

**GEBRUIK VAN SIMULATIE-TOOLS BIJ DE
INTEGRATIE VAN ENERGIEBESPARENDE
COMPONENTEN IN GEBOUWEN IN DE HUIDIGE
ONTWERPPRAKTIJK**

Rapportage case-studies

P.J.C. de Wilde

Verantwoording

Dit rapport bespreekt een deelonderzoek van het promotieonderzoek '*Integratie van energiebesparende componenten in bestaande gebouwconcepten*', uitgevoerd bij de Sector Bouwfysica, Faculteit der Bouwkunde, TU Delft, in samenwerking met de Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland^{1,2}. Centrale doelstelling van dit onderzoek is het ontwikkelen van een ontwerpondersteunend hulpmiddel om tijdens het ontwerpproces tot een onderbouwde keuze van energiebesparende componenten (EBC's) te komen. In dit kader wordt bestudeerd hoe momenteel in het ontwerpproces tot een keuze van EBC's wordt gekomen, of er veranderingen van het ontwerpproces gewenst zijn om tot meer onderbouwde keuze te komen, welk soort hulpmiddelen noodzakelijk is om in een ontwerpcontext een dergelijke keuze te onderbouwen, en in hoeverre dit soort hulpmiddelen reeds bestaat of nog ontwikkeld moet worden.

Dit rapport rapporteert over drie case-studies, waarmee de huidige gang van zaken in de ontwerppraktijk met betrekking tot integratie van EBC's in gebouwwontwerpen, en de rol van rekenkundige hulpmiddelen hierbij is onderzocht. Samen met een enquête (waarover een apart rapport in voorbereiding is) legt dit onderzoek een basis voor het ontwikkelen van ideeën waarmee het doel van het promotieonderzoek kan worden bereikt.

Pieter de Wilde

¹ van der Voorden, M, 1996: onderzoeksvoorstel '*Integratie van ontwikkelde energiebewuste componenten in bestaande gebouwconcepten*', TU Delft, Faculteit der Bouwkunde

² van der Voorden, M, 1996: '*Gedetailleerd werk- en opleidingsplan*', TU Delft, Faculteit der Bouwkunde, interne communicatie

INHOUD

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. AANPAK	8
2.1 Aanleiding tot de case-studies	8
2.2 Selectie van cases	8
2.3 Aanpak per case	10
2.4 Vergelijking van cases en verificatie van gevonden resultaten	13
3. BESPREKING VAN DE CASES	14
3.1 Hoogheemraadschap van Rijnland	14
3.2 ECN Gebouw 42	21
3.3 DynamischKantoor Kennemerplein	27
4. AS-IS PROCESMODEL: DE HUIDIGE SITUATIE	34
5. CONCLUSIES EN DISCUSSIE	39
6. VERVOLGONDERZOEK	41
LITERATUUR	43
LIJST VAN FIGUREN EN DIAGRAMMEN	46
LIJST VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN	47
BIJLAGE 1: LIJST VAN GEÏNTERVIEWDE PERSONEN	48
BIJLAGE 2: VOLLEDIG IDEF-0 MODEL HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND	49
BIJLAGE 3: VOLLEDIG IDEF-0 MODEL ECN GEBOUW 42	59
BIJLAGE 4: VOLLEDIG IDEF-0 MODEL DYNAMISCHKANTOOR KENNEMERPLEIN	68

SAMENVATTING

Het voorliggende rapport beschrijft een onderzoek waarin met behulp van een drietal case-studies het integreren van energiebesparende componenten (EBC's) in gebouwontwerpen is bestudeerd. Bijzondere aandacht is besteed aan de rol die rekenprogramma's spelen bij deze integratie. De case-studies vonden plaats in de loop van 1999.

De belangrijkste resultaten van het onderzoek zijn als volgt:

1. EBC's worden meestal in de fase van conceptueel- of schetsontwerp geselecteerd.
2. EBC's worden vooral gekozen op basis van ervaring van adviseurs en architecten, of op basis van voorbeeldprojecten. EBC's worden over het algemeen *niet* gekozen na een rekenkundige vergelijking van de prestatie van verschillende mogelijk toepasbare EBC's.
3. Rekenprogramma's worden vooral ingezet na de voor selectie van EBC's kritieke fase van conceptueel- of schetsontwerp. Het doel van het gebruik van rekenprogramma's is meestal optimalisatie van de eerder gemaakte keuze (d.m.v. vinden van optimale waarden van EBC- en bouwparameters), of een controle om te bezien of de combinatie van gebouw en EBC aan de gestelde verwachtingen voldoet.

1. INLEIDING

Sinds de energiecrisis van de jaren zeventig wordt energiegebruik algemeen beschouwd als één van de belangrijke prestatieaspecten van gebouwen. In wettelijke voorschriften, zoals in Nederland het Bouwbesluit (Bercken 1995) staat omschreven aan welke voorwaarden gebouwen uit oogpunt van energiegebruik moeten voldoen; ook wordt voorgeschreven welke (genormeerde) berekeningsmethoden daarbij gebruikt dienen te worden (NNI 1998a), (NNI 1998b). Als gevolg hiervan worden ontwerpteam dan ook geconfronteerd met de vraag op welke wijze het best aan de gestelde voorwaarden kan worden voldaan.

Een inmiddels bekende strategie is om in eerste instantie te streven naar een zo laag mogelijke energiebehoefte; als tweede stap wordt geprobeerd de resterende vraag zoveel mogelijk met duurzame bronnen te dekken. Vaak wordt binnen deze strategie het gebruik overwogen van energiebesparende componenten (EBC's) zoals geavanceerde raamsystemen, trombe-wanden, zonne-collectoren, PV-panelen, daglichtsystemen en dergelijke. Deze EBC's zijn een tastbaar gebouwonderdeel waarmee het streven naar een energiebewust gebouwontwerp zichtbaar wordt gemaakt.

Om de energiebesparende potentie van (vernieuwende) gebouwconcepten te kunnen voorspellen zijn rekenkundige hulpmiddelen ontwikkeld waarmee het thermisch-dynamisch gedrag kan worden nagebootst. Om die reden worden zogenoemde simulatie-tools in de onderzoekwereld dan ook veel toegepast. Ook in de adviespraktijk beginnen deze tools meer en meer ingang te vinden. Met dergelijke tools is het mogelijk om verschillende gebouwvarianten onder identieke condities met elkaar te vergelijken. Desondanks lijken simulatie-tools niet algemeen in het ontwerpproces te worden ingezet. Er is veel onderzoek geweest naar de 'kloof' tussen ontwerpen en simuleren, bijvoorbeeld (Clarke en MacRandal, 1993), (Bunn, 1995) en (Robinson, 1996). Hierbij is een aantal mogelijke oorzaken gevonden (kosten, beschikbaarheid van toepasbare modellen, vereiste kennis voor het gebruik van deze tools), maar het blijkt uiterst moeilijk een oplossing voor het probleem te vinden. De kloof is dan ook blijven bestaan.

Het hier besproken promotieonderzoek heeft als doel om de mogelijkheden te onderzoeken voor de ontwikkeling van een ontwerpondersteunend hulpmiddel waarmee snel en betrouwbaar het effect van integratie van EBC's in gebouwen op energiegebruik (en eventueel thermisch comfort) kan worden ingeschat.

Om het probleem beter in kaart te brengen zal eerst onderzoek te worden gedaan naar de huidige situatie met betrekking tot zowel integratie van EBC's in gebouwen als gebruik van simulatie-tools hierbij. Op basis van de huidige situatie kan vervolgens bekeken worden hoe de interactie van 'ontwerpen' en 'simuleren' verbeterd kan worden, en welke eisen dat aan de te gebruiken tools stelt.

2. AANPAK

2.1 Aanleiding tot de case-studies

In een vooronderzoek (de Wilde1998), (de Wilde et al. 1998) is met betrekking tot ontwerpen vastgesteld dat er in de literatuur vrijwel geen informatie beschikbaar is over hoe momenteel beslissingen met betrekking tot integratie van energiebesparende componenten in het gebouwontwerp worden genomen, en welke rol simulatie-tools hierbij spelen. Derhalve is besloten tot het uitvoeren van een aantal case-studies waarbij het ontwerpproces van een aantal daadwerkelijk te realiseren/reeds opgeleverde gebouwen wordt geanalyseerd. De cases worden op de volgende drie manieren bestudeerd:

- 1 – analyse van het ontwerpproces;
- 2 – analyse van interactie tussen ontwerpproces en simulatie-tools;
- 3 – analyse van de ontwikkeling van de ontwerp-informatie.

Na afzonderlijke bestudering worden de cases onderling vergeleken om tot een algemeen beeld te komen; aansluitend zullen de verkregen resultaten worden getoetst op volledigheid en juistheid door middel van een enquête onder een grotere populatie (niet beschreven in dit rapport).

2.2 Selectie van cases

Bij de selectie van de cases is uitgegaan van de volgende eisen: (1) in het gebouw zijn EBC's opgenomen, (2) in het ontwerpproces is gebruik gemaakt van simulatie-tools, en (3) de betrokkenen bij het ontwerpproces - architect en adviseur - zijn bereid tot meewerken aan het onderzoek. Er is gekozen voor gebouwen van vergelijkbaar type en van ongeveer gelijke omvang, zodat er voor dit soort gebouwen algemene conclusies over het ontwerpproces en ontwerpbeslissingen kunnen worden getrokken. Later kan dan worden onderzocht of deze conclusies ook voor andere soorten gebouwen gelden (middels de reeds genoemde enquête). Qua type zijn grote representatieve kantoren met een energiebewuste uitstraling geselecteerd, omdat voor dit type de kans op toepassing van EBC's en gebruik van simulatie-tools het grootst is. Qua omvang is gekozen voor kantoren van ruwweg 10.000 m² vloeroppervlakte.

De ontwerpprocessen van de volgende kantoren zijn geanalyseerd:

Hoogheemraadschap van Rijnland, Leiden

Architect: Jan Brouwer Associates, Den Haag

Dit gebouw wordt het nieuwe hoofdkantoor van het Hoogheemraadschap van Rijnland. Het gebouw heeft een vloeroppervlak van ca. 12.000 m² en zal aan ongeveer 300 personen ruimte bieden. Het programma van eisen van het Rijnland vroeg om een milieubewust ontwerp, hetgeen geresulteerd heeft in toepassing van een groot aantal EBC's (lange termijn energie-opslag in de bodem, warmtepomp, hoge-temperatuur koeling, lage-temperatuur verwarming, klimaatgevel, daglichtsystemen, atrium), alsmede in een zorgvuldige keuze van bouwmaterialen en integratie van een grijs-water systeem. Het gebouw was tijdens het uitvoeren van de case-studie in aanbouw, maar is eind 1999 opgeleverd.

Het Rijnlandgebouw is door SEV en Novem erkend als ‘voorbeeldproject duurzaam en energiezuinig bouwen’. Meer informatie over dit gebouw is te vinden in: (van der Plas 1998), (DuBo Centrum 1998).



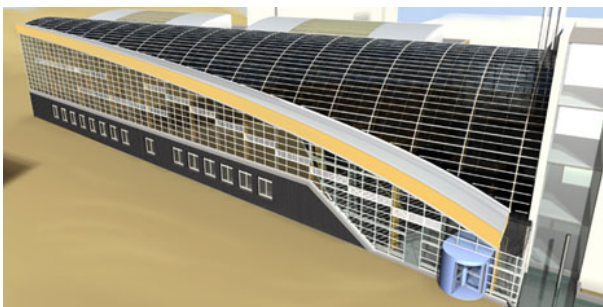
Figuur 01: computer-rendering Hoogheemraadschap Rijnland

ECN Gebouw 42, Petten

Architect: BEAR Architecten, Gouda

Gebouw 42 is een nieuw flexibel gebouw voor het Energieonderzoek Centrum Nederland dat bedoeld is ter uitbreiding van bestaande kantoor- en laboratoriumruimte. Het gebouw moet aansluiten bij de kernactiviteit van ECN: het ontwikkelen van technologieën voor een veilige, efficiënte en milieuvriendelijke energievoorziening. Gebouw 42 bestaat uit een drietal identieke units, die verbonden worden door een grote serre; deze serre sluit aan bij het reeds bestaande Gebouw 31. Het vloeroppervlak van Gebouw 42 bedraagt ongeveer 9.000 m²; met de bouw is inmiddels begonnen.

De volgende EBC's zijn in Gebouw 42 geïntegreerd: serre, PV, lichthoven, warmtekracht koppeling, warmtewisselaar voor ventilatielucht, zomer-nacht koeling, en natuurlijke ventilatie.



Figuur 02: computer-rendering ECN Gebouw 42

Meer informatie over dit gebouw is te vinden in: (Reijenga & Drok 1998), (Website BEAR Architecten).

Dynamischkantoor Kennemerplein, Haarlem

Architect: Rudy Uytenhaak, Amsterdam

Op een complexe locatie nabij het station van Haarlem is in opdracht van NS Vastgoed een ‘dynamisch’ kantoor gerealiseerd; in het gebouw is onder andere een onderdeel van de Rijksgebouwendienst gehuisvest. Het gebouw heeft een bruto vloeroppervlakte van

8.900 m²; naast kantoorruimte biedt het ook een deel winkelruimte, en een stuk stationshal.

Een vernieuwend idee dat hier is gerealiseerd is het introduceren van ‘wisselwerkplekken’; hiermee zou een 30% op het normale ruimtegebruik worden bespaard. Als energiebesparende maatregelen zijn een daglichtconcept met ‘lichthoven’, een bijzondere gevel met zonwerende luifels, benutting van thermische massa (geen koelinstallatie), en gebruik van groene PC’s te noemen. Het Dynamischkantoor is in de herfst van 1997 opgeleverd.



Figuur 03: foto DynamischKantoor

Meer informatie over dit gebouw is te vinden in: (Staalbouw Instituut 1997), (Spijkerman 1997).

