringscriteria. [17] Dit leidt tot schadegevallen door lekkage, condensatie en wind. Deze faalkosten worden in de Europese Unie geschat op twee miljard euro per jaar.

Daarnaast is er een veranderende afbakening van taken en verantwoordelijkheden in de bouw in ontwikkeling. De rol van de hoofdaannemer zal verschuiven naar coördinator, de verantwoordelijkheid zal meer en meer komen te liggen bij de onderaannemer en hoe de samenwerking met vaste partners zich zal ontwikkelen. (USP 2005) Afstemming tussen de verschillende betrokken marktpartijen is met het oog op faalkosten essentieel en daarbij hoort ook helderheid in de verantwoordelijkheidsvraag. Mede doordat men verwacht dat de hoofdaannemer steeds meer de rol van coördinator zal gaan vervullen, verwacht het merendeel (64 %) van de ondervraagden dan ook dat de verantwoordelijkheid meer en meer bij de uiteindelijke uitvoerder zal komen te liggen. Vooral installateurs zien deze ontwikkeling in belangrijke mate, terwijl van de architecten een derde dit juist niet verwacht.

De verschuiving van taken en verantwoordelijkheden zal er naar verwachting dan ook toe leiden dat een onderaannemer minder vaak wordt gekozen op basis van prijs voor de korte termijn, maar dat men zich meer en meer zal richten op een lange termijn partnership. Het zijn vooral installateurs (57 %) en aannemers B&U (50 %) die deze partnerships zien ontwikkelen. Een

relatief grote groep (38 %) architecten daarentegen heeft het idee dat de prijs ook in de komende vijf jaar leidend zal zijn bij de keuze van een onderaannemer.

Tegelijkertijd is er een groeiend bewustzijn bij de uitvoerende brancheverenigingen, in het bijzonder bij de ambachtelijke bedrijven zoals de dakdekkers, voor de noodzaak van product- en procesinnovatie. Dit door het vergroten van eigen kennis / kunde en het sluiten van strategische allianties om beter te kunnen aanbieden op kwaliteit in bouwteamverband. Dakmeester 2005, [15]

Collaborative Engineering streeft een aantal doelen na. Primair is het verkorten van de ontwerptijd met gelijktijdig een hogere kwaliteit van het product. Men wil die hogere productkwaliteit verkrijgen door al aan het begin van het ontwerpproces rekening te houden met alle verschillende aspecten van dit product, onder meer fabricage, montage en onderhoud. Daarnaast wordt gestreefd naar verlaging van de levenscycluskosten en de ontwikkelkosten. Men hoopt een ontwerp te krijgen dat goedkoop te bouwen is door het ontwerp af te stemmen op de specifieke fabricage- en bouw mogelijkheden. Ontwerp en uitvoerende partijen werken optimaal samen, ook in het vóórtraject. [29] De grens tussen de uitvoeringsvoorbereiding en de uitvoering van het bouwwerk vervaagt. Door de manier waarop met CE bij de voorbereiding rekening is gehouden, kan een wijziging na afronding van de voorbereidingen, door een geconstateerde aanloper bijvoorbeeld, snel worden opgelost. [11]

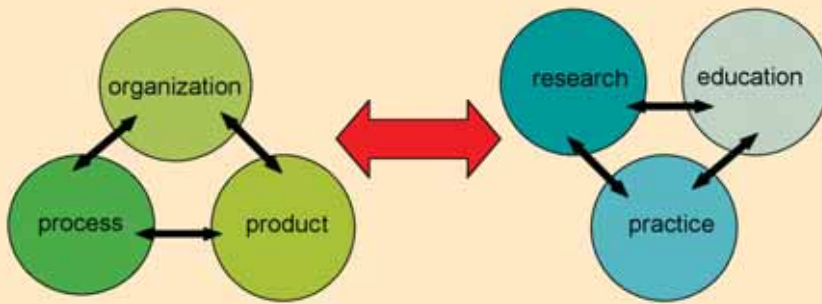
Om dit alles te organiseren is een tussentijdse, gemengde besluitvorming nodig op basis van soms nog niet vrijgegeven informatie. Hierbij zal de specifieke informatie moeten worden "vertaald" in begrijpelijke gegevens voor de andere deelnemers van het team. Zo wordt het accent verlegd van functionele naar projectmatige samenwerking met een gezamenlijk gedeelde verantwoordelijkheid. De benodigde cultuuromslag hiervoor blijkt vaak moeilijk te verwezenlijken omdat hiermee de macht van de diverse projectpartijen wordt aangetast. Dit vormt een barrière die alleen met een op visie gestoelde integrale aanpak kan worden genomen. [6] Door Collaborative Engineering worden de uitvoerende

partijen in een vroeg stadium met de ontwerpende partijen bij de ontwikkeling betrokken en is een forse verlaging van de faalkosten bij de bouw en het installeren mogelijk. Dankzij multidisciplinaire samenwerking worden problemen eerder begrepen, risico's beter onderkend. Hierdoor kunnen professionals, overtuigd van het gezamenlijke belang, innovatieve oplossingen ontwikkelen. [16]

Sinds juli 2005 werken federaties, MKB-bedrijven en onderzoeksinstituten in de dakdekkersbranche uit dertien Europese landen, verenigd in EUR-ACTIVE ROOFer samen. De rol van het kennisinstituut TU/e-TNO (KCBS) is hierbij zeer centraal door de koppeling aan het promotietraject: 'Integral design methodology in the context of collaborative engineering, collaborative process approach for active roofs as part of sustainable comfort systems'. Binnen dit project zullen hulpmiddelen voor zowel de dakdekkers, de industrie alsook ontwerpende partijen worden ontwikkeld, om zodoende de dakkwaliteit te verbeteren, de faalkosten te verlagen en innovatieve ontwikkelingen mogelijk te maken. Hierdoor ontstaan er onder andere mogelijkheden voor een dakbranche die zowel een actieve rol kan spelen en verantwoordelijkheid kan nemen in het ontwerp, engineering, uitvoering en onderhoud; de totale bouwcyclus. [13]

#### WORKSHOPS EN TRAININGEN

Het promotieonderzoek richt zich primair op het ontwikkelen van hulpmiddelen voor het gezamenlijk, in een ontwerpteam, ontwikkelen van innovatieve – actieve – daken. Dit zowel in relatie tot het gehele gebouwontwerp alsook als innovatief bouwcomponent. Met innovatief wordt hier zowel innovatie op proces- als productniveau bedoeld met de nadruk op integratie van technieken ter opwekking en buffering van duurzame energie. Het dak is, als vijfde gevel die ongeveer 20 % van het totale gebouwoppervlak beslaat, het ideale gebouwdeel om energie mee op te wekken, extra functies te huisvesten en, als vandaan, een extra architectonisch element te vormen met het totale gebouw. Als voorbeeld van een vergelijkbaar ontwikkelingstraject kan de gevelindustrie dienen. Enkele decennia gele-



**Integrale Benadering; koppeling van kennisketen en ontwikkelingsketen binnen een specifieke context.**

- FIGUUR 11 -

den was ook deze branche opgedeeld in verschillende, zelfstandige, toeleveranciers. Deze hadden ieder hun specifieke kennis, doch moesten als onderaannemer ieder afzonderlijk hun werk aanbesteden bij de bouwkundig hoofdaannemer. Daarbij werden zij hoofdzakelijk op financiële gronden geselecteerd. Bovendien stond deze gefragmenteerde selectie van partijen niet alleen een goede bijdrage aan de ontworpen gevel in de weg, doch ook het goed organiseren van de uitvoering en de garanties op het eindresultaat en gebruik. Enkele bedrijven binnen de branche hebben sindsdien kennis en kunde van de verschillende gevelspecifiek gekoppeld waardoor ze in staat zijn van ontwerp tot engineering, uitvoering en onderhoud de gevel als totaal te ontwikkelen en garant te staan voor het resultaat en gebruik. Hiermee is hun positie in het totale gebouwontwikkelingsproces sterk verbeterd, waardoor ze tevens onafhankelijker van de hoofdaannemer kunnen werken en meer direct in bouwteamverband met opdrachtgever en andere ontwerpende partijen. Tevens is daarmee de weg geopend naar meer innovatieve geveloplossingen doordat ontwerp en uitvoerende kennis en kunde direct aan elkaar worden gekoppeld. Een goed voorbeeld van de mogelijkheden van Collaborative Design en Engineering. [1]

Voor de dakbranche zou een dergelijke ontwikkeling ook mogelijk moeten zijn; een weg om inhoudelijke waarde toe te voegen aan een wezenlijk onderdeel van het totale gebouw en gebouwde omgeving. Hiervoor zijn echter een aantal stappen nodig in het ontwikkelen van de juiste kennis en kunde voor zowel ontwerpende als uitvoerende partijen. Het onderzoek maakt bij de aanpak gebruik van zowel een vooronderzoek Integraal Ontwer-

pen, in opdracht van de TVVL, BNA en TUD van 2001-2003, alsook van de kennis uit het promotieonderzoek van Perica Savanović, gestart in 2004. Het promotie onderzoek van Perica Savanović, richt zich op het verbeteren van de samenwerking van de verschillende disciplines binnen het ontwerp-team, allen met eenzelfde opleidingsniveau doch met verschillende opleidingsrichtingen. Een van de doelen van deze promotie is het verbeteren van de samenwerking binnen het ontwerpproces en het mogelijke product daarbij, door koppeling van kennis en kunde van disciplines met zowel een verschillende opleiding en richting (ontwerp / uitvoering).

De basis hiervoor wordt gevormd door een integrale benadering; een koppeling van de 'kennisoverdrachtsketen (onderwijs, onderzoek, ondernemen) met de drie ontwikkelniveaus (context / cultuur, proces, project / product). Deze koppeling wordt gerealiseerd door de workshop die enerzijds een trainings/opleidings mogelijkheid biedt aan zowel studenten en professionals alsook informatie en ontwikkeling van het onderzoek levert. 'Learning by doing' [27] biedt de beste leereffecten voor professionals om te leren samenwerken, kennis uit wisselen en deze kennis gezamenlijk in te zetten voor optimale oplossingen. (fig. 11.) [21]

De volgende aspecten zijn van belang om deze samenwerking op gang te brengen:

- afstemmen van de doelen van de deelnemers in het ontwikkelproces;
- afstemmen van organisatorische regelingen;
- afstemmen van afspraken over kennis en vaardigheden;
- bevorderen van een goede communicatie tussen alle betrokkenen.

Bij het ontwikkelen van hulpmiddelen voor het verbeteren van het totale dak (dak en voorzieningen in / op t.b.v. techniek / energieopwekking etc.) kan er onderscheid worden gemaakt tussen verschillende soorten hulpmiddelen. De meest concrete hulpmiddelen zijn trainingen voor ontwerpteams voor onderdelen waar de dakbranche bij is betrokken binnen het totale ontwerp-team van een gebouw of voor het ontwikkelen van een dakcomponent. Een tweede soort hulpmiddel betreft een ondersteuning van deze teams, binnen het ontwerp/ontwikkeltraject, om een optimale uitwisseling van beschikbare kennis helder te krijgen / uit te wisselen om daarmee ontwerp oplossingen te ontwikkelen en te documenteren. Om de trainingen te ontwikkelen worden er, op basis van de eerdere ervaringen [26] workshops opgezet die met behulp van monitoring en feedback door middel van enquêtes, meer inzicht kunnen geven over de effectiviteit van de training en de benodigde opzet / hulpmiddelen. Er is gekozen voor drie types om zo een beter beeld te krijgen in de verschillende situaties (met / zonder dakadviseur, met / zonder hulpmiddelen, met / zonder opdrachtgever / concrete opdracht) en achtergronden (studenten / professionals). De workshops zullen eind 2006 worden opgestart met als doel eind 2008 een onderbouw te vormen voor trainingen, in het kader van de permanente beroepsopleiding voor professionals met zowel een ontwerp- als een uitvoerings-achtergrond. Ook binnen het genoemde Europese project zal deze kennis worden overgenomen en vertaald in trainingsprogramma's. (fig. 12-14)

