

Betaalbaarheidsevaluatie van de envelope van het pilootproject “circulair bouwen betaalbaar wonen.”

Een verkenning van de betaalbaarheid op lange termijn door middel van life cycle costing

Margaux Lespagnard
Waldo Galle
Niels De temmerman

Studie in het kader van de proeftuin circulair bouwen, het CBBW
project en FWO-doctoraats onderzoek

Fig 1: Wandopbouw van CBBW (twee bovenste opbouwen) en het conventionele alternatief (onderaan)

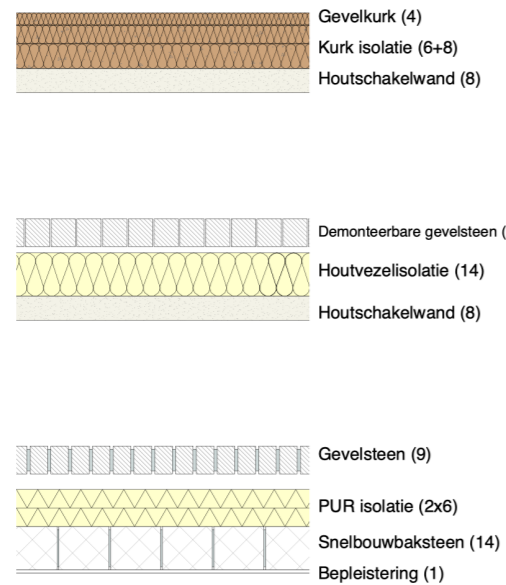


Fig 2: Fundering- en vloeropbouw van CBBW (bovenaan) en het conventionele alternatief (onderaan)

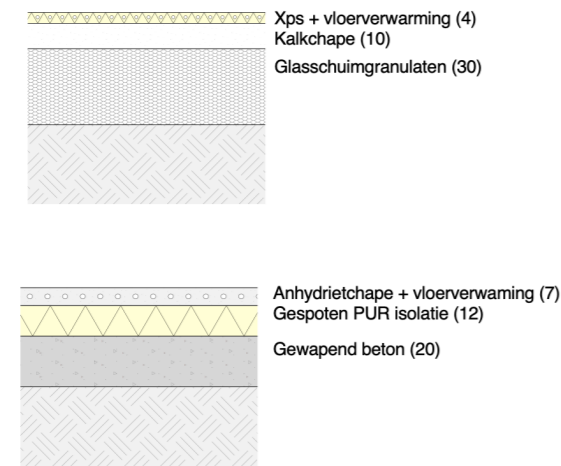
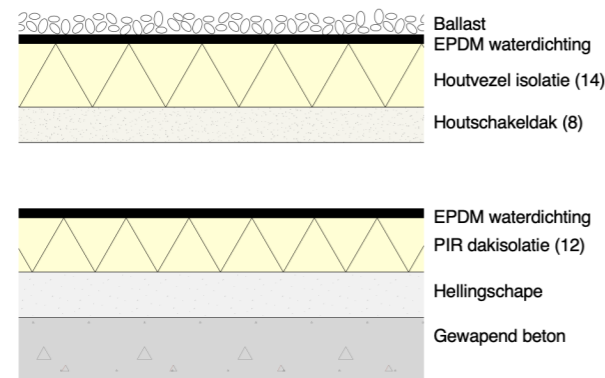


Fig 3: Dakopbouw van CBBW (bovenaan) en het conventionele alternatief (onderaan)



In 'circulair bouwen betaalbaar wonen' (CBBW) wordt circulair bouwen benaderd als een methode om afval te voorkomen. Dit vertaalt zich in het hergebruik van bestaande bouwelementen om bouwafval vandaag te voorkomen, maar ook toekomstig afval wordt in rekening gebracht, bijvoorbeeld door te ontwerpen met omkeerbare verbindingen of het gebruik van composteerbare materialen. Circulaire bouwstrategieën worden meestal beschouwd als een manier om het milieueffect van een gebouw te verminderen, maar verschillende bronnen wijzen op het potentieel om ook de bouwkosten te verlagen, vooral vanuit een langetermijnperspectief. In dit verslag wordt de buitenschil van het CBBW-huis bestudeerd via een levenscycluskostenmethode om te begrijpen welk langetermijneