

Synergetische kosten-effectieve Architectuur
www.cost-effective-architecture.com

afstudeeronderzoek
Ruben van der Plas
15-04-2014

Docenten:
Peter de Jong
Robert Nottrot
Ype Cuperus

Synergetische kosten-effectieve Architectuur
www.cost-effective-architecture.com

Samenvatting

Het doel van dit afstudeeronderzoek is te ontdekken hoe de investerings- en huisvestingskosten van gebouwen gereduceerd kunnen worden zonder daarbij architectonische kwaliteit te verliezen. Diverse bronnen vermelden dat *synergetisch* ontwerpen ($1+1=3$) dé oplossing biedt voor dit vraagstuk. Echter, deze ontwerpmethodiek blijkt zo moeilijk uit te voeren te zijn, dat dit onderzoek vervolgens ingaat op hoe het synergetisch ontwerpen *gefaciliteerd* kan worden. Literatuur over hersenonderzoek wordt gebruikt om aan te tonen dat gevisualiseerde informatie een belangrijke oplossing kan bieden op dit vraagstuk. Tot slot gaat dit onderzoek in op de website www.cost-effective-architecture.com, wat een facilitator voor kosten-efficiënte architectuur is en tevens het afstudeerproduct.

1. Aanleiding

Kijken we naar de paperclip, dan zien we een bijzondere verweving van zuinigheid en esthetiek. Het bestaat uit slechts één basismateriaal (ijzerdraad), en word met slechts één bewerkingstechniek vervaardigd (ombuiging). Toch doen deze kostenreducties niets af aan een evidente functionaliteit en esthetiek.

In de architectuurwereld lijkt de verhouding tussen kwaliteit en kostenreductie heel anders te liggen. Men spreekt over het algemeen van een bijna onvermijdelijke tegenstelling tussen bezuinigen aan de ene kant, en het vermeerderen van kwaliteit aan de andere kant¹. Van deze twee ogenschijnlijk conflicterende uitgangspunten wordt gezegd dat ze een spil kunnen vormen tussen (betalend) opdrachtgever en (ontwerpend) architect, en dat het een bron van ergernis en architectonische compromissen is.

Maar bestaat deze tegenstelling tussen kostenverlaging en kwaliteit wel? Het ontwerp van de paperclip doet anders vermoeden. Wat weerhoudt de architect ervan gebouwen net zo logisch, functioneel en schoon te ontwerpen als de paperclip?

In een poging het gestelde probleem op te lossen, wordt in dit artikel eerst kort ingegaan op de kosten van een architectonisch ontwerp. Vervolgens wordt er gekeken naar het principe van *synergie*. Daarna wordt ingegaan op *hersenonderzoek* met betrekking tot synergie en hoe het synergetisch ontwerpproces *gefaciliteerd* kan worden. Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is een hulpmiddel aan te reiken waarmee gebouwen makkelijker ontworpen kunnen worden naar het voorbeeld van de paperclip.

2. Compromitterende kostenverlaging

Om de vraag te kunnen beantwoorden hoe er op een gebouw- en huisvestingskosten bezuinigd kan worden zonder kwaliteit te verliezen, wordt hier eerst kort ingegaan op de conventionele wijze van bezuinigen op investerings- en huisvestingskosten.

Investeringskosten worden grotendeels bepaald door de prijs van de bouwelementen waaruit het ontwerp opgebouwd is. Wil men op de investeringskosten bezuinigen, dan is het noodzakelijk óf bouwelementen uit het ontwerp te schrappen, óf de goedkoopste variant van het bouwelement te kiezen. Deze twee opties van bezuiniging leiden in de regel tot verlies van kwaliteit. Zo kan er bijvoorbeeld een vide geschrapt worden of kan een duurder bouwelement vervangen worden door een goedkoper alternatief. Het onvermijdelijk gevolg van deze methode is dat de kwaliteit van het ontwerp vermindert. Dit is niet de oplossingsrichting waarnaar we op zoek zijn.

