

Onderzoeksrapport

Slim transformeren van kantoorgebouwen uit de jaren 60-80

SMARTFORMATION

Transformatie van het kantoor van de Rotterdamsche Droogdok Maatschappij



Leon van Ooijen B1240978
Leon@leonvanooijen.nl
J. Engels & A. v. Timmeren

*Smart*formation

AE

Architectural
Engineering

Voorwoord

Dit rapport is een verantwoording voor het ontwerp dat het eindproduct is van de Master Architectural Engineering. De richting architectural engineering probeert techniek en architectuur samen te laten gaan. Een ontwerp is op die manier beter gestoeld op onderzoek en meetbare resultaten. Als dat het geval is, ligt er in de mondelinge presentatie meer nadruk op de architectonische uitwerking, en is dit de verantwoording aan de engineering component binnen het ontwerp, én de samenhang tussen het onderzoek en het ontwerp. Veel plezier met lezen.

Samenvatting

In dit rapport wordt een stappenplan besproken om bij de renovatie van een kantoorgebouw systematisch technieken van energieneutraal bouwen te integreren; smartformation. Het probeert een antwoord te formuleren op twee problemen; veel leegstand in oude kantoorgebouwen, en het feit dat de grootste co2 uitstoot niet komt van nieuwe, maar oude gebouwen. Er wordt een manier gezocht om oude kantoorgebouwen te transformeren naar slimme gebouwen, die onder andere energieneutraal kunnen zijn. Zo kan een antwoord worden gevonden voor twee reële problemen.

In de eerste plaats is smartformation een manier om gebouwen slim te renoveren. Daarnaast is het een communicatiemiddel, om te overleggen met opdrachtgevers over de wensen ten aanzien van de duurzaamheid van een gebouw, en de gevolgen daarvan op langere termijn. Het model geeft een indicatie van energiebehoefte, kosten en co2 uitstoot van het ontwerp voor de renovatie van het gebouw.

Op basis van het stappenplan kunnen handvaten worden opgesteld. Die kunnen weer aanleiding zijn voor een ontwerp. Zo wordt ervoor gezorgd dat de resultaten van onderzoek ook daadwerkelijk in het ontwerp komen.

Na opstellen van het stappenplan is het toegepast op het kantoor van de Rotterdamsche Droogdok Maatschappij (RDM). Daarbij zijn drie scenario's gemaakt. Bij deze drie scenario's van transformatie van het RDM kantoor zijn drie niveaus van energiebesparende en opwekkende maatregelen toegepast. In het laatste scenario was een energieneutraal gebouw mogelijk. De kosten waren ruim anderhalf miljoen euro hoger dan bij de variant met een epc van 0.8, en een CO2 uitstoot van ruim 200 000 kilo per jaar. Een berekening heeft aangetoond dat binnen een periode van 15 jaar de investeringen in de maatregelen zichzelf terugbetalen; vanaf dat moment zijn de totale kosten van het gebouw lager dan van de variant met een epc van 0.8. In deze berekening is nog uitgegaan van een voorzichtige stijging van energiekosten; wanneer deze iets harder stijgen is de terugverdientijd nog korter. De conclusie is dus dat de moeilijkheid niet zit in het maken van een CO2 neutraal gebouw, maar wel tegen welke kosten, en het overtuigen van een belegger dat een langere termijn visie loont.

Inhoudsopgave

Aanleiding voor het onderzoek	7
Leegstand kantoren in Nederland	9
Onderzoeksvraag	11

E

Smartformation	14
Smartformation: methode	16
Analyse lokatie biotische en A-biotische stromen	16
Analyse lokatie op energie en nutriëntenstromen	17
Analyse gebouw tbv besparen energie	17
Analyse gebouw tbv opwekken energie	18
Analyse Programma	19
Maken Energieprofiel	19
Maken varianten op energiegebied	21
Communicatie op basis van het energieprofiel	21
Kennispools	23
Technieken traditionele transformatie	24
Eigenschappen Gevel	25
Overzicht transformatietechnieken gevel	25
Technieken Smartformation	26
Kennispool 1: Industrial Ecology	26
Kennispool 2: Energieprestatie Gebouw	26
Kennispool 3: Technieken tbv energiebesparing	27
Conclusie Engineering	28

AE

Toepassing Smartformation op RDM gebouw, Rotterdam	30
Economische Analyse	30
Analyse Lokatie biotische en A-biotische stromen	31
Analyse lokatie	32
Analyse Energie en Nutriëntenstromen	34
Analyse Gebouw bouwkundig	36

Krachten	37
Architect: Ernest Groosman	38
Analyse tbv besparen energie	39
Analyse tbv opwekken duurzame energie	41
Bepalen programma	43
Analyse programma	44
Maken energieprofiel	44
Energieprofiel: trias energetica	45
Aannames	46
Energieprofiel RDM gebouw	46
Gevolgen op termijn	47
Maken varianten	49
Conclusie Smartformation	49

E → A

Integratie A en E: gevolgen van onderzoek voor ontwerp	51
Gebruik van daglicht in het gebouw	51
Gebruik zonwering aan zuid- en westzijde	51
Regenwateropvang	52
Zonnecollectoren	52
PV cellen	52
Koude en warmteopslag in de bodem	53
Kas op het dak 1	54
Kas op het dak 2	54
Serres op het zuiden	55
Phase change materials	55
Zonwering op het dak	56
Van handvaten naar ontwerp	56

A

Ontwerp	58
Gebruik van daglicht in het gebouw	58
Gebruik zonwering	58

Zonnecollector	59
PV cellen	60
Kas op het dak	60
Zonwering boven de kas	61
Gevelaanzichten	62
Conclusie ontwerp	63
Eindconclusie	64
Reflectie	66
Literatuurlijst	67
Bijlage	

Aanleiding voor het onderzoek

Steeds meer nieuwe gebouwen worden ‘duurzaam’¹ gebouwd. CO2 neutraal, onschadelijke materialen voor de gezondheid hier en ergens anders op de wereld, en een lange levensduur zijn enkele aspecten van dit nieuwe bouwen. Probleem is dat iedereen zich richt op nieuwbouw, terwijl er, alleen al op het gebied van het energievraagstuk, het grootste probleem ligt bij de bestaande bebouwing².

Een ander probleem in Nederland zijn leegstaande kantoren. In Nederland staat momenteel zo’n 14%³ van het totale kantorenbestand. Een analyse van de leegstand geeft aan dat een groot aandeel hiervan afkomstig is uit de periode 1960 tot 1980. Deze gebouwen zijn gebouwd in een periode waarin de fysische eigenschappen veelal niet meer voldoen. Renovatie is de enige mogelijkheid om ze weer een hoogwaardige functie te kunnen geven.

Deze twee problemen samen geven aanleiding tot het onderzoek in dit rapport. Wanneer je de huidige langdurig leegstaande kantoorgebouwen slim kan transformeren, tot gebouwen met betere fysische en esthetische eigenschappen, kunnen deze gebouwen zo weer 30 tot 50 jaar mee. Door de gebouwen slim te maken, bijvoorbeeld op energetisch gebied, kunnen ze weer concurreren met nieuwe gebouwen. Zo wordt de leegstand aangepakt, worden er minder (milieu-) kosten gemaakt voor nieuwbouw, en ontstaat een gezondere kantorenmarkt, die een aanzienlijk deel van de CO2 uitstoot van Nederland kan verminderen.

¹ Hoewel de term duurzaam aan slijtage onderhevig is, wordt er hier toch aan vast gehouden, er is nog geen alternative term. In de bijlage is een overzicht gegeven van een aantal definities van het begrip duurzaamheid door Senter Novem.

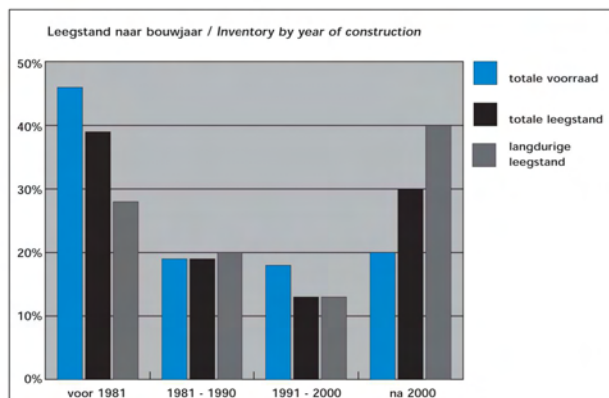
² Adema, B, Syranayanual, I, bestaande bouw bepalend voor CO2 uitstoot in Nederland, IFM magazine, April 2004

³ Geraedts, R.P., en D.J.M. van der Voordt (2005), Transformatie van kantoorgebouwen. Real Estate Magazine, April 2005.

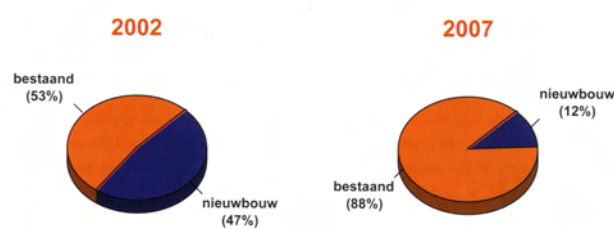
In dit rapport wordt een manier beschreven om bestaande kantoorgebouwen slim te transformeren, zodat ze kunnen worden veranderd van (vaak) minder mooie, energiegebruikende gebouwen tot aantrekkelijke gebouwen om in te wonen en werken, die weinig tot geen energie gebruiken. Dit transformeren moet gebeuren tegen prijzen die de markt ervoor wil betalen. Smartformation

Leegstand van kantoren in Nederland

Volgens NVB (2008) is de huidige kantorenmarkt een zieke markt; 14 % van het aanbod staat leeg⁴. Toch wordt er nog steeds nieuwe kantoorruimte bijgebouwd. De reden hiervoor is dat er een schaarste is van passende huisvesting⁵. Hierdoor wordt nieuwbouw direct afgenomen, maar blijven oude gebouwen onverhuurd.



Een analyse van de leegstand naar bouwjaar van kantoorgebouwen in Amsterdam⁶ is hieronder te zien. Duidelijk is dat het grootste deel gebouwd is vóór 1980.



Ook wanneer er gekeken wordt naar de ontwikkeling van het aanbod van kantoren in Nederland⁷ wordt duidelijk dat er een heel groot aandeel van het aanbod komt uit de

bestaande voorraad.

Soorten leegstand

Tot slot wordt er nog onderscheid gemaakt in soorten leegstand: aanvangsleegstand, frictieleegstand, conjuncturele leegstand en structurele leegstand⁸.

Aanvangsleegstand is de leegstand die ontstaat bij de oplevering van nieuw gebouwde commerciële kantoorpanden, Frictieleegstand is de leegstand die de markt nodig heeft om verhuizingen mogelijk te maken. Conjuncturele leegstand; de kantorenmarkt loopt achter op de economie, waardoor er tijdelijke leegstand is (de zgn. varkenscyclus). Onder

⁴ NVB Thermometer kantoren 'verdeling aanbod kantoren 2002 en 2007 naar nieuw en bestaand', 2008

⁵ NVB, 2008

⁶ Plan Amsterdam, 'Leegstand naar bouwjaar in Amsterdam', 2006

⁷ NVB, 2008

⁸ Hulsman & Knoop, 1998

structurele leegstand ten slotte wordt verstaan de metrage kantoorruimte dat langer dan 3 jaar leegstaat in gebouwen die ouder zijn dan 3 jaar.

Deze laatste categorie is de oorzaak van het grootste probleem van leegstand in Nederland. In dit type leegstand is renovatie het middel om het gebouw weer in gebruik te krijgen.

Oorzaken structurele leegstand

Als oorzaken voor de structurele leegstand worden genoemd de sombere uitstraling van de gebouwen, de technische veroudering en de functionele veroudering⁹.



Leegstand

Wanneer deze oorzaken aangepakt kunnen worden, kan een aanzienlijke slag geslagen worden om de oude kantoorgebouwen weer her te gebruiken. Wanneer dit op een slimme manier gebeurt, kan zowel een oplossing voor het energievraagstuk als voor de leegstand van de kantorenmarkt een oplossing gevonden worden.

⁹ Geraedts, R.P., en D.J.M. van der Voordt (2005), Transformatie van kantoorgebouwen. Real Estate Magazine, April 2005.

Onderzoeksvraag

Bij het transformeren van kantoorgebouwen spelen er drie zaken een rol; ten eerste zijn er veel gebouwen van voor 1980 die leegstaan, met als belangrijkste oorzaken de sombere uitstraling en de technische en functionele veroudering. Renovatie (en een vorm hiervan is transformatie) is hierbij een oplossing. Wanneer dit op een slimme manier gebeurt, kan een belangrijk deel van de gebouwenvoorraad energiezuinig of zelfs energieproducerend gemaakt worden.

Een belangrijke bottleneck bij het transformeren van deze gebouwen blijkt in de praktijk vaak geld. Het is voor een ontwikkelaar of bouwer vaak voordeliger om nieuw te bouwen dan om een gebouw her te gebruiken. Het is daarom belangrijk om bij de analyse van een manier om slim te transformeren geld mee te nemen in de beoordeling; dit zal in praktijk ook gedaan worden en in veel gevallen van doorslaggevende aard zijn.

De vraag is op wat voor manier een transformatie aangepakt moet worden, om een gebouw slim te maken. Door de manier van transformeren vast te leggen, kan bij toekomstige projecten hiervan gebruik gemaakt worden, en kan de manier van transformeren worden geoptimaliseerd. Zo kunnen toekomstige transformaties leiden tot een slimme gebouwenvoorraad die slimme materialen gebruiken en geen CO2 uitstoten.

De onderzoeksvraag luidt dan:

‘Wat is een methodiek om kantoorgebouwen uit de periode 1960-1980 te transformeren tot slimme gebouwen?’

Dit is in dit rapport de Engineering vraag. De bijbehorende Architecture vraag is dan:

‘Hoe kan de methodiek worden toegepast op het kantoor van de Rotterdamsche droogdok Maatschappij in Heijplaat, Rotterdam?’

In het rapport zal de indeling in deze twee vragen worden aangehouden. In het eerste deel, deel E, wordt de methode behandeld. Daarna zal in deel AE de methode worden

toegepast op het oude kantoor van de Rotterdamsche Droogdok Maatschappij (RDM) In de het deel daarna, E→A wordt besproken welke aanleidingen voor een ontwerp het stappenplan heeft gegenereerd. In deel A tenslotte zal besproken worden hoe dit zich vertaald in elementen van het ontwerp.

E

Smartformation

De methode is opgezet om naast het bouwkundige transformatieproces al zo snel mogelijk mee te denken over mogelijkheden om het te transformeren gebouw slim te maken. In deze paragraaf wordt eerst het bouwkundige deel van transformeren besproken, in de volgende het eigenlijke model; de toevoegingen op het 'standaard' stappenplan.

In de praktijk zijn veel manieren om het bouwproces te doorlopen. De hiernaast getoonde manier is sterk vereenvoudigd, maar geeft een beeld van de minimale stappen die moeten worden doorlopen om een gebouw bouwkundig te transformeren.

Economische analyse

Een economische analyse geeft aan of het financieel haalbaar is om aan een gebouw te beginnen. De grondprijs speelt een rol, de lokatie, maar ook de kosten van transformatie bij dit specifieke gebouw, en een analyse van de potenties om het gebouw te transformeren. De leegstandsrisicometer, de transformatie potentiometer en de herbestemmingswijzer zijn instrumenten om in een vroeg stadium te kijken wat de mogelijkheden en moeilijkheden zijn van de herbestemming van een kantoorgebouw. Fikse (2008)¹⁰ heeft een afstudeeronderzoek gewijd aan de typen onderzoek en de kwaliteiten ervan.

Analyse lokatie stedenbouwkundig

Belangrijk bij de transformatie is een overzicht van de stedenbouwkundige kenmerken. Hoe ziet de omgeving eruit, wat voor functies zijn er in de buurt te vinden, om rekening mee te houden bij een eventuele nieuwe functie in het gebouw.

Analyse gebouw bouwkundig

Is het gebouw constructief goed? Wat is de staat van de gevel? Wat zijn de mogelijkheden van het gebouw voor transformatie? Wanneer



¹⁰ Fikse, R. (2008), Transformatietools Uncovered. Een zoektocht naar de toepassingsmogelijkheden van transformatie instrumenten. Afstudeerscriptie Faculteit Bouwkunde TU Delft

dit alles goed zit, kan op basis van het programma varianten worden gemaakt en uitgewerkt.

Smartformation: methode

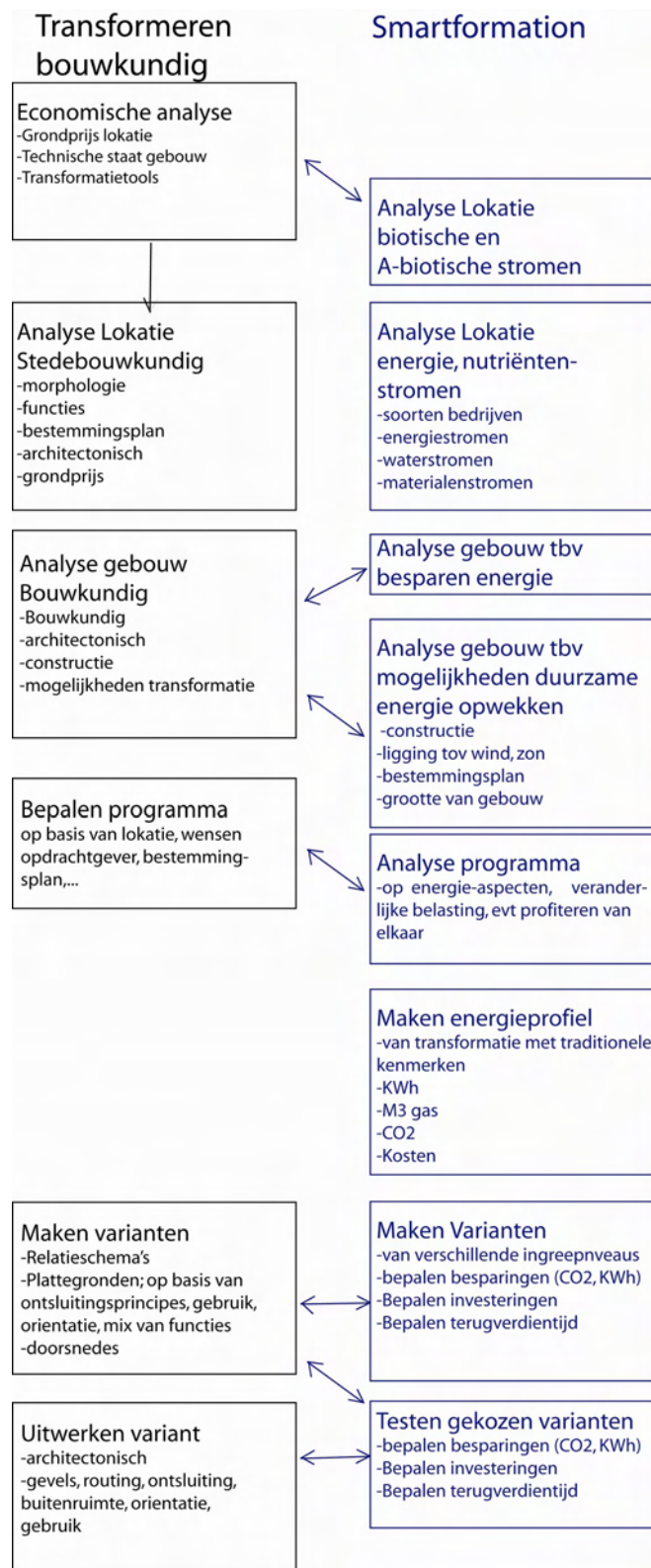
Om gebouwen nu slim te transformeren, wordt er naast het ‘gewone’ transformatieproces een proces doorlopen, waarbij in zowel omgeving als gebouw gezocht wordt naar mogelijkheden om het gebouw slim te maken. Hiervan kunnen zowel het gebouw zelf als de omgeving profiteren.

Analyse lokatie biotische en A-biotische stromen

Nadat de economische analyse een groen licht heeft gegeven, kan de lokatie onderzocht worden op biotische en A-biotische stromen. Waar komt wind vandaan, hoe diep zit grondwater, bijvoorbeeld voor een aquifer, dit type analyse geeft inzicht in de grotere stromen waarin het gebouw zich bevindt. Deze informatie is o.a. nuttig om in een later stadium te bepalen of en welke manieren van energiewinning mogelijk zijn¹¹.

Analyse lokatie op energie en nutriëntenstromen

Naast de stedenbouwkundige analyse wordt er een analyse gemaakt van het gebied, op basis van energiestromen en nutriëntenstromen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van principes van Industrial Ecology (IE). IE concentreert zich



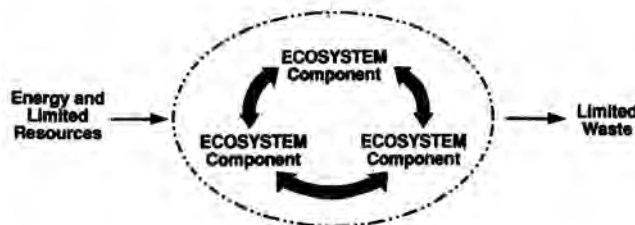
¹¹ Noot bij deze stap: voor de volledigheid van het schema is de stap nodig, maar in het daadwerkelijke onderzoek nog onbelicht gebleven. Bij verder onderzoek kan deze stap uitgewerkt worden.

op duurzame overlappen tussen gebieden van milieu, economie, en technologie¹². In het kort komt het erop neer dat bedrijven en andere actoren in een gebied van elkaar kunnen profiteren. Het afval van de één is grondstof voor de ander. CO₂ van Shell Pernis wordt gebruikt door Kassenbouwers in de buurt. Uitwerpselen van vissen in een vissenkwekerij worden gebruikt als mest voor planten in een kas, maar ook warmte van een afvalverbrandingsoven kan in een nabijgelegen woonwijk worden gebruikt. Dit zijn voorbeelden van Industrial Ecology, in praktijk zijn de ketens vaak complexer, maar het doel van IE is om de open ketens gesloten te krijgen, zodat we steeds minder grondstoffen van buitenaf nodig hebben voor onze processen.

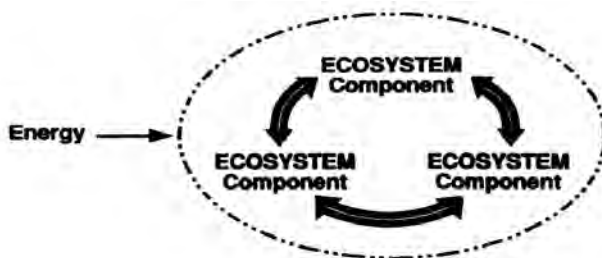


IE uitgelegd¹³:

Een open keten: inefficiënt



Een incomplete keten; beter, maar nog niet rond



Een gesloten keten; ieder ecosysteem in de keten gebruikt als grondstoffen de stoffen die een ander proces verlaten. De cirkels zijn gesloten; wanneer duurzame

energie gebruikt wordt om het proces draaiende te houden, is een volledig zelf onderhoudend systeem het resultaat

Analyse gebouw tbv besparen energie

Naast de bouwkundige analyse van het gebouw worden tegelijkertijd mogelijkheden onderzocht om het gebouw na de transformatie energiezuinig te maken. Nog zonder naar technieken te kijken; hoe kan het gebouw zo worden ingericht, dat al slim wordt op het gebied van energiegebruik?

¹² Definitie Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_ecology

¹³ Jelinski, L.W. et al., Industrial ecology: Concepts and approaches, National Academy of Sciences, Washington DC, 1991

Hier valt bijvoorbeeld onder; onderzoek naar oriëntatie; hoe kan het gebouw zich goed richten op de zon? Kantoorgebouwen in de onderzochte periode hebben vrijwel allemaal dezelfde noord- als zuid gevel. Dit duidt erop dat er al een hoop energie bespaard kan worden door alleen al een onderscheid hierin aan te brengen. Andere zaken zijn: zijn er elementen die gebruikt kunnen worden voor besparing energie: is na- isolatie mogelijk? Is een andere functionele indeling mogelijk? Is er mogelijkheid tot het toevoegen van een klimaatgevel? Zo kan al zonder (financiële) ingrepen een stap worden gezet naar een energiezuinig gebouw.

Naast een analyse van het gebouw is het ook van belang te weten welke technieken toegepast kunnen worden om het gebouw in een later stadium energiezuiniger te maken. Een checklist die hierbij gebruikt kan worden is van BREEAM¹⁴.

Analyse gebouw tbv opwekken energie

Nadat het gebouw is geoptimaliseerd om zuinig met energie om te gaan, kan gekeken worden naar de geschiktheid om opwekking van duurzame energie te testen en te kijken hoe dit plaats kan vinden. Heel praktische zaken spelen een rol, bijvoorbeeld; is er een mogelijkheid om een windmolen op het dak te plaatsen? Is er een kelder voor plaatsen van installaties, bijvoorbeeld warmtepomp, bio- wkk etc.? Zo niet, is er dan een plaats in de directe omgeving waar dit wel kan? Is er een verticale schacht die gebruikt kan worden om leidingen toe te voegen, of regenwater op te slaan?

Naast een analyse van het gebouw is ook hier weer belangrijk te weten welke technieken toegepast kunnen worden om op of aan het gebouw energie duurzaam op te wekken. Hierbij wordt een lijst opgesteld van voorhanden technieken, die ingezet kunnen worden. Uit deze lijst kan een keuze gemaakt worden van de meest toepasselijke technieken. De technieken worden beoordeeld op:

- Effect op de architectuur (gunstig, neutraal, of negatief)
- Initiële kosten
- kosten per gegenereerde KWh
- potentie van de installatie in KWh per jaar
- gewicht van de installaties (kan de vloer ze dragen?)

De hier getoonde volgorde is willekeurig; per geval wordt gekeken wat van doorslaggevend belang is bij de keuze voor een techniek. Een overzichtslijst van

¹⁴ BREEAM, Design& procurement Pre-assessment Estimator. BREEAM Offices, 2006

technieken die momenteel voorhanden zijn is opgesteld door Senter Novem¹⁵. Daarnaast heeft het Energy Research Centre Nederland¹⁶ (ECN) een aantal evaluatierapporten opgesteld over de toepassing van oneindige energiebronnen in Nederland. In deze rapporten zijn ook economische kengetallen meegenomen.

De hier genoemde lijsten geven een eerste richting van kengetallen in een energieonderzoek. Bij verdere uitwerking moeten werkelijke cijfers van producenten worden genomen om mee te rekenen, maar om een eerste indruk te krijgen zijn de (onpartijdige) lijsten van Senter Novem en het ECN van grote waarde.

Analyse Programma

Een korte stap na de analyse van het gebouw: zijn er in het programma mogelijkheden om slim van elkaar te profiteren? Is er bijvoorbeeld een functie die koeling nodig heeft, waarbij de warmte die vrijkomt ergens anders gebruikt kan worden? Wordt warmte op verschillende tijdstippen in het gebouw gebruikt, zodat het systeem efficiënter kan werken? Kan het programma zo verdeeld worden over het gebouw, dat iedere functie op een logische plek zit, bijvoorbeeld kantoren met hoge interne warmte productie op het noorden en woningen op het zuiden? Met dit type vragen kan ook een belangrijke, slimme, en relatief goedkope slag gemaakt worden bij het slim maken van het gebouw.

Maken Energieprofiel

Wanneer nu alle gegevens over gebouw, keuze van technieken om te besparen, indeling van het gebouw, en technieken om energie duurzaam op te wekken bekend zijn, kan een energieprofiel gemaakt worden. Het energie profiel dient om een betere afweging te kunnen maken van de effecten van de toegepaste technieken. Met het energieprofiel kan een overzicht worden gegeven van de uiteindelijke CO₂ uitstoot, de besparingen in gebruik, en de opbrengsten per techniek. Ook kan een kostenoverzicht worden gemaakt van de gebruikte technieken. Zo kan een opdrachtgever een precieze afweging maken van de technieken die hij toe wil passen.

Eerst wordt op basis van een energieprestatie programma bekeken wat de prestatie is van een referentiegebouw met dezelfde afmetingen, met een energieprestatie die op dat moment minimaal geëist wordt van de overheid. De keuze van dit

¹⁵ Senternovem, Kompas, energiebewust wonen en werken, uitgave 2007, cijfers en tabellen 2007

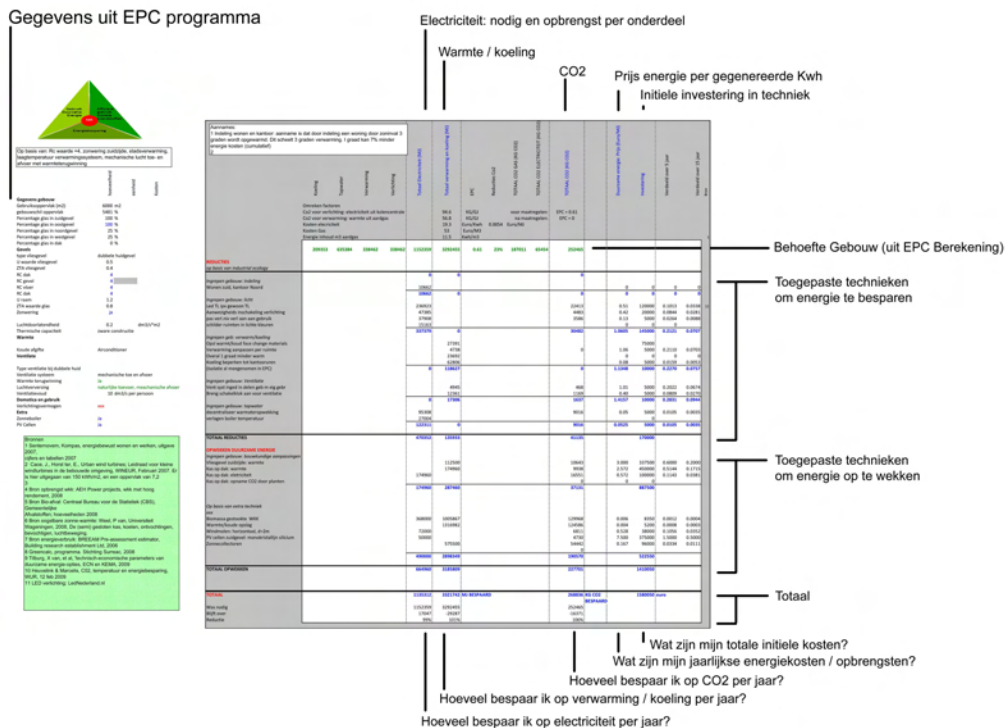
¹⁶ Energy Research Centre Nederland. 'Technisch-economische parameters van duurzame energie-opties in 2009-2010' Uitgave Kema, 2008

berekeningsprogramma kan gedaan worden op basis van de eisen van het specifieke gebouw. Een vergelijkende studie, gedaan door Vreenegeor et al¹⁷, geeft een overzicht van de verschillende energieprestatie technieken die er zijn, met een beoordeling voor welk type gebouw of ruimte ieder programma geschikt is.

Nadat een energieprofiel is gemaakt van de referentie, kan per energiebesparende of opwekkende techniek gekeken worden wat de besparing is voor het gebouw. Zo kan stapsgewijs worden toegewerkt naar een CO2 neutraal gebouw.

Een laatste handig gebruik van het energieprofiel is dat er op basis van een Excel bestand snel een overzicht kan worden getoond aan de opdrachtgever wat een bepaalde configuratie aan toegepaste technieken kost. De kosten kunnen worden vergeleken nu, en in de toekomst, door toepassing van enkele aannames van rente, investeringstermijn en het gedrag van de energieprijzen.

Hieronder is een voorbeeld gegeven van een energieprofiel, in de bijlage is een groot formaat bijgevoegd.



¹⁷ Vreenegeor, R.D.P. et al, 'Groen, groener, groenst?' TVVL Magazine, Eindhoven, 2006

Maken varianten op energiegebied.

Een laatste stap is het maken van varianten. Een architect maakt vaak varianten voor een opdrachtgever, met verschillende architectonische insteken. Zo kunnen ook verschillende varianten worden gemaakt op energiegedrag van het gebouw. Het is eigenlijk niet zo belangrijk wat het leidende principe is; een bepaalde energieprestatie, of een architectonische wens van architect of opdrachtgever; in het eerste geval is het energieprofiel leidend aan de architectuur, en is de architect toetsers van de kwaliteit; in het tweede geval is de architectuurleidend, en wordt het energieprofiel gebruikt om te toetsen wat de effecten zijn van een architectonische ingreep.

Communicatie op basis van energieprofiel

Het energieprofiel is in wezen een instrument om mee te communiceren. Een instrument om te communiceren voor de architect met zichzelf, om keuzes te verantwoorden aan zichzelf, die hij later ook aan de opdrachtgever moet verantwoorden. Een krachtige manier om dit te doen zijn diagrammen die het gedrag van het gebouw over een vooraf gekozen termijn weergeven. De diagrammen kunnen gegenereerd worden op basis van initiële kosten, kosten per gegenereerd kWh, CO₂ uitstoot, En de behoefte of overschot van elektriciteit en warmte / koeling.

Het belangrijkste voordeel van het hanteren van een energieschema is dat er snel een inzicht wordt gegeven in de relaties tussen ontwerp en energieprestatie, en tussen energieprestatie en kosten. Beslissingen kunnen zo afgewogen gemaakt worden. Er kan worden gecommuniceerd met een opdrachtgever met een instrument in handen dat iets objectievere data genereert dan typisch architectonische termen. Belangrijk is wel dat het instrument ondergeschikt is aan de architectuur die ermee gemaakt wordt.

Reikwijdte smartformation binnen scriptie

Het toepassen van het stappenplan binnen de tijd van de scriptie is een te grote opgave. Daarom is er voor gekozen in het vervolg van het onderzoek de nadruk op bepaalde punten te leggen, en op andere minder. De vraag zou zich voor kunnen doen waarom ze dan toch in dit document zijn opgenomen. De reden hiervoor is eenvoudig; het schema is niet compleet zonder alle stappen. Als voorbeeld; in het vervolg zal de stap van Industrial Ecology minder aandacht krijgen dan het energieschema. Moest de stap hier dan wel genoemd worden? De vraag zal hier worden beantwoord met een wedervraag; wanneer je een gebouw slim transformeert, is het dan slim om een dure aardwarmtepomp

aan te leggen als je buurman een drukkerij of een koelopslag is? Het antwoord is duidelijk; om een gebouw (economisch) slim te transformeren is het nodig bij de grootste schaal te beginnen en op de kleinste schaal te eindigen.

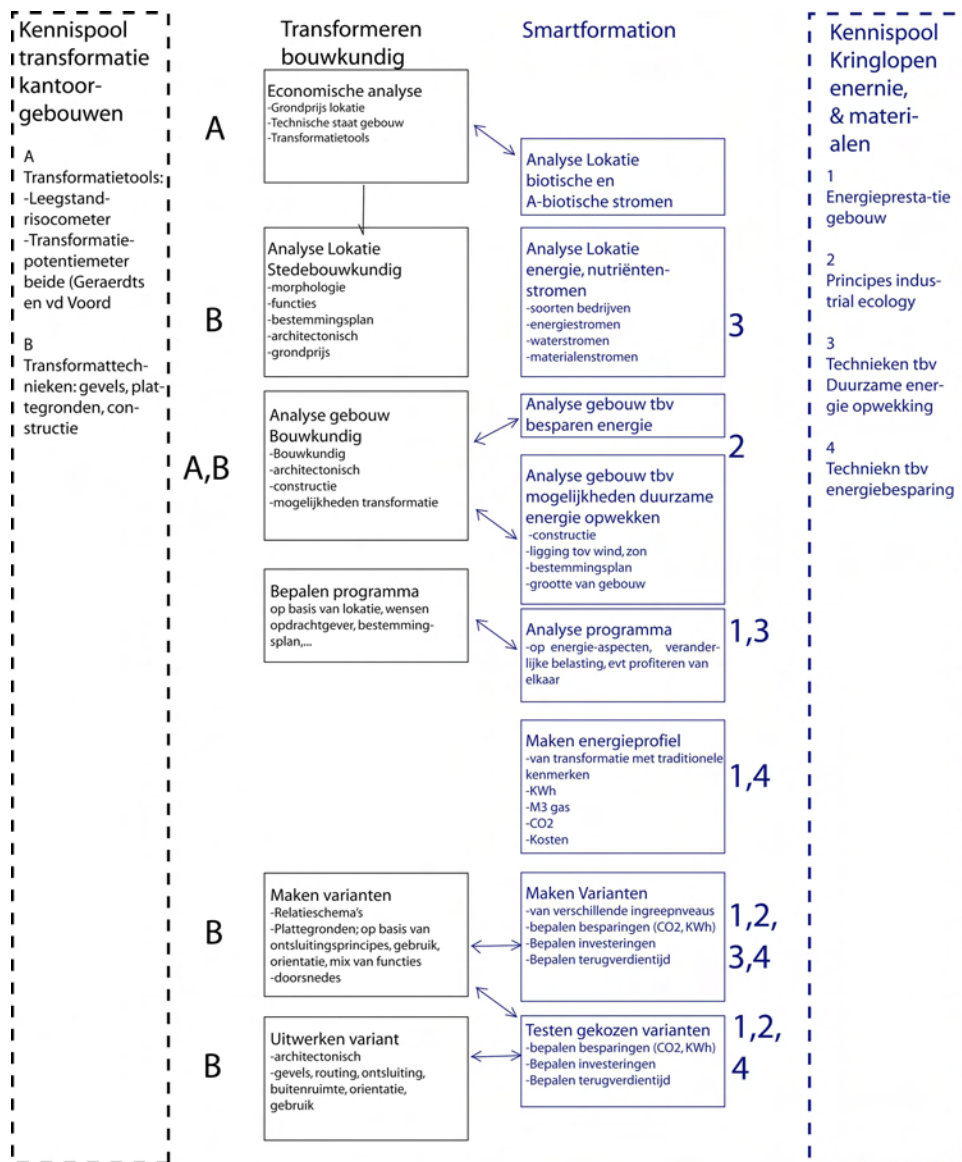
Maken varianten

In de laatste stappen worden varianten gemaakt, waarbij zowel de functionele eisen een drijvende factor kunnen zijn, maar ook het energieprofiel kan een drijvende factor zijn. Deze varianten worden met elkaar vergeleken op architectonische, energetische en materiaaltechnische aspecten.

KennisPools

Het energieprofiel vormt een belangrijk onderdeel van smartformation. Toch is de aanpak van de te nemen stappen naast een traditioneel transformatieproces het belangrijkste om tijdens een ontwerpproces goede afwegingen te kunnen maken. De stappen binnen smartformation vormen de basis van het afgewogen transformatieproces.

Daarnaast zijn er een groot aantal bronnen die van belang zijn bij het toepassen van het stappenplan. Hieronder kan werkelijk alles vallen wat enigszins te maken heeft met duurzaam bouwen, co2 neutraal, slimme materialen, gesloten kringlopen. Aan de andere kant blijft de basiskennis van transformeren van belang. Onderzoek naar constructie, hergebruik van borstweringen; allerlei kennis is van belang om een gebouw te transformeren. Omdat het teveel (en onmogelijk) is om hier alle kennis van transformeren op te noemen, zal een overzicht worden gegeven van mogelijk te gebruiken kennisbronnen, met dus de notitie dat de bronnen nooit compleet kunnen zijn. Hoe meer kennis van eigenschappen van mogelijk toepasbare technieken, hoe meer kans je hebt de juiste technieken toe toepassen. Hieronder wordt in het schema duidelijk gemaakt hoe de kennispools zich verhouden tot het basis schema. De grote cijfers en letters ertussenin geven aan wanneer welke bron gebruikt kan worden.



Technieken traditionele transformatie

Links staan bronnen die gebruikt kunnen worden bij het transformatie proces. De economische tools om te testen zijn de transformatie potentiometer, de leegstandrisicometer¹⁸, en de herbestemmingswijzer¹⁹. Een handig instrument om te kijken welke tool geschikt is voor welk vraagstuk is gemaakt door Fikse²⁰; een ‘zoektocht naar toepassingsmogelijkheden van transformatie instrumenten’ heeft een duidelijk

¹⁸ Geraedts, R.P., en D.J.M. van der Voordt (2005), Transformatie van kantoorgebouwen. Real Estate Magazine, April 2005.

¹⁹ Hek, M. Kamstra, J. Geraedts R.P.; ‘herbestemmingswijzer; herbestemmen van bestaand vastgoed.’ Publicatieburo Bouwkunde, Delft, 2004

²⁰ Fikse, R. (2008), Transformatietools Uncovered. Een zoektocht naar de toepassingsmogelijkheden van transformatie instrumenten. Afstudeerscriptie Faculteit Bouwkunde TU Delft.

overzicht gegeven. De transformatietechnieken voor gevels, plattegronden en constructie is zo'n breed scala aan technieken, dat het hier onmogelijk is daar een opsomming van te geven.

Eigenschappen Gevel

Omdat de gevel zo'n belangrijk onderdeel is van het fysische functioneren van het getransformeerde gebouw, is het nuttig te weten wat eigenschappen van bepaalde typen gevels zijn. Onderzoek naar fysische eigenschappen van bepaalde typen gevelsystemen is gedaan door Saelens²¹. Hij geeft een duidelijk overzicht van fysische eigenschappen van een traditionele gevel, een natuurlijk geventileerde dubbele huidgevel, een mechanisch geventileerde dubbele huidgevel waar lucht van binnen door wordt gevoerd, en een mechanisch geventileerde dubbele huidgevel waar lucht van buiten naar binnen wordt aangezogen.

Andere bronnen van gegevens over gevels zijn de 'best practices for double skin façades'²², overzichten van de Europese Unie van de beste praktijkvoorbeelden van gevelsystemen, toegepast in Europa. Ook Energy Research Centre Nederland heeft objectief onderzoek naar eigenschappen van gevelsystemen.

Overzicht transformatietechnieken gevel

Naast fysische eigenschappen van verschillende typen gevels is het interessant om te kijken welke strategie van transformeren op welk moment geschikt is te volgen, en wat consequenties van de strategie zijn. Onderzoek hiernaar is gedaan door Ebbert²³, hij geeft een overzicht van de strategieën om een gevel aan te pakken. Naast fysische aspecten geeft hij ook een overzicht van financiële aspecten van beslissingen; heel nuttig bij het praktisch beoordelen van geschiktheid van strategieën om een gevel te renoveren.

Transformatie van kantoor naar woningen; plattegronden, doorsnedes

Bij de transformatie van een kantoorgebouw naar woningen (dit is momenteel de meest voorkomende transformatie), zijn er veel mogelijkheden om de plattegronden opnieuw in te delen.

²¹ Saelens D., Carmeliet J., and Hens H., 'Energy Performance Assessment of Multiple Skin Facades', International Journal of HVAC&R Research., vol. 9, nr. 2, pp.167-186. 2003,

²² Streicher, W, iov Best façade, Intelligent Energy Europe, : 'Best practices for double skin facades', 2005

²³ Ebbert, Th, Knaack, U, 'Principles for façade renovation of office buildings.' Glass performance days, 2007

Technieken Smartformation

Aan de rechterkant van het schema staan technieken van smartformation. Hieronder worden ze kort behandeld.

Kennispool 1: Industrial Ecology

De reden dat deze principes in het schema zijn opgenomen is de volgende; waarom zou je investeren in dure technieken voor, bijvoorbeeld een efficiënt verwarmingssysteem, als je buurman een overschot heeft aan warmte door een bepaald productieproces? Het zou zonde zijn deze 'free lunch' te laten staan, al zullen hier ook investeringen voor moeten worden gedaan. Principes van Industrial Ecology²⁴, en Industrial Symbiosis²⁵, wat een andere naam is voor hetzelfde principe, zijn nuttig om het gebouw te plaatsen in zijn omgeving op het gebied van kringlopen van voedsel, afval en energie. Misschien kan het gebouw bepaalde kringlopen in de omgeving sluitend maken, of kunnen gebouwen in de omgeving helpen bij het sluitend maken van de kringlopen binnen het gebouw. In ieder geval een niet te missen stap binnen smartformation, omdat later in het proces kosten kunnen worden bespaard, en bijvoorbeeld ook ruimte in het gebouw die dan niet meer aan installaties hoeft te worden besteed.

Kennispool 2: Energieprestatie Gebouw

Aspecten hiervan zijn aan bod gekomen bij bespreking van de stappen binnen smartformation. Eerst wordt de energiebehoefte van het gebouw bepaald, op basis van het nieuwe programma, en een standaard behandeling van gevel en klimaatinstallaties. Een belangrijke bron in de kennis pool hier is het artikel van Vreenegoor²⁶, waarin verschillende programma's worden beoordeeld op geschiktheid voor verschillende doelen. Hij beoordeeld de programma's EPN (EPC), Leed, BREEAM, GreenCalc en Ecoquantum. Een overzicht van de conclusies staat in de bijlage. Het eerder vermelde onderzoek van ECN²⁷ behandelt de programma's die zich meer toespitsen op het modelleren van een gebouw, en daar dan de energiebehoefte van bepalen, alvorens gekeken wordt waar bespaard kan worden. De programma's die hier getest worden zijn Adeline, TRNSYS, EPN en Computer Fluid Dynamics. Uit dit

²⁴ Jelinski, L.W. et al., Industrial ecology: Concepts and approaches, National Academy of Sciences, Washington,DC, 1991

²⁵ Chertow, R, 'Uncovering Industrial Symbiosis' Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2007

²⁶ Vreenegoor, R.D.P. et al, 'Groen, groener, groenst?' TVVL Magazine, Eindhoven, 2006

²⁷ Energy Research Centre Nederland. 'Technisch-economische parameters van duurzame energie-opties in 2009-2010' Uitgave Kema, 2008

onderzoek blijkt dat EPN het meest geschikt is om de energiebehoefte van het gebouw te testen, omdat het programma zich van de vier geteste programma's het beste leent voor modellering van een geheel gebouw, in plaats van een aparte ruimte of vertrek. Daarnaast is het de standaard in Nederland, dus indien er een fout in het programma zit, maakt heel Nederland dezelfde fout, en zijn de uitkomsten van het ene project nog steeds goed vergelijkbaar met een ander project. Een overzicht van de eigenschappen van de programma's is opgenomen in de bijlage.

Kennispool 3: Technieken tbv energiebesparing

Deze kennispool bevat zoveel mogelijk informatie over technieken die voorhanden zijn bij het besparen van energie. Zoals gezegd, de kennispool kan nooit alle informatie bevatten die er is. Een belangrijke bron hierbij is het uitgebreide rapport van Senter Novem²⁸, waarin een grote lijst wordt gegeven met mogelijke manieren van besparen van energie en bijbehorende globale waarden van besparingen. De lijst geeft een eerste indicatie, maar voor preciezere waarden moeten gegevens van fabrikanten erbij worden gehaald. Een overzicht van de lijst staat in de bijlage.

Zaken die niet in het rapport staan zijn ontwerpbeslissingen die het gebouw slimmer maken; bijvoorbeeld kantoren op het noorden en wonen op het zuiden is een ontwerpbeslissing die zonder extra kosten een besparing op energie oplevert.

Kennispool 4: Technieken tbv opwekken duurzame energie

Deze kennispool bevat de informatie over technieken die voorhanden zijn bij het opwekken van duurzame energie. Ook hier is Senter Novem een belangrijke bron van informatie. Een overzicht wordt gegeven van de belangrijkste en meest geteste manieren van opwekking van duurzame energie.

Een document dat een nadere uitwerking geeft van de mogelijke bronnen van duurzame energie komt van Tilburg et al²⁹. Zij behandelen per bron zeer gedetailleerd de hoeveelheden grondstoffen die een systeem gebruikt, de hoeveelheden energie die gegenereerd kunnen worden, en, ook belangrijk, de kosten die gepaard gaan met een systeem; zowel de investeringskosten, als de in bedrijfskosten. Een zeer waardevol

²⁸ Senternovem, Kompas, energiebewust wonen en werken, uitgave 2007, cijfers en tabellen 2007

²⁹ Tilburg, X. van, et al, 'Technisch-economische parameters van duurzame energie opties in 2009-2010.

document voor dit onderzoek. De kritiek op dit rapport in een ander rapport³⁰, bijvoorbeeld over aannames die gedaan zijn, is gelezen, maar verder niet toegepast; dit valt hier buiten het bereik van dit onderzoek.

Conclusie Engineering

Smartformation plaatst een aantal stappen naast de stappen van renovatie in een traditioneel proces. Daardoor kan het proces van renovatie slimmer worden gemaakt. Een probleem is vaak dat architecten wel weten welke technieken er zijn, maar niet weten welke techniek ze wanneer moeten toepassen, en wanneer. Daar de stappen van Smartformation te volgen wordt een houvast gegeven bij dit proces. Daarnaast kan smartformation gebruikt worden in de communicatie met opdrachtgevers.

In het volgende hoofdstuk wordt het model toegepast op de transformatie van het RDM kantoor in Rotterdam.

³⁰ Lensink, S.M. et al. Consultatierapport ‘Technisch-economische parameters van duurzame energie opties in 2009-2010.

AE

Toepassing Smartformation op RDM gebouw, Rotterdam

Om de werking van smartformation uit te leggen, en inzicht te krijgen in de werking ervan, wordt het schema toegepast op het oude hoofdkantoor van de Rotterdamsche Droogdok Maatschappij (RDM) te Rotterdam. Door dit voorbeeld wordt de theorie aan de praktijk getoetst.



Zoals in het vorige hoofdstuk aangegeven, is het hoofdonderzoek het schema, en de bijbehorende kennispools. In het tijdsbestek van de scriptie, en om een bepaalde diepgang te krijgen, is er voor gekozen bepaalde onderdelen van het schema wat meer uit te diepen dan andere.

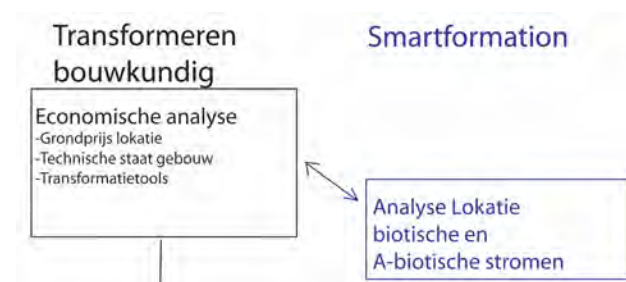
Daarnaast kan het voorkomen dat bepaalde eisen vanuit techniek strijdig zijn met eisen of wensen vanuit de omgeving of architectuur. De momenten waarop dit gebeurd is bij de transformatie van het RDM kantoor worden hier besproken.

Economische Analyse

De economische analyse is de eerste graadmeter voor de levensvatbaarheid van een project.

De transformatiepotentiometer geeft inzicht in de potenties van het gebouw voor transformatie. Aan bod

komen op het gebied van lokatie; de stedelijke ligging, de aanwezigheid van functies, de bereikbaarheid met het openbaar vervoer, de bereikbaarheid met auto en parkeergelegenheid en de representativiteit van de omgeving³¹. In het geval van de RDM



³¹ Geraedts, R.P., en D.J.M. van der Voordt (2005), idem

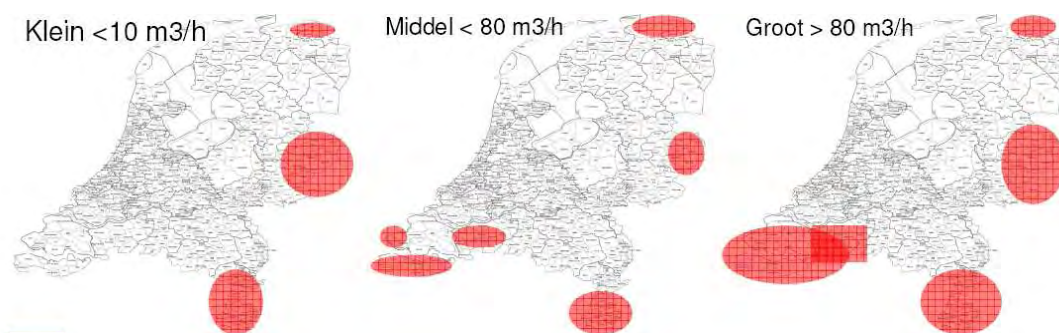
Campus geldt dat al deze aspecten momenteel slecht scoren, maar op zeer afzienbare termijn beter gaan scoren met de ontwikkeling van het gebied. Groen licht dus. Op gebied van het gebouw worden de volgende vragen gesteld; staat het gebouw leeg? Is het uitbreidbaar? Is het op te toppen? Is het verpauperd? is het stramien van de draagconstructie kleiner dan 3.6 meter? Is deze nog in goede conditie? Zijn leidingschachten goed realiseerbaar? In de bijlage is een stappenplan van de quickscan van de transformatiepotentiometer opgenomen.

Na doorlopen van dit deel van de quickscan van de transformatiepotentiometer is de conclusie bevestigend; het gebouw is technisch geschikt om te worden getransformeerd³².

Analyse Lokatie biotische en a-biotische stromen.

Nadat de economische analyse groen licht heeft gegeven, zal de lokatie op grote schaal onderzocht moeten worden op aanwezigheid van biotische en a-biotische stromen. Wat is de overwegende windrichting? Wat is de grondwaterstand?

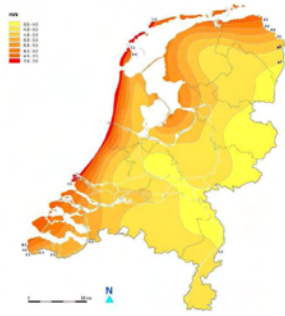
Duidelijk is wel dat een aardwarmtepomp in dit gedeelte van Nederland mogelijk is. In onderstaande afbeelding is rood gemaakt waar in Nederland een warmtepomp niet mogelijk is³³.



Kanttekening hierbij is wel dat wanneer een pomp mogelijk is, het nog niet altijd toegestaan is. De gemeente moet ook toestemming geven om een bepaalde pomp te plaatsen. Omdat de aardwarmtepompen diep de grond in gaan kunnen ze bepaalde lagen doorboren, waardoor bijvoorbeeld grondwaterstanden sterk kunnen veranderen. Een nader onderzoek naar de mogelijkheden blijft altijd nodig.

³² Bij daadwerkelijke verkenning van de mogelijkheden van het gebouw, zal diepgaander onderzoek gedaan moeten worden naar de staat van het gebouw, bijvoorbeeld de staat van het betonskelet. In het vorige hoofdstuk zijn ook meer financiële analyse methoden aan bod gekomen. Hier is er voor gekozen er slechts één toe te passen, maar het is goed om van het bestaan van de andere tools op de hoogte te zijn.

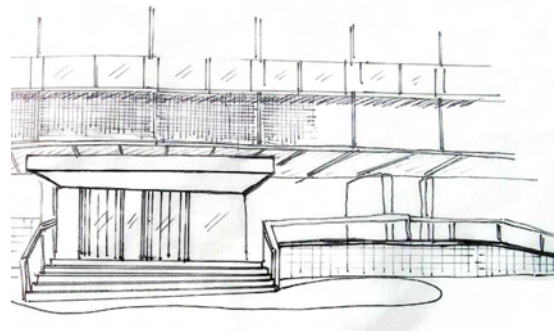
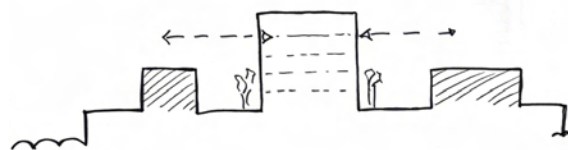
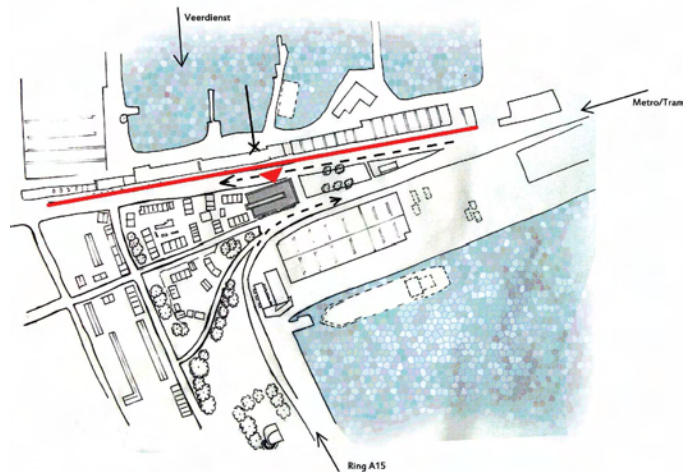
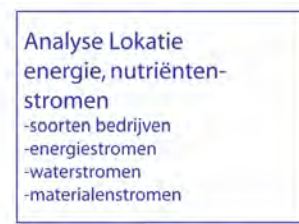
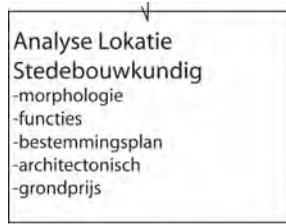
³³ Blonk, R, Heinis, F, plan ter bevordering van WKO, iov Senternovem, 2003



Hoewel voor de lokatie geen diepgaand onderzoek is gedaan naar het windgedrag, geeft het kaartje aan dat op de lokatie, in Rotterdam, wind voldoende aanwezig is om een windmolen in een later stadium te verantwoorden.

Analyse lokatie

De architectonische analyse van de lokatie is een belangrijke stap in de bepaling van een geschikt programma, de mogelijkheden de lokatie, de morfologie. In het kader van dit rapport is een volledig analyse onnodig; hier zullen de conclusies weergegeven worden. Ligging in centrum RDM terrein. Achter het oude kantoor, naast de oude arbeiderswijk, tussen twee dokhavens, naast de nieuwe RDM school, bij het aankomstpunt van de aqualiner; het oude RDM kantoor ligt in ‘hartje RDM campus.’ Daarnaast leiden alle invalswegen vanaf de snelweg het gebied is langs deplek van het gebouw, aangegeven door de zwarte pijlen in de figuur. De Rode lijn geeft aan dat het gebouw achter de bebouwing ligt van oude havengebouwen. Dit onderbreekt de relatie van het gebouw met het water aan de noordzijde.



Vanaf verdieping 3 is er wel een relatie met het water aan de noord- en zuidzijde.

De ingang ligt momenteel verscholen in de 'steeg' met de havenbebouwing. Wil het gebouw een openbare functie krijgen, moet deze meer aanzicht krijgen.

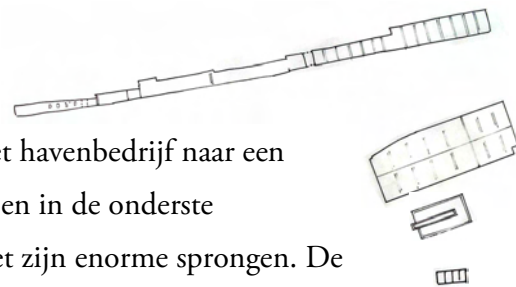


In het gebied is sprake van sterke morfologische overgangen. Havenloods, kantoor en arbeiderswoning staan gebroederlijk naast elkaar.



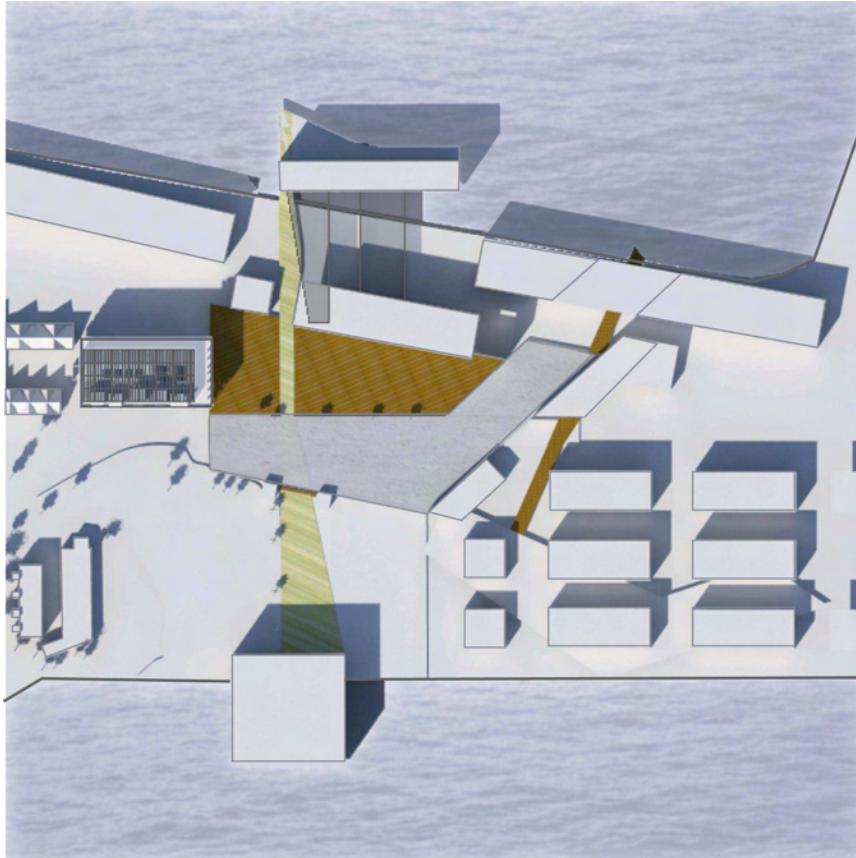
schaal

In het gebied is naast hele abrupte morfologische overgangen sprake van grote sprongen in schaal; van de lintbebouwing van het havenbedrijf naar een havenloods, naar het oude RDM hoofdkantoor, en in de onderste afbeelding naar een blokje van 3 woonhuizen; het zijn enorme sprongen. De afbeeldingen zijn niet op schaal, maar wel in verhouding.



Ontwerp lokatie

Al de bovenstaande aspecten worden meegenomen in het verdere ontwerp van een transformatie van het RDM kantoor. Op basis van de analyse is een ontwerp gemaakt voor de lokatie. Hieronder is een plattegrond weergegeven.



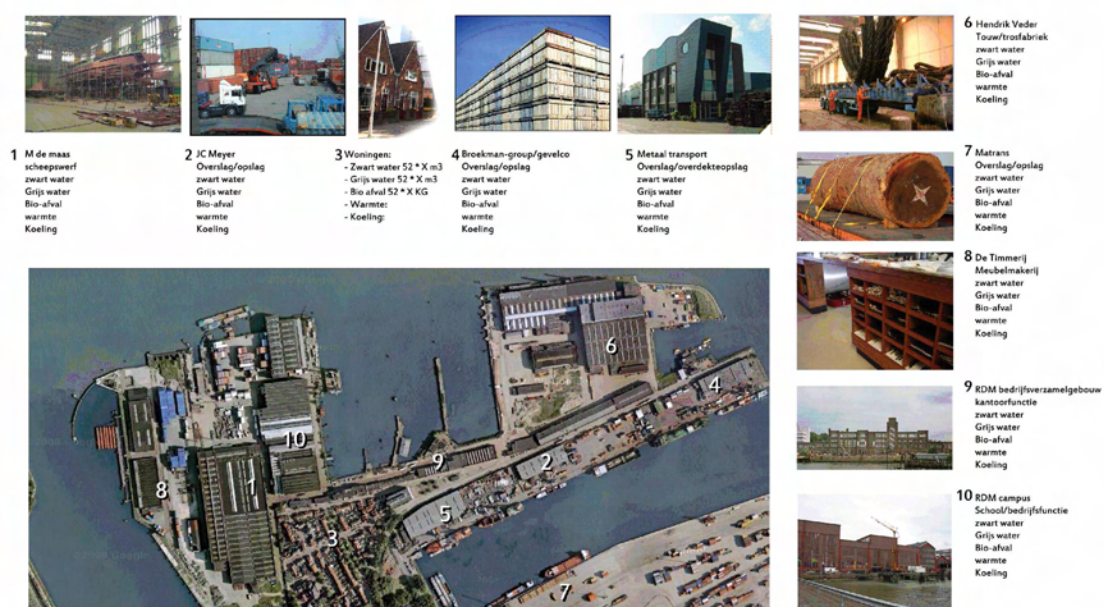
----- 50m

De centrale ligging en de nieuwe functie van transformatorium geven aanleiding tot het maken van een nieuw plein, ingeklemd door het oude RDM kantoor, de nieuwe transport hub, en een nieuw museum. Aan de Noordzijde gaat de haven door waar ze mee bezig was, ten westen blijft de oude woonwijk intact, en ten oosten is een nieuwe woonwijk gepland. Zo worden de sterke morfologische overgangen niet weggehaald, maar vormt het nieuwe plein wel een verbinding tussen de verschillende morfologische zones in het gebied.

Analyse Energie en Nutriëntenstromen

Bij de transformatie van een gebouw naar een slim gebouw, is het goed te onderzoeken of de bedrijven in de nabijheid wellicht warmte over hebben. Of koel capaciteit, of oud houtafval, pallets. Zwart water kan ook een bron van energie zijn.

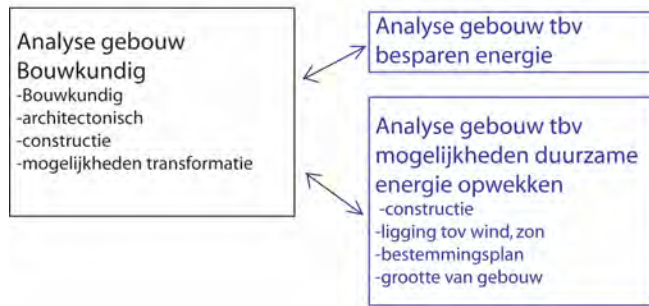
In onderstaande afbeelding staan alle aanwezige bedrijven, waarbij wordt bijgehouden wat er aan energie in – en uitgaat, in welke vorm, en op welke tijdstippen. Ook worden stromen voedingsstoffen die de processen ingaan bijgehouden, en de afvalstoffen die er weer uitgaan.



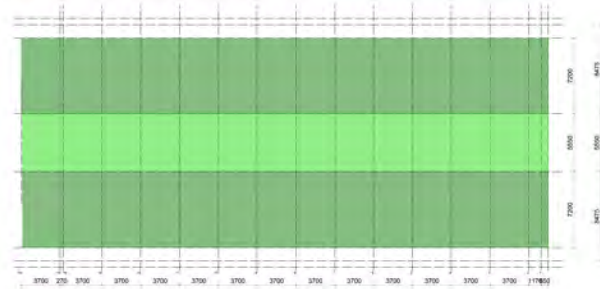
Wat dit onderdeel betreft waren de verwachtingen hooggespannen. De ligging in de haven van Rotterdam, met misschien zware productieprocessen, misschien wel biologische afvalstromen van fruitschepen, of de overtollige warmte van een koelopslag. Niets bleek minder waar. De gebouwen op onderstaande afbeelding zijn stuk voor stuk opslag gebouwen. Staalopslag, grote scheepsmotoren, sleeptrassen. Allemaal ook ongeconditioneerd, dus geen kans op een uitwisseling van warmte of koude. Twee uitzonderingen; een houtopslag, hier was sprake van afvalhout; maar dit bedrijf had al contracten met een houtverwerker; deze maakte er spaanplaat van; dit is een hoogwaardiger verwerkingsmanier dan vergassen om energie op te wekken, dus aan dat contract gaan we niet morrelen. Een andere uitzondering is de RDM Campus en de toekomstige ontwikkelingen daarbij; hierbinnen vinden wel processen plaats met een energie inhoud, die uitgewisseld kunnen worden. In een vervolgstadium zal dit in kaart gebracht kunnen worden.

Analyse Gebouw bouwkundig

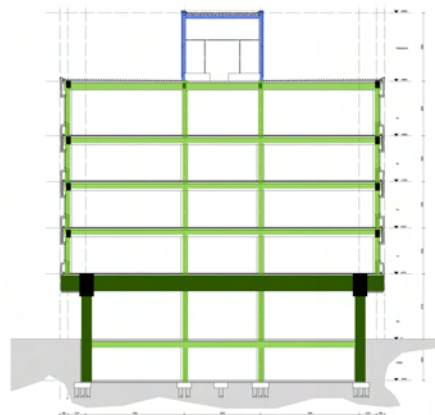
Bij de economische analyse van een gebouw is bepaald dat het gebouw opnieuw gebruikt kan worden. Bij de bouwkundige analyse wordt dieper op het gebouw zelf ingegaan. Ook hier zal een overzicht worden gegeven van de conclusies.



De hoofdbeukmaten zijn in de lengterichting 7.2 meter aan de buitenzijde, en 5.4 in de middenbeuk.



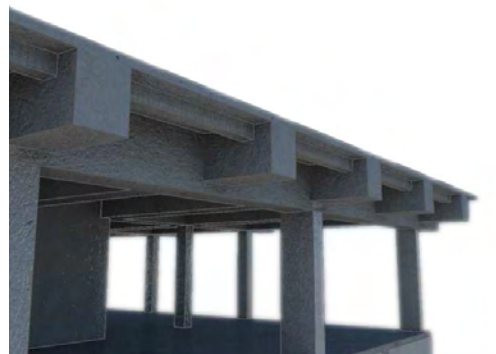
In de dwarsrichting is het stramien gelijk; 3.7 meter.



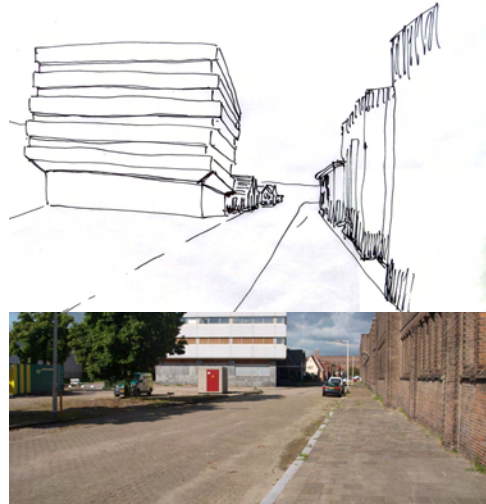
In de hoogte zijn de maten als volgt. De begane grond, de meest publieke verdieping, is 3.6 meter, de kantoorverdiepingen zijn met 2.4 meter aan de lage kant, maar tussen de balken is de vrije hoogte 2.7 meter.

Zonder een verlaagd plafond kan hier goed een verblijfsfunctie als een kantoor of woning worden geplaatst. De bovenste verdieping, die gebruikt werd als directiekamer en bedrijfskantine, is weer 3.4 meter hoog. Conclusie: de begane grond en de bovenste verdieping lenen zich voor een speciale functie, de verdiepingen ertussen voor 'gewone' functies als wonen en kantoor.

De constructie is opmerkelijk; in plaats van de meest functionele manier van construeren te kiezen, waarbij krachten loodrecht via kolommen worden afgedragen, is gekozen voor een soort van tafelconstructie, waarbij een verzwaarde tafel de verdiepingen vanaf de 1^e verdieping draagt.



Naast gevolgen voor de constructie heeft het een gevolg voor de architectuur; door de terugliggende begane grondverdieping onttrekt het gebouw zich van zijn omgeving, terwijl de naastgelegen arbeiderswoningen en havenbebouwing met de bakstenen stevig in de grond staan.



Krachten

Om het gebouw goed in de vingers te krijgen, is het van belang precies te weten welke krachten er op de poeren rusten, wat er verandert in permanente en variabele belasting, in momentenlijnen van liggers, kolommen en vloervelden; de figuren hiernaast geven een conclusie over de precieze krachten per vloerveld.



zijn meegenomen de besparingen in krachten door;

-schuin dak ipv plat dak

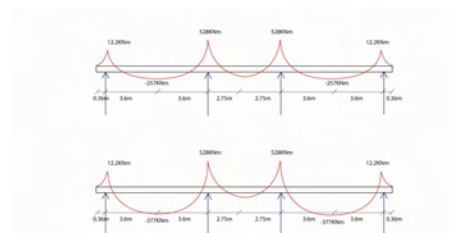
-wonen heeft een lagere veranderlijke belasting dan kantoor

-plaatselijk vervangen van de betonnen borstwering geeft een besparing van de krachten op de poer daaronder

-in 1968, bij de bouw van dit kantoor, werd gerekend met een veiligheidsmarge voor de veranderlijke belasting van 1.7 in plaats van 1.5.

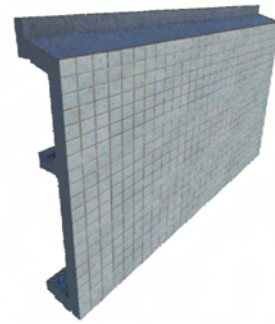
Alle vier bovengenoemde factoren worden meegenomen in de berekening van de mogelijke toevoeging op het dak. Daarnaast spelen de

momentenlijnen een rol; bij verwijdering van de borstweringen geeft een groter neerwaarts moment in het vloerveld. Wanneer de borstweringen blijven hangen, geeft dit minder mogelijkheid tot toevoegen van een verdieping, maar het bespaart een aantal problemen bij de vloeren.



borstwering

Meest kenmerkende gevelmateriaal is de borstwering van geprefabriceerd beton, met een afwerking in mozaïektegeltjes. De betonnen elementen zijn op alle verdiepingen toegepast, behalve op de begane grond; daar is gekozen voor een natuursteen afwerking.



Architect: Ernest Groosman

De architect van het gebouw is Ernest Groosman. Een echte wederopbouw architect, die na de tweede wereldoorlog maar liefst 1700³⁴ gebouwen heeft ontworpen. Kernbegrippen daarbij waren functionalisme en doelmatigheid; dat gold zeker voor kantoorgebouwen, die er in grote getale moesten komen. Het was in deze tijd dat de typologie van het kantoorgebouw zich ontwikkeld heeft; Ernest Groosman heeft daar, door veel van deze gebouwen te maken, en het type verder te ontwikkelen, zeker aan bijgedragen. Verder is Groosman veel bezig geweest met woningbouw, nieuwe bouwtechnieken en systeembouw.

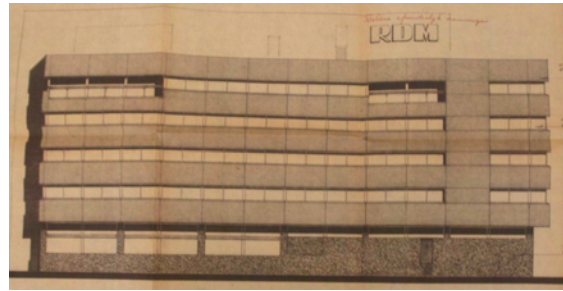


Maar ook projecten samen met de vooruitstrevende constructeur Luigi Nervi heeft hij gedaan, en Ahoy in Rotterdam is van zijn hand. Met deze kennis van de architect in het achterhoofd kan voorzichtig gesteld worden dat met een oeuvre van 1700 gebouwen, dit kantoorgebouw voor Groosman zelf niet het meest in het oog springende gebouw is. Maar wanneer je kijkt naar de totstandkoming van de typologie van het kantoorgebouw in Nederland, is het een belangrijke schakel in de ontwikkeling die tijdens de wederopbouw heeft plaats gevonden.



³⁴ Hellinga, H; Ernest Groosman, bouwer met grenzeloze ambities 1917 – 1999, uitgeverij 010, 2002

Belangrijker nog, is dat het gebouw een heel mooi exemplaar is van dit type kantoorgebouwen. (Zoals veel succesformules, vindt dit model veel navolging. Net zoals bij de Unité d'habitation van Corbusier werd gedaan; en vaak zonder veel succes, omdat de oude principes verloren gaan ten koste van vaak economische factoren.)



Maar dit is dus een vroeg en mooi exemplaar. Zie de gevel met de strakke lijnen hiernaast, met het onderbrekende verticale element rechts. Alleen de loggia's op de bovenste verdieping geven aan dat er daar iets speciaals gebeurt; links directie en rechts kantine terras.

In vergelijking met de navolging, (die de basistypologie aanpassen aan de mode van de tijd; blauw (of goudkleurig) spiegelglas in de jaren 80, ronde hoeken, of twee Romeinse zuilen bij de ingang, een



postmoderne aanduiding van status.) Daarmee vergeleken is deze vroege variant een mooie, en de conclusie zal zijn dat ze met zorg aangepakt moet worden.

Betekent dit dat er dus alleen maar gerenoveerd mag worden, en niet getransformeerd? Nee. Dit zou een toekomstig gebruik heel moeilijk maken. Een licht aangepast gebouw mét gebruikers is dan een betere optie dan een gerenoveerd gebouw in de oude stijl zonder gebruikers.

Analyse tbv besparen energie

Differentiatie gevels

Een eerste ding wat opvalt is dat noord- en zuidgevel (de twee langsgevels) aan elkaar gelijk zijn. Differentiatie tussen deze twee gevels lijkt een eerste stap. Buitenzonwering in de zuidgevel, en na-isolatie in de Noordgevel zijn de eerste uitgangspunten.

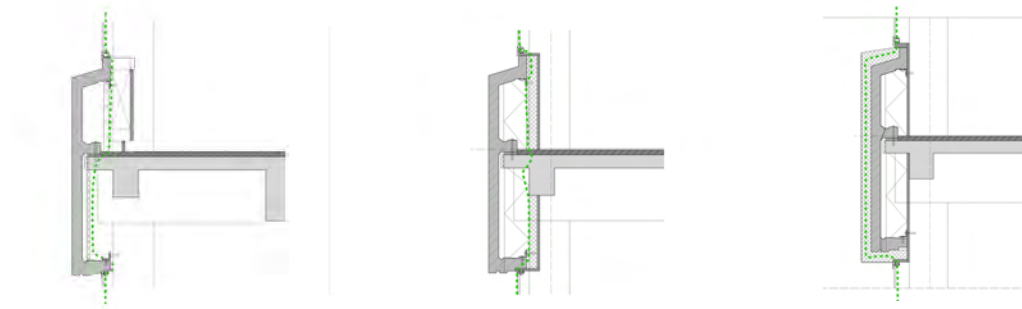
Slimme verdeling functies

Bij het programma is bij het ontwerp alleen rekening gehouden met een kantoorfunctie. Wanneer bij renovatie gekozen wordt voor een kantoor op de noordzijde, en wonen op de zuidzijde, is gratis een verlaging in de energiebehoefte behaald, omdat kantoren een

hogere interne warmtelast hebben door mensen en computers, en woningen door de toetreding van daglicht minder kunstlicht nodig hebben.

Na-isolatie

Na-isolatie is wel mogelijk hieronder worden de twee meest gangbare opties getoond voor na-isolatie; binnen isolatie en buitenisolatie om de bestaande borstweringen heen.



Huidige situatie

na-isoleren aan binnenzijde

na-isoleren aan buitenzijde

Uit de figuren blijkt dat bij de huidige situatie de gehele borstwering een koudebrug is, en dat de condenslijn (geschat) binnen de gevel ligt. In de situatie bij na-isoleren aan de binnenkant, ligt de condenslijn aan de binnenzijde van de borstwering, maar achter de isolatie; behalve bij de vloer; daar is nog een koudebrug. Bij na-isolatie aan de buitenzijde ligt de gehele condensatielijn buiten de gevel van het gebouw. Een punt van aandacht is nog de opvang van condens tussen de isolatie en de oude borstwering; dit moet een manier hebben om weggeleid of geventileerd te worden.

Verder zal de gehele detaillering moeten worden aangepast op de nieuwe isolatielijn; plaatsing van kozijnen, diepten van neggen; alles verandert ten gevolge van de dikkere borstweringen.

Besparingen in energiegebruik van een gebouw zijn constant in ontwikkeling. Daarom zal hier niet getracht worden alle oplossingen te vermelden. De bovenstaande middelen zijn ingezet bij het energiezuinig maken van het gebouw op het gebied van het *ontwerp*.

Op het gebied van het gebruik van het gebouw is het ook van belang te weten welke technieken toegepast kunnen worden om het gebouw energiezuiniger te maken. Het valt

niet binnen de scope van dit verhaal om alle opties te benoemen; een checklist die hierbij gebruikt kan worden is van BREEAM³⁵.

Analyse tbv opwekken duurzame energie

Ook voor de technieken voor het opwekken van oneindige energie geldt dat er hier onmogelijk een uitputtende opsomming kan worden gegeven; het blijft altijd een zoektocht naar nieuwe manieren om dit te doen. Hier zal een indeling in hoofdcategorieën worden gegeven, die bij dit gebouw onderzocht zijn.