Opmerking:

Bij het zoeken naar mogelijke cases die aan de gestelde criteria voldeden is allereerst gezocht naar kantoren die als ‘energiebewust ontworpen’ zijn gepresenteerd. Voor een aantal van dergelijke kantoren is vervolgens contact gelegd met de betrokken architecten en adviseurs. Opvallend resultaat was dat een behoorlijk deel van deze personen niet bereid was om aan het onderzoek deel te nemen. Als belangrijkste reden werd hierbij tijdgebrek genoemd, maar ook onderling afschuiven kwam voor. Het vermoeden bestaat dan ook dat een deel van de betrokkenen het ontwerpproces van hun ‘energiebewuste’ kantoor gewoonweg niet geanalyseerd wil hebben.

In dat licht moeten de projecten die wél geanalyseerd mochten worden, worden gezien als projecten waarin de betrokken architecten en adviseurs veel vertrouwen hebben.

2.3 Aanpak per case

Van elke case zijn volgens de onderstaande fasering gegevens verzameld (Hunt 1996):

Fase 1: verzameling van informatie:

Deze fase heeft tot doel relevante informatie te verzamelen over de case. Schriftelijke informatie over de case wordt bestudeerd. Deelnemende bedrijven, personen met een sleutelrol binnen deze bedrijven, hun vakgebieden en de teams en werkverbanden waarin ze werken worden geïdentificeerd en in kaart gebracht. In het bijzonder wordt aandacht besteed aan de wijze waarop informatie (schriftelijk dan wel mondeling) is overgedragen. De notulen van team-vergaderingen vormen hierbij een belangrijke bron.

Tenslotte worden de voor dit onderzoek (focus op EBC's en gebruik van simulatietools) de belangrijkste deelnemers van het ontwerpproces, de architect en de simulatie-expert, geïnterviewd. Beslissingsmomenten met betrekking tot EBC's, al dan niet ondersteund met behulp van simulatie-tools, worden geïnventariseerd.

Fase 2: opstellen van van proces-modellen:

Fase twee bestaat uit een ordening en een gestructureerde analyse van de informatie, verzameld in fase één. Het ontwerpproces van de case, inclusief gebouw-simulatie, wordt formeel weergegeven met behulp van IDEF-0 (Integral Definition) proces-modellen (Hunt 1996), (IDEF-0 Website). IDEF-0 modellen zijn ontworpen voor een goede communicatie over processen en om de proces-analist te helpen bij de analyse van welke functies door het proces worden vervuld, wat nodig is om deze functies te kunnen vervullen, en wat er goed en slecht is aan het proces. IDEF-0 modellen geven een proces weer als een serie diagrammen. In deze diagrammen worden de activiteiten waaruit het proces bestaat weergegeven als blokken. Verbanden tussen de activiteiten worden weergegeven als lijnen met pijlen die een activiteitenblok binnenkomen of verlaten.

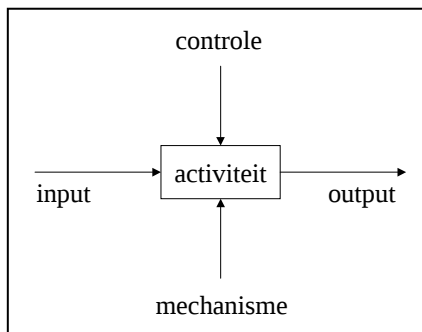


Diagram 01: principe-schema IDEF-0

Vier verschillende verbanden (in IDEF-0 'concepts' genoemd) worden onderscheiden:

- input: informatie of objecten die nodig zijn om een activiteit uit te kunnen voeren;
- output: informatie of objecten die door een activiteit worden gemaakt;
- controle: randvoorwaarden of omstandigheden die de prestatie van een activiteit beheersen;
- mechanisme: personen etcetera die de activiteit uitvoeren.

Een input komt een activiteitenblok binnen aan de linkerzijde, een controle aan de bovenzijde en een mechanisme aan de onderzijde. Een output verlaat een activiteitenblok aan de rechterzijde. Zie diagram 1.

IDEF-0 gebruikt een hiërarchie van diagrammen. Een diagram van het hoogste niveau (A0) laat het totale proces zien als één activiteit; deze activiteit kan vervolgens worden onderverdeeld in meer gedetailleerde diagrammen (A1, A2, ...), die dan zelf weer kunnen worden onderverdeeld tot alle taken zijn beschreven op een wijze die nodig is om het doel van het proces-model te ondersteunen. Uitwerking door middel van een diagram op een lager niveau wordt 'decompositie' van een activiteit genoemd. Voor een efficiënte implementatie van IDEF-0 wordt de KBSI function-modelling tool AI0-WIN gebruikt (KBSI 1996). Er wordt met nadruk op gewezen dat de analyse van het ontwerpproces draait om beslissingen met betrekking tot EBC's, alsmede het gebruik

van simulatie-tools. Bestudering van het ontwerpproces in het algemeen is hier niet de bedoeling.

Voor de vertaling van de informatie uit de interviews naar procesmodellen wordt gebruik gemaakt van een zelf te vullen centrale 'bibliotheek' van activiteiten en concepten. Voordat een nieuwe activiteit of een nieuw concept wordt gedefinieerd wordt eerst gekeken of er in deze bibliotheek al een gelijksoortig item beschikbaar is; hierdoor worden in totaal zo min mogelijk activiteiten en concepten gebruikt, en zijn de ontwikkelde modellen zo goed mogelijk vergelijkbaar.

Bij het maken van de proces-modellen is ervoor gekozen om een uniforme indeling in een aantal hoofdfases te hanteren; dit om de cases beter onderling te kunnen vergelijken, en om onduidelijkheden door verschillende benoeming van bepaalde hoofdfases te voorkomen. De gehanteerde uniforme indeling is een onderverdeling van het ontwerpproces in de volgende vijf fases: haalbaarheidsstudie (inclusief projectdefinitie), conceptueel ontwerp (ook wel structuurontwerp genoemd), voorlopig ontwerp, definitief ontwerp, en bestek-gereedmaken. Deze fasering is algemeen aanvaard en wordt bijvoorbeeld ook beschreven in (NNI 1993), (de Bondt *et al* 1993), (Wamelink 1987); zij is vooral opgehangen aan herkenbare eindproducten per fase. Wel moet worden bedacht dat de grenzen tussen deze fasen in werkelijkheid niet altijd even 'hard' zijn.

De haalbaarheidsstudie omvat het voorbereidend werk, voorafgaand aan het daadwerkelijk ontwerpen. De fase van conceptueel ontwerp is de fase waarin eerste beeldvorming plaats vindt; eindproduct is een conceptueel ontwerp (soms ook schetsontwerp of structuurontwerp genoemd). In de fase van voorlopig ontwerp worden de beelden uit het conceptueel ontwerp vertaald naar voorlopige ontwerptekeningen. In de fase van definitief ontwerp worden de voorlopige ontwerptekeningen geconcretiseerd in definitieve tekeningen van het uiteindelijk te realiseren gebouw. De fase van bestekgereedmaken vormt een verdere uitwerking van dit definitieve plan door middel van het maken van bouwtekeningen, specificatie van onderdelen, componenten, etcetera.

Fase 3: feedback-interactie:

In fase drie worden de in fase twee ontwikkelde proces-modellen ter controle voorgelegd aan de eerder geconsulteerde proces-experts. In een tweede interview worden eventuele interpretatie-fouten uit de procesmodellen gehaald, en worden over het hoofd geziene zaken verbeterd. Hierbij worden ook de mogelijkheden voor verbetering van het gebruik van simulatie-tools in het ontwerpproces besproken.

Fase 4: analyse van de ontwikkeling van ontwerp-informatie:

Om de ontwikkeling van de beschikbare informatie tijdens het ontwerpproces te bestuderen wordt een uitgebreide hoeveelheid schetsen die deze ontwikkeling illustreren verzameld; deze schetsen worden gerelateerd aan de activiteiten in het procesmodel.

De verzamelde gegevens worden vervolgens in drie stappen geanalyseerd:

- 1 – analyse van het ontwerpproces;
- 2 – analyse van interactie tussen ontwerpproces en simulatie-tools;
- 3 – analyse van de ontwikkeling van de ontwerp-informatie.

2.4 Vergelijking van cases en verificatie van gevonden resultaten

Om tot een generiek beeld van de huidige praktijk van integratie van EBC's in gebouwen en gebruik van simulatie-tools hierbij te komen worden de cases onderling vergeleken. Op basis van de gevonden overeenkomsten en verschillen wordt een procesmodel gebouwd dat de huidige situatie weergeeft: het zogenaamde 'AS-IS'-model.

Het ontwikkelde 'AS-IS'-model zal op juistheid en volledigheid worden getoetst. Daartoe wordt het eerst ter controle voorgelegd aan de bij de casestudies geraadpleegde proces-experts. Aansluitend wordt een enquête gehouden onder een grotere populatie van architecten en adviseurs die aan het ontwerp van energiezuinige gebouwen hebben meegewerkt. Doel van deze enquête is om te controleren of de bevindingen uit de drie diepgand geanalyseerde cases ook geldig zijn voor andere bouwtypes en projecten. Voor de verslaglegging over deze enquête wordt naar de afzonderlijke rapportage hierover verwezen (in ontwikkeling).

3. BESPREKING VAN DE CASES

3.1 Hoogheemraadschap van Rijnland

Algemeen:

Diagram 2 toont de sleutelpersonen in het ontwerpproces van het Rijnland-gebouw, en de rol van deze personen. De meeste van deze personen worden ondersteund door staf binnen een eigen afdeling of bedrijf.

De architect is de spil van het ontwerpteam. Hij is verantwoordelijk voor de samenstelling van het gehele team, en neemt uiteindelijk de beslissingen.

Aangezien het programma van eisen van het Rijnland om een 'milieubewust ontwerp' vroeg en de architect hier nog niet veel ervaring mee had, wordt zeer vroeg in het proces contact gezocht met een (van eerdere projecten bekende) installatie-adviseur. Deze adviseur heeft (onder aansturing van de architect) een belangrijke rol binnen het ontwerpteam.

Het team van architect en installatie-adviseur ontwikkelt ontwerpvoorstellen en legt deze voor aan de opdrachtgever. De opdrachtgever keurt de voorstellen goed, wijst ze af of vraagt om gedeeltelijke aanpassing. Daarmee stuurt de opdrachtgever het ontwerpteam.

Zowel de architect als installatie-adviseur laten door middel van een gerichte opdracht bepaalde deeltaken (verzamen van informatie, evalueren van bepaalde (deel)concepten) uitvoeren door andere adviseurs; deze andere adviseurs kunnen op hun beurt weer derden inschakelen.

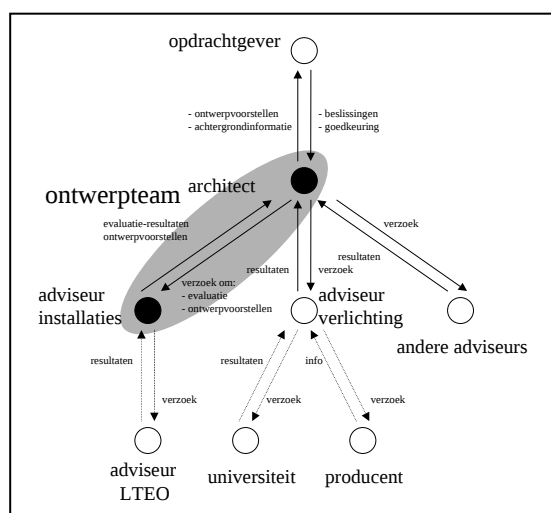


Diagram 02: organisatie-schema projectteam Rijnland

Communicatie tussen de betrokken personen varieert van intensief tot incidenteel; opdrachtgever, architect en adviseur installaties kennen een twee-wekelijks overleg. Andere personen krijgen een opdracht en doen schriftelijk van hun bevindingen verslag.

Met betrekking tot het ontwerpproces als geheel wordt vermeld dat de keuze van een architect plaats vond door middel van een prijsvraag; deze prijsvraag omvatte zowel de fase van de haalbaarheidsstudie als het maken van het conceptueel ontwerp. De

aanvraag bij Novem van de status als ‘voorbeeldproject duurzaam en energiezuinig bouwen’ werd gedaan tijdens het definitief ontwerp; goedkeuring vond plaats tijdens het bestekgereedmaken. Dit is niet opgenomen in het IDEF-0 model.

Ontwerpproces per fase:

Haalbaarheidsstudie

Het project ‘Hoogheemraadschap van Rijnland’ wordt door de architect systematisch aangepakt. Als eerste stap formuleert de architect aan welke doelen zijn ontwerp zal moeten voldoen; hiertoe gebruikt hij het programma van eisen (PvE) dat door de opdrachtgever is opgesteld. En passant wordt daarbij dit PvE herschreven. Als tweede stap ontwikkelt de architect een strategie om de gestelde doelen te bereiken. Deze strategie omvat een allereerste idee over hoe het ontwerp eruit zou kunnen gaan zien (‘ontwerp in woorden’); op basis van referentie-projecten c.q. ervaring is vervolgens in te schatten wat voor ontwerpteam nodig is om dit ontwerp werkelijk te ‘maken’. Aansluitend kan tevens bekeken worden of het uitvoeren van het project organisatorisch, financieel, technisch en functioneel haalbaar is.

C.O.-fase

De C.O.-fase van het Rijnland toont een proces dat erg divergent start en vervolgens weer convergeert. Het startpunt is de analyse van het PvE en de stedenbouwkundige context (inclusief bestemmingsplan van de stad Leiden), wat resulteert in opsplitsen van de eisen in gewenste imago en verschijningsbeeld van het gebouw, functioneel programma, stedenbouwkundige randvoorwaarden en DuBo-wensen. Met betrekking tot die DuBo-wensen besluit de architect om een energiebewust gebouw te ontwerpen; hiertoe wordt een adviseur bij het ontwerpproces betrokken.