Huisvestingskosten in de utiliteitsbouw bestaan uit terugkomende kosten voor schoonmaak, elektriciteit, gas en onderhoud². Deze kosten kunnen gereduceerd worden door in het architectonisch ontwerp op deze factoren te anticiperen. Zo is het mogelijk bijvoorbeeld de koelingskosten te verlagen door zonneschermen op het gebouw te plaatsen. Deze methodes om huisvestingskosten te verlagen leiden in de regel tot kwaliteitsverlies. Dergelijke interventies als zonneschermen passen namelijk vaak niet in het initiële architectonische idee, en worden gezien als concessies. Bovendien verhogen deze interventies vaak de investeringskosten, waardoor er een conflict ontstaat tussen investerings- en huisvestingskosten.

1 L. Volker, & J. Heintz, 'Kwaliteit' (2007), in J. Wamelink, & R. Geraedts, & F. Hobma, & L. Lousberg, & P. de Jong, (Eds.), Inleiding Bouwmanagement. Delft: VSSD 2007, p. 186.

2 K. Petzinka, B Lenz, 'Planning and building life cycles' (2008). In M. Hegger, M. Fuchs, T. Stark, M. Zeumer (Eds), *Energy manual*, Basel: Birkhäuser, p. 30.

3. De compromisloze wijze van het verminderen van bouwelementen en het verlagen van huisvestingskosten

Tegenover de hierboven beschreven conventionele wijze van bezuinigen, is er ook een tendens het gebouw zó te ontwerpen dat er a priori minder elementen nodig zijn om aan alle gestelde eisen en wensen te voldoen. Dit wordt *synergetisch* ontwerpen genoemd³. Deze methodiek houdt in dat het gebouw zo ontworpen wordt dat de bouwelementen meer functies vervullen dan waarvoor ze in eerste instantie bedoeld zijn. Zo kan één element door een slimme plaatsing twee eisen vervullen, waarmee een tweede element compromisloos weggelaten kan worden.

Ter illustratie van dit principe nemen we weer de paperclip als voorbeeld. Een element van de paperclip dat tegelijkertijd twee functies vervult is de ombuiging van het ijzerdraad. Deze rondingen van de paperclip zorgen voor flexibiliteit om de paperclip 'open' te kunnen buigen. Tegelijk geven dezelfde rondingen de paperclip zijn breedte, waardoor het steviger het papier vasthoudt. Er worden hier dus aan twee eisen voldaan met één element. Door een intelligente keuze is er een eis 'gratis' ingewilligd.

In dezelfde lijn is het ook mogelijk met twee elementen drie eisen te vervullen. Dit wordt synergetisch ontwerpen genoemd, en aangeduid met de leus '1 + 1 = 3'. Door bouwelementen op slimme wijze te combineren of te verweven, kunnen ze meer eisen vervullen dan ze los van elkaar zouden doen. Het kostenreducerend aspect van synergetisch ontwerpen is het gevolg van een verminderde hoeveelheid benodigde elementen om de gestelde doelen te halen.

Ten opzichte van de conventionele wijze van bezuinigen, is de synergetische kostenbesparing niet op hinderlijke wijze 'zichtbaar'. Er worden namelijk geen bouwelementen tegen wil en dank weggehaald of versoberd. Er worden weliswaar minder elementen ingezet, maar de zichtbare gebruikte elementen stralen zelf op geen enkele manier zuinigheid uit. Zo is de paperclip een zuinig ontwerp, maar straalt het geen compromissen uit. Integendeel ziet een paperclip er juist zuiver en logisch uit omdat elk element optimaal ingezet wordt. In de volgende paragraaf wordt nader ingegaan op deze 'synergetische esthetiek'.

4. Synergie bewerkt minimalistisch holisme

In de vorige paragraaf kwam naar voren dat de paperclip niet alleen een zuinig ontwerp is, maar dat het ook een bepaalde zuivere logica uitstraalt. Daarom wordt in deze paragraaf ingegaan op de vraag of synergie uit zichzelf het ontwerp een bepaalde esthetiek meegeeft.

Om deze vraag te beantwoorden kan gebruik gemaakt worden van de leus '1 + 1 = 3'. In deze optelsom vertegenwoordigt de 3 het aantal hypothetische te vervullen eisen. Een synergetisch ontwerp gebruikt hiervoor echter niet 3, maar 2 elementen. Het gevolg van het verminderd aantal gebruikte elementen is dat synergetische gebouwen minimalistischer van aard zijn. Minimalisme is hiermee een algemeen aspect van een synergetische esthetiek.