Nederland koestert de gedachte dat vanwege de hoge scholingsgraad steeds meer nadruk dient te worden gelegd op het 'bedenken'. Sommigen willen 'het maken' overlaten aan anderen, als zou dat een mindere bezigheid zijn. In dit verband is het voorbeeld van Intel, wereldmarktleider op het gebied van chipsproductie, interessant om aan te halen. Daar wordt niet het denk, lees ontwikkelingsproces, primair gesteld maar het maakproces: als je het niet kunt 'maken', heeft het ook geen zin om het te 'bedenken'. Door goed te weten hoe je moet maken, kun je weer nieuwe processen en producten bedenken. Daarmee is 'ontwikkelen' een



Eerste workshops voor studenten; opmaat voor workshops professionals.

- FIGUUR 12 -



Gemeenschappelijk doel: optimaal ontwerp.

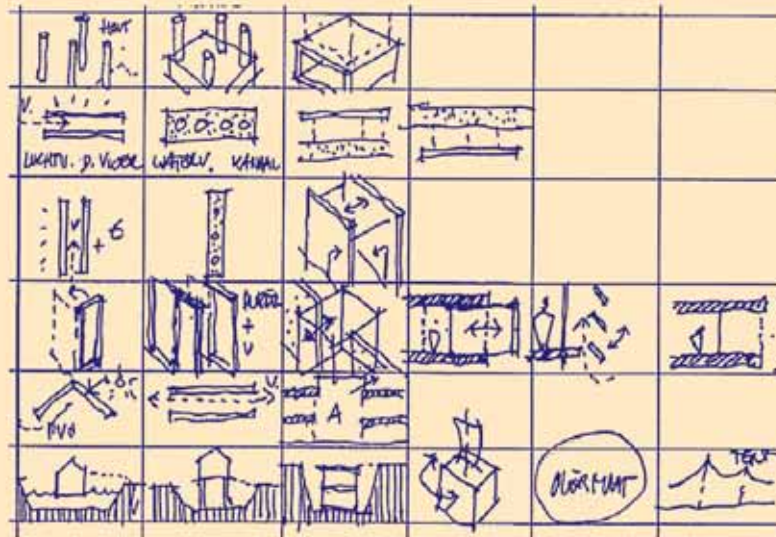
- FIGUUR 14 -

functie van het 'maken' geworden en niet omgekeerd zoals zoveel ontwerpers veronderstellen. [30] Ook binnen de bouwcultuur dient aan dit besef meer inhoud te worden gegeven, het hiervoor omschreven promotieonderzoek en ontwikkelingstraject probeert hieraan een bijdrage te leveren.

### METHODISCH ONTWERPEN

Uit het voorgaande blijkt dat aan de aanpak, uitwerking en realisatie in de bouw steeds hogere eisen worden gesteld, wat leidt tot snel toenemende complexiteit bij het ontwerpen. De milieuproblematiek en sociale aspecten zijn aandachtspunten die hierbij prioriteit verdienen. Al dit zorgt ervoor dat het voor ontwerpers / ontwerpteams steeds moeilijker wordt om tot 'de beste' en tegelijkertijd economisch doelmatige ontwerpen te komen. Daarnaast is er een steeds toenemende behoefte aan vernieuwing en innovatie.

Deze aspecten zorgen er ook voor dat een ontwerper minder vaak kan terugvallen op hem bekende oplossingen voor problemen. Hij kan daarbij zoe-



Voorbeeld gebruik gezamenlijk ontwerp hulpmiddel voor structurering / ontwikkeling ontwerp van kennis over verschillende functionaliteiten van de vraag.