Het ontwerpproces gaat vervolgens verder door principe-oplossingen te genereren voor de vier soorten eisen die zijn vastgesteld tijdens de analyse. Resultaat zijn ideeën over gebouwmassa, stedenbouwkundig concept, en functionele indeling inclusief zonering. Qua energiebesparing worden met de adviseur mogelijk toepasbare EBC’s besproken. Dit resulteert in de keuze voor lange termijn energie opslag (LTEO) in de bodem, warmtepompen, lage-temperatuur verwarming, hoge-temperatuur koeling en een klimaatgevel. Deze onderdelen zijn praktisch gezien tamelijk onafhankelijk van de rest van het ontwerp; de resulterende loskoppeling van energiebesparende maatregelen en architectonisch ontwerp geeft het ontwerpproces dan ook de mogelijkheid zich op dit moment te concentreren op andere aspecten. Keuze van deze componenten is vooral gebaseerd op de ervaring van de adviseur die dezelfde componenten in eerdere projecten heeft toegepast. Er worden geen componenten overwogen die later zijn verworpen.

Tenslotte worden de principe-oplossingen (inclusief de gekozen EBC’s) geïntegreerd in een uiteindelijk plan, dat aan de opdrachtgever wordt voorgelegd. Het conceptueel ontwerp wordt goedgekeurd door middel van het winnen van de uitgeschreven prijsvraag.

V.O.-fase

In de V.O.-fase wordt het conceptueel ontwerp verder uitgewerkt. De architect volgt opnieuw een systematische aanpak: klimaataspecten, bouwkundige aspecten, de locatie en de installatie worden nader bekeken; de resultaten van deze aspectenstudies worden geïntegreerd tot een concept-V.O. Dit concept-V.O. wordt vervolgens getoetst op

haalbaarheid van het onderliggende concept, technisch / financiële haalbaarheid, functionele haalbaarheid, en op energetische aspecten.

Met betrekking tot de toetsing van de energetische aspecten worden door de (installatie)adviseur uitgebreide rekenexercities uitgevoerd. Er wordt een EP-coëfficiënt bepaald. Daarnaast worden dynamische simulaties uitgevoerd met behulp van het VABI-programma VA114; de lange termijn energie opslag wordt hierbij met een apart pakket PIA-15 nagebootst. De koppeling tussen VA114 en PIA-15 wordt gelegd met behulp van een spreadsheet-programma.

Interessant is dat de adviseur met klem beweert dat er sprake is van feedback van de uitgevoerde evaluatie naar zowel de aspectenstudies als de integratie; volgens de architect verloopt alles eerder sequentieel, en zou die feedback juist heel erg welkom zijn geweest.

Als laatste stap wordt het ontwikkelde en haalbaar geachte concept-V.O. ter goedkeuring aan de opdrachtgever voorgelegd.

D.O.-fase

Qua verloop is de D.O-fase vrijwel gelijk aan de C.O.-fase; ook hier vindt vooral verdere uitwerking plaats, ditmaal van het voorlopig ontwerp.

Wat betreft de bestudeerde aspecten ligt de nadruk hier op bouwkundige aspecten, installatie en gevelontwerp. De evaluatie-ronde omvat dezelfde aandachtspunten als tijdens het V.O.: haalbaarheid van het concept, technisch / financiële haalbaarheid, functionele haalbaarheid, en energetische aspecten. De invulling van de onderdelen is echter anders; zo wordt voor 'energie' nu (aansluitend bij het ontwikkelen van de gevel door de architect) vooral aandacht besteed aan een studie van daglichtsystemen (inclusief berekeningen en bouwen van een proefopstelling) en aan bepaling van de definitieve EP-waarde.

Als laatste stap wordt het ontwikkelde en haalbaar geachte concept-D.O. ter goedkeuring aan de opdrachtgever voorgelegd.

Bestekgereedmaken

Deze fase behelst opnieuw verdergaande uitwerking. Alle specificaties worden nu vastgelegd, zowel in de definitieve bestektekeningen als in een geschreven bestek. Aan het ontwerp als zodanig verandert echter nauwelijks meer iets.

Interactie tussen ontwerpproces en simulatie-tools:

Voor de integratie van EBC's in het Rijnland blijkt de C.O.fase cruciaal: op één uitzondering na worden alle EBC's in deze fase gekozen en in het ontwerp ingepast. Alleen het lamellensysteem (daglichtregeling) wordt in een latere fase (D.O.) geselecteerd.

In de C.O.-fase is de installatie-adviseur die later tools zal inzetten al lid van het ontwerpsteam; in deze fase maakt hij echter géén berekeningen, maar baseert zich in plaats daarvan op ervaring en referentie-projecten. Deze ervaring omvat natuurlijk wel de uitkomsten van eerder door de adviseur uitgevoerde rekenexercities.

Rekentools (EP-methode, VA114, PIA-15 en spreadsheet) worden ingezet tijdens het V.O., het D.O. en de fase van bestekgereedmaken. Qua integratie van EBC's in het gebouwontwerp leveren de tools een bevestiging van eerder gedane aannames (verificatie van werking van deze EBC's); de berekeningen worden echter niet gebruikt om diverse EBC's of combinaties van EBC's tegen elkaar af te wegen. De enige uitzondering hierop is het gevelontwerp: hier worden tools (en uiteindelijk zelfs een

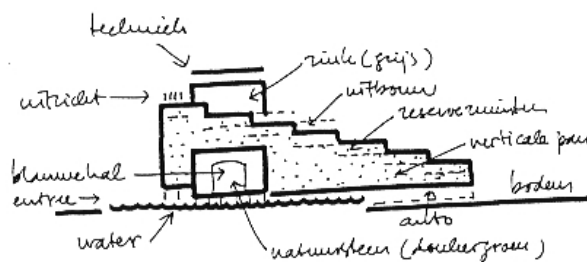
proefopstelling) gebruikt om de EBC's TIM (translucent isolatie materiaal) en lamellensysteem te vergelijken, waarna de laatste wordt gekozen.

Met de tools worden wèl de reeds gekozen EBC's geoptimaliseerd, worden verdere installatie-componenten (luchtbehandelingssystemen etc) gekozen, en wordt een juiste dimensionering bepaald.

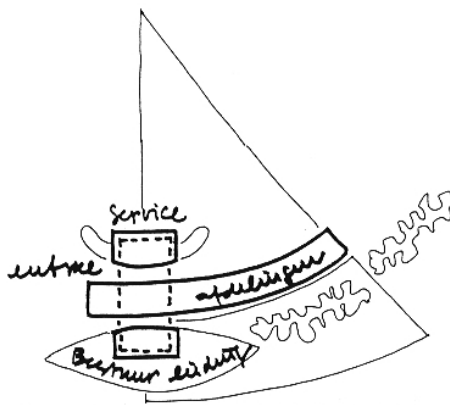
Ontwikkeling van de ontwerpinformatie:

Om de ontwikkeling van ontwerpinformatie vast te leggen zijn schetsen en tekeningen uit diverse fases van het ontwerpproces verzameld. Een aantal kenmerkende afbeeldingen wordt hier getoond en besproken.

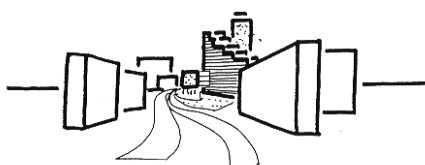
De figuren 4 tot en met 11 tonen tussenproducten uit de C.O.-fase. De eerste drie daarvan laten de door de architect gegeneerde principe-oplossingen voor de diverse soorten eisen zien: figuur 4 toont een eerste idee qua gebouwmassa, figuur 5 toont een schets van een functionele indeling/zonering, en figuur 6 laat inpassing van het gebouw in de stedelijke context zien. Zoals vermeld zijn er EBC's gekozen die het ontwikkelen van het architectonisch ontwerp vrij laten; er is dan ook géén schets die inpassing van EBC's in het ontwerp toont.



Figuur 04: idee gebouwmassa Rijnland

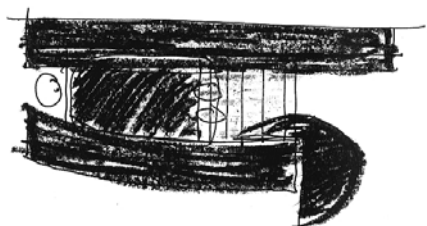


Figuur 05: idee functionele indeling Rijnland

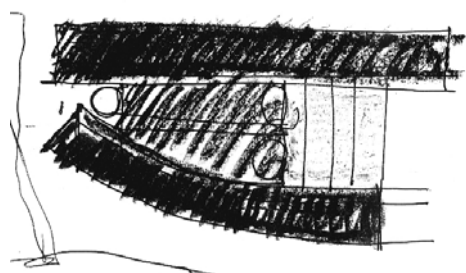


Figuur 06: stedelijke context Rijnland

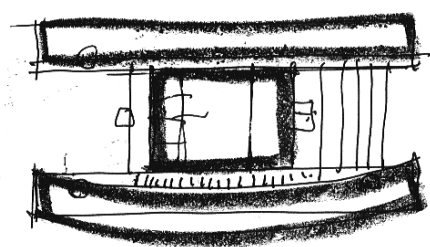
De volgende stap in het C.O. is integratie van de principe-oplossingen in één ontwerp. De figuren 7, 8 en 9 laten zien hoe ingrijpend het eerste ontwerp daardoor verandert - zo blijkt het gewenste aantal vierkante meters kantooroppervlak niet in één vleugel gerealiseerd te kunnen worden, waardoor het ontwerp wordt 'omgekeerd' en er twee kantoorvleugels ontstaan met de service- en bestuursfuncties juist in het midden. Figuren 10 en 11 laten zien hoe vervolgens verder aan het beeld wordt gesleuteld tot de uiteindelijk gekozen variant met de brug ontstaat.



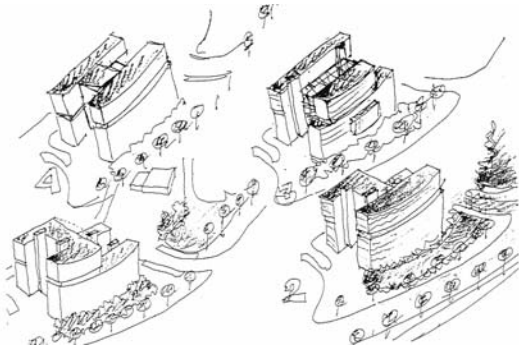
Figuur 07: schetsvariant integratie Rijnland



Figuur 08: schetsvariant integratie Rijnland



Figuur 09: schetsvariant integratie Rijnland

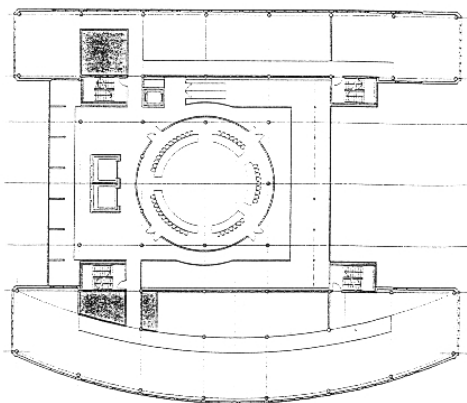


Figuur 10: tekeningen beeld Rijnland

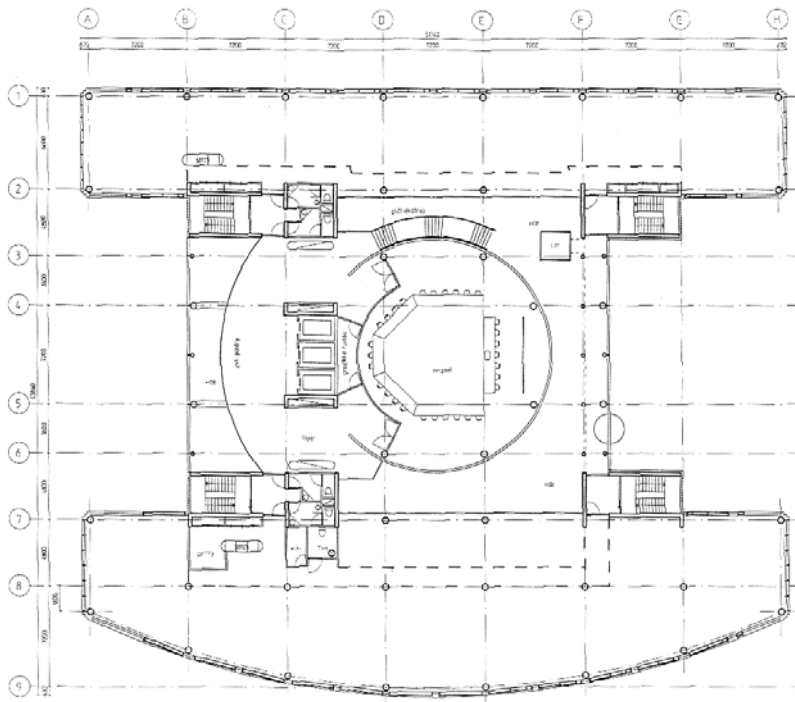


Figuur 11: maquettes beeldvorming Rijnland

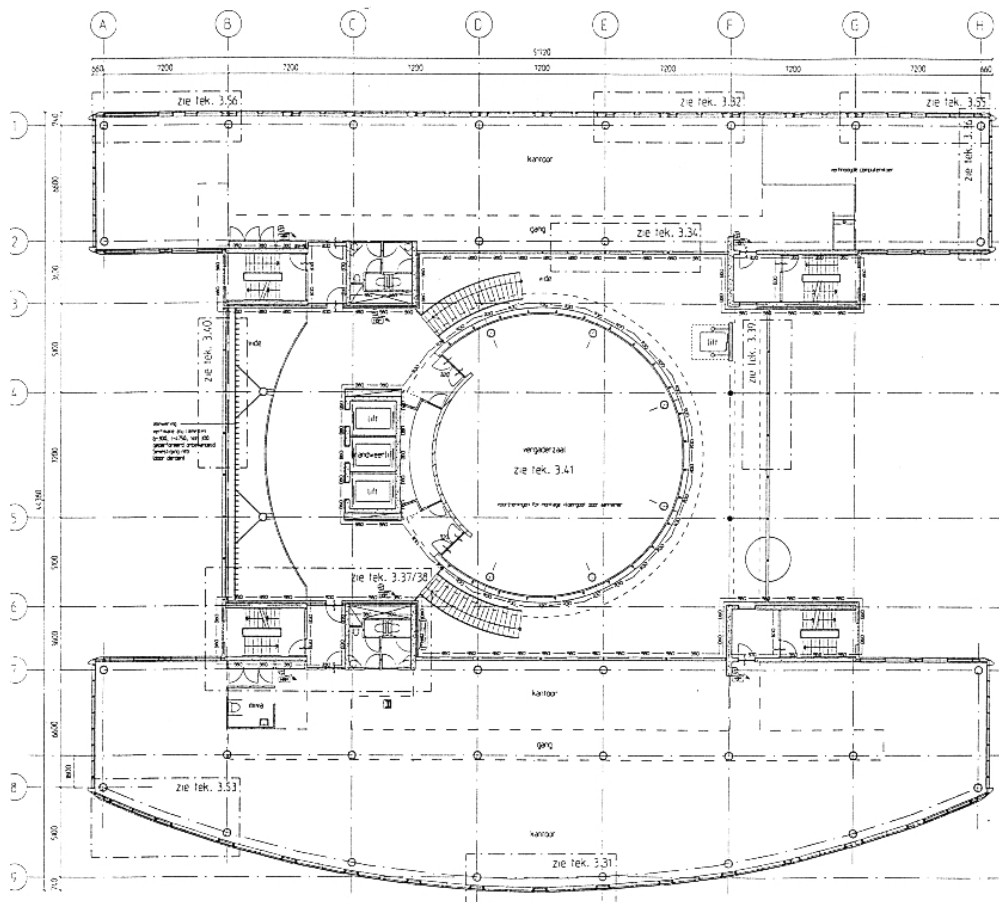
De figuren 12, 13 en 14 laten zien hoe het ontwerp dat in het C.O. is ontwikkeld vervolgens steeds verder wordt uitgewerkt. Ter illustratie daarvan wordt de plattegrond van de eerste verdieping getoond zoals deze is afgebeeld in het Voorlopig Ontwerp (figuur 12), Definitief Ontwerp (figuur 13) en Bestek (figuur 14).



Figuur 12: 1^e verdieping Rijnland/V.O.-fase



Figuur 13: 1^e verdieping Rijnsland / D.O.-fase



Figuur 14: 1^e verdieping Rijnsland/Bestek-fase

3.2 ECN Gebouw 42

Algemeen:

Diagram 3 toont de sleutelpersonen in het ontwerpproces van ECN Gebouw 42, en de rol van deze personen. Ook hier geldt weer dat de genoemde personen meestal ondersteund worden door een eigen afdeling of bedrijf.

Opnieuw is de architect de spil van het gehele netwerk van betrokkenen; hij draagt de verantwoording voor de team-samenstelling en is eindverantwoordelijk voor de beslissingen. In dit geval is de architect echter een specialist in energie- en milieubewust ontwerpen; vandaar ook dat in dit geval het ‘ontwerpteam’ uit alleen de architect bestaat.

Bijzonder aan deze case is dat de opdrachtgever en de adviseur voor duurzame energie beide onderdeel van hetzelfde bedrijf (ECN) zijn. Hierdoor ontstaat een nauwe samenwerking tussen opdrachtgever, architect en adviseur. De verantwoordelijkheden blijven echter strikt gescheiden: de opdrachtgever is degene die uiteindelijk ontwerpvoorstellen van de architect goed- of afkeurt, terwijl de adviseur suggesties voor eventueel toepasbare duurzame energie-systemen en de resultaten van uitgevoerde evaluaties aan de architect aanlevert.

De rest van de structuur is relatief eenvoudig: slechts de architect maakt voor specifieke deeltaken gericht gebruik van andere adviseurs; deze adviseurs schakelen geen derden in.

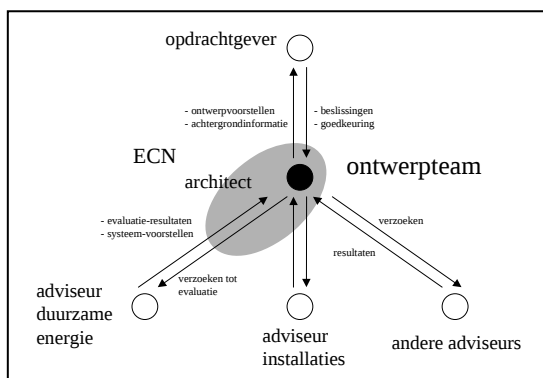


Diagram 03: organisatie-schema projectteam ECN Gebouw 42

Communicatie van het projectteam vindt regelmatig plaats; meestal is er tweewekelijks overleg.

Het ontwerpproces van ECN Gebouw 42 is in zoverre bijzonder als dat de opdrachtgever en de adviseur voor duurzame energie hier eerder met het ontwerpproject bezig waren dan de architect. Een en ander wordt nader toegelicht in de beschrijving van de fase ‘voorbereiding opdracht’.

Een andere bijzonderheid is dat het ontwerpproces van Gebouw 42 in principe een ‘fast track’ ontwerpproces is; in de praktijk houdt dat in dat de fases van haalbaarheidsstudie en conceptueel ontwerp tot één fase werden samengenomen. In het verlengde hiervan worden ook aan de andere procesfasen andere namen gegeven: voorlopig ontwerp werd hier aangeduid als ‘concept D.O.’, definitief ontwerp als ‘definitief D.O.’

Ontwerpproces per fase:

Voorbereiding opdracht

Aan de basis van het ontwerpproces van Gebouw 42 ligt een behoefte aan extra kantoor- en laboratoriumruimte. Het gebouw is in verband met verbouwing van een ander ECN-pand op relatief korte termijn nodig; hierdoor wordt (impliciet) gekozen voor een zogenaamd 'fast track' ontwerpproces.

De keuze tot inschakelen van een architect is in dit geval echter niet vanzelfsprekend: eerdere bouwprojecten werden door de bouwkundige dienst van ECN 'intern' gerealiseerd. Analyse van deze eerdere projecten en vergelijking met (externe) referentie-projecten levert de wens tot functionelere en meer aansprekende architectuur; de adviseur voor duurzame energie is de belangrijkste kracht achter deze ontwikkeling.

Als gebouw voor het Energieonderzoek Centrum Nederland zal de nieuwbouw natuurlijk aan bijzondere eisen qua energiegebruik moeten voldoen. In dit geval is dan ook in het programma van eisen de ambitie om een EP-coëfficiënt van 0,9 of kleiner te behalen opgenomen.

Haalbaarheidsstudie

De architect start zijn werk met een haalbaarheidsstudie. Hierin bestudeert hij de geldende randvoorwaarden (wet- en regelgeving, technische aspecten, financiële aspecten), de beoogde gebruikers (doelgroepen), en de door de opdrachtgever geformuleerde 'eisen aan het object' (eisen aan locatie en financiële eisen, alsmede wensen met betrekking tot het ontwerp zelf: aanpasbaar bouwen, verbindingen, beschaduwning van andere gebouwen, ruimtedelen en gebouwdelen, voorzieningen op het terrein). Het resultaat van een en ander is een bijgesteld (aangescherpt) PvE.

Opvallend detail is dat de architect in zijn beschrijving van het ontwerpproces de fase van de haalbaarheidsstudie de fase van het conceptueel ontwerp laat omvatten (zie de algemene opmerking over het fast track ontwerp); deze is hier echter als apart onderdeel opgevoerd.

C.O.-fase

De C.O.-fase van het ECN Gebouw 42 verloopt behoorlijk rechtlijnig. De eerste hoofdactiviteit is het ontwikkelen van mogelijke gebouwvarianten, waarvan er één wordt geselecteerd. De tweede activiteit is het selecteren van EBC's, die meteen in de geselecteerde gebouwvariant kunnen worden geïntegreerd. Laatste activiteit is goedkeuring van het ontwikkelde conceptueel ontwerp door de opdrachtgever.

Het ontwikkelen van mogelijke gebouwvarianten begint met een studie van de geldende eisen; hierbij wordt vooral het beschikbare terrein bekeken. Vervolgens wordt de gebouwmassa ontwikkeld; de randvoorwaarden (terrein) maken maar een paar alternatieven mogelijk, wat resulteert in een snelle keuze voor een uiteindelijk plan: drie units gegroepeerd rondom een centrale serre.

Voor dit plan worden op systematische wijze EBC's geselecteerd. Allereerst wordt verwarmen en koelen beschouwd, wat resulteert in gebruik van een (reeds bestaande) warmte-kracht-koppeling (WKK) unit, toepassing van zonwering bij de serre en nachtelijke ventilatie ('s zomers). Als tweede wordt gekeken naar reductie van het energiegebruik ten behoeve van de ventilatie, wat resulteert in toepassing van natuurlijke ventilatie en het gebruik van warmtewisselaars. Als derde wordt het energiegebruik voor verlichting beschouwd, wat resulteert in het toepassen van lichthoven. Als vierde wordt tenslotte gekeken naar inzetbaarheid van duurzame energiebronnen, wat resulteert in de toepassing van fotonvoltaïsche cellen op het dak van

de serre (deze worden tevens als zonwering gebruikt). Al deze componenten kunnen vervolgens relatief eenvoudig worden geïntegreerd in het uiteindelijke plan.

V.O.-fase

In de V.O.-fase wordt het conceptueel ontwerp door de architect verder uitgewerkt. Bij deze uitwerking gebruikt hij EP-berekeningen als hulpmiddel om te onderzoeken of het gestelde doel van een EP-coëfficiënt kleiner dan 0,9 al is bereikt. Ook de adviseur maakt in deze fase een EP-berekening; deze dient echter alleen ter controle. Als laatste activiteit vindt weer goedkeuring door de opdrachtgever plaats.

D.O.-fase

In de D.O. fase houdt de architect zich bezig met verdere uitwerking van het voorlopig ontwerp. Gelijktijdig werkt de installatie-adviseur aan fine-tuning van de installaties; daarbij gebruikt hij VABI-programmatuur. Het voornaamste resultaat is dimensionering van de installatie; deze wordt door de architect in het concept-D.O. opgenomen. De adviseur voor duurzame energie maakt ondertussen berekeningen met ter controle van de EP-coëfficiënt, vanzelfsprekend met de EP-methode. Daarnaast wordt een dynamische simulatie met behulp van TRNSYS gemaakt om het risico van oververhitting in te schatten. Het concept-D.O. plus de gemaakte controle-berekeningen worden tenslotte door de opdrachtgever goedgekeurd.

Bestekgereedmaken

In deze fase wordt het definitief opnieuw verder uitgewerkt, resulterend in bestektekeningen en een geschreven bestek. Aan het in de voorgaande fasen ontwikkelde ontwerp verandert echter niets meer.

Interactie tussen ontwerpproces en simulatie-tools:

Ook voor ECN Gebouw 42 blijkt de C.O.-fase cruciaal voor de integratie van EBC's in het ontwerp: alle EBC's blijken in deze fase te worden gekozen en in het ontwerp te worden opgenomen.

In het ontwerpproces van Gebouw 42 worden géén tools gebruikt tijdens de C.O.-fase; in deze fase worden beslissingen genomen op basis van ervaring van de betrokkenen (zowel architect als adviseur) en op basis van bezoeken met de opdrachtgever aan referentie-projecten die de beoogde EBC's bevatten.

De gebruikte tools (EP-methode, VABI-tools, TRNSYS) worden in dit geval vooral ingezet om te kijken of het ontwikkelde ontwerp aan de verwachtingen voldoet (checken van behaalde EP-coëfficiënt, oververhitting, ...); tevens worden de tools gebruikt om EBC's en installaties te dimensioneren. Op de keuze van EBC's hebben de tools echter duidelijk géén invloed.

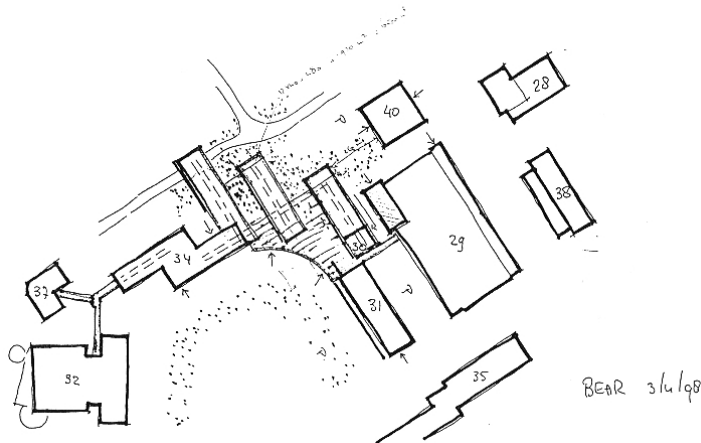
Ontwikkeling van de ontwerpinformatie:

De figuren 15 tot en met 21 tonen tussenproducten uit het ontwerpproces van ECN gebouw 42. Daarvan geven de eerste twee weer hoe de architect zoekt naar een goede plaatsing van zijn gebouw op het terrein; zie figuur 15 en figuur 16. Te zien is hierin dat eerst aan drie parallelle vleugels wordt gedacht, maar dat dit onder invloed van de omringende bebouwing wordt gereduceerd tot twee.

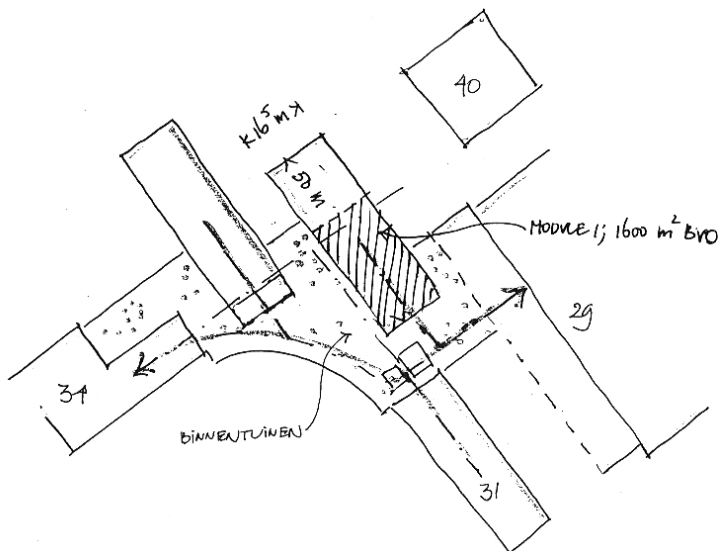
Figuur 17 toont hoe de architect vervolgens de gebouwmassa ontwikkelt; de diagonaal van entree naar de duinen (uitzicht) wordt geïntroduceerd, evenals de opdeling van de twee vleugels in vier modules rondom de centrale binnentuin.

De figuren 18 en 19 laten zien hoe de centrale EBC 'serre', waar de binnentuin in onder is gebracht, zich ontwikkelt van een eerste schetsje van een plattegrond tot een driedimensionaal concept.

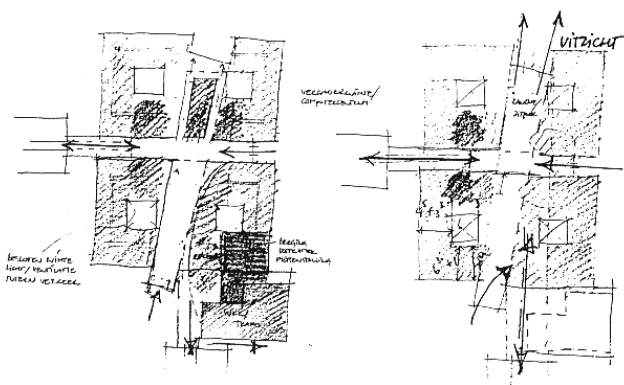
Figuur 20 toont de beoogde eindtoestand met vier modulen rondom een centrale serre; figuur 21 is een tussenvorm met slechts drie van deze modulen, die eerst gerealiseerd worden.



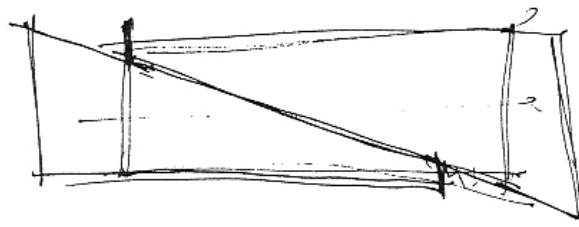
Figuur 15: studie terreinindeling ECN Gebouw 42, 3 vleugels



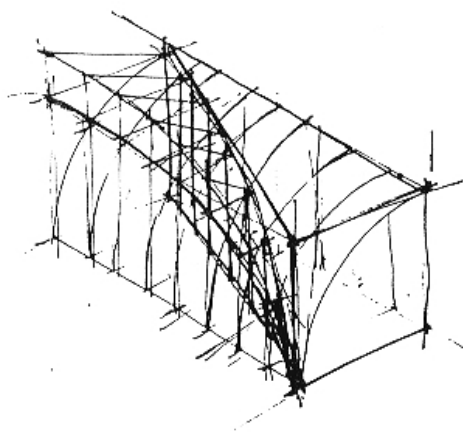
Figuur 16: studie terreinindeling ECN Gebouw 42, 2 vleugels



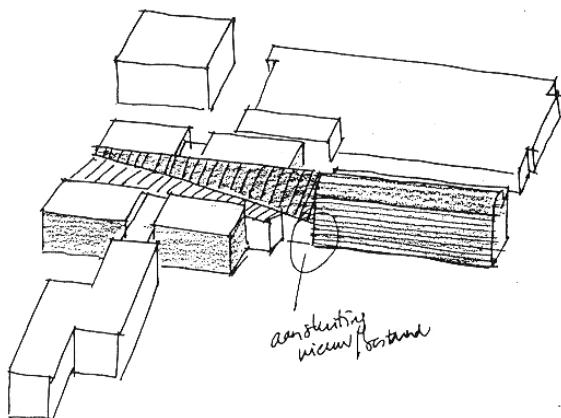
Figuur 17: ontwikkeling gebouwmassa ECN Gebouw 42



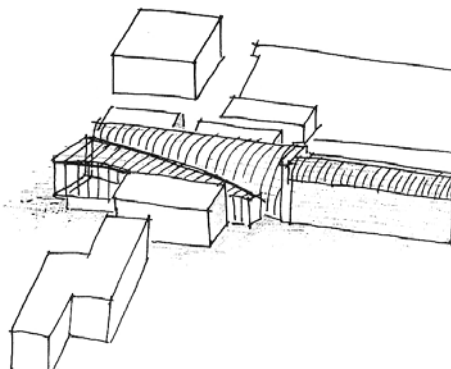
Figuur 18: schets plattegrond serre ECN Gebouw 42



Figuur 19: schetsje 3D-serre ECN Gebouw 42

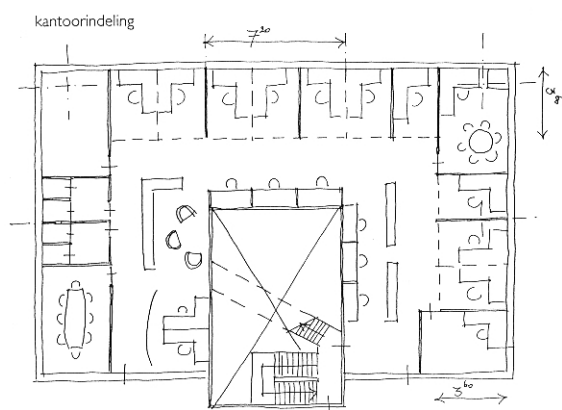


Figuur 20: beoogde eindtoestand ECN Gebouw 42

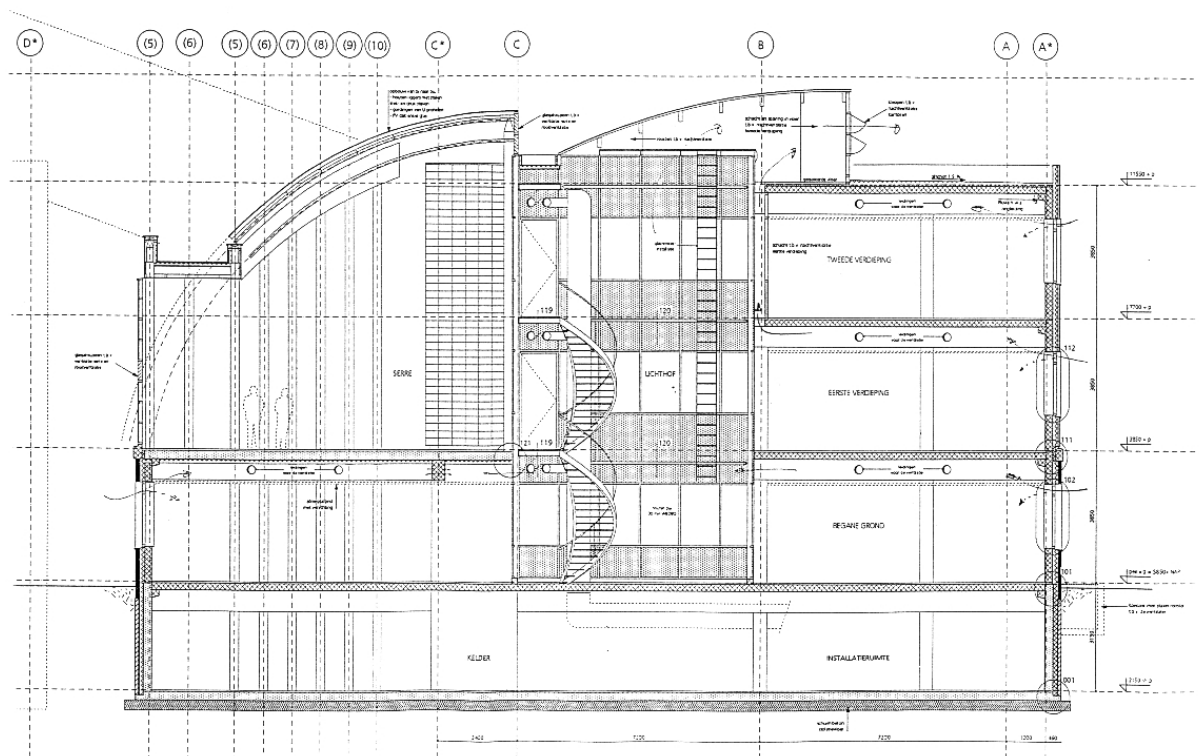


Figuur 21: tussenfase ECN Gebouw 42 met 3 modules

Figuur 22 toont een tussenproduct uit het voorlopig ontwerp: een indelingsvariant van een van de modules. Figuur 23 tenslotte is een tekening uit het bestek; deze toont een dwarsdoorsnede van het gebouw.



Figuur 22: schets indeling kantoorunit ECN Gebouw 42 V.O.



Figuur 23: doorsnede ECN Gebouw 42 Bestekfase

3.3 DynamischKantoor Kennemerplein

Algemeen:

Diagram 4 toont de sleutelpersonen in het ontwerpproces van het DynamischKantoor Kennemerplein, en de rol van deze personen in dit proces. Ook hier is de architect weer de spil van het team, met verantwoordelijkheid voor teamsamenstelling en beslissingen. Belangrijk is echter dat dit reeds het tweede ontwerp voor een gebouw op deze locatie is; een voorgaand ontwerp, gemaakt door een andere architect, werd afgekeurd. Van belang is ook dat de architect aan opdrachtgeverszijde met twee partijen te maken heeft: de feitelijke opdrachtgever (NS Vastgoed) en de beoogde huurder (Rijksgebouwendienst). De bij dit project betrokken adviseurs voeren specifieke deeltaken uit in opdracht van de architect. Een deel van die deeltaken beslaat ook het aandragen van ontwerp-suggesties ter oplossing van specifieke problemen.

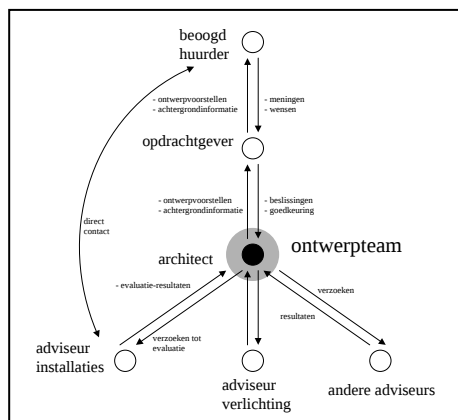


Diagram 04: organisatie-schema projectteam DynamischKantoor

Voor het ontwerpproces in het algemeen is in dit geval vooral de moeilijke locatie (naast het station van Haarlem) sturend. Het aspect van ‘energiebesparing’ is vooral door de adviseur en de beoogd gebruiker ingebracht. Wat dat betreft neigt dit project eerder naar de ‘normale’ gang van zaken (ten opzichte van gebouwen die primair als ‘high profile’ energie-zuinig zijn bedoeld).

Ontwerpproces per fase:

Eerder ontwerpproces

Het ontwerpproces van het Dynamischkantoor Kennemerplein wordt voorafgegaan door een afgebroken ontwerpproces van een andere architect. Dit door de welstandscommissie van Haarlem afgekeurde ontwerp heeft echter wel de nodige invloed op het vervolg: hieruit blijkt dat een ‘standaard’ kantoor op deze locatie niet haalbaar is, waardoor later voor het Dynamischkantoor wordt gekozen voor een laag en diep gebouw.

Haalbaarheidsstudie

De eerste activiteit van de architect is het bestuderen van de haalbaarheid van het maken van een ontwerp voor deze specifieke locatie. Daartoe wordt het eerdere ontwerpproces en het daaruit voortgekomen afgekeurde ontwerp geanalyseerd. Ook wordt het PvE van de opdrachtgever in overleg met de toekomstig huurder bijgesteld. Hierbij wordt een belangrijke aanscherping gemaakt met betrekking tot temperatuurverloop: de huurder stelt een harde eis van een maximum van 150 gewogen temperatuur overschrijdingsuren (GTO-uren), bepaald volgens het VABI-programma VA114. Daarmee liggen voor dit ontwerpproces zowel een ‘hard’ beoordelingscriterium als het toetsingsmiddel waarmee gecontroleerd moet worden of aan dit criterium is voldaan vast.

C.O.-fase

De architect heeft een affiniteit met het werken in een ‘complexe’ situatie, en laat daar graag zijn ontwerp door inspireren. Zijn aanpak voor het maken van een conceptueel ontwerp start dan ook bij het opsplitsen van het PvE in deelaspecten (terrein, programma, bouwsysteem en daglichttoetreding) waarvoor hij vervolgens tot een geïntegreerde oplossing probeert te komen. De beschikbare locatie resulteert (mede onder invloed van het eerdere afgekeurde ontwerp) in een laag en diep gebouw. Als ‘massa’ wordt voor een aantal verholde kantoorlagen en een bijzondere daklaag

gekozen; richting stationsplein wordt er een apart 'front' gemaakt. Studie van het programma zorgt voor een verdere invulling met onder andere een passage en een oplopende 'trap' van kantoorvloeren naar achteren in het gebouw. Bestudering van mogelijke bouwsystemen levert, naast de keuze voor een systeem, een gebouwstructuur en maatvoering, met onder andere aanknopingspunten voor de te maken gevel. Voortkomend uit het programma en het besluit om een laag en diep gebouw te maken bestaat er de wens daglicht te benutten; de mogelijkheden hiertoe worden apart bestudeerd. Vanuit het gegeven van het diepe gebouw is het eerste idee om een 'lichtsleuf' te maken. Om een betere verbinding tussen de kantoren aan beide zijden van de lichtsleuf te maken wordt de lichtsleuf veranderd in een aantal atria achter elkaar. Overwegingen met betrekking tot het beeld en de functionele indeling zijn vervolgens aanleiding om deze atria te laten verspringen; als referentie aan gelijksoortige ruimten in de oude grachtenpanden in Amsterdam worden de atria nu 'lichthoven' genoemd. Al deze 'losse' ideeën worden vervolgens in een geïntegreerd gebouwconcept samengebracht, dat aan de opdrachtgever en huurder ter goedkeuring wordt voorgelegd. Gedurende de gehele C.O.-fase is er op de achtergrond een installatie-adviseur aanwezig. Deze geeft feedback op algemene vragen; daarbij maakt hij géén berekeningen, maar benut zijn ervaring en 'gezond verstand'.