Een tweede algemeen esthetisch aspect van het synergetische ontwerp is te duiden als we inzoomen op het plus-symbool van $1 + 1 = 3$. Het plus-symbool symboliseert namelijk de wijze waarop de twee gebruikte elementen gecombineerd worden. Deze combinatie moet dermate intelligent en specifiek zijn dat er een derde eis ingewilligd wordt. Het gevolg van deze manier van combineren is dat er in het ontwerp een hechte verweving tussen de bouwelementen ontstaat. Het ene element is onlosmakelijk verbonden met het andere. Bij een hypothetisch perfect synergetisch architectonisch ontwerp zouden alle bouwelementen als een ketting aan elkaar geschakeld zijn. Element A is aan B verweven, maar element B is ook aan element C verweven, enzovoorts. Deze verweving bewerkstelligt een esthetiek die als 'holistisch' aangeduid kan worden⁴. Net als in een paperclip staat in een zuiver synergetisch ontwerp geen enkel element als een losse eenheid in

3 Van Dale omschrijft 'synergie' als volgt: "situatie waarin het effect van twee of meer samenwerkende of gecombineerde organen of functies groter is dan de som van de effecten die elk van de organen of functies alleen zou kunnen opwekken."

4 Volgens Oxford dictionaries wordt holisme gedefinieerd met: "The theory that parts of a whole are in intimate interconnection, such that they cannot exist independently of the whole, or cannot be understood without reference to the whole, which is thus regarded as greater than the sum of its parts." Fascinerend is dat deze definitie eindigt met de kern van synergie; $1 + 1 = 3$.

het geheel. Integendeel zijn alle elementen op een intelligente wijze verweven om zoveel mogelijk doelen te dienen.

Uit bovenstaande paragrafen kan geconcludeerd worden dat in het synergetisch ideaal, kostenreductie en kwaliteitsvermeerdering hand in hand gaan. Door synergetisch te ontwerpen worden niet alleen bouwelementen bespaard, maar verkrijgt het ontwerp daarnaast een minimalistische en zuivere holistische esthetiek waarin de maximale potentie uit de ontwerpelementen gehaald wordt. Alle (verborgen) existentiële kwaliteiten van ontwerpelementen worden aangewend. Een zuinigheid die niet tot versobering leidt, maar tot een bewuste dankbaarheid naar wat elk element kán. Aangezien dit te mooi klinkt om waar te zijn, gaat de volgende paragraaf in op de vraag of synergetisch architectonisch ontwerpen wel haalbaar is.

5. Waarom synergetisch ontwerpen zo moeilijk is

Na de conclusies van voorgaande paragrafen zou de vraag kunnen rijzen of het wel haalbaar is synergie toe te passen in de complexe bouwpraktijk. Onderzoekster Alijd van Doorn stelt dat dit weldegelijk mogelijk is, ze doet deze uitspraak op basis van statistisch onderzoek van adviesbureau Davis Langdon. Dit bureau heeft verscheidene soortgelijke gebouwen analytisch vergeleken en kwam tot de conclusie dat synergie (mits het vroegtijdig in het ontwerpproces toegepast wordt) in de bouwpraktijk een beproefd middel is om energieneutrale gebouwen te maken zonder hogere investeringskosten dan conventionele gebouwen⁵.

Waarin zit dan de moeilijkheid van het synergetisch ontwerpen? Om deze vraag te beantwoorden moet eerst kort ingegaan worden op het ideale synergetische ontwerpproces. Het ontwerpen van een synergetisch gebouw vereist het vinden van schaarse synergetische combinaties of 'matches'⁶ tussen verschillende bouwcomponenten of -principes. Dit vraagt van de ontwerper dat hij vanaf het begin van het ontwerpproces (als de invloed op de kosten het grootst is⁷) een zo groot mogelijke pool van informatie-eenheden in zijn hersenen vasthoudt⁸. Door deze informatiewolk te vergroten, vermeerderd hij namelijk de kans dat hij een waardevolle synergetische combinatie van ontwerpaspecten vindt. Het scala aan ontwerpaspecten als stedenbouwkundige inpassing, bouwvolume, beoogde esthetiek, gevelreiniging, daglichttoetreding en demontabiliteit zouden idealiter tegelijkertijd betrokken moeten worden in het prilste ontwerpproces om veel combinaties of matches te vinden, om dientengevolge tot een overkoepelend kostenbewust synergetisch resultaat te kunnen komen.

