



# Veranderingsgericht bouwen: ontwikkeling van een beleids- en transitiekader



# **Veranderingsgericht bouwen: ontwikkeling van een evaluatie- en transitiekader**





# Documentbeschrijving

1. *Titel publicatie*

Veranderingsgericht bouwen: ontwikkeling van een beleids- en transitiekader

---

2. *Verantwoordelijke Uitgever*

Danny Wille, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

---

3. *Aantal bladzijden*  
247

4. *Aantal tabellen en figuren*  
22 tabellen en 148 figuren

---

5. *Prijs\**  
/

6. *Datum Publicatie*  
Januari 2015

---

7. *Trefwoorden*

veranderingsgericht bouwen, dynamisch bouwen, evaluatie, beleid, transitie-experimenten, materiaalbewust bouwen

---

8. *Samenvatting*

Er is nood aan een betere verspreiding van informatie, een gebruiksvriendelijk evaluatiekader en beleidsluwe demonstratieprojecten om veranderingsgericht (ver)bouwen te implementeren in de huidige bouw- en beleidspraktijk. In deze studie worden er concrete oplossingen geformuleerd om ontwerpers, bouwheren en beleidsmakers verder te betrekken in de eerste implementatiestappen. De ontwikkeling van praktijkgerichte ontwerpfiles en de beschrijving van vaak voorkomende begrippen spelen een belangrijke rol in de bewustwording van deze actoren. Dankzij het verfijnd evaluatiekader kon strategisch ontwerpadvies gegeven worden binnen 2 lopende bouwprojecten in de sociale woningbouw en scholenbouw. Tenslotte, werden via co-creatiesessies met koplopers 4 concrete transitie-experimenten gedefinieerd om de volgende implementatiestappen op gang te brengen.

---

9. *Begeleidingsgroep en/of auteur*

**Auteurs:** Wim Debacker (VITO), Waldo Galle (VUB), Mieke Vandenbroucke (VUB), Lien Wijnants (KU Leuven), Wai Chung Lam (VITO), Anne Paduart (VUB), Pieter Herthogs (VUB), Niels De Temmerman (VUB), Damien Trigaux (KU Leuven), Frank De Troyer (KU Leuven); Yves De Weerd (VITO);

---

10. *Contactperso(n)en*

Wim Debacker, VITO, [wim.debacker@vito.be](mailto:wim.debacker@vito.be), +32 (0)14 33 58 94  
Roos Servaes, OVAM, [rservaes@ovam.be](mailto:rservaes@ovam.be), + 32 (0)15 28 43 46

---

11. *Andere titels over dit onderwerp*

- Casestudy ontwerp van gebouwen in functie van aanpasbaarheid: Mahatma Gandhivijk Mechelen;
  - brochure "Een gemeenschappelijke taal" & ontwerpfiles 'veranderingsgericht (ver)bouwen' consulteerbaar via [www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen](http://www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen)
- 

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website: <http://www.ovam.be>

---



# Inhoudstafel

<b>DOCUMENTBESCHRIJVING</b>	<b>3</b>
<b>INHOUDSTAFEL</b>	<b>5</b>
<b>1 INLEIDING</b>	<b>9</b>
1.1 Context	9
1.2 Materiaalbewust bouwen in kringlopen	10
1.3 Plan van aanpak	11
1.4 Begeleidingscomité	13
<b>2 VERANDERINGSGERICHT (VER)BOUWEN: DE HUIDIGE PERCEPTIE EN HET ONTWIKKELEN VAN EEN GEMEENSCHAPPELIJKE TAAL</b>	<b>14</b>
2.1 SWOT-analyse 'Veranderingsgericht (ver)bouwen'	14
2.1.1 SWOT-analyse	14
2.1.2 Respondentenbevraging	15
2.1.3 SWOT-analyse per stakeholdersgroep	16
2.2 Er is nood aan een gemeenschappelijke taal	23
2.2.1 In kaart brengen van begrippen en definities	23
2.2.2 Kiezen en beargumenteren op basis van 3 criteria	25
2.3 Zes sleutelbegrippen, een gemeenschappelijke taal	27
2.3.1 Overzicht van de begrippen	28
2.3.2 Voorbeeldpagina 'Dynamisch of Veranderingsgericht bouwen'	29
2.4 Bezoek aan Nederlandse actoren binnen het domein van veranderingsgericht (ver)bouwen	30
2.5 Conclusies	31
<b>3 ANALYSE VAN VOORBEELDPROJECTEN 'VERANDERINGSGERICHT (VER)BOUWEN'</b>	<b>35</b>
3.1 Inleiding	35
3.2 Renovatie Sterrenveld - Zonneveld	36
3.2.1 Projectbeschrijving	36
3.2.2 Gebouwkenmerken	36
3.2.3 Dynamisch bouwen	43
3.2.4 Duurzaam bouwen	44
3.3 Smart Price House – Grundbau und Siedler	47
3.3.1 Projectbeschrijving	47
3.3.2 Gebouwkenmerken	48
3.3.3 Dynamisch bouwen	54
3.3.4 Duurzaam bouwen	57
3.4 AZ Groeninge	58
3.4.1 Projectbeschrijving	58
3.4.2 Gebouwkenmerken	58
3.4.3 Dynamisch bouwen	68
3.4.4 Duurzaam bouwen	71
3.5 LLEXX	72
3.5.1 Projectbeschrijving	72
3.5.2 Gebouwkenmerken	73
3.5.3 Dynamisch bouwen	81
3.5.4 Duurzaam bouwen	83
3.6 Conclusies	84
<b>4 VERFIJNING VAN HET EVALUATIEKADER EN ONTWIKKELING VAN ONTWERPRICHTLIJNEN</b>	<b>89</b>
4.1 Verfijnen van het kwalitatief luik binnen het evaluatiekader	89

4.2	Het opstellen van ontwerpfiles	93
4.3	Relatie met bestaande duurzaamheidsinstrumenten en andere ontwerpstrategieën	94
4.4	Levenscyclusanalyse en levenscycluskostenanalyse van representatieve dynamische gebouwelementen volgens de MMG-bepalingsmethode	96
4.5	Conclusies	103
<b>5</b>	<b>ADVISEREN VAN LOPENDE (VER)BOUWOPDRACHTEN</b>	<b>105</b>
5.1	Selectie van projecten	105
5.1.1	Case renovatie woontoren te Zelzate	105
5.1.2	Case vernieuwbouw BSO school te Deurne	108
5.1.3	Case uitbreiding basisschool 'De Vlindertuin' te Mechelen.	108
5.2	Verspreiden van basisinformatie over 'veranderingsgericht (ver)bouwen'	110
5.3	Adviseren van voorontwerp d.m.v. kwalitatieve evaluatie	111
5.3.1	Hoogbouwplein Zelzate, HoZe – KPW Architecten	111
5.3.2	De Vlindertuin	115
5.4	Adviseren van voorontwerp d.m.v. kwantitatieve evaluatie	118
5.4.1	Hoogbouw Zelzate, HoZe – KPW Architecten	119
5.4.2	De Vlindertuin	135
5.5	Conclusies	146
<b>6</b>	<b>EEN TRANSITIEKADER VOOR VERANDERINGSGERICHT (VER)BOUWEN</b>	<b>151</b>
6.1	Inleiding	151
6.2	Transitieaanpak	153
6.2.1	Identificatie van geschikte koplopers	153
6.2.2	Activeren van geselecteerde koplopers via co-creatieve werksessies	154
6.2.3	Verdere actie: het aftoetsen van de geformuleerde transitievoorstellen bij bruggenbouwers	161
6.3	Conclusies	161
6.3.1	Procesgerelateerde conclusies	161
6.3.2	Resultaatgerichte conclusies	162
<b>7</b>	<b>ALGEMENE AANBEVELINGEN EN VERDERE ACTIES</b>	<b>165</b>
7.1	Ontwerpaanbevelingen	165
7.1.1	Vanaf de eerste ontwerpschetsen	165
7.1.2	Ontwerpend onderzoek, onderzoekend ontwerpen	165
7.1.3	Integratie van het verfijnd evaluatiekader in het ontwerpproces	165
7.2	Beleidsaanbevelingen	166
7.2.1	integratie van het verfijnd evaluatiekader in Belgische praktijk- en beleidstools	166
7.2.2	Ontwikkeling van een gebruiksvriendelijke evaluatietool voor ontwerpers	167
7.2.3	het opzetten van een Belgisch lerend netwerk	167
7.2.4	het opzetten van een Living Lab	167
7.2.5	Een sluitend economisch kader	168
7.2.6	Stimuleren van verdere onderzoeks- en ontwikkelingspistes	168
7.3	Verdere onderzoeksacties	169
7.3.1	Modelleren van vervangingen	169
7.3.2	LCA/LCC optimalisatie op gebouwniveau	169
7.3.3	Arbeidskosten voor (de)montagekosten	170
7.3.4	Macro-analyse en typologisch onderzoek	170
7.3.5	Ontwerpcatalogi geparametriseerde oplossingen voor meerdere toepassingen	170
7.3.6	Verdere verfijning van het evaluatiekader op wijkniveau	171
	<b>LIJST VAN FIGUREN</b>	<b>173</b>
	<b>LIJST VAN TABELLEN</b>	<b>181</b>



<b>BIBLIOGRAFIE</b>	<b>183</b>
<b>BIJLAGEN</b>	<b>187</b>
<b>BIJLAGE 1. SWOT-ANALYSES PER STAKEHOLDERGROEP</b>	<b>189</b>
SWOT ontwerper	189
SWOT-analyse producent	189
SWOT-analyse aannemer	190
SWOT-analyse maatschappelijke actor	191
SWOT-analyse gebruiker/beheerder	192
SWOT-analyse (her)verdelers nieuwe en tweedehands bouwproducten	192
<b>BIJLAGE 2. SAMENVATTEND OVERZICHT VAN ENKELE BESTAANDE VOORBEELDPROJECTEN</b>	<b>193</b>
<b>BIJLAGE 3. ANALYSE VAN HET STERREVELD/ZONNEVELD-PROJECT VOOR DE RENOVATIE.</b>	<b>215</b>
<b>BIJLAGE 4. MILIEU- EN FINANCIËLE PROFIELEN VAN REPRESENTATIEVE ELEMENTVARIANTEN</b>	<b>219</b>
Buitenwand woning	219
Geen upgrade	219
Upgrade technieken na 10 jaar	220
Upgrade technieken na 15 jaar	221
Buitenwand school	222
Geen upgrade	222
Upgrade technieken na 10 jaar	223
Upgrade technieken na 15 jaar	224
Verplaatsing wand na 30 jaar	225
Verplaatsing wand na 15 jaar	226
Woningscheidende binnenwand	227
Geen upgrade	227
Verplaatsing wand na 10 jaar	228
Verplaatsing wand na 15 jaar	229
Ruimtescheidende binnenwand	230
Geen upgrade	230
Verplaatsing wand na 10 jaar	231
Verplaatsing wand na 15 jaar	232
Binnenwand klas/gang	233
Geen upgrade	233
Upgrade functie na 20 jaar	234
Upgrade functie na 30 jaar	235
Binnenwand klas/klas	236
Geen upgrade	236
Upgrade ruimte na 10 jaar	237
Upgrade ruimte na 15 jaar	238
Vloer woning	239
Geen upgrade	239
Upgrade technieken na 10 jaar	240
Upgrade technieken na 15 jaar	241
Vloer met verlaagd plafond woning	242
Geen upgrade	242
Upgrade technieken na 10 jaar	243
Upgrade technieken na 15 jaar	244
Vloer school	245
Geen upgrade	245
Upgrade technieken na 10 jaar	246
Upgrade technieken na 15 jaar	247



# 1 Inleiding

## 1.1 Context

Vlaanderen kampt (nog steeds) met een tekort aan betaalbare end duurzame woningen. Ondanks grote woningbouwprojecten, is het aandeel van de sociale huurmarkt in België klein, waardoor de wachtlijsten als kandidaat-huurder nog steeds lang zijn. Daarentegen dateert de gemiddelde huurwoning voor lage inkomens van de 20ste eeuw en brengt die vaak hoge energiekosten met zich mee – bijvoorbeeld door laag-renderende technische installaties en/of een slecht geïsoleerde bouwschil. Bovendien zijn deze woningen vaak niet aangepast aan de normen en eisen van vandaag. De samenstelling van de bevolking is de laatste 2 eeuwen grondig gewijzigd, alsnog de noden van de gebruiker en de comfort- en prestatienormen.

Ook de gemiddelde potentiële koper of eigenaar van huur- of particuliere woningen heeft het niet gemakkelijk. Ondanks de economische crisis volgen vastgoedprijzen en grondprijzen in Vlaanderen de laatste 10 jaar nog steeds een duidelijke stijgende lijn. Bouwen en/of verbouwen gaat dan ook vaak gepaard met langdurige leningen (soms langer dan 35 jaar) – al dan niet met aanvullende financiële steun van familieleden of andere verwanten. Er is dan ook dringend nood aan woon- en (ver)bouwoplossingen die betaalbaar zijn, maar ook kunnen inspelen op de veranderende noden en eisen van de gebruiker en de maatschappij. Er is kortweg nood aan duurzame en veranderingsgerichte woningen.

Ook schoolverenigingen kampen met een tekort aan schoollokalen en lange wachttijden voor subsidies of private investeringen voor nieuwe of vernieuwde schoolinfrastructuur. Dit gaat dan ook vaak gepaard met het bouwen van tijdelijke bouwoplossingen die langer blijven dan voorzien. Gezien ook veel schoolverenigingen hun lokalen verhuren voor naschoolse activiteiten (zoals avondonderwijs of recreatieve activiteiten ten behoeve van het lokale verenigingsleven) om hun financiële situatie te verbeteren en de onderwijsvormen en -noden steeds wijzigen, is ook hier nood aan een duurzame en veranderingsgerichte gebouwpatrimonium.

Vandaag de dag worden duurzaam bouwen en het verminderen van de energievraag nog vaak in één adem genoemd. Wetenschappelijk onderzoek toont echter aan dat eens het energieverbruik tijdens de gebruiksfase van gebouwen geminimaliseerd is, een verdere reductie van het globale energieverbruik en de milieu-impact voornamelijk ligt bij het beheer van de bouwmaterialen en bouwcomponenten over de volledige levenscyclus van gebouwen. Rekening houdend met de toenemende schaarsheid van materialen en de eindigheid van een heel aantal primaire grondstoffen zal de financiële en de milieugerelateerde impact van de bouwwereld toenemen in de toekomst.

Het verlengen van de levensduur van gebouwen en onderdelen ervan wordt in dit opzicht steeds belangrijker. In de bouwsector is het omschakelen naar materiaalkringlopen daarom van hoge prioriteit. *Dynamisch of veranderingsgericht bouwen* kan een sleutelrol spelen in het verlagen van de milieu-impact van de bouwsector over de volledige levenscyclus van gebouwen. Gebouwen die gemakkelijker aangepast kunnen worden aan veranderende noden en wensen van gebruikers en aan nieuwe technologische specificaties stimuleren het sluiten van materiaalkringlopen op twee belangrijke manieren. Ten eerste zal een gebouw dat ontworpen is om verschillende functies toe te laten minder intensieve verbouwwerken vereisen en dus minder afval genereren. Ten tweede is het bij dynamisch bouwen mogelijk om bepaalde gebouwelementen (bijvoorbeeld binnenwanden) en componenten van gebouwelementen te demonteren en te hergebruiken in zijn geheel, of selectief te sorteren voor efficiënte recyclage. Indien de arbeidskosten beperkt kunnen gehouden worden, biedt het gebruik van (de)monteerbare gebouwelementen ook mogelijke financiële voordelen ten aanzien van eenvoudige plaatsing, aanpassing en onderhoud.

Omdat de kwaliteiten zich op zowel ecologisch, sociaal als economisch vlak manifesteren, is dynamisch bouwen een belangrijke parallelle piste voor duurzaam bouwen.

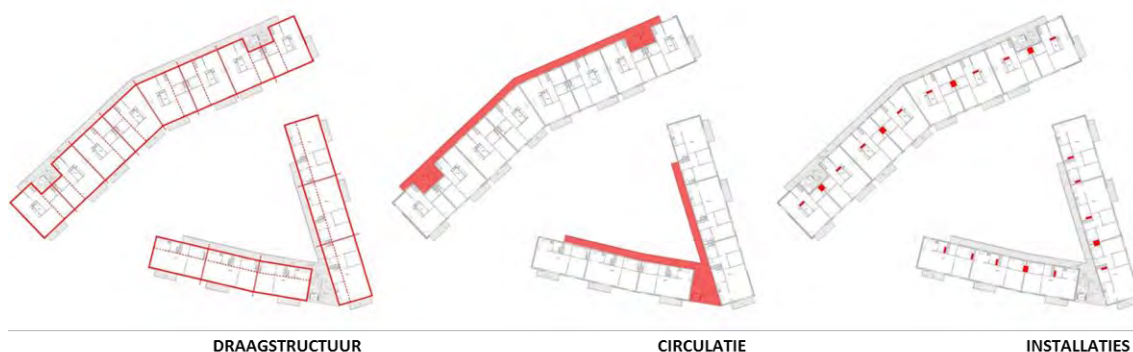
Ondanks de voordelen die al in onderzoek over dynamisch bouwen zijn aangetoond, wordt deze bouwstrategie – die verder gaat dan enkel het gebruik van prefabricage en open plan – in

de praktijk (nog) slechts weinig toegepast. Deze onderzoekstudie wil dan ook de overstap naar dynamisch bouwen voor de verschillende actoren in een duurzame bouwpraktijk onderzoeken en bevorderen.

## 1.2 Materiaalbewust bouwen in kringlopen

Het Vlaamse beleidsprogramma 2014-2020 'materiaalbewust bouwen in kringlopen' ondersteunt het belang van de ontwerpfase van gebouwen om materiaalkringlopen te sluiten. Het is immers nodig om vanaf de conceptuele fase van gebouwen rekening te houden met toekomstige aanpassingsmogelijkheden in functie van nieuwe behoeften en evoluties in comfort en technologie, maar ook met het levenseinde van gebouwen (bijvoorbeeld demontage in plaats van sloop). Deze manier van ontwerpen, met tijd als vierde dimensie, creëert dynamische bouwoplossingen die zowel voor de samenleving als voor het milieu voordelen bieden.

Dynamische of veranderingsgerichte bouwoplossingen kunnen belangrijke milieuvoordelen bieden ten opzichte van huidige standaardoplossingen toegepast in de bouwsector. In 2012 heeft de OVAM de mogelijke voordelen laten onderzoeken die te halen zijn door een integratie van concepten betreffende dynamisch (ver)bouwen tijdens de ontwerpfase voor een casestudie binnen sociale woningbouw, voor zowel het element-, gebouw- als wijkniveau (Paduart et al. 2013). Deze studie gebeurde op basis van de evaluatie van het gebouwontwerp door KPW architecten van een traditioneel bouwblok (op perceel 1) in de Gandhiwijk te Mechelen (zie Figuur 1.1)



**Figuur 1.1: Analyse van de gebouweigenschappen m.b.t. draagstructuur, circulatie en installaties van perceel 1 van de Gandhiwijk (Paduart et al. 2013)**

Het is echter ook zo dat een heel aantal voor- en nadelen van dynamische bouwoplossingen zich situeren op verschillende lagen: op sociaal/individueel, financieel/economisch, juridisch/reglementair en ecologisch vlak. Mogelijke voordelen zijn echter contextgevoelig, onder meer afhankelijk van het beschikbaar startkapitaal, de gebouwtoepassing en het type bouwactiviteit (nieuwbouw, beperkte renovatie, vernieuwbouw). Daarom dienden de evaluatiecriteria die in de Gandhistudie (2013) werden opgesteld verder verfijnd te worden aan de hand van bijkomende cases. Er is overigens nood aan een verdere studie die onderzoekt wanneer en hoe de Vlaamse overheid dergelijke oplossingen dient te ondersteunen.

Het doel van dit onderzoeksproject is de afstand te verkleinen tussen enerzijds de ontwerp- en bouwtheorie en anderzijds de bouwpraktijk en het beleid hieromtrent. Dit gebeurt door het bestuderen en verbeteren van essentiële deeldomeinen die als hefboom kunnen dienen bij het implementeren van dynamisch bouwen. De geselecteerde deeldomeinen binnen het dynamisch bouwen zijn:

- de ontwikkeling van een gemeenschappelijke taal,
- de perceptie van de stakeholders,
- de analyse van voorbeeldprojecten,
- het toetsen en verfijnen van het evaluatiekader
- het geven van advies bij lopende projecten.
- het definiëren van toekomstige transitie-experimenten om al doende te leren

## 1.3 Plan van aanpak

Het onderzoeksproject is opgedeeld in 7 werkpakketten (zie Figuur 1.2)

In **werkpakket 1** (WP 1) wordt een gemeenschappelijke taal rond dynamisch of veranderingsgericht bouwen ontwikkeld die bruikbaar is voor alle genoemde actoren. Het thema 'dynamisch of veranderingsgericht (ver)bouwen' omvat immers vaktermen die meerdere interpretaties toelaten en/of slecht gekend zijn door bouwprofessionals, bouwheren en lokale/regionale overheden. Daarnaast is het nodig de verschillende verwachtingen die rond dit thema bestaan bij diverse actoren (overheid en daarbuiten) in kaart te brengen, en aan te geven waar ze elkaar kunnen versterken, en waar conflicten mogelijk zijn. Belangrijk bij het thema 'dynamisch (ver)bouwen' is immers dat niet alleen de milieu-insteek als hoofdfocus naar voren geschoven wordt, maar dat gebouweisen/aspecten zoals betaalbaarheid, akoestiek en energieprestaties, evolutief verhogen van comfort, verlengen van levensduur van gebouwen, inspelen op demografische evoluties en nieuwe behoeften, korte bouwtijd, mogelijkheden en toegankelijkheid voor mindervaliden, mogelijkheden voor kwetsbare groepen en ontwerp-vrijheid meegenomen worden. Er wordt nagegaan in hoeverre dynamisch bouwen voor deze aspecten een meerwaarde betekent of kan betekenen.

Het doel van **werkpakket 2** (WP2) is om informatie rond goede en minder goede praktijken te verkrijgen. Bij de analyse van de cases worden verschillende aspecten onder de loep genomen (zie WP1). Op vraag van de OVAM wordt er op 2 types gebouwen gefocust: (1) basisvoorzieningen voor scholen en (2) sociale huisvesting. De cases werden vastgelegd in samenspraak met de OVAM en de begeleidingsgroep.

Gezien de Vlaamse overheid een voorbeeldrol wenst op te nemen inzake duurzame bouwpraktijken en het haar taak is om bouwprofessionals en bouwheren te sensibiliseren, wordt in **werkpakket 3** (WP3) het al ontwikkeld evaluatiekader in de Gandhi-studie (Paduart et al. 2013) verder verfijnd. Er wordt werk gemaakt van gebruiksvriendelijke ontwerp-fiches en vlot interpreteerbare en verifieerbare criteria voor het evalueren van het dynamische en duurzame (ontwerp)gehalte van gebouwen. Dankzij de resultaten uit de analyse van voorbeeldprojecten (WP2) en de feedback van de ontwerpteams bij de advisering van lopende (ver)bouwprojecten (WP5), wordt ook praktijkinformatie geïntegreerd in de ontwerp-fiches. Verder worden milieu- en financiële profielen opgesteld van 9 representatieve veranderingsgerichte elementvarianten.

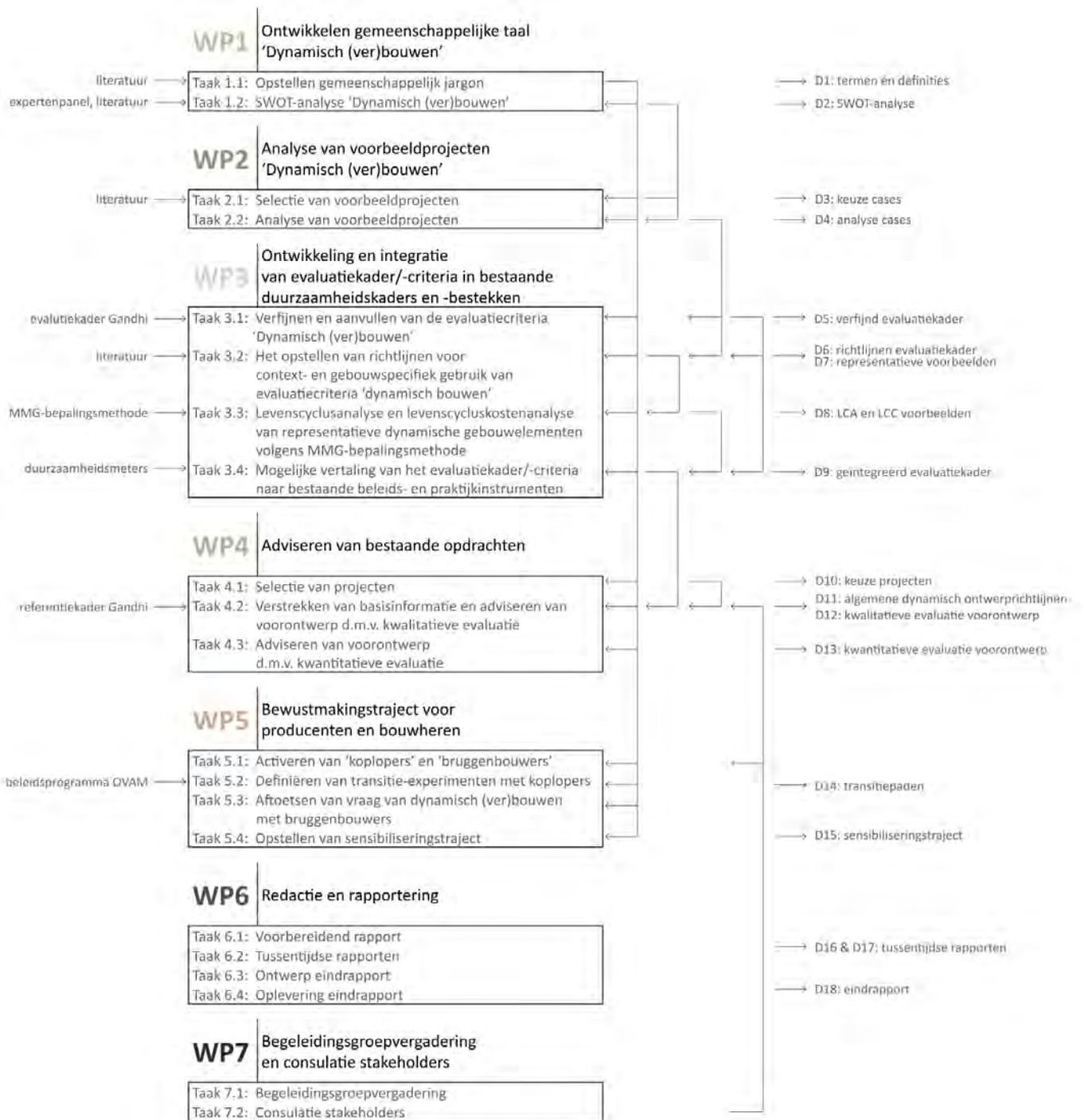
In het **vierde werkpakket** (WP 4) worden de ontwerpteams van twee lopende (ver)bouwprojecten geadviseerd op vlak van veranderingsgericht (ver)bouwen en de relatie met andere ontwerprandvoorwaarden. Het advies omvat zowel een kwalitatief aspect waarbij gekeken zal worden hoe het dynamisch ontwerp- en bouwgehalte verhoogd kan worden, als een kwantitatief aspect waarbij de levenscyclusvoordelen en -nadelen op milieu- en financieel vlak in kaart gebracht worden.

**Werkpakket 5** heeft als doel om dynamisch bouwen een stap verder te brengen naar de toepassing in de Vlaamse bouwpraktijk (en eventueel breder). Dynamisch of veranderingsgericht (ver)bouwen gaat om een grote uitdaging, die voor een heel aantal bouwactoren innovatie vereist. Tijdens het onderzoek worden verscheidene koplopers/frisdenkers bij elkaar gebracht om via co-creatie transitie-experimenten te bedenken. Deze transitie-experimenten, die uitgevoerd zullen worden na dit project, zullen koplopers toelaten om in werkelijke situaties de ruimte te krijgen om (verder) te experimenteren en te leren hoe ze hun niche-activiteiten kunnen opschalen naar de bouw- en beleidspraktijk.

**Werkpakket 6** heeft betrekking op de redactie en de rapportering.

**Werkpakket 7** betreft de vergaderingen met enerzijds de begeleidingsgroep en anderzijds de consultaties met de stakeholders/experten.

Na deze inleiding volgen de hoofdstukken in dit rapport de volgorde van de werkpakketten 1 tot en met 5.



Figuur 1.2: overzicht van de werkpakketten.

## 1.4 Begeleidingscomité

Deze studie werd geadviseerd door een begeleidingscomité. Hun advies werd mee opgenomen en droeg bij tot de studie en dit eindrapport. Het begeleidingscomité bestond uit de volgende leden:

– Roos Servaes	OVAM
– An Eijkelenburg	OVAM
– Philippe Van de Velde	OVAM
– John Wante	OVAM
– Walter Tempst	OVAM
– Hannah Bohez	AGION
– Thomas Feys	VIPA
– Dirk Roovers	GO!
– Filip François	DAR
– Johan Van Dessel	WTCB
– Stefan Danschutter	WTCB
– Stefaan Tubex	Team Stedenbeleid
– Stefan Devoldere	Vlaamse Bouwmeester
– Martine Kinable	VMSW
– Jan Van Hove	VMSW
– Dirk Govaert	VMSW
– Kim Constandt	LNE
– Annemie Tormans	AG Stedelijk onderwijs Antwerpen
– Pieter Walraet	KPW architecten
– Bart Pepermans	Directeur GO! Shil en de Vlindertuin
– Chris Eeraerts	AREAL architecten

## 2 Veranderingsgericht (ver)bouwen: de huidige perceptie en het ontwikkelen van een gemeenschappelijke taal

Binnen dit werkpakket wordt via verscheidene SWOT-analyses gekeken vanuit het standpunt van verschillende stakeholders wat de sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zijn die kenmerkend zijn voor het brede thema 'dynamisch of veranderingsgericht (ver)bouwen'. In een tweede onderdeel wordt er dieper in gegaan op enerzijds de gebruikte terminologie rond 'dynamisch (ver)bouwen en anderzijds de perceptie ervan. Voor dit onderdeel heeft het onderzoeksconsortium enkele strategische documenten onder de loep genomen en gekeken welke termen gebruikt werden, wat hun omschrijving is en of de termen consequent gebruikt worden.

Binnen dit hoofdstuk worden enkel de belangrijkste bevindingen en conclusies meegegeven. Meer informatie is te vinden in de brochure "Een gemeenschappelijke taal", via de OVAM-website [www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen](http://www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen) en Bijlage 1.

### 2.1 SWOT-analyse 'Veranderingsgericht (ver)bouwen'

In dit werkpakket werden SWOT<sup>1</sup>-analyses uitgevoerd met als doel om voor de verschillende stakeholdersgroepen (gebruikers en gebouwbeheerders, verdelers, maatschappelijke actoren, ontwerpers, aannemers en bouwproducenten) de verwachte sterktes, zwaktes, opportuniteiten en bedreigingen binnen het thema 'dynamisch bouwen' in kaart te brengen en aan te geven waar deze stakeholdergroepen elkaar kunnen versterken, en waar conflicten mogelijk zijn. Aan de hand van een bevraging werd de huidige perceptie op dynamisch (ver)bouwen door de verschillende actoren onderzocht.

Een analyse van publiek beschikbare documenten diende als basis voor deze SWOT-analyses. Als referentiemateriaal gebruikten we onder meer het eindrapport over de Mahatma Gandhiwijk (Paduart et al. 2013), het eindrapport over uitdagingen en knelpunten voor het beleid van aanpasbare en multi-inzetbare infrastructuur (IDEA Consult 2012) en verscheidene enquêtes waarbij gepolst werd naar mogelijke hindernissen en opportuniteiten vanuit de invalshoek van verschillende Belgische actoren (Paduart et al. 2012; Vandenbroucke et al. 2013).

Naast een literatuurstudie werden zowel experts aangeschreven met ervaring in verschillende relevante domeinen zoals 'Industrieel, Flexibel en Demonteerbaar bouwen' (IFD) als mensen die enkel in aanraking zijn gekomen met de materie, zoals via onderzoeksprojecten. Zij hebben vanuit hun ervaring de SWOT-analyse afgetoetst en vervolledigd. Het is belangrijk om te vernoemen dat sommige opgegeven sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (nog) niet onderbouwd werden. Verder onderzoek zal moeten uitmaken of het oordeel van de deelnemers gerechtvaardigd is of niet.

#### 2.1.1 SWOT-analyse

De SWOT-analyses bestaan telkens uit sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen voor een bepaalde stakeholdersgroep. Een sterkte is een positief kenmerk dat eigen is aan het concept 'dynamisch bouwen', een zwakte een negatief kenmerk. Het gaat dus expliciet om interne kwesties. Een kans is een positieve ontwikkeling, een gebeurtenis, een invloed waaraan het concept 'dynamisch bouwen' onderhevig is, een bedreiging een negatieve ontwikkeling, een gebeurtenis, een invloed. Het gaat dus expliciet om externe kwesties.

---

<sup>1</sup> SWOT: Een analyse van een bedrijf of productsysteem waarbij wordt gekeken naar: 1. Strengths (sterke punten), 2. Weaknesses (zwakke punten), 3. Opportunities (kansen), en 4. Threats (bedreigingen).



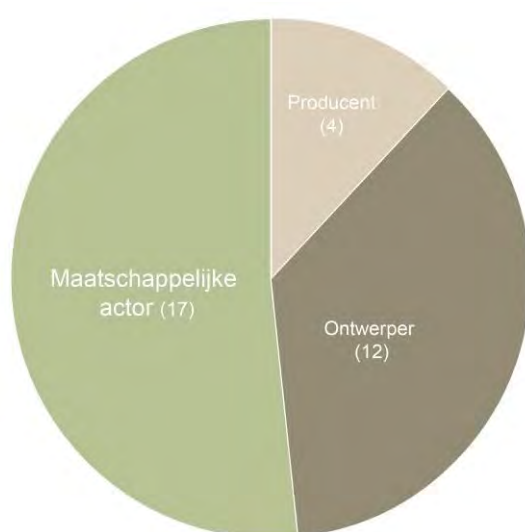
Op basis van een literatuurstudie (IDEA Consult 2012; Paduart et al. 2012; Paduart et al. 2013; Vandenbroucke et al. 2013) werd telkens een afzonderlijke SWOT-analyse specifiek voor aannemers, ontwerpers en maatschappelijke actoren opgesteld. Er werd ook een algemene SWOT-analyse opgesteld, waarin onder meer stellingen zaten vanuit het standpunt van een gebruiker, een beheerder en een verdeler van nieuwe en tweedehands bouwmaterialen. Hierdoor kon achteraf een SWOT-analyse gemaakt worden specifiek vanuit het standpunt van elke stakeholdersgroep afzonderlijk. De stellingen van de algemene SWOT-analyse werden door alle ondervraagden aangevuld en afgetoetst, de andere meer specifieke SWOT-analyses konden volgens affiniteit van de ondervraagde ingevuld worden. Op deze manier werd de tijdsperiode van de bevraging beperkt.

De stellingen van een SWOT-analyse konden telkens door een deelnemer met 'akkoord', 'niet akkoord' en 'weet ik niet' bevestigd worden. Na een onderdeel van een SWOT-analyse konden door de deelnemer verder aanvullingen gemaakt worden.

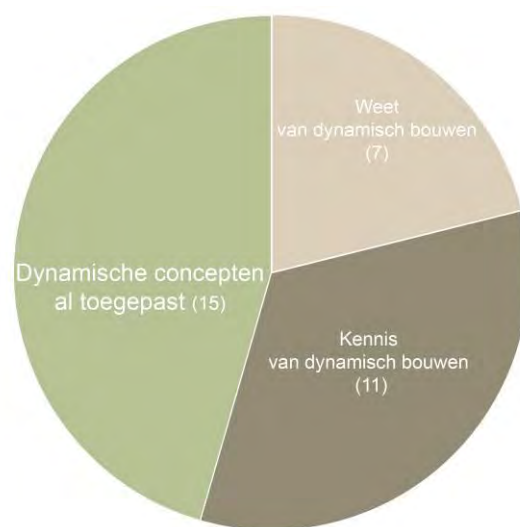
## 2.1.2 Respondentenbevraging

Er werden zowel ontwerpers, producenten, aannemers, verdelers van bouwmaterialen, gebouwbeheerders als maatschappelijke actoren aangesproken om de SWOT-analyse verder aan te vullen. Echter, enkel mensen met als hoofdexpertise maatschappelijke actor, ontwerper of producent gingen op de aanvraag in. Figuur 2.1 geeft de aantallen weer van de hoofdexpertise van de respondenten.

Dat er geen aannemers en verdelers van bouwmaterialen geantwoord hebben, is mogelijk te verklaren door het feit dat er weinig betrokkenen zijn die echt al met aanpasbaar bouwen bezig zijn. Er werden bijgevolg mensen gecontacteerd die enkel in aanraking zijn gekomen met veranderingsgericht bouwen en nog maar weinig ervaring hebben binnen dynamisch bouwen, waardoor ze zich te weinig aangesproken voelden om de SWOT-analyses af te toetsen.



**Figuur 2.1: Voornamelijk mensen met als hoofdexpertise maatschappelijke actor vulden de SWOT-analyse aan.**  
(absoluut aantal: 33)



**Figuur 2.2: De meeste respondenten geven aan dat ze effectief expertise hebben in dynamisch bouwen.**  
(absoluut aantal: 33)

De meeste onder hen geven aan dat ze effectief expertise hebben in dynamisch bouwen door enerzijds kennis van dynamisch bouwen te hebben (11) of anderzijds concepten rond dynamisch bouwen al toegepast te hebben (15). De overige mensen, waarvan de leden van het begeleidingscomité, geven aan dat ze weet hebben van dynamisch bouwen (zie Figuur 2.2). Deze ondervraging is eerder van kwalitatieve aard dan kwantitatief door het beperkt aantal deelnemers, namelijk 33.

## 2.1.3 SWOT-analyse per stakeholdersgroep

### 2.1.3.1 Algemene SWOT-analyse

Deze algemene SWOT-analyse van dynamisch bouwen werd opgemaakt vanuit het standpunt van zowel gebruikers, beheerders, verdelers van nieuwe en tweedehandsbouwproducten als van maatschappelijke actoren, ontwerpers, aannemers en bouwproducenten. Elke ondervraagde actor toetste deze SWOT-analyse af en kon deze vervolledigen.

Figuur 2.3 geeft een algemeen overzicht van de algemene sterktes, de zwaktes, kansen en bedreigingen van dynamisch bouwen, geciteerd door de respondenten. Onderstaande paragrafen geven de belangrijkste bevindingen weer.

Alle deelnemers zijn er van overtuigd dat dynamisch bouwen een verhoogde aanpasbaarheid en multi-inzetbaarheid zal opleveren. Door onder meer eenvoudiger functieveranderingen denken 31 deelnemers dat gebouwen meer gebruikt zullen worden en de levensduur zo verlengd zal worden. Dit kan een gunstig effect hebben op de marktwaarde van het vastgoed volgens 27 personen. Een grote meerderheid (30) bevestigt dat de milieu-impact van gebouwen op langere termijn zal dalen. Een gelijkaardig aantal denkt dat de levenscycluskosten (28) en de verbouwingkosten (29) zullen dalen. Een deelnemer haalt aan dat de kosten op termijn kunnen dalen ten opzichte van conventioneel bouwen door een stijgende prijs van materialen wegens de toenemende materiaalschaarste, maar hij meent dat momenteel de kosten op arbeid en de relatieve lage materiaalkosten een belangrijke oorzaak zijn dat dynamisch bouwen nog geen prijsdaling teweeg zal brengen in de nabije toekomst.

Doordat bouwproducten ontworpen worden om hergebruik te stimuleren, zullen ze bijgevolg na een eerste gebruikscyclus minder verweerd zijn en sneller hergebruik toelaten, waardoor 22 respondenten denken dat de marktwaarde van nieuwe en tweedehands-bouwproducten hoger zal liggen. Met betrekking tot gevelrenovatie, is men minder overtuigd (19) dat na-isoleren van gebouwen vereenvoudigd wordt; de gevel kan misschien wel eenvoudiger vervangen worden om met een hogere isolatiewaarde in te vullen.

Er zijn weinig mensen (9) overtuigd dat dynamisch bouwen door 'customisation' de uniciteit van gebouwen zal verhogen. Een respondent geeft als oorzaak hiervan dat de inbouw uniek zal zijn, maar het geheel (cf. de drager) veel minder.

De deelnemers vulden de sterktes van dynamisch bouwen verder aan: dynamisch bouwen is een motor voor innovatie, niet alleen voor nieuwe producten, maar ook voor nieuwe aanbestedingsvormen en beheersvormen. Het lijkt een respondent efficiënter qua organisatie, gezien een gebruiker veel meer invloed heeft op de organisatie en indeling van het gebouw. Een gebruiker kan zo meer aanpassen zowel aan zijn leef- als aan zijn werkomgeving.

De meest geciteerde zwaktes van dynamisch bouwen zijn gelinkt aan de financiële kosten. De kostenbesparing is voor de meesten (25) moeilijk in te schatten op het moment van de investering, terwijl de investeringskosten hoger kunnen zijn volgens 22 deelnemers, onder andere door een te klein aanbod op de markt, het overdimensioneren van componenten of door extra eisen die gesteld worden. Een andere vaak aangehaalde zwakte is dat voor- en nadelen contextgevoelig zijn (24).

Andere geponeerde zwaktes worden maar door een minderheid beaamd, zoals een verhoogde nood aan opslagruimte voor het tijdelijk stockeren van tweedehands bouwcomponenten (11). Aangezien bouwcomponenten hergebruikt kunnen worden moeten ze tijdelijk opgeslagen kunnen worden, dit kan gaan van kleinere componenten tot grote portiekstructuren.

Opvallend is dat slechts enkelingen denken dat dynamisch bouwen verminderde bouwfysische eigenschappen zal opleveren en zo ook een verlaging van het hygro-thermisch comfort van het gebouw. Enkel menen dat de afbraak- of ontmantelkosten zullen verhogen, doordat (de)monteren meer arbeid en tijd vraagt dan slopen en doordat door een beperkte aanpasbaarheid van het gebouw andere veranderingen dan voorzien gerealiseerd moeten worden.

Een ondervraagde haalt aan dat de documentatie en het beheer van het gebouw en de producten die erin verwerkt zijn belangrijker worden en daardoor potentieel een zwakte is. Zowel de gebruiker, de beheerder als de verkoper van tweedehandsproducten moeten exact weten wat de karakteristieken ervan zijn om de voordelen van dynamisch bouwen uit te buiten.

Men dient echter op te merken dat dit problematisch kan zijn, gezien de exacte samenstelling van bestaande bouwproducten vaak enkel gekend is door de producent zelf. Deze producent kan weigeren om de samenstelling publiek te maken of is misschien al lang van de markt verdwenen.

Een andere deelnemer denkt dat dynamisch bouwen een verhoogde milieu-impact teweeg kan brengen. Het is namelijk moeilijk te weten of het toepassen op grotere schaal van principes van dynamisch bouwen effectief tot een daling van de milieu-impact van de bouwsector kan leiden. Dynamisch bouwen kan volgens een deelnemer bijdragen aan een verhoogde milieu-impact door kortere gebruikscycli, aangezien sneller aanpassingen zullen gebeuren. Kortere gebruikscycli genereren meer afval volgens hem, maar dat afval zal beter bruikbaar zijn als hoogwaardige grondstof voor nieuwe producten.

De opgesomde zwaktes moeten volgens een respondent allen voorkomen worden. Het is minder een kwestie van 'akkoord' of 'niet akkoord'.

Elke deelnemer ziet de verhoogde anticipatie op demografische evoluties, veranderende individuele en maatschappelijke noden en nieuwe technologische inzichten als een kans voor dynamisch bouwen. Volgens een ondervraagde moet een gebouw op heel korte termijn kunnen anticiperen op functieveranderingen. Na de werkuren is een gebouw bijvoorbeeld een volwaardige woning en tijdens de werkuren een volwaardig kinderdagverblijf. Dit vraagt om meer opslagruimte en nieuwe vormen van inrichting en meubilair, maar het biedt een efficiëntere bezetting van gebouwen.

Volumewijzigingen van gebouwen is volgens 31 respondenten een andere mogelijkheid bij het omgaan met veranderende noden, zoals een woning die kan uitbreiden of inkrimpen bij een veranderde gezinssituatie. Een deelnemer haalt aan dat opsplitsbare gebouwen meer realistisch is dan volumewijzigingen van het volledige gebouw.

Een zelfde aantal ziet een mogelijke afzetmarkt bij schoolbouw, (woon)zorgcentra, renovatie en meegroeiwoningen. Een grote meerderheid (29) ziet dan weer de mogelijkheid tot het evolutief verhogen van het comfort en tot het bouwen in fases met een spreiding van de bouwkosten als gevolg. Een verdere uitbouw van de tweedehandsmarkt sluiten bij deze economische kansen aan.

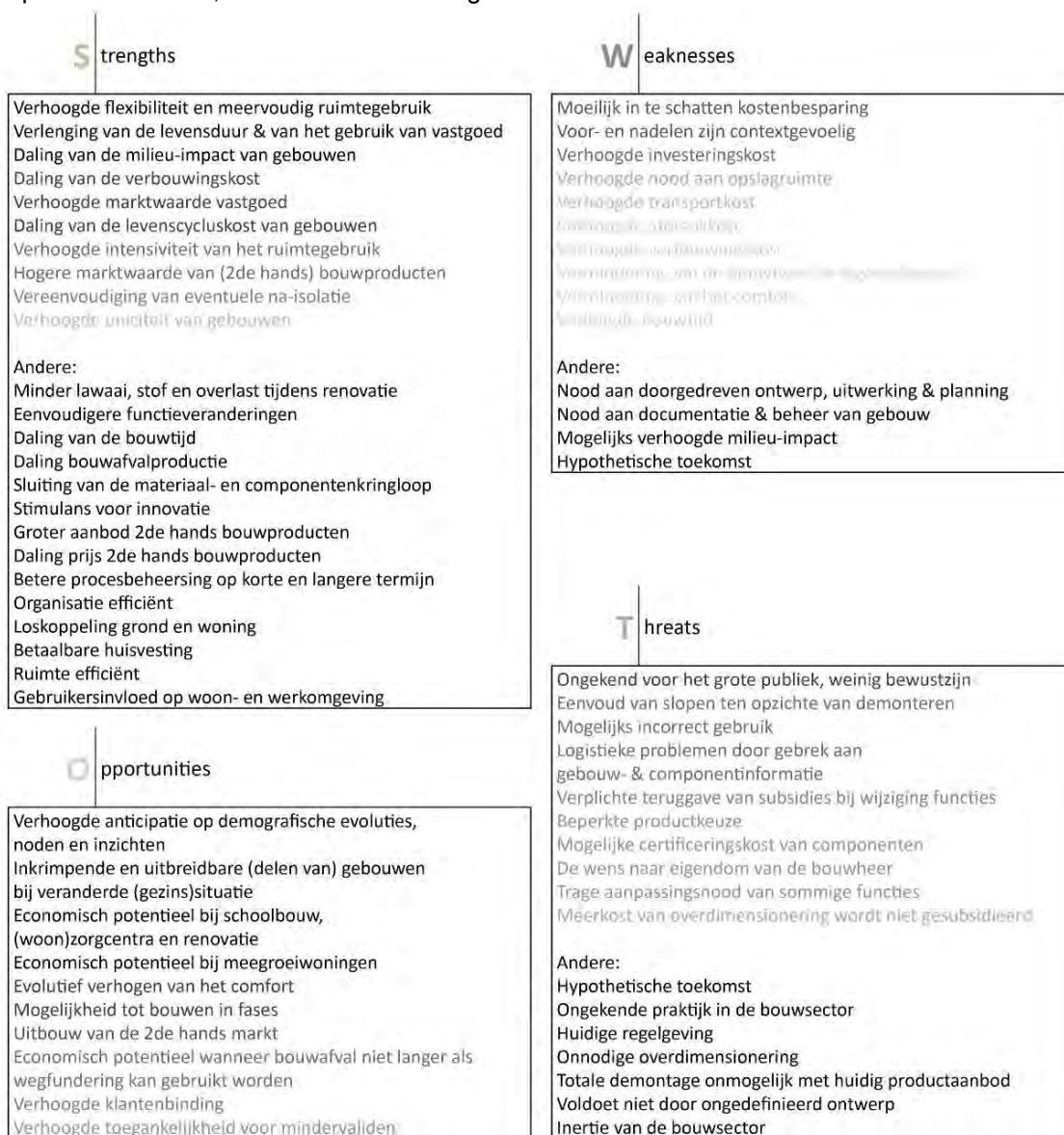
Andere voorgestelde mogelijke kansen worden in mindere mate bevestigd door de respondenten, zoals een mogelijke verhoogde klantenbinding (19) door het aankopen van compatibele producten of door ingrepen uit te voeren of te coördineren in een latere fase dan de bouwfase. Zo geloven de meeste deelnemers dat er een beperkt economisch potentieel is bij bouwafval (20), men denkt dat de markt voor puingranulaten nog niet verzadigd is; het overgrote deel van puingranulaten afkomstig van bouwafval worden nog steeds verwerkt als wegfundering.

Voor de meesten (29) wordt de onwetendheid over dynamisch bouwen door het grote publiek als een bedreiging gezien. Andere opgesomde bedreigingen worden door een minderheid als een echte hindernis beoordeeld. Het incorrect gebruiken van het gebouw en zijn onderdelen door het lijmen van componenten, wordt door een kleine meerderheid (20) als een bedreiging beschouwd. Voor een aannemer die instaat voor werken tijdens het gebruik of voor demontagewerken na gebruik, kan een verkeerde opbouw door het lijmen van bouwcomponenten een bedreiging vormen. Er kunnen volgens een kleine meerderheid ook logistieke problemen ontstaan doordat de beheerder niet (meer) de nodige informatie heeft van het gebouw en zijn componenten, zodat hij niet weet hoe het te gebruiken, te demonteren. Een beperkte productkeuze wordt door slechts 16 mensen als een bedreiging gezien. Dit kan volgens een deelnemer een volwaardige bedreiging worden, indien men een te strikte visie over dynamisch bouwen najaagt, zoals volledige demonteerbaarheid, wat niet mogelijk is met het huidige productaanbod. De eigendomswens van de gebouweigenaar bij het leasen van producten kan een hindernis vormen volgens 15 van de ondervraagden. Het leasen van gebouwcomponenten en bouwmaterialen hebben weliswaar belangrijke voordelen voor de (bouw)industrie, zoals het lokaal recycleren van (secundaire) grondstoffen na gebruik.

De deelnemers weten vaak niet of ze de bedreigingen die gelinkt zijn aan subsidies moeten bevestigen of niet. Om dit te weten is een specifieke achtergrondkennis nodig. Ook zijn er twijfels over de trage aanpassingsvraag gerelateerd aan sommige gebouwfuncties zoals wonen, waardoor de meerkosten niet snel terugverdiend worden.

De lijst van bedreigingen werd verder aangevuld met onder andere de huidige regelgeving, zoals de stedenbouwkundige eisen die dynamisch bouwen vaak niet mogelijk maken en het wetgevend kader dat te traag werkt om aanpassingen eenvoudig toe te laten. Bij bijna elke verandering is er een bouwvergunning nodig. Dat de huidige regelgeving vaak een hindernis vormt, komt ook terug in de specifieke SWOT-analyses en wordt beaamd in het rapport van Idea Consult (2012). Een van de respondenten haalt aan dat de huidige regelgeving nog in volle ontwikkeling is. Het kan nu beschouwd worden als een bedreiging, maar op langere termijn kan deze bedreiging verholpen worden en kan dit misschien zelfs een expliciete meerwaarde (sterkte) zijn.

Een andere respondent denkt dat door veranderingsgericht ontwerpen een ongedefinieerd ontwerp kan ontstaan, die te weinig beantwoordt aan specifieke ruimtelijke en technische eisen van activiteiten, door te veel alle opties open te houden uit schrik voor de mogelijke aanpasbaarheid in de toekomst. Er moet in de eerste plaats ontworpen worden naar de huidige specifieke context, maar dit zeer overwogen.

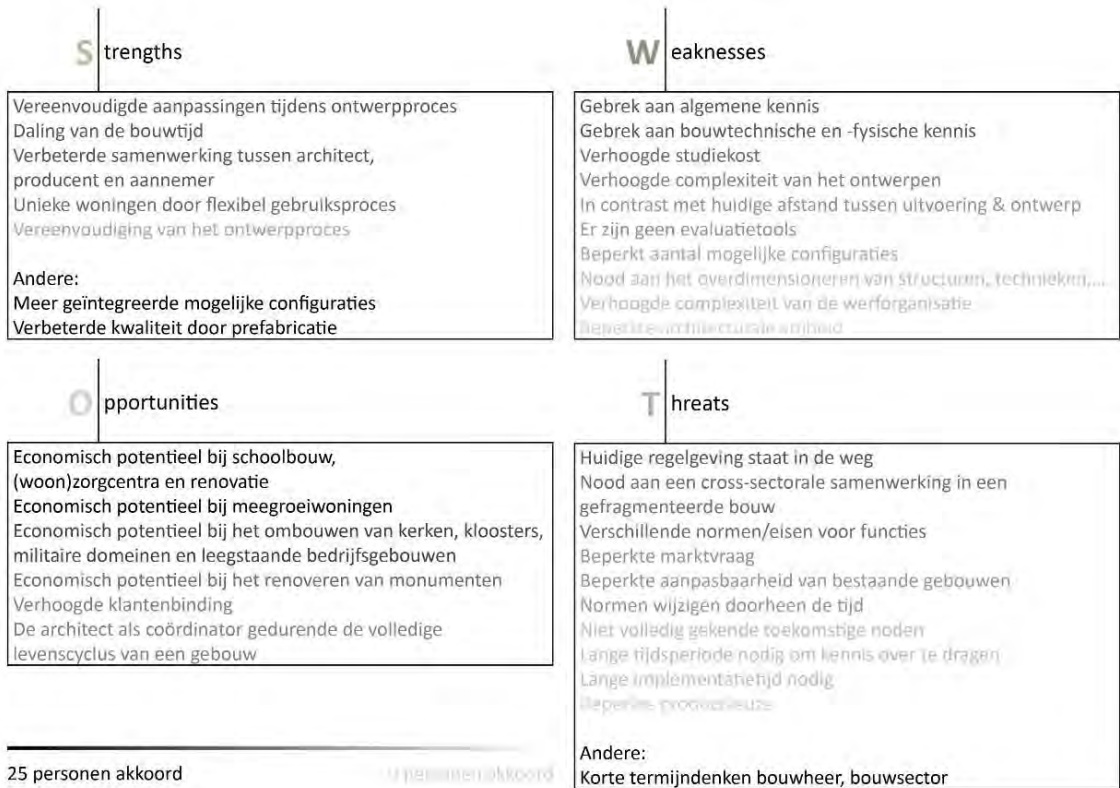


33 personen akkoord

Figuur 2.3: Een algemene SWOT-analyse dynamisch bouwen (absoluut aantal: 33)

### 2.1.3.2 SWOT-analyses per stakeholdersgroep

De volgende figuren geven per stakeholdersgroep (ontwerper, producent, aannemer, maatschappelijke actor en (her)verdelers van bouwproducten) een SWOT-analyse weer. [Bijlage 1](#) verduidelijkt de analyses.



Figuur 2.4: SWOT-analyse dynamisch bouwen voor de ontwerper (absoluut aantal 25)



**Figuur 2.5: SWOT-analyse dynamisch bouwen voor de producent (absoluut aantal 12)**



**Figuur 2.6: SWOT-analyse dynamisch bouwen vanuit het standpunt van een aannemer (absoluut aantal 11)**



**Figuur 2.7: SWOT-analyse dynamisch bouwen voor de maatschappelijke actor (absoluut aantal 26)**



**Figuur 2.8: SWOT-analyse dynamisch bouwen vanuit het standpunt van de gebruiker en beheerder**



**Figuur 2.9: SWOT-analyse dynamisch bouwen vanuit het standpunt van de verdeler**



## 2.2 Er is nood aan een gemeenschappelijke taal

Vandaag zetten we samen nieuwe stappen in de transitie naar dynamisch bouwen. Om deze transitie vooruit te duwen zitten heel wat partijen uit verschillende disciplines samen rond de tafel: gebruikers, ontwerpers, aannemers, bouwproducenten etc. Bij zo een transdisciplinaire aanpak is een vlotte communicatie cruciaal.

Echter, de begrippen die tot nu toe in de praktijk, het beleid en het onderzoek rond dynamisch bouwen werden gebruikt, zijn niet afgestemd op elkaar. Iedere auteur gebruikt begrippen die afhankelijk van zijn domein of de sector een andere of variërende betekenis hebben (Schmidt et al. 2010). Was het nu 'aanpasbaar' of 'transformeerbaar'?

Herthogs et al. (2012) stelden bovendien vast dat zowel in het onderzoek als in de praktijk dynamisch bouwen een concept is met vele gradaties, interpretaties en ambities. Zij spreken niet van één veld, maar van een verzameling versnipperde deeldomeinen. Als gevolg hiervan is rond het dynamisch bouwen een veelheid aan begrippen in gebruik geraakt.

Wij willen de oorzaak van de veelheid aan begrippen en betekenissen dan ook niet reduceren tot een verschil tussen de partijen of disciplines, want zelfs binnen een partij gebruiken verschillende personen dezelfde termen met een verschillende betekenis. Maar om de transitie naar dynamisch bouwen te ondersteunen, ontwikkelden wij een toegankelijke, gemeenschappelijke taal.

Het zou niet voldoende zijn een verklarende woordenlijst samen te stellen. De veelheid aan begrippen is zodanig versnipperd dat zo een lijst heel wat tegenstrijdigheden zou bevatten. Daarnaast zijn er begrippen in omloop die meerdere betekenissen krijgen, die maar moeilijk van het Nederlands naar het Engels kunnen worden vertaald, of die taalkundig niet correct zijn.

Daarom hebben we een gemeenschappelijke taal 'ontwikkeld'. We hebben keuzes moeten maken: welke begrippen met welke betekenis moeten verduidelijkt worden om een houvast te bieden bij het communiceren over dynamisch bouwen? Maar taal is emotioneel beladen en erg persoonlijk. Daarom zijn onze keuzes beargumenteerd en hebben we aangetoond waarom dat ene begrip beter is.

Taal leeft en evolueert: de regels volgen de taal meer dan de taal de regels volgt. Deze gemeenschappelijke taal vormt dan ook een kader, een logische structuur waarmee ontwerpers, beleidsmaker en onderzoekers kunnen werken. Het vormt in geen geval een afbakening van alle mogelijke strategieën en -keuzes.

### 2.2.1 In kaart brengen van begrippen en definities

Eerst werd in kaart gebracht welke begrippen rond dynamisch bouwen vandaag worden gebruikt en verder moeten worden geëvalueerd bij het ontwikkelen van de gemeenschappelijke taal. Daarvoor werden 5 publicaties geselecteerd en gescreend op begrippen, definities en omschrijvingen die verband houden met duurzaam bouwen in het algemeen en dynamisch bouwen in het bijzonder. De publicaties werden geselecteerd op basis van hun relevantie voor het ontwikkelen van een Vlaams beleidskader voor dynamisch bouwen en zijn:

- Bron 1: Actieplan Vlaams materialenprogramma (De Baets et al., 2012)
- Bron 2: Ontwerp van het beleidsprogramma 'Materiaalbewust bouwen in kringlopen' – het preventieprogramma duurzaam materialenbeheer in de bouwsector 2014-2020 (Servaes et al., 2013)
- Bron 3: Casestudy ontwerp van gebouwen in functie van aanpasbaarheid: Mahatma Gandhijijk Mechelen (Paduart et al., 2013)
- Bron 4: Bestek dynamisch bouwen: ontwikkeling beleidskader en evaluatiecriteria, (niet publiek verkrijgbaar)
- Bron 5: Offerte dynamisch bouwen: ontwikkeling beleidskader en evaluatiecriteria, (niet publiek verkrijgbaar)

Tabel 2.1 zijn de begrippen en tussen haakjes hun frequentie per bron weergegeven. Dit laat toe het woordgebruik van de begrippen en bronnen onderling te vergelijken. Begrippen die in minstens 4 van de 5 publicaties worden gebruikt, zijn donker gearceerd. Hun gebruik zal in ieder geval worden beargumenteerd in de gemeenschappelijke taal.

De manier waarop de begrippen worden gebruikt en de betekenis die zij in de verschillende bronnen krijgen gaf bovendien aanleiding tot een afbakening van dynamisch bouwen (groene arcering) ten opzichte van andere benaderingen voor het duurzaam realiseren en beheren van de gebouwde omgeving (grijze arcering).

Bron 1	Bron 2	Bron 3	Bron 4	Bron 5
	Aanpasbaar (41)	Aanpasbaar (132)	Aanpasbaarheid (21)	Aanpasbaar (38)
		Clustering (23)		
	Combineerbare (3)	Intervisselbaar (9)	Combineerbare (2)	Compatibel (1)
Demonteerbaarheid (1)	Demonteren (18)	Demonteerbaarheid (33)	Gedemonteerd (9)	Demonteren (6)
		Drager en inbouw (16)		
Duurzaam materiaalbeheer (64)	Duurzaam materiaalbeheer (73)			Materiaal- en afvalbeheer (1)
	Duurzame ontwikkeling (4)			
Duurzaam design (26)				
Dynamisch (ver-)bouwen (5)	Dynamisch (59)	Dynamisch (286)	Dynamisch (27)	Dynamisch (174)
	Levens einde (4)		Eindelevens-fase (2)	
Flexibele bouwconstructies (1)	Flexibel (33)	Flexibiliteit (44)	Flexibel (10)	Flexibel (9)
Hergebruik (26)	Hergebruiken (45)	Hergebruik (108)	Hergebruik (4)	Hergebruik (15)
	Industrieel (13)		Industrieel (2)	Industrieel (3)
Levenscyclus (17)	Levenscyclus (27)	Levenscyclus (134)	Levenscyclus (2)	Levenscyclus (31)
Levensduur (3)		Levensduur (80)	Levensduur (2)	Levensduur (10)
Materiaalkringloop (119)	Kringloop (182)	Materiaalkringlopen (1)		Materiaalcyclussen (9)
Materialenefficiëntie (14)	Efficiëntie (17)		Materiaalefficiënt (1)	Efficiënt omgaan met ... (1)
		Mobiel (6)		
	Multi-inzetbare (3)	Multi-inzetbaarheid (6)	Multi-inzetbaarheid (3)	Multi-funcioneel (1)
		Polyvalent (40)		Polyvalentie (1)
	Materiaalbewust bouwen (32)			
	Modulair (4)	Modulair (7)		
	Standaardisatie (7)	Standaardisatie (15)	Standaardisering (2)	
	Omkeerbaar (2)	Omkeerbaar (37)		
		Onafhankelijk (24)		
		Open bouwen (3)		Open (6)
		Open planindeling (2)		Vrije draagstructuur (1)
	Prefabricatie (2)	Pre-assemblage (18)	Prefab (1)	Prefabricatie (1)
Recyclage (59)	Recycleren (43)	Recyclage (13)	Recyclage (2)	Recyclage (5)
Recupereerbaar (1)	Recuperatie (19)			
		Shearing layers of change (3)		
		Gelaagdheid (20)		
		Statisch (28)		Statisch (9)
	Selectief slopen (64)			
	Ontmantelen (71)	Ontmantelbaar (49)		Ontmantelen (3)
		Systeembouw (3)		Systeembouw (7)
	Tijd (2)	Tijdsfactor (1)	Tijd (4)	Tijd als vierde dimensie (1)
	Transformeren (2)	Transformatie (28)	Transformatie (1)	Transformeerbaar (6)
Urban mining (3)	Urban mining (6)			
		Aanpasbaar (132)		

**Tabel 2.1: Gescreende begrippen binnen (groen) en buiten (grijs) het domein dynamisch bouwen met hun frequentie per beleidsrelevante bron.**

## 2.2.2 Kiezen en beargumenteren op basis van 3 criteria

Om aan te tonen dat het zinvoller, eenvoudiger en effectiever is een bepaald begrip te gebruiken en niet een ander, hebben wij alle begrippen geëvalueerd die werden geclassificeerd binnen het domein dynamisch bouwen. Om onze uiteindelijke selectie te beargumenteren zijn de volgende drie criteria gehanteerd:

- het algemeen gebruik en de verspreidingsgraad van het begrip,
- de semantische juistheid van het begrip,
- de correcte vertaling naar het Engels.

Hoe en hoe vaak een term gebruikt wordt in het dagelijks leven kan geverifieerd worden door het ingeven van de term in een internetzoekmachine. Een korte analyse van de inhoud van de 10 websites die 'Google Search' het hoogst rangschikt, geeft onmiddellijk een beeld van het gebruik en de verspreidingsgraad van die term. Een analyse met behulp van een zoekmachine is verder erg relevant omdat precies via deze weg geïnteresseerden informatie zullen zoeken.

Uit de eerste evaluatie blijkt dat aan hetzelfde begrip meerdere, soms minder correcte betekenissen wordt gegeven. Zo verwijst 'ontmantelbaar' vaak naar een demonteerbare structuur, terwijl 'ontmantelen' per definitie een destructieve handeling is. Door de omschrijving in Van Dale te bekijken, aangevuld met de adviezen van de Nederlandse Taalunie of de etymologische oorsprong van het begrip, kunnen we een beargumenteerde keuze maken.

De kennis en ervaring over dynamisch bouwen die opgedaan zal worden, moet zich ook kunnen verspreiden. In onze internationale context is het Engels hierbij cruciaal. Daarom zijn naast het Nederlands, deze evaluaties ook in het Engels uitgevoerd. Om de resultaten te kaderen binnen bestaande kennis werden de begrippen bovendien afgetoetst met eerder onderzoek, in het bijzonder:

- Technische publicatie Industrieel, Flexibel en demontabel bouwen, Toekomstgericht ontwerpen (De Troyer et al., 2006)
- Transformable building structures: Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design and construction (doctoral thesis (Durmisevic, 2006)
- Leren door demonstreren: de oogst van zeven jaar industrieel, flexibel en demontabel bouwen. Rotterdam: SEV realisatie. (Crone & Custers, 2007)
- Structural Design and Environmental Load Assessment of Multi-Use Construction Kits for Temporary Applications based on 4Dimensional Design (doctoral thesis) (Debacker, 2009)
- Re-design for change: a 4 dimensional renovation approach towards a dynamic and sustainable building stock (doctoral thesis) (Paduart, 2012)

Ter illustratie van deze methode zijn op de volgende pagina's twee overzichtstabellen gegeven: de eerste van de analyse van het algemeen gebruik op basis van 'Page Ranking', en de tweede van de semantische juistheid van het begrip.

<b>Begrip:</b>		<b># Bet.:</b>	<b># Rel. B.:</b>	<b># Rel. R.</b>
<b>Aanpasbaar bouwen en ontwerpen</b>	“Aanpasbaar bouwen”	2	1	3
	“Aanpasbaarheid van gebouwen”	2	1	3
Clustering	“Clustering”	1	0	0
<b>Combineerbaar, Compatibel, Interverwisselbaar</b>	“Compatibele bouwsystemen”	2	1	1
<b>Demonteerbaar bouwen en ontwerpen</b>	“Demonteerbaar bouwen”	1	1	7
Drager en inbouw	-	-	-	-
<b>Dynamisch (ver-)bouwen</b>	“Dynamisch bouwen”	5	2	2
<b>Flexibel</b>	“Flexibel bouwen”	5	5	10
	“Flexibiliteit van gebouwen”	1 tot 3	1 tot 3	6
Gelaagdheid	“Gelaagd gebouw”	3	0	0
	“Gelaagdheid van gebouwen”	1	1	3
Industrieel	-	-	-	-
Mobiel	-	-	-	-
Modulair	-	-	-	-
<b>Multifunctioneel</b>	“Multifunctioneel gebouw”	1	1	8
“Veelzijdig gebouw”		3	1	4
<b>Multi-inzetbaar</b>	“Multi-inzetbare gebouwen”	1	1	9
Omkeerbaar	“Omkeerbaar bouwen”	1 tot 3	1 tot 3	7
Onafhankelijk	“Onafhankelijkheid van elementen”	2	0	0
Ontmantelen	-	-	-	-
Open bouwsystemen, Open industrialisatie	“Open bouwen”	1 tot 5	1 tot 5	4
Open planindeling, Vrije draagstructuur	-	-	-	-
Polyvalente gebouwlayout, Polyvalente ruimten	“Polyvalente gebouwen”	2	2	8
Shearing layers of change	-	-	-	-
Standaardisatie	-	-	-	-
Statisch	-	-	-	-
Systeembouw	-	-	-	-
<b>Tijd als vierde dimensie, Tijdsfactor</b>	“Tijd als vierde dimensie” + “bouw”	2	1	4
<b>Transformeerbaar bouwen</b>	“Transformeerbaar bouwen”	2	2	9
	“Transformatie van gebouwen”	1	0 tot 1	0-9

**Tabel 2.2: Analyse van het algemeen gebruik van de gescreende begrippen binnen het domein dynamisch/veranderingsgericht bouwen: begrippen geordend volgens hun stam, met synoniemen, aantal betekenissen (# Bet.), aantal verschillende betekenissen relevant binnen het domein dynamisch (ver)bouwen (# Rel. B.) en het absoluut aantal relevante hits van de 10 eerste ‘Page Ranks’ (# Rel. R.).**

## 2.3 Zes sleutelbegrippen, een gemeenschappelijke taal

Op basis van de analyses beschreven in paragraaf 2.2 werden die begrippen geselecteerd die samen de gemeenschappelijke vormen. Het is geen afgebakende lijst van mogelijke ontwerp- en beleidsstrategieën of -keuzes, maar een structuur waarin ook andere ideeën en concepten een plaats kunnen vinden.

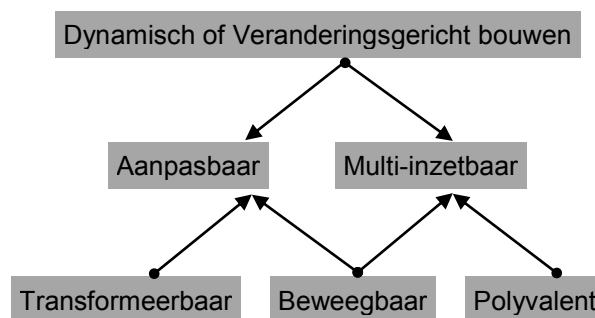
De gemeenschappelijke taal is opgebouwd rond zes sleutelbegrippen. Naast het overkoepeld begrip, zijn er de drie vormen van dynamisch bouwen die we in de praktijk terugvinden:

- polyvalent bouwen,
- bouwen met beweegbare componenten, en
- transformeerbaar bouwen.

Elk dragen zij bij aan een van deze twee of beide gebouwkenmerken:

- een aanpasbaar gebouw, of
- een multi-inzetbaar gebouw

Aanpasbaar en multi-inzetbaar kunnen dan ook worden gezien als het resultaat van de, al dan niet gerichte, keuze om polyvalent, transformeerbaar of met beweegbare componenten te bouwen. Zoals in de inleiding al is aangehaald, dragen zowel polyvalent, beweegbaar als transformeerbaar bouwen bij aan het sluiten van materiaalkringlopen. Ten eerste zal een multi-inzetbaar gebouw minder intensieve verbouwwerken vereisen en dus minder afval genereren. Ten tweede maakt aanpasbaar bouwen het demonteren, hergebruik of efficiënte recyclage van gebouwelementen en componenten van gebouwelementen mogelijk.



**Figuur 2.10:** Overzicht van de relatie tussen de 6 sleutelbegrippen die de ruggengraat van de gemeenschappelijk gebruikte taal vormen en in dit rapport worden voorgesteld.

Twaalf begrippen werden geselecteerd en verder uitgewerkt voor een breed publiek. Naast de zes sleutelbegrippen, definieert de gemeenschappelijke taal enkele ontwerpprincipes, enkele concrete toepassingen daarvan en enkele voorwaarden voor een succesvolle toepassing van die principes. Bij ieder begrip hoort deze informatie:

- de definitie van het begrip,
- de Engelse vertaling van het begrip,
- een toelichting bij de definitie,
- onze argumentatie bij de keuze van het begrip,
- en eventueel een advies bij het gebruik van het begrip.

Tenzij anders vermeld, kan ieder begrip betrekking hebben op verschillende schalen, gaande van het bouw materiaal, het gebouwelement, het gebouw tot de omgeving. Het staat gebruikers van de gemeenschappelijke taal altijd vrij om bij de sleutelbegrippen te verwijzen naar aspecten van het ontwerp of de realisatie door 'ontwerpen', 'bouwen' of 'ontwerpen en bouwen' als achtervoegsel te gebruiken. Voor een eenduidig gebruik van de gemeenschappelijke taal en

geven we volgende relevante definities gebaseerd op Haslinghuis (1993) en in overeenstemming met het Bb/SfB coderingsysteem (die gebruikt werd bij de analyses in paragraaf 4.4 en 5.4):

- **Een gebouw** (Engels: Building) is een samenstelling van verscheidene gebouwelementen die ruimte biedt aan personen, hun activiteiten en goederen. Een gebouw kan al gerealiseerd of slechts ontworpen zijn.
- **Een gebouwelement** (Engels: Building element) is een onderdeel van een gebouw dat een specifieke set van functies vervult. Zo is een buitenwand een ruimte-begrenzend gebouwelement met als belangrijkste functies het afschermen van de binnenruimte en het bieden van comfort.
- **Gebouwelementen** zijn meestal, maar niet altijd een samenstelling van componenten. De term 'component' wordt in deze gemeenschappelijke taal gebruikt als 'een onderdeel van'. Het is daarom aan te raden om steeds aan te geven waarvan het een onderdeel is.
- **Een bouw materiaal** (Engels: Building material) is een grondstof of product dat geschikt is voor de realisatie van een gebouw. Bijvoorbeeld kalk, zand, klei en cement, maar ook beton, natuur- of bakstenen, leien en pannen, en ook hout, lood, zink, glas, gipspleister, mastiek, verven, enzovoort.

Sommige begrippen in de gemeenschappelijke taal zijn momenteel nog het onderwerp van debat en kunnen in sommige groepen of landen een andere betekenis hebben. Het begrip waarrond veruit het meest discussie bestaat is 'dynamisch bouwen' zelf. Semantisch heeft 'dynamisch' niets met verandering of aanpassing te maken en bovendien is het begrip maar moeilijk te vertalen naar het Engels. Als alternatief wordt 'veranderingsgericht bouwen' naar voor geschoven. Deze term is echter niet bijster wervend terwijl 'dynamisch bouwen' wel al wordt opgenomen door beleidsmakers en koplopers.

Andere begrippen zijn beter te vermijden door de gebruikers van deze gemeenschappelijke taal, zoals bijvoorbeeld 'flexibel' of 'multifunctioneel'. Zij werden geweerd om de gemeenschappelijke taal te vereenvoudigen. De argumentatie daarvoor vindt men bij het alternatief begrip. Zulke begrippen worden in de praktijk gebruikt, maar leiden tot onduidelijkheden. Het gaat om begrippen die vandaag te veel verschillende betekenissen hebben, die klinken zoals een woord in een andere taal maar niet hetzelfde betekenen, die verkeerd vertaald zijn, of die niet correct zijn. In de gemeenschappelijke taal zijn telkens de nodige argumenten opgenomen om dit te staven.

Ook nieuw begrippen tenslotte zijn in het kader van deze gemeenschappelijke taal ontwikkeld, nog niet lang geleden via studies of onderzoek in omloop gekomen, of voor het eerst (correct) vertaald vanuit het Engels of Nederlands.

## 2.3.1 Overzicht van de begrippen

### Sleutelbegrippen

- Dynamisch of Veranderingsgericht bouwen (nieuw, ter discussie)  
Design for Change (nieuw)
- Aanpassen, Aanpasbaar, Aanpasbaar bouwen  
Adapt, Adaptable, Design for Adaptability
- Multi-inzetbaar, Multi-inzetbaar bouwen (nieuw)  
Multi-use, Design for Multiple Uses (nieuw)
- Polyvalent, Polyvalentie, Polyvalent bouwen  
Multipurpose, Design for Multiple Purposes
- Beweegbare componenten  
Moveable components

- Transformeerbaar, Transformeerbaar bouwen  
Transformable, Design for Transformability (nieuw)

#### **Andere begrippen**

- Demonteerbaar, Demonteren, Demonteerbaar bouwen  
Demountable, Disassemble, Design for Disassembly
- Omkeerbare verbindingen  
Reversible connections (nieuw)
- Compatibel, Compatibele componenten  
Compatible, Compatible components
- Bouwen volgens levensduurlagen (nieuw)  
Pace-layering
- Drager en inbouw  
Support and infill
- Open industrialisatie  
Open industrialisation

#### **Te vermijden begrippen**

- Flexibel (cf. veranderingsgericht bouwen)
- Multifunctioneel (cf. multi-inzetbaar), Multifunctional (EN)
- Ontmantelen, (cf. demonteren)
- Demontabel (cf. demonteren), Dismountable (EN)
- Convertibel (cf. omkeerbaar)
- Interverwisselbaar (cf. compatibel)
- Functionele bouwlagen (cf. levensduurlagen)
- Gelaagdheid (cf. levensduurlagen)

### **2.3.2 Voorbeeldpagina 'Dynamisch of Veranderingsgericht bouwen'**

Hieronder wordt een voorbeeld van een gedefinieerde term weergegeven, meer bepaald 'Dynamisch of Veranderingsgericht bouwen'. Alle gedefinieerde termen worden in een aparte brochure opgenomen, te downloaden via de webpagina [www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen](http://www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen) .

## **Dynamisch of Veranderingsgericht bouwen**

### *Design for Change*

Dynamisch of veranderingsgericht ontwerpen en bouwen is een ontwerp- en bouwstrategie met als uitgangspunt dat de noden en wensen van gebruikers en de maatschappij zullen blijven veranderen. Het doel is dan ook gebouwen te creëren die die verandering efficiënt ondersteunen.

*Design for Change is a design and construction strategy based on the principle that the requirements and aspirations on our built environment will always change; the aim is to create buildings that support change more efficiently.*

#### **Toelichting bij de definitie**

Een gebouw dat volgens deze strategie is ontworpen en gebouwd, kan bijvoorbeeld op verschillende manieren worden gebruikt of kan worden aangepast om aan nieuwe wensen en

noden te voldoen. Zo blijft het gebouw langer bruikbaar. Het is belangrijk dat dit efficiënt kan gebeuren; efficiënt in functie van zowel economische, ecologische als sociale kosten en baten.

#### **Argumentatie bij de keuze van het begrip**

'Veranderingsgericht ontwerpen en bouwen' drukt het engagement van ontwerper en bouwers uit om een langetermijnvisie uit te werken. Het begrip verwijst daarvoor expliciet naar het waarom van veranderingsgericht ontwerpen en bouwen: de steeds veranderende wensen en noden. Het is een overkoepelende term die alle gekende en nog te verkennen ontwerpkeuzes, uitvoeringstechnieken en processen die daaraan kunnen bijdragen, wil bundelen.

'Dynamisch bouwen' is een wervend alternatief voor 'Veranderingsgericht bouwen'. Hoewel het begrip 'dynamisch' verwijst naar beweging en dus semantisch minder gepast is, en het ook geen gepaste Engelse vertaling heeft, duikt het al op in het beleid en de praktijk.

#### **Advies bij het gebruik van het begrip**

Het begrip wordt hier naar voor geschoven als alternatief voor 'flexibel'. Het onderzoek naar het algemeen gebruik van het begrip wees uit dat 'flexibel' vaak - maar niet altijd - als een overkoepelend begrip werd gebruikt, maar nooit werd gedefinieerd. Bovendien verwijst het naar 'buigzaam'.

## **2.4 Bezoek aan Nederlandse actoren binnen het domein van veranderingsgericht (ver)bouwen**

Op 13 juni 2014 werd een bezoek gepland naar Nederland. Dankzij de publiek-private financiering tussen 1998 en 2005 stimuleerde de Nederlandse overheid – in samenwerking met binnenlandse kennisinstellingen en de industrie – innovatieve bouwontwikkelingen rond Industrieel Flexibel en Demontabel bouwen (IFD). Hierdoor kent Nederland ten opzichte van haar buurlanden een voorsprong op bepaalde aspecten rond veranderingsgericht (ver)bouwen. De opzet van het bezoek was dan ook tweevoudig:

- inzichten verwerven in nieuwe bouwconcepten;
- inzichten verwerven in de implementatie van innovatieve bouwontwikkelingen rond veranderingsgericht (ver)bouwen in de bouwpraktijk.

Enkele leden van het onderzoekconsortium en de begeleidingsgroep hebben hiervoor constructieve gesprekken gevoerd met verschillende Nederlandse actoren.

- Bart Spee, SPEE architecten – architect
- Elma Durmisevic, 4D Architects – architect en technisch expert
- Wim Gielingh, Real Capital Systems & TU Delft – financieel expert
- Maartje Martens, Real Capital Systems – financieel expert
- Thijs Hasselberghs, TU Delft – architect en technisch expert

Het overleg met Bart Spee in zijn Rotterdams architectenkantoor leverde enkele nieuwe ontwerpinzichten op. SPEE architecten combineert succesvol 3 ontwerppijlers in haar architecturale projecten: (1) energieneutraliteit (2) gezondheid en (3) circulaire economie. Binnen deze laatste pijler ontwerpt SPEE betaalbare bouwsystemen voor aanpasbare gebouwconfiguraties op basis van milieuvriendelijke materialen. Hiervoor opteert SPEE regelmatig voor houtmassiefbouw, in de vorm van cross-laminated timber (CLT) waarbij de natuurlijke producten gemakkelijk te combineren zijn via droge omkeerbare verbindingen. Aan de hand van een prototype van een wand-vloerbouwknoop legt Bart Spee uit dat door het gebruik van de droog verbonden CLT-componenten voor vloeren, binnen- en buitenwanden en de draagconstructie aan alle Nederlandse normatieve eisen op vlak van bouwfysica (incl. hygrothermie en akoestiek), veiligheid (incl. brand- en structurele) en gezondheid voldaan wordt.



Aan de hand van het scholenproject 'Open Venster'<sup>2</sup> gaf Bart Spee mee welke hindernissen hij ervaart om dergelijke bouwsystemen te implementeren in de Nederlandse bouwpraktijk:

- te weinig kennis bij openbare/publieke projecten van evaluatoren (bij architectuurwedstrijden), bouwheren en andere bouwprofessionals (zoals aannemers en studie bureaus) met betrekking tot duurzaam en veranderingsgericht (ver)bouwen.
- aannemers worden voor publieke projecten geselecteerd op basis van een aanbestedingsformule waarbij vaak het goedkoopste voorstel – maar niet altijd de meest kwalitatieve – wint.
- tekort aan kennis over innovatieve financieringsmogelijkheden om de eventuele meerkosten voor de bouwheer gerelateerd aan duurzame en veranderingsgerichte bouwoplossingen te recupereren in een latere fase van de levenscyclus van het gebouw.

Gelijkaardige hindernissen worden ervaren in de Belgische bouwpraktijk.

Met de andere Nederlandse actoren werd er bij een bezoek aan de TU Delft dieper ingegaan op de stand van zaken en lopende Nederlandse projecten betreffende veranderingsgericht (ver)bouwen. Een project dat in de kijker springt, is het Green and Transformable Building Lab (GTBL) dat Elma Durmisevic (4D Architects) met andere kennisinstellingen en industrie is opgestart. Het GTBL-project voorziet de bouw van een experimenteel bouwlab waarbij een aanpasbare nieuwbouw – mede-ontworpen door studenten (University of Twente in Enschede, Yildiz Technical University in Istanbul en University of Sarajevo) jaarlijks van toepassing zal wijzigen. De dynamische opbouw van het gebouw zal de regelmatige herconfiguratie en upgrades ondersteunen. Via het lab worden verschillende dynamische bouwoplossingen uitgetest en gemonitord tijdens het gebruik ervan

Aanvullend gaf Wim Gielingh (Real Capital Systems) een presentatie over een nieuw financierings- en beleggingsmodel dat inspeelt op bouwconcepten waarbij het gebouw aangepast kan worden aan de veranderende eisen van de gebruikers en waarbij business-concepten gekoppeld worden die het veranderlijk beheer en het hergebruik van bouwcomponenten, materialen en grondstoffen ondersteunen. Doordat de aanbieder van de (ge)bouwoplossing eigenaar blijft van het aanpasbaar gebouw, is een geïndexeerde aflossing op basis van de rente op de bouwcomponenten mogelijk. Gezien deze periodieke aflossing lager is dan de klassieke lineaire aflossing op basis van een langetermijnlening, kan de 'huurder' van het gebouw sneller een financiële reserve opbouwen voor een upgrade van het gebouw. Dankzij het hergebruik van gemakkelijk te demonteren bouwcomponenten, heeft de koppeling met het business-concept volgens Wim Gielingh de toegevoegde waarde dat de toekomstige (ver)bouwkosten ook verlaagd worden. Het slagen van dergelijke financierings- en beleggingsmodellen hangt weliswaar af van de schaalgrootte, i.e., de vraag naar circulaire bouwconcepten die groot genoeg moet zijn. Daarom is Real Capital Systems op zoek naar meerdere grootschalige woon- en schoolprojecten om deze bouw- en business-concepten toe te passen. De Vlaamse/Belgische markt geniet een bijzondere interesse van Real Capital Systems door de overheidsinitiatieven voor het opwaarderen van de sociale huisvesting en schoolinfrastructuur. Een investeringsprogramma zoals 'Scholen van Morgen' ([www.scholenvanmorgen.be/](http://www.scholenvanmorgen.be/)) bestaat niet in Nederland.

## 2.5 Conclusies

In dit werkpakket werd een SWOT-analyse van 'dynamisch of veranderingsgericht bouwen' opgesteld voor de verschillende stakeholdersgroepen (gebruikers en gebouwbeheerders, verdelers, maatschappelijke actoren, ontwerpers, aannemers en bouwproducenten) om zo de verschillende verwachtingen die rond dit thema bestaan in kaart te brengen. De sterktes, zwaktes, opportuniteiten en bedreigingen eigen aan het concept 'dynamisch bouwen' werden per stakeholdergroep samengevat en waar mogelijk wordt aangegeven waar de verschillende standpunten elkaar kunnen versterken, en waar conflicten mogelijk zijn.

- Grote conflicten werden niet waargenomen. Het werd duidelijk dat elke stakeholdersgroep een belangrijke schakel vormt bij het realiseren van dynamische gebouwen, de ene

<sup>2</sup> Een samenvatting van dit nieuwbouwproject is opgenomen in Bijlage 2.

schakel ondersteunt daarbij de andere. De verschillende commerciële stakeholdersgroepen, zoals ontwerpers, aannemers en bouwproducenten, moeten samenwerken om het economisch potentieel van onder meer schoolbouw, (woon)zorgcentra, renovatie en meegroeiwoningen zo veel mogelijk te benutten.

- De milieu-insteek van 'dynamisch en veranderingsgericht (ver)bouwen' blijkt enkel bij de maatschappelijke actoren, zoals beleidsmedewerkers en onderzoekers, van belang. Alle andere stakeholdersgroepen hebben andere prioriteiten.
- Dynamisch bouwen kan bijvoorbeeld voor de gebruiker en beheerder veel sociale en financiële voordelen en opportuniteiten bieden, zoals het verlengen van de levensduur van gebouwen en het sneller inspelen op demografische evoluties en nieuwe behoeften.
- Rekening houden met de sterktes van 'veranderingsgericht bouwen' vergt aandacht voor de lange termijn. Er moeten trekkers gevonden worden die deze attitude bezitten om het concept te verspreiden, en linken te maken met private organisaties en het middenveld, bijvoorbeeld met behulp van een uitwisselingsplatform. Snelle sociale, individuele en /of financiële winsten moeten kunnen aangetoond worden om ook de anderen te motiveren. Sensibilisering van de gebruikers, de maakindustrie, de bouwprofessionals en het beleid zijn hierbij belangrijke elementen.
- Een vermindering van bouwfysische eigenschappen en een vermindering van het comfort werden door de deelnemers minder vaak dan verwacht aangehaald als mogelijke zwaktes. In tegendeel zelfs, het evolutief verhogen van het comfort werd vaak aangehaald als een kans.
- Voor bijna elke stakeholdersgroep werd een gebrek aan kennis als een probleem geciteerd door een grote groep deelnemers, zowel algemene kennis over dynamisch bouwen, als bouwtechnische en bouwfysische kennis. De nodige technische kennis kan onder meer opgebouwd worden door het verspreiden van documentatie en het bouwen van prototypes en voorbeeldgebouwen. Hierbij is het belangrijk dat er geleerd wordt uit de fouten van het verleden. Het definiëren en het garanderen van de kwaliteit en het duurzame karakter worden uitdagingen in deze en latere onderzoeksprojecten.
- De huidige manier van bouwen is het resultaat van tradities en gewoonten, verspreiding van goedkope bouwoplossingen, trends, normen en andere. Het is niet wenselijk om de bouwwereld van een wit papier te heruitvinden. Een transitieaanpak waarbij rekening gehouden wordt met de eigenschappen van de huidige bouwwereld lijkt veel zinvoller.
- Net als bij de bevindingen van een sectorbrede enquête naar dynamisch bouwen uitgevoerd door Vandenbroucke et al. (2013) is de financiële investering een belangrijk aandachtspunt voor meerdere stakeholdersgroepen. Een groot deel van de benaderde gebruikers, beheerders en bouwprofessionals vreest voor mogelijke financiële meerkosten door het toepassen van dynamisch bouwen. Nieuwe businessmodellen waarbij eveneens ondersteuning geboden wordt voor mogelijke financiële levenscycluswinsten (of -kosten) en het garanderen van het gebruikerscomfort worden door sommige experts ervaren als een belangrijk ontwikkeldomein voor de nabije toekomst.
- Ondanks de opkomende interesse en het toepassen van dynamisch of veranderingsgericht bouwen zijn er nog steeds misopvattingen rond wat de ontwerp- en bouwstrategie te bieden heeft. Enkele deelnemers waren bijvoorbeeld van mening dat dynamisch bouwen zou leiden tot standaardbouwoplossingen, terwijl het net de bedoeling is om meerdere gebouwconfiguraties toe te laten gedurende de levensduur van het gebouw.
- Sommige opgegeven sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen werden niet onderbouwd. Verder onderzoek zal moeten uitmaken of het oordeel van de deelnemers gerechtvaardigd is of niet. Er dient verder bekeken te worden of de opgegeven zwaktes en bedreigingen niet gemakkelijk voorkomen kunnen worden en of de sterktes en kansen verder vergroot kunnen worden. Dergelijke informatie dient op een transparante wijze verspreid te worden naar alle belanghebbenden.

Een hindernis bij het verspreiden van informatie omtrent dynamisch of veranderingsgericht bouwen is het gebruik van vakspecifieke terminologie, waar afhankelijk van de bron andere betekenissen gegeven worden aan veelgebruikte termen. Om deze verwarring uit de weg te gaan, werd binnen dit werkpakket eveneens gestart met het ontwikkelen van een gemeenschappelijke taal. Op basis van enkele belangrijke beleids- en studiedocumenten

werden de belangrijkste termen omtrent dynamisch bouwen geïdentificeerd en werd ook verwarrend, slecht of foutief woordgebruik aangekaart.

Het onderzoekconsortium raadt aan om deze gemeenschappelijke taal te verspreiden naar belanghebbenden, via een downloadbare brochure via de OVAM-website [www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen](http://www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen). Per stakeholdergroep kan worden gekeken welk communicatiemiddel het meest van toepassing is. Het verspreiden van deze informatie wordt gezien als een eerste stap binnen de beoogde transitie. En hoewel deze gemeenschappelijke taal ongetwijfeld verder zal evolueren, kan ze in deze evolutie de rol van katalysator opnemen.



# 3 Analyse van voorbeeldprojecten 'Veranderingsgericht (ver)bouwen'

## 3.1 Inleiding

Het doel van de analyse van de voorbeeldprojecten is om de volgende vragen te beantwoorden:

- Hoe worden de dynamische bouwprincipes toegepast in uitgevoerde voorbeeldprojecten op gebouw- en gebouwelementniveau?
- Welke meerwaarde bieden de concepten van dynamisch bouwen voor projecten in huisvesting, scholenbouw en zorginfrastructuur?
- Welke moeilijkheden/nadelen worden ondervonden bij het implementeren van dynamisch bouwen?
- Welke voordelen van dynamisch bouwen worden niet opgenomen in de huidige duurzaamheidsmeters?
- Welke bijkomende criteria dienen worden te geïntegreerd bij de evaluatie van projecten om bijkomende voordelen van dynamisch bouwen mee in rekening te brengen?

Een antwoord werd geboden op bovenstaande vragen door het verzamelen van projectgegevens op basis van beschikbare literatuur betreffende het ontwerp, de materialisatie en de (bouw)technische prestatie en - indien mogelijk – door contact met de betrokken ontwerpers.

De analyse van de cases heeft als doel om bijkomende lessen te trekken uit goede praktijken van dynamisch bouwen, maar ook om bestaande lacunes te identificeren binnen de huidige duurzaamheidsmeters. Op basis van de analyse kunnen ontbrekende criteria binnen de huidige duurzaamheidsmeters voor scholen en woongebouwen worden geformuleerd die een algemene duurzame bouwpraktijk in Vlaanderen kunnen helpen bevorderen. Dit laat toe om het bestaande evaluatiekader voor duurzaam (en dynamisch) bouwen in Werkpakket 3 verder op te stellen voor de Vlaamse bouwcontext. De verdere bespreking en verificatie van deze criteria maakt deel uit van Werkpakket 3.

Voor elk van de projecten wordt een overzicht gegeven van de *duurzaamheidsmaatregelen* die genomen zijn en de *technische en functionele eigenschappen*. De focus ligt voornamelijk op maatregelen die getroffen zijn op vlak van dynamisch bouwen. Daarnaast worden onder *duurzaamheidsaspecten* ook bijkomende maatregelen besproken die worden genomen rond onder andere energie, grondstoffen & afval, water en natuurlijk milieu, maar ook socio-economische maatregelen zoals betaalbaarheid.

De volgende projecten worden in de volgende paragrafen besproken:

- renovatie van het sociaal woningcomplex 'Sterrenveld' (BE) door Architectenbureau Quiryne Jacobs
- nieuwbouw van appartementsgebouw 'Grundbau und Siedler '(D) door BeL Sozietät für Architektur
- nieuwbouw van het ziekenhuiscomplex 'AZ Groeninge' (BE) door Baumschlager Eberle en Osar architects
- nieuwbouw van LLEXX modulair uitbouwbaar eenheden voor o.a. schooltoepassingen (BE) door Hahbo/Frisomat

De selectie van deze 4 projecten is een onderdeel van een langere lijst aan voorbeeldprojecten. In Bijlage 2 wordt er voor de 4 geselecteerde projecten en 6 andere voorbeeldgebouwen een samenvatting gegeven.

## 3.2 Renovatie Sterrenveld - Zonneveld<sup>3</sup>



Figuur 3.1: sfeerbeelden van het renovatieproject Sterrenveld – Zonneveld © VMSW

### 3.2.1 Projectbeschrijving

De tuinvijk Ban-Eik te Wezembeek-Oppem gold in de naoorlogse periode als modelwijk voor de sociale woningbouw: de combinatie van hoog- en laagbouw zorgde voor een hoge woondichtheid met veel open ruimte en groen. Er was bovendien een sterke diversiteit van functies aanwezig en een centrale stookplaats voorzag de buurt van collectieve wijkverwarming. De renovatie van twee naoorlogse hoogbouwblokken Zonneveld en Sterrenveld in deze tuinvijk drong zich een aantal jaren geleden op nadat bleek dat beide gebouwen nog weinig comfort boden volgens huidige maatstaven en ze de leefbaarheid van de wijk in het gedrang brachten (m.b.t. vandalisme en gevoel van onveiligheid). Oorspronkelijk werd afbraak van beide gebouwen door de huisvestingsmaatschappijen overwogen. Maar nadat een studie uitwees dat nieuwe hoogbouw op die plaats stedenbouwkundig niet toegelaten was en de bestaande draagstructuur nog in perfect staat was, werd voor renovatie van beide gebouwen gekozen.

Door de identieke appartementsgebouwen Zonneveld en Sterrenveld te renoveren volgens verschillende principes kunnen de voor- en nadelen van renovatiestrategieën vergeleken worden. Zonneveld werd gerenoveerd volgens de 'klassieke' wijze (2002) en Sterrenveld in 2007 volgens de principes van "Ecologische en Duurzame Sociale Woningbouw" (EDSW) met behulp van Europese subsidies. De ombouw van het appartementsgebouw Sterrenveld naar een laag-energie appartementsgebouw had eveneens als doel als studieproject te dienen voor toekomstige renovaties van collectieve sociale woningbouw.

### 3.2.2 Gebouwkenmerken

Zonneveld en Sterrenveld zijn hoogbouw appartementsblokken die langs elkaar gebouwd zijn in de tuinvijk Ban-Eik te Wezembeek-Oppem. Deze sociale appartementsgebouwen zijn representatief voor een groot aantal sociale appartementsgebouwen die in dezelfde periode

<sup>3</sup> Deze analyse is hoofdzakelijk gebaseerd op de volgende literatuurbronnen:

- publieke informatie van het VMSW, door Struyf (2002)
- Passieffhuis-Platform, onderzoeksproject LEHR – Low Energy Housing Retrofit, via [www.lehr.be/NL-P-Sterrenveld.htm](http://www.lehr.be/NL-P-Sterrenveld.htm)
- de Inventaris Onroerend erfgoed, via <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/dibe/geheel/26827>
- het RCR studie bureau, projectfiches 'Renovatie Appartementsgebouw, via <http://www.rcr-studiebureau.be/>

gebouwd zijn en vandaag met zware technische, functionele, en vaak ook sociale problemen kampen.

Door de gebouwenkenmerken van de oorspronkelijke gebouwen en de renovatie vandaag te analyseren, kunnen inzichten verkregen worden over de invloed van het initiële ontwerp en de toegepaste bouwmethodes op de renovatiemogelijkheden van vandaag.



*Figuur 3.2: De twee appartementsgebouwen Sterrenveld en Zonneveld gelegen in de tuinwijk Ban-Eik te Wezembeek-Oppeem. © Panoramio - © Archief Van Coillie*

## Algemeen

<b>Typologie</b>	Sociaal appartementsgebouw
<b>Bouwjaar</b>	1959
<b>Locatie</b>	Wezembeek-Oppeem (België)
<b>Bouwheer</b>	Gewestelijke Maatschappij voor Volkshuisvesting, Vlaamse regering
<b>Renovatiejaar</b>	Zonneveld in 2002 – Sterrenveld in 2007
<b>Architect</b>	Architectenbureau Quiryne Jacobs, Genk
<b>Studiebureau</b>	RCR studiebureau

In de volgende paragrafen wordt dieper ingegaan op de karakteristieken van het Zonneveld- en Sterrenveldproject voor de renovatie in respectievelijk 2002 en 2007. Ter informatie wordt het oorspronkelijk ontwerp en uitvoering besproken in 0. Beide analyses zijn hoofdzakelijk gebeurd op basis van deskresearch.

### 3.2.2.1 Overzicht van gebouwelementen

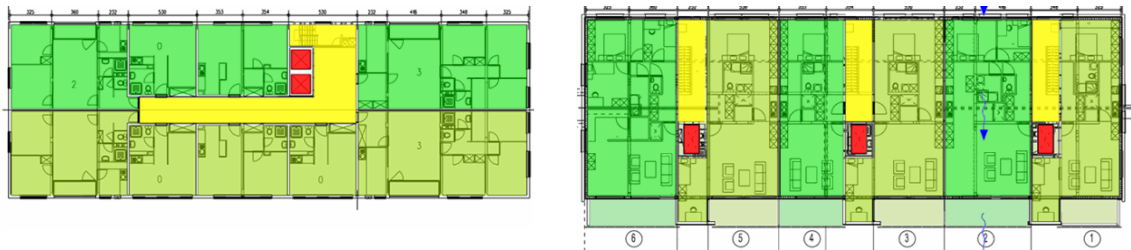
#### Draagconstructie en circulatie

De appartementen in Zonneveld werden behouden zoals in het originele plan, i.e. opgebouwd rond de centrale circulatie en de centrale gang. De aanpassingen tijdens de renovatie hadden enkel betrekking op het vernieuwen van de gevelisolatie, de technieken, de binnenaafwerking van appartementen en het samenvoegen van appartementen tot grotere eenheden. Bijgevolg had de renovatie van Zonneveld geen invloed op de draagconstructie en de circulatie. Om redenen van brandveiligheid werd een externe trap toegevoegd.

De renovatie van Sterrenveld was ambitieuzer met een herindeling van de functies binnen het gebouw, de omvorming tot nieuwe woningtypologieën die over een dubbele oriëntatie beschikten, het aanbrengen van een extern winterterras voor elk appartement en het streven naar een laag-energiegebouw. Voor deze renovatie waren bijgevolg grote architecturale (en

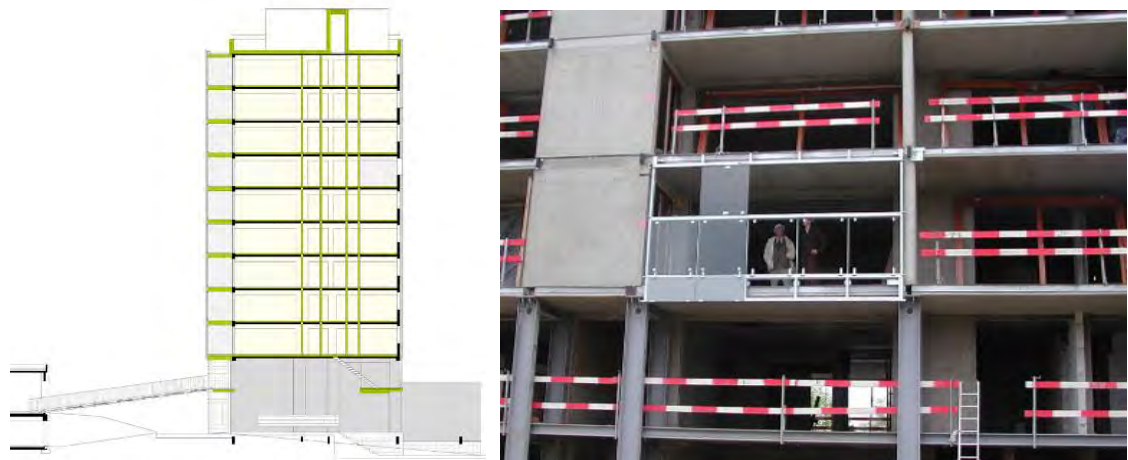
structurele) ingrepen nodig binnen organisatie van het gebouw en de technische uitvoering van details.

De opsplitsing van de oorspronkelijke enkelvoudige gebouwcirculatie naar een meervoudige verticale circulatie maakte de nieuwe planindeling mogelijk (zie [Figuur 3.3](#)): doorzonwoningen met leefruimten gelegen aan de zuidwestelijke zijde van het gebouw. De trap- en liftkoker werden daarvoor volledig verwijderd en vervangen door drie nieuwe kernen met verticale circulatie. De terrassen aan de beglaasde zuidwestgevel vormen een structurele voorzetwand die deze structurele aanpassingen mogelijk maakten en werd opgebouwd uit betonnen schijven en verzinkte stalen kolommen (zie [Figuur 3.4](#)).



**Figuur 3.3: De organisatie van het gebouw Sterrenveld voor (links) en na (rechts) renovatie: zowel op vlak van circulatie, indeling van de appartementen, gebouwgevel als bouwtechnieken werden grondige wijzigingen ingevoerd © Architectuurbureau Quiryne Jacobs**

Voor de overgang van appartementen met enkele oriëntatie naar doorzonwoningen met dubbele oriëntatie werd de oost-westelijke ritmiek van de portieken gevolgd: de binnenstraten worden daarvoor op meerdere plaatsen verwijderd of doorgestoken (zie [Figuur 3.3](#)).



**Figuur 3.4: Aan de originele draagstructuur werd een externe voorzetwand toegevoegd die de terrassen draagt, zodat de bestaande betonnen bouwstructuur niet extra belast wordt © Architectuurbureau Quiryne Jacobs**

De bergingen die zich in de bestaande toestand op de gelijkvloerse verdieping bevonden, werden overgebracht naar de eerste verdieping, zodat op de gelijkvloerse verdieping nieuwe woonegelegenheden konden voorzien worden. Het nieuwe volume met woningen op de gelijkvloerse verdieping (noordoostgevel) sluit aan bij de laagbouw van de wijk. De uitbreiding werd opgebouwd uit metselwerk en afgewerkt met houten gevelbekleding.





*Figuur 3.5: Verbouwen van berging op gelijkvloerse verdieping tot nieuwe eengezinswoningen © LEHR*

### Gebouwschil

In **Zonneveld** werd de gebouwschil thermisch verbeterd door het aanbrengen van externe isolatie, het wegwerken van koudebruggen op balkons en de vervanging van de beglazing. De gevel wordt geïsoleerd door de plaatsing van minerale wol en witte vezelcementbeplating op de bestaande gevel. Nieuwe balkons worden opgehangen aan de dakconstructie. Het uiteindelijke K-peil dat bereikt wordt met de ingrepen in Zonneveld is K55.

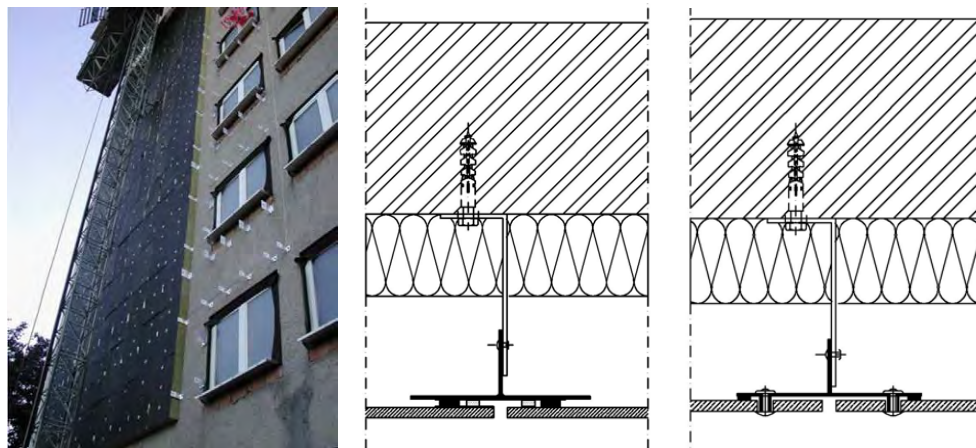


*Figuur 3.6: Het gebouw Zonneveld met zijn vernieuwde gebouwschil en opgehangen balkons na renovatie © LEHR © Architectuurbureau Quiryren Jacobs*

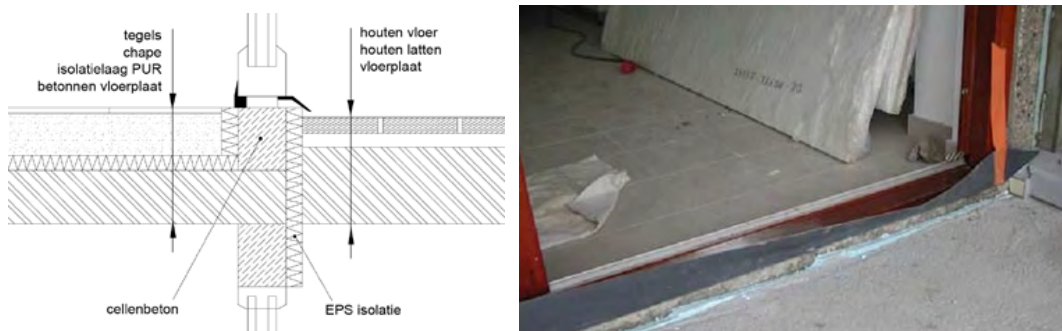
Bij **Sterrenveld** werd de buitenzijde volledig ingepakt met lichte bekledingsmaterialen, zoals vezelcementplaten, cederbekleding en buitenpleisterwerk om koudebruggen ter hoogte van de gevel te vermijden. Bestaande vloerconstructies die van binnen naar buiten doorlopen werden geïsoleerd langs buiten. Op de kopse gevelzijden werd bovenop de bestaande gevelopbouw een nieuwe vezelcementbeplating voorzien bovenop een aangebrachte isolatielaag van minerale wol (15 cm) met spouw (3 cm). De aluminium draagankers en draaglatten voor de vezelcementbeplating worden op houten kepers bevestigd. Afhankelijk of de bevestiging van deze vezelcementplaten op de aluminium profielen gebeurt aan de hand van rivetten, klinknagels of lijm kunnen deze platen in de toekomst niet-destructief gedemonteerd worden (zie Figuur 3.7).

Voor de nieuwe ramen werd gekozen voor houten buitenschrijnwerk met verbeterde dubbele beglazing (met een U-waarde voor de beglazing van  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). De gebruikte zachte isolatieplaten lopen ononderbroken door achter de verschillende types van gevelbekleding om zo koudebruggen tussen verschillende gevelvlakken te vermijden.

Nieuwe koudebruggen ter hoogte van de nieuwe buitenterrassen zijn vermeden door de nieuwe voorzetgevel thermisch volledig los te koppelen van de bestaande structuur door harde isolatieplaten te gebruiken en chemische ankers te gebruiken (zie Figuur 3.8).



**Figuur 3.7:** Isoleren van de gebouwgevel van Sterrenveld tijdens de renovatie met minerale wol en vezelcementbeplating; bevestiging van vezelcementbeplating op aluminiumstructuur met lijm (foto midden) of met klinknagels of rivetten (foto rechts) © Architectuurbureau Quiryne Jacobs © Eternit



**Figuur 3.8:** Thermische onderbreking tussen de appartementen en de nieuwe wintertuinen in gebouw Sterrenveld © LEHR

De nieuwe voorzetgevel aan de zuidwestelijke zijde bestaat uit een stalen draagstructuur en prefab-betonelementen. Hoewel dit niet tot de doelstellingen hoorde, biedt deze nieuwe zelfdragende (voorzet)gevel van Sterrenveld toekomstige mogelijkheden op vlak van uitbreiding van de wooneenheden naar de zuidwestelijke zijde.

### Interieur

De organisatie van de nieuwe plannen van **Zonneveld** verschillen weinig van de plannen vóór de renovatie, gezien de nieuwe indeling bepaald wordt door de bestaande technische kokers die behouden worden: keukens en sanitaire zones blijven op dezelfde plaats gepositioneerd. De wooneenheden worden vergroot (binnen zones bepaald door de ritmiek van de draagstructuur) om aan de minimale oppervlaktes -opgelegd door de VMSW- te voldoen. Er wordt in het plan weinig bijkomende aandacht besteed aan latere mogelijke aanpassingen. Appartementen aan de kopse gebouwkanten krijgen een bijkomend buitenterras dat grenst aan de leefruimte. De bijkomende brandtrap aan de zuidelijke kant zorgt voor een verdere splitsing van het verdieplingsplan in twee zones, zodat geen appartementen met dubbele oriëntatie kunnen gevormd worden nu of in de toekomst.

De nieuwe planorganisatie van **Sterrenveld** houdt rekening met toekomstige aanpassingen, zowel binnen één wooneenheid, als op vlak van verschillende wooneenheden. Doordat de nieuwe appartementen in Sterrenveld ingedeeld worden aan de hand van lichte scheidingswanden, blijft een toekomstige interne indelingsvrijheid gegarandeerd (zie Figuur 3.9). Tussen twee aanliggende appartementen (gescheiden door de oorspronkelijke portieken) is het eveneens mogelijk om van twee gelijke appartementen één groter appartement te maken, of twee van ongelijke grootte. Daarvoor dienen wel op destructieve wijze openingen gemaakt te worden in de woningscheidende wanden. Indien de trap en lift meer naar het noordoosten

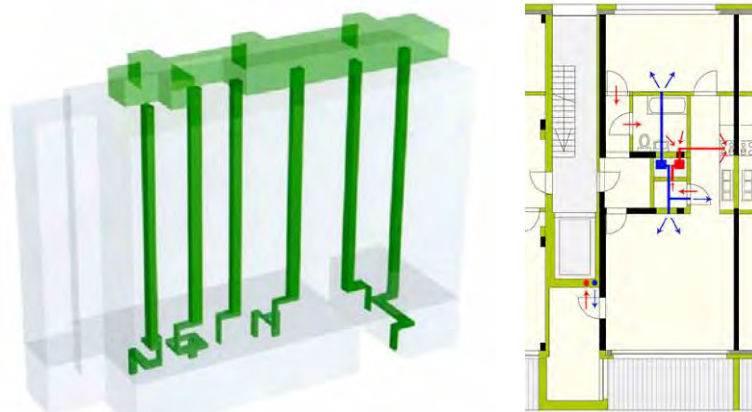
gepositioneerd zouden zijn<sup>4</sup>, bijvoorbeeld slechts over de helft van de diepte van het gebouwplan, zou een lange rechthoekige zone aan de zuidwestelijke zijde kunnen ontstaan met een grotere functionele inzetbaarheid voor twee wooneenheden die gescheiden zijn door de horizontale circulatie. Momenteel is aan de zuidwestelijke zijde wel een ruimte aanwezig die door twee wooneenheden kan worden aangesproken, maar door de aanliggende liftkoker is deze zone weinig bruikbaar.



*Figuur 3.9: Verdiepingsplan van Sterrenveld op verdieping 7 © LEHR*

### Technieken

Bij de renovatie van **Zonneveld** werden de technieken volgens de klassieke wijze gerenoveerd. Keukens en badkamers werden vervangen, de elektriciteit en verwarming werd vernieuwd en ventilatiesysteem C (i.e. natuurlijke aanvoer en mechanische afvoer van lucht) werd voorzien in de appartementen. De aanwezige technische kokers werden daarvoor hergebruikt. Vanuit de nieuwe centrale stookplaats op het dak vertrekken de leidingen in centrale kokers en worden deze verder verdeeld doorheen de centrale gangen.



*Figuur 3.10: Verticale en horizontale organisatie van de technieken (elektriciteit, ventilatie, water en verwarming) van de appartementen in het gebouw Sterrenveld © LEHR*

Vanuit de doelstelling van de case Sterrenveld om als voorbeeldproject van laag-energiegebouw voor renovatie te fungeren, werden tijdens de renovatie van het tweede gebouw meer ingrijpende ingrepen doorgevoerd op het technische gebied. Een nieuwe verdieping bovenop het gebouw geeft onderdak aan de nieuwe voorzieningen voor de technische installaties, waaronder mechanische ventilatie met warmteterugwinning, zonnecollectoren (vacuümbuizen), fotovoltaïsche cellen, radiatoren op lage temperatuur, waterbesparende toestellen, en een gebouwbeheersysteem. Deze technische installaties maken een belangrijke vermindering van het energie- en het watergebruik mogelijk. Vanuit de centrale stookplaats op

<sup>4</sup> De verticale circulatie dient in dit geval anders opgelost te worden, bijvoorbeeld door een draaiende trap met overloop te voorzien, in plaats van een rechte steektrap.

het dak vertrekken de leidingen in centrale kokers en worden deze verder verdeeld doorheen de centrale gangen (zie Figuur 3.10).

Bij de keuze om de nieuwe technische kokers te plaatsen diende rekening gehouden te worden met de beperkte verdiepingshoogte. De verdeling van de nieuwe technische voorzieningen over de verschillende wooneenheden gebeurt daarom via zes centrale verticale kokers (zie Figuur 3.10). De kokers bevinden zich centraal in het appartement zodat de toevoer en de afvoer van lucht (ventilatiesysteem type D) geregeld kan worden zonder de verdiepingshoogte nog verder te verkleinen<sup>5</sup>. Deze sterke groepering van de technische kokers zorgt voor een grote indelingsvrijheid van de leefruimte en laat toekomstige planwijzigingen rond deze technische koker nog steeds toe.

### Energieprestatie

In **Zonneveld** zorgden de getroffen maatregelen op vlak van isolatie van de buitenschil en vernieuwde technische installaties dat een K-peil behaald wordt van K55 en een energieprestatie van 100kWh/m<sup>2</sup>a.

In **Sterrenveld** kon een K-peil van K28 behaald worden en een primair energieverbruik van 75kWh/m<sup>2</sup> per jaar door het toepassen van simultane ingrepen. Er werd een winter- en een zomerstrategie geïntroduceerd voor het gebruik van het gerenoveerde gebouw doorheen het volledige jaar. In de winter worden de zonnewinsten optimaal benut: de nieuwe indeling met zijn doorzonappartementen die noordoost - zuidwest zijn georganiseerd, zorgen voor daglichttoetreding gedurende de hele dag. De wintertuinen aan de zuidwestgevel functioneren met gesloten ramen in extreme winteromstandigheden als een thermische buffer (serre-effect) en in de zomer wordt oververhitting van appartementen tegengegaan door beschaduwing van de wintertuin aan de zuidwestzijde te voorzien en de ramen open te zetten. Daarnaast daalt de algemene verwarmingsbehoefte van de appartementen in Sterrenveld door mechanische ventilatie met warmteterugwinning te voorzien. Bijverwarming gebeurt door radiatoren op lage temperatuur. De keuze voor doorzonwoningen zorgt ook voor de mogelijkheid van natuurlijke dwarsventilatie (zoals natuurlijke nachtventilatie gedurende de zomer).

### Akoestiek

In **Sterrenveld** werd de akoestiek tussen twee boven elkaar liggende wooneenheden verbeterd door het aanbrengen van zwevende dekvloeren. De akoestiek tussen aanliggende appartementen werd verbeterd door ont dubbelde binnenwanden.

### Brand

Bij **Zonneveld** werd de binnenstraat doorgetrokken naar een bijkomende externe buitentrap zodat een tweede evacuatieweg gerealiseerd kon worden zoals de brandnormen vereisen voor hoogbouw. Daarnaast zijn door de invoer van een afzonderlijk sas met branddeuren de liften en trappen apart bereikbaar gemaakt.

Tijdens de renovatie van **Sterrenveld** werd de nieuwe circulatie naar de appartementen omwille van brandveiligheidsnormen opgevat als buitentrappen.

### Comfort

Voor renovatie van het modelgebouw **Sterrenveld** werd een hoge woonkwaliteit vooropgesteld: een goed wooncomfort door middel van aangepaste planindeling en nieuwe technische voorzieningen, een aanpassing van de woonoppervlaktes aan huidige normen, het bieden van een kwalitatieve oriëntatie, het reduceren van het energiegebruik en het verbeteren van de akoestiek tussen appartementen. Het comfort van de appartementen werd bovendien verbeterd door het nieuwe terras dat tijdens de winter functioneert als wintertuin en in de zomer als open balkon, met een verbeterde daglichttoetreding in de appartementen.

Bij de renovatie werd het aantal sociale appartementen van 89 naar 61 teruggebracht, met een mix van één-, twee- en drie-slaapkamer (rolstoeltoegankelijke) appartementen en per verdieping twee appartementen die voldoen aan de principes van levenslang wonen.

---

<sup>5</sup> De mechanische luchtafvoer van de appartementen gebeurt in de natte ruimtes (badkamer, keuken en berging) en de toevoer van verse lucht gebeurt via de slaap- en leefruimtes. De ventilatie van de slaapkamers die aan de zuidwestgevel gelegen zijn (en dus niet langs deze centrale zone liggen) gebeurt via leidingschachten achter de liften.

### **3.2.3 Dynamisch bouwen**

#### **3.2.3.1 Gebouwniveau**

Op basis van voorgaande analyse van de renovatie van beide gebouwen worden de volgende veranderingsgerichte gebouwenmerken en de daar bijbehorende genomen ontwerpmaatregelen opgenoemd.

##### **Aanpasbaarheid**

- De renovatie van Sterrenveld heeft aangetoond dat gebouwen met een laag wooncomfort en een beperkt aanpassingsvermogen door weldoordachte structurele ingrepen, waaronder een nieuwe verticale circulatie en een structurele voorzetwand, gereorganiseerd kunnen worden zodat een verhoogd comfort en een hogere aanpasbaarheid voor de toekomst mogelijk worden.
- Bij de renovatie van het gebouw Sterrenveld is rekening gehouden met een wijzigende indeling van de nieuwe appartementen in de toekomst door het gebruik van lichte scheidende binnenwanden.
- Het is mogelijk om in de toekomst aanliggende appartementen samen te nemen of de configuratie van de twee appartementen te wijzigen (bijvoorbeeld 1 grotere en 1 kleinere wooneenheid) mits nieuwe openingen in de woningscheidende wanden worden gemaakt, weliswaar op destructieve wijze, gezien deze wanden niet demonteerbaar ontworpen zijn.
- De aanbouw van externe wintertuinen aan één gevelzijde van Sterrenveld laat toe om in de toekomst uitbreiding van de wooneenheden langs deze zijde mogelijk te maken.
- Het sterk groeperen van de technische kokers (1 per appartement) met zowel elektriciteit, verwarming, water en ventilatie verhoogt de indelingsvrijheid van de ruimte rond deze kern. Anderzijds maakt deze ingreep het mogelijk om een nieuw ventilatiesysteem te voorzien (i.e. mechanische ventilatie met warmteterugwinning) zonder verdiepingshoogte te verliezen in de appartementen.

##### **Multi-inzetbaarheid**

- Door de lage verdiepingshoogte in naoorlogse gebouwen zijn deze gebouwen moeilijk inzetbaar voor andere dan woonfuncties en bergruimte.

#### **3.2.3.2 Elementniveau**

Op elementniveau zijn de volgende veranderingsgerichte maatregelen genomen:

##### **Demonteerbaar en omkeerbare verbindingen**

De beglaasde gevelelementen die toegevoegd werden ter hoogte van de terrassen aan de zuidwestelijke voorzetgevel zijn demonteerbaar gezien omkeerbare verbindingen zijn toegepast. Op de plaatsen waar er boutverbindingen gebruikt werden (die niet achteraf gelast werden) en de betonnen prefab-elementen gemakkelijk verwijderd kunnen worden, kunnen de stalen componenten (kolommen en liggers) van de draagconstructie hergebruikt worden. Ook de vezelcementbeplating op de gevels en het dak is demonteerbaar, daar waar droge verbindingen zoals rivetten zijn toegepast (en geen directe lijmverbinding).



**Figuur 3.11: Demonteerbare gebouwonderdelen in Sterrenveld © LEHR**

### **Prefabricage**

- Voor de nieuwe voorzetgevel werd gebruik gemaakt van geprefabriceerde betonnen componenten voor de gesloten gevelelementen.

### **3.2.3.3 Meerwaarde door dynamisch bouwen**

De reorganisatie van Sterrenveld van een statisch gebouw naar een dynamisch gebouw met aanpasbare appartementen en demonteerbare gevelelementen heeft de volgende meerwaarde voor de bewoners en de eigenaar (sociale huisvestingsmaatschappij):

- De aangepaste circulatie zorgt voor een grotere diversiteit aan woningtypologieën. De oorspronkelijke circulatie met binnenstraat legde de diepte en de oriëntatie van woningen vast; door de verticale circulatie op te splitsen krijgt het gebouw meer vrijheid voor de indeling in appartementen en zijn doorzonwoningen mogelijk.
- De uitvoering van lichte scheidingswanden in de nieuwe appartementen maakt het in de toekomst gemakkelijker om de woningtypes aan te passen aan wijzigende gebruikseisen.
- Door de nieuwe planorganisatie kunnen de appartementen zowel in de diepte als in de breedte uitbreiden of verkleind worden.
- De nieuwe voorzetgevel geeft aanleiding tot een wijzigend gebruik van de buitenruimte: het buitenterras kan eventueel omgevormd worden tot bijkomende binnenruimte.
- De demonteerbare uitbreiding van het gebouw kan op het einde van de gebouwlevenscyclus (bijvoorbeeld wanneer de technische levensduur van de betonnen draagstructuur bereikt is) eenvoudiger gedemonteerd en hergebruikt worden binnen andere projecten.

### **3.2.3.4 Ondervonden moeilijkheden/ nadelen implementatie dynamisch bouwen**

- Het was niet eenvoudig om binnen een bestaande gebouwcontext de vooropgestelde doelstellingen omtrent wooncomfort en lage-energie renovatie te realiseren. De bestaande draagconstructie (skeletstructuur), de circulatie en de beperkte verdiepingshoogte stelden de architecten en ingenieurs voor een complex vraagstuk om alle doelstellingen in praktijk om te zetten. Met de nodige creativiteit werd Sterrenveld echter omgevormd tot een gerenoveerd gebouw met belangrijke kwaliteiten die een nieuwbouw kunnen evenaren.
- Om de (structurele) ingrepen door te voeren was een groot budget vereist waarvoor beroep kon gedaan worden op onder meer Europese financiering.

## **3.2.4 Duurzaam bouwen**

### **3.2.4.1 Milieugerelateerde maatregelen**

#### **Energie**

Binnen Sterrenveld werd via hernieuwbare energie ingezet op energiebesparende maatregelen voor de verwarming, het sanitair warm water en de verlichting.

Het sanitair warm water wordt opgewekt via twee condenserende gasketels en via een zonneboiler. Op het dak werd geopteerd voor vacuümbuizen omwille van de beperkte dakoppervlakte (de buizen worden verticaal geplaatst tegen de gevel).

Op het dak werden eveneens fotovoltaïsche cellen geplaatst voor het elektriciteitsverbruik van de technische installatie voor de appartementen. De overige behoefte aan elektriciteit wordt van het net gehaald. De aangepaste planindeling (doorzonwoningen) helpt deze behoefte te verminderen: door de dubbele oriëntatie en de verbeterde daglichttoetreding is er een lagere vraag naar kunstmatige verlichting. De verlichting zelf is energiezuinig toegepast (onder meer door spaarlampen en bewegingsdetectoren).

Om het rendement van de installaties in de specifieke situatie van collectieve sociale woningbouw te onderzoeken werden verschillende meetinstrumenten en een gebouwbeheerssysteem (GBS) voorzien. Alle technische systemen werden gemonitord en gecontroleerd, zowel in Zonneveld als in Sterrenveld. De monitoring van Zonneveld en Sterrenveld (standaard renovatie versus laag-energie renovatie) liet toe om naast optimalisatie van de installaties ook de energieprestaties van de installaties door te lichten. Het belang van monitoring en het instellen van de apparatuur werd bevestigd, zeker voor de eerste jaren na de renovatie. Voornamelijk de zonne-apparatuur diende aangepast te worden. Daarnaast was de impact van de isolatiewaarden duidelijk zichtbaar in de metingen. Ook de invloed van bewoners was duidelijk meetbaar: in Sterrenveld was de vereiste comforttemperatuur relatief laag als gevolg van grotere families die in de nieuwe appartementen woonden. Daardoor kon de overgedimensioneerde verwarmingsinstallatie niet efficiënt ingezet worden voor de lage energievraag en schakelde deze steeds aan en uit. Waar de efficiëntie geschat werd rond 100% bleek na optimalisatie dat slechts een efficiëntie haalbaar was van 84%.

### **Materialen, grondstoffen en afval**

De belangrijkste keuze op vlak van duurzaam materiaal-, grondstoffen- en afvalbeheer bij deze projecten is de keuze om de gebouwen Zonneveld en Sterrenveld te renoveren in plaats van voor afbraak en nieuwbouw te opteren. De draagstructuur bleek immers nog een lange technische levensduur te bezitten en door renovatie kon de ontginning van nieuwe materialen en de productie van sloopafval vermeden worden.

Daarnaast werd aandacht besteed aan het gebruik van natuurlijke materialen: vezelcementplaten, houten ramen en -afhankelijk van de plaats van toepassing- aluminium profielen afdekking (voor een verminderd onderhoud).

### **Water**

Er wordt in Sterrenveld op verschillende manier zuinig met water omgegaan met betrekking tot het verbruik van water tijdens de gebruiksfase. In de appartementen worden enerzijds kranen voorzien met een verlaagd watergebruik door een bijkomende weerstand die dient overwonnen te worden bij het opendraaien, en anderzijds de invoering van toiletten met een zeer kleine spoeling (2,5 en 4l). Op wijkniveau werden er buitenverhardingen voorzien in waterdoorlaatbare materialen om een snelle indringing van het regenwater mogelijk te maken. Op het dak van de nieuwe wooneenheden van het Sterrenveld-gebouw is tevens een groendak voorzien dat voor een bijkomende regenwaterbuffer zorgt.

Het hergebruik van regenwater voor sanitaire toestellen werd overwogen, maar niet toegepast, gezien de voordelen niet opwogen tegen de hoge investeringskosten bij renovatie.

#### **3.2.4.2 Socio-economische maatregelen**

De maatregelen om een lage-energie renovatie tot stand te brengen hebben gunstige effecten voor de energierekening van de bewoners in de context van collectieve sociale huisvesting. De onderstaande tabel (zie Figuur 3.12) geeft de vergelijking van de uiteindelijke winsten weer die geboekt konden worden voor beiden gerenoveerde gebouwen. De investeringen die nodig waren om de renovatie van Zonneveld en Sterrenveld uit te voeren zijn opgenomen in Figuur 3.13.

	15.10.07 - 15.10.08		15.10.08 - 15.10.09	
	Zonneveld 70 app.	Sterrenveld 61 app.	Zonneveld 70 app.	Sterrenveld 60 app.
warm water (L)	1.066.320	1.104.120	1.123.340	1.030.170
kWh/l warm water	0,090517	0,075487	0,084169	0,068720
% besparing zonneboiler		16,60%		18,35%
warm water (kWh)	96.520	83.346,6	94.550	70.793
verwarming (kWh)	248.193	255.203	264.887	247.935
Luchtgroep		8.066,7		11.740
verlies (kWh)	215.747	142.401	207.083	131.026
totaal (kWh)	560.460	489.017,3	566.520	461.494
% verlies	38,5%	29,1%	36,6%	27,7%
netto winst verw. (kWh)		71.442,7		93.286
# m <sup>2</sup> verw. opp.	4.600	4.845,52	4.600	4.845,52
kWh/m <sup>2</sup> per periode excl. SWW	100,9	83,7	102,6	80,6

**Figuur 3.12: Vergelijking tussen de gebruikgegevens van Zonneveld en Sterrenveld. Bij deze cijfers dient opgemerkt te worden dat door ontwerpkeuzes (traphallen en circulatie in buitenomgeving) de verliesoppervlakte bij Sterrenveld hoger ligt dan bij Zonneveld © LEHR**

	Raming voorontwerp	Raming aanbesteding	Toewijzing (*)	oplevering
Ventilatie	63.557,00	64.700,00	66.217,00	66.217,00
Verwarming	229.333,00	316.565,00	355.298,00	346.722,97
Sanitair	278.663,00	302.554,00	296.276,00	288.277,56
Lift	130.000,00	109.371,00	156.449,00	157.365,83
elektriciteit	217.137,00	244.649,00	362.444,00	355.978,88
<b>Totaal</b>	<b>908.690,00</b>	<b>1.037.839,00</b>	<b>1.236.684,00</b>	<b>1.214.562,24</b>

	Raming voorontwerp 15.10.2002	Raming aanbesteding 04.06.2003	Toewijzing 22.08.2003	Oplevering 05.06.2007
S1 Ventilatie	185.000,00	153.656,50	215.290,00	
S1 Verwarming	380.000,00	407.135,50	542.173,77	
S1 Sanitair	475.000,00	322.180,50	372.278,79	
S1 Liften	235.000,00	244.900,00	161.020,00	
S1 Elektriciteit	390.000,00	441.591,60	315.213,69	
<b>Totaal S1</b>	<b>1.665.000,00</b>	<b>1.569.464,10</b>	<b>1.605.976,25</b>	

**Figuur 3.13: Budgetevolutie voor de renovatie van Zonneveld (boven) en Sterrenveld (onder) in EURO excl. BTW © RCR studie bureau**



### 3.2.4.3 Toevoeging dynamisch bouwen in beleids- en praktijkinstrumenten voor duurzaam bouwen.

Het Sterrenveld-project toont aan dat het verbouwen van (sociale) woningcomplexen een geïntegreerde aanpak vereist. Niet alleen slaagde men erin om lage-energiewoningen met een verhoogd comfort op te leveren, de eenvoudige planlay-out laat toekomstige veranderingen toe. Een goed voorontwerp dat zich toelegt op duurzaam bouwen in al zijn aspecten – waaronder veranderingsgericht bouwen – is dan ook van groot belang.

Bij het ontwerpen van de renovatie van de sociale woontoren (i.e. 2004 – of vermoedelijk vroeger) was er een gebrek aan beleids- en praktijkinstrumenten voor duurzaam bouwen. Het C2008-bestek van de VMSW werd maar pas 4 jaar later gepubliceerd.

De ervaringen van het Sterrenveld-project leren ons dat veranderingsgericht bouwen niet beperkt is tot nieuwbouw. Ook al zijn de ontwerprijheden ten opzichte van nieuwbouw meestal kleiner, men kan bij renovatie wel degelijk rekening houden met de aanpasbaarheid van gebouwen, prefabricage van (gevel)elementen en demontage van sommige componenten van de gevel en de draagconstructie. Via het bestek had men echter meer aandacht kunnen schenken aan de toekomstige nood aan vervanging van gebouwelementen – en componenten ervan – opdat sloopafval zo veel mogelijk vermeden wordt en hergebruik gestimuleerd werd.

## 3.3 Smart Price House – Grundbau und Siedler<sup>6</sup>



Figuur 3.14: sferbeelden van het nieuwbouwproject Grundbau und Siedler © IBA Hamburg © BeL Sozietät für Architektur

### 3.3.1 Projectbeschrijving

Het concept voor Smart Price House 'Grundbau und Siedler' ontstond vanuit de vraag om voor minder dan 1000€/m<sup>2</sup> een appartementsgebouw te ontwerpen. Het project is gebaseerd op het "Do-It-Yourself" (DIY) bouwprincipe als strategie voor toekomstige bewoners om de bouwkosten te verlagen door middel van een eenvoudig en goedkoop bouwsysteem dat door de bewoners zelf individueel aangekocht kan worden en gebouwd kan worden. Het architectuurbureau BeL Sozietät für Architektur stelt een filosofie voorop waarbij de toekomstige bewoners hun appartement stapsgewijs kunnen inrichten naargelang hun eigen evoluerende financiële middelen en hun wijzigende gezinssituatie.

De draagconstructie, trappenkoker, lift en technische aansluitingen (de zogenaamde 'Grundbau') worden tijdens de eerste bouwfase voorzien, en worden ter beschikking gesteld van de nieuwe bewoners. De bewoners (in Engels: 'settler'; in Duits: 'Siedler') kunnen

<sup>6</sup> Deze analyse is tot stand gekomen op basis van:

- IBA Hamburg. (2013). Smart Price House - Basic Building and Do-It-Yourself Builders.

- Presentatie op 'International Conference Affordable & Sustainable Housing', op 2 augustus 2013, via [www.youtube.com/watch?v=R-W-3nvtVA](http://www.youtube.com/watch?v=R-W-3nvtVA).

onafhankelijk van deze vaste structuur hun appartementsindeling kiezen, aangepast aan hun eigen noden. Deze toepassing leunt aan bij het concept 'drager en inbouw' dat John Habraken al introduceerde in 1961.

De investeerder voor de draagstructuur werkt samen met verschillende projectpartners die samen een Do-It-Yourself-shop vormen. Bewoners kunnen in deze winkel bouwcomponenten aankopen om zelf hun wooneenheid binnen de draagconstructie te bouwen. Om de haalbaarheid van de uitvoering te verhogen werd een stapsgewijze gebruiksaanwijzing opgesteld in analogie met meubelen die thuis kunnen worden geassembleerd. De bewoners worden hierbij bijgestaan door projectpartners onder de vorm van workshops en professionele begeleiding door experts.

Het gebouw maakt deel uit van de gebouwenexpositie in Hamburg (IBA Hamburg) en kwam tot stand door een nauwe privé-publieke samenwerking. 'Grundbau und Siedler' was één van de geselecteerde projecten gebouwd in "Wilhelmsburg Central" in de categorie 'Smart Price Houses' binnen een nieuw stadsdeel in het Hamburg Park 2013.

### 3.3.2 Gebouwkenmerken

Het appartementsgebouw van vier verdiepingen ligt op een perceelgrootte van 965 m<sup>2</sup>. Zonder binnenisolatie van de vloeren en de plafonds is er een vrije verdiepingshoogte van 3,2 m op de gebouwkavels.

In de eerste bouwfase werd de gemeenschappelijke drager voorzien door de investeerder waarbij de gemeenschappelijke dragende betonnen skeletstructuur, de circulatie (trap- en liftkoker), technische voorzieningen en de parking gebouwd werden. Daarna werden de 'kavels' beschikbaar gesteld voor toekomstige bewoners door een publieke oproep. In samenwerking met BeL Sozietät für Architektur konden de geïnteresseerde kopers hun individuele wooneenheid binnen deze drager plannen en ontwerpen. Na een selectie van kandidaten konden de bewoners hun plannen uitvoeren door gebruik te maken van aangekochte bouwelementen uit de DIY-bouwcatalogus die door de projectpartners werden opgesteld met een handleiding waarin de uitvoeringswijze en aandachtspunten zijn opgenomen. Voor de uitvoering, de inspectie en de goedkeuring van de werken kregen de bewoners een intensieve begeleiding van de investeerder en de projectpartners.

Het volledige project kostte ca. 2,2 miljoen euro voor een bruto-oppervlakte van 1670 m<sup>2</sup>.



**Figuur 3.15:** Het appartementsgebouw 'Grundbau und Siedler' werd als één van de geselecteerde projecten in de categorie 'Smart Price Houses' voor gebouwenexpositie IBA Hamburg gebouwd in Hamburg Park 2013 © IBA Hamburg

## Algemeen

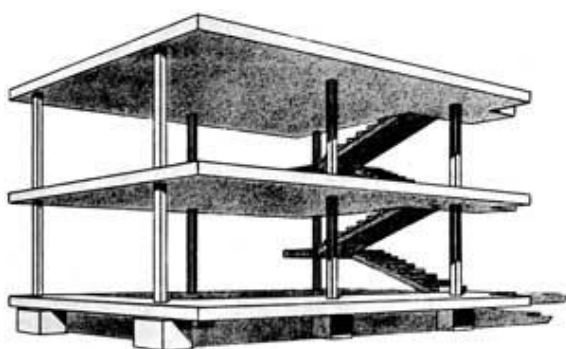
<b>Typologie</b>	Appartementsgebouw
<b>Bouwjaar</b>	2012-2013
<b>Locatie</b>	Hamburg (Duitsland)
<b>Bouwheer</b>	IBA Hamburg
<b>Architect</b>	BeL Sozietät für Architektur (Keulen)
<b>Investeerder</b>	PRIMUS developments (Hamburg)
<b>Partners</b>	Xella (Duisburg), Delmes Heitmann (Seeteval), Hamburg Energie (Hamburg), Haubrich Freiräume (Hamburg)
<b>Studiebureau</b>	Energie & Technic (Sittensen), Jürgen Bernhardt (Keulen)

Onderstaande analyse is hoofdzakelijk gebeurd op basis van deskresearch.

### 3.3.2.1 Overzicht van gebouwelementen

#### Draagconstructie

Het concept voor de draagconstructie en de inbouw is gebaseerd op het Maison Dom-ino van Le Corbusier. Daarbij is de lay-out van het plan volledig onafhankelijk van de draagconstructie zodat een hoge indelingsvrijheid van de toekomstige appartementen bekomen wordt. De draagconstructie bestaat uit betonnen vloeren, vrijstaande kolommen en een dragende kern uitgevoerd in ter plaatse gestort beton. De betonnen draagstructuur blijft zowel tijdens de werken als tijdens het gebruik van het gebouw niet geïsoleerd.



**Figuur 3.16:** De draagstructuur van 'Grundbau und Siedler' volgens de principes van Maison Dom-ino van Le Corbusier © Le Corbusier © IBA Hamburg

De plaatsing van de dragende kolommen in het grondplan werd gestuurd door het architecturale concept voor het gebouw van BeL Sozietät für Architektur. De architecten wensten de ruimten per verdieping in te delen volgens een 'enfilade' van ruimten kenmerkend voor de barokke bouwperiode. Daarbij worden verschillende ruimtes met elkaar verbonden zonder daarvoor een bijkomende circulatiezone te voorzien; elke ruimte kan bereikt worden via het doorlopen van andere ruimten. Daardoor worden (lange) gangen met oppervlakteverlies vermeden voor het verbinden van ruimtes. Dit gedachtengoed werd toegepast in het voorontwerp van de bouwplannen van 'Grundbau und Siedler' en bepaalden de plaatsing van de dragende kolommen in het plan. Voor de uitvoering van de plannen kozen de meeste

bewoners echter voor open ruimten en werd weinig gebruik gemaakt van de 'enfilade' van ruimten vooropgesteld door de architect.



**Figuur 3.17:** De idee van 'enfilade' van ruimten uit de barokke bouwperiode werden toegepast op de plannen van Grundbau und Siedler tijdens voorontwerpfase (rechtsboven). Rechtsonder een voorbeeldplan van de uiteindelijke plannen waarbij meer gebruik gemaakt werd van open ruimtes © BeL Sozietät für Architektur

### Circulatie

Oorspronkelijk stelden de architecten voor om de appartementen via een enkelvoudige trap zonder lift toegankelijk te maken om zo de bouwkosten en toekomstige onderhoudskosten te verlagen. In overleg met de investeerder werd uiteindelijk echter een lift geïntegreerd in de plannen.

De verticale circulatie met lift en trappenkoker werd centraal in het gebouw geplaatst om oppervlakteverliezen te minimaliseren en de toegang tot een maximaal aantal appartementen te verzekeren. In de dragende betonnen kern zijn vier openingen voorzien die een mogelijke toegang geven tot rondom liggende appartementen, waaronder één opening die momenteel toegemets is maar bij herstructurering van wooneenheden heropend kan worden. Door de plaatsing van de circulatie kunnen de appartementen efficiënt bereikt worden, blijft een maximaal aantal mogelijke grondplannen rond de circulatie mogelijk en is de daglichttoetreding en de privacy in de appartementen optimaal.

De lift werd ontworpen als goederenlift, zodat de lift zowel tijdens de constructie als tijdens toekomstige verbouwingen inzetbaar is voor het transport van bouwmaterialen.

### Gebouwschil

Door de keuze van een skeletstructuur als dragende constructie is de gevel niet-dragend en daarom vrij in te vullen. Bovendien wordt in het plan een externe strook voorzien rondom het gebouw die onbebouwd blijft. Hierdoor kan de gevel steeds aangepast worden vanuit het gebouw zonder stellingen. Deze zone vormt eveneens een balkon grenzend aan elke wooneenheid.

Voor de materialisatie en uitvoering van de gevel diende een oplossing gezocht te worden die zowel het 'Do-It-Yourself'-concept van het gebouw als de strenge Duitse isolatienormen respecteerde. De architecten wensten daarom, in analogie met 'informele architectuur' waarbij bewoners hun eigen woningen metsen, dat de gebouwschil door de bewoners zelf eenvoudig zou kunnen worden gemetst. Daarom kozen ze voor massieve (gelijmde) isolerende bouwstenen die door de fabrikant Xella speciaal werden ontwikkeld voor dit project. De gevel kon daardoor uitgevoerd worden zonder voorafgaande expertise en tegelijkertijd voldoet ze aan de isolatienorm opgesteld voor de gebouwexpositie IBA Hamburg 2013 (maximaal 30% onder de Duitse energienorm EnEV 2009). De ramen konden eveneens door de bewoners uitgevoerd worden aan de hand van de handleiding.



**Figuur 3.18: Eenvoudige opbouw van de gebouwschil door middel van geïsoleerde bouwstenen © IBA Hamburg © BeL Sozietät für Architektur**

Het opmerkelijke concept van de gemeenschappelijke draagstructuur met bewoners die verantwoordelijk zijn voor hun eigen gebouwinvulling vraagt om een ongebruikelijke oplossing betreffende de isolatie van de gebouwschil. In dit gebouw vormt de afwerking van de vloeren en plafonds van elke wooneenheid immers de gebouwschil gezien elke cel individueel geïsoleerd dient te worden van boven- en onderbuur - waarvan (nog) niet geweten is of die aanwezig is of zal zijn.



**Figuur 3.19: De isolatie van de 'gebouwschil' van het gebouw gebeurt op ongebruikelijke wijze in het project Grundbau und Siedler: elke unit wordt individueel geïsoleerd binnen de dragende constructie door middel van isolerende bouwstenen voor de gevel, plafond en vloeren © BeL Sozietät für Architektur © IBA Hamburg**

Vandaar dat vloeren/plafonds eveneens geïsoleerd worden binnen de draagstructuur met behulp van geïsoleerde bouwstenen (de draagconstructie zelf is niet geïsoleerd). Dit zorgt er echter voor dat de units niet even 'efficiënt' thermisch geïsoleerd zijn als traditionele bouwprojecten (meer materiaalgebruik dan wanneer de volledige gevel zou geïsoleerd worden). Echter, wanneer aanpassingen plaatsvinden in een individuele wooneenheid (zoals omvorming

van binnenruimte tot buitenruimte, of de verhuis van burelen) blijft de thermische schil steeds gegarandeerd.

De architecten hoopten dat elke bewoner een eigen identiteit zou geven aan de gebouwgevel door voor een verschillende gevelbekleding te kiezen. De bewoners verkozen echter een uniforme gevelbekleding (i.e. bepleistering) voor het volledige gebouw boven een gediversifieerd gevelbeeld. Daarop stelde de investeerder voor om de afwerkingskleur te kiezen uit een pallet kleuren gebaseerd op de kleuren van de logo's van de projectponsors.

### Technieken

De technieken worden centraal voorzien op de kavelen zodat de bewoners sanitaire voorzieningen telkens kunnen aansluiten waar gewenst. Er worden centrale technische kokers voorzien waarop zowel badkamers als keukens aangesloten kunnen worden. De technische kokers zijn op vijf strategische punten voorzien langs dragende kolommen in het grondplan en langs de liftkoker. Dit zorgt voor een grote indelingsvrijheid van de appartementen.



**Figuur 3.20:** De technische kokers liggen sterk gegroepeerd op 5 plaatsen in het grondplan: vier langs de kolommen van de draagstructuur en één langs de betonnen draagkern © BeL Sozietät für Architektur © IBA Hamburg

BeL Sozietät für Architektur voorziet 50% meer verticale kokers voor ventilatie en afwatering dan strikt nodig om een groter scala van planoplossingen mogelijk te maken. De keuze van aangesloten verwarmingstoestellen op deze technische kokers (radiatoren, vloerverwarming, wandverwarming, of andere oplossingen) wordt individueel gekozen per appartement. Ook de warmwaterproductie werd niet gecentraliseerd voor het volledige gebouw, gezien sommige kavelen langer onbewoond kunnen blijven dan andere, wat voor verliezen zou zorgen.

### Interieur

Op elke verdieping kunnen één tot vier appartementen ingedeeld worden, afhankelijk van hun oppervlakte. Appartementen kunnen verschillen in grootte door het vrije verdiegingsplan en variëren in de huidige configuratie tussen 30m<sup>2</sup> en 150 m<sup>2</sup> vloeroppervlakte per wooneenheid.

Het open plan laat binnenin verschillende woningindelingen toe; het ligt vooraf niet vast waar badkamers of keukens komen, of hoe groot leef- en slaapruidten zijn. Er kunnen eveneens buitenruimten worden voorzien. Het open plan laat bovendien toe om appartementen in de toekomst aan te passen aan een wijzigend gebruik of een nieuwe gezinssamenstelling. Indien de appartementen te klein worden kan bijvoorbeeld een buitenruimte omgevormd worden tot een bijkomende slaapkamer of bureau.

De binnenwanden worden uitgevoerd in metselwerk om de kostprijs te drukken en het uitvoeringsgemak te garanderen. De projectpartner Xella gaf voor de uitvoering van de binnen- en buitenwanden speciale workshops zodat de bewoners de binnenwerken zelf zouden kunnen uitvoeren. De uitgevoerde werken werden nadien geïnspecteerd en goedgekeurd door een specialist.



**Figuur 3.21:** De binneninrichting wordt door de bewoners gekozen in functie van financiële middelen en persoonlijke behoeften © IBA Hamburg

### Energieprestatie

Het project op de gebouwenexpositie IBA Hamburg moest voldoen aan minstens 70% van de energieprestatie voor gebouwen opgesteld in Duitsland vanaf 2009 (EnEV 2009). Er werd gebruik gemaakt van nieuw ontwikkelde gelijmde 'lage-energie-blokken' van de cellenbetonproducent met een dikte van 48 cm voor een goede warmtedoorgangscoefficient van de gevel<sup>7</sup>.

De jaarlijkse energievraag van het gebouw voor verwarming is 35 kW/m<sup>2</sup>. Het gebouw is op wijkniveau aangesloten op het 'Wilhelmsburg Central Energy Network'.

### Akoestiek

Door de doos-in-doos opstelling van elk appartement binnen de draagconstructie en de uitvoering door massieve cellenbetonblokken kon een goede akoestische geluidsisolatie bekomen worden, zowel tussen horizontaal en verticaal aangrenzende appartementen. Er werd een fysieke ontkoppeling gemaakt in de woningscheidende wanden om een goede geluidsisolatie te garanderen.

### Brand

De wanden tussen appartementen voldoen aan de Duitse brandnormen dankzij de goede brandeigenschappen van cellenbeton. Ook de gevel voldoet aan de brandnormen, doordat de isolerende bouwsteen 48 cm dik is en dat de verticale oversteek tussen appartementen boven elkaar langer dan één meter is (door het extern balkon dat rond de volledige gebouwmotiek doorloopt). De technische kokers, draagconstructie, trappenkoker en woningscheidende wanden hebben een brandweerstand van F90.

De eerste vluchtweg van het middelhoog appartementsgebouw wordt gevormd door de centrale binnentrap. Daarnaast wordt een tweede vluchtweg voorzien aan de zuidgevel op terrassen die door alle wooneenheden bereikt kunnen worden.

### Comfort

Doordat elke wooneenheid door de bewoners zelf ontworpen wordt kunnen de bewoners eigen comforteisen invullen, naargelang hun financiële situatie, gezinssamenstelling, hun individuele noden en persoonlijke voorkeur. Het open plan laat bovendien appartementen toe met een dubbele oriëntatie en voorziet de mogelijkheid van een buitenruimte.

<sup>7</sup> De 'low energy blokken' die nu op de markt zijn behalen met een dikte van 50 cm een U-waarde van  $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  voor de buitengevel. Voor de U-waarde van Grundbau und Siedler stelde de norm EnEV2009 op dat de U-waarde maximaal  $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$  zou bedragen.

### 3.3.3 Dynamisch bouwen

#### 3.3.3.1 Gebouwniveau

Op basis van voorgaande analyse worden de volgende veranderingsgerichte gebouwkenmerken en de daar bijbehorende genomen ontwerpmaatregelen opgenoemd.

##### Aanpasbaarheid

- Het gebouwconcept voorziet een gefaseerde uitvoering van de individuele wooneenheden binnen een vaste gemeenschappelijke constructie: bewoners kunnen hun persoonlijke woning ‘aansluiten’ op een gemeenschappelijke ‘drager’ waarbij een betonnen skeletstructuur, circulatie en technische nutvoorzieningen beschikbaar zijn gesteld.
- De draagconstructie wordt uitgevoerd als betonnen skeletstructuur met centrale betonnen kern om de indelingsvrijheid van het plan te verhogen. Binnen de draagstructuur met de centrale circulatie kunnen daardoor zeer uiteenlopende wooneenheden ontworpen worden, gaande van grote lofts, tot kleine studio’s, naargelang de behoeften van de inwoners.
- De leidingen (aansluiting en de afvoer van water, elektriciteit, verwarming) zijn strategisch gepositioneerd binnen het grondplan in centrale kokers langs de kolommen van de betonnen skeletstructuur. Daardoor kunnen de natte cellen in de woningen worden ontworpen naargelang de voorkeur van de bewoners zonder dat de grootte noch de functie vastligt (op elke koker kan zowel een keuken als een badkamer worden aangesloten).
- Er wordt uitgegaan van wooneenheden die verder kunnen evolueren in de toekomst: de gegroepede technische voorzieningen en skeletstructuur maken het mogelijk om in de toekomst de indeling volledig aan te passen, een zone die nu buitenruimte is kan in de toekomst worden omgevormd tot bijkomende slaapkamer, etc. Gezien de gevels en wanden van het gebouw niet-dragend zijn, kunnen zij in het geval van een nieuwe planindeling mee aangepast worden (mits destructieve ingrepen, gezien het gebruik van gelijmde cellenbetonblokken).
- Rondom de gebouwgevel wordt een zone voorzien die niet bebouwd wordt, zodat de gevel op elke plaats bereikbaar is voor toekomstige aanpassingen zonder dat hier stellingen voor nodig zijn. Doordat de gevel niet-dragend is kan deze aangepast worden in de toekomst. Een mogelijke uitbreiding via de gevel is daarbij een mogelijkheid.

##### Multi-inzetbaarheid

- Het verdiegingsplan met zijn gegroepede centrale circulatie en zijn open plan werd zodanig ontworpen dat de volledige verdieping op uiteenlopende wijze kan worden ingevuld, zowel naar grootte toe (één groot appartement, of vier kleine studio’s) als naar functie toe.
- Binnen de woningen voorziet BeL Sozietät für Architektur ruimtes waarvan de functie nog niet vastliggen. Doordat voldoende technische kokers aanwezig zijn in het plan, kunnen verschillende zones in het plan potentieel een keuken of een badkamer vormen, maar eveneens een leefruimte of een slaapkamer.
- BeL Sozietät für Architektur anticipeert op het aspect dat de ruimte die traditioneel in een woning bestaat voor circulatie, zoals een inkomhal of een gang, in dit gebouw een bijkomende functie kan krijgen (niet louter circulatie) naar analogie met het ‘enfilade-concept’ uit de barokke bouwperiode.
- De vrije ruimte door de sterke groepering van de draagconstructie en de technische voorzieningen maakt het mogelijk om het gebouw in de toekomst te gebruiken voor andere functies. De verdiegingshoogte (3,2m) maakt het onder meer mogelijk om het appartementsgebouw in de toekomst bijvoorbeeld in te zetten als kantoorruimte.
- De gelijkvloerse gebouwverdieping is ontworpen als een polyvalente ruimte die door de bewoners kan gebruikt worden als werkplek, plaats van ontmoeting, en als parking.



### 3.3.3.2 Elementniveau

Op elementniveau zijn de volgende veranderingsgerichte maatregelen genomen:

#### Demonteerbaar en omkeerbare verbindingen

Het uitgangspunt van het project om bewoners te voorzien van een 'Do-It-Yourself' bouwkit, samen met de strenge Duitse bouwwetgeving vroeg op elementniveau om eenvoudige zelf te assembleren bouwoplossingen met goede bouwfysische, akoestische en brandveilige eigenschappen. Het architectenbureau koos daarom voor het gebruik van geïsoleerde bouwstenen die snel en eenvoudig kunnen worden gestapeld, verzaagd en gelijmd door de bewoners zelf. Het principe van het verlijmen van de blokken staat echter in schril contrast met de omkeerbaarheid van verbindingen en dus ook de toekomstige demontage (en hergebruik) van de bouwcomponenten. Indien in de toekomst planaanpassingen of uitbreiding aan de gevelzijde nodig zijn, dan zullen destructieve ingrepen nodig zijn en kunnen de bepleisterde cellenbetonblokken (toegepast in de gevels en binnenwanden) niet meer hergebruikt worden.

#### Eenvoud

Het succes van het project steunt op het gebruik van gebouwoplossingen die snel en eenvoudig opgebouwd kunnen worden door de bewoners zelf. Hoe kleiner het aantal te assembleren componenten en hoe eenvoudiger de verbindingen, hoe groter de slaagkans van het project rond de Do-It-Yourself-bouwkit. De opbouw van de binnenwanden door middel van cellenbetonblokken bleek een haalbare kaart voor de meeste bewoners. Voor de uitvoering van de buitengevel was een correcte uitvoering veel belangrijker; en was de participatie van de bewoners daarom kleiner.

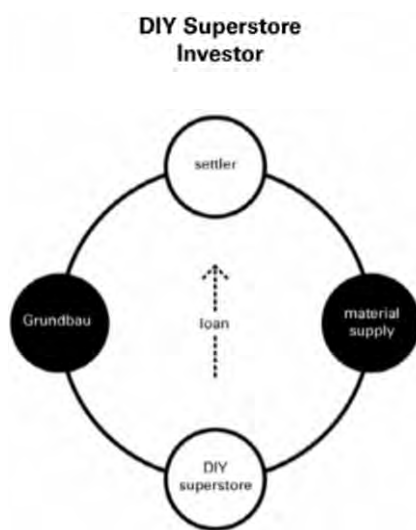
Voor de technische aansluitingen van de badkamer, keuken, verwarming en elektriciteit deden veel bewoners beroep op een externe aannemer, gezien de hogere complexiteit en het feit dat de werken na de uitvoering volgens de handleiding gekeurd dienden te worden door een deskundige.

### 3.3.3.3 Meerwaarde door dynamisch bouwen

- Een eerste belangrijke meerwaarde van dit gebouw als case van dynamisch bouwen ten opzichte van traditionele bouwprojecten is zijn socio-economische visie op het bouwen. Het tot stand komen van het gebouw, zijn vormgeving, zijn invulling en toekomstige aanpassing is het rechtstreeks gevolg van het leefproces van de bewoners. Tijdens de planning en het ontwerp van de individuele wooneenheden wordt rekening gehouden met het beschikbaar budget van de bewoners zonder daarbij de toekomstige evolutie van de bewoners uit het oog te verliezen. De opzet is om bewoners de kans te geven een betaalbare woning te betrekken die nog verder kan evolueren. Er werd daarom een uniek privaat-publiek partnerschap opgezet tussen de investeerder PRIMUS, producenten van bouwcomponenten, en de bewoners met als doel betaalbare woningen te bouwen die verder kunnen aangepast worden aan veranderende noden. De gemeenschappelijke gebouwdelen (draagconstructie, circulatie en technische kokers) werden tijdens de eerste fase gebouwd door de investeerder die hier eigenaar van was. De bewoner ('settler') kon vervolgens een kavel aankopen van de investeerder en kon daarop zijn eigen woning bouwen met behulp van bouwproducten uit de 'DIY Superstore'. Deze winkel werd opgericht door de investeerder, samen met externe projectpartners, nadat BeL Sozietät für Architektur de investeerder van het commerciële potentieel van een nieuwe markt met goedkope bouwproducten in een DIY bouwcatalogus had overtuigd. De investeerder zorgde voor de oprichting en ondersteuning van de 'Do-It-Yourself Superstore' en zorgde er ook voor dat de bewoners een lening konden krijgen om uit de bouwcatalogus bouwelementen voor hun woning aan te kopen. De meeste bewoners dienden een lening aan te gaan van ongeveer 27.000 euro voor een representatieve wooneenheid bij de 'DIY Superstore'.
- Door het gebruik van eenvoudige en goedkope bouwmaterialen, en het stimuleren van een zelfbouwmarkt van woningen konden in 'Grundbau und Siedler' lage aankooprijzen

verkregen worden die zich onder de marktprijs bevonden<sup>8</sup>. Door het zelf bouwen van de wooneenheid kan een vermindering van 20% van de bouwkosten gerealiseerd worden. De gezamenlijke ontwikkeling van plannen en de uitvoering van het gebouw wordt daarenboven ervaren als een bijkomend kostenvoordeel.

- Als alternatief voor de aankoop van woningen stelde de investeerder vernieuwende business-modellen voor waarbij toekomstige huurders werden aangetrokken door als tegenprestatie voor de uitvoering van bouwwerken een bepaalde gratis huurperiode te krijgen.
- De hoge indelingsvrijheid van het open plan laat de bewoners toe om een woning op maat te maken, die perfect is aangepast aan individuele wensen. Daarbij is een grote meerwaarde van het ontwerp dat de woningen verder kunnen evolueren in de toekomst.



**Figuur 3.22:** Voor de bouw van het project 'Grundbau und Siedler' diende een experimentele private-publieke structuur te worden opgezet tussen de investeerder, de bewoners en externe projectpartners om betaalbare en aangepaste woningen te kunnen verwezenlijken © BeL Sozietät für Architektur

- Als bijkomende meerwaarde van het bijzondere businessplan en van de hoge indelingsvrijheid van het gebouw, geldt de diversiteit aan woningtypologieën en brede sociale mix aan bewoners met verschillende samenstellingen en inkomens.
- Door de vrije (niet-bebouwde) zone rondom het gebouw van 70 cm kunnen eenvoudige ingrepen gebeuren in de gebouwschil, zonder het ongemak van stellingen.

### 3.3.3.4 Ondervonden moeilijkheden/ nadelen implementatie dynamisch bouwen

- Het idee van BeL Sozietät für Architektur om elke wooneenheid als een individuele cel te integreren binnen de gemeenschappelijke draagstructuur vraagt om niet-conventionele oplossingen voor de isolatie van de gebouwschil zoals al eerder besproken werd. Het isoleren van elke individuele wooneenheid aan de boven- en onderzijde kent als keerzijde overbodig materiaalgebruik, met aansluitend hogere investeringskosten. De over-isolatie van de woningen gaat eveneens gepaard met belangrijk verlies aan verdiepingshoogte in de appartementen. In een context waar de energieprestatieregelgeving minder streng is dan de Duitse gebouwcontext zouden echter minder isolatiemaatregelen vereist zijn, en zou dit nadeel gemakkelijker verholpen kunnen worden.
- De hoofddoelstelling van BeL Sozietät für Architektur is om de evolutie van het leefcomfort van bewoners in de toekomst te ondersteunen. Door de strenge vereisten en het ambitieuze plan om de woningen door de bewoners te laten bouwen werden echter bouwoplossingen toegepast waarbij toekomstige aanpassingen van binnenwanden en

<sup>8</sup> Voor de kosten van een wooneenheid werd gerekend met 50% voor de aankoop van het perceel op de draagstructuur, 24 % voor de aankoop van de materialen voor de basis van de afbouw van de wooneenheid, en 20% voor de persoonlijke afwerking van de woning.

gevels gepaard gaan met afvalproductie en verbruik van nieuwe primaire grondstoffen. Er is daarom nood aan nieuwe bouwoplossingen die deze veranderingen mogelijk maken mits demontage en hergebruik van de componenten die eveneens voldoen aan de strenge gebouweisen betreffende gebouwisolatie, akoestiek en brandveiligheid.

### **3.3.4 Duurzaam bouwen**

#### **3.3.4.1 Milieugerelateerde maatregelen**

##### **Energie**

Om te voldoen aan de energieprestatieregelgeving van kracht op de gebouwexpositie IBA Hamburg 2013 (max. 30% < EnEV2009) werd een doorgedreven isolatie van de gebouwhuid ingevoerd (zie bespreking 'Gebouwschil'). Daarnaast werden geen bijkomende maatregelen genomen inzake verminderd energieverbruik tijdens de gebruiksfase.

##### **Materialen, grondstoffen en afval**

Het ontwerp van een gebouw volgens het 'drager-inbouw' principe impliceert dat drager-elementen zoals betonnen vloeren, vrijstaande kolommen en een dragende kern uitgevoerd in ter plaatse gestort beton doorheen de levenscyclus van het gebouw veranderingen kunnen ondersteunen, maar zelf ongewijzigd blijven. Gezien de draagconstructie daarom gebruikt kan worden tot de technische levensduur van het beton bereikt wordt, is het ontwerp van deze dragende elementen binnen het 'Grundbau und Siedler'-project efficiënt op gebied van materiaalgebruik en afvalproductie over de volledige bouwlevenscyclus.

De keuze voor cellenbeton als uitvoering voor de binnen- en buitenwanden biedt goede perspectieven op vlak van recyclage op het einde van de levenscyclus. Demontage en hergebruik zijn echter niet mogelijk door de gelijmde verbindingstechnieken.

##### **Water**

Er werden geen bijkomende maatregelen genomen voor een verlaagd watergebruik.

#### **3.3.4.2 Socio-economische maatregelen**

Zoals aangehaald in de projectbeschrijving (zie paragraaf 3.3.1) zijn de ambities van het 'Grundbau und Siedler'-project voornamelijk gericht op de socio-economische evolutie van bewoners door enerzijds betaalbare woningen aan te bieden via het "Do-It-Yourself" (DIY) bouwprincipe en anderzijds door toekomstige veranderingen van de woningen toe te laten naargelang de veranderende behoeften en de financiële draagkracht van de bewoners.

#### **3.3.4.3 Toevoeging dynamisch bouwen in beleids- en praktijkinstrumenten voor duurzaam bouwen**

Het 'Grundbau und Siedler'-bouwproject valt binnen de IBA Hamburg gebouwenexpositie onder de noemer van 'Smart Price Houses', waarbij de focus voornamelijk gaat naar het voorzien van betaalbare woningen binnen een stedelijke context, in combinatie met strenge energieprestatie-eisen. Dit sluit dan ook nauw aan bij twee sleutelthema's van de gebouwenexpositie: 'New Energies for the City' en 'New Chances in the City'.

Volgens het onderzoekconsortium is er geen duidelijk bewijs dat een beleids- of praktijkinstrument gebruikt werd om te streven naar of rekening te houden met integrale duurzaamheid.

Belangrijke lessen uit deze analyse ten aanzien van praktijk- en beleidsinstrumenten zijn:

- de combinatie van 'drager en inbouw'-bouwconcepten met Do-it-Yourself-bouwkits kan een belangrijke meerwaarde hebben op vlak van de (initiële) betaalbaarheid en financiële kosten over de gehele levenscyclus van de woningen. De gebruikte concepten binnen 'Grundbau und Siedler' zijn opschaalbaar en toepasbaar binnen een andere bouwcontext. Een belangrijke troef kan hierbij het groeperen van verscheidene stakeholders zijn, waaronder de bouwheer/bouwheren, de ontwerpers (zowel architect- als studie bureaus) en producenten van bouwcomponenten.

- dit kan gepaard gaan met het stimuleren van 'alternatieve' business-concepten zoals de oprichting en ondersteuning van de doe-het-zelvers via een 'DIY superstore' die de bewoners bijstaan met bouwtechnische raadgeving en het kopen van bouwcomponenten. Gezien in Vlaanderen al een doe-het-zelf-mentaliteit aanwezig is, kunnen deze diensten vermoedelijk overgenomen worden door bestaande doe-het-zelf-winkels. Specialisatie en bijscholing in dynamisch bouwen is echter wel aan de orde.
- Ondanks de meerwaarde van het project ten aanzien van aanpasbaarheid en multi-inzetbaarheid van de woningen, wordt er volgens het onderzoekconsortium weinig aandacht besteed aan hergebruik van bouwmaterialen, gebouwelementen en componenten ervan. Praktijk- en beleidsinstrumenten kunnen extra aandacht vestigen op de noodzaak van demonteerbaar bouwen, omkeerbare verbindingen, compatibele componenten van gebouwelementen en bouwen volgens levensduurlagen, etc.

## 3.4 AZ Groeninge<sup>9</sup>



*Figuur 3.23: impressie van het AZ Groeninge-project © baumschlager eberle*

### 3.4.1 Projectbeschrijving

Aan de rand van Kortrijk worden op een nieuw, 14 hectare groot campusterrein van het fusieziekenhuis de vier bestaande Kortrijkse ziekenhuizen gebundeld in een gefaseerde nieuwbouw. Uitgangspunt bij het ontwerp van het nieuwe ziekenhuisgebouw was om het als een gezondheidsdorp te ontwikkelen waarin alle verblijfruimtes rechtstreeks daglicht en zicht hebben op de omgeving. Daarnaast wilde AZ Groeninge een ziekenhuis van de toekomst, zonder te (kunnen) weten hoe de zorg zich evolueert in de toekomst, en wilde zij daarom een veranderingsgericht en duurzaam gebouw.

Veranderingsgericht bouwen is in dit project vooral op gebouwniveau toegepast door de gefaseerde uitbreiding van het complex en de bijbehorende voorzieningen die de uitbreidbaarheid mogelijk maken. Tevens komt dynamisch bouwen tot uiting door de intensieve standaardisatie in het ontwerp: van standaard 'stramien' maten tot het ontwikkelen van een standaard werkconcept voor alle verpleegafdelingen.

### 3.4.2 Gebouwenkenmerken

Het gebouw bestaat uit een aaneenschakeling van grote binnentuinen (20x60 meter) die samen met hun begrenzende gebouwen een afzonderlijk blok vormen. Op de centrale binnentuin (omgeven door het medisch-technisch blok) sluiten alle blokken aan. De blokken worden in drie fases gerealiseerd. Bij het schrijven van dit document wordt de tweede fase, het grootste deel van het gebouw gerealiseerd, en zal de blokkenstructuur pas volledig zichtbaar worden. [Figuur 3.24](#) toont de blokkenstructuur en de fasering van het gebouw.

<sup>9</sup> Deze analyse is tot stand gekomen op basis van enerzijds een interview met Hilde Vermolen en Tim Ost van osar architects op 11 april 2014 en aanvullende informatie van het architectenbureau over het project (<http://www.osar.be/pages/projecten.php?id=6&lang=nl>) . Daarnaast zijn de website van AZ Groeninge (<http://www.azgroeninge.be/1994/campusKL.html>) en een omschrijving van IFD Bouwen (2007) geraadpleegd.



**Figuur 3.24:** luchtfoto van het gebouw. In de eerste bouwfase zijn een deel van blok A (het medisch-technisch blok), B en C gebouwd. De blauw gekleurde vlakken geven fase 2 aan en het rode fase 3. (AZ Groeninge)

### 3.4.2.1 Algemeen

<b>Typologie</b>	Ziekenhuis
<b>Planning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Start ontwerpfase: 2000.</li> <li>– Start bouw eerste fase: 2005. Oplevering eerste fase: 2010.</li> <li>– Start bouw tweede fase: mei 2012. Geplande oplevering tweede fase: 2016.</li> <li>– Geplande oplevering derde fase: 2025-2030.</li> </ul>
<b>Locatie</b>	Kortrijk (België)
<b>Bouwheer</b>	AZ Groeninge
<b>Architect</b>	Baumschlager Eberle, osar architects
<b>Studiebureau</b>	Topokor (Infrastructuur), Jan Van Aelst (stabiliteit), Ingenium (technieken), Scala (akoestiek)
<b>Uitvoering bouwstap 1</b>	Cordeel (ruwbouw), Vanhout (afwerking), Electro Entreprise (elektrische installaties), Van Maele (sanitaire installaties), Chauffage Desclercq (thermische installaties en ventilatie), Heyer (medische gassen), Coopman (liften), Aercom (buizenpost), Honeywell (beveiliging).
<b>Uitvoering bouwstap 2</b>	THV Jan De Nul & CEI De Meyer (ruwbouw), (technieken, nog in aanbesteding), (binnenafwerking, nog in aanbesteding)

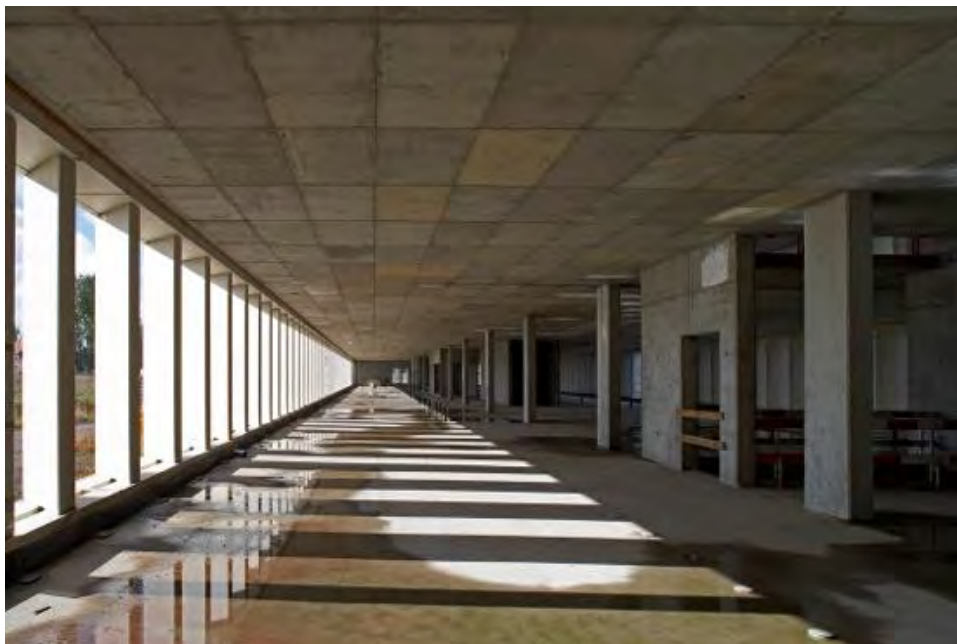
De onderstaande analyse kwam hoofdzakelijk tot stand op basis van een interview met Hilde Vermolen en Tim Ost van osar architects op 11 april 2014 en aanvullende informatie van het architectenbureau over het project.

### 3.4.2.2 Overzicht van gebouwelementen

Voor de afschrijftermijn van het ziekenhuis wordt 33 jaar gerekend, wat aan de termijn van subsidieverlening is gekoppeld.

## Draagconstructie

De ruwbouw is (wordt) opgebouwd op basis van dezelfde maatvoering. Alle vleugels hebben een breedte van 21,6 meter met een stramien van 8,1 – 5,4 – 8,1 meter. De vloer-plafondhoogte is op elke vloer gelijk (afgestemd op de operatiezalen) en ook alle trappen zijn hetzelfde. Een minimaal aantal interne kolommen in het gebouw zorgen voor een grote indelingsvrijheid van de ruimte (zie Figuur 3.25). Figuur 3.26 en Figuur 3.27 tonen het structureel concept van het gebouw.

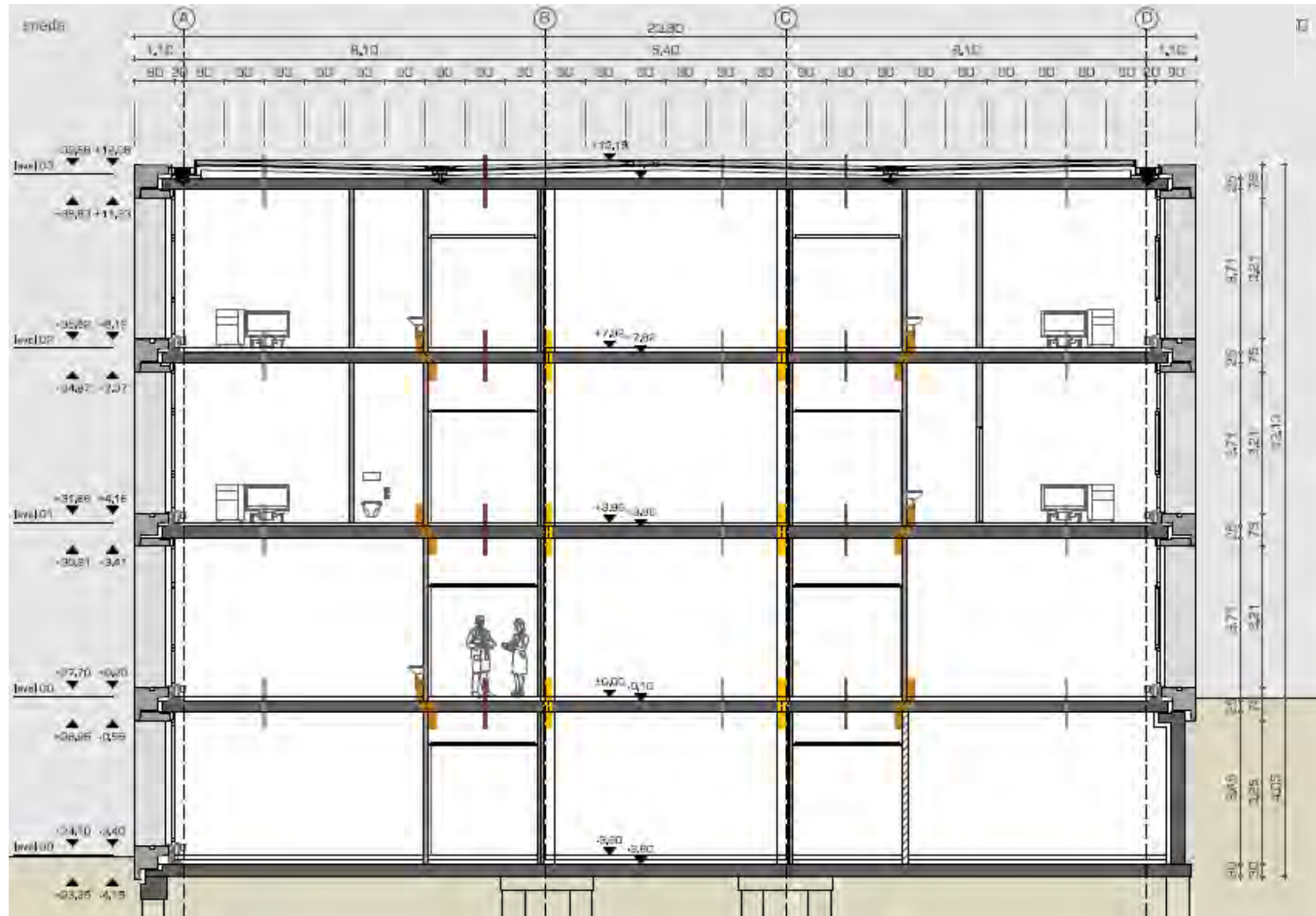


**Figuur 3.25: de dragende gevelelementen en een minimaal aantal interne kolommen en dragende wanden zorgen voor een grote indelingsvrijheid (cf. multi-inzetbaarheid) van het gebouw. (osar architect's)**

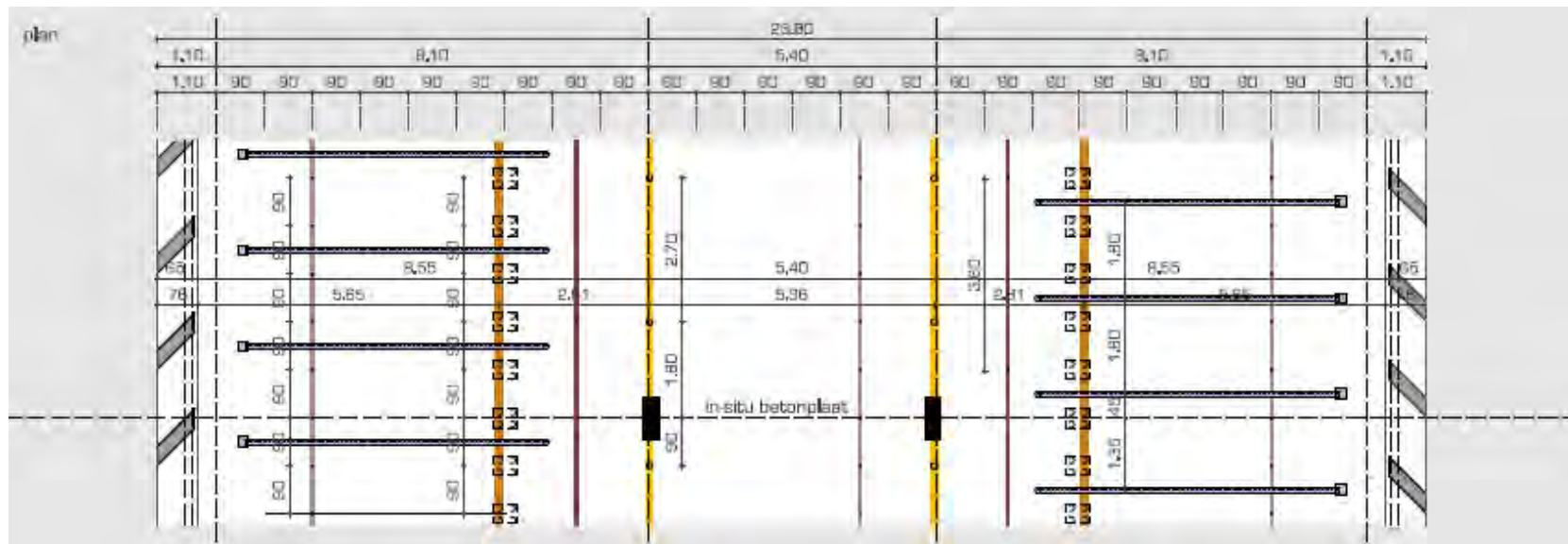
De draagconstructie van het gebouw wordt gevormd door de gevelelementen, interne kolommen en de trap-, lift- en lichtschaten (zie Figuur 3.28). Hierdoor laat de ruwbouw een multi-inzetbare invulling toe: de ruimte in de vleugels (blokken B tot en met E) kan eenvoudig worden veranderd, van een polikliniek, een verpleegafdeling met patiëntenkamers tot kantoren, kleedruimtes, leslokalen of een andere soort niet-medisch-technische functie. Enkel medisch-technische ruimtes (zoals operatiekamers) kunnen niet eenvoudig in de vleugels worden geplaatst omwille van de benodigde technische installaties (ventilatie, stookketels en koeling). Een technische ruimte is alleen nog op het centrale medisch-technische blok voorzien. Met het toevoegen van extra voorzieningen is het realiseren van medisch-technische functies in de vleugels wel mogelijk, echter budget-technisch minder verantwoord.

Door de gevel als dragend element toe te passen is de ruwbouw relatief goedkoop en is er extra financiële ruimte gecreëerd voor onder andere multi-inzetbaarheid. Zo is het mogelijk geweest om nagespannen ter plaatse gestorte betonnen vloerplaten te gebruiken en staan de gevelkolommen op een stramienmaat van 1,8 meter. Deze stramienmaat is gebaseerd op de asmaat van een patiëntenkamer. Door de prefab-gevelelementen een dragende functie te geven, kunnen vervangingen of grote aanpassingen aan de gevel echter moeilijk uitgevoerd worden. Desalniettemin, werden sommige gevelelementen demonteerbaar opgebouwd (zie verdere bespreking van de gebouwschil).

Daarnaast is de draagconstructie overgedimensioneerd om een extra verdieping op enkele vleugels mogelijk te maken. Waarschijnlijk zal deze voorziening onnodig zijn. Door de veranderingen in de zorg zijn er namelijk minder langdurige opnames nodig en is het hoogtepunt bereikt van de grootte van medisch apparaatuur. De veranderingen in de medische sector zijn echter moeilijk in te schatten. Een extra verdieping kan voor andere functies wellicht nodig zijn.

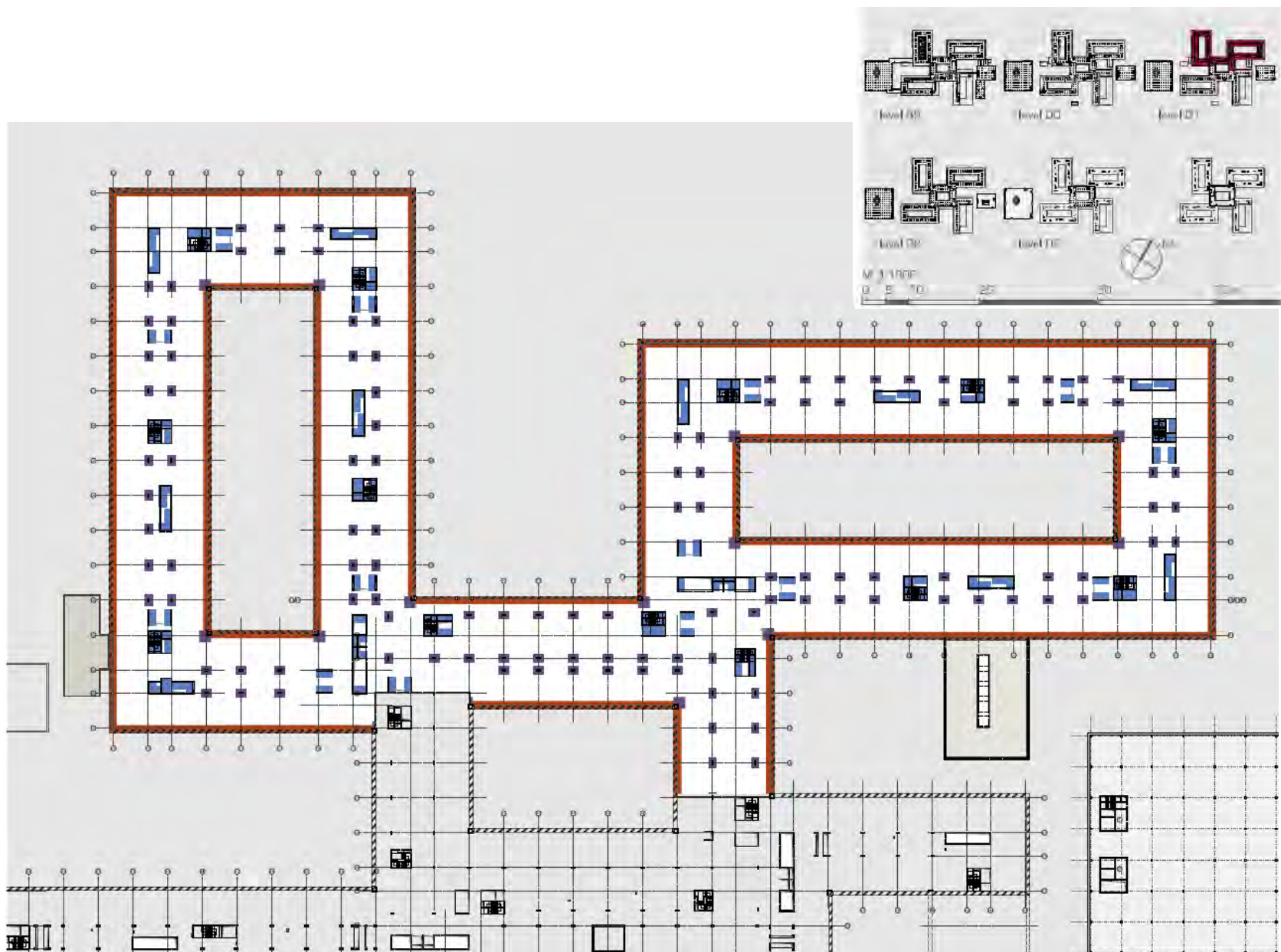


**Figuur 3.26: snede structureel concept blok D+E:**  zone ingestorte buis (sanitair) elke 270cm;  zone ingestorte buis (sanitair) elke 90cm;  zone ingestorte buis (branddetectie) elke 360cm;  zone ingestorte buis (branddetectie) elke 90cm;  prefab elementen;  in situ (nagespannen) betonplaat. (baumslager eberle & osar architects)



**Figuur 3.27: plan structureel concept blok D+E: ■ zone ingestorte buis (sanitair) elke 270cm; ■ zone ingestorte buis (sanitair) elke 90cm; ■ zone ingestorte buis (branddetectie) elke 360cm; ■ zone ingestorte buis (branddetectie) elke 90cm; ■ ingestorte buis (ventilatie) elke 180cm ▨ prefab elementen; ■ in situ (nagespannen) betonplaat. (baumslager eberle & osar architects)**



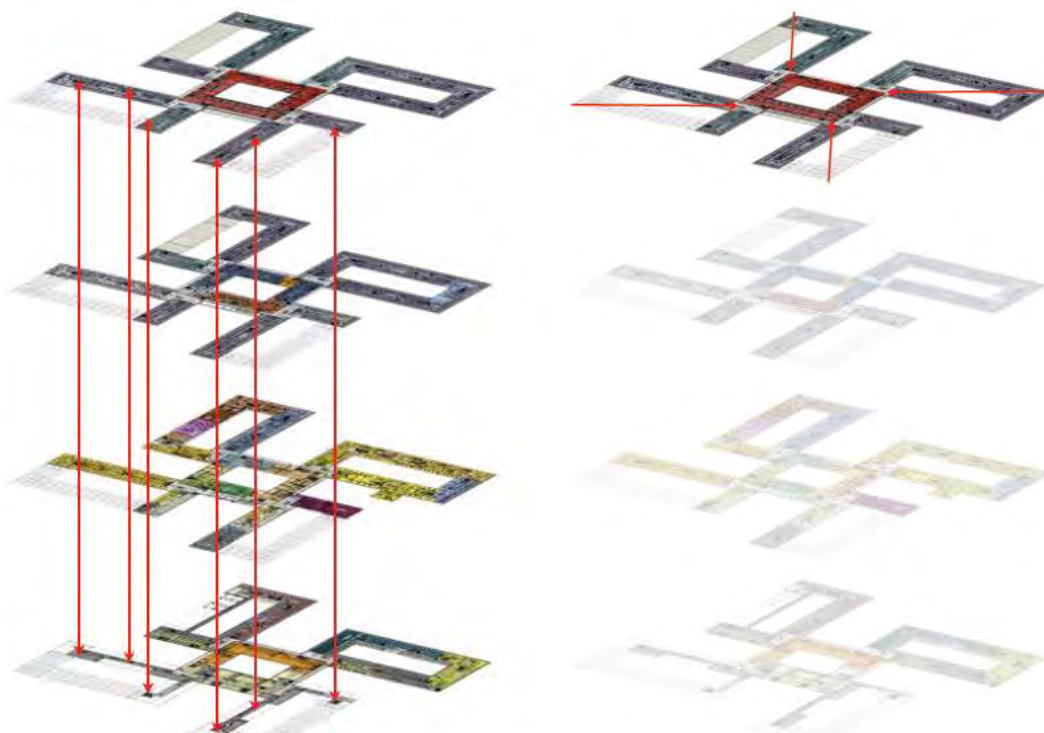


**Figuur 3.28: structurele elementen level 01: het principe van een maximaal open plattegrond die vrij kan worden ingedeeld is goed te zien; █ standaard gevelelementen,  $h=3,96\text{m}$ ; █ betonnen kolom; █ gewapend betonnen binnenwand. (baumslager eberle & osar architects)**

## Circulatie

De (hoofd)ingang en verticale circulatieruimte voor bezoekers zijn gelegen in de centrale blok. Op de gelijkvloerse verdieping van de vleugels zijn de onderzoeksruidten en raadplegingen gelegen. De bijbehorende verpleegafdelingen zijn op de verdiepingen erboven gevestigd. Op deze manier hoeft circulatie niet via andere afdelingen te gebeuren en wordt er vanuit het centrale volume een eenvoudige circulatie gecreëerd. (zie Figuur 3.29 rechts)

Voor de logistiek van het ziekenhuis zijn in de vleugels nog verticale circulatiesruimtes voorzien. Deze worden in de kelder met elkaar verbonden via een circulatienetwerk en geeft toegang tot alle logistieke diensten. (zie Figuur 3.29 links)

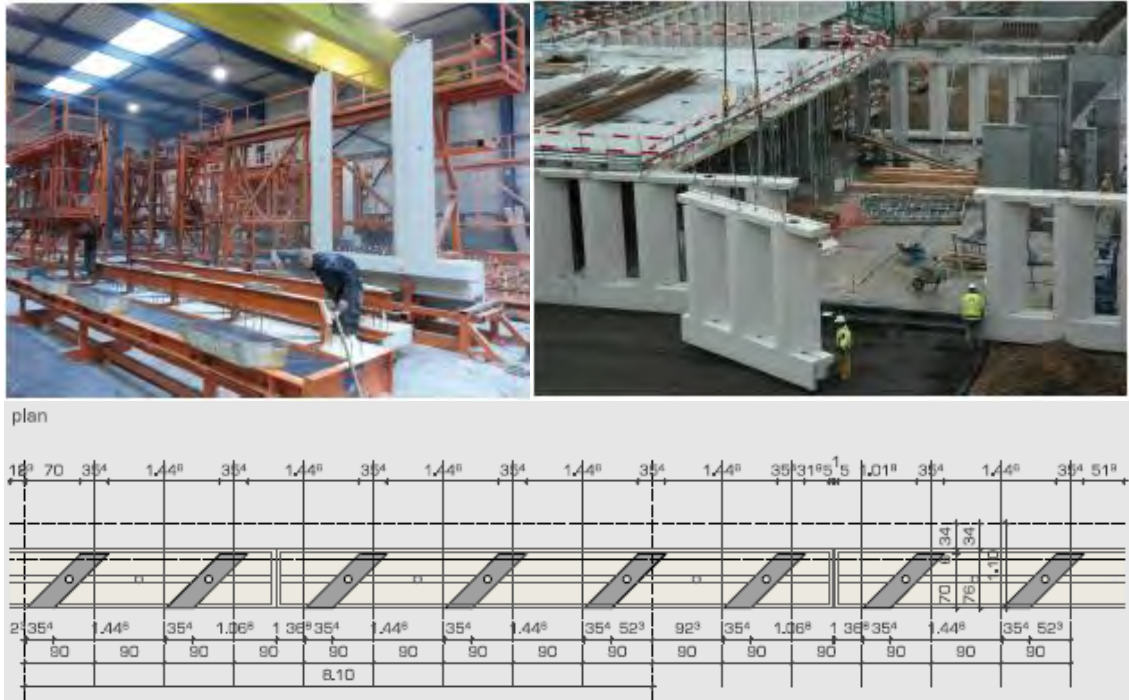


**Figuur 3.29: schematische weergave van de verticale (links) en horizontale circulatie (rechts). (osar architects)**

Door het scheiden van de circulatie van bezoekers en de logistiek van het ziekenhuis wordt de aanpasbaarheid en multi-inzetbaarheid optimaal geborgd. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om in de toekomst, indien er minder vraag is naar verpleegafdelingen, een vleugel te veranderen tot bijvoorbeeld een zorggerelateerde onderwijsfunctie met een eigen inkom in de centrale hal. Daarnaast werd er in de vleugel waaraan recent werd verbouwd, de dienstlift gebruikt als bouwlift en worden de ruimten vanaf de liften en de liften zelf van de rest van de vleugel afgesloten voor het ziekenhuispersoneel en de bezoekers.

## Gebouwschil

De gevelstructuur bestaat uit prefab-betonnen modulaire elementen (zie Figuur 3.30 bovenaan), zodat elke gevel identiek is qua uitstraling en een rustig geheel vormt. De prefab-gevelelementen worden geproduceerd door Prefadim te Deerlijk. De productie van de prefab-elementen is op de bouwplanning afgestemd. Voor de uitvoering van de gevelelementen heeft Prefadim de FEBE (federatie van de Belgische prefab betonindustrie) Elements Awards 2013 gewonnen als beste prefab-betonrealisatie. De ramen zijn los achter de kolommen geplaatst en bestaan uit een vaste stijl van om de 90 cm waarop een binnenwand kan aansluiten (zie Figuur 3.30 onderaan).



**Figuur 3.30: productie (links boven), plaatsing (rechts boven) en stramienmaat (onderaan) van de prefab gevelelementen. (AZ Groeninge / baumslager eberle & osar architects)**

De gevelelementen die voor de uitbreiding in fase 2 en 3 moeten worden verwijderd zijn demonteerbaar uitgevoerd. Ook de vloerwapening ter plekke van deze gevelelementen zijn voorbereid op de verwijdering van de elementen, zodat na verwijdering de vloer de vrijgekomen opening kan overspannen. Door deze voorzieningen heeft de gefaseerde uitbreiding achteraf geen structurele (dure) consequenties. De achtergevels van blok A, waar de aansluiting is gepland voor de verdere uitbreiding van blok A in fase 2, zijn als wachtgevels in rode baksteen uitgevoerd die na de uitbreiding binnenwanden zullen worden.

In eerste instantie was de uitbreiding van blok B pas in fase 3 voorzien, echter door subsidiewijzigingen wordt deze al in fase 2 uitgevoerd. Hierdoor is er al ervaring met het verwijderen van de demonteerbare gevelelementen. De gedemonteerde elementen worden niet hergebruikt. Dit komt door het volgende:

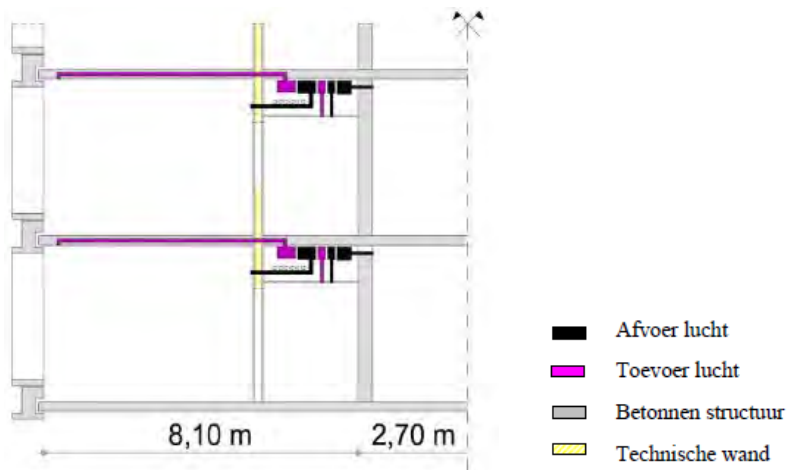
- De elementen zijn ondanks de identieke uitstraling toch vrij uniek, omwille van de kolommen die per verdieping verspringen en waardoor de geïntegreerde waterafvoer per gevelelement ook op verschillende plekken zit. Daarnaast zijn er unieke hoekelementen.
- De (arbeids)kosten voor het zorgvuldig demonteren, verplaatsen, stockeren en nauwkeurig terugplaatsen van de enkele gevelelementen die wel kunnen worden hergebruikt zijn te hoog ten opzichte van het produceren van nieuwe elementen.

In het dak van de technische ruimte op het medisch-technisch blok is een demonteerbare zone van staalplaten gerealiseerd om grote technische installaties te kunnen vervangen. De dakafdichting moet hierbij weliswaar worden open gesneden. In fase 2 zullen er aanvullend op iedere bouwlaag ramen worden geplaatst die gemakkelijk te verwijderen zijn om grote gebruiksvoorwerpen, zoals medische apparatuur, in het gebouw te krijgen.

## **Technieken**

Alle leidingen in de vleugels worden strategisch in de gangen geconcentreerd. Bijvoorbeeld in plaats van een aparte verticale afvoer per kamertoilet die rechtstreeks naar beneden loopt, gaat de afvoer eerst naar de gang en vervolgens boven het 1 meter verlaagde plafond van de gang naar een centrale verticale schacht in hetzelfde blok. Deze centrale schachten per vleugel zijn voldoende groot voor een ziekenhuisprogramma en daarmee voldoende voor iedere gebouwfunctie. In het centrale medisch-technisch blok zijn nog enkele gemeenschappelijke schachten voor de klimatisering van de medisch- technische functies.

Tussen twee gevelkolommen zijn ter hoogte van de gevel tevens op een stramenmaat van 1,8 meter openingen voor ventilatietoever aan de ingestorte luchtbuizen gemaakt om verse behandelde lucht van de gang tot aan de gevel te brengen zonder verlaagd plafond (zie Figuur 3.31 en Figuur 3.26). Door de grote repetitie aan toevoeropeningen en het ontbreken van een verlaagd plafond worden de multi-inzetbaarheid en indelingsvrijheid van de ruimten geborgd.



Figuur 3.31: doorsnede van een vleugel. (IFD Bouwen, 2007)

Voor de eerste fase van het gebouw zijn er grondbuizen geplaatst voor het voorverwarmen/koelen van de ventilatielucht. Verwarming gebeurt via twee hoogrendementsketels. De grondbuizen blijven enkel voor de eerste bouwphase in gebruik. Bij de tweede fase worden BEO-velden aangelegd. De warmteproductie voor de tweede bouwphase zal dan plaatsvinden door warmtepompen die op de BEO-velden zijn aangesloten, een warmtekrachtkoppeling (WKK) en condenserende gasketels. De WKK wordt voorzien voor het gelijktijdig opwekken van warmte en elektriciteit. De koeling zal voor fase 2 worden gerealiseerd door een combinatie van de warmtepompen en BEO-velden en luchtgekoelde koelmachines.

De klimaatinstallaties zijn overgedimensioneerd om redundantie te hebben in geval bij storing, zodat het ziekenhuis operationeel blijft. Er is een gebouwbeheersysteem geïnstalleerd voor bewaking van het gebouw, klimaatbeheersing, toegangscontrole, opvolging van in- en uitgaande mensen en goederen en branddetectie. Daarnaast zijn er systemen voor kamersignalisatie, telefonie, medische gassen en buizenpost toegepast. De liften zijn zonder machinekamer uitgevoerd.

Voor de verlichting is uitgegaan van de lux-waarden uit de TO13 en de EN 12464-1. De volgende verlichtingsprincipes zijn toegepast:

- In de gangen zijn de armaturen in het verlaagd plafond geïnstalleerd.
- Op de kamers zijn geen armaturen tegen het plafond geplaatst. Er zijn opbouwtoestellen op de medische balken en/of in de wanden toegepast.
- De veiligheidsverlichting (conform NBN EN 1838) is geïntegreerd in de gewone verlichtingsarmaturen en voorzien van een centrale batterij.

## Interieur

Een standaard patiëntenkamer is 3,6 meter breed (een veelvoud van 0,9 / 1,8 meter). Alleen in de gangen zijn verlaagde plafonds toegepast. In fase 1 zijn de gangwanden direct op de betonnen dragende vloerplaat geplaatst en de kamerscheidende wanden op een zwevende dekvloer. Het idee hierachter was dat bij indelingsveranderingen de chape dan niet opengebrouwen hoeft te worden en het afbreken van de kamerscheidende wanden wordt vergemakkelijkt. In verband met overlast door contactgeluid zullen de kamerscheidende

wanden in fase 2 niet meer op de chape worden geplaatst. Enkel in de laboratoria zijn verhoogde vloeren toegepast.

Bij de uitbreiding in fase 2 waren door de beperkte aanbouwzone en beperkte afbraak van het bestaande interieur weinig mogelijkheden voor hergebruik van afgebroken inbouw. Dit kan ook als positief worden beschouwd vanuit het oogpunt van afvalvermindering.

Door de gestandaardiseerde opbouw van een ziekenhuisvleugel werd het beheer van AZ Groeninge ook aangespoord om systematischer te gaan denken. Dit leidde tot een standaardinrichting voor verpleegafdelingen en verpleegposten. Bijvoorbeeld door op elke verpleegpost een aantal kasten met standaardinventaris op een vaststaande wijze in te richten en een paar kasten aan te wijzen die door de verpleegafdeling specifiek kan worden ingericht met een afdelingsspecifieke inventaris. Ditzelfde voorbeeld heeft het ziekenhuisbeheer ook toegepast op de verpleegkarren: bepaalde planken worden op een standaard wijze gevuld en bepaalde planken voor afdelingsspecifieke middelen.

### **Energieprestatie**

Het initieel ontwerp liep al voor op alle energieprestatie-eisen die toen golden. Een E-peilberekening is niet uitgevoerd voor fase 1. In 2002/2003 kwam luchtdichtheid nog weinig ter sprake en waren er geen specifieke eisen waaraan moest worden voldaan. In het ruwbouwbestek van fase 2 worden beproevingsmethodes vooropgesteld, maar werden verder geen strenge eisen ten aanzien van luchtdichtheid opgelegd.

Voor de bouwvergunning van bouwfase 2 zijn geen aanvullende energieprestatie maatregelen aan het initieel ontwerp van 2002/2003 toegevoegd. Er is door de beschikbaarheid van betere producten op de markt gekozen voor betere beglazing en een ander dakisolatiemateriaal in fase 2. Voor de tweede bouwfase wordt een K-peil van K34 voor de blokken A tot en met D gerealiseerd en voor blok B K37.

Tijdens de ontwerpfasen waren er ook nog geen eisen met betrekking tot het gebruik van hernieuwbare energie. Inmiddels heeft AZ Groeninge wel een studie voor zonnepanelen op de daken laten uitvoeren en zijn ze in afwachting van een toekenning van garantie voor subsidie voor het plaatsen van de zonnepanelen.

### **Akoestiek**

Typisch voor ziekenhuizen is dat de kamerdeuren van patiëntenkamers in praktijk regelmatig geheel open of op een kier staan, wat de geluidsmodellering bemoeilijkt. De meeste patiënten willen dat de kamerdeur open blijft staan, zodat ze zich minder alleen voelen en kunnen horen wat er op de verpleegafdeling gebeurt.

Vanwege bezuinigingen zijn in fase 1 beperkte maatregelen genomen voor de geluidisolatie van de vloeren, waardoor er toch akoestische problemen door contactgeluid door het stappen van bezoekers en personeel wordt ervaren. Deze bezuiniging zal in fase 2 niet worden gedaan. Tussen de houten vloer en de chape zal een vilten mat worden gelegd als geluidsisolatie.

Daarnaast zal in fase 2 ook meer aandacht uitgaan naar de geluidsisolatie van de kamerscheidende wanden. De binnenwanden van fase 1 bestaan uit een staalskelet (cf. metal-studs) met gipsvezelplaten. In fase 2 zal ook akoestische isolatie aan deze systeembinnenwandoplossing worden toegevoegd.

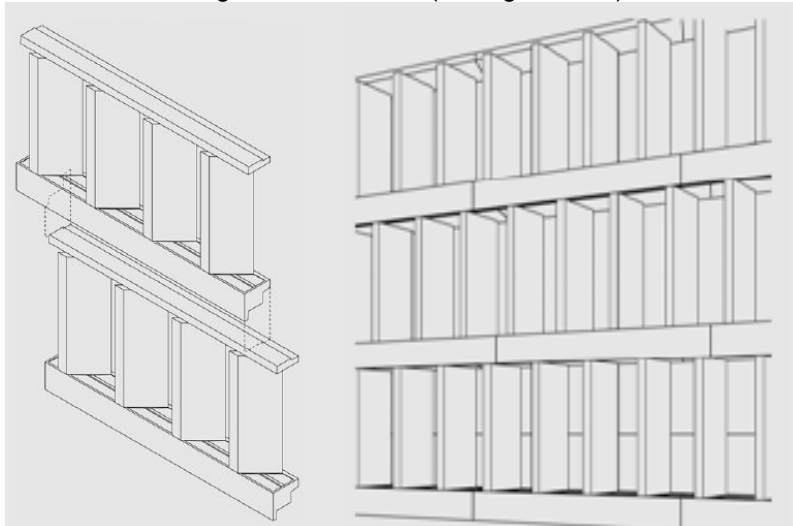
### **Brand**

Compartimentering van het gebouw vindt plaats met zelfsluitende, brandwerende deuren en brandrolluiken die door een branddetectiecentrale worden gestuurd. Deze centrale kan tevens de ventilatie uitschakelen. Daarnaast zijn er waterbufferbekken achter het gebouw voorzien voor een bluswaterreservoir. Boven de verlaagde plafonds in de gangen zijn brandschotten geplaatst.

Doordat het gebouw een ziekenhuisfunctie heeft, zijn er hoge brandveiligheidseisen. Naast de standardeisen zijn er ook specifieke eisen voor ziekenhuizen. Deze zijn echter niet op elkaar afgestemd. In het ontwerp is daarom uitgegaan van de strengste eisen.

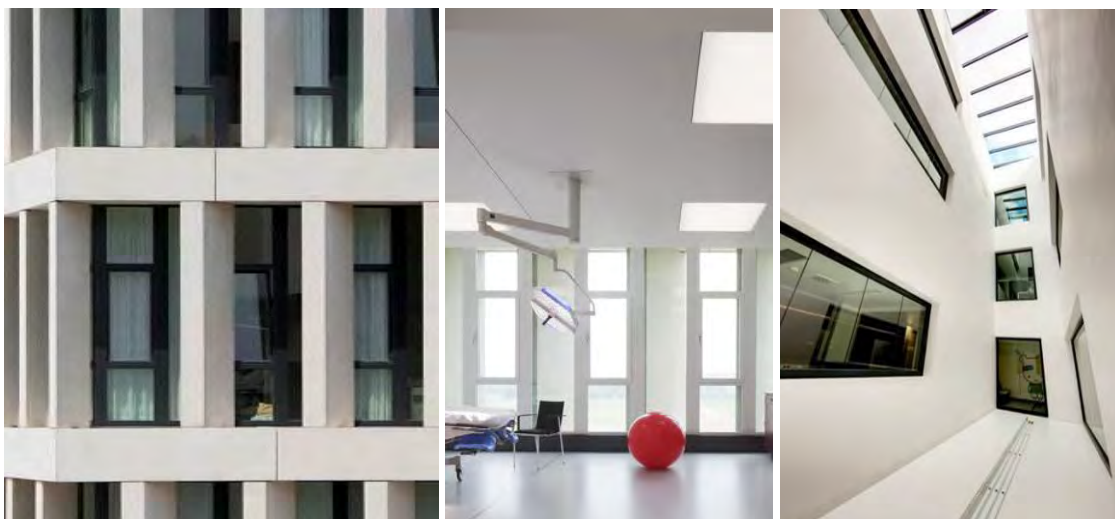
## Comfort

Alle kamers liggen aan een buitengevel. De ramen zijn over de volle verdiepingshoogte. Om het zicht naar buiten niet te belemmeren zijn er lage radiatoren geplaatst. De kolommen van de gevelelementen zijn schuin geplaatst om te dienen als permanente zonwering; hierdoor komt er in de periode dat de zon hoog staat en dus als hinderlijk kan ervaren worden geen rechtstreeks zonlicht binnen en is er een aangename lichtinval (zie Figuur 3.32).



*Figuur 3.32: principe van de gevelelementen. (baumslager eberle & osar architects)*

Om extra daglicht in de kern van de verschillende blokken te brengen zijn er interne lichtschachten ontworpen die door alle verdiepingen heen lopen, waarvan sommige zelfs helemaal tot in de kelder. De verpleegposten liggen zoveel mogelijk rond de lichtschachten om het daglicht te benutten. Met de lichte materiaalkeuze en het kleurgebruik is een rustige sfeer gecreëerd (zie Figuur 3.33).



*Figuur 3.33: materiaalkeuze, kleurgebruik en daglicht zorgen voor een rustige sfeer. (baumslager eberle / osar architects)*

## 3.4.3 Dynamisch bouwen

### 3.4.3.1 Gebouwniveau

Op basis van de voorgaande paragrafen kunnen de volgende veranderingsgerichte gebouwenkenmerken en de daar bijbehorende genomen ontwerpmaatregelen worden gedestilleerd.

### **Aanpasbaarheid**

- Bij het ontwerp van het gebouw is rekening gehouden met een gefaseerde uitvoering/uitbreiding. In de gevel en de vloeren zijn al voorzieningen hiervoor opgenomen. Het is zelfs nog mogelijk dat fase 3 niet wordt gestart.
- Door de beperkte aanbouwzone van de uitbreidingen en de mogelijkheid om de bouwwerkzaamheden bij de aanbouwzone goed van de rest van het gebouw af te sluiten, kan het ziekenhuis volledig operationeel blijven.
- Bij het ontwerpen van de draagconstructie van enkele vleugels is rekening gehouden met de eventuele toevoeging van een extra verdieping.
- De leidingen zijn strategisch gepositioneerd door gebruik te maken van technische wanden, verlaagde plafonds in de gangen en centrale verticale leidingschachten.
- In principe zijn de toegepaste maatvoering en verticale leidingschachten geschikt voor transformatie naar andere utilitaire gebouwfuncties.

### **Multi-inzetbaarheid**

- De gesloten ruwbouw, gescheiden circulatie, hoge repetitie van ventilatietoever en het toepassen van centrale leidingschachten zorgen voor een grote indelingsvrijheid. Elke functie (uitgezonderd medisch-technische functies) kan, zonder het bijbouwen van technische ruimtes, in elke plek van een vleugel worden gerealiseerd. Daarnaast is de opbouw van elke vleugel gestandaardiseerd en zijn bouwlagen even hoog.
- Een veelvoud van 90 cm is voor diverse stramienmaten toegepast.
- Door de strenge bouwtechnische en -fysische eisen van ziekenhuizen kunnen ook andere functies voorzien worden in het gebouw.

#### **3.4.3.2**

### **Elementniveau**

Op elementniveau zijn de volgende veranderingsgerichte maatregelen genomen:

#### **Demonteerbaar en omkeerbare verbindingen**

- De gevelelementen ter plaatse van de geplande uitbreidingen van blok B en C zijn demonteerbaar met omkeerbare verbindingen uitgevoerd. In theorie zouden deze kunnen worden hergebruikt; echter in praktijk is dat vanuit economisch oogpunt niet rendabel, wegens de (huidige) hoge arbeidskosten gerelateerd aan de verscheidene stappen die hergebruik voorafgaan.
- Demonteerbare dakelementen en gemakkelijk te verwijderen ramen (vanaf fase 2) worden voorzien om vervanging van grote installaties toe te laten en grote toestellen binnen te brengen.

#### **Prefabricage**

- De gevelelementen en de trappen zijn geprefabriceerd.

#### **3.4.3.3**

### **Meerwaarde door dynamisch bouwen**

De toegepaste ontwerpmaatregelen om de aanpasbaarheid en de multi-inzetbaarheid van het gebouw mogelijk te maken hebben al hun meerwaarde bewezen en het nut van het ontwerpconcept wordt bevestigd op basis van de volgende punten:

- Tijdens de ontwerpfase werd de regelgeving omtrent patiëntenkamers in ziekenhuizen gewijzigd. De voorziene driepersoonskamers moesten vervangen worden door één- en tweepersoonskamers. Door het gebruik van een standaardstramienmaat van 0,90m kon het ontwerpteam eenvoudig het ontwerp aanpassen.
- In de tweede helft van 2013 is op de afdeling materniteit de indeling al veranderd. Op de afdeling zijn zeven eenpersoonskamers van 3,6 meter breed omgebouwd tot vijf eenpersoonsmaterniteitsuites van 4,5 meter breed. De rest van de afdeling kon gewoon in gebruik blijven tijdens deze verbouwing zonder overlast.
- Bij de uitbreiding van het ziekenhuis in de tweede en derde fase kan het ziekenhuis open blijven.
- Door de standaardisatie van de verpleegafdelingen is het ook mogelijk gebleken om indien nodig verpleegpersoneel van de ene verpleegpost in te zetten op een andere verpleegpost.

- In de eerste fase zijn door bezuinigingen de douches per kamer op de daghospitalisatie afdeling geschrapt. Omdat er hierdoor geen standaardverpleegafdeling meer op die plek kan worden ingericht, is ook de multi-inzetbaarheid van die verdieping wegbezuinigd, met potentiële meerkosten bij eventuele veranderingen tot gevolg. De ontwerpers en de bouwheer hebben hieruit geleerd om deze valse bezuiniging niet meer in fase 2 toe te passen.
- De aanpasbaarheid van het gebouw heeft het mogelijk gemaakt om in te kunnen spelen op de veranderende eisen en wensen binnen de zorg.

Waar met betrekking tot dynamische bouwconcepten wellicht nog bij een volgend project in kan worden voorzien is een aanpasbaar ontwerp voor de bunkers voor de afdeling radiotherapie om straling naar de omgeving tegen te houden. De bunkers zijn ontworpen met enorm dikke betonnen wanden op basis van de tijdens de ontwerpfase gebruikelijke apparatuur voor bestralingsbehandelingen. Echter, de ontwikkeling van dergelijk apparatuur evolueert zo snel dat het ontwerp van de bunker aan andere randvoorwaarden moet voldoen.

Een algemene les voor osar architecten uit dit project met betrekking tot veranderingsgericht bouwen is dat naarmate er meer veranderingen nodig zijn in de levenscyclus van een gebouw het toepassen van dynamische ontwerpstrategieën interessanter wordt. Hoewel de meerwaarde van de aanpasbaarheid van de verpleegafdelingen zich al heeft bewezen voor dit project, worden over het algemeen ziekenhuisverpleegafdelingen eigenlijk niet vaak verbouwd. Dit komt omdat "conventioneel gebouwde" ziekenhuizen de nodige verbouwingen van verpleegafdelingen vaak uitstellen vanwege de impact van een renovatie op het operationeel houden van het ziekenhuis. Vaak moeten dan volledige afdelingen afgesloten worden om de verbouwing uit te kunnen voeren. Door veranderingsgericht te bouwen kan de frequentie van verbouwingen van verpleegafdelingen toenemen en kan er sneller worden ingespeeld op de marktvraag en hoge concurrentie tussen ziekenhuizen.

Osar architecten verwacht dat de medisch-technische blok eerder meer verbouwingen zal ondergaan dan de verpleegafdelingen om in te spelen op de veranderingen in de zorg en/of in medisch apparatuur. Het toepassen van veranderingsgericht bouwen is dus vooral interessant voor gebouwen die een lange ontwikkeltijd hebben (om in te kunnen spelen op een veranderende regelgeving) of gebouwen met een functie die beïnvloed worden door een sterk evoluerende marktsector (zoals de zorg en medische apparatuur).

Uit het gesprek met osar architecten rees nog wel de vraag wie na een periode van 20-30 jaar nog weet heeft van de technische mogelijkheden van het gebouw om veranderingsgericht te verbouwen. Dergelijke gebouwspecifieke informatie moet dus geborgen worden, bijvoorbeeld via een post-interventiedossier of een draaiboek voor het gebouwbeheer.

#### **3.4.3.4 Ondervonden moeilijkheden/ nadelen implementatie dynamisch bouwen**

In dit project is een aantal veranderingsgerichte ontwerpapunten door budgetbeperking niet verder uitgewerkt, terwijl nu achteraf blijkt dat de bezuinigingen juist de potentiële levenscycluswinsten hebben ingeperkt. Dit heeft mede te maken met de potentiële financiële voordelen (en milieuwinst) over de levenscyclus van het gebouw die niet bij bouwheren bekend zijn of niet naar waarde worden ingeschat om dergelijke bezuinigingen niet door te voeren. Het aantonen van de financiële voordelen op lange termijn van dynamisch bouwen is daarom een belangrijk aandachtspunt om veranderingsgericht bouwen meer te laten plaatsvinden.

Een van de belangrijkste hindernissen om hergebruik van (componenten van) gebouwelementen in de bouwpraktijk toe te passen zijn de hoge arbeidskosten die gepaard gaat met de voorafgaande stappen aan het hergebruik (cf zorgvuldig demonteren, verplaatsen, eventueel herstellen, stockeren en nauwkeurig plaatsen in hetzelfde of een ander gebouw).



### **3.4.4 Duurzaam bouwen**

#### **3.4.4.1 Milieugerelateerde maatregelen**

##### **Energie**

Zoals hiervoor al vermeld, liep het ontwerp al voor op de destijds geldende energieprestatie-eisen en zijn er nog geen hernieuwbare energieoplossingen uitgevoerd.

##### **Materialen, grondstoffen en afval**

In het ontwerp is het gebruik van kunststof waar mogelijk vermeden: bijvoorbeeld door betonnen gevelelementen te plaatsen in plaats van kunststofgeveldelen en het leggen van houten vloeren in de patiëntenkamers en Henegouwse blauwe hardstenen vloeren in de publieke delen van het gebouw. Enkel in de gangen van de vleugels, de (meeste) lokalen van het medisch-technisch blok en natte ruimtes is PVC-vloerbedekking gelegd. Dit was op nadrukkelijke wens van de bouwheer, omdat het natuurlijk alternatief met linoleum, te kostelijk is voor het onderhoud door het herhaaldelijk "herfilmen" van het linoleum. Daarnaast werd er gekozen voor materialen die goed te recycleren zijn, indien gescheiden ingezameld, zoals gipsvezelplaten voor de binnenwanden.

Doordat er vanaf de ontwerpfase al rekening is gehouden met de gefaseerde uitbreiding, is het slopen en verwijderen van gebouwelementen om de uitbreiding te realiseren beperkt (bijvoorbeeld wachtgevels die vervolgens binnenwanden worden). Hier gaat ook een beperking van bouw- en sloopafval mee gepaard. Om grondstofgebruik te beperken zouden de demonteerbare gevelelementen hergebruikt kunnen worden. Het blijkt echter praktisch moeilijk realiseerbaar. Ook blijkt het in de realiteit nog te moeilijk om binnenwanden te hergebruiken. Platen worden bijvoorbeeld beschadigd tijdens het afbreken, waardoor aannemers vaak demontage links laten liggen. Daarnaast zijn de metal-studs die momenteel op de markt aanwezig zijn niet gedimensioneerd om hergebruik toe te laten.

##### **Water**

Het groendak zorgt voor regenwaterbuffer.

#### **3.4.4.2 Socio-economische maatregelen**

Er is bewust gekozen voor een gebouw met een beperkt aantal bouwlagen, zodat het gebouw in het omringende landschap wordt ingebed. Daarnaast is bij het ontwerp als uitgangspunt genomen dat natuur, omgeving en daglicht zeer belangrijk zijn voor het genezingsproces van de patiënt. Deze elementen zijn even belangrijk voor de andere gebruikers van het gebouw (zoals de verpleging, artsen, administratief personeel en anderen). Zij moeten zich goed voelen in de omgeving waar ze werken, omdat dat invloed heeft op de wijze van omgaan met de patiënten.

#### **3.4.4.3 Toevoeging dynamisch bouwen in beleids- en praktijkinstrumenten voor duurzaam bouwen**

Door het interview met osar architecten is gebleken dat er onder het merendeel van de bouwheren van zorginstellingen frustratie heerst bij het opleggen van duurzaamheidscriteria door VIPA (of andere overheidsinstanties) zonder dat er extra financiële middelen voor worden vrijgemaakt om het te kunnen realiseren. Daarnaast vindt osar architecten het belangrijk dat er bewustwording wordt gecreëerd onder bouwheren van wat dynamisch bouwen kan bieden, niet alleen op vlak van financiële winsten op lange termijn maar ook op vlak van gebruikerscomfort. VIPA kan hier een rol inspelen door als informatieportaal te dienen voor bouwheren. Echter, een belangrijk punt blijft dat, om bouwheren te stimuleren om veranderingsgericht te bouwen of andere duurzaamheidsmaatregelen toe te passen, een al dan niet financiële compensatie nodig is voor de inspanningen.

Deze vraag werd voorgelegd aan VIPA. Op 23 juni 2014 antwoordde Thomas Feys van VIPA op bovenstaande vraag via email:

"VIPA legt bepaalde duurzaamheidscriteria op aan bouwprojecten in de zorgsector als één van de voorwaarden om in aanmerking te komen voor subsidies. Deze duurzaamheidscriteria dateren van 2009 en bestaan momenteel uit een laagdrempelige afvinklijst met een mix van verplichte en vrije criteria waarop een minimumscore behaald moet worden. Er wordt al enige tijd geopperd om naargelang de score op deze duurzaamheidscriteria (en de bijhorende kosten om hieraan te voldoen) de initiatiefnemer eventueel te belonen door middel van bijkomende subsidies.

*Dit kan op dit moment niet om volgende redenen:*

*De duurzaamheidscriteria hebben het voordeel van minimale administratieve lasten doordat het een laagdrempelige afvinklijst betreft maar hierdoor hebben de criteria tegelijkertijd ook het nadeel dat de score een onvoldoende onderbouwde basis biedt om bij de bepaling van de subsidies hiermee rekening te houden.*

*Van infrastructuur die deels gesubsidieerd wordt met overheidsmiddelen mogen we verwachten dat deze infrastructuur een voorbeeldfunctie vervult, dus ook op het vlak van (integrale) duurzaamheid.*

*Let wel dat het zeker te onderzoeken valt of de financiële steun voor zorgvoorzieningen gedifferentieerd kan worden naargelang de score op de duurzaamheidsmeter voor de zorgsector. Dit uiteraard enkel en alleen wanneer dit instrument werkbaar is en op punt staat."*

## 3.5 LLEX<sup>10</sup>



**Figuur 3.34: impressie van het LLEXX-demogebouw te Wijnegem© Hahbo**

### 3.5.1 Projectbeschrijving

LLEXX staat voor Longlife, Luxurious, Ecological, fleXible en eXpress. LLEXX is een modulair uitbouwbaar creatie voor verschillende toepassingen, waaronder tijdelijke en permanente klaslokalen, scholen en kantoren. De korte levertermijn en snelle plaatsing bieden een antwoord op de nijpende nood aan extra en aanpasbare scholen en klaslokalen in het lager en secundair onderwijs. LLEXX is ontwikkeld door Hahbo, onderdeel van de Frisomat Groep, in samenwerking met de ontwerper Axel Enthoven.

Hahbo biedt totaalconcepten in prefab houten systeembouw aan, van ontwerp tot montage. Frisomat levert echter prefab bouwsystemen in staal. Met het LLEXX concept is een synergie tussen beide bedrijfstakken tot stand gekomen. Om het concept te tonen is begin 2013 een demogebouw op het terrein van Frisomat / Hahbo gerealiseerd bestaande uit twee modules die via een overkapping aan elkaar verbonden zijn. Eén module is als kantoorruimte ingericht en de andere als een klaslokaal met een "extra halve" uitbreidingsmodule inclusief sanitaire cel (hierover onderstaand meer informatie). Het demogebouw toont de multi-inzetbaarheid van het

<sup>10</sup> Deze analyse is tot stand gekomen op basis van een bedrijfsbezoek aan Hahbo op 20 mei 2014 met een rondleiding door het LLEXX demogebouw en de fabriekshallen van Hahbo / Frisomat. Er is toen gesproken met Anne Chantraine (sales Hahbo), Karel Verdonck (bedrijfsleider Hahbo), Wannas Verhoeven (project engineering), Dries Aerts (R&D) en Sander Verduyn (R&D). Aanvullend zijn er gegevens en afbeeldingen van Hahbo ontvangen, waaronder een e-mail met een reactie op vijf vragen die vanuit AGIO zijn gesteld d.d. 24 april 2014, en is de website van Hahbo <http://www.Hahbo.be/nl/llexx/Default.aspx#ad-image-0> geraadpleegd met o.a. een persdossier.

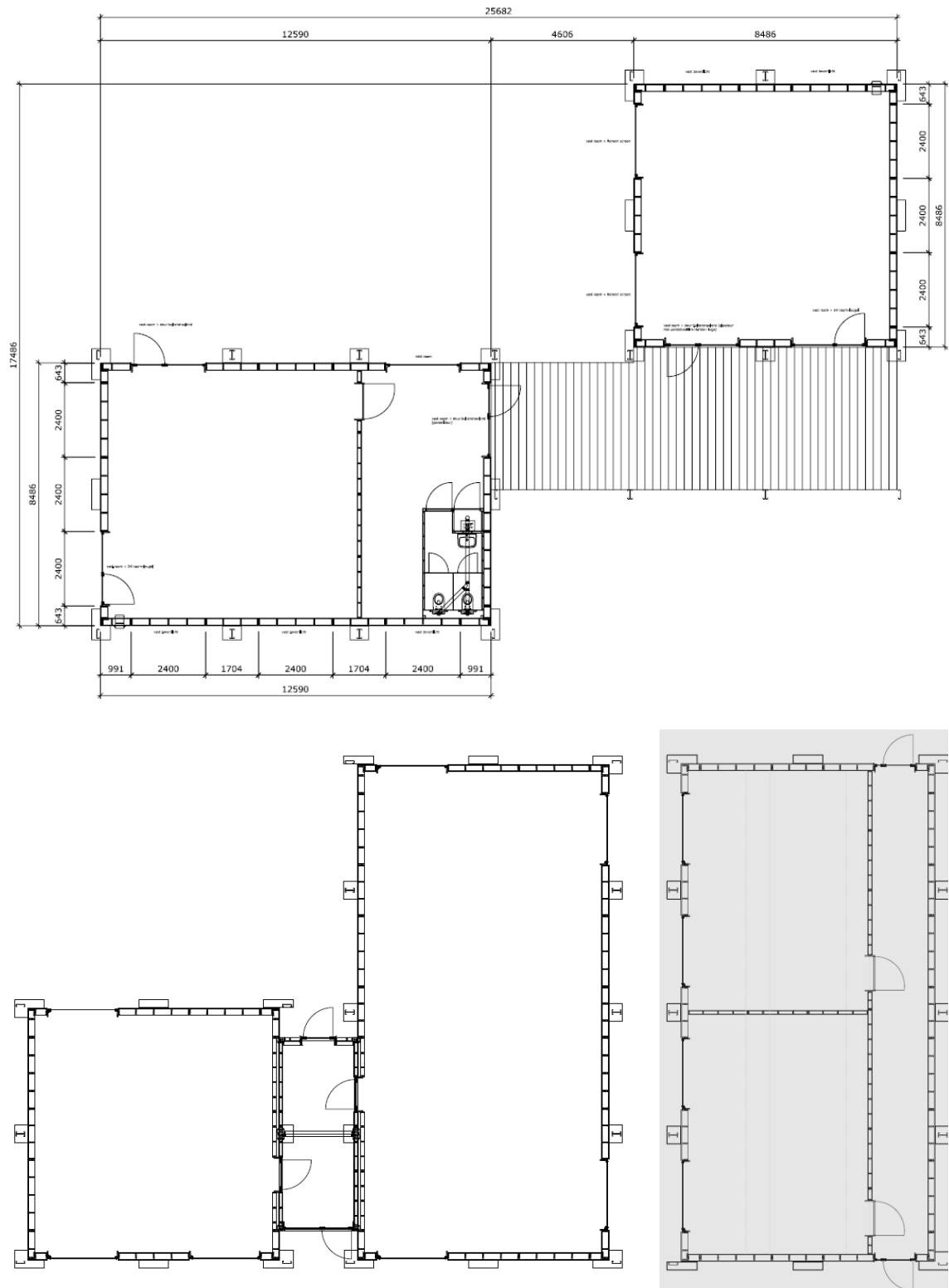
concept en de mogelijke kleuren en afwerkingsniveaus. In april 2014 is een eerste kantoorgebouw met het LLEXX concept in gebruik genomen. Een eerste (middelbare) school zal dit jaar nog worden gerealiseerd in Wallonië, tegen de Franse grens aan.

Veranderingsgericht bouwen komt in dit project tot uiting door de aanpasbaarheid, multi-inzetbaarheid en demonteerbaarheid van het LLEXX bouwsysteem.

### **3.5.2 Gebouwkenmerken**

Een standaard LLEXX 8x8 module is intern 8 bij 8 meter en inclusief de buitengevels 8,486 bij 8,486 meter. Een standaard module kan in de lengterichting (van de vloerpanelen) worden uitgebreid met meerdere 8x8 modules of 4x8 modules. In de breedte kan door middel van een gangmodule worden uitgebreid, waaraan een volgende module kan worden gekoppeld. In Figuur 3.35 zijn plattegronden opgenomen met mogelijke configuraties. De modulemaat van 8x8 is op basis van input van gebruikers bepaald om in te kunnen spelen op nieuwe pedagogiek.

Waar een 8x8 module te groot is kan er worden gekozen voor een module van 6x6 die volgens dezelfde principes en uitbreidingsmogelijkheden is opgebouwd.



**Figuur 3.35: drie voorbeelden van mogelijke planconfiguraties. (Boven) plattegrond van het LLEXX demogebouw met rechtsboven een standaard 8x8 module die via een overkapping gekoppeld is aan een 8+4x8 module met een sanitaire cel in de 4x8 module. (Linksonder) een standaard 8x8 module en een dubbele 8x8 module die aan elkaar geschakeld zijn via een gangmodule. (Rechtsonder) twee gekoppelde 8x8 modules waarin een gangzone is ingedeeld. (Hahbo, 2014)**

<b>3.5.2.1</b>	<b>Algemeen Typologie</b>	Onderwijs (en kantoren)
	<b>Planning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Start ontwikkeltijd: 26 oktober 2011 (eerste contact HAHBO met Enthoven Associates).</li> <li>– Start ontwerpfase: 15 november 2011 (eerste workshop bij Enthoven Associates).</li> <li>– Start montage demogebouw: 11 maart 2013.</li> <li>– Oplevering demogebouw: 16 mei 2013 (persvoorstelling).</li> </ul>
	<b>Locatie</b>	Wijnegem (België)
	<b>Bouwheer</b>	Hahbo
	<b>Architect</b>	Hahbo en Frisomat in samenwerking met Back McMaster architecten
	<b>Design Consultant</b>	Enthoven Associates
	<b>Uitvoering</b>	Montageploeg Hahbo (ruwbouw), onderaannemer Hahbo (technieken), Montageploeg Hahbo (binnenafwerking)

De onderstaande analyse kwam tot stand op basis van een bezoek aan de demonstratiegebouwen op de site in Wijnegem, een rondleiding in de fabricagehallen en interviews.

### 3.5.2.2 Overzicht van gebouwelementen

De LLEX modules zijn ontworpen voor een afschrijftermijn van 30 jaar. Ook al kan het LLEX systeem volledig worden gedemonteerd en daarna weer volledig in elkaar worden gezet, het veelvuldig verzetten van het systeem is economisch niet rendabel ten opzichte van systeembouwsystemen die meer van tijdelijke aard zijn. Met het demogebouw heeft Hahbo tevens al ervaring kunnen opdoen met het demonteren, verzetten en opnieuw opbouwen van een LLEX gebouw, doordat het gebouw naar een andere plek op het terrein van Frisomat/Hahbo is verplaatst.

Hahbo streeft er naar om alles prefab aan te leveren, een uitzondering hierop is bijvoorbeeld de gegoten fundering indien deze in het werk gestort wordt. Op de werf worden de modules in elkaar gezet door een vast team van Hahbo om de kwaliteit beter te kunnen waarborgen. Zelfs de cellulose wordt op de fabriek al in de elementen geblazen, om het aantal handelingen op de werf beperkt te houden. Per mandag kan 4-5 m<sup>2</sup> op de werf worden gerealiseerd. De door Hahbo betrokken toeleveranciers en onderaannemers zijn gericht op snel, modulair bouwen, zodat het bouwproces vlot kan verlopen. De elementen hebben een maximale breedte van 2,40 meter (gebaseerd op de standaard handelsmaat van houtplaten à 2,45 meter) en worden in elementen naar de werf verplaatst, zodat er geen speciaal vrachtvervoer nodig is en er geen "lucht" wordt verplaatst. De lengte van de elementen varieert tussen de 2,68 en 4,09 meter.

#### Draagconstructie

De fundering kan op drie manieren worden gemaakt, afhankelijk van het type ondergrond en de mate van herbruikbaarheid:

- Met prefab betonsokkels van 1000 x 600 x 150mm (toegepast bij het demogebouw, zie Figuur 3.36 links) die na demontage herbruikbaar blijven;
- Met een gegoten betonplaat; of
- Met een gegoten plintbalk, in combinatie met een aantal prefab betonsokkels in het midden (toegepast in het kantoorgebouw, zie Figuur 3.36 rechts).

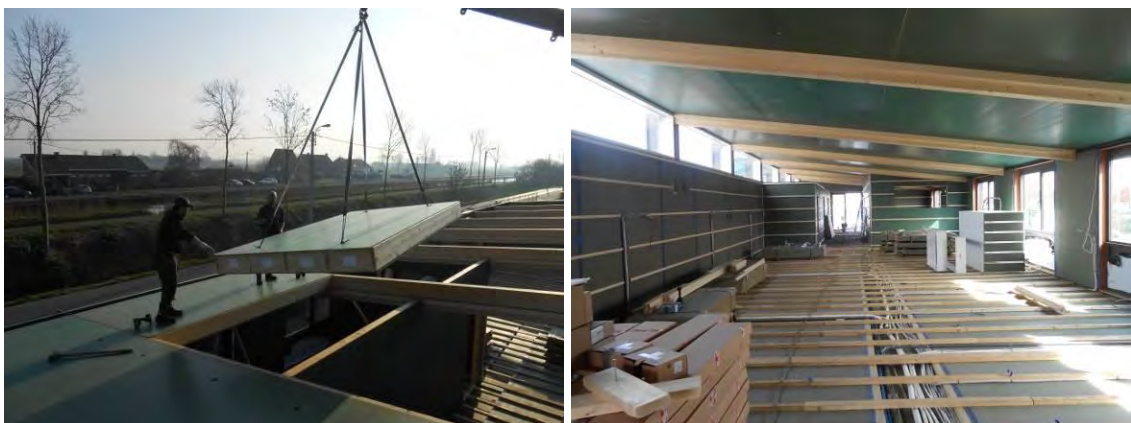


**Figuur 3.36:** (links) het demogebouw op prefab funderingssokkels en (rechts) gegoten plintbalk in combinatie met een aantal prefab sokkels als fundering voor het in april 2014 opgeleverde kantoorgebouw bestaande uit vier 8x8 modules. (rechts: foto Hahbo, 2014)

De buitenwanden en binnenwanden rusten, indien van toepassing, direct op de gegoten betonplaat of anders op gelamineerde ringbalken die op de fundering zijn geplaatst (zie Figuur 3.37). Het uitwendige geraamte bestaat uit stalen gegalvaniseerde (eventueel ook gepoederlakt) koud geplooid C300x3 profielen en koppelstukken die voor de stabiliteit van de buitenwanden zorgen en de lastafdracht van het dak naar de fundering. De dakpanelen worden op gelamineerde balken gelegd (zie Figuur 3.38). De horizontale windbelasting wordt opgevangen door schijfwerking in de panelen.



**Figuur 3.37:** (links) de ringbalken zijn op de fundering geplaatst waartussen de vloerelementen worden gelegd en in het midden de leidingschachten. (Rechts) geplaatste buitenwanden op de ringbalken. (Hahbo, 2014)



**Figuur 3.38:** (links) het plaatsen van de dakpanelen. (Rechts) het interieur van het kantoorgebouw voor de afwerking, waarin de centrale leidingschacht in de vloer nog zichtbaar is. (Hahbo, 2014)

## Circulatie

Modules kunnen zonder interne scheidingswanden aan elkaar worden gekoppeld, zoals in het kantoorgebouw dat al met het LLEXX concept is gerealiseerd, zodat er een open planindeling mogelijk is. Indien er wel interne scheidingswanden zijn dan is horizontale circulatie mogelijk via een gangmodule waaraan meerdere modules kunnen worden gekoppeld (zie Figuur 3.35 rechtsonder) of door een binnenindeling met een gang in de lengterichting (zie Figuur 3.35 linksonder).

Het is nog niet mogelijk om met LLEXX een gebouw met meerdere bouwlagen te realiseren. Een extra verdieping is nog in ontwikkeling. Verticale circulatie is daarom nog niet van toepassing.

## Gebouwschil

Een van de uitgangspunten tijdens de ontwerpfase van Hahbo was om tot een bouwsysteem te komen met zo min mogelijk verschillende bouwstenen. Uiteindelijk bestaat het LLEXX systeem uit één vloerpaneel, één leidingschacht, twee wandpanelen (1,7 of 2,4 meter breed), twee hoekpanelen (1 links en 1 rechts, elkaars spiegelbeeld) en 1 tipgevelelement (i.v.m. de helling van het dak). Zie onderstaande foto's van de verschillende standaardelementen.



**Figuur 3.39:** (linksboven) links op de foto dakpanelen en rechts vloerpanelen. (Midden boven) leidingschachten. (Rechtsboven) hoekpanelen, waarvan een al is afgewerkt met gevelbekleding. (Onder) tipgevelelement voor de kopgevels. (Hahbo, 2014)

Een raamkader voor open geveldelen kan de plaats innemen van een wandpaneel van 2,4 meter breed. Er bestaan drie varianten van panelen voor de open geveldelen: een volledig vast raam van 2,4 meter breed, één met een vast raam en ernaast een deur, en een variant met een draai-/kiepraam met ernaast een vast raam en een "glazen" of dichte borstwering. De profielen van de kozijnen zijn van aluminium. Tussen het dak en de wandpanelen aan de hoogste zijde van het gebouw worden standaard vaste meranti bandramen geplaatst.



**Figuur 3.40:** (links) raamkaders zonder vulling en (midden) een met vulling. (Rechts) felsplaten voor de dakbedekking. (Hahbo, 2014)

De Ayous houten gevelbekleding wordt in de fabriek al gemonteerd. De metalen strips in de gevelbekleding worden in dezelfde kleur als die van de staalstructuur geleverd. De dakbedekking wordt op de werf gemonteerd en zijn stalen gegalvaniseerde en voorgelakte platen in felsprofielen. De dakgoten zijn in de dakelementen verwerkt en de hemelwaterafvoeren in de C300/3 profielen van de staalstructuur.

### Technieken

Met het LLEXX concept wordt geprobeerd zoveel mogelijk gestandaardiseerde technieken aan te bieden. Hahbo's voorkeur gaat uit naar decentrale ventilatie-unit(s), lucht-water warmtepomp(en) en verlichtingsarmaturen met eco-lampen (25 W per armatuur) en (waar nodig) daglichtregeling. Het blijft uiteindelijk de keuze van de klant om voor andere technieken te opteren. Deze worden dan in overleg met de architect en de EPB-verslaggever getoetst aan de vereisten.

In elke module is een centrale leidingschacht voorzien over de hele lengte (zie Figuur 3.38 rechts). Daarnaast is tussen de verhoogde vloer en de vloerpanelen een leidingspouw van 38mm voorzien. Dit geldt ook voor de buitenwanden en tussenwanden. In het demogebouw is in het deel dat als klaslokaal is ingericht een op zichzelf staande ventilatie-unit met een capaciteit van 600-800m<sup>3</sup>/h en een tegenstroomwarmtewisselaar geplaatst die speciaal voor klaslokalen is ontwikkeld (zie Figuur 3.41 links). Voor de verwarming is een lucht-water warmtepomp met een COP van 3,5 geplaatst met ventilatorconvectoren als afgiftesysteem. Voor het warm water is een close-in boiler geïnstalleerd. De warmtepomp en close-in boiler zijn in een meterkast geplaatst die deel uitmaakt van de sanitaire cel (zie Figuur 3.41 midden en rechts). Een dergelijke sanitaire cel wordt volledig prefab op de werf geleverd inclusief hygiënische vloer- en wandafwerking. De verlichting in de sanitaire cel is voorzien van aanwezigheidsdetectie.





**Figuur 3.41:** (links) de ventilatie-unit. (Midden) de prefab sanitaire cel waarvan de linker deur van de meterkast is. (Rechts) de warmtepomp in de meterkast en rechtsboven de close-in boiler, onder de warmtepomp staat het buffervat van de warmtepomp (niet op de foto).

### Interieur

Indien gewenst, kan de binnenwandafwerking functioneel aanpasbaar worden uitgevoerd zodat de binnenwandafwerking afhankelijk van de noden van de leerlingen en de school gemoduleerd kan worden om de specifieke noden van de school te volgen (bijvoorbeeld wel of geen prikborden of hangkasten). De integratie van verschillende elementen in de wand maakt dat scholen meerdere zaken in hun eerste (gesubsidieerde) uitrusting kunnen steken. Indien een aanpasbare binnenwandafwerking niet nodig is, worden in plaats van demonteerbare binnenwandpanelen vaste wandpanelen met HPL-bekleding gemonteerd met een afwasbare toplaag. Eventuele interne scheidingswanden worden ook geprefabriceerd in de fabriekshallen van Hahbo. Het plafond wordt met een watergedragen verf afgewerkt.



**Figuur 3.42:** (links) wand in het demogebouw waar een aantal binnenwandpanelen zijn gedemonteerd. (Midden) ophangstelsel/achterzijde van de demonteerbare panelen. (Rechts) voorbeeld van een andere mogelijke binnenwandafwerking. (rechter foto: Hahbo, 2014)

### Energieprestatie

Bij de ontwikkeling van LLEXX is er gekeken naar de tot nu gekende EPB-eisen (tot 2016) met betrekking tot:

- de thermische isolatie-eisen: K-peil, U- en R-waarden;
- energieprestatie-eisen: E-peil, netto energiebehoefte en hernieuwbare energie;
- en eisen op het vlak van het binnenklimaat: ventilatie en oververhitting.

Een gebouw bestaande uit LLEXX modules haalt een isolatieniveau volgens de Vlaamse energieprestatie-eisen met respectievelijk de volgende U-waardes voor de vloer, wand en het

dak: 0,18, 0,22 en 0,18 W/m<sup>2</sup>K. De ramen zijn voorzien van HR++glas met een U-waarde van 1,1 W/m<sup>2</sup>K. Het U-peil van de ramen bedraagt daarmee 1,38 W/m<sup>2</sup>K (houten chassis) of 1,57 W/m<sup>2</sup>K (aluminium chassis). Een niveau van E55 is volgens Hahbo vrij eenvoudig te behalen maar hangt af van de geïnstalleerde gebouwgebonden installaties. Een lager niveau van E49 is realiseerbaar tegen forsere investeringen (voor de warmtepomp en ventilatie-unit).

Dit betekent dat momenteel voor wat betreft de vloer en het dak er al een ruime marge is met betrekking tot de U-waarde, gezien VEA vanaf 2016 een U<sub>max</sub> van 0,24 W/m<sup>2</sup>K voorschrijft voor alle dichte scheidingsconstructies. De wanden zouden -wanneer het nodig mocht zijn- verder kunnen worden verbeterd door het aanbrengen van een extra isolatielaag aan de binnenzijde van het paneel in de leidingspouw.

Voor het demogebouw is een EPB-berekening<sup>11</sup> opgesteld. In onderstaande tabel staan de resultaten van die berekening:

Resultaten EPB-berekening	Klasgebouw inclusief sanitair	Kantoorunit
K-peil	35	39
E-peil	38	40
<b>Jaarlijks primair energieverbruik [MJ]</b>		
Verwarming en bevochtiging	13.743,54	18.144,13
Koeling	6.222,92	7.958,28
Hulpenergie	2.066,71	6.803,14
Verlichting	6.738,74	11.476,46
Karakteristiek verbruik	28.771,91	44.382,01

*Tabel 3.1: samenvatting van de resultaten van de EPB-berekening van het LLEXX demogebouw.*

De luchtdichtheid van een LLEXX module komt in de buurt van passief niveau. De luchtdichtprestatie is per project afhankelijk. Op het demogebouw zijn blowerdoortesten<sup>12</sup> uitgevoerd, waar proefattesten van zijn uitgegeven. Hieruit volgde dat bij de meting van de luchtdichtheid volgens EN 13829, methode A, beide units de eisen van het voorschrift vervullen, zie Tabel 3.2. De mindere prestatie van het klasgebouw kwam doordat een deur niet volledig afslot en een kabeldoorvoer die niet luchtdicht was afgewerkt.

*Tabel 3.2: overzicht van de resultaten van de blowerdoortest van het LLEXX demogebouw.*

Resultaten blowerdoortest	Klasgebouw inclusief sanitair	Kantoorunit
N <sub>50</sub>	1,8	0,79
V <sub>50</sub>	1,5	0,59

### Akoestiek

Bij de ontwikkeling van LLEXX heeft Hahbo aan een akoestisch studie bureau gevraagd om de akoestische prestatie te verbeteren. Door ontkoppelde vloerpanelen worden contactgeluiden beperkt doorgegeven. Daarnaast heeft de luchtdichtheid en de isolatie ook een gunstig effect door het verminderen van het klankkasteffect. De nagalmtijd kan nog worden beperkt door het plaatsen van geluidsabsorberende panelen aan het plafond. Doordat het bouwsysteem voornamelijk uit hout bestaat is er weinig massa. Hahbo is nog druk bezig met het ontwerpen van interne scheidingswanden die voor een schoolfunctie akoestisch afdoende is. Een prettige akoestiek is dan ook de grootste uitdaging bij de verdere ontwikkeling voor een extra bouwlaag.

### Brand

Doordat de stalen structuur een buitenconstructie is, gelden voor de staalstructuur de brandveiligheidsnormen betreffende een buitenbrand. Voor de structurele elementen is door middel van een berekening een brandweerstand van R = 30 minuten aangetoond en wordt daarmee aan de KB Basisnormen Brandveiligheid van 12/07/2012 voldaan.

<sup>11</sup> De EPB-berekening werd uitgevoerd door Enervision op basis van EPB-software v4.3.0, rapport gegenereerd op 22 oktober 2013.

<sup>12</sup> Door Isoproc op 23 en 26 april 2013 respectievelijk voor de schoolunit en de kantoorunit.

## Comfort

Bij de ontwikkeling van LLEXX zijn wensen en eisen van leraren met betrekking tot het verblijfscomfort en gebruiksgemak als uitgangspunten meegenomen. Bovenop de keuze van/ de door Hahbo geprefereerde technische installaties om voor een gezond binnenklimaat te zorgen, is er ook ingezet op visueel comfort. De lange bandramen bovenaan de hoge gevelkant zorgen voor een natuurlijke lichtinval over de gehele lengte van het gebouw. Door de hoge plaatsing van deze ramen blijft er onder de raampartijen voldoende ruimte over om de nodige kasten te kunnen plaatsen (zie Figuur 3.43 links).



*Figuur 3.43: interieurfoto's van het LLEXX demogebouw. (Hahbo, 2014)*

De keuze van interieurkleuren is vrij voor de bouwheer. Standaard worden witte afwerkingspanelen voorzien. In functie van het gebruik is het mogelijk om met kleuraccenten en –materialen te werken. Voor een school zal de keuze wellicht worden bepaald door de leeftijd en ontwikkelingsgraad van de leerlingen die het lokaal gaan gebruiken (zoals peuters, kleuters of middelbare schoolscholieren) of zelfs naar speciale noden (bijvoorbeeld het vermijden van té activerende materialen of kleuren voor bepaalde autismespectrumstoornissen).

Bij de ontwikkeling van het concept is Hahbo ervan uitgegaan dat er minimaal 25 leerlingen in een lokaal moet kunnen plaatsnemen en dat er dan nog voldoende bewegingsruimte blijft. Als in een 8x8 module een gangzone van 2 meter breed wordt ingericht, dan betekent dat er 1,92m<sup>2</sup> vloeroppervlak per leerling overblijft bij 25 leerlingen. Voor het maximum aantal leerlingen per lokaal verwijst Hahbo hun klanten naar de aanbevelingen van AGION.

## 3.5.3 Dynamisch bouwen

### 3.5.3.1 Gebouwniveau

Op basis van voorgaande kunnen de volgende veranderingsgerichte gebouwkenmerken en de daar bijbehorende genomen ontwerpmaatregelen worden gedestilleerd.

#### Aanpasbaarheid

- Door de modulaire opbouw van het LLEXX concept zijn uitbreidbare gebouwen mogelijk.
- Met het concept is een LLEXX gebouw over zijn gehele levensduur "onbeperkt" aanpasbaar, doordat alle elementen zijn gestandaardiseerd en volledig kunnen worden gedemonteerd en opnieuw kunnen worden gebruikt. Dit niveau van aanpasbaarheid is al bewezen door het demonteren, verzetten en opnieuw opbouwen van het demogebouw.

#### Multi-inzetbaarheid

- Het concept is ontwikkeld voor scholenbouw (van lager onderwijs tot en met secundair onderwijs) maar is ook geschikt voor kantoorfuncties, sportverenigingen en andere.
- Het concept is door de demonteerbaarheid geschikt voor tijdelijke systeembouw maar door de kwaliteit van het systeem ook uitermate geschikt voor permanente bouw. Hahbo heeft echter aangegeven dat door de hogere productiekosten van LLEXX het verzetten van een LLEXX gebouw economisch niet rendabel is vergeleken met tijdelijke systemen.

### 3.5.3.2 Elementniveau

Op elementniveau zijn de volgende veranderingsgerichte maatregelen genomen:

#### Omkeerbare verbindingen

- Door omkeerbare verbindingen kan een LLEXX gebouw volledig gedemonteerd worden tot individuele componenten van gebouwelementen. Zo is de staalconstructie opgebouwd met (omkeerbare) boutverbindingen en worden de panelen droog gemonteerd.
- Zo goed als elk gedemonteerd component kan worden hergebruikt. Tape voor het garanderen van de luchtdichtheid en daklijsten vormen hier een uitzondering op
- De panelen voor de afwerking van de binnenwanden kunnen eenvoudig demonteerbaar worden uitgevoerd, zie Figuur 3.42 links en midden.
- De leidingen zijn niet in de constructie "vast gestort" door toepassing van centrale leidingschachten in de vloer en leidingspouwen voor de verdere vertakking van de leidingen.

#### Prefabricage

- De gebouwelementen en componenten ervan worden volledig geprefabriceerd en vergen minimale assemblagetijd op de werf ten opzichte van conventionele bouwsystemen.
- Sanitaire cellen voor scholen worden als volledig geprefabriceerde units op de werf geleverd, maar het is evenzeer mogelijk om het sanitaire gedeelte van een gebouw op maat uit te werken.

#### Compatibele componenten

- Voor alle elementen is uitgegaan van de standaardhandelsmaat voor houtplaten van een breedte van 2,45 meter. Zowel de (volle) gevelpanelen als de raamkaders hebben in afgewerkte toestand een breedte van 2,40 meter. De planafmetingen van de andere elementen en componenten ervan worden op basis van deze maat afgeleid.

### 3.5.3.3 Meerwaarde door dynamisch bouwen

De meerwaarde voor de gebruiker of lessen betreffende het dynamische karakter van het bouwconcept kunnen pas door Hahbo worden getrokken, zodra er meer gebouwen met het LLEXX systeem zijn gerealiseerd. Voor Hahbo is de feedback vanuit de gebruiker primordiaal om het concept te kunnen evalueren en bij te sturen.

Het onderzoekconsortium neemt de volgende grote voordelen waar:

- snelheid van assemblage en levertijd, onder meer door prefabricage van de gebouwelementen en het transport van grote gebouwonderdelen tot aan deze site.
- mogelijkheid tot demonteren van het gebouw en gebouwelementen. Er werd weliswaar aangegeven via het bedrijfsbezoek dat het demonteren en terug assembleren beperkt zal zijn in aantal. Testen door het Hahbo en ervaringen door de gebruikers zelf zullen uitmaken in welke mate het hergebruik – zonder grote herstellingen – mogelijk is.
- het principe van de bouwkit leent zich tot meerdere configuraties, die in functie van een verschillende bouwcontext en eisen toegepast kunnen worden.
- Hahbo heeft via het LLEXX-systeem een nieuwe marktniche in Vlaanderen voor scholenbouw aangeboord. Door de combinatie van enerzijds doorgedreven afwerking op vlak van interieur(mogelijkheden) en esthetisch buitenuitzicht en anderzijds gemakkelijk transporteerbare en herconfigureerbare modules, biedt het namelijk de transformatie- en koppelvoordelen van tijdelijke containersystemen met de afwerking van permanente constructies.

### 3.5.3.4 Ondervonden moeilijkheden/ nadelen implementatie dynamisch bouwen

De ontwikkeling van het concept was gebaseerd op het gebruik van zo min mogelijk verschillende bouwkitcomponenten door de optimalisatie en standaardisering ervan. Dit is de prijszetting, het vereenvoudigde ontwerp en de realisatietermijn ten goede gekomen, maar stuit soms op opmerkingen betreffende beperkingen van het systeem.

### 3.5.4 Duurzaam bouwen

Met het LLEXX-concept is getracht aan alle regelgeving en richtinggevende normen te voldoen zonder dat de betaalbaarheid in het gedrang komt. Bij de ontwikkeling van LLEXX is geen duurzaam beleids- of praktijkinstrument toegepast. Bij de ontwikkeling van LLEXX is zoveel mogelijk rekening gehouden met de duurzaamheidsmeter<sup>13</sup> van AGION/GO! en evr-architecten.

#### 3.5.4.1 Milieugerelateerde maatregelen

##### Energie

Zoals in paragraaf 3.5.2.2 is vermeld, voldoet de thermische isolatieschil van het LLEXX concept aan alle maximale U-waardes die VEA vanaf 2016 voorschrijft. Afhankelijk van de installatiekeuze is een lager E-peil mogelijk.

##### Materialen, grondstoffen en afval

Bij de materiaalkeuze is in functie van een duurzame materiaalketen aandacht besteed aan het gebruik van hernieuwbare materialen en mogelijk hergebruik van het LLEXX systeem na demontage. Daarnaast wordt er door Hahbo vrijwel alleen groene stroom in hun productieprocessen gebruikt. De elementen van het LLEXX systeem zijn van hout en de externe draagstructuur van staal. Zowel hout als staal zijn goed te recyclen, wat ook aan de demonteerbaarheid van het systeem bijdraagt, zodat de materialen in de eigen materiaalkringlopen kunnen blijven.

Voor de buitengevelbekleding is thermisch behandeld Ayous met FSC keurmerk gekozen: een foutvrije<sup>14</sup>, zachte witte loofhoutsoort uit tropisch West-Afrika die -na de thermische behandeling- naast een verbeterde duurzaamheid ook een hoge vormstabiliteit krijgt. De aangeleverde planken komen uit de kern van de stam. Het gebruik van lokaal (thermisch) behandeld hout werd overwogen tijdens het ontwerpproces, maar werd omwille van haar vele knoesten als ongeschikt bevonden voor de strakke buitenafwerking. Het hout dat in de inwendige structuur van de panelen wordt gebruikt is wel afkomstig van Europees vurenhout.

Doordat er gebruik gemaakt werd van een standaard handelsmaat voor houtplaten, is er weinig snijafval bij de productie van de bouwelementen. Bij de productie van de stalen structuur is ook nauwelijks snijverlies. Als isolatiemateriaal voor in de vloer-, wand- en dakelementen is cellulose gekozen, geproduceerd uit gerecycleerd papier, die eventueel aan het einde van de levensduur van een gebouw nog terug uit de elementen gezogen kan worden voor hergebruik.

##### Water

In overleg met de bouwheer worden er voor de hemelwaterafvoer aanvullende maatregelen genomen (voor buffering, infiltratie of recuperatie).

#### 3.5.4.2 Socio-economische maatregelen

Hahbo is zich ervan bewust dat de keuze van materialen in grote mate de gezondheid en het verblijfscomfort van de gebouwgebruikers bepaalt. Het uitbreiden van scholen stuit dikwijls op tegenstand van omliggende bewoners, doordat in vele gevallen er wordt gekozen voor gestapelde containerbouw. Met het concept en het ontwerp van LLEXX wordt getracht die tegenstand te verminderen. Daarenboven kan de snelle opbouw (bijvoorbeeld tijdens schoolvakanties) zorgen voor een minimum aan overlast voor de schoolwerking en de omliggende bewoners.

#### 3.5.4.3 Toevoeging dynamisch bouwen in beleids- en praktijkinstrumenten voor duurzaam bouwen

Door de integrale kwaliteit die het LLEXX concept biedt, zijn de investeringskosten per vierkante meter hoger dan die van conventionele containerbouw. Een gebruiksklare LLEXX module, d.w.z. met hoogwaardige verlichting met daglichtregeling, verwarming met warmtepomp,

<sup>13</sup> 'Naar een inspirerende leeromgeving - Instrument voor Duurzame Scholenbouw', mei 2010.

<sup>14</sup> Zonder knopen of spint.

voldoende stopcontacten en een slijtvaste vloerbedekking, komt afhankelijk van de grootte van de constructie uit tussen de 1100 en de 1250 euro per m<sup>2</sup>. Eventuele kwaliteiten zoals duurzaamheid of veranderingsgericht bouwen bieden geen mogelijkheden om eerder in aanmerking te komen voor subsidie of een hoger subsidiebedrag. Indien dat wel zou zijn, dan zou dat een goede stimulans zijn voor de bouw van duurzame, dynamisch gebouwde scholen.

Hannah Bohez verduidelijkt dat het een beleidskeuze is van de Vlaamse overheid om momenteel geen financiële voordelen toe te kennen aan duurzame of dynamische (ver)bouwactiviteiten, gezien de capaciteitsproblematiek, het zwaar verouderd patrimonium en het structureel tekort aan middelen voor de modernisering van het gebouwenpark. Aangezien AGIO niet kan inzetten op financiële incentives, voorziet ze ook geen bijkomende criteria naar duurzaamheid e.a. als subsidievoorwaarde, maar zet ze in op een sensibiliserend en informierend beleid.

Aanvullend, antwoordt Thomas Feys (VIPA) dat de duurzaamheidsevaluatie-instrumenten die de Vlaamse overheid hanteren nog niet op punt staan om het duurzaam of veranderingsgericht bouw karakter kwantitatief te beoordelen, waardoor prestatiegerichte subsidies moeilijk objectief te bepalen zijn.

## 3.6 Conclusies

### **Hoe worden de dynamische bouwprincipes toegepast in uitgevoerde voorbeeldprojecten op gebouw- en gebouwelementniveau?**

- Op basis van de lijst van voorbeeldprojecten en de doorgedreven analyse van de vier voorbeeldprojecten worden er al een tal van dynamische bouwprincipes toegepast. Op gebouwniveau vindt men zowel aanpasbare als multi-inzetbare voorbeelden. Sommige principes zoals 'drager-inbouw', polyvalentie, prefabricage zijn al goed tot zeer goed ingeburgerd in de bouwsector.
- Op gebouwelementniveau vindt men al geprefabriceerde en demonteerbare bouwsystemen terug die in meer of mindere mate tegemoet komen aan het hergebruik van gebouwelementen of componenten ervan. Afhankelijk van het gebruik van omkeerbare verbindingen wordt hergebruik al dan niet ontwerpmatig meegenomen.
- Veel minder of nagenoeg geen aandacht wordt er op de huidige bouwmarkt gegeven aan het bouwen volgens levensduurlagen en het hergebruik van bestaande/oude componenten. Dit wijst erop dat nog weinig ontwerpers en bouwheren aandacht hebben voor (toekomstige) vervangingen van gebouwelementen en componenten.
- Op basis van deze beperkte analyse, kan men al concluderen dat dynamische bouwprincipes voornamelijk gebruikt worden voor socio-economische doeleinden en minder voor milieudoeleinden, zoals het vermijden van bouw- en sloopafval, het vermijden van gebruik van primaire grondstoffen en/of het hergebruik van bouwmaterialen, gebouwelementen of componenten ervan. Dit stemt overeen met de bevindingen van de SWOT-analyses in paragraaf 2.1.

Projectnaam	nieuwbouw renovatie	multi-inzetbaar	polyvalent	aanpasbaar	uitbreidbaar	bouwen volgens levensduurlagen	demonteerbaar	herbruikbaar	prefabricage	preassemblage	hergebruik oude componenten
		Gebouwniveau					Element/component niveau				
<i>Sterrenveld</i>	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	x	x	x
<i>Grundbau und Siedler</i>	✓	x	x	✓	✓	✓	±	x	x	x	x
<i>AZ Groeninge</i>	✓	x	x	✓	✓	x	±	±	✓	x	x
<i>LLEXX</i>	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x

Tabel 3.3: overzicht van dynamische aspecten op gebouwniveau, element- en componentniveau voor de 4 geanalyseerde voorbeeldprojecten

### Welke meerwaarde bieden de concepten van dynamisch bouwen voor projecten in huisvesting, scholenbouw en zorginfrastructuur?

#### 1. meerwaarde voor (sociale) huisvesting:

- dynamisch of veranderingsgericht bouwen kan inspelen op de socio-economische toestand van bewoners. Via aanpasbare woningeenheden kan gemakkelijker ingespeeld worden op veranderingen in de financiële draagkracht van de bewoners, de gezinstoestand, onverwachte gebeurtenissen zoals invaliditeit, zorg-wonen, maar ook een wijziging van gebruikers.
- Ondanks de lagere vervangingsfrequenties ten opzichte van andere gebouwtoepassingen zoals winkels, kantoren, scholen en zorg, kan via demonteerbaar bouwen en bouwen volgens levensduurlagen geanticipeerd worden op noodzakelijke vervangingen, technologische evolutie en renovaties in de toekomst. Dit komt niet alleen het wooncomfort tegemoet, maar kan ook de financiële investering die gepaard gaat met deze toekomstige handelingen drukken.
- Uit de analyse van het sociaal woonproject Sterrenveld, blijkt tevens dat dergelijke ambities niet alleen mogelijk zijn voor nieuwbouw, maar ook toepasbaar zijn bij renovatie. De bouwtechnische invulling kan weliswaar verschillen voor renovatie van bestaande (statische) woongebouwen, gezien een groot deel van de gebouwelementen niet voorzien is om aan te passen.
- de combinatie van dynamische bouwprincipes en "Do-It-Yourself" kan een extra hefboom zijn om de financiële investering in woningen nog meer betaalbaar te maken. Gezien "doe-het-zelf"-praktijken al goed ingeburgerd zijn in Vlaanderen biedt dit een opportuniteit om sommige dynamische bouwpraktijken sneller op de bouwmarkt te krijgen. Er moet echter gewaakt worden over de kwaliteit van de uitvoering en eventuele bijscholing van 'doe-het-zelf'-winkels. Controle door deskundigen is hiervoor noodzakelijk.

#### 2. meerwaarde voor scholenbouw:

- Via geprefabriceerde bouwsystemen en gemakkelijk te assembleren gebouwelementen – waardoor de levertijd en bouwtijd beperkt worden – kan op een snelle manier ingespeeld worden op het tekort van schoolinfrastructuur, door onder meer een stijging van het aantal leerlingen en de veroudering van de huidige schoolgebouwen. Het LLEXX-project bewijst dat hiervoor niet ingeboet moet worden op de bouwtechnische prestaties van het gebouw en het gebruikerscomfort.
- Via aanpasbare gebouwen en bouwkits die meerdere configuraties toelaten kan ingespeeld worden op de variërende vraag naar schoolinfrastructuur voor verschillende onderwijsplannen. Zelfs bij een daling van de vraag van schoolinfrastructuur kunnen dynamische gebouwen enerzijds weggenomen of gemakkelijk gedemonteerd worden, of anderzijds een functiewijziging toelaten.

### 3. *meerwaarde voor zorginfrastructuur:*

- aanpasbare (zorg)woningen kunnen inspelen op de veranderlijke nood aan zorg van de bewoners. Naast (geïsoleerde) gevallen waar één van de bewoners een ernstige vorm van invaliditeit kent, bijvoorbeeld ten gevolge van een ongeval, kunnen aanpasbare (zorg)woningen een mogelijke oplossing zijn ten aanzien van de sterke vergrijzingstrend in Vlaanderen/België en omliggende landen. Individuele zorgwoningen kunnen – in combinatie met mantelzorg – de grote vraag bij woonzorgcentra ontnemen.
- aanpasbaar wonen mag niet verward worden met 'aangepast' wonen, waarbij de woning specifiek ontworpen is voor personen met een beperking, maar niet noodzakelijk 'aanpasbaar' aan de veranderende noden en wensen.
- Door tijdens het (her)ontwerpen van ziekenhuizen rekening te houden met gefaseerde (ver)bouwwerken, mogelijke uitbreidingen, inactiviteit van bepaalde ziekenhuisonderdelen, kan dynamisch bouwen een meerwaarde bieden voor de logistiek en het gebouwenbeheer van ziekenhuizen. Bij het AZ Groeninge-project werd er vanaf de eerste ontwerpschetsen rekening gehouden met een gefaseerde uitbreiding van het ziekenhuis door enerzijds de demonteerbaarheid van bepaalde gevelementen en anderzijds de strategische schikking van de verticale circulatie en technieken opdat de (ver)bouwwerken de dagelijkse gang van zaken in het ziekenhuis minimaal storen.
- Aanpasbaarheid en polyvalentie zijn overigens wenselijk in ziekenhuizen en andere vormen van zorginfrastructuur gezien ziekenhuistechnologie en zorgpraktijken vaak onderhevig zijn aan verandering.

### **Welke moeilijkheden/nadelen worden ondervonden bij het implementeren van dynamisch bouwen?**

- Momenteel worden de mogelijke financiële meerkosten (bij investering) ervaren als de belangrijkste hindernis voor het toepassen van dynamisch bouwen. Sommige principes gerelateerd aan veranderingsgericht bouwen gaan gepaard met structurele ingrepen en/of innovatie en dit wordt dan ook vaak vertaald door een grotere financiële investering, ook al komt dynamisch bouwen vaak ten goede van de uiteindelijke levenscycluskosten – zeker bij frequente aanpassingen of vervangingen. Er dient dan ook gezocht te worden naar een alternatieve financieringswijze (bijvoorbeeld bijkomende financiering/subsidiëring door de overheid) of innovatieve business-vormen (bijvoorbeeld "Do-It-Yourself").
- In sommige gevallen waar dynamisch bouwen toegepast werd, werd ook een overmatig gebruik van materialen waargenomen, bijvoorbeeld bij het isoleren van de woningeenheden in het 'Grundbau und Siedler'-project om rekening te houden met een veranderlijke bezetting van het woningcomplex. Indien deze materialen/bouwproducten niet voorzien zijn om te hergebruiken, dan zal deze overdimensionering leiden tot meer materiaalverbruik ten opzichte van de huidige bouwpraktijken.
- In de meeste geanalyseerde projecten neemt men waar dat er zelden of niet alle dynamische bouwprincipes toegepast worden. Zo gaat men in de projecten 'Sterreveld', 'Grundbau und Siedler' en deels in het 'AZ Groeninge' voornamelijk focussen op aanpasbaarheid en/of multi-inzetbaarheid en minder op hergebruik van gebouwelementen.
- De hoge arbeidskosten die gerelateerd zijn aan voorafgaande stappen van hergebruik, i.e. zorgvuldig demonteren, verplaatsen, eventueel herstellen, stockeren en nauwkeurig plaatsen in hetzelfde of een ander gebouw, zijn hier een mogelijke verklaring voor.

### **Welke voordelen van dynamisch bouwen worden niet opgenomen in de huidige duurzaamheidsmeters?**

- Uit de geanalyseerde voorbeeldprojecten blijkt dat er weinig of geen gebruik gemaakt werd van duurzaamheidsmeters om dynamisch bouwen toe te passen.
- Op basis van bovenstaande opportuniteiten (en hindernissen) is de opname van concrete maatregelen ten aanzien van dynamisch bouwen wel degelijk nuttig.



- het onderzoekconsortium raadt echter wel aan om maatregelen ten aanzien van duurzaam en dynamisch bouwen te koppelen aan kwantitatieve instrumenten om de mogelijke milieu- en financiële voor- en nadelen te bepalen over de gehele levenscyclus.

**Welke bijkomende criteria dienen worden te geïntegreerd bij de evaluatie van projecten om bijkomende voordelen van dynamisch bouwen mee in rekening te nemen?**

- Een bijkomend evaluatiecriterium kan geformuleerd worden ten aanzien van het gebruik van bestaande materialen en producten die hergebruikt kunnen worden in een nieuwe toepassing. Dit kunnen bestaande materialen of producten zijn die van een ander gebouw afkomstig zijn of van uit een andere toepassing. Dit werd ondermeer toegepast in Project XX (architect: Jouke Post – XX Office) en Vila Welpeloo (architect: Superuse studios). Er moet wel gewaakt worden dat het hergebruikt materiaal/product het kwaliteitsniveau voor de bouw haalt en het gebruik ervan geen neveneffecten veroorzaakt, bijvoorbeeld ten aanzien van gezondheid.
- Naast ontwerpgerelateerde criteria kan ook gekeken worden naar alternatieve financieringswijzen en/of business-vormen waardoor dynamisch bouwen gestimuleerd kan worden.

Deze mogelijke aanvullende criteria werden verder onderzocht in WP3 (zie Hoofdstuk 4).



## 4 Verfijning van het evaluatiekader en ontwikkeling van ontwerprichtlijnen

Binnen de OVAM studie “Casestudie ontwerp van gebouwen in functie van aanpasbaarheid: Mahatma Gandhivijk” (Paduart et al. 2013) werd een breed toepasbaar evaluatiekader opgesteld om enerzijds het dynamisch (ontwerp)gehalte van gebouwen, gebouwelementen en wijken te bepalen via evaluatiecriteria, en anderzijds, hun impact op de milieu-impact (via LCA) en financiële kosten (via LCC) over de volledige levenscyclus te berekenen. Dit evaluatiekader vormt de basis voor verdere verfijning en integratie binnen dit project, waarbij de focus in eerste instantie ligt op woningen en schoolgebouwen. Het is echter de doelstelling om dit evaluatiekader ook toepasbaar te maken voor andere gebouwtoepassingen, zoals kantoren en (woon)zorgbouw.

Om veranderingsgericht bouwen al vanaf de eerste ontwerpfasen te implementeren werden ook algemene ontwerprichtlijnen opgesteld in de vorm van fiches. Deze fiches moeten ontwerpers en bouwheren inzichten verschaffen in het belang van veranderingsgericht bouwen, hoe het te integreren in het ontwerp en welke oplossingen er al bestaan in de huidige bouwpraktijk.

### 4.1 Verfijnen van het kwalitatief luik binnen het evaluatiekader

De evaluatiecriteria geformuleerd in de Gandhi-studie bieden ontwerpers, bouwheren en beleidsmakers een reeks praktisch te hanteren (ontwerp)regels betreffende dynamisch bouwen op element-, gebouw- en wijkniveau. Het synchroon behandelen van deze drie schaalniveaus verzekert een holistische aanpak. Elk evaluatiecriterium wordt beoordeeld aan de hand van een serie kernvragen, telkens gebundeld in een overzicht per ontwerpniveau (zie

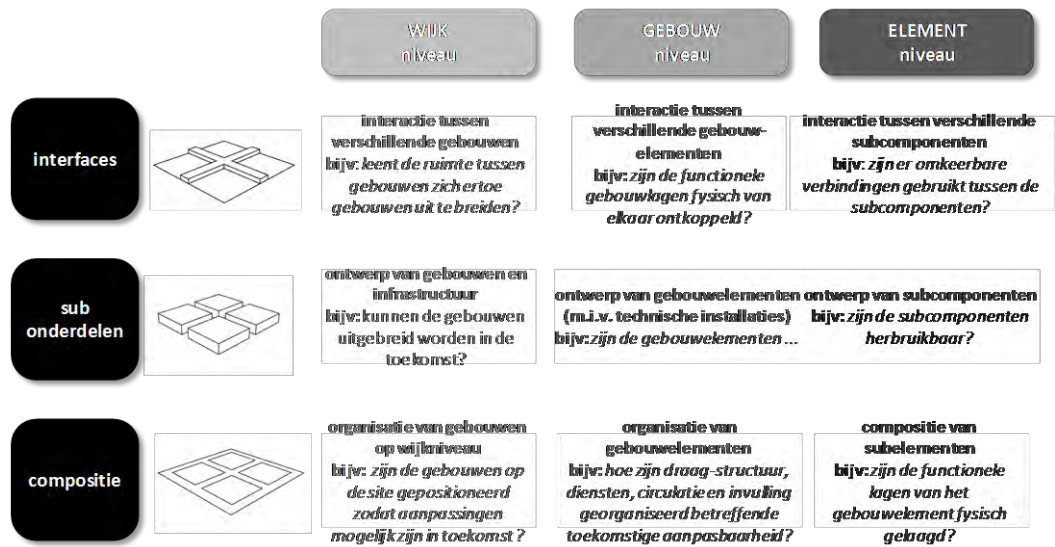
Figuur 4.2). De kernvragen hebben niet enkel tot doel het evaluatiecriterium te duiden, maar ook de evaluator bij te staan in het verificatieproces.

Om de cohesie te verzekeren tussen de drie ontwerp niveaus worden de evaluatiecriteria telkens onderverdeeld onder de volgende thema's: *interfaces*, *subonderdelen*<sup>15</sup> en *compositie*.

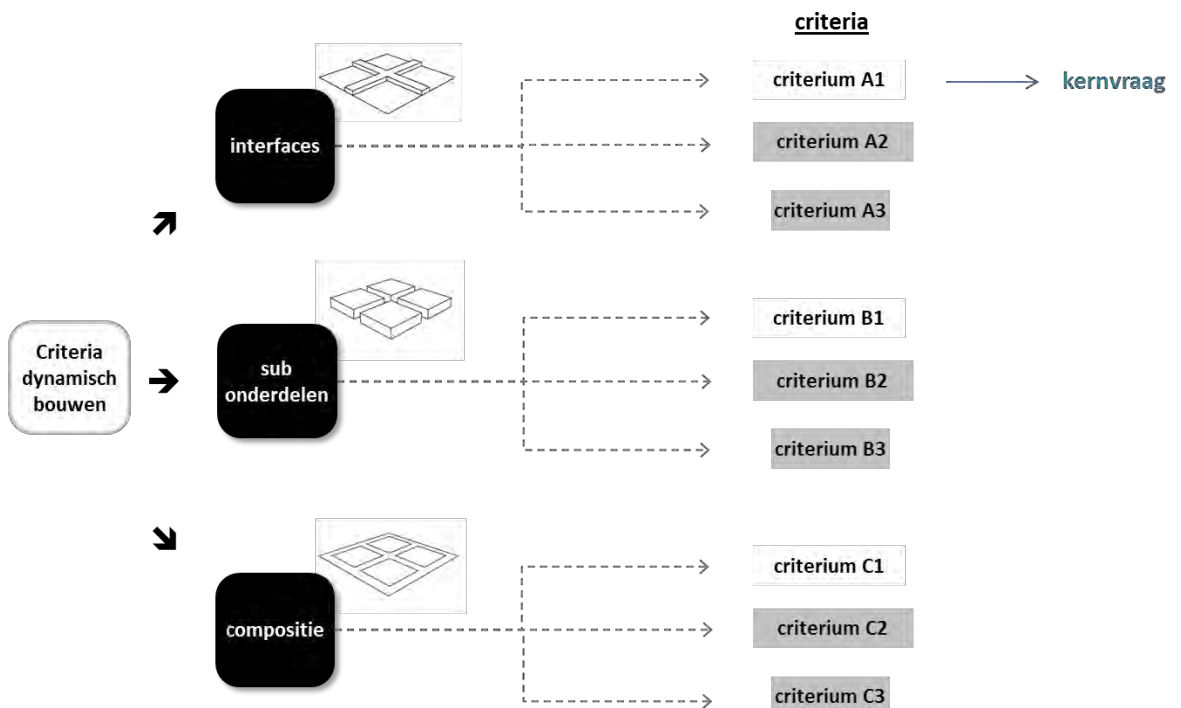
Figuur 4.1 illustreert de uitwerking volgens deze indeling over de verschillende ontwerp niveaus. Zo hebben de 'interfaces' op wijkniveau bijvoorbeeld te maken met de ruimte tussen gebouwen, op gebouwniveau met de (ont)koppeling van gebouwelementen (bijv. invulling los van draagstructuur) en op elementniveau met de verbindingen tussen bouwcomponenten.

---

<sup>15</sup> De criteria onder het thema 'subonderdelen' hebben bij het beschouwen van het **wijk**niveau betrekking op het subonderdeel *gebouw*, bij het **gebouwniveau** betrekking op het subonderdeel *gebouwelement* (bijv. *gevels, dak, draagstructuur, binnenwanden*), en bij het **element**niveau betrekking op het subonderdeel *bouwcomponent*.



Figuur 4.1: Bespreking van evaluatiecriteria voor dynamische bouwaspecten op elk schaalniveau (wijk, gebouw, gebouwelement) volgens indeling in 'interfaces', 'subonderdelen' en 'compositie' (Paduart et al. 2013)









Figuur 4.2: Opbouw evaluatiecriteria voor dynamische bouwaspecten per schaalniveau: systeemthema - criteria - kernvraag (Paduart et al. 2013)

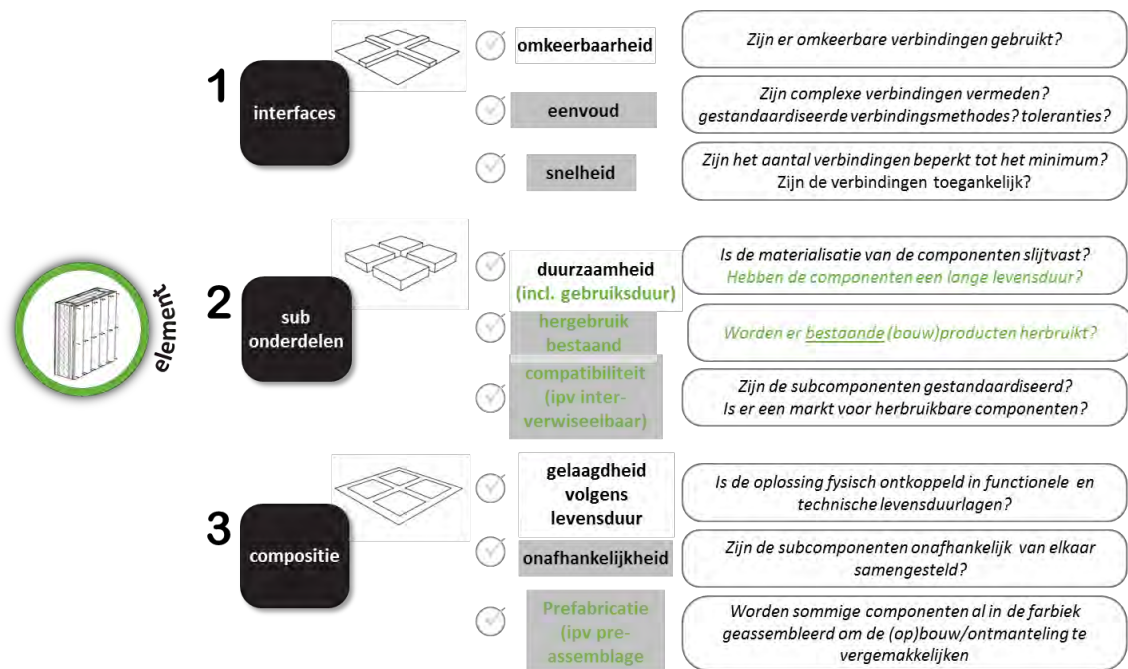
In de Gandhi-studie werd een niet-limitatief overzicht gegeven van richtlijnen en ontwerpregels over het dynamisch bouwen in de context van de Vlaamse (sociale) huisvesting. Op basis van de SWOT-analyse (zie paragraaf 2.1) en de analyse van de bestaande cases (zie Hoofdstuk 3) zijn deze ontwerprichtlijnen herbekeken en verder aangevuld. De focus wordt hier gelegd op het bijstellen van de criteria op gebouw- en elementniveau. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de aangepaste set van ontwerpprincipes, die het kwalitatief deel vormt van het evaluatiekader. Deze set van ontwerpprincipes werd gebruikt bij de advisering in de lopende bouwprojecten (zie

Hoofdstuk 5). Feedback op deze ontwerprichtlijnen werd gebruikt om de ontwerpprincipes verder te verfijnen.

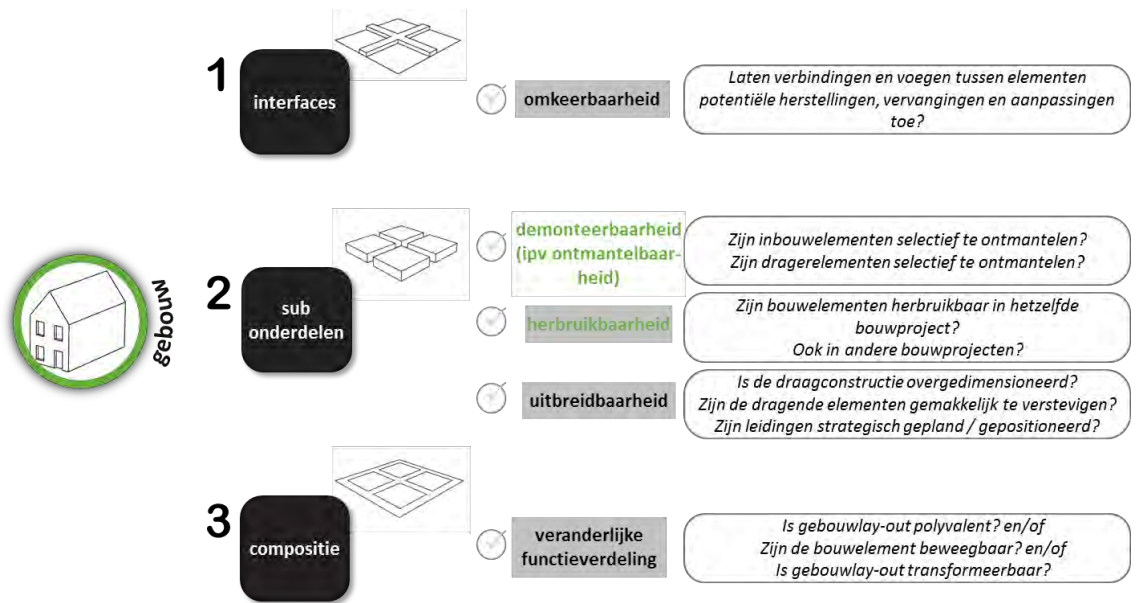
Figuur 4.3, Figuur 4.4 en Figuur 4.5 geven de relatie weer tussen de ontwerpprincipes en de evaluatiecriteria op respectievelijk het element-, het gebouw- en het wijkniveau. De groen gekleurde ontwerpprincipes of evaluatiecriteria in de figuren wijzen op aanpassingen of toevoegingen ten opzichte van het oorspronkelijk evaluatiekader opgesteld door Paduart et al. (2013)

23 criteria	 interfaces	 sub-onderdelen	 compositie
 element	1.1.1. omkeerbaarheid 1.1.2. eenvoud 1.1.3. snelheid	1.2.1. duurzaamheid 1.2.2. hergebruik 1.2.3. compatibiliteit	1.3.1. gelaagdheid 1.3.2. onafhankelijkheid 1.3.3. prefabricatie
 gebouw	2.1.1. omkeerbaarheid	2.2.1. demonteerbaarheid 2.2.2. herbruikbaarheid 2.2.3. uitbreidbaarheid	2.3.1. veranderlijke functieverdeling
 wijk	3.1.1. eenvoud 3.1.2. evolutie	3.2.1. hergebruik 3.2.2. dimensionering 3.2.3. demonteerbaarheid	3.3.1. ruimtelijke structuur 3.3.2. polyvalente ruimten 3.3.3. diversiteit 3.3.4. inbreiding functiewijziging

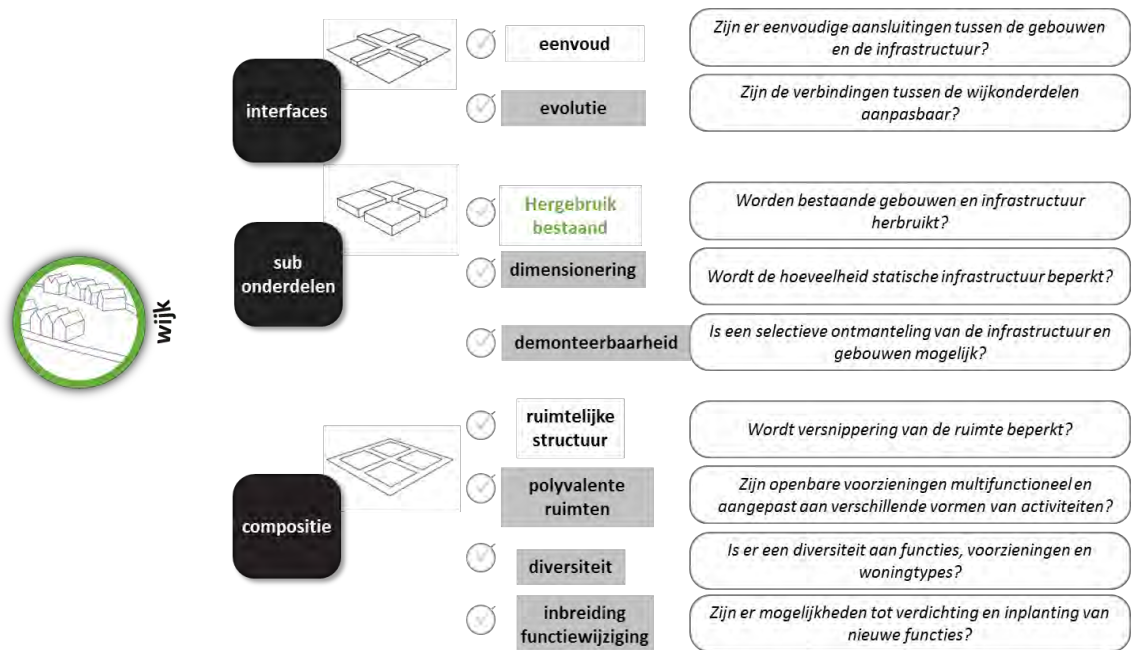
Tabel 4.1: matrix van alle ontwerpprincipes, onderverdeeld per ontwerpniveau en thema



Figuur 4.3: relatie tussen de ontwerpprincipes en de evaluatiecriteria op elementniveau



Figuur 4.4: relatie tussen de ontwerpprincipes en de evaluatiecriteria op gebouwniveau



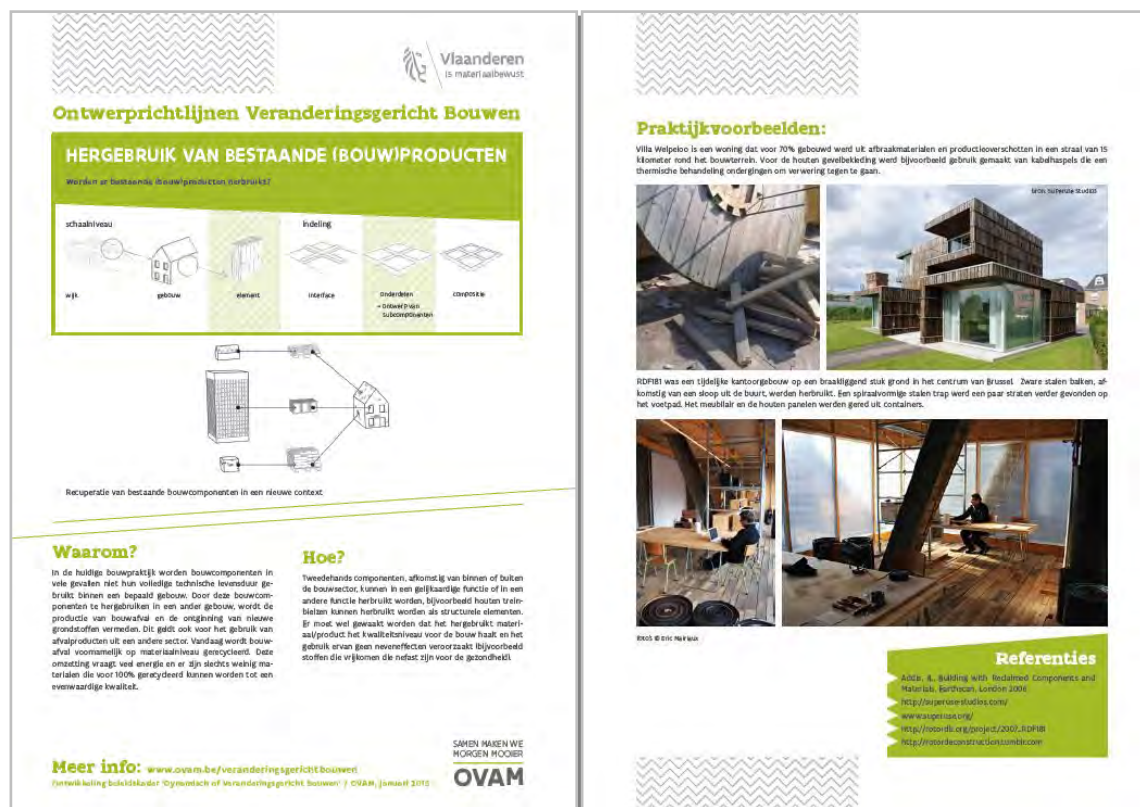
Figuur 4.5: relatie tussen de ontwerpprincipes en de evaluatiecriteria op wijkniveau

## 4.2 Het opstellen van ontwerpfiles

In een eerste poging om veranderingsgericht (ver)bouwen dichterbij de bouwpraktijk te brengen werden in deze studie ontwerprijlijnen opgesteld in de vorm van ontwerpfiles. Deze files hebben als voornaamste doelstelling om de leercurve voor ontwerpers zo klein mogelijk te maken. Iedere fiche bestaat uit een voor- en achterkant en is onderverdeeld in 5 stukken:

- naam van het ontwerprijlijn, met bijhorend evaluatiecriterium en aanduiding van het schaalniveau en het systeemniveau (voorzijde)
- "waarom?" legt uit wat de voornaamste redenen zijn voor het gebruik van het ontwerprijlijn (voorzijde)
- "hoe?" geeft korte richtlijnen mee voor de implementatie van het principe tijdens de ontwerp- en of (de)constructiefase (voorzijde)
- "praktijkvoorbeeld(en)": legt uit welke courante oplossingen er al bestaan (achterzijde)
- "Referenties" geeft een overzicht van bronnen waar meer informatie te vinden is (achterzijde)

Figuur 4.6 geeft deze verschillende onderdelen voor een voorbeeldfiche weer. De 23 ontwerpfiles die rechtstreeks overeenkomen met de 23 evaluatiecriteria in het kwalitatief luik van het evaluatiekader zijn toegankelijk via de OVAM-website [www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen](http://www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen).



Figuur 4.6: voorbeeld van een ontwerpfile (voor- en achterzijde)

De ontwerprijlijnen werden succesvol gebruikt bij de advisering van de lopende (ver)bouwprojecten. Dankzij de feedback gegeven door de betrokken ontwerpteams, werden de files verder verfijnd.

Met het oog op de integratie van het evaluatiekader in beleid- en praktijkinstrumenten, werd er onderzocht of het zin heeft om deze ontwerprichtlijnen specifiekere te maken en of uit te breiden per gebouwtoepassing (bv. residentieel, niet-residentieel) en/of bouwcontext (nieuwbouw, renovatie). Op basis van de analyse van de voorbeeldprojecten en de advisering van de lopende (ver)bouwprojecten werd echter de kracht ontdekt van het algemeen toepasbaar karakter van de opgestelde ontwerprichtlijnen. Zo is het gebruik van de richtlijnen op elementniveau voor ieder type project nuttig. Verder is de toepasbaarheid van de richtlijnen op wijkniveau niet te bepalen op basis van de bouwcontext of gebouwtoepassing, omdat Belgische wijken veelal bestaan uit een mix van residentiële en niet-residentiële gebouwen – zowel nieuwe als bestaande gebouwen. Enkel de vijf ontwerprichtlijnen op gebouwniveau kunnen in principe verder opgedeeld worden per toepassing en bouwcontext. Er werd echter gekozen om deze ontwerprichtlijnen niet te specificeren en het belang ervan voor een bepaalde toepassing of bouwcontext zelf te laten bepalen door de ontwerper of bouwheer.

### 4.3 Relatie met bestaande duurzaamheidsinstrumenten en andere ontwerpstrategieën

De set van evaluatiecriteria opgenomen in paragraaf 4.1 hebben als doelstelling om wijk-, gebouw- en elementoplossingen te evalueren op basis van hun huidige en toekomstgerichte kwaliteiten. Via deze kwalitatieve evaluatiecriteria kan de huidige en toekomstige meerwaarde van de oplossingen voor het individu (in bijzonder de gebruiker en de gebouweigenaar) en de maatschappij gepeild worden, zoals bijvoorbeeld het gemakkelijk tegemoet komen aan veranderende gebruiksnoden en het vermijden van bouw- en sloopafval. Er is een sterke link aanwezig met sommige materiaal- en sociale aspecten die opgenomen zijn binnen bestaande beleids- en praktijkinstrumenten voor het implementeren van 'duurzaam bouwen'. Enkele voorbeelden volgen hieronder.

Binnen het C2008-bestek (VMSW) vallen richtlijnen met betrekking tot veranderlijke functieverdeling onder "levenslang wonen" en "toegankelijkheid van gebouwen". In de Maatstaf Duurzaam wonen en bouwen in Vlaanderen (versie 4.0) wordt het stimuleren van hergebruik van bestaande (bouw)componenten gerelateerd aan het thema "Beperking van materiaalinstroom / Rationeel materiaalgebruik" en vallen compatibiliteits- en demonteringsaspecten onder "Beperking van afvaluitstroom / Afval voorkomen". Binnen de Gentse Duurzaamheidsmeter – die als basis dient voor de huidige ontwikkeling van een Vlaamse Maatstaf voor duurzame wijkontwikkeling - vallen aspecten rond het vermijden van ruimtelijke versnippering en het stimuleren tot hergebruik van bestaande gebouwen en terreinen onder het thema "intensief ruimtegebruik".

Op basis van deze vergelijking kan men dus in eerste instantie stellen dat veranderingsgericht bouwen een toegevoegde waarde biedt ten aanzien van duurzaam bouwen. Ook al is er een overlap tussen de opgestelde evaluatiecriteria (en ontwerprichtlijnen) in deze studie en de bestaande beleids- en praktijkinstrumenten waarneembaar, deze nieuwe criteria (en richtlijnen) vertrekken uitsluitend vanuit de implementatie van veranderingsgericht bouwen. Zoals ook blijkt uit de bestaande beleids- en praktijkinstrumenten, kunnen sommige criteria en richtlijnen elkaar tegenwerken. Bijvoorbeeld, veranderingsgericht (ver)bouwen kan leiden tot meer materiaalgebruik in de initiële productie- en constructiefase, wat in eerste instantie in strijd kan zijn met de beperking van de materiaalinstroom die de Vlaamse Maatstaf oplegt. Het is dan ook belangrijk dat de evaluator / besluitvormer de verfijnde evaluatiecriteria in een breed duurzaamheidsperspectief brengt: criteria en richtlijnen ten aanzien van dynamisch (ver)bouwen dienen daarom steeds afgewogen te worden ten aanzien van klassieke of minder klassieke duurzaamheidsthema's en andere ontwerpparadigma's.

De ontwerprichtlijnen – die gelinkt zijn aan de evaluatiecriteria – tonen eveneens verwantschap met andere ontwerpstrategieën en lopende initiatieven.

In eerste instantie is de implementatie van veranderingsgericht (ver)bouwen gemakkelijk te koppelen met het Cradle-to-Cradle (C2C) ontwerpparadigma van McDonough en Braungart



(2002)<sup>16</sup>. Een van de belangrijkste ontwerpprincipes binnen de C2C ontwerpstrategie is het scheiden van producten na gebruik in materialen die ondergebracht kunnen worden in ofwel een technische materialencyclus (via recyclageprocessen) ofwel een biologische materialencyclus (via natuurlijke of kunstmatige biodegradatieprocessen). Het volgen van veranderingsgerichte ontwerprichtlijnen zoals 'omkeerbaarheid', 'eenvoud', 'snelheid', 'gelaagdheid volgens levensduur' en 'demonteerbaarheid' is eveneens van belang voor de C2C-ontwerpstrategie. Op basis van de huidige bouwpraktijken concludeerde Debacker et al. (2011) echter dat, ondanks inspanningen om materialen te scheiden op productniveau, dit C2C-principe niet altijd toegepast wordt bij het uitvoeren van de bouwwerken. Zo worden nog veel C2C-gecertificeerde bouwproducten op een onomkeerbare wijze gebruikt in gebouw(element)en. Het is dan ook een toegevoegde waarde om C2C- en bovenstaande ontwerprichtlijnen tezamen te gebruiken. Er moet echter wel opgemerkt te worden dat de C2C-ontwerpfilosofie niet focust op het verlengen van de levensduur van producten; via (hoogwaardige) recyclage en biodegradatie is het verwezenlijken van korte(re) continue kringlopen het uiteindelijke doel. Door het stimuleren van hergebruik van bouwcomponenten, gebouwelementen, gebouwen en wijkvoorzieningen streeft veranderingsgericht (ver)bouwen wél het verlengen van de levensduur na, maar ook het bewust verkorten van de kringlopen, door sommige ketenstappen kort te sluiten. Bij hergebruik worden niet alleen de ontginning en de productie van grondstoffen en hulpstoffen vermeden, maar ook de nodige energie- en transportprocessen voor vervaardiging van de producten. Wel dienen bij hergebruik, naast het ontmantelen en het sorteren, ook eventuele herstelling- en stockage stappen in rekening gebracht te worden.

Naast het (her)ontwerpen van gebouwen en gebouwelementen voor hergebruik, wordt er dankzij deze verfijnde set van ontwerprichtlijnen ook ingespeeld op het hergebruik van *bestaande* (bouw)producten. Zowel in België als Nederland zijn er al lopende niche-initiatieven hieromtrent. Superuse Studios (NL) en Rotor (BE) streven een verbetering van de logistiek, gerelateerd aan het hergebruik van bestaande producten na (cf. reverse logistics). Beide bureaus ontwikkelen digitale geografische kaarten om particulieren, aannemers en architecten een overzicht te geven van het nationaal aanbod van recuperatiemateriaal en tweedehands bouwcomponenten. Meer informatie is te vinden via de websites <http://opalis.be/> en <http://www.oogstkaart.nl/>.

Naast bovenstaande materiaalgerelateerde duurzaamheidsinitiatieven, zijn de opgestelde ontwerprichtlijnen ook te linken aan sociale initiatieven. Eén ervan is Universal Design, waarbij het uitgangspunt is dat de "dagelijkse" dingen en gebouwen om ons heen gebruiksvriendelijk en toegankelijk ontworpen moet worden voor een zo groot mogelijke en uiteenlopende groep van gebruikers<sup>17</sup>. Bij deze ontwerpbenadering staat de gebruiker centraal, ongeacht zijn/haar motorische en zintuigelijke beperkingen. Universal Design is dan ook te linken met meegroeiwonen en toegankelijkheid van gebouwen en stedelijke voorzieningen. Ontwerprichtlijnen duidend op 'een veranderlijke functieverandering' en 'polyvalente ruimten en wijkvoorzieningen' zijn volledig in lijn met de ontwerpprincipes van Universal Design. Zo dient het (her)ontwikkelen van wijken, gebouwen en onderdelen ervan bruikbaar te zijn voor een grote verscheidenheid van mensen, rekening houdend met hun beperkingen en een grote verscheidenheid van mogelijkheden en voorkeuren. Gezien volgens de Universal-Designbenadering er zoveel mogelijk rekening gehouden moet worden met een veranderende gezondheidstoestand, zijn dynamische ontwerpprincipes zoals 'omkeerbaarheid', 'eenvoud', 'snelheid', 'demonteerbaarheid' en 'uitbreidbaarheid' eveneens van toepassing. Meer informatie over Universal Design, meegroeiwonen en toegankelijkheid is te vinden via <http://www.entervzw.be/>

Tenslotte biedt de Vlaamse onderzoekstudie 'Aanpasbare, combineerbare en multi-inzetbare infrastructuur in centrumsteden' (IDEA Consult & Publius, 2012) een andere kijk op het gebruik van bestaande openbare voorzieningen om tegemoet te komen aan de soms dringende vraag van fysieke ruimte voor maatschappelijke noden binnen de onderwijs-, zorg- en recreatiesector. Deze studie pleit voor een slimme en veranderlijke inzet van de beperkte ruimte en

<sup>16</sup> De OVAM-studie "*Milieuverantwoord bouwen, materiaalgebruik en Cradle to Cradle. Een verkenning van de praktijk op projectniveau*" (Debacker et al. 2011) geeft meer informatie over het gebruik van het C2C-ontwerpparadigma in de Belgisch/Vlaamse bouwpraktijk en het gerelateerde certificeringsproces: zie <http://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/milieuverantwoord-bouwen-materiaalgebruik-en-cradle-to-cradle-ee-verkenning-van-de-praktijk-op-projectniveau>

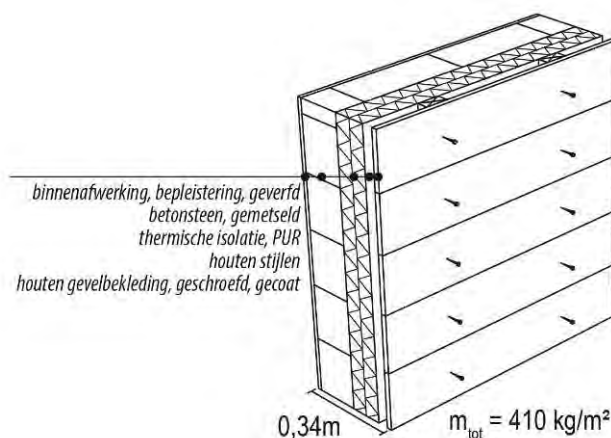
<sup>17</sup> <http://www.entervzw.be/universal-design>

infrastructuur in onze centrumsteden . Het gebruik van aanpasbare, combineerbare en multi-inzetbare infrastructuur zou volgens IDEA Consult en Publius leiden tot het beter omgaan met de beschikbare ruimte, tijd-efficiënt omspringen met dringende vragen, een daling van de milieukosten, en – ondanks de eventuele hogere initiële kosten – zou op lange termijn duidelijke financiële baten merkbaar zijn. De voorgestelde ontwerprandvoorwaarden in de studie liggen in lijn met de volgende ontwerprichtlijnen op wijkniveau: 'hergebruik van bestaande gebouwen en infrastructuur', 'dimensionering', 'demonteerbaarheid', 'ruimtelijke structuur', 'polyvalente ruimten en wijkvoorzieningen' en 'diversiteit'.