V.O.-fase

In de V.O.-fase werkt de architect het goedgekeurde conceptueel ontwerp verder uit. Een belangrijk onderdeel daarvan is het maken van het ontwerp van de (markante) gevel, op basis van een aantal eerste ideeën uit de C.O.-fase. De installatie-adviseur introduceert het streven naar een energiezuinig gebouw; specifiek beoogt hij hierbij - binnen de door de huurder gestelde temperatuureisen - het realiseren van een gebouw zonder koelinstallatie.

De adviseur toetst of het conceptueel ontwerp voldoet aan de gestelde eis van maximaal 150 GTO-uren door middel van de VA114-berekening. Zijn eerste stap is een testberekening; de hierbij gevonden overschrijding is aanleiding tot een grondige controle van de opgestelde invoer. Nadat is nagegaan dat deze werkelijk geen fouten bevat volgt een analyse van de oorzaken van de optredende overschrijding, en de ontwikkeling van een aanpak om deze overschrijding te reduceren. Hierbij worden achtereenvolgens zontoetreding, ventilatie, interne warmteproductie en benutting van thermische massa beschouwd. De resultaten zijn tweeledig: enerzijds krijgt de architect als feedback dat er mechanisch geventileerd moet worden, dat de interne warmtelast zoveel mogelijk beperkt moet worden, dat de gevel als vaste/externe zonwering moet functioneren en dat het binnenblad van deze gevel zwaar moet worden; anderzijds vormen de berekeningen een aanleiding om (in overleg met de huurder) de eis van 150 GTO-uren te versoepelen tot 180 GTO-uren.

De feedback van de adviseur vormt een belangrijke input voor het maken van het gevelontwerp. Op basis van de ideeën uit het C.O. ontstaat een zware, betonnen gevel met drie glaszones: één voor zittend uitzicht, één voor staand uitzicht, en één voor daglichttoetreding; de tussenliggende 'gevelbalken' dienen daarbij als zonwering. De adviseur heeft bij het gevelontwerp de taak om de daglicht- en zonlichttoetreding te onderzoeken. Om tot een optimale zonwering te komen (gerelateerd aan de eis van 180 GTO-uren) en om te voorkomen dat de uitstekende geveldelen te lang moeten worden ontstaat het idee de gevel per verdieping onder een hoek te plaatsen; de vraag welke hoek dit moet zijn wordt in het V.O. echter niet meer beantwoord.

Laatste stap in de V.O.-fase is goedkeuring van het concept-V.O. (inclusief gevelontwerp) door opdrachtgever en huurder.

D.O.-fase

In deze fase werkt de architect het voorlopig ontwerp uit tot definitief ontwerp. Parallel hieraan gaat het advieswerk voort; de resultaten worden zonder veel problemen in het concept D.O. geïntegreerd. Onderdelen van dit advieswerk zijn inschatting van het thermisch comfort in de lichthoven (resulterend in een ‘kap’ op deze lichthoven en regelbare ventilatie-roosters bovenin), bepaling van de gevelhoek (resulterend in een afschermhoek van 50°), en verdere beschouwing van de mogelijkheden van benutting van thermische massa (resulterend in gedeeltelijk open plafonds, en, via toepassing van energiezuinige PC’s en energiezuinige kunstverlichting, de realisatie van het doel van een gebouw zonder koelinstallatie). Opnieuw wordt het concept-D.O. ter goedkeuring aan de opdrachtgever voorgelegd.

Bestekgereedmaken

In deze fase wordt het definitief ontwerp weer uitgewerkt tot bestektekeningen en geschreven bestek, zonder dat dit het ontwikkelde ontwerp doet veranderen.

Interactie tussen ontwerpproces en simulatie-tools:

Het Dynamischkantoor Kennemerplein is niet vanaf het begin af aan bedoeld als energiezuinig kantoor. In de C.O.-fase wordt een ‘regulier’ schetsontwerp gemaakt; in de daarop volgende V.O., D.O. en besteksfase is het vooral de installatie-adviseur die er een energiebewust ontwerp van maakt, en hiertoe de nodige EBC’s introduceert.

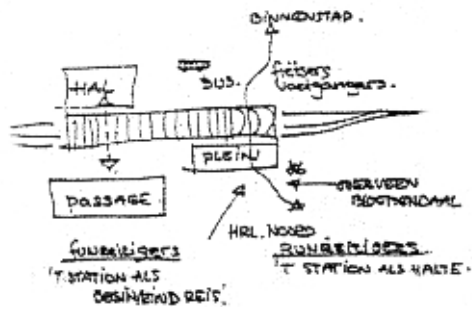
Interessant is dat in dit geval door de huurder zowel een te gebruiken tool als een voor die tool te hanteren criterium worden voorgeschreven; wel blijkt dit criterium naar aanleiding van de behaalde rekenresultaten nog bijgesteld te kunnen worden.

Bij het ontwerpproces van het Dynamischkantoor blijken de rekenresultaten de nodige impact op het ontwerp te hebben: met name het gevelontwerp is voor een goed deel gebaseerd op de te verwachten overschrijding van het aantal toegestane GTO-uren. De toegepaste EBC’s staan eveneens met deze rekenresultaten in verband. Desondanks zijn met de tool geen verschillende EBC’s naast elkaar gezet, resulterend in een keuze tussen die EBC’s. In dit proces zijn alle mogelijkheden aangegrepen om oververhitting zoveel mogelijk te beperken.

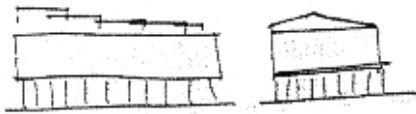
Ontwikkeling van de ontwerpinformatie:

Ook voor het Dynamischkantoor zijn schetsen en afbeeldingen verzameld om de ontwikkeling van de ontwerpinformatie gedurende de loop van het ontwerpproces vast te leggen.

Figuur 24 toont een studie van de stedenbouwkundige context; figuur 25 laat zien hoe een eerste idee over de te ontwikkelen gebouwmassa met drie lagen ontstaat. Figuur 26 laat zien hoe de lichthoven (EBC, voortkomend uit ‘lichtsleuf’ en ‘atria’) in het gebouw komen, terwijl figuur 27 een bijzondere lichthof op de hoek laat zien die de entree van het gebouw accentueert. Figuur 28 laat zien hoe de oplopende ‘trap’ door het gebouw werkt; figuur 29 tenslotte toont het uiteindelijk resulterend conceptuele ontwerp.



Figuur 24: studie stedelijke context DynamischKantoor



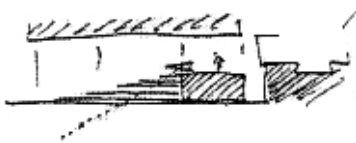
Figuur 25: ontwikkeling massa DynamischKantoor



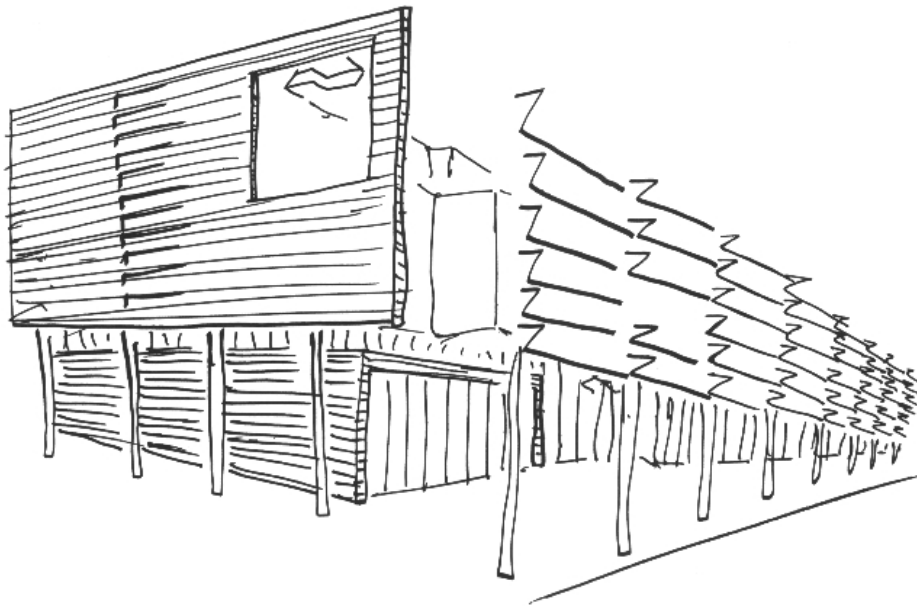
Figuur 26: introductie lichthoven DynamischKantoor



Figuur 27: schets lichthof boven ingang DynamischKantoor

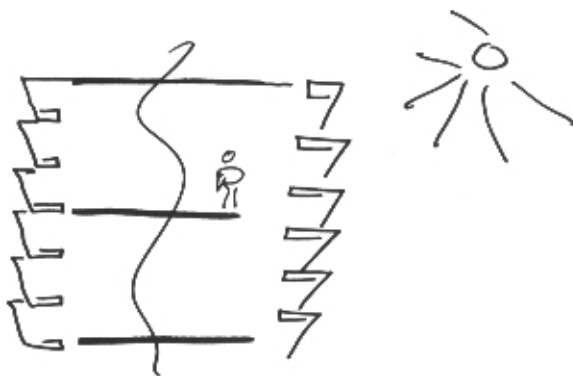


Figuur 28: schets trap door BG DynamischKantoor

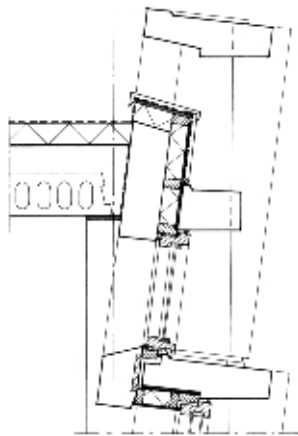


Figuur 29: resultaat C.O. DynamischKantoor

Figuur 30 is een schets uit het V.O., waar te zien is hoe een in drie zones verdeelde gevel met geveldelen onder een hoek ontstaat. Figuur 31 laat zien hoe deze gevel in het D.O. is uitgewerkt.

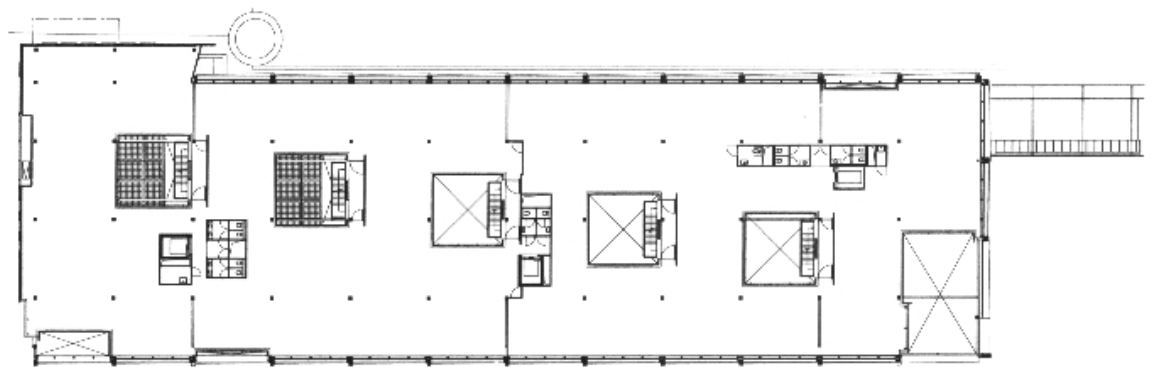


Figuur 30: schetsje gevel-opzet DynamischKantoor

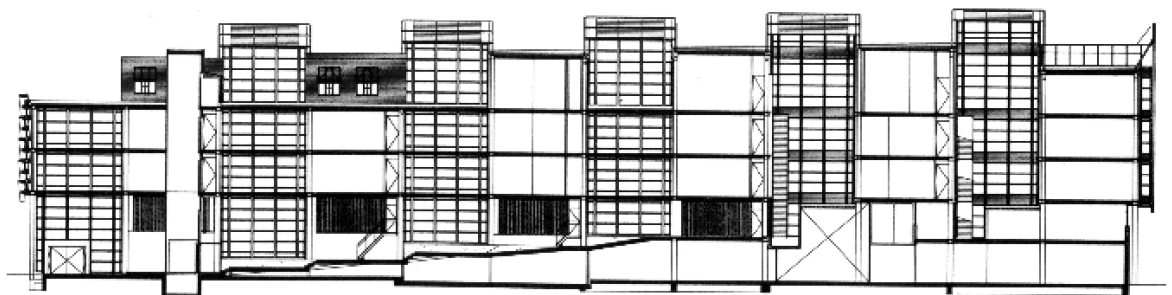


Figuur 31: geveldetail uit D.O. DynamischKantoor

Ter completering van het overzicht zijn de figuren 32 en 33 toegevoegd; dit zijn een plattegrond en een doorsnede over het gebouw zoals afgebeeld in het definitief ontwerp.



Figuur 32: Plattegrond D.O. DynamischKantoor



Figuur 33: Doorsnede D.O. DynamischKantoor

4. AS-IS PROCESMODEL: DE HUIDIGE SITUATIE

Om tot een generiek beeld van de integratie van EBC's in gebouwontwerpen en van de rol van rekentools hierbij te komen zijn de drie cases onderling vergeleken. Allereerst zijn daartoe de 'bibliotheken' met de in IDEF-0 gebruikte activiteiten en concepten geanalyseerd. De complete procesmodellen van de drie bestudeerde cases bevatten gezamenlijk een totaal van 81 verschillende activiteiten en 110 verschillende concepten. In de navolgende verhandeling wordt voorkomen van deze activiteiten en concepten in percentages uitgedrukt om een globale indicatie van verhoudingen aan te geven.

