Scriptie

Auteur: **Stingo Huurdeman**
Datum: **02-06-2015**
Onderwijsinstelling: **Hogeschool Utrecht**
Opleiding: **Bouwkunde**
Afstudeerbegeleider 1: **Rogier Laterveer**
Afstudeerbegeleider 2: **Charlotte Trip**
Stageorganisatie: **Heijmans nv**
Afdeling: **Utiliteit**
Bedrijfsbegeleider: **Bas Mertens**

Bouwen aan de contouren van morgen

Niets meer onttrekken aan de omgeving m.b.v. circulaire economie


Bron: S. Huurdeman

PROJECTORGANISATIE

Opdrachtgever
Bedrijfsnaam: Heijmans nv
Afdeling: Utiliteit
Adres:: Graafsebaan 65
5248 JT
Rosmalen
Nederland

Bedrijfsbegeleider
Naam: Ir. B.W.P. (Bas) Mertens
Functie: Programmamanager Innovatie
E-mail: bmertens@heijmans.nl

Opleiding
Onderwijsinstelling: Hogeschool Utrecht
Adres: Nijenoord 1
3552 AS Utrecht
Nederland
Instituut: Gebouwde Omgeving

Afstudeerbegeleider 1
Naam: Rogier Laterveer
Functie: Docent opleiding bouwkunde
E-mail: rogier.laterveer@hu.nl

Afstudeerbegeleider 2
Naam: Charlotte Trip
Functie: Docent opleiding bouwkunde
E-mail: charlotte.trip@hu.nl

Student
Naam: Stingo Huurdeman
Adres: Herenmarkt 13-2
1013EC Amsterdam
Nederland
Telefoonnummer: +31 (0)6 30 17 53 72
E-mail: stingo.huurdeman@student.hu.nl
stingo.huurdeman@gmail.com
Studentnummer: 1598447

Voorwoord

Na mijn praktijk ervaring weet ik het zeker: de bouw moet en kan anders! Tijdens mijn eerdere stages heb ik twee kanten van de bouw gezien: het traditionele bouwen en het nieuwe bouwen met behulp van BIM. Dankzij deze verschillende werkzaamheden weet ik ook hoe moeilijk het is om innovatie door te voeren. Dit vergt niet alleen onderzoek, maar ook kennis en middelen binnen een bedrijf. Hier werd het eerste zaadje gepland om de hele bouwketen eens goed onder de loep te nemen. Toen ik vervolgens tijdens mijn S7 project in aanraking kwam met het begrip circulaire economie was ik nog niet meteen verkocht. De bevlogen presentatie van Remko Zuidema bracht hier verandering in. Hier werd voor mij voor het eerst het circulaire gedachtegoed concreet gepresenteerd met het project NEXT21 in Japan.

Dit onderzoek is dus deels ontstaan vanuit mijn eerdere ervaring met het circulaire gedachtegoed. Voor een ander deel is de link gelegd na deelname aan de GasTerra Energizer Award, waarbij Heijmans opzoek was naar een oplossing om in 2020 te kunnen voldoen aan hun visie: bouwen aan omgevingen die niets meer onttrekken aan hun omgeving. Circulaire economie biedt mogelijkheden voor dit vraagstuk en heeft dan ook als rode draad door mijn scriptie gelopen.

Ik wil deze gelegenheid aangrijpen om een aantal mensen te bedanken, die mij gedurende dit onderzoek hebben ondersteund. Mijn dank gaat uit naar Bas Mertens, voor de ondersteuning vanuit Heijmans Utiliteit bij het sturen gedurende het onderzoek en het wegwijs maken binnen Heijmans Utiliteit. Daarnaast wil ik graag mijn afstudeerbegeleiders Rogier Laterveer en Charlotte Trip bedanken voor hun begeleiding en ondersteuning gedurende mijn afstuderen. Tot slot wil ik alle hiernaast vermelde bedrijven, instellingen en respondenten bedanken voor hun hulp.

Ik hoop dat u met het lezen van mijn onderzoek net zoveel plezier beleeft, als dat ik heb gehad bij het schrijven ervan.

Rosmalen, 2 juni 2015

S. Huurdeman

Samenvatting

Duurzaamheid staat sinds 2006 bij Heijmans, als gerenommeerd bouwbedrijf, hoog op de agenda. Niet voor niets hebben zij de ambitieuze doelstelling om in 2020 gebouwen te leveren die 100% energieneutraal zijn, 100% bestaan uit recyclebare materialen en 100% bijdragen aan een positieve omgeving.

Dit onderzoek richt zich op de vraag hoe Heijmans Utiliteit zijn ontwikkelingsprocessen kan aanpassen om binnen een circulaire economie, een circulair gevelelement voor het Heijmans Morph concept te ontwikkelen, waarbij wordt aangesloten op de randvoorwaarden van een circulaire gevel.

Door middel van theoretisch onderzoek is een verkennende studie gedaan naar het begrip circulaire economie en de huidige bedrijfsprocessen van Heijmans Utiliteit. Vanuit deze theorie is een circulair bedrijfsproces voor Heijmans Utiliteit geschetst en zijn er een aantal randvoorwaarden opgesteld die als uitgangspunt hebben gediend voor het ontwerpproces van een circulaire gevel.

CIRCULAIRE ECONOMIE

Door onder andere de groei van de wereldbevolking en de opkomst van de BRICS landen worden er steeds meer grondstoffen onttrokken aan de aarde met als gevolg grondstoffenschaarste en stress in de supply chain. Wanneer er op deze manier wordt doorgegaan zullen de volgende generaties niet meer over dezelfde grondstoffen kunnen beschikken als wij. Momenteel bestaat de bouw uit een lineair model waarin alle gewonnen grondstoffen worden verwerkt in producten en uiteindelijk eindigen als afval. In een circulaire economie komt de focus te liggen op verlenging van de levensduur en herbruikbaarheid van producten en grondstoffen, om op deze manier de technische- en biologische cyclus te sluiten. Dit vraagt om nieuwe businessmodellen en andere bedrijfsprocessen, waarbij wordt nagedacht over het hergebruik van gebouwen, elementen en componenten: lifecycle-denken.

HEIJMANS UTILITEIT LINEAIR

Heijmans heeft hoge ambities om in 2020 gebouwen te creëren die niets meer onttrekken aan de omgeving. Het huidige bouwproces van Heijmans Utiliteit is lineair ingericht: grondstoffen worden gewonnen, verwerkt en tenslotte vernietigd (take-make-waste). Daarbij zijn de gebouwen vaak ontworpen vanuit de gedachte dat zij zullen eindigen als afval. Het bedrijfsproces (HUMS) binnen Heijmans Utiliteit is verdeeld in vier blokken: verwerving, haalbaarheid, realisatie en services. Hierbinnen zijn een breed scala aan contractvormen en verdienmodellen. In de meeste gevallen wordt er enkel geconcurreerd op prijs, al krijgt Heijmans met de geïntegreerde contracten wel steeds meer invloed op het ontwerpproces en daarmee de mogelijkheid zich te onderscheiden op kennis en kwaliteit. Bij de DBFMO contracten is Heijmans bovendien verantwoordelijk voor de financiering, exploitatie en het beheer en onderhoud van een gebouw. Echter ontbreekt nog steeds de verantwoordelijkheid voor de 'afdankfase' van een gebouw, waardoor er in het ontwerp niet over demontage wordt nagedacht.

HEIJMANS UTILITEIT CIRCULAIR

Binnen een circulair ontwikkelingsproces gaat Heijmans Utiliteit, namens een vast netwerk van bedrijven, als hoofdaanbieder diensten aanbieden (in de vorm van gebouwen). Hierbij worden in het ontwerp de (toekomstige) gebruikerswensen als uitgangspunt genomen, om op die manier de beste dienstverlening aan te kunnen bieden. Het ontwerpen op demontage speelt hierbij een belangrijke rol, omdat er hiermee aanpassingen aan het gebouw eenvoudig kunnen worden gedaan en de onderdelen met een verschillende levensduur van elkaar kunnen worden gescheiden. In de toekomst zal een goed ontworpen circulair gebouw zich aanpassen aan de gebruikerswensen, in plaats van dat de gebruiker zich aanpast aan het gebouw. Door de vaste samenwerking van de bedrijven ontstaat er ruimte om de producten, diensten en processen te verbeteren. Hier komen nieuwe verdienmodellen bij kijken, waarbij in de toekomst producenten eigenaar blijven van de producten. Op korte termijn is dit te ambitieus en is het realistischer terugname garantie te bieden door de producenten, op voorwaarde dat de elementen in het gebouw aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen

RANDVOORWAARDEN VAN EEN CIRCULAIRE GEVEL

Voor het ontwerpen van een circulaire gevel is het belangrijk, naar de bouwvisies van LEGOlisering, openbouwen en slimbouwen, de drager en inbouw van elkaar te scheiden door de toepassing van een kolommenstructuur (waarbij de gevel als inbouw wordt beschouwd). Hierdoor is het eenvoudiger om de onderdelen met een verschillende levensduur van elkaar te kunnen scheiden. De toepassing van een demontabele (droge) verbinding is hierbij van cruciaal belang. Naar verwachting kunnen in het circulaire proces de kosten voor de demontage koppeling, op zowel element als component niveau, eenvoudig worden terugverdiend. Er hoeft namelijk maar één keer te worden geïnvesteerd in de koppeling, terwijl het element/component een hogere restwaarde heeft en meerdere keren opnieuw is in te zetten. Voor het bepalen van de kwaliteit van een element (en zijn materialen) kan gebruik worden gemaakt van de NEN2767 voor conditiemetingen. Aan het eind van de levensduur moet het element/component een minimale conditiescore van 3 hebben, om terugname door de bedrijven te kunnen garanderen.

HET ONTWERP VAN EEN CIRCULAIRE GEVEL

Het circulaire gevelelement is ontworpen voor het Heijmans Morph concept. Dit concept is in het project Marquant+ toegepast als woontoren in Pijnacker en heeft tevens gediend als casus voor de circulaire gevel voor een Utiliteitsgebouw met een kantoorfunctie. Hiervoor is m.b.t. de constructie de verdiepingshoogte aangepast en de schijvenstructuur aangepast naar een kolommenstructuur om zo de drager en inbouw van elkaar te kunnen scheiden en beter aan te kunnen sluiten bij de kantoorfunctie. Om grip te krijgen op het ontwerpproces van een (circulair) gevelelement zijn allereerst de functies van een gevel bepaald. Aan deze functies, tien in totaal, zijn vervolgens prestaties gekoppeld. Deze prestaties komen voort uit een Programma van Wensen, welke een oplossingsruimte creëert met minimum- en maximum eisen.

De prestaties voor een circulaire gevel bestaan uit:

1. Ontkoppeling van onderdelen met een verschillende levensduur;
2. De toegepaste materialen moeten een hoge restwaarde hebben om terugname te kunnen garanderen;
3. De afmetingen van het element moeten binnen een vast modulair systeem passen;
4. De verbindingen moeten bestaat uit (droge) demontabele verbindingen;
5. Het element moet worden ontworpen binnen een modulair systeem;
6. Het element moet aanpasbaar zijn aan gebruikswensen en trends in de toekomst.

Aan de hand van een multi criteria analyse zijn er vier verschillende gevelsystemen vergeleken. Hieruit is de elementgevel naar voren gekomen als het systeem dat het beste aansluit op de prestaties.

Doordat alle Utiliteitsgebouwen afwijkende verdiepingshoogtes hebben, is er een variabel element ontwikkeld waar het gefixeerde gevelelement op aansluit. Op deze manier is het gefixeerde gevelelement op Utiliteitsgebouwen met verschillende verdiepingshoogtes toe te passen. De aansluitingen in de stijlen van het element zijn aangepast waardoor deze onafhankelijk van naastgelegen elementen vervangen kunnen worden. De afdichting in de stijlen en montage van het element kan van binnenuit worden gerealiseerd. Wanneer een element niet meer voldoet aan de gebruikerswensen, kan deze worden teruggenomen waarna de elementen en/of componenten kunnen worden hergebruikt. Van de onderdelen die niet meer voldoen kunnen de materialen worden gerecycled.

CONCLUSIE

Geconcludeerd kan worden dat wanneer Heijmans Utiliteit in samenwerking met vaste partners, gevelelementen gaat ontwerpen binnen een modulair systeem, waarbij is nagedacht over demontage, gebruikerswensen en hergebruik: zij zich kan onderscheiden op dienstverlening en een grote stap kan maken in haar ambitieuze doelstelling voor 2020!

Summary

Sustainability is a top priority of the prestigious construction company Heijmans since 2006. To show for it, they have set the ambitious goal for 2020 to supply buildings that are a 100% energy-neutral, consist of 100% recyclable materials and contribute to a positive environment for a 100%.

This research focuses on the question of how Heijmans Utility can adapt its processes to conform to the principle of a circular economy, by developing a circular façade element for the Heijmans Morph concept that fits within the preconditions of a circular façade.

A prospective study has been conducted by means of theoretical research into the concept of circular economy and the current business processes of Heijmans Utility. From this theory, a circular business process and several preconditions have been created for the drafting process of a circular façade.

CIRCULAR ECONOMY

An increasing amount of raw materials is being extracted from the Earth, caused by, inter alia, growth of the world population and the rise of the BRICS countries, which leads to a scarcity of raw materials and stress in the supply chain. When we continue in this manner, the next generations will not have access to the raw materials we have access to now. Currently construction is a linear process in which all raw materials are processed into products and eventually end up as waste. A circular economy aims to repair the technical and biological cycle by enhancing the lifespan and reusability of products and raw materials. This calls for new business models and different business processes in which recycling of buildings, elements and components is taken into account: a lifecycle approach.

HEIJMANS UTILITY LINEAR

Heijmans has the ambitious goal to supply buildings that do not extract anything from the environment by 2020. The current business process of Heijmans Utility is linear: raw materials are extracted, processed and eventually destroyed (take-make-waste). Buildings are often designed from the point-of-view that they will end up as waste. The business process (HUMS) of Heijmans Utility is separated into four components: acquisition, feasibility, implementation and services. Within these four components, a plethora of contract types and profit models exist. In most cases there is competition purely on cost grounds, although Heijmans is gaining more influence on the designing process due to integrated contracts and thus has more opportunity to distinguish itself in knowledge and quality. In case of a DBFMO contract Heijmans is furthermore responsible for the financing, exploitation and the management and maintenance of a building. However, Heijmans does not have the responsibility for the 'disposal phase' of a building, which leads to a neglect of disassembly during the designing process.

HEIJMANS UTILITY CIRCULAR

In a circular business process, Heijmans Utility will be the main provider of services (by supplying buildings) amongst a fixed network of companies. The (future) user requirements will be taken as a starting point to offer the best service. Taking disassembly into account during the designing process is very important, because in this way the building can be easily adjusted and components with a different lifespan can be separated from each other. In the future, a well-designed circular building will be able to adjust to the user requirements, instead of the user adjusting to the building. Due to the permanent cooperation between construction companies improvement of products, services and processes is possible. New profit models will be introduced, in which producers will remain owner of the products. In the short term this is too ambitious; a more realistic approach will be to guarantee take back by producers, on the condition of good quality of the elements of the building.

PRECONDITIONS FOR A CIRCULAR FAÇADE

In the design of a circular façade it is important to separate the carrier and the installation by using a column structure (in which the façade is seen as installation), according to the construction principles of 'LEGOlising', 'open construction' and 'smart construction'. This makes it easier to separate components with a different lifespan. The application of a demountable (dry) connection is key. It is expected that the costs in the circular process for the demountable connection, both on element and component level, can be easily recouped, because the connection needs to be financed only the first time and can be reused multiple times. Also, the element/component has a higher residual value. The NEN2767 for condition measurement can be used in assessing the quality of the element and its materials. At the end of the lifespan of the element/component it needs to have a condition score of at least 3 to guarantee take back by the companies.

THE DESIGN OF A CIRCULAR FAÇADE

The circular façade element is designed for the Heijmans Morph concept. This concept has been applied in the project Marquant+ as residential tower block and has also served as case study for the circular façade of an Utility office building. In this case the floor height and the disk structure of the construction were adjusted to be able to separate the carrier from the installation and to conform to the office function. To get a grip on the design process of a circular façade element, firstly the functions of a façade have been determined, ten in total. Performances have been linked to these functions. These performances come from a Program of Aspirations, which creates room for solutions with minimum and maximum demands.

The performances of a circular façade consist of:

1. Separation of elements with a different lifespan;
2. The applied materials have to have a high residual value to guarantee take back;
3. The measurements of the element must fit in a fixed modular system;
4. The connections must exist of (dry) demountable connections;
5. The element must be designed within a modular system;
6. The element must be adaptable to user requirements and future trends.

Four different façade systems have been compared by means of a multi criteria analysis. The system that best meets the performances is the elementfaçade.

Because all Utility buildings have differing floor heights, a variable element has been developed on which the fixated façade element can be connected. In this way the fixated façade element can be applied to Utility buildings with differing floor heights. The connections in the pillars of the element are adjusted so that they can be replaced autonomously from the neighbouring elements. The sealing of the pillars and the installing of the element can be done from within the building. When an element/component does not fit the user requirements anymore, it can be taken back and reused by the producer. The elements that cannot be reused can be disassembled and its materials can be recycled.

CONCLUSION

In conclusion, when Heijmans Utility will design façade elements within a modular system while taking into account disassemblage, user requirements and recycling, in cooperation with permanent partners, it can distinguish itself from the competition and make a big step towards its ambitious goal for 2020!

Inhoudsopgave

Voorwoord 1

Samenvatting 2

Summary 3

Afkortingen- & begrippenlijst 5

Inleiding 6
- Aanleiding 6
- Leeswijzer 6

Theoretische achtergrond 6

Werkwijze 7
- Doel- en vraagstelling 7
- Afbakening 7
- Onderzoeksmethode 7

1. Circulaire economie als containerbegrip 8
- 1.1 Wat is er aan de hand? 8
- 1.2 Van lineair naar circulair 8
- 1.3 De voorlopers in de circulaire economie 10
- 1.4 Waarom zijn we nog niet circulair dan? 10
- 1.5 Deelconclussie 11

2 Heijmans als kennisgedreven organisatie 11
- 2.1 Heijmans' contouren van morgen 11
- 2.2 Het traditionele proces van Heijmans Utiliteit in kaart 12
- 2.3 Heijmans in zijn nieuwe rol 15
- 2.4 Deelconclusie 18

3 De randvoorwaarden voor een circulaire gevel 19
- 3.1 Waarom investeren in circulariteit? 19
- 3.2 De kaders voor een circulaire gevel 19
- 3.3 Deelconclussie 22

4 Circulaire economie vertaald naar een casus 23
- 4.1 Het concept Heijmans Morph 23
- 4.2 De functies van een circulaire gevel 24
- 4.3 De oplossingsruimte van een circulaire gevel 25
- 4.4 De dimensies van het circulaire gevelelement 26
- 4.5 Het proces van de circulaire gevelelement 28
- 4.6 Deelconclussie 29

Conclusie, aanbevelingen & discussie 30
- Conclusie & aanbevelingen 30
- Discussie 31

Bibliografie 32

"The only certainty is that nothing is certain"

Friederich Nietzsche

"The only limit to our realization of tomorrow will be our doubts of today. Let us move forward with strong and active faith"

Franklin D. Roosevelt

"All design is a prediction, and all predictions are wrong"

Stewart Brand

"We should not try to forecast what will happen, but try to make provision for what cannot be foreseen"

N. John Habraken

Afkortingen- & begrippenlijst

Afkorting	Uitleg	Betekenis
BRICS-landen	Brazilië, Rusland, India, China & Zuid-Afrika	Landen met economieën die de laatste jaren sterk groeien. Bron: CPB
C2C	Cradle to Cradle	C2C is een voorbeeldgevend, vernieuwend platform, ontwikkeld in de jaren 90 van de vorige eeuw door Michael Braungart en William Mc Donough, gebaseerd op onderzoek aan de "Environmental Protection Encouragement Agency" in Hamburg, Duitsland, voor het ontwerpen van gunstige economische, sociale en milieuvriendelijke eigenschappen in producten, processen en systemen. Bron: C2C
CE	Circulaire Economie	Een circulaire economie is een levend systeem waarin waarde-ontwikkeling plaats vindt op basis van gebruik in plaats van verbruik. Dat betekent dat herbruikbaarheid van producten en grondstoffen ontstaat en dat waarde vernietiging voorkomen wordt. Essentiele elementen hierbij zijn het gebruik van zuivere en niet toxische materialen, ontwerp voor demontage en het volledig gebruiken van duurzame energie. Bron: Ellen MacArthur Foundation
DB	Design-Build	Contractvorm waarbij de marktpartij/het consortium van marktpartijen voor een object verantwoordelijk is voor ontwerp (D) en realisatie (B). Bron: Ontwerp & Engineering
DBFMO	Design, Build, Finance, Maintain & Operate	Contractvorm waarbij de marktpartij/het consortium van marktpartijen voor een object verantwoordelijk is voor ontwerp (D), realisatie (B) financiering (F), onderhoud (M) en leveren van (een gedeelte) van de facilitaire diensten (O) gedurende een bepaalde looptijd (bijvoorbeeld 25 of 30 jaar). Bron: Ontwerp & Engineering
DO	Definitief Ontwerp	Gedetailleerde voorstelling van het bouwwerk, zodanig dat deze een goed beeld geeft van de verschijningsvorm, de interne en externe structuur, het materiaalgebruik, de afwerking en detaillering, de constructieve opbouw en aard en capaciteit van de installaties. Bron: Ontwerp & Engineering
-	Emissie	Een emissie is een uitstoot naar de leefomgeving van een schadelijke stof, een stof die een milieu-impact teweeg brengt. Emissies kunnen naar lucht, water of bodem zijn. Bekende voorbeelden zijn emissie van broeikasgassen, dat bijdraagt aan het klimaatimpact, en emissie van fijnstof. Bron: Bouwend Nederland
EMVI	Economisch Meest Voordelige Inschrijving	Bij een Economisch Meest Voordelige Inschrijving wordt er bij een inschrijving geselecteerd op basis van een combinatie van prijs en kwaliteit. Bron: Rijkswaterstaat
LCA	Life Cycle Assessment	LCA is een methode voor het in kaart brengen van de invloed van producten en menselijke activiteiten op het milieu. Bron: RIVM
LCC	Life Cycle Cost	Kosten en opbrengsten van een product of dienst gedurende de gehele beoogde levensduur, waaronder bijvoorbeeld investeringskosten, beheerkosten, onderhoudskosten, sloopkosten. Bron: Ontwerp & Engineering
-	Opdrachtgever	In de basisovereenkomst genoemde natuurlijke of rechtspersoon die de opdrachtnemer opdraagt het werk en, indien overeengekomen, het meerjarig onderhoud te realiseren. Bron: UAV-GOC
PDC	Product-dienstcombinatie	Een bedrijfsmodel gebaseerd op het verkopen van het gebruik en de functionaliteit van een product en waarbij het product zelf de eigendom blijft van de verkooporganisatie. Bron: UNEP
PPS	Publiek-Private Samenwerking	Via Publiek-Private Samenwerking werken het Rijk en bedrijven langdurig samen aan projecten voor rijkshuisvesting en infrastructuur. Bron: Rijksoverheid
SO	Schetsontwerp	Ontwerp dat op hoofdlijnen een beeld geeft van het werk. Bron: Verwerving & Advies
UAV	Uniforme Administratieve Voorwaarden	Een juridisch kader waarmee bouwprojecten traditioneel kunnen worden benard. Bron: UAV
UAV-GC	Uniforme Administratieve Voorwaarden voor Geïntegreerde Contracten	Een juridisch kader waarmee bouwprojecten anders dan traditioneel kunnen worden benaderd. Bron: UAV-GC
UO	Uitvoerings-ontwerp	Uitgewerkt ontwerp, aan de hand waarvan de productie van bouw- en installatiecomponenten en tevens de daadwerkelijke uitvoering en assemblage op de bouwplaats kan plaatsvinden. Bron: Ontwerp & Engineering
VKG	Vereniging Kunststof Gevelelementen-industrie	De VKG is de brancheverenigingvoor bedrijven die kunststof ramen en kunststof deuren produceren en leveren Bron: VKG
VMRG	Vereniging Metalen Ramen en Gevelbranche	De VMRG is een zelfstandige brancheorganisatie die de producenten vertegenwoordigen van gevelelementen, die onder andere ramen, deuren, puien, serres en vliesgevels maken. Bron: VMRG
VO	Voorlopig Ontwerp	Globale voorstelling van het bouwwerk, zodanig dat deze een goed beeld geeft van de situering, de functionele en ruimtelijke opbouw, bestemmingen, gebruiksvoorzieningen, de architectonische verschijningsvorm en de integratie van constructieve en installatietechnische aspecten. Bron: Ontwerp & Engineering

Inleiding

AANLEIDING

"Crisis vindt plaats op het moment dat het oude niet meer werkt en het nieuwe nog niet functioneert." – Hans Stofberg

Ook Heijmans heeft aan den lijven ondervonden dat er een krediet- en eurocrisis heeft plaatsgevonden. De omzet is gedaald naar 1,9 miljard ten opzichte van 3 miljard voor de crisis zo is te lezen in de Volkskrant van 27 februari 2015. De crisis heeft de markt verandert waardoor er gezocht wordt naar nieuwe verdienmodellen en producten. *Survival of the fittest,* volgens Darwin gaat het er om dat er gevarieerd wordt, geselecteerd wordt en tot slotte geproduceerd (de Ridder, 2012). Als we zo door gaan dreigt er na de recessie eveneens een materialen schaarste te ontstaan. Zo stelt het *Global Footprint Network* in haar persbericht van 19 augustus 2014 dat we in minder dan acht maanden als mensheid het hele natuurlijke jaarbudget hebben opgebruikt. Daarbij is in Nederland de ecologische footprint in 50 jaar tijd verdubbelt en is daarmee in verhouding ruim vijf keer zo groot als de biocapaciteit van de aarde. Tel daarbij op dat de bouw verantwoordelijk is voor 37% van al het afval dat in Nederland wordt geproduceerd (Afman, Bergsma, Bijleveld, & Krutwagen, 2014) en je kan de conclusie trekken: er moet iets veranderen in de bouwsector!

Einstein zei het al: "Je kunt een probleem niet oplossen met de denkwijze die het heeft veroorzaakt". Wil Heijmans beter dan ooit uit deze crisis komen en daarmee kunnen voldoen aan zijn doelstelling: in 2020 bouwen aan ruimtes die niets meer aan zijn omgeving onttrekken, dan moet er anders gebouwd gaan worden. Binnen de huidige lineaire manier van bouwen (ontwerpen, bouwen en slopen) zal er geen oplossing worden gevonden in het toenemende probleem van grondstoffen schaarste. Dit vraagt van Heijmans om na te denken over wie zij is, waar zij voor staat en waar zij de verantwoordelijkheid voor nemen. Het circulaire gedachtegoed kan oplossingen bieden, waardoor de gebouwen afgenomen worden op prestatie en de producenten eigenaar blijven van de producten. Aan het eind van de contractduur komen de producten, en daarmee dus ook de grondstoffen, weer terug bij de producenten. Hierdoor blijft de verantwoordelijkheid voor het gebouw bij de aannemer en zijn onderaannemers en hebben zij er belang bij hun producten te innoveren. Omdat Heijmans nog weinig ervaring heeft met het onderwerp 'circulaire economie' wordt er in dit rapport een verkennend onderzoek gedaan naar wat het circulaire gedachtegoed betekend voor het ontwikkelingsproces van Heijmans als aannemer. Wanneer de nieuwe rol duidelijk is, wordt dit vertaald naar een circulair gevelelement als onderdeel van het circulaire gedachtegoed.

LEESWIJZER

Geachte lezer, dit rapport is met veel zorg samengesteld en gestructureerd om u een zo duidelijk mogelijk beeld te geven van het onderzoek. De opbouw van het rapport is als volgt:

Aller eerst wordt er ingegaan op de theoretische achtergrond van het onderwerp 'circulaire economie'. Wat is er al bekend over dit onderwerp en wat is de relevantie van dit onderwerp? Vervolgens wordt in het hoofdstuk 'werkwijze' het onderzoeksontwerp met daarin de onderzoeksvragen nader toegelicht. Hiermee wordt duidelijk welke route gedurende het onderzoek is bewandeld, om antwoord te krijgen op de hoofdvraag.

In hoofdstuk 1 wordt in gegaan op het brede begrip van circulaire economie als container begrip. Hierbij wordt het grondstoffen probleem aangestipt, de gedachte achter een circulaire economie, de voorlopers in het circulaire gedachtegoed en ten slotte waarom we nog niet circulair zijn.

In hoofdstuk 2 wordt vervolgens ingezoomd op Heijmans, waarbij wordt gekeken naar hun visie is en de raakvlakken met een circulaire economie. Daarna wordt de huidige (lineaire) manier van werken binnen Heijmans Utiliteit nader toegelicht, waarna de nieuwe rol van Heijmans Utiliteit in een circulaire economie wordt geschetst.

In hoofdstuk 3 wordt de nieuwe rol van Heijmans vertaald naar een circulair gevelelement. Hiervoor worden eerst de circulaire kaders van een gevelelement bepaald. Binnen deze kaders zal het verdere ontwerp van de circulaire gevel plaatsvinden.

In hoofdstuk 4 wordt de casus waarbinnen het circulaire gevelelement wordt uitgewerkt nader toegelicht. Voor het ontwerp van de circulaire gevel worden eerst de functies van een (circulaire) gevel bepaald. Vervolgens worden er prestaties gesteld aan het gevelelement vanuit de gebruiker, het Bouwbesluit en het circulaire kaders uit hoofdstuk 3. Hierna wordt het gevelelement uitgewerkt in dimensies.

Ten slotte worden in het laatste hoofdstuk de conclusies en aanbevelingen van dit onderzoek beschreven.

Theoretische achtergrond

Er wordt momenteel veel geschreven over het onderwerp circulaire economie. Ongeacht de sector kan worden gesteld: circulaire economie is een hot item! Toch is er nog weinig concreet onderzocht. Het belang van een circulaire economie is in veel stukken uiteengezet en beschrijft een economisch systeem met vele voordelen (grondstoffen besparingen tot wel 70%, een netto kostenbesparing in Europa van $630 miljard, het ontstaan van 54.000 banen in Nederland en een CO2-reductie van 8% (Bastein, Hoogendoorn, Rietveld, & Roelofs, 2013).

Toch blijkt de praktijk minder makkelijk te verschuiven van een lineair naar een circulair model. Voor de bouw is dat niet heel veel anders, mede door de complexiteit van de huidige bouwsector en de lange doorlooptijd van gebouwen.

De meeste onderzoeken stoppen bij het schetsen van een 'stip aan de horizon'. Zo is er nog weinig tot geen onderzoek te vinden naar de nieuwe verdienmodellen, hoe worden de nieuwe geld- en materiaalstromen gefaciliteerd en hoe zit het met het juridische aspect met betrekking tot het eigendom?

Vanuit de VMRG en Real Capital Systems is er een haalbaarheidsstudie gedaan naar drie verdienmodellen, toegespitst op de gevelindustrie. Deze haalbaarheidsstudie wordt in de komende twee jaar verder uitgewerkt in het onderzoek 'Business Modellen voor Circulair Bouwen'. Binnen dit onderzoek worden de resultaten van de haalbaarheidsstudie als uitgangspunt genomen voor het nieuwe verdienmodel van Heijmans Utiliteit bij een circulaire gevel.

Werkwijze

DOEL- EN VRAAGSTELLING

Het doel van dit onderzoek is een antwoord te geven op welke rol Heijmans Utiliteit krijgt binnen een circulaire economie, om op die manier omgevingen te creëren die alleen nog een positieve uitwerking hebben op hun omgeving. Op basis van de doelstelling is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

"Hoe moet Heijmans Utiliteit zijn ontwikkelingsprocessen aanpassen om een circulair gevelelement voor het Heijmans Morph concept te ontwikkelen, waarbij wordt aangesloten op de randvoorwaarden van een circulaire gevel?"

Voor het beantwoorden van de hoofdvraag, moet er antwoord worden gegeven op de volgende deelvragen:

- Wat is een circulaire economie?
  - Wat is het probleem van de huidige lineaire economie?
  - Hoe ziet een circulaire economie eruit?
  - Wie zijn de voorlopers op het gebied van circulaire economie?
  - Wat zijn de aandachtspunten en/of uitdagingen van een circulaire economie?
- Hoe ziet het bedrijfsproces van Heijmans Utiliteit eruit in een circulaire economie?
  - Wat zijn de ambities van Heijmans?
  - Hoe is het bedrijfsproces van Heijmans Utiliteit in een lineaire economie?
  - Wat zijn de contractvormen en hun verdienmodellen binnen Heijmans Utiliteit in een lineaire economie?
  - Hoe ziet het bedrijfsproces, de contractvormen en verdienmodellen van Heijmans Utiliteit eruit in een circulaire economie?
- Wat zijn de randvoorwaarden van een circulair gevelelement?
  - Wat is de meerwaarde van een circulaire gevel?
  - Welke aspecten moet een gevelelement hebben om aan te sluiten op het circulaire gedachtegoed?
- Hoe is een circulair gevelelement opgebouwd, dat wordt toegepast op het Heijmans Morph concept?
  - Hoe zit het Heijmans Morph concept in elkaar?
  - Wat zijn de functies van een gevel?
  - Welke prestaties worden er gesteld aan een circulair gevelelement?
  - Welke systemen voldoen aan de gestelde prestaties?

AFBAKENING

Om tot een zo goed mogelijk resultaat te komen, binnen de tijd die staat voor het afstuderen, is er een afbakening gemaakt. Hierdoor wordt duidelijk welke aspecten buiten beschouwing worden gelaten. Met betrekking tot het onderzoek zijn de volgende keuzes gemaakt:

- Het onderzoek spitst zicht toe op het nieuwbouw proces, omdat er bij bestaande bouwwerken in het ontwerp meestal niet is nagedacht over demontage, met sloop als gevolg.
- Als technische uitwerking van het circulaire proces wordt de gevel uitgewerkt, als onderdeel van een circulaire economie.
- Voor de randvoorwaarden van een circulair gevelelement wordt uitgegaan van het kunnen scheiden van onderdelen met een verschillende levensduur, mede door de toepassing van demontabele verbindingen en het eenvoudig kunnen onderhouden van materialen ter verlenging van de levensduur.
- In het gevelelementen worden de mogelijkheden om installaties en/of elektrapunten te integreren buiten beschouwing gelaten.
- De circulaire gevel wordt toegepast voor een utilitair gebouw, waarbij uit wordt gegaan van een vaste beukmaat (7.500mm) en verdiepingshoogte (3400 mm).
- De circulaire gevel wordt uitgewerkt voor een verdiepingsgevelfragment.
- De prestaties van de gevel worden bepaald aan de hand van een oplossingsruimte, welke is gebaseerd op eisen vanuit het onderzoek, gebruikerseisen en het Bouwbesluit.
- Voor de verschillende mogelijke verdienmodellen van een gevelelement in een circulaire economie wordt uitgegaan van de verdienmodellen beschreven in het document 'Bouwen en Beheren in de Circulaire Economie, Haalbaarheidsstudie' van de VMRG, VKG en Real Capital Systems.
- Voor de casus wordt gebruik gemaakt van het Heijmans Morph concept toegepast als Utiliteitsgebouw, binnen de projectlocatie van het project Marquant+ te Pijnacker.
- Voor de technische uitwerking in de vorm van tekeningen, wordt het installatieconcept van het gebouw buiten beschouwing gelaten.
- De dimensies van de constructie in de casus worden aan de hand van vuistregels bepaald.

ONDERZOEKSMETHODE

Dit onderzoek heeft betrekking op het in kaart brengen van de ontwikkelingsprocessen van Heijmans Utiliteit bij het ontwikkelen van een circulair gebouw, waarbij een gevelelement technisch wordt uitgewerkt. Het onderzoek betreft een kwalitatief onderzoek, toegepast op een casus. Door middel van de casestudie kan worden aangetoond hoe het circulaire ontwikkelingsproces zich vertaalt naar de praktijk.

Aan de hand van literatuur wordt gezocht naar relevante theorie met betrekking tot het onderwerp. Hierbij gaat het om theorie over zowel circulaire economie, als over de bedrijfsprocessen binnen Heijmans Utiliteit en de bouwkundige kennis over gevels. Deze informatie tezamen vormt het theoretische kader, welke getoetst zal worden aan de praktijk door het houden van interviews onder experts uit het werkveld.

Deelvraag 1: Wat is een circulaire economie?
Door middel van literatuuronderzoek en het afnemen van interviews bij experts op het gebied van circulaire economie, wordt er uiteen gezet wat een circulaire economie is.

Deelvraag 2: Hoe ziet het bedrijfsproces van Heijmans Utiliteit eruit in een circulaire economie?
Door middel van literatuuronderzoek en het afnemen van interviews bij experts binnen Heijmans is het huidige bedrijfsproces van Heijmans Utiliteit in kaart gebracht. Vervolgens is aan de hand van de onderzoeksresultaten van de eerste deelvraag, literatuur studie en interviews met experts een circulair bedrijfsproces voor Heijmans Utiliteit beschreven.

Deelvraag 3: Wat zijn de randvoorwaarden voor een circulaire gevel?
Aan de hand van literatuurstudie en interviews worden in dit hoofdstuk de randvoorwaarden voor een circulaire gevel gegeven, welke vervolgens getoetst zullen worden op een casus.

Deelvraag 4: Hoe is een circulair gevelelement opgebouwd, dat wordt toegepast op het Heijmans Morph concept?
De onderzoeksresultaten uit de eerdere deelvragen zijn getoetst aan de praktijk. Dit is gedaan door interviews met experts, waarbij is gevraagd de verwerking van de theorie naar het gevelelement te beoordelen op toepasbaarheid.

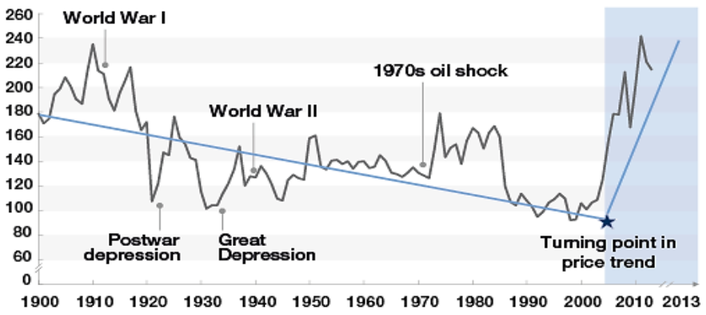
Conclusies en aanbevelingen
Aan de hand van de antwoorden op de hiervoor beschreven deelvragen worden conclusies en aanbevelingen gegeven.

1. Circulaire economie als containerbegrip

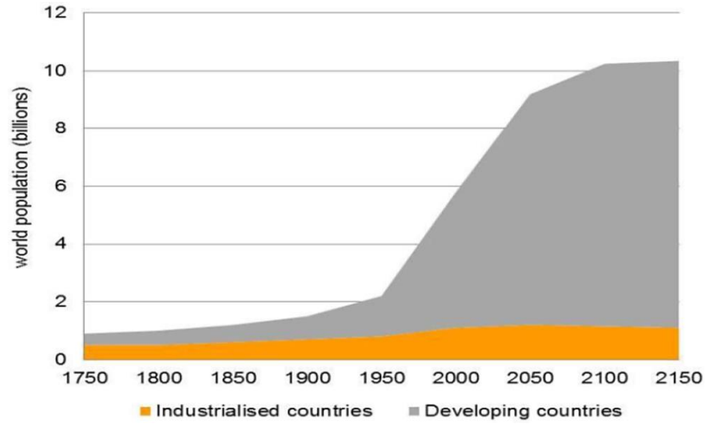
Circulaire economie (CE) is een hot item waar iedereen wel een mening over heeft en waar veel termen aan worden opgehangen. De noodzaak van een CE wordt in paragraaf 1.1 beschreven waarna in paragraaf 1.2 wordt ingegaan op wat een CE is. Vervolgens wordt in paragraaf 1.3 gekeken naar de voorlopers in de CE. Tenslotte worden in paragraaf 1.4 de barrières en uitdagingen van een CE toegelicht.

1.1 WAT IS ER AAN DE HAND?

Het *Global Footprint Network* stelt in haar persbericht van 19 augustus 2014 dat we in minder dan acht maanden als mensheid het hele natuurlijke jaarbudget hebben opgebruikt. Daarbij is in Nederland de ecologische footprint in 50 jaar tijd verdubbelt en is daarmee ruim vijf keer zo groot als de biocapaciteit van de aarde (Global Footprint Network, Water Footprint Network, WWF, & Zoological Society of London, 2014). Door de toenemende consumptie van natuurlijke hulpbronnen (water, energie, grondstoffen en land) ontstaat er een toenemende schaarste en schieten de prijzen van grondstoffen, mineralen en brandstof omhoog. Daarbij raken de bos- en visvoorraden op en worden 20.934 dier- en plantsoorten met uitsterven bedreigd (International Union for Conservation of Nature, 2012). Om direct van een grondstoffenschaarste te spreken is misschien wat overdreven, maar er is in ieder geval een risico aan grondstoffen. De belangrijkste twee oorzaken van de stijgende consumptie zijn de groei van de wereldbevolking en de toenemende welvaart. Hierdoor ontstaan er (met name in de BRICS-landen) veranderende consumptiepatronen met als gevolg stress in de supply chain en fluctuaties van de grondstofprijzen. Jan-Henk Welink van Kennisplatform Duurzame Grondstoffenbeheer beschrijft dat als volgt: "Als honderd miljoen Chinezen met ze alle ineens een katoenen shirt willen, dan wordt er heel veel getrokken aan katoen. Als je zelf C&A bent en je wilt katoenen shirtjes verkopen, dan wil je grip hebben op je grondstoffen en zorgen dat je katoen ter beschikking hebt.



Figuur 1.1 – McKinsey Commodity Price Index (jaren 1999-2001 = 100). De sterke prijsstijgingen in grondstoffen sinds 2000 hebben alle eerdere prijsdalingen van de 20e eeuw te niet gedaan. (Bron: Wereld Bank; IMF; VN Voedsel en Landbouworganisatie)



Figuur 1.2 – Populatiegroei van de industrie- en ontwikkelingslanden in miljarden mensen. (Bron: Verenigde Naties, bevolkingsgroei vooruitzichten)

Als er één gaat trekken, gaat de ander ook zijn eigen voorraden aanleggen waardoor de prijzen als een stuiterbal heen en weer gaan met als gevolg stress in de supply chain." (Welink, 2012)

Gekeken naar de bouw- en sloopsector in Nederland, is deze in 2013 goed voor 4,8% van de Nederlandse economie (Bovene, Economy, & Odijk, 2014). Daar tegenover staat dat dezelfde sector in 2013 ruim 260 Mton aan bouwmaterialen heeft gebruikt, verantwoordelijk is voor 37% van al het afval dat in Nederland wordt geproduceerd en ongeveer 5% (9,6 Mton CO_2-eq) van de nationale broeikasgasemissie van Nederland voor zijn rekening neemt (Afman, Bergsma, Bijleveld, & Krutwagen, 2014). Geconcludeerd kan worden dat door de economische schaarste, de opkomst van de BRICS landen en niet-duurzame consumptie en productie van grondstoffen, op lange termijn een aanbod van hoogwaardige grondstoffen niet vanzelfsprekend is (Bastein, Rietveld, & van Zyl, 2011). De uitdaging zal liggen om binnen de kaders van de groeiende wereldbevolking en de toenemende behoefte aan welvaart een transitie te maken naar een economisch systeem, waarbij op een duurzame manier met de grondstoffen wordt omgegaan: de circulaire economie!

1.2 VAN LINEAIR NAAR CIRCULAIR

"It's not the strongest species that survive nor the most intelligent ones, but those that react the best to change."

Charles Darwin

De huidige economie bestaat uit een lineair model waarbij steeds nieuwe grondstoffen worden gewonnen, verwerkt en tenslotte vernietigd (take-make-waste). Daarbij zijn de producten die we kopen vaak ontworpen vanuit de gedachte dat zij zullen eindigen als afval. Douwe-Jan Joustra beschrijft het lineaire model als een verkooptransactie waarbij verantwoordelijkheid wordt weg verkocht van de producent naar de consument. Daar zijn wel een paar maatregelen voor genomen als garantie en ketenverantwoording, maar het blijft het repareren van een fundamenteel verschijnsel: het weg verkopen van de verantwoordelijkheid (Geertse & Joustra, 2015).

Het jaarlijks verbruik van een bepaalde hoeveelheid primaire grondstoffen kan worden uitgedrukt in kg per jaar. Voor een lineaire economie geldt dan (Welink, 2012):

$$C = \frac{P * W}{L} \quad *$$

* Energie wordt hier buiten beschouwing gelaten

Om consumptie in een circulaire economie uit te drukken, moet ofwel de levensduur (L) verhoogd worden, dan wel recycling (R) worden toegevoegd aan de formule. Dit resulteert in de volgende formule (Welink, 2012):

$$C = \frac{P * W * (1 - R)}{L} \quad *$$

* Energie wordt hier buiten beschouwing gelaten

C: consumptie aan primaire grondstoffen per jaar (kg/jaar)
P: aantal producten (-)
W: gewicht van geconsumeerde grondstoffen per product (kg)
L: levensduur van het product (jaar)
R: percentage dat wordt gerecycled, gerepareerd, hergebruikt etc. (%)

Met een CE kan er op materiaalgebruik tot 70% bespaard worden ten opzichte van de huidige lineaire economie (Ellen MacArthur Foundation, Towards the Circular Economy 3, 2014). Hierbij is het van belang om grip te krijgen op hoe verschillende onderdelen elkaar beïnvloeden binnen het grotere geheel, en de relatie tussen onderdelen binnen een systeem (IMSA, 2013): het systeemdenken. In de literatuur zijn verschillende definities te vinden van CE:

> "Een circulaire economie is een levend systeem waarin waardeontwikkeling plaats vindt op basis van gebruik in plaats van verbruik. Dat betekent dat herbruikbaarheid van producten en grondstoffen ontstaat en dat waarde vernietiging voorkomen wordt. Essentiele elementen hierbij zijn het gebruik van zuivere en niet toxische materialen, ontwerp voor demontage en het volledig gebruiken van duurzame energie."
> *Ellen MacArthur (2013), Towards the Circular Economy 1*

> "Een circulaire economie is een industriële economie die veerkracht als intentie heeft en verbruik waar mogelijk verruilt voor gebruik. De circulaire economie is gebaseerd op het sluiten van ketens en het (waar mogelijk oneindig) verlengen van cycli."
> *OPAi & MVO Nederland (2014), Ondernemen in de Circulaire Economie, p.11*

"Een circulaire economie is een economisch systeem dat de herbruikbaarheid van producten en grondstoffen en het behoud van natuurlijke hulpbronnen als uitgangspunt neemt en waarde creatie voor mens, natuur en economie in iedere schakel van het systeem nastreeft. Het idealiter oneindig kunnen laten circuleren van grondstoffenstromen maakt een economie circulair."
Kamerstuk Tweede Kamer 35 750 XIII

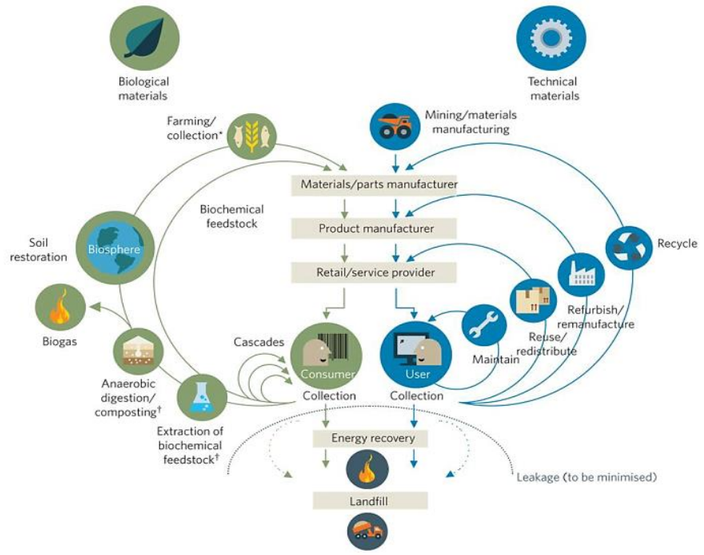
Ongeacht de gehanteerde definitie gaat het om onderscheid te maken tussen verbruik en gebruik en het sluiten van de cycli. Hierbij wordt de focus gelegd op de product-dienstmodellen, waarbij de verantwoordelijkheid bij de producenten en toeleveranciers ligt. Binnen de CE zijn twee kringlopen te onderscheiden (zie figuur 1.3): de biologische kringloop (groen), waarbij de reststoffen weer terug worden gegeven aan de natuur, zonder deze te beschadigen en de technische kringloop (blauw), waarbij producten zo worden ontworpen dat ze een zo lang mogelijke levensduur hebben. De kringlopen bestaan uit verschillende 'feedback loops' die leiden tot waarde creatie. Hoe kleiner de cycli, hoe hoger de restwaarde van het product.

<u>De technische kringloop</u> (Bastein, Hoogendoorn, Rietveld, & Roelofs, 2013):

- Maintain (onderhoud en reparatie producten); hierdoor blijft het product met een zo hoog mogelijke waarde in omloop.
- Reuse/redistribute (hergebruik / herdistributie producten); hierdoor ontstaat een klein verlies van het product met een positieve bijdrage aan de CE.
- Refurbish/remanufacture (opknappen/renoveren); hierbij worden componenten (onderdelen) van een product opgeknapt of de componenten uit gebruikte producten worden toegepast in nieuwe producten. De waarde van het nieuwe product is lager dan het oorspronkelijke product.
- Recycle (recycling); hierbij worden materialen teruggewonnen uit oude producten en weer teruggebracht in de kringloop. De inzet van energie, kapitaal en arbeid gaat verloren.

<u>De biologische kringloop</u> (Bastein, Hoogendoorn, Rietveld, & Roelofs, 2013):

- Extraction of biochemical feedstock (onttrekking van biochemische grondstoffen); hierbij worden hoogwaardige chemische producten onttrokken uit biomassa.
- Anaerobic digestion/composting (anaerobe afbraak/compostering); hierbij wordt biogas geproduceerd door de afbraak van organisch materiaal.
- Restoration en farming/collection; hierbij moeten alle biologische materialen worden gebruikt als toepassing in materialen (denk aan voeding voor dieren).



Figuur 1.3 – De circulaire economie vlinder diagram toont de biologische- en technische kringloop, inclusief de verschillende cycli. (Bron: Ellen MacArthur Foundation)

Vanuit de Ellen MacArthur foundation en MVO Nederland zijn er een aantal principes waarop de CE is gebaseerd (Ellen MacArthur Foundation, Towards the Circular Economy 1, 2012) (Beukel, et al., 2014):

1. Ontwerpen om afval te vermijden; de producten zo ontwerpen dat deze in een later stadium in een andere cycli zijn te plaatsen.
2. Bouwen aan een langere levensduur door diversiteit; door diversiteit toe te voegen aan een product krijgt het meer veerkracht.
3. Gebruik maken van energie uit oneindige bronnen; toepassing van bijvoorbeeld wind-, zon- en waterenergie.
4. "No net loss" bij grondstofwinning en bouw; de waarde van grondstoffen behouden bij de winning en toepassing.
5. Denken in systemen; het eerder genoemde systeemdenken waarbij wordt nagedacht over hoe onderdelen in een systeem elkaar beïnvloeden.
6. Gebruiken van afval als grondstof;
7. Biobased benadering; het gebruik van natuurlijke producten in verschillende toepassing alvorens terug keren in de biologische kringloop.
8. Nieuwe, slimme sturing; de verschuiving van bezit naar gebruik, productservicesysteem.

Niet alleen het product-design speelt een grote rol op de waarde en levensduur van een product, de realisatie en behoud ervan speelt een minstens even grote rol. Een essentieel onderdeel zijn de eerder genoemde product-dienstmodellen, omdat het hergebruik weinig waarde heeft wanneer dit niet gefaciliteerd en gegarandeerd wordt (Gielingh & Veerman, Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie, 2014). Daar waar het lineaire model is gericht op product-based value, zal het binnen de circulaire economie verschuiven naar product service systems (PSS) of service-based value (zie figuur 1.4). Hierdoor zullen er nieuwe businessmodellen ontstaan (Ellen MacArthur Foundation, Towards the Circular Economy 2, 2013):

- Grondstoffenhandelaren en -verzamelaars, die de markt voor rest- en bijproducten creëert;
- Nieuwe technologische bedrijven, die nieuwe technologieën en technieken ontwikkelen;
- Micro-marketeers, die de vraag- en aanbod bij elkaar gaan brengen;
- Circulaire aanbieders, die duurzame producten, materialen en energie gaan leveren;
- Product-dienst aanbieders, die aan een langdurige duurzame relatie met de klant gaan werken.

De echte systeemtransitie vindt dus plaats in de verschuiving van kooptransacties naar performancebased contracting. Hierbij moet worden opgemerkt dat er nog geen onderzoeken bestaan die aantonen dat deze businessmodellen werken (Geertse & Joustra, 2015) (Bastein, Hoogendoorn, Rietveld, & Roelofs, 2013).

Product based value	Product service system (PPS)	Service based value
Waarde op basis van van een product	- Product-georiënteerd, waarbij de klant eigenaar wordt van het product samen met enkele diensten (bv onderhoudscontract); - Gebruiks-georiënteerd, waarbij de leverancier eigenaar blijft van het product en de dienst voor een bepaalde tijd aanbiedt (bv verhuur van auto); - Resultaat-georiënteerd, waarbij de leverancier een oplossing biedt voor een bepaalde vraag (bv cateringservice).	Waarde op basis van een dienstverlening

Figuur 1.4 – De verschuiving van product based value naar service based value. (Bron: Plan C)

1.3 DE VOORLOPERS IN DE CIRCULAIRE ECONOMIE

Het circulaire gedachtegoed krijgt op steeds meer plekken, verspreid over de wereld aandacht en daarmee draagvlak. In deze paragraaf wordt beschreven welke landen, bedrijven en projecten hierin voorop lopen.

VOORLOPENDE LANDEN

De eerste wetenschappelijke publicaties over CE komen altijd bij China terecht, omdat zij de eerste zijn geweest die dit hebben verankerd in wet- en regelgeving (Prins, 2015). De oorzaak daarvan is dat in China de duurzaamheid een groot probleem is, je stikt bijna zodra je Shanghai binnen loopt. Daar komt bij dat zij zelf het meeste last hebben van de hoge staalprijzen omdat zo ongeveer al het staal naar China gaat. De 'Ontwikkelingsstrategie Circulaire Economie', die zich richt op duurzame consumptie en productie, werd al in 2002 geïmplementeerd (Crane, et al., 2011) Later is dit vertaald naar een aantal pilotgebieden in China met als doel een meer duurzame economische structuur te ontwikkelen. Hierbij is de aandacht voor afval verplaatst naar de controle op productie, voorziening en verbruik (Het Groene Brein, 2015).

Ook Japan wordt in de literatuur genoemd (Bastein, Hoogendoorn, Rietveld, & Roelofs, 2013) (Het Groene Brein, 2015) met zijn 'Wet voor de Promotie van Efficiënt Materiaalgebruik'. Deze in 2000 aangenomen wet stimuleert recycling en draagt daarmee bij aan de reductie van afval. Hiermee is Japan het eerste land ter wereld geweest die een wet gericht op de totale levensduur van een product heeft doorgevoerd (Ellen MacArthur Foundation, Towards the Circular Economy 3, 2014).

Duitsland heeft de 'Circulaire Economie en Afvalwet' (Kreislaufwirtschaft und Abfallgesetz) in de jaren negentig opgenomen en daarmee een eerste stap gemaakt richting de CE. Door deze wet worden producenten en aanbieders verplicht om hun producten te ontwerpen volgens de criteria: afval minimaliseren, het bieden van de mogelijkheid tot hoge-kwaliteit hergebruik van afval en milieuvriendelijke afvoer van afval (Fehr, de Leeuw, & Lehmann, 2014).

Andere landen die worden genoemd zijn Zwitserland, die in juni 2013 een aanpassing van de milieuwetgeving heeft ingediend ten behoeve van de circulaire economie, het Verenigd Koninkrijk met het Waste Research and Action Programma (WRAP), Finland die in 2050 een reductie van 80% CO2 wil hebben en Frankrijk.

VOORLOPENDE BEDRIJVEN & PROJECTEN

Niet alleen op landelijk niveau worden initiatieven gestart, ook binnen bedrijven worden nieuwe concepten bedacht en uitgeprobeerd.

PHILIPS & TURNTOO: PAY PER LUX

De proef van "Pay per Lux" is in 2011 ontstaan vanuit de vraag van de architect Thomas Rau om "licht" te verzorgen. Als afnemer is RAU Architecten alleen geïnteresseerd in voldoende verlichting, niet in het bezit van de verlichting (Lux in plaats van producten, 2015). Vanuit deze proef betaalt de gebruiker (Turntoo) alleen voor het gebruik van het licht en niet voor de materialen die in het bezit blijven van de producent (Philips). Daarbij is Philips ook verantwoordelijk voor de levering en het onderhoud van de producten. Doordat er zwevende plafondtegels met LED-verlichting zijn toegepast, worden alleen de benodigde vierkante meters verlicht.

DESSO TAPPIJTTEGELS & DE LAGE LANDEN: TAKE BACK™

Met de lancering van het Take Back™-programma in 2008, heeft Desso met behulp van C2C een nieuwe strategie gestart omtrent duurzaamheid. Deze strategie heeft zich, in samenwerking met De Lage Landen, vertaald naar een full-service leasemodel waarbij het hele proces van leggen tot en met verwijderen is inbegrepen. Doordat Desso eigenaar blijft van de tegels is het makkelijker om de kringloop te sluiten.

MUD JEANS: LEASE A JEANS

Net voor de fashionweek in januari 2013 van start ging introduceerde Mud Jeans het concept: lease a jeans. In plaats van een broek te kopen, lease je hem voor één jaar lang door elke maand een klein bedrag te betalen. Daarna kan je de broek terug sturen, dan wel inruilen voor een nieuw model. Daarbij worden de broeken zo duurzaam mogelijk geproduceerd: van biologisch en gerecycled katoen.

RAU ARCHITECTEN, BAM UTILITEIT & GEMEENTE BRUMMEN: GEMEENTEHUIS BRUMMEN

In maart 2013 is het gemeentehuis Brummen opgeleverd, die dient als grondstoffendepot. Hiervoor heeft de gemeente gevraagd om een semipermanent gebouw met een levensduur van minimaal 20 jaar. Tijdens het ontwerpproces hebben de betrokken partijen (inclusief de verschillende toeleveranciers) meegedacht hoe na de geplande gebruiksperiode het gebouw weer uit elkaar gehaald zou kunnen worden (Gemeentehuis Brummen, 2015).

C2C LAB, REGIO VENLO, KRAAIJVANGER ARCHITECTEN & LAUDY/BALAST NEDAM: GEMEENTEHUIS VENLO

Regio Venlo heeft met hulp van het C2C lab in 2009 een openbare aanbesteding uitgeschreven waarbij niet werd gevraagd om een ontwerp, maar om een visie. Een van de voordelen hiervan is dat de gemeente Venlo bij de start van het ontwerpproces direct aan tafel zat en niet was gebonden aan de keuze van een schets die al voor een groot deel het eindbeeld zou kunnen bepalen (Aanbesteding ontwerp, 2015). Hierdoor kon in het ontwerpproces al worden nagedacht over de latere afdankfase.