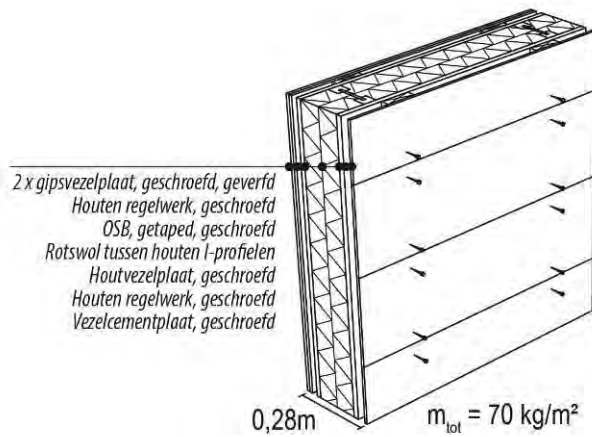
## 4.4 Levenscyclusanalyse en levenscycluskostenanalyse van representatieve dynamische gebouwelementen volgens de MMG-bepalingsmethode

De milieu-impact en financiële kosten van bouwoplossingen worden op een kwantitatieve manier uitgedrukt – conform het opgestelde evaluatiekader door Paduart et al. (2013). In samenspraak met de begeleidingsgroep werd een selectie van 9 representatieve dynamische elementvarianten (Figuur 4.7 - Figuur 4.15) gemaakt. De aandacht gaat naar onderstaande elementtypes:

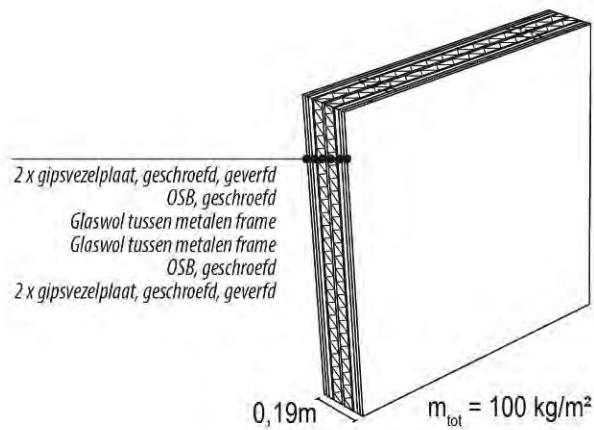
- buitenwand;
- niet-dragende binnenwand (zowel woningscheidende als niet-woningscheidende);
- (verdiepings)vloeren.



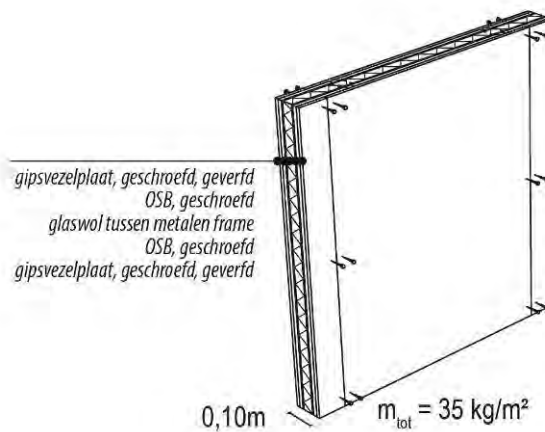
**Figuur 4.7: Buitenwand woning**



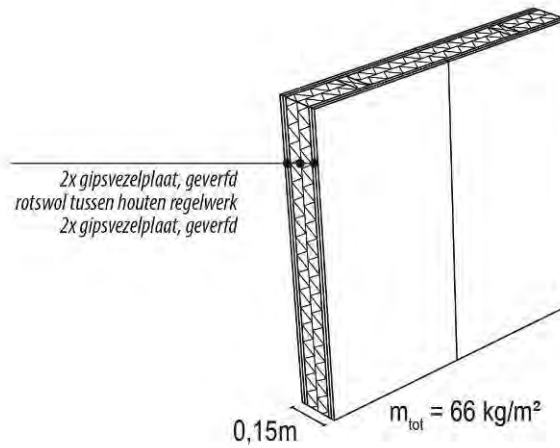
**Figuur 4.8: Buitenwand school**



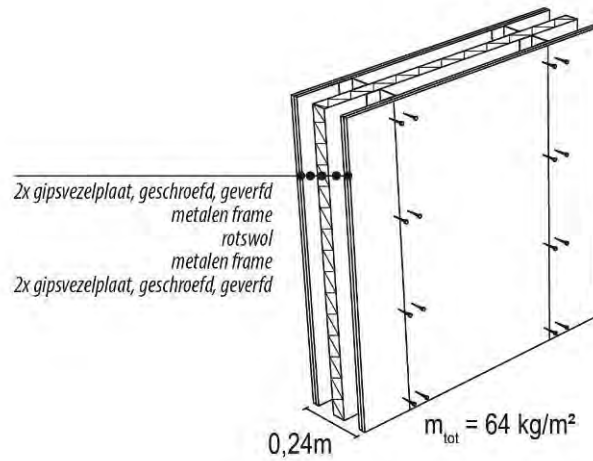
**Figuur 4.9: Woningscheidende binnenwand**



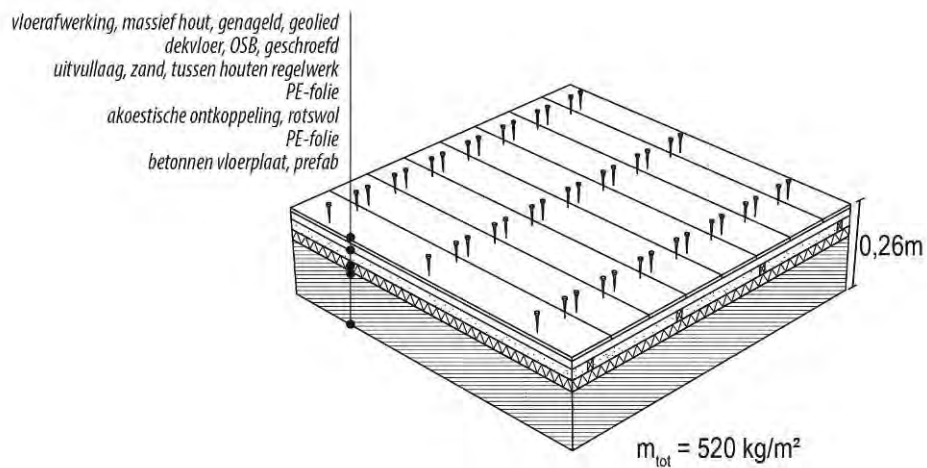
**Figuur 4.10: Ruimtescheidende binnenwand**



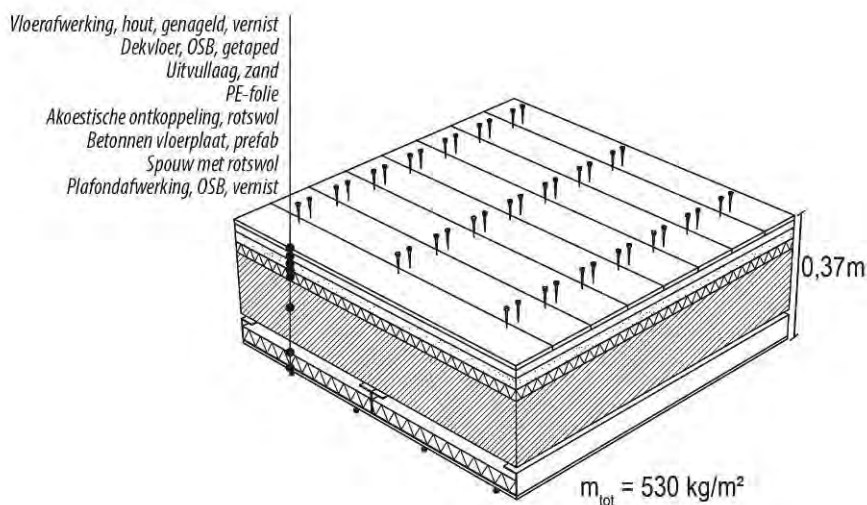
**Figuur 4.11: Binnenwand klas/gang**



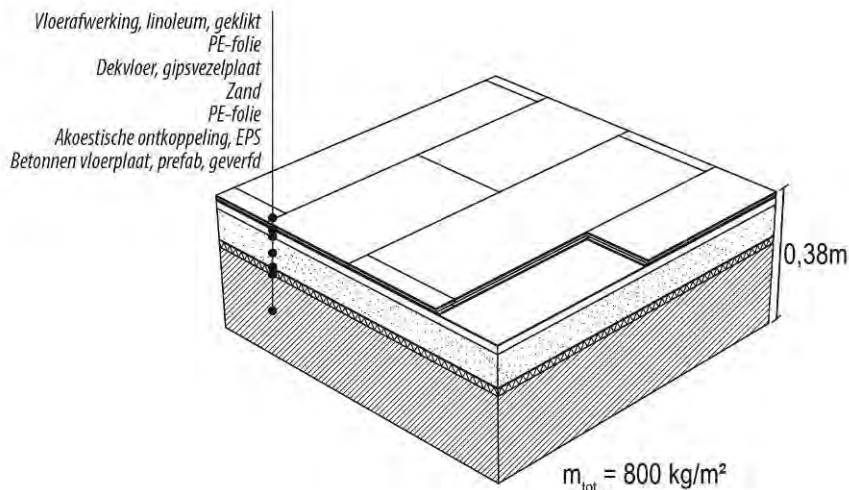
**Figuur 4.12: Binnenwand klas/klas**



**Figuur 4.13: Vloer woning**



**Figuur 4.14: Vloer met verlaagd plafond woning**



**Figuur 4.15: Vloer school**

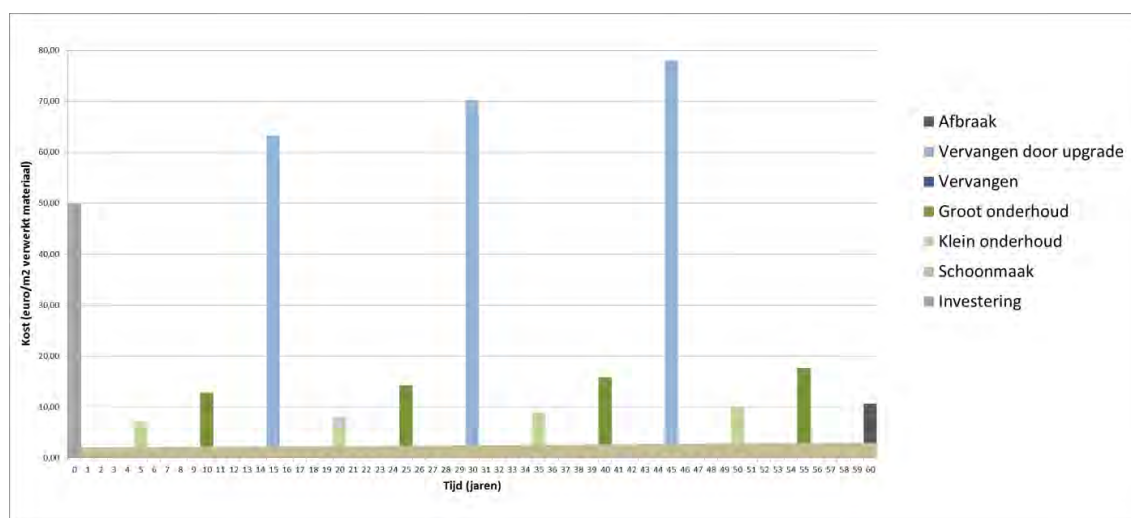
In de analyse is er rekening gehouden met een aantal basisprincipes betreffende de berekening van de milieukosten en de financiële kosten. Enerzijds zullen de prijzen met een bepaalde groeivoet stijgen. Een constante groeivoet van de kosten per jaar wordt in rekening gebracht, waardoor het bedrag ( $X_t$ ) dat in een bepaald jaar  $t$  geïnvesteerd moet worden bekomen wordt. Anderzijds wordt er ook geactualiseerd naar vandaag, alle kosten worden uitgedrukt in huidige waarde (HW). De HW is het bedrag dat nu tegen een bepaalde rentevoet belegd dient te worden om via samengestelde interest in jaar  $t$  het gevraagde bedrag ( $X_t$ ) te bekomen. De som van de HW tot jaar  $t$  wordt bekomen door tot jaar  $t$  de HW jaar per jaar op te tellen.

In onderstaand voorbeeld worden de gehanteerde principes bij de levenscyclusberekeningen geïllustreerd. In dit voorbeeld wordt slechts één verwerkt materiaal in beschouwing genomen. In Figuur 4.16 zijn fictieve inputgegevens weergegeven, links voor de traditionele manier van bouwen en rechts voor de dynamische manier. In het beschouwde scenario vindt er na 15 jaar een upgrade plaats. Dit betekent een volledige vervanging van het verwerkt materiaal in het traditionele geval en enkel kosten voor demontage en opnieuw montage en eventuele onderhoudskosten in het dynamische geval, zolang de levensduur van het verwerkte materiaal niet bereikt wordt. Het verwerkte materiaal wordt slechts vervangen wanneer de levensduur bereikt is. Dit is ook af te lezen op Figuur 4.17 en Figuur 4.18 die de HW per jaar en onderverdeeld per type onderhoud weergegeven. In Figuur 4.19 wordt hetzelfde maar op een

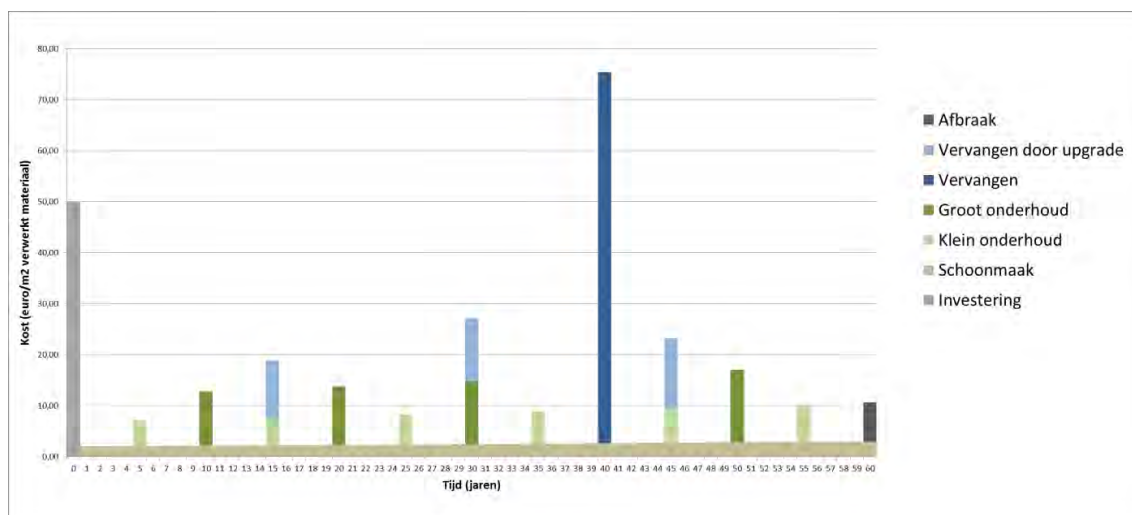
andere manier voorgesteld, namelijk als de som van de HW tot jaar t. Op deze grafiek is de vervangingsstap om de 15 jaar bij traditioneel bouwen ook duidelijk af te lezen. Bij de grafiek van dynamisch bouwen vallen voornamelijk de vervangingskosten op het einde van de levensduur van het verwerkt materiaal op (na 40 jaar). In dit verslag worden alle resultaten weergegeven aan de hand van grafieken met de cumulatieve HW per jaar.

CODE voorbeeld verwerkt materiaal - traditioneel			
Vervangingen		E	E of N?
Investering		50	€/m <sup>2</sup>
Schoonmaak		2	€/m <sup>2</sup>
Klein onderhoud		5	€/m <sup>2</sup>
Groot onderhoud		10	€/m <sup>2</sup>
Vervangen		55	€/m <sup>2</sup>
Demonderen		10	€/m <sup>2</sup>
Afbraak		5	€/m <sup>2</sup>
Levensduur gebouw		60	jaar
Levensduur verwerkt materiaal		40	jaar
Frequentie schoonmaak		1	jaar
Frequentie klein onderhoud		5	jaar
Frequentie groot onderhoud		10	jaar
Frequentie upgrade		15	jaar
Demonteerbaar?		N	Y of N?
CODE voorbeeld verwerkt materiaal - dynamisch			
Vervangingen		E	E of N?
Investering		50	€/m <sup>2</sup>
Schoonmaak		2	€/m <sup>2</sup>
Klein onderhoud		5	€/m <sup>2</sup>
Groot onderhoud		10	€/m <sup>2</sup>
Vervangen		55	€/m <sup>2</sup>
Demonderen		10	€/m <sup>2</sup>
Afbraak		5	€/m <sup>2</sup>
Levensduur gebouw		60	jaar
Levensduur verwerkt materiaal		40	jaar
Frequentie schoonmaak		1	jaar
Frequentie klein onderhoud		5	jaar
Frequentie groot onderhoud		10	jaar
Frequentie upgrade		15	jaar
Demonteerbaar?		Y	Y of N?

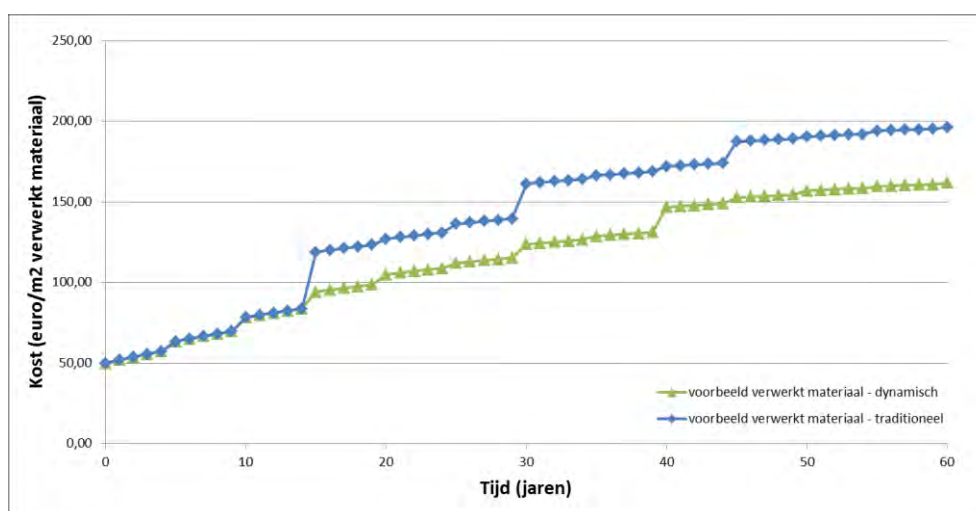
Figuur 4.16: Inputgegevens principevoorbeeld



Figuur 4.17: Traditioneel bouwen (HW per jaar)



**Figuur 4.18: Dynamisch bouwen (HW per jaar)**



**Figuur 4.19: Som HW tot jaar t**

De financiële kostenbepaling (zowel initiële als levenscycluskosten) van de selectie van gebouwelementen steunt op de SuFiQuaD<sup>18</sup>-methode, ontwikkeld door Allacker et al (2011). De financiële eenheidsprijzen (zoals materiaal-, arbeid- en energiekosten) die bepaald werden in het SuFiQuaD-project zijn echter verouderd en werden voor de geselecteerde set representatieve elementvarianten bijgewerkt naar mei 2014. Daarnaast werden ook een aantal eenheidsprijzen van ontbrekende materialen toegevoegd.

De milieu-impact wordt berekend aan de hand van de MMG19-bepalingsmethode, gedefinieerd door Debacker et al. (2012). Via de integrale benadering en de modulaire opbouw van de MMG-bepalingsmethode en het rekenmodel kan de milieu-informatie voor verscheidene doeleinden gebruikt worden (Debacker et al. 2012):

- Het geven van een gedetailleerd inzicht van het milieuprofiel van (een beperkte set van) materialen, verwerkte materialen en gebouw(element) door het gebruik van individuele milieuscores en rekening houdend met alle levenscyclusfasen;
- De vergelijking van de milieuprofielen van verschillende gebouw(element)varianten volgens gemonetariseerde en/of 3 geaggregeerde milieuscores (CEN, CEN+ en totaal).

<sup>18</sup> Sustainability, Financial and Quality evaluation of Dwelling types, project in opdracht van het Belgisch Wetenschapsbeleid (BELSPO)

<sup>19</sup> Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouw(element)en

De LCIA-methodes voor het bepalen van de individuele en gemonetariseerde milieuscores, alsnog de monetaisatiewaarden werden buiten dit project vastgelegd. Als vertrekpunt geldt de 2012 versie van de MMG-bepalingsmethode (Debacker et al. 2012).

Een belangrijk verschil tussen het evaluatiekader gebruikt door Paduart et al. (2013) en de 2012 versie van de MMG-bepalingsmethode (Debacker et al. 2012) is dat in de laatstgenoemde de vervangingsfrequentie van de bouwcomponenten (zijnde hier onderdelen van een gebouwement) geen rekening houdt met de ontmantelbaarheid van het geheel. Wenst men een correcte vergelijking tussen dynamische en statische elementvarianten, dan dient men de vervangingsfrequentie van een samenstelling van bouwcomponenten onder andere te laten afhangen van het sub-component met de kortste levensduur. Hieruit volgt dat een dynamisch elementvariant het potentieel bezit om optimaal gebruik te kunnen maken van de technische levensduur van de (sub)componenten. Bij een statisch opgebouwde elementvariant is dit enkel het geval als de technische levensduur van alle componenten dezelfde is of de technische levensduur van bepaalde sub-componenten genegeerd wordt. Indien echter vervangingen te lang uitgesteld worden, kan dit leiden tot een verlies in technische prestaties (bv. hygrothermisch), kwaliteitsverlies (bv. multi-functioneel gebruik van de ruimte) of veiligheidsgevaar (bv. instortingsgevaar).

De vervangingsfrequentie van de (sub)componenten hangt echter niet enkel af van de architectonische opbouw van gebouwementen en de technische levensduur ervan. Een gebouwement moet soms vroeger aangepast worden door functionele eisen of individuele noden. Gezien dit case-afhankelijk is, zijn er in de analyses van de representatieve bouwementen een aantal gebruiksscenario's uitgewerkt. De keuze van een representatieve analyse is echter moeilijk, door de onzekerheid die er bestaat op de vervangings- en upgradescenario's. Gevoeligheidsanalyses op vlak van gebruiksscenario's zijn dan ook aan de orde. De gedetailleerde resultaten en beschouwde scenario's van deze analyses zijn te vinden in Bijlage 4.

Globaal kan geconcludeerd worden dat de dynamische gebouwementen vaak hogere financiële investeringskosten hebben dan de conventionele gebouwementen. De hogere investeringskosten zijn meestal te wijten aan de grotere hoeveelheid aanwezig materiaal (regelwerk en plaatmateriaal). In de uitgevoerde analyses zijn hier echter twee uitzonderingen op, namelijk de vloer met verlaagd plafond voor een woning en de vloer voor een school. De lagere financiële investeringskosten voor de dynamische opbouw zijn voornamelijk toe te schrijven aan het gebruikte type draagstructuur. De dynamische bouwoplossingen hebben in de meeste gevallen hogere financiële levenscycluskosten, veelal te wijten aan de vervangingskosten van de plaatmaterialen. De drie beschouwde vloeren hebben echter lagere financiële levenscycluskosten, dit is voornamelijk te wijten aan de onderhoudskosten van de gekozen afwerkingslagen. Indien er een upgrade plaatsvindt, is het resultaat afhankelijk van het scenario en het type bouwement. De beschouwde dynamische vloeren voor een woning hebben lagere totale levenscycluskosten, voornamelijk te verklaren door de hoge kosten voor de vervanging van de afwerkingslaag en dekvloer in de conventionele opbouw. De dynamische elementopbouw voor de buitenwand van een school hebben lagere levenscycluskosten bij een volledige verplaatsing, maar hogere levenscycluskosten bij een upgrade van de technieken. Een upgrade van de technieken houdt enkel een renovatie van de afwerkingslagen in, voor de dynamische opbouw liggen de kosten gerelateerd aan het demonteren en opnieuw monteren van de gipsvezelplaten hoger dan een volledige vervanging van de pleister in de conventionele opbouw. Bij een upgrade om de 15 jaar van de ruimtescheidende wand hebben de dynamische bouwoplossing lagere levenscycluskosten maar bij een upgrade om de 10 jaar is dit niet het geval. Bij een upgrade om de 15 jaar vallen bij de conventionele opbouw de upgradefrequenties niet samen met de vervangingsfrequenties van de afwerkingslagen, dit is wel het geval bij een upgrade om de 10 jaar. De levenscycluskosten van de dynamische en conventionele bouwoplossingen van de buitenwand van een woning en de vloer van een school zijn nagenoeg gelijk. In de andere gevallen zijn de financiële levenscycluskosten van het dynamisch alternatief hoger. Dit is voornamelijk te wijten aan de hoge kosten voor demonteren en opnieuw monteren, in deze analyse gebaseerd op de Aspen index (2012). Voor het demonteren en het opnieuw monteren werd dezelfde kostprijs in rekening gebracht. Gezien deze kosten dus gebaseerd zijn op een traditionele manier van bouwen, is verder en uitgebreid onderzoek naar (de)montagekosten bij dynamisch bouwen aanbevolen.



Voor de milieukosten kan geconcludeerd worden dat -indien er geen technische/functionele upgrades plaatsvinden- de dynamische varianten van elementopbouw zelden lagere investeringskosten en levenscycluskosten hebben. Enkel de drie types vloeren vormen hier een uitzondering op. De dynamische varianten van elementopbouw hebben in deze gevallen lagere levenscycluskosten omwille van de lagere vervangingskosten en vervangingsfrequenties van de gebruikte materialen. Indien er wel een upgrade plaatsvindt, hebben de dynamische bouwoplossingen vaak lagere levenscyclus milieukosten. Voor een aantal elementen is dit scenarioafhankelijk: de dynamische buitenwand hebben lagere levenscycluskosten als de upgrade een verplaatsing inhoudt, maar hogere levenscycluskosten indien het enkel om een upgrade van de technieken gaat. Ook wanneer de frequentie van de upgrade samenvalt met de vervangingsfrequenties van de verwerkte materialen, hebben de dynamische varianten vaak hogere levenscycluskosten.

## 4.5 Conclusies

De activiteiten van het derde werkpakket zijn een tussenschakel tussen het theoretisch en praktijkluik van deze studie. De in- en output ervan is dan ook niet los te zien van de andere werkpakketten.

Op basis van de ontwikkeling van een gemeenschappelijke taal (zie Hoofdstuk 2), het uitvoeren van de SWOT-analyse met onder meer experten (zie Hoofdstuk 2), de analyses van de voorbeeldprojecten (zie Hoofdstuk 3) en terugkoppeling van de ontwerpteams bij het adviseren van de lopende (ver)bouwprojecten (zie Hoofdstuk 5) was het mogelijk om het evaluatiekader, dat ontwikkeld werd tijdens de Gandhi-studie (Paduart et al 2013) verder te verfijnen:

- het gebruiken van eenduidige vaktermen binnen het kwalitatief luik, conform de ontwikkelde taal. Deze gemeenschappelijke taal is opgesteld via een gebruiksvriendelijke brochure, publiek toegankelijk via de OVAM-website [www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen](http://www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen).
- het aanvullen van één nieuw ontwerpprincipes (i.e. hergebruik van bestaande bouwproducten) en het samenvoegen en bundelen van anderen principes en evaluatiecriteria binnen het kwalitatief luik
- het opstellen van 23 ontwerp fiches om ontwerpers, bouwheren en beleid te ondersteunen bij het gebruik van de opgemaakte principes vanaf de eerste ontwerpfases en ontwerpvoorstellen kwalitatief te evalueren op basis van de bijhorende evaluatiecriteria; deze ontwerp fiches zijn publiek toegankelijk via de OVAM-website [www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen](http://www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen).
- het toevoegen van een fictief voorbeeld om het belang van de verschillende ontwerp- en analyseparameters uit te leggen
- het gebruikmaken van een nieuw type grafiek – waarbij de som van de huidige waarden van de milieu- of financiële kosten jaarlijks uitgedrukt worden – om naast de initiële kosten en de uiteindelijke levenscycluskosten een beter inzicht te krijgen op de periodieke kosten gerelateerd aan bouwoplossingen in functie van verschillende gebruikscenario's.
- het opmaken van milieu- financiële profielen van 9 representatieve veranderingsgerichte elementvarianten (buitenwand, binnenwand, vloer) in functie van verschillende gebruikscenario's. (zie Bijlage 4). De opbouw van de elementvarianten zijn representatief voor de Belgische bouwcontext, gezien ze in overleg met de betrokken ontwerpteams van de lopende bouwprojecten opgesteld en afgetoetst werden.

Aan de hand van de advisering van de ontwerpteams betrokken bij twee lopende (ver)bouwprojecten, (i.e. renovatie van een sociale woontoren en vernieuwbouw van een basisschool) werd het verfijnd evaluatiekader ook getoetst op haar toepasbaarheid. Uit deze analyse volgt dat het kader gebruikt kan worden voor een verschillende bouwcontext – voor zowel nieuwbouw als renovatie/verbouwen van bestaande gebouwen – als verscheidene toepassingen – woongebouwen (individueel of collectief) en schoolgebouwen. Er zijn sterke

indicaties dat het kader ook van toepassing is voor andere gebouwtoepassingen zoals (woon)zorginfrastructuur en kantoren.<sup>20</sup>

Uit de analyse van de representatieve dynamische elementvarianten (toegepast voor nieuwbouw) nemen we enkele algemene trends waar.

De meeste bestudeerde elementvarianten worden gekenmerkt door hogere milieu- en financiële investeringskosten ten opzichte van conventionele statische oplossingen. Meestal is dit te wijten aan de grotere hoeveelheid materiaal nodig voor extra regelwerk tussen de verschillende lagen of profielen en plaatmateriaal die niet alleen gedimensioneerd wordt op basis van de typische permanente en variabele belastingen tijdens de gebruiksfase, maar ook op basis van uitzonderlijke belastingen bij het demonteren en (opnieuw) monteren van de elementen (bijvoorbeeld de puntlasten bij het loskoppelen van onderdelen). Er zijn echter ook veranderingsgerichte varianten voor vloerelementen die lagere initiële financiële kosten hebben ten opzichte van conventionele oplossingen, gebruikt in de Belgische bouwsector. Dit is te danken aan de keuze van de draagstructuur.

Ondanks de hogere investeringskosten worden de meeste dynamische elementvarianten toch gekenmerkt door aanzienlijk lagere levenscyclusmilieukosten, zodra er een functionele upgrade plaatsvindt. Dit is voornamelijk te danken aan het vermijden van nutteloos bouw- en sloopafval en het hergebruik van gezonde bouwcomponenten bij vervanging en upgradeacties. Indien geen upgrades plaatsvinden, valt dit milieuvoordeel echter weg. Het is echter twijfelachtig dat over de gehele gebruiksduur van de sociale woning/school<sup>21</sup> er geen enkele upgradeactie zal plaatsvinden. Voor enkele buitenwandvarianten zijn de milieuvoordelen afhankelijk van het type en de frequentie van de upgrade.

Tegen de verwachtingen in werden er zelden financiële levenscyclusvoordelen ondervonden bij de geselecteerde dynamische elementvarianten ten opzichte van gangbare statische oplossingen aanwezig op de Belgische bouwmarkt. Dit is voornamelijk te wijten aan de hoge arbeidskosten verondersteld bij het demonteren en opnieuw monteren van herbruikbare bouwcomponenten. In deze analyse werden deze arbeidskosten – net als de meeste andere bouw gerelateerde kosten – gebaseerd op de Aspen index (2012), die gemiddelde kosten aangeeft voor de meest gangbare oplossingen en handelingen in de Vlaamse bouwpraktijk. Enige voorzichtigheid is dus aan de orde bij het interpreteren van deze resultaten. Uit gevoeligheidsanalyses (zie 5.4.1.1) blijkt dat bij een hogere upgradefrequentie en lagere arbeidskosten bij demonteren van dynamische elementvarianten het financieel levenscyclusvoordeel bij de dynamische variant ligt en niet bij de conventionele oplossing. Verdere onderzoekacties zijn dus nodig om de specifieke kosten bij (de)montagehandelingen van dynamische elementoplossingen en typische upgradescenario's per toepassing te bepalen.

Ondanks deze algemene trends (op basis van een beperkt aantal elementvarianten), raadt het onderzoekconsortium aan deze kwantitatieve evaluatie steeds uit te voeren: gezien de uiteindelijke milieu- en financiële kosten kunnen verschillen per (contextspecifieke) ontwerpcase.

Uit verdere gesprekken met enkele beleidsactoren (VMSW, AGIO en VIPA) aanwezig in de begeleidingsgroep en aparte gesprekken gevoerd door de OVAM, blijkt dat er een algemene interesse is om het evaluatiekader toe te passen voor verschillende (publieke) gebouwtoepassingen. Echter, de bestaande beleid- en praktijkinstrumenten zoals het C2008-bestek (VMSW), Instrument voor Duurzame Scholen van (AGIO, GO! en evr-architecten) en de VIPA-criteria duurzaamheid zijn niet rechtstreeks compatibel met het verfijnd evaluatiekader – ondanks enkele overlappingen wat betreft evaluatiecriteria en ontwerprichtlijnen. Dezelfde conclusie geldt ook voor de Vlaamse Maatstaf (LNE). Een graduele integratie, waarbij eerst de ontwerprichtlijnen opgenomen worden en in een later stadium het kwantitatief deel, is voor de meeste geconsulteerde beleidsinstanties wel mogelijk.

---

<sup>20</sup> Parallel aan dit project werd het evaluatiekader eveneens succesvol gebruikt bij de begeleiding van osar architecten door het onderzoeksconsortium bij de nieuwbouw van het pilootproject Zorg (PPZ) te Geel.

<sup>21</sup> Voor alle gebouwelementvarianten werd een gebruiksduur van 60 jaar aangenomen.

## 5 Adviseren van lopende (ver)bouwopdrachten

Binnen Werkpakket 4 wordt advies gegeven rond 'veranderingsgericht bouwen' voor bestaande Vlaamse projecten. De verfijnde ontwerpprincipes, beschreven in Hoofdstuk 3 worden toegepast op het voorontwerp en een kwantitatieve evaluatie (LCC en LCA) wordt uitgevoerd op basis van standaard typeoplossingen die representatief zijn voor de specifieke cases. Als resultaat van deze begeleidingsstappen kunnen adviezen geformuleerd worden die zowel rekening houden met de kwantitatieve als de kwalitatieve voordelen van dynamisch bouwen en kunnen die voordelen geoptimaliseerd worden voor elk project.

Het advies aan de geselecteerde projecten verloopt op basis van drie stappen:

- Het verstrekken en toelichten van basisinformatie met betrekking tot veranderingsgericht (ver)bouwen en milieugerichte materiaalprestatie van gebouw(element)en (MMG).
- Kwalitatief advies aan de hand van (kwalitatieve) evaluatiecriteria op element-, gebouw- en wijkniveau
- Kwantitatief advies op basis van levenscyclusanalyse (LCA) en levenscycluskostenanalyse (LCC).

De volgende paragraaf geeft meer inzicht in de selectie van de uiteindelijk projecten.

Op basis van de adviesstappen wenst het onderzoekconsortium antwoord te geven op de volgende vragen:

- Was dynamisch bouwen gekend en aanwezig in de initiële ontwerpvoorstellen?
- In welke mate was het mogelijk kwalitatief en kwantitatief advies te geven?
- Wat was het resultaat van het kwalitatief en kwantitatief advies op het ontwerp?
- Wat was het resultaat van het kwalitatief en kwantitatief advies op het onderzoek?

### 5.1 Selectie van projecten

De adviesverlening spitst zich toe op maximum twee projecten, waarbij de focus ligt op (sociale) huisvesting en/of scholeninfrastructuur. Het zoeken naar waardevolle projecten werd gedaan door het consortium en de OVAM. De uiteindelijke selectie werd vastgelegd in samenspraak met de gehele begeleidingsgroep.

Bij de selectie van projecten werd gekeken naar projecten waarbij duurzaamheidsmaatregelen voorzien worden die verder strekken dan het gangbare laag- of passief energiebeleid. Er dient vanuit de basisdoelstellingen van het project een belangrijke visie te zijn op duurzaam *materialen- en afvalbeheer*. Daarnaast was er een voorkeur voor projecten die nog in de voorontwerpfase zijn, gezien de mogelijkheden tot integratie van het advies over dynamisch bouwen.

#### 5.1.1 Case renovatie woontoren te Zelzate

De case in Zelzate betreft de totaalrenovatie van een hoogbouwappartementenblok inclusief de publieke ruimte omheen het gebouw, het Hoogbouwplein. In de bestaande situatie zijn in het appartementenblok 64 sociale wooneenheden ondergebracht. Maar zowel de technische eigenschappen als de woonkwaliteit van de appartementen is achterhaald en vereisen een renovatie.

Uitzonderlijk is dat het gebouw eigendom is van de Vlaamse Maatschappij voor Sociaal Wonen (VMSW). Zij hebben de ambitie om met de renovatie van dit hoogbouwappartementenblok een voorbeeld te stellen. Zowel naar de haalbaarheid van een renovatie als naar de sociale en ecologische ambities die deel uit kunnen maken van sociaal wonen en bouwen.

Na een ontwerpwedstrijd werd KPW architecten in een consortium met Daidalos-Peutz, Infrabo Groep en Oksigenlab aangesteld voor het opmaken van een haalbaarheidsstudie (2013-2014) om daarna ook het ontwerp en de realisatie voor hun rekening te nemen (oplevering voorzien in 2017). Gezien KPW-architecten ook al was betrokken in het Gandhi-project (Paduart et al 2013), vormde deze case een bijzondere opportuniteit: het verstrekken van basisinformatie kon snel gebeuren en er werd gefocust op het kwalitatief en kwantitatief advies.



**Figuur 5.1: Buitenzicht van de bestaande situatie van de case in Zelzate**

<b>Programma:</b>	totaalrenovatie van een hoogbouwappartementensblok
<b>Opdrachtgever:</b>	Vlaamse Maatschappij voor Sociaal Wonen (VMSW)
<b>Ligging:</b>	Hoogbouwplein, Zelzate
<b>Ontwerpteam:</b>	KPW architecten, Daidalos-Peutz, Infrabo Groep en Oksigenlab
<b>Planning</b>	haalbaarheidsstudie 2013-2014, oplevering voorzien in 2017

**Tabel 5.1: Algemene kenmerken van het Vlindertuinproject, te Mechelen**

In hun eerste versie van de haalbaarheidsstudie (versie 24 april 2014) stelt KPW Architecten: “De transitie van een permanent bewoond woongebouw van 1960 naar een toekomstgerichte woongemeenschap is een proeftuin voor betaalbare en opschaalbare oplossingen waarin typologische en sociale vermenging centraal staan gekoppeld aan een aanscherpingspad voor een 'groene' upgrade. We stellen dat de focus dient te liggen op 'veerkrachtig' met groene kwaliteiten”.

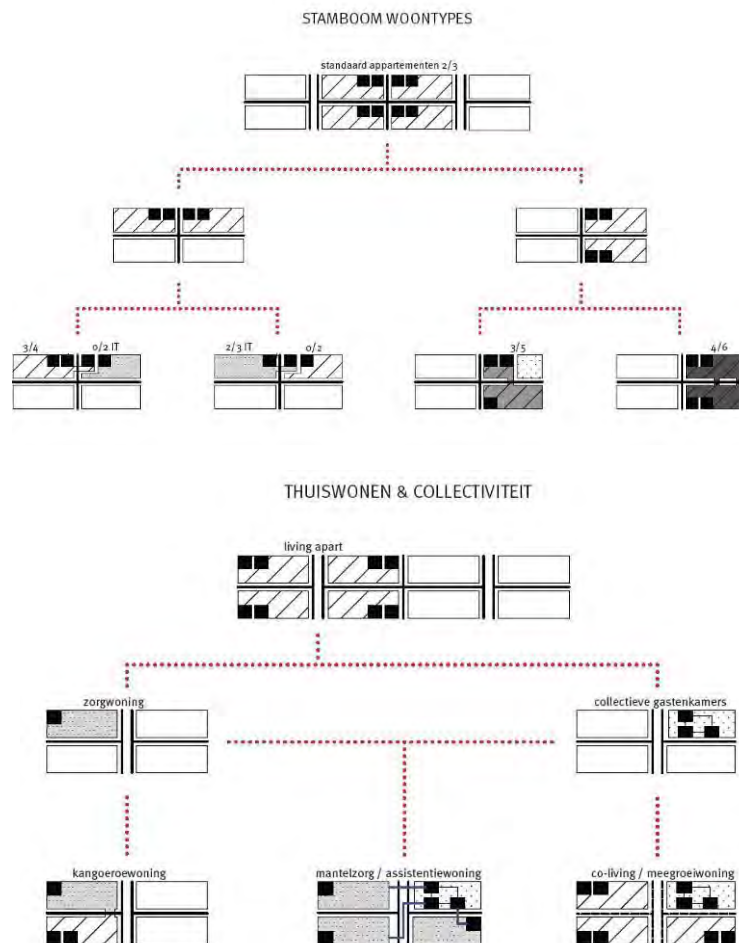
Daarvoor zet KPW Architecten in op 3 thema's: 'Hernieuw sociale rituelen en coalities', 'Bewust verbruiken' en 'Adaptable futures'. Dat laatste thema zet resoluut in op verandering en erkent daarbij opnieuw drie deelaspecten: 'Dynamisch bouwen', 'Meegroeiwoningen' en ook 'Flexiplans'.

Wat betreft 'Dynamisch bouwen' zet KWP Architecten in hun eerste ontwerpvoorstellen voornamelijk in op de gevel: “Voor het Hoogbouwplein pleiten we voor eenzelfde strategie: een combinatie van terras en wintertuin die kan ingezet als beschutte buiten-leefruimte en waarom niet als serre voor een kleine woekerende balkontuin. Het BPA staat momenteel deze uitwerking in de weg. Het ontwerpteam is van oordeel dat het gebouw met balkons dient te

worden ontworpen en dat er gezocht dient te worden naar een aanpasbare tussenoplossing”. (KPW architecten 2014)

Daarnaast linken zij 'Meegroeiwoningen' aan de milieu-impact van gebouwen: “Hoogbouwplein zal een project zijn dat zich richt op een onderzoek naar een dynamisch ontwerpgehalte waar concepten zoals ontmantelbaarheid, aanpasbaarheid, transformeerbaarheid, multifunctionaliteit centraal staan zowel op wijk-, gebouw-, als elementenniveau. Het onderzoek richt zich verder naar het gebruik van bouwoplossingen met een lage initiële milieu-impact en doorlichten van de effecten op periodiek vervangingen, onderhoud en aanpassingen binnen de context van sociale woningbouw”. (KPW architecten 2014)

Tot slot stellen zij het principe van 'Flexiplans' voor: “In de haalbaarheidsstudie is er voornamelijk aandacht besteed aan ontwerp oplossingen op niveau van concept, plan en schakeling van wooneenheden met een verhoogde aandacht voor collectiviteit en de sociale zorgdimensie. Aan de hand van 1 basistype 2/3 wordt er, met beperkte en omkeerbare ingrepen, een 'stamboom' van woontypes gegenereerd: 0/2, 1/2, 3/4, 3/5, 4/6. Aan deze stamboom wordt er een zorg- en een collectiviteitscomponent toegevoegd in de vorm van een integraal toegankelijke unit en een collectieve gastenkamer. Dit resulteert in woonconcepten die zorgwonen, kangoerewonen, sociaal assistentiewonen, meegroeiwoningen en co-living combineren” (zie Figuur 5.2). (KPW architecten 2014)



**Figuur 5.2: De flexiplans met combineerbare type-invullingen van een conventioneel appartement vormen de heel eigen interpretatie van het begrip dynamisch bouwen door KPW Architecten.**

### 5.1.2 Case vernieuwbouw BSO school te Deurne

Als tweede case werd geopteerd voor een schoolproject. De uitdaging bij schoolprojecten is om een kwalitatief antwoord te bieden op het huidige tekort aan scholen, rekening houdende met mogelijke toekomstscenario's waarin gebouw(del)en kunnen omgevormd worden naar wijzigende en alternatieve gebouwfuncties. De case in Deurne betreft de nieuwbouw en renovatie van een BSO-school. Een bijkomende uitdaging bij dit project is het complex programma van een BSO-school die veel verschillende disciplines omvat. Bovendien moet een antwoord gevonden worden op de steeds wijzigende noden binnen de secundaire opleidingen.



*Figuur 5.3: Case Deurne<sup>22</sup>*

Eind maart werd door het Stedelijk Onderwijs Antwerpen medegedeeld dat het aanstellen van de architecten niet zal verlopen via een raamcontract maar via een Open Oproep van de Vlaamse Bouwmeester. Wegens deze langere procedure komt de looptijd van dit TWOL-project niet overeen met de aanstelling van de uitvoerende ontwerpers en de uiteindelijke ontwerpfase. Voor deze reden werd in overleg met de OVAM beslist om deze case niet op te nemen binnen de TWOL-studie. Er werd echter wel interesse getoond in de ontwerp- en bouwprincipes rond veranderingsgericht (ver)bouwen voor toekomstige schoolprojecten.

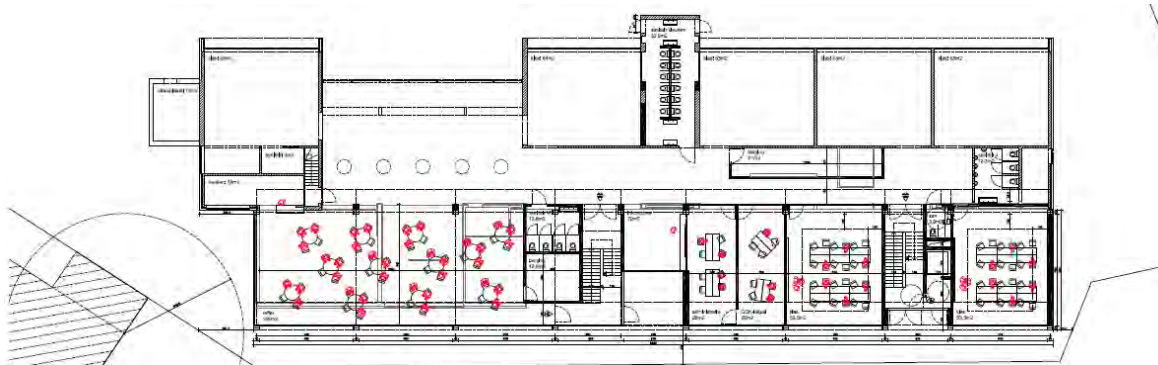
### 5.1.3 Case uitbreiding basisschool 'De Vlindertuin' te Mechelen.

Als alternatief voor de case in Deurne, werd uiteindelijk geopteerd voor de uitbreiding van de basisschool van het Gemeenschapsonderwijs 'De Vlindertuin' te Mechelen. Deze uitbreiding gaat gepaard met de uitbreiding van de basisschool 'De Esdoorn' te Hombeek van dezelfde scholengroep en onderhoudswerken aan de grote GO! Shil basisschool in centrum Mechelen. Gezien de groeiende populatie van jonge gezinnen in de Mechelse regio – en dus ook van jonge kinderen – is er een kritisch tekort aan onderwijsplaatsen voor kleuters en jonge kinderen tot 12 jaar. Om tegemoet te komen aan deze vraag, besliste Scholengroep 5 om op zeer korte termijn de basisscholen 'De Esdoorn' en 'De Vlindertuin' uit te breiden voor een beperkt budget. De uitbreiding van 'De Vlindertuin' zal onder meer 2 kleuterklassen, 6 lagere klassen en een refter omvatten. Het architectenbureau, AREAL architecten, met ervaring in het ontwerpen en bouwen van scholen, werd geselecteerd om de 3 scholen te verbouwen/renoveren. Om de verbouwkosten te drukken en de bouwsnelheid te bevorderen werd dezelfde aannemer en bouwconcept geselecteerd voor de beide schoolprojecten. Er werd gekozen voor een eenvoudige planopbouw en een exoskelet, waarbij de stalen skeletstructuur zich aan de buitenkant van het gebouw bevindt (zie Figuur 5.4 en Figuur 5.5). Eveneens om de bouwsnelheid te verhogen werd al vanaf de start voor een materialisatie gekozen waarbij het bouwproces beperkt afhankelijk is van het uisdrogen van beton en mortel, door het kiezen voor geprefabriceerde vloerplaten en varianten van lichte wandopbouw (zie Figuur 5.6).

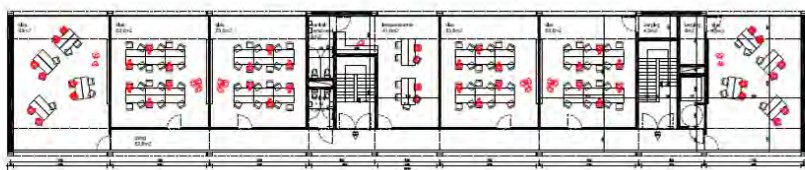
<sup>22</sup> Bron: Stedelijk Onderwijs Antwerpen

<b>Programma:</b>	(ver)nieuwbouw van basisschool GO! Vlindertuin
<b>Opdrachtgever:</b>	Scholengroep 5, verenigt scholen van het Gemeenschapsonderwijs in regio Mechelen
<b>Ligging:</b>	C. De Rorestraat, Mechelen
<b>Ontwerpteam:</b>	AREAL architecten, studiebureau Bogaerts, RACO Studiebureau, Ingenieursbureau Concreet
<b>Planning</b>	ontwerp 2014 – start werken maart 2015

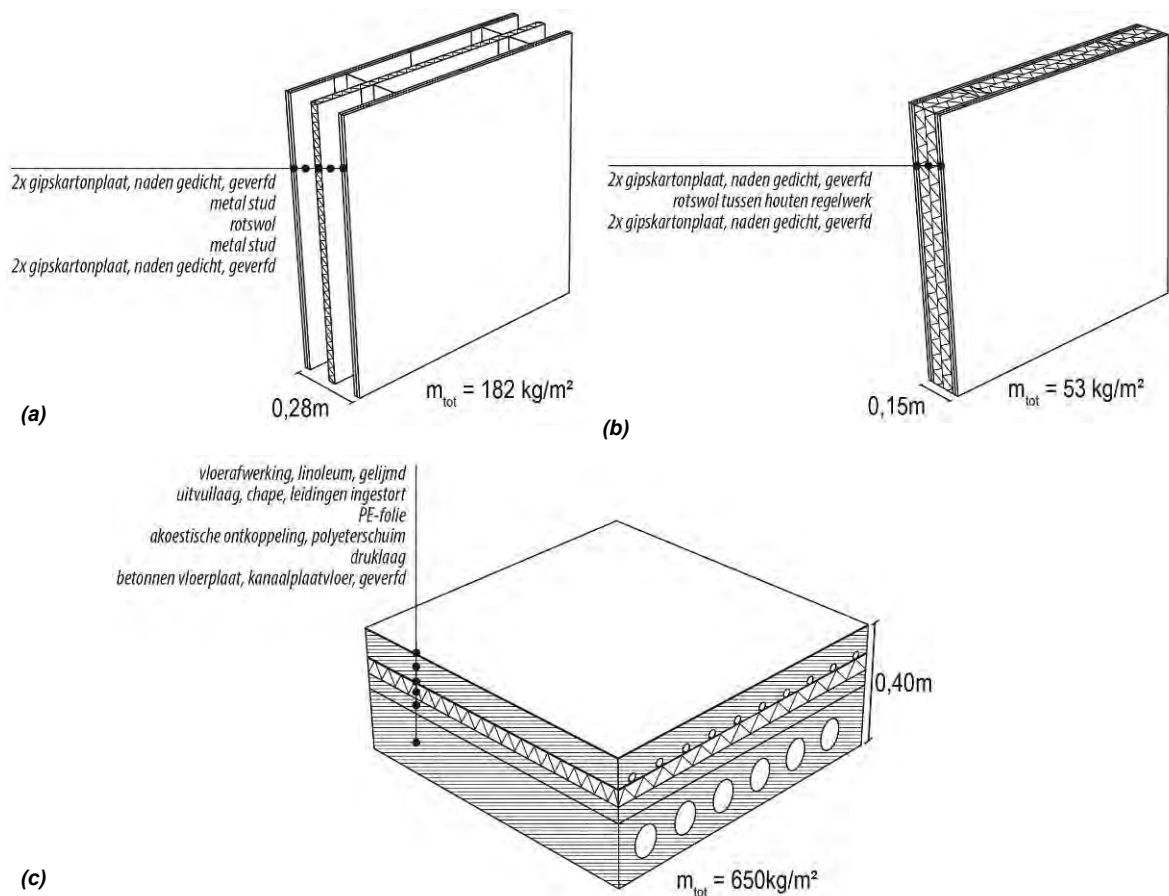
*Tabel 5.2: Algemene kenmerken van het Vlindertuinproject, te Mechelen*



*Figuur 5.4: Initieel ontwerp 'De Vlindertuin', grondplan niveau 0 ©Areal Architecten*



*Figuur 5.5: Initieel ontwerp 'De Vlindertuin', grondplan niveau 1 ©Areal Architecten*



**Figuur 5.6: Initieel ontwerp 'De Vlindertuin', detaillering**  
(a) Binnenwand Klas-Klas, (b) Binnenwand Klas-Gang, (c) Vloer

## 5.2 Verspreiden van basisinformatie over 'veranderingsgericht (ver)bouwen'

Bij projecten rond 'veranderingsgericht (ver)bouwen' is het essentieel om een aantal principes op gebouw- en elementniveau vanaf het voorontwerp in rekening te nemen. Ontwerpbeslissingen op gebouwniveau hebben een grote invloed op toekomstige aanpassings- en demontagewerken en dus ook op het uiteindelijke materiaalverbruik en afvalproductie. Daarom dienen veranderingsgerichte bouwconcepten zo vroeg mogelijk geïntegreerd te worden in het ontwerpproces.

Hoewel architecten al intuïtief een reeks bouwconcepten toepassen die transformatie en/of multi-inzetbaarheid toelaten, is een verdere verspreiding van basisinformatie over 'veranderingsgericht bouwen' nodig. Een belangrijke eerste taak van het onderzoekconsortium behelsde dan ook het verstrekken van informatie aan KPW en AREAL architecten over de ontwerpprincipes die het dynamisch gehalte van gebouwen nog verder kunnen verhogen. Concreet resulteerde dit in het geven van tekst en uitleg bij de verfijnde ontwerpprincipes voorgesteld in paragraaf 4.14.1 en het verstrekken van bijhorende praktijkvoorbeelden. Aanvullend werden ook de algemene ontwerpaanbevelingen vanuit de Gandhistudie (Paduart et al. 2013) doorgegeven en werd op vraag meer toelichting gegeven over het bepalen van milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouw(element)en (Debacker et al. 2012).

Dankzij de input van beide ontwerpteams was een verdere verfijning van de ontwerpfiles "veranderingsgericht" bouwen mogelijk.



## 5.3 Adviseren van voorontwerp d.m.v. kwalitatieve evaluatie

De ontwerprichtlijnen opgesteld in paragraaf in paragraaf 4.14.1 werden gebruikt om het voorontwerp van de twee case studies kwalitatief te evalueren. Die kwalitatieve beoordeling geeft aan wat het dynamisch gehalte van een ontwerpvoorstel en –concept is en wat het potentieel is van de bestaande toestand. Het kwalitatief gedeelte van dit advies beoogt tevens ook inzichten te verschaffen hoe het ontwerp te verbeteren op vlak van veranderingsgericht (ver)bouwen en wijst tegelijk op de beperkingen die in de praktijk (nog) bestaan.

### 5.3.1 Hoogbouwplein Zelzate, HoZe – KPW Architecten

#### 5.3.1.1 Kwalitatieve evaluatie op gebouwniveau

De kwalitatieve evaluatie van de ontwerpvoorstellen van KPW Architecten voor de renovatie van het appartementsgebouw op het Hoogbouwplein in Zelzate gebeurde stapsgewijs. Vanaf de eerste ideeën in november 2013 tot de voorstelling van de afgewerkte haalbaarheidsstudie ongeveer een jaar later konden we het werk van de ontwerpers van nabij volgen en hebben wij hen tijdens verschillende vergaderingen input gegeven over het dynamisch gehalte van hun ontwerp. Tabel 5.3 geeft een overzicht van de criteria die werden behandeld, de beoordeling van de eerste ontwerpvoorstellen rond november 2013, het geformuleerde advies en de beperkingen waarop werd gestoten.

Criterion	Beoordeling	Vaststelling en advies
Omkeerbaar	X	Technieken en inbouw onafhankelijk inplannen. Beperkt door type en omvang bestaande structuur.
Demonteerbaar	X	Inbouwelementen selectief demonteerbaar ontwerpen. Beperkt tot op de markt beschikbare componenten.
Herbruikbaar	X	Inbouwelementen ontwerpen in een open systeem. Beperkt tot hergebruik binnen het project.
Uitbreidbaar	✓	Gevel voorzien voor toekomstige terrassen. Beperkt door draagkracht van de bestaande structuur.
Multi-inzetbaar	X	Types op elkaar afstemmen of generaliseren. Beperkt door organisatie en beheer van HVAC-technieken.

Tabel 5.3: Samenvatting kwalitatieve evaluatie eerste ontwerpvoorstellen 'Hoogbouwplein Zelzate' op gebouwniveau.

Tijdens de haalbaarheidsstudie vormde de inspraak van het consortium op basis van de kwalitatieve evaluatie de aanleiding voor een vernieuwend en toekomstgericht ontwerpproces met drie specifieke invullingen:

- het uitwerken van de zogenaamde 'flexiplans' naar een 'stamboomconcept' voor woningtypes,
- het ontwerpend onderzoeken en voorstellen van scenario's, en
- een vernieuwingsoefening bij de technische uitwerking van het gebouw.

De zogenaamde 'flexiplans' die door schakelingen van appartementstypes zowel zorgwonen, kangoeroewonen, sociaal assistentiewonen, meegroeiwoningen en co-living mogelijk moesten maken, bleek na een analyse van de multi-inzetbaarheid van het ontwerpvoorstel slechts op een conceptueel niveau te blijven. Daarom werd aan de ontwerpers geadviseerd om de vorm van de types op elkaar af te stemmen (bijvoorbeeld door middel van een grid) en ze te generaliseren (bijvoorbeeld door de technische leidingen uniform te organiseren). Dat moet mogelijk maken om met beperkte ingrepen of door het slechts verplaatsen van gebouwelementen van een type over te gaan naar een ander type. Op die manier zijn de flexiplans uitgegroeid tot een 'stamboomconcept' waarbij ieder appartementstype kan ontstaan uit dezelfde stam.

De ontwerpers vonden in deze uitwerking een houvast voor een rationele uitwerking van de plannen van de vele appartementstypes die zij wilden voorzien. Daarnaast vonden zij de principes erg waardevol omdat het hen tijdens het ontwerpproces heel wat vrijheid bood om de definitieve invulling nog niet vast te moeten leggen en de types met elkaar te kunnen verwisselen. Pas bij het uiteindelijk ontwerp zal een invulling worden vastgelegd. Echter, wanneer alle partijen daartoe bereid zijn, kan de invulling nog steeds veranderen.

Binnen dezelfde ambitie van de 'flexiplans' hoort ook het ontwerpend onderzoeken van nieuwe woonvormen en ruimtegebruik. Naar aanleiding van onze kwalitatieve feedback stelden de ontwerpers enkele scenario's voor, aan de hand van schetsen en schema's, die de toekomstige mogelijkheden van het ontwerp visualiseerden. Het expliciet maken van deze mogelijkheden kan de gebouwbeheerder en -eigenaar inzicht verlenen in de gebruikswaarde van het ontwerp waardoor ook in de toekomst het gebouw vaker en efficiënter her-ingezet en hergebruikt kan worden.

Om dergelijke aanpassingen ook effectief mogelijk te maken werd ook stilgestaan bij de uitwerking van het gebouw. Enerzijds betreft het een rationaliseringsoefening bij de organisatie van technische installaties in het gebouw. Dat bleek een nieuwe en bijzondere opgave omdat de manier waarop de technische voorzieningen nu worden ingeplant volledig afhankelijk is van de specifieke functie die een ruimte toegewezen krijgt. Uiteindelijk bleken toch heel wat mogelijkheden te bestaan om de technieken en de multi-inzetbaarheid ervan in overeenstemming te brengen, voornamelijk door een zorgvuldig uitgedacht regelsysteem.

Anderzijds werd door de ontwerpers uitgewerkt welke (delen van) binnenwanden al dan niet dynamisch uitgevoerd dienden te worden om de meest uiteenlopende planinvulling mogelijk te maken. Op welke manier deze wanden dienden worden gebouwd om demontebaar en herbruikbaar te zijn kwam in dit stadium, namelijk de haalbaarheidsstudie en het voorontwerp slechts occasioneel aan bod. Ook op het huidige hergebruik van gebouwelementen werd niet ingezet.

Uitbreidbaarheid werd gehypothekeerd door een rigide Bijzonder Plan van Aanleg (BPA), hoewel dat ook als opportuniteit werd gezien om de gevel aanpasbaar uit te voeren zodanig dat een toekomstige uitbreiding van de terrassen mogelijk zou worden. Dit aspect werd echter nog niet verder uitgewerkt omwille van de grote (politieke) onzekerheid die hierrond heerste.

Dankzij dit adviesproces, aangestuurd door de kwalitatieve feedback van het consortium op de initiële ontwerpvoorstellen en het engagement van de ontwerpers, verkregen de ontwerpers steeds meer inzicht in de langetermijneffecten van hun ontwerpbeslissingen. Dit sluit aan bij de resultaten van de kwantitatieve evaluatie (zie paragraaf 5.4.1).

### 5.3.1.2 Kwalitatieve evaluatie op elementniveau

Er werd een gelijkaardige evaluatie uitgevoerd op elementniveau. Tabel 5.4 geeft een samenvatting weer van die evaluatie.

criterium	Beoordeling	Vaststelling
Omkeerbaarheid	X	Door het gebruik van lijm en pleister is de omkeerbaarheid beperkt.
Eenvoud	✓	Er wordt gebruik gemaakt van eenvoudige, gestandaardiseerde verbindingen.
Snelheid	X✓	Het aantal verbindingen is beperkt tot het minimum. De verbindingen zijn echter ontoegankelijk door de bepleistering.
Duurzaamheid	X✓	Er werd gekozen voor materialen die lang meegaan. Er wordt echter beperkt gebruik gemaakt van stootvaste materialen.
Compatibiliteit	X✓	De gekozen componenten zijn gestandaardiseerd, maar daarom niet automatisch verwisselbaar. Er is op dit moment geen tweedehands markt voor de meeste componenten.

criterium	Beoordeling	Vaststelling
Hergebruik	X	Er zijn geen 2 <sup>de</sup> hands componenten opgenomen in de detaillering.
Gelaagdheid	X	De thermische isolatie is niet van de gevelafwerking te scheiden.
Onafhankelijkheid	X	In de detaillering overlappen componenten elkaar.
Prefabricage	X	Alles wordt op de werf gemonteerd.

*Tabel 5.4: Samenvatting kwalitatieve evaluatie voorontwerp 'Hoogbouw Zelzate' op elementniveau.*

Net als op gebouwniveau werden er voorstellen gegeven om de detaillering van de gebouwelementen veranderingsgericht te ontwerpen. Onderstaande paragrafen beschrijven enerzijds de evaluatie van de ontwerprichtlijnen en anderzijds de suggesties.

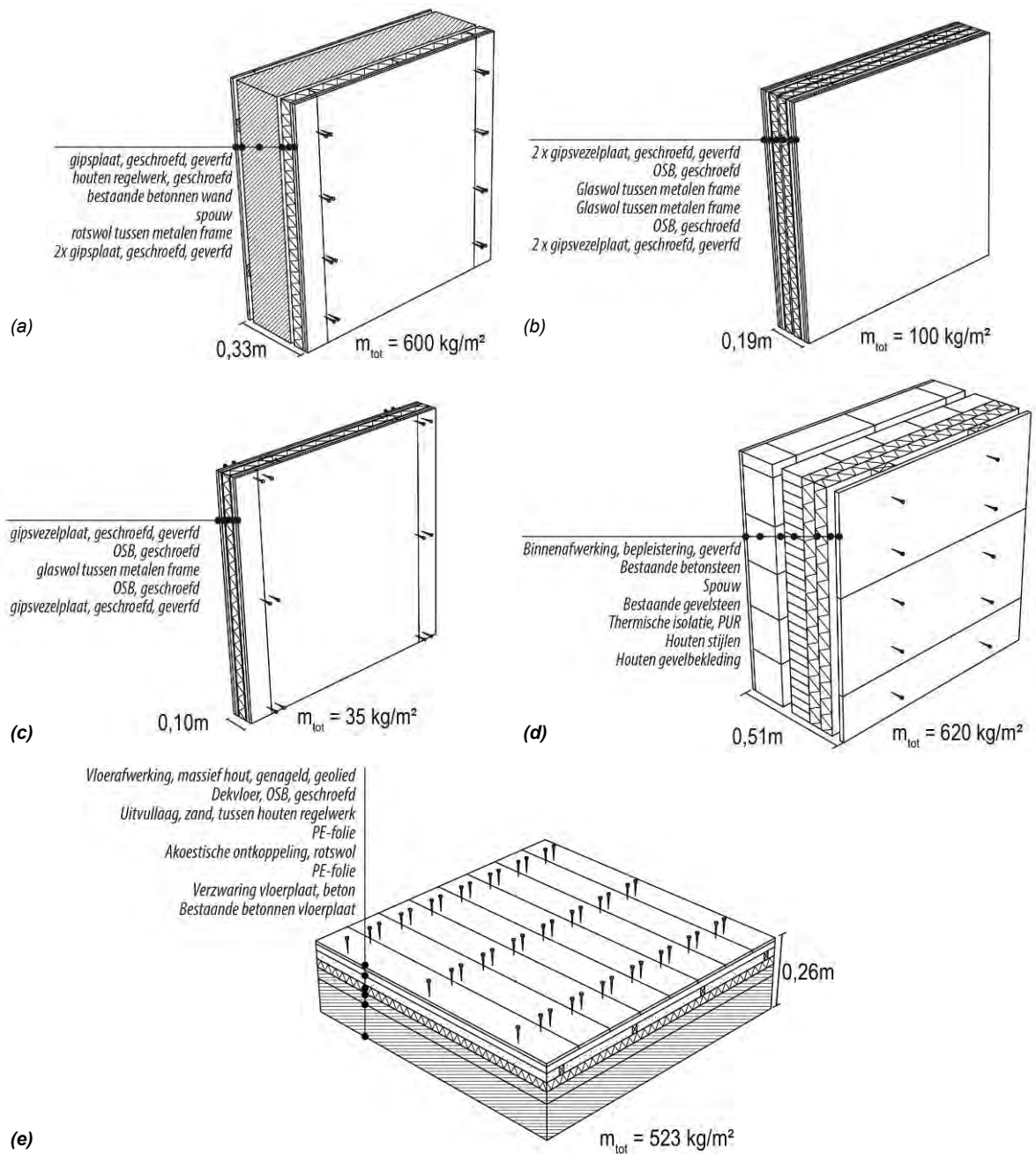
In de oorspronkelijke detaillering werd voorzien dat de naden tussen de gipskartonplaten dicht gepleisterd zouden worden, waardoor de omkeerbaarheid van deze elementen beperkt is. De schroeven die de gipskartonplaten vastmaken aan de onderliggende structuur worden zo onzichtbaar en ontoegankelijk. Door het gebruik van gipskartonplaten met een rechte kant in plaats van een afgeschuinde kant, wordt de naad echter kleiner en wordt het minder noodzakelijk om de naden dicht te pleisteren. Zo blijven de schroeven zichtbaar en kunnen de wanden indien nodig snel gedemonteerd en herbruikt worden.

Er werd in de eerste detailleringen gekozen voor gestandaardiseerde materialen die een lange technische levensduur hebben, maar daarom niet altijd even stootvast zijn. In plaats van gipskartonplaten kan het interessant zijn om stootvast plaatmateriaal te gebruiken, zoals gipsvezelplaten. Dit kan ervoor zorgen dat de componenten zonder schade na een demontage herbruikt kunnen worden. Gipsplaten hebben echter weinig waarde op de huidige tweedehandsmarkt (Opalis 2015). Dit lijkt vandaag moeilijk op te lossen, doordat er op dit moment voornamelijk een markt is voor massieve bouwmaterialen, zoals natuursteen en hout. Een tweede leven binnen hetzelfde bouwproject lijkt ons echter wel realistisch. Gezien de gebruikte bouwproducten aanwezig op de markt geen of weinig maatsystematiek volgen, zijn hergebruikmogelijkheden beperkt tot het HoZe-gebouw. Gezien de verschillende gebruikscenari'o's – vooropgesteld door het stamboomconcept – is dit echter gerechtvaardigd.

Op dit moment werd het gebruik van tweedehandscomponenten nog niet als optie gezien. De gevelbekleding zou echter opgebouwd kunnen worden uit tweedehands houtmateriaal. Mogelijke lokale handelaars zijn te vinden via [www.opalis.be](http://www.opalis.be).

Op vlak van de compositie van de elementen is er ook nog verbetering mogelijk. Er werd in de eerste detaillering voorzien dat er pleister tegen de isolatieplaten aangebracht zou worden, waardoor de isolatie niet los van de gevelbekleding aangepast kan worden. Een houten gevelbekleding, vastgemaakt aan een regelwerk zou deze mogelijke toekomstige verandering wel toelaten.

Om plaatselijke veranderingen mogelijk te maken, is het noodzakelijk dat de componenten niet overlappen. Dit is echter vaak moeilijk in realiteit toe te passen, onder meer wegens bouwfysische eisen op vlak van brandweerstand en akoestische prestaties.



**Figuur 5.7: Voorstel ontwerp 'Hoogbouw Zelzate', alternatieve detaillering**

(a) Binnenwand Woningscheidend, renovatie; (b) Binnenwand Woningscheidend, nieuwbouw\*; (c) Binnenwand ruimtescheidend\*; (d) Buitenwand; (e) Vloer. \*Gebaseerd op detailleringen uit het Gandhi-rapport (Paduart et al. 2012)

Een laatste suggestie op elementniveau is het beperken van de handelingen op de werf door het vooraf monteren tot 'bouwpakketten', zodat zowel de montage als de demontage versneld wordt. Er dient wel de nodige aandacht gegeven te worden aan het inbouwen van toleranties zowel tijdens de montage als demontage. Mogelijks kunnen er moeilijkheden optreden door plaatselijke afwijkingen van de bestaande structuur. De bestaande structuur moet dus in detail worden opgemeten. De alternatieve opbouwvoorstellen voor binnenwanden, buitenwanden en vloeren worden geïllustreerd in Figuur 5.7.

## 5.3.2 De Vlindertuin

### 5.3.2.1 Kwalitatieve evaluatie op gebouwniveau

Het voorontwerp van 'De Vlindertuin' werd tijdens een van de eerste overlegmomenten tussen het consortium en Areal architecten op een kwalitatieve manier op gebouwniveau geëvalueerd. Tabel 5.5 geeft een samenvatting weer van die evaluatie.

criterium	Beoordeling	Vaststelling
Omkeerbaar	X	De elementen zijn op een onomkeerbare manier verbonden met elkaar.
Demonteerbaar	X✓	De uitwendige plaatsing van de skeletstructuur zorgt ervoor dat de gevel en de indeling volledig onafhankelijk zijn van de structuur. De technieken worden echter mee-ingestort in de vloer.
Herbruikbaar	X✓	Het voorontwerp werd uitgetekend op een grid, maar de verschillende maasgroottes werden niet overal op elkaar afgestemd.
Uitbreidbaar	X	Er is geen horizontale, noch verticale uitbreiding mogelijk.
Multi-inzetbaar	X✓	Er wordt een polyvalente ruimte voorzien, die ingezet kan worden als refter en voor avondactiviteiten. De andere ruimtes zijn niet multi-inzetbaar.

Tabel 5.5: Samenvatting kwalitatieve evaluatie voorontwerp 'De Vlindertuin' op gebouwniveau.

Daarnaast werden er suggesties gegeven over hoe het ontwerp mogelijks kon veranderd worden om het dynamische aspect ervan te vergroten. Onderstaande paragrafen beschrijven enerzijds de evaluatie van elke ontwerprichtlijn en anderzijds de suggesties.

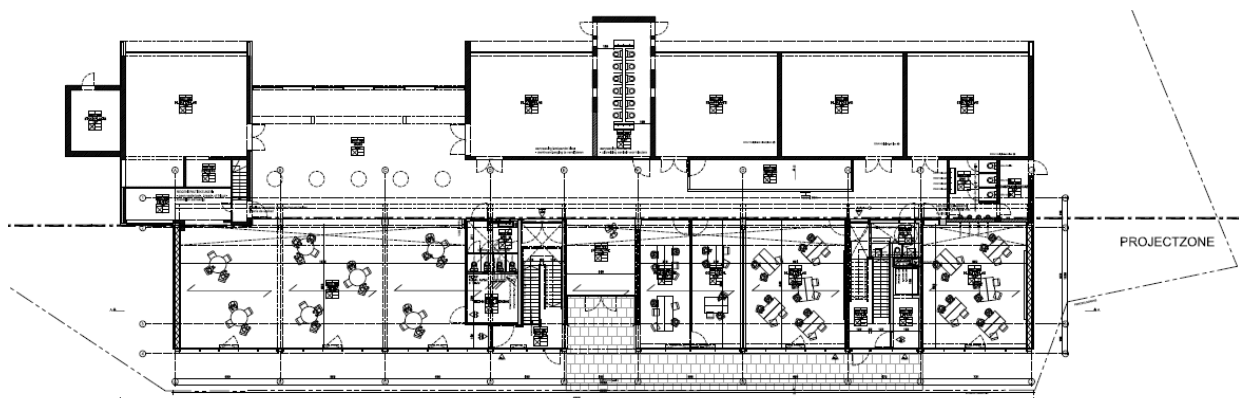
De gebouwelementen van het voorontwerp zijn op een onomkeerbare manier verbonden met elkaar. Bijvoorbeeld de binnenwand zal op de akoestische ontkoppeling van de vloer geplaatst worden, waarna de chape wordt gegoten. Dit zorgt ervoor dat de binnenwand niet op een eenvoudige manier los te koppelen is van de vloer. Door gebruik te maken van een droge dekvloer en uitvullaag, zoals gipsvezelplaten in combinatie met zand, kan dit probleem vermeden worden. In die uitvullaag kunnen bovendien de technieken ingewerkt worden, waardoor de technieken aangepast kunnen worden los van de rest van de vloer. Dit was in het voorontwerp niet het geval.

Door het gebruik van een grid in het grondplan, zijn de dimensies van de verschillende wanden al deels op elkaar afgestemd in het voorontwerp. De modulegrootte van het grid is echter niet overal dezelfde en de verschillende verdiepingshoogtes zijn niet op elkaar afgestemd. Door de maasgrootte van het grid beter op elkaar af te stemmen, zouden een groot deel van de elementen herbruikt kunnen worden binnen dit project en mogelijks ook binnen 'De Esdoorn', indien ze omkeerbaar met elkaar verbonden zijn. Er zou bijvoorbeeld gewerkt kunnen worden met een verdubbeling/halvering van 60cm, dit houdt in dat de afmetingen 60cm, 120cm, 180cm, enzovoort, mogelijk worden, maar ook 30cm, 15cm, ... en optelsommen van beide reeksen. Dit resulteert in een (fractaal) multi-modulair grid.

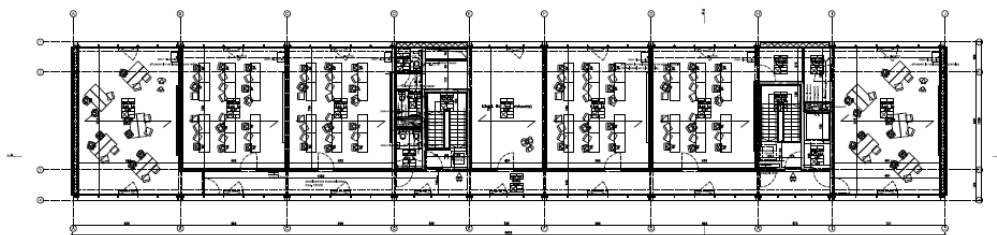
Door opgelegde beperkingen in het Bijzonder Plan van Aanleg (BPA) zijn mogelijke verticale uitbreidingen niet voorzien in het voorontwerp. De structuur werd daarom niet overgedimensioneerd. Het zou in principe eenvoudig mogelijk kunnen zijn om in de toekomst kolommen bij te plaatsen, doordat de structuur deels aan de buitenkant zit. De nodige funderingen zouden dan wel al moeten voorzien zijn. Ook een horizontale uitbreiding behoort niet tot de mogelijkheden. Dit zou echter mogelijk gemaakt kunnen worden door de circulatie te verplaatsen naar de andere zijde van het gebouw. In de toekomst zouden aan de gang nieuwe klasjes aangesloten kunnen worden.

Er zal een polyvalente ruimte voorzien worden die dienst zal doen als refter en voor naschoolse activiteiten. De multi-inzetbaarheid van het gebouw zou nog kunnen vergroten door het voorzien van de mogelijkheid om een klas om te vormen naar twee kleinere klassen en omgekeerd.

Doordat de bouwvergunning vrij snel moest ingediend worden na het eerste overlegmoment, konden helaas niet alle adviezen op gebouwniveau toegepast worden, waaronder het afstemmen van de maatgroottes van het grid. Het verplaatsen van de gang naar de andere zijde van het gebouw werd onderzocht, maar dit werd afgekeurd. De school plant namelijk geen verdere uitbreidingen van het bestaand gebouw meer. Volgens de architecten zou, indien toch een uitbreiding noodzakelijk is, een nieuwbouw los van het geplande volume komen, waar ook sportinfrastructuur zou kunnen komen. Dit kan op het achterliggend plein dat nu eigendom is van de Stad Mechelen. De andere adviezen werden meegenomen in de verdere uitwerking. Deze adviezen richten zich meer op de materialisatie en de detaillering van gebouwelementen en hiervoor was er wel nog ruimte om dit verder te onderzoeken.



**Figuur 5.8: Aangepast ontwerp 'De Vlindertuin', grondplan niveau 0** ©Areal Architecten



**Figuur 5.9: Aangepast ontwerp 'De Vlindertuin', grondplan niveau 1** ©Areal Architecten

### 5.3.2.2 Kwalitatieve evaluatie op elementniveau

Net als bij de case 'Hoogbouw Zelzate' werd ook een evaluatie uitgevoerd op elementniveau. Tabel 5.6 geeft een samenvatting weer van die evaluatie.

De evaluatie en de suggesties op elementniveau van 'De Vlindertuin' zijn vaak gelijkaardig aan deze van 'Hoogbouw Zelzate'. In de volgende paragrafen wordt enkel het advies specifiek aan het Vlindertuinproject opgenomen.

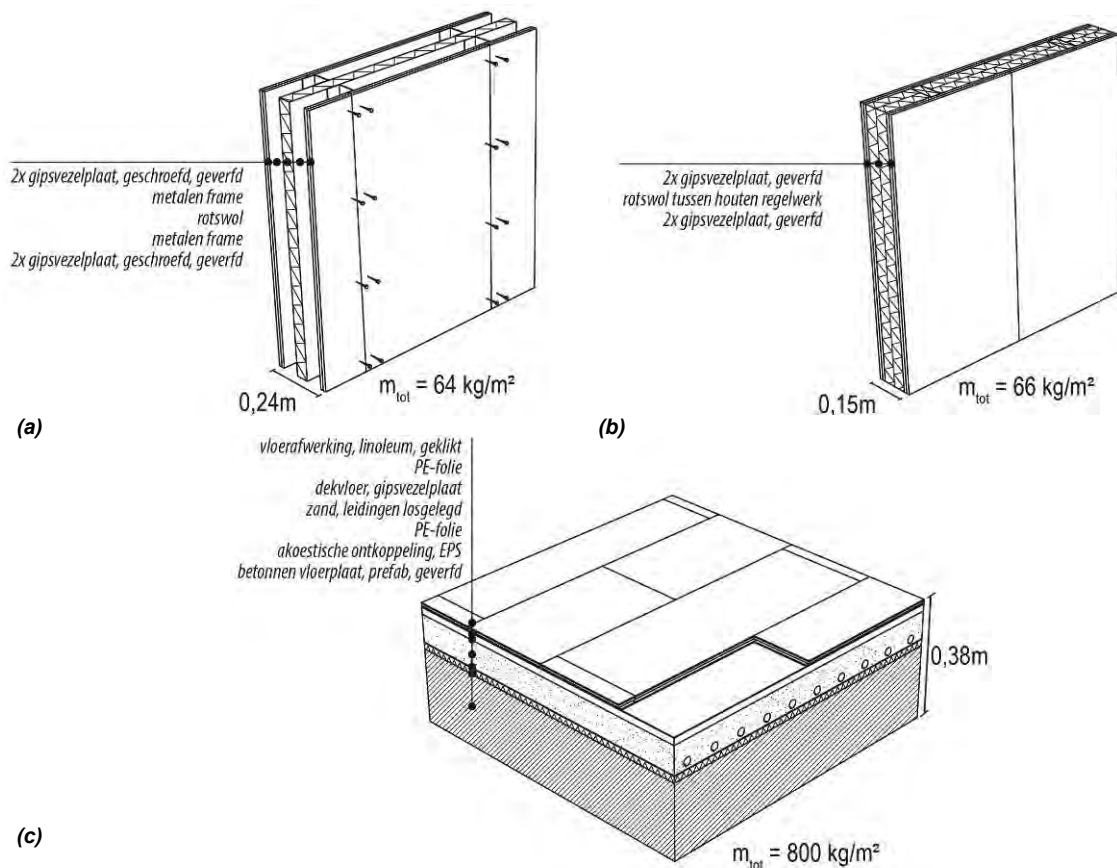
In de oorspronkelijke detaillering werd voorzien dat de naden tussen de gipskartonplaten dicht gepleisterd zouden worden en dat de linoleum vloerbekleding gelijmd zou worden op de dekvloer, waardoor de omkeerbaarheid van deze elementen beperkt is. Dit kan verbeterd worden door het kiezen van linoleumtegels die aan elkaar geklikt kunnen worden. De keuze voor vloertegels heeft wel tot gevolg dat er meer handelingen nodig zijn om de vloerbekleding te monteren en te demonteren.

Er werden ook geen tweedehandscomponenten meegenomen in de detaillering. Op basis van een snelle eigen berekening, blijkt echter dat het gebruik van tweedehandscomponenten ongeveer een verlaging van 60% van de totale milieu-impact kan opleveren. Er zouden bijvoorbeeld binnenwanden en tapijttegels hergebruikt kunnen worden uit de kantoorbouw.

criterium	Beoordeling	Vaststelling
Omkeerbaarheid	X	Door het gebruik van lijm en pleister is de omkeerbaarheid beperkt.
Eenvoud	✓	Er wordt gebruik gemaakt van eenvoudige, gestandaardiseerde verbindingen.
Snelheid	X✓	Het aantal verbindingen is beperkt tot het minimum. De verbindingen zijn echter ontoegankelijk door de bepleistering.
Duurzaamheid	X✓	Er werd gekozen voor materialen die lang meegaan. Er wordt echter beperkt gebruik gemaakt van stootvaste materialen.
Compatibiliteit	X✓	De gekozen componenten zijn gestandaardiseerd, maar daarom niet onmiddellijk verwisselbaar. Er is op dit moment geen tweedehands markt voor de meeste componenten.
Hergebruik	X	Er zijn geen tweedehandscomponenten opgenomen in de detaillering.
Gelaagdheid	X	De buizen van de vloerverwarming worden mee ingestort.
Onafhankelijkheid	X	In de detaillering overlappen componenten elkaar.
Prefabricage	X	Alles wordt op de werf gemonteerd.

*Tabel 5.6: Samenvatting kwalitatieve evaluatie voorontwerp 'De Vlindertuin' op elementniveau.*

Er werd bovendien in de eerste detaillering voorzien dat de buizen van de vloerverwarming mee ingestort zouden worden. Er bestaan echter ook systemen waarbij de buizen droog gelegd worden in harde isolatieplaten. Dit heeft als belangrijkste voordeel dat bij het vervangen en herstellen van het vloerverwarmingssysteem er geen afbraak nodig is van de rest van het vloerpakket, enkel een demontage en montage.



**Figuur 5.10: Voorstel ontwerp 'De Vlindertuin', alternatieve detaillering**  
**(a) Binnenwand Klas-Klas, (b) Binnenwand Klas-Gang, (c) Vloer**

Om plaatselijke veranderingen mogelijk te maken, is het noodzakelijk dat de componenten niet overlappen. In de bouwpraktijk is dit echter moeilijk toe te passen, bijvoorbeeld door bouwfysische eisen, of door de manier van verbinden, zoals de klikverbinding van de vloerbekleding.

De alternatieve detaillering van de binnenwanden en (tussen)vloeren worden geïllustreerd in Figuur 5.10.

## 5.4 Adviseren van voorontwerp d.m.v. kwantitatieve evaluatie

Een kwalitatief advies van het ontwerp dat op tafel ligt wordt verder ondersteund door een kwantitatieve evaluatie. Op basis van ecologische en financiële levenscyclusanalyses en scenario's kunnen de langetermijneffecten van alternatieve ontwerpkeuzes worden begroot en vergeleken.

Eerst en vooral levert een kwantitatieve beoordeling van ontwerpopties inzicht: het toont voor welke elementen en bij welke verbouwingsscenario's het voordelig is dynamisch te bouwen. Daarnaast ondersteunt een kwantitatieve beoordeling een duurzame bouwpraktijk: ze geeft aanleiding tot overleg tussen ontwerper en bouwheer over de toekomst van het gebouw en over de optimalisatie van het ontwerp. Bovendien vormden onderstaande cases de aanleiding voor het ontwikkelen van milieu- en financiële profielen van representatieve veranderingsgerichte gebouwelementvarianten (zie paragraaf 4.4 en Bijlage 4).

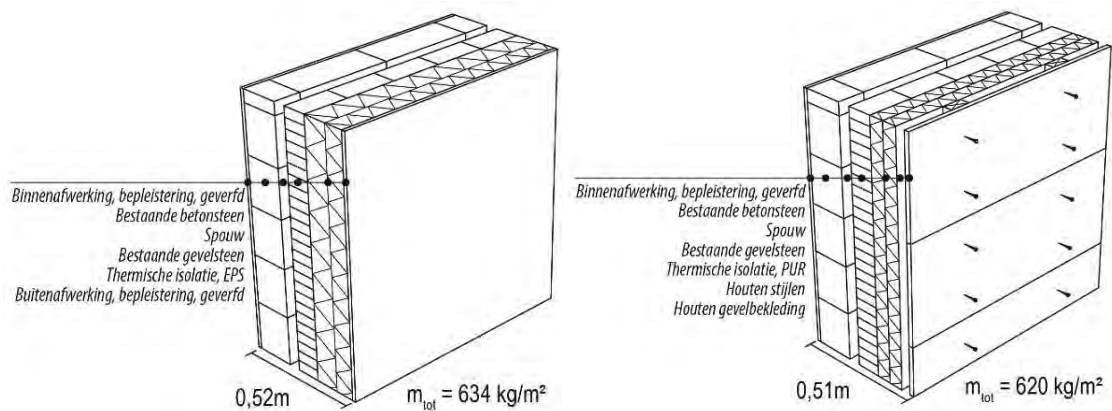


## 5.4.1 Hoogbouw Zelzate, HoZe – KPW Architecten

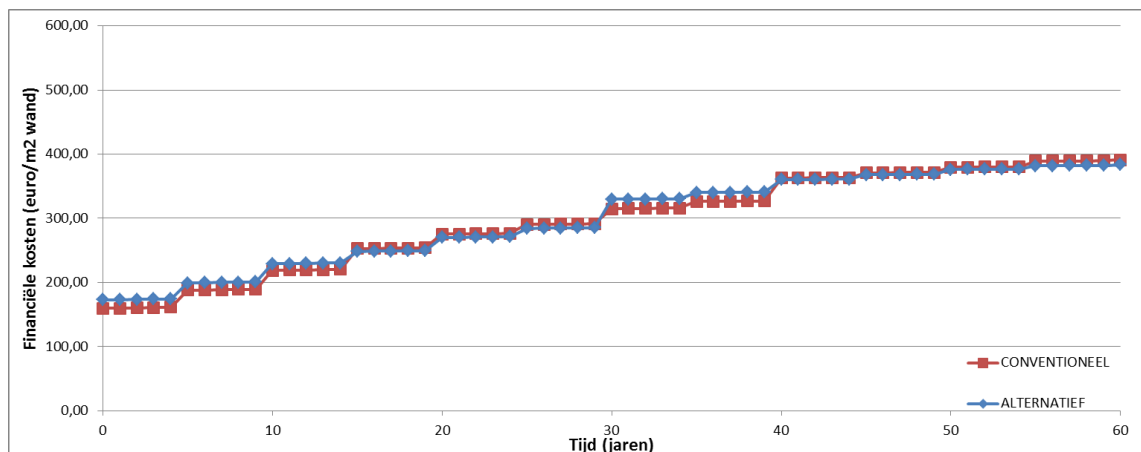
### 5.4.1.1 Kwantitatieve evaluatie op elementniveau

#### Buitenwand

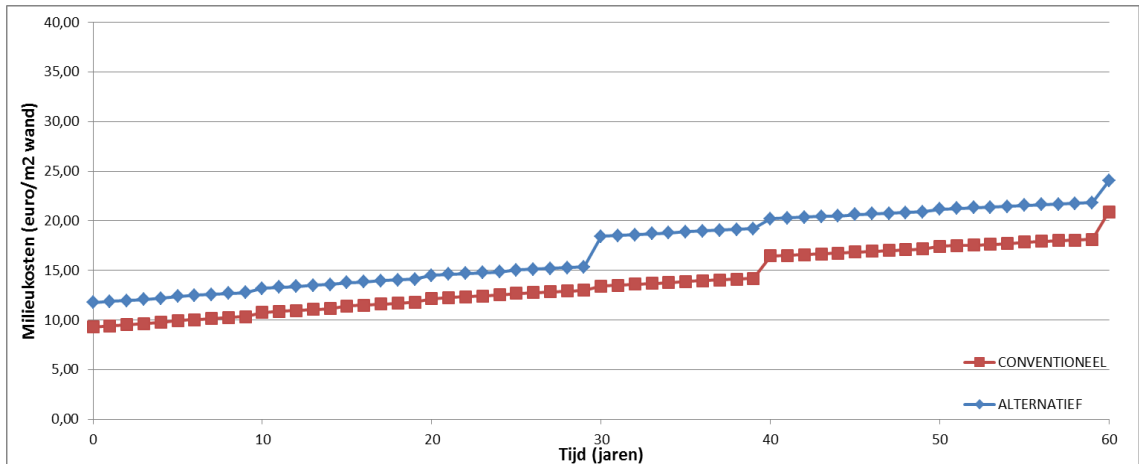
De beschouwde varianten van elementopbouw zijn grafisch voorgesteld in Figuur 5.11. Uit Figuur 5.12 blijkt dat het dynamisch alternatief hogere financiële investeringskosten heeft door het gebruik van houten stijlen en houten gevelbekleding. Daarentegen heeft de conventionele variant hogere levenscycluskosten door de hogere onderhoudskosten van de buitenafwerking. Figuur 5.13 toont aan dat het dynamisch alternatief hogere initiële milieukosten heeft, veroorzaakt door een hogere milieu-impact van de houten stijlen en de houten gevelbekleding. De levenscyclus milieukosten van het dynamisch alternatief zijn hoger door de hoge vervangingskosten van de gevelbekleding na 30 jaar. De 'opstap' op de grafiek op jaar 60 zijn de end-of-life (EOL) milieukosten.



Figuur 5.11: Elementopbouw buitenwand: conventioneel (links) en dynamisch alternatief (rechts)



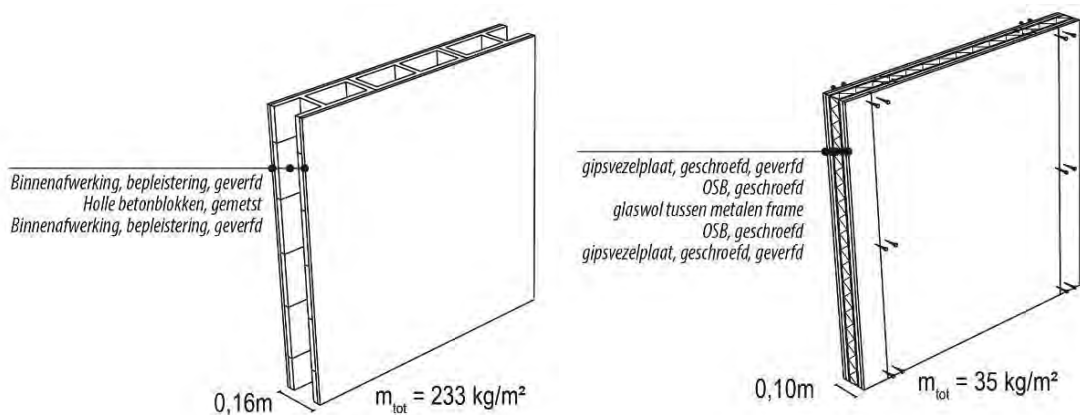
Figuur 5.12: Financiële kosten buitenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade



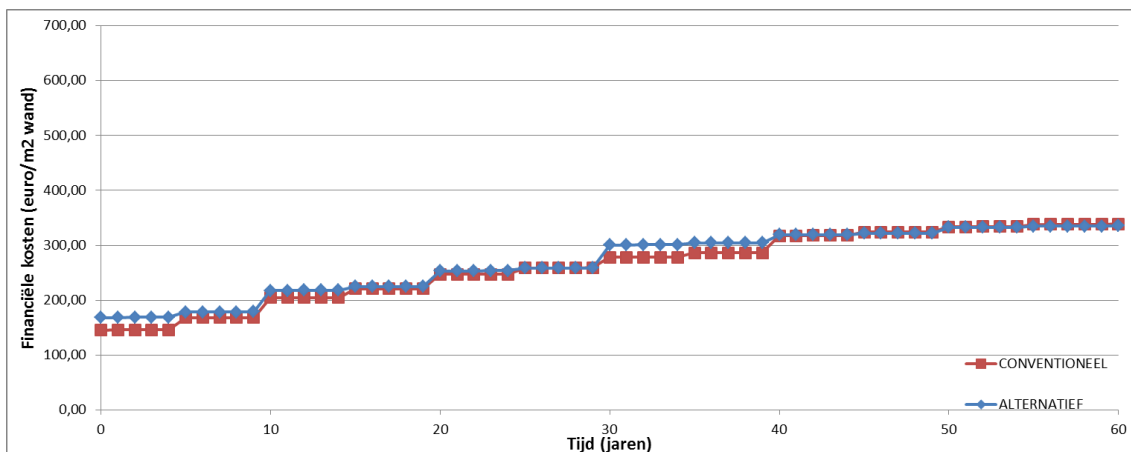
Figuur 5.13: Milieukosten buitenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

### Binnenwand ruimtescheidend

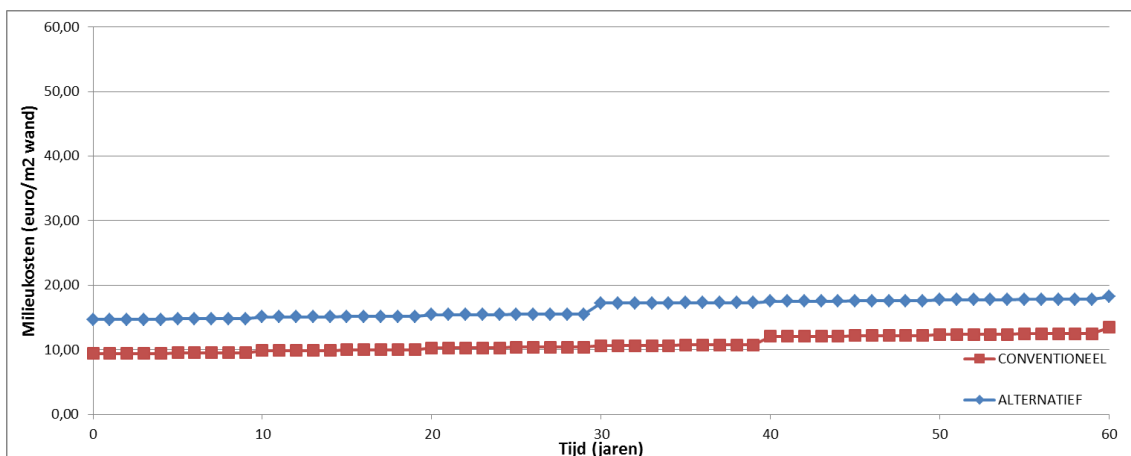
In Figuur 5.14 zijn de beschouwde bouwoplossingen grafisch voorgesteld. Uit Figuur 5.15 blijkt dat het dynamisch alternatief door de aanwezigheid van de extra OSB-platen hogere financiële investeringskosten heeft. De conventionele variant heeft hogere levenscycluskosten; de bepleistering heeft immers hogere onderhoudskosten dan de gipsvezelplaten. Door de extra OSB-platen heeft het dynamisch alternatief ook hogere initiële milieukosten (Figuur 5.16). Het levenscycluskostenverloop is echter gelijkaardig.