Hoewel synergetische architectuur dus mogelijk lijkt, is het wel uiterst lastig te ontwerpen. De reden hiervoor is het veelomvattende en uiteenlopende eisenpakket waar een gebouw aan moeten voldoen. Om dit te duiden kunnen we ter vergelijking naar het eisenpakket van de paperclip kijken. De te ontwerpen paperclip moest:

- uit één basismateriaal bestaan;
- met één bewerkingstechniek gefabriceerd worden;
- variërende stapeldiktes papier bij elkaar kunnen houden;
- 'open' en 'dicht' kunnen;
- krachten in de x, y en z richting kunnen weerstaan.

Ondanks dat hier sprake is van slechts vijf eisen, is het onwaarschijnlijk dat een ontwerper vanuit deze criteria snel tot de briljante synergetische vondst van onze huidige paperclip zou komen. Als een paperclip met vijf eisen al moeilijk te ontwerpen is, hoeveel moeilijker is het dan een *gebouw* synergetisch te ontwerpen? Waarbij rekening gehouden moet worden met eisen ten aanzien van

5 A. van Doorn, *Het duurzame ontwerp project*. Amsterdam: SUN 2012, pp. 153-155.

Davis Langdon, *Cost of Green Revisited*. 2007 pp. 23-25.

[<http://www.davislangdon.com/upload/images/publications/USA/The%20Cost%20of%20Green%20Revisited.pdf>].

6 Met een 'match' bedoel ik een combinatie van twee of meer bouwelementen die volgens het principe van '1+1=3' een extra functie vervullen.

7 A. van Doorn, *Ontwerp/proces*. Amsterdam: SUN 2011, p. 13.

8 J. Boekholt, *Bouwkundig ontwerpen*. Eindhoven: Technische Hogeschool Eindhoven 1984, p. 80.

techniek, context, het programma van eisen, materiaal, bouwplaats, fasering, energie, zonering etcetera. Deze eisen overwegende, is het geen wonder dat er zo weinig gebouwen zijn met ver doorgevoerde synergie.

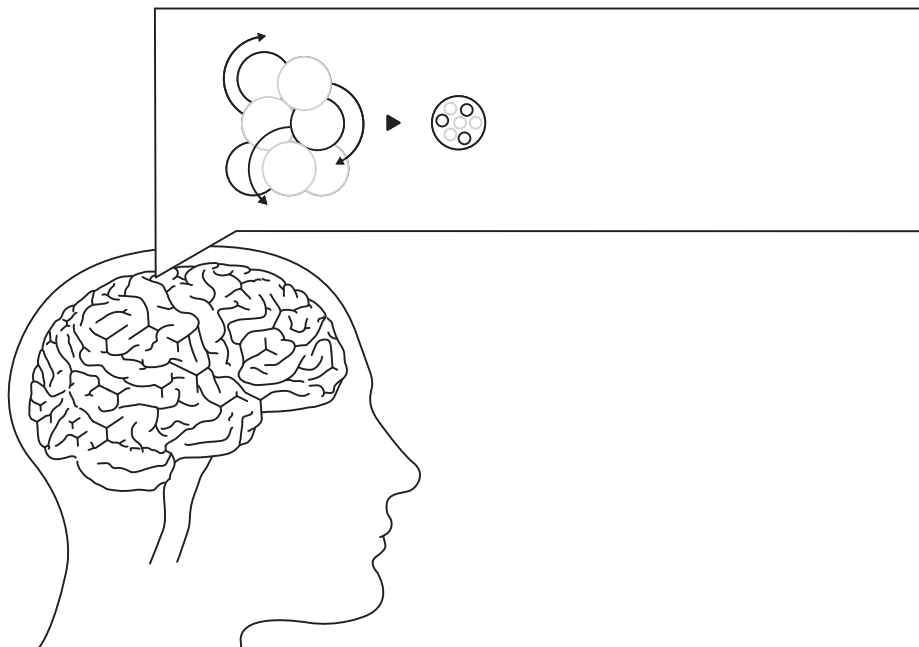
Om meer inzicht te krijgen in de vraag hoe architecten deze opgave aan moeten pakken, gaat de volgende paragraaf in op de cognitieve kant van het synergetisch ontwerpen.

6. De beperkingen van het cognitieve synergetische ontwerpproces

Waarin zit de beperking van architecten om synergetisch te kunnen ontwerpen? Om deze vraag te beantwoorden is het nuttig te kijken naar de cognitieve kant van het synergetisch ontwerpproces. Ten eerste blijkt uit hersenonderzoeken dat slimme (synergetische) ontwerpen ontstaan in een hersenproces dat 'bisociatie' genoemd wordt⁹. Dit proces houdt in dat onze hersenen (buiten ons bewustzijn) informatie-eenheden combineren tot vernieuwende oplossingen voor een probleem waar we ons in ons bewustzijn mee bezig houden.

Waar het cognitieve proces in het kader van dit onderzoek echter in tekort schiet is dat dit bisociatieve proces beperkt wordt door de informatie-toevoer die het vanuit het bewustzijn krijgt. Ons bewustzijn kan namelijk slechts drie tot zeven informatie-eenheden vasthouden om ze aan te reiken aan het onbewuste bisociatieve proces¹⁰. In het proces van synergetisch ontwerpen vormt de informatie-capaciteit van ons bewustzijn dus de bottleneck, waardoor het bisociatieve proces beperkt blijft tot slechts drie tot zeven aspecten van de ontwerpogave (zie onderstaande illustratie).

De consequentie van dit euvel is dat onze hersenen zonder hulpmiddelen niet in staat zijn de overvloed aan eisen en randvoorwaarden van architectonische opgaves te verweven tot één logisch synergetisch geheel. In onze zoektocht naar het faciliteren van synergetische architectuur, zal er een manier gevonden moeten worden om onze toevoer van informatie-eenheden naar onderbewuste bisociatieve proces te vergroten.



7. Gevisualiseerde informatie kan het cognitieve ontwerpproces verrijken en faciliteren

Nu we weten dat het synergetisch ontwerpproces gelimiteerd wordt door onze beperkte hersencapaciteit kunnen we kijken naar methoden om dit euvel te verhelpen. In eerdergenoemd werk van Boekholt wordt hiervoor een oplossing aangedragen. Boekholt stelt dat gevisualiseerde informatie (bijv. pictogrammen of simpele tekeningen) bijzonder snel door de hersenen opgenomen kunnen

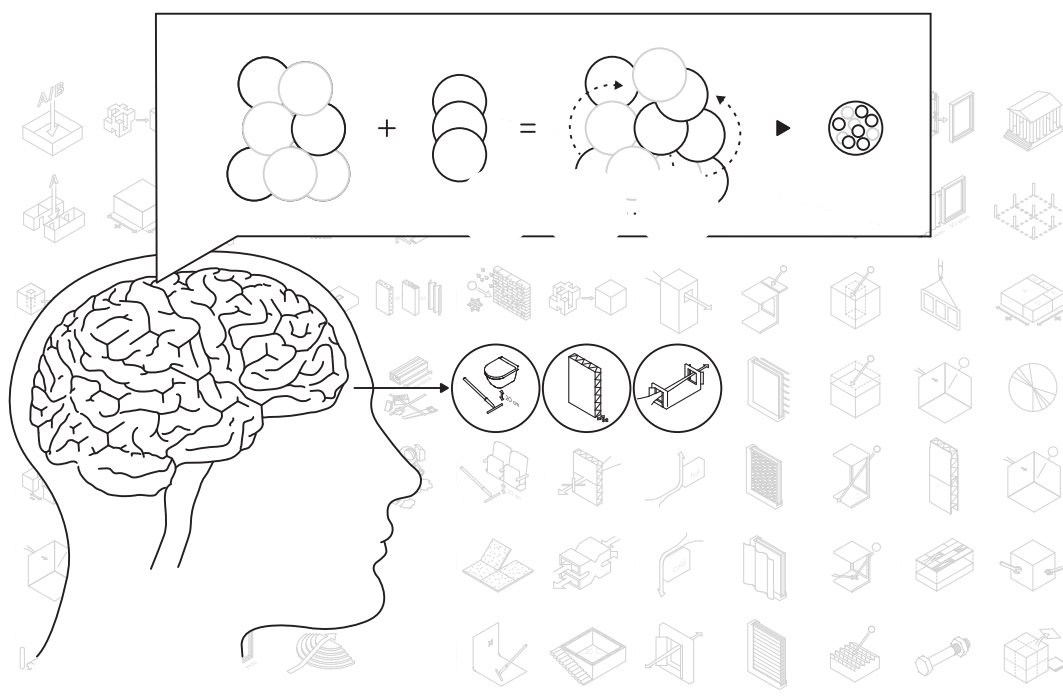
⁹ J. Boekholt, *Ontwerpend leren, leren ontwerpen*. Eindhoven: TU Eindhoven 2000, pp. 11, 15..