1.4 WAAROM ZIJN WE NOG NIET CIRCULAIR DAN?

De CE klinkt als een mooie kans die met twee handen aangepakt moet worden. Toch zijn er nog veel barrières te noemen die een transitie van een lineair naar een circulair model lastig maken. Voor de bouw is dat niet op de laatste plaats de lange levensduur van een gebouw en de keten waarbinnen zij samenwerken. In het rapport van de Aldersgate Group, een alliantie bestaande uit het bedrijfsleven, de politiek en samenleving, worden drie specifieke barrières genoemd (Aldersgate Group, 2012): de gevestigde bedrijven verdienen geld op basis van lineaire businessmodellen, de acceptatie in de maatschappij van de verschuiving van bezit naar gebruik en de onderlinge afhankelijkheid van bedrijven.

Een andere barrière is de wet- en regelgeving, waarbij veel afhankelijk is van de Europese wetgeving. Zo is bijvoorbeeld het huidige belastingstelsel gericht op een lineaire economie, waarin recycling niet wordt beloond en waarbij de huidige afvalwetgeving niet is gericht op hergebruik. De organisatie Ex'Tax pleit bijvoorbeeld voor een aanpassing van het huidige belastingsysteem. Een ander punt is de bestuurlijke barrière over verantwoordelijkheid, aansprakelijkheid en bezit (juridisch en economisch) (Zuidema, Interview Briqs, 2015).

Ook op het gebied van financiering zijn een aantal obstakels te noemen. Aller eerst de prijs voor een nieuw materiaal die soms nog goedkoper is dan een gerecycled materiaal. Maar ook het korte-termijn denken, waarbij de aandeelhouders tevreden moeten worden gehouden of de hoge investeringskosten om over te stappen op een circulaire business-model. Als laatste moet worden opgemerkt dat er nog veel (nieuwe) technieken nodig zijn voor het verhogen van de kwaliteit van herwonnen materialen en de scheiding van de bio- en technische cyclus.

1.5 DEELCONCLUSSIE

Door de groei van de wereldbevolking en de opkomst van de BRICS landen worden er steeds meer grondstoffen onttrokken aan de aarde met als gevolg grondstoffenschaarste en stress in de supply chain. Wanneer er op deze manier wordt doorgegaan zullen de volgende generaties niet meer over de zelfde grondstoffen kunnen beschikken als wij. Momenteel bestaat de economie uit een lineair model waarin alle gewonnen grondstoffen worden verwerkt in producten en uiteindelijk eindigen als afval. In een circulaire economie komt de focus te liggen op verlening van de levensduur en herbruikbaarheid van producten en grondstoffen, om op deze manier de technische- en biologische cyclus te sluiten. Dit vraagt om nieuwe businessmodellen waarbij een verschuiving plaats vindt van bezit naar gebruik. Hiermee sluit het volledig aan op het C2C gedachtegoed met als enige verschil dat het C2C zich meer richt op het product en circulaire economie meer op het proces eromheen. De baten van een circulaire economie zijn groot. Zo wordt de marktwaarde van een Nederlandse circulaire economie op 7,3 miljard euro geschat, waar naar schatting 54.000 banen mee zijn gemoeid (Bastein, Hoogendoorn, Rietveld, & Roelofs, 2013). Landen als China, Japan, Duitsland en Zwitserland zijn voorlopers op het gebied van circulaire economie en ook in het bedrijfsleven zijn de eerste bedrijven, vanuit een circulair businessmodel, hun opmars aan het maken.

Toch vat de uitspraak van Walter Stahel, tijdens de Plan C Community Day in Antwerpen, de koe precies bij de hoorns: "de perfecte blauwdruk om de lineaire economie om te vormen tot een circulaire economie bestaat niet" (Deckmyn, Leyssens, Stouthuysen, & Verhulst, 2014). De circulaire economie moet dan ook worden gezien als een stip aan de horizon waar we naartoe willen, maar nog lang niet zijn. De beleidsmakers, zowel nationaal als internationaal, kunnen hierin een faciliterende rol spelen, waarbij wet- en regelgeving dient te worden aangepast. Het samenbrengen van de kennis over circulaire processen en technieken, dat is gefragmenteerd over verschillende landen, instanties en bedrijven is een vereiste. Daar gaat eveneens veel onderzoek mee gepaard naar de verschillende businessmodellen inclusief hun risico's en baten. Met zijn aandeel van 4,8 procent in de Nederlandse economie kan de bouw- en sloopsector hier ook zijn steentje aan bijdragen. Hiervoor dienen zij na te gaan denken over het hergebruik van gebouwen, elementen en componenten: lifecycle-denken. Momenteel is het recyclen van puin en het verbranden van afval nog het makkelijkst en daarmee het goedkoopst. Dit komt deels doordat het ontwerp niet is gericht op hergebruik. De stijging van de grondstofprijzen, het schaarser worden van grondstoffen en de huidige crisis zouden als trigger kunnen werken om hier verandering in te brengen!

2 Heijmans als kennisgedreven organisatie

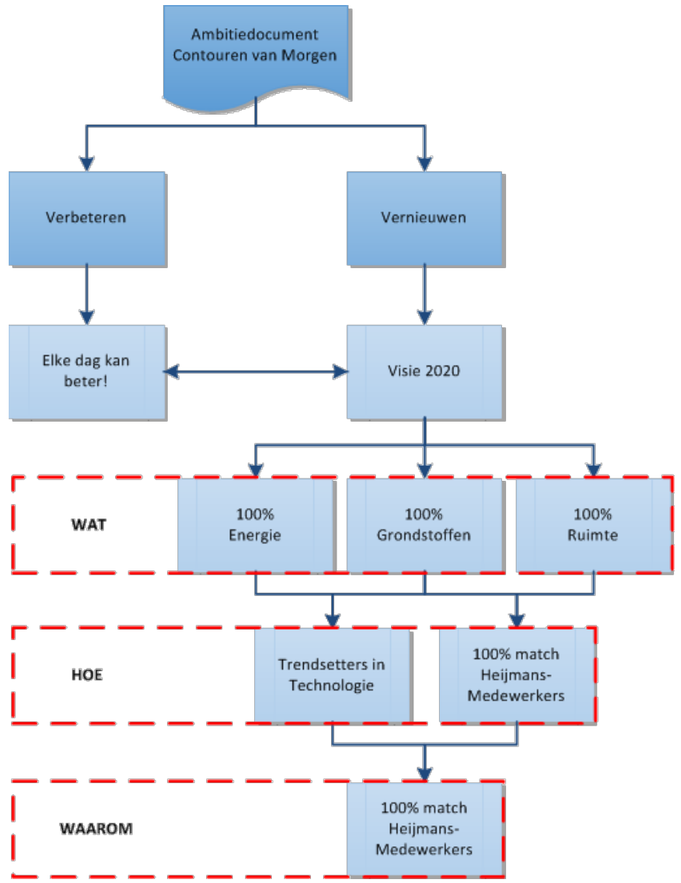
Wie de jaarverslagen en het duurzaamheidsverslag van Heijmans leest, komt er al snel achter dat duurzaamheid hoog op de agenda staat (Heijmans, Heijmans Jaaroverzicht duurzaamheid 2013, 2013) (Heijmans, Jaarverslag 2014, 2015). Hoe zich dat vertaalt in een missie en visie en wat daarmee de raakvlakken zijn met een circulaire economie wordt in paragraaf 2.1 beschreven. Vervolgens wordt in paragraaf 2.2, het huidige proces van ontwerp, bouw, beheer, onderhoud en exploitatie binnen Heijmans Utiliteit in kaart gebracht. Ook worden hier de contractvormen en verdienmodellen kort toegelicht, waarbij een focus wordt gelegd op de twee uiterste (traditioneel en DBFMO). Tenslotte wordt in paragraaf 2.3 beschreven wat er in het huidige proces moet veranderen om tot een circulair ontwikkelproces te komen.

2.1 HEIJMANS' CONTOUREN VAN MORGEN

Heijmans is zich er van bewust dat de wereld om ons heen verandert door het schaarser worden van ruimte en grondstoffen. Binnen hun visie moeten de oplossingen dan ook niet worden gezocht in het meer en groter maar in het slimmer en efficiënter (Heijmans, Jaarverslag 2014, 2015). Door de veranderende vraag, van bezit naar gebruik, voelt Heijmans zich genoodzaakt een voorbeeld te zijn in het efficiënter en slimmer bouwen. Een belangrijk aspect hierbij is de samenwerkingen die worden aangegaan, de processen die worden doorlopen en de producten die worden gerealiseerd (Heijmans, Heijmans Jaaroverzicht duurzaamheid 2013, 2013). In het duurzaamheidsverslag *de contouren van morgen* wordt een brede strategie uiteengezet die zich toespitst op twee pijlers: verbeteren (het nu) & vernieuwen (de toekomst). De pijler 'verbeteren' valt uiteen in procesmatige en financiële maatregelen: elke dag kan beter. "Elke dag worden er fouten gemaakt waar wij als organisatie van kunnen leren en moeten verbeteren" (Fleuren, Interview Heijmans, 2015). De tweede pijler 'vernieuwen' is gericht op de toekomst en komt tot uiting in de visie: ruimte ontwikkelen die niets meer aan de omgeving onttrekt (Heijmans, Heijmans Jaaroverzicht duurzaamheid 2013, 2013). Deze visie kent de volgende drie speerpunten: energie, grondstoffen en ruimte. In de contouren van morgen wordt dit concreet vertaald naar de volgende drie doelstellingen (Heijmans, Heijmans Jaaroverzicht duurzaamheid 2013, 2013):

- In 2020 leveren onze producten energie op, in plaats van dat ze energie kosten;
- In 2020 zijn onze gebouwen, kunstwerken en wegen 100% recyclebaar;
- In 2020 dragen onze objecten en oplossingen bij aan een betere ruimtelijke kwaliteit.

Vertaald naar een missie (Heijmans, Heijmans Jaaroverzicht duurzaamheid 2013, 2013): Heijmans is het verschil voor de leefomgeving.



Figuur 2.1 – Schematisering van de duurzaamheidsstrategie binnen Heijmans.

De eerder genoemde visie, toevoegen in plaats van onttrekken, sluit qua focus goed aan op het gedachtegoed van CE. De CE zoals eerder beschreven, geeft de ideale vorm weer wat kaders schept waarbinnen gedacht en gehandeld moet worden. Deze ideale situatie, de spreekwoordelijke stip aan de horizon, moet naar toe worden gewerkt, maar is in veel gevallen nog niet direct toepasbaar. Door de kaders in de toekomst als doel te stellen, kunnen er stappen worden gezet voor de transitie naar een circulaire economie.

De kaders die vanuit Heijmans worden opgesteld (vertaald vanuit het duurzaamheidsrapport en interviews):

1. Alle grondstoffen worden, in theorie, oneindig hergebruikt en dragen bij aan financieel, ecologisch en maatschappelijke waarde;
2. Alle energie komt van hernieuwbare en daarmee duurzame bronnen;
3. De bouwwerken, kunstwerken en wegen dragen bij aan een beter ecosysteem en leefomgeving.

Dit uit zich in verschillende innovaties binnen de bedrijfsstromen van Heijmans die kunnen worden gezien als de eerste stappen, maar nog altijd voort komen vanuit een lineair gedachtegoed.

Vastgoed/Woningbouw

- Heijmans ONE: materiaal hergebruik, flexibel ruimte gebruik, flexibel wonen. Niet een permanent bouwwerk, maar verplaatsbare woning.
- Zero Ready: Binnen tien dagen wordt een woning gerenoveerd en de levensduur verlengt met dertig jaar.

Wegen

- Self-healing asfalt: De levensduur van asfalt wordt verlengd met 50 á 100%.
- Greenway LE asfalt: Een asfaltmengsel dat met een lagere temperatuur wordt geproduceerd en een hoog aandeel gerecycled asfaltgranulaat bevat.
- ModieSlab: Modulair op te bouwen wegconcept.
- Afvalstop door de toepassing van papier i.p.v. cement als bindmiddel in de fundering van de weg.

Civiel

- TerraTube/Biobuis: Een beschermbuis voor tijdelijke nutsvoorzieningen gemaakt van biologisch afbreekbare kunststof.[1]
- Composietenbrug-A27: Door de toepassing van kunststof composiet is er minder materiaal nodig.
- Hydrea Thermpipe: Winnen van energie uit de restwarmte van rioolwater.

Utiliteit

- Building Integrated PV-panels: minder materiaal en ruimte nodig door het combineren van twee functies.
- Gebouwen als dienst bij Publiek Private Samenwerking (PPS).

[1] De TerraTube zou als 100% Circulaire Economie aangemerkt kunnen worden, omdat deze in zijn geheel is op te nemen in de biologische cyclus.

2.2 HET TRADITIONELE PROCES VAN HEIJMANS UTILITEIT IN KAART

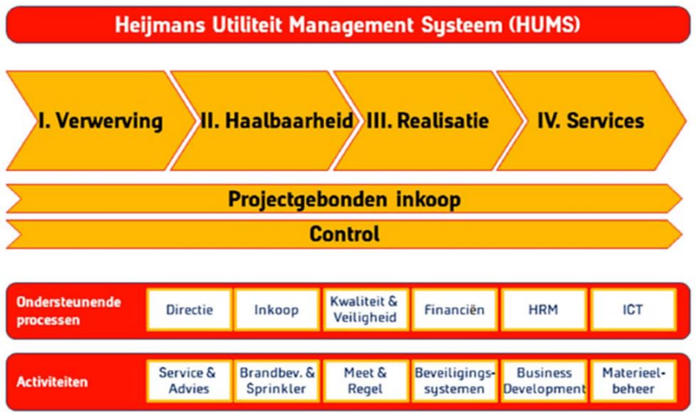
Utiliteit realiseert complexe, grootschalige gebouwen in de klant- en marktsegmenten gezondheidszorg, (semi-) overheid, commercieel vastgoed, high tech clean industrie en datacenters (Heijmans, Jaarverslag 2014, 2015). Daarbij ontwerpt, realiseert en onderhoudt zij hoogwaardige elektrotechnische en werktuigbouwkundige installaties (Heijmans, Jaarverslag 2014, 2015). Sinds 2012 zijn Utiliteitsbouw en Techniek samengevoegd. Door de integrale aanpak van bouw en installatietechniek is Heijmans Utiliteit uniek in zijn soort. In dit hoofdstuk wordt het huidige bedrijfsproces bij een Design Build Finance Maintaince & Operate (DBFMO) contract beschreven, vervolgens worden het traditioneel- en DBFMO contract met hun verdienmodellen toegelicht.

BEDRIJFSPROCESSEN

De bedrijfsprocessen binnen Heijmans Utiliteit bestaan uit vier blokken. Deze blokken zijn samengesteld door specialisten uit het eerdere Bedrijfs Proces Utiliteitsbouw (BPU) (Utiliteit) en Burgers Ergon Management Systeem (BEMS) (Techniek). Dit heeft geresulteerd in Heijmans Utiliteit Management Systeem (HUMS). Het HUMS bestaat uit:

I. Verwerving & Advies (Verwerving)
II. Ontwerp & Engineering (Haalbaarheid)
III. Realisatie
IV. Services

In figuur 2.2 is het HUMS schematisch weergegeven met daaronder de ondersteunende processen en activiteiten gedurende het hele proces. Ieder blok kan weer worden opgedeeld in losse stappen. Er is voor gekozen om aan de hand van een DBFMO contract het hele proces te beschrijven, omdat deze contractvorm het beste aansluit op het CE gedachtegoed.



Figuur 2.2 – Schematische weergave van de HUMS. (Bron: Heijmans N.V.)

Het initiatief tot het starten van de bouw van een bouwwerk ontstaat vanuit een probleem van een 'opdrachtgever (de Ridder, 2012). Vaak voldoet een gebouw niet maar aan de eisen: het is te klein, te groot, te oud of te lelijk. De ambities van de klant worden vastgelegd in een PvE, die als basis dient voor de ontwikkeling van een gebouw. Het PvE is samen met of het ontwerp (SO of VO) en bestek onderdeel van de aanvraagdocumenten, waarin staat gespecificeerd wat de opdrachtgever wil hebben. Meestal wordt er een aanbesteding uitgeschreven.

BLOK I VERWERVING

De verwerving van een project start met het vormen van een tenderteam. De tenderfase start met een kick-off met als doel het overbrengen van de tenderstrategie, het afstemmen van de taakverdeling en de tenderplanning (Kroos, 2015). Vervolgens wordt er een Voorlopig Ontwerp (VO) ontwikkeld, die zowel intern als extern wordt beoordeeld op: uitgangspunten, risico factoren, integraliteit, kwaliteit, efficiëntie en de eisen van de overheid. De tenderfase, en daarmee blok I verwerving, wordt afgerond door het indienen van de aanbieding bij de opdrachtgever. Hieruit volgt de gunning: het project is binnen gehaald! Als overgang van 'verwerving' naar 'haalbaarheid' wordt er een projectteam met een kernteam opgesteld voor blok II.

BLOK II HAALBAARHEID

Dit blok start met het ontwikkelen van een Definitief Ontwerp (DO), waarbij wordt getracht de risico's (tijd, geld en kwaliteit) beheersbaar te houden. De ontwerpoplossingen voor de disciplines architectonisch, bouwkundig, constructief, bouwfysisch, akoestisch, installaties, beheer & exploitatie worden afgewogen op budget, maakbaarheid, tijd, kwaliteit en risico's. Daarna worden de vergunningen aangevraagd zodat het ontwerp daadwerkelijk gebouwd kan worden (Kroos, 2015). Vervolgens wordt er een Uitvoerings Ontwerp (UO) gemaakt, welke op de zelfde disciplines worden getoetst. Blok II haalbaarheid eindigt met een go/no go moment waarbij wordt besloten of de haalbaarheidsfase kan worden afgesloten en gestart kan worden met blok III realisatie. Als overgang van 'haalbaarheid' naar 'realisatie' wordt er een projectteam opgesteld voor het derde blok.

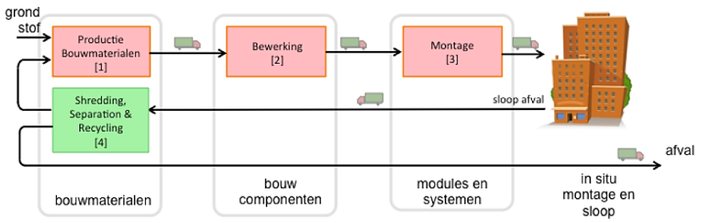
BLOK III REALISATIE

Bij de start van de realisatiefase worden alle voorlopige en definitieve uitvoeringstekeningen op orde gebracht wat resulteert in de realisatie van een tekeningen- en documentenlijst. Vervolgens vindt de fysieke overdracht van het bouwterrein plaats waarna het bouwterrein bouwrijp wordt gemaakt en de bouwplaats wordt ingericht. Het daadwerkelijke bouwen kan beginnen en wordt afgesloten met het inbedrijf stellen. Voordat het project kan worden opgeleverd wordt alles nagelopen en getest.

BLOK IV SERVICES

Voor het laatste blok 'services' wordt eveneens een team samengesteld die verantwoordelijk is voor het onderhoudscontract. Hierbij wordt afhankelijk van de contractvorm en de vraag van de opdrachtgever een dienstverlening aangeboden voor een aantal jaren. Bij de servicecontracten worden praktisch dezelfde fasen als een gewoon bouwproject doorlopen (Fokker, 2015). Er wordt gestart met een tenderfase, gevolgd door een implementatiefase (deze fase is vergelijkbaar met haalbaarheid) om het contract goed in te richten (op de locatie en intern) en vervolgens wordt het onderhoudscontract uitgevoerd.

Het huidige bouwproces is in figuur 2.3 weergegeven. Hierbij worden de grondstoffen gewonnen en verwerkt tot bouwmaterialen [1] en bewerkt tot componenten [2]. Vervolgens worden de componenten samengebracht tot een element [3] en geassembleerd tot een gebouw. Doordat bij het ontwerp geen rekening is gehouden met demontage en hergebruik van componenten en elementen, eindigt het gebouw na sloop als afval. Hierbij wordt het afval gescheiden, afgevoerd in containers en indien mogelijk gerecycled [4] (Zuidema, Hoe we in de bouw grondstoffen kunnen veiligstellen, 2015) (Ellen MacArthur Foundation, Towards the Circular Economy 1, 2012). Wanneer het scheidingsproces van de materialen niet goed verloopt, verliezen de materialen hun kwaliteit (downcycling) (Manders & Timmerhuis, 2012). Bovendien wordt er op element- en componentniveau bijna niet hergebruikt (Beelen, 2015).



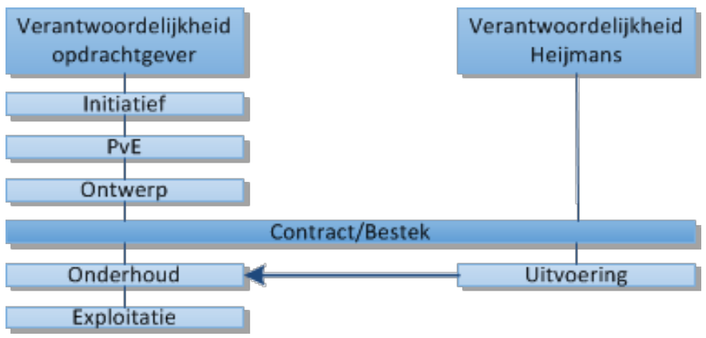
Figuur 2.3 – Het huidige bouwproces. (Bron: VMRG & Real Capital Systems)

SAMENWERKINGSVORMEN EN HUN VERDIENMODELLEN

Omdat het bij Utiliteitsgebouwen vaak gaat om complexe en grote bouwwerken, wordt er in de meeste gevallen gewerkt met een aanbesteding. Alleen overheidsinstanties en andere publiekrechtelijke instellingen (bijvoorbeeld scholen) moeten verplicht aanbesteden (Heijmans, Contractvormen Heijmans, 2007). Bouwwerken met een waarde van minimaal € 5.186.000,- (exclusief BTW) moeten volgens Europese regels worden aanbesteed (Drempelwaarde Europees Aanbesteden, 2015). Hierin zijn verschillende aanbestedingsprocedures te onderscheiden (traditioneel, niet-openbare procedure, concurrentie gerichte dialoog, onderhandse procedure etc.), welke in dit onderzoek buiten beschouwing worden gelaten. Wel wordt ingegaan op de verschillende samenwerkingsovereenkomsten (contractvormen) en hun verdienmodellen. Hierbij worden de twee 'uiterste' samenwerkingsovereenkomsten toegelicht: de traditionele samenwerkingsovereenkomst volgens de Uniforme Administratieve Voorwaarden (UAV) en de Design Build Finance Maintaince & Operate (DBFMO) samenwerkingsovereenkomst volgens de Uniforme Administratieve Voorwaarde Geïntegreerde Contractvormen (UAV-GC). Alle overige samenwerkingsovereenkomsten zijn terug te vinden in *bijlage A*.

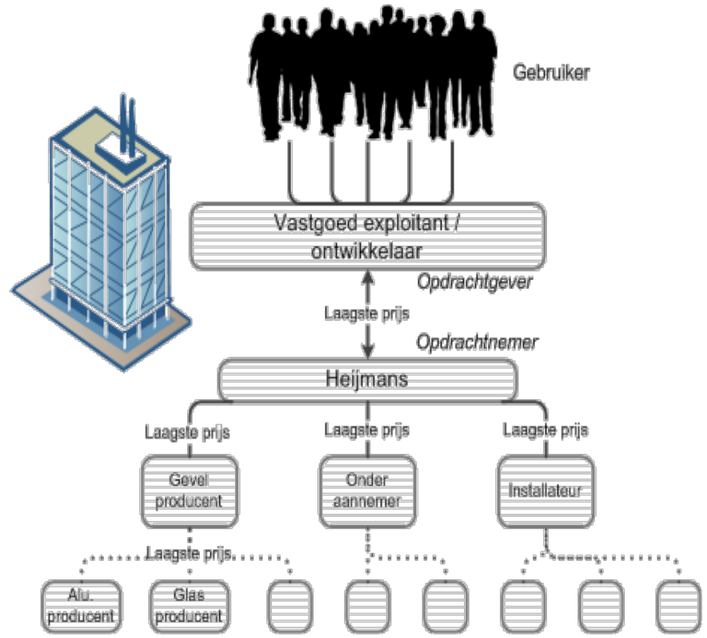
TRADITIONELE SAMENWERKINGSOVEREENKOMST (UAV)

Bij de traditionele samenwerkingsvorm heeft de architect een centrale rol (ontwerpend en directie voerend). In de praktijk is de architect verantwoordelijk voor het ontwerp en Heijmans Utiliteit voor de uitvoering. Meestal wordt de bouwer geselecteerd met een aanbesteding. Bij deze samenwerkingsvorm is er een strikte scheiding tussen ontwerp en uitvoering. Het programma van eisen wordt, vaak in samenwerking met de architect, opgesteld door de opdrachtgever waarna de architect dit vertaalt naar een ontwerp (Heijmans, Contractvormen Heijmans, 2007). Vanuit hier wordt een bestek opgesteld met de daarbij behorende bestekstekeningen. In de praktijk stuurt de architect de overige adviseurs aan en is tevens de directievoerder tijdens de uitvoering. Het kan ook zijn dat de coördinatie en directievoering komen te liggen bij een projectmanagementbureau, waarbij de rol van de architect verschuift naar die van adviseur. Het contract wordt opgesteld aan de hand van het aangeleverde bestek en tekeningen (de Leede, 2015). Iedere partij is verantwoordelijk voor zijn eigen onderdeel. De constructeur voor de constructie, de installateur voor de installaties etc. Na oplevering is de opdrachtgever zelf verantwoordelijk voor het beheer, onderhoud en exploitatie. In sommige gevallen zit er voor de aannemer nog een bepaald onderhoudstermijn aan vast.

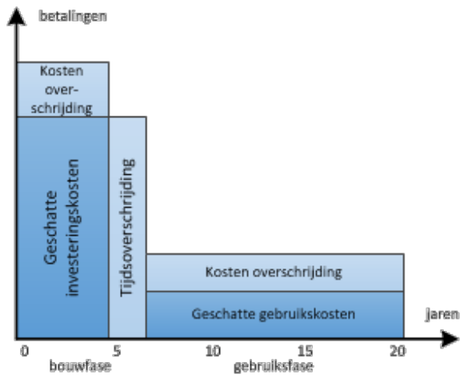


Figuur 2.4 – Traditionele samenwerking. (Bron: interpretatie Heijmans)

Binnen het traditionele contract heeft Heijmans geen ontwerprisico en is er een duidelijke taakverdeling. Doordat elke partij enkel verantwoordelijk is voor zijn eigen onderdeel, wordt er vaak langs elkaar gewerkt in plaats van met elkaar. Daarbij is er geen ruimte om kennis en kunde te implementeren in het ontwerp, waardoor ketenintegratie niet wordt afgedwongen. Hierdoor kan er tijdens de aanbesteding (bijna) alleen onderscheid worden gemaakt op prijs. Het verdienmodel achter de traditionele samenwerkingsovereenkomst is dan ook de producten bij de onder leveranciers goedkoper in kopen, dan de aanneemsom. Het verschil in prijs resulteert in winst. Meerwerk levert hierbij eveneens geld op voor Heijmans, omdat dit boven op de aanneemsom komt.



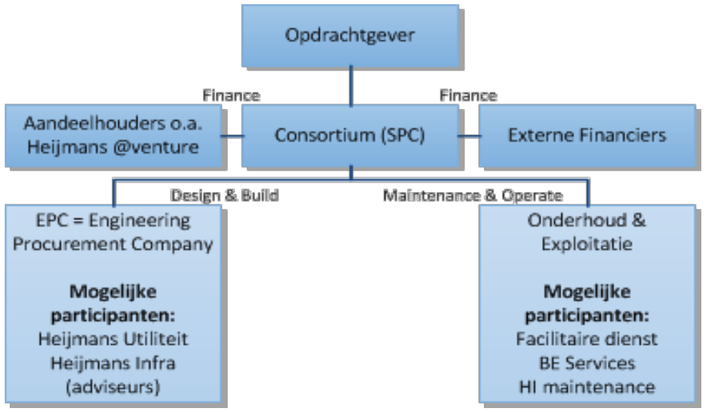
Figuur 2.5 – De huidige organisatievorm waarbij wordt geconcurreerd op prijs. (Bron: interpretatie van VMRG & Real Capital Systems)



Figuur 2.6 – Traditioneel betalingsprofiel. (Bron: interpretatie TNO)

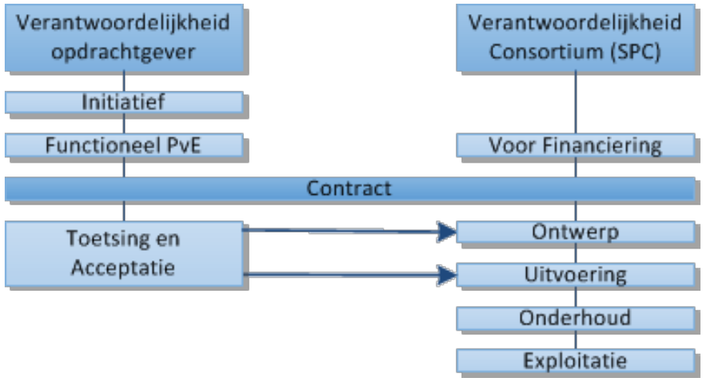
DESIGN, BUILD, FINANCE, MAINTENANCE & OPERATE SAMENWERKINGSOVEREENKOMST (UAV-GC)

Bij Design, Build, Finance, Maintenance & Operate neemt één opdrachtnemer, meestal een consortium, het ontwerp, realisatie, beheer en onderhoud en een deel van de exploitatie en financiering voor zijn rekening (Heijmans, Contractvormen Heijmans, 2007). Vaak wordt een DBFMO door de overheid toegepast bij Publiek Private Samenwerking (PPS) projecten. De opdrachtgever zit met één partij aan tafel, namelijk de Special Purpose Company (SPC), en sluit hier ook het contract mee af. De SPC bestaat uit verschillende partijen, die financieel participeren in de ontwikkeling van het project (Heijmans, Contractvormen Heijmans, 2007). Doordat alle partijen uit het SPC een bijdrage leveren aan het ontwerp en uitvoering, worden de risico's gescheiden. Door het DBFMO contract kan Heijmans zorgen voor een integrale benadering, waarbij in het uitvoerings- en onderhoudstraject verschillende divisies van Heijmans kunnen worden betrokken (Heijmans, Contractvormen Heijmans, 2007). Op deze manier wordt er in het ontwerp nagedacht over zowel realisatie, onderhoud als exploitatie. Door de integratie van verschillende disciplines wordt er een kwalitatief beter product voor hetzelfde geld of een gelijkwaardig product voor minder geld geleverd.