Figuur 5.14: Elementopbouw ruimtescheidende binnenwand: conventioneel (links) en dynamisch alternatief (rechts), gebaseerd op (Paduart et al. 2013)

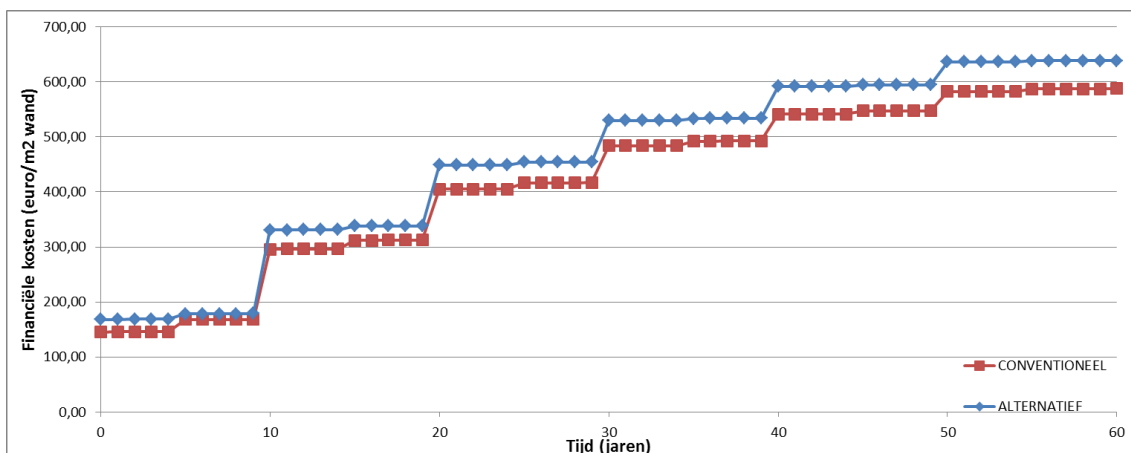


**Figuur 5.15: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**

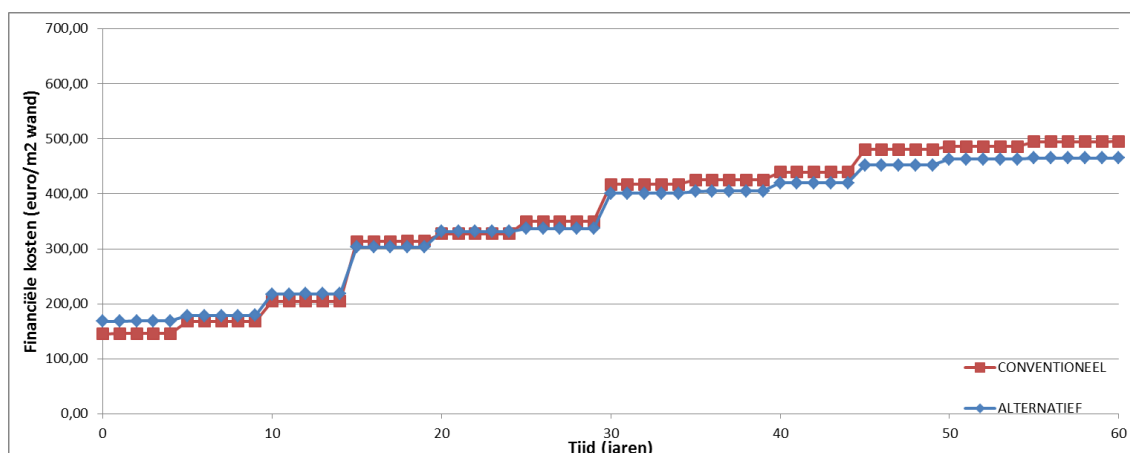


**Figuur 5.16: Milieukosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**

Uit Figuur 5.17 blijkt dat er door de hoge veronderstelde arbeidskosten voor demonteren en her-monteren geen financieel voordeel is bij het gebruik van het dynamisch alternatief in het scenario dat de wand om de 10 jaar verplaatst wordt. Indien de wand om de 15 verplaatst wordt (Figuur 5.18), is er echter wel een beperkt financieel voordeel bij het gebruik van het dynamische alternatief. Dit is te verklaren doordat de frequentie van het groot onderhoud van de bepleistering en de levensduur van de verf in dit scenario niet samenvalt met de frequentie van de verplaatsing van de wand.

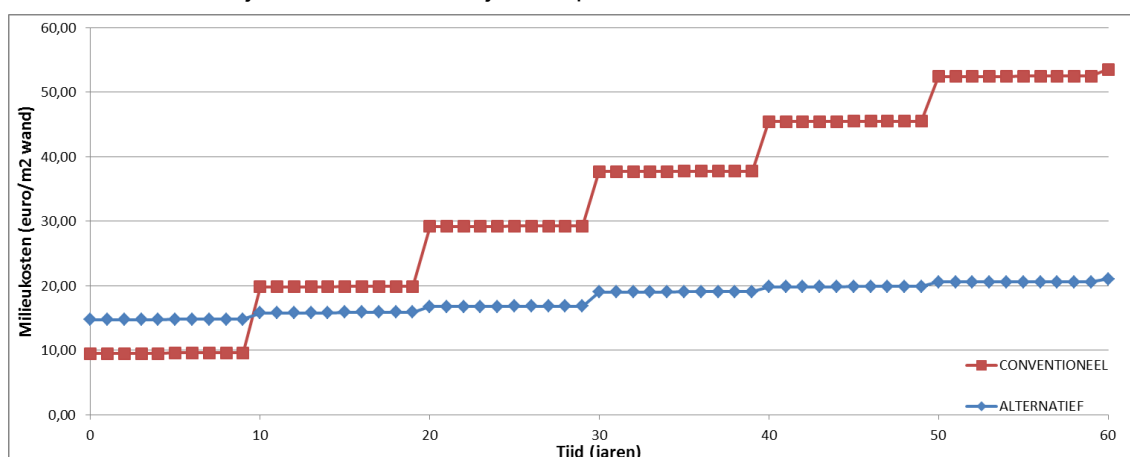


**Figuur 5.17: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j**



Figuur 5.18: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – upgrade na 15j

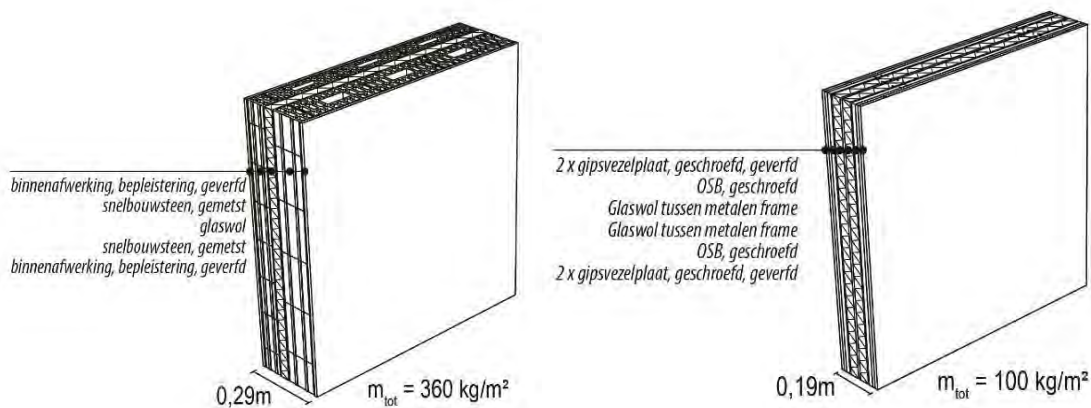
Op Figuur 5.19 valt af te lezen dat er een groot milieuvoordeel is bij het gebruik van het dynamisch alternatief indien de wand om de 10 jaar verplaatst zou worden. Dit is te wijten aan een volledig hergebruik van de wand bij het dynamische alternatief, terwijl bij de conventionele opbouw de hele wand vervangen moet worden. Daarenboven heeft het vervangen van de snelbouwstenen in de conventionele variant ook een hoge milieu-impact. Hetzelfde geldt voor een scenario waarbij de wand om de 15 jaar verplaatst zou worden.



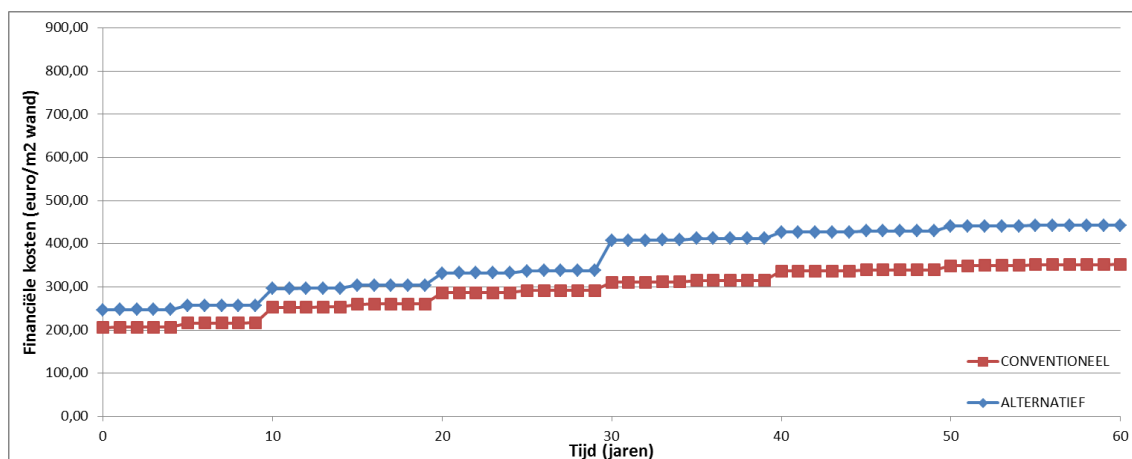
Figuur 5.19: Milieukosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j

### Binnenwand woningscheidend (nieuwbouw)

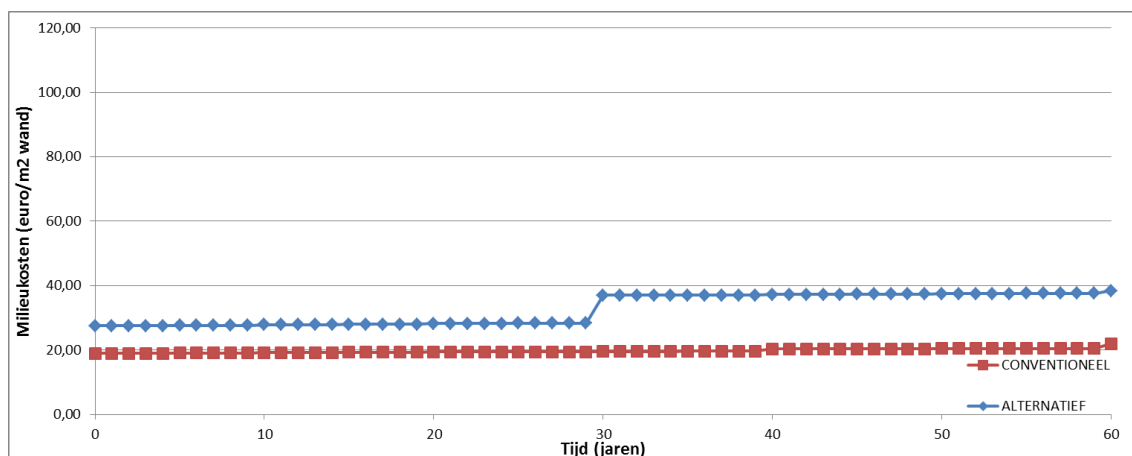
In Figuur 5.20 zijn de geanalyseerde bouwoplossingen grafisch weergegeven. Figuur 5.21 toont aan dat het dynamisch alternatief hogere initiële financiële investeringskosten heeft. Dit is te verklaren door het regelwerk en de hoeveelheid plaatmateriaal. Daarnaast heeft het plaatmateriaal een kortere levensduur (30 jaar) waardoor het dynamisch alternatief ook hogere financiële levenscycluskosten heeft wanneer geen upgrades uitgevoerd worden. Dezelfde conclusies kunnen gemaakt worden voor de milieukosten (Figuur 5.22), wanneer geen upgrades uitgevoerd worden. Het dynamisch alternatief heeft zowel een hogere initiële als levenscyclus milieukosten, eveneens te wijten aan de hoeveelheid regelwerk en plaatmateriaal en de kortere levensduur van het plaatmateriaal.



**Figuur 5.20: Elementopbouw woningscheidende binnenwand (nieuwbouw): conventioneel (links) en dynamisch alternatief, gebaseerd op (Paduart et al. 2013) (rechts)**



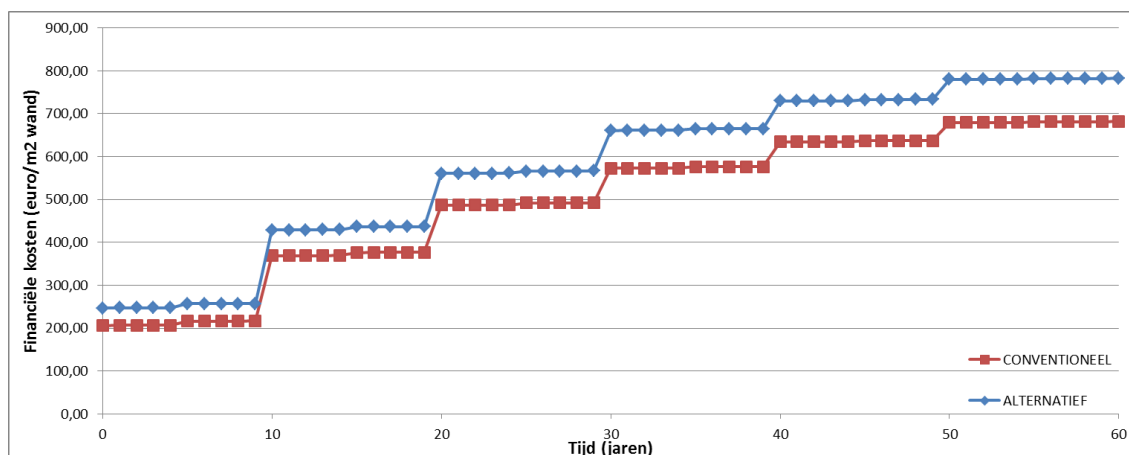
**Figuur 5.21: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (nieuwbouw) (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**



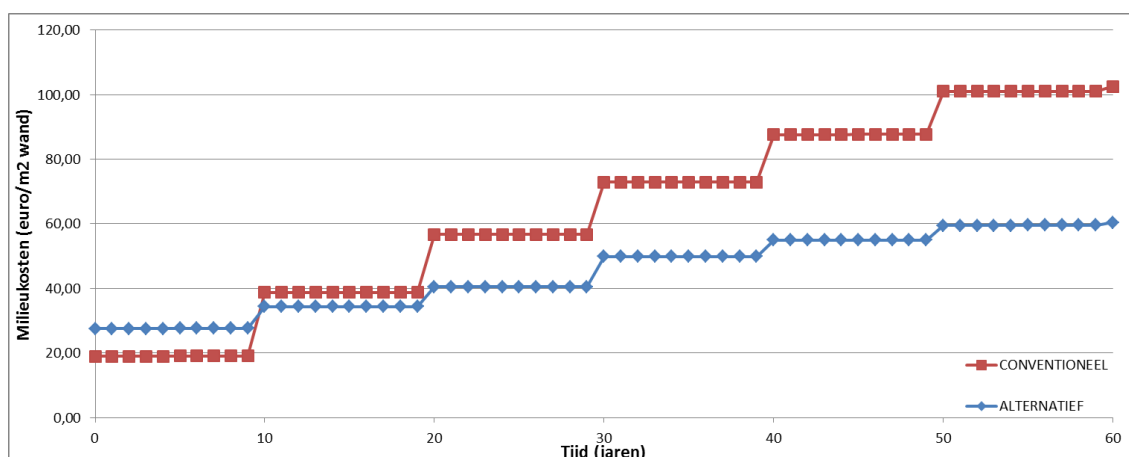
**Figuur 5.22: Milieukosten woningscheidende binnenwand (nieuwbouw) (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**

De resultaten van de analyse met als scenario een verplaatsing van de wand na 10 jaar is weergegeven in Figuur 5.23 en Figuur 5.24. Figuur 5.23 toont aan dat er geen financieel voordeel is bij het gebruik van het dynamisch alternatief. Dit is te wijten aan de hoge veronderstelde arbeidskosten voor demonteren en opnieuw monteren en de gipsvezelplaten die niet herbruikbaar zijn. Daarentegen is er wel een milieuvoordeel bij het gebruik van het dynamisch alternatief (Figuur 5.24). De conventionele wandopbouw moet bij een upgrade immers volledig vervangen worden, wat een hoge milieu-impact voor de vervanging van de

snelbouwstenen impliceert, terwijl de onderdelen van de wand met dynamische opbouw met uitzondering van de gipsvezelplaten hergebruikt kunnen worden. De analyse met als scenario een verplaatsing van de wand om de 15 jaar geeft dezelfde conclusies.

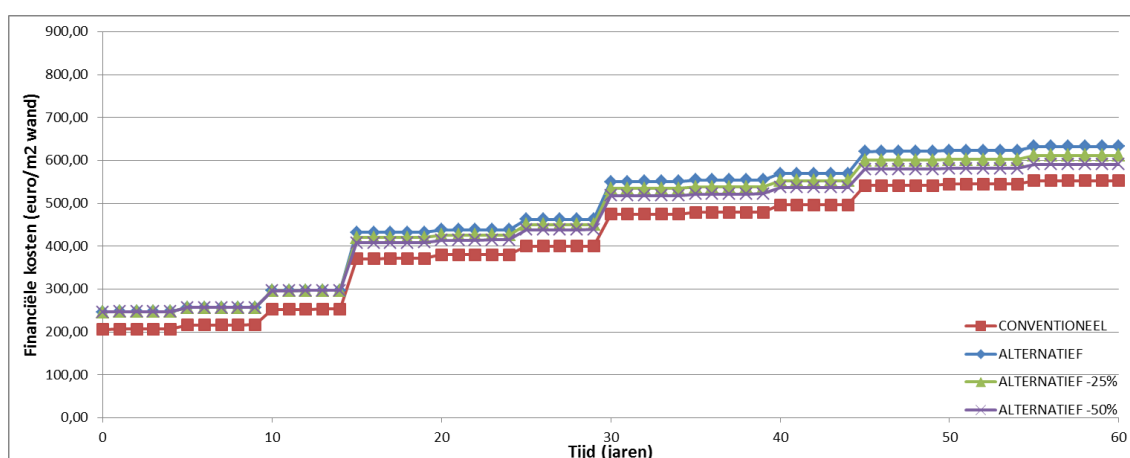
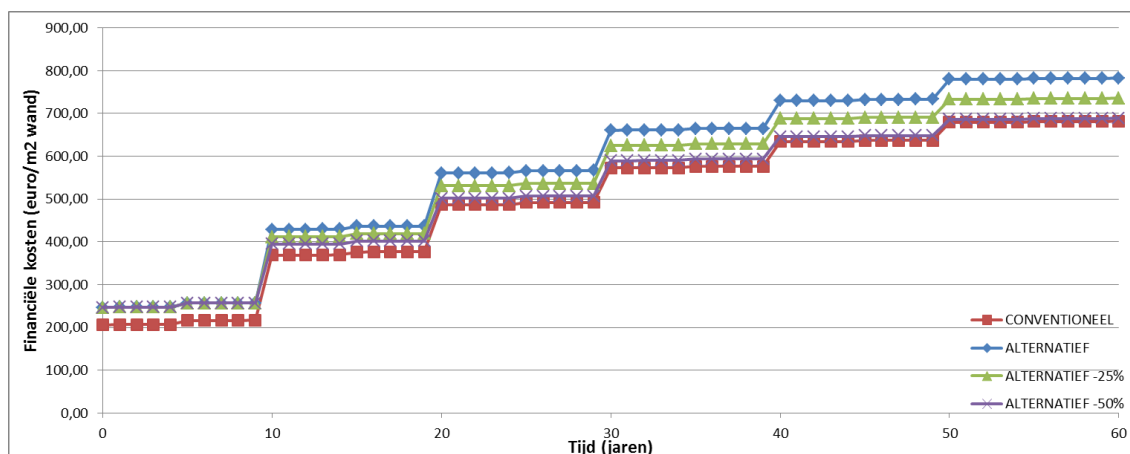


**Figuur 5.23: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (nieuwbouw) (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j**



**Figuur 5.24: Milieukosten woningscheidende binnenwand (nieuwbouw) (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j**

In Figuur 5.25 is er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op de arbeidskosten voor demonteren en opnieuw monteren van het dynamisch alternatief. Indien de wand om de 10 jaar verplaatst wordt én de (de-)montagekosten met 50% gereduceerd zouden kunnen worden, is de totale financiële levenscycluskosten van beide varianten van elementopbouw ongeveer gelijk. Bij een verplaatsing om de 15 jaar heeft, zelf bij een reductie van de montagekosten met 50%, de conventionele opbouw nog steeds een lagere financiële levenscycluskosten.

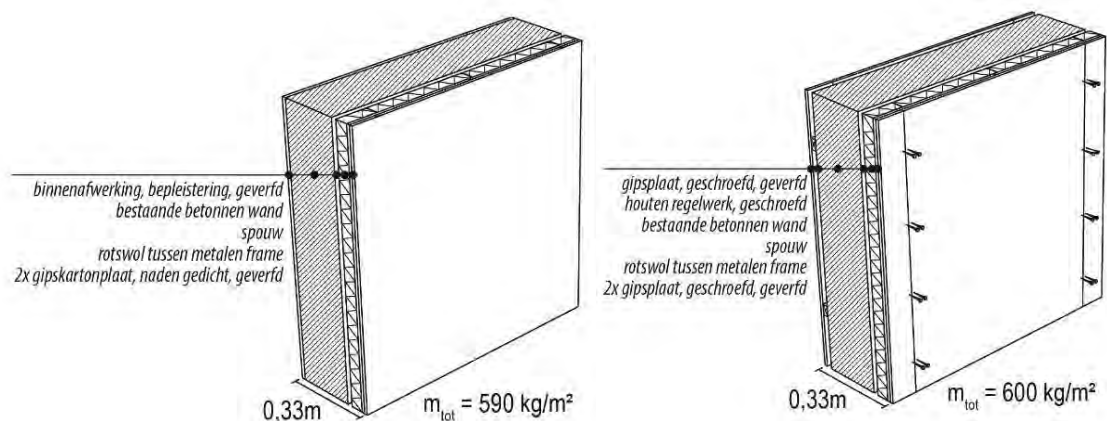


**Figuur 5.25: Gevoeligheidsanalyse financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j (boven) en verplaatsing wand na 15j (onder) – reductie montagekosten met 25% en 50%**

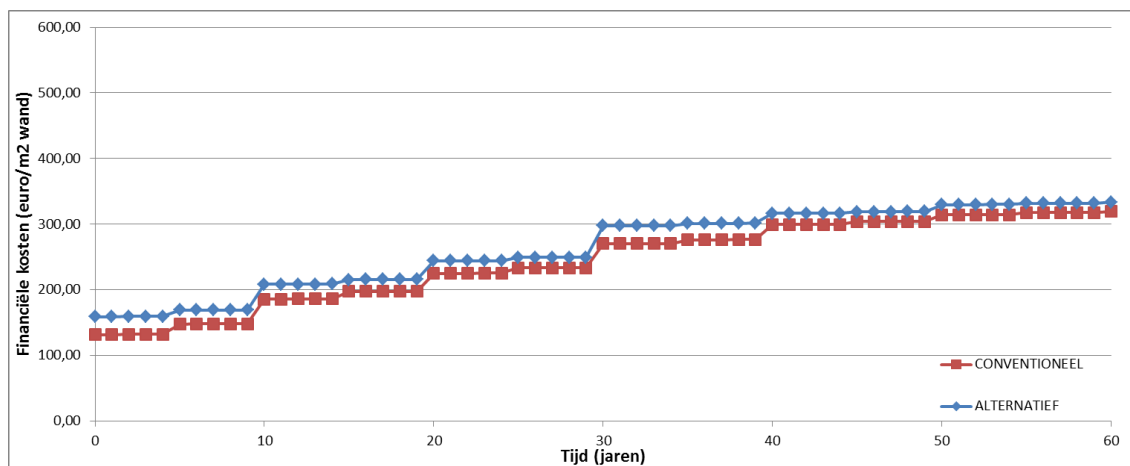
### Binnenwand woningscheidend (renovatie)

De geanalyseerde bouwoplossingen zijn voorgesteld in Figuur 5.26. In Figuur 5.27 is af te lezen dat het dynamisch alternatief een hogere financiële investeringskosten heeft. Dit is te wijten aan de kosten van het houten regelwerk en de kosten voor de vereiste dikkere 'metal studs' met als flensdikte 0,2 cm (t.o.v. 0,06 cm bij de conventionele elementopbouw)<sup>23</sup>. De financiële levenscycluskosten verlopen gelijkaardig. Uit Figuur 5.28 blijkt dat het dynamisch alternatief ook hogere initiële milieukosten heeft, veroorzaakt door de hoge milieu-impact van de dikkere metal studs. De conventionele opbouw heeft hogere kosten gedurende de levenscyclus. Dit is te verklaren door de hogere onderhoudskosten van de bepleistering en de hogere vervangingskosten van de gipskartonplaat in vergelijking met de gipsvezelplaat bij het dynamisch alternatief.

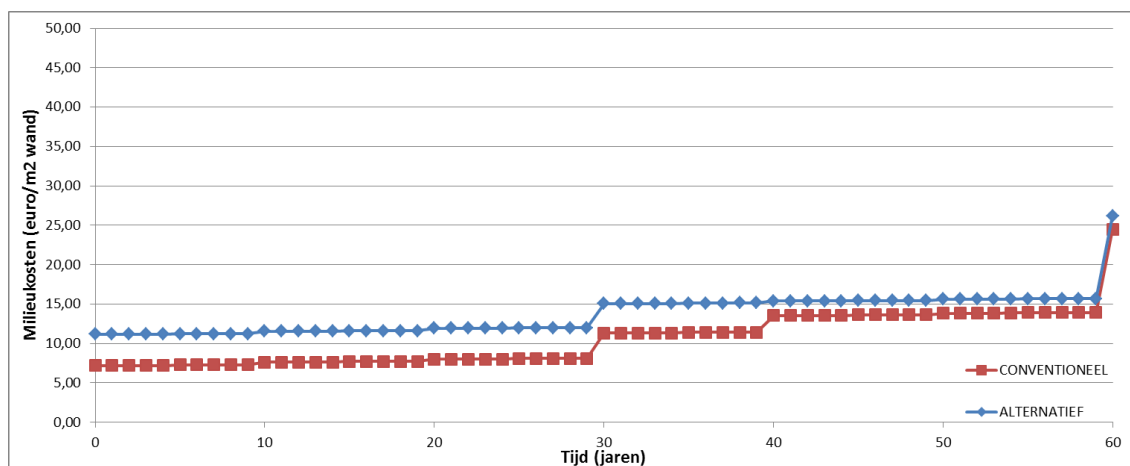
<sup>23</sup> De verhoging van de flensdikte van de metal studs bij de dynamische variant is te wijten aan het versterken van het profiel voor het 'loswrigen' van de panelen bij vervangingen en upgrades. Indien droge omkeerbare verbindingen tussen panelen en metal studs gebruikt worden, dan kan de flensdikte aanzienlijk verminderd worden. Bij het gebruik van gipsvezelplaten dienen de verbindingen zichtbaar te zijn aan de paneelzijde. Gezien de panelen hoogstwaarschijnlijk overdekt zullen worden met een verflaag (of behangpapier), zal dit de demontage bij vervangingen/upgrades bemoeilijken. Er wordt voor deze reden verwacht dat de panelen beschadigd worden bij het demonteren ervan, maar de metal stud met verdikte flensdikte zal ongehavend uit de verbouwactie komen.



**Figuur 5.26: Elementopbouw woningscheidende binnenwand (renovatie): conventioneel (links) en dynamisch alternatief (rechts)**



**Figuur 5.27: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (renovatie) (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**

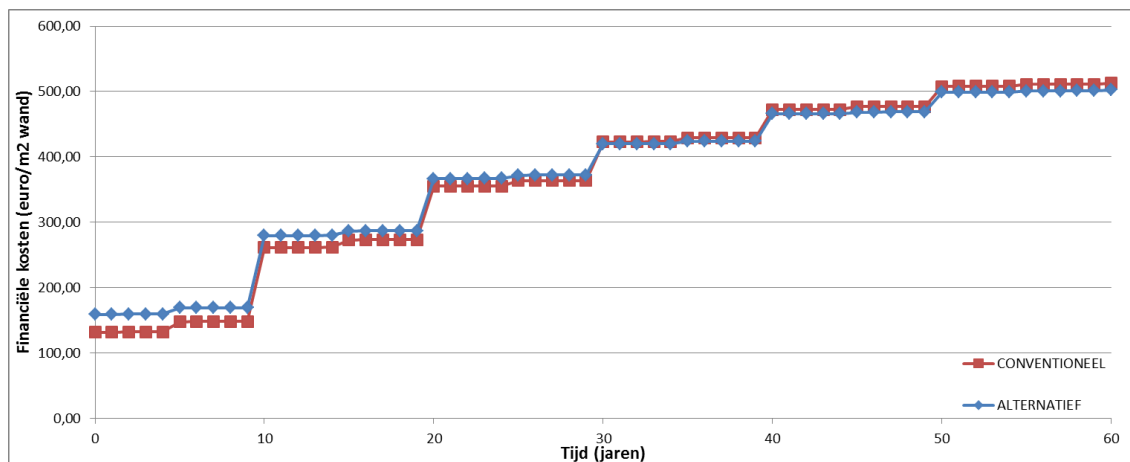


**Figuur 5.28: Milieukosten woningscheidende binnenwand (renovatie) (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**

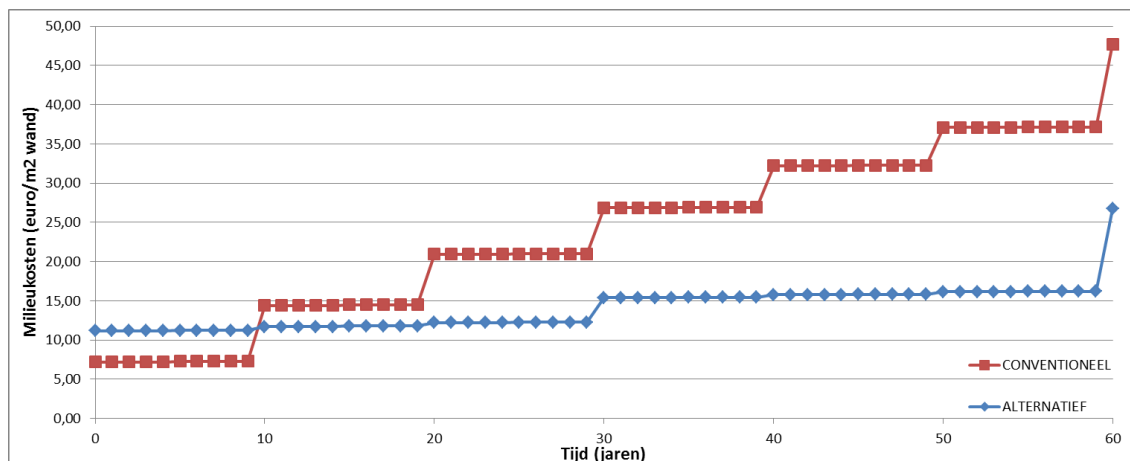
In Figuur 5.29 en Figuur 5.30 zijn de resultaten weergegeven van het scenario waarbij om de 20 jaar een upgrade van de wand plaats heeft. Het dynamisch alternatief heeft een beperkt financieel voordeel. Dit voordeel is echter beperkt door de hoge arbeidskosten voor het demonteren en hermonteren. Door de hoge vervangingskosten bij upgrade heeft de



conventionele bouwoplossing hogere levenscyclus milieukosten. Indien de upgrade van de wand slechts om de 15 jaar zou plaatsvinden, zijn dezelfde conclusies van toepassing.



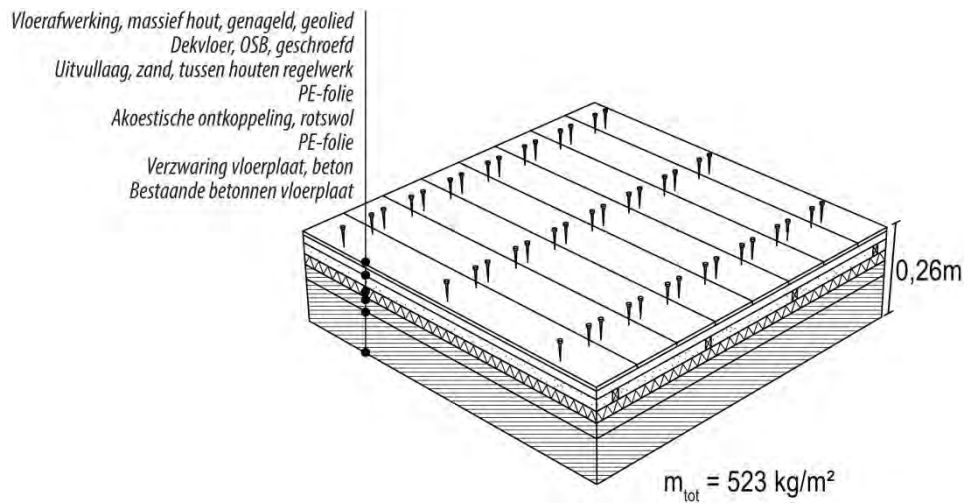
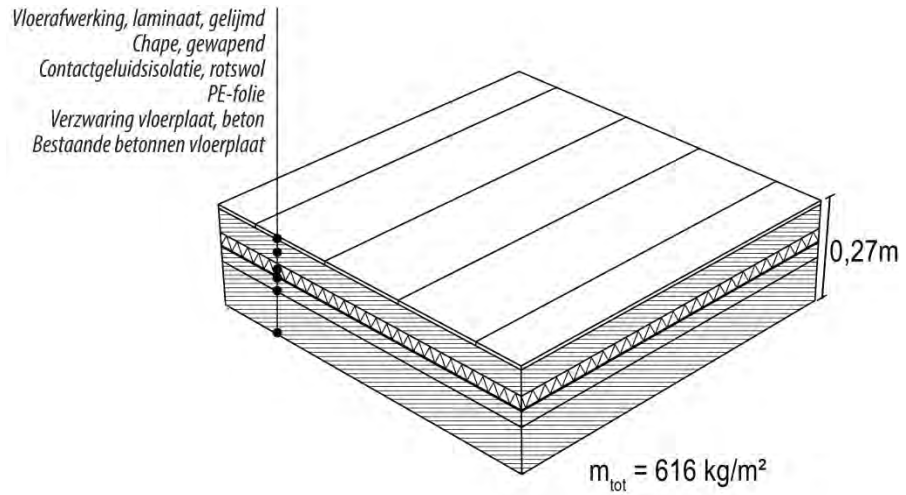
**Figuur 5.29: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (renovatie) (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j**



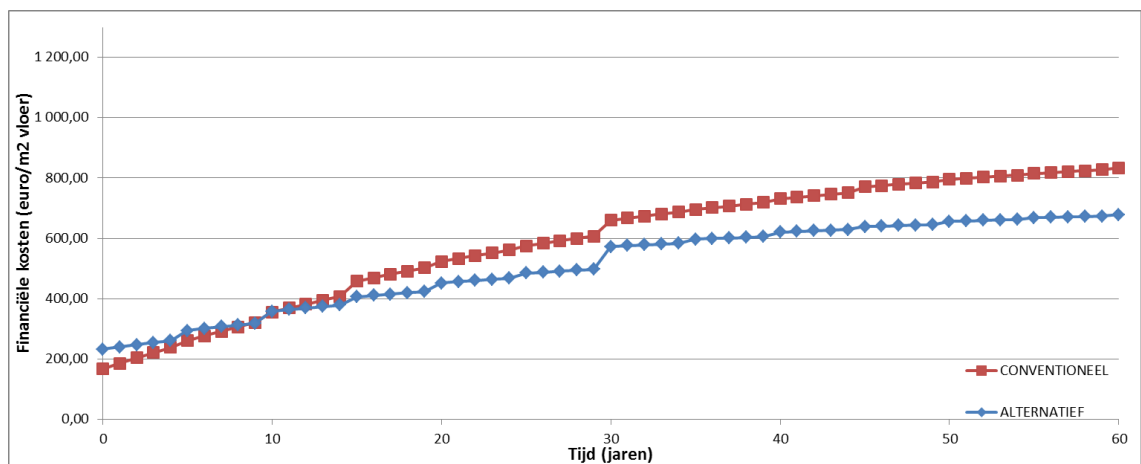
**Figuur 5.30: Milieukosten woningscheidende binnenwand (renovatie) (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j**

## Vloeren

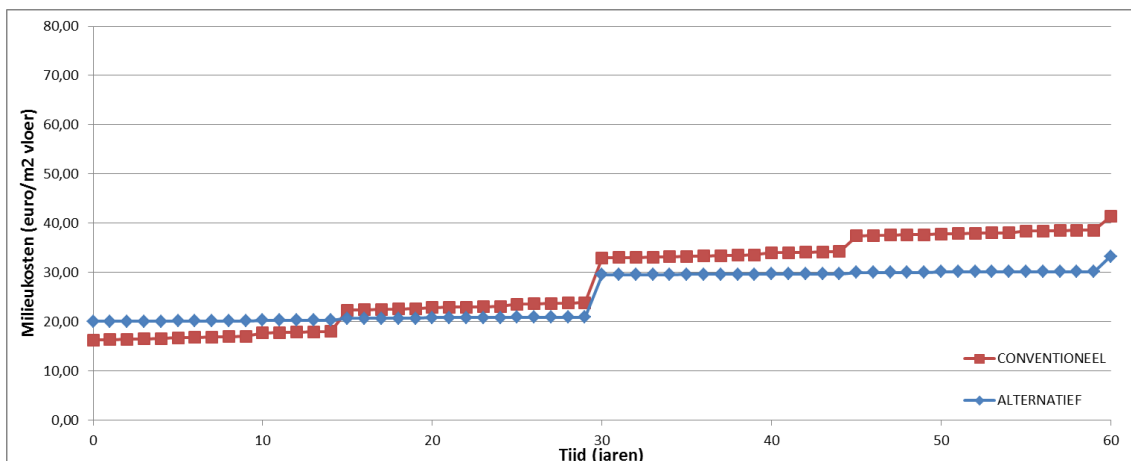
Figuur 5.31 stelt de geanalyseerde vloervarianten grafisch voor. Het dynamisch alternatief heeft door de kosten van het parket hogere initiële financiële kosten. Daarentegen heeft de conventionele vloeropbouw hogere levenscycluskosten. Dit is toe te schrijven aan de hoge onderhoudskosten van het laminaat. In de analyse wordt laminaat wekelijks gestofzuigd en schoongemaakt met water wat een 19,44 euro/m<sup>2</sup> per jaar aan kosten impliceert, terwijl het parket enkel gestofzuigd wordt voor 7,77 euro/m<sup>2</sup> per jaar (Figuur 5.32). In Figuur 5.33 zijn de milieukosten van de twee varianten vergeleken. Hieruit blijkt dat het dynamisch alternatief hogere initiële milieukosten heeft; deze hogere milieukosten zijn eveneens toe te schrijven aan het parket. Daarentegen heeft de conventionele vloeropbouw hogere levenscycluskosten. Dit is te wijten aan de nodige vervanging van de dekvloer na 30 jaar en de kortere levensduur van het laminaat, 15 jaar versus 30 jaar voor parket.



**Figuur 5.31: Elementopbouw vloeren: conventioneel (boven) en dynamisch alternatief (onder)**

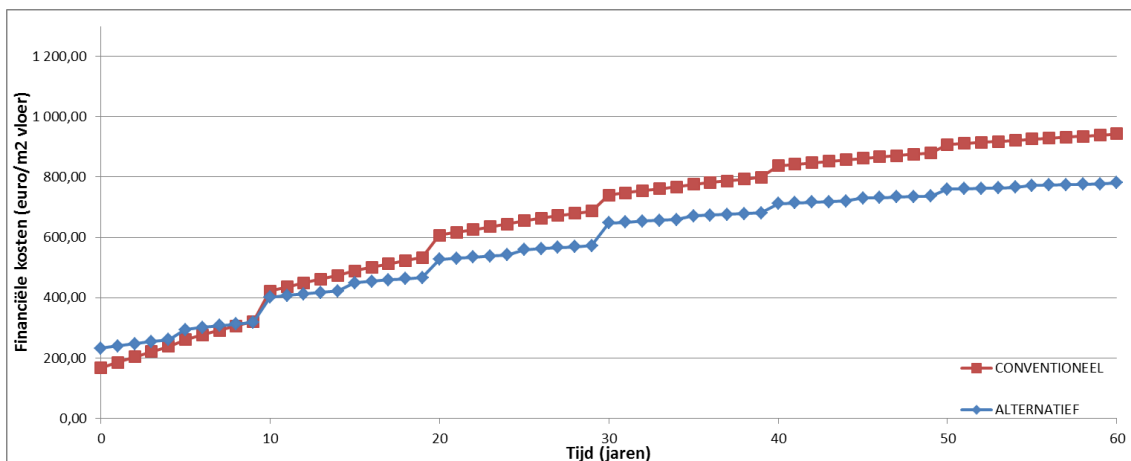


**Figuur 5.32: Financiële kosten vloeren (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**

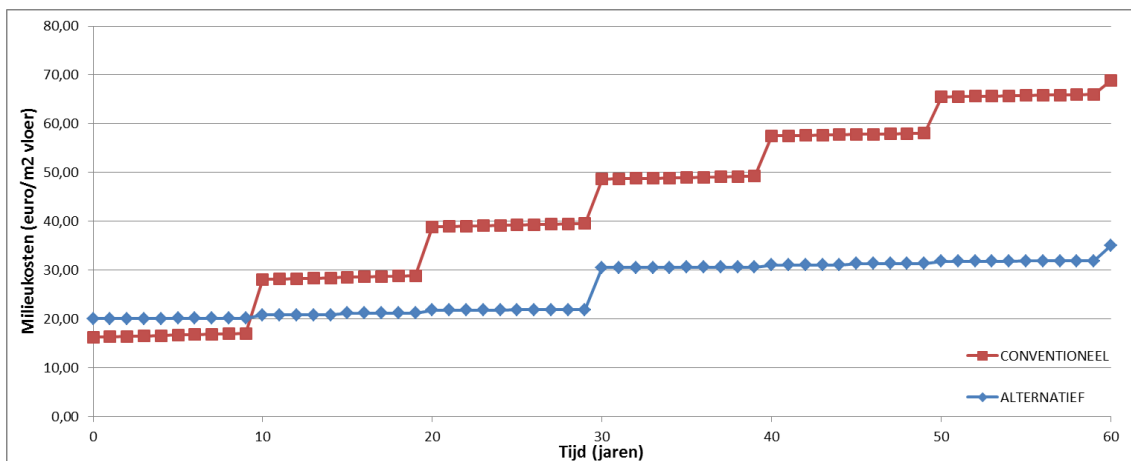


Figuur 5.33: Milieukosten vloeren (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

Indien er om de 10 jaar een upgrade van de technieken plaats heeft, blijkt uit Figuur 5.34 dat er in vergelijking met het scenario zonder upgrade een beperkt financieel voordeel is bij het gebruik van het dynamisch alternatief. Daarnaast is er ook een milieuvoordeel bij het gebruik van het dynamisch alternatief (Figuur 5.35). De vervanging van het laminaat en de dekvloer bij upgrade van de conventionele vloeropbouw hebben immers een hoge milieu-impact.



Figuur 5.34: Financiële kosten vloeren (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j



Figuur 5.35: Milieukosten vloeren (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j

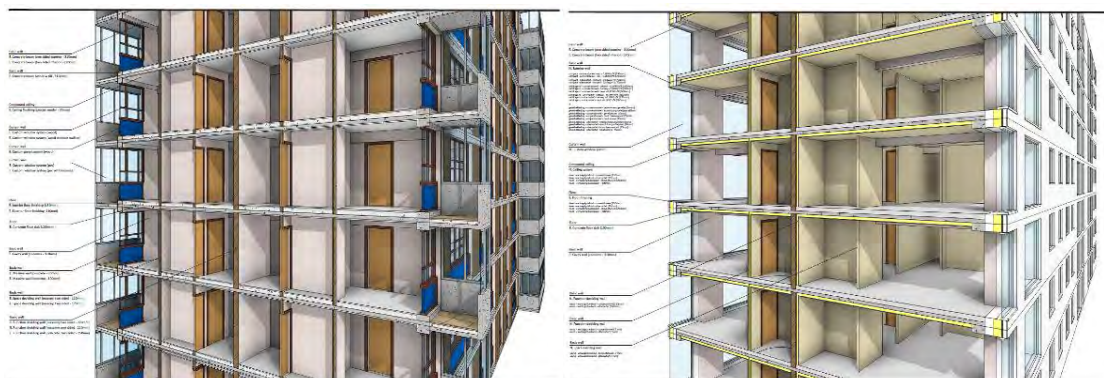
Er kan geconcludeerd worden dat -indien er geen technische/functionele upgrades plaatsvinden- de varianten met een dynamische elementopbouw zelden lagere investeringskosten en levenscycluskosten hebben. De dynamische vloeroplossing vormt hier een uitzondering op: ze heeft lagere financiële levenscycluskosten, te verklaren door de onderhoudskosten van de afwerkingslaag en lagere milieukosten, te verklaren door de hoge vervangingskosten bij de conventionele variant. Zodra er wel technische/functionele upgrades zijn, zijn er vaak (veel) lagere levenscyclus milieukosten ondanks vaak hogere initiële milieukosten. Door de veronderstelde kosten voor demonteren en hermonteren zijn er meestal hogere financiële investerings- en levenscycluskosten. De woningscheidende binnenwand bij renovatie en de vloeropbouw hebben echter wel lagere financiële levenscycluskosten.

Er dient echter wel opgemerkt te worden dat de aangenomen arbeidskosten voor montage- en demontageacties gebaseerd zijn op gemiddelde uurlonen van traditionele bouw- en sloopacties (Aspen 2012). De gevoeligheidsanalyse bij de alternatieve woningscheidende binnenwand geeft aan dat deze gemiddelde prijzen aanzienlijk kunnen verschillen van de werkelijke, met in sommige gevallen een andere eindbalans op vlak van financiële levenscycluskosten. Verder onderzoek, waarbij praktijkspecialisten ten aanzien van prefabricatie en demontage geconsulteerd worden, is hier dan ook aan de orde.

#### 5.4.1.2 Kwantitatieve evaluatie op gebouwniveau

De resultaten van de analyse op elementniveau kunnen worden opgeschaald naar een groter geheel: een typeverdieping met acht 2(3)-appartementen met gemeenschappelijk hallen. Hoewel veel meer componenten nodig zijn om een typeverdieping af te werken en in te richten, zijn enkel de eerder geanalyseerde gebouwelementen in rekening gebracht. Het zijn namelijk deze gebouwelementen die het onderwerp zijn van discussie.

Omdat ieder element een andere levenscyclusimpact heeft, maar ook in een verschillende hoeveelheid wordt gebruikt en een eigen verbouwingsscenario ondergaat, verwachten we dat de bijdrage van ieder gebouwelement op de totale levenscyclusimpact verschillend is. Hieronder bespreken we die bijdrage van ieder element afzonderlijk om zo tot een concreet advies te komen.



**Figuur 5.36:** Aan de hand van een *Building Information Model* is ieder gebouwelement gewogen naar zijn hoeveelheid per typeverdieping (links: bestaande toestand, rechts: ontwerpvoorstel).

Financial impact Geen transf. -- jaar	Count	Unit	IF per unit	Total IF	$\Delta IF$ /IF <sub>con</sub>	LCF per unit	Total LCF	$\Delta LCF$ /LCF <sub>con</sub>		
Gevel	268,00	m2	€ 159,55	€ 42.760,45		€ 391,11	€ 104.816,22			
Voorzetwand	216,07	m2	€ 131,88	€ 28.495,31		€ 319,28	€ 68.987,46			
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 145,50	€ 68.137,40		€ 338,98	€ 158.744,63			
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 206,18	€ 2.553,97		€ 352,00	€ 4.360,24			
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 167,35	€ 113.160,40		€ 833,24	€ 563.428,45			
<b>ONTWERPVOORSTEL</b>		tot.		€ 255.107,52			€ 900.337,00			
Gevel	268,00	m2	€ 172,79	8%	€ 46.308,85	1%	€ 383,58	-2%	€ 102.799,09	0%
Voorzetwand	216,07	m2	€ 159,13	21%	€ 34.384,04	2%	€ 333,55	4%	€ 72.069,43	0%
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 168,24	16%	€ 78.786,50	4%	€ 335,36	-1%	€ 157.047,40	0%
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 246,92	20%	€ 3.058,62	0%	€ 442,98	26%	€ 5.487,26	0%
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 232,81	39%	€ 157.423,79	17%	€ 678,05	-19%	€ 458.491,63	-12%
<b>DYNAMISCH ALTERNATIEF</b>		tot.		€ 319.961,81	25%		€ 795.894,81		€ 795.894,81	-12%

**Tabel 5.7: Hoewel de initiële financiële kosten (IF) van een volledig dynamische uitvoering van een typeverdieping 25% duurder is dan het oorspronkelijke ontwerpvoorstel levert enkel de verzwaarde vloer een winst van 12% op de levenscycluskosten (LCF).**

In eerste instantie gaan we er van uit dat voor het dynamisch gebouwalternatief alle bestudeerde elementen veranderingsgericht ontworpen. Dit stemt niet overeen met het voorstel van KPW, waar er gericht omgegaan wordt het gebruik van de veranderingsgerichte elementoplossingen.

In Tabel 5.7 waarin de initiële financiële impact (IF) van ieder gebouwelement wordt gewogen naar zijn hoeveelheid per typeverdieping, valt op dat alle dynamische alternatieven hogere investeringskosten hebben (+8 tot +39% in vergelijking met het ontwerpvoorstel). De dynamische verzwaarde vloer heeft de grootste bijdrage tot de totale meerkosten (Total IF). De dynamische verzwaarde vloer levert wel een besparing op van 19% op de financiële levenscycluskosten per m<sup>2</sup> vloer (LCF). De nieuwe woningscheidende wanden hebben daarentegen levenscycluskosten die 26% hoger is per m<sup>2</sup> wand. Voor een volledige typeverdieping is enkel de besparing door de dynamische verzwaarde vloer van betekenis (Total LCF). Enerzijds door het grote oppervlak, maar ook omdat de alternatieve vloer opvallend beter scoort dan alle andere elementen.

Hoe komt het dat de levenscycluskosten van twee elementen zo ver uiteen liggen hoewel ze allebei dynamisch zijn uitgevoerd? Beide elementen zijn opgebouwd uit verschillende materialen met een eigen levenscyclus. Het verschil in de financiële kosten voor schoonmaak, onderhoud en vervangingen van die materialen mag niet worden onderschat en is verantwoordelijk voor het uiteenlopend resultaat.

In Tabel 5.7 zijn geen transformaties in rekening gebracht en wordt dus ook geen voordeel gehaald uit het hergebruik dat mogelijk is door dynamisch bouwen. Wanneer iedere 15 jaar de woningscheidende wanden en de vloer moeten worden verbouwd om aanpassingen aan de technische installaties te maken, en alle ruimtescheidende wanden worden verplaatst, dan zou de totale besparing door het kiezen voor dynamische bouwelementen nog 11% in plaats van 12% bedragen (Tabel 5.8). Wanneer iedere 10 jaar de woningscheidende wanden en de vloer moeten worden verbouwd om aanpassingen aan de technische installaties te maken, en alle ruimtescheidende wanden worden verplaatst, dan zou de totale besparing door het kiezen voor dynamische bouwelementen nog 8% bedragen (Tabel 5.9). De winst verlaagt telkens wanneer er vaker wordt getransformeerd door de hoge arbeidskosten voor demontage (alternatief) in vergelijking met de lage storkosten van sloopafval (conventioneel). Er wordt bovendien opgemerkt dat bij een transformatie iedere 15 jaar de conventionele oplossing relatief slecht scoort omdat er vaker moet worden geschilderd dan technisch noodzakelijk en dat dit de hogere transformatiekosten van het alternatieve element kan verbergen.

Financial impact Transf. iedere 15 jaar	Count	Unit	IF per unit	Total IF	$\Delta$ IF /IF <sub>con</sub>	LCF per unit	Total LCF	$\Delta$ LCF /LCF <sub>con</sub>		
Gevel	268,00	m2	€ 159,55	€ 42.760,45		€ 430,21	€ 115.297,20			
Voorzetwand	216,07	m2	€ 131,88	€ 28.495,31		€ 446,77	€ 96.532,68			
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 145,50	€ 68.137,40		€ 495,20	€ 231.900,16			
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 206,18	€ 2.553,97		€ 553,16	€ 6.852,07			
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 167,35	€ 113.160,40		€ 868,32	€ 587.149,33			
<b>ONTWERPVOORSTEL</b>	<b>tot.</b>			<b>€ 255.107,52</b>			<b>€ 1.037.731,45</b>			
Gevel	268,00	m2	€ 172,79	8%	€ 46.308,85	1%	€ 422,69	-2%	€ 113.280,07	0%
Voorzetwand	216,07	m2	€ 159,13	21%	€ 34.384,04	2%	€ 417,03	-7%	€ 90.107,59	-1%
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 168,24	16%	€ 78.786,50	4%	€ 465,23	-6%	€ 217.868,11	-1%
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 246,92	20%	€ 3.058,62	0%	€ 632,93	14%	€ 7.840,18	0%
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 232,81	39%	€ 157.423,79	17%	€ 728,97	-16%	€ 492.919,41	-9%
<b>DYNAMISCH ALTERNATIEF</b>	<b>tot.</b>			<b>€ 319.961,81</b>	<b>25%</b>		<b>€ 922.015,37</b>	<b>-11%</b>		

**Tabel 5.8: Indien iedere 15 jaar een transformatie in rekening wordt gebracht, leveren meer gebouwelementen een winst op de levenscycluskosten (LCF). De totale winst daalt echter tot 11%.**

Financial impact Transf. iedere 10 jaar	Count	Unit	IF per unit	Total IF	$\Delta$ IF /IF <sub>con</sub>	LCF per unit	Total LCF	$\Delta$ LCF /LCF <sub>con</sub>		
Gevel	268,00	m2	€ 159,55	€ 42.760,45		€ 448,76	€ 120.268,42			
Voorzetwand	216,07	m2	€ 131,88	€ 28.495,31		€ 512,77	€ 110.794,60			
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 145,50	€ 68.137,40		€ 587,62	€ 275.181,64			
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 206,18	€ 2.553,97		€ 681,70	€ 8.444,28			
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 167,35	€ 113.160,40		€ 943,91	€ 638.263,94			
<b>ONTWERPVOORSTEL</b>	<b>tot.</b>			<b>€ 255.107,52</b>			<b>€ 1.152.952,88</b>			
Gevel	268,00	m2	€ 172,79	8%	€ 46.308,85	1%	€ 441,24	-2%	€ 118.251,28	0%
Voorzetwand	216,07	m2	€ 159,13	21%	€ 34.384,04	2%	€ 502,69	-2%	€ 108.615,64	0%
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 168,24	16%	€ 78.786,50	4%	€ 638,76	9%	€ 299.131,31	2%
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 246,92	20%	€ 3.058,62	0%	€ 782,57	15%	€ 9.693,70	0%
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 232,81	39%	€ 157.423,79	17%	€ 781,21	-17%	€ 528.244,04	-10%
<b>DYNAMISCH ALTERNATIEF</b>	<b>tot.</b>			<b>€ 319.961,81</b>	<b>25%</b>		<b>€ 1.063.935,97</b>	<b>-8%</b>		

**Tabel 5.9: Indien iedere 10 jaar een transformatie in rekening wordt gebracht, leveren opnieuw minder gebouwelementen een winst op de levenscycluskosten (LCF). De totale winst daalt verder tot 8%.**

Ook hier dient de opmerking gemaakt te worden dat de veronderstelde arbeidskosten ten aanzien van demonteren en hermonteren verder ondergezocht moeten worden op hun toepasbaarheid.

Na de financiële impact die aangeeft wat de haalbaarheid is van de ontwikkelde dynamische alternatieven, is ook hun ecologische impact geëvalueerd. Het verlagen van die impact is een van de belangrijkste doelstellingen van dynamisch bouwen en het sluiten van materiaalcringen. Ook hier wordt in eerste instantie uit te gaan van het gebruik van dynamische elementalternatieven over het gehele gebouw.

In Tabel 5.10 waarin de initiële ecologische impact (IE) van ieder gebouwelement wordt gewogen naar zijn hoeveelheid per typeverdieping zien we dat alle dynamische alternatieven een hogere initiële milieu-impact hebben. Wanneer er geen transformaties en hergebruik worden meegerekend, hebben alle dynamische gebouwelementen behalve de vloer een hogere levenscyclusimpact (LCE) dan de conventionele elementen.

Ecological impact	Count	Unit	IE per unit	Total IE	LCE per unit	$\Delta IF$	Total LCE	$\Delta LCF$
Geen transf. -- jaar						/IF <sub>con</sub>		/LCF <sub>con</sub>
Gevel	268,00	m2	€ 9,32	€ 2.497,32	€ 20,91		€ 5.603,27	
Voorzetwand	216,07	m2	€ 7,20	€ 1.555,61	€ 24,49		€ 5.291,03	
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 9,46	€ 4.430,10	€ 13,51		€ 6.326,34	
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 19,02	€ 235,60	€ 22,04		€ 272,96	
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 16,28	€ 11.009,59	€ 41,39		€ 27.985,64	
<b>ONTWERPVOORSTEL</b>	<b>tot.</b>			<b>€ 19.728,23</b>			<b>€ 45.479,23</b>	
Gevel	268,00	m2	€ 11,76	€ 3.151,15	€ 24,02	15%	€ 6.436,93	2%
Voorzetwand	216,07	m2	€ 11,15	€ 2.409,50	€ 26,21	7%	€ 5.663,13	1%
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 14,73	€ 6.898,03	€ 18,24	35%	€ 8.541,46	5%
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 27,56	€ 341,39	€ 38,38	74%	€ 475,45	0%
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 20,05	€ 13.556,66	€ 33,29	-20%	€ 22.513,29	-12%
<b>DYNAMISCH ALTERNATIEF</b>	<b>tot.</b>			<b>€ 26.356,73</b>		<b>34%</b>	<b>€ 43.630,27</b>	<b>-4%</b>

**Tabel 5.10: Hoewel de initiële ecologische impact (IE) van een volledig dynamische uitvoering van een typeverdieping 34% hoger is dan het oorspronkelijke ontwerpvoorstel levert het weinig winst op de totale levenscyclusimpact (LCF).**

Voor een volledige typeverdieping met acht 2(3)-appartementen zijn enkel de besparing door de dynamische verzwaarde vloer en de hogere milieu-impact van de ruimtescheidende wanden van betekenis. Het verschil tussen beide dynamische elementen ligt in de bijdrage van vervangingen en de afbraak aan de levenscyclusimpact. Bovendien scoren alternatieve gebouwelementen typisch beter door de langere levensduur van de gebruikte materialen, maar kleine verschillen worden tenietgedaan door verdiscontering ter compensatie van de onzekerheid over de toekomst.

Wanneer iedere 15 jaar de woningscheidende wanden en de vloer moeten worden verbouwd om aanpassingen aan de technische installaties te maken, en alle ruimtescheidende wanden worden verplaatst, dan hebben alle dynamische gebouwelementen -behalve de gevel- een langere levenscyclusimpact dan de conventionele elementen. De totale besparing door het kiezen voor dynamische bouwelementen zou 33% bedragen (zie Tabel 5.11).

Wanneer iedere 10 jaar de woningscheidende wanden en de vloer moeten worden verbouwd om de technische installaties aan te passen, en alle ruimtescheidende wanden worden verplaatst, dan zou de daling van de levenscyclusmilieu-impact verder stijgen tot 47% ten opzichte van een conventionele uitvoering (zie Tabel 5.12).

Ecological impact	Count	Unit	IE per unit	Total IE	LCE per unit	$\Delta IF$	Total LCE	$\Delta LCF$
Transf. iedere 15 jaar						/IF <sub>con</sub>		/LCF <sub>con</sub>
Gevel	268,00	m2	€ 9,32	€ 2.497,32	€ 22,69		€ 6.079,58	
Voorzetwand	216,07	m2	€ 7,20	€ 1.555,61	€ 36,84		€ 7.959,63	
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 9,46	€ 4.430,10	€ 37,35		€ 17.492,54	
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 19,02	€ 235,60	€ 70,17		€ 869,20	
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 16,28	€ 11.009,59	€ 52,02		€ 35.172,43	
<b>ONTWERPVOORSTEL</b>	<b>tot.</b>			<b>€ 19.728,23</b>			<b>€ 67.573,38</b>	
Gevel	268,00	m2	€ 11,76	€ 3.151,15	€ 25,80	14%	€ 6.913,25	1%
Voorzetwand	216,07	m2	€ 11,15	€ 2.409,50	€ 26,47	-28%	€ 5.719,80	-3%
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 14,73	€ 6.898,03	€ 19,64	-47%	€ 9.199,05	-12%
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 27,56	€ 341,39	€ 49,37	-30%	€ 611,57	0%
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 20,05	€ 13.556,66	€ 34,15	-34%	€ 23.093,62	-18%
<b>DYNAMISCH ALTERNATIEF</b>	<b>tot.</b>			<b>€ 26.356,73</b>		<b>34%</b>	<b>€ 45.537,28</b>	<b>-33%</b>

**Tabel 5.11: Indien iedere 15 jaar een transformatie in rekening wordt gebracht, leveren alle gebouwelementen behalve de gevel een bijdrage aan de verlaging van de levenscyclusmilieu-impact (LCE). Die daalt met 33%.**

Ecological impact Transf. iedere <b>10</b> jaar	Count	Unit	IE per unit	Total IE	LCE per unit	$\Delta$ IF /IF <sub>con</sub>	Total LCE	$\Delta$ LCF /LCF <sub>con</sub>
Gevel	268,00	m2	€ 9,32	€ 2.497,32	€ 24,00		€ 6.431,62	
Voorzetwand	216,07	m2	€ 7,20	€ 1.555,61	€ 47,73		€ 10.312,25	
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 9,46	€ 4.430,10	€ 53,52		€ 25.063,36	
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 19,02	€ 235,60	€ 102,54		€ 1.270,14	
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 16,28	€ 11.009,59	€ 68,80		€ 46.520,06	
<b>ONTWERPVOORSTEL</b>	tot.			€ 19.728,23			€ 89.597,44	
Gevel	268,00	m2	€ 11,76	€ 3.151,15	€ 27,11	13%	€ 7.265,28	1%
Voorzetwand	216,07	m2	€ 11,15	€ 2.409,50	€ 26,73	-44%	€ 5.776,60	-5%
Ruimte scheidende wand	468,30	m2	€ 14,73	€ 6.898,03	€ 21,02	-61%	€ 9.842,23	-17%
Woning scheidende wand	12,39	m2	€ 27,56	€ 341,39	€ 60,35	-41%	€ 747,50	-1%
Verzwaarde vloer	676,19	m2	€ 20,05	€ 13.556,66	€ 35,01	-49%	€ 23.675,32	-25%
<b>DYNAMISCH ALTERNATIEF</b>	tot.			€ 26.356,73			€ 47.306,94	-47%

**Tabel 5.12: Indien iedere 10 jaar een transformatie in rekening wordt gebracht, dan verlaagt de milieu-impact van een dynamische uitvoering verder: die is tot 47% lager dan het oorspronkelijke ontwerp.**

Uit bovenstaande kwantitatieve evaluatie blijkt dat het vanuit financieel perspectief niet voordelig is om voor alle gebouwelementen dynamische alternatieven te voorzien. De redenen hiervan werden al uitvoerig besproken in de vorige paragrafen. In overleg met KPW-architecten werd daarom gekeken hoe men strategische keuzes kan maken. Op basis van de opgestelde flexiplans (zie Figuur 5.2) en voor ieder transformatiescenario (geen transformatie, om de 10 jaar en om de 15 jaar) werd er voor iedere binnen- en buitenwand van de typeverdieping een keuze gemaakt om ze conventioneel of dynamisch uit te voeren. Voor de gevel is er weinig toegevoegde waarde om die dynamisch uit te voeren. Het onderzoekconsortium raadt dan ook aan om hier het initieel ontwerpvoorstel van KPW-architecten te volgen. Voor de binnenwanden wordt aangenomen dat 10% à 20% dynamisch opgebouwd dient te worden; de andere binnenwanden worden volgens een statisch ontwerpvoorstel van KPW-architecten opgebouwd. Tabel 5.13 geeft de resultaten weer wanneer gerichte keuzes genomen worden. De blauwe arceringen duiden op statische uitvoeringen. De resultaten tonen aan dat er steeds levenscycluswinsten per typenverdieping te verwachten zijn zowel op financieel als milieuvlak, ongeacht het transformatiescenario. De initiële financiële en ecologische meerkosten zijn beperkt tot 1-2% en 2-3% respectievelijk van het totaal budget, als men enkel de wanden in beschouwing neemt. Neemt men ook de verzwaarde vloer in beschouwing, dan bedragen de financiële meerkosten 18-19% en de ecologische meerkosten 3-6%. Zoals hoger beschreven zijn de verzwaarde vloeren de aanleiding tot het grootste deel van de levenscycluswinsten op milieu- en financieel vlak. Verdere optimalisatie is nodig om de ideale verhouding tussen de initiële en levenscycluskosten te bepalen.



Overview	Geen transf.		Transf. 15j.		Transf. 10j.		Optimalisatie	
	LCF	LCE	LCF	LCE	LCF	LCE	LCF	LCE
Gevel	0%	2%	0%	1%	0%	1%		
Voorzetwand	-1%	1%	-1%	-3%	0%	-5%		
Ruimte scheidende wand	-1%	5%	-1%	-12%	2%	-17%		
Woning scheidende wand	0%	0%	0%	0%	0%	-1%		
Verzwaarde vloer	-9%	-12%	-9%	-18%	-10%	-25%		
Typeverdieping	-11%	-4%	-11%	-33%	-8%	-47%		
Gevel	268,00 m2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Voorzetwand	216,07 m2	0%	0%	-1%	-3%	0%	-5%	0%
Ruimte scheidende wand	468,30 m2	0%	0%	-1%	-12%	2%	-17%	0%
Woning scheidende wand	12,39 m2	0%	0%	0%	0%	0%	-1%	0%
Verzwaarde vloer	676,19 m2	-9%	-12%	-9%	-18%	-10%	-25%	-9%
Typeverdieping	tot.	-9%	-12%	-11%	-34%	-8%	-48%	-9%
verhouding		70%	20%	10%				

**Tabel 5.13: Wanneer de dynamische elementen gericht worden toegepast kan worden vermeden dat er hogere ecologische levenscycluskosten ontstaan bij weinig transformaties en wordt hogere financiële levenscycluskosten bij regelmatige transformaties beperkt.**

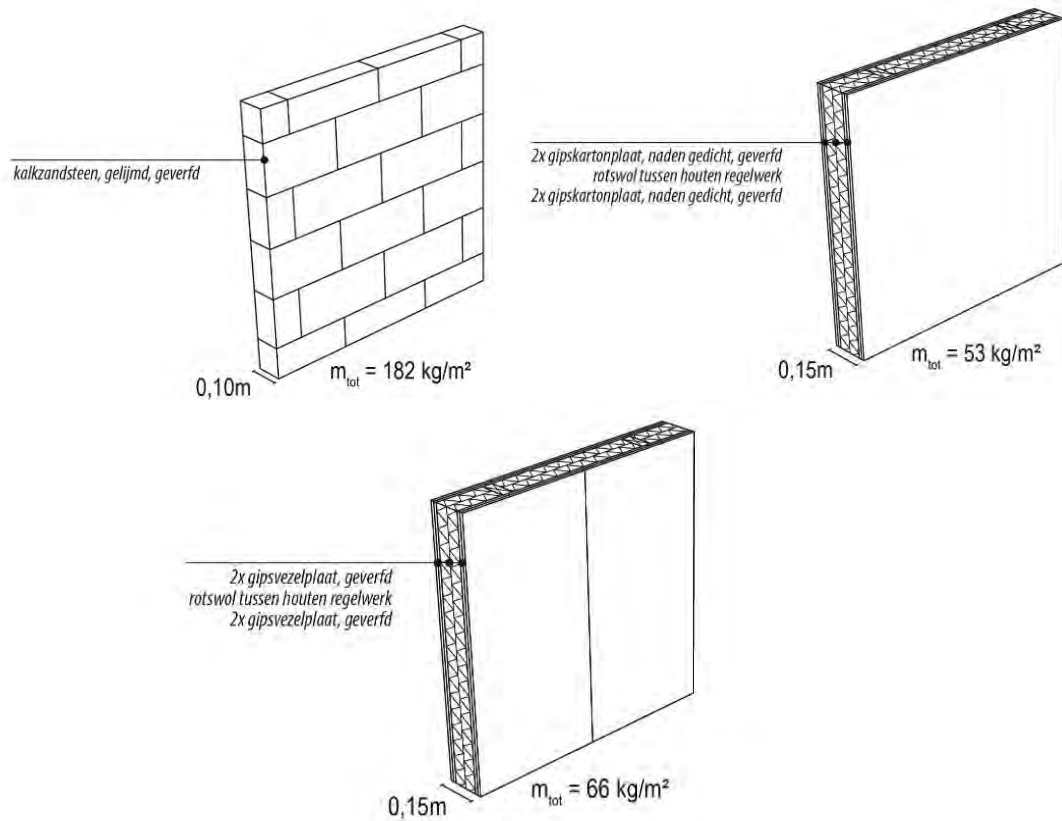
## 5.4.2 De Vlindertuin

Zoals aangegeven in paragraaf 5.3.2 lag, in overleg met Areal architecten, de nadruk van het advies op de elementopbouw (binnenwanden, vloeren en technische installaties). Hierdoor werden geen milieu- en financiële berekeningen gedaan op gebouwniveau.

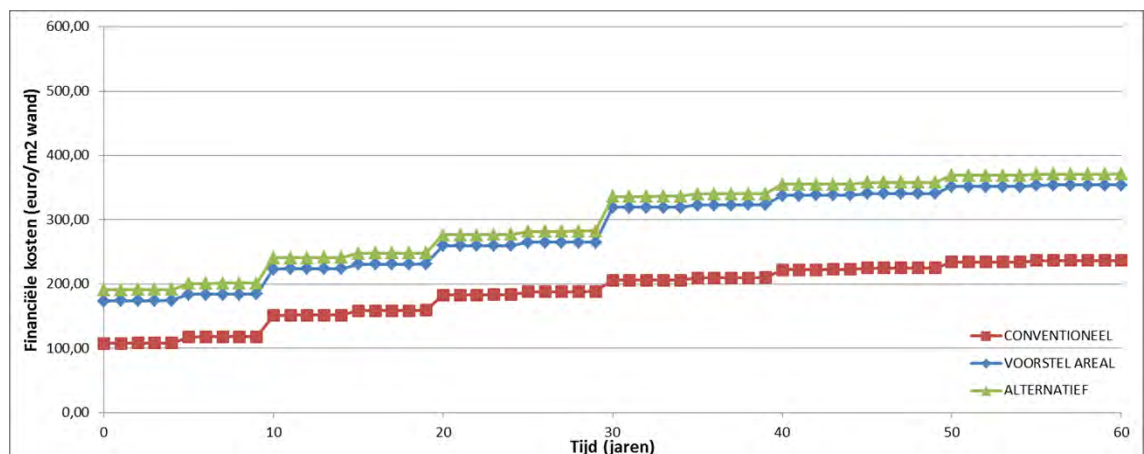
### 5.4.2.1 Kwantitatieve evaluatie op elementniveau

#### Binnenwand Klas/Gang

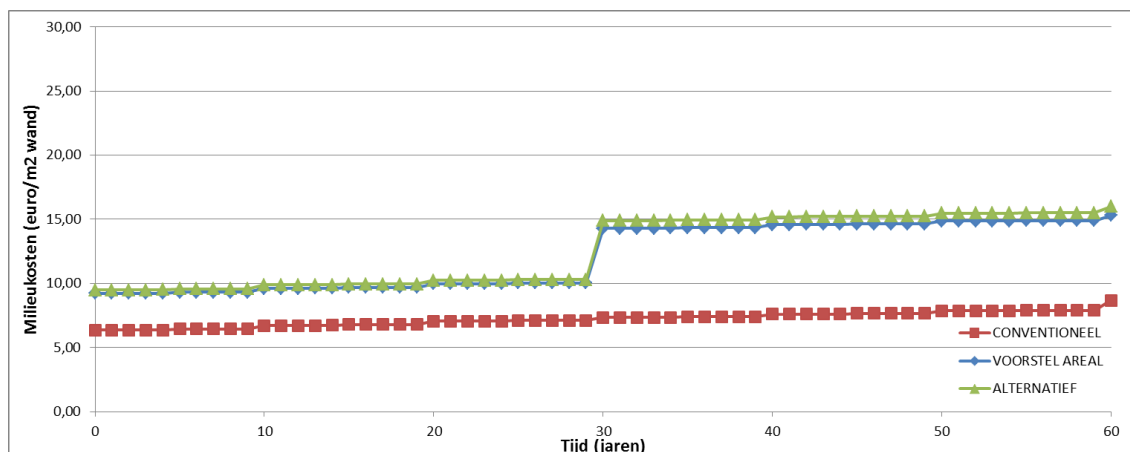
In Figuur 5.37 zijn de beschouwde varianten van elementopbouw grafisch voorgesteld. Figuur 5.38 toont dat er financieel gezien hogere investeringskosten zijn voor het dynamisch alternatief en voorstel AREAL. Dit is te wijten aan de kosten van het plaatmateriaal en het regelwerk. Wegens gebrek aan financiële gegevens over de gipsvezelplaten, zijn voor de gipskartonplaten en de gipsvezelplaten dezelfde financiële kosten in rekening gebracht. Daarnaast zijn ook de levenscycluskosten voor het dynamisch alternatief en voorstel AREAL hoger dan deze van de conventionele elementopbouw. Dit is te verklaren door het onderhoud van het plaatmateriaal en de vervanging van het plaatmateriaal na 30 jaar. In Figuur 5.39 worden de milieukosten grafisch voorgesteld. Ook hier zijn de initiële milieukosten voor het dynamisch alternatief en voorstel AREAL hoger. Dit valt tevens gedeeltelijk te verklaren door de nodige hoeveelheid materiaal (regelwerk en plaatmaterialen) en de isolatie die vereist is. Bij de conventionele variant wordt kalkzandsteen gebruikt en is er geen isolatie vereist. De levenscycluskosten voor het dynamisch alternatief en voorstel AREAL zijn gelijkaardig, t.o.v. de conventionele opbouw zijn ze hoger doordat na 30 jaar het plaatmateriaal vervangen dient te worden.



**Figuur 5.37: Elementopbouw binnenwand klas/gang: conventioneel (linksboven), voorstel AREAL (rechtsboven) en dynamisch alternatief (onder)**

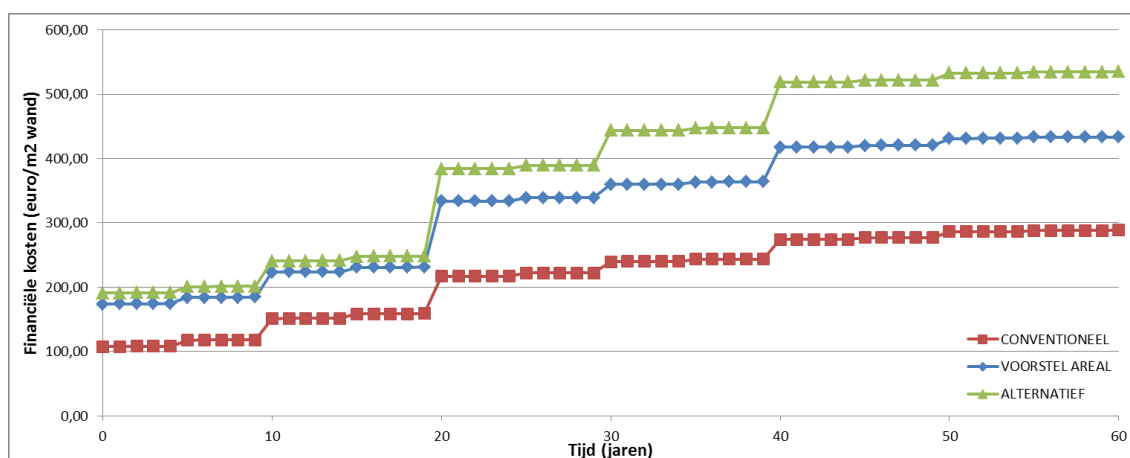


**Figuur 5.38: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**

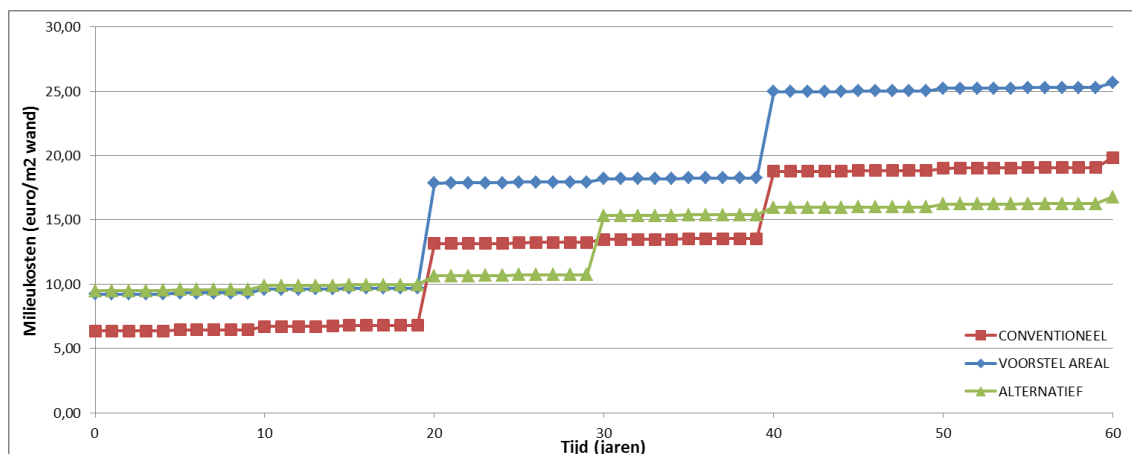


**Figuur 5.39: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**

In Figuur 5.40 en Figuur 5.41 zijn de resultaten weergegeven van het scenario waarbij om de 20 jaar de wand verplaatst wordt. Hieruit blijkt dat er geen financieel voordeel is bij gebruik van het dynamisch alternatief. Dit is te wijten aan de hoge veronderstelde arbeidskosten voor demonteren en her-monteren. Er is echter wel een milieuvoordeel bij het gebruik van het dynamisch alternatief. De dynamische alternatieve wand kan volledig hergebruikt worden bij verplaatsing van de wand, terwijl de conventionele opbouw en het voorstel AREAL volledig afgebroken en vervangen moeten worden. Voor het voorstel van Areal architecten impliceert dit hoge vervangingskosten voor het regelwerk en het plaatmateriaal, voor de conventionele opbouw hoge vervangingskosten van de kalkzandsteen.

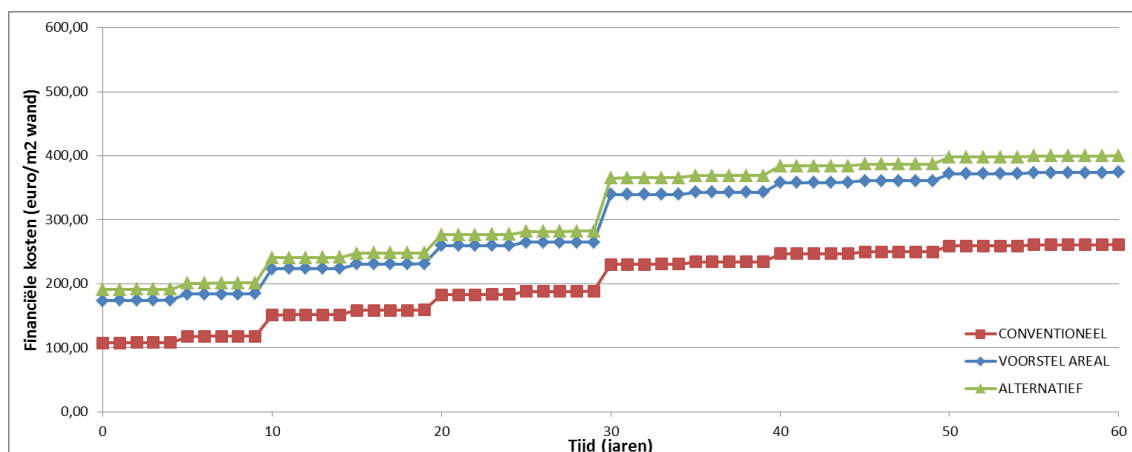


**Figuur 5.40: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 20j**

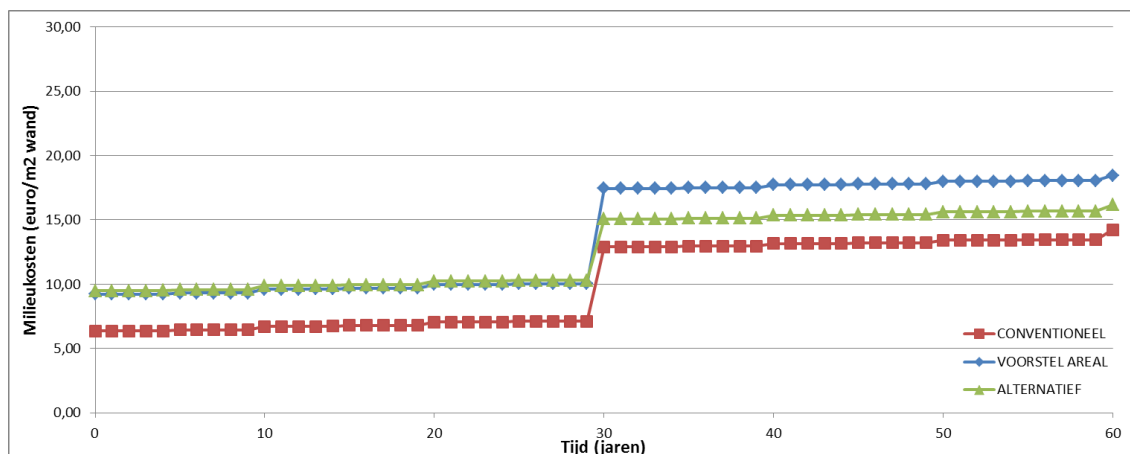


**Figuur 5.41: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 20j**

Figuur 5.42 en Figuur 5.43 geven de resultaten weer van een scenario waarbij de wand om de 30 jaar verplaatst wordt. Ook hier blijkt dat er door de hoge veronderstelde arbeidskosten voor demonteren en her-monteren geen financieel voordeel is bij het gebruik van het dynamisch alternatief. Vergeleken met een upgradefrequentie van 20 jaar, valt op dat er slechts een beperkt verschil is tussen de levenscycluskosten van het dynamisch alternatief en voorstel AREAL. Bij verplaatsing om de 30 jaar valt de upgrade immers samen met de vervangingsscenario's van de afwerkingslagen en plaatmaterialen. In dit scenario is er ook geen milieuvoordeel bij het gebruik van het dynamisch alternatief in vergelijking met de conventionele elementopbouw. Bij het dynamisch alternatief en voorstel AREAL valt de upgrade van de wand immers samen met de vervangingsscenario's van de afwerkingslagen en de plaatmaterialen. In vergelijking met het dynamisch alternatief heeft voorstel AREAL daarenboven een hogere levenscyclusmilieu-impact doordat bij voorstel AREAL ook het regelwerk vervangen dient te worden na 30 jaar.



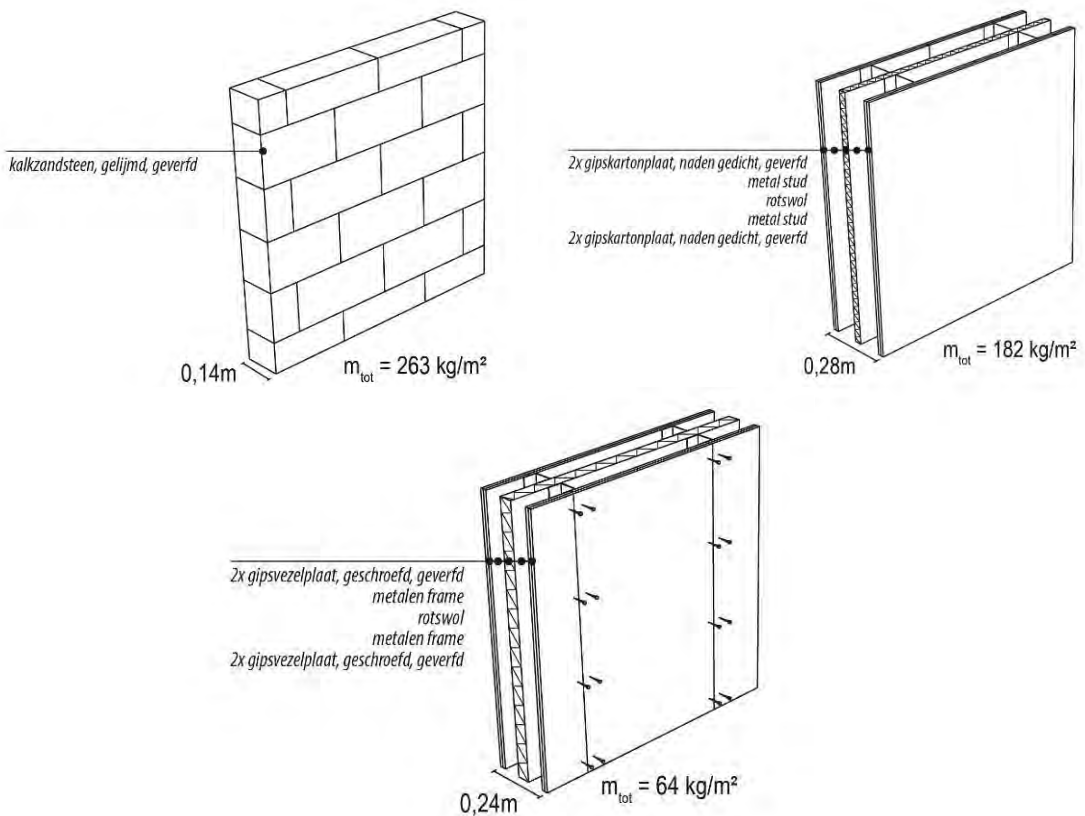
**Figuur 5.42: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 30j**



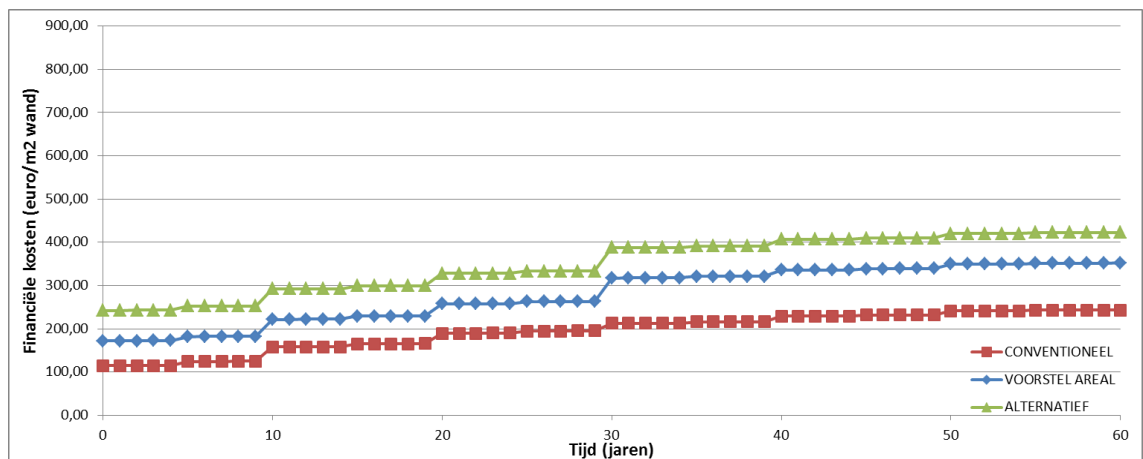
**Figuur 5.43: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 30j**

### Binnenwand Klas/Klas

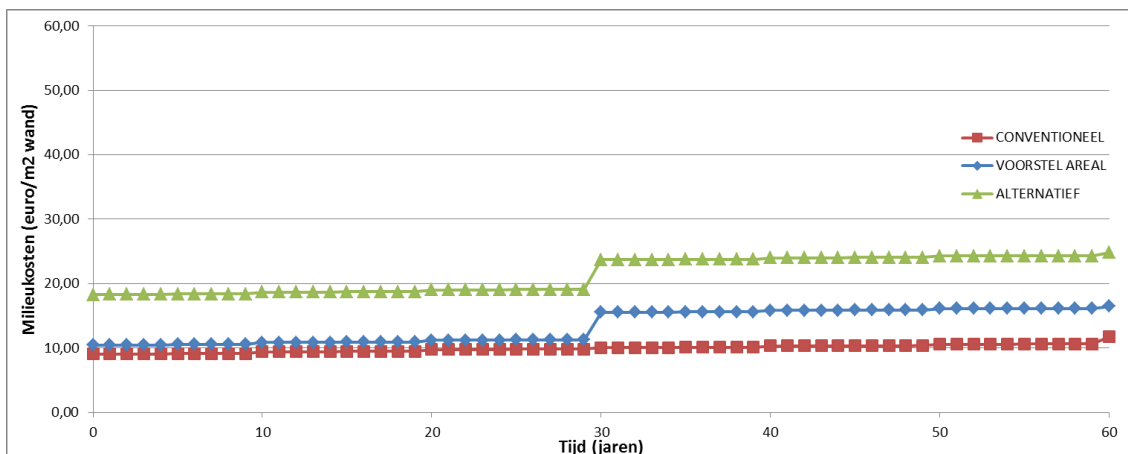
In Figuur 5.44 zijn de beschouwde varianten van elementopbouw grafisch voorgesteld. In Figuur 5.45 is af te lezen dat het dynamisch alternatief en voorstel AREAL hogere financiële investeringskosten hebben dan de conventionele elementopbouw. Dit is te wijten aan de kosten van de plaatmaterialen, het regelwerk en de vereiste isolatie. De hogere investeringskosten van het dynamisch alternatief t.o.v. voorstel AREAL is te verklaren door de grotere flensdikte van de metal studs (0,2cm versus 0,6cm). Daarenboven hebben het dynamisch alternatief en voorstel AREAL door het onderhoud en de vervanging van het plaatmateriaal na 30 jaar ook hogere financiële levenscycluskosten. Figuur 5.46 geeft aan dat het dynamisch alternatief hogere initiële milieukosten heeft, veroorzaakt door een hogere milieu-impact van de metal studs en de hoeveelheid materiaal (regelwerk, plaatmateriaal en isolatie). Omwille van de vervanging van het plaatmateriaal na 30 jaar hebben het dynamisch alternatief en de voorstel AREAL hogere levenscycluskosten dan de conventionele elementopbouw.



**Figuur 5.44: Elementopbouw binnenwand klas/klas: conventioneel (linksboven), voorstel AREAL (rechtsboven) en dynamisch alternatief (onder)**

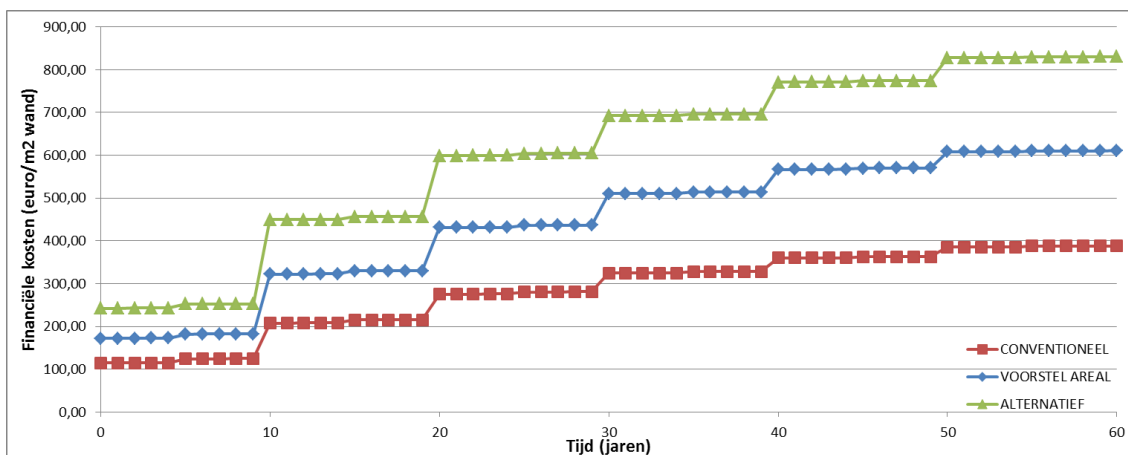


**Figuur 5.45: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**

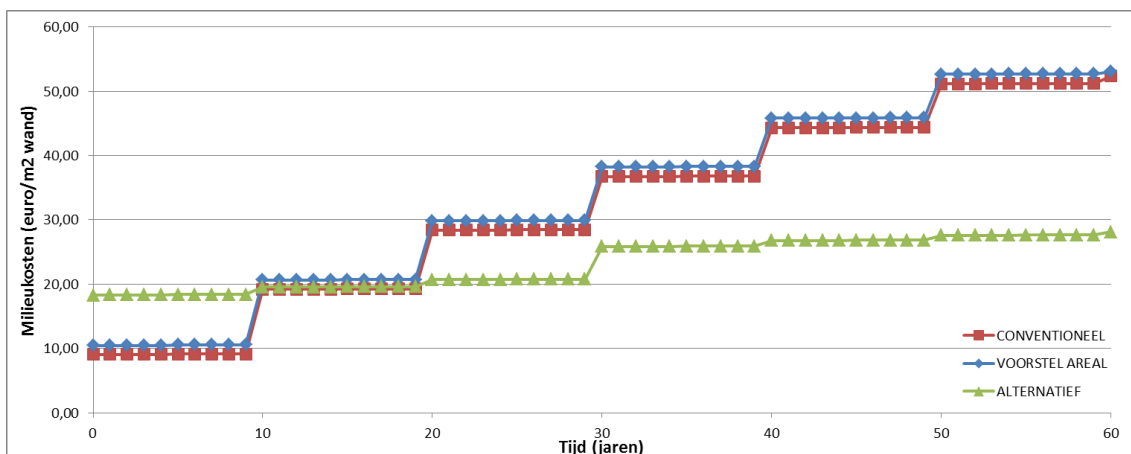


**Figuur 5.46: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**

In Figuur 5.47 en Figuur 5.48 zijn de resultaten weergegeven van het scenario waarbij de wand om de 10 jaar verplaatst wordt. Hieruit blijkt dat er geen financieel voordeel is bij gebruik van het dynamisch alternatief. Dit is alweer te wijten aan de hoge arbeidskosten voor demonteren en her-monteren. Er is echter wel een milieuvoordeel bij het gebruik van het dynamisch alternatief. De dynamische alternatieve wand kan volledig hergebruikt worden bij verplaatsing van de wand, terwijl de conventionele opbouw en het voorstel AREAL volledig afgebroken en vervangen moeten worden. Dit impliceert net zoals bij de binnenwand klas/gang hoge vervangingskosten van het regelwerk en het plaatmateriaal bij voorstel AREAL en hoge vervangingskosten van de kalkzandsteen bij de conventionele elementopbouw.

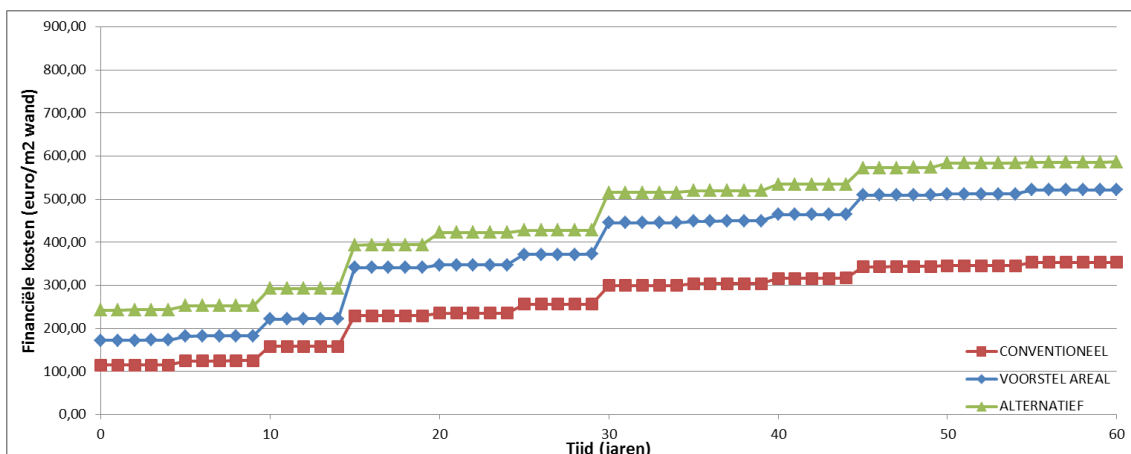


**Figuur 5.47: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 10j**

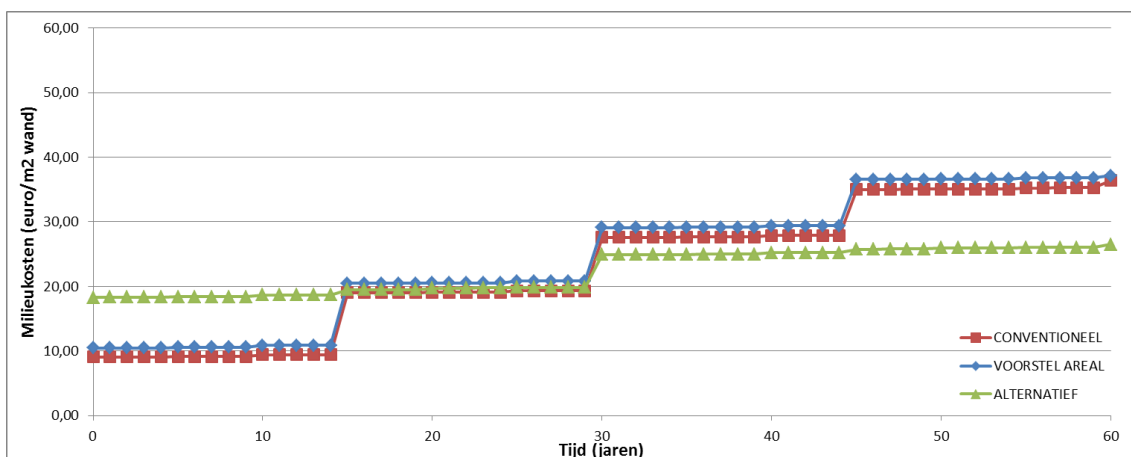


**Figuur 5.48: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 10j**

Figuur 5.49 en Figuur 5.50 geven de resultaten weer van een scenario waarbij de wand verplaatst wordt om de 15 jaar. Door de hoge arbeidskosten van demonteren en her-monteren blijkt ook hier dat er geen financieel voordeel is bij het gebruik van het dynamisch alternatief. Net zoals bij het scenario met een upgrade om de 10 jaar is er hier een milieuvoordeel, eveneens te verklaren door het volledige hergebruik van het dynamisch alternatief.