Ingrepen gebouw; ontwerp aanpassingen

Door aanpassingen in het ontwerp kan niet alleen energie bespaard, maar ook opgewekt worden. Zo kan bijvoorbeeld warmte op een glazen dak in de zomer worden afgevoerd, om in de bodem te worden opgeslagen. Als het ware bodem opslag, maar dan met extra vermogen. Er zijn bronnen die vermelden om wat voor hoeveelheden 'oogstbare' zonnewarmte dit gaat³⁶. In het RDM gebouw is het mogelijk om op het dak en aan de zuidgevel een extra glazen gevel te plaatsen, om daar de zonnewarmte te 'oogsten'.

Wind

Uit lokatie onderzoek is gebleken dat er voldoende wind in het gebied is om een windmolen te rechtvaardigen. Op het dak zal alleen een molen met een beperkte diameter geplaatst kunnen worden; een zogenaamde Urban Wind Turbine (UWT)³⁷.

Bepalend voor de keuze van het type windmolen zijn dezelfde factoren als bij alle energieopwekkende maatregelen, zoals genoemd in het vorige hoofdstuk; Het effect op de architectuur, de initiële kosten, de kosten per gegenereerde KWh, het vermogen van de installatie in KWh per jaar en het gewicht van de installaties. De volgorde is niet van belang, per situatie kan een andere factor de doorslag geven. Het gebouw is geschikt voor een UWT; de plaatsing ervan kan gebeuren op één van de twee stijve kernen. Rekening moet worden gehouden met de krachtafdracht, en de eventuele overlast voor toekomstige bewoners.

³⁵ BREEAM, Design & procurement Pre-assessment Estimator. BREEAM Offices, 2006

³⁶ Zwart, Fh de, et al, Concept voor een energieproducerende kas, enkele deelstudies. Innovatienetwerk, Den Haag, 2003

³⁷ Cace, J., Horst ter, E., Urban wind turbines; Leidraad voor kleine windturbines in de bebouwde omgeving, WINEUR, Intelligent Energy Europe, , Februari 2007

Koude warmte opslag in de bodem

In de lokatie analyse is naar voren gekomen dat op deze lokatie een aardwarmtepomp mogelijk is. Senter novem³⁸ geeft een helder overzicht van de verschillende warmtepompen, de kosten en de kenmerken. Op basis daarvan is de keuze voor het type waterpomp voor dit gebouw een aquifer, die warmte en koude uitwisselt met het grondwater. Het document geeft ook aandachtspunten bij het ontwerp van een bodemwarmte wisselaar. Een aandachtspunt dat hier van belang is geweest is dat je eerst het gedrag van je gebouw moet weten, de bijbehorende energievraag, en pas dan een goede keuze kan maken voor een bepaald type systeem.

De kantoren gaan goed samen met een langzaam systeem als een aquifer met laagtemperatuurverwarming. De woningen en het café kunnen vragen om een systeem dat sneller reageert op veranderende eisen van de gebruiker. Daarom is voorverwarming van de lucht voor woningen, door deze door de kas aan te zuigen, een goede optie om de aquifer aan te vullen. Aanvullende verwarming in de woningen zal moeten gebeuren door plaatselijk bij te verwarmen.

Biomassa

Er is plaats in de kelder voor plaatsing van installaties voor het opwekken van biogas uit biomassa. Er kunnen twee typen vergistinginstallaties worden toegepast, die 1 soort gas produceren, dat in de warmtekrachtkoppeling gebruikt kan worden. Één installatie zal gemaakt worden voor het verwerken van zwart water uit de woningen van het gebouw, in een later stadium aangevuld met zwart water van de woningen uit de buurt. Een tweede installatie kan gemaakt worden voor het vergisten van bioafval van planten uit de kas, en van houtafval uit de omgeving. Een nadere inventarisatie zal dit uitwijzen.

Zonne-energie

Het gebouw leent zich voor twee soorten zonne-energie; zonnecollectoren voor de voorverwarming van tapwater; en PV systemen voor de voorziening van elektriciteit. De PV systemen kunnen geplaatst worden op het dak en op de zuidgevel.

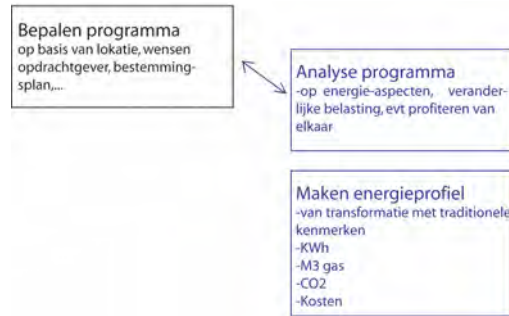
³⁸ Senternovem, Kompas, idem

Slotopmerking

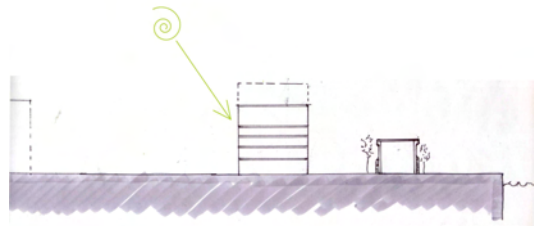
Dit onderdeel van het schema dient om een eerste exploratie te maken van de verschillende systemen om energie op te wekken, en de geschiktheid van het gebouw daarvoor.

Bepalen programma

De bepaling van het programma wordt altijd gedreven door een functionele oorzaak. De lokatie of bijvoorbeeld de opdrachtgever heeft een bepaald programma in gedachten. Niet de energiebehoefte is leidend aan het programma. Daarom zijn in dit geval de lokatie en de vorm van het gebouw leidend voor de keuze van het programma.



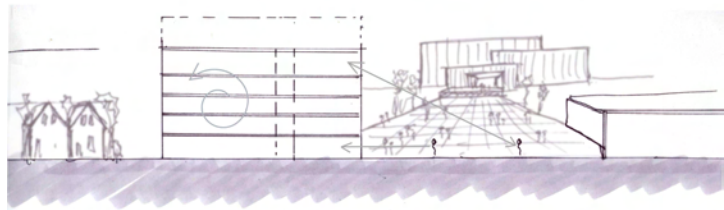
De zuidzijde, met zoninval worden woningen, de noordzijde kantoor. Deze eis strookt ook met het energievraagstuk.



Op hogere verdiepingen is meer uitzicht, dus daar ook woningen. Dit komt overeen met de wens op te toppen, en het feit dat woningen een lagere veranderlijke belasting hebben dan kantoren.

De vijfde verdieping heeft een hoger plafond dan de andere verdiepingen. Door de luxere uitstraling van een hoog plafon zullen hier grotere appartementen een passende oplossing zijn.

Een laatste invloed van de omgeving is de ligging aan het drukke plein; de meer publieke zijde van het gebouw krijgt een restaurant en grand café. De zijde die aan de woonwijk grenst heeft op die verdiepingen woningen en kantoorruimte.



Analyse programma

Een analyse van het programma op energetisch niveau kan uitwijzen dat wonen en werken van elkaar kunnen profiteren. Woningen worden vooral 's ochtends en 's avonds verwarmd, kantoren overdag. Bij een laagtemperatuursysteem kan het water zó geleid worden dat het precies daar is, waar het moet zijn. Zo worden warmteverliezen beperkt. Nader onderzoek moet uitwijzen of er nog meer mogelijkheden zijn om van elkaar te kunnen profiteren.

Maken energieprofiel

In de voorgaande paragraaf is een globaal overzicht gegeven van mogelijkheden om energie te besparen en energie op te wekken, en de geschiktheid van het RDM gebouw voor de verschillende opties. In deze paragraaf wordt een keuze gemaakt uit de verschillende mogelijkheden. Op basis van de argumenten die genoemd zijn in het vorige hoofdstuk wordt een keuze gemaakt voor de technieken om energie te besparen en op te wekken. Het effect op de architectuur, de initiële kosten, de kosten per gegenereerde Kwh, het vermogen van de installatie in KWh per jaar en het gewicht van de installaties.

Duurzaamheid zichtbaar maken

Een opmerking hierbij; wanneer een keuze kan worden gemaakt om op een bepaalde manier energie te besparen, waarbij de techniek zichtbaar is voor bewoners vanaf buiten of binnen, óf voor een oplossing waarbij de techniek verborgen is, zal gekozen worden voor het eerste. De reden hier achter is dat een besef van de ingrepen van het gebouw bij de bewoners meer inzicht geeft in de werking van het gebouw, het beeld (imago) van het gebouw positief beïnvloedt. Dit alles binnen de grenzen van wat mooi is. Een combinatie van objectieve en subjectieve factoren dus.

Gaan alle duurzame gebouwen niet op elkaar lijken?

Is het niet zo, dat met de technieken die er zijn om een gebouw duurzaam, of energie neutraal te maken, gebouwen op elkaar gaan lijken? Het spectrum aan mogelijkheden voor architecten lijkt op het eerste gezicht verkleind te worden doordat bepaalde materialen niet zo goed voor de omgeving zijn als andere. Het is juist aan de architect om te laten zien dat er met op het eerste gezicht minder middelen evenveel mogelijk is. Ook daarom moeten, bij renovatie, aanleidingen in het bestaande gebouw worden gezocht als aanknopingspunten voor ingrepen om het gebouw (energetisch-) slim te maken.

Energieprofiel: trias energetica

Bij het maken van een energie profiel wordt uitgegaan van trias energetica³⁹: terugdringen onnodig energieverbruik, voor behoefte zoveel mogelijk vertrouwen op oneindige bronnen. Stap 3 is dan om zo zuinig en efficiënt mogelijk om te gaan met de fossiele bronnen. Dit is altijd afhankelijk van de opdrachtgever, maar met de stappen in smartformation, zou het mogelijk moeten zijn om stap 3 niet nodig te hebben.

Energieprofiel: opzet

Nadat het gebouw is onderzocht op manieren om energie te besparen, en mogelijkheden die het gebouw biedt om energie op te wekken, wordt er op basis daarvan een energieprofiel gemaakt. De stappen daarbij zijn:

Stap 1:

- Maken van een referentiegebouw op basis van de minimale eisen van nu (EPC voor kantoren in 2009 was 1.1, de verwachting is dat het in 2010 of 2011 naar 0,8 zal gaan). Deze waarde is aangehouden, om de juiste referentie te hanteren. Wanneer de waarde zou veranderen is dit eenvoudig in het energieprofiel aan te passen). Dit gebouw geeft de referentie voor de minimale ingrepen bij de renovatie van het gebouw. Het geeft kenmerken voor het elektriciteitsbehoefte, warmtebehoefte, co2 uitstoot, en de bijbehorende kosten.
- Een lijst met alle op dat moment bekend zijnde maatregelen om energie te *besparen*. Deze maatregelen worden in een Excel bestand gespecificeerd naar kosten van de investering, opbrengst in MJ per jaar, kosten per MJ, en besparing op CO2 uitstoot. Een overzicht van de besparende maatregelen is opgenomen in de bijlage.
- Een lijst met alle op dat moment bekend zijnde maatregelen om energie *op te wekken*. Ook deze maatregelen worden in een Excel bestand gespecificeerd naar kosten van de investering, opbrengst in MJ per jaar, kosten per MJ, en besparing op CO2 uitstoot. Een overzicht van de energieopwekkende maatregelen is opgenomen in de bijlage.

³⁹ Novem, 1996

Een inventarisatie van gangbare methoden om binnen een gebouw energie op te wekken is gevonden in een rapport van de ECN⁴⁰. Het gehele energieschema is opgenomen in de bijlage.

Aannames

Bij iedere energiebesparende of opwekkende maatregel wordt in het profiel vermeld wat de aannames zijn geweest. Bijvoorbeeld: bij toepassing van een windmolen wordt vermeld het type, het aantal draai uren, de positionering in de lokatie; alle variabelen die effect hebben op de energieproductie van de molen. Dit wordt voor alle maatregelen gedaan, een overzicht hiervan is opgenomen in de bijlage.

Stap 2:

Varianten maken op basis van het energieprofiel. Bij het maken van varianten kan ieder principe leidend zijn; het kan zijn dat een opdrachtgever een gebouw wil met een bepaalde energievraag, of CO₂ uitstoot. Of hij heeft een bepaald budget, en wil daarvoor zo weinig mogelijk energiekosten in de toekomst. Vanuit welke hoek de vraag komt maakt niet uit, het energieprofiel kan zowel vanuit kosten, energiebehoefte of CO₂ uitstoot worden aangestuurd.

Energieprofiel RDM gebouw

Voor het RDM gebouw is ervoor gekozen naast het referentiegebouw met een EPC van 0.8 twee varianten te maken; één met alleen energiebesparende maatregelen; en één variant die geen CO₂ uitstoot. Hiervan worden de waarden vergeleken. In onderstaande tabel is daar een overzicht van gegeven;

	Totaal elektriciteit (MJ)	Totaal verwarming en Koeling (MJ)	Totaal CO ₂ Uitstoot	Extra investering
Scenario 1	1152359	3292455	3292455	0
Scenario 2	682007	3156521	211331	170000
Scenario 3	17047	-29287	-21371	1580050

Dit geeft een overzicht van de energiebehoefte van het gebouw in de 3 scenario's.

Bijvoorbeeld: in scenario 2 is de totale CO₂ uitstoot van het gebouw per jaat 211 ton. In

⁴⁰ Energy Research Centre Nederland. 'Technisch-economische parameters van duurzame energie-opties in 2009-2010' Uitgave Kema, 2008

scenario 3 is dit een negatieve 21 ton; het gebouw 'neemt dus CO2 op. De extra investering die hierbij hoort is bijna 1.6 miljoen bovenop de normale renovatiekosten.

Gevolgen op termijn

Het wordt interessant, wanneer gekeken wordt naar de gevolgen op langere termijn; hoe ontwikkelen de kosten van de energiebehoefte zich? Op welke termijn zullen de investeringen zich terugbetalen? Om dit te bepalen worden uitgaven voor investeringen nu vergeleken met kosten in de toekomst. Hiervoor wordt de Netto contante waarde methode gehanteerd:

$$R_t / (1+i)^t$$

Waarin;

R_t = toekomstige uitgaven

i = de kosten van het lenen van geld door de opdrachtgever

t de tijd in jaren

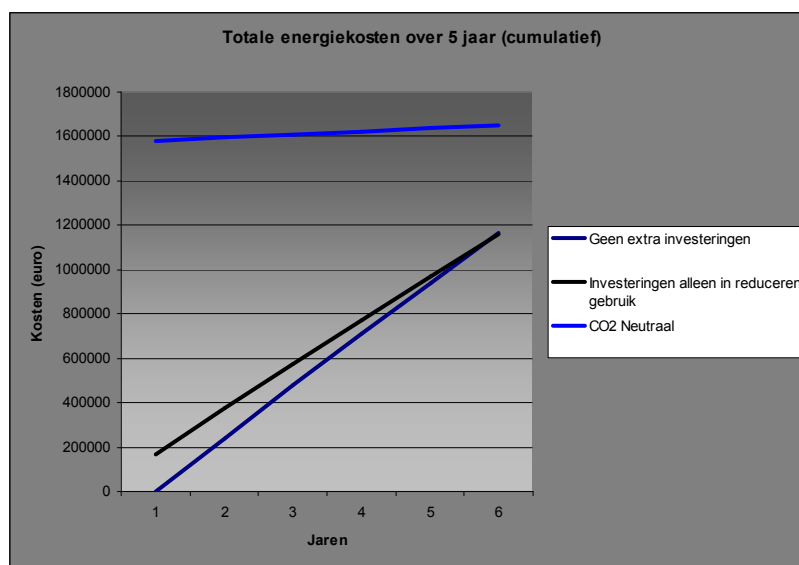
Hierbij zijn een aantal aannames nodig:

- De opdrachtgever leent tegen een percentatge van 7%
- De energieprijzen stijgen met 5%per jaar
- het onderhoud van de extra installaties voor opwekken van energie kost ook geld; dit wordt geschat op 1% van het bedrag van initiële investering.

Termijn; 5 jaar

De totale energiekosten over een periode van 5 jaar zien er dan zo uit;

De licht blauwe lijn is duidelijk het duurste. Binnen een termijn van 5

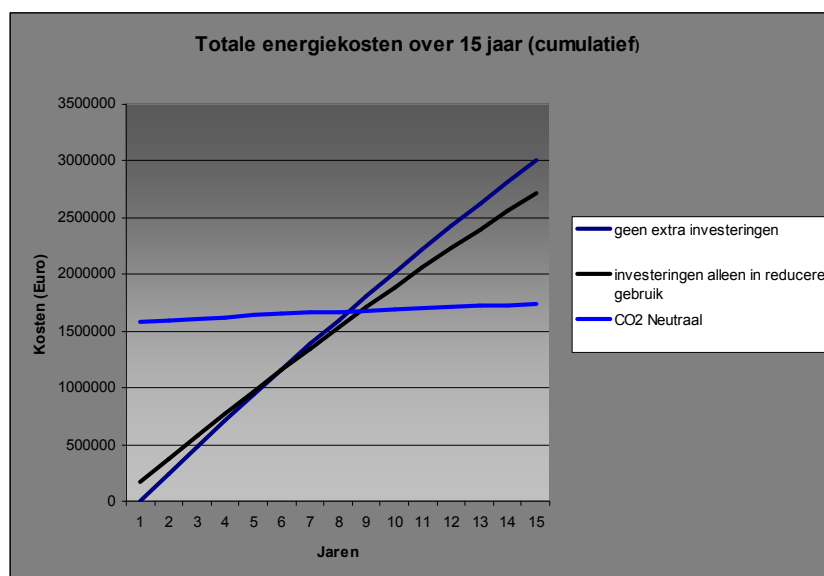


jaar is het ongeveer 400.000 euro duurder om een CO2 Neutraal gebouw te maken, dan om geen extra investeringen te doen. De donkerblauwe lijn snijdt de zwarten na ongeveer

6 jaar, dus binnen een termijn van 6 jaar is daar geen verschil tussen. Een investeerder met een visie van ongeveer 5 jaar zal voor één van deze twee opties kiezen.

Termijn; 15 jaar

Wordt een langere termijn visie gehanteerd, dan verandert de behandeling van kosten volledig; de CO2 neutrale variant is na 15 jaar een stuk



goedkoper in totale energiekosten geworden. Let op dit zijn de totale kosten van energie, cumulatief, en dan teruggerekend naar $T=0$, contante waarde nu dus. Deze uitkomst wil dus niet zeggen dat er na 15 jaar sprake is van lagere kosten, maar dat alle kosten aan energie in totaal in de CO2 neutrale variant over 15 jaar samen tot wel 1.3 miljoen lager zijn dan bij de andere varianten.

Reflectie

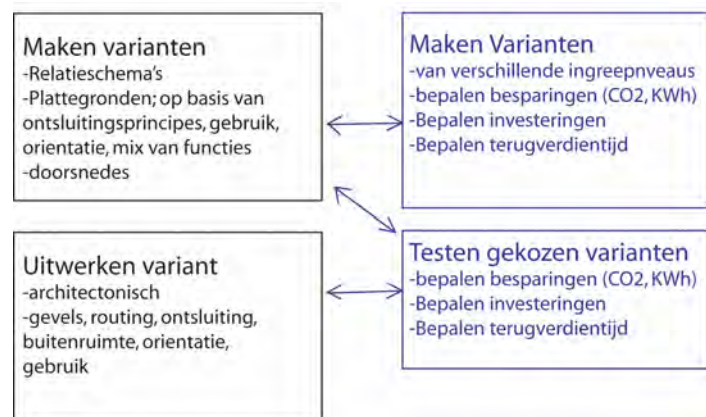
Het energieprofiel is een stap binnen smartformation, als is het wel een grote. Belangrijkste is de methode van communiceren met opdrachtgevers. De waarden van bepaalde getallen in het energieschema is door een aantal aannames niet 100 % betrouwbaar. Verder onderzoek zal meer betrouwbare cijfers moeten geven.

Conclusie

De vraag luidt dus niet meer óf we een CO2 neutraal gebouw kunnen maken, maar hoe we het aan de man kunnen brengen. Een lange termijn focus van beleggers is een voorwaarde. Een andere mogelijkheid is dat je direct met de gebruiker in zee gaat, deze hebben van nature een langere termijn focus. In praktijk zal dit niet altijd mogelijk blijken.