- FIGUUR 13 -

ken naar een ontwerp methode die hem de gelegenheid geeft om ontwerp problemen, ook al zijn die hem onbekend, systematisch aan te pakken. Een methodische aanpak kan ervoor zorgen dat alle aspecten, die een rol spelen bij het ontwerpen, aan bod komen. Een dergelijke methodische aanpak is de door prof.dr.ir. H.H. van den Kroonenberg ontwikkelde methode van het Methodisch Ontwerpen. [19] Deze methode werd gedoceerd aan de Universiteit van Twente (v.d. Kroonenberg 1978) en ook op een aantal Technische Hogescholen (Amsterdam 1986). De methodiek is door enkele promovendi later verder uitgewerkt [2 en 3], maar nog niet echt toegankelijk gemaakt. Het meest toegankelijke werk op dit gebied is het boek Methodisch Ontwerpen van den Kroonenberg en Siers [19].

Het Methodisch Ontwerpen kan worden gezien als een geschikte methode omdat het een probleemgeoriënteerd model is, gebaseerd op functionele aspecten en toepasbaar op verschillende abstractieniveaus van het ontwerp proces. (fig. 15) Hiermee kunnen gedurende alle fases van het ontwerp proces aspecten van verschillende abstractie - op organisatie, proces of product-niveau - met elkaar worden vergeleken / afgewogen / gekozen. Eigenschappen van dit ontwerp proces kunnen worden opgedeeld in degene die zijn gerelateerd aan: strategieën (organisatie), fases (proces) en activiteiten (product). (Fig. 11.) Methodisch Ontwerpen kan als middel worden gebruikt tot verdere optimalisatie op

verschillende niveaus. [32]. Beiden zijn praktische hulpmiddelen om de verschillende functionele aspecten te structureren, mogelijke oplossingen te genereren en te selecteren. Zij bezitten, evenals de totale methode, de eigenschap dat ze toepasbaar zijn voor verschillende abstractieniveaus.

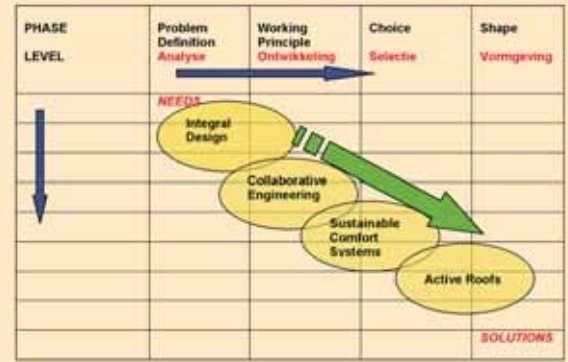
Als hypothese voor de aanpak van de hiervoor beschreven problematiek en het promotieonderzoek, wordt de stelling genomen dat het Methodisch Ontwerpen en zijn bijbehorende hulpmiddelen ondersteunend zouden kunnen zijn voor ontwerp teams in de primaire fase van het ontwerp. Dit met de toevoeging / focus op Collaborative Engineering, waarbij het team is samengesteld uit disciplines met ontwerpende en uitvoerende kennis. Het Methodisch Ontwerpen, als onderdeel van het ontwerp proces, kan als raamwerk worden gebruikt om het proces en de bijbehorende communicatie beter te structureren. Bij de onderzoeks aanpak wordt gebruik gemaakt van de het raamwerk van Methodisch Ontwerpen om te onderzoeken hoe deze specifieke ontwerp methode en zijn hulpmiddelen een samenwerking kunnen ondersteunen / verbeteren. (fig. 15, 16) (Zeiler 1993, Zeiler 1998) Onderstaand figuur (fig. 19.) geeft de werkwijze weer zoals die wordt gehanteerd in samenhang met de verschillende aspecten, vanuit de integrale aanpak. Uitgaande van de (bouw)praktijk, met bijbehorende randvoorwaarden, wordt met behulp van casestudy's en persoonlijke kennis een hypothese opgesteld op basis van

## Methodical-system area



Methodisch Ontwerpen: structureren van functionaliteiten op verschillende abstractieniveaus (verticaal) en fases van het ontwerpen (horizontaal).

- FIGUUR 15 -



Onderzoeksmethodologie: deze gebruikt dezelfde aanpak als die van het Methodisch Ontwerpen voor het systematisch analyseren, genereren en modifieren van het onderzoeksprobleem.