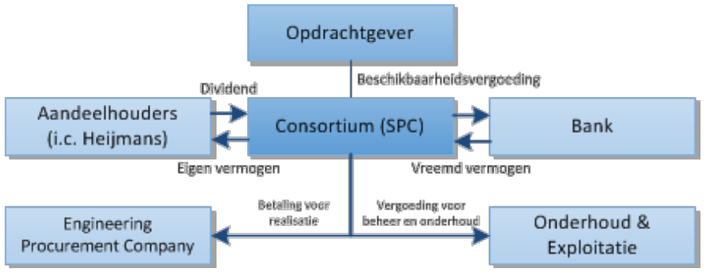
Figuur 2.7 – Schematische weergave de opdrachtgever en het consortium. (Bron: Heijmans)

Binnen het DBFMO contract ligt het initiatief bij de opdrachtgever, waarbij hij verantwoordelijk is voor het opstellen van een complete outputspecificatie (inclusief bijbehorend budget) (Heijmans, Contractvormen Heijmans, 2007). Aan de hand van deze specificaties maakt het SPC vervolgens een ontwerp. Hierbij wordt door Heijmans vanaf het begin meegedacht met de opdrachtgever, om de wensen van de opdrachtgever zo goed mogelijk in kaart te brengen. Wanneer de opdracht gegund wordt, blijft het consortium betrokken tot en met de exploitatiefase van het gebouw. Hierbij betaalt de opdrachtgever periodiek een vergoeding aan het consortium.



Figuur 2.8 – DBFMO samenwerking en een model van de geldstromen. (Bron: Heijmans)

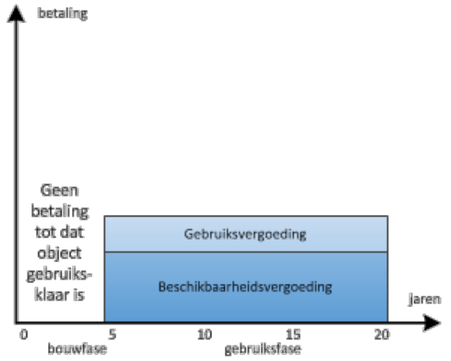
De periodieke gebruikersvergoeding van de opdrachtgever is gekoppeld aan de beschikbaarheid van het gebouw en de kwaliteit van de dienstverlening (van Beek, Bisschop, Klein, Post, & Staats, 2008). Het rendement van de totale exploitatie is voor het consortium en de aandeelhouders. De adviserende en uitvoerende partijen worden betaald voor hun diensten en productie (Heijmans, Contractvormen Heijmans, 2007).



Figuur 2.9 – Model van de geldstromen bij een DBFMO samenwerking. (Bron: Heijmans)

Binnen het DBFMO contract kan Heijmans met de geïntegreerde aanpak excelleren op kwaliteit en expertise. Heijmans wil namelijk niet langer een rol spelen in de laagste prijs (Fleuren, Interview Heijmans, 2015) (de Leede, 2015). In het consortium kunnen de verschillende disciplines binnen Heijmans worden vertegenwoordigd. Het grootste voordeel van de betaling op basis van de geleverde prestatie, is de rust die het creëert in de financiële huishouding van de opdrachtgever (van Beek, Bisschop, Klein, Post, & Staats, 2008). Bovendien heeft Heijmans binnen het DBFMO contract een vast inkomstenbron voor een lange periode. Voor het beheren en onderhouden van gebouwen bestaan verschillende contracten, met ieder een ander verdienmodel. Deze zijn te verdelen in:

- Inspanningsgerichte contracten, waarbij Heijmans wordt betaald voor het werk dat is uitgevoerd. Wanneer er iets stuk is, wordt het gemaakt: correctief onderhoud. Bij installaties als noodverlichting en brandmelders is het onderhoud wettelijk vastgelegd. Hierbij is juist preventief onderhoud nodig. (traditioneel)
- Inspanningscontracten met afkoop, waarbij het zelfde geld als de inspanningsgerichte contracten, maar het correctief onderhoud is financieel afgekocht. (traditioneel)
- Prestatiecontract, waarbij de klant zogenaamde kritieke prestatie indicatoren (KPI's) opgesteld als responstijd, hersteltijd etc. (DBFMO)
- Maincontracting, waarbij met één hoofdcontractant voor een lange periode het integrale beheer- en onderhoud van bouw, technische en facilitaire diensten wordt geleverd (Heijmans, 2015).



Figuur 2.10 – Betalingsprofiel bij publiek private-samenwerking. (Bron: TNO)

Traditioneel	DBFMO
Korte voorbereidingstijd	Lange voorbereidingstijd
Kortlopende contracten	Langlopende contracten
Risico's bij de opdrachtgever	Risico's bij de partij die deze het beste draagt
Korte zekerheid over de kosten	Langdurige zekerheid over de kosten
Lagere kostenefficiëntie	Hogere kostenefficiëntie
Lagere prijs/kwaliteitsverhouding	Hogere prijs/kwaliteitsverhouding
Bouwen vanaf bestek	Bouwen met outputspecificaties
Betaling op het moment van oplevering of al tijdens de bouw; daarna afbetaling van zelf aangetrokken investering	Betaling van beschikbaarheidsvergoeding vanaf moment van oplevering, niet tijdens de bouw

Tabel 2.1 – Verschillen tussen traditionele- en DBFMO contracten. (Bron: TNO)

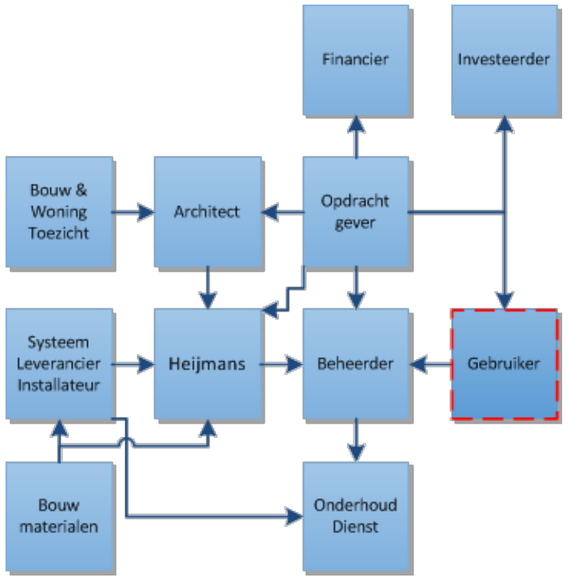
2.3 HEIJMANS IN ZIJN NIEUWE ROL

Omdat in de huidige bedrijfsprocessen van Heijmans Utiliteit de verantwoordelijkheid nog steeds wordt weg verkocht (of meteen na oplevering, dan wel na de contractduur) moeten er een aantal dingen veranderen om tot een circulair proces te komen. Omdat Heijmans Utiliteit schakel is in een keten, moet deze in zijn geheel worden meegenomen om vervolgens uitspraken te kunnen doen over business modellen (Gielingh & Veerman, Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie, 2014). Hieronder zullen de onderdelen voor een circulair proces worden toegelicht.

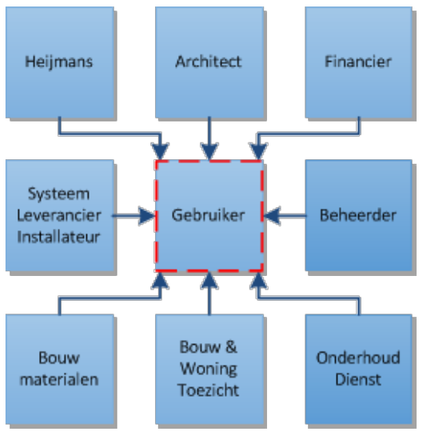
GEBRUIKERSWENSEN ALS UITGANGSPUNT

De klant moet ontzien worden! Vanuit de CE is het belangrijk om de gebruiker centraal te stellen in het bouwproces. Echter geldt voor de bouw dat de klant niet automatisch de gebruiker is van het gebouw. Denk bijvoorbeeld aan het Rijksvastgoedbedrijf, die zich richt op het bouwen, beheren en verhuren van gebouwen maar er zelf niet direct gebruiker van is. De gebruiker is daardoor vaak niet betrokken bij het ontwikkelen van een gebouw. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit ook afhangt van de contractvorm en sector. Niet alleen de gebruiker zelf maar ook zijn behoefte veranderen steeds, wat er voor zorgt dat een gebouw al snel niet meer voldoet (Bovene, Economy, & Odijk, 2014). In de bouw wordt braaf gedaan wat de klant vraagt, niet wat de klant wil (Gielingh & Veerman, Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie, 2014). Dit komt deels door de eerder beschreven traditionele manier van werken (UAV): er wordt vanuit een PvE door de architect een ontwerp gemaakt, en vervolgens wordt het bouwbedrijf gekozen dat het voor de laagste prijs kan maken. Daarbij wordt het PvE gemaakt op basis van de huidige gebruikers, terwijl zij maar voor een klein gedeelte van de totale levensduur van het gebouw gebruik maken (de Ridder, 2012). De gebruiker wil een gebouw met en juiste uitstraling, met goed werkende systemen en installaties die voor een aangenaam binnenklimaat zorgen (Gielingh & Veerman, Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie, 2014). Wanneer er iets niet meer functioneert, moet het verholpen worden zonder extra kosten. Bij de geïntegreerde contracten (UAV-GC) zoals de DBFMO contracten, wordt er door de aannemer en architect in het ontwerp beter gekeken naar wat de klant wil, maar ook daar geldt dat veranderingen na oplevering voor meerkosten zorgen.

Vanuit het PvE wordt ofwel door adviseurs (UAV) of wel de aannemer (UAV-GC) een ontwerp gemaakt. Doordat in het PvE bepaalde keuzes al vast liggen, leidt iedere afwijking in het ontwerp tot meerkosten. Het zou beter zijn, naar het idee van prof. Hennis de Ridder, een Programma van Wensen te maken met hierbinnen oplossingsruimte. Deze oplossingsruimte komt neer op het stellen van minimumeisen, wat vanuit de klant als voorwaarde wordt gesteld, en de maximumeisen, wat van buiten als beperking wordt gesteld. Hierbij worden alle voor de klant belangrijke factoren (architectuur, kwantiteit, kwaliteit, budget en bouwtijd) meegenomen (de Ridder, 2012). Hierdoor krijgt Heijmans met zijn onderaannemers meer vrijheid in het bieden van innovatieve oplossingen. Praktijkvoorbeelden zijn de eerder genoemde aanbesteding van het gemeentehuis Venlo en de aanbesteding van de Stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg in Rotterdam.



Figuur 2.11 – De belangen van de huidige bouwketen waarbij het belang van de gebruiker niet door alle partijen wordt behartigd. (Bron: Interpretatie van VRMG & Real Capital Systems))



Figuur 2.12 – De verschillende partijen in de bouwketen richten zich moeten op de (toekomstige) gebruiker en zijn (toekomstige) behoeften. (Bron: Interpretatie van VRMG & Real Capital Systems))

LIFECYCLE DENKEN

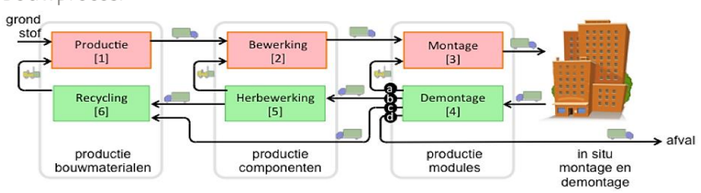
Door uit te gaan van een levenscyclusbenadering wordt in het ontwerp van een gebouw rekening gehouden met de vervolgkosten voor gebruik, onderhoud, beheer en demontage. Dit hoeft niet noodzakelijkerwijs te betekenen dat meer geïnvesteerd wordt in de bouw, maar vooral dat er naar ontwerpen en oplossingen gezocht wordt waarin rekening wordt gehouden met de langetermijnkostprijs (Cenergie, 2015). Doordat in traditionele contracten ontwerp en uitvoering gescheiden zijn, heeft Heijmans weinig kennis van de klant, laat staan de eindgebruiker, waardoor het gebouw al snel niet meer voldoet aan de gebruikerswensen. Een antwoord hierop zijn de eerder beschreven geïntegreerde contracten, waarbij in het ontwerp beter wordt nagedacht over de bouw, het onderhoud en beheer. Echter is het de vraag of er hierdoor veel ruimte wordt gecreëerd om efficiënter te werken. Allereerst omdat er voor Heijmans steeds andere contracten en voorwaarden gelden, waardoor de bedrijfsprocessen niet gestandaardiseerd worden. Voor ieder project worden er weer andere vaardigheden in huis gehaald door het vormen van gelegenheidscombinaties (consortiums), maar de benodigde kennis wordt niet zelf ontwikkeld. Bovendien worden door de duur van het contract, vaak 20 tot 30 jaar, de prestatie-eisen voor een lange tijd vastgelegd (Gielingh & Veerman, Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie, 2014). Wanneer de gebruikerswensen in de tussentijd veranderen, moeten de contracten weer worden aangepast. Een dynamische contractvorm, waar bijvoorbeeld Gooi en Vechtstreek mee werkt, zou een oplossing kunnen zijn.

Een ander aandachtspunt is dat er niet verder wordt gekeken dan de oplevering en de eventuele onderhoudscontracten. Hierdoor heeft Heijmans weinig belang om na te denken over de demontagefase. Zoals Douwe-Jan Joustra al zei: "de verantwoordelijkheid wordt weg verkocht". Met de traditionele aanbestedingsvorm (concurrentie op prijs) is het lastig de verantwoordelijkheid vast te leggen. Bij een Economisch Meest Voordelige Inschrijving (EMVI) wordt er ook gekeken naar kwaliteit, maar ligt de focus alsnog op de prijs. Daarom zijn nieuwe aanbestedingsvormen, zoals PPS, noodzakelijk. Hierdoor zou Heijmans in plaats van op prijs, kunnen concurreren op product of liever op waarde voor de (eind)gebruiker en wordt de kennisgedreven organisatie uit 'de contouren van morgen' een toegevoegde waarde. Zowel op landelijk, provinciaal als gemeentelijk niveau liggen er nieuwe samenwerkingsovereenkomsten klaar, waarbij wordt aangesloten op het circulaire gedachtegoed (Croon, 2015). De rol van de toeleveranciers is essentieel omdat deze verantwoordelijk zijn, afhankelijk van het concurrentie-model, voor wat zij aanleveren (goedkoop, kwaliteit, behoefte etc.) Hierin speelt Heijmans een hoofdrol omdat zij bepalen wat het business- en verdienmodel is. De

minimumeisen uit het Bouwbesluit zullen niet langer worden geïnterpreteerd als de maximumeisen, omdat hierdoor geen meerwaarde wordt gecreëerd. De grondslag hiervan ligt in de verschuiving van productfocus naar dienstfocus via de eerder beschreven product-dienst combinaties (zie hfdst. 1.2). Het gebouw moet aanpasbaar zijn aan nieuwe wensen en eisen van de gebruiker, waarbij het er in de eerste plaats om gaat dat het kan, of het ook gebeurt hangt af van de gebruikerswensen (Gielingh & Veerman, Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie, 2014). Hierdoor kan Heijmans zich gaan onderscheiden op de markt door het bieden van een gebouw dat zich eenvoudig aanpast aan zijn gebruiker.

HET BOUWPROCES ANDERS INGERICHT

Doordat in het circulaire model niet de gebruiker maar een externe partij (bijvoorbeeld Heijmans, toeleveranciers of investeerder) eigenaar is van de producten en de materialen, ontstaat er een belang om deze producten hoogwaardig te maken en behouden. Hiervoor dient de keten en het eerder beschreven bouwproces anders te worden ingericht. Het hergebruik van de grondstoffen heeft pas kans van slagen, als het gegarandeerd wordt (Geldermans, 2014). In het circulaire bouwproces wordt vanuit Heijmans (en zijn onder leveranciers en toeleveranciers) verantwoordelijkheid genomen voor de producten en diensten die zij leveren. Doordat zij (deels) eigenaar blijven wordt automatisch nagedacht over demontage en hergebruik. Aan het eind van de levensduur wordt het gebouw niet langer gesloopt, maar gedemonteerd en in elementen terug gebracht naar de fabriek (figuur 2.13). Om de cycli zo kort mogelijk te houden en upcycling te bevorderen, wordt er getracht de elementen in zijn geheel of na verdere demontage in componenten te hergebruiken [4.a]. Wanneer dit niet mogelijk is kunnen de losse componenten worden bewerkt, om vervolgens weer toegepast te worden in nieuwe elementen [4.b]. Indien ook dit niet meer mogelijk is, kunnen de losse componenten worden gerecycled tot grondstoffen voor nieuwe hoogwaardige bouwmaterialen [4.c]. Wanneer ook dit niet meer mogelijk is zal het uiteindelijk als afval eindigen [4.d]. Door de zorgvuldige manier van demonteren en scheiden is de kwaliteit van de producten en zijn grondstoffen een stuk hoger dan in het huidige bouwproces.

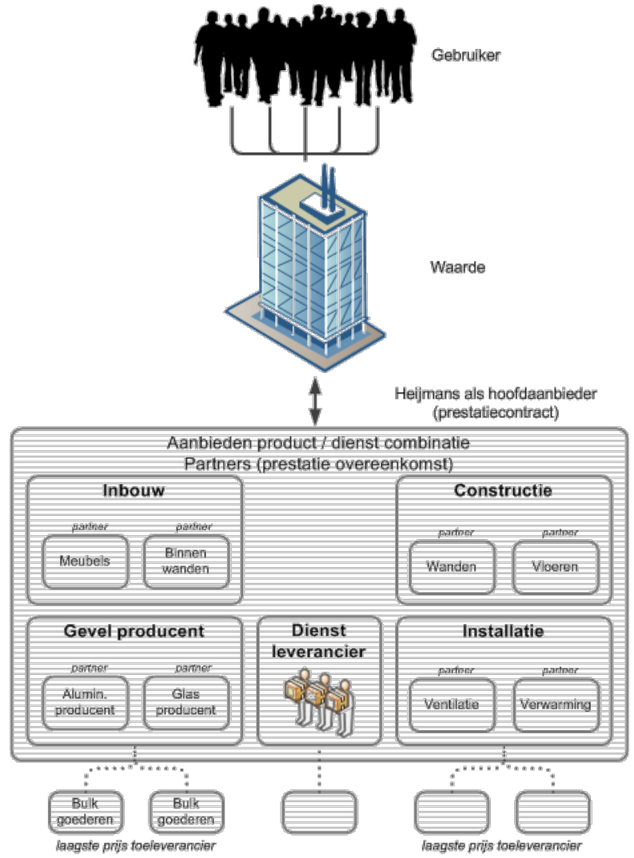


Figuur 2.13 – Het circulaire bouwproces ingericht op upcycling. (Bron: VMRG & Real Capital Systems)

De voorkeur gaat uit naar 4.a en 4.b omdat deze de minste energie en materiaal kosten en upcycling bevorderen. Te zien is dat er aanzienlijk wat pijlen (transactiepunten) zijn toegevoegd ten opzichte van het huidige bouwproces. Hierdoor is er ook een grotere kans op de toename van de transactiekosten (bijvoorbeeld transport, verwerking, opslag etc.). Door de demontage, herbewerking en recycling (groene blokjes) onder te brengen in de fabrieken van de oorspronkelijke producenten (groene blokjes), wordt de keten zo kort mogelijk gehouden (Gielingh & Veerman, Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie, 2014). De echte winst wordt behaald wanneer de technische levensduur van de elementen en componenten, hoger is dan de functionele levensduur (Gielingh & Nederveen, Value Oriented Product Service Offerings for Sustainable Living Buildings, 2010). Denk bijvoorbeeld aan een kantoorpand dat na een contractduur van 10 jaar leeg komt te staan, maar waar de elementen een levensduur van 50 jaar hebben. Door de relaties tussen de elementen te standaardiseren (verbindingen, afmetingen etc.) kunnen elementen makkelijker worden uitgewisseld op element-, dan wel component niveau. Een ander aandachtspunt is dat een element op zichzelf weer bestaat uit componenten met een verschillende levensduur. Het kunnen ontkoppelen van de verschillende componenten, kan de totale levensduur van een element dus aanzienlijk verlengen.

DE ROL VAN HEIJMANS

De rol van Heijmans zal steeds meer verschuiven van een bouwer naar een dienstverlener. Hierbij zal Heijmans, namens een netwerk van samenwerkende toeleveranciers, optreden als hoofdaanbieder van services. De samenwerking moet langdurig zijn, zodat de processen kunnen worden geoptimaliseerd en de verschillende schakels van en met elkaar kunnen leren. Er wordt niet langer geconcurreerd op prijs, maar op basis van waarde voor de gebruiker. Hierdoor kan Heijmans zijn vaste partners meer inkomsten zekerheid bieden, met een grotere winstmarge. Doordat Heijmans gebouwen gaat leveren met ingebouwde flexibiliteit, sluiten zij het beste aan op de wensen van de huidige en toekomstige gebruiker. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar Total Cost of Ownerships maar ook naar (toekomstig) Usage (Gielingh & Veerman, Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie, 2014). De prestaties, die Heijmans namens het netwerk levert, moeten meetbaar worden gemaakt door het toekennen van indicatoren als kwaliteit van services, veiligheid, gebruiksgemak, beschikbaarheid etc. Hierover dienen afspraken te worden gemaakt met de gebruiker, waardoor wordt voorkomen dat de gebruiker andere verwachtingen heeft dan de aanbieder. Andersom mogen er vanuit de aanbieder ook eisen worden gesteld aan de gebruiker. Gaat de gebruiker bijvoorbeeld netjes om met de producten? Een lastig onderdeel is dat Heijmans andere eisen heeft waar die aan moet voldoen dan de toeleveranciers. Heijmans is als hoofdaanbieder verantwoordelijk voor de totale prestatie, terwijl de toeleverancier verantwoordelijk is voor een onderdeel. Daarom is het cruciaal in kaart te brengen welke gevolgen de dienst of service van een toeleverancier heeft voor de totale prestatie. Door iedere toeleverancier mee te laten delen in de prestatiebeloning wint iedereen. Echter betekent dit ook dat bij falen iedereen hier aan mee moet betalen. Er wordt een gezamenlijke verantwoordelijkheid gedragen voor de te leveren prestatie. Om het eerder beschreven hergebruik te laten slagen, is er een nauwe samenwerking vereist van de toeleveranciers, onderaannemers en Heijmans. Doordat de ketens kort worden gehouden, kunnen de logistieke processen worden verkort en hebben daarmee meer kans van slagen en leveren dus ook meer op. In figuur 2.14 is de nieuwe organisatievorm weergegeven waarin Heijmans namens het netwerk van samenwerkende leveranciers opereert als hoofdaanbieder van diensten.



Figuur 2.14 – De nieuwe organisatievorm met Heijmans als hoofdaanbieder namens het netwerk van samenwerkende leveranciers. (Bron: Interpretatie van VMRG & Real Capital Systems)

ANDERE SECTOR, ZELFDE PROBLEEM

LIPS (Drunen) is een bedrijf dat tot 1995 scheepsschroeven maakte op basis van slijpen. Het slijpen veroorzaakte veel fijnstof en gezondheidsproblemen voor de medewerkers. Door de scheepsschroeven te vervaardigen door middel van Cumputer Numerical Control (CNC) slijpen (computer gestuurd), ontstaan er schroeven die efficiënter en beter uitgebalanceerd zijn. Hierdoor had LIPS een technologische voorsprong in de markt. Vanaf 1999 kreeg LIPS te maken met concurrentie uit lageloonlanden. Omdat de schroeven moeten voldoen aan een gegeven minimum 'eis", wordt er enkel geconcurreerd op prijs.

De vraag is kan LIPS haar technologische voorsprong transformeren naar nieuwe business modellen?

In 2002 is LIPS samengevoegd met Wärtsilä (Helsinki) die gespecialiseerd is in het vervaardigen van dieselmotoren. Sinds de fusering bieden zij niet langer enkel propellers en dieselmotoren aan, maar geïntegreerde product-dienst combinaties in de vorm van voortstuwing.

Hierbij onderscheiden zij zich op de volgende punten (prestatie-indicatoren):

- *Verhouding voortstuwing: brandstof;*
- *Totale kosten levenscyclus;*
- *Betrouwbaarheid;*
- *Beschikbaarheid (minder stilstand dankzij minder onderhoud en snellere reparatie);*
- *Comfort (minder lawaai en trillingen).*

Tot op de dag van vandaag zijn zij wereldleider op het gebied van deze product-dienstcombinatie. Waarbij het oude business model totaal is veranderd en er van concurrentie op prijs eigenlijk geen sprake meer is.

LIPS

HET NIEUWE VERDIENMODEL

Door de verschuiving van product naar dienst ontstaan er nieuwe verdienmodellen. Hierbij is een contractvorm nodig waarin vast staat op welke manier de samenwerkende partijen verantwoordelijkheid nemen voor de geleverde dienst. Hierbinnen kan uiteraard verschil zijn in aansprakelijkheid: onderdelen die makkelijk te vervangen zijn als bijvoorbeeld de gevelbekleding hebben een ander aandeel in de totale dienst, dan bijvoorbeeld het moeilijker te vervangen kozijn. De banken, zo blijkt uit gesprekken met de ING en Rabobank, zien de gezamenlijke spreiding van risico's, financiering en winst als cruciaal onderdeel van het slagen van de circulaire economie (Naber, 2015) (Fransen, Piechocki, & de Waal, 2015). Juridisch doet het circulaire gedachtegoed afstand van hoe we vanuit het recht, de afgelopen 2000 jaar naar 'bezit' hebben gekeken (Ploeger, 2015). Al is met het Radio Holland-arrest, terug te vinden in *bijlage D*, wel aangegeven dat de interpretatie van de verkeersopvatting mogelijkheden biedt voor het circulair gedachtegoed. Contractueel moet minimaal worden vastgelegd: het recht op terugname of terugname verplichting en de verdeling van de risico's (welke partij draagt welke risico's) (Ploeger, 2015). Ook dient er te worden gekeken of bedrijven kunnen worden verzekerd tegen faillissement, iets waar Achmea al mee bezig is (Fransen, Piechocki, & de Waal, 2015). Er zullen hier drie mogelijke business modellen worden toegelicht, gericht op een gevelelement, maar deze kunnen net zo goed gelden voor andere onderdelen van een gebouw (de business modellen zijn gebaseerd op de eerder geschetste rol van Heijmans en de haalbaarheidsstudie Bouwen en Beheren in de Circulaire Economie van de VMRG, VKG & Real Capital Systems). De uitwerking van de modellen met hun voor- en nadelen zijn terug te vinden in *bijlage C*.

MODEL I

Heijmans Utiliteit biedt als hoofdaanbieder de klant een product/dienst combinatie aan, waarbij de toeleveranciers eigenaar blijven van hun producten in het gebouw. Hierbij wordt door de klant enkel betaald voor het gebruik van het gebouw en is de hoofdaanbieder ook verantwoordelijk voor de financiering.

MODEL II

Heijmans Utiliteit biedt als hoofdaanbieder de klant een product/dienst combinatie aan, waarbij de toeleverancier terugname garandeert van het hele gebouw, dan wel onderdelen. Aan de terugname kunnen bepaalde voorwaarde worden gekoppeld (bijvoorbeeld verplicht onderhoud van de producten door de hoofdaanbieder). Het verschil met model I is dat Heijmans niet verantwoordelijk is voor de financiering en juridisch en economisch geen eigenaar is.

MODEL III

Heijmans Utiliteit biedt als hoofdaanbieder de klant een gebouw dat door een brancheorganisatie is gecertificeerd voor de geschiktheid voor hergebruik of recycling (Gielingh & Veerman, Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie, 2014). De partijen die het certificaat erkennen zijn bereid de producten aan het einde van de gebruiksduur terug te nemen.

Duidelijk is dat in de drie geschetste modellen Heijmans als hoofdaanbieder het spin in het web is tussen de gebruiker en de verschillende toeleveranciers. Een rol die zij in het huidige model al steeds meer op zich neemt (brengt alle verschillende partijen samen om één gebouw neer te zetten) (Fleuren, Interview Heijmans, 2015).