Maken varianten

In de laatste stap van het schema worden de varianten uitgewerkt. waarbij zowel de functionele eisen een drijvende factor kunnen zijn, maar ook het energieprofiel kan een drijvende factor zijn. Deze varianten worden met elkaar



vergeleken op architectonische, energetische en materiaaltechnische aspecten. In de bijlage is een overzicht gegeven van de verschillende varianten. Het ligt buiten het bereik van dit onderzoek om iedere variant uit te werken.

Conclusie Smartformation

Bij Smartformation wordt er naast het standaardproces van renoveren/transformereren een tweede proces geplaatst, dat ervoor zorgt dat bij iedere fase in het renovatieproces een stap kan worden genomen om het gebouw energetisch en materiaaltechnisch slim gerenoveerd wordt. Met deze methode kan een CO2 neutraal gebouw gemaakt worden; de vraag is dus niet meer óf het kan, maar vooral hoe, en de manier waarop de extra investeringen verantwoord worden, en worden gecommuniceerd naar een opdrachtgever.

E → A

Integratie A en E: gevolgen van onderzoek voor ontwerp

In dit hoofdstuk worden kort de gevolgen van het onderzoek voor het ontwerp op een rij gezet. De resultaten van het onderzoek geven handvaten voor het ontwerp. Hoe de resultaten worden geïnterpreteerd ligt aan de ontwerper. Door deze tweedeling kan een architect altijd twee rollen vervullen; die van consultant, en die van ontwerper. Een opdrachtgever kan ervoor kiezen de architect in te huren als consultant; de architect kan dan een integrator zijn tussen de opdrachtgever, installateur, constructeur, en met smartformation ook met de investeerder.

Een indeling wordt gemaakt in maatregelen die zichtbaar zijn in het ontwerp van het gebouw, en maatregelen die meer technisch van aard zijn. Dit omdat de maatregelen die in het ontwerp zichtbaar zijn, een duidelijke fysieke verbinding hebben tussen techniek en ontwerp. Ook worden in deze oplossingen de functionele eigenschappen van een bestaand gebouw het meest tot uitdrukking gebracht.

Gebruik van daglicht in het gebouw

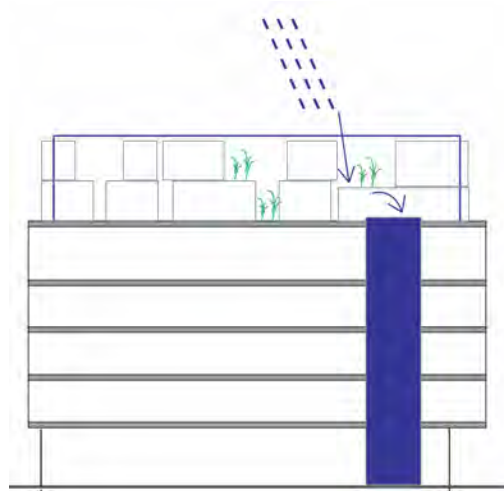
Door de ontsluiting van daglicht te voorzien, is minder kunstlicht nodig. Door Low Tech oplossingen als lichtplanken kan er meer licht het gebouw binnenkomen. Ook kan een daklicht gemaakt worden om meer licht binnen te laten.

Gebruik zonwering aan zuid- en westzijde.

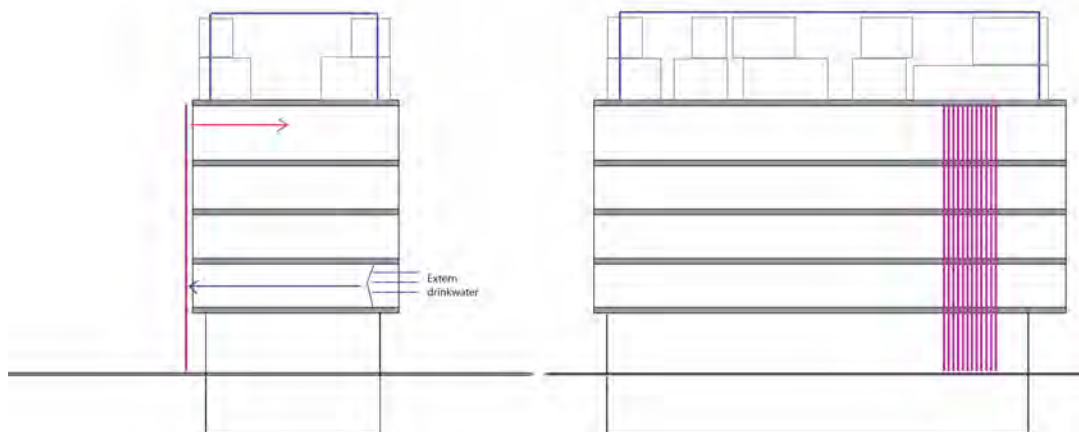
Vanuit de EPC berekening was een gebruik van zonwering aan de zuid- en west zijde verplicht. Deze dient meegenomen te worden in het ontwerp

Regenwateropvang

Een eerste aanleiding is de besparing van water voor gebruik in Wc's. Regenwater kan gebruikt worden voor de spoeling. Dit water kan opgevangen worden bewaard in de kelder van het gebouw, maar er is een bestaande schacht aan de zuidzijde van de gevel die daarvoor gebruikt kan worden. Zo wordt er druk op het water gehouden, en hoeven er geen extra schachten gemaakt te worden voor verticaal transport.



WARM TAPWATER (ZONNECOLLECTOREN)
Doel: 575 500 MJ warmte



Zonnecollectoren

Op hetzelfde oppervlak kunnen aan de zuidzijde aan de buitenkant leidingen worden gelegd voor zonnecollectoren. Verwachte besparing: 575 000MJ warmte per jaar

PV cellen

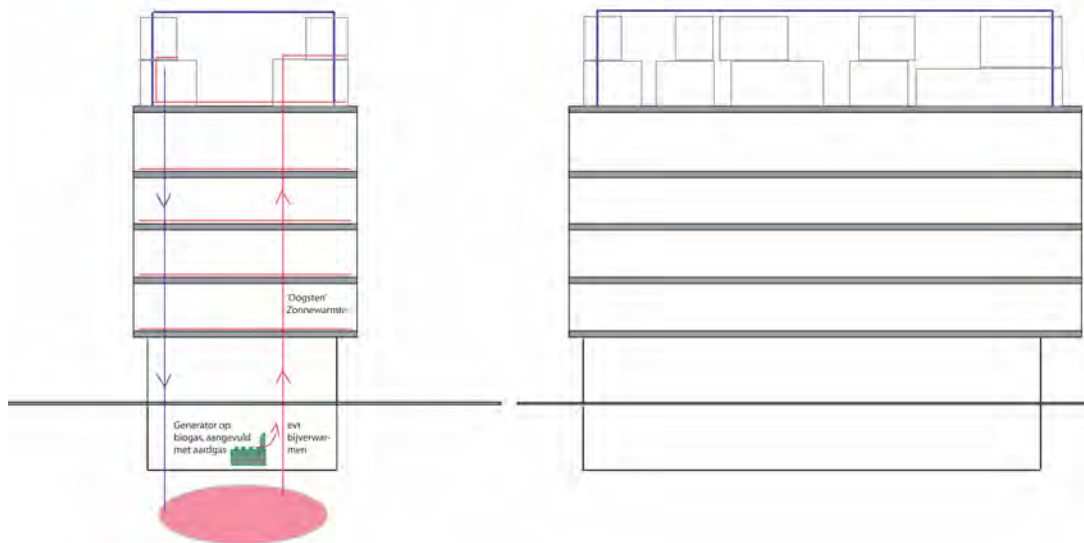
Uit het energieprofiel komt naar voren dat er 1.15 miljoen MJ aan elektriciteit nodig is om het gebouw, met nieuwe functie, te voorzien. Een deel hiervan wordt opgewekt met PV cellen. Deze worden geplaatst op het dak, op de borstweringen van de zuidgevel, en

op de zonwering van de zuidgevel. Zo ontstaat een oppervlak van 1200m² aan PV. Dit genereert onder voorzichtige aannames voor een energieopwekking van 120 000 MJ⁴¹. Ongeveer een elfde van de behoefte aan elektriciteit dus.



Koude en warmteopslag in de bodem

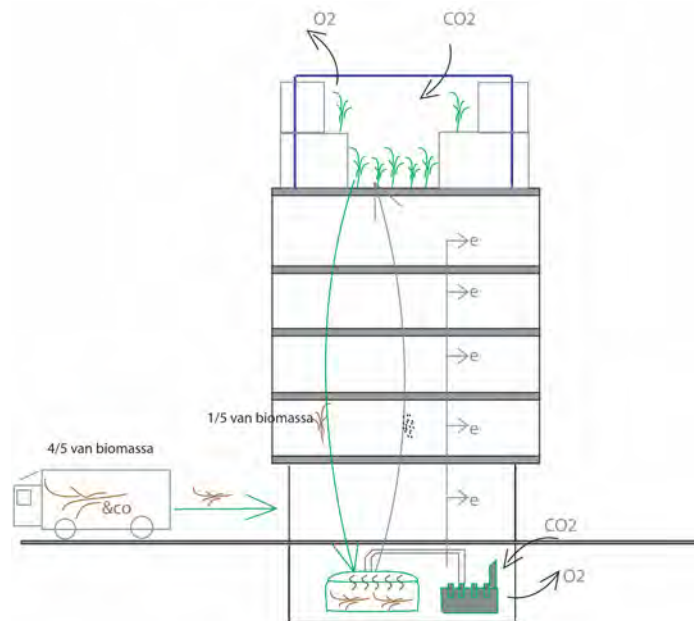
Dit is relatief een goedkope manier om te besparen op het energiegebruik van het gebouw. Niet qua investeringskosten, maar wel als je kijkt naar kosten per bespaarde MJ aan warmte. In de zomer wordt warmte van bijvoorbeeld de constructie afgevoerd naar de grond, in de winter kan deze warmte dan weer worden gebruikt. De pomp is niet zichtbaar aan de buitenkant, maar heeft grote gevolgen voor de manier waarop verwarming moet worden ontworpen en leidingen gedetailleerd.



⁴¹ opbrengst PV: Senter Novem, kompas, idem.

Kas op het dak 1

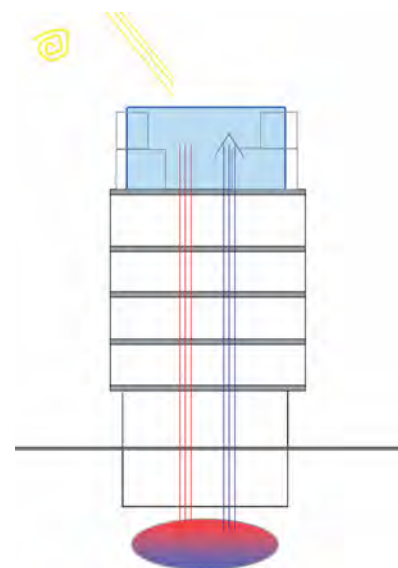
Een kas op het dak kan gebruikt worden voor de biomassa installatie in de kelder; op basis van de gekozen biomassa installatie en de oppervlakte in de kas kan de kas voor 1/5^e deel bijdragen aan de jaarlijkse behoefte aan biomassa van de installatie. Het overige 4/5^e deel zal vanuit de omgeving moeten komen. Mogelijke bronnen zijn de woonhuizen in de omgeving, maar een vervolgonderzoek in de haven kan ook nieuwe bronnen aanleveren.



Verwachte opbrengst; 168 000 MJ Elektriciteit, 320 000 MJ Warmte door warmtekrachtkoppeling.

Kas op het dak 2

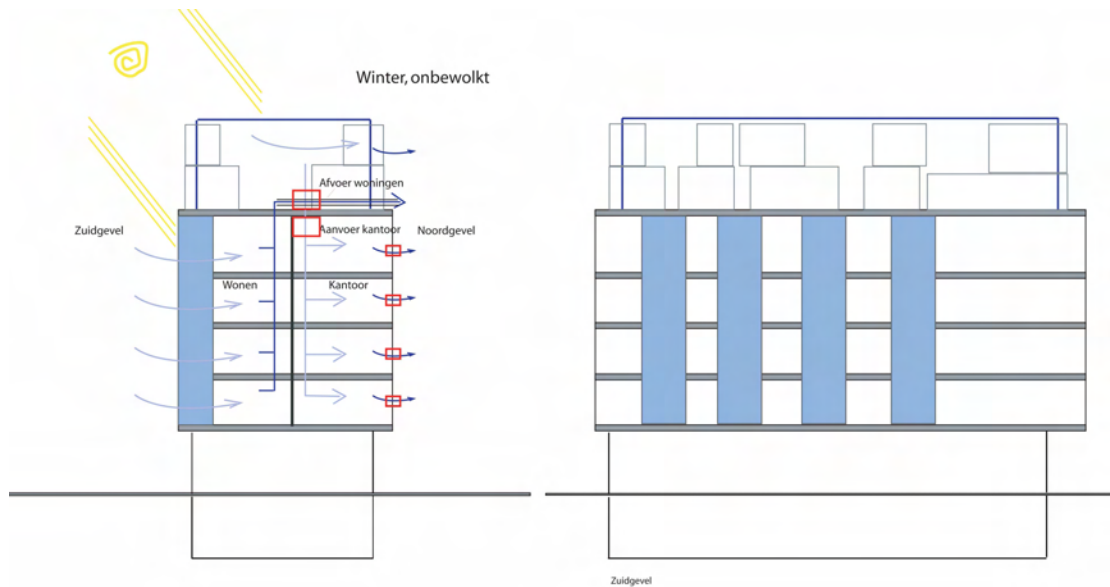
Een kas op het dak heeft veel voordelen, vooral bij het kloppend krijgen van kringlopen nutriënten. In het geval van de energiehuishouding kan hij de functie van warmtepomp versterken; de warmte die bij zoninstraling ontstaat kan in de zomer worden afgevoerd naar de bodem, zodat de aquifer krachtiger wordt, en er in de winter meer afgevoerd kan worden.



Daarnaast kan lucht in de winter bij zoninstraling worden aangezogen via de kas, zodat deze wordt voorverwarmd in de kas.

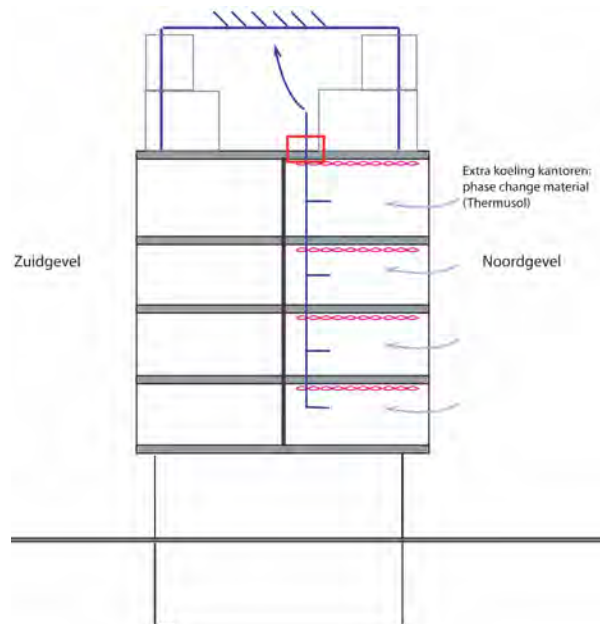
Serres op het zuiden

Hetzelfde principe als de kas kan doen; voorverwarming van lucht die bij kantoren mechanisch wordt aangezogen. In de winter/herfst en lente bij helder weer. Daarnaast heeft het verwijderen van de borstweringen om deze serres te creëren het effect dat er meer licht in de woningen valt, waardoor er minder kunstlicht nodig zal zijn, en er meer uitzicht is vanuit de woningen.



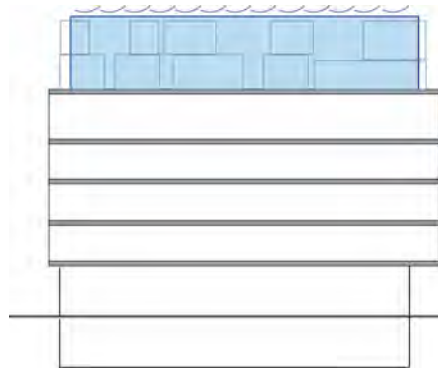
Phase change materials

Een manier om energie te besparen voor koeling in de winter zijn phase change materials. Deze zouten nemen warmte en koude op, om het later weer aan de omgeving af te geven. Zo ontstaat een buffer, die uitwisseling tussen nacht en dag temperaturen mogelijk maakt. De warmte van de dag wordt 's nachts aan de lucht afgegeven. Vooral in combinatie met nachtventilatie kan het een besparing op de koellast geven. Berekeningen zijn nog niet zover om in dit stadium een verwachte besparing te geven. De materialen zijn dus ook niet meegenomen in het huidige energieprofiel.



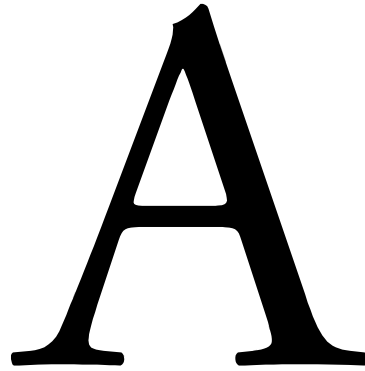
Zonwering op het dak

Een bijkomend verschijnsel van de kas op het dak is warmte ontwikkeling, die niet altijd kan worden weggeventileerd. In de kassenbouw worden (vooral vroeger) kassen witgekalkt om zoninval te voorkomen. Een andere oplossing is matten leggen over het dak heen. Nog een mogelijkheid is om doeken (evt met PV erin verwerkt) op te hangen, boven het glas van de kas. Zo wordt de functie van zonwering op een expressieve manier zichtbaar gemaakt.



Van handvaten naar ontwerp

De aanleidingen voor het ontwerp zijn hier in schema duidelijk gemaakt. Dit vormt de overgang van E naar A. In de volgende paragraaf wordt gekeken hoe de handvaten zich vertalen in het ontwerp.



Ontwerp

Bij het vertalen van de handvaten in een ontwerp zijn veel oplossingen mogelijk. Dit laatste deel van het rapport is dus slechts een (subjectieve) interpretatie van de meer objectieve resultaten uit het stappenplan.

Gebruik van daglicht in het gebouw

Door de ontsluiting van daglicht te voorzien, is minder kunstlicht nodig, en kan een spannende ruimte ontstaan; een verticale ontsluiting in het centrum van het gebouw, die alleen van boven wordt aangelicht. Een extra lamellenrooster (standaard verkrijgbaar), kan dienen om de toetreding van zonlicht te vergroten.



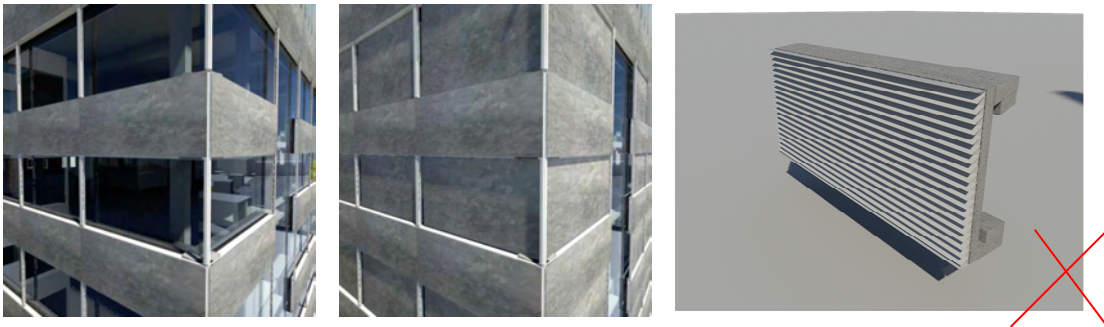
Gebruik zonwering

Vanuit de EPC was zonwering verplicht aan de zuid- en westzijde; een aantal opties die onderzocht zijn staan hiernaast; lamellen buiten, waarop PV aangebracht is. Deze lamellen zijn ook vrij in de handel te krijgen⁴². Nog een reden om te kiezen voor lamellen met PV is dat de wind aan alle zijden van een lamel kan koelen, waardoor het rendement van de PV cellen niet sterk daalt door opwarming.

⁴² www.Schüco.de

Bij beoordeling van het effect van alle lamellen op het ontwerp bleek alleen dat de sterke horizontaliteit en de duidelijke lijnen werden doorbroken door de veelheid aan horizontale lamellen.

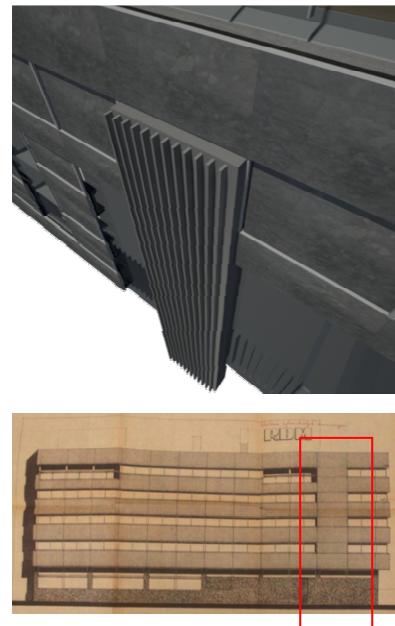
Omdat ook detaillering van de lamellen lastig was is daarna gekozen voor een systeem van schuivende panelen voor de zonwering. Hieronder is te zien hoe de panelen in open toestand de horizontaliteit in stand houden, maar in gesloten toestand de horizontaliteit doorbreken, en één vlak vormen.



Zonnecollector

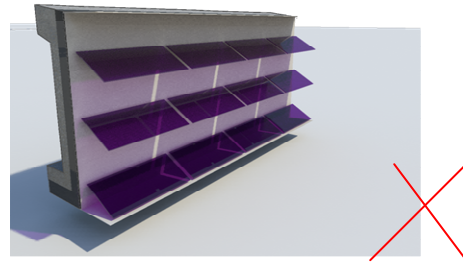
De bestaande schacht aan de zuidzijde wordt gebruikt voor opvang van regenwater. De schacht is het enige verticale element in de verder geheel horizontale zuidgevel. De opvang van regenwater is niet zichtbaar aan de buitenkant; de zonnecollector wel; de ribben op de schacht zorgen ervoor dat er meer zonlicht op de leidingen valt.

Daarnaast versterken de (grote) lamellen de verticale werking van dit element in de verder horizontale gevel. Zie het oude gevelaanzicht.



PV cellen

Net als bij de zonwering was bij de PV cellen gekozen voor lamellen, en is dit in een later stadium vervangen door een vlak paneel met PV erop.

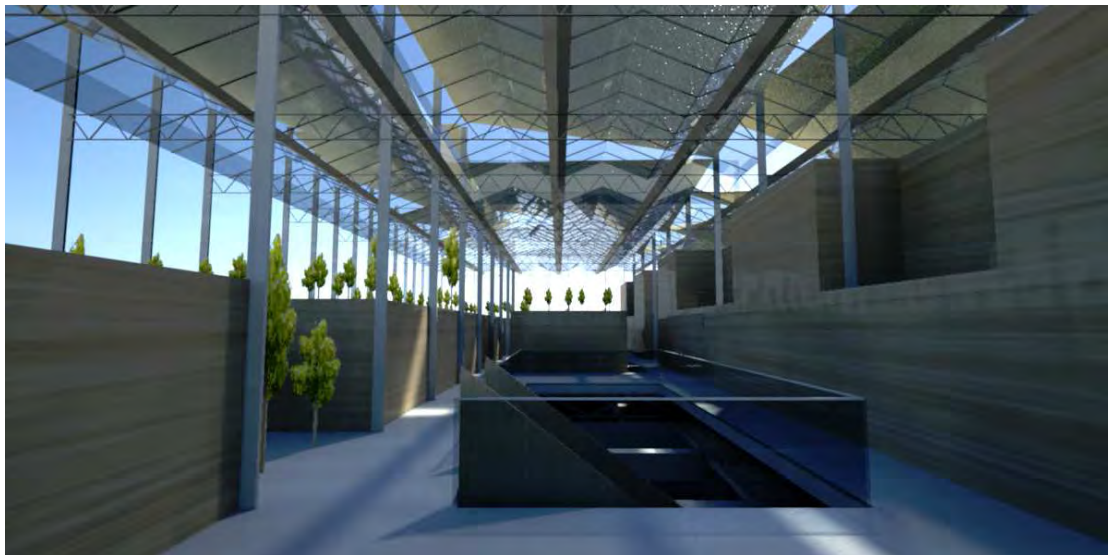


In een aanzicht kan het eruit zien als hiernaast is getoond. Dit is de zuidgevel met gesloten luiken, hierdoor wordt de horizontale belijning doorbroken. Wanneer de zonwering open gaat, zal het horizontale effect weer terugkeren. Het getoonde materiaal is een voorbeeld van hoe de PV cellen eruit kunnen zien. Op dit moment loopt er onderzoek hoe een meer esthetisch verantwoorde variant van PV eruit zou kunnen zien.



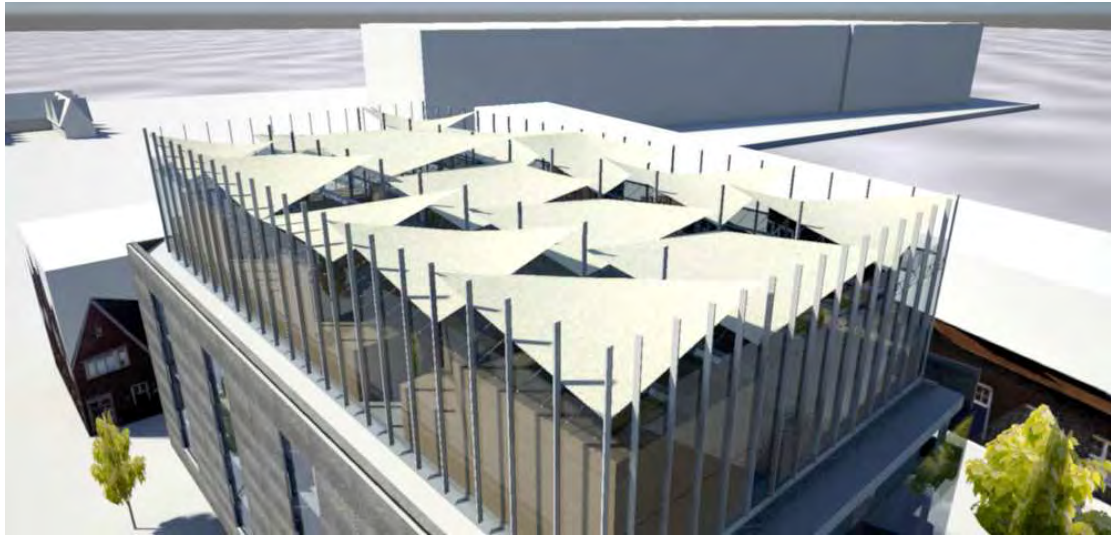
Kas op het dak

Vanuit de handvaten, en daarvoor vanuit het energieprofiel was nar voren gekomen dat een kas op het dak een versterking is voor de aquifer. In architectonisch opzicht kan hij meewerken op sociaal vlak; hij kan de bewoners van de dakverdieping binden door de gezamenlijke zorg voor de planten in de kas. Nader onderzoek is nodig in welke vorm dit het beste gedaan kan worden.



Zonwering boven de kas

Ook werd duidelijk dat er boven de kas een zonwering nodig kan zijn om opwarming in de kas op warme dagen te voorkomen. Hier is gekozen voor een systeem van doeken, die op staaldraad gespannen worden. Aan de buitenkant van de kas, zodat opgevangen warmte door de buitenlucht wordt meegenomen. Onderzoek vindt momenteel plaats of er in de doeken ook PV verwerkt kan worden.



Gevelaanzichten

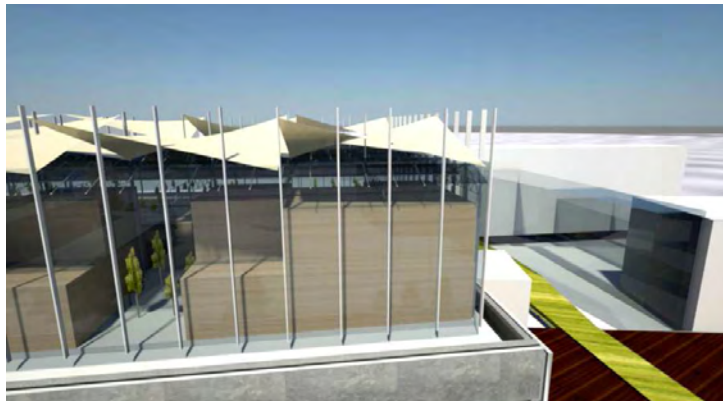
De huidige horizontaliteit blijft in de noord- en westgevel behouden.

Basement blijft terugliggen, de topverdieping ook, waardoor de vorm van het huidige volume behouden blijft. Punt van verdere studie is de hoogte van de

opbouw: hoe hoog kan deze worden om de huidige vorm niet aan te tasten? Het lijkt erop dat in deze schets de opbouw te hoog wordt.



De opbouw past zich wel weer aan aan het huidige stramien. De doeken onttrekken zich daar weer aan.



De zuidgevel is in gesloten toestand nadrukkelijk gericht op de serres; zij vormen een nieuw verticaal element in de gevel.



Conclusie ontwerp

Zoals aangegeven, is het hoofddoel van smartformation het maken van een stappenplan. De architect is dan consultant. In dit onderdeel zijn de resultaten van smartformation opgepakt en tot een (aanzet tot) een ontwerp gemaakt. De resultaten vormen dus slechts één van de mogelijke oplossingen. Maar wel de mijne. ☺

To Do Ontwerp

Om te bewijzen dat de voorgestelde plannen met zorg omgaan met het huidige gebouw zal naar detaillering gekeken moeten worden. Wat gebeurt er met het gevelaanzicht bij het buiten isoleren? Wat is de nieuwe schaduwwerking bij de dikkere borstweringen? Hoe vallen de kozijnen nu? Hoe hoog kan de opbouw worden zonder het huidige volume aan te tasten? De antwoorden liggen in de details; deze vallen hier buiten de scope van dit verslag en zullen bij de presentatie bij de P4 aan orde komen.

Eindconclusie

De twee aanleidingen voor het onderzoek waren de leegstand van oude kantoren in Nederland, en het feit dat de grootste CO₂ productie in Nederland komt door de oude gebouwenvoorraad. Smartformation probeert daar een antwoord op te vinden, door een stappenplan te maken om kantoorgebouwen uit de jaren 60-80 op een slimme manier te renoveren. Zo kan een aanzienlijk deel van de gebouwenvoorraad én weer gebruikt worden, én niet meer bijdragen aan de CO₂ uitstoot.

Smartformation plaatst een aantal stappen naast de stappen van renovatie in een traditioneel proces. Daardoor kan het proces van renovatie slimmer worden gemaakt. Een probleem is vaak dat architecten wel weten welke technieken er zijn, maar niet weten welke techniek ze wanneer moeten toepassen, en wanneer. Daar de stappen van Smartformation te volgen wordt een houvast gegeven bij dit proces. Daarnaast kan smartformation gebruikt worden in de communicatie met opdrachtgevers.

Bij de toepassing op het ontwerp blijkt dat het samengaan van een bestaand gebouw met maatregelen om het gebouw energetisch slim te maken, kan leiden tot verrassende inzichten. Voorbeelden hiervan zijn de lagere veranderlijke belasting voor woningen. Omdat er op het zuiden meer woningen zijn dan op het noorden, kan er op het dak aan de zuidkant één laag meer gebouwd worden. Een ander voorbeeld is de schacht aan de zuidgevel; deze verliest zijn functie als schacht (hiervoor wordt een oude liftkoker gebruikt), en de nieuwe functie wordt een combinatie van regenwateropslag en plaats voor een zonnecollector. Op deze manier wordt slim renoveren heel interessant, omdat techniek en bestaand gebouw elkaar vinden in een nieuw ontwerp.

Met Smartformation wordt een objectief instrument ontwikkeld, op basis waarvan een architect subjectieve beslissingen kan nemen. Een plus van het stappenplan is dat deze beslissingen weer zijn te herleiden tot de onderliggende objectieve doelen. Hierdoor kan ieder ontwerp getoetst worden aan de beloftes die het doet.

In de eerste plaats is smartformation een manier om gebouwen slim te renoveren. Daarnaast is het een communicatiemiddel, om te overleggen met opdrachtgevers over de wensen ten aanzien van de duurzaamheid van een gebouw, en de gevolgen daarvan op langere termijn. Het model geeft een indicatie van energiebehoefte, kosten en CO₂ uitstoot van het ontwerp voor de renovatie van het gebouw.

Bij de drie scenario's van transformatie van het RDM kantoor zijn drie niveaus van energiebesparende en opwekkende maatregelen toegepast. In het laatste scenario was een energieneutraal gebouw mogelijk. De kosten waren ruim anderhalf miljoen euro hoger dan bij de variant met een EPC van 0.8, en een CO2 uitstoot van ruim 200 000 kilo per jaar. Een berekening heeft aangetoond dat binnen een periode van 15 jaar de investeringen in de maatregelen zichzelf terugbetalen; vanaf dat moment zijn de totale kosten van het gebouw lager dan van de variant met een EPC van 0.8. In deze berekening is nog uitgegaan van een voorzichtige stijging van energiekosten; wanneer deze iets harder stijgen is de terugverdientijd nog korter. De conclusie is dus dat de moeilijkheid niet zit in het maken van een CO2 neutraal gebouw, maar wel tegen welke kosten, en het overtuigen van een belegger dat een langere termijn visie loont.

Reflectie

Een model is altijd een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Dit wordt gedaan omdat de werkelijkheid te complex is om te testen. Nu is dat helemaal niet erg; dit is altijd zo. In een model worden aannames gedaan over de werkelijkheid; door deze aannames is het mogelijk dat er onnauwkeurigheden in het model zitten. Het hoofddoel is dan ook niet geweest om heel precieze uitkomsten te genereren voor CO2 uitstoot scenario's, maar eerder een stappenplan te ontwikkelen om architecten te helpen bij het integreren van duurzame oplossingen in hun ontwerp, en ze (lees: mezelf) een instrument te geven om te communiceren met de opdrachtgever.

Een logische vervolgstap zou zijn om het theoretische model te toetsen aan de werkelijkheid. Kloppen de aannames met de werkelijkheid? Is het gebouw in staat de nieuwe lasten te dragen, zoals hier aangenomen? Heel interessante vervolgvragen om van een theoretisch model een praktisch instrument te maken.

Het rapport heeft zich uiteindelijk zeer sterk gericht op het in kaart brengen van de energiebehoefte van het gebouw, en maatregelen om daarin te voorzien. Terwijl bij de P2 de hoofddoelen de principes van zonneterp en Industrial Ecology centraal stonden⁴³; deze draaien om het sluitend maken van kringlopen. De verleiding van de kwantitatief te meten materie, een energieprofiel maken, heeft het gewonnen. Hierdoor zijn de kringlopen onderbelicht gebleven; het energieverbruik naar nul reduceren is slechts één kringloop die gesloten is -die van co2-, en in een vervolgonderzoek moeten de andere kringlopen zeker aan bod komen. Dit is een goed onderwerp voor een vervolgstudie, of...ik zal dit in mijn eigen tijd moeten gaan doen.

⁴³ Zonneterp en Industrial ecology zitten nog steeds in het stappenplan, maar zijn hier alleen een onderdeel van. Daardoor is geen ruimte geweest deze principes met een bepaalde diepgang toe te passen op een transformatieproject.

Literatuurlijst

Adema, B, Syranayanual, I, bestaande bouw bepalend voor CO2 uitstoot in Nederland, IFM magazine, April 2004

Blonk, R, Heinis, F, plan ter bevordering van WKO, iov Senternovem, 2003

BREEAM, Design& procurement Pre-assessment Estimator. BREEAM Offices, 2006

Cace, J., Horst ter, E., Urban wind turbines; Leidraad voor kleine windturbines in de bebouwde omgeving, WINEUR, Intelligent Energy Europe, , Februari 2007

Chertow, R, 'Uncovering Industrial Symbiosis' Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2007

Ebbert, Th, Knaack, U, 'Principles for façade renovation of office buildings.' Glass performance days, 2007

Energy Research Centre Nederland. 'Technisch-economische parameters van duurzame energie-opties in 2009-2010' Uitgave Kema, 2008

Fikse, R. (2008), Transformatietools Uncovered. Een zoektocht naar de toepassingsmogelijkheden van transformatie instrumenten. Afstudeerscriptie Faculteit Bouwkunde TU Delft

Geraedts, R.P., en D.J.M. van der Voordt (2005), Transformatie van kantoorgebouwen. Real Estate Magazine, April 2005.

Hek, M. Kamstra, J. Geraedts R.P; 'herbestemmingswijzer; herbestemmen van bestaand vastgoed.' Publicatieburo Bouwkunde, Delft, 2004

Hellinga, H; Ernest Groosman, bouwer met grenzeloze ambities 1917 – 1999, uitgeverij 010, 2002

Hulsman & Knoop, 'transformatie van kantoorgebouwen, TU Delft Press, 1998

Jelinski, L.W. et al., Industrialecology: Concepts and approaches, National Academy of Sciences, Washington,DC, 1991

Lensink, S.M. et al. Consultatierapport 'Technisch-economische parameters van duurzame energie opties in 2009-2010.

Plan Amsterdam, 'Leegstand naar bouwjaar in amsterdam', 2006

NVB Thermometer kantoren 'verdeling aanbod kantoren 2002 en 2007 naar nieuw en bestaand', 2008

Saelens D., Carmeliet J., and Hens H., 'Energy Performance Assessment of Multiple Skin Facades', International Journal of HVAC&R Research., vol. 9, nr. 2, pp.167-186. 2003,

Senternovem, Kompas, energiebewust wonen en werken, uitgave 2007, cijfers en tabellen 2007

Streicher, W, iov Best façade, Intelligent Energy Europe, : 'Best practices for double skin facades', 2005

Vreenegoor, R.D.P. et al, 'Groen, groener, groenst?' TVVL Magazine, Eindhoven, 2006

Vreenegoor, R.D.P. et al, 'Groen, groener, groenst?' TVVL Magazine, Eindhoven, 2006

Zwart, Fh de, et al, Concept voor een energieproducerende kas, enkele deelstudies. Innovatienetwerk, Den haag, 2003

Bijlagen

Bijlage A 5 visies over duurzaamheid, bron: Senter Novem

	Omschrijving	Waar leidt deze visie toe in de praktijk?	Opmerkingen
Visie 1	Duurzaam = 'het gaat lang mee en heeft weinig onderhoud nodig', zonder speciale aandacht voor milieubelasting en afvalproblematiek.	> materialen zonder recycling = uitputting van voorraden > de winning kan landschapsaantasting opleveren > productie + transport kunnen gezondheidsgevaar opleveren	Deze visie is in feite achterhaald sinds de Brundtland-commissie heeft geformuleerd dat onder duurzaam wordt verstaan: huidige generaties voorzien in hun behoeften zonder (milieu-)problemen door te schuiven naar volgende generaties.
Visie 2	Indien het materiaal de gezondheid niet schaadt en het kan gerecycled worden, dan bestaan er geen bezwaren. Er zijn wel voorkeuren, maar als er geen alternatieven zijn mag ieder wettelijk toegestaan product worden toegepast.	> terughoudend met zink, koper, lood > voorkeur: duurzaam geproduceerd hout, vernieuwbare grondstoffen, recyclebare grondstoffen > geen onoverkomenlijke bezwaren tegen overige materialen	Voor de meeste bouwmaterialen geldt dat er geen al te grote <i>rechtstreekse</i> negatieve invloed op de gezondheid en het milieu is en dat ze later gerecycled kunnen worden. De meest gangbare mening is dat er dan geen bezwaar is ze te gebruiken.
Visie 3	Aan sommige bouwmaterialen kleven bezwaren vanwege (de verdenking van) gevaarlijke stoffen, uitputting, aantasting van landschap, bedreiging van flora en fauna en dergelijke.	Bovenop visie 2 ook bijvoorbeeld: > geen PVC, ook niet met recycling-garantie > geen zink, koper, lood > geen portland cement > uitsluitend duurzaam geproduceerd hout	Deze groep houdt meer dan de vorige 'het zekere voor het onzekere'. Hoewel er soms geen harde bewijzen zijn van schadelijkheid vindt deze groep dat (naar hun mening) verdachte producten of productieprocessen vermeden moeten worden.
Visie 4	De (vrijwel) consequente keuze voor lokale, 'natuurlijke' en gezonde materialen.	Bovenop visie 2 en 3 ook bijvoorbeeld: > Inlands/Europees duurzaam geproduceerd hout > vlas > schapenwol > leem > gebakken kleiprodukten > etc.	Ook wel 'ecologisch bouwen' genoemd; vooral nadruk op gezondheidsaspecten van de toegepaste materialen.
Visie 5	Cradle to cradle: gebouwen en ruimtelijke inrichting leveren een meerwaarde op voor eigenaren, gebruikers en omgeving.	Bovenop visie 4 ook bijvoorbeeld: > het energie leverende gebouw > het water zuiverende gebouw > bouwmaterialen krijgen na gebruik opnieuw een hoogwaardige functie in de biologische of technische kringloop.	Dit is een geheel nieuwe visie die met name voor de gebouwde omgeving nog in ontwikkeling is. Zie ook de begrippenlijst .