- FIGUUR 16 -



Hulpmiddel Methodical Design: Morfologisch Overzicht t.b.v. genereren en structureren mogelijke varianten gekoppeld aan functionaliteiten.

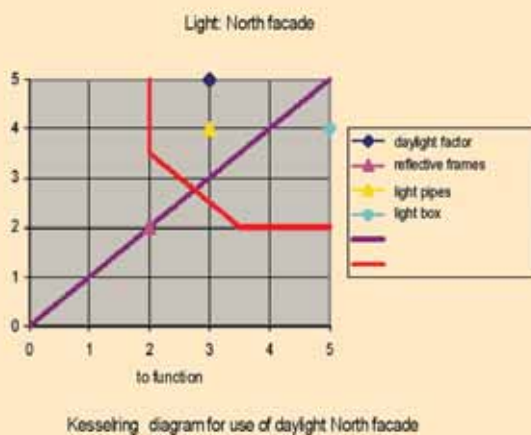
- FIGUUR 17 -

een formele theorie (Methodisch Ontwerpen). Binnen het onderzoek weten we echter dat, doordat de formele theorie wordt getoetst in een nieuwe context, deze zal veranderen. In de onderzoekssituatie wordt dus een informele theorie ontwikkeld in de nieuwe, praktische en realistische setting. Deze werkwijze, die zeer praktijkgericht is, noemen we Reflexive Practice. (Rolfe 1997).

Hoe passen we dit toe binnen het onderzoek? De onderzoeksmethodologie gebruikt de structurerende methode van het Methodisch Ontwerpen om te onderzoeken hoe deze specifieke methode en zijn hulpmiddelen een betere samenwerking tussen ontwerpende- en uitvoerende partijen kan bevorderen. Het onderzoek vindt plaats in de context van vier abstractieniveaus met bijbehorende functionele aspecten, te weten: integraal ontwerpen (probleem definitie-niveau), collaborative engineering (systeem-niveau), duurzame energie (werkmethode-niveau) en actieve daken (uitvoerings-niveau). Voor alle niveaus is de aanpak gelijk – gebruik makend van probleem analyse-onwikkelen varianten-selectie-aanpassen – doch de verdere uitwerking is verschillend. (fig. 16)

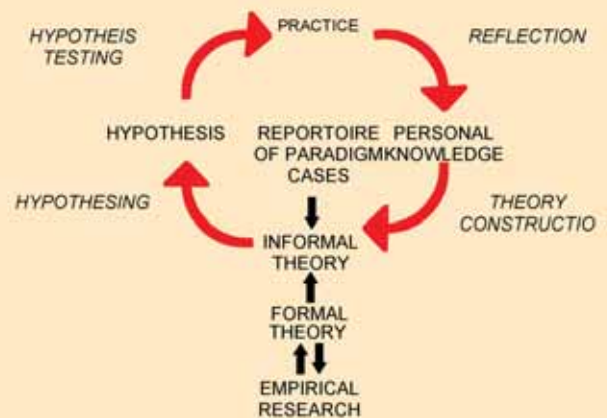
Eerste stap in het onderzoek is om na te gaan over welke kennis en kunde het gaat in de interactie tussen uitvoerende en ontwerpende partijen; de architect en de dakdekker. Het is daarom noodzakelijk om voor beiden zogenaamde kennis-kunde-profielen

op te stellen voordat mogelijke hulpmiddelen kunnen worden ontwikkeld en getoetst. Naast literatuurstudie, interviews, enquêtes worden casestudy's gedaan voor drie verschillende gebouwen. De casestudy's zijn bedoeld om vanuit een realistische projectsituatie de juiste randvoorwaarden te analyseren (analyse-fase). Het profiel laat uiteindelijk, in samenhang, zien welke kansen en bedreigingen er voor de dakdekker zijn op organisatie, proces en productniveau [32 en 23]. Deze analyse komt mede tot stand door dit profiel te vergelijken met die van de gevelbouwer, wiens profiel kan worden gezien als voorbeeld voor succes. De randvoorwaarden voor het kennis-kunde-profiel worden vervolgens gebruikt om scenario's op te stellen, binnen de setting van collaborative engineering, die als realistisch onderzoeksaspecten kunnen dienen; dit is de ontwikkelings en selectie-fase van het onderzoek. Door inzet van de reeds genoemde workshops, als afgeleide van de ontwikkelde scenario's, kunnen stap voor stap aspecten van de kennis-



Hulpmiddel Methodical Design: Kesselingmethode, vergelijken / selecteren van varianten op basis van realisatie en functioneren.