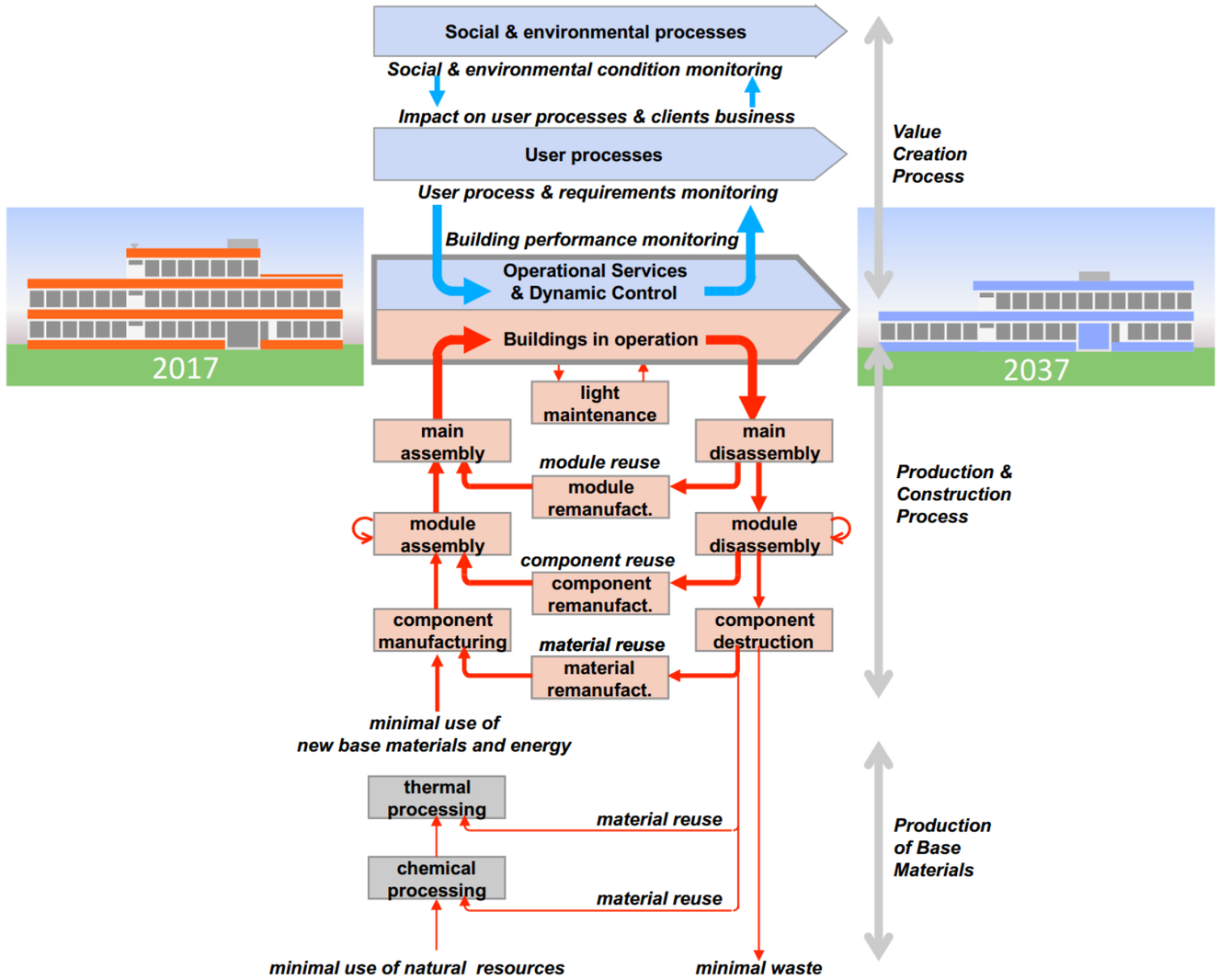
Model III wordt door de deelnemende bedrijven in de haalbaarheidsstudie 'Bouwen en Beheren in de Circulaire Economie' als meest kansrijk gezien voor de korte termijn (zie *bijlage B* voor deelnemende bedrijven) (Gielingh & Veerman, Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie, 2014). Echter moet model III worden gezien als een opstap naar model I en II. Hiervoor moet in de keten de transitie plaatsvinden welke beschreven is in hoofdstuk 2.3 'het bouwproces anders ingericht'. Ook voor Heijmans in de rol als hoofdaanbieder binnen model I het meest gunstigst: zij hebben meer invloed op de 'kwaliteit' van de diensten die zij willen aanbieden (waarmee ze zich kunnen onderscheiden van de concurrent) en zijn daardoor minder afhankelijk van de onervaren klanten of gebruikers. Daarbij kan Heijmans, door de regie over de totale levenscyclus van het gebouw, beter sturen op de laagste 'Total Cost of Ownership'. Ook zullen de inkomsten worden gegarandeerd en meer worden gespreid zodra een gebouw in gebruik is genomen. Daarbij wordt een omgeving gecreëerd waarbij meer mogelijkheid is om de producten te verbeteren, doordat er betere informatie beschikbaar is over de operationele fase van de producten.

2.4 DEELCONCLUSIE

Heijmans heeft hoge ambities om in 2020 gebouwen te leveren die 100% energie opleveren, recyclebaar zijn en bijdragen aan een betere ruimtelijke kwaliteit. Hierbij sluit de visie bijna naadloos aan op de uitgangspunten van een circulaire economie. Daar waar de visie goed aansluit, is het huidige bouwproces van Heijmans Utiliteit nog lineair ingericht. Het bedrijfsproces (HUMS) is verdeeld in vier blokken: verwerving, haalbaarheid, realisatie en services. Hierbinnen zijn een breed scala aan contractvormen en verdienmodellen, uiteenlopend van traditioneel (UAV) tot DBFMO (UAV-GC).

Binnen het traditionele contract is er voor Heijmans weinig ruimte zich te onderscheiden, anders dan prijs. De EMVI geeft wat speling om je te onderscheiden op kwaliteit, maar alsnog worden meeste punten gescoord op de prijs. Bovendien is er geen inspraak in ontwerp, laat staan inbreng van expertise. Bij het DBFMO contract wordt er meegedacht in het ontwerp en getracht een gebouw neer te zetten dat zo goed mogelijk aansluit bij de wensen van de klant. Hierbij is Heijmans niet alleen verantwoordelijk voor de realisatie, maar ook voor het ontwerp, financiering, beheer en onderhoud. Op deze manier wordt er ruimte geboden om te excelleren op kwaliteit en expertise. Wanneer Heijmans niet de juiste "dienst" levert aan de gebruiker loopt het de periodieke gebruiksvergoeding mis. Toch wordt hier na contractduur nog steeds de verantwoording weg verkocht en dus ook niet nagedacht over de 'afdankfase'.

In de nieuwe rol van de aannemer moeten de gebruikswensen als uitgangspunten dienen voor het ontwerp. Door het opstellen van een Programma van Wensen wordt er voor aanbiedende partijen meer ruimte geboden, om met innovatieve concepten invulling te geven aan de vraag van de gebruiker. Het ontbreken van een marktomvang voor zinnig hergebruik was de voornaamste reden dat het Industrieel Flexibel en Demontabel (IFD) bouwen nooit op grote schaal is toegepast (de Ridder, 2012). Door in het ontwerp na te denken over de 'afdankfase' kunnen er gebouwen worden neergezet die eenvoudig zijn te demonteren. Enkel dan zal er een markt ontstaan waarin hergebruik en recycling rendabel is. Hiermee worden flexibele gebouwen neergezet waarmee Heijmans beter kan aansluiten op de veranderende wensen van de gebruiker. De toepassing van demonteerbare (droge) verbindingen biedt de mogelijkheid tot flexibiliteit. Hiermee wordt de mogelijkheid gecreëerd de onderdelen met verschillende levensduren van elkaar los te koppelen. Door enkel in te schrijven op aanbestedingen waarbij Heijmans invloed kan uitoefenen op het ontwerp, exploitatie en beheer en onderhoud, kan het zich gaan profileren als dienstaanbieder. De samenwerking met een aantal vaste partijen maakt het mogelijk met elkaar de risico's te delen. Bij de vaste



Figuur 2.15 – Tijdens de gebruiksfase van een gebouw vinden drie processen plaats: de waarde creatie die voortkomt uit de maatschappelijke wensen en de wensen van de gebruiker, het productie en bouwproces van elementen en componenten in een gebouw en het productie en winning van materialen. (Bron: Wim Gielingh)

samenwerking dienen bedrijven ook voor elkaar in te kunnen springen als er één weg valt. Een andere oplossing is je als dienstaanbieder hiervoor te verzekeren, iets waar Achmea al naar aan het kijken is (Fransen, Piechocki, & de Waal, 2015). Door niet steeds het wiel opnieuw uit te vinden, kan de focus worden gelegd op het verbeteren en ontwikkelen van de producten en diensten.

Bij het leveren van gebouwen zal Heijmans als hoofdaanbieder van services, namens een netwerk van bedrijven, terugname garantie bieden op voorwaarde dat de producten aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen. Dit moet als opstap dienen naar de in hoofdstuk 2.3 beschreven modellen I en II, die met de huidige keten nog niet haalbaar zijn. De samenwerking moet hierbij langdurig zijn zodat de processen kunnen worden geoptimaliseerd en de verschillende schakels van en met elkaar kunnen leren. Als stip aan de horizon kunnen de circulaire gebouwen, met een gezonde stroom van materialen en diensten, investeringen worden voor beleggers (pensioenfondsen etc.), waardoor de financiële druk wordt weggenomen bij de banken en hoofdaanbieders (Fransen, Piechocki, & de Waal, 2015).

3 De randvoorwaarden voor een circulaire gevel

Nu duidelijk is welke rol Heijmans binnen het circulaire bouwproces kan innemen, zal dit worden vertaald naar een circulair gevelelement. Om grip te krijgen op het ontwerp, wordt gebruik gemaakt van onderstaand schema. Hierbij worden eerst de functies van een gevel bepaal, waarna er prestaties aan worden gehangen (Rc van 4,5). Daarna wordt een afweging gemaakt welke systemen hiervoor geschikt zijn (XPS, EPS etc.). Tenslotte worden de dimensies van het systeem bepaald (afmetingen, bevestigingen, aansluitingen etc.).



Circulaire randvoorwaarden

Het ontwerpproces vindt plaats binnen circulaire randvoorwaarden. Allereerst wordt in hoofdstuk 3.1 het belang van een circulaire gevel toegelicht. Waarna in hoofdstuk 3.2 vanuit de circulaire economie ingegaan wordt op de kaders voor een circulaire gevel.

3.1 WAAROM INVESTEREN IN CIRCULARITEIT?

Waarom zou een gebruiker willen betalen voor een circulaire gevel? De gevel is als onderdeel van het gebouw, meteen onderdeel van de totale dienst die wordt aangeboden aan de gebruiker. Door de verschuiving van verantwoordelijkheid wordt de gebruiker gedeeltelijk, zo niet geheel 'ontzorgd'. Heijmans als hoofdaanbieder van de dienst, kan met een circulair gevelelement beter inspelen op de (toekomstige) veranderende vraag van de gebruiker. Hierdoor hoeft de gebruiker bij veranderende behoefte niet langer opzoek te gaan naar een ander gebouw, maar past het gebouw zich aan, aan de wensen van de gebruiker (zie figuur 2.15). Door de terugname garantie, toegelicht in de verdienmodellen van hoofdstuk 2.3, hoeft de gebruiker niet langer bang te zijn dat hij achter blijft met een gebouw dat geen waarde meer heeft. Daarbij draait hij niet langer op voor de extra kosten van bouwfouten of systemen die niet goed functioneren. Ook wanneer de gebruiker zelf verandert, zullen aanpassingen eenvoudig zijn door de ingebouwde flexibiliteit. Door het aanbieden van circulaire gebouwen, en daarmee circulaire gevelelementen, kan Heijmans zich onderscheiden in waardecreatie voor de gebruiker. Idealistisch biedt Heijmans gebouwen die meegroeien met de wensen van de gebruiker. Hetzelfde geldt voor de gevels: bij verandering van gebruikerswensen is eenvoudige aanpassing gewenst. Daarbij kunnen de totale levenscyclus kosten dalen, doordat alle factoren die kosten beïnvloeden onder regie van één partij vallen: Heijmans. De (misschien) hogere investering resulteert dus in een beter product met de beste diensten!

3.2 DE KADERS VOOR EEN CIRCULAIRE GEVEL

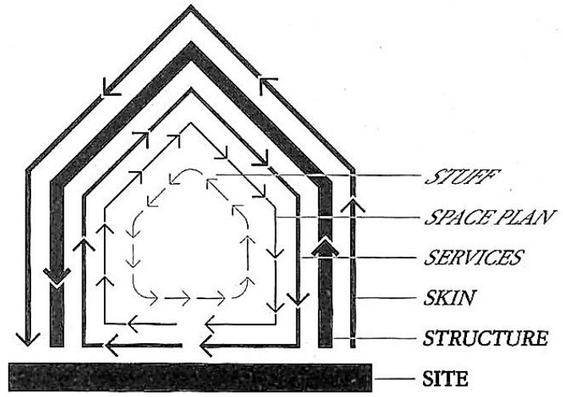
"If a building doesn't support change and reuse, you have only an illusion of sustainability. You may have excellent building orientation and other energy-saving systems, but the building must also be able to flexible to meet a change in curriculum." – Randolph R. Croxton

Een circulair gebouw, en daarmee een circulair gevelelement, dient in staat te zijn ontleed te kunnen worden in elementen. De elementen kunnen op zichzelf weer opgedeeld worden in componenten, die teruggenomen worden door aanbieders. Afhankelijk van de wens van de gebruiker kunnen onderdelen en materialen worden toegevoegd, ontnomen of aangepast om tegemoet te komen aan de gebruikerswens. De demontage koppeling, de verbinding die demontage mogelijk maakt, is gewenst om zo hergebruik te kunnen faciliteren. Allereerst zal worden ingegaan op de levensduur van een gebouw. Vervolgens worden de verschillende demontabele verbindingen toegelicht. Ten slotte wordt de NEN2767 aangehaald, welke gaat over de conditiemeting van bouwkundige- en installatie onderdelen in een gebouw.

LEVENSDUUR

Onder levensduur van een gebouw wordt de totale gebruikstijd vanaf oplevering tot en met sloop verstaan (Ravenhorst & Veerman, 2012). Daarbij is de levensduur onder te verdelen in de economische, functionele, esthetische en technische levensduur (SenterNovem, 2009). Met de economische levensduur wordt de periode bedoeld waarin de toekomstige opbrengsten hoger zijn dan de toekomstige kosten (Paesschen, 2001). Bij de functionele levensduur gaat het erom dat het gebouw voldoet aan de door de gebruiker gestelde wensen en eisen. De esthetische levensduur heeft betrekking op de eisen van de esthetische uitstraling (beeldkwaliteit) van een gebouw. Deze is niet alleen afhankelijk van de gebruiker maar ook van trends binnen de architectuur en de maatschappij. Ten slotte gaat het bij de technische levensduur om de periode dat een gebouw of bouwproduct technisch voldoet aan de bouwtechnische functienormen (Janssen, van Nunen, Staub, & Llebregts, 2011). Door de gebouwelement onder te verdelen in lagen, is het mogelijk de technische levensduur vast te stellen. De eerste die dit gedaan heeft is Francis Duffy, die onderscheid maakte op basis van afschrijftermijnen. Stewart Brand heeft in 1994, aansluitend op het idee van Duffy, het schillenmodel ontwikkeld waarbij het gebouw wordt ingedeeld in zes '*layers of change*' (Brand, 1994). Elke laag heeft weer zijn eigen levensduur:

- Site (omgeving, grond), de omgeving en de grond waar het gebouw op staat. Deze laag wordt beschouwd als 'eeuwig' omdat deze in principe altijd zal blijven bestaan.
- Structure (draagconstructie), de draagconstructie met de fundering, constructieve vloeren, kolommen, liggers en constructieve wanden. De draagconstructie heeft een gemiddelde levensduur van 100 tot 300 jaar (Brand, 1994).
- Skin (schil, gevel), de gevel van een gebouw is niet eenduidig omdat het hierbij (vaak) gaat om een combinatie van draagstructuur (bijvoorbeeld kalkzandsteen) en schil (isolatie en gevelbekleding). Bovendien is de schil het visitekaartje van het gebouw en speelt daarmee behalve de technische, ook de functionele levensduur een grote rol. De gevel heeft een gemiddelde levensduur van 40 tot 100 jaar (Brand, 1994).
- Services (installaties), de installaties veranderen door de snelle technologische vooruitgang relatief vaak ten opzichte van de levensduur van een gebouw. De installaties hebben een gemiddelde levensduur van 7 tot 15 jaar (Brand, 1994).
- Space plan (inbouw), onder de inbouw vallen de binnen wanden, deuren, plafonds, vloeren. De inbouw heeft een gemiddelde levensduur van 3 tot 30 jaar (Brand, 1994).
- Stuff (meubilair), de meubels veranderen maandelijks zo niet dagelijks. De meubels hebben vaak geen vaste verbinding met het gebouw en zijn daardoor niet plaats gebonden. De gemiddelde levensduur van meubels is 1 tot 15 jaar.



Figuur 3.1 – De zes 'layers of change' van Stewart Brand. (Bron: S. Brand)

Deze scheiding in de verschillende lagen doet vermoeden dat er een sterke scheiding is tussen de lagen onderling. Echter blijkt in de praktijk dat deze scheiding in lagen zich niet voordoet en dat in werkelijkheid een gebouw oneindig veel verbindingen heeft (Durmisevic, 2006). Vanuit economisch oogpunt is het realiseren van gebouwen met een korte levensduur (korter dan 20 jaar) financieel niet haalbaar (Ancell, Gruneberg, Hirst, & Hughes, 2004), toch is Project XX (zie voetnoot volgende pagina) met een levensduur van 20 jaar gerealiseerd. Er zijn al enkele bouwvisies waarbij het scheiden van de lagen met een verschillende levensduur al wordt nagestreefd.

LEGOLISERING

LEGOlisering is een bouwproces bedacht door prof. Hennis de Ridder, welke hij heeft beschreven in het boek LEGOlisering van de bouw. Hierbij draait het om niet steeds het wiel opnieuw willen uitvinden, maar leren en verbeteren. In de aanleiding van dit onderzoek werd het al aangehaald: *survival of the fittest,* volgens Darwin gaat het er om dat we variëren, selecteren en vervolgend produceren (de Ridder, 2012). In zijn boek spiegelt prof. de Ridder het traditionele bouwproces aan zijn eigen bedachte bouwproces. Dit resulteert in het bouwen in systemen of modules, waardoor er veel efficiënter kan worden gebouwd. Hierdoor zullen niet alleen de kosten, maar ook het in hoofdstuk 1 beschreven milieu impact stukken lager zijn. Bovendien wordt er ruimte gecreëerd om gebouwen te innoveren en nieuwe modules te maken met de zelfde aansluiting (legoblokjes idee). Binnen het boek wordt veel verwezen naar de autobranche, waar standaardisatie en het werken in systemen en modules is geïntegreerd. Met betrekking tot een gevelelement betekent dit dat de verbindingen onderling gestandaardiseerd moeten worden, om zo onderdelen met een verschillende levensduur te kunnen scheiden.

SLIMBOUWEN

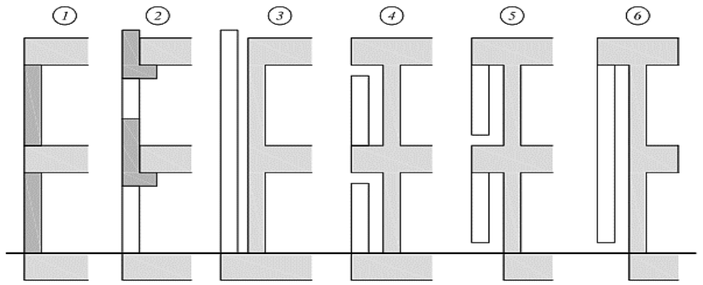
Binnen Slimbouwen wordt vanuit het oogpunt van flexibiliteit het bouwproces opgedeeld in wat ze noemen 'bouwstenen': het casco, de schil, de installaties en de afbouw. Bij iedere bouwsteen wordt een bouwregisseur gezet die verantwoordelijk is voor zijn of haar bouwsteen. Vanuit het Slimbouwen ontwerp heeft een kolommenstructuur de voorkeur, omdat je hiermee de drager en inbouw van een gevelelement los kan koppelen. Het Slimbouwen heeft veel weg van het Industrieel Flexibel Demontabel bouwen (IFD). Het IFD bouwen is een bouwconcept voor het creëren van flexibele gebouwen. Het verschil zit hem in het feit dat Slimbouwen ingaat op het bouwproces. IFD gaat hier minder op in omdat er meerdere manier zijn om industrieel, flexibel en demontabel te bouwen. Het Kraanspoor in Amsterdam is een gebouw dat is gerealiseerd binnen het Slimbouwen proces. Hierbij zijn bijvoorbeeld volledige demontabele kolommen toegepast, een dubbele huid façade met zonwering en binnenwanden die te demonteren zijn.

OPENBOUWEN

Binnen het openbouwen concept, bedacht door John Habraker, wordt onderscheid gemaakt tussen drager en inbouw. Het gebouw laat aanpassingen open en kan eenvoudig meegroeien met de wensen van de gebruiker, waardoor het toekomstbestendig is. Dit betekent dat de bewoner zelf invulling kan geven aan de inbouw. De bewoner van de woning is flexibel om binnen zijn casco te bouwen naar zijn behoefte. Dit kan zijn door het plaatsen van extra vloeren, het plaatsen van een extra badkamer of het doortrekken van een slaapkamer. De inbouw bestaat uit plug & play en is helemaal demontabel. De industrie in Nederland heeft nog nauwelijks kant-en-klare inbouwpakketten, al hebben Bruynzeel en Mandemakers het in het verleden wel al geprobeerd (Werf, 1993).

In Osaka (Japan) is in 1993 het concept van openbouwen toegepast in NEXT21. Het doel is om een ideale stijl aan te tonen van de stedelijke multi-unit behuizing voor de nabije toekomstige samenleving, met nadruk op bescherming van het milieu, energiebesparing comfort voor de bewoners en de mogelijkheid om individuele en maatschappelijke behoeften te bevredigen (Osaka Gas Co. Ltd. , 2016). Hierbij is de drager losgekoppeld van de inbouw, waardoor bewoners binnen het casco hun eigen woning kunnen creëren, afhankelijk van hun wensen. De eenheden zijn ontworpen door 13 verschillende architecten, waarbij het interieur en exterieur zijn ontworpen binnen een systeem van coördinaten. Hier wordt het constructieve deel van de gevel als drager beschouwd, en de verplaatsbare/vervangbare gevel panelen als inbouw (Zuidema, Interview Briqs, 2015). Ook in Nederland heeft de woningcorporatie Stadgenoot in Amsterdam het openbouw concept met zijn zogeheten solids. Ook hier geldt dat de bewoner zelf invulling geeft aan de inbouw van zijn woning.

Uit de bovenstaande bouwvisies kan worden afgeleid dat het scheiden van drager en inbouw leidt tot een scheiding van levensduren (waarbij de gevel als inbouw wordt beschouwd) (Werf, 1993). Gekeken naar referentieprojecten (Project XX, Park 20/20, Bullit Building, NEXT21) biedt een kolommen structuur deze mogelijkheid. Het gebruik maken van vaste modulaire coördinaten, zorgt ervoor dat het wiel niet opnieuw hoeft te worden uitgevonden en biedt daarmee meer mogelijkheid tot productinnovatie (de Ridder, 2012). Daar staat tegenover dat dit wel ten koste gaat van de architectonische vrijheid (Knaack & Mulder, 2014). Het ontwikkelen van modulaire elementen vraagt om prefabricage van elementen, waarbij de verbindingen en aansluitingen tussen de elementen wordt gestandaardiseerd (de Ridder, 2012).



Figuur 3.2 – Verschuiving van dragende gevel (1) welke onderdeel is van de drager naar hangende gevel (6) welke onderdeel is van de inbouw. (Bron: Ulrich Knaack)

PRAKTIJKVOORBEELDEN

Referentieproject met korte levensduur: Project XX

Omdat uit de praktijk is gebleken dat een kantoorgebouw een economische levensduur van 20 jaar heeft, is project XX in Delft gebouwd met een vooraf gestelde levensduur van 20 jaar. Na deze levensduur moet er gerenoveerd worden en zullen er veel materialen weggegooid en toegevoegd worden. Hierbij is de economische levensduur gekoppeld aan de gebruiksduur. Door de keuze voor de materialen af te stemmen op de levensduur van 20 jaar is de milieubelasting geminimaliseerd.



Referentieproject met lange levensduur: Bullit Center

Het Bullit Center in Seattle heeft een constructie van hout, staal en beton en is ontworpen op een levensduur van 250 jaar. De façade heeft een levensduur van 50 jaar en kan eenvoudig worden geactualiseerd en vervangen. Daar waar de investeringskosten ruim 30% hoger zijn, wordt dit terug verdient door het feit dat het gebouw 75% minder stroom verbruikt dan vergelijkbare gebouwen.

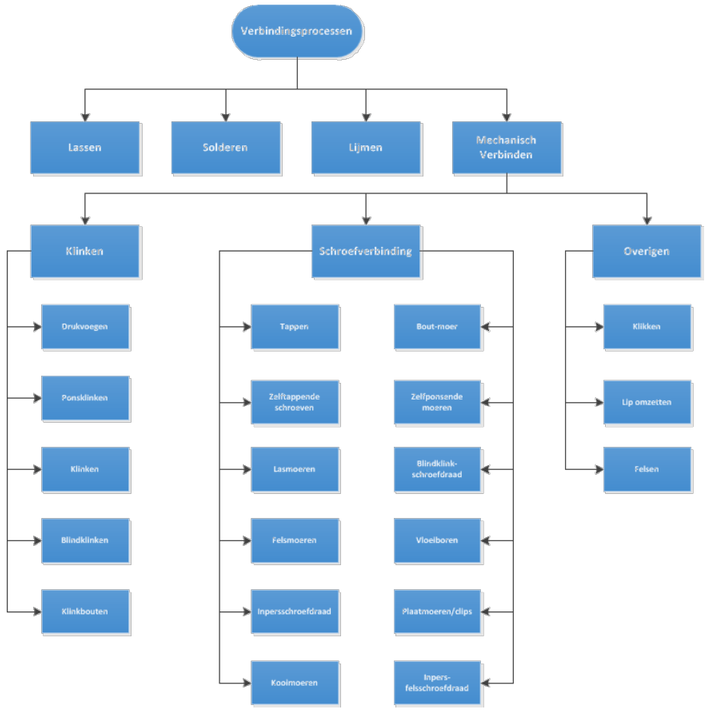


VERBINDINGEN

De eerder genoemde flexibiliteit in de vorm van ontkoppeling van de verschillende levensduren, wordt bevorderd door de toepassing van demontabele verbindingen. Hieronder zal worden ingegaan op de soorten verbindingen, het functionele aspect (handelingen, arbeid en energie en benodigde materieel) en het financiële aspect.

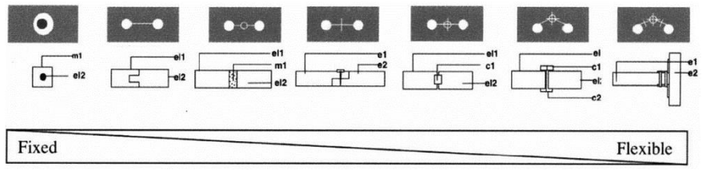
SOORTEN VERBINDINGEN

Er zijn grofweg vier verbindingsprocessen te onderscheiden: lassen, solderen, lijmen en mechanische verbinden (de Nooij, 2003). Demontabele verbindingen vallen onder de mechanische verbindingen, welke zijn weergegeven in figuur 3.3. De mechanische verbindingen behoren tot de 'vormverbinden' en de 'objectverbinden'. Bij vormverbinden vindt de verbinding plaats door de vorm van de elementen (denk bijvoorbeeld aan klikverbindingen). Bij objectverbinden vindt de verbinding plaats met behulp van een object (denk bijvoorbeeld aan boutverbindingen). De mechanische verbindingen zijn onder te verdelen in 'klinken', 'schroefverbindingen' en 'overige'. Klinkverbindingen zijn in principe niet los neembaar (de Nooij, 2003) en daarom m.b.t. demontage niet gewenst. De mechanische verbindingen hebben als voordeel dat ze eenvoudig tot stand te brengen zijn, alle metalen (en vaak ook kunststoffen) kunnen verbinden en meestal ARBO- en milieuvriendelijk zijn.



Figuur 3.3 – De verschillende verbindingsprocessen. (Bron: FME CWM)

De verschillende verbindingsprocessen die voorkomen in de bouwsector zijn door Elma Durmisevic in haar proefschrift onderverdeeld in zeven verschillende verbindingssoorten (Quinn, 2009) (Durmisevic, 2006). Hierbij lopen de verschillende verbindingssoorten op van "vast" naar "flexibel". Waarbij onderscheid moet worden gemaakt tussen droge verbindingen en natte verbindingen. De droge verbindingen lenen zich beter voor demontage omdat er geen sprake is van chemische samensmelting door toevoeging van een chemische stof.



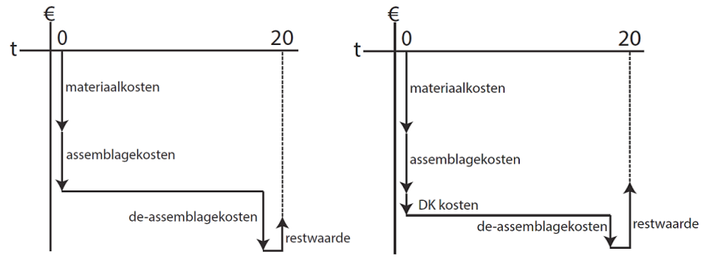
Figuur 3.4 – Zeven verbinding types oplopend van vast naar flexibel. (Bron: Durmisevic)

I. Directe chemische verbinding;
II. Directe verbinding tussen twee componenten;
III. Indirecte verbinding via een derde chemisch materiaal;
IV. Directe verbinding met verbindingselement;
V. Indirecte verbinding via afhankelijke derde element;
VI. Indirecte verbinding via onafhankelijke derde element;
VII. Indirecte verbinding met extra verbindingselement.