**Figuur 5.49: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 15j**



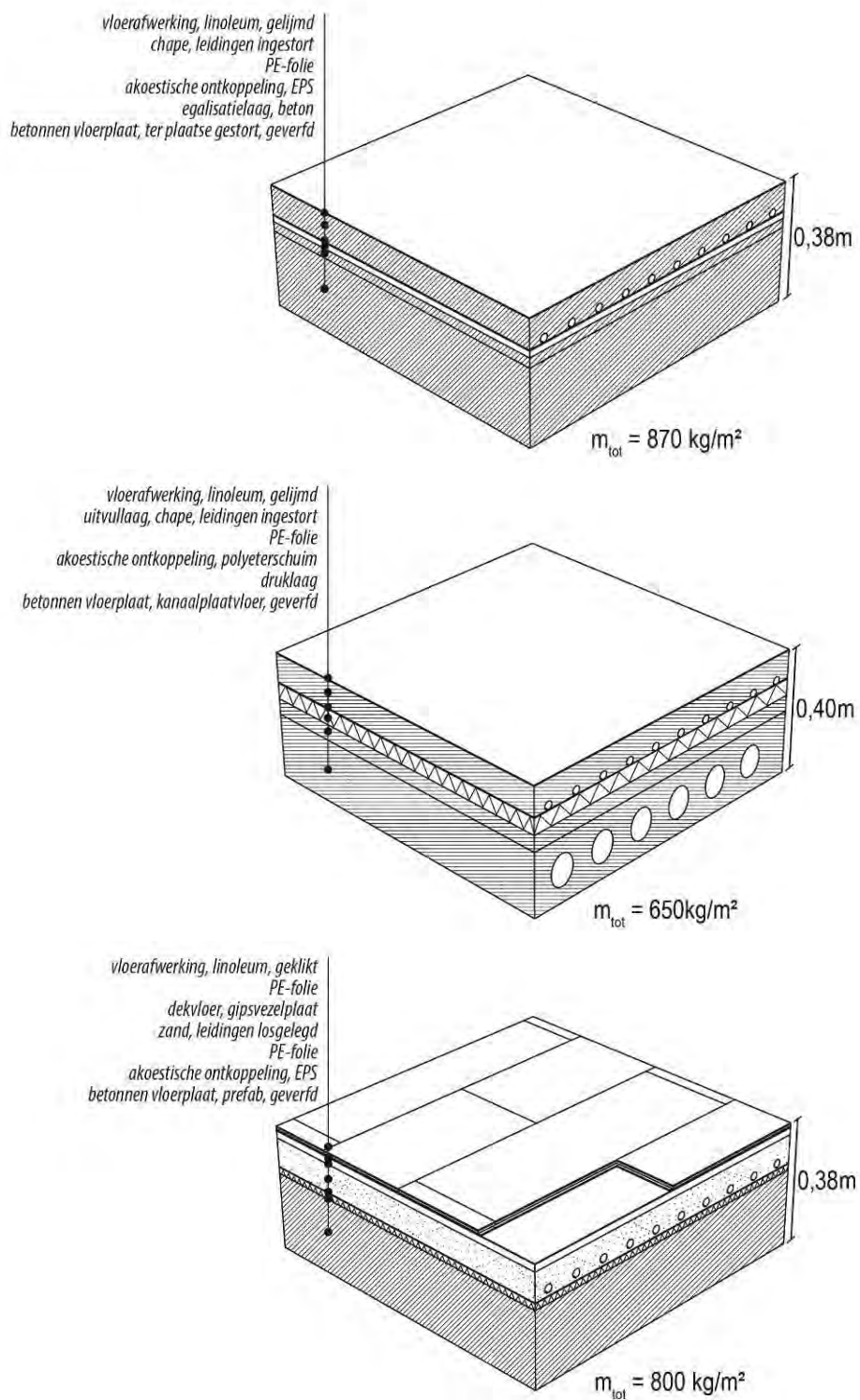
**Figuur 5.50: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 15j**



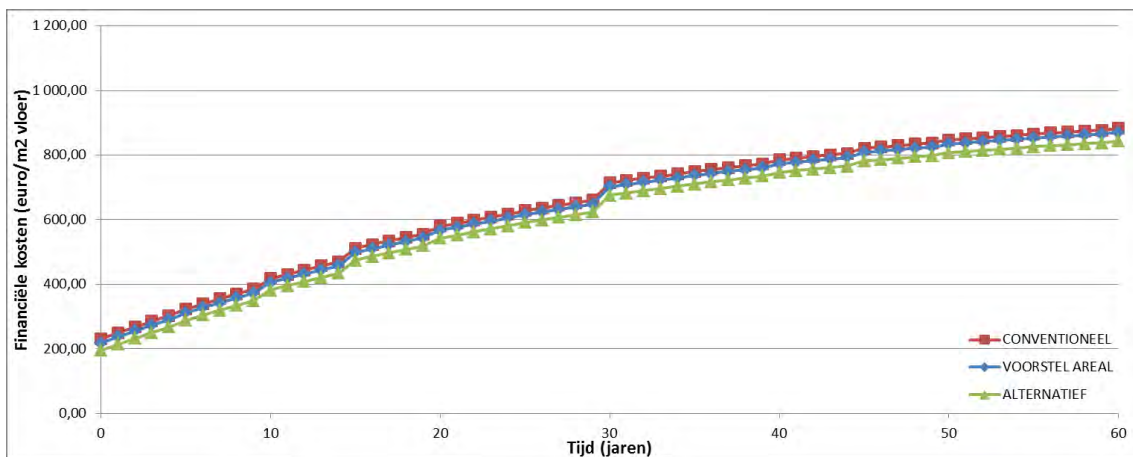
## Vloer Klas

In Figuur 5.51 zijn de beschouwde varianten van vloeropbouw grafisch voorgesteld. Figuur 5.52 en Figuur 5.53 geven de resultaten weer van de analyse waarbij er geen upgrade plaatsvindt. De conventionele variant en voorstel AREAL hebben hogere financiële investeringskosten dan het dynamisch alternatief. Het verschil tussen deze varianten is voornamelijk toe te schrijven aan de verschillende types draagstructuur en de hogere investeringskosten van het polyetherschuim in vergelijking met EPS. Daarnaast hebben de drie varianten een gelijkaardig financieel levenscycluskostenverloop. Uit Figuur 5.53 blijkt dat de conventionele variant ook hogere initiële milieukosten hebben. Dit is enerzijds te wijten aan een hoge milieu-impact van de akoestische ontkoppelingsslaag (EPS) en anderzijds aan de hoge milieu-impact van de uitvullaag in gewapende chape. De draagstructuur bestaande uit een prefab kanaalplaatvloer met een ter plaatse gestorte druklaag heeft de laagste initiële milieukosten. Daarnaast blijkt ook dat in de conventionele opbouw en voorstel AREAL na 30 jaar de uitvullaag in gewapende chape vervangen dient te worden, waardoor deze hogere vervangingskosten hebben dan het dynamisch alternatief.

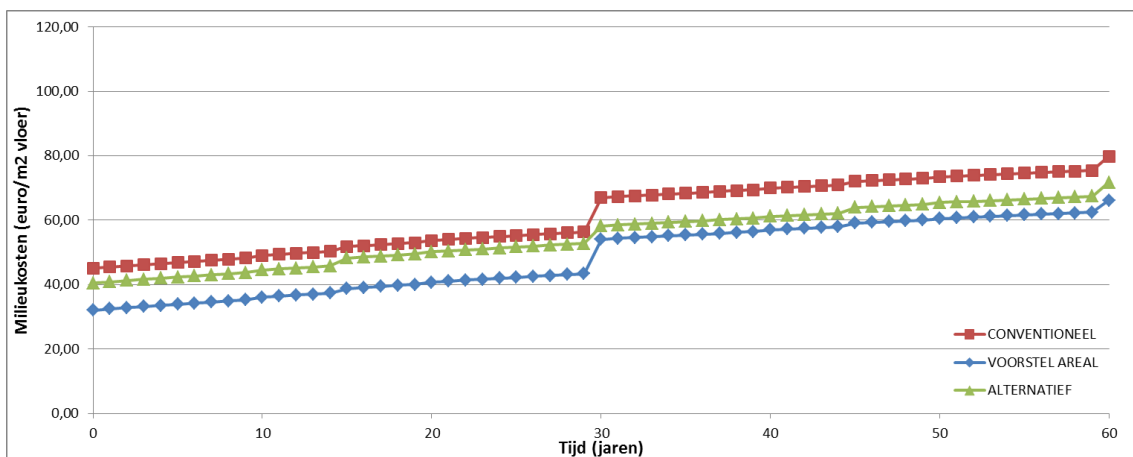
Figuur 5.54 en Figuur 5.55 geven de resultaten weer van een scenario waarbij er een upgrade van de technieken plaatsvindt na 10 jaar. Hieruit blijkt dat er geen financieel voordeel is bij het gebruik van het dynamisch alternatief; dit is te verklaren door de hoge arbeidskosten voor het demonteren en opnieuw monteren van de linoleum en dekvloer. Daarentegen is er wel een groot milieuvoordeel bij het gebruik van het dynamisch alternatief. De gewapende chape en de linoleum, gebruikt bij de conventionele variant en voorstel AREAL, hebben immers een hoge milieu-impact. De analyse van een upgrade om de 15 jaar geeft dezelfde conclusies.



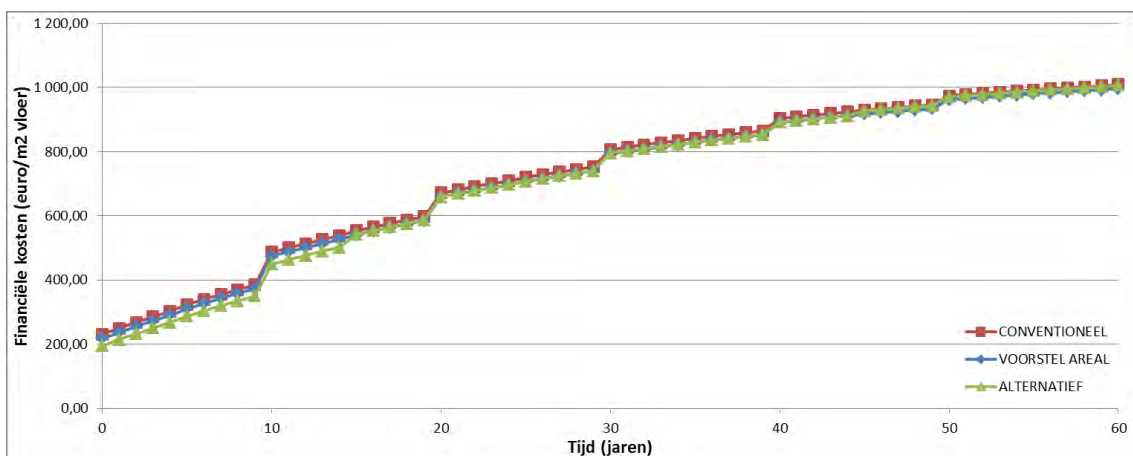
**Figuur 5.51: Elementopbouw vloeren: conventioneel (boven), voorstel AREAL (midden) en dynamisch alternatief (onder)**



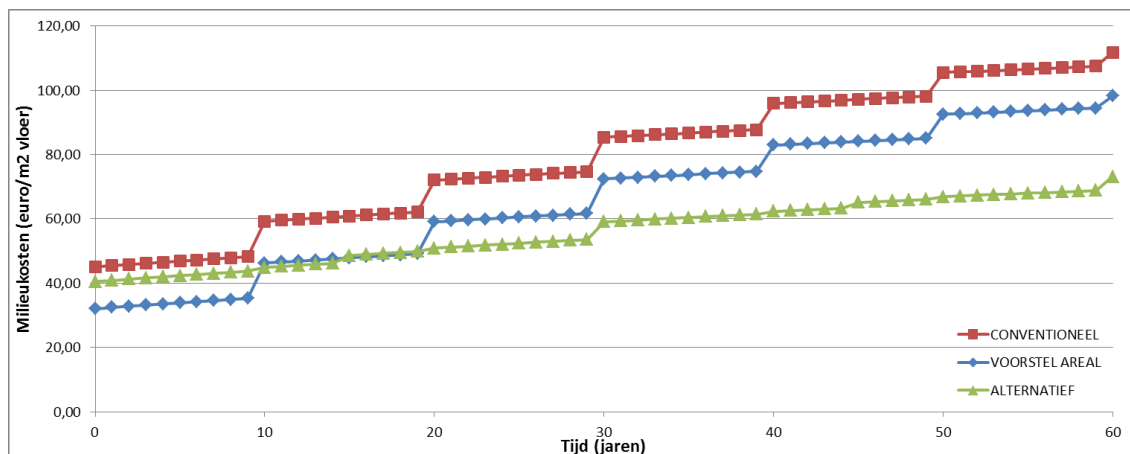
**Figuur 5.52: Financiële kosten vloer klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**



**Figuur 5.53: Milieukosten vloer klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade**



**Figuur 5.54: Financiële kosten vloer klas (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j**



Figuur 5.55: Milieukosten vloer klas (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j

Er kan geconcludeerd worden dat -indien er geen technische/functionele upgrades plaatsvinden- de dynamische varianten van elementopbouw zelden lagere investeringskosten en levenscycluskosten hebben. De dynamische vloeroplossing is hier een uitzondering op: ze heeft lagere initiële financiële kosten, te verklaren door de gekozen draagstructuur. Zodra er wel technische/functionele upgrades zijn, zijn er vaak lagere levenscyclus milieukosten ondanks vaak hogere initiële milieukosten. Voor de geanalyseerde binnenwanden gelden in dit geval hogere financiële investerings- en levenscycluskosten, voor de geanalyseerde vloeren lagere initiële financiële kosten en totale levenscycluskosten die ongeveer gelijk zijn voor de drie varianten van elementopbouw.

## 5.5 Conclusies

Zoals aangehaald in de inleiding van dit hoofdstuk, worden op basis van beide adviesprojecten een antwoord gezocht op de volgende vragen:

### Was dynamisch bouwen gekend en aanwezig in de initiële ontwerpvoorstellen?

- KPW Architecten had bij het schetsontwerp van het project Hoogbouwplein al de ambitie om toekomstgericht te bouwen. Door hun betrokkenheid bij het Gandhi-project (Paduart et al 2013), was basisinformatie bij hen al beschikbaar. Initieel gebruikten zij het begrip **dynamisch/ veranderingsgericht bouwen als een ruim idee** en gaven zij het een eigen invulling met bijvoorbeeld de 'flexiplans'. Die invulling bleef echter conceptueel en beperkte zich tot het gebouwniveau.

Duurzaam en efficiënt materiaalgebruik met verwijzing naar hun levenscyclusimpact werd als doel geformuleerd, maar de ontwerpers hadden **geen toegang tot de beschikbare tools** en konden deze ambitie dan ook initieel niet concreet maken.

- Areal Architecten had **onbewust al enkele dynamische principes toegepast** in het duo-project de Vlindertuin/ de Esdoorn, zoals het gebruik maken van een skeletstructuur, lichte wanden en een modulair grid. Dit was eerder om het ontwerp- en bouwproces te versnellen dan om toekomstige veranderingen gemakkelijker toe te laten of de milieu-impact te verlagen. Dynamisch bouwen was voor hen **nog vrij ongekend**, waardoor er een uitgebreidere informatiesessie noodzakelijk was.

### In welke mate was het mogelijk kwalitatief en kwantitatief advies te geven?

Voor beide cases geldt dat het integreren van dynamische ontwerpprincipes en het uitwerken van een veranderingsgericht gebouw een belangrijke bijkomende ontwerpinzet vraagt: heel wat ontwerpprincipes, materialen en alternatieve toepassingen ervan zijn immers nog niet gekend of vertrouwd in de praktijk. Het uitwerken van nieuwe detaillering, gebouwtypologieën of technische installatiesystemen namen daarom meer tijd en inzet in beslag.

Om dit probleem aan te pakken konden vier belangrijke voorwaarden worden vastgesteld tijdens het adviesproces:

- Eerst en vooral werd opgemerkt dat het ontwerp- en bouwteam een brede expertise nodig heeft om dynamische ontwerpprincipes in overeenstemming te brengen met de geldende richtlijnen. Bijvoorbeeld om demonteerbare wandelementen aan akoestische, hygrothermische en brandeisen te laten voldoen zijn vaak overlappings van isolatielagen noodzakelijk. Het snel en gemakkelijk kunnen wegnemen en terugplaatsen van de gebruikte componenten moet daarbij steeds worden bewaakt.
- Wat het ontwerpproces betreft bleek dat een doorgedreven samenwerking van het hele ontwerp- en bouwteam noodzakelijk is. Alle betrokkenen moeten snel op elkaars beslissingen kunnen inspelen: het toepassen van een omkeerbare verbindingwijze heeft bijvoorbeeld gevolgen voor de uitwerking van de akoestische maatregelen door het betrokken studiebureau.
- De architecten en studiebureaus dienen regelmatig bewust gemaakt te worden van het feit dat het integreren van aanpasbaarheid en hergebruik in het ontwerpproject, zo vroeg mogelijk in het ontwerpproces gemaakt moeten worden. Dynamisch bouwen vraagt namelijk om een andere denkwijze dan het toepassen van statische gebouwelementen.
- Tenslotte is zowel volgens Areal Architecten als KPW Architecten het in de praktijk brengen van veranderingsgerichte ontwerp- en bouwprincipes maar pas mogelijk wanneer een duidelijke stimulans vanuit de verschillende overheidsinstanties wordt gegeven. De integratie van dynamische ontwerprichtlijnen in het C2008-bestek van het VMSW en de outputspecificaties<sup>24</sup> opgelegd door AGIO kan bijvoorbeeld een eerste stimulans zijn opdat de bouwmarkt zich zal richten op dynamisch (ver)bouwen.

Met behulp van het verfijnd evaluatiekader kon gestructureerd advies bij de voorontwerpen worden gegeven. De opgemaakte ontwerpfiles gaven de ontwerpers snel inzicht in de mogelijkheden met betrekking tot dynamisch bouwen. Het kwantitatief advies – en de milieu- en financiële profielen van enkele representatieve bouwelementen – ondersteunden de ontwerpers in het maken van objectieve ontwerpbeslissingen. De opgemaakte ontwerprichtlijnen dienen steeds per project afgetoetst te worden op basis van hun contextspecifieke milieu- en financiële impact. Het uitvoeren van nieuwe pilootprojecten kan hiertoe bijdragen.

Tijdens het verlenen van advies viel op dat er **nog veel potentieel zit in het hergebruik** van materialen en bouwcomponenten, nu en in de toekomst. Wat betreft de milieukosten tonen de analyses aan dat er een duidelijk milieuvoordeel gekoppeld is aan het hergebruik van dynamische elementoplossingen. Indien er geen technische of functionele upgrades zijn, dan hebben de dynamische elementoplossingen zelden lagere financiële investerings- en levenscycluskosten. Echter, van zodra er een technische of functionele upgrade te verwachten valt tijdens de levenscyclus van het gebouw, hebben de meeste dynamische oplossingen ook lagere levenscycluskosten ondanks de hoge investeringskosten. Op gebouwniveau zijn vaker financiële levenscyclusvoordelen te verwachten, wanneer strategisch ingespeeld wordt op het gebruik van dynamische elementoplossingen en veranderingsgerichte gebouw-layout. Duurdere demonteerbare elementoplossingen kunnen bijvoorbeeld beperkt worden in hoeveelheid en enkel voorzien worden waar veelvuldige aanpassingen en/of vervangingen te verwachten zijn. Dergelijke strategische beslissingen moeten weliswaar per project bekeken worden en kunnen dan ook sterk verschillen.

Om effectief milieu- en financiële voordelen te trekken, zouden ontwerpers aangemoedigd moeten worden tot gebruik van **tweedehands- en herbruikbare bouwproducten** en **omkeerbare verbindingen** tussen die componenten. Daarnaast bleek uit de uitgevoerde kwantitatieve analyses dat de totale levenscyclusimpact – zowel financieel als ecologisch – in belangrijke mate gereduceerd kan worden door een milieu- en financieel bewuste materiaalkeuze (zowel op vlak van productie, als vervangingen en schoonmaak).

---

<sup>24</sup> De outputspecificaties zijn normatieve richtlijnen inzake kwaliteiten, duurzaamheid, energiezuinigheid en toegankelijkheid, die dienen gevolgd te worden door het bouwteam voor het bouwen en verbouwen van scholen in kader van de DBFM-formule.

De evaluatiemethodiek in dit rapport bleek echter tijdrovend te zijn. Bij de resultaten is er dan ook veel interpretatie nodig, wat wijst op het belang van de **combinatie van kwalitatief en kwantitatief advies**. De beschikbare financiële en milieudata en productinformatie waren niet altijd aangepast aan de specifieke wensen van de cases.

In de context van deze gesubsidieerde opdrachten werd ook opgemerkt dat de initiële kostprijs een doorslaggevende rol speelt bij het ontwerp. Het is daarom noodzakelijk om **verder inzicht te krijgen in zowel de initiële als de levenscycluskostprijs van dynamisch bouwoplossingen**. Bij de kwantitatieve evaluatie in dit onderzoek zijn verschillende aannames die verder afgetoetst moeten worden met de werkelijkheid, zoals de arbeidslast voor het demonteren en opnieuw monteren van dynamische bouwelementen. Er moet ook onderzocht worden hoe die kosten kunnen dalen, bijvoorbeeld door prefabricatie en een doe-het-zelfaanpak.

### **Wat was het resultaat van het kwalitatief en kwantitatief advies op het ontwerp?**

- Dankzij de verschillende gesprekken met zowel ontwerpers, ingenieurs en de bouwheer van het Hoogbouwpleinproject, kreeg het onderzoekconsortium een goed inzicht in het ontwerpproces. Daardoor kon **gericht worden ingespeeld op bepaalde contextspecifieke ontwerpthema's** zoals het 'stamboomconcept', de multi-inzetbaarheid van appartementstypes en de detaillering van de binnenwanden. Andere aspecten van dynamisch bouwen werden aangehaald en regelmatig als opportuniteit erkend. Maar het ontwerpproces, de wetgeving, de lokale context en de bouwmarkt legden vaak beperkingen op.
- Wat betreft de materialisatie, werden slechts weinig concrete keuzes gemaakt. Dit omdat het advies eerder vroeg in de gebruikelijke ontwerpaanpak kwam. De ontwerpers hebben wel het engagement uitgesproken om dynamisch bouwen gericht toe te passen, bijvoorbeeld in de materialisatie van demonteerbare/verplaatsbare binnenwanden.
- KPW Architecten werd zich **steeds bewuster van de langetermijnevolgen** van ontwerpkeuzes door het verleende advies. Daarom namen zij zich voor om dynamische ontwerp- en bouwprincipes steeds meer als een kwaliteit uit te spelen en expliciet te communiceren.
- Bij het Vlindertuinproject werd het onderzoekconsortium in een latere fase van het ontwerpproces betrokken. Het voorontwerp was al afgewerkt en de bouwvraag moest snel na de tweede ontmoeting worden ingediend. Dit zorgde ervoor dat op gebouwniveau er maar weinig suggesties konden worden doorgevoerd. Er was wel ruimte om op bouwelementniveau **alternatieve ontwerpopties voor te stellen en te onderzoeken**. Maar door een beperkt bouwbudget en de hoge tijdsdruk konden niet alle voorstellen verder uitgewerkt worden.
- Dankzij het adviestraject zijn ook Areal Architecten zich meer bewust van de **langetermijnevolgen** van ontwerpkeuzes door het verleende advies en zagen ze het adviestraject als een opportuniteit om kennis te vergaren voor volgende ontwerp- en bouwprojecten.
- het combineren van het kwalitatieve en het kwantitatieve luik van het evaluatiekader leverde de nodige input aan beide ontwerpteams om **gefundeerde ontwerpbeslissingen** te nemen: bij het vergelijken van de milieu- en financiële kosten (zowel initieel als levenscyclus) van verschillende conventionele en dynamische bouwoplossingen diende steeds de individuele en maatschappelijke meerwaarde van het toepassen van de ontwerprichtlijnen in beschouwing genomen te worden.
- De **evaluatie op elementniveau** heeft als voordeel om verschillende elementvarianten te evalueren op hun kwaliteiten, milieu- en financiële kosten en bracht algemene inzichten aan beide ontwerpteams. Het is echter van belang de elementkeuzes ook **op gebouwniveau** te evalueren, gezien iedere bouwcontext verschillend is.
- Het gebruik van veranderingsgerichte bouwoplossingen in het HoZe-project bewees dat daar waar sommige dynamische elementvarianten op elementniveau soms nadelige milieu- en financiële resultaten vertoonden, dezelfde elementoplossingen toch positieve resultaten kan opleveren op gebouwniveau door strategisch keuzes te nemen. Door het opstellen van verschillende gebruiksscenario's (cf. flexiplans) en transformatiefrequenties wordt tijdens de ontwerpfase al bepaald welke bouwelementen gevoelig zullen zijn voor

aanpassing, vervangingen en upgrades. Voor het HoZe-project werd aangetoond dat bij het strategisch inzetten van dynamische elementoplossingen, de initiële meerkosten op gebouwniveau ten aanzien van het totaal financieel budget en de totale milieukosten beperkt is. Bij een verdere optimalisatie dienen de milieu- en financiële kosten (zowel initieel als over de gehele levenscyclus) van de gebouw- en elementoplossingen in verhouding geplaatst te worden ten opzichte van de individuele en maatschappelijke voordelen die ze opleveren.

**Wat was het resultaat van het kwalitatief en kwantitatief advies op het onderzoek?**

- De geanalyseerde cases vormden een bruikbare context voor het afstemmen van de ontwikkelde **ontwerprichtlijnen** aan de renovatiepraktijk van sociale huisvesting en nieuwbouw van scholen.
- Ook de beperkte **basisinformatie** rond dynamisch bouwen werd verder ontwikkeld in functie van het verstrekken van inzicht en kennis aan de ontwerpers.
- De cases dienden ook als testomgeving bij het uitwerken van de **gemeenschappelijke taal**, in het bijzonder bij het verstrekken van basisinformatie, maar ook tijdens het kwalitatief en kwantitatief adviseren.
- **'Representatieve' bouwelementen** werden op basis van het advies van de begeleide projecten geselecteerd en uitgewerkt.
- Algemeen leveren deze cases inzicht aan het onderzoekconsortium over de wijze waarop advies kan worden ingezet in en vertaald worden naar **de praktijk**. Het advies werd steeds ingebed in de ruime ontwerpopdracht met veel deelopgaves, diverse stakeholders (met gedeelde maar ook uiteenlopende belangen) en een statisch wetgevend kader voor een steeds veranderende context. Meer specifiek werd in wisselwerking met de ontwerpteams een zorgvuldige keuze gemaakt van de conventionele en dynamische opbouw van de verschillende bestudeerde elementen. Voor het HoZe-project werd de haalbaarheid van de verscheidende element- en gebouwkeuzes getoetst door de eventuele financiële en ecologische meerkosten uit te drukken in functie van de totale initiële kosten van het gebouw (of een representatief onderdeel ervan). Indien er levenscycluswinsten gekoppeld zijn aan de ontwerpvoorstellen, zijn de gebruikte cumulatieve grafieken een bruikbaar instrument om inzicht te geven in de theoretische 'terugverdientijd' ten opzichte van de andere (representatieve) ontwerpvoorstellen





# 6 Een transitiekader voor veranderingsgericht (ver)bouwen

## 6.1 Inleiding

De OVAM maakte op 25 oktober 2013 haar ontwerp-beleidsprogramma “Materiaalbewust bouwen in kringlopen – preventieprogramma duurzaam materialenbeheer in de bouwsector 2014-2020” kenbaar aan sleutelactoren, belanghebbenden en geïnteresseerden. In mei 2014 werd het beleidsprogramma goedgekeurd door de Vlaamse regering. Via haar beleidsprogramma presenteert de OVAM een visie omtrent duurzaam materialenbeheer in de bouwsector. Dit genoodzaakt korte-termijnacties (tussen 2014 en 2020), maar ook een streefbeeld op de verre toekomst (2050), gezien materiaalbewust bouwen in kringlopen een grote maatschappelijke transitie is/wordt. Om zowel de korte-termijnacties alsook het streefbeeld voor 2050 te realiseren werden er 5 thema's gedefinieerd:

- selectief slopen en ontmantelen (T1);
- de kringloop van de steenachtige fractie (T2);
- de kringloop van de niet-steenachtige fractie (T3);
- de materiaalprestaties van gebouwen (T4);
- *dynamisch (ver)bouwen (T5).*

Deze thema's zijn onderdelen van mogelijke transitiepaden om materiaalbewust bouwen in kringlopen verder vorm te geven en zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Figuur 6.1 schetst een algemeen beeld van de huidige situatie, de korte-termijnambities (2020) en de lange-termijnambities (2050) op vlak van veranderingsgericht bouwen, opgenomen in het OVAM-beleidsprogramma 2014-2020.



**Figuur 6.1: Overzicht van de huidige situatie, korte termijnambities (2014-2020) en streefbeeld (2050) omtrent het thema Dynamisch (ver)bouwen volgens het beleidsprogramma Materiaalbewust bouwen in kringlopen 2014-2020**

Veranderingsgericht (ver)bouwen als bouw- en ontwerpstrategie gaat echter verder dan het realiseren van een kringloopeconomie in de bouwwereld (en er buiten). Zo kan het ook een belangrijke maatschappelijke bijdrage leveren in het voorzien van betaalbare en duurzame bouwoplossingen ter ondersteuning van verwachte evoluties – zoals het verouderen van de bevolking – en onvoorzienbare veranderingen – zoals trends en plotse veranderingen in de gezinssamenstelling.

Ondanks het feit dat 'dynamisch (ver)bouwen' als volwaardig thema beschouwd wordt binnen het OVAM-beleidsprogramma, verschilt het van de 4 andere thema's. Er is immers nog een lange weg te gaan opdat veranderingsgericht (ver)bouwen als ontwerp- en bouwstrategie breed opgenomen wordt door zowel bouwprofessionals (zoals ontwerpers en bouwproducenten) als (publieke of private) bouwheren. Het systeem dat de huidige manier van bouwen, ontwerpen en beheren van gebouwen in stand houdt, dient dan ook herbekeken en opnieuw gedefinieerd te worden. Gezien de noodzaak aan systeemveranderingen, is een transitieaanpak nodig voor de bewustmaking rond veranderingsgericht (ver)bouwen en de implementatie ervan:

- door al doende te leren (of al lerende te doen) – dit in tegenstelling tot de klassieke beleidsontwikkeling waar (doelgericht) verspreiden van informatie vaak al als voldoende geacht wordt voor de implementatie in praktijk
- door het opstellen van verschillende 'plausibele' transitiepaden – dit in tegenstelling tot een afgelijnd stappenplan 2015-2050.

Op 8 mei en 16 juni 2014 organiseerde de OVAM in samenwerking met Technum twee sessies om het thema 'dynamisch bouwen' in het beleidsprogramma verder vorm te geven met belanghebbenden uit de bouw-, onderzoeks- en beleidswereld. Uit deze sessies werden de volgende acties voor 2014-2016 gedefinieerd:

- Opzetten van een Belgisch lerend netwerk
- Opzetten van een Living Lab voor het beheer en uitvoeren van transitie-experimenten<sup>25</sup>, met concreet het opzetten van proeftuinprojecten rond brownfields, scholen en sociale woningbouw
- Stimuleren van technologische innovatie en optimalisatie
- Ontwikkelen van een denk- en evaluatiekader (incl. begripsomvorming)

Uit deze brainstormsessies blijkt dat er de komende jaren genoeg ruimte gelaten moet worden voor een bewustmakingsproces waarbij we (al doende) leren en experimenteren in werkelijke situaties.

Door het gericht adviseren van een selecte groep van ontwerpers en bouwheren via 2 intensieve adviestrajecten (zie Hoofdstuk 5), draagt dit project al bij aan de eerste stappen in het bewustmakingsproces. Om het implementeren van veranderingsgericht (ver)bouwen te versnellen, zijn in deze studie vier transitie-experimenten gedefinieerd die kort na dit project opgestart kunnen worden. Deze transitie-experimenten hebben tot doel:

- de haalbaarheid van dynamisch (ver)bouwen uit te testen in reële situaties;
- de co-creatie van nieuwe concepten en 'out-of-the-box'-oplossingen toe te passen en de demonstratie ervan;
- de disseminatie van succesvolle experimenten te bevorderen, maar ook de analyse en het publiceren van de lessen waarom sommige experimenten gefaald hebben;
- te komen tot innovatieve en slimme samenwerkingsvormen tussen verschillende bouwprofessionals, bouwheren en onderling.

Gezien de innovatieve aard van de gedefinieerde transitie-experimenten, zal het rapport zich beperken tot de beschrijving van de transitieaanpak en een algemeen beeld schetsen van het afgelegd parcours en verder te nemen acties. De gedetailleerde beschrijving van de toekomstige transitie-experimenten wordt beschouwd als intellectuele eigendom van de koplopers die de experimenten gezamenlijk gedefinieerd hebben en worden daarom als confidentieel beschouwd.

---

<sup>25</sup> de term 'transitie-experimenten' wordt in paragraaf 6.2 gedefinieerd

## 6.2 Transitieaanpak

Transitie-experimenten worden gedefinieerd als real-life ontwikkelingen waarbij drastisch een alternatieve wijze van werken en denken aangenomen wordt. Niche-experimenten kunnen (verder) ontwikkeld worden binnen een beschermde omgeving, waarbij ze in beperkte mate afgeschermd worden van regimespelers, wetgeving, macht, routines, e.a. om hun effectiviteit en haalbaarheid te kunnen aantonen. Succesvolle transitie-experimenten linken de toekomstige visie met een concreet actiepotentieel en kunnen hierdoor een belangrijke trigger zijn om de transitie in te leiden en te versnellen. (VITO 2012)

Om tot een duidelijke definitie van de transitie-experimenten te komen werden de volgende grote stappen vooropgesteld:

- identificeren van geschikte koplopers;
- activeren van geselecteerde koplopers via co-creatieve werksessies;
- aftoetsen van de geformuleerde transitievoorstellen bij bruggenbouwers;

De output van bovenstaande grote stappen werd op regelmatige tijdstip door de deelnemers en de organisatiegroep kritisch hernomen en werd indien nodig aangepast. Voor deze redenen moeten bovenstaande stappen niet als opeenvolgend opgevat worden. De activiteiten die onder de vernoemde stappen vallen, worden in de volgende paragrafen verduidelijkt.

In dit project wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- **koplopers/frisdenkers:** actoren die op een vernieuwende en innovatieve manier (willen) omgaan met dynamisch (ver)bouwen. Dit zijn vaak niche-spelers.
- **bruggenbouwers:** actoren die – vanuit hun positie binnen of buiten de bouwwereld – de toepassing/implementatie van dynamisch (ver)bouwen kunnen faciliteren en versnellen.

### 6.2.1 Identificatie van geschikte koplopers

In samenspraak met de begeleidingsgroep werd een selecte groep van koplopers gedefinieerd en gecontacteerd om actief deel te nemen aan werksessies met als doel het co-creëren van transitie-experimenten. Er werd bewust gezocht naar een heterogene groep van koplopers, waarvan ieders expertise en vaardigheden elkaar aanvullen. Na de eerste werksessie werden nieuwe koplopers geïdentificeerd die vervolgens uitgenodigd werden op de tweede werksessie. Tabel 6.1 geeft een overzicht van de betrokken deelnemers. De organisatiegroep bestond eveneens uit een heterogeen team: Yves De Weerd (VITO) en Geertrui De Cock (Levuur) faciliteerden de werksessies, Axelle Vanquallie en Martine Vanremoortele (Visual Harvesting) visualiseerden het werkproces aan de hand van tekeningen en Robby Berloznik en Frank Nevens (VITO) hielpen mee om de gedefinieerde transitie-experimenten in een gestructureerd verhaal te gieten. Roos Servaes (OVAM) en Wim Debacker (VITO) namen deel aan de co-creatiesessies als experts – vanuit hun eigen discipline – en verzorgden ook de algemene organisatie ervan.

Bij het uitnodigen van de koplopers werd aan iedere deelnemer apart gevraagd wat de verwachtingen en bezorgdheden waren bij een actieve deelname aan de werksessie(s). Ondanks de verschillen in beroepsactiviteiten en expertise, werden toen al enkele gemeenschappelijke bevindingen waargenomen. Zo goed als alle deelnemers gaven aan dat ze klaar zijn of zelf gestart zijn om (vaak eigen) niche-experimenten uit te voeren in een werkelijke bouw- en marktcontext. Hun grootste verwachting is dan ook dat via de werksessies een gemeenschappelijk kader geschapen wordt om deze niche-experimenten op te zetten zodat veranderinggericht (ver)bouwen opgenomen wordt door de markt (product, ontwerp, vastgoed,...) en het beleid. Hiervoor achten de meesten dat een grote systeemverandering in de huidige manier van ontwerpen, bouwen, beheren van gebouwen/ bouwproducten en het huidige beleid hierrond noodzakelijk is. Impliciet (en soms zelfs expliciet) gaven de koplopers hierbij aan dat ze voorstander zijn van het opzetten van één of meerdere Living Labs voor het uitvoeren en beheren van transitie-experimenten. De grootste bezorgdheden voor de meeste koplopers zijn te vinden enerzijds bij de rechtstreekse concurrentie met andere koplopers en of het delen van innovatieve business-concepten met bruggenbouwers. Hieruit volgt dat de nodige aandacht moe(s)t gegeven worden tijdens de werksessies aan het creëren van een gemeenschappelijk vertrouwen tussen de koplopers onderling en een zorgvuldige selectie van

de bruggenbouwers om verder te betrekken bij het opzetten en uitvoeren van de afzonderlijke transitie-experimenten.

naam koploper	organisatie	discipline / rol	werksessie I	werksessie II
Billiet Lionel	rotor	technisch expert / onderzoeker		x
Chantraine Anne	Hahbo	ondernemer	X	
De Temmerman Niels	VUB	technisch expert / onderzoeker	X	
Debacker Wim	VITO	technisch expert / onderzoeker	X	x
Durmisevic Elma	4D Architects	ontwerper / technisch expert	X	x
François Filip	DAR	beleidsmedewerker		x
Gielen Maarten	rotor	expert / onderzoeker		x
Gielingh Wim	Real Capital Systems	financieel expert / ondernemer	X	x
Hendrickx Hendrik	VUB	ontwerper / uitvinder	X	x
Lommée Thomas	Open Structures	ontwerper / uitvinder	X	x
Michiels Yves	Newcraft	ontwerper / ondernemer	X	x
Paduart Anne	VUB	technisch expert / onderzoeker		x
Servaes Roos	OVAM	beleidsmedewerker	X	
Spee Bart	SPEE architecten	ontwerper / ondernemer	X	x
Swinnen Evi	TimeLab	ondernemer / uitvinder		x
Tempst Walter	OVAM	beleidsmedewerker		x
Timmermans Filip	Skilpod	ontwerper / ondernemer	X	
Verhaegen Michiel	osar architecten	ontwerper / ondernemer	X	

Tabel 6.1: overzicht van koplopers die deelgenomen hebben aan de werksessies "transitie-experimenten veranderingsgericht (ver)bouwen"

## 6.2.2 Activeren van geselecteerde koplopers via co-creatieve werksessies

Het gemeenschappelijk bepalen van de transitie-experimenten rond veranderingsgericht (ver)bouwen genoodzaakte 2 grote co-creatiestappen: (1) het opstellen van een gemeenschappelijke set van werkbaar leidende principes om hieruit verscheidene transitiepaden te definiëren en (2) het definiëren van transitie-experimenten vanuit grote maatschappelijke vraagstukken.

### 6.2.2.1 van individuele beweegredenen tot gedragen leidende principes

De set van leidende principes rond het gebruik van veranderingsgericht bouwen is een hulpmiddel om enerzijds werkbaar transitiepaden te identificeren en anderzijds de gedefinieerde transitie-experimenten te evalueren op basis van gemeenschappelijke waarden en beweegredenen. Ze kunnen ook aan de basis liggen van een toekomstgerichte visie rond veranderingsgericht (ver)bouwen. Deze laatste stap valt echter buiten de context van deze studie.

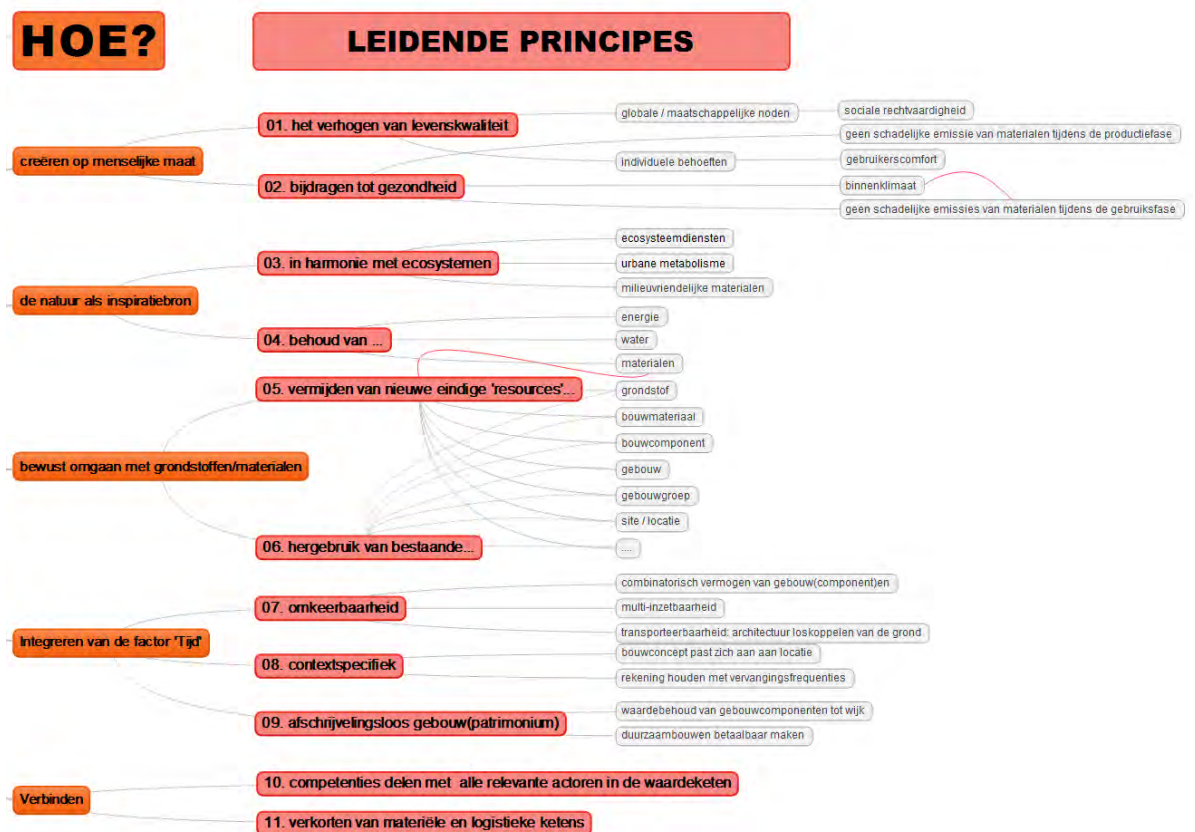
De leidende principes dienen breed toepasbaar te zijn (bv. voor zowel renovatie als nieuwbouw, voor residentieel en niet-residentieel toepassingen en op verschillende schaalniveaus: van bouwproduct tot het stedelijk weefsel), maar niet te veralgemenend (zoals de term "duurzaam"). Het verfijnen tot de werkbaar leidende principes is een proces dat regelmatige terugkoppeling

tussen de koplopers gevraagd heeft. De gekozen set is dan ook een momentopname en kan – indien gewenst – nog gewijzigd worden op basis van nieuwe inzichten.

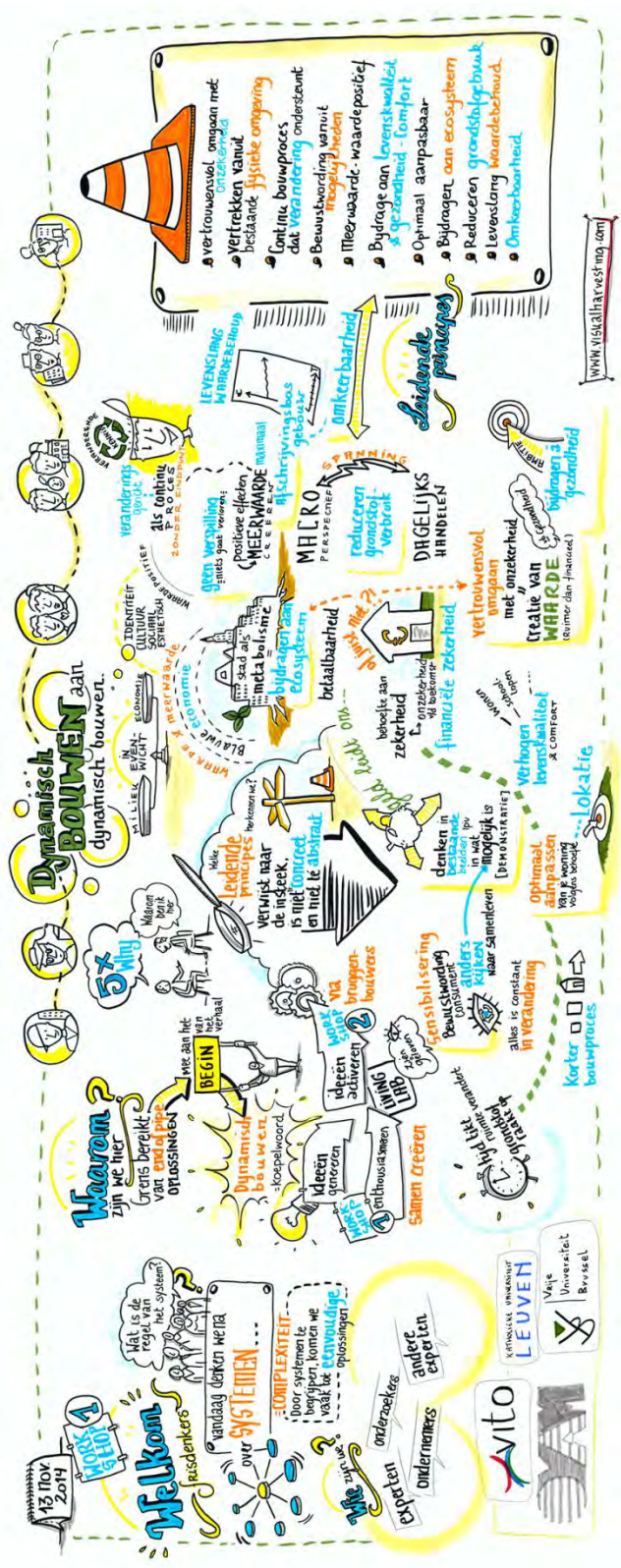
Om tot een set van werkbare leidende principes te komen, werden de volgende stappen gevolgd:

- het overbrengen van eigen ervaringen tussen de koplopers (individuele actie koplopers)
- de identificatie van de beweegredenen voor 'veranderingsgericht (ver)bouwen' (individuele actie koplopers)
- het opstellen van een uitgebreide lijst van leidende principes 'veranderingsgericht (ver)bouwen' uit geïdentificeerde beweegredenen (collectieve actie koplopers en onderzoekconsortium)
- het gezamenlijk bundelen en schrappen van leidende principes in functie van belang en toepasbaarheid (collectieve actie koplopers en onderzoekconsortium)

Figuur 6.2 geeft een momentopname weer van de gekozen set van werkbare leidende principes. Figuur 6.3 geeft een weergave van een deel van het co-creatieproces die tot de definitie ervan leidde.



Figuur 6.2: overzicht van werkbare leidende principes "veranderingsgericht bouwen" na werksessie II



Figuur 6.3: weergave van een deel van het co-creatieproces voor het opstellen van werkbare leidende principes voor 'dynamisch of veranderingsgericht (ver)bouwen' (werksessie I)

De koplopers gaven aan dat hun niche-activiteiten te danken zijn aan één of meerdere van de volgende beweegredenen:

- de wil om via ontwerp- en (ver)bouwprocessen individuele en maatschappelijke veranderingen te ondersteunen;
- vertrouwensvol om te willen gaan met een onzekere en ongekende toekomst, in plaats van er slachtoffer van te zijn;
- de wil om negatieve aspecten van de bestaande bouwpraktijk en het beleid errond actief aan te pakken en te vertalen naar positieve impulsen;
- de wens om innovatieve business-concepten te lanceren en/of werk(gelegenheid) te creëren;
- de wens om het bestaand en toekomstig gebouwpatrimonium optimaal benutten.

Deze beweegredenen werden vervolgens gelinkt aan een eerste set van leidende principes, die uitleggen hoe de koplopers te werk (willen) gaan om veranderingsgericht (ver)bouwen te implementeren in de bouwpraktijk en het beleid. Door het gemeenschappelijk inzicht dat veranderingsgericht (ver)bouwen sterk gelinkt is met maatschappelijke, economische en ecologische principes rond duurzame ontwikkeling, werden alle leidende principes gebundeld onder de volgende klassieke en minder klassieke duurzaamheidsthema's:

– **Creëren op menselijke maat:**

1. het verhogen van de levenskwaliteit door via dynamische (ver)bouwprocessen direct te kunnen inspelen op veranderende individuele noden van de gebruikers (bv. inzake leefcomfort) en veranderende maatschappelijke noden, die onder meer gepaard gaan met demografische veranderingen (gezinssamenstelling, cultuur,...). Daarenboven dient er bij de materiaal- en productkeuze ook de nodige aandacht gegeven te worden aan sociale rechtvaardigheid, met name het respecteren van de werkomstandigheden van arbeiders in de productie-, constructie-, demontage- en afvalverwerkingsfase.
2. bijdragen tot de gezondheid van alle gebruikers en alle belanghebbenden over de gehele levenscyclus van het gebouw, door bij de materiaal- en productkeuze onder meer rekening te houden met de mogelijke emissie van schadelijke stoffen: zowel tijdens het gebruik, voor gebruik, als na gebruik ervan. Aanvullend dienen gebouwen ook rekening te houden met het akoestisch, visueel, en hygrothermisch comfort van de gebruikers. Gezien gezondheidseisen persoonsgebonden zijn, en normatieve eisen inzake gezond bouwen (en leven) nog regelmatig veranderen door voortschrijdend inzicht, kunnen veranderingsgerichte gebouwen gewijzigd worden op maat van de gebruikers.

– **De natuur als inspiratiebron:**

3. naast de gezondheid van de mens, dienen gebouwen en de onderdelen ervan bij te dragen tot het evenwichtig functioneren van lokale en globale ecosystemen – waarvan de mens een onderdeel van is. Gezien ook op vlak van milieuprestatie van gebouwen nog grote stappen gezet moeten worden, hebben veranderingsgerichte gebouwen de aankomende troef dat ze gewijzigd kunnen worden, op basis van voortschrijdend inzicht en gerelateerde wettelijke/normatieve bepalingen.
4. net zoals in de natuur dienen gebouwen te passen binnen continue kringlopen van materialen, water en energie. Zo blijven deze waardevolle 'resources' behouden of worden ze benut voor andere (natuurlijke) processen. Voor het ketenbeheer van grondstoffen en (bouw)materialen zijn de volgende leidende principes van toepassing.

– **Bewust omgaan met grondstoffen / materialen:**

5. vermijden van aanboren van nieuwe eindige 'resources' door vanaf de eerste ontwerpschetsen rekening te houden met het toekomstig hergebruik van grondstoffen, bouwmaterialen, bouwcomponenten, gebouwen, bouwgroepen en de site (cf. Design for Reuse). Het toekomstig hergebruik hangt af van de demontagemogelijkheden, de transformatiecapaciteit en de multi-inzetbaarheid van gebouwen en onderdelen ervan.
6. hergebruik van bestaande sites, bouwgroepen, gebouwen, bouwcomponenten, bouwmaterialen en grondstoffen door bij de eerste ontwerpschetsen zo veel mogelijk rekening te houden met potentieel van het bestaande (cf. Re-Design for Reuse)

– **Integreren van de factor "tijd":**

7. omkeerbaarheid van bouw- en verbouwacties doelt op het feit dat – in tegenstelling tot de huidige manier van (ver)bouwen – gebouwen geen vastliggend karakter mogen bezitten, maar veranderingen dienen te ondersteunen (zie beweegredenen hogerop). Door middel van omkeerbare – en liefst droge – verbindingswijzen kan een vorige (ver)bouwactie gewijzigd worden of zelfs ongedaan gemaakt worden. Een nieuwe (ver)bouwstap wordt dan gedefinieerd door het (her)combineren van de bestaande en eventueel nieuwe gebouwonderdelen. Een andere vorm van omkeerbaarheid is het volledig loskoppelen van het gebouw van de grond. Het gehele gebouw – al dan niet opgedeeld in handelbare onderdelen – wordt dan getransporteerd naar een andere locatie.
8. ieder gebouw wordt bepaald door zijn context. Veranderingsgerichte gebouwen zijn ontworpen opdat ze gemakkelijk aangepast kunnen worden aan de gebruiker (zie 1.), maar ook aan de locatie (bv. klimaat, bouwcultuur, lokale grondstoffen) en houdt rekening met de verschillende vervangingsfrequenties van de gebouwelementen en de bouwcomponenten in functie van de toepassing en het persoonsgebonden gebruik/onderhoud van het gebouw.
9. in tegenstelling tot de huidige bouwwereld waar het aanschaffen van een bestaand gebouw/woning of het (ver)bouwen ervan vaak grote en langdurige leningen genoodzaakt, wenst men via veranderingsgericht bouwen en nieuwe financieringsmodellen de toegang tot betaalbaar bouwen/wonen te vergroten. Een 'afschrijvingsloos' gebouw (patrimonium) stimuleert eigenaars (deels) om hun gebouwen beter te onderhouden en op te waarderen, onder andere door duurzame bouwconcepten te integreren. Hierdoor daalt de werkelijke waarde van het gebouw niet met de leeftijd, maar blijft ze (minstens) behouden.

– **Verbinden:**

10. Gezien veranderingsgericht (ver)bouwen nieuwe competenties vereist, zowel voor het gebruik van gebouwen – zijnde bij het ontwerpen, de productie en constructie ervan, als tijdens en na het gebruik – zijnde onderhoud, vervangingen, verbouwingen ervan en demontage, sortering en hergebruik van de onderdelen – zijn nieuwe samenwerkingsverbanden tussen meerdere/ alle relevante actoren over de gehele waardenketen van het gebouw onontbeerlijk voor het creëren van duurzame business-modellen waarbij bouwmaterialen en bouwcomponenten effectief teruggenomen of geleased worden en gebouwen gemakkelijk aangepast worden op maat van de veranderende noden van de (nieuwe) gebruikers.
11. het verkorten van materiële en logistieke ketens door onder meer het toepassen van prefabricage en het (lokaal) hergebruik van bouwcomponenten, vereenvoudigt de gehele waardeketen. Samen met de hierboven vermelde samenwerkingsvormen, kan het verkorten van de materiële en logistieke ketens zorgen voor een vermindering van de milieu-impact en de financiële kosten over de gehele levenscyclus van de bouwcomponenten en gebouwen.

### 6.2.2.2 van grote maatschappelijke vraagstukken tot transitie-experimenten

Vanuit de koplopergroep werden in een eerste werksessie twee belangrijke maatschappelijke vraagstukken gekozen om de rol van veranderingsgericht (ver)bouwen verder uit te werken: namelijk (1) het kostenintensief karakter dat gepaard gaat met de huidige manier van bouwen en verbouwen, en (2) het huidige onevenwicht tussen de vraag naar gebouwen voor bepaalde knelpunttoepassingen, zoals sociale huisvesting en scholen, en het beperkte aanbod ervoor. Bij de aanvang van de tweede werksessie werd eveneens de (3) huidige afwezigheid van de nodige logistiek aangehaald om bestaande bouwmaterialen en bouwcomponenten te recupereren en te hergebruiken.

Voor ieder van deze maatschappelijke vraagstukken werd gevraagd om de rol te bepalen van veranderingsgericht (ver)bouwen opdat deze vraagstukken in een verre toekomst volledig verdwenen zijn. Dit werd gedaan aan de hand van het opstellen van (digitale) krantenkoppen. Net als in het OVAM-beleidsprogramma werden lange-termijnambities in 2050 vooropgesteld. Vanuit deze krantenkoppen werd gradueel teruggesproken naar de nabije toekomst om te bepalen welke strategische stappen er hiervoor nodig waren. Dit leidde tot de definitie van de volgende transitie-experimenten:



1. "*Meccano voor aanpasbare renovatie*", over de co-ontwikkeling (producent, aannemer en doe-het-zelvers) van een eerste 'meccanokit' voor de verbouwing van bestaande woningen, om de omschakeling naar een open en aanpasbare systeembouw in te leiden.
2. "*Supply, omgekeerde logistiek voor gebruikte bouwcomponenten*", over de recuperatie van interieur-elementen en buitengevelpanelen van bestaande kantoren, waarbij iedere logistieke stap opgenomen/opgevolgd/verbeterd wordt via een slimme samenwerking van vastgoedbedrijven, slopers en verdelers, om de eerste stappen te zetten naar een slim beheersysteem voor het hergebruik van bestaande bouwonderdelen.
3. "*Het Eikenblad, de school die met u meegroeit*", over de cofinanciering, het ontwikkelen en beheren van schoolinfrastructuur die mee-evolueert met de veranderlijke vraag naar schoolplaatsen en wijzigende gebruiksnoden, om te komen tot een rendabel en logistiek beheer(s)baar onderwijsnet en waarbij de toegepaste bouw- en financieringsconcepten opgeschaald kunnen worden naar andere sectoren.
4. "*Stofwisseltijd, een veerkrachtig metabolisme*", over het invullen van het Gentse stadslab Timelab met organisch groeiende ruimtes en herconfigureerbare bouwcomponenten die de snel veranderende activiteiten van de gebruikers moeten ondersteunen, om als stedelijk model te dienen voor een wijk die mee evolueert met haar bewoners en de woon-, werk- en recreatieve activiteiten.

Bovenstaande experimentideeën werden aan de hand van het opstellen van verhaallijnen verder uitgewerkt. Alle verhalen werden opgebouwd in drie grote delen:

- "*Er was eens...*": waarbij één of meerdere van bovenstaande *maatschappelijke vraagstukken* via de ogen van één of twee hoofdspelers geconcretiseerd worden (tijdstip: vandaag, 2014-2015).
- "*Op een dag dat...*" waarbij het *beoogde transitie-experiment* geschetst wordt aan de hand van de hoofdspeler(s). Hierbij worden niet alleen de verwachte opportuniteiten voor de betrokken actoren vermeld, maar ook mogelijke hindernissen. (tijdstip: nabije toekomst, 2015-2020)
- "*Vanaf die dag...*": waarbij de bijdrage van het transitie-experiment tot de *gewenste systeemverandering* op lange termijn beschreven wordt (tijdstip: verre toekomst: 2025-2050)

Vervolgens werden deze momentopnames geïllustreerd via kernachtige tekeningen. Deze tekeningen hebben als voornaamste doelstelling om de opzet van de transitie-experimenten over te brengen aan derden. Bij de zoektocht naar bruggenbouwers die de initiatieven van de koplopers wensen te ondersteunen kunnen deze tekeningen een grote communicatieve waarde hebben. Daarnaast zullen de tekeningen ook als basis dienen voor het verder vormgeven van de transitie-experimenten.

Figuur 6.4 schetst een deel van het co-creatieproces voor het definiëren van de transitie-experimenten.



Figuur 6.4: weergave van een deel van het co-creatieproces voor het definiëren van de transitie-experimenten "veranderingsgericht (ver)bouwen"

### 6.2.3 Verdere actie: het aftoetsen van de geformuleerde transitievoorstellen bij bruggenbouwers

Een succesvol transitie-experiment gaat verder dan het uittesten (en demonstreren) van nieuwe concepten in een beschermde omgeving door gedreven koplopers. Het uitrollen van innovatieve concepten en oplossingen met betrekking tot veranderingsgericht (ver)bouwen hangt evenzeer af van bruggenbouwers die – lerend uit de experimenten – deze innovatieve concepten en oplossingen kunnen faciliteren en versneld ingang kunnen doen vinden (binnen hun eigen werksfeer en ruimer).

Het is dan ook de intentie van de koplopers en het onderzoekconsortium om per voorgesteld transitie-experiment op zoek te gaan naar geschikte bruggenbouwers die de experimenten verder kunnen vormgeven en te onderzoeken welke rol ze kunnen aannemen om de integratie van dynamisch (ver)bouwen in de Vlaams/Belgisch/Europese bouwpraktijk en beleid mogelijk te maken.

De volgende niet-limitatieve lijst van (toekomstige) acties wordt vooropgesteld:

- de identificatie van de geschikte bruggenbouwers per gedefinieerd transitie-experiment (actie VITO en koplopergroep)
- de voorstelling van het transitie-experimentvoorstel aan de hand van het geïllustreerd verhaal aan geïdentificeerde bruggenbouwers (actie koplopers)
- het verder verfijnen van het transitie-experimentvoorstel aan de hand van feedback van bruggenbouwers, waaronder het identificeren van de geschikte financieringskanalen en mogelijke juridische hindernissen (actie koplopers en VITO)
- onderzoeken welke dominante trends en evoluties de druk (kunnen) verhogen op de huidige (statische) bouwpraktijk en hierdoor het opnemen van dynamische bouwconcepten en -oplossingen zou vergemakkelijken? Bijvoorbeeld, het (steeds) schaarser en duurder worden van grondstoffen, zou hoogwaardige recycling van bouwmaterialen en hergebruik van bouwcomponenten kunnen bevorderen.
- tesamen met de bruggenbouwers bepalen wat ieder van hen kan doen om veranderingsgericht (ver)bouwen te introduceren in zijn/haar eigen werksfeer?
- tezamen met bruggenbouwers en koplopers bepalen welke slimme samenwerkingsverbanden er nodig zijn voor het opzetten van succesvolle en duurzame business-initiatieven om veranderingsgericht (ver)bouwen (verder) te implementeren in de bouwpraktijk en het beleid errond.

VITO en de OVAM zullen verdere contacten met de koplopers nemen om bovenstaande acties verder in te plannen.

## 6.3 Conclusies

### 6.3.1 Procesgerelateerde conclusies

Het bepalen van transitie-experimenten rond veranderingsgericht (ver)bouwen vereist een gemeenschappelijk engagement van de koplopers (en de bruggenbouwers). Er is dan ook genoeg tijd gespendeerd tijdens de verscheidene werksessies om de betrokken individuen te enthousiasmeren en te activeren om gezamenlijk acties te ondernemen. Vooraleer de transitie-experimenten gedefinieerd konden worden, was het dan ook noodzakelijk om een gemeenschappelijk denkkader op te bouwen met de deelnemers. Het co-definiëren van werkbaar leidende principes, vertrekkende vanuit de eigen beweegredenen van de koplopers was een belangrijke schakel om dit gemeenschappelijk gedachtegoed te creëren. Dit vereiste weliswaar de nodige tijd om elkaar te kennen, te begrijpen en om vanuit ieders expertise te leren kennen. Sommige koplopers spraken naast de gefaciliteerde werksessies ook met elkaar af om dit gemeenschappelijk gedachtegoed verder te concretiseren.

Zoals aangegeven in paragraaf 6.2.1, werd er reeds vanaf het begin van de werksessies opgemerkt dat het vertrouwen tussen sommige koplopers en vooral naar buitenstaanders toe

nog beperkt is – dit ondanks het hoger vernoemd gemeenschappelijk gedachtegoed. Dit is echter te begrijpen, gezien sommige koplopers hun niche-activiteiten wensen te beschermen van potentiële indringers. Er dient dan ook respect gekoesterd te worden voor alle koplopers die bereid waren hun visie – en vaak ook hun expertise – te delen, ondanks het feit dat ze in de praktijkwereld soms elkaars concurrenten zijn. Voor gelijkaardige redenen werd door de koplopergroep beslist om de potentiële bruggenbouwers – die vaak ook regimespelers zijn – voorzichtig te kiezen. Dit inzicht heeft uiteindelijk geleid om niet onmiddellijk met de voorstellen voor transitie-experimenten naar een (algemene) bruggenbouwergroep te stappen. Per gedefinieerd transitie-experiment zullen de geschikte bruggenbouwers geïdentificeerd worden en aparte contacten gelegd worden. Deze activiteiten vallen buiten de looptijd van dit project.

De visuele verslaggeving was een bijkomende troef binnen de co-creatiesessies. Niet alleen zorgde de ter plekke gemaakte en kernachtige tekeningen van Visual Harvesting voor (zelf-)reflectie van tussentijdse resultaten, het verbeterde en versnelde ook de communicatie tussen de koplopers onderling. Wij raden dan ook aan om dergelijke (proces-bevorderende) communicatietechnieken te gebruiken in de volgende stadia van het opzetten van de transitie-experimenten.

### **6.3.2 Resultaatgerichte conclusies**

Transities gaan gepaard met complexe systeemveranderingen, die zich uiten op verscheidene niveaus van het systeem en waarbij de relatie tussen verschillende actoren verandert.

Tabel geeft weer wie er betrokken wordt met de beoogde transitie-experimenten (in een rechtstreekse of onrechtstreekse rol). Daarnaast, komen verscheidene vormen van innovatie aan bod: van de ontwikkeling van nieuwe technologische (bouw)oplossingen tot het introduceren van nieuwe socio-economische vormen. De transitie-experimenten geven dan ook deels een antwoord aan enkele belangrijke hindernissen waargenomen via de SWOT-analyse (zie Hoofdstuk 2) en de geanalyseerde voorbeeldprojecten (zie Hoofdstuk 3):

- nood aan samenwerking tussen alle belanghebbende actoren over de gehele waardeketen van het gebouw (inclusief beleidsactoren)
- nood aan grootschalige en veelvuldige demonstratieprojecten om het gebrek aan kennis op te vangen
- nood aan nieuwe financieringsmodellen
- nood aan nieuwe business-vormen
- nood aan een aangepast juridisch kader om niche-experimenten toe te laten

<b>betrokken actor</b>	<b>Meccano voor aanpasbare renovatie</b>	<b>Supply</b>	<b>Eikenblad</b>	<b>Stofwisseltijd</b>
ontwerper (architect/studiebureau)			X	x
producent van bouwproducten	X	X		
producent van bouwsystemen	X		X	x
aannemer (ver)bouwen	X			
verdelers bouwcomponenten	X	X	X	x
beheer van gebouwen / bouwcomponenten			X	X
gebouweigenaar	X	X	X	x
gebruiker	X		x	X
vastgoedmakelaar		X		
aannemer sloop/demontage		X		
financieringsinstelling	X		X	
logistiek (stockage, transport)	X	X	X	
lokaal en regionaal beleid / beleidsmakers	x	X	X	X
kennisinstelling	x	X	x	

met: 'X': expliciet vernoemd; 'x': impliciet aanwezig

**Tabel 6.2: betrokken actoren per gedefinieerd transitie-experiment**

<b>betrokken actor</b>	<b>Meccano voor aanpasbare renovatie</b>	<b>Supply</b>	<b>Eikenblad</b>	<b>Stofwisseltijd</b>
nieuwe technologische oplossingen	X		X	X
slimme samenwerkingsvormen	X	X	X	x
nieuwe financieringsvormen	x	x	X	
duurzame business-modellen	X	X	X	X
beleidsruimte		X	x	X
sociale innovatie			X	X

met: 'X': expliciet vernoemd; 'x': impliciet aanwezig

**Tabel 6.3: beoogde type innovatie per gedefinieerd transitie-experiment**

Tenslotte wordt met het voorgesteld transitiekader een bijdrage geleverd aan drie van de vier korte-termijnaanbevelingen vanuit de OVAM-Technum workshops in 2014 (zie paragraaf 6.1). Enerzijds geeft de set van leidende principes (samen met de gemeenschappelijke taal beschreven in Hoofdstuk 2 en het evaluatiekader verfijnd in Hoofdstuk 3) een basis voor de ontwikkeling van een denk- en evaluatiekader. Vervolgens worden in 3 van de 4 beoogde transitie-experimenten nieuwe technologische bouwoplossingen ontwikkeld en/of op beter op elkaar afgesteld. Tenslotte, kunnen deze eerste transitie-experimenten de aanzet geven voor het opzetten van een Living Lab "Veranderingsgericht (ver)bouwen" voor het beheer en de uitvoering van bestaande en nieuwe transitie-experimenten.

Tijdens de laatste begeleidingsgroepvergadering hebben verscheidene leden hun interesse getoond om een actieve rol (als bruggenbouwer) te spelen in de volgende fase van het opzetten van de transitie-experimenten.

# 7 Algemene aanbevelingen en verdere acties

Uit de vorige Hoofdstukken is gebleken dat de (verdere) implementatie van veranderingsgericht (ver)bouwen in de bouw- en beleidspraktijk nog verdere acties genoodzaakt. Hiervoor zullen verschillende actoren – in het bijzonder ontwerpers, beleidsmakers en kennisinstellingen – de handen in elkaar moeten slaan. In dit Hoofdstuk worden dan ook verdere aanbevelingen geformuleerd.

## 7.1 Ontwerpaanbevelingen

### 7.1.1 Vanaf de eerste ontwerpsetsen

Net als bij de Gandhi-studie (Paduart et al 2013), bevestigt deze studie het belang van het opnemen van aspecten rond veranderingsgericht (ver)bouwen vanaf de eerste stadia van het ontwerpen. Daarom moeten ontwerpers snel inzicht krijgen in de mogelijke troeven en obstakels die veranderingsgericht (ver)bouwen met zich meebrengen. We raden dan ook aan om de ontwerpfiles die opgemaakt werden in het kader van deze studie te verspreiden via verscheidene kanalen om naast 'koplopers' ook '(na)volgers' te sensibiliseren. De ontwerpfiles – met geïllustreerde uitleg over de te gebruiken ontwerpprincipes, praktijkvoorbeelden en verdere referenties – zullen samen met dit rapport verschijnen op de OVAM-website. Bovendien zal de brochure "Een gemeenschappelijke taal" met de beschrijving van 12 typerende begrippen ook toegankelijk zijn op de OVAM-website.

Voor meer specifieke ontwerpaanbevelingen per ontwerpprincipes, verwijzen we naar de ontwerpfiles via [www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen](http://www.ovam.be/veranderingsgerichtbouwen).

### 7.1.2 Ontwerpend onderzoek, onderzoekend ontwerpen

Bij het uitvoeren van deze studie is meermaals gebleken dat er geen standaardoplossingen bestaan voor veranderingsgericht (ver)bouwen. Voor iedere ontwerpuitdaging is het dan ook belangrijk dat naar geschikte oplossingen gezocht wordt, in functie van onder meer de gebouwtoepassing (scholen, huisvesting, kantoren, ...), de bouwcontext (nieuwbouw, vernieuwbouw, kleine renovatie) en het beschikbaar budget, maar ook de langetermijnvisie op het gebouw. Ontwerpactiviteiten dienen dan ook gekoppeld te worden aan parallelle (technische en niet-technische) studieactiviteiten waar bestaande en nieuwe ontwerpoplossingen getoetst worden aan deze veranderlijke randvoorwaarden. Een transdisciplinaire samenwerking tussen architecten en studiebureaus onderling en andere partijen, zoals producenten, aannemers, projectontwikkelaars, ruimtelijke planners, gebouwbeheerders, financieringsbedrijven en juristen, is dan ook wenselijk. Op technisch vlak, dient er extra aandacht geschonken te worden aan de detaillering van (demonteerbare) gebouwelementen ten aanzien van (normatieve) comfort- en bouwfysische eisen (zoals hygrothermische en akoestische prestatie, structurele veiligheid, brandveiligheid, etc.). Voor milieugerelateerde en financiële ontwerpbeslissingen: zie paragraaf 7.1.3.

Onderzoekend ontwerpen gaat hand-in-hand met het experimenteren op een levensechte schaal. Het heeft dan ook een belangrijke rol in het uitvoeren van (ontwerperelateerde) transitie-experimenten (zie ook paragraaf 7.2.4)

### 7.1.3 Integratie van het verfijnd evaluatiekader in het ontwerpproces

Om een beter inzicht te hebben in de gevolgen van ontwerpbeslissingen op alle levenscyclusfasen van het gebouw – de gebouwgroep/wijk of het gebouwelement – raden we ontwerpers aan om hun ontwerpbeslissingen steeds te toetsen aan de hand van het evaluatiekader, dat verfijnd en aangevuld werd in deze studie. De ontwerprijlijnen (zie paragraaf 4.2) – rechtstreeks gerelateerd aan de kwalitatieve evaluatiecriteria – geven al vroeg in het ontwerpproces aan welke toekomstgerichte voor- en nadelen het schets- en voorontwerp

met zich kan meebrengen. Op gebouw- en elementniveau wordt hier voornamelijk gekeken naar gebruikers- en leefcomfort, gemak bij vervangingen of veranderend gebruik en het vermijden van bouw- en sloopafval. Deze set van ontwerprichtlijnen kan dan ook als eerste leidraad genomen worden om veranderingsgericht te (her)ontwerpen. Ze bieden echter geen garantie op de beste milieu- en financiële prestatie. Hiervoor dient het voor- en gedetailleerd ontwerp getoetst te worden aan een kwantitatieve evaluatie op basis van levenscyclusanalyse (LCA) en levenscycluskostenberekening (LCC). Deze kwantitatieve analyse biedt extra inzichten ten aanzien van initiële meerkosten en potentiële levenscycluswinsten – zowel op vlak van milieu- als financieel – van ontwikkelde element-, gebouw- en wijkoplossingen. De beschreven analyses in Hoofdstuk 5 hebben aangegeven dat ontwerpers deze informatie nodig hebben om objectieve ontwerpkeuzes te maken waarbij zo hoog mogelijke kwaliteiten van het ontwerp nagestreefd worden, met zo laag mogelijke milieu-impact en financiële kosten – zowel initieel als over de gehele levenscyclus. Dergelijke beslissingen kunnen best ondersteund worden op basis van een Pareto-optimalisatie (cf. multi-objective optimisation) in combinatie met het hoger beschreven ontwerp onderzoek (zie paragraaf 7.1.2)

De kwalitatieve en kwantitatieve evaluaties geven ontwerpers een objectieve onderbouwing van en argumentatie voor hun ontwerpkeuzes. Op basis hiervan kunnen ze doelgericht veranderingsgerichte ontwerpstrategieën voor individuele, maatschappelijke, economische en ecologische doeleinden.

Uit de adviesprojecten is gebleken dat er vaak pragmatisch omgegaan moet worden met dynamische ontwerp oplossingen. Indien individuele en maatschappelijke voordelen te koppelen zijn aan veranderingsgerichte oplossingen op element- en gebouwniveau, maar dat de initiële financiële of ecologische kosten een belemmering vormt voor het implementeren, dan zijn strategische keuzes aan de orde. Om de initiële financiële en/of ecologische meerkosten te beperken en tegelijkertijd de levenscyclusvoordelen en kwaliteiten te vergroten, dienen dynamische en statische bouwoplossingen vaak gecombineerd te worden. Dergelijke optimalisatieoefeningen vereisen inzicht in de relatie tussen het dynamisch ontwerpgehalte van gebouw- en elementoplossingen en hun kwantitatieve en kwalitatieve kenmerken. Het evaluatiekader is dan ook niet los te koppelen van de (onderzoekende) ontwerpactiviteiten.

## **7.2 Beleidsaanbevelingen**

### **7.2.1 integratie van het verfijnd evaluatiekader in Belgische praktijk- en beleidstools**

Zowel uit de analyse van de voorbeeldprojecten (Hoofdstuk 3) als bij de advisering van bestaande (ver)bouwprojecten (Hoofdstuk 5) kwam de vraag vanuit de bouwpraktijk voor het opstellen van bijkomende instrumenten die ontwerpers en bouwheren zullen helpen bij het nemen van ontwerpbeslissingen ten aanzien van veranderingsgericht (ver)bouwen en het implementeren ervan in de bouwpraktijk. Er wordt dan ook naar verschillende toepassingspecifieke beleidsadministraties (waaronder VMSW, AGIO en VIPA) gekeken voor de integratie van het verfijnd evaluatiekader in meerdere bestaande praktijk- en beleidstools. Via de begeleidingsgroep en aparte communicatie via de OVAM werd tijdens de uitvoering van deze studie deze vraag ook overgebracht aan VMSW, AGIO en VIPA voor de toepassing ervan in de evaluatie/subsidie van sociale huisvesting, schoolinfrastructuur en zorg(wonen). Uit eerste verkennende gesprekken blijkt dat bestaande instrumenten zoals het C2008-bestek (VMSW), Instrument voor Duurzame Scholen van (AGIO, GO! en evr-architecten) en de VIPA –criteria duurzaamheid niet rechtstreeks of volledig compatibel zijn met het verfijnd evaluatiekader. Dezelfde conclusie geldt ook voor de Vlaamse Maatstaf (LNE) (zie paragraaf 4.3 en 0).

We raden dan ook aan om met de betrokken actoren een graduele integratie van het evaluatiekader in de vernoemde praktijk- en beleidsinstrumenten uit te werken. Een eerste laagdrempelige stap is het integreren van de kwalitatieve evaluatiecriteria – en hieraan gelinkt de ontwerprichtlijnen rond veranderingsgericht (ver)bouwen – in de bestaande praktijk- en beleidsinstrumenten. Een moeilijkere – maar noodzakelijke – stap is het integreren van het kwantitatief deel van het evaluatiekader. Dezelfde levenscyclusaanpak kan gebruikt worden voor materiaalgerelateerde aspecten, maar ook andere duurzaamheidsthema's, zoals energie-



en watervoorziening en mobiliteit. Het integreren van het kwantitatief luik van het evaluatiekader in praktijk- en beleidsinstrumenten kan ondersteund worden door de ontwikkeling van gebruiksvriendelijke (standalone) evaluatie-instrument voor ontwerpers (zie paragraaf 7.2.2).

Het kwantitatieve evaluatieluik kan tevens een toevoegde waarde hebben bij het bepalen van de overheidssubsidies voor het (ver)bouwen van gebouwen met een belangrijke maatschappelijke functie. Dankzij het moneteriseren van de initiële en levenscyclus milieu-impact kan een onpartijdige maar contextspecifieke financiële waarde aangenomen worden op de vermeden milieu-impact dankzij het toepassen van veranderingsgerichte ontwerp- en bouwprincipes. Ook het aantonen van financiële levenscycluswinsten bij initiële meerkosten zou zo beter voor een financiële ondersteuning in aanmerking komen.

Naast deze toepassings specifieke instrumenten, kan het verfijnd evaluatiekader ook een rol spelen bij de evaluatie van architectuurwedstrijden. Wij raden dan ook aan bij het Team Vlaamse Bouwmeester om de ontwerprichtlijnen opgenomen in het evaluatiekader in overweging te nemen bij het uitschrijven van opdrachten en de evaluatie/jurering van ontwerpvoorstellen.

## **7.2.2 Ontwikkeling van een gebruiksvriendelijke evaluatietool voor ontwerpers**

De opname van ontwerpprincipes ten aanzien van veranderingsgericht (ver)bouwen zal aanzienlijk verbeteren als ontwerpers zelf ontwerpvoorstellen kunnen vergelijken op basis van hun kwaliteiten en milieugerelateerde en financiële prestaties.

De drie Gewesten hebben de handen in elkaar geslagen voor de ontwikkeling van een ontwerpinstrument voor architecten en studie bureaus waarbij de materiaalgerelateerde milieuprestaties van ontwerp oplossingen van gebouw(element)en op een gebruiksvriendelijke manier geëvalueerd kunnen worden. Een eerste publieke versie wordt verwacht tegen eind 2015.

Wij raden dan ook aan om op middellange termijn dit ontwerpinstrument uit te breiden met de een financiële kostenberekenningsmodule en anderzijds specifieke aandacht te besteden aan het evalueren van veranderingsgerichte ontwerp bouwoplossingen over de gehele levenscyclus van het gebouw(element). Methodologisch dient de bepalingsmethode achter het evaluatie-instrument verder uitgebreid en verfijnd te worden om waarheidsgetrouw vervangingen te modelleren (zie paragraaf 7.3.1) en de mogelijkheid om ontwerpvoorstellen te optimaliseren op basis van hun milieu- en financieel levenscyclusprofiel, in combinatie met hun kwaliteitsverschillen (zie paragraaf 7.3.2)

## **7.2.3 het opzetten van een Belgisch lerend netwerk**

Vanuit de OVAM-Technum workshops in 2014 en uit de SWOT-resultaten (zie paragraaf 2.1) binnen deze studie weten we dat de praktijk rond veranderingsgericht (ver)bouwen nog een steile leercurve moet ondergaan. Niet alleen moeten verschillende actoren, zoals ontwerpers, gebouweigenaars/bouwheren, aannemers en beleid gesensibiliseerd worden rond de huidige bouwproblematiek en de potentiële meerwaarde en trade-offs bij het gebruik van veranderingsgerichte (ver)bouwstrategieën, maar dient er ook publieke praktijk informatie verspreid te worden over de goede en slechte praktijken hieromtrent. Wij raden dan ook aan om een Belgisch lerend netwerk op te starten waarbij de aangesloten partijen kunnen leren van elkaars praktijken en inzichten. Hierbij zal ook een belangrijke brug geslagen moeten worden met activiteiten van koplopers (zie ook paragraaf 7.2.4).

Tenslotte raden we aan om in samenspraak met verschillende sector- en beleidsactoren na te gaan welke bijdrage veranderingsgericht (ver)bouwen kan leveren tot brede en specifieke maatschappelijke en commerciële/economische doelstellingen binnen Vlaanderen/België.

## **7.2.4 het opzetten van een Living Lab**

De beschreven activiteiten in Hoofdstuk 6 geven aan dat er meer ruimte gegeven moet worden aan koplopers en frisdenkende die trachten hun duurzame niche-activiteiten op te schalen naar de dagelijkse bouwpraktijk. De beschreven transitie-experimenten zijn maar enkele pistes om

de transitie naar de opname van veranderingsgericht (ver)bouwen in de bouw-, beleids- en financieringspraktijk te integreren. Het opzetten van een Living Lab heeft meerdere troeven:

- algemene lessen worden door een centraal monitorings- en procesbegeleidingsteam opgevangen en bestudeerd om hieruit gerichte acties te ondernemen voor het succesvol uitvoeren van de transitie-experimenten onderling (cf. reflectieve monitoring). Hieruit kunnen ook gerichte acties ondernomen worden naar de beoogde systeemveranderingen.
- bundelen van financiële en logistieke middelen voor het opzetten van gezamenlijke pilootprojecten
- een centraal aanspreekpunt voor de communicatie rond de transitie-experimenten en hierdoor ook een rechtstreekse relatie met het op te zetten lerend netwerk. (zie paragraaf 7.2.3)

Door het opzetten van een Living Lab kan tevens het beleid inspanningen leveren om meer juridische en financiële ruimte te geven aan innovatietrajecten. Het creëren van een beleidsluwe ruimte is noodzakelijk om veranderingen in onder meer het juridische en financieel systeem te verwezenlijken. Hierbij dient dan ook afgestapt te worden van het sectoraal denken dat nog steeds aanwezig is in het huidige beleid.

Tijdens de uitvoering van dit project zijn al gesprekken opgestart tussen Vlaamse en Nederlandse belanghebbenden voor het oprichten van een Belgisch-Nederlands initiatief. Dit heeft ook zin, gezien het toepassen van veranderingsgericht (ver)bouwen de landsgrenzen overstijgt. Er dient weliswaar genoeg aandacht besteed te worden aan de verschillende gebruik- en bouwcultuur tussen de verschillende landen en regio's. Een goede procesbegeleiding is dan ook van belang. Tijdens de co-creatiesessies, beschreven in Hoofdstuk 6, hebben verscheidene koplopers de wens uitgedrukt om verder begeleid te worden bij het opzetten van de transitie-experimenten en het verder implementeren in de bouwpraktijk.

## 7.2.5 Een sluitend economisch kader

De implementatie van veranderingsgericht (ver)bouwen in de Vlaams/Belgische/Europese bouw- en beleidspraktijk zal afhangen van de voor- en nadelen die de verschillende stakeholdergroepen zullen ondervinden. Het is dan ook belangrijk dat de economische voor- en nadelen op korte en (middel)lange termijn bij het toepassen van dynamisch (ver)bouwen in kaart gebracht worden. Een macro-economische studie zal kostbare inzichten verschaffen in de volgende macro-aspecten:

- de creatie van werkgelegenheid;
- het ontwikkelen van mogelijke logistieke trade-offs (bv. transport);
- de in- en uitstroom van grondstoffen en materialen en hierbij de afhankelijkheid van import van goederen;
- (economisch) effect op de vermindering van bouw- en sloopafval.

Deze economische aspecten dienen bekeken te worden over meerdere economische sectoren, binnen de bouwsector, maar ook ondersteunende sectoren, zoals de logistieke sector.

Vervolgens kan er bekeken worden welke financiële ruimte aanwezig is om maatschappelijk voordelige initiatieven van zowel bouwprofessionals als particulieren te stimuleren. Indien initiële financiële voordelen aanwezig zijn voor alle betrokken actoren, dan dient het beleid niet tussen te komen. Indien enkel financiële levenscyclusvoordelen bepaald kunnen worden, maar financiële meerkosten aanwezig is, dan kan de overheid bekijken hoe (economische en maatschappelijke) levenscyclusvoordelen vertaald kunnen worden naar stimulerende (economische) instrumenten, zoals subsidies en belastingaftrek.

## 7.2.6 Stimuleren van verdere onderzoeks- en ontwikkelingspistes

Zoals aanbevolen in de Gandhi-studie (Paduart et al 2013) kan de overheid nog steeds een bepalende factor zijn bij het aanreiken van (bijkomende) onderzoekstudies die enerzijds het

belang en het (toepassingsgericht) gebruik van veranderingsgericht (ver)bouwen verder in detail onderzoeken en anderzijds verder bepalen hoe het beleid hierop kan inspelen. Er kan hierbij aanvullend gedacht worden aan het gericht stimuleren van innovatieve bouwontwikkelingen door publiek-private financiering, zoals gebeurde in Nederland tussen 1998 en 2005 bij het opzetten van het IFD-programma (i.e. Industrieel Flexibel en Demontabel Bouwen). Voor concrete onderzoeksacties, zie paragraaf 7.3.

## 7.3 Verdere onderzoeksacties

### 7.3.1 Modelleringen van vervangingen

Het kwantitatief luik van het evaluatiekader is voornamelijk gebaseerd op methodologische aannames binnen andere onderzoeksprojecten zoals SuFiQuaD en MMG (Allacker et al 2011; Debacker et al 2013), waarbij ook andere en meer traditionele bouwconcepten onderzocht werden. Vervangingen werden in deze voorgaande projecten dan ook gemodelleerd op basis van de meest gangbare bouwpraktijk, zonder rekening te houden met veranderingsgerichte ontwerp- en bouwprincipes. Als gevolg hiervan, moesten in dit onderzoeksproject veel kwantitatieve berekeningen ten aanzien van vervangingen handmatig gebeuren bij het adviseren van de ontwerpteam. Om de analysetijd te verkorten, raden we dan ook aan om zowel op vlak van methodologie als op vlak van modelleringstechnieken onder meer rekening te houden met het type verbindingen (omkeerbaar of niet omkeerbaar) en het mogelijks verschil in vervangingsfrequentie (kleiner, gelijk aan of groter) van aanliggende componenten en de toegankelijkheid van het te vervangen onderdeel.

Daarnaast dient ook het methodologisch kader ten aanzien van vermeden milieu-impact en financiële kosten bij het recycleren van materialen, hergebruik van bouwcomponenten en de energierecuperatie bij verbranding van afval uitgebreid en verfijnd worden. De gebruikte bepalingmethode voor LCA- LCC-berekeningen binnen deze studie houdt enkel rekening met recuperatie van materialen, bouwcomponenten en energie aan de voorzijde van de levenscyclus van gebouw(element)en. Echter, de potentiële milieu- en of financiële winsten bij veranderingsgericht (ver)bouwen zijn net te verwachten wanneer bouwcomponenten en bouwmaterialen vervangen worden tijdens het gebruik van het gebouw(element). Het methodologisch kader dient dan ook verder uitgewerkt te worden, zodanig dat vermeden (netto) milieu- en financiële kosten bij vervangingen – en bij het eindeleven van gebouw(element)en – in kaart gebracht worden. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is het vaststellen van dezelfde systeemgrenzen voor zowel de financiële als de milieuevaluatie.

### 7.3.2 LCA/LCC optimalisatie op gebouwniveau

Tijdens het kwantitatief advies op gebouwniveau van het HoZe-project werd van de extreme situatie vertrokken dat *alle* bestudeerde gebouwelementen en hun onderdelen op vooraf gedefinieerde tijdstippen zouden vervangen worden. We weten dat de kans klein is dat dit zich in de werkelijkheid zal voordoen. Gebouwelementen worden vaak gedeeltelijk vervangen/gedemonteerd. Aanpassingen in gebouwen gebeuren zelden over het gehele gebouw. Daarenboven zijn de toekomstige prijzen op arbeid, energie en materiaal onzeker. Voor het verkrijgen van meer genuanceerde inzichten dienen er zich op methodologisch vlak de volgende aspecten in rekening gebracht worden:

- parameterisatie van verschillende ontwerp- en analyseparameters – zoals de frequentie van upgrades en vervangingen, groei- en discontovoeten en prijsramingen – die via gevoeligheidsanalyses onderzocht kunnen worden
- opmaak van verscheidende realistische en extreme gebruikscenario's
- rekening houden met de onzekerheid van bepaalde fysische, financiële en milieudata

Het integreren van bovenstaande aspecten zou toelaten om betere ontwerp- en beheerbeslissingen te maken. Zowel tijdens de ontwerpfase als tijdens de gebouwbeheerfase kan dan gezocht worden naar de meest wenselijke gebouwoplossing(en). Gezien ontwerpverbeteringen onder andere uitgevoerd worden op basis van zowel milieu- en financiële

kosten, als initiële en levenscycluskosten, lijkt een Pareto-optimalisatie in combinatie met gevoeligheidsanalyses aangewezen. Naast deze financiële en milieuoptymalisatie van bouwoplossingen, dienen ook de kwaliteitsverschillen tussen de geselecteerde optima geïntegreerd te worden in het beslissingsproces.

### **7.3.3 Arbeidskosten voor (de)montagekosten**

Uit de uitgevoerde financiële analyses, beschreven in paragraaf 4.4 en 5.4, blijkt dat de arbeidskosten die gepaard gaat met het demonteren en opnieuw monteren van bouwcomponenten doorslaggevend kunnen zijn in de financiële levenskosten wanneer statische en dynamische gebouw(element)varianten vergeleken worden met elkaar. Als basisdata werden gemiddelde kostprijzen voor de Vlaamse bouwpraktijk genomen via Aspen (2012). Deze referentie is echter enkel geschikt voor bouwactiviteiten die al breed zijn opgenomen in de bouwmarkt. Uit gevoeligheidsanalyses, beschreven in paragraaf 5.4.1.1, blijkt dat deze arbeidskosten de uiteindelijke ontwerpbeslissing kan beïnvloeden.

De Stichting Arbeidstechnisch Onderzoek in de Bouw (SAOB) uit Nederland kwam tot de conclusie dat er tussen de "normtijd" (waarbij enkel productieve handelingen in acht genomen worden) en de "richttijd" (waarbij een toeslag is voor aan- en afloopverliezen, rust en persoonlijke verzorging, planlezen en overleg, onderhoud van gereedschappen) een gemiddeld verschil is van 85% en dat op deze tijdsraming nog eens toeslag moet toegepast worden voor de werfsituatie (aanvoer, stapeling, ...) variërend van 20% tot 200% met een gemiddelde van 80%.

We raden dan ook aan om een meer diepgaande analyse uit te voeren van de werkelijke arbeidskosten (met inbegrip van uurlozen en duur van de handelingen) die gepaard gaan met het demonteren en opnieuw monteren van veranderingsgerichte bouwcomponenten. Er is nood aan een rechtstreekse dialoog met de bouwpraktijk om te begrijpen hoe dat de prijsbepaling gebeurt en welke alternatieven om de prijs te drukken er bestaan (bv. doe-het-zelf).

### **7.3.4 Macro-analyse en typologisch onderzoek**

In het licht van het opstellen van toekomstige richtlijnen voor het verbeteren van de kwaliteit van het Vlaams/Belgische gebouwpatrimonium, dient onderzocht te worden welke rol en impact veranderingsgericht (ver)bouwen kan spelen in het verbeteren van het comfort van gebouwen, de betaalbaarheid die gepaard gaat met (ver)bouw- en upgradehandelingen en de milieuvriendelijkheid ervan over de gehele levenscyclus van het gebouw. Dergelijke macro-analyse kan het best gebeuren via gebouwtypologie, waarbij veranderingen in kwaliteiten, financiële en milieuwinsten- en lasten via het gebruik van verscheidene (ver)bouwstrategieën onderzocht wordt aan de hand van representatieve residentiële en niet-residentiële gebouwtypes. Rekening houdend met de representativiteit van de gekozen gebouwtypes, kunnen er voor ieder type vervolgens toekomstgerichte maatregelenpakketten opgesteld worden.

Ook op wijk- en stedelijk niveau dient men na te gaan welke voor- en nadelen er via dynamische (ver)bouwstrategieën te halen zijn. Welke bijdrage kan veranderingsgericht (ver)bouwen leveren ten aanzien van het (her)ontwikkelen van brown- en blackfields, en het omvormen van stadskankers naar levende en geïntegreerde stadsdelen? Hierbij dient de (tijdelijke) eigenaarschap van gronden in rekening gebracht te worden.

### **7.3.5 Ontwerpcatalogi geparametriseerde oplossingen voor meerdere toepassingen**

Er is nood aan catalogi met veranderingsgerichte elementoplossingen per functie (woning/school/kantoor/...) en per soort project (nieuwbouw/ renovatie), zodat ontwerpteams op een eenvoudige en snelle manier geholpen kunnen worden op vlak van materialisatie en detailleringen. Deze (digitale) catalogi omvatten mogelijks ook een milieu- en kostenanalyse om ontwerpteams en bouwheer inzicht te geven in de langere-termijnconsequenties van hun beslissingen. Gezien de ontwerp- en bouwcontext sterk bepalend is voor de analyse van (veranderingsgerichte) bouwoplossingen, raden we ook aan om het milieu- en financiële profiel

geparametriseerd op te stellen. Dit geparametriseerd profiel kan dan rekening houden met verschillen op vlak van fysische parameters (bv. dimensie van een component, en vervangfrequentie), financiële parameters (bv. financiële groei- en discontovoeten, prijsramingen van demontage en montagehandelingen) en milieuparameters (bv. impactcategorie en monetarisatiewaarde)

In afwachting van het opstellen van deze ontwerpcatalogi kunnen de milieu- en financiële profielen van 'representatieve' gebouwelementen (zie paragraaf 4.4 en Bijlage 4, ontwikkeld in dit rapport, verspreid worden, mogelijks in de vorm van fiches, zoals opgesteld voor de ontwerprichtlijnen.

### **7.3.6 Verdere verfijning van het evaluatiekader op wijkniveau**

















Dankzij de analyses van voorbeeldprojecten en de advisering van bestaande (ver)bouwprojecten konden de ontwerprichtlijnen op element- en gebouwniveau verfijnd worden. Op basis van de Gandhi-studie (Paduart et al 2013) werden tevens ontwerp fiches opgesteld op 3 ontwerpniveaus (element, gebouw en wijk) waar de verfijnde ontwerprichtlijnen uitgelegd worden en aangevuld worden met praktijkinformatie en referentiemateriaal (zie paragraaf 4.2). Gezien er voor de ontwerpprincipes op wijkniveau geen feedback gebeurde aan de hand van al opgeleverde of lopende projecten, is een verdere toetsing van deze ontwerprichtlijnen met de bouwpraktijk wenselijk.

Aanvullend, kan de LCA/LCC bepalingsmethode verder uitgebreid worden. Enerzijds dienen naast gebouwelementen, ook typische wijkelementen in rekening gebracht worden, zoals straatprofielen, pleinverhardingen, groenvoorzieningen, rioleringen en andere nutsvoorzieningen. Daarnaast, kan het toepassingsgebied van het evaluatiekader verbreed worden met andere duurzaamheidsthema's, zoals energie- en watervoorziening op wijkniveau en mobiliteit.