- FIGUUR 18 -



Relative Practice: koppeling van praktijk, onderzoek en ontwikkeling.

- FIGUUR 19 -

kunde uitwisseling worden bekeken en vergeleken in relatie tot het gebruik van de hulpmiddelen binnen de Methodische Ontwerp Methodologie. De workshops zijn hiermee een geschikt middel voor kennis-ontwikkeling en –herontwikkeling binnen de kennisoverdrachts-keten praktijk / onderzoek / onderwijs; de Reflexive Practice. [27 en Rolfe 1997] Door middel van dit iteratieproces wordt meer inzicht verkregen in de aspecten die een rol spelen in het verbeteren van de kennis-uitwisseling tussen architect en dakdekkers, lees ontwerpende en uitvoerende disciplines. De hulpmiddelen van het Methodisch Ontwerpen kunnen op basis hiervan worden getoetst en verder ontwikkeld. De onderzoeks-aanpak en de Methodische Ontwerp methodologie maken het mogelijk dat de ontwerpmethodologie en hulpmiddelen aanpasbaar zijn aan de veranderende setting (vormgevende fase). 

#### REFERENTIES

- 1 ARTB *Bouwvisie 2015*, Adviesraad Technologiebeleid Bouwnijverheid, januari 1998 Den Haag.
- 2 Blessing, L.T.M., (1994), *A process-based approach to computer supported engineering design*. PhD Thesis Universiteit Twente.
- 3 Boer, S.J. de, (1989), *Decision Methods and Techniques in Methodical Engineering Design*, PhD. thesis, University Twente, ISBN 90-72015-3210.
- 4 Bos, R. Van den (2005) *Faalkosten in de bouw*, USP Marketing Consultancy, oktober 2005, Rotterdam.
- 5 Bouw Totaal; *Constructiefouten veroorzaken dakinstortingen*, Jaargang 3, nr.4, april 2006, Deventer.
- 6 Bruggen R. van der, Dam F. Van; *Concurrent Engineering (CE) vereist cultuuromslag*, De Ingenieur nr. 5, 19 maart 1997, blz. 34-36.
- 7 Business Issues: *Vernieuwing in de bouwsector, wie durft?*, USP Marketing Consultancy, juni 2004, <http://www.businessissues.nl/?ContentId=2748&BronId>.
- 8 Business Issues; *Traditionele rolverdeling in de bouw op de schop*, USP Marketing Consultancy, september 2005, <http://www.businessissues.nl/Bouwportal/?ChapterId=bp015>.
- 9 Chopra, D. (1995) *The Way of the Wizard*, Harmony Books, 1995, New York, USA.
- 10 Cobouw; *Prijzenoorlog bouw komt ongelooftwaardig over*, 6 februari 2004.
- 11 Dingenouts M. (1984) *Eerder de markt op met concurrent engineering*, De ingenieur nr. 3, 22 februari 1994, blz. 6-10.
- 12 Dinten, W.L. van (2006) *Met gevoel voor realiteit, over herkennen van betekenis bij organiseren*, Eburon Academic Publishers, Delft.
- 13 EUR-ACTIVE ROOFer, (2005), *Sixth framework program-collective research*, contract no.:012478, May 2005.
- 14 Fali, E, Simpson, D (2004), *UNEP Annual Report 2004*, Nairobi, Kenia.
- 15 HBA (Hoofdbedrijfschap Ambachten); *Vakkundig naar 2010, naar een strategische visie van het Hoofdbedrijfschap Ambachten met draagvlak: eenheid in verscheidenheid, conitnuiteit en vernieuwing*, november 2005, Zoetermeer.
- 16 Haffmans, L., *Op tijd de markt op*, De Ingenieur nr 5, 18 maart 1998, blz. 24-25.