Van de 81 activiteiten blijken er 8 (10%) in alle drie de processen voor te komen; voor een deel is dat voorgeprogrammeerd doordat een aantal activiteiten de fasering van het ontwerpproces in haalbaarheidsstudie, maken conceptueel ontwerp, voorlopig ontwerp en bestekgereedmaken weergeven. Daarnaast herhaalt zich driemaal de goedkeuring van vaste tussenproducten (goedkeuring C.O., V.O. en D.O.).

Het merendeel van de activiteiten, 63 van de 81 (78%) blijkt echter project-specifiek. Voor drie daarvan is dat geen verrassing; dit zijn de activiteiten 'Ontwerpproces Rijnland', 'Ontwerpproces ECN Gebouw 42' en 'Ontwerpproces DynamischKantoor'.

Van 10 activiteiten (12%) blijkt dat deze in twee van de drie processen voorkomen.

Voor de 11 concepten vinden we een gelijksoortig beeld; 19 concepten (17%) komen in alle drie de modellen voor, 82 concepten (75%) zijn project-specifiek, en 9 concepten (8%) komen in twee projecten voor.

Voor de concepten is tevens bekeken welke functies deze concepten vervulden. Het blijkt dat een ruime meerderheid van maar liefst 89 (81%) een rol als input/output heeft; van deze 89 concepten zijn er 4 alleen input, 24 alleen output, terwijl 61 stuks beide functie hebben.

In totaal 14 concepten (13%) hebben de functie van mechanisme; een daarvan is het algemene mechanisme tools, dat in een zevental specifieke programma's wordt uitgesplitst.

Slechts 7 concepten (6%) hebben de rol van controle; van deze 7 ontstaan er drie tijdens het proces (combinatie output/controle).

Opvallende afwezige in de lijst met in alle projecten voorkomende concepten is het concept 'EBC's'. Aangezien dit een sleutelbegrip in het onderzoek is dit nader geanalyseerd. Het concept 'EBC's' blijkt voor te komen in de C.O.-fase van zowel het Rijnland als van ECN Gebouw 42; in het model van het DynamischKantoor komt het niet voor. Bij het ontwerp van het DynamischKantoor wordt wel de EBC 'lichthoven' in de C.O.-fase ingebracht; de andere EBC's (bijzondere gevel met zonwerende luifels, benutting van thermische massa (gevel en plafonds, waardoor geen koelinstallatie), gebruik van groene PCs) volgen pas in het V.O. en D.O., en zijn niet zozeer geïntroduceerd als EBC's als wel als oplossingen voor het geconstateerde probleem van oververhitting. Samenvattend kan dus gesteld worden dat EBC's worden gekozen in het C.O., of eventueel (maar minder optimaal) later in V.O. en D.O. worden toegevoegd.

Op basis van de in alle drie de procesmodellen voorkomende activiteiten en concepten, en met toevoeging van het concept 'EBC's' is één algemeen procesmodel gebouwd; zie diagram 5.

Een zeer belangrijk resultaat van de onderlinge vergelijking van de cases is de constatering dat de doorlopen processen op gedetailleerd niveau sterk van elkaar verschillen (78% project-specifieke activiteiten, 75% project-specifieke concepten).

Deels wordt dit verschil tussen de ontwerpprocessen veroorzaakt doordat de uitgangspunten van de diverse projecten verschillen; zo kent elk project een andere opdrachtgever, een andere locatie / (stedelijke) context, is er verschil qua programma van eisen, en is voor elk project het ontwerpteam anders.

Verskil tussen de geanalyseerde cases wordt ook veroorzaakt doordat met 'trial and error' naar een ontwerpoplossing wordt gezocht die aan de eisen voldoet. In de loop van een ontwerpproces wordt daarbij een veelheid aan aspecten wordt bekeken; daardoor is de volgorde waarin deze aspecten aan de orde komen onvoorspelbaar.

Daarnaast kunnen verschillen ontstaan door wat in literatuur over ontwerpen (Lawson 1990), (Brettschneider 1993) als een fundamentele eigenschap van ontwerpprocessen wordt beschouwd: de nauwe samenhang tussen ontwerp-informatie en ontwerpproces. Hiermee wordt bedoeld dat activiteiten op een bepaald moment in het ontwerpproces vaak sterk gerelateerd zijn aan het ontwerp waaraan wordt gewerkt. Zo komt bijvoorbeeld bij ECN Gebouw 42 pas het idee van een 'binnentuin' aan de orde nadat eerst is bedacht een gebouw met twee helften te maken; uit de 'binnentuin' volgt een aantal deelprocessen voor uitwerking van de EBC 'serre met PV'.

Uit het algemene AS-IS procesmodel dat uit de onderlinge vergelijking van de cases naar voren komt zijn een aantal 'harde' conclusies te verbinden.

Met betrekking tot EBC's:

1. Integratie van EBC's in het gebouwo ontwerp vindt hoofdzakelijk plaats tijdens de C.O.-fase.
2. De keuze van EBC's is vooral gebaseerd op ervaring van architect en adviseur uit eerdere projecten, of wordt gemaakt aan de hand van voorbeeld-projecten.

3. Er worden geen verschillende opties qua EBC's met elkaar vergeleken.
4. Afstemming tussen meerdere EBC's blijft meestal beperkt tot het kiezen van EBC's met verschillende werkingsgebieden (ventilatie, daglichttoetreding, opslag, etc...).

Met betrekking tot rekentools:

5. Rekentools worden ingezet tijdens de V.O.-, D.O.- en bestek-fase; tools worden niet ingezet tijdens de haalbaarheidsstudie of de C.O.-fase.
6. Rekentools worden ingezet om eerdere verwachtingen te bevestigen, of om reeds gemaakte beslissingen / keuzes te optimaliseren.
7. Rekentools worden *niet* ingezet om verschillende ontwerp-opties voor EBC's qua prestatie te vergelijken, om zo tot een optimale keuze te maken.
8. Rekentools worden ingezet door adviseurs.
9. De adviseur bepaalt wanneer gebruik wordt gemaakt van rekentools.

Met betrekking tot het ontwerpproces:

10. Bij weergave in IDEF-diagrammen missen veel activiteiten in het ontwerpproces een gelder gedefinieerde 'controle'. Met andere woorden: het is onduidelijk hoe precies de kwaliteit van het resulterend ontwerp gewaarborgd wordt.
11. Het is onduidelijk wanneer de energetische kwaliteit van een ontwerp zou moeten worden bepaald.

Vermoedens:

Daarnaast heeft het AS-IS procesmodel aanleiding tot de volgende vermoedens:

12. Er wordt gebruik gemaakt van een rekentool die voorhanden is bij de adviseur; er wordt niet gericht gekeken welke rekentool voor de voorhanden situatie het meest geschikt zou zijn.
13. Resultaten van gebruik van rekentools komen te laat beschikbaar voor zinvol gebruik in het ontwerpproces.
14. Bij inzet van rekentools wordt telkens een geheel nieuw model gebouwd en getoetst; eerdere ervaringen/modellen/deelmodellen zijn slechts zelden inzetbaar.
15. Alvorens rekentools in te zetten wordt gewacht tot het ontwerp zover gevorderd is dat alle details die het te gebruiken rekenprogramma mee zou kunnen nemen ook daadwerkelijk ingevoerd kunnen worden.

Kanttekeningen:

In het algemeen wordt opgemerkt dat men zich moet realiseren dat de prestatie op het gebied van energie-besparing, hoe belangrijk ook, slechts één van de eigenschappen is waarop een gebouw-ontwerp kan worden beoordeeld. In sommige gevallen hebben andere eigenschappen zoals bouwkosten, architectonische vorm etcetera een hogere prioriteit.

De architect heeft een grote invloed op de aandacht die aan energiebesparing wordt gegeven. Hoewel hij zich natuurlijk aan de eisen van de opdrachtgever moet houden kan hij zelf in grote mate bepalen hoe ver hij daarmee werkelijk wil gaan. Belangrijk is ook om te bedenken dat de architect degene is die besluit of (en zo ja wanneer) hij de hulp inroept van een adviseur.

Het lijkt erop dat het nemen van niet geheel optimale beslissingen met betrekking tot keuze en integratie van EBC's niet wordt bestraft - zolang het gebouw aan de wettelijke eisen (EPN) voldoet en de opdrachtgever meewerkt is veel mogelijk. Tevens lijkt het erop dat de mogelijkheden en voordelen van het vergelijken van verschillende ontwerpties met behulp van rekentools niet bij alle betrokkenen duidelijk is; mogelijk wordt ook daarom vertrouwd op een traditionele aanpak op basis van ervaring en bestuderen van voorbeelden.

5. CONCLUSIES EN DISCUSSIE

De vaststelling dat EBC's hoofdzakelijk tijdens de C.O.-fase worden geselecteerd en in het gebouwo ontwerp worden geïntegreerd ligt in de lijn der verwachtingen. Literatuur geeft aan dat vroeg in het ontwerpproces meer vrijheid bestaat tot het nemen van bepaalde algemene ontwerpbeslissingen; wanneer dergelijke beslissingen pas later in het proces worden genomen kan dat tot gevolg hebben dat het ontwerp in die fase ingrijpend moet worden aangepast, waardoor die ontwerpbeslissing mogelijk zal worden vermeden (Aho 1995), (Holm 1993), (Steemers & Baker 1994). Blijkbaar kan men het kiezen (en in het ontwerp integreren) van EBC's als een dergelijke ontwerpbeslissing zien.

De vaststelling dat EBC's vooral gekozen worden op basis van ervaring van adviseur en architect of op basis van voorbeeldprojecten wekt de nodige verbazing. Voor het merendeel van de EBC's geldt namelijk dat de efficiency van deze componenten in hoge mate afhankelijk is van de interactie tussen gebouw, installatie en EBC. Ook interactie tussen EBC's onderling kan de efficiency beïnvloeden; verder hebben ook klimaat en bewonersgedrag nog een behoorlijke invloed op de prestatie. Vandaar ook dat aan ontwerperszijde altijd wordt gewezen op het belang van een 'integrale benadering'. Echter, gebouw-ontwerpen zijn bijna nooit 'standaard' (en voor gebouwen die dat wel zijn is het zeer de vraag of er wel sprake is van een volledig ontwerpproces); het is dan ook twijfelachtig of ervaringen uit het ene project zonder het nodige rekenwerk naar een ander project kunnen worden vertaald.

Bedacht moet worden dat de onderlinge beïnvloeding van EBC's óók kan gelden voor EBC's met verschillende werkingsgebieden als ventilatie, transmissie of verlichting. Juist voor ontwerpen die al uiterst energie-zuinig zijn kan de bijdrage van een extra component tot verwaarloosbaar teruglopen (zo heeft extra isoleren van een woning waar de energiebehoefte voor verwarming tot nul is teruggebracht duidelijk geen zin meer).

Juist vanwege de optimale mogelijkheden die tools bieden tot het vergelijken van verschillende gebouwvarianten onder geheel identieke omstandigheden is het vreemd dat rekentools niet in de C.O.-fase worden ingezet. Men zou verwachten dat juist daar verschillende keuzemogelijkheden naast elkaar zouden worden gezet, en dat op basis van een berekende prestatie de optimale optie geselecteerd zou worden. Uit het onderzoek komen meerdere oorzaken voor dit fenomeen naar voren:

- men wacht tot alle details die in een bepaald rekenprogramma kunnen worden meegenomen ook daadwerkelijk zijn vastgelegd. Dit verhoogt weliswaar de betrouwbaarheid van de berekeningen, maar zorgt er ook voor dat de kans om reeds eerder het ontwerpproces bij te sturen wordt gemist.
- voor het merendeel van de rekenexercities worden telkens geheel nieuwe modellen / invoerfiles gemaakt en getoetst. Men probeert het aantal modellen / files zo laag mogelijk te houden; vaak is ook maar voor het bouwen van een beperkt aantal gedetailleerde modellen een budget beschikbaar.

- rekentools worden door adviseurs bediend; de adviseurs worden aangestuurd door architecten. Dit betekent dat de architect eigenlijk een helder beeld zou moeten hebben van de mogelijkheden van de rekentools om dit goed aan te sturen. Financiën, taakverdeling, communicatie en dergelijke kunnen hierbij een probleem zijn.

Vanzelfsprekend worden rekentools ook gebruikt om de prestatie van het uiteindelijke ontwerp te controleren, en om dit ontwerp te optimaliseren. Dit hoeft echter analyse van eerdere ontwerpversies niet uit te sluiten.

6. VERVOLGONDERZOEK

Na het in dit rapport besproken deelonderzoek naar de huidige gang van zaken met betrekking tot integratie van EBC's in gebouwwontwerpen en de rol van simulatie-tools hierbij voor de drie concrete cases, zal allereerst bestudeerd worden of de conclusies uit deze cases ook algemeen geldig zijn. Zoals reeds aangegeven zal hiertoe een enquête onder een grotere populatie van architecten en adviseurs worden gehouden. Aansluitend zal verder worden gegaan met datgene wat het uiteindelijke doel van het promotieonderzoek is: het ontwikkelen van een ontwerpondersteunend hulpmiddel waarmee snel en betrouwbaar het effect van integratie van energiebesparende componenten in gebouwen op energiegebruik (en eventueel thermisch comfort) kan worden ingeschat. Concreet zullen nu de volgende stappen worden gezet:

1. Enquête onder architecten en adviseurs

De bevindingen uit de case-studies worden gebruikt voor het opstellen van een enquête waarin gerichte vragen zijn opgenomen om deze bevindingen te verifiëren. Er worden aparte vragenlijsten voor architecten en adviseurs ontwikkeld, om zo maximaal in te kunnen spelen op de expertise van de geënquêteerden. Verder worden de enquêtes zo opgesteld dat de vragen betrekking hebben op concrete gebouwen en de ontwerpprocessen van deze gebouwen.