Voor de verbindingen van het gevelelement aan de hoofddraagconstructie geldt dat het element los gehaald moet kunnen worden zonder de andere elementen daarbij los te halen. Een indirecte verbinding via een onafhankelijke derde element (bijvoorbeeld een schroefverbinding) heeft hier de voorkeur, omdat dit flexibiliteit bevorderd en toch heel sterk is. De verbindingen tussen de componenten onderling kunnen bestaan uit schroef- of klikverbindingen of opleggingen (denk aan een elementgevel die door druk op elkaar aansluit). Hierbij geldt dat het type verbinding afhankelijk is van het toegepaste materiaal. Zelf tappende en borende verbindingen zijn niet aan te raden om dat hiermee de kwaliteit van het materiaal wordt aangetast. Vanuit de ARBO eisen heeft het integreren van een schroefdraadverbinding de voorkeur. Bij het demonteren van de elementen moet het eenvoudige en gecontroleerde handelingen met zich meebrengen. Denk bijvoorbeeld aan handelingen als: klikken, los bouten, ont-schroeven, van de ophanging of oplegging verwijderen etc. Uitgangspunt blijft dat de ontkoppeling het component en/of element niet mag aantasten (denk aan zagen, breken, hakken etc.) en dat de benodigde arbeid laag is, omdat de kosten voor arbeid in het Westen hoog zijn.

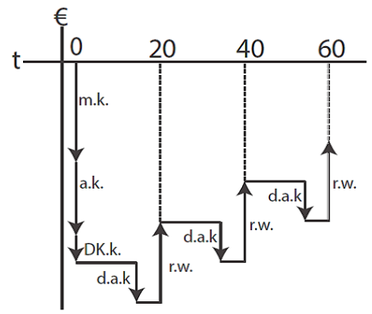
DE KOSTEN VAN DEMONTABELE VERBINDINGEN

Voor de kosten van een demontabele verbinding geldt dat het kan resulteren in een hoger rendement in de vorm van restwaarde bij hergebruik. Als voorbeeld een gebouw met een financiële levensduur van 20 jaar, waarvan het onderdeel (bijvoorbeeld de gevel) een langere levensduur heeft en dus restwaarde. Links resulteert het gebouw (zonder demontage koppeling) aan het einde van de levensduur in een lagere restwaarde dan in het geval rechts (met een demontage koppeling). Omdat er extra kosten worden gemaakt voor de demontage koppeling, betekent dit dat deze lager moet zijn dan de uiteindelijke restwaarde. De kosten hangen onder meer af van de apparatuur, gereedschappen, verbindingselementen, inspectiekosten en loonkosten. De kosten van een detailoplossing kunnen worden bepaald aan de hand van de beoordelingscriteria uit *bijlage F.*



Figuur 3.5 – Links de restwaarde zonder demontage koppeling rechts de restwaarde met demontage koppeling. (Bron: Zakariya Chebli).

Door het creëren van een circulaire economie heeft deze demontage koppeling een éénmalige investering nodig. Na de financiële levensduur kan het element of component weer worden ingezet in een ander gebouw maar hoeft er niet opnieuw te worden geïnvesteerd in de kosten van de demontage koppeling. Enkel de 'demontage arbeidskosten' (d.a.k.) worden nog in rekening gebracht (zie figuur 3.6).



Figuur 3.6 – De cashflow in het circulaire model met materiaal- en arbeidskosten (m.k. & a.k.), vervolgens de demontage koppeling kosten (DK.k.). Na de financiële levensduur van 20 jaar komen er demontage arbeidskosten (d.a.k.) bij en levert het product een hoge restwaarde (r.w.) welke de eerdere kosten compenseren. (de nieuwe arbeidskosten na 20 jaar zijn van de restwaarde afgetrokken) (Bron: Zakariya Chebli)

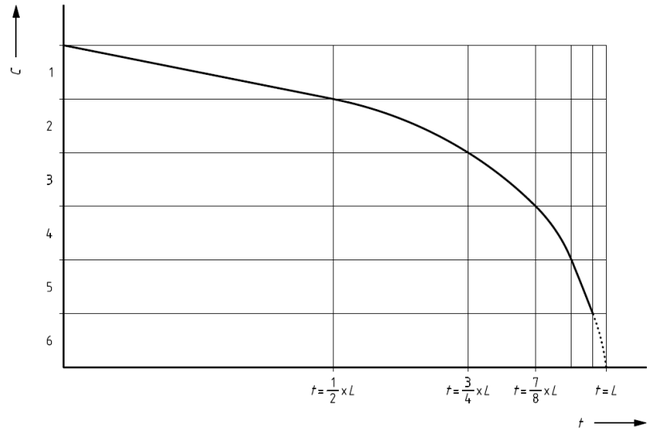
CONDITIEMETING VAN GEBOUWEN (NEN 2767)

Bij het ontwerpen van een circulaire gevel gaat het niet alleen om het ontwerp, waarbij getracht wordt de onderdelen met verschillende levensduren te scheiden door de toepassing van demontabele verbindingen (meer mogelijkheid tot hergebruik), maar minstens zo belangrijk is de periode die daarop volgt: de exploitatieperiode. In deze periode worden voor het gebouw exploitatiekosten gemaakt, welke volgens de NEN2632 bestaan uit: vaste kosten (60-70%), energiekosten (5-15%), onderhoudskosten (10-20%), administratieve kosten (2-5%) en specifieke bedrijfskosten (0-5%). Met betrekking tot de gevel heeft deze vooral invloed op de vaste kosten, energiekosten en onderhoudskosten. De vaste- en energiekosten worden buiten beschouwing gelaten omdat deze m.b.t. een gevelelement afhankelijk zijn van verschillende ontwerpkeuzes in het gebouw (denk aan installaties, oppervlakte van het gebouw etc.) Het onderhoud van een gevelelement kunnen wel uitspraken over worden gedaan.

Om het gevelelement in goede staat te houden, en hiermee de levensduur van de toegepaste materialen te verlengen, is het van belang deze goed te onderhouden (eerste cycli, maintain). Materialen met een hoge kwaliteit kunnen uiteindelijk worden hergebruikt, waarbij het hergebruik valt te onderscheiden in direct hergebruik en indirect hergebruik (Beelen, 2015). Direct hergebruik is op component en/of element niveau. Bij indirect hergebruik gaat het om halffabricaten (Beelen, 2015). De waarde van een materiaal na scheiding hangt af van de zuiverheid (de mate waarin een materiaal vrij is van andere materialen), concentratie (de hoeveelheid van het materiaal) en structuur (kun je denken aan papier; zodra het nat wordt valt de structuur uit elkaar en daarmee implodeert de waarde) (Zuidema, Interview Briqs, 2015) (Slager & Ginkel, 2015). Voor het bepalen van de kwaliteit van een element in een gebouw wordt gebruik gemaakt van de NEN2767. Deze inspectiemethode is van oorsprong in Engeland voor Housing Condition Surveys ontwikkeld om de kwaliteit van woningen eenduidig vast te leggen (Nederlands Normalisatie-instituut, 2013).

Traditioneel wordt dit gedaan door een visuele inspectie in het gebouw, waarbij wordt bepaald welke materialen, in welke aantallen zich in het gebouw bevinden (Slager & Ginkel, 2015) (Beelen, 2015). Op basis van de hoeveelheden en kwaliteit van de materialen, wordt in overleg met de opdrachtgever de mogelijkheid voor hergebruik bepaald (Slager & Ginkel, 2015). Dit is een tijdrovende klus, waarbij lang niet altijd duidelijk is welke materialen in welke samenstelling aanwezig zijn (denk bijvoorbeeld aan een samengesteld gevelelement). De toepassing van BIM biedt het voordeel dat de hoeveelheden en samenstelling, indien goed gemodelleerd, gecodeerd en gecontroleerd, makkelijker en beter beheerd kunnen worden. Daar staat tegenover dat het extra administratieve handelingen met zich meebrengt, omdat het BIM-model up-to-date moet zijn met de fysieke werkelijkheid. Het gevelelement voorzien van bijvoorbeeld QR-codes zou hier een oplossing voor kunnen zijn.

Wanneer de kwaliteit van een materiaal niet is vast te stellen, wordt deze vanuit de NEN2767 bepaald met behulp van zogenoemde verouderingskromme (zie figuur 3.7) (Nederlands Normalisatie-instituut, 2013).



Figuur 3.7 – De conditieverloop (C) als functie van de levensduur (L) van een bouw- of installatiedeel. (Bron: NEN2767)

De conditie van een materiaal/element wordt vervolgens beoordeeld met een score van 1 t/m 6. Waarbij 1 wordt beschouwd als nieuwbouw conditie en 6 als slechtst aantrefbare conditie. In *bijlage E* is de uitgebreide beschrijving per conditiescore terug te vinden.

Score	Omschrijving	Toelichting
1	Uitstekende conditie	Incidenteel geringe gebreken
2	Goede conditie	Incidenteel beginnende veroudering
3	Redelijke conditie	Plaatselijk zichtbare veroudering Functievervulling van bouw- en installatiedelen niet in gevaar
4	Matige conditie	Functievervulling van bouw- en installatiedelen incidenteel in gevaar
5	Slechte conditie	De veroudering is onomkeerbaar
6	Zeer slechte conditie	Technisch rijp voor sloop

Tabel 3.1 – Omschrijving conditiescore. (Bron NEN2767)

Met betrekking tot het circulaire gevelelement en zijn restwaarde moeten de materialen voor hergebruik na demontage een minimale conditiescore van 3 hebben om terugname door de producenten te kunnen garanderen (Beelen, 2015) (Slager & Ginkel, 2015) (Westerlo, 2015) (Jacobs, 2015) (Fokker, 2015).

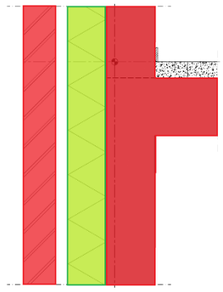
3.3 DEELCONCLUSSIE

Het leveren van een circulaire gevel biedt voor zowel de gebruiker als de aanbieder voordelen. Zo wordt de gebruiker ontzorgd door de verschuiving van verantwoordelijkheid naar de aanbiedende partijen, en kan het gebouw zich aanpassen aan de behoefte van de gebruiker in plaats van andersom. Daarbij kan Heijmans als hoofdaanbieder gaan sturen op een betere dienstverlening en zich gaan onderscheiden op waardecreatie voor de gebruiker. De totale levenscyclus kosten kunnen bovendien dalen doordat alle factoren die kosten beïnvloeden onder regie van één partij vallen: Heijmans.

Voor het ontwerp van het circulaire gevelelement zijn allereerst de circulaire kaders bepaald. De eerste randvoorwaarde is het scheiden van de onderdelen met een verschillende levensduur. In de bouwvisies van onder anderen LEGOlisering, slimbouwen en openbouwen komt dit terug. De toepassing van een kolommenstructuur, waar het gevelelement wordt opgehangen, maakt scheiding tussen drager inbouw mogelijk en biedt bovendien flexibiliteit in de plattegrond indeling. Het gebruik maken van vaste modulaire coördinaten, biedt de mogelijkheid om onder geconditioneerde omstandigheden elementen te ontwikkelen, waarbij de verbindingen, aansluitingen en invullingen onderling kunnen worden geoptimaliseerd (de Ridder, 2012).

De toepassing van demontabele verbindingen maakt scheiding van onderdelen met een verschillende levensduur mogelijk. Daarbij moeten de verbindingen tussen elementen ook onafhankelijk zijn, waardoor elementen onafhankelijk van elkaar kunnen wisselen. De verbindingen die meermalen te demonteren zijn hebben hierbij de voorkeur voor de hogere restwaarde van de elementen en componenten. De investeringskosten bij een demontabele verbinding zijn hoger, maar bij goed materiaalgebruik, onderhoud en demontage wordt geschat dat dit goed is terug te verdienen.

Om terugname door de leveranciers te kunnen garanderen moeten de elementen een minimale score hebben van 3 volgens de NEN2767. De toepassing van metalen (aluminium en staal) in het element, geef het element restwaarde en daarmee meer mogelijkheid op terugname.



Figuur 3.8 – Als voorbeeld een traditionele spouwmuur waarbij het metselwerk en de kalkzandsteen (rood) een langere levensduur hebben dan het isolatie (groen). De componenten zijn samengesmolten waardoor het metselwerk eerst moet worden opengebikt om bij de isolatie te komen. Kapitaalvernietiging.

CIRCULAIRE PRESTATIES

Het scheiden van de drager en inbouw van een gebouw biedt de mogelijkheid om onderdelen met een verschillende levensduur te scheiden van elkaar.

De toepassing van een kolommenstructuur biedt de mogelijkheid om een gevel los te koppelen van de hoofddraagconstructie.

De toepassing van een niet dragend gevelelement, gefabriceerd in geconditioneerde omstandigheden, is gewenst. Te onderscheiden in: houtskeletbouw gevelelement, staalframebouw gevelelement, sandwichgevelelement en elementgevel (vliesgevel).

Omdat niet bekend is wat de gebruiker in de toekomst wil, is het aanbieden van een gevarieerd scala aan elementen met een vaste onderlinge aansluiting gewenst.

De elementen moeten onafhankelijk van boven en onder gelegen verdiepingen vervangen kunnen worden. Op deze manier kunnen bij veranderende gebruikerswensen, elementen eenvoudig vervangen worden.

De toepassing van een demontabele verbinding tussen het gevelelement en de hoofddraagconstructie, maakt ontkoppeling mogelijk.

De materialen van de terug te nemen elementen moeten een hoge restwaarde hebben, om terugname te kunnen garanderen.

Om terugname van de elementen te kunnen garanderen moeten deze een minimale conditiescore van 3 hebben volgens de NEN2767.

"We should not try to forecast what will happen, but try to make provision for what cannot be foreseen"

John Habraken

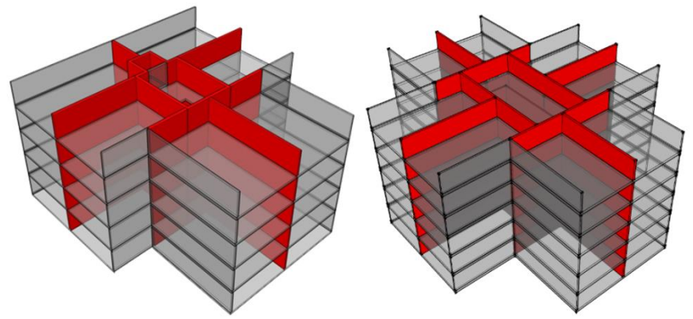
4 Circulaire economie vertaald naar een casus

Nu de randvoorwaarden in hoofdstuk 3 zijn vastgesteld, kan dit worden uitgewerkt tot een circulair gevelelement. Het element zal worden toegepast op het Heijmans Morph concept met een kantoorfunctie op de locatie van het project Marquant+ te Pijnacker (zie figuur 4.1 en 4.2). Het concept van Heijmans Morph en de constructieve aanpassingen van de Marquant+ toren worden toegelicht in hoofdstuk 4.1. Vervolgens worden de functies van een gevel in hoofdstuk 4.2 toegelicht, waarna in hoofdstuk 4.3 de prestaties worden bepaald aan de hand van een Programma van Wensen. Deze prestaties leveren samen met de circulaire kaders een aantal systemen. Hieruit wordt met een multi criteria analyse een keuze gemaakt. De dimensies van de circulaire gevel worden toegelicht in hoofdstuk 4.4. Tenslotte wordt in hoofdstuk 4.5 ingegaan op het proces van de gevel (de plaatsing, het onderhoud, de levensduur etc.).

4.1 HET CONCEPT HEIJMANS MORPH

"Het Heijmans Morph concept is ontstaan uit een hoop frustratie", zo vertelt Theo Smits, de geestelijk vader van het concept (Smits, 2015). "Bij negen van de tien bouwprojecten keren steeds weer dezelfde ontwerpfouten terug, en dan vooral bij de onderlinge samenhang tussen verschillende gebouwdelen" (Wijck, 2014). Morph formuleert de randvoorwaarden waarin een goed gebouw ontworpen kan worden en waarin het ontwikkelproces veel eenvoudiger wordt. Hierdoor ontstaan "als vanzelf" goede en goedkope gebouwen. Maar Morph zegt niets over materialen, installaties of indelingen. Dat is juist de kracht van Morph; iedereen kan er zijn ei in kwijt. Het Morph concept bestaat uit een aantal basisprincipes. De eerste is eenvoudig: zorg ervoor dat het gebouw altijd stabiel is. Dit wordt bereikt door de T-constructie, waarbij de dragende muren altijd haaks op elkaar staan. Het concept is onafhankelijk van bouwsysteem en kan dus worden uitgevoerd in verschillende constructieve materialen. Een bijkomend voordeel is dat de betonwapening met 65% minder kan worden uitgevoerd (Smits, 2015). Het tweede basisprincipe is dat de kern uit een centraal trappenhuis met liften moet bestaan. Hierdoor hoeft er geen gevel gebouwd te worden voor het trappenhuis en de liften. De beukmaat van 7,5 meter op de kopgevels is het derde basisprincipe van het Morph concept. De lengte van het gebouw is vrij, afhankelijk van de opdrachtgever. Theo Smits: "De maat van 7,5 meter komt voort uit een studie. In de maat 7,5 meter passen precies drie parkeervakken, bij een kantoorfunctie passen er twee unites in en voor appartementen is er voldoende indelingsvrijheid (Smits, 2015). Door het uitschrijven van een wedstrijd voor acht jonge architecten, stedenbouwers en industrieel vormgevers, is aangetoond dat binnen het zelfde concept er heel verschillende gebouwen kunnen ontstaan. Binnen het concept kan worden gespeeld met plattegrond, gevels, constructie, balkons etc. In het winnende ontwerp van Arkelson, voorheen Jan Jonkers Architecten, staan woonbeleving en de relatie met de buitenwereld centraal (Jonkers, 2015). Door verspringing in balkons en de grote open glazen puien op de kopgevels is er een gevoel van vrijheid en ruimte gecreëerd.

De keuze voor het Heijmans Morph concept, als uitgangspunt voor de circulaire gevel, is gebaseerd op het feit dat er binnen het concept alleen een aantal randvoorwaarden zijn waarbinnen ontworpen dient te worden. Hierdoor is er de vrijheid om het ontwerp aan te laten sluiten op de eerder geformuleerde circulaire randvoorwaarden. De vaste beukmaat van 7,5 meter is een belangrijk uitgangspunt om de gevelelementen uitwisselbaar te maken. Binnen het concept is ruimte om na te denken over demontage en ontkoppeling van de onderdelen met een verschillende levensduur.



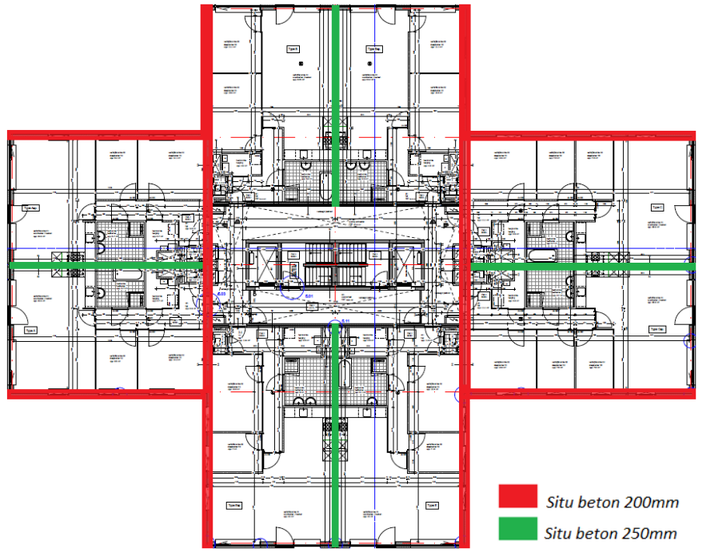
Figuur 4.1 – De T-constructie van het Heijmans Morph concept (links) en de bestaande constructie van de Marquant+ te Pijnacker (rechts). (Bron: Heijmans)



Figuur 4.2 – Marquant+ Pijnacker gebouwd met het Heijmans Morph concept, ontwerp door Kokon Architectuur & Stedenbouw. (Bron: Heijmans)

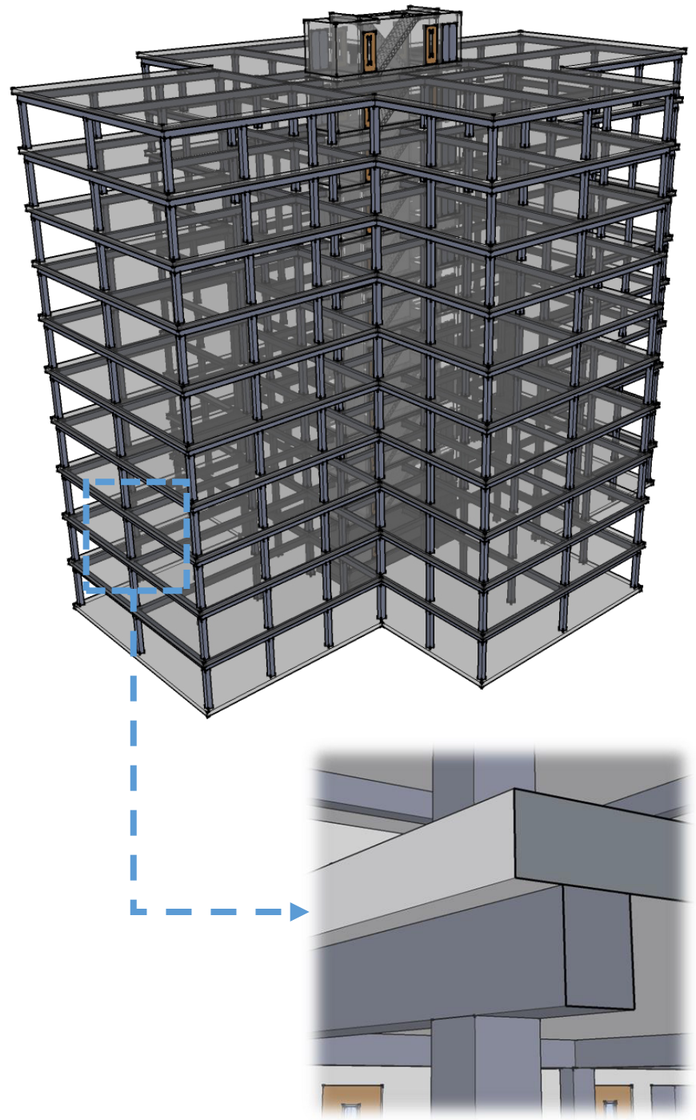
CONSTRUCTIEVE AANPASSINGEN

Omdat binnen dit onderzoek de focus ligt op de gevel, worden er over de constructie enkel uitspraken gedaan t.b.v. de aansluiting met het gevelelement. Binnen het project Marquant+ bestaan de constructieve vloeren uit beton van 300mm dik met een verdiepingshoogte van 3000mm (bovenkant vloer tot bovenkant vloer). Langs de gevels staan situ betonwanden van 200mm dik (rood) en een woning scheidende wand ook in situ beton van 250mm dik (groen).



Figuur 4.3 – Bestaande plattegrond van Marquant+ Pijnacker. (Bron: Heijmans)

Omdat er een kantoorfunctie in de toren komt wordt de verdiepingshoogte verhoogd naar 3400mm (bovenkant vloer tot bovenkant vloer). Hierdoor wordt de kern met de trappenhuizen iets groter i.v.m. extra treden. Vanuit de randvoorwaarden uit hoofdstuk 3 is er voor gekozen om de schijvenstructuur te vervangen door een kolommenstructuur. Dit betekent dat de constructieve betonnen wanden worden vervangen door betonnen kolommen van 300x300mm en dat er op de kolommen liggers komen van 300x375mm (de berekeningen van de dimensionering voor de constructie zijn uitgewerkt in *bijlage G*). I.v.m. de modulaire maatsystematiek voor het uitwisselbaar maken van de gevelelementen, worden de kolommen op een hart op hart afstand van 4500mm gezet. De vloeren blijven 300mm dik en steken 200mm uit ten opzichte van de kolommen zodat de gevelelementen los komen te staan van de achtergelegen kolommen.



Figuur 4.4 – De nieuwe constructie van de Marquant+ te Pijnacker met in detail de aansluiting van de betonvloer (300mm) met een overstek van 200mm, de betonligger (300x375mm) en de betonkolom (300x300mm).

4.2 DE FUNCTIES VAN EEN CIRCULAIRE GEVEL

FUNCTIE → **PRESTATIE** → **SYSTEEM** → **DIMENSIE**

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de functies van een gevel. Hierbij wordt de circulaire gevel beschouwd als een onderdeel van een circulair gebouw. De gevelindustrie heeft een rijke geschiedenis en is nog volop in ontwikkeling. Tot ruim 200 jaar geleden werden de meeste gevels in Nederland gemaakt van baksteen. Het nadeel van baksteen is dat deze kan worden gezien als een "samengesmolten gevel". Hierbij zijn de materialen niet of nauwelijks nog te scheiden waardoor de materialen dusdanig worden aangetast dat ze niet meer zijn her te gebruiken. Toen de staalindustrie 200 jaar geleden zijn opmars begon, had dit ook effect op de gevelindustrie met bijvoorbeeld het ontstaan van de vliesgevel. Voorheen werd de gevel enkel gezien als scheiding tussen binnen en buiten, waardoor men wordt beschermd tegen weersinvloeden van buitenaf. Tegenwoordig zijn gevels een stuk geavanceerder waardoor er bijvoorbeeld ook mee geventileerd kan worden of zelfs energie kan worden opgewekt. De gebruiker van het gebouw wil positieve invloeden van buiten gebruiken en negatieve invloeden weren (Ravenhorst & Veerman, 2012).

Hieronder staan de functies van een gevel beschreven, welke zijn gebaseerd op gesprekken binnen Heijmans en literatuurstudie.

Functies van een gevel

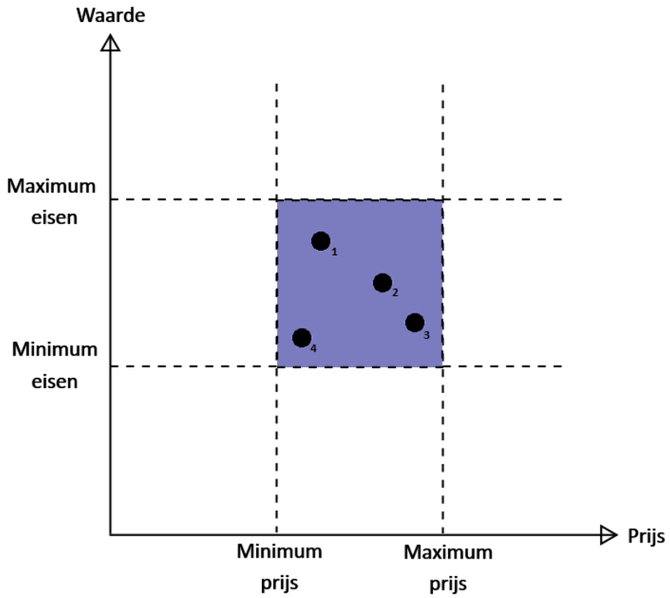
1. Constructieve veiligheid (in de meeste gevallen hoeft de gevel alleen nog zijn eigen gewicht te dragen en de windbelasting door te geven aan de hoofddraagconstructie)
2. Esthetica/uitstraling (het visitekaartje van een gebouw)
3. Bescherming tegen wind en water (wind en waterdicht)
4. Bescherming tegen koude en/of warmte (in de vorm van Rc-waarde)
5. Uitzicht (daglichttoetreding, zonwering en voldoende zicht naar buiten)
6. Geluidwering
7. Brandklasse gevel (WBDBO)
8. Inbraakwerendheid
9. Luchtdichte aansluiting
10. Ventilatie*

*Of ventilatie een functie is van de gevel is afhankelijk van het gekozen ventilatiesysteem

4.3 DE OPLOSSINGSRUIMTE VAN EEN CIRCULAIRE GEVEL

FUNCTIE → PRESTATIE → SYSTEEM → DIMENSIE

De prestaties van de circulaire gevel worden vastgelegd in een Programma van Wensen (PvW). Binnen het PvW is oplossingsruimte voor de toepassing van verschillende systemen en daaraan verbonden dimensies. Deze oplossingsruimte komt neer op het stellen van minimumeisen: wat vanuit de gebruiker, het Bouwbesluit en de circulaire kaders als voorwaarden wordt gesteld, en de maximumeisen: wat van buiten als beperking wordt gesteld (de Ridder, 2012). De beoordeling van de mogelijke systemen vindt plaats door middel van een multi criteria analyse. Dit is een methode om een individuele of een groep wegingsfactoren te beoordelen (Voogd, 1982).



Figuur 4.5 – Het Programma van Wensen wordt bepaald door de waarde en de prijs, waardoor er een oplossingsruimte ontstaat (paars) met daarin verschillende oplossingen (stippen 1, 2, 3 &4). (Bron: interpretatie van LEGOlisering)

Binnen de oplossingsruimte worden vier verschillende gevelelement systemen als oplossing aangeboden. Deze komen voort uit de eis van scheiding van de gevel met de hoofddraagconstructie (voor toelichting systemen zie *bijlage H*). Te verstaan:

- Houtskeletbouw (HSB), een bouwsysteem gebaseerd op hout;
- Staalframebouw (SFB), een bouwsysteem gebaseerd op staal;
- Sandwichelement (SE), een bouwsysteem dat bestaat uit een buitenplaat, isolerend kernmateriaal en een binnenplaat;
- Elementgevel (EG), een bouwsysteem gebaseerd op aluminium elementen.

PRESTATIE 1 – ONTKOPPELING LEVENSDUUR

Minimum eis: Het gevelelement moet zelfdragend zijn en los te koppelen van de hoofddraagconstructie.

Maximum eis: Het gevelelement moet zelfdragend zijn en los te koppelen onafhankelijk van boven en ondergelegen verdiepingen en aangesloten elementen.

PRESTATIE 2 – RESTWAARDE MATERIALEN

Minimum eis: Eén onderdeel van het gevelelement moet materiaal bezitten met een hoge restwaarde. Alle materialen moeten na contractduur een minimale score van 2 hebben volgens de NEN2767.

Maximum eis: Het gehele gevelelement moet bestaan uit materialen met een hoge restwaarde, welke na contractduur een minimale score van 2 hebben volgens de NEN2767.

PRESTATIE 3 – AFMETINGEN MODULAIR SYSTEEM

Minimum eis: De constructie moet zijn opgebouwd uit een vast modulair systeem binnen een veelvoud van 300mm met een minimale h.o.h. afstand van 900mm.* Het gevelelement moet zijn opgebouwd uit een modulair systeem binnen een veelvoud van 300mm met een minimale breedte van 1.200mm.**

Maximum eis: De constructie moet zijn opgebouwd uit een vast modulair systeem binnen een veelvoud van 300mm met een maximale h.o.h. afstand van 7.500mm.*** Het gevelelement moet zijn opgebouwd uit een modulair systeem binnen een veelvoud van 300mm met een maximale breedte van 7.500mm.****

**De breedte van 900mm m.b.t. de constructie is gebaseerd op de minimale afstand tussen funderingspalen van 820mm* (European Foundation Group, 2013).
***De breedte van 1.200mm m.b.t. het gevelelement is gebaseerd op de minimale breedte van 850mm van een doorgang uit het Bouwbesluit. Als er een deurkozijn aan het element wordt toegevoegd, wordt dit niet gehaald bij een breedte van het element van 900mm.*
****De maximale breedte van 7.500mm m.b.t. de constructie is gebaseerd op de vaste h.o.h. afstand van de kopgevel van 7.500mm.*
*****De maximale breedte van 7.500mm m.b.t. het gevelelement is gebaseerd op de vaste h.o.h. afstand van de kopgevel van 7.500mm.*

PRESTATIE 4 – VERBINDINGEN

Minimum eis: Het gevelelement moet met een demontabele verbinding aan de hoofddraagconstructie zijn bevestigd. Verbindingen in het gevelelement mogen bestaan uit verbindingstype I t/m VII.*

Maximum eis: Het gevelelement moet met een demontabele verbinding aan de hoofddraagconstructie zijn bevestigd. Verbindingen in het gevelelement mogen enkel bestaan uit verbindingstype VII.*

**Gebaseerd op de 7 verbindingen beschreven door Elma Durmisevic zie hoofdstuk 3.2*

PRESTATIE 5 – ESTETISCH

Minimum eis: Het ontwerp moet in het modulaire systeem, binnen een veelvoud van 300mm, worden gemaakt.

Maximum eis: Het ontwerp moet in het modulaire systeem, binnen een veelvoud van 300mm, met vaste verbindingen, aansluitingen en invullingen worden gemaakt.

PRESTATIE 6 – GEBRUIKERSWENSEN EN TRENDS (SCHERPERE EISEN)

Minimum eis: Het gevelelement moet na de contractduur kunnen worden aangepast aan de nieuwe gebruikerswensen en trends (nieuwe eisen vanuit wet- en regelgeving).

Maximum eis: Het gevelelement moet op elk moment gedurende de contractduur kunnen worden aangepast aan de nieuwe gebruikerswensen en trends (nieuwe eisen vanuit wet- en regelgeving).

OVERIGE PRESTATIES VANUIT HET BOUWBESLUIT EN DE GEBRUIKERSWENSEN

Zie *bijlage I*.

Door middel van onderstaande multi criteria analyse is de elementgevel als systeem gekozen om uit te werken als circulaire gevel. Hierbij moet worden opgemerkt dat de ingevulde waardes altijd interpretabel zijn, maar zijn gebaseerd op gesprekken met architecten, slopers en personeel binnen Heijmans. De overige prestaties uit *bijlage I* worden als standaard eisen beschouwd en zijn daarom niet meegenomen in de multi criteria analyse.

Prestatie		Systeem 1 (HSB)		Systeem 2 (SFB)	
	Weging (W)	*Score (S)*	*S x W*	*S*	*S x W*
1	9	9	81	9	81
2	8	3	24	8	64
3	5	5	25	5	25
4	9	3	27	8	72
5	3	8	24	8	24
6	8	6	48	6	48
TOTAAL	-	-	237	-	314

Prestatie		Systeem 3 (SE)		Systeem 4 (EG)	
	Weging (W)	*Score (S)*	*S x W*	*S*	*S x W*
1	9	7	63	7	63
2	8	2	16	9	72
3	5	4	20	7	35
4	9	2	18	9	81
5	3	3	9	7	21
6	8	2	16	9	72
TOTAAL	-	-	142	-	344

Tabel 4.1 – Multi criteria analyse van de vier mogelijke circulaire systemen.

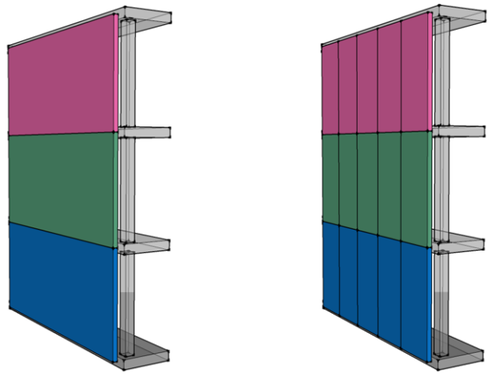
4.4 DE DIMENSIES VAN HET CIRCULAIRE GEVELELEMENT

FUNCTIE > PRESTATIE > SYSTEEM > DIMENSIE

Nu het systeem voor de circulaire gevel bekend is kan worden gestart met de dimensies en technische uitwerking. Allereerst wordt kort de elementgevel toegelicht, waarna wordt ingegaan op de dimensies om te kunnen voldoen aan de eerder beschreven prestaties.

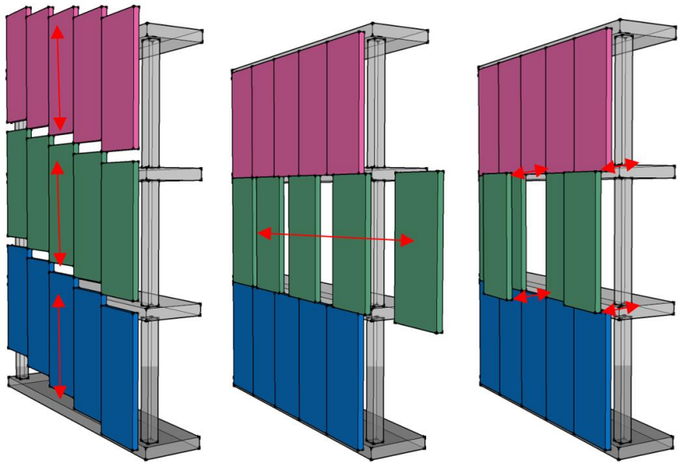
Een elementgevel bestaat uit elementen, welke op de projectlocatie samen worden gevoegd. De productie en fabricage vindt plaats onder geconditioneerde omstandigheden in de fabriek. Door de prefabricage hoeft het element alleen nog maar te worden geassembleerd op de bouwplaats, waardoor het gebouw sneller wind- en waterdicht is. Uiteraard vergt dit wel een langere voorbereidingstijd. De elementen worden verdieping hoog uitgevoerd en opgehangen met bevestigingspunten aan of op de vloeren van de hoofddraagconstructie. De horizontale- en verticale koppeling tussen de elementen hangt af van de detaillering.

Voor de afmetingen van het modulair systeem is m.b.t. de constructie er voor gekozen om de kolommen aan de zijgevels op een h.o.h. van 4.500mm te zetten. De kolommen op de kopgevels blijven op een h.o.h. van 7.500mm vanuit het derde basisprincipe van het Morph concept (terug te zien in de tekeningen van *bijlage K*). De gevelelementen zijn 1.500mm breed (veelvoud van 300 en past binnen de vaste beukmaat van 7.500) en 2750mm hoog. Door het aanbieden van verschillende elementen in een veelvoud van 300mm, is er meer ontwerpvrijheid voor het gevelbeeld. De maat van het element is gebaseerd op de aanpasbaarheid van de gevel bij veranderende gebruikerswensen. Bovendien geven de geïnterviewde architecten en gevelleveranciers aan de voorkeur te hebben voor elementen van rond de 1.500mm á 1.800mm i.v.m. ontwerpvrijheid en uitvoering (Jacobs, 2015) (Brugge, 2015) (van Deudekom, 2015) (van Aert, 2015).



Figuur 4.6 – Links het gevelelementen met de maximale afmeting van 7.500mm en rechts de gevelelementen met een afmeting van 1.500mm.

Om te voldoen aan de prestaties van de ontkoppeling van levensduur en de in de toekomst veranderende gebruikerswensen en trends, is het van belang om de elementen te kunnen 'wegnemen' onafhankelijk van elkaar en onder- en bovengelegen verdiepingen. Op deze manier kan een gebruiker op de 2e verdieping, onafhankelijk van de 1e en 3e verdieping, een aanpassing aanbrengen aan zijn gevel. Voor de vullingen van het element geldt dat deze gedurende het gebruik aan zijn te passen (denk aan een dichtpaneel vervangen door een deurkozijn of glas) (Jacobs, 2015). Voor het 'wegnemen' van het hele element zijn drie opties mogelijk (zie figuur 4.7), waarbij de detaillering een cruciale rol speelt voor de mogelijkheid tot ontkoppeling. De eerste variant is de huidige manier van plaatsing van een elementgevels. Hierbij worden de elementen opgestapeld waardoor bij het wegnemen van een elementen alle bovengelegen elementen ook moeten worden weggenomen (voor detail aansluiting zie *bijlage J*). Bij de tweede optie kunnen elementen worden weggenomen los van boven en onder gelegen verdiepingen. Wel moeten de naast gelegen elementen worden verwijderd om bij het weg te nemen element te kunnen. Hierbij worden de elementen verticaal niet direct verbonden. Horizontaal is de verbinding het zelfde als de eerste optie (voor detail aansluiting zie *bijlage J*). Bij de derde optie zijn zowel de verticale als de horizontale verbindingen onafhankelijk van elkaar los te koppelen. Hierbij kunnen zowel de invulling van het element als het element zelf, onafhankelijk van boven en onder gelegen verdiepingen en naastgelegen elementen worden aangepast. De onderlinge aansluitingen zijn anders dan de eerste twee opties. De derde optie zal verder worden toegelicht en uitgewerkt.

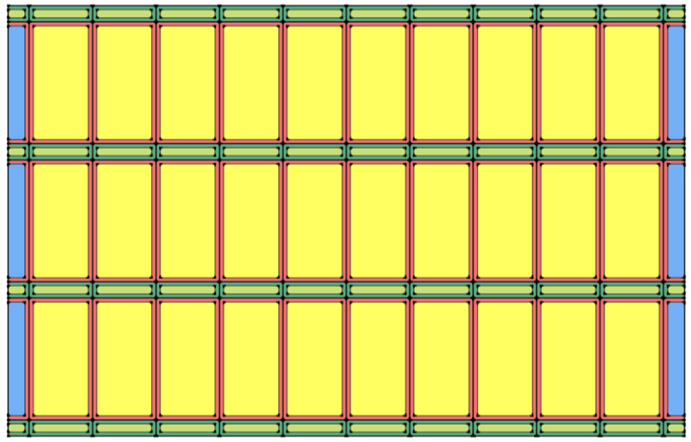


Figuur 4.7 – Optie 1: het opstapelen van de elementen waardoor de groene elementen alleen weggehaald kunnen worden door de roze elementen te verwijderen. Optie 2: de elementen kunnen alleen worden verwijderd door de naastgelegen elementen te verwijderen. Optie 3: de groene elementen kunnen worden weggehaald terwijl de roze en blauwe blijven zitten.

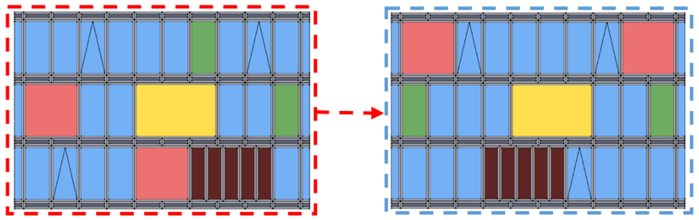
Allereerst zal worden ingegaan op het aanpassen van de circulaire gevel bij veranderende gebruikerswensen. Vervolgens wordt de verticale aansluitingen van het gevelelement met de vloerranden toegelicht. Tenslotte wordt de horizontale aansluiting tussen de elementen zelf toegelicht.

AANPASSEN VAN DE CIRCULAIRE GEVEL

Het uitwisselbaar maken van de elementen krijgt pas meerwaarde op het moment dat de elementen ook zijn toe te passen op andere Utiliteitsprojecten. Het probleem waar je dan tegenaan loopt, is dat ieder Utiliteitsgebouw een andere hoogtemaat heeft. Om deze maattolerantie op te vangen is er gewerkt met twee type elementen: 'gefixeerde' en 'flexibele' (zie figuur 4.8). De gefixeerde elementen (geel) zijn maatvast, binnen het modulaire systeem en te demonteren ten opzichte van de constructie en de variabele elementen. De variabele elementen (groen) ter plaatsen van de vloerrand, zijn qua hoogte project afhankelijk en vangen hiermee de verschillende verdiepingshoogtes op. De variabele elementen op de hoeken (blauw) zijn altijd project afhankelijk (steekt de vloer uit, hoever staat het element ten opzichte van de vloer en kolommen etc.).



Figuur 4.8 – Fictieve gevelindeling waarbij de gele elementen gefixeerde elementen zijn die uitwisselbaar zijn ongeacht het gebouw. De blauwe elementen zijn variabele hoekoplossingen en afhankelijk van de achtergelegen constructie. De groene elementen zijn variabel en vangen de maattolerantie in de verdiepingshoogte op.

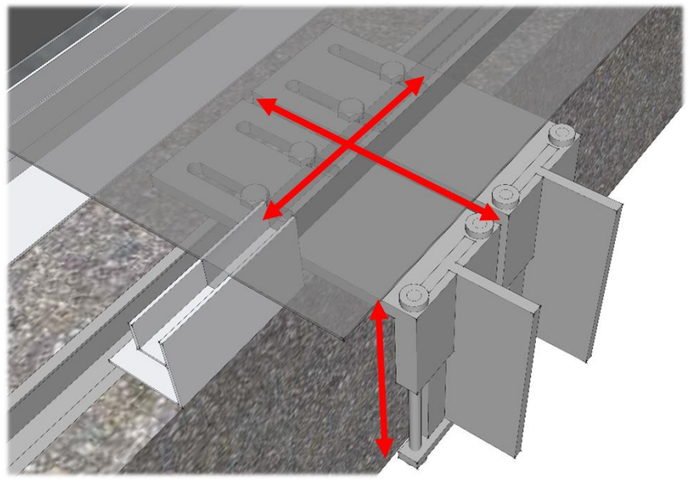


Figuur 4.9 – De gefixeerde elementen zijn uitwisselbaar over de gevel terwijl de flexibele op hun plek blijven.

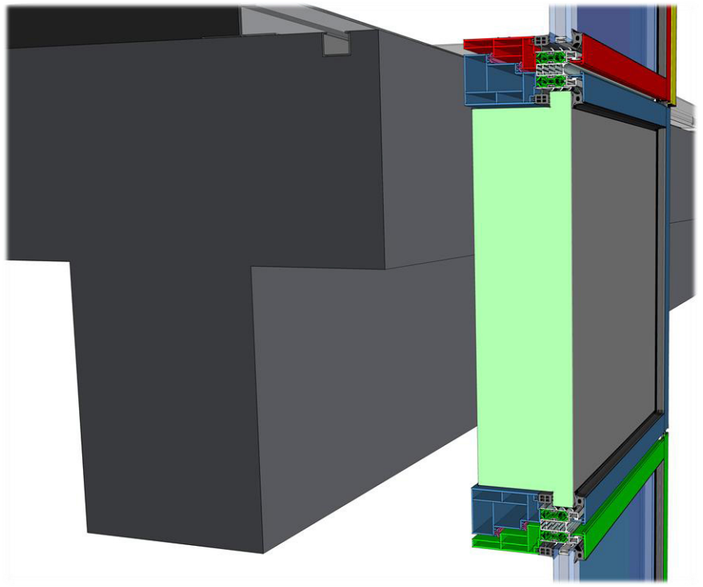
VERTICALE AANSLUITING ELEMENT

De verankering van de elementen vindt plaats door het flexibele element met een anker te bevestigen aan de vloerrand. Vervolgens hoeft het gefixeerde element alleen maar op het flexibele element bevestigd te worden. Het flexibele element zal worden bevestigd op een ankersysteem waarmee het element in drie richtingen (hoogte, breedte en diepte) kan worden gesteld (zie figuur 4.10). Hiervoor wordt een ankerrail in de constructieve vloer mee gestort, zodat bij een element met een andere breedtemaat, er geen nieuwe gaten in de vloer geboord hoeven te worden. Vervolgens wordt een voetplaat op de ankerrail bevestigd, welke is voorzien van slobgaten waarmee het element ten opzichte van de vloerrand gesteld kan worden (diepte). Hiermee kunnen eventuele maattoleranties in de constructie worden opgevangen. Aan de voetplaat zitten twee bouten met een stalenplaat waarmee het element in de hoogte kan worden afgesteld. Bij montage wordt het flexibele element (voorzien van een t-profiel) in de voetplaat (voorzien van een t sparing) geschoven.

Door het flexibele element zowel te gebruiken als stelelement, als constructief element, kan het gefixeerde element worden losgekoppeld zonder bij de verankering te hoeven. Nadat het gefixeerde element op zijn plek zit, wordt hij van binnenuit aan de boven- en onderzijde bevestigd (zie figuur 4.11). Hierdoor kan het element van binnen uit worden gesteld, gemonteerd en later weer worden gedemonteerd. Voor de lineaire zetting van het aluminium dient een speling van 1mm per m^1 in acht te worden gehouden. Voor het gefixeerde element betekent dit een speling van maximaal 4mm. De (de)montage van het element kan geheel vanuit binnen plaats vinden, maar vraagt wel speciaal materieel. Uitgaande van een elementbreedte van 1.500mm en een volledige glasvulling, weegt een element maximaal ± 170kg



Figuur 4.10 – Anker systeem om in de hoogte, breedte en diepte te kunnen stellen.



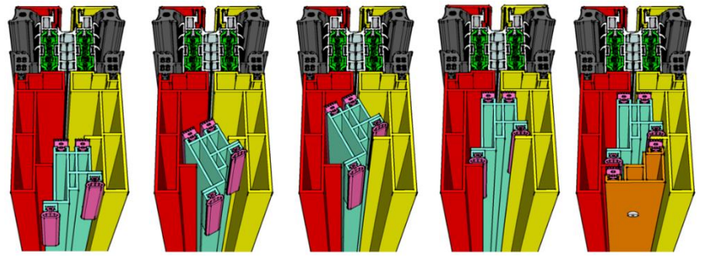
Figuur 4.11 – Verticale aansluiting van het gefixeerde gevelelement (rood en groen) met het flexibele element (blauw). Het gefixeerde element is los te koppelen van het flexibele element.



Figuur 4.12 – Het element opgedeeld in losse componenten.

HORIZONTALE AANSLUITING ELEMENT

De horizontale afdichting tussen de gevelelementen vindt plaats door een speciaal ontworpen afdichtingselement, welke van binnenuit kan worden bevestigd. De rubbers aan de koude zijde zijn voor wind- en waterdichting, de rubbers aan de warme zijde zijn voor de dampdichting. Door de afdichting los te koppelen van het element, kan het element onafhankelijk van naastgelegen elementen worden losgekoppeld. In de stijl van de elementen is ruimte gecreëerd om het afdichtingselement te plaatsen, welke bestaat uit twee delen (zie figuur 4.13): het afdichtingsstuk (licht blauw) en het opzetstuk (oranje). Het opzetstuk draait zich vast aan het afdichtingsstuk door middel van een bout. Hierbij is er bewust voor gekozen het verbindingselement niet direct te bevestigen met één van de elementen, omdat deze onafhankelijk van elkaar moeten kunnen bewegen (temperatuurverschillen, krachtenwerking etc.). De aansluiting zijn met zowel TGM als met Alcoa besproken en in principe mogelijk, maar vergen nog wel nadere uitwerking m.b.t. de hoekaansluitingen van de rubbers. (voor benaming onderdelen stijl zie bijlage



Figuur 4.13 – De twee stijlen van de elementen (rood en geel) worden afgedicht d.m.v. een afdichtingselement (blauw) en wordt afgesloten door een opzetstuk (oranje).

De aansluiting van de elementen met een eventuele binnenwand wordt gerealiseerd door een speciaal ontworpen opzetstuk, welke aan elke zijde van de wand te demonteren is. Op deze manier kunnen de elementen nog steeds los van naastgelegen vertrekken gedemonteerd worden. Eventuele aansluitingen met woningscheidende wanden zijn niet onderzocht binnen de kantoorfunctie en moeten nader onderzocht worden.



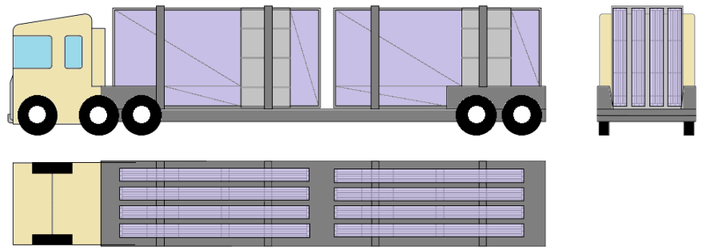
Figuur 4.14– Visualisatie van het element toegepast op het Morph-concept.

4.5 HET PROCES VAN DE CIRCULAIRE GEVELELEMENT

Nu de dimensies van de circulaire gevel bekend zijn, zal hierna kort worden ingegaan op het transport, onderhoud en circulaire proces van de circulaire gevel.

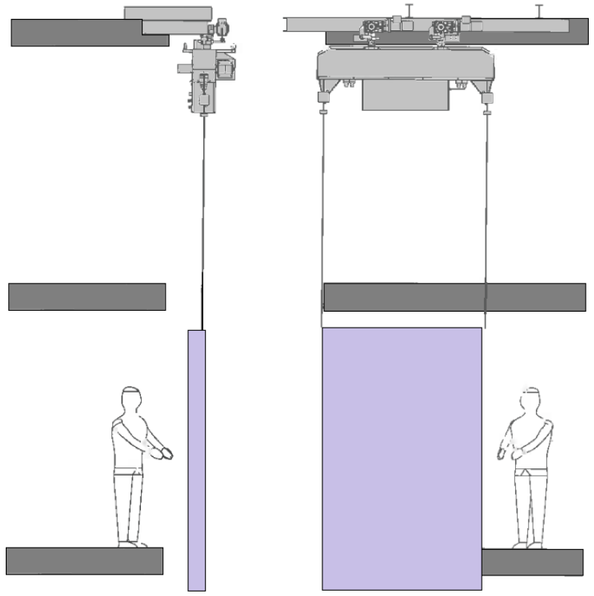
TRANSPORT

Het horizontale transport vindt plaats met een dieplader. Bij een elementafmeting van 1.500 x 2.750mm kunnen er 8 elementen op een dieplader worden getransporteerd naar de projectlocatie (Jacobs, 2015).



Figuur 4.15 – De dieplader beladen met 8 gevelelementen. (Bron: interpretatie van Vorsselmans & Rozendal)

Het verticale transport vindt plaats door de elementen te plaatsen in een cassette, welke met een kraan naar de juiste verdieping wordt gehesen (zie *bijlage M*). Hierna kunnen de elementen vanaf de verdieping worden geplaatst. Een element van 1.500mm breed met een volledige glasvulling weegt ± 170kg en is op deze manier goed te (de)monteren.



Figuur 4.16 – Zij- en vooraanzicht van het gevelelement bij plaatsing aan de hoofddraagconstructie. (Bron: interpretatie van Vorsselmans)

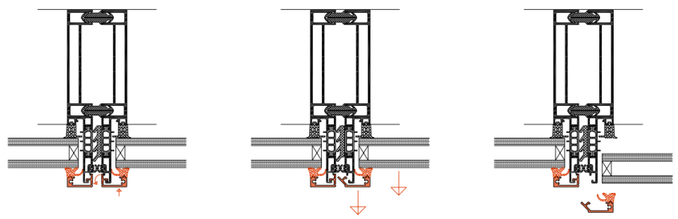
ONDERHOUD EN LEVENSDUUR ONDERDELEN

Om de onderdelen van het gevelelement aan het eind van de contractduur een conditiescore van minimaal 3 te kunnen geven, moeten deze op de juiste manier onderhouden worden. Hiermee blijft niet alleen het uiterlijk van het gevelelement behouden, maar wordt tevens de levensduur verlengd.

De aluminium onderdelen van het gevelelement hebben een technische levensduur van minimaal 75 jaar (Janssen, van Nunen, Staub, & Llebregts, 2011). De onderdelen met een kortere levensduur als rubbers, glas en vulpanelen, moeten makkelijk te vervangen zijn. De toepassing van rubbers in plaats van kit en de toepassing van klem- en kliklijsten geeft de mogelijkheid om het glas en/of vulpanelen te vervangen. De bewegende delen en hun hang- en sluitwerk vergen meer onderhoud en moeten minimaal 1x per jaar geïnspecteerd worden op slijtage en vervuiling (VMRG, 2015). Glas- en beglazingsrubbers dienen eens in de 1 tot 3 jaar gecontroleerd te worden (VMRG, 2015). Indien er ventilatieroosters in het element worden toegevoegd moeten deze eens in het jaar worden gereinigd.

De reinigingsfrequentie, hoe vaak een element moet worden gereinigd, hangt af van omgevingsfactoren (ligging van het gebouw, zout neerslag, condens etc.), gebruiksfactoren (hoe 'moeilijk' is het om het element te onderhouden) en oriëntatiefactoren (hoe is de oriëntatie ten opzichte van de zon en is er natuurlijke beregening). Uit deze factoren wordt een 'belastingsfactor' bepaald voor het element (VMRG, 2015). Voor de elementen in zijn algemeenheid kunnen moeilijk uitspraken worden gedaan over de belastingsfactor. Voor de casus van Marquant+ te Pijnacker kan worden gesteld dat de gevelelementen onder de normale belastingsfactor vallen: 1x per jaar reinigen is voldoende. De hoekaansluitingen vergen extra aandacht i.v.m. het moeilijk bereikbaar zijn van binnen uit.

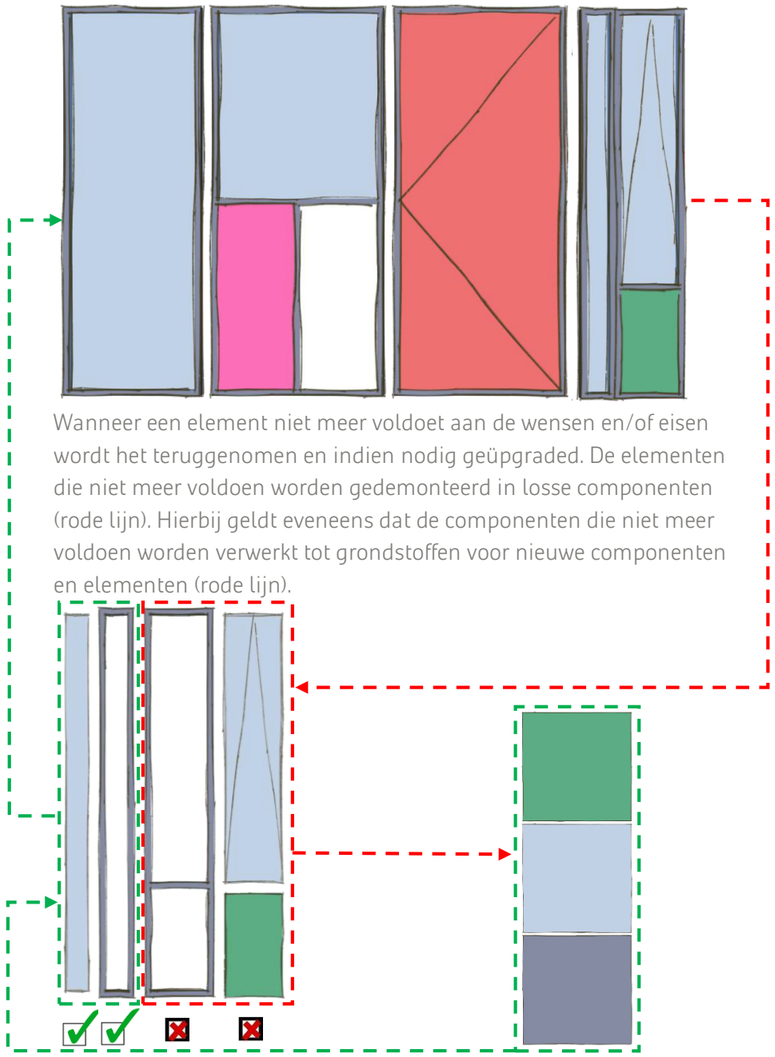
Met behulp van speciale gereedschappen kunnen de vullingen in het element worden verwijderd. Hiervoor zijn speciale gereedschappen en deskundig personeel vereist (Jacobs, 2015). Bij het regelmatig aanpassen van de vullingen bestaat de kans dat de glaslatten in de tijd verbuigen. Hier moet voor worden gewaakt bij het onderhoud.