¹⁰ *Ibidem*, p. 13.

worden om onderdeel te worden van het bisociatieve proces¹¹.

Door met de ogen naar tekeningen van relevante informatie te kijken, wordt de hoeveelheid gebisocieerde informatie verrijkt. Op deze manier is het dus met behulp van tekeningen mogelijk om onze gelimiteerde hoeveelheid van drie tot zeven informatie-eenheden te vermeerderen. Kijken we naar drie pictogrammen, dan bisocieren we drie plus drie tot zeven plus drie (is zes tot tien) informatie-eenheden. Kortom, door naar gestileerde informatie te kijken kunnen ontwerp oplossingen synergetischer en daarmee goedkoper en holistischer worden. Hierin ligt potentie om het bisociatieve ontwerpproces te faciliteren en te verrijken (zie onderstaande illustratie).

Een belangrijke vraag is nu wélke informatie gevisualiseerd moet worden om het ontwerpproces van synergetische architectuur te faciliteren.



8. Het creëren van een externe geheugendrager voor synergetische kosten-efficiënte architectuur.

Als we voorgaande paragrafen in overweging nemen, komen we tot de conclusie dat een soort generieke catalogus van gevisualiseerde informatie handig is om de totstandkoming van synergetische architectuur te faciliteren. Een dergelijk overzicht zou het synergetisch ontwerpproces op cognitief niveau kunnen faciliteren.

Een belangrijke vraag is echter welke generieke informatie gevisualiseerd moet worden om tot kostenreducerende synergetische architectuur te leiden. Nemen we wederom de paperclip als voorbeeld, dan zien we dat uiteenlopende informatie relevant kan zijn. Zo zou voor het ontwerpen van de paperclip een overzicht van alle materiaalsoorten handig geweest zijn, maar ook een overzicht van manieren om te klemmen. Het is echter evident dat een dergelijke aanpak zou leiden tot teveel pictogrammen om te kunnen overzien.

Aangezien de doelstelling van het synergetische ontwerpen onder andere is investeringskosten en huisvestingskosten te besparen, zouden daarom vooral bezuinigingsstrategieën behulpzaam zijn. Uit eerdergenoemd onderzoek van Davis Langdon blijkt dat juist deze algemene bezuinigingsstrategieën synergetisch verweven kunnen worden met de architectuur om synergetisch effectief kosten te besparen¹². De architect zou dan uit de catalogus van pictogrammen die strategieën kunnen kiezen die goed in zijn architectonisch ideaal verweven kunnen worden. De volgende paragraaf beschrijft mijn eigen ontwerp van een dergelijke catalogus.

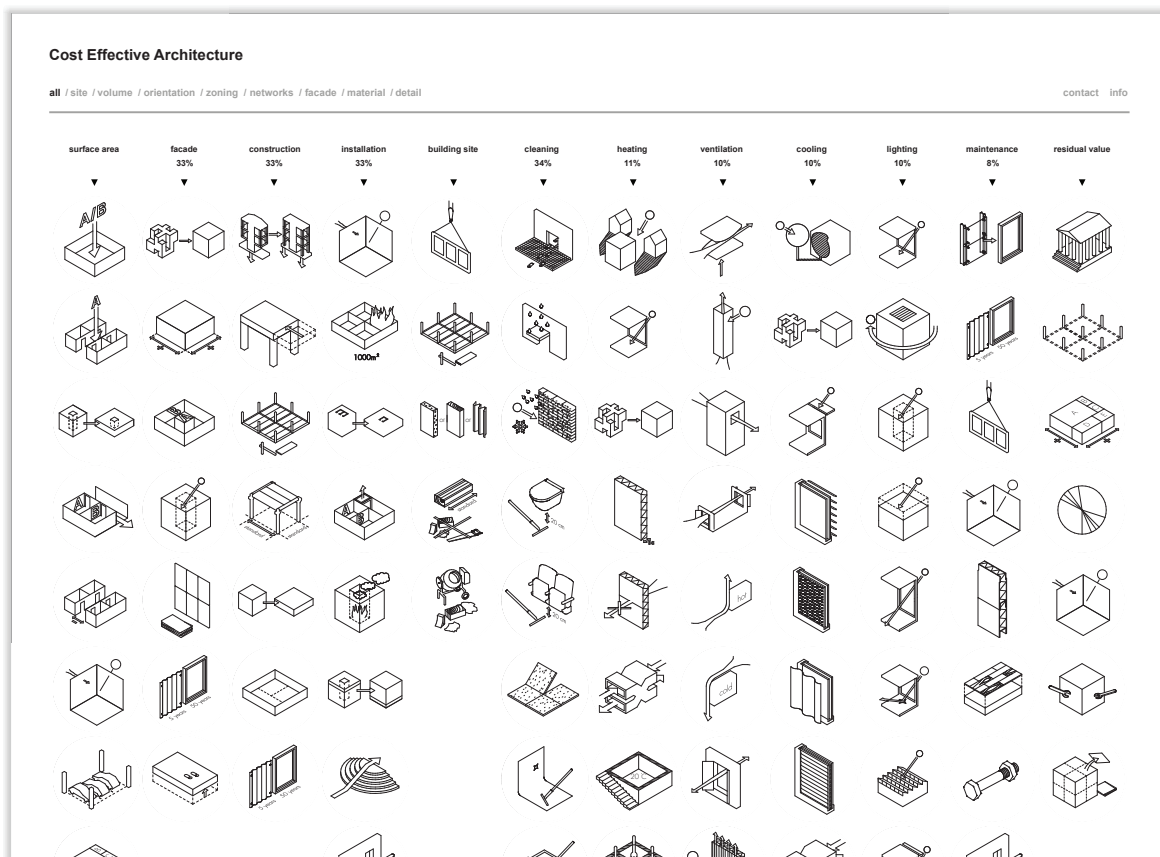
11 J. Boekholt, *Bouwkundig ontwerpen*. Eindhoven: Technische Hogeschool Eindhoven 1984, pp. 81,83.

12 Davis Langdon, *Cost of Green Revisited*. 2007 pp. 23-25.

[<http://www.davislangdon.com/upload/images/publications/USA/The%20Cost%20of%20Green%20Revisited.pdf>].

9. www.cost-effective-architecture.com

Het hierboven omschreven overzicht van geclassificeerde gestileerde bezuinigingsstrategieën is te vinden op de website www.cost-effective-architecture.com (zie onderstaande illustratie).



www.cost-effective-architecture.com biedt een overzicht van kostenreducerende strategieën. De pictogrammen zijn geordend naar kostenpost en relevantie.

Een kwestie die zich voordeed tijdens het ontwikkelen van de site is dat er teveel bezuinigingsstrategieën bestaan om op overzichtelijke wijze onder ogen te zien. Dit probleem is opgelost door de strategieën te classificeren naar schaalniveau of ontwerpfase. Zo kan de architect tijdens het ontwerpen van bijvoorbeeld het bouwvolume alle uiteenlopende strategieën zien die hij kan verweven in het bouwvolume. Vervolgens deelt hij de plattegronden in, waarbij hij een overzicht krijgt van strategieën die in die specifieke ontwerpfase betrokken kunnen worden. Zo kunnen alle ontwerpfases doorlopen worden met telkens de bijbehorende relevante bezuinigingsstrategieën (zie de tweede illustratie op de volgende pagina).

Cost Effective Architecture

all / site / volume / orientation / zoning / networks / facade / material / detail

contact info

surface area	facade 33%	construction 33%	installation 33%	cooling 10%	lighting 10%	maintenance 8%	residual value

REPETITION

- Maximizing repetition of structural components reduces the amount of different suppliers, possibly leading to volume discounts and profits from the economic advantages of mass production.
- A possible disadvantage of standardized building components lies in a discrepancy between components sizes and the programmatic infill, resulting in costly unprogrammed residual space (Gerritse, 2005, p. 54).

Door op een pictogram te klikken verschijnt een uitleg en aanvullende informatie met literatuurverwijzingen.

Cost Effective Architecture

all / site / **volume** / orientation / zoning / networks / facade / material / detail

contact info

surface area	facade 33%	construction 33%	installation 33%	building site	cleaning 34%	heating 11%	ventilation 10%	cooling 10%	lighting 10%	maintenance 8%	residual value

Bovenaan de website staan fases van het ontwerpproces. Door op een fase te klikken blijft een selectie van pictogrammen over die op dat moment gesynergetiseerd kunnen worden.

10. Nadelen van synergetisch ontwerpen

Hoewel we gezien hebben dat synergetisch ontwerpen de potentie heeft gebouwen zowel goedkoper als kwalitatiever te maken, kleven er ook enkele nadelen aan deze ontwerpvisie. Hierop wordt in deze paragraaf ingegaan.

Het eerste nadeel van synergetisch ontwerpen is dat de ontwerpvrijheid in het ontwerpproces sneller dan normaal daalt naarmate het ontwerpproces vordert. Dit is een direct gevolg van het gegeven dat de bouwelementen wederzijds afhankelijk van elkaar moeten zijn om tot synergie te leiden. Het gevolg van deze afhankelijkheid is dat er minder overblijft één van de elementen te verplaatsen of aan te passen, aangezien het de synergie vaak teniet doet.

Het tweede nadeel heeft met het eerste te maken. Een opgeleverd synergetisch gebouw blijkt namelijk veel minder aanpasbaar te zijn voor een veranderend programma van eisen. Dit komt door de verweving van bouwelementen, waarin bouwelementen wederzijds van elkaar afhankelijk zijn om een extra derde functie te vervullen. Synergetische combinaties zijn zo kwetsbaar dat de synergie als een kaartenhuis in elkaar kan vallen als één van de elementen veranderd wordt. Het gevolg van dit euvel is dat synergetische ontwerpen een lagere restwaarde kunnen hebben.

Bij de keuze van ontwerpmethodiek moeten deze potentiële nadelen meegewogen worden.

11. Conclusie

De vermeende tegenstelling tussen kwaliteit en kostenreductie in de architectuur kan omzeild worden door synergetisch te ontwerpen. Aangezien het vinden van synergetische matches tussen bouwelementen beperkt wordt door de capaciteit van onze hersenen, is het aan te raden het cognitieve ontwerpproces te verrijken met gestileerde informatie.

www.cost-effective-architecture.com is een middel om in de behoefte van deze informatie te voorzien. Deze catalogus van kostenreducerende maatregelen kan de architect in elke ontwerpfase stapsgewijs te hulp staan.

11. Literatuur

Boekholt, J., (1984). *Bouwkundig ontwerpen*. Eindhoven: Technische Hogeschool Eindhoven.

Boekholt, J., (2000). *Ontwerpend leren, leren ontwerpen*. Eindhoven: TU Eindhoven.

Doorn, A. van, (2011). *ontwerp/proces*. Amsterdam: SUN.

Doorn, A. van, (2012). *Het duurzame ontwerpproject*. Amsterdam: SUN.

Matthiessen, L., Morris, P., (2007). *Cost of green revisited*. London: Davis Langdon.

Petzinka, K., & Lenz, B., (2008). "Planning and building life cycles". In Hegger, M., & Fuchs, M., & Stark, T., & Zeumer, M., (Eds.), *Energy Manual*. Basel: Birkhäuser.

Volker, L., & Heintz, J., (2007). "Kwaliteit". In Wamelink, J., & Geraedts, R., & Hobma, F., & Lousberg, L., & De Jong, P (Eds.), *Inleiding Bouwmanagement*. Delft: VSSD.