Bijlage B Evaluatie energieprestatie rekenmodellen:

Rekenmodellen
energieprestatie:

Adeline	Positief Negatief	Eenvoud in invoer en omgang, goede schatting energieprestatie niet heel precieze berekening
TRNSYS	Positief Negatief	Goede schatting energieprestatie onzekerheden door gebruik standaardsituaties, vooral voor berekening aparte ruimtes
(computer fluid dynamics)	Positief Negatief	Maakt gedrag gebouw/ruimte visueel duidelijk Zeer tijdrovend
EPC	Positief Negatief	Geschikt voor gebouwvolumes, eenvoudig een ruwe schatting te maken Hoog abstractieniveau; minder geschikt voor aparte ruimtes, slechts één functie mogelijk in gebouw

Bron: Koene, F. G.H. et al, iov ECN, Intelligente gevels in de utiliteitsbouw, ECN,

Jan 2003

Bijlage C Evaluatie energieprestatie rekenmodellen:

	EPN	BREEAM	LEED	GreenCalc*	EcoQuantum
land	NL	GB	VS	NL	NL
methodiek	berekening	checklist	checklist	berekening	berekening
toepassing	nieuwbouw woningen & utiliteit	meerdere versies voor diverse gebouwtypen	meerdere versies voor diverse gebouwtypen	bestaande- en nieuwbouw woningen & utiliteit	nieuwbouw woningen
onderwerpen	- energie	- management - gezondheid & comfort - energie - transport - water - materiaalgebruik - landgebruik & ecologie - vervuiling	- duurzame landontwikkeling - waterbesparing - energie & atmosfeer - materiaalgebruik - binnenmilieu	- energie - materiaalgebruik - water (- mobiliteit)	- energie - emissies - materialen - afval
uitkomst	EPC of Qtot/Qtoel (multifunctioneel gebouw)	percentage behaalde punten en label voldoende, goed, zeer goed of excellent	aantal behaalde punten en label certificatie, zilver, goud of platinum	milieu-, eigen-, gebouw- of wijk- index. Milieulabel en milieukosten t.o.v. referentie uit 1990	beoordeling 12 milieu-impact categorieën, 4 milieu metingen of 1 EcoQuantum totaal score
doelgroep	bouwkundig ingenieurs	eigenaren, gebruikers, architecten, projectontwikkelaars, adviseurs en overheid	architecten, vast- goedontwikkelaars, ingenieurs, over- heidsinstellingen	architecten, ingenieurs-, en adviesbureaus, opdrachtgevers en beleidsmedewerkers	ontwerpers, adviseurs & gemeenten
beschikbaarheid	software is te koop bij Normalisatie Instituut	checklist is vrij verkrijgbaar	checklist is vrij verkrijgbaar	software is te koop bij stichting Sureac	vrij te downloaden (vanwege staken onderhoud)

Bijlage D Evaluatie energieprestatie rekenmodellen:

Energie- en waterbesparende maatregelen

MAATREGEL	MAX. BESPARING (%)	BESPARING OP
Aparte ketel voor warmtapwatervoorziening	5 - 30	Gas
Zonneboiler	40 - 50	Gas
Scheiding verwarming en tapwater	Stilstandsverliezen cv	Gas
Leidingsisolatie circulatiesysteem	Leidingverliezen	Gas
Vervang elektrische boiler door gasgestookte HR-toestel	15 - 40	Gas
Vervang gasgestookte toestel door toestel met een beter rendement	5 - 20	Gas
Schakelklok op circulatiepomp*	Leidingverliezen	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Verlaging boiler temperatuur*	2 - 5	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Decentraliseer de warmtapwateropwekking (beperken leidingslengten)	5 - 20	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Klokschakeling op circulatiepomp van warmtapwaterinstallatie	5 - 40	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Isoleer leidingen warmtapwater	2 - 8	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Pas de temperatuurinstelling aan (nooit < 60°C)	2 - 8	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Schakelklok op boiler	2 - 5	Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Warmtepompboiler	10 - 40	Primaire energie
Waterbesparend toilet	10 - 20	Water
Regenton	2 - 10	Water
Directe leiding van ww toestel naar keuken	2 - 8	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Doorstroombegrenzer op badkamer en keukenkraan	10 - 25	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Thermostatische mengkraan badkamer	5 - 10	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Doorstroombegrenzer	5 - 20	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Waterbesparende keukenkraan	5 - 10	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Kleinere badkuip	20 - 30	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Thermostatische mengkraan	5 - 10	Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater

*Na iedere verlaging of bedrijfszonderbreking opwarmen tot boven de 60°C i.v.m. legionellabacterie. Alleen toe te passen bij overcapaciteit boiler(s).

Bron: SEV 1996, Meijer E&M 2005

Bijlage E: Overzicht van energiebesparende maatregelen.

Reduceren

meerkosten/m²

Meerkosten investering

**Ingrepen gebouw:
ontwerp
aanpassingen**

LICHT

Led TL ipv Conventioneel TL	20	120000
Led spot ipv spaarlamp		
Breng een schakelklok (verlichting) aan		
Breng een lichtgevoelige sensor of daglichtafhankelijke schakeling aan op de buitenverlichting aan		
Pas een dimregeling toe		
Pas aanwezigheidsafhankelijke schakeling toe		
Pas hoog frequente voorschakelapparatuur toe (HF)		
Vervang gloeilampen door PL/SL lampen		
Pas TLarmaturen met een hoger rendement toe		
Pas spiegeloptiekarmaturen toe		
Pas het verlichtingsniveau aan aan gebruik ruimten		
Schakel het licht via deurkontakt uit		
Verdeel de verlichting over meerdere groepen		
Pas een centrale lichtbediening naar functionaliteit toe		
Plaats reflectoren achter open TLlampen		
Pas een centrale lichtbron toe met gasontladingslamp met lichttransporterende kabels		
Pas een kunststof lichttoetredingssysteem toe (reflecterende koper)		
Maak armaturen en lichtsensoren regelmatig schoon		
Pas schakelklokinstellingen aan		
Regel een lager verlichtingsniveau tijdens de nacht (bijv. hal)		
Schilder ruimten in lichte kleuren		
Schakel verlichting uit in ongebruikte ruimten		
Schakel verlichting uit bij voldoende lichtinval		

erk
ost
en/
m²
Me
erk
ost
en
inv
est
eri
ng

VERWARMING

Breng een schakelklok (verlichting) aan	20	120000
Verlaging ruimtetemperatuur		

VENTILATIE

Toegangsdeuren met een automatische bediening		
Afsluitbare ventilatieroosters		
Zelfregelende ventilatieroosters		
Verbeterde bedieningsmogelijkheden ventilatieroosters en ramen		
Warmteterugwinning uit ventilatielucht		
Ventilatievoud van ruimten goed ingesteld		
Verbeterde of geregelde verdeling van de luchthoeveelheid		
Het ventilatiesysteem ingedeeld naar gebouwdelen met eigen gebruikstijden		
Schakelklokken		
Overwerktimers op de mechanische ventilatie		
Toerentalregeling op de ventilator		
Uitwendige kanaalisolatie (mech.vent.)		
Deurdrangers op buitendeuren		

Tochtsluizen bij de toegang
Tochtnaden of kierdichting
Draaideur in plaats van een open entree
Schakelklokinstellingen aangepast
Instelling ventilatietijdstippen
Periodiek onderhoud (mech.vent.)
Regelmatige reiniging filters en warmtewisselaars (mech.vent.)
Verbeterde afstelling van de tochtsluizen
Koeling beperken tot bedrijfsuren
Verhoogde setpoint koeling
Opsplitsing koelsystemen in bedrijven
Koudeopslag in de bodem

TAPWATER

Aparte ketel voor warmtapwatervoorziening 5 ↑0 Gas
Zonneboiler ↑0 50 Gas
Scheiding verwarming en tapwater Stilstandsverliezen cv Gas
Leidingisolatie circulatiesysteem Leidingverliezen Gas
Vervang elektrische boiler door gasgestookte HRtoestel 15 ↑0 Gas
Vervang gasgestookte toestel door toestel met een beter 5 20 Gasrendement
Schakelklok op circulatiepomp* Leidingverliezen Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Verlaging boiler temperatuur* 2 5 Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Decentraliseer de warmtapwateropwekking (beperken 5 20 Gas/elektriciteit tbv warm tapwaterleidinglengten)
Klokschakeling op circulatiepomp van warmtapwater 5 ↑0 Gas/elektriciteit tbv warm tapwaterinstallatie
Isoleer leidingen warmtapwater 2 8 Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Pas de temperatuurinstelling aan (nooit < 60°C) 2 8 Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Schakelklok op boiler* 2 5 Gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Warmtepompboiler 10 ↑0 Primaire energie
Waterbesparend toilet 10 20 Water
Regenton 2 10 Water
Directe leiding van ww toestel naar keuken 2 8 Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Doorstroombegrenzer op badkamer en keukenkraan 10 25 Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Thermostatische mengkraan badkamer 5 10 Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Doorstroombegrenzer 5 20 Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Waterbesparende keukenkraan 5 10 Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Kleinere badkuip 20 ↑0 Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater
Thermostatische mengkraan 5 10 Water en gas/elektriciteit tbv warm tapwater

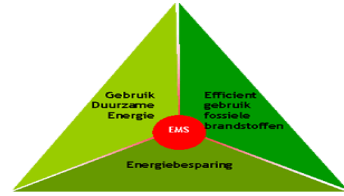
Bijlage F: Aannames energieprofiel voor RDM gebouw;

- 1 Senternovem, Kompas, energiebewust wonen en werken, uitgave 2007, cijfers en tabellen 2007
- 2 Cace, J., Horst ter, E., Urban wind turbines; Leidraad voor kleine windturbines in de bebouwde omgeving, WINEUR, Februari 2007. Er is hier uitgegaan van 150 kWh/m², en een oppervlak van 7,2
- 3 Windmolen: senternovem, uitgangspunten: windmolen op land, Deдалus model, diameter = 2 m, vollasturen = 2500 per jaar

- 4 Warmtepomp; op basis van advies Senter novem is gekozen voor een grondwatersysteem. uitgangspunten; vermogen pomp = 11 KW, aantal draaiuren per jaar =3000
- 5 Bron Bio-afval: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Gemeentelijke Afvalstoffen; hoeveelheden 2008
- 6 Bron oogstbare zonne-warmte: Weel, P van, Universiteit Wageningen, 2008, De (semi) gesloten kas. uig. punten: piekvermogen =21W/m², jaaropbrengst=16 kwh/m²
- 7 bron energieverbruik: BREEAM Pre-assessment estimator, Building research establishment Ltd, 2006
- 8 Initiële berekening CO₂ gebruik, verbruik energie: EPC berekening, EPI
- 9 Tilburg, X van, et al, 'technisch-economische parameters van duurzame energie-opties, ECN en KEMA, 2009
- 10 Heuvelink & Marcelis, CO₂, temperatuur en energiebesparing, WUR, 12 feb 2009
- 11 LED verlichting: LedNederland.nl uitgangspunt: XXXX¹
- 12 Face change materials: Thermusol, fabrikant: Capzo uitgangspunten:
- 13 CO₂ Opname kas: Heuvelink, E, Marcelis, L, CO₂, temperatuur en energiebesparing, Wageningen UR, feb 2009
- 14 Bio-WKK: Bron = senter novem. uitgangspunten; vermogen=30KW, toevoer 1=16 ton houtpallets pj vanuit biovergister; op basis van XXXXX²
- 15 PV: Bron =Senter Novem, uitgangspunten; Monokristallijn silicium, opbrengst = 100kwh/m²/jaar, 500 m² geplaatst
- 16 Zonnecollectoren; Bron = Senter Novem, uitgangspunten; opbrengst = 320 kwh/m²/jaar, 250 m² geplaatst

¹ Dit is nog onderwerp van onderzoek

² Idem



Op basis van: Rc waarde =4, zonwering zuidzijde, stadsverwarming, laagtemperatuur verwarmingsstelsel, mechanische lucht toe- en afvoer met warmteterugwinning

	hoeveelheid	eenheid	kosten
Gegevens gebouw			
Gebruiksoppervlak (m2)	6000	m2	
gebouwschil oppervlak	5481	%	
Percentage glas in zuidgevel	100	%	
Percentage glas in oostgevel	100	%	
Percentage glas in noordgevel	25	%	
Percentage glas in westgevel	25	%	
Percentage glas in dak	0	%	
Gevels			
type vliesgevel	dubbele huidgevel		
U waarde vliesgevel	0.5		
ZTA vliesgevel	0.4		
RC dak	4		
RC gevel	4		
RC vloer	4		
RC dak	4		
U raam	1.2		
ZTA waarde glas	0.8		
Zonwering	ja		
Luchtdoorlatendheid	0.2	dm3/s*m2	
Thermische capaciteit	zware constructie		
Warmte			
Koude afgifte	Airconditioner		
Ventilatie			
Type ventilatie bij dubbele huid	mechanische toe en afvoer		
Ventilatie systeem	Ja		
Warmte terugwinning	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer		
Luchtverversing	10 dm3/s per persoon		
Ventilatievoud	xxx		
Domotica en gebruik			
Verlichtingsvermogen	xxx		
Extra			
Zonneboiler	Ja		
PV Cellen	nee		

Bijlage G: ENERGIEPROFIEL

Aannames: 1 Indeling wonen en kantoor: aanname is dat door indeling een woning door zoninval 3 graden wordt opgewarmd. Dit scheelt 3 graden verwarming. 1 graad kan 7% minder energie kosten (cumulatief) 2		Koeling	Tapwater	Verwarming	Verlichting	Totaal Electriciteit (Mj)	Totaal verwarming en koeling (Mj)	EPC	Reducties Co2	TOTAAL CO2 GAS (KG CO2)	TOTAAL CO2 ELECTRICITEIT (KG CO2)	TOTAAL CO2 (KG CO2)	Duurzame energie: Prijs (Euro/Mj)	Investering	Verdeeld over 5 jaar	Verdeeld over 15 jaar
		Omreken factoren Co2 voor verlichting: electriciteit uit kolencentrale Co2 voor verwarming: warmte uit aardgas Kosten electriciteit Kosten Gas Energie inhoud m3 aardgas														
		209353	635384	338462	338462	1152359	3292455	0.61	23%	187011	65454	252465				
REDUCTIES <i>op basis van industrial ecology</i>																
<i>Ingrepen gebouw: indeling</i>																
Wonen zuid, kantoor Noord						10662	0						0	0	0	0
<i>Ingrepen gebouw: licht</i>																
Led TL ipv gewoon TL						236923						22413	0.51	120000	0.1013	0.0338
Aanwezigheids inschakeling verlichting						47385						4483	0.42	20000	0.0844	0.0281
pas verl.niv verl aan aan gebruik						37908						3586	0.13	5000	0.0264	0.0088
schilder ruimten in lichte kleuren						15163							0	0	0	0
<i>Ingrepen geb: verwarm/koeling</i>																
Opsl warmt/koud face change materials							27391							75000		
Verwarming aanpassen per ruimte							4738						1.06	5000	0.2110	0.0703
Overall 1 graad minder warm							23692						0	0	0	0
Koeling beperken tot kantoorruimten							62806						0.08	5000	0.0159	0.0053
(Isolatie al meegenomen in EPC)						0	118627						1.1348	10000	0.2270	0.0757
<i>Ingrepen gebouw: Ventilatie</i>																
Vent syst inged in delen geb m eig gebr							4945						1.01	5000	0.2022	0.0674
Brenschakelklok aan voor ventilatie							12361						0.40	5000	0.0809	0.0270
<i>Ingrepen gebouw: tapwater</i>																
decentraliseer warmwateropwekking							95308						0.05	5000	0.0105	0.0035
verlagen boiler temperatuur							27004							0		
						122311	0						0.0525	5000	0.0105	0.0035
TOTAAL REDUCTIES						470352	135933					41135		170000		
OPWEKKEN DUURZAME ENERGIE <i>Ingrepen gebouw: bouwkundige aanpassingen</i>																
Vliesgevel zuidzijde: warmte							112500					10643	3.000	337500	0.6000	0.2000
Kas op dak: warmte							174960					9938	2.572	450000	0.5144	0.1715
Kas op dak: electriciteit												16551	0.572	100000	0.1143	0.0381
Kas op dak: opname CO2 door planten												5000	0	0		
						174960	287460					42131		887500		
<i>Op basis van extra techniek</i>																
Biomassa gestookte WKK						368000	1005867					129968	0.006	8350	0.0012	0.0004
Warmte/koude opslag							1316982					124586	0.004	5200	0.0008	0.0003
Windmolen: horizontaal, d=2m							72000					6811	0.528	38000	0.1056	0.0352
PV cellen zuidgevel: monokristallijn silicium							120000					11352	7.500	900000	1.5000	0.5000
Zonnecollectoren												54442	0.167	96000	0.0334	0.0111
												0				
						560000	2898349					197192		1047550		
TOTAAL OPWEKKEN						734960	3185809					239323		1935050		
TOTAAL						1205312	3321742	MI BESPAARD				280458	KG CO2 BESPAARD	2105050	euro	
Was nodig						1152359	3292455					252465				
Blijft over						-52953	-29287					-27993				
Reductie						105%	101%					111%				

- 1 Senternovem, Kompas, energiebewust wonen en werken, uitgave 2007, cijfers en tabellen 2007
- 2 Cace, J., Horst ter, E., Urban wind turbines; Leidraad voor kleine windturbines in de bebouwde omgeving, WINEUR, Februari 2007. Er is hier uitgegaan van 150 kWh/m2, en een oppervlak van 7,2
- 3 Windmolen: senternovem, uitgangspunten: windmolen op land, Deedalus model, diameter = 2 m, vollasturen = 2500 per jaar
- 4 Warmtepomp: op basis van advies Senternovem is gekozen voor een grondwatersysteem. uitgangspunten; vermogen pomp = 11 KW, aantal draaiuren per jaar =3000
- 5 Bron Bio-afval: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Gemeentelijke Afvalstoffen; hoeveelheden 2008
- 6 Bron oogstbare zonne-warmte: Weel, P van, Universiteit Wageningen, 2008, De (semi) gesloten kas. uig. punten: piekvermogen =21W/m2, jaaropbrengst=16 kwh/m2
- 7 bron energieverbruik: BREEAM Pre-assessment estimator, Building research establishment Ltd, 2006
- 8 Initiele berekening CO2 gebruik, verbruik energie: EPC berekening, EPI
- 9 Tilburg, X van, et al, 'technisch-economische parameters van duurzame energie-opties, ECN en KEMA, 2009
- 10 Heuvelink & Marcellis, CO2, temperatuur en energiebesparing, WUR, 12 feb 2009
- 11 LED verlichting: LedNederland.nl uitgangspunt: XXXX
- 12 Face change materials: Thermosol, fabrikant: Capzo uitgangspunten:
- 13 CO2 Opname kas: Heuvelink, E, Marcellis, L, CO2, temperatuur en energiebesparing, Wageningen UR, feb 2009
- 14 Bio-WKK: Bron = senter novem. uitgangspunten; vermogen=30KW, toevoer 1=16 ton houtpallets pj vanuit biovergister; op basis van XXXXX
- 15 PV: Bron =Senter Novem, uitgangspunten; Monokristallijn silicium, opbrengst = 100kwh/m2/jaar. 500 m2 geplaatst
- 16 Zonnecollectoren; Bron = Senter Novem, uitgangspunten; opbrengst = 320 kwh/m2/jaar, 250 m2 geplaatst