- 17 Jablonska, B., et al. (2005) *Pv-privé project at ECN, five years of experience with small-scale ac module pv systems*, uit: 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Juni 2005, Barcelona, Spain.
- 18 Kool, E.J., et al.; *Instortingen van lichte platte daken*, onderzoeksrapport VROM, februari 2003, Rijswijk.
- Kroonenburg, H.H. van den (1978), *Methodisch ontwerpen*, TU Twente, WB 78/OC-5883, Enschede. (dutch)
- 19 Kroonenberg, H.H. van den, Siers, F.J. (1992), *Methodisch ontwerpen*, Educaboek BV, Culemborg. (dutch)
- 20 Publikatie Dakmeester; *15 jaar dakstysteemgarantie*, juni 2005.
- 21 Quanjel, E.M.C.J., Zeiler, W. (2003) *Eindrapportage Onderzoek Integraal Ontwerpen*, University of Technology Delft (TUD), May 2003, Delft.
- 22 Randall, T, Randall, G (2001), *Bonn Global Warning Earth Summit Fact Sheet*, The National Centre for Public Policy Research, Chicago, US.
- 23 Renkema, A. (2006), *Waardecreeatie ten behoeve van de klant – de brug tussen de vraag en het aanbod*, Building Services, Technische Universiteit Eindhoven. (dutch)
- 24 Rodermond, J. (2006) *Modeldenken versus realisme*, Nieuwsbrief Stijmuleringsfonds voor Architectuur.
- 25 Roth K., Franke H.J., Simonek R., (1972), *Die Allgemeine Funktionsstruktur, ein wesentliches Hilfsmittel zum konstruieren*, Konstruktion 24, Heft 7.
- 26 Savanović, P., Zeiler, W., Trum, H.M.G.J., Borsboom, W.A. (2005) *Integral design methodology in the context of sustainable comfort systems – Design Integration*, Eindhoven University of Technology (TU/e) and TNO Built Environment and Geosciences, 2005, Delft.
- 27 Schön, D.A.; (1983) *The reflective practitioner: how professionals think in action*, Temle Smith, 1983, London, UK.
- 28 Slob E.J., Slager B., Udo R., (1999) *CE is meer dan automatiseren, Betrokkenheid bepaald succes Concurrent Engineering*, De Ingenieur nr. 18, 3 november 1999, blz. 16-17.
- 29 Technieus Washington, *Concurrent Engineering, Publicatie van het Ministerie van Economische Zaken*, ISSN 0920-6612, W-94-02 maart 1992, jaargang 32, nr. 3, blz. 1-28.
- 30 Timmermans, H. (2002) *Integraal Product en Proces Management Integraal Ontwerpen*, notitie 24 september 2002, IPPM/IO A+O fonds.
- 31 Wackernagel, M., Rees, W. (1997) *Our Ecological Footprint, Reducing Human Impact on the Earth*, The New Catalyst, Bioregional Series, isbn 0.86571.312 x
- 32 Yin, R.K. (1994). *Case Study Research, Design and Methods*, Sage Publications, London.
- 33 Zwicky, F. (1969). *Discovery, Invention, Research - Through the Morphological Approach*, Toronto: The Macmillian Company.
- 34 Rolfe, G. (1997), *Beyond expertise: theory, practice and the reflexive practitioner*, Journal of Clinical Nursing 1997; 6: 93-97.
- 35 USP Marketing Consultancy, (2004), *Business Issues: Vernieuwing in de bouwsector, wie durft?*, juni 2004, <http://www.businessissues.nl/?ContentId=2748&BronId>
- 36 Zeiler, W., (1993) *Het ontwerpproces als middel tot verdere optimalisatie binnen de installatietechniek*, Verwarming en Ventilatie, september 1993, nr. 9.
- 37 Zeiler, W., (1998) *Methodisch ontwerpen: proces en communicatie structurering*, TVVL Magazine 6/98.