# Lijst van figuren

Figuur 1.1:	Analyse van de gebouweigenschappen m.b.t. draagstructuur, circulatie en installaties van perceel 1 van de Gandhiwijk (Paduart et al. 2013)	10
Figuur 1.2:	overzicht van de werkpakketten.	12
Figuur 2.1:	Voorname lijk mensen met als hoofdexpertise maatschappelijke actor vulden de SWOT-analyse aan.	15
Figuur 2.2:	De meeste respondenten geven aan dat ze effectief expertise hebben in dynamisch bouwen.	15
Figuur 2.3:	Een algemene SWOT-analyse dynamisch bouwen (absoluut aantal: 33)	18
Figuur 2.4:	SWOT-analyse dynamisch bouwen voor de ontwerper (absoluut aantal 25)	19
Figuur 2.5:	SWOT-analyse dynamisch bouwen voor de producent (absoluut aantal 12)	20
Figuur 2.6:	SWOT-analyse dynamisch bouwen vanuit het standpunt van een aannemer (absoluut aantal 11)	20
Figuur 2.7:	SWOT-analyse dynamisch bouwen voor de maatschappelijke actor (absoluut aantal 26)	20
Figuur 2.8:	SWOT-analyse dynamisch bouwen vanuit het standpunt van de gebruiker en beheerder	21
Figuur 2.9:	SWOT-analyse dynamisch bouwen vanuit het standpunt van de verdeler	22
Figuur 2.10:	Overzicht van de relatie tussen de 6 sleutelbegrippen die de ruggengraat van de gemeenschappelijk gebruikte taal vormen en in dit rapport worden voorgesteld.	27
Figuur 3.1:	sfeerbeelden van het renovatieproject Sterrenveld – Zonneveld © VMSW	36
Figuur 3.2:	De twee appartementsgebouwen Sterrenveld en Zonneveld gelegen in de tuinwijk Ban-Eik te Wezembeek-Oppem. © Panoramio - © Archief Van Coillie	37
Figuur 3.3:	De organisatie van het gebouw Sterrenveld voor (links) en na (rechts) renovatie: zowel op vlak van circulatie, indeling van de appartementen, gebouwgevel als bouwtechnieken werden grondige wijzigingen ingevoerd © Architectuurbureau Quiryne n Jacobs	38
Figuur 3.4:	Aan de originele draagstructuur werd een externe voorzetwand toegevoegd die de terrassen draagt, zodat de bestaande betonnen gebouwstructuur niet extra belast wordt © Architectuurbureau Quiryne n Jacobs	38
Figuur 3.5:	Verbouwen van berging op gelijkvloerse verdieping tot nieuwe eengezinswoningen © LEHR	39
Figuur 3.6:	Het gebouw Zonneveld met zijn vernieuwde gebouwschil en opgehangen balkons na renovatie © LEHR © Architectuurbureau Quiryne n Jacobs	39
Figuur 3.7:	Isoleren van de gebouwgevel van Sterrenveld tijdens de renovatie met minerale wol en vezelcementbeplating; bevestiging van vezelcementbeplating op aluminiumstructuur met lijm (foto midden) of met klinknagels of rivetten (foto rechts) © Architectuurbureau Quiryne n Jacobs © Eternit	40
Figuur 3.8:	Thermische onderbreking tussen de appartementen en de nieuwe wintertuinen in gebouw Sterrenveld © LEHR	40
Figuur 3.9:	Verdiepingsplan van Sterrenveld op verdieping 7 © LEHR	41
Figuur 3.10:	Verticale en horizontale organisatie van de technieken (elektriciteit, ventilatie, water en verwarming) van de appartementen in het gebouw Sterrenveld © LEHR	41
Figuur 3.11:	Demonteerbare gebouwonderdelen in Sterrenveld © LEHR	44
Figuur 3.12:	Vergelijking tussen de gebruikgegevens van Zonneveld en Sterrenveld. Bij deze cijfers dient opgemerkt te worden dat door ontwerpkeuzes (traphallen	

en circulatie in buitenomgeving) de verliesoppervlakte bij Sterrenveld hoger ligt dan bij Zonneveld © LEHR	46
Figuur 3.13: Budgetevolucie voor de renovatie van Zonneveld (boven) en Sterrenveld (onder) in EURO excl. BTW © RCR studie bureau	46
Figuur 3.14: sfeerbeelden van het nieuwbouwproject Grundbau und Siedler © IBA Hamburg © BeL Sozietät für Architektur	47
Figuur 3.15: Het appartementsgebouw 'Grundbau und Siedler' werd als één van de geselecteerde projecten in de categorie 'Smart Price Houses' voor gebouwenexpositie IBA Hamburg gebouwd in Hamburg Park 2013 © IBA Hamburg	48
Figuur 3.16: De draagstructuur van 'Grundbau und Siedler' volgens de principes van Maison Dom-ino van Le Corbusier © Le Corbusier © IBA Hamburg	49
Figuur 3.17: De idee van 'enfilade' van ruimten uit de barokke bouwperiode werden toegepast op de plannen van Grundbau und Siedler tijdens voorontwerpfase (rechtsboven). Rechtsonder een voorbeeldplan van de uiteindelijke plannen waarbij meer gebruik gemaakt werd van open ruimtes © BeL Sozietät für Architektur	50
Figuur 3.18: Eenvoudige opbouw van de gebouwschil door middel van geïsoleerde bouwstenen © IBA Hamburg © BeL Sozietät für Architektur	51
Figuur 3.19: De isolatie van de 'gebouwschil' van het gebouw gebeurt op ongebruikelijke wijze in het project Grundbau und Siedler: elke unit wordt individueel geïsoleerd binnen de dragende constructie door middel van isolerende bouwstenen voor de gevel, plafond en vloeren © BeL Sozietät für Architektur © IBA Hamburg	51
Figuur 3.20: De technische kokers liggen sterk gegroepeerd op 5 plaatsen in het grondplan: vier langs de kolommen van de draagstructuur en één langs de betonnen draagkern © BeL Sozietät für Architektur © IBA Hamburg	52
Figuur 3.21: De binneninrichting wordt door de bewoners gekozen in functie van financiële middelen en persoonlijke behoeften © IBA Hamburg	53
Figuur 3.22: Voor de bouw van het project 'Grundbau und Siedler' diende een experimentele private-publieke structuur te worden opgezet tussen de investeerder, de bewoners en externe projectpartners om betaalbare en aangepaste woningen te kunnen verwezenlijken © BeL Sozietät für Architektur	56
Figuur 3.23: impressie van het AZ Groeninge-project © baumslager eberle	58
Figuur 3.24: luchtfoto van het gebouw. In de eerste bouwfase zijn een deel van blok A (het medisch-technisch blok), B en C gebouwd. De blauw gekleurde vlakken geven fase 2 aan en het rode fase 3. (AZ Groeninge)	59
Figuur 3.25: de dragende gevelelementen en een minimaal aantal interne kolommen en dragende wanden zorgen voor een grote indelingsvrijheid (cf. multi-inzetbaarheid) van het gebouw. (osar architects)	60
Figuur 3.26: snede structureel concept blok D+E:  zone ingestorte buis (sanitair) elke 270cm;  zone ingestorte buis (sanitair) elke 90cm;  zone ingestorte buis (branddetectie) elke 360cm;  zone ingestorte buis (branddetectie) elke 90cm;  prefab elementen;  in situ (nagespannen) betonplaat. (baumslager eberle & osar architects)	61
Figuur 3.27: plan structureel concept blok D+E:  zone ingestorte buis (sanitair) elke 270cm;  zone ingestorte buis (sanitair) elke 90cm;  zone ingestorte buis (branddetectie) elke 360cm;  zone ingestorte buis (branddetectie) elke 90cm;  ingestorte buis (ventilatie) elke 180cm  prefab elementen;  in situ (nagespannen) betonplaat. (baumslager eberle & osar architects)	62
Figuur 3.28: structurele elementen level 01: het principe van een maximaal open plattegrond die vrij kan worden ingedeeld is goed te zien;  standaard gevelelementen, h=3,96m;  betonnen kolom;  gewapend betonnen binnenwand. (baumslager eberle & osar architects)	63



Figuur 3.29: schematische weergave van de verticale (links) en horizontale circulatie (rechts). (osar architects)	64
Figuur 3.30: productie (links boven), plaatsing (rechts boven) en stramienmaat (onderaan) van de prefab gevelelementen. (AZ Groeninge / baumslager eberle & osar architects)	65
Figuur 3.31: doorsnede van een vleugel. (IFD Bouwen, 2007)	66
Figuur 3.32: principe van de gevelelementen. (baumslager eberle & osar architects)	68
Figuur 3.33: materiaalkeuze, kleurgebruik en daglicht zorgen voor een rustige sfeer. (baumslager eberle / osar architects)	68
Figuur 3.34: impressie van het LLEXX-demogebouw te Wijnegem© Hahbo	72
Figuur 3.35: drie voorbeelden van mogelijke planconfiguraties. (Boven) plattegrond van het LLEXX demogebouw met rechtsboven een standaard 8x8 module die via een overkapping gekoppeld is aan een 8+4x8 module met een sanitaire cel in de 4x8 module. (Linksonder) een standaard 8x8 module en een dubbele 8x8 module die aan elkaar geschakeld zijn via een gangmodule. (Rechtsonder) twee gekoppelde 8x8 modules waarin een gangzone is ingedeeld. (Hahbo, 2014)	74
Figuur 3.36: (links) het demogebouw op prefab funderingssokkels en (rechts) gegoten plintbalk in combinatie met een aantal prefab sokkels als fundering voor het in april 2014 opgeleverde kantoorgebouw bestaande uit vier 8x8 modules. (rechts: foto Hahbo, 2014)	76
Figuur 3.37: (links) de ringbalken zijn op de fundering geplaatst waartussen de vloerelementen worden gelegd en in het midden de leidingschachten. (Rechts) geplaatste buitenwanden op de ringbalken. (Hahbo, 2014)	76
Figuur 3.38: (links) het plaatsen van de dakpanelen. (Rechts) het interieur van het kantoorgebouw voor de afwerking, waarin de centrale leidingschacht in de vloer nog zichtbaar is. (Hahbo, 2014)	76
Figuur 3.39: (linksboven) links op de foto dakpanelen en rechts vloerpanelen. (Midden boven) leidingschachten. (Rechtsboven) hoekpanelen, waarvan een al is afgewerkt met gevelbekleding. (Onder) tipgevelelement voor de kopgevels. (Hahbo, 2014)	77
Figuur 3.40: (links) raamkaders zonder vulling en (midden) een met vulling. (Rechts) felsplaten voor de dakbedekking. (Hahbo, 2014)	78
Figuur 3.41: (links) de ventilatie-unit. (Midden) de prefab sanitaire cel waarvan de linker deur van de meterkast is. (Rechts) de warmtepomp in de meterkast en rechtsboven de close-in boiler, onder de warmtepomp staat het buffervat van de warmtepomp (niet op de foto).	79
Figuur 3.42: (links) wand in het demogebouw waar een aantal binnenwandpanelen zijn gedemonteerd. (Midden) ophangstelsel/achterzijde van de demonteerbare panelen. (Rechts) voorbeeld van een andere mogelijke binnenwandafwerking. (rechter foto: Hahbo, 2014)	79
Figuur 3.43: interieurfoto's van het LLEXX demogebouw. (Hahbo, 2014)	81
Figuur 4.1: Bespreking van evaluatiecriteria voor dynamische bouwaspecten op elk schaalniveau (wijk, gebouw, gebouwelement) volgens indeling in 'interfaces', 'subonderdelen' en 'compositie' (Paduart et al. 2013)	90
Figuur 4.2: Opbouw evaluatiecriteria voor dynamische bouwaspecten per schaalniveau: systeemthema - criteria - kernvraag (Paduart et al. 2013)	90
Figuur 4.3: relatie tussen de ontwerpprincipes en de evaluatiecriteria op elementniveau	91
Figuur 4.4: relatie tussen de ontwerpprincipes en de evaluatiecriteria op gebouwniveau	92
Figuur 4.5: relatie tussen de ontwerpprincipes en de evaluatiecriteria op wijkniveau	92
Figuur 4.6: voorbeeld van een ontwerpische (voor- en achterzijde)	93
Figuur 4.7: Buitenwand woning	96
Figuur 4.8: Buitenwand school	97
Figuur 4.9: Woningscheidende binnenwand	97

Figuur 4.10: Ruimtescheidende binnenwand	97
Figuur 4.11: Binnenwand klas/gang	98
Figuur 4.12: Binnenwand klas/klas	98
Figuur 4.13: Vloer woning	99
Figuur 4.14: Vloer met verlaagd plafond woning	99
Figuur 4.15: Vloer school	99
Figuur 4.16: Inputgegevens principevoorbeeld	100
Figuur 4.17: Traditioneel bouwen (HW per jaar)	100
Figuur 4.18: Dynamisch bouwen (HW per jaar)	101
Figuur 4.19: Som HW tot jaar t	101
Figuur 5.1: Buitenzicht van de bestaande situatie van de case in Zelzate	106
Figuur 5.2: De flexiplans met combineerbare type-invullingen van een conventioneel appartement vormen de heel eigen interpretatie van het begrip dynamisch bouwen door KPW Architecten.	107
Figuur 5.3: Case Deurne	108
Figuur 5.4: Initieel ontwerp 'De Vlindertuin', grondplan niveau 0 ©Areal Architecten	109
Figuur 5.5: Initieel ontwerp 'De Vlindertuin', grondplan niveau 1 ©Areal Architecten	109
Figuur 5.6: Initieel ontwerp 'De Vlindertuin', detaillering	110
Figuur 5.7: Voorstel ontwerp 'Hoogbouw Zelzate', alternatieve detaillering	114
Figuur 5.8: Aangepast ontwerp 'De Vlindertuin', grondplan niveau 0 ©Areal Architecten	116
Figuur 5.9: Aangepast ontwerp 'De Vlindertuin', grondplan niveau 1 ©Areal Architecten	116
Figuur 5.10: Voorstel ontwerp 'De Vlindertuin', alternatieve detaillering	118
Figuur 5.11: Elementopbouw buitenwand: conventioneel (links) en dynamisch alternatief (rechts)	119
Figuur 5.12: Financiële kosten buitenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	119
Figuur 5.13: Milieukosten buitenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	120
Figuur 5.14: Elementopbouw ruimtescheidende binnenwand: conventioneel (links) en dynamisch alternatief (rechts), gebaseerd op (Paduart et al. 2013)	120
Figuur 5.15: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	121
Figuur 5.16: Milieukosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	121
Figuur 5.17: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j	121
Figuur 5.18: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – upgrade na 15j	122
Figuur 5.19: Milieukosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j	122
Figuur 5.20: Elementopbouw woningscheidende binnenwand (nieuwbouw): conventioneel (links) en dynamisch alternatief, gebaseerd op (Paduart et al. 2013) (rechts)	123
Figuur 5.21: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (nieuwbouw) (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	123
Figuur 5.22: Milieukosten woningscheidende binnenwand (nieuwbouw) (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	123
Figuur 5.23: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (nieuwbouw) (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j	124
Figuur 5.24: Milieukosten woningscheidende binnenwand (nieuwbouw) (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j	124

Figuur 5.25: Gevoeligheidsanalyse financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j (boven) en verplaatsing wand na 15j (onder) – reductie montagekosten met 25% en 50%	125
Figuur 5.26: Elementopbouw woningscheidende binnenwand (renovatie): conventioneel (links) en dynamisch alternatief (rechts)	126
Figuur 5.27: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (renovatie) (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	126
Figuur 5.28: Milieukosten woningscheidende binnenwand (renovatie) (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	126
Figuur 5.29: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (renovatie) (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j	127
Figuur 5.30: Milieukosten woningscheidende binnenwand (renovatie) (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j	127
Figuur 5.31: Elementopbouw vloeren: conventioneel (boven) en dynamisch alternatief (onder)	128
Figuur 5.32: Financiële kosten vloeren (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	128
Figuur 5.33: Milieukosten vloeren (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	129
Figuur 5.34: Financiële kosten vloeren (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j	129
Figuur 5.35: Milieukosten vloeren (Som HW tot jaar t) – upgrade na 10j	129
Figuur 5.36: Aan de hand van een Building Information Model is ieder gebouwelement gewogen naar zijn hoeveelheid per typeverdieping (links: bestaande toestand, rechts: ontwerpvoorstel).	130
Figuur 5.37: Elementopbouw binnenwand klas/gang: conventioneel (linksboven), voorstel AREAL (rechtsboven) en dynamisch alternatief (onder)	136
Figuur 5.38: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	136
Figuur 5.39: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	137
Figuur 5.40: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 20j	137
Figuur 5.41: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 20j	138
Figuur 5.42: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 30j	138
Figuur 5.43: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 30j	139
Figuur 5.44: Elementopbouw binnenwand klas/klas: conventioneel (linksboven), voorstel AREAL (rechtsboven) en dynamisch alternatief (onder)	140
Figuur 5.45: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	140
Figuur 5.46: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	141
Figuur 5.47: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 10j	141
Figuur 5.48: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 10j	142
Figuur 5.49: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 15j	142
Figuur 5.50: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 15j	142
Figuur 5.51: Elementopbouw vloeren: conventioneel (boven), voorstel AREAL (midden) en dynamisch alternatief (onder)	144
Figuur 5.52: Financiële kosten vloer klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	145
Figuur 5.53: Milieukosten vloer klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	145
Figuur 5.54: Financiële kosten vloer klas (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j	145

Figuur 5.55: Milieukosten vloer klas (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j	146
Figuur 6.1: Overzicht van de huidige situatie, korte termijnambities (2014-2020) en streefbeeld (2050) omtrent het thema Dynamisch (ver)bouwen volgens het beleidsprogramma Materiaalbewust bouwen in kringlopen 2014-2020	151
Figuur 6.2: overzicht van werkbare leidende principes "veranderingsgericht bouwen" na werksessie II	155
Figuur 6.3: weergave van een deel van het co-creatieproces voor het opstellen van werkbare leidende principes voor 'dynamisch of veranderingsgericht (ver)bouwen' (werksessie I)	156
Figuur 6.4: weergave van een deel van het co-creatieproces voor het definiëren van de transitie-experimenten "veranderingsgericht (ver)bouwen"	160
Figuur 0.1: De draagstructuur van de appartementsgebouwen op Ban-Eik gebeurden volgens het Frans prefabricatiesysteem 'Barets' met betonnen prefabportieken en gevels © VMSW – © Archief Van Coillie – © Architectenbureau Quiryne Jacobs	215
Figuur 0.2: De toegang tot de wooneenheden via een niet-geventileerde centrale binnenstraat vertrekt vanuit de verticale circulatiekern met trap en dubbele lift aan de westelijke gebouwgevel. © Architectenbureau Quiryne Jacobs © Archief Van Coillie	216
Figuur 0.3: Dragende geprefabriceerde gevelementen uitgevoerd volgens het Frans Barets systeem (links en midden); uitvoering op de bouwwerf van Sterrenveld/Zonneveld van de gevelementen aan de lange gebouwzijden met lichte raamkaders en panelen. © Diamant, Industrialised Building 1, p. 37-38 – © Archief Van Coillie	216
Figuur 0.4: Plaatsing van de kokers in het verdieplingsplan van Sterrenveld/Zonneveld © Architectenbureau Quiryne Jacobs	217
Figuur 0.5: Financiële kosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	219
Figuur 0.6: Milieukosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	219
Figuur 0.7: Financiële kosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j	220
Figuur 0.8: Milieukosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j	220
Figuur 0.9: Financiële kosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j	221
Figuur 0.10: Milieukosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j	221
Figuur 0.11: Financiële kosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	222
Figuur 0.12: Milieukosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	222
Figuur 0.13: Financiële kosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j	223
Figuur 0.14: Milieukosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j	223
Figuur 0.15: Financiële kosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j	224
Figuur 0.16: Milieukosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j	224
Figuur 0.17: Financiële kosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 30j	225
Figuur 0.18: Milieukosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 30j	225
Figuur 0.19: Financiële kosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j	226
Figuur 0.20: Milieukosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j	226

Figuur 0.21: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	227
Figuur 0.22: Milieukosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	227
Figuur 0.23: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j	228
Figuur 0.24: Gevoeligheidsanalyse financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j – reductie montagekosten met 25% en 50%	228
Figuur 0.25: Milieukosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j	228
Figuur 0.26: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j	229
Figuur 0.27: Gevoeligheidsanalyse financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j – reductie montagekosten met 25% en 50%	229
Figuur 0.28: Milieukosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j	229
Figuur 0.29: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	230
Figuur 0.30: Milieukosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	230
Figuur 0.31: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j	231
Figuur 0.32: Milieukosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j	231
Figuur 0.33: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j	232
Figuur 0.34: Milieukosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j	232
Figuur 0.35: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	233
Figuur 0.36: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	233
Figuur 0.37: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 20j	234
Figuur 0.38: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 20j	234
Figuur 0.39: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 30j	235
Figuur 0.40: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 30j	235
Figuur 0.41: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	236
Figuur 0.42: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	236
Figuur 0.43: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 10j	237
Figuur 0.44: Gevoeligheidsanalyse financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 10j – reductie montagekosten met 25% en 50%	237
Figuur 0.45: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 10j	237
Figuur 0.46: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 15j	238
Figuur 0.47: Gevoeligheidsanalyse financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 15j – reductie montagekosten met 25% en 50%	238

Figuur 0.48: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 15j	238
Figuur 0.49: Financiële kosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	239
Figuur 0.50: Milieukosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	239
Figuur 0.51: Financiële kosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j	240
Figuur 0.52: Milieukosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j	240
Figuur 0.53: Financiële kosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j	241
Figuur 0.54: Milieukosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j	241
Figuur 0.55: Financiële kosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	242
Figuur 0.56: Milieukosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	242
Figuur 0.57: Financiële kosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 10j	243
Figuur 0.58: Milieukosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 10j	243
Figuur 0.59: Financiële kosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 15j	244
Figuur 0.60: Milieukosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 15j	244
Figuur 0.61: Financiële kosten vloer school (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	245
Figuur 0.62: Milieukosten vloer school (Som HW tot jaar t) – geen upgrade	245
Figuur 0.63: Financiële kosten vloer school (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 10j	246
Figuur 0.64: Milieukosten vloer school (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 10j	246
Figuur 0.65: Financiële kosten vloer school (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 15j	247
Figuur 0.66: Milieukosten vloer school (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 15j	247

# Lijst van tabellen

Tabel 2.1:	Gescreende begrippen binnen (groen) en buiten (grijs) het domein dynamisch bouwen met hun frequentie per beleidsrelevante bron.	24
Tabel 2.2:	Analyse van het algemeen gebruik van de gescreende begrippen binnen het domein dynamisch/veranderingsgericht bouwen: begrippen geordend volgens hun stam, met synoniemen, aantal betekenissen (# Bet.), aantal verschillende betekenissen relevant binnen het domein dynamisch (ver)bouwen (# Rel. B.) en het absoluut aantal relevante hits van de 10 eerste 'Page Ranks' (# Rel. R.).	26
Tabel 3.1:	samenvatting van de resultaten van de EPB-berekening van het LLEXX demogebouw.	80
Tabel 3.2:	overzicht van de resultaten van de blowerdoortest van het LLEXX demogebouw.	80
Tabel 3.3:	overzicht van dynamische aspecten op gebouwniveau, element- en componentniveau voor de 4 geanalyseerde voorbeeldprojecten	85
Tabel 4.1:	matrix van alle ontwerpprincipes, onderverdeeld per ontwerpniveau en thema	91
Tabel 5.1:	Algemene kenmerken van het Vlindertuinproject, te Mechelen	106
Tabel 5.2:	Algemene kenmerken van het Vlindertuinproject, te Mechelen	109
Tabel 5.3:	Samenvatting kwalitatieve evaluatie eerste ontwerpvoorstellen 'Hoogbouwplein Zelzate' op gebouwniveau.	111
Tabel 5.4:	Samenvatting kwalitatieve evaluatie voorontwerp 'Hoogbouw Zelzate' op elementniveau.	113
Tabel 5.5:	Samenvatting kwalitatieve evaluatie voorontwerp 'De Vlindertuin' op gebouwniveau.	115
Tabel 5.6:	Samenvatting kwalitatieve evaluatie voorontwerp 'De Vlindertuin' op elementniveau.	117
Tabel 5.7:	Hoewel de initiële financiële kosten (IF) van een volledig dynamische uitvoering van een typeverdieping 25% duurder is dan het oorspronkelijke ontwerpvoorstel levert enkel de verzwaarde vloer een winst van 12% op de levenscycluskosten (LCF).	131
Tabel 5.8:	Indien iedere 15 jaar een transformatie in rekening wordt gebracht, leveren meer gebouwelementen een winst op de levenscycluskosten (LCF). De totale winst daalt echter tot 11%.	132
Tabel 5.9:	Indien iedere 10 jaar een transformatie in rekening wordt gebracht, leveren opnieuw minder gebouwelementen een winst op de levenscycluskosten (LCF). De totale winst daalt verder tot 8%.	132
Tabel 5.10:	Hoewel de initiële ecologische impact (IE) van een volledig dynamische uitvoering van een typeverdieping 34% hoger is dan het oorspronkelijke ontwerpvoorstel levert het weinig winst op de totale levenscyclusimpact (LCF).	133
Tabel 5.11:	Indien iedere 15 jaar een transformatie in rekening wordt gebracht, leveren alle gebouwelementen behalve de gevel een bijdrage aan de verlaging van de levenscyclusmilieu-impact (LCE). Die daalt met 33%.	133
Tabel 5.12:	Indien iedere 10 jaar een transformatie in rekening wordt gebracht, dan verlaagt de milieu-impact van een dynamische uitvoering verder: die is tot 47% lager dan het oorspronkelijke ontwerp.	134
Tabel 5.13:	Wanneer de dynamische elementen gericht worden toegepast kan worden vermeden dat er hogere ecologische levenscycluskosten ontstaan bij weinig transformaties en wordt hogere financiële levenscycluskosten bij regelmatige transformaties beperkt.	135

Tabel 6.1:	overzicht van koplopers die deelgenomen hebben aan de werksessies "transitie-experimenten veranderingsgericht (ver)bouwen"	154
Tabel 6.2:	betrokken actoren per gedefinieerd transitie-experiment	163
Tabel 6.3:	beoogde type innovatie per gedefinieerd transitie-experiment	163



# Bibliografie

Allacker, K., De Troyer, F., Geerken, T., Debacker, W., Spirinckx, C., Van Dessel, J., Janssen, A., Delem, L., 2011. Final Report: Sustainability, Financial and Quality Evaluation of Dwelling Types (SuFiQuaD), Belgian Science Policy, via [www.belspo.be/belspo/SSD/science/Reports/SuFiQuaD\\_FinalReport\\_ML.pdf](http://www.belspo.be/belspo/SSD/science/Reports/SuFiQuaD_FinalReport_ML.pdf)

Annemans M., Verhaegen M., Debacker W. (2012), Life Cycle Assessment in architecture practice: the impact of materials on a Flemish care home, in Proceedings of Int. Symposium on Life Cycle Assessment and Construction, July 10-12, Nantes, France, RILEM, 205-212

Aspen (2012), Regionale Bouwkosten – gebouwen voor bewoning, Regio Vlaanderen – Ombouw (juni 2012)

Boekholt, J.T. (1984). Bouwkundig ontwerpen, een beschrijving van de structuur van bouwkundige ontwerpprocessen (Doctoral thesis), Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.

Brand S. (1995), How Buildings Learn: What Happens After They're Built, Penguin, USA, 243p.

Crone, J., Custers, J. (2007) Leren door demonstreren: de oogst van zeven jaar industrieel, flexibel en demontabel bouwen. Rotterdam: SEV realisatie.

De Baets H., Versluys H., Verbeeck J. (2012), Actieplan Vlaams materialenprogramma, OVAM, Mechelen.

De Troyer, F., Kenis, R., & Van Dessel, J. (2006). Technische publicatie Industrieel, Flexibel en demontabel bouwen, Toekomstgericht ontwerpen. Brussels: WTCB, FEBE & KUL.

Debacker W. (2009) Structural Design and Environmental Load Assessment of Multi-Use Construction Kits for Temporary Applications based on 4Dimensional Design, Doctoraatsthesis, Vrije Universiteit Brussel, Brussels.

Debacker W., Geerken T., Stouhuysen P., Van Holm M., Vrancken K., Willems S. (2011), Milieuverantwoord bouwen, materiaalgebruik en Cradle to Cradle. Een verkenning van de praktijk op projectniveau, studie in opdracht van de Openbare Vlaamse Afvalmaatschappij (OVAM), via <http://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/milieuverantwoord-bouwen-materialengebruik-en-cradle-to-cradle-ee-verkenning-van-de-praktijk-op-projectniveau>

Debacker W., Allacker K., De Troyer F., Janssen, Delem L., Peeters K., De Nocker L., Spirinckx C., Van Dessel J. (2012), Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen, studie in opdracht van de OVAM, 359p.

Durmisevic, E. (2006) Transformable building structures: Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design and construction (doctoral thesis). Technische Universiteit Delft, Delft.

Habraken, J. (1961) De dragers en de mensen. Het einde van de massawoningbouw, Amsterdam: Scheltema & Holkema N.V.

Haslinghuis E.J. (bewerkt door Bosh-Kruimel F.H.M., Janse H., Kipp A.F.E., van de Rijt N.C.G.M., van Thienen E.M.) (1993), Bouwkundige termen – Verklarende woordenboek der westerse architectuurgeschiedenis, Bohn Stafleu Van Loghum, Houten/Zaventem, Nederland/België, 521p.

Herthogs P., De Temmerman N., De Weerd Y., Debacker W. (2012), Links between adaptable building and adaptive urban environments: a theoretical framework, in: Proceedings of the CIB Conference on Smart and Sustainable Built Environments, presented at SABE2012: Emerging economies, Funcamp: Campinas, São Paulo, Brazil.

IBA Hamburg. (2013). Smart Price House - Basic Building and Do-It-Yourself Builders.

<http://www.youtube.com/watch?v=R-W-3nvtVA>

IDEA Consult & Publius (2012), Aanpasbare, combineerbare en multi-inzetbare infrastructuur in centrumsteden: uitdagingen en knelpunten voor het beleid, rapport in opdracht van Agentschap voor Binnenlands Bestuur, Dienst Stedenbeleid, 185p.

IFD Bouwen (2007). Voorbeeldproject: AZ Groeninge, Kortrijk.

<http://www.ifdbouwen.be/media/docs/voorbeeldprojecten/Voorbeeldproject7.pdf>

KPW architecten (2014), Haalbaarheidsstudie HoZe, versie 24 april 2014 (intern document)

McDonough W., Braungart M. (2002), Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things, North Point Press, New York, USA, 196p.

OPALIS (2015), [www.opalis.be](http://www.opalis.be), geconsulteerd januari 2015

Paduart, A. (2012) Re-design for change: a 4 dimensional renovation approach towards a dynamic and sustainable building stock (doctoral thesis). Vrije Universiteit Brussel, Brussels.

Paduart A., De Temmerman N., Trigaux D., De Troyer F., Debacker W. en Danschutter S. (2013) *Casestudy ontwerp van gebouwen in functie van aanpasbaarheid: Mahatma Gandhijijk Mechelen*, OVAM, VITO, VUB (æ-lab), KU Leuven (ASRO) en WTCB, Mechelen.

Paduart A., De Temmerman N., Trigaux D., De Troyer F., Debacker W., Danschutter S. (2013), *Casestudy ontwerp van gebouwen in functie van aanpasbaarheid: Mahatma Gandhijijk Mechelen*, studie in opdracht van de OVAM, 102p.

Paduart, A. (2012), Re-Design for Change: A 4 Dimensional renovation approach towards a dynamic and sustainable building stock, Doctoraatsthesis, Vrije Universiteit Brussel.

Servaes R., Van de Velde P., Eijkelenburg A., Tempst W., Wante J., Dries V. (2013) Ontwerp van het beleidsprogramma 'Materiaalbewust bouwen in kringlopen', het preventieprogramma duurzaam materialenbeheer in de bouwsector 2014-2020, OVAM, Mechelen.

Passiefhuis-Platform. Sociaal appartementsgebouw Wezembeek-Oppem. Fiche gerealiseerd in het kader van het onderzoeksproject LEHR - Low Energy Housing Retrofit. Via [http://www.lehr.be/P-Sterrenveld/NL-STERREVELD\\_LEHR.pdf](http://www.lehr.be/P-Sterrenveld/NL-STERREVELD_LEHR.pdf)

RCR Studiebureau. Projectfiche 'Renovatie Appartementsgebouw 'Sterrenveld' Wijk Ban Eik te Wezembeek-Oppem, via <http://www.rcr-studiebureau.be/> .

RCR Studiebureau. Projectfiche 'Renovatie Appartementsgebouw 'Zonneveld' Wijk Ban Eik te Wezembeek-Oppem, via <http://www.rcr-studiebureau.be/> .

Trigaux D., De Troyer F., Debacker W., Delem L., Janssen A., Van Dessel J. (2013), Vertaling van de MMG-Output naar beleidstoepassingen in het kader van specifieke gebruikersdoelgroepen, studie in opdracht van de OVAM, 125p.

Vandenbroucke M., De Temmerman N., Paduart A., Debacker W. (2013), Opportunities and obstacles of implementing transformable architecture, in Proceedings van Conferentie Portugal SB13, 30 Oktober - 1 November 2013, Guimarães, Portugal.

Schmidt III R., Eguchi T., Austin S., Gibb A. (2010), What is the meaning of adaptability in the building industry?, in: Proceedings of the CIB 16th International Conference on Open and Sustainable Building, presented at the 16th International Conference on Open and Sustainable Building, Bilbao, Spain.

Struyf, E. (2002). Renovatie van Zonneveld en Sterrenveld in de wijk Ban-Eik te Wezembeek-Oppem: Een voorbeeldproject inzake ecologische en duurzame sociale woningbouw. Projectbespreking infoblad VMSW, Info 46, 5-7, via [www.vmsw.be/Portals/0/objects/VMSW/DuurzaamWonen/WezembeekOppem\\_BanEik-renovatie.pdf](http://www.vmsw.be/Portals/0/objects/VMSW/DuurzaamWonen/WezembeekOppem_BanEik-renovatie.pdf).

Yousri M., Bekkers M., Waalewijn P. (2005), Een praktische kijk op marketing- en strategiemodellen, Sdu Uitgevers, Den Haag, ISBN 90-5261-495-4

VITO (2012), Transition in Research – Research in Transition, when technology meets sustainability, via [https://vito.be/files/transitie\\_final\\_0.pdf](https://vito.be/files/transitie_final_0.pdf)



# Bijlagen



# Bijlage 1. SWOT-analyses per stakeholdergroep

## SWOT ontwerper

Deze SWOT-analyse van dynamisch bouwen werd opgemaakt vanuit het standpunt van ontwerpers. Zowel architecten, als consultancy en studiebureaus behoren tot deze groep. Elke ondervraagde met affiniteit met ontwerpen toetste deze SWOT-analyse af en kon deze vervolledigen.

Onderstaande paragrafen geven de belangrijkste bevindingen verschillend van de vorige SWOT-analyse weer.

De meest geciteerde sterkte voor de ontwerper is dat aanpassingen gedurende het ontwerpproces eenvoudiger worden (19). Een daling van de bouwtijd lijkt voor de meeste respondenten (19) ook een sterkte door het bouwen met prefab elementen. Ook denken velen (18) dat dynamisch bouwen een verbeterde samenwerking bewerkstelligd tussen architect, producent en aannemer. Vandaag werken ze vaak naast elkaar werken waardoor energie en materiaal verloren gaan. Het werd hier niet vermeld door de respondenten maar volgens het onderzoekconsortium is de betere kwaliteit door prefabricatie ook een sterkte voor de ontwerper.

Volgens velen is het gebrek aan algemene kennis (19) en bouwtechnische en bouwfysische kennis (18) van droge verbindingen dan weer een grote zwakte van dynamisch bouwen voor de ontwerper. Dit kan voor verhoogde studiekosten zorgen (16). Een verhoogde complexiteit van het ontwerpen wordt daarnaast door 13 respondenten als een zwakte beschouwd. Een aandachtspunt is het toepassen van dynamische aspecten met behoud van specifieke ruimtes en ruimtelijke kwaliteit. Volgens een minderheid (12) volgen sommige aannemers vandaag niet altijd de voorziene detailleringen, wat een probleem vormt voor de uitvoering van droge verbindingen. Andere aangegeven zwaktes worden door een minderheid beaamd, bijvoorbeeld een beperkt aantal deelnemers (8) is van mening dat het gebruik van gestandaardiseerde producten een groot aantal gebouwconfiguraties in de weg staat en slechts 4 mensen geven aan dat dynamisch bouwen de architecturale vrijheid zou kunnen beperken, alle anderen menen dat de architecturale vrijheid hetzelfde blijft of zelfs kan toenemen. Toch blijken dus enkele misverstanden rond bouwsystemen nog bij enkelingen te bestaan. Dit zou kunnen opgelost worden door het verspreiden van informatie over voorbeeldprojecten.

Aan de andere kant zijn alle deelnemers in de overtuiging dat er economische opportuniteiten zijn aan dynamisch bouwen. Het transformeerbaar ombouwen van (beschermde) kerken, kloosters, militaire domeinen en leegstaande bedrijfsgebouwen lijkt voor 21 deelnemers een kans, bijvoorbeeld door een inbouwpakket uit te werken.

In de categorie bedreigingen bevindt zich de volgende vaak geciteerde hindernis (16): normen en eisen vertonen vaak te grote verschillen om toe te staan dat ruimtes of bouwelementen gemakkelijk ingezet kunnen worden voor een andere functie. Om dynamisch bouwen te doen slagen moet de bouwsector volledig kunnen op elkaar in spelen en dat lijkt vandaag een onoverkomelijke moeilijkheid te zijn in de tot op heden gefragmenteerde bouw voor een meerderheid (16). De bouwproducent moet zorgen voor aangepaste bouwproducten, de aannemer moet deze correct toepassen, etc. De bedreigingen werden verder aangevuld door een deelnemer met 'het gebrek aan langetermijndenken van de bouwheer en de bouwsector'.

## SWOT-analyse producent

Onderstaande paragrafen geven de belangrijkste bevindingen weer verschillend van de vorige SWOT-analyses.

Een meerderheid (8) is ervan overtuigd dat dynamisch bouwen gecustomiseerde producten zal afleveren. Er wordt door een grotere meerderheid (10) een daling verwacht in nodige nieuwe grondstoffen door recyclage en hergebruik, bijvoorbeeld door lokale terugname van (eigen)

producten te herstellen of te verwerken tot nieuwe producten of te updaten op vlak van modetrends en performantie. Volgens een zelfde aantal deelnemers kan deze recuperatie en het standaardiseren van bouwproducten leiden tot een daling van de productiekosten, waardoor de winstmarge voor de producent groter wordt.

Volgens 7 participanten is er een gebrek aan aangepaste business-modellen om dynamisch bouwen 'op de markt' te brengen. Geen enkele ondervraagde is echter van de overtuiging dat dynamisch bouwen een belemmering betekent voor de vrije markt of dat prefabricatie enkel haalbaar is op grote schaal.

Alle respondenten denken dat dynamisch bouwen een economisch potentieel kan hebben. Voor een producent kan bovendien het een verlaagde arbeidsafhankelijkheid opleveren door het automatiseren van het productieproces; drie kwart gaat akkoord met deze stelling.

Daar staat een lange lijst met mogelijke bedreigingen tegenover, gelukkig worden slechts enkele bedreigingen door de meeste deelnemers beaamd. De traag veranderende bouwsector en een innovatieonbevleide bouwheer worden als voornaamste bedreiging beschouwd (11). Een beperkte marktvraag wordt door een minderheid (5) als een bedreiging gezien en een enkeling vult het lijstje verder aan door het kortetermijndenken van de bouwheer en de bouwsector als mogelijke bedreiging te ervaren. Daarnaast worden de niet volledig gekende toekomstige noden (7) en een mogelijke certificeringskosten (6) als hindernis beschouwd. Het kan namelijk nodig zijn om bouwproducten te certificeren om zeker te zijn van zijn karakteristieken in een later stadium. De overige aangekaarte bedreigingen worden door een minderheid ook zo ervaren.

## SWOT-analyse aannemer

Deze SWOT-analyse van dynamisch bouwen werd opgemaakt met aannemers als stakeholdersgroep. Zowel aannemers die tijdens de werf werkzaam zijn als tijdens het gebruik van het gebouw (in kader van gebouwenbeheer), als op het einde van de levenscyclus van een gebouw (zoals slopers en ontmantelaars) worden in acht genomen.

Onderstaande paragrafen geven de belangrijkste bevindingen weer verschillend van de vorige SWOT-analyses.

Alle deelnemers nemen aan dat dynamisch bouwen vervangingen en onderhoud vereenvoudigt, door onder meer het gebruik van gestandaardiseerde en demonteerbare componenten. Ook over andere sterktes zijn de respondenten het grotendeels eens: 10 deelnemers denken dat selectief slopen vereenvoudigd wordt, dat de rentabiliteit van selectief slopen zo ook wordt verhoogd. Door een gedeeltelijke verschuiving van arbeid op de werf naar fabriek, menen 9 participanten dat de veiligheid verhoogd wordt van de bouwactiviteiten. Een ondervraagde haalt aan dat er minder stof vrijkomt bij het bouwen met droge verbindingen, waardoor de werkomstandigheden algemeen gezonder worden. Bovendien, door de verschuiving van werf naar fabriek, vermindert de weersafhankelijkheid van bouwactiviteiten volgens 8 mensen.

Dat dynamisch bouwen contrasteert met de huidige werkmethodes van aannemers wordt door alle deelnemers als een zwakte aangeduid. De meeste aannemers zijn het namelijk niet gewoon om droge verbindingsmethodes toe te passen. Verhoogde arbeidskosten door arbeidsintensieve verbindingen, wordt slechts door 3 respondenten gezien als een mogelijke zwakte. Een ondervraagde haalt aan dat de afzetmarkt vandaag klein is en ingevuld wordt door systeembouwers<sup>26</sup> (zoals containerbouw).

Er worden logischerwijs voornamelijk economische kansen gezien voor de aannemers, zoals een verdere uitbouw van de markt van selectief slopen (10). De andere aangereikte kansen worden als minder waarschijnlijk beschouwd door de ondervraagden: een verlaagde afhankelijkheid van arbeid door het automatiseren van het productieproces van prefab-elementen wordt door slechts 5 deelnemers als een kans beschouwd. Het

---

<sup>26</sup> Onder systeembouw worden geïndustrialiseerde bouwproducten verstaan die vooraf vervaardigd worden en op de bouwplaats op korte tijd gemonteerd kunnen worden.



onderzoekconsortium ziet de verlaagde afhankelijkheid van arbeid eerder als een bedreiging voor de aannemer doordat er minder arbeidskrachten nodig zullen zijn.

Voor bestaande sloopbedrijven is het vandaag moeilijk om gebouwen te demonteren doordat deze zelden gebouwd zijn in functie van een toekomstige demontage.

Een participant haalt aan dat de aannemer volledig afhankelijk is van wat er op de productenmarkt aanwezig is; indien er geen demonteerbare bouwsystemen op de markt aanwezig zijn, dan kan de aannemer weinig doen.

Deze SWOT-analyse over dynamisch bouwen werd opgesteld vanuit het standpunt van een maatschappelijke actor, dit kan zowel een overheidsinstantie, als een onderzoek- of onderwijsinstelling zijn.

## **SWOT-analyse maatschappelijke actor**

Onderstaande paragrafen geven de belangrijkste bevindingen weer, verschillend van de vorige SWOT-analyses.

De sterktes voor een maatschappelijke actor bevinden zich voornamelijk op ecologisch en sociaal vlak. De sluiting van de materiaal- en componentenkringloop, een daling van de grondstofdelving door hergebruik en industrialisatie worden door 25 respondenten als sterktes beschouwd. Een gelijkaardig aantal voorziet een daling van de bouwafvalproductie. Daarnaast kan door het samenbrengen van functies een sociale meerwaarde ontstaan (22). Andere sociale sterktes worden door een beperktere groep bevestigd: een visuele meerwaarde doordat ruimtelijke versnippering tegengegaan wordt en een versterkte homogeniteit van de ruimtebeleving, door het gebruik van compatibele bouwsystemen, worden door slechts 9 deelnemers erkend als sterkte. Volgens een ondervraagde hangt dit namelijk sterk af van de vakkundigheid van het de ontwerper en de stedenbouwkundige. Door een snelle functieomschakeling kan dynamisch bouwen tijdsefficiënt zijn zeggen 25 deelnemers en het kan ook ruimte-efficiënt en kostenefficiënt zijn volgens 19 personen. Het zou nog kostenefficiënter kunnen zijn als de markt ver genoeg staat, maar er zullen meer arbeidskosten zijn, zowel in ontwerpfase, bouw-, aanpassing- en afbraakfase.

Contextgevoelige voor- en nadelen (17) wordt vaak geciteerd als zwakte voor de maatschappelijke actor. Andere zwaktes worden vaak slechts door een minderheid bevestigd, zoals een beperkte aanpasbaarheid waardoor niet alle veranderende noden kunnen voorzien worden (5) zowel van het huidig bouwpatrimonium als nieuwbouw. Een andere ondervraagde haalt aan dat de maatschappelijke meerwaarde onzeker is als het over dynamisch bouwen als totaalconcept gaat. Als het over concrete (energiegerelateerde) verbeteringspistes gaat (bijvoorbeeld na-isolatie van sociale woningen van de '70), dan kan de meerwaarde gemakkelijker nagegaan worden.

Een verhoogde toegankelijkheid voor mindervaliden wordt door een kleine meerderheid als kans ervaren (15). Het blijkt dus dat voor sommige participanten deze twee doelstellingen, transformeerbaar bouwen en een verhoogde toegankelijkheid, niet altijd samengaan.

De ongekende praktijk in de bouwsector (21) wordt vaak geciteerd als bedreiging. Een ondervraagde meent echter dat niet de onwetendheid het probleem is, maar de motivatie. "Willen is kunnen".

Het gebrek aan sectoroverschrijdende samenwerking wordt door een enkeling bevestigd. Deze persoon meent dat er verschillende sectorspecifieke eisen zijn voor gelijke ruimtes en bijhorende activiteiten. Bijvoorbeeld een speelklas in de context van een kinderopvang moet anders worden uitgevoerd dan van een school.

Een andere participant ziet het kortetermijndenken van de bouwheer en de bouwsector als de uitdaging. "Het willen en kunnen zien van alle sterktes van "dynamisch bouwen" vereist een lange-termijnhouding; er moet verder gekeken worden dan onze generatie! Hoe vind je trekkers die in staat zijn om zo te denken en doen? En hoe kun je ook andere motiveren die niet in staat zijn te denken en doen op lange termijn? Dit kan enkel door snelle winsten aan te tonen."

## **SWOT-analyse gebruiker/beheerder**

De SWOT-analyse van dynamisch bouwen voor gebruiker en beheerder is ontstaan uit het overnemen van bepaalde stellingen van de algemene SWOT-analyse en uit het samenbrengen van andere stellingen uit andere SWOT-analyses die betrekking hebben op gebruikers en beheerders. Daarom zijn er geen aantallen beschikbaar over het aantal respondenten dat akkoord gaat met bepaalde criteria. Wel kan er gekeken worden naar gelijkaardige criteria in de andere SWOT-analyses om hier een beeld van te krijgen.

Vanuit het standpunt van de gebruiker en de beheerder van gebouwen zijn er veel mogelijke sterktes en kansen verbonden aan dynamisch bouwen. Er zijn onder meer financiële sterktes, zoals een daling van de initiële kosten door het gebruik van tweedehandscomponenten, door standaardisatie, door minder materiaalverlies tijdens de werf,... De initiële kosten kunnen mogelijks verder dalen door een verschuiving van arbeidsbelasting naar grondstoffenbelasting. Er zijn ook sterktes tijdens het gebruik, zoals een verhoogde intensiviteit van het ruimtegebruik en vervangingen en onderhoud worden vereenvoudigd. Door deze vereenvoudiging kunnen gebouwonderdelen kostenefficiënt vervangen worden. Er zijn natuurlijk ook zwaktes en bedreigingen. Bijvoorbeeld, het leasen van bouwproducten – in plaats van (ver)kopen – kan in conflict komen met een mogelijke eigendomswens van de gebouweigenaar.

## **SWOT-analyse (her)verdeler nieuwe en tweedehands bouwproducten**

De SWOT-analyse van dynamisch bouwen vanuit het standpunt van de verdeler van nieuwe bouwproducten en herverdeler van tweedehands bouwproducten is, zoals de SWOT-analyse van gebruiker en beheerder ontstaan door stellingen met betrekking op verdelers grotendeels te nemen uit de algemene SWOT-analyse en uit de SWOT-analyse van de producent.

De lijst van bedreigingen lijkt lang, maar er zijn veel (gelijkaardige) stellingen gelinkt aan de bouwheer en bouwsector. Een verdeler is dan ook sterk afhankelijk van hen. Indien zij als potentiële klanten niet mee willen, dan kan een verdeler zijn producten, moeilijk aan de man brengen. Daarnaast kan zijn winstmarge dalen doordat een groter aanbod aan tweedehands bouwproducten een lagere verkoopprijs in de hand werkt. Een andere bedreiging kan zijn dat gebouwen langer gebruikt worden in een zelfde configuratie door bijvoorbeeld het gebruik van polyvalente ruimtes, waardoor een verdeler minder producten kan verkopen.

# Bijlage 2. Samenvattend overzicht van enkele bestaande voorbeeldprojecten

## Residentiële gebouwen

### Grundbau und Siedler

nieuwbouw

Locatie: Hamburg (Duitsland)

Architect: BeL Sozietät für Architektur

Bouwheer: IBA Hamburg

Jaar: 2011-2013

Het "Grundbau und Siedler" project is gebaseerd op het "do-it-yourself" bouwprincipe met persoonlijke inbreng van toekomstige bewoners. Het architectuurbureau BeL Sozietät für Architektur stelt deze filosofie voorop zodat toekomstige bewoners van het gebouw hun appartement stapsgewijs kunnen inrichten naargelang hun eigen middelen en hun wijzigende gezinssituatie in de toekomst.

De draagstructuur, de trappenkoker, lift en de technische aansluitingen worden tijdens de eerste bouwfase voorzien, en worden ter beschikking gesteld van de nieuwe bewoners. De bewoners kunnen binnen deze vaste structuur dan zelf onafhankelijk hun appartementsindeling kiezen aangepast aan hun eigen noden. Op elk niveau kunnen een drietal appartementen ingedeeld worden, afhankelijk van hun grootte. Het open plan per verdieping laat toe om verschillende indelingen voor appartement in te voeren, gezien niet vastligt waar de badkamer en de keuken dienen te komen. Het open plan laat ook toe om de appartementen in de toekomst opnieuw anders in te delen: indien de appartementen te klein worden, kan er ook buitenruimte in gebruik genomen worden binnen de appartementen, voor bijv. een extra kinderkamer. Een bouwkit wordt voorgesteld door de architecten met behulp waarvan de bewoners in de toekomst hun appartement verder kunnen blijven verbouwen. De architecten anticiperen een vermindering van het kostenplaatje met ongeveer van 40%.

Het gebouw maakt deel uit van de bouwexpositie gehouden in Hamburg – IBA Hamburg. Het was één van de geselecteerde projecten gebouwd in "Wilhelmsburg Central", een nieuw stadsdeel in Hamburg Park 2013.

### Gebouwniveau

- Aanpasbaar: open plan.
- Bouwen volgens levensduurlagen draagstructuur + circulatie + technieken als basis voor "flexibele planinvulling".

### Componentniveau:

- Onvoldoende informatie.



©IBA Hamburg GmbH en ©BeL Sozietät für Architektur

<http://www.iba-hamburg.de/projekte/bauausstellung-in-der-bauausstellung/smart-price-houses/grundbau-und-siedler/projekt/grundbau-und-siedler.html>

## Woning Buelens-Vanderlinden

Nieuwbouw

Locatie: Overijse (België)

Architect: Buelens-Vanderlinden

Bouwheer: Buelens-Vanderlinden

Jaar: 2002

Twee architecten bouwden hun eigen woning in Overijse volgens industriële flexibele en demontabele principes. Het open plan zorgt voor een grote vrijheid in het gebruik van de woning. De verschillende woonfuncties zijn niet fysisch gescheiden maar worden begrensd naargelang het gebruik van het moment.

Uit respect voor het bouwen worden constructiedetails niet verborgen: opbouw en afwerking zijn volledig zichtbaar in hun naakte vorm. Om de eerlijkheid in het gebruik van materialen te benadrukken wordt er niet gelast en zijn alle verbindingen duidelijk aanwezig: de elementen worden allemaal ter plaatse geassembleerd door middel van bouten.

Tussen de kolommen zijn profielen aangebracht die enerzijds de druk op de kolommen verminderen en anderzijds het traditioneel raamprofiel vervangen. Ze worden door middel van een derde element droog aan elkaar gezet. Enkel in staal kan een dergelijke constructiemethode logisch en visueel licht opgebouwd worden.

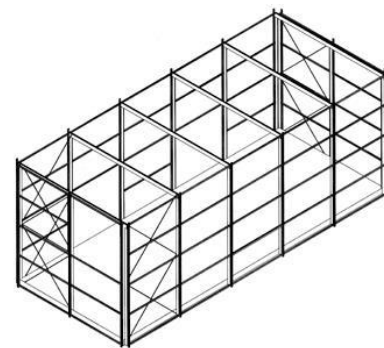
Door de installatie van een domotica-systeem in de technische ruimte wordt flexibiliteit ingebouwd. De verdeling van elektriciteit gebeurt door middel van zichtbare elementen uit de industriebouw: via een gegalvaniseerde kabelgoot worden de nodige leidingen naar de woonruimten gebracht, door middel van metalen flexi-tubes dalen ze tot op de gewenste hoogte af naar gietijzeren schakelaars en contactdozen.

### Gebouwniveau

- Aanpasbaar: open plan.
- Uitbreidbaar: modulaire opbouw die kan worden voortgezet.
- Bouwen volgens levensduurlagen: ontkoppeling van de technische installaties voor snelle aanpassing.

### Componentniveau

- Demonteerbaar: droge verbindingen.
- Herbruikbaar: duurzame componenten
- Prefabricage.



© Buelens – Vanderlinden – Ney & Partners

<http://www.bouwservice.be/woning/detail/81-kijkwoning-Buelens-Geert-Overijse.html>

<http://www.eerdesign.com/images/04.%20PUBLICATION/08.%20PUBLICATION%20C/22.%20mijn%20archi/meccano.pdf>

## Zonneveld - Sterrenveld

Renovatie

*Locatie: Wezembeek-Oppem (België)*

*Architect: Quirynten Jacobs Architecten*

*Bouwheer: Gewestelijke Maatschappij voor Volkshuisvesting, Vlaamse regering*

*Jaar: 2004 - 2007*

Renovatie van de naoorlogse appartementsgebouwen Zonneveld en Sterrenveld van de Ban-Eik wijk drong zich op doordat zij volgens huidige maatstaven weinig comfort boden en problematisch werden voor de leefbaarheid van de wijk (vandalisme, veiligheid...). Oorspronkelijk werd volledige afbraak van die gebouwen overwogen, maar een studie wees uit dat de bestaande structuur van de gebouwen nog in perfect staat was en dat stedenbouwkundig hoogbouw op die plaats niet meer mogelijk was, zodat uiteindelijk geopteerd werd voor een volledige en grondige renovatie met behoud van deze structuur.

Het gebouw Zonneveld werd op klassieke wijze gerenoveerd om als vergelijkingsbasis voor de renovatie van het gebouw Sterrenveld te fungeren (voorbeeldproject voor "Ecologische en Duurzame Sociale Woningbouw - EDSW). De appartementen in Zonneveld werden behouden zoals in het originele plan: opgebouwd rond de centrale circulatie en de centrale gang. Op het dak wordt een nieuwe centrale stookplaats voorzien, vanwaar de leidingen in centrale kokers vertrekken en verder verdeeld worden doorheen de centrale gangen.

Het project 'Sterrenveld' omvat de renovatie van het appartementsgebouw en twee bijgebouwen (voormalige stookplaats en winkel). Een hoge woonkwaliteit werd voor renovatie van dit modelgebouw vooropgesteld: een hoog wooncomfort d.m.v. aangepaste planindeling en nieuwe voorzieningen, aanpassing van de woonoppervlaktes aan huidige normen, een bieden van een goede oriëntatie, het reduceren van het energiegebruik en het verbeteren van de akoestiek. Bij de renovatie werd het aantal sociale appartementen van 89 naar 61 teruggebracht, met een mix van één-, twee- en drie-slaapkamer (rolstoeltoegankelijke) appartementen, met bovendien per verdieping twee appartementen die voldoen aan de principes van levenslang wonen. Voor deze renovatie waren grote architecturale ingrepen nodig binnen organisatie van het gebouw.

Eerst en vooral werden de bergingen die zich in de bestaande toestand op de gelijkvloerse verdieping bevinden, overgebracht naar de eerste verdieping, zodat op de gelijkvloerse verdieping nieuwe woongelegenheden konden voorzien worden. Verder maakt de opsplitsing van de bestaande enkelvoudige verticale circulatie rond een corridor naar een dubbelvoudige circulatie een nieuwe planindeling mogelijk: nagenoeg alle appartementen hebben een dubbele oriëntatie (doorzonwoning) met leefruimtes gelegen aan de voorkant van het gebouw. Deze ingrepen verruimen de relatie met de omgeving, dragen bij tot een grotere sociale controle en maken een maximale daglichttoetreding in de appartementen mogelijk. De appartementen werden ook elk voorzien van een terras, achter een glazen gevel geplaatst. Deze terrassen functioneren tijdens de winter als wintertuin en in de zomer, wanneer de glasdelen opengezet worden, als gewoon balkon. Een nieuwe verdieping bovenop het

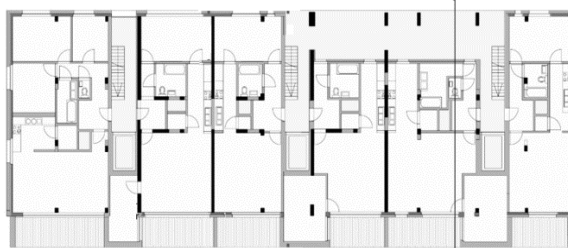
### Gebouw niveau

- Aanpasbaar: de lichte invulwanden binnen de nieuwe appartementen zorgen voor mogelijke aanpassing in de toekomst.
- Bouwen volgens levensduurlagen: binnen de aangepaste draagstructuur en circulatie samen met de bijkomende dragende gevel zijn meerder configuraties in de toekomst mogelijk.

### Component niveau

- /

gebouw geeft onderdak aan de nieuwe voorzieningen voor de technische installaties (waaronder mechanische ventilatie met warmteterugwinning, zonnecollectoren (vacuümbuizen), fotovoltaïsche cellen, radiatoren op lage temperatuur, waterbesparende toestellen, en gebouwbeheersysteem) die een belangrijke vermindering van het energie- en het watergebruik beogen.



© VMSW © Quiryne Jacobs Architecten © LEHR

[http://www.vmsw.be/Portals/0/objects/VMSW/DuurzaamWonen/WezembeekOppem\\_BanEik-renovatie.pdf](http://www.vmsw.be/Portals/0/objects/VMSW/DuurzaamWonen/WezembeekOppem_BanEik-renovatie.pdf)

[http://lehr.be/P-Sterreveld/NL-STERREVELD\\_LEHR.pdf](http://lehr.be/P-Sterreveld/NL-STERREVELD_LEHR.pdf)

# Villa Welpelo

Nieuwbouw

Locatie: Enschede (Nederland)

Architect: 2012 Architecten – SUPERUSE studios

Bouwheer: Ingrid Blans & Tjibbe Knol

Jaar: 2009

Villa Welpelo is een eengezinswoning in Enschede die in lijn met de filosofie van de architecten (SUPERUSE studios) voornamelijk gebouwd werd met afbraakmaterialen en productieoverschotten in een straal van 15 kilometer rond het bouwterrein. Het gebouw is voor 70% opgebouwd uit hergebruikt of gerecycleerd materiaal. Voor de stalen draagstructuur werden balken van een textielmachine uit een fabriek in de buurt gerecupereerd. Daarnaast werd voor de houten gevelbekleding gebruik gemaakt van kabelrollen die een thermische behandeling ondergingen om verwerking tegen te gaan. Veel van de ramen zijn gemaakt uit overschotten van een lokale glasfabriek, terwijl polystyreen afval van caravan-fabrikant uit de buurt werd gebruikt als gevelisolatie.

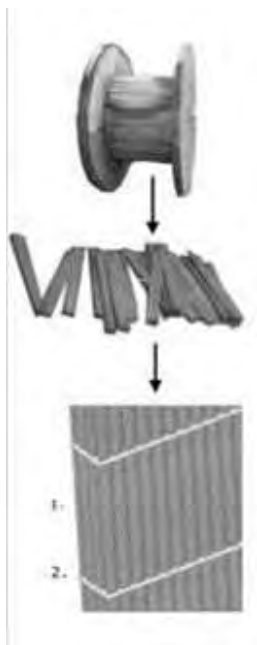
Tevens werd de kraan die ingezet werd om het huis op te bouwen geïntegreerd in het gebouw onder de vorm van een interne lift.

## Gebouwniveau

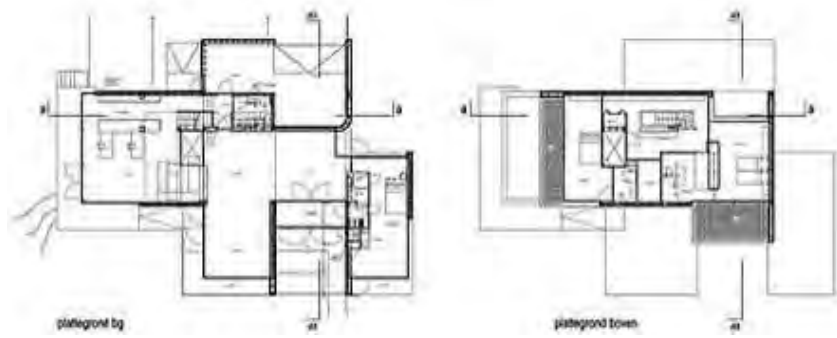
- /

## Componen niveau

- Hergebruik oude componenten: draagstructuur, gevelisolatie en –bekleding zijn gemaakt van gerecupereerde materialen/componenten.







©SUPERUSE studios

[http://www.duravit.be/website/home\\_be-nl/referenties/categorie%C3%ABn/residentieel/villa\\_welpeloo.be-nl.html](http://www.duravit.be/website/home_be-nl/referenties/categorie%C3%ABn/residentieel/villa_welpeloo.be-nl.html)

<http://superuse-studios.com/index.php/2009/10/villa-welpeloo/>

## E1 Woningen

Renovatie

Locatie: Enschede (Nederland)

Architect: 4D Architects

Bouwheer: De Woonplaats

Jaar: geplande oplevering 2015(?)

De wijk Stroinkslanden in het zuiden van Enschede is in de jaren '70 gebouwd en was destijds een van de meest vernieuwende wijken in Nederland. Het vernieuwende karakter zat in de toepassing van voorgefabriceerde bouwelementen met een gestandaardiseerde maatvoering, zoals deuren, ramen en kozijnen. De woningen voldoen echter niet meer aan de huidige woonwensen, waardoor begin 2007 woningcorporatie De Woonplaats en gemeente Enschede het initiatief hebben genomen om de wijk en de woningen te gaan vernieuwen. Een onderdeel van het projectplan is dat een aantal concrete experimenten op het gebied van duurzaamheid wordt uitgevoerd, waaronder het toepassen van Individueel Duurzaam en Flexibel (IDF) bouwen.

Het concept IDF zal bij de renovatie van 25 seniorwoningen worden toegepast door middel van optop- en uitbreidingsmodules. Deze IDF-module wordt ontwikkeld door een consortium bestaande uit Hodes bouwsystemen, Van Dijk bouwgroep, Winkels techniek en 4D Architects en is onderdeel van de werkplaats Individueel Duurzaam en Flexibel bouwen van stichting Pioneering (een platform voor vernieuwing in de Twentse bouw). Met de IDF-module wil het consortium een oplossing bieden voor verbetering van de energieprestatie, toevoeging van extra vierkante meters, variatie in demografische veranderingen, verbetering van akoestiek, esthetische verbeteringen en variatie op wijkniveau. De IDF-module kan bij nieuwbouw worden toegepast.

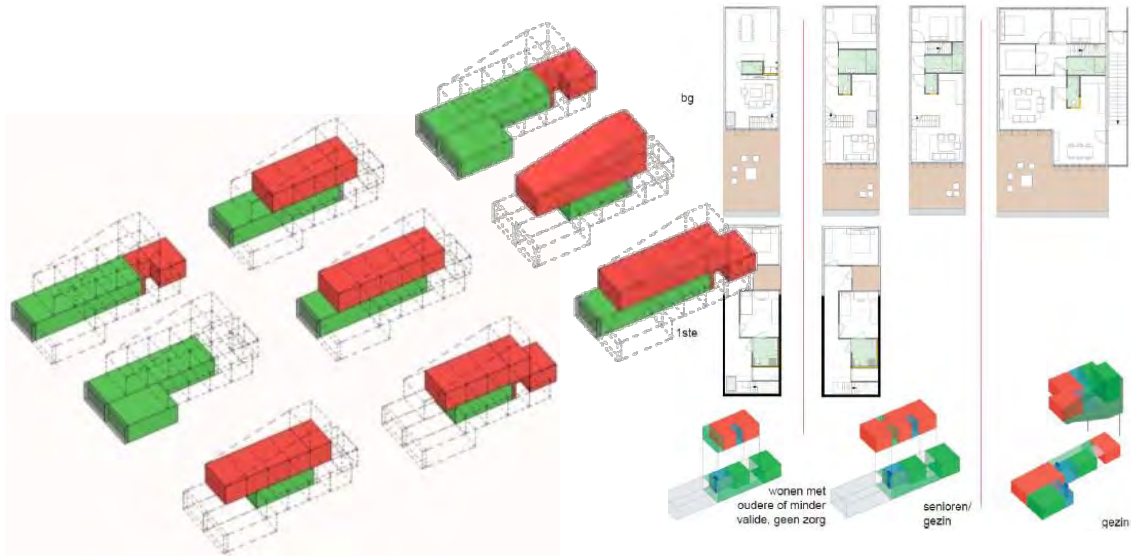
Voor de ontwikkeling van de IDF-module is eind 2009 een haalbaarheidsonderzoek afgerond met de 25 E1 woningen in Stroinkslanden als pilootproject. Hierbij waren het handhaven van het bestaande casco en het zoveel mogelijk hergebruiken van leidingen en aansluitingen uitgangspunten voor het ontwerp. Door het bestaande casco te handhaven en flexibele en demontabele gevel, sanitair en optopunits toe te voegen kan zonder totale sloop en met een kortere bouwtijd mutaties binnen vier productprofielen worden gerealiseerd. Met verschillende modules zijn de variaties en de dynamiek van veranderingen groot en kunnen gebouwen worden afgestemd aan veranderende woonbehoeften.

### Gebouwniveau

- Uitbreidbaar: modulaire opbouw die kan worden voortgezet.

### Componentniveau

- Prefabricage/preassemblage: de optop-/uitbreidingsmodules zijn geprefabriceerd en gepreassembleerd.
- Demonteerbaar en herbruikbaar: flexibele en verplaatsbare optop-/uitbreidingsmodules.



<http://www.avontuurlijkstroinkslanden.nl/dewijk/>

<https://www.de-woonplaats.nl/projecten/Stroinkslanden/>

[http://www.utwente.nl/ctw/gtbcenter/Conferences/Symposium\\_2009\\_October\\_Content/Presentations\\_29th\\_of\\_October/Presentations/De%20Woonplaats%20IDF.ppt](http://www.utwente.nl/ctw/gtbcenter/Conferences/Symposium_2009_October_Content/Presentations_29th_of_October/Presentations/De%20Woonplaats%20IDF.ppt)

[http://www.pioneering.nl/SiteFiles/1/files/60907%20Jaarverslag%202011%20Pioneering%20NEW\(2\).pdf](http://www.pioneering.nl/SiteFiles/1/files/60907%20Jaarverslag%202011%20Pioneering%20NEW(2).pdf)

[http://www.pioneering.nl/SiteFiles/1/files/IDF\\_uitbreidingsmodule\\_Powerpoint.pdf](http://www.pioneering.nl/SiteFiles/1/files/IDF_uitbreidingsmodule_Powerpoint.pdf)

# Schoolgebouwen

## De Bloesem - basisschool

Nieuwbouw

Locatie: Sint-Truiden (België)

Architect: VBM architecten

Bouwheer: Gemeenschapsonderwijs

Jaar: 2006

Het ontwerp van De Bloesem (school voor autistische kinderen) is gebaseerd op een flexibel systeem waarbij prefabricatie en traditionele bouwmethoden worden gecombineerd. De toekomstige uitbreiding werd mogelijk gemaakt door een flexibel systeem van modules van 2.20 m en dragende schijven in snelbouwsteen. De gevel is uitgevoerd in houtskeletbouw, zodat deze in de toekomst nog aangepast kan worden. De dragende massieve wanden zorgen voor de thermische massa, zodat het gebouw niet oververhit in de zomer.

Het compacte rechthoekig volume leidt tot betere vormfactoren en lagere thermische verliezen. De isolatieniveaus werden opgedreven tot een economisch optimum en bovendien werden koudebruggen uitgesloten door de detaillering. Het energieverbruik werd tenslotte ook beïnvloed door de kleinere flexibele gedecentraliseerde technische ruimtes, waardoor de technieken beter kunnen gediversifieerd worden op maat van de lokale functies.

De plaatsing van een groen dak en de oost-west oriëntatie dragen algemeen bij tot de energiehuishouding van het gebouw. Een aantal bomen nabij het nieuwe gebouw dienen als natuurlijke zonnewering. Waterdoorlatende verhardingen en klinkers maken recuperatie en buffering van regenwater mogelijk.

De materiaalkeuze gebeurde op basis van ecologische overwegingen maar ook duurzaamheid en onderhoudsvrijheid speelden hierbij een rol (thermisch behandeld hout, dakbegroeiing, alubuitenschrijnwerk). Materialen in natuurlijke of primaire toestand zijn minder kwetsbaar voor beschadigingen en verkrijgen een soort 'patine' door het verouderingsproces.

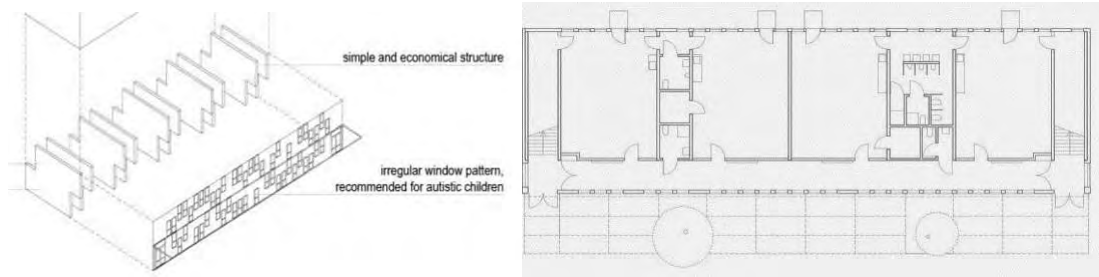
### Gebouwniveau

- Uitbreidbaar: modulaire opbouw die kan worden voortgezet.

### Componentniveau

- Demonteerbaar: houtskeletbouw waarvan delen kunnen worden gedemonteerd.





© VBM Architecten

<http://www.scholenbouwen.be/schoolvoorbeelden/bsbo-de-bloesem-sint-truiden#>

<http://www.scholenbouwen.be/mediaplayer/player.php?video=/sites/default/files/Sint-Truiden%20de%20bloesem%20OT.flv&nid=235>

<http://bvbarchitects.com/projects/de-bloesem-school-sint-truiden-be/?c=1>

## Het Meesterwerk

Nieuwbouw

Locatie: Almere (Nederland)

Architect: SVP Architectuur en Stedenbouw

Bouwheer: Gemeente Almere, Ymere Ontwikkeling

Jaar: 2005

Het Meesterwerk in Almere (€ 7.200.000) is een relatief kleine brede school die met de combinatie van een basisschool, peuterspeelzaal en kinderdagopvang er in slaagt om kinderen van 0 tot 12 opvang en onderwijs te bieden. Op de bovenste verdieping zijn 30 woningen gebouwd.

Door patio's binnenin zijn de ruimtes licht en aantrekkelijk.

De twee doelstellingen van dit project waren enerzijds, om een tijdelijke piekbehoefte voor kinderopvang antwoord te bieden, en, anderzijds onderhoud van scholen te verbeteren. De lokalen die voor de tijdelijke extra ruimte benut worden zijn gelegen tussen de koopwoningen op de bovenste verdieping. Deze lokalen kunnen zo, wanneer er minder kinderen in de wijk wonen omgebouwd worden tot woningen. Om het probleem van onderhoud op te lossen is woningbouwvereniging Ymere na de ontwikkeling van het project eigenaar gebleven, en is de gemeente huurder.

Voor de indeling van het gebouw werd uitgegaan van een indeling volgens leeftijdsgroepen. Het gebouw werd daarom ontworpen als vier huizen, waar elke leeftijdsgroep kinderen in ondergebracht wordt. Dit ruimtelijk model speelt in op de toekomst: als er minder kinderen in de wijk wonen is het mogelijk een 'huis' af te stoten voor een andere functie, zoals een gezondheidscentrum. De huizen worden telkens gescheiden door ingerichte patio's.

Door de stapeling van functies, het mengen van verschillende programma's en de compacte configuratie rond een aantal patio's werd een school gebouwd die niet enkel financiële voordelen biedt, maar ook mensen dicht bij elkaar brengt.

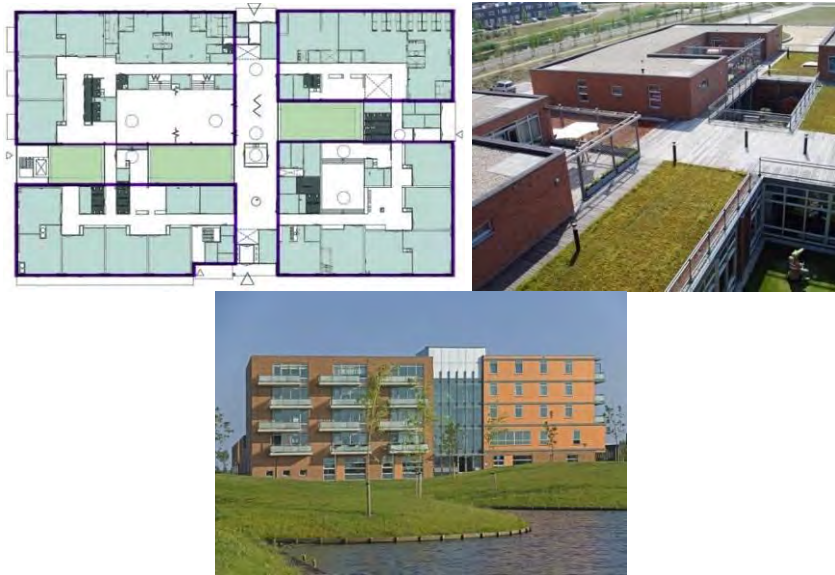
### Gebouwniveau

- Multi-inzetbaar: het gebouw kan ingezet worden voor aanvullende functies.
- Aanpasbaar: delen van de constructie kunnen na verloop van tijd voor andere gebruiksnoden ingezet worden.

### Componentniveau

- /





© SVP Architectuur en Stedenbouw

[file:///D:/POST%20DOC%20RESEARCH/OVAM/OVAM\\_Dynamisch%20bouwen%20-%20ontwikkeling%20beleidskader%20en%20evaluatiecriteria/Voorbeeldprojecten/Almere-Slimme-school-Het-Meesterwerk.pdf](file:///D:/POST%20DOC%20RESEARCH/OVAM/OVAM_Dynamisch%20bouwen%20-%20ontwikkeling%20beleidskader%20en%20evaluatiecriteria/Voorbeeldprojecten/Almere-Slimme-school-Het-Meesterwerk.pdf)

# Open Venster

Nieuwbouw

Locatie: Rotterdam (Nederland)

Architect: SPEE architecten

Bouwheer: Stadsontwikkeling, Kees Bogaart i.s.m. Ingenieursbureau gemeente Rotterdam team Gebouwen, Rob van den Berge, Laura Melissen en Marc Verheijen

Jaar: 2013-

Het programma van de brede basisschool het Open Venster te Rotterdam bestaat uit lokalen en faciliteiten voor de brede basisschool, peuterspeelzaal en een gymzaal. De school is ontworpen conform het Nederlandse ambitieprofiel van 'Frisse Scholen'. Het gebouw is ontworpen zodat de school in de toekomst aan te passen is aan ontwikkelingen in het onderwijs. De flexibiliteit is aanwezig op verschillende schaalniveaus: krimp en groei is mogelijk in relatie tot de omgeving, maar ook het interieur is flexibel door het gebruik van verplaatsbare wanden en modulaire meubelen zodat ruimten samengevoegd en opgesplitst kunnen worden.

Rond de verdiept aangelegde gymzaal zijn lokalen, onderwijsvoorzieningen en peuterspeelzaal gelegen. Als duurzaam, prefab, demontabel bouwsysteem waarin installaties kunnen worden geïntegreerd en die tevens de binnenafwerking is van het gebouw werd gekozen voor een massief houten bouwsysteem. Dit prefab bouwsysteem verkort eveneens de bouwtijd ten opzichte van de traditionele bouwmethodes verkort, met als voordeel dat het gebouw eerder in gebruik kan worden genomen. Dit bouwsysteem maakte het ook mogelijk om de drie uitkragende bouwlagen boven op de gymzaal mogelijk te maken met Holconvloer (met een overspanning van 24,5m). Daarnaast zijn de onderwijsvoorzieningen verder ook uitgevoerd in hout door middel van Lenotec wanden en Lignatur vloeren. Voor de gevel is gekozen voor een 'Cradle to Cradle' keramische gevel en het speeldak is gemaakt uit een ecologisch recycleerbaar materiaal.

Door zogenaamde 'functiestroken' tussen de lokalen te ontwerpen, zijn deelruimtes, computerruimtes en speelhoeken steeds bereikbaar vanuit twee lokalen. Ook kan de functiestrook dienen als verlengstuk van een lokaal. De technische kokers zijn gelegen binnen deze functiestroken zodat installaties makkelijk aanpasbaar zijn en verlaagde plafonds overbodig worden. De architecten hebben functievermenging ingezet om budgettaire redenen: de tribunetrap kan door een verplaatsbare wand bijvoorbeeld gekoppeld worden aan het speellokaal en -plein zodat deze gebruikt kunnen worden bij schoolfeestviteiten. Door ruimtes, zoals die van de buitenschoolse opvang, een eigen ingang te geven kunnen deze bovendien onafhankelijk beheerd worden. Hierdoor kan het gebouw in naschoolse uren ook gebruikt worden door andere gebruikers.

## Gebouwniveau

- Multi-inzetbaar: vermenging van verschillende functies.
- Aanpasbaar: open plan, draagstructuur, gevel en functiestroken zorgen voor een gemakkelijk aan te passen gebouw.
- Polyvalent: ruimten ontworpen met overmaat.
- Uitbreidbaar: groei is mogelijk in relatie tot de nabije omgeving.

## Componentniveau

- Demonteerbaar en herbruikbaar: verplaatsbare wanden en meubelen.





© SPEE architecten

[http://www.architectenweb.nl/aweb/redactie/redactie\\_detail.asp?iNID=31207](http://www.architectenweb.nl/aweb/redactie/redactie_detail.asp?iNID=31207)

[http://www.pietersbouwtechniek.nl/project/270/onderwijs/brede\\_school\\_het\\_open\\_venster/?type=year](http://www.pietersbouwtechniek.nl/project/270/onderwijs/brede_school_het_open_venster/?type=year)

<http://www.speearchitecten.nl/projecten/peuterspeelzaal/#47>

## LLEX

Nieuwbouw

Locatie: Wijnegem (België)

Architect: Enthoven Associates Design Consultants, HAHBO, Back McMaster architecten

Bouwheer: HAHBO

Jaar: 2013

LLEX staat voor **Longlife, Luxurious, Ecological, fleXible** en **eXpress**. LLEX is een modulair uitbouwbaar creatie voor verschillende toepassingen, waaronder tijdelijke en permanente klaslokalen, scholen en kantoren.

De korte levertermijn en snelle plaatsing bieden een antwoord op de nijpende nood aan extra en flexibele scholen en klaslokalen in het lager en secundair onderwijs. Het modulair systeem kan toegepast zowel worden als tijdelijke oplossing als voor een permanente school. De binneninrichting is functioneel aanpasbaar naargelang de noden van de leerlingen en de school: elk schooljaar kan een gebouw gemoduleerd worden dat de specifieke noden van de school volgt.

Bij de keuze van de materialen is er aandacht besteed aan het gebruik van hernieuwbare materialen. De draagstructuur bestaat uit houtskeletbouw (Ayous - thermisch behandeld foutvrij Afrikaans hout) in combinatie met gelakt staal. De dimensiestabiliteit en de duurzaamheid van het hout werd verbeterd door een thermische modificatie om de kwaliteit en de ecologische afdruk van het materiaal te verbeteren.

De isolatie in vloeren, wanden en plafonds bestaat uit cellulose en is in principe afbreekbaar.

### Gebouwniveau

- Aanpasbaar: door flexibele wanden kunnen de ruimten opnieuw op andere wijze ingevuld worden.
- Uitbreidbaar: modulair uitbreidbare gebouw.

### Componentniveau

- Demonteerbaar: de staalconstructie wordt opgebouwd aan de hand van boutverbindingen.
- Herbruikbaar: bepaalde gebouwonderdelen kunnen hergebruikt worden.
- Prefabricage/preassemblage: de meeste gebouwonderdelen worden geprefabriceerd en gepreassembleerd.





© HAHBO en © Back Mac Master architects

<http://www.hahbo.be/nl/Referenties/LLEXX/Designer-Axel-Enthoven-ontwerpt-type-LLEXX-.aspx>

<http://www.backmcmaster.be/werk.php?type=gebouw&rubriek=95>

[file:///C:/Users/apaduart/Downloads/EDUSCRIPT\\_07\\_NL\\_WEBSITE.pdf](file:///C:/Users/apaduart/Downloads/EDUSCRIPT_07_NL_WEBSITE.pdf)

# Zorgcentra

## LUMC

Nieuwbouw

Locatie: Leiden (Nederland)

Architect: EGM architectural firm (arch. Pieter Walraad en Bas Molenaar)

Bouwheer: Universiteit Leiden

Jaar: 2005

Bij het ontwerp van het onderzoeks- en onderwijsgebouw LUMC, waren de modulaire opbouw en de aanpasbaarheid van de laboratoria het voornaamste uitgangspunt. Door de beperkte looptijd van onderzoeksprojecten en de in omvang wisselende samenstelling van onderzoeksteams, vraagt de ruimtelijke ondersteuning van onderzoeks-laboratoria telkens om nieuwe specifieke voorzieningen, met als gevolg een verbouwing van jaarlijks ca. 10% van het onderzoek areaal. Om de kosten voor elk van deze aanpassingen te drukken, werd een structuur ontworpen die gebruik maakt van standaardmodules (labunits) als bouwsteen van het plan. Daarnaast is een overmaat aan technische infrastructuur in het gebouw aangebracht. De initiële meerkosten die verband houden met de bereikte interne aanpasbaarheid waren ongeveer 8% van de totale bouwsom.

De technische infrastructuur bestaat uit een fijn vertakt netwerk van geprefabriceerde subschachten en een overmaat in de techniekruimte ten behoeve van extra luchtbehandelingskasten. Het netwerk van subschachten bestaat uit een stramien van 3,6 meter en een driedeling voor lucht, data/elektra/gassen en water.

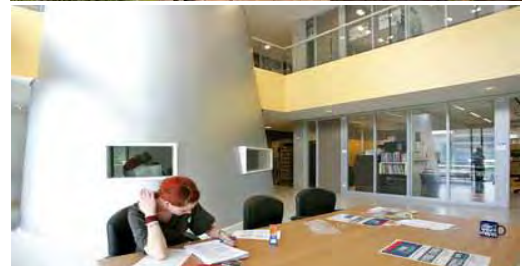
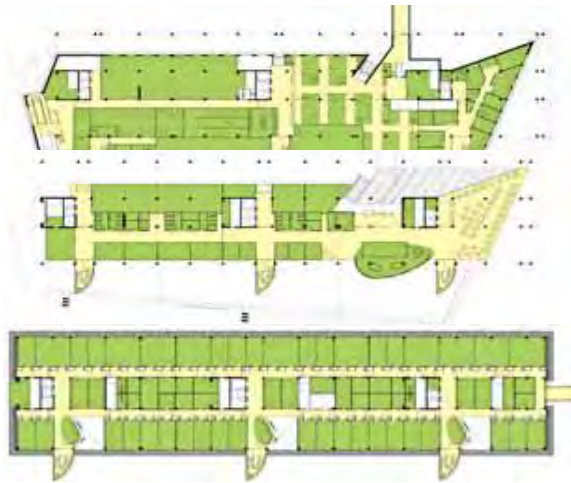
Door de vele onderzoeksfuncties met hoge eisen diende een complexe combinatie gemaakt te worden van ruimtes zoals een snijzaal, practicumzalen, restaurant, laboratoria en een hightech proefdierenfaciliteit –met elk hun eigen logistieke stromen. Door de toepassing van standaard labunits is een wirwar aan varianten voorkomen. Een neutrale gebouwplint bevat de ondergrondse verdieping en draagt de transparante ingang van het gebouw (met restaurant en vergader- en practicumzalen). Zes lagen laboratoria en werkruimten liggen op de bovenste verdiepingen met daarboven het proefdierenlab.

### Gebouwniveau

- Aanpasbaar: modulaire labunits en een overmaat aan technische infrastructuur.

### Componentniveau

- Demonteerbaar en herbruikbaar: scheidingswanden en gevelementen.
- Prefabricage: diverse gebouwcomponenten.



© EGM architecten

<http://www.egm.nl/nl/project/71/lumc-onderzoeksgebouw>

<http://www.beslistinstaal.nl/project/ziekenhuis2.html>

<http://www.slideshare.net/boosting/boosting-nieuwsbrief-72-mei-2003-3265245>

# AZ Groeninge

Nieuwbouw

Locatie: Kortrijk (België)

Architect: Baumschlager Eberle, OSAR architects

Bouwheer: A.Z. Groeninge

Jaar: in 2010 is het eerste deel opgeleverd, 2016 is gepland voor het tweede deel en in 2025-2030 het laatste deel.

Het gebouw bestaat uit een aaneenschakeling van grote binnentuinen (20x60 meter) die samen met hun begrenzende gebouwen een afzonderlijk blok vormen. Op de centrale binnentuin (omgeven door het medisch-technisch blok) sluiten alle blokken aan. Van de blokkenstructuur is nog weinig zichtbaar na de oplevering van de eerste fase maar zal steeds verder worden uitgebreid.

In de vleugels van de gelijkvloerse verdieping zijn de onderzoeksruimten en raadplegingen gelegen. De bijbehorende verpleegafdelingen zijn op de verdiepingen erboven gevestigd. Op deze manier hoeft circulatie niet via andere afdelingen te gebeuren en wordt er vanuit het centrale volume een eenvoudige circulatie gecreëerd. Onder de gelijkvloerse verdieping is onder elke vleugel een circulatienetwerk voorzien dat alle liften en trappenhuizen met elkaar verbindt en toegang geeft tot alle logistieke diensten. Hiervoor is gekozen om een zo optimaal mogelijke aanpasbaarheid te creëren, zodat alle functies overal in het gebouw kunnen. Om de aanpasbaarheid te waarborgen zijn om de 1,8 meter luchtbuizen met toevoeropeningen ingestort om verse behandelde lucht van de gang tot aan de gevel te brengen zonder verlaagd plafond. Daarnaast liggen alle leidingen geconcentreerd in de gangen met enkele gemeenschappelijke schachten in het centrale medisch-technisch blok.

Het gebouw is/(wordt) opgebouwd uit eenzelfde maat en identieke gevelelementen. Alle vleugels hebben een breedte van 21,6 meter met een stramien van 8,1 – 5,4 – 8,1 meter. De verdiepingshoogte is op elke vloer gelijk en ook alle trappen zijn hetzelfde. Een minimaal aantal kolommen in het gebouw zorgen voor een grote indelingsvrijheid van de ruimte.

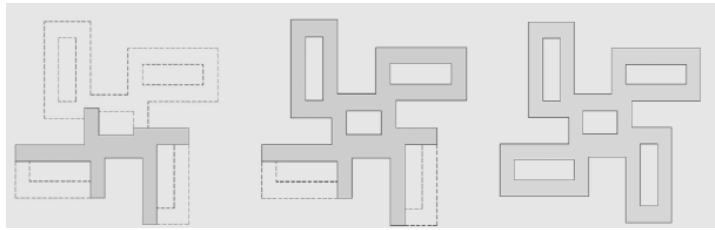
De gevelstructuur is van prefabbeton en modulair opgebouwd, zodat elke gevelelement identiek qua uitstraling is. De gevelelementen die voor de uitbreiding in een volgende fase moeten worden verwijderd zijn hierop voorzien. Evenals de vloerwapening die, wanneer de gevelelementen zijn verwijderd, de vrijgekomen opening kan overspannen. Door deze voorzieningen heeft de gefaseerde uitbreiding achteraf geen structurele (dure) consequenties. Alle verwijderbare gevelelementen kunnen bovendien worden hergebruikt in de uitbreiding.

## Gebouwniveau

- Uitbreidbaar: blokkenstructuur dat in 3 fases wordt gebouwd waarvoor gevelelementen en vloerwapening al voorzien zijn van voorzieningen voor de uitbreiding.
- Aanpasbaar: open plan, draagstructuur, gevel, geconcentreerde leidingen en circulatienetwerk zorgen voor een gemakkelijk aan te passen gebouw.

## Componentniveau

- Prefabricage: modulaire gevelelementen en identieke trappen.
- Herbruikbaar: verwijderbare gevelelementen die kunnen worden hergebruikt in de uitbreiding.



Fase 1

Fase 2

Fase 3



© TIS IFD © OSAR architecten

<http://www.ifdbouwen.be/media/docs/voorbeeldprojecten/Voorbeeldproject7.pdf>

<http://www.azgroeninge.be/1994/campusKL.html>





# Bijlage 3. Analyse van het Sterreveld/Zonneveld-project voor de renovatie.

## Overzicht van gebouwelementen

### Draagconstructie

De hoogbouw appartementsgebouwen Zonneveld en Sterreveld in de tuinwijk Ban-Eik waren op het moment van hun bouw revolutionair op het gebied van prefab-bouw in België. Het uitgangspunt tijdens hun ontwerp was om de constructie te versnellen en technisch kwalitatieve maar goedkope appartementsgebouwen te realiseren door het gebruik van rationele, niet-traditionele constructiemethodes. De appartementsgebouwen werden daarom uitgevoerd volgens het Franse zware prefabricatiesysteem 'Barets'. Daarbij werden verdiepingshoge betonnen wandelementen en vloeren op de werf geprefabriceerd in horizontale mallen, waarbij openingen voor raamkaders, afwerking, isolatie en leidingen geïntegreerd werden voor verdere afwerking op de werf. Na de montage was geen afwerking meer nodig van plafonds en (dragende) wanden, noch van de trappen.

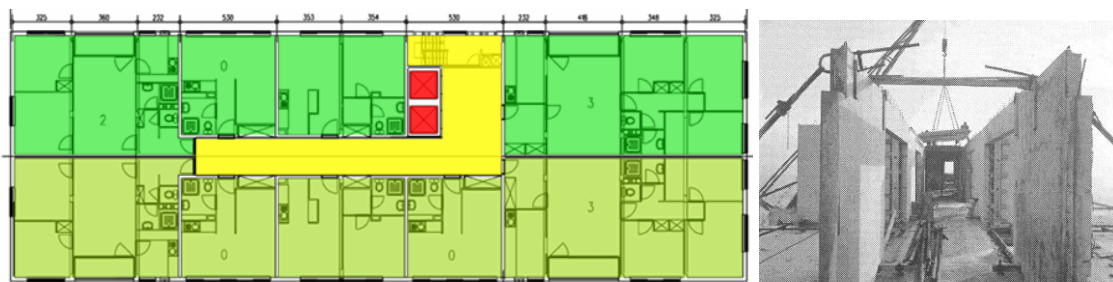
Beide gebouwen tellen tien verdiepingen, zijn ongeveer 40 meter lang en 13 meter diep. De draagconstructie wordt gevormd door geprefabriceerde portieken, geprefabriceerde gevelpanelen op de kopse gebouwzijden en de trap/liftkokers. De dwarse portieken bepalen de ritmiek van het plan in de oost-westelijke richting: ze verdelen het grondplan in elf (ongelijke) zones variërend tussen 232cm en 530cm. Centrale binnenwanden langs de binnenstraat beïnvloeden de toekomstige indelingsvrijheid in de dwarse richting van het grondplan sterk. In de lengterichting zorgt het gebruik van de portieken echter voor een grotere indelingsvrijheid.



**Figuur 0.1:** De draagstructuur van de appartementsgebouwen op Ban-Eik gebeurden volgens het Frans prefabricatiesysteem 'Barets' met betonnen prefab-portieken en gevels © VMSW – © Archief Van Coillie – © Architectenbureau Quiryne Jacobs

## Circulatie

Vanuit de centrale gebouwtoegang op straatniveau leidt een enkele trappenkoker en een dubbele lift langs de gemeenschappelijke inkomhal naar de woonverdiepingen. Op de gelijkvloerse verdieping van het gebouw zijn bergingen voorzien voor kinderwagens, fietsen en vuilbakken. Doordat de woonfunctie slechts vanaf de eerste verdieping aanwezig is ontbreekt op straatniveau sociale controle.



**Figuur 0.2:** De toegang tot de wooneenheden via een niet-geventileerde centrale binnenstraat vertrekt vanuit de verticale circulatiekern met trap en dubbele lift aan de westelijke gebouwgevel. © Architectenbureau Quiryne Jacobs © Archief Van Coillie

Op de verdiepingen gebeurt de horizontale toegang tot de appartementen via een (gesloten) interne binnenstraat, een zogenaamde 'corridor'. Deze binnenstraat zorgt voor een sterke verdeling van het verdieplingsplan in twee zones waardoor enkelvoudig georiënteerde appartementen ontstaan (westelijk of oostelijk georiënteerd). Aan de zuidelijke gebouwgevel is op elke verdieping één appartement gelegen met meervoudige oriëntatie.

## Gebouwschil

De gebouwschil bestaat op de kopse gevelzijden uit geprefabriceerde betonnen gevelpanelen afgewerkt met vezelcementbeplating. Deze afgewerkte dragende prefabbetonelementen konden snel geassembleerd worden: enkel raamkaders dienden nog te moeten worden aangebracht op de werf. De gevelpanelen bestaan uit een betonnen kern afgewerkt met een vezelcementbeplating, een thermische laag (minerale wol) en een pleisteren afwerkingslaag. Gezien deze panelen een onderdeel vormen van de draagstructuur kunnen weinig of geen aanpassingen, noch uitbreidingen plaatsvinden langs deze gevelzijden.



**Figuur 0.3:** Dragende geprefabriceerde gevelelementen uitgevoerd volgens het Frans Baretts systeem (links en midden); uitvoering op de bouwwerf van Sterrenveld/Zonneveld van de gevelelementen aan de lange gebouwzijden met lichte raamkaders en panelen. © Diamant, *Industrialised Building 1*, p. 37-38 – © Archief Van Coillie

Aan de oost-westelijke gevelzijden werden de open portieken ingevuld door lichtere niet-dragende gevelelementen. Deze lichte gevelelementen met sandwichbeplating kunnen eenvoudiger verwijderd worden door hun niet-dragende eigenschappen. Door het gebruik van mortel<sup>27</sup> zijn deze niet-dragende gevelelementen moeilijk te verwijderen of aan te passen.

<sup>27</sup> Er was geen informatie over het type mortel. Het gebruik van een zwakke mortel zoals kalkmortel zou het scheiden van mortel en andere componenten vergemakkelijken ten opzichte van een sterke mortel op basis van Portlandcement. Desalniettemin, bemoeilijkt het gebruik van mortel het demonteren en potentiële aanpassingen.

## Technieken

Over de uitvoering van de technieken in de gebouwen is weinig informatie terug te vinden. De aan- en afvoer van sanitair water voor de badkamers en keukens gebeurde via kokers die eenvoudig bereikbaar waren voor hun onderhoud. De kokers liggen verspreid over het grondplan en werden niet gebundeld in centrale kernen per appartement.



**Figuur 0.4: Plaatsing van de kokers in het verdiegingsplan van Sterrenveld/Zonneveld © Architectenbureau Quiryne Jacobs**

## Interieur

De dragende en niet-dragende binnenwanden in Zonneveld en Sterrenveld werden uitgevoerd volgens drie verschillende systemen: zware geprefabriceerde panelen (volledig afgewerkt), lichte invulwanden uit gipskartonplaat tegen een houten frame, en gemetste wanden uit cellenbeton. Deze wanden kunnen verwijderd worden mits destructieve ingrepen, gezien de verbindingstechnieken niet omkeerbaar uitgevoerd zijn (bv. door het gebruik van nagels en mortel).

## Energieprestatie

De balkvorm van de gebouwen Sterrenveld en Zonneveld (balk) zorgt voor een hoge compactheid van het bouwvolume. De verschillende delen van de gebouwschil hebben echter slechte isolerende eigenschappen. De berekende U-waarden van respectievelijk het dak, de gevel, de vloer boven de kelder en de vensters van Sterrenveld/Zonneveld zijn  $U = 0,77 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U = 2,78 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U = 6,66 \text{ W/m}^2\text{K}$  en  $U = 5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Daarnaast zijn verschillende koudebruggen aanwezig in de draagconstructie waaronder de aanwezigheid van balkons met doorlopende vloeren van binnen naar buiten, slechte aansluitingen tussen verschillende geveldelen en een niet-geïsoleerde open trappengang.

## Akoestiek

Zoals in de meeste naoorlogse appartementsgebouwen kampten de wooneenheden in Zonneveld en Sterrenveld met slechte akoestische eigenschappen. Zo werden geen voorzorgen genomen om contactgeluid te verminderen tussen boven elkaar liggende wooneenheden. Ook de geluidsisolatie tussen horizontaal aangrenzende appartementen voldoet niet aan de huidige normen voor akoestiek in woningbouw.

## Brand

Op vlak van brandveiligheid zijn Zonneveld en Sterrenveld zoals vele naoorlogse appartementsgebouwen niet conform met de huidige brandnormen. Zonneveld en Sterrenveld vallen met hun 10 verdiepingen voor de brandnormen onder de categorie 'hoogbouw' (gebouwen hoger dan 25m). Voor hoogbouw geldt dat er voor elk compartiment twee uitgangen aanwezig dienen te zijn. In het initieel ontwerp was er slechts één trappenkoker aanwezig. Ook de materialisatie van de gevel en de wanden die de compartimentering vormen voldoen niet aan de brandeisen voor hoogbouw: ter hoogte van de scheidingen tussen compartimenten in de horizontale en de verticale richting dient de gevel op elke bouwlaag een bouwelement te bezitten dat gedurende 1 uur beantwoordt aan het criterium 'vlamdichtheid' van NBN 713-020, wat in het initieel ontwerp niet het geval was. Ook zouden de wanden tussen compartimenten

een RF-waarde van 2 uur dienen te bezitten. Als gevolg diende tijdens de renovatie bijkomende aandacht aan deze aspecten gegeven te worden.

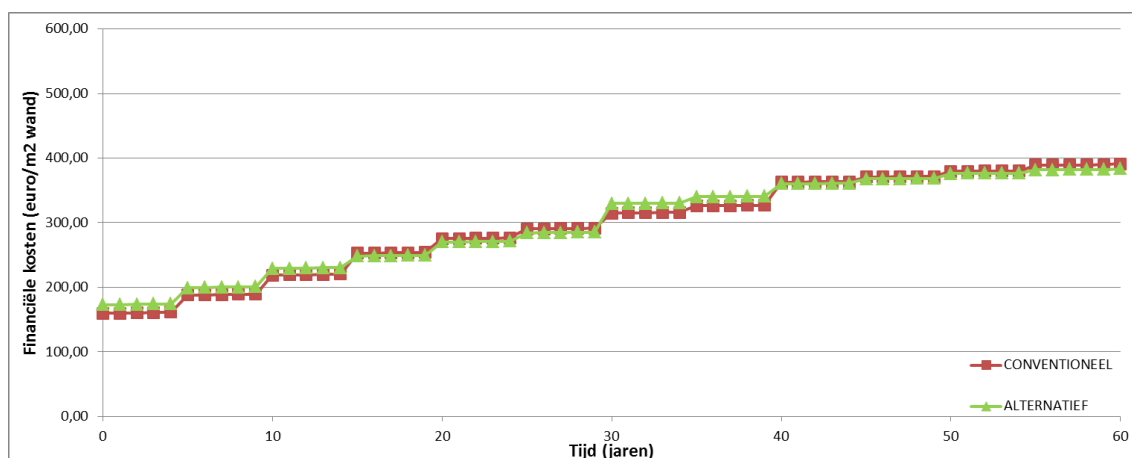
### **Comfort**

Er zijn vier woningtypes aanwezig in de twee gebouwen: studio's en appartementen met één, twee of drie kamers. Leefkamers en keukens in Zonneveld en Sterrenveld zijn gelegen aan de buitengevels, en de badkamers zijn centraal in het gebouw gelegen zonder natuurlijk daglicht. De appartementen voldeden niet langer aan de oppervlakenormen voor wooncomfort opgesteld door de VMSW.