2. Ontwikkelen van een 'TO-BE' procesmodel

Naar aanleiding van de met de case-studies en enquête vastgestelde stand van zaken betrekking tot integratie van EBC's in gebouwwontwerpen en de rol van rekenprogramma's hierbij, en naar aanleiding van het hierop geleverde commentaar, zijn voorstellen geformuleerd hoe de huidige praktijk voor dit onderdeel van het ontwerpproces veranderd zou kunnen worden. Deze voorstellen zijn in een procesmodel vastgelegd: in een zogenaamd 'TO-BE' procesmodel. Bij het opstellen van het TO-BE model is gebruik worden gemaakt van bestaande theorieën over het nemen van ontwerpbeslissingen in een technische context (concreet: 'systems engineering' en 'decision theory').

3. Vaststellen van consequenties van 'TO-BE' voor ontwerp-ondersteunend hulpmiddel

Vervolgens zal worden bekeken welke gevolgen het 'TO-BE' model heeft voor het te ontwikkelen ontwerpondersteunend hulpmiddel. Gezien de verkregen inzichten in de huidige situatie zou dit hulpmiddel uit de volgende verschillende delen kunnen bestaan:

- een 'onderdeel' dat vooral het ontwerpproces zelf ondersteunt; dit draagt er zorg voor dat de juiste beslissingen (EBC-keuze) op het juiste moment, op basis van goede criteria, en gebaseerd op de goede informatie worden genomen. Concreet valt te denken aan het gebruik van een zogenaamd 'workflow-model'. Workflow-modellen verzorgen geautomatiseerde ondersteuning ten behoeve van procesbeheer in complexe situaties; zij kunnen onder andere worden ingezet voor:
- routing van informatie door organisaties;
- toewijzing van taken aan medewerkers in organisaties;
- agenderen van taken in de tijd;
- bewaken van procesvoortgang en opmerken wanneer afwijkingen specifieke aandacht behoeven;
- afhandelen van uitzonderingssituaties (Grefen, 2000)

- binnen dit workflow-model zullen diverse te nemen stappen worden aangegeven; voor elke stap kan bekeken worden welke hulpmiddelen nodig en beschikbaar zijn. Voorbeelden van in te zetten hulpmiddelen zijn:
 1. gegevensbestanden met bekende, op geldigheid getoetste gegevens
 2. empirische formules om over bekende relaties inzicht te verschaffen
 3. volwaardige rekenmodellen om informatie over complexere situaties te genereren; met deze rekenmodellen kunnen dan vereenvoudigde of gedetailleerde modellen worden doorgerekend (waarbij gebouw en EBC onderling kunnen verschillen).

4. Onderzoeken van bruikbaarheid huidige rekenprogramma's

Een volgende stap zal zijn om te bestuderen in hoeverre het hierboven beschreven hulpmiddel kan worden gerealiseerd met behulp van reeds bestaande bouwfysische rekenprogramma's. Dit levert twee resultaten:

- functies binnen het hulpmiddel die kunnen worden afgedekt met huidige programma's. Anders omschreven levert dit een 'strategie' om bestaande programma's beter in te kunnen zetten
- functies binnen het hulpmiddel die juist niet kunnen worden afgedekt met huidige programma's. Dit geeft 'harde' eisen voor een nieuwe generatie programma's die nog moet worden ontwikkeld.

5. Bouwen prototype

Om de maakbaarheid van de ontwikkelde ideeën te tonen zal een prototype of mock-up van het hulpmiddel worden gebouwd. Dit zal bestaan uit een (beperkt) procesmodel met daarin ingebed een beperkt aantal bestaande hulpmiddelen.

6. Demonstratie prototype

De werking van het prototype zal worden gedemonstreerd door middel van herbestudering van de onderzochte cases. Getoond zal worden hoe het ontwikkelde hulpmiddel tot een efficiënter ontwerpproces en tot andere gebouwen zou hebben geleid, indien de betrokken ontwerpprocessen opnieuw zouden worden doorlopen.

LITERATUUR

Bercken, F.H. e.a. (VROM)

1995 'Bundels Bouwvoorschriften: Woningwet en Bouwbesluit'
Sdu Uitgevers, Den Haag

Nederlands Normalisatie-instituut NNI

1998a Nederlandse norm NEN 5128

'Energieprestatie van woningen en woongebouwen – bepalingmethode/Energy performance of dwellings and residential buildings – determination method'

2^e druk, december 1998

Nederlands Normalisatie-instituut NNI

1998b Nederlandse norm NEN 2916

'Energieprestatie van utiliteitsgebouwen - bepalingmethode/Energy performance of non- residential buildings – determination method'

3^e druk, december 1998

Hunt, V.D.

1996 'Process Mapping – How to Reengineer Your Business Processes'
John Wiley & Sons

IDEF-0 Overview Website

Maintained by KBSI at URL: <http://www.idef.com/overviews/idef0.html>

KBSI Knowledge Based Systems Inc

1996 'AI0-WIN TM User's Manual'

DuBo Centrum Website

Voorbeeldprojecten Duurzaam en Energiezuinig Bouwen

URL: <http://www.dubo-centrum.nl/>

Van der Plas, R.W.

1998 'Duurzaamheid de Motor van Integratie? Computertechniek als de Smeerolie'
De Bouwadviseur, december 1998, p.46-53

De Bondt, J.J., H.A. van Drunen, F.J. Lasche (editors)

1993 'Bedrijfskunde - De fasering van het bouwproces'

Uitgeverij Stam Techniek, Culemborg

DuBo Centrum 1998

1998 'Hoogheemraadschap Leiden'

Folder 'Voorbeeldprojecten Duurzaam en Energiezuinig Bouwen'

Reijenga, T.H., M. Drok

1998 'Haalbaarheidsstudie ECN Gebouw 41'

BEAR Architecten

Website BEAR Architecten

URL: <http://www.bear.nl>

Staalbouw Instituut

1997 'Kantoorgebouw Kennemerplein, Haarlem'

Brochure met overdruk uit Bouwen met Staal 134, januari/februari 1997, p42-50

Nederlands Normalisatie-instituut NNI

1993 Nederlandse norm NEN 2574

*'Tekeningen in de bouw - indeling van gegevens op tekeningen voor gebouwen/
Construction drawings - arrangement of data on building drawings'*

2^e druk, oktober 1993

Wamelink, J.W.F.

1987 'Informatie-ordering in de bouw - Evaluatie en verbetering'

Stichting Research Rationalisatie Bouw, Zoetermeer

Spijkerman, P. (editor)

1997 'Dynamischkantoor Haarlem'

Uitgeverij 010, Rotterdam

De Wilde, P.

1998 'Integratie van ontwikkelde energiebesparende componenten in bestaande
gebouwconcepten, tussenrapportage onderzoeksjaar 1996-1997'

Intern rapport ECN-I-98-011, Netherlands Energy Research Foundation ECN

De Wilde, P., M. van der Voorden, M., G. Augenbroe

1998 'Towards A Strategy for the Use of Simulation Tools as Support Instrument in
Building Design'

*Proceedings of System Simulation in Buildings Conference, Liège, Belgium,
December 14-16, 1998 (CD-ROM)*

Van der Voorden, M.

1996a 'Integratie van ontwikkelde energiebewuste componenten in bestaande
gebouwconcepten'

TU Delft, Faculteit der Bouwkunde, Aanvraag vierjarige AIO-plaats

Van der Voorden, M.

1996b 'Gedetailleerd werk- en opleidingsplan'

TU Delft, Faculteit der Bouwkunde, interne communicatie

Lawson, B.

1990 'How Designers Think'

Uitgever: Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford

Bretschneider, F.

1993 'A Process Model for Design Flow Management and Planning'
Uitgever: VDI-Verlag, Düsseldorf

Aho, I.

1995 "Transferring Computer Based Energy Analysis Tools to Practice: the Whys and Whats of Simplification"
Proceedings of the 4th IBPSA Conference, Madison, Wisconsin, USA, 14-16/8/1995, p. 493-499

Holm, D.

1993 'Building Thermal Analyses: What the Industry Needs: The Architect's Perspective'
Building and Environment, v.28, no.4, 9.405-407, 1993

Steemers, K.; N. Baker, N.

1994 'Informing Strategic Design – The LT-Method'
Proceedings North Sun 1994, Glasgow, 1994, p.191-196

Robinson, D.

1996 'Energy Model Usage in Building Design: A Qualitative Assessment'
Building Services Engineering Research and Technology, v.17, no.2, p.95, 1996

Bunn, R.

1995 'Simulation Models: Tower of Babel or the Promised Land?'
Building Services, v.17, no.1, p.23-26, 1995

Clarke, J; D.F. MacRandal

1993 'Implementation of Simulation Based Design Tools in Practice'
Proceedings of the 3rd International IBPSA Conference, Adelaide, Australia, 16-18/8/1993, p.93-99

LIJST VAN FIGUREN EN DIAGRAMMEN

Figuur 01	Computer-rendering Hoogheemraadschap Rijnland	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 02	Computer-rendering ECN Gebouw 42	(met toestemming van BEAR architecten)
Figuur 03	Detail DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)
Figuur 04	Idee gebouwmassa Rijnland	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 05	Idee functionele indeling Rijnland	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 06	Stedelijke context Rijnland	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 07	Schetsvariant integratie Rijnland	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 08	Schetsvariant integratie Rijnland	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 09	Schetsvariant integratie Rijnland	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 10	Tekeningen beeld Rijnland	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 11	Maquettes beeldvorming Rijnland	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 12	1 ^e verdieping Rijnland/V.O.-fase	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 13	1 ^e verdieping Rijnland/D.O.-fase	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 14	1 ^e verdieping Rijnland/Bestek-fase	(met toestemming van XX architecten)
Figuur 15	Studie terreinindeling ECN Gebouw 42, 3 vleugels	(met toestemming van BEAR architecten)
Figuur 16	Studie terreinindeling ECN Gebouw 42, 2 vleugels	(met toestemming van BEAR architecten)
Figuur 17	Ontwikkeling gebouwmassa ECN Gebouw 42	(met toestemming van BEAR architecten)
Figuur 18	Schets plattegrond serre ECN Gebouw 42	(met toestemming van BEAR architecten)
Figuur 19	Schetsje 3D-serre ECN Gebouw 42	(met toestemming van BEAR architecten)
Figuur 20	Beoogde eindtoestand ECN Gebouw 42	(met toestemming van BEAR architecten)
Figuur 21	Tussenfase ECN Gebouw 42 met 3 modules	(met toestemming van BEAR architecten)
Figuur 22	Schets indeling kantoorunit ECN Gebouw 42 V.O.	(met toestemming van BEAR architecten)
Figuur 23	Doorsnede ECN Gebouw 42 Bestekfase	(met toestemming van BEAR architecten)
Figuur 24	Studie stedelijke context DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)
Figuur 25	Ontwikkeling massa DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)
Figuur 26	Introductie lichthoven DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)
Figuur 27	Schets lichthof boven ingang DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)
Figuur 28	Schets trap door BG DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)
Figuur 29	Resultaat C.O. DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)
Figuur 30	Schetsje gevel-opzet DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)
Figuur 31	Geveldetail uit D.O. DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)
Figuur 32	Plattegrond D.O. DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)
Figuur 33	Doorsnede D.O. DynamischKantoor	(met toestemming van Uytenhaak arch.)

Diagram 01: principe-schema IDEF-0

Diagram 02: organisatie-schema projectteam Rijnland

Diagram 03: organisatie-schema projectteam ECN Gebouw 42

Diagram 04: organisatie-schema projectteam DynamischKantoor

Diagram 05: algemeen AS-IS IDEF-model op basis van cases

LIJST VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

C.O.	conceptueel ontwerp
D.O.	definitief ontwerp
EBC	energie-besparende component: gebouw-component die als doel heeft om de energiebehoefte van een gebouw te verminderen, duurzame energiebronnen te benutten of efficiënt om te gaan met fossiele energiebronnen
EPC	energie-prestatie coëfficiënt
EPN	energie-prestatie norm
GTO-uren	gewogen temperatuur-overschrijdings uren
LTEO	lange termijn energie opslag
Modelleren	het weergeven van een aantal eigenschappen van de werkelijkheid die voor de oplossing van een bepaald probleem van belang zijn; deze weergave is normaal gesproken kwantitatief, vereenvoudigd en geïdealiseerd
Ontwerpen	uitdenken en in tekeningen vastleggen van iets dat op basis van die tekeningen kan worden gemaakt
Ontwerpteam	dat deel van de betrokkenen bij een ontwerpproces dat zich daadwerkelijk met ontwerpen bezighoudt: degenen met een 'creatieve' inbreng
PV-cellen	photo-voltaïsche cellen ('zonnecellen' voor generatie van electriciteit)
PvE	programma van eisen
Projectteam	alle betrokkenen bij het ontwikkelen van een gebouwon ontwerp
Rekentool	computerprogramma waarmee berekeningen worden uitgevoerd
Simulatie	het nabootsen van systemen waarbij gebruik gemaakt wordt van een stelsel wiskundige vergelijkingen dat die systemen beschrijft; meestal uitgevoerd met behulp van computer
Tool	letterlijk: hulpmiddel; zie ook: rekentool
V.O.	voorlopig ontwerp

BIJLAGE 1: LIJST VAN GEÏNTERVIEWDE PERSONEN

Jan Brouwer (Jan Brouwer Associates / XX Architecten)
Migiel van der Palen (Jan Brouwer Associates / XX Architecten)
Ron van der Plas (Halmos)
Ed Rooijakkers (Halmos)
Tjerk Reijenga (BEAR)
Henk Kaan (ECN)
Kees Stoffels (Uytenhaak)
Jan Bullens (Sweegers en de Bruijn)

BIJLAGE 2: VOLLEDIG IDEF-0 MODEL HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND

BIJLAGE 3: VOLLEDIG IDEF-0 MODEL ECN GEBOUW 42

BIJLAGE 4: VOLLEDIG IDEF-0 MODEL DYNAMISCHKANTOOR KENNEMERPLEIN