Figuur 4.17 – Voor het vervangen van de vulling is speciaal gereedschap nodig. Door de glaslat in te drukken (links) laat de 'klem' los (midden), waarna de vulling kan worden verwijderd (rechts). (Bron: Rozendal).

HET CIRCULAIR PROCES VAN DE CIRCULAIRE GEVEL

Zoals eerder beschreven biedt Heijmans Utiliteit als hoofdaanbieder, de gebruiker een dienst met het circulaire gevelelement. Zij beschikt over een breed scala aan elementen binnen de veelvoud van 300mm (zie figuur 4.18). Dit heeft als voordeel dat de waarde creatie, die wordt bepaald door de gebruikerswensen en sociale- en omgevingsprocessen, eenvoudig kan worden aangepast aan de veranderende behoefte. Wil de gebruiker, omgeving of wet iets anders, dan ligt er een scala aan oplossingen klaar bij de producent. Daarbij kunnen de onderlinge aansluitingen van de elementen geoptimaliseerd worden.

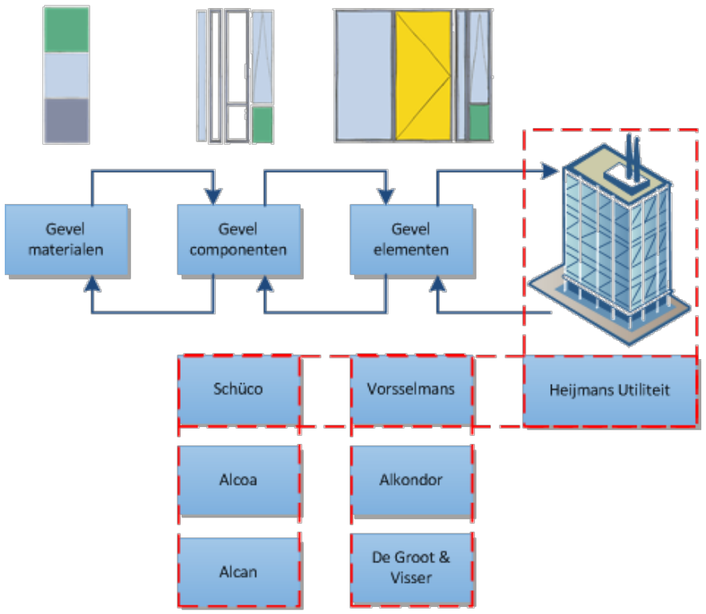


Wanneer een element niet meer voldoet aan de wensen en/of eisen wordt het teruggenomen en indien nodig geüpgraded. De elementen die niet meer voldoen worden gedemonteerd in losse componenten (rode lijn). Hierbij geldt eveneens dat de componenten die niet meer voldoen worden verwerkt tot grondstoffen voor nieuwe componenten en elementen (rode lijn).

Figuur 4.18 –Verschillende elementen binnen het modulaire systeem (boven). Het rechter element voldoet niet meer en wordt in componenten opgedeeld (beneden). De linker componenten kunnen worden hergebruikt, de rechter worden nieuwe grondstoffen.

Om het element aantrekkelijk te maken voor architecten is variatie in de elementen gewenst (zowel in breedte als in diepte). Hiervoor zijn verschillende opzetstukken ontwikkeld, die de mogelijkheid bieden om binnen een vast aanbod van elementen toch unieke gebouwen te ontwerpen (zie bijlage N).

Het circulaire proces is weergegeven in figuur 4.19. De vaste groep samenwerkende bedrijven bieden de gevel aan, aan de gebruiker. Indien er een partij wegvalt, bijvoorbeeld door faillissement, kunnen andere partijen daarvoor inspringen. Belangrijk is de tijd dat een element en/of component ligt opgeslagen bij de producenten: hoe langer de opslag, hoe duurder het voor de toeleverende partijen is. De doorlooptijd van een element is lastig te bepalen omdat op dit moment voor ieder project een element wordt ontworpen (Jacobs, 2015). De inkoopkosten van een element worden grofweg geschat op 50% materiaal (aluminium, glas, vulpaneel etc.) en 50% arbeid (Jacobs, 2015). Andere kosten die meespelen in de eindbegroting van een element zijn montagekosten (18% tot 25%), ontwerpkosten, logistiekkosten, bouwplaats management en veiligheidsmaatregelen (Jacobs, 2015).



Figuur 4.19 – Het circulaire proces van de circulaire gevel waarbij de gevelelementen worden teruggenomen door de producent, de componenten worden teruggenomen door de producent en uiteindelijk de materialen ook.

4.6 DEELCONCLUSSIE

Voor de toepassing van een circulaire gevel op het Morph concept, waarbij de Marquant+ te Pijnacker als casus dient, worden er constructief een aantal aanpassingen gedaan. De schijvenstructuur wordt vervangen door een kolommenstructuur, welke op een vaste hart op hart afstand komen te staan (kopgevels 7.500mm, zijgevels 4.500mm). Ook worden de vloeren doorgetrokken waardoor ze een overstek krijgen van 200mm.

Voor het ontwerpproces zijn allereerst 10 functies opgesteld van een (circulaire) gevel. Aan de hand van deze functies zijn vervolgens de prestaties bepaald van de circulaire gevel. Deze bestaan uit: de ontkoppeling van onderdelen met een verschillende levensduur, restwaarde materialen, afmetingen modulair systeem, verbindingen, esthetica en aanpasbaarheid op toekomstige gebruikerswensen en trends. Hierbij is een oplossingsruimte gecreëerd van minimale- en maximale eisen. Met behulp van een multi criteria analyse zijn vier gevelsystemen getoetst aan de circulaire prestaties: houtskeletbouwelement, staalframebouwelement, sandwichelement en de elementengevel. De eisen uit het Bouwbesluit zijn hier niet in meegenomen, omdat ongeacht het systeem, het element aan deze eisen moet voldoen en zich daarmee dus niet onderscheid op circulariteit.

Uit de multi criteria analyse komt de elementgevel naar voren als het systeem die het beste aansluit op de circulaire prestaties. Hierbij moet worden opgemerkt dat de ingevulde waardes altijd interpretabel zijn, maar zo goed mogelijk zijn gevalideerd bij verschillende partijen. Vervolgens zijn de dimensies bepaald van de elementgevel waarbij is gekeken naar referentieprojecten en de huidige manier van aansluiting.

Door de toepassing van een flexibel element, ter plaatse van de vloeren, kan het gevelelement (wat gefixeerd is) worden toegepast in Utiliteitsgebouwen met andere verdiepingshoogtes. De breedte van het element (1.500mm) is gebaseerd op de vrijheid van ontwerp binnen een modulair systeem (hoe kleiner de elementen, hoe meer variatie voor de architect mogelijk is), het transport en montage van de elementen en de mogelijkheid tot aanpassing bij veranderende gebruikerswensen. Hierbij zijn de aansluitingen zo ontworpen dat het gevelelement los kan worden gekoppeld onafhankelijk van boven-, onder en naastgelegen elementen.

Voor de onafhankelijke ontkoppeling zijn aanpassingen gedaan bij de verticale aansluiting (bij de vloeren) en de horizontale aansluiting (bij de stijlen). Binnen de casus is de verankering van het element op de constructieve vloer gezet, met als voordeel dat er ruimte is om hem te kunnen demonteren. Bij veranderende gebruikerswensen is zowel het gefixeerde, als het flexibele element te demonteren. Het flexibele element wordt gesteld, waarna het gefixeerde element alleen maar bevestigd hoeft te worden aan het flexibele element. Op deze manier is het element geheel van binnenuit te demonteren. Voor de horizontale aansluiting is de bestaande stijl aangepast zodat de wind- en waterdichting van binnenuit gerealiseerd kan worden. Door ontkoppeling van het opzetstuk kan het element vervolgens in zijn geheel losgekoppeld worden van het gebouw.

Bij de element afmetingen van 1.500mm breed en 2.750mm hoog is transport goed te realiseren en bovendien minder afhankelijk van weersinvloeden (dan bij grote elementen). Wanneer de elementen op de juiste verdieping zijn gehesen is er geen grote kraan meer nodig voor montage. Het verwisselen van de vulling zal wel van buitenaf gebeuren, maar is mogelijk met een glazenwasinstallatie. De toepassing van kliklijsten en rubbers zorgt ervoor dat onderdelen met een verschillende levensduur eenvoudiger gescheiden kunnen worden.

Binnen het circulaire proces worden de elementen en componenten teruggenomen door de producenten. Hierbij spelen doorlooptijd en logistiek een belangrijke rol: hoe langer een element moet worden opgeslagen, hoe duurder het voor de aanbiedende partijen is.

Conclusie, aanbevelingen & discussie

CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

In dit onderzoek is er gepoogd antwoord te krijgen op de vraag hoe Heijmans Utiliteit zijn ontwikkelingsprocessen kan aanpassen om een circulair gevelelement voor het Heijmans Morph concept te ontwikkelen. Hiervoor is gekeken naar het ontwikkelingsproces, het Heijmans Morph concept en naar de techniek voor een circulaire gevel.

ONTWIKKELINGSPROCESSEN

Met betrekking tot de ontwikkelingsprocessen van Heijmans Utiliteit is uit het onderzoek gebleken dat op dit moment de ontwikkelingsprocessen lineair zijn. Dit betekent dat Heijmans Utiliteit in het ontwerp geen rekening houdt met het mogelijk later hergebruik van elementen, componenten en materialen in een gebouw.

De oorzaken hiervoor zijn:

- Heijmans heeft geen belang bij hergebruik omdat na contractduur de verantwoordelijkheid voor het gebouw en zijn materialen weg is (verschuift van Heijmans naar de opdrachtgever);
- Vanuit de opdrachtgever wordt er (nog) bijna niet gevraagd naar gebouwen welke zijn ontworpen op hergebruik;
- Vanuit de politiek zijn er nog geen wetten en regels m.b.t. het bouwen op hergebruik;
- De concurrentie (maar ook de beoordeling) is bij een aanbesteding veelal op prijs. Hierdoor wordt de extra investering in het demontabel ontwerpen en bouwen vaak niet beloond (in de vorm van het binnenhalen van de aanbesteding);
- In het lineaire model is het hergebruik van elementen, componenten en materialen vaak duurder dan ze nieuw te produceren.

In een circulair ontwikkelingsproces ontwerpt en bouwt Heijmans Utiliteit gebouwen op demontage, waardoor hergebruik van elementen, componenten en materialen mogelijk wordt. Hierdoor wordt aan de ene kant het grondstoffen probleem beteugeld (meer mogelijkheid tot hergebruik) en aan de andere kant de gebruiker ontzien (mogelijkheid tot aanpassing van het gebouw bij veranderende gebruikersbehoeften).

Met betrekking tot de ontwikkelingsprocessen van Heijmans Utiliteit is gebleken dat:

- In het ontwerp de (toekomstige) gebruikerswensen als uitgangspunt moeten dienen, om op deze manier gebouwen aan te laten passen aan de gebruiker, in plaats van andersom;
- Heijmans Utiliteit een vaste samenwerking moet aangaan met betrouwbare partijen (partijen waarvan een grote kans is dat deze in de toekomst nog bestaan);
- Heijmans Utiliteit als hoofdaanbieder, namens een vaste groep samenwerkende partijen, diensten gaat aanbieden en verantwoordelijkheid houdt voor zijn producten en hun diensten;
- Door de vaste samenwerking kunnen de processen gestandaardiseerd en de technieken geoptimaliseerd worden.

Door het bieden van innovatieve oplossingen, die inspelen op de veranderende (toekomstige) gebruikersbehoeften (uitbreiding, inkrimping, nieuwe uitstraling) zal de concurrentie verschuiven van prijs naar dienstverlening. Hierbij gaat het niet langer om de initiële bouwkosten, maar om de totale levenscyclus kosten en baten.

CIRCULAIRE GEVEL

Met betrekking tot het ontwikkelen van een circulair gevelelement is gebleken dat:

- De onderdelen in het gevelelement, met een verschillende levensduur, van elkaar gescheiden kunnen worden;
- Het gevelelement niet dragend moet zijn en gekoppeld is met een demontabele verbinding. Op deze manier wordt de drager (constructie) met een andere levensduur gescheiden van de inbouw (gevelelement);
- Het gevelelement in een breed scala wordt aangeboden, binnen een vast modulair systeem in een veelvoud van 300mm.
- Het gevelelement geprefabriceerd is, zodat prestaties geoptimaliseerd kunnen worden, aanpassingen onder geconditioneerde omstandigheden kunnen plaats vinden en de aansluitingen binnen het modulair systeem optimaal zijn;
- De aansluitingen in het element gestandaardiseerd en demontabel zijn;
- De aansluitingen tussen de elementen gestandaardiseerd en demontabel zijn;
- Het gevelelement restwaarden moet hebben (o.a. metalen bevatten) en aan bepaalde condities moet voldoen om terugname te kunnen garanderen,. Voor het bepalen van de conditie kan gebruik worden gemaakt van de NEN2767;
- Voor certificering van een gevelelement, is het van belang om als producent te weten welke materialen er in jouw product zitten;
- De elementen moeten onafhankelijk van boven- en ondergelegen verdiepingen vervangen kunnen worden. Hiermee wordt de dienstverlening aanzienlijk verhoogd.

Met betrekking tot het Morph concept, als uitgangspunt voor het circulaire gevelelement, is gebleken dat:

- Het gewenst is een kolommenstructuur toe te passen, binnen een vast modulair systeem in een veelvoud van 300mm. Hierdoor is het mogelijk om elementen uit verschillende Utiliteitsgebouwen onderling uit te wisselen;
- De keuze voor materiaal van de constructie weinig invloed heeft op de circulaire prestaties van de gevel.
- De beukmaat van 7,5 meter voor een kantoorfunctie het best verhoogd kan worden naar 7,8 meter.

Een aluminium elementengevel sluit het beste aan op de circulaire randvoorwaarden. In het circulaire proces is koop- terugkoop op korte termijn het meest realistisch.

Met betrekking tot de uitwerking van de elementgevel als circulair gevelelement is gebleken dat:

- Door de toepassing van flexibele en gefixeerde elementen, de gefixeerde elementen ongeacht de verdiepingshoogte van het Utiliteitsgebouw zijn toe te passen. Dit vergroot de mogelijkheid tot hergebruik;
- De horizontale koppeling in de stijl, ten behoeven van de wind-, water- en dampdichting moet worden los gekoppeld d.m.v. een koppelstuk. Hierdoor zijn de elementen onafhankelijk van naastgelegen elementen te vervangen;
- De verticale koppeling ter plaatsen van de regel kan plaatsvinden zonder extra koppelstuk;
- De aansluiting tussen de elementen en de (de)montage van de elementen van binnenuit is gewenst, omdat er hierdoor minder afhankelijkheid is van de weersinvloeden en klim- en/of hijsmaterieel;
- Om de kosten van de productie van de profielen laag te houden, is het gewenst de stijlen en regels uit eenzelfde profiel te maken.

Geconcludeerd kan worden dat wanneer Heijmans Utiliteit in samenwerking met vaste partners, gevelelementen gaat ontwerpen binnen een modulair systeem, waarbij is nagedacht over demontage, gebruikerswensen en hergebruik: zij zich kan onderscheiden op dienstverlening en een grote stap kan maken in haar ambitieuze doelstelling voor 2020!

DISCUSSIE

Het belang van circulair bouwen komt steeds meer naar voren. De vraag is dan ook: wie past zijn ontwikkelprocessen aan en wie blijft er achter? De voorlopers zullen de vraagkant moeten initiëren om deze manier van bouwen te stimuleren. Want alleen wanneer vraag, aanbod en logistiek geregeld zijn, zal er een markt gaan ontstaan voor hergebruik. Dit onderzoek heeft als doel het ontwikkelproces van Heijmans Utiliteit op een circulaire manier vorm te geven. Dit doel zal niet direct worden bereikt, maar zou goed als onderlegger kunnen dienen in bijvoorbeeld tenderteams. De resultaten van dit onderzoek bieden mogelijkheden voor vervolgonderzoek, om tot een circulair ontwikkelproces te komen. Een aantal aanbevelingen voor vervolgonderzoek zullen worden beschreven.

ONDERZOEK NAAR ANDERE VERDIENMODELLEN EN EIGENDOMSCONSTRUCTIES

Om de verschillende verdienmodellen te toetsen is het interessant de processen rondom logistiek, hergebruik, recycling en services vast te leggen met behulp van bijvoorbeeld computersoftware en deze te toetsen op casussen in de praktijk. Hierbij is het van belang alle partijen uit de keten te betrekken (van grondstofproducent tot eindgebruiker).

In het verlengde hiervan is interessant om te kijken welke gevolgen een aanpassing van het belastingstelsel zou hebben voor hergebruik en recycling van materialen. Het huidige belastingstelsel is hier namelijk niet op ingericht. Wat gebeurt er bijvoorbeeld als de belastingdruk op arbeid omlaag gaat en de belastingdruk op materialen omhoog? En wat zijn bijvoorbeeld de gevolgen voor het doorvoeren van de Ex'Tax?

ONDERZOEK NAAR ANDERE SAMENWERKINGSVORMEN

Het in deze scriptie beschreven circulaire proces is slechts een schets van hoe dit proces eruit zou kunnen zien. Het belang van een vaste samenwerking is meermalig aangestipt. Wat de transactie naar een circulaire economie moeilijk maakt, is het gebrek aan onderling vertrouwen en het willen delen van informatie. Toch is het in andere industrieën gelukt om op deze manier te gaan werken, waardoor er niet langer enkel geconcurreerd hoeft te worden op prijs. Andere samenwerkingsvormen zijn uiteraard ook mogelijk en zouden met elkaar vergeleken kunnen worden.

ONDERZOEK NAAR DE BIOLOGISCHE CYCLI

Binnen dit onderzoek heeft de focus vooral gelegen op de technische cirkel en de achterliggende processen en technieken. Voor vervolgstudie zou het interessant zijn hetzelfde concept uit te werken vanuit de biologische cycli. Welke gevolgen heeft dit m.b.t. de restwaarden, investering en levensduur van een element?

ONDERZOEK NAAR DE LEVENSCYCLUS KOSTEN VAN EEN CIRCULAIR ELEMENT

Als vervolg onderzoek is het interessant om de levenscyclus kosten in kaart te brengen van een circulair gevelelement. Dit geeft een beter inzicht over de investering en terugverdientijd bij het ontwikkelen van een circulair gevelelement.

ONDERZOEK NAAR TERUGNAME VOORWAARDEN VAN ELEMENTEN EN MATERIALEN

Voor de terugnamegarantie, door middel van bijvoorbeeld lifecycle certificering, is het van belang vervolgonderzoek te doen naar de belangen van de verschillende partijen uit de keten. Zo kan het voor een aluminiumproducent veel aantrekkelijker zijn om de grondstoffen terug te krijgen dan het hoogwaardige element. Ook is er vervolgstudie nodig om de materialenstroom in een gebouw in kaart te brengen. Hierbij is het belangrijk te weten welke materialen er in een gebouw zitten, bijvoorbeeld door een grondstoffenpaspoort. Welke tools zijn hiervoor ontwikkeld en welke rol kan BIM hierbij spelen? Zou het de vraag en aanbod bij elkaar kunnen brengen?

ONDERZOEK NAAR BREDER AANBOD GEVELELEMENTEN

Om het gevelelement aantrekkelijk te maken voor de ontwerpende partijen, is het van belang een vervolgonderzoek te doen naar de variatie mogelijkheden in gevelelementen. Wat betekent dit bijvoorbeeld voor de aansluitingen in het element onderling en hoever kan je gaan in deze vormvrijheid?

Bibliografie

Aanbesteding ontwerp. (2015, Februari 25). Opgehaald van Website van de gemeente Venlo: www.venlovernieuwt.nl

Afman, M., Bergsma, G., Bijleveld, M., & Krutwagen, B. (2014). *Meten is weten in de Nederlandse bouw, milieu-impacts van Nederlandse bouw- en sloopactiviteiten 2010.* Delft: CE Delft.

Aldersgate Group. (2012). *Resilience in the Round, Seizing the growth opportunities of a circular economy.* Aldersgate Group.

Ancell, D., Gruneberg, S., Hirst, L., & Hughes, W. (2004). *Exposing the myth of the 1: 5: 200 ratio relating initial cost, maintenance and staffing costs of office buildings.* Edinburgh.

Bakker, C., & Hollander, M. (2014). *Products that last, product design for circular business models.* Delft.

Bastein, T., Hoogendoorn, A., Rietveld, E., & Roelofs, E. (2013). *TNO-rapport 2013, kansen voor de circulaire economie in Nederland.* TNO.

Bastein, T., Rietveld, E., & van Zyl, S. (2011). *Grondstoffennotitie.* Delft: TNO.

Beelen, E. (2015, April 10). Interview Beelen Sloopwerken. (S. Huurdeman, Interviewer)

Beukel, J.-W., Dungen, P., Eijk, F., Joustra, D.-J., Loorbach, D., Raak, R., & Schoolderman, H. (2014). *Ondernemen in de circulaire economie, nieuwe verdienmodellen voor bedrijven en ondernemers.* Amsterdam: Tromp Drukkerij.

Bovene, F., Economy, C., & Odijk, v. (2014). *Circulair bouwen, het fundament onder een vernieuwende sector.* Amsterdam: ABN AMRO.

Brand, S. (1994). *How buildings learn, what happens after they're built.* New York: Viking.

Brugge, A. (2015, Februari 6). Interview De Groot & Visser. (S. Huurdeman, Interviewer)

Cenergie. (2015, maart 3). Opgehaald van Website van Cenergie: www.cenergie.be

Crane, W., Eisenmenger, N., Fischer-Kowalski, M., Giljum, S., Hennicke, P., Krausmann, F., . . . von Weizsäcker, E. (2011). *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth.* UNEP.

Croon, G. (2015, Maart 10). Interview MVO. (S. Huurdeman, Interviewer)

de Leede, G. (2015, Februari 23). Interview Heijmans. (S. Huurdeman, Interviewer)

de Nooij, M. (2003). *Mechanische verbindingsprocessen voor dunne plaat en buis.* Zoetermeer: FME-CWM.

de Ridder, H. (2012). *LEGOlisering in de bouw, industrieel maatwerk in een snel veranderende wereld.* Amersfoort: Mauritsgroen mgmc.

Deckmyn, S., Leyssens, J., Stouthuysen, P., & Verhulst, J. (2014). *Product = Dienst, nieuwe businessmodellen in de circulaire economie.* Plan C.

Drempelwaarde Europees Aanbesteden. (2015, Maart 9). Opgehaald van Website van pianoo: www.pianoo.nl

Durmisevic, E. (2006). *Transformable Building Structures, design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction.* Delft: TU Delft.

Ellen MacArthur Foundation. (2012). *Towards the Circular Economy 1.* Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy 2.* Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation. (2014). *Towards the Circular Economy 3.* Ellen MacArthur Foundation;.

European Foundation Group. (2013). *Uitvoeringscondities EFG Projects B.V.* Nijmegen: EFG European Foundation Group.

Fehr, E., de Leeuw, B., & Lehmann, M. (2014). *Circular Economy, improving the management of natural resources.* Zürich: SATW.

Fleuren, T. (2015, Januari 29). Interview Heijmans. (S. Huurdeman, Interviewer)

Fleuren, T. (2015, Maart 30). Interview Heijmans. (S. Huurdeman, Interviewer)

Fokker, R. (2015, Maart 9). Interview Heijmans. (S. Huurdeman, Interviewer)

Foundation, E. M. (2013). *Opportunities for the consumer goods sector.* Ellen MacArthur Foundation.

Fransen, B., Piechocki, R., & de Waal, L. (2015, April 10). Interview Rabobank. (S. Huurdeman, Interviewer)

Geertse, C., & Joustra, D.-J. (2015, Februari 5). Interview IMSA. (S. Huurdeman, Interviewer)

Geldermans, R. (2014). *Circulair bouwen in de gevelindustrie, een verkennende studie nar de sociale aspecten.*

Gemeentehuis Brummen. (2015, Februari 25). Opgehaald van Website van RAU Architecten: www.rau.eu

Gielingh, W., & Nederveen, S. (2010). *Value Oriented Product Service Offerings for Sustainable Living Buildings*. I3CON.

Gielingh, W., & Veerman, M. (2014). *Bouwen en beheren in de Circulaire Economie, haalbaarheidsstudie.* VMRG, VKG & RCS.

Global Footprint Network, Water Footprint Network, WWF, & Zoological Society of London. (2014). *Living planet report 2014, species and spaces, people and places.*

Heijmans. (2007). *Contractvormen Heijmans*. Rosmalen: Heijmans.

Heijmans. (2013). *Heijmans Jaaroverzicht duurzaamheid 2013.* Rosmalen: Heijmans.

Heijmans. (2015, maart 4). Opgehaald van Website van Heijmans: www.heijmans.nl

Heijmans. (2015). *Jaarverslag 2014.* Rosmalen: Heijmans.

Het Groene Brein. (2015). *Kenniskaart Circulaire Economie.* Rijksoverheid.

Hulshof, M., Ploeger, H., & van der Veen, M. (2014, September 27). Cascokoop: wenkend perspectief binnen een circulaire economie.

IMSA. (2013). *Unleashing the power of the Circular Economy.* Amsterdam: IMSA.

International Union for Conservation of Nature. (2012). *IUCN Red List Categories and Criteria Version 3.1.* Gland: IUCN.

Jacobs, T. (2015, April 20). Interview met Vorsselmans. (S. Huurdeman, Interviewer)

Janssen, R., van Nunen, H., Staub, A., & Llebregts, M. (2011). *Levensduur van bouwmaterialen, methode voor referentiewaarden.* Zwijndrecht: SBR.

Jonkers, J. (2015, Maart 10). Interview Arkelson. (S. Huurdeman, Interviewer)

Knaack, U., & Mulder, K. (2014). *Constructieve industriële gevels (in metaal), architectonische bouwtechnische verkenning.* Delft: TU Delft.

Kroos, S. (2015). *Mutatieloos bouwen.* Rosmalen: Heijmans Utiliteit.

Lux in plaats van producten. (2015, Februari 25). Opgehaald van Website van Philips: www.lighting.philips.nl

Manders, T., & Timmerhuis, J. (2012). *Schaarste van grondstoffen.* PBL.

Naber, G. (2015, Maart 17). Interview ING. (S. Huurdeman, Interviewer)

Nederlands Normalisatie-instituut. (2013). *NEN 2726-1+C1 (nl) Conditiemeting.* Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.

Network, G. F. (2015, januari 29). Opgehaald van Website van Global Footprint Network: www.footprintnetwork.org

Ninaber van Eyben, B., Shercliff, H., & Tempelman, E. (2013). *Manufacturing and Design - Understanding the principles of how things are made.* Delft: TU Delft.

Osaka Gas Co. Ltd. . (2016). *NEXT21.* Osaka: Osaka Gas Co. Ltd.

Paesschen, K. (2001). *Bouwtechnisch onderzoek: afstemming tussen levensduur en flexibiliteit.* Delft: TU Delft.

Ploeger, H. (2015, April 1). Interview bijzonder hoogleraraar privaatrecht. (S. Huurdeman, Interviewer)

Pluijmen, M. (2015, April 4). *Flexibele verkeersopvatting reguleert maatschappelijk verkeer*. Opgehaald van Website van Universiteit Leiden: http://www.nieuws.leidenuniv.nl

Prins, M. (2015, Februari 11). Interview TUD. (S. Huurdeman, Interviewer)

Quinn, K. (2009). *Improving the feasibility of building deconstruction and adaptability.* Boston: Tufts University.

Ravenhorst, P., & Veerman, M. (2012). *Continu actualiseren voorkomt renoveren, de gevel in blijvende topconditie.* Utrecht.

Rozendal, R. (2011). *Vliesgevels in aluminium.* Delft: TUD.

SenterNovem. (2009). *Infobladen: Industrieel, flexibel en demontabel bouwen (IFD).* SenterNovem.

Slager, B., & Ginkel, M. (2015, Februari 4). Interview Repurpose. (S. Huurdeman, D. Kosterman, & M. Martens, Interviewers)

Smits, T. (2015, Februari 23). Interview Heijmans. (S. Huurdeman, Interviewer)

Tweede Kamer. (2013). *Kamerstuk Tweede Kamer 35 750 XIII.* 's Gravenhagen: Tweede Kamer.

van Aert, A. (2015, April 17). Interview met JHK. (S. Huurdeman, Interviewer)

van Beek, G., Bisschop, F., Klein, A., Post, H., & Staats, T. (2008). *Integraal bouwen, beheren en bekostigen.* Eindhoven: TNO.

van Deudekom, L. (2015, April 23). Interview met Lex architecten BNA. (S. Huurdeman, Interviewer)

VMRG. (2015). *VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen 2015.* Utrecht: VMRG.

Voogd, H. (1982). *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning.* Delft: DUM bv.

Welink, J.-H. (2012). *Duurzaam grondstoffenbeheer en productontwerp.* Delft: Kennisplatform Duurzaam Grondstoffenbeheer.

Werf, F. (1993). *Open Ontwerpen.* Rotterdam: Uitgeverij 010.

Westerlo, B. (2015, April 16). Interview met C2C expo lab. (S. Huurdeman, Interviewer)

Wijck, A. (2014, Januari 28). De Ingenieur. *Techniek maakt je wereld.*

Zuidema, R. (2015, Maart 17). *Hoe we in de bouw grondstoffen kunnen veiligstellen*. Opgehaald van Website van Briqs: www.briqs.nl

Zuidema, R. (2015, Januari 21). Interview Briqs. (S. Huurdeman, Interviewer)

Bouwen aan de contouren van morgen

Niets meer onttrekken aan de omgeving
m.b.v. circulaire economie