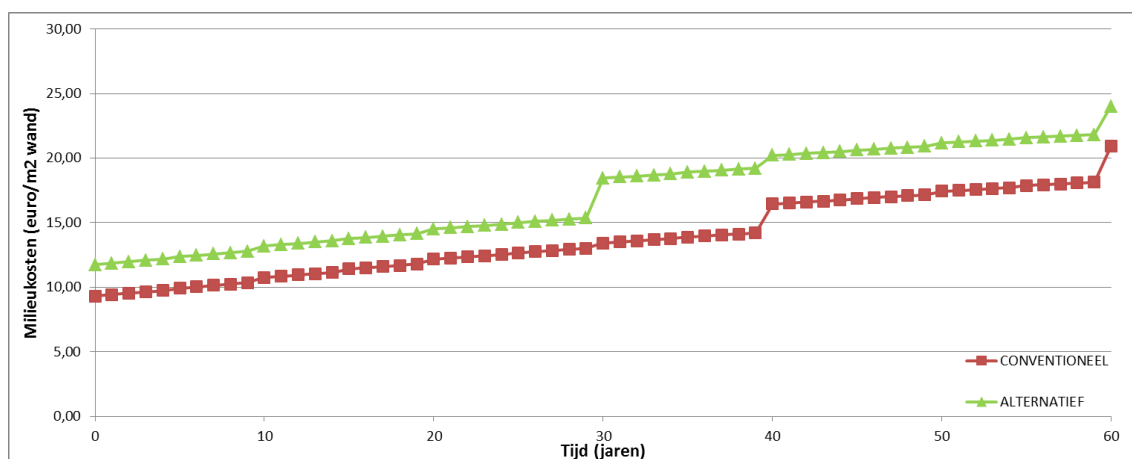
# Bijlage 4. Milieu- en financiële profielen van representatieve elementvarianten

## Buitenwand woning

Geen upgrade

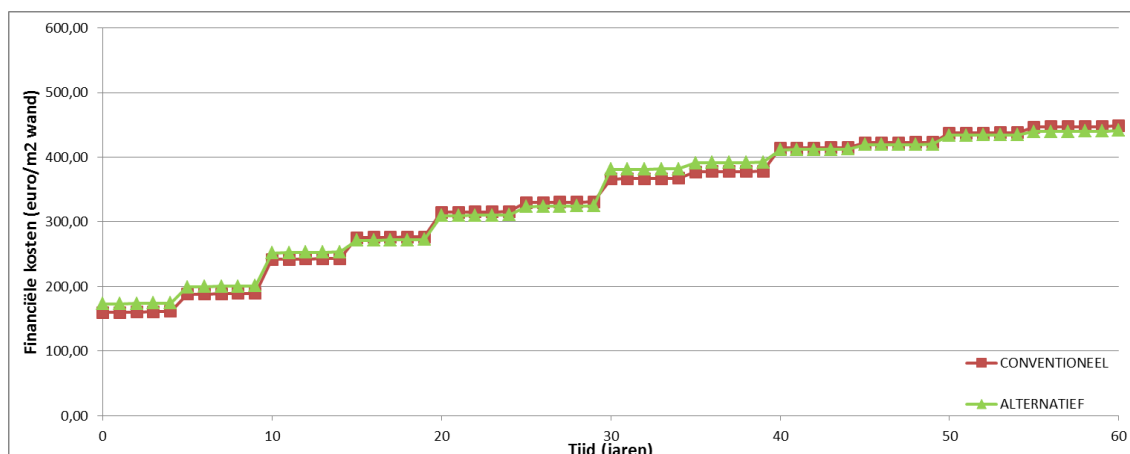


Figuur 0.5: Financiële kosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

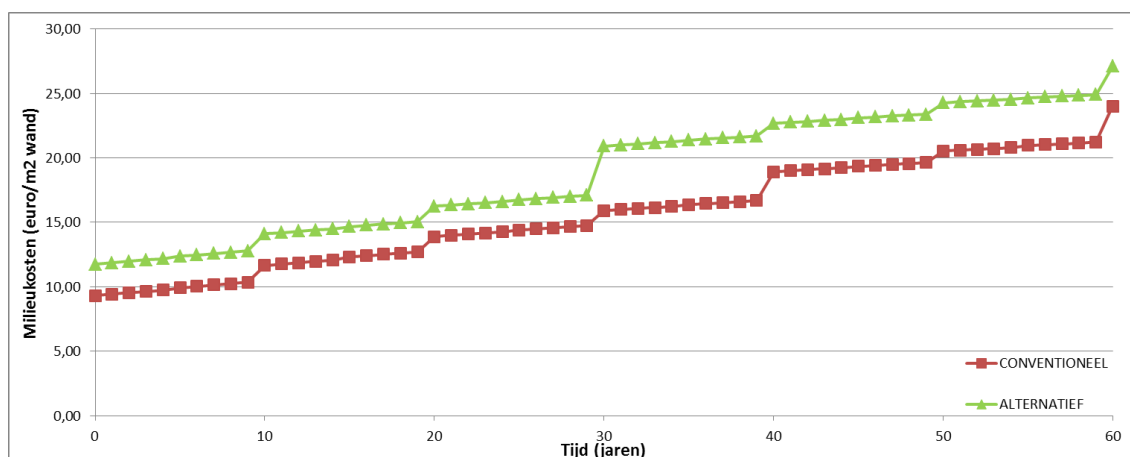


Figuur 0.6: Milieukosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

## Upgrade technieken na 10 jaar

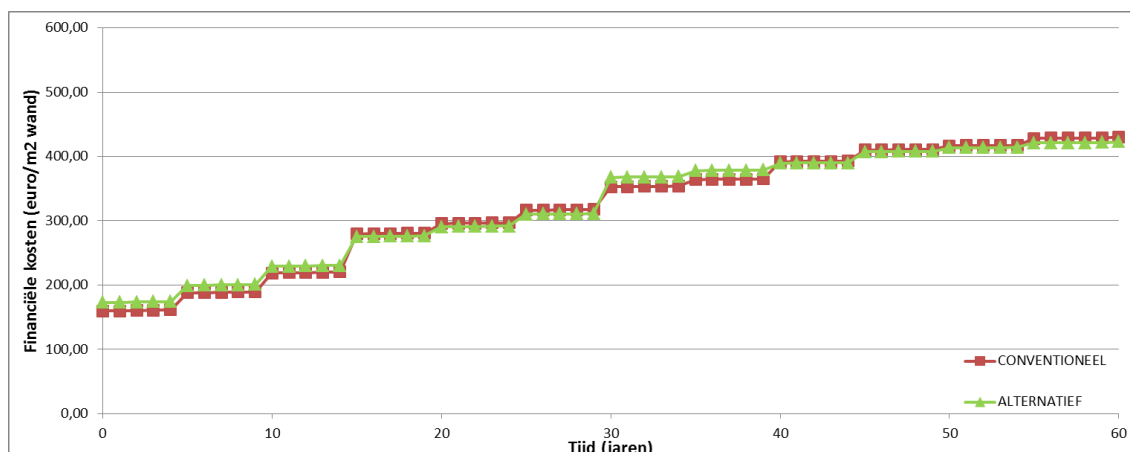


Figuur 0.7: Financiële kosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j

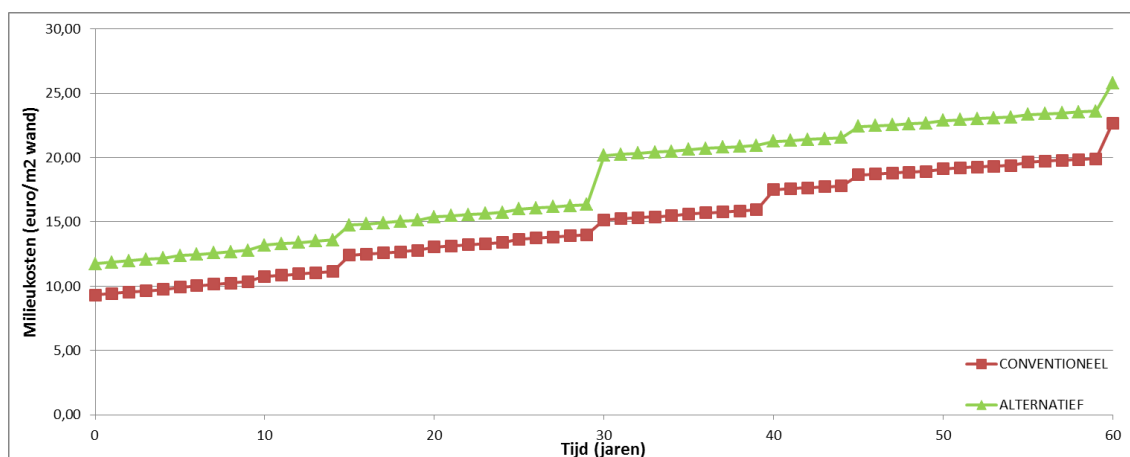


Figuur 0.8: Milieukosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j

## Upgrade technieken na 15 jaar



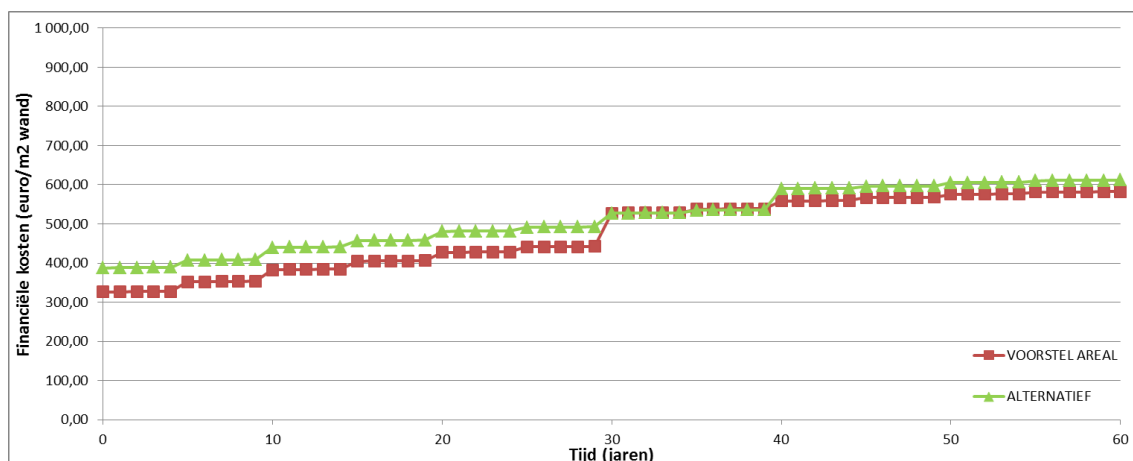
Figuur 0.9: Financiële kosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j



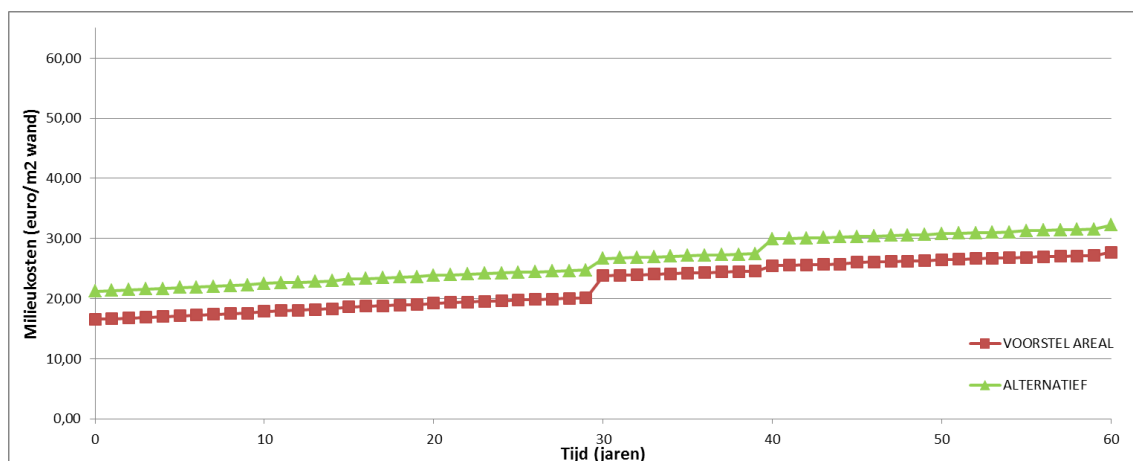
Figuur 0.10: Milieukosten buitenwand woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j

# Buitenwand school

## Geen upgrade



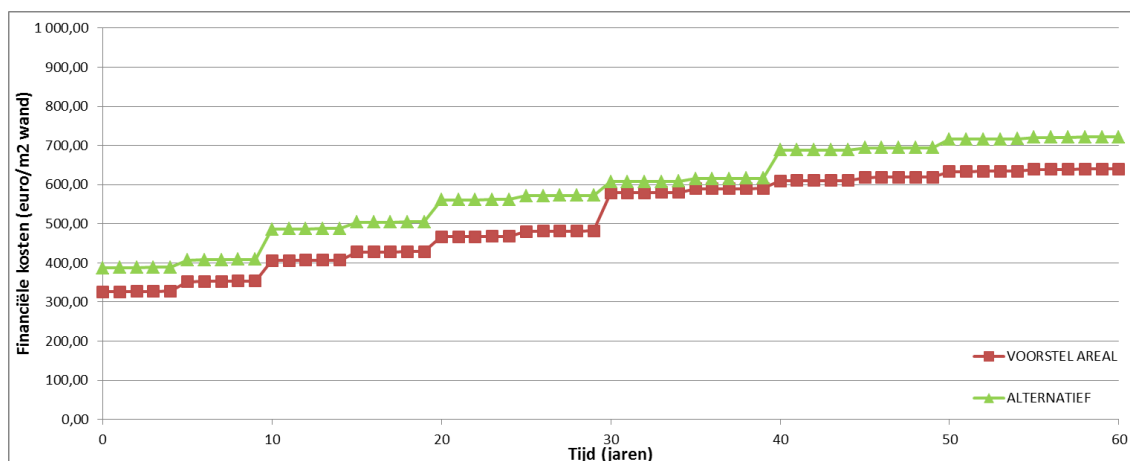
Figuur 0.11: Financiële kosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – geen upgrade



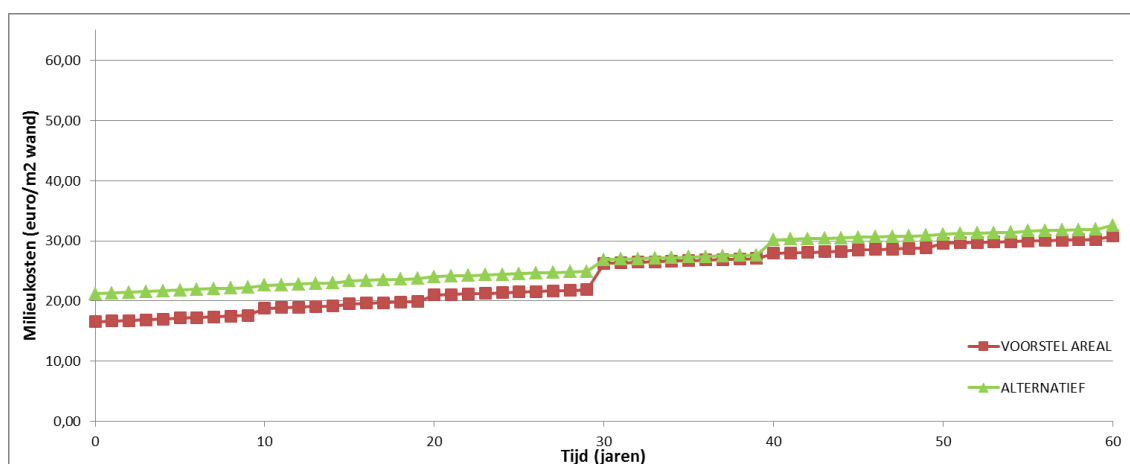
Figuur 0.12: Milieukosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – geen upgrade



## Upgrade technieken na 10 jaar

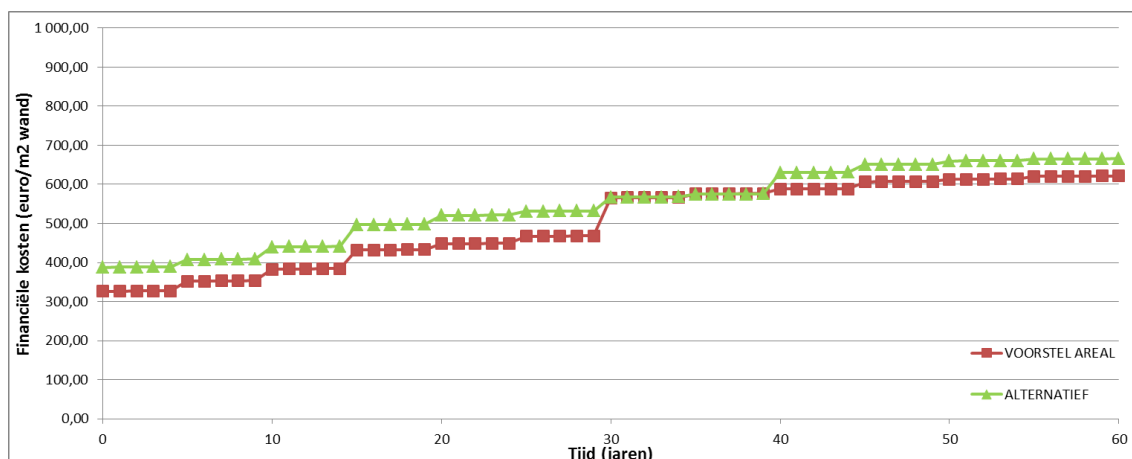


Figuur 0.13: Financiële kosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j

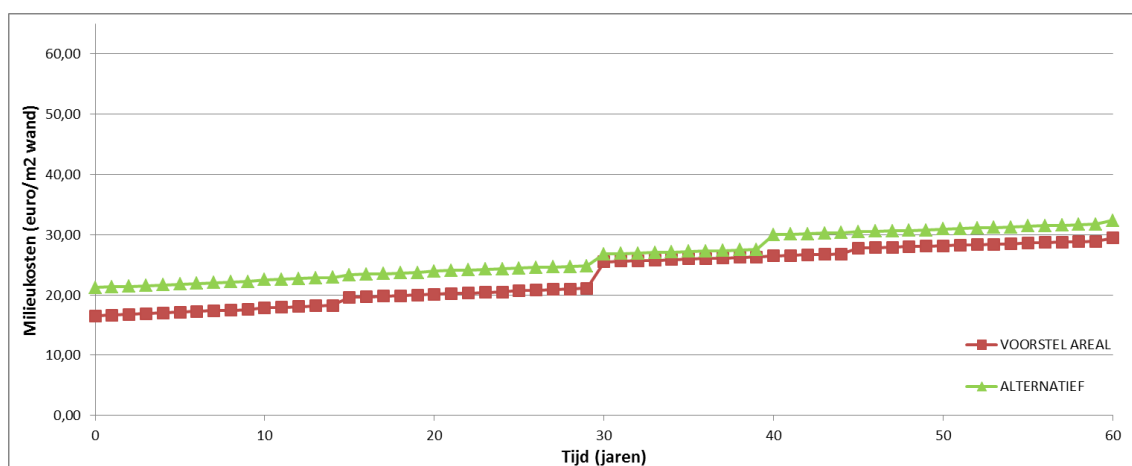


Figuur 0.14: Milieukosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j

## Upgrade technieken na 15 jaar

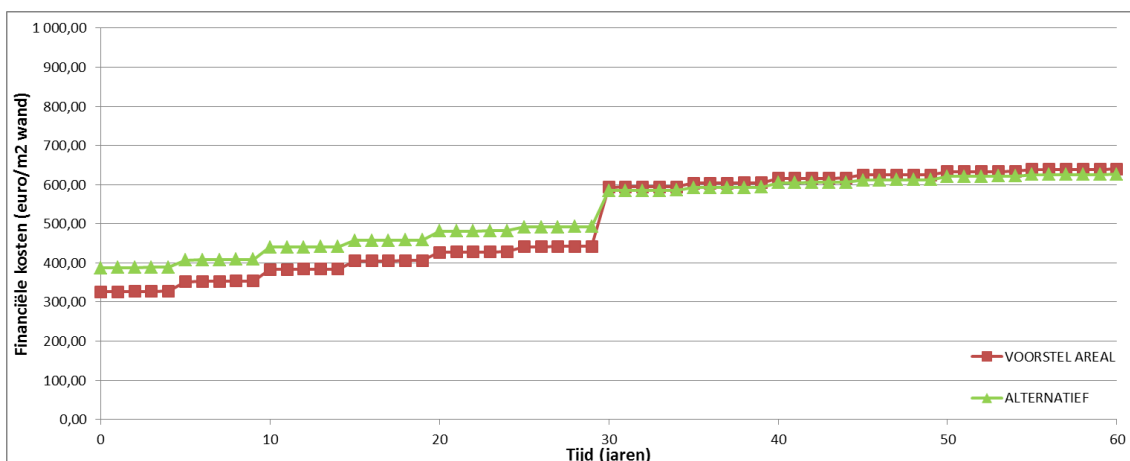


Figuur 0.15: Financiële kosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j

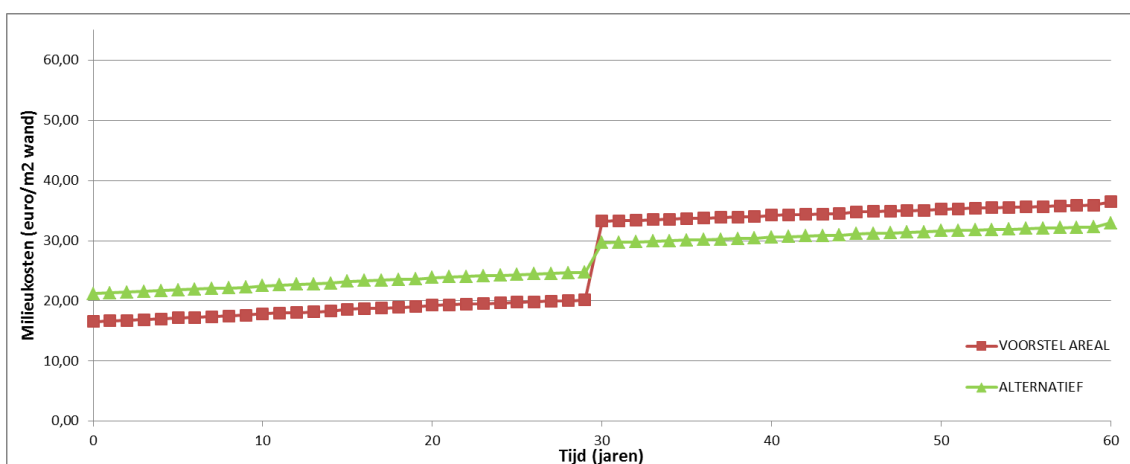


Figuur 0.16: Milieukosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j

## Verplaatsing wand na 30 jaar

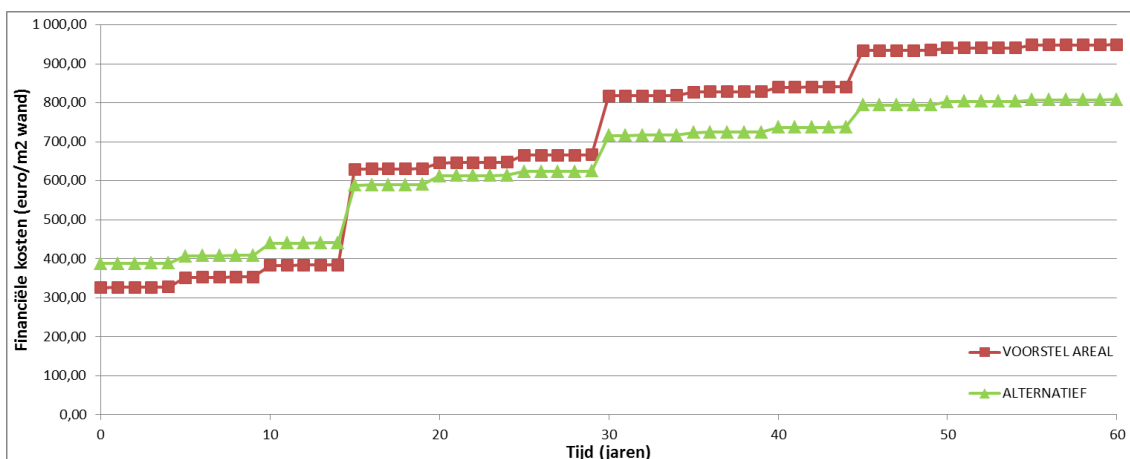


Figuur 0.17: Financiële kosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 30j

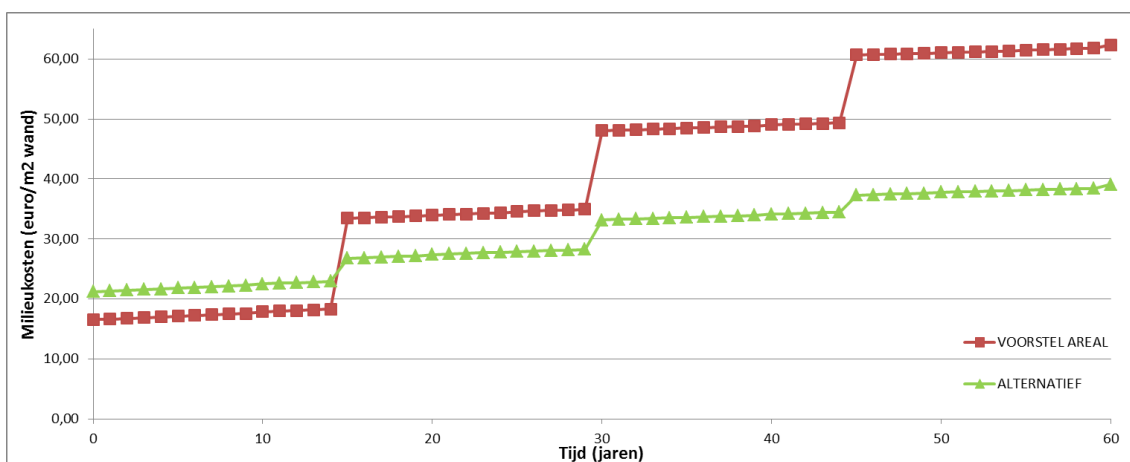


Figuur 0.18: Milieukosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 30j

## Verplaatsing wand na 15 jaar



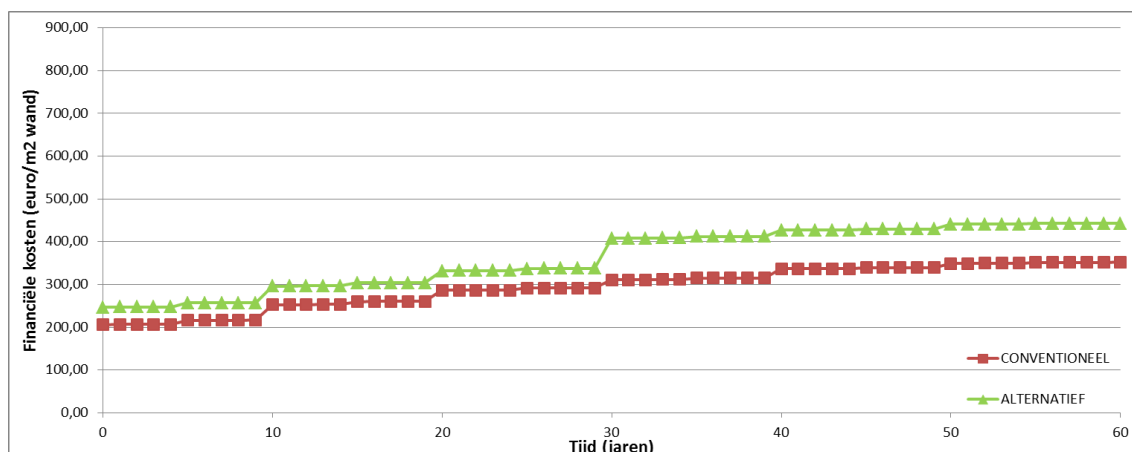
Figuur 0.19: Financiële kosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j



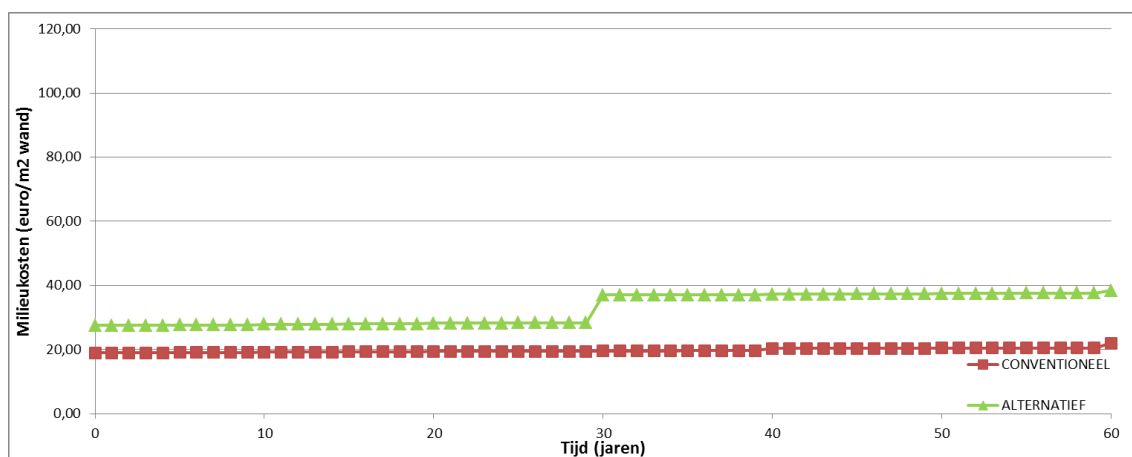
Figuur 0.20: Milieukosten buitenwand school (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j

# Woningscheidende binnenwand

## Geen upgrade

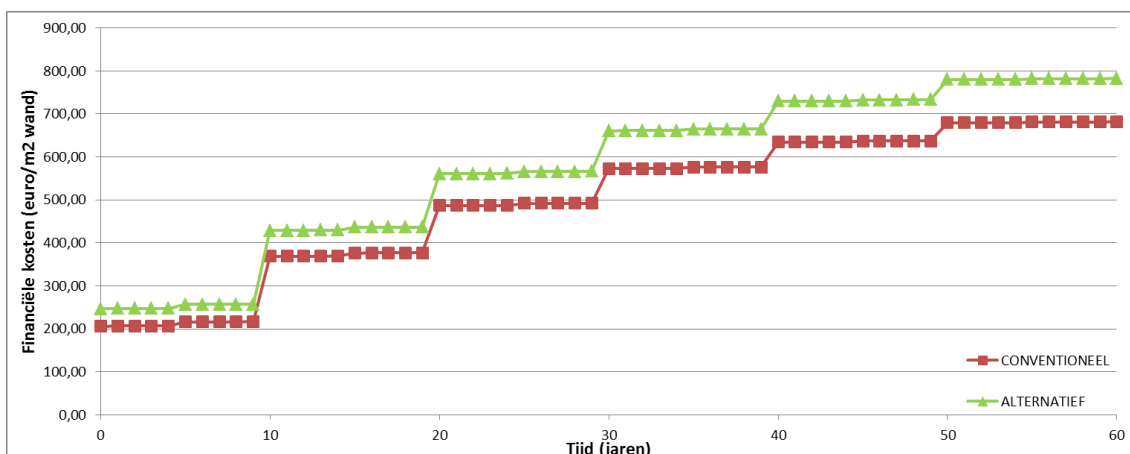


Figuur 0.21: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

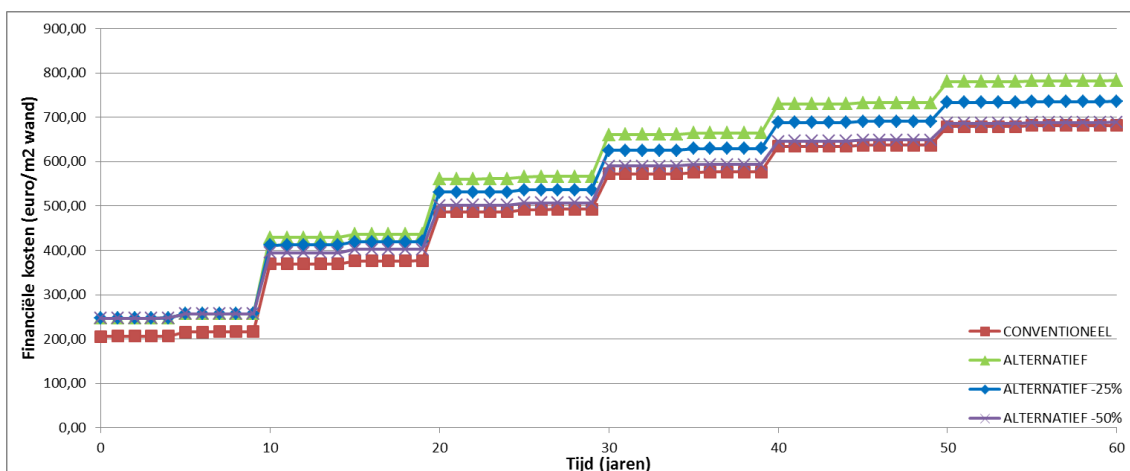


Figuur 0.22: Milieukosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

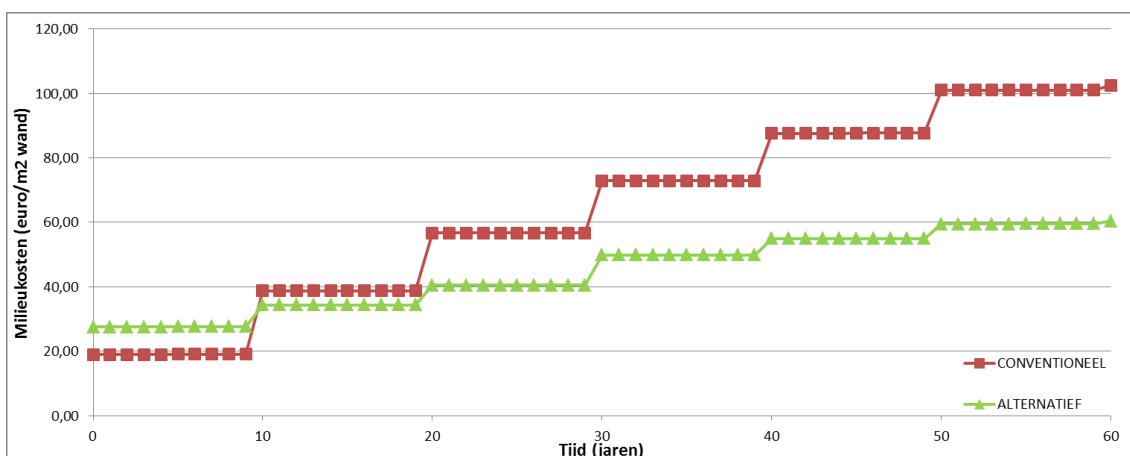
## Verplaatsing wand na 10 jaar



Figuur 0.23: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j

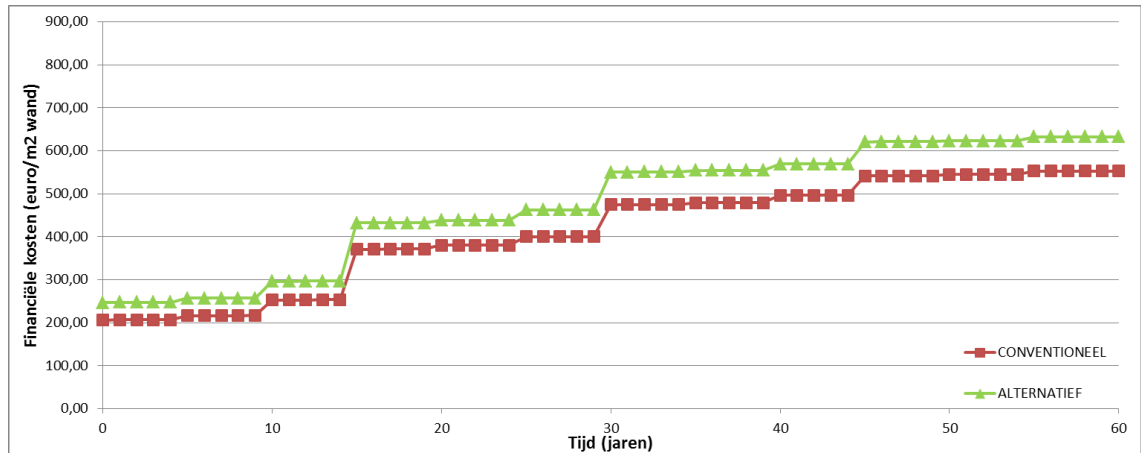


Figuur 0.24: Gevoeligheidsanalyse financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j – reductie montagekosten met 25% en 50%

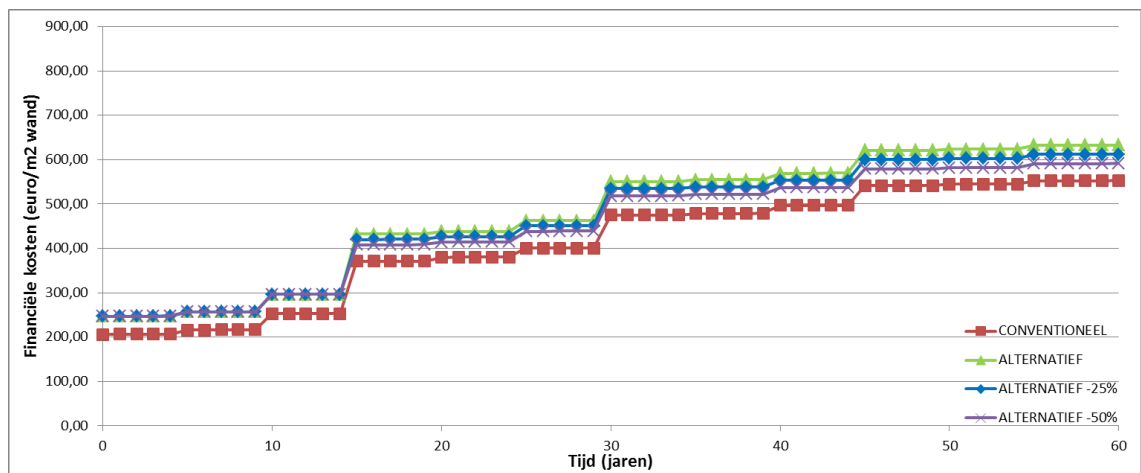


Figuur 0.25: Milieukosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j

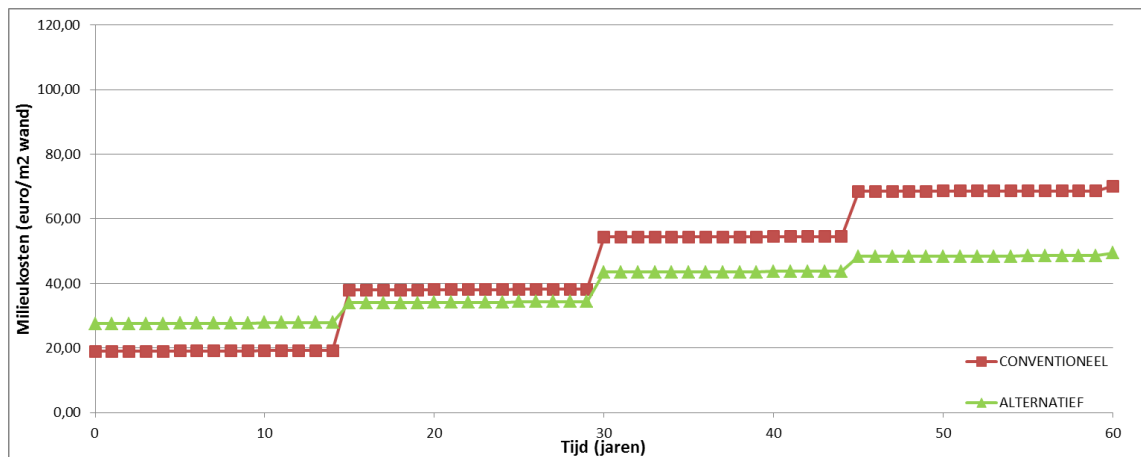
## Verplaatsing wand na 15 jaar



Figuur 0.26: Financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j



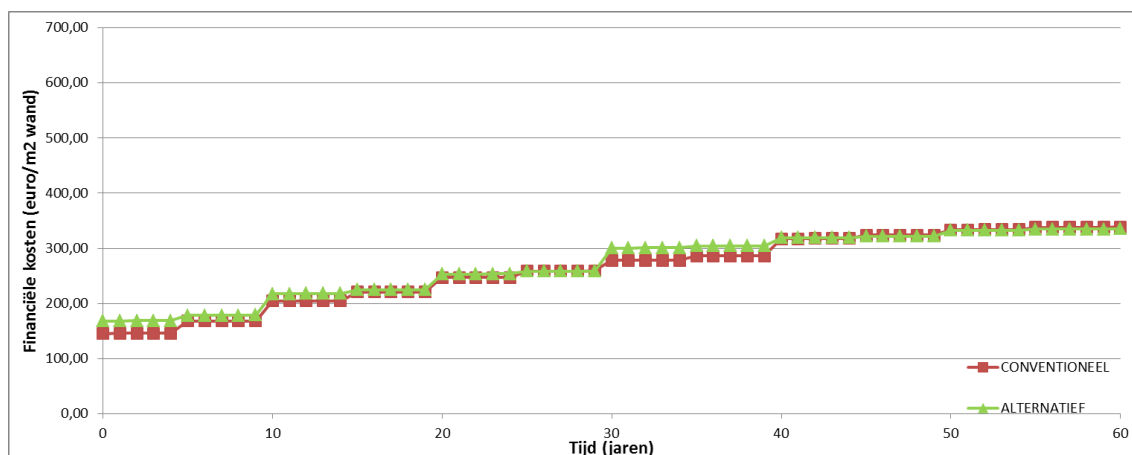
Figuur 0.27: Gevoeligheidsanalyse financiële kosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j – reductie montagekosten met 25% en 50%



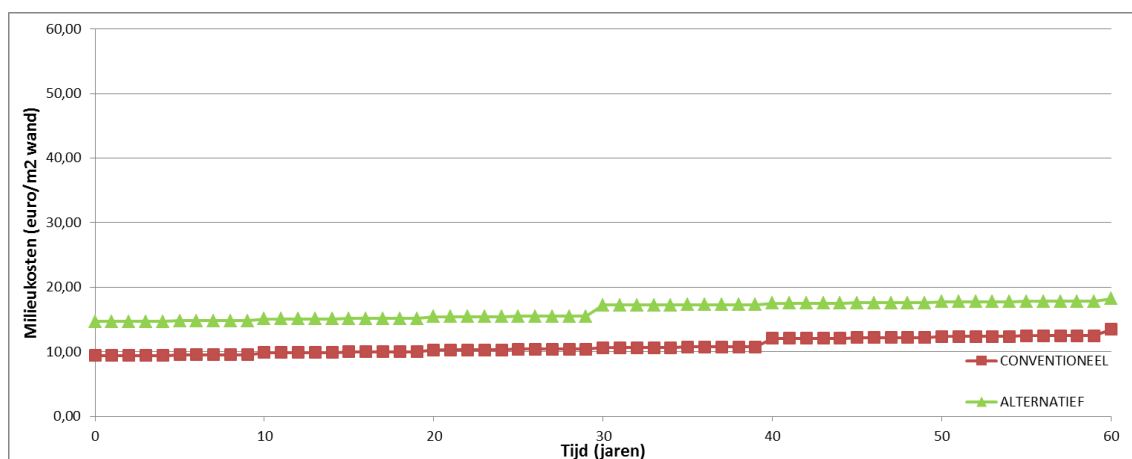
Figuur 0.28: Milieukosten woningscheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j

# Ruimtescheidende binnenwand

## Geen upgrade



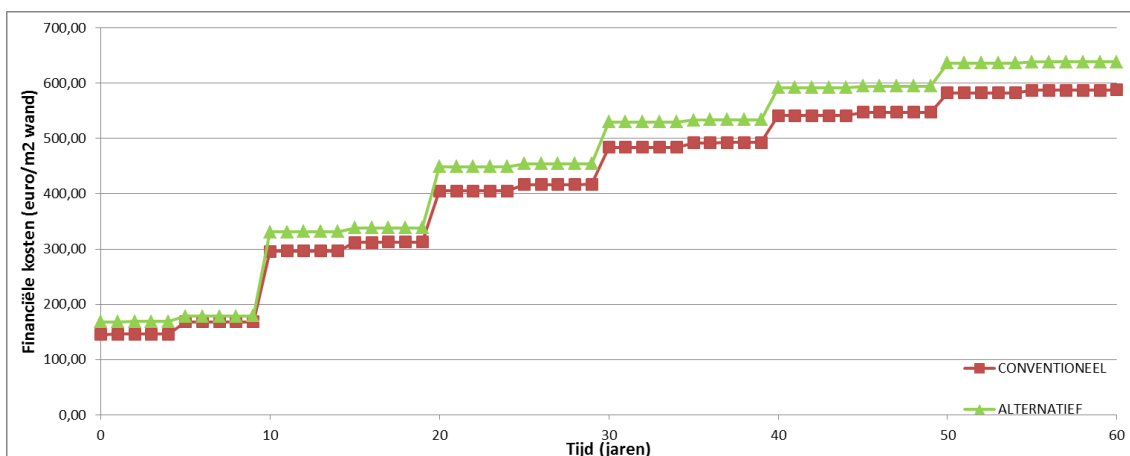
Figuur 0.29: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade



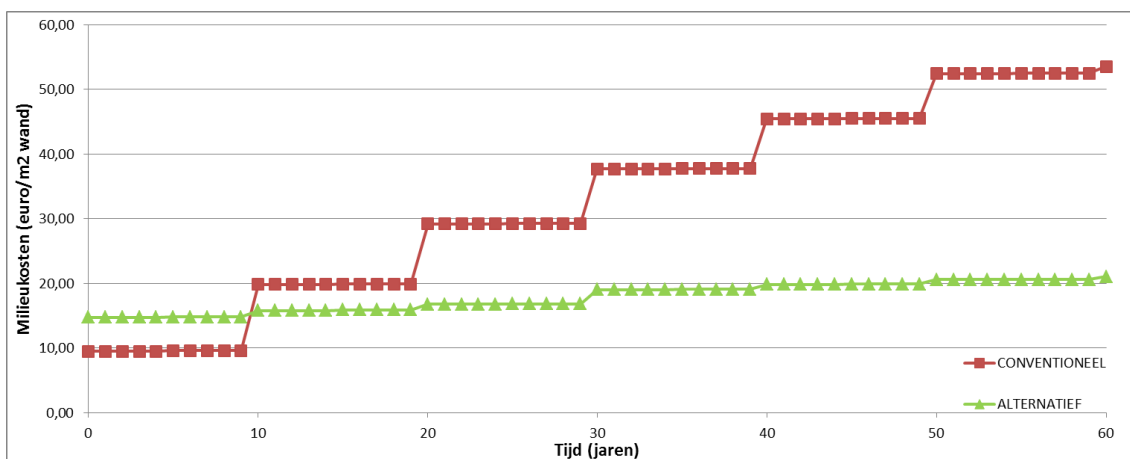
Figuur 0.30: Milieukosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – geen upgrade



## Verplaatsing wand na 10 jaar

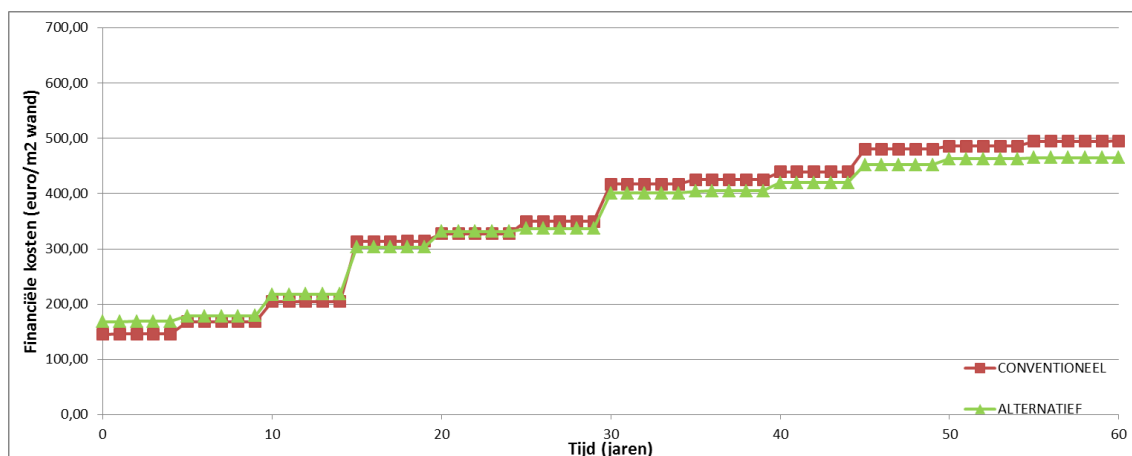


Figuur 0.31: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j

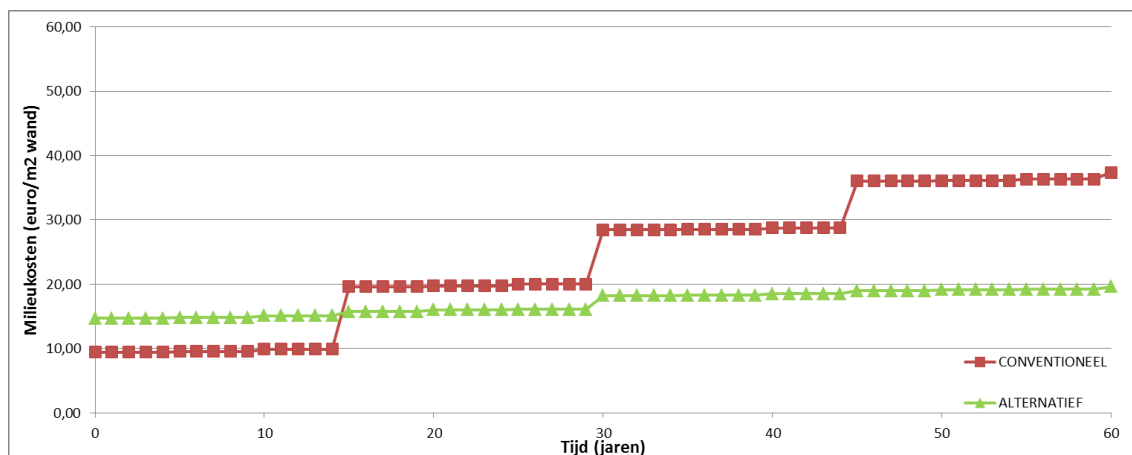


Figuur 0.32: Milieukosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 10j

## Verplaatsing wand na 15 jaar



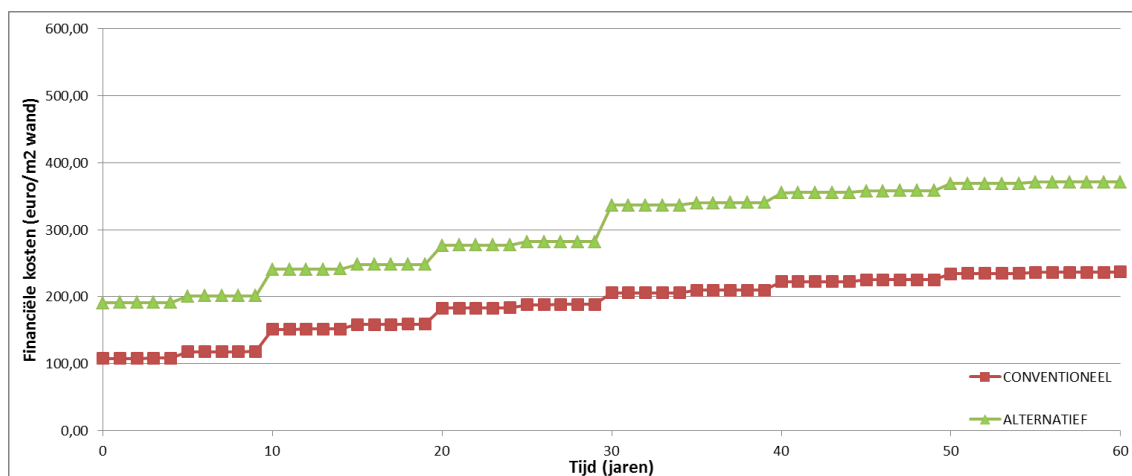
Figuur 0.33: Financiële kosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j



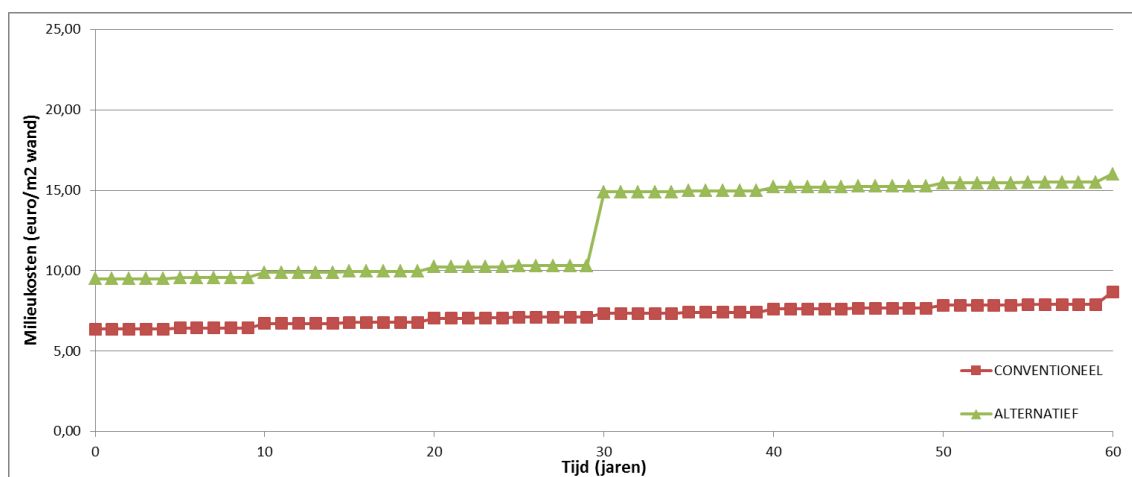
Figuur 0.34: Milieukosten ruimtescheidende binnenwand (Som HW tot jaar t) – verplaatsing wand na 15j

# Binnenwand klas/gang

## Geen upgrade

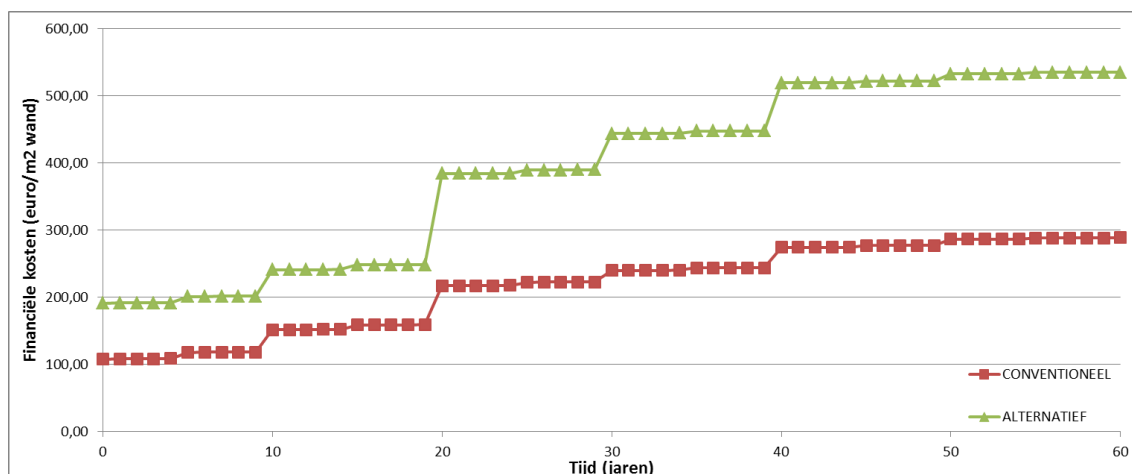


Figuur 0.35: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

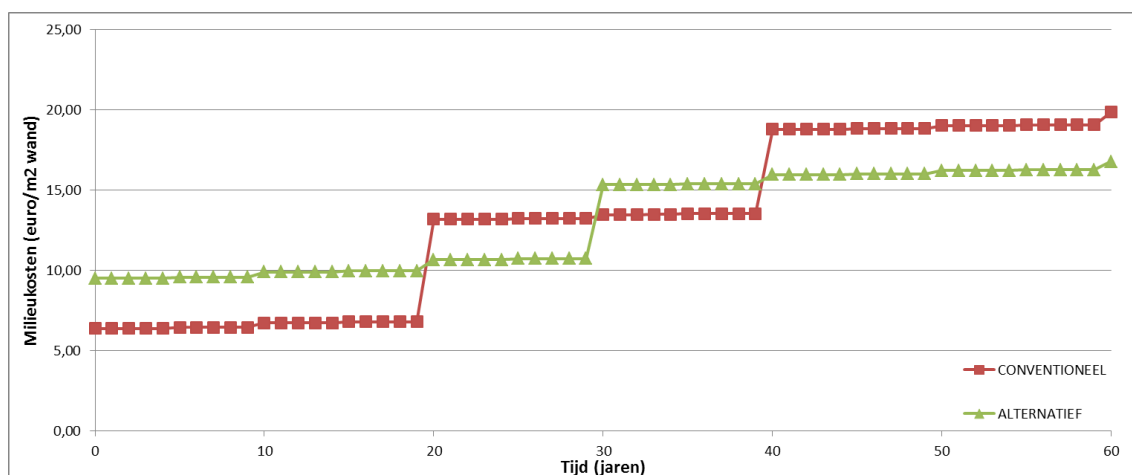


Figuur 0.36: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

## Upgrade functie na 20 jaar

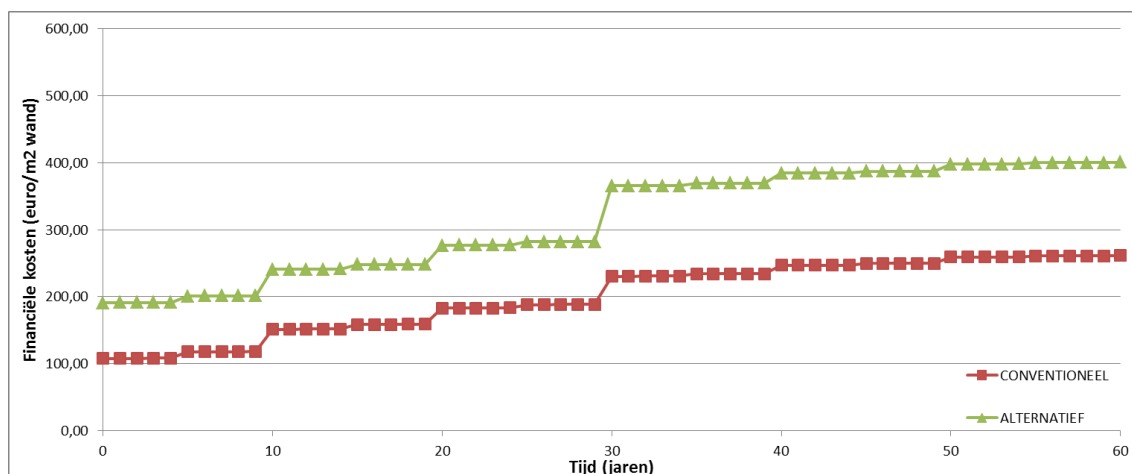


Figuur 0.37: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 20j

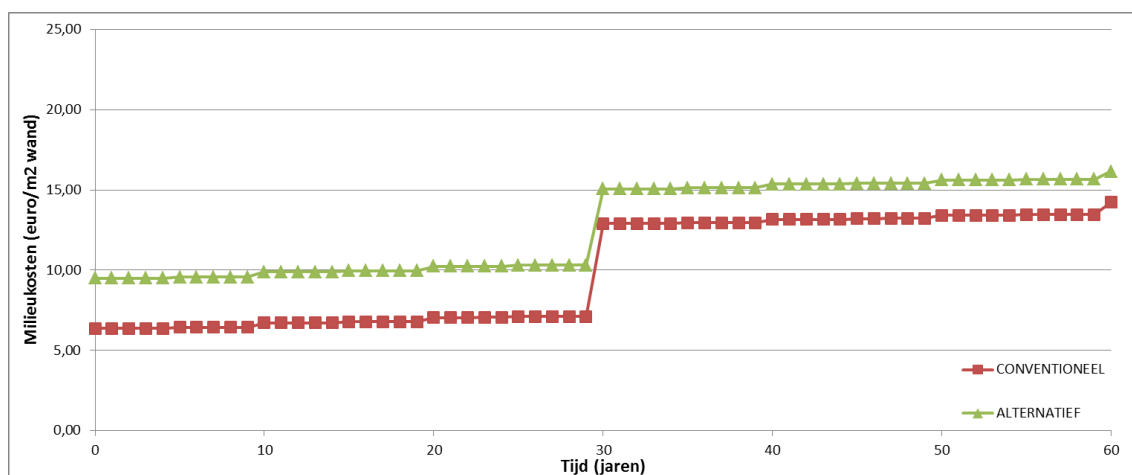


Figuur 0.38: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 20j

## Upgrade functie na 30 jaar



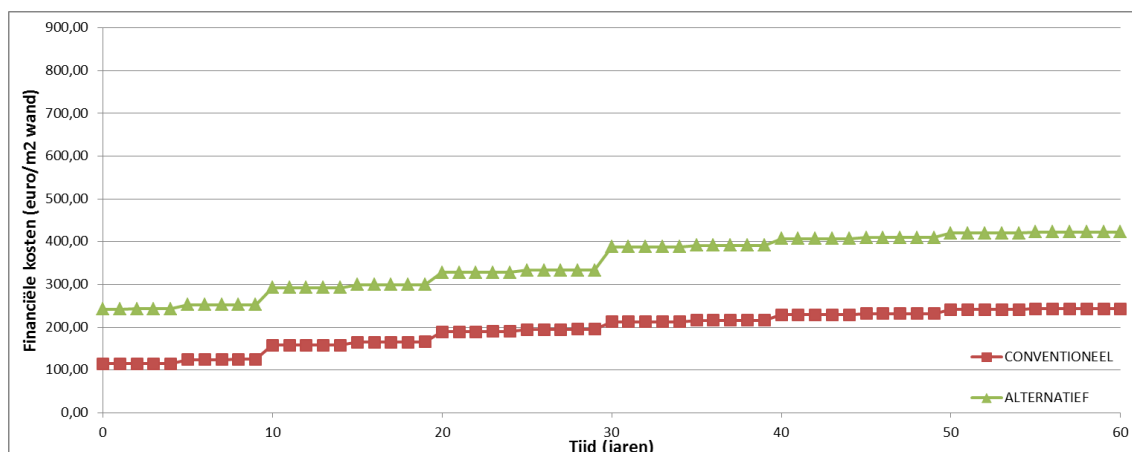
Figuur 0.39: Financiële kosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 30j



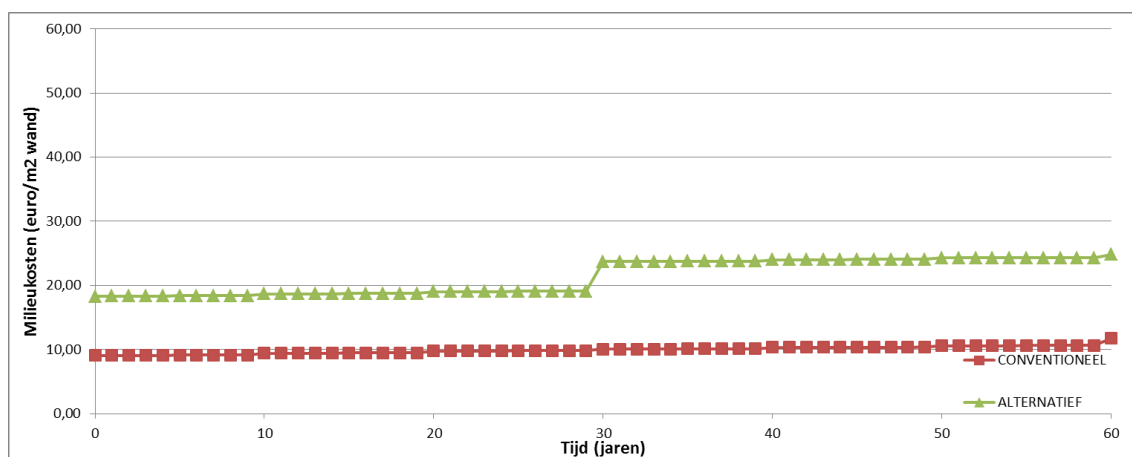
Figuur 0.40: Milieukosten binnenwand klas/gang (Som HW tot jaar t) – upgrade functie na 30j

# Binnenwand klas/klas

## Geen upgrade

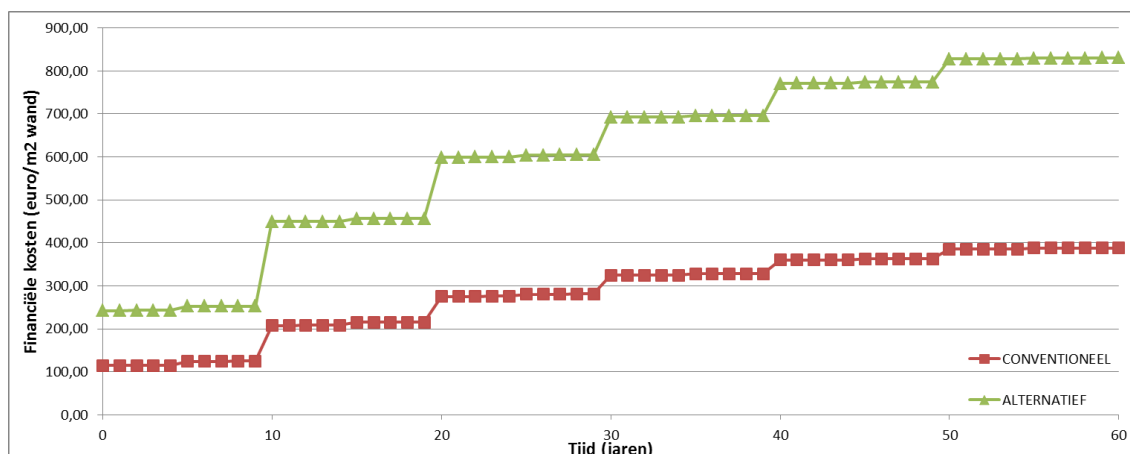


Figuur 0.41: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

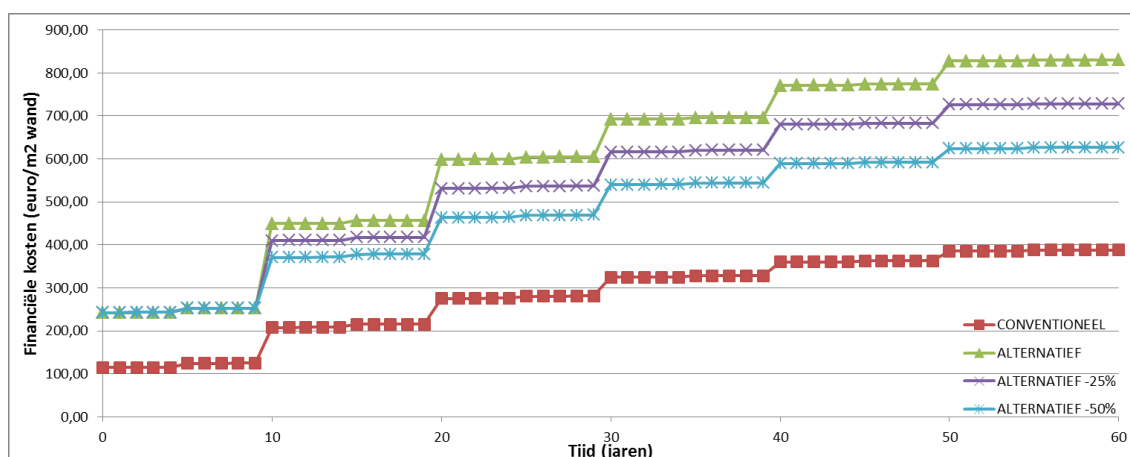


Figuur 0.42: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

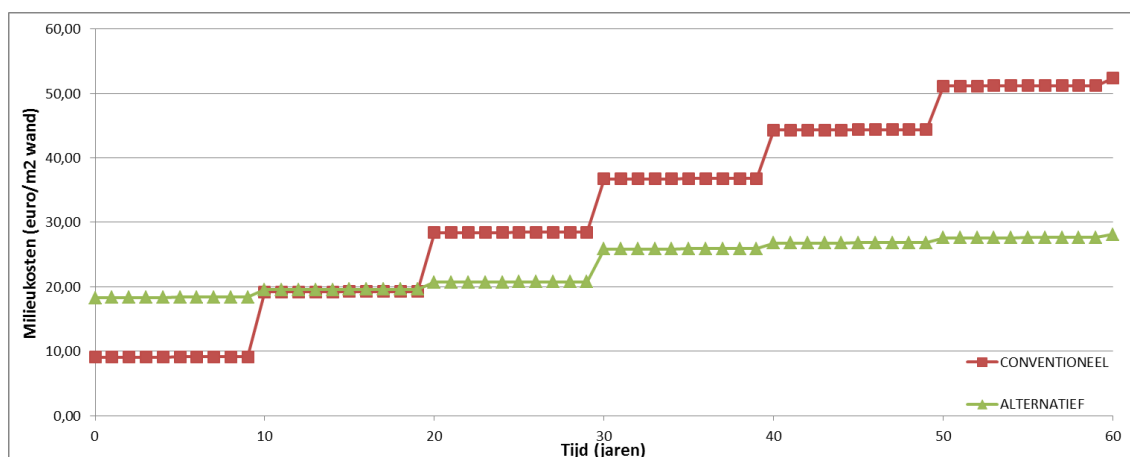
## Upgrade ruimte na 10 jaar



Figuur 0.43: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 10j

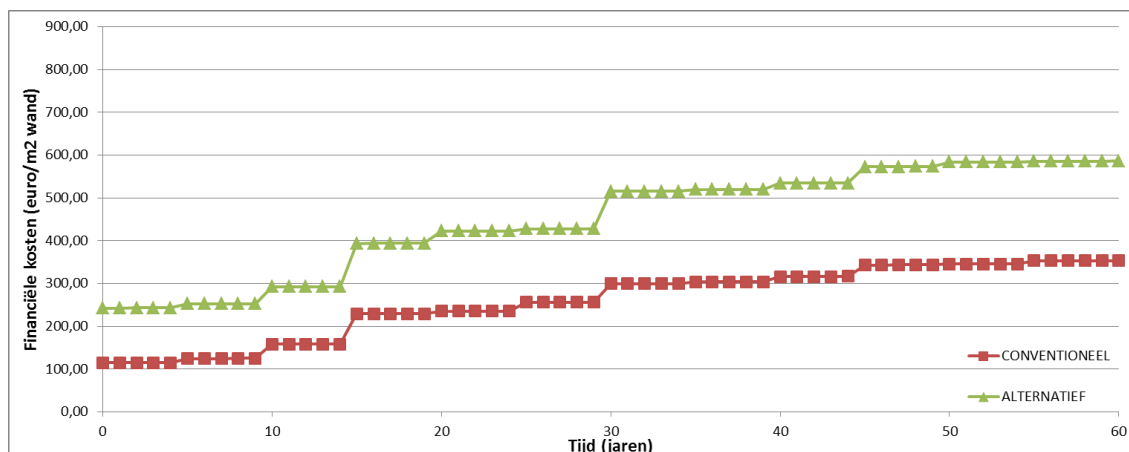


Figuur 0.44: Gevoeligheidsanalyse financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 10j – reductie montagekosten met 25% en 50%

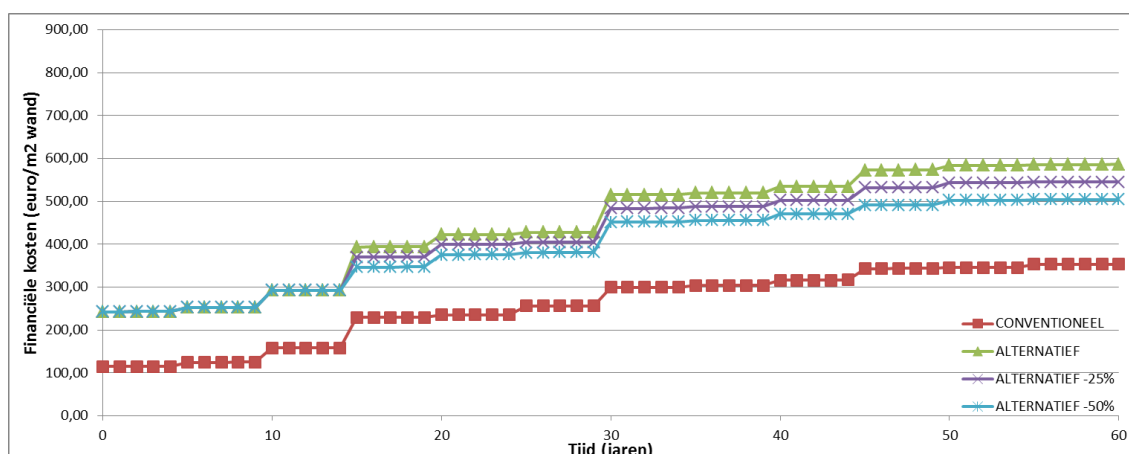


Figuur 0.45: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 10j

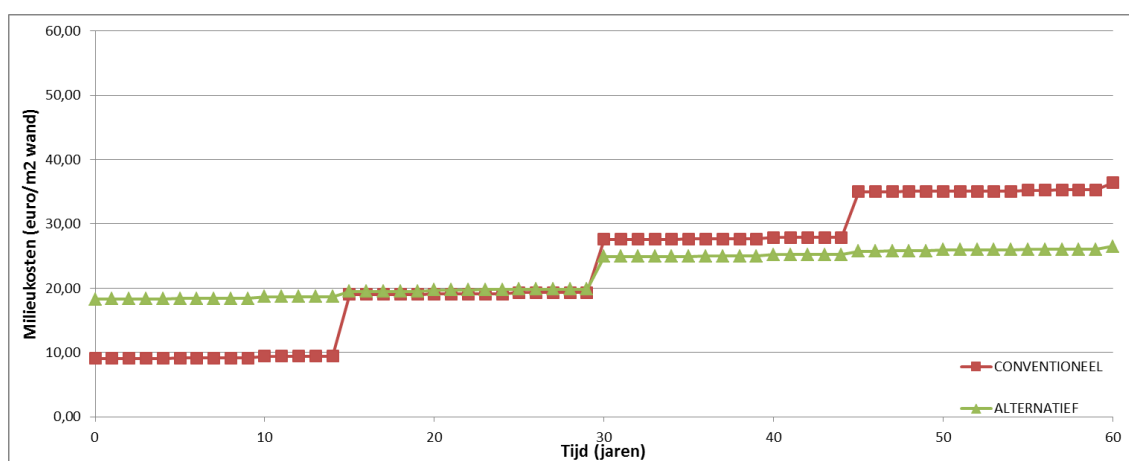
## Upgrade ruimte na 15 jaar



Figuur 0.46: Financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 15j



Figuur 0.47: Gevoeligheidsanalyse financiële kosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 15j – reductie montagekosten met 25% en 50%

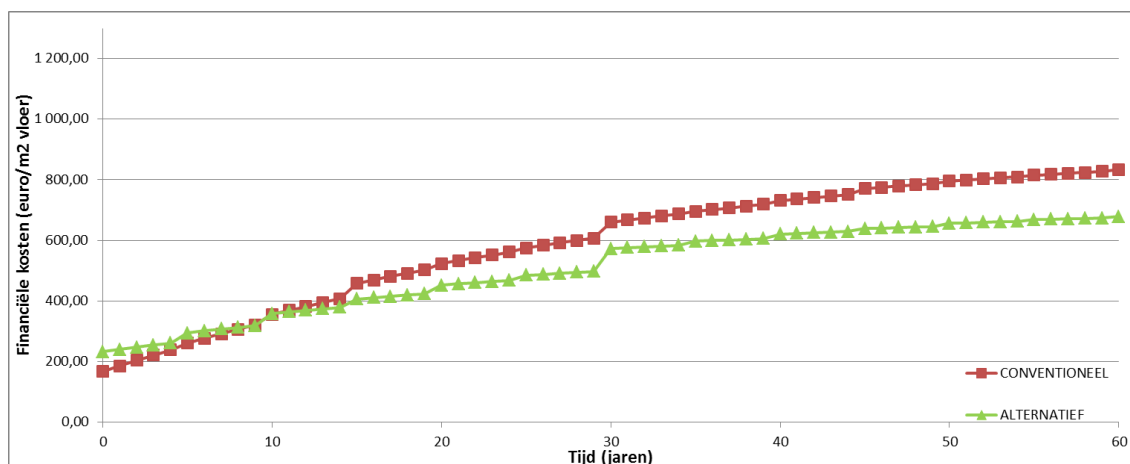


Figuur 0.48: Milieukosten binnenwand klas/klas (Som HW tot jaar t) – upgrade ruimte na 15j

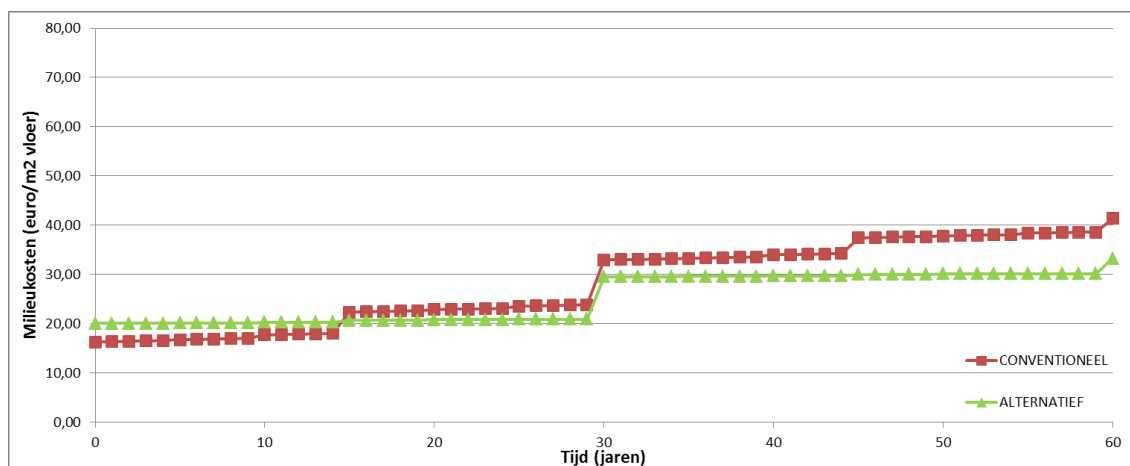


# Vloer woning

## Geen upgrade

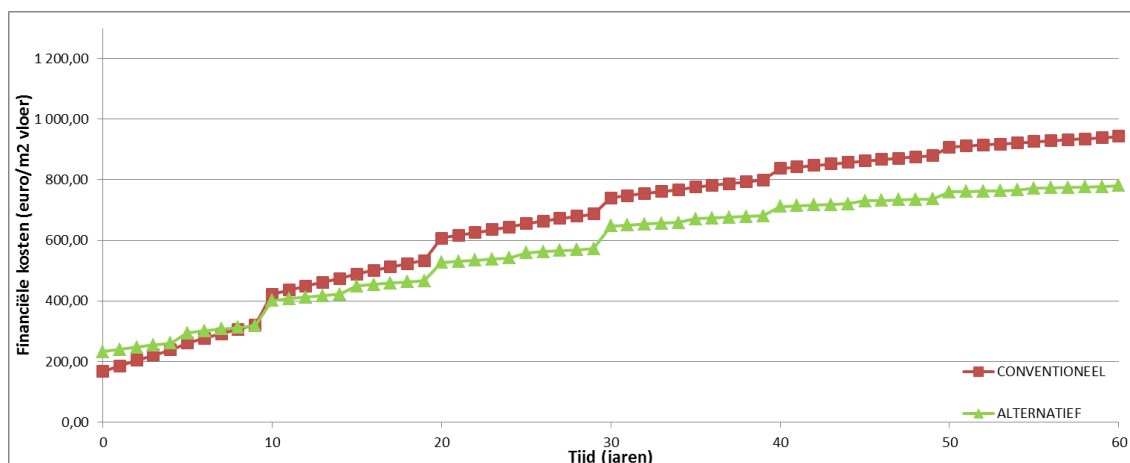


Figuur 0.49: Financiële kosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

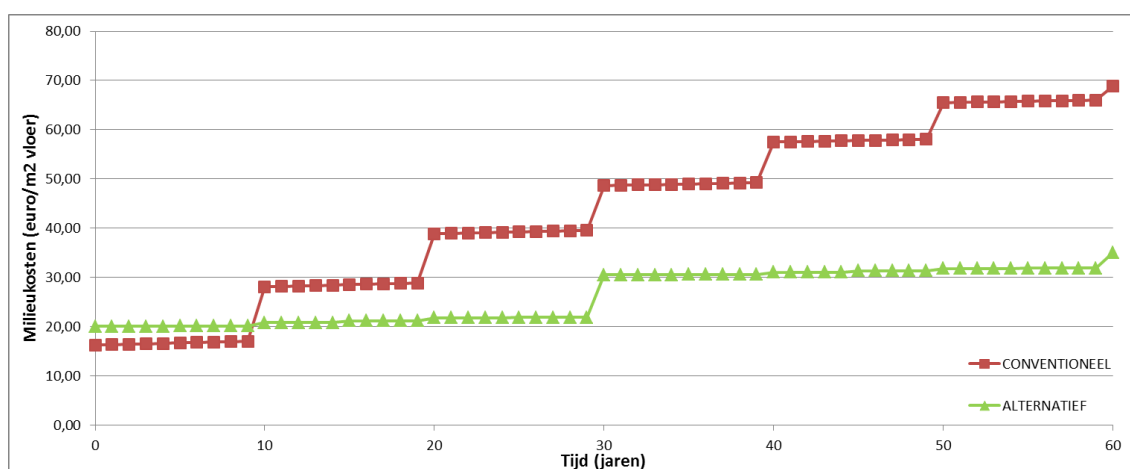


Figuur 0.50: Milieukosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

## Upgrade technieken na 10 jaar

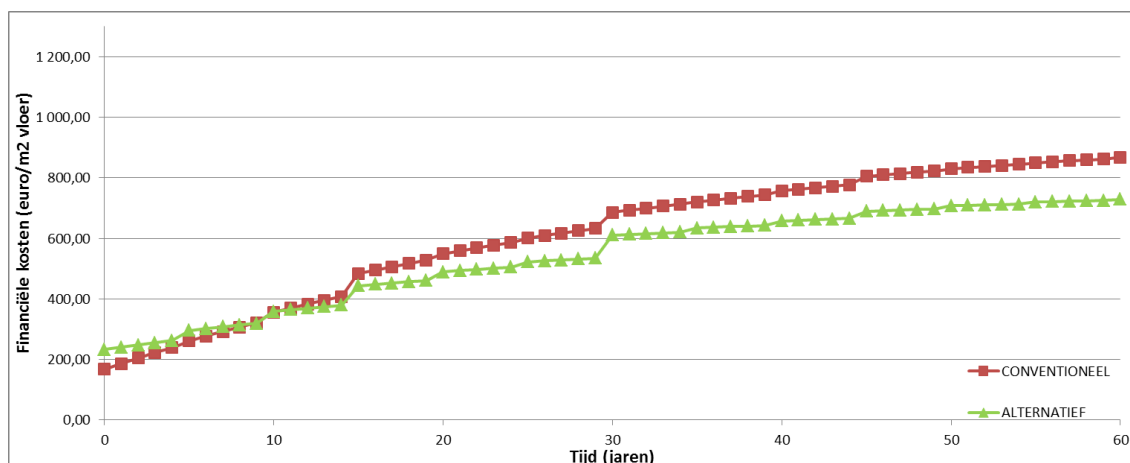


Figuur 0.51: Financiële kosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j

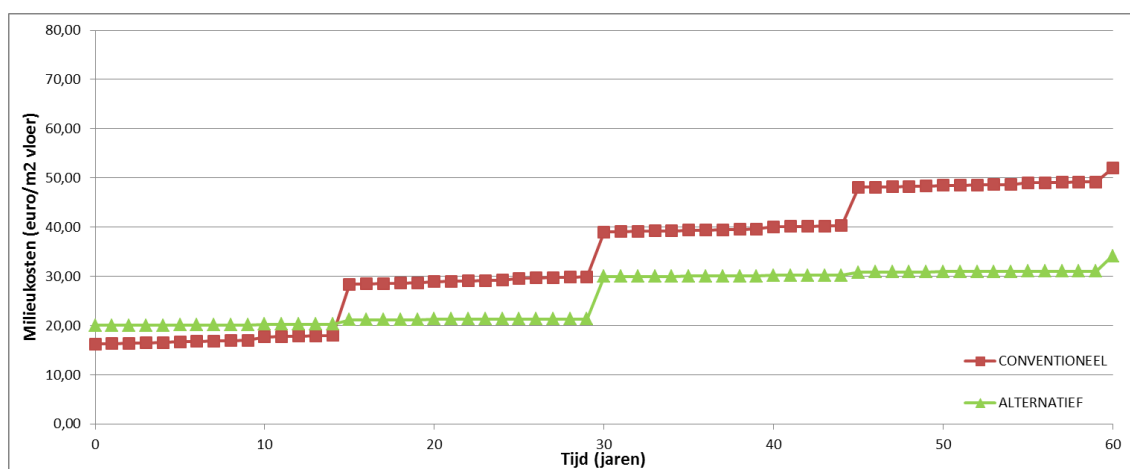


Figuur 0.52: Milieukosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 10j

## Upgrade technieken na 15 jaar



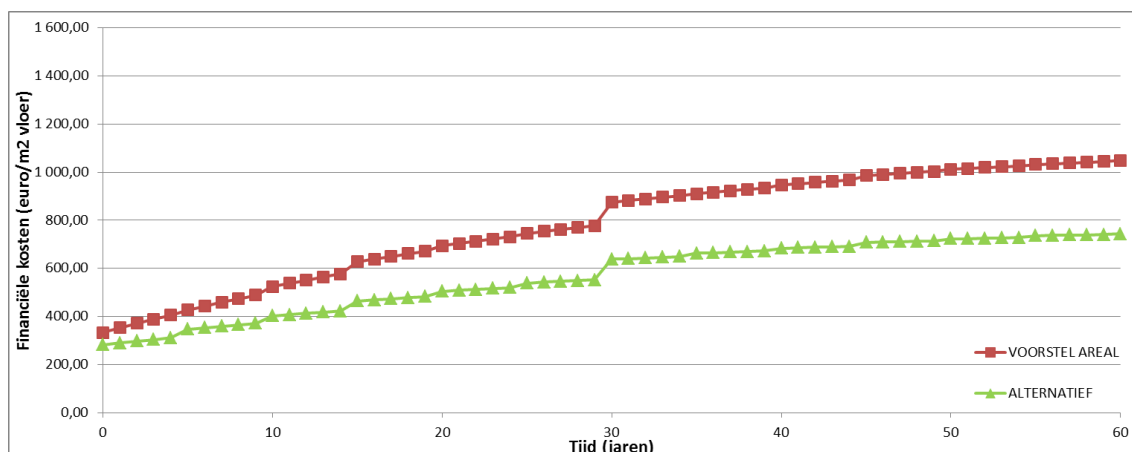
Figuur 0.53: Financiële kosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j



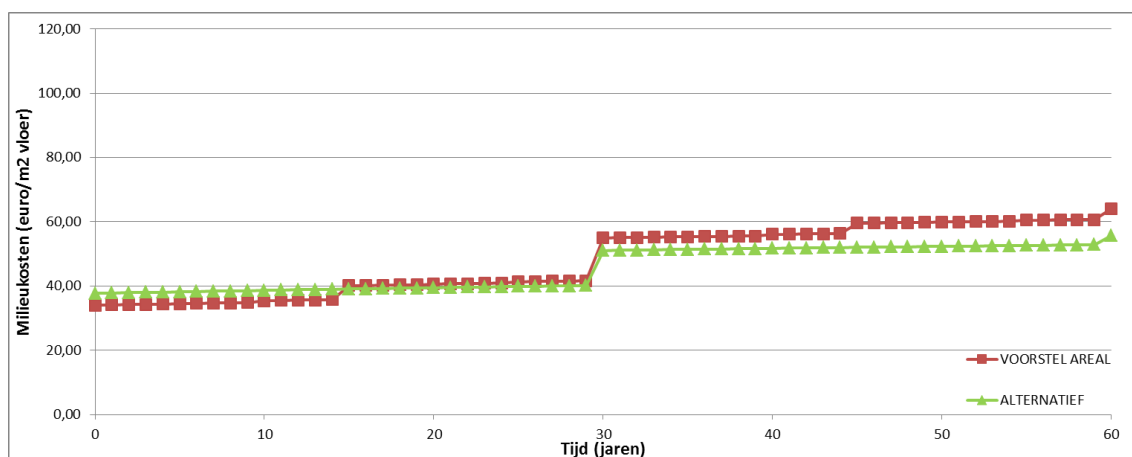
Figuur 0.54: Milieukosten vloer woning (Som HW tot jaar t) – upgrade technieken na 15j

# Vloer met verlaagd plafond woning

## Geen upgrade

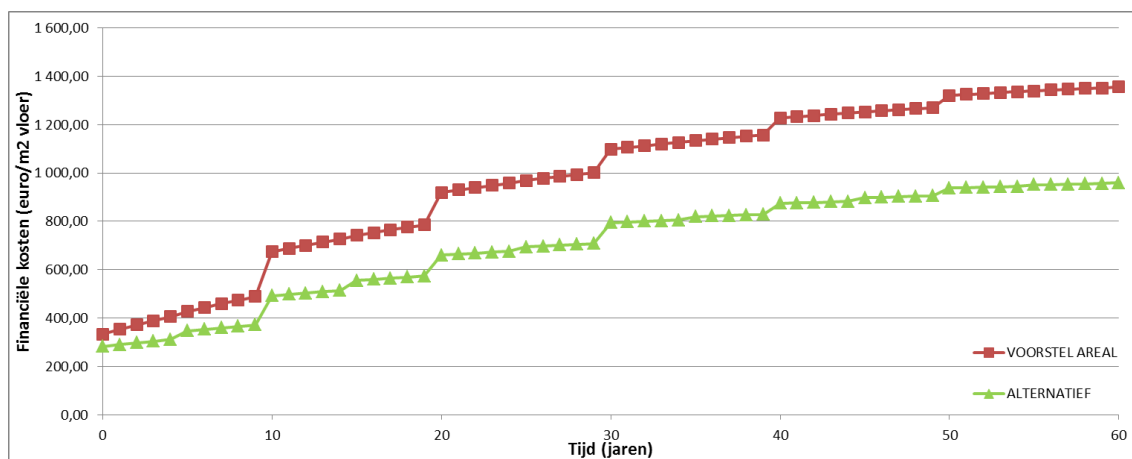


Figuur 0.55: Financiële kosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

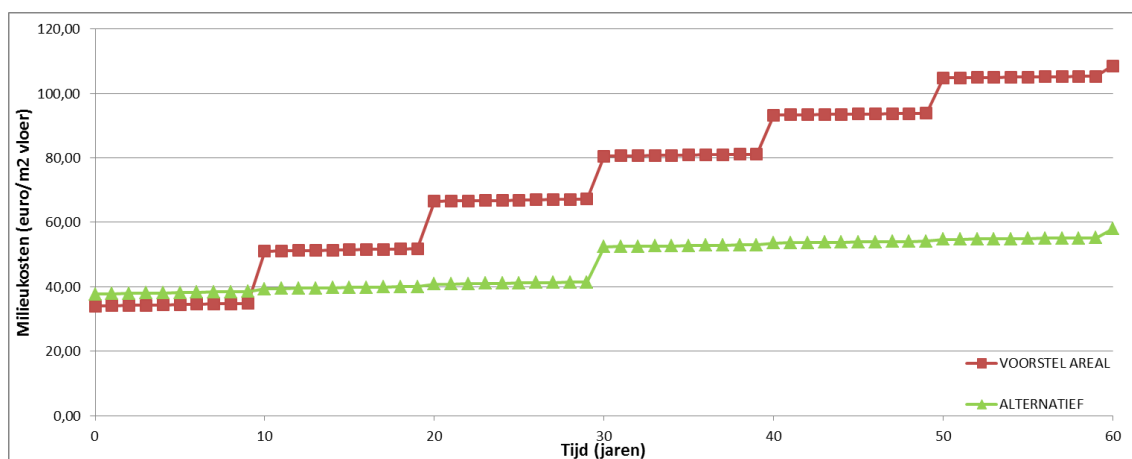


Figuur 0.56: Milieukosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

## Upgrade technieken na 10 jaar

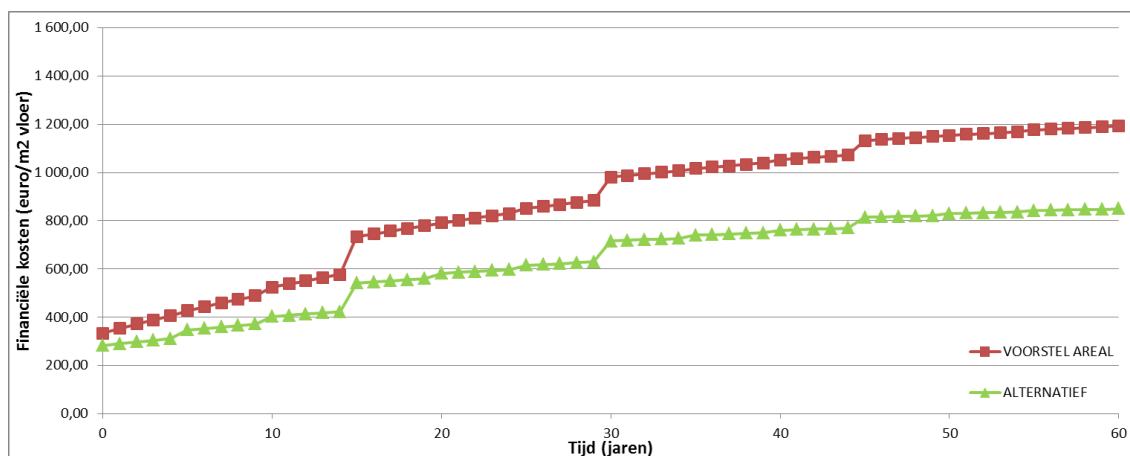


**Figuur 0.57: Financiële kosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 10j**

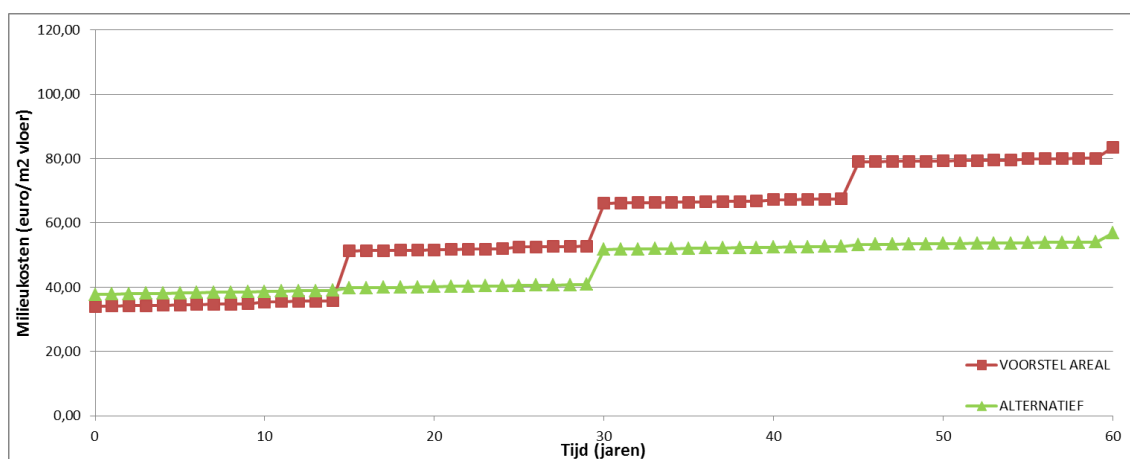


**Figuur 0.58: Milieukosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 10j**

## Upgrade technieken na 15 jaar



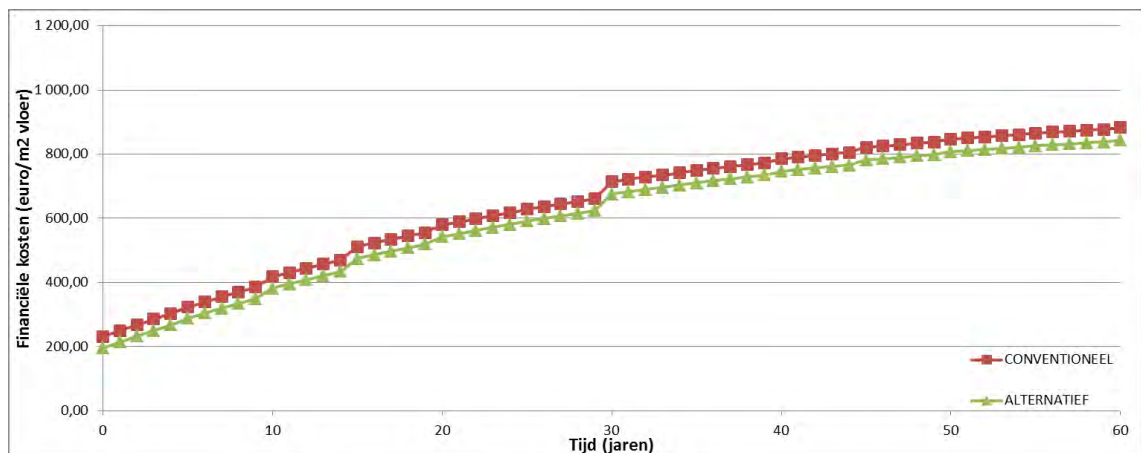
Figuur 0.59: Financiële kosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 15j



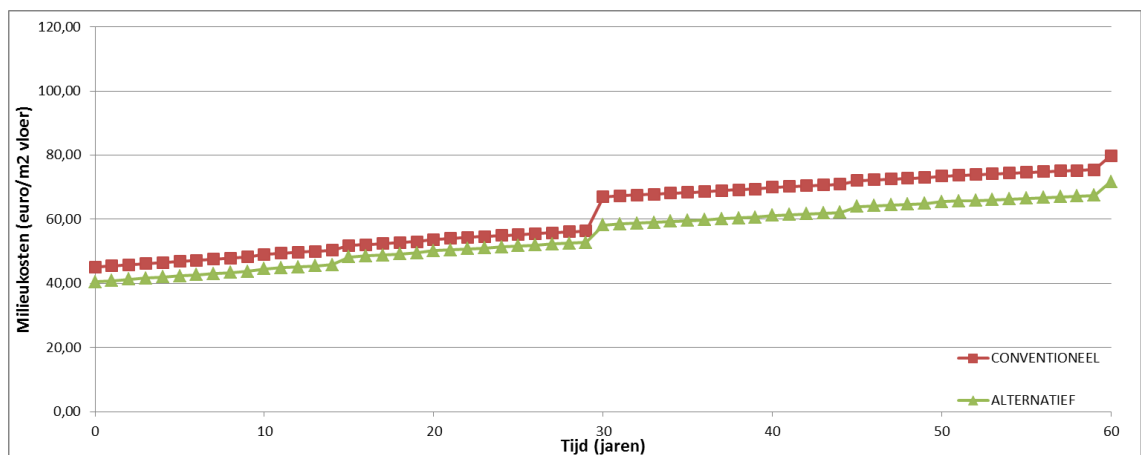
Figuur 0.60: Milieukosten vloer met verlaagd plafond woning (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 15j

# Vloer school

## Geen upgrade

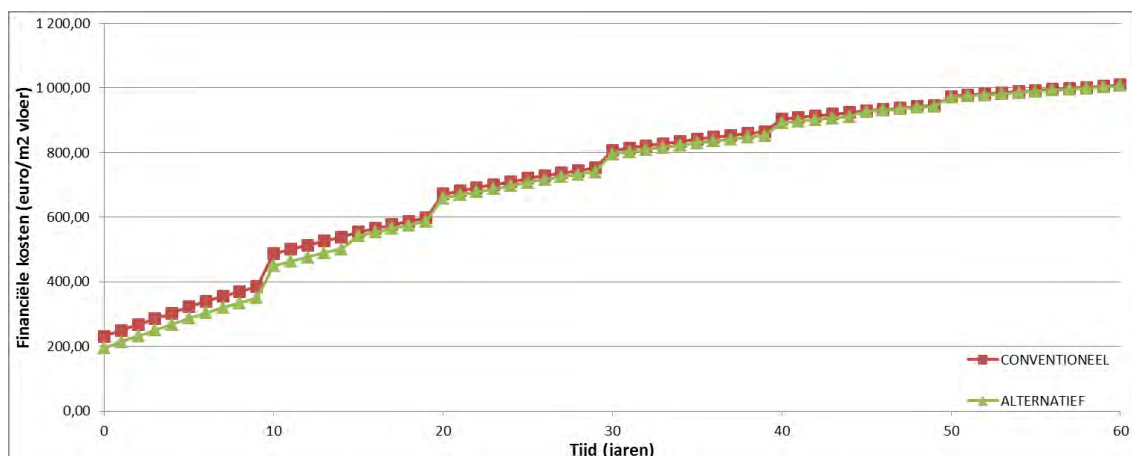


Figuur 0.61: Financiële kosten vloer school (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

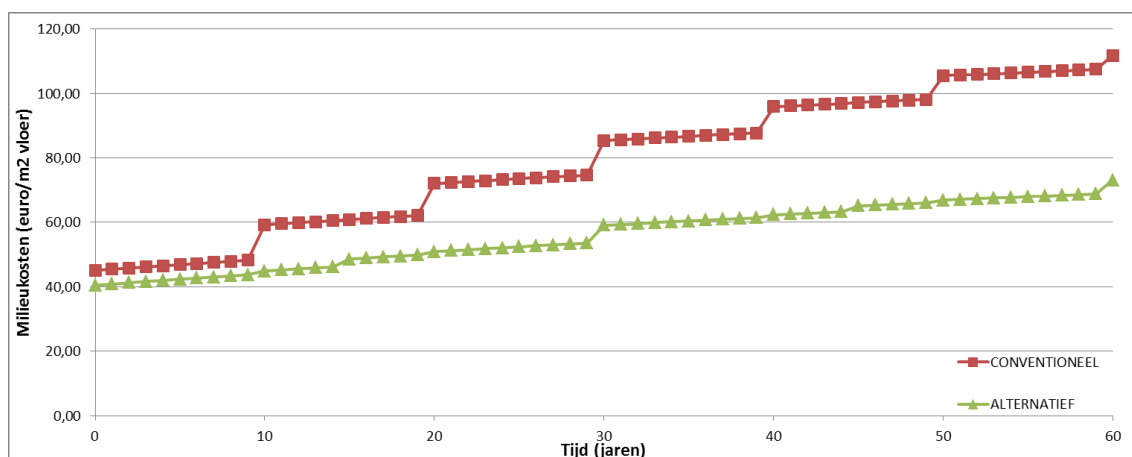


Figuur 0.62: Milieukosten vloer school (Som HW tot jaar t) – geen upgrade

## Upgrade technieken na 10 jaar



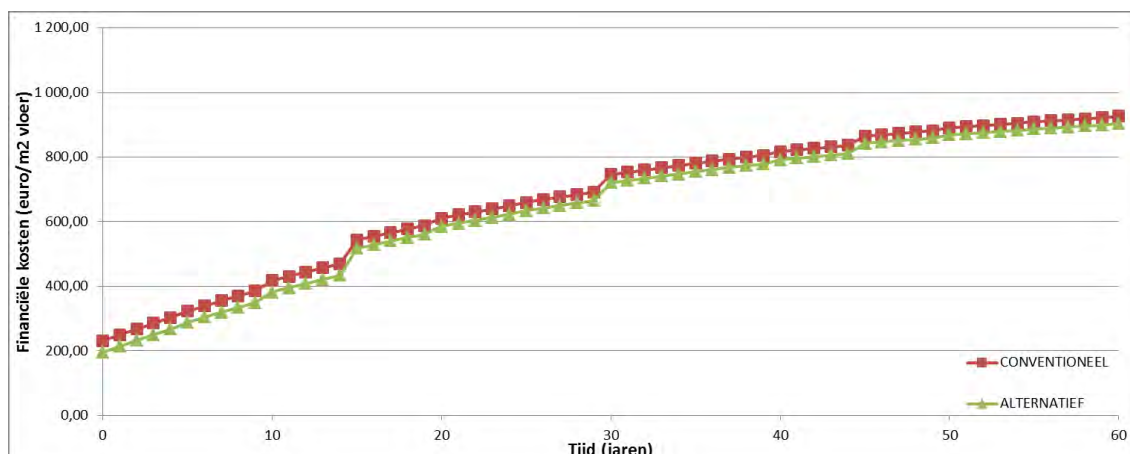
Figuur 0.63: Financiële kosten vloer school (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 10j



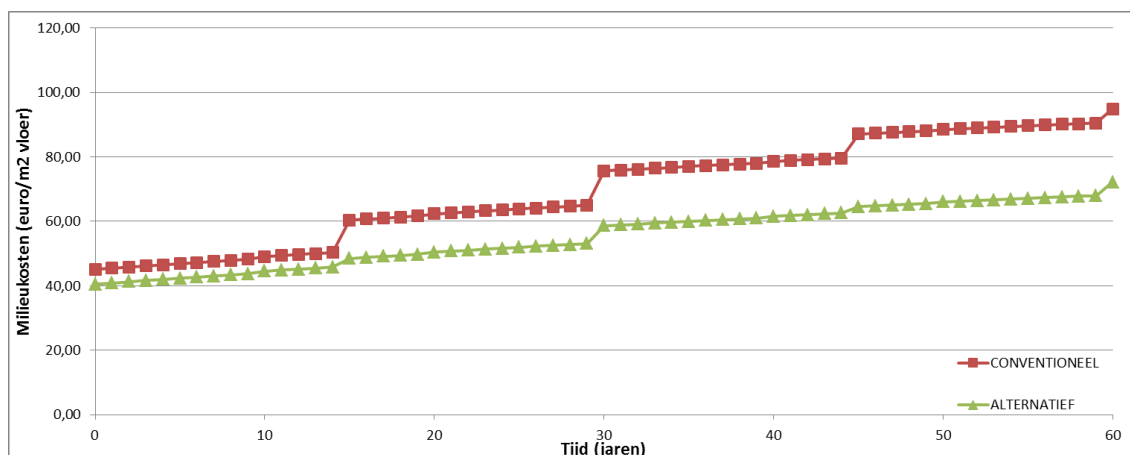
Figuur 0.64: Milieukosten vloer school (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 10j



## Upgrade technieken na 15 jaar



Figuur 0.65: Financiële kosten vloer school (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 15j



Figuur 0.66: Milieukosten vloer school (Som HW tot jaar t) - upgrade technieken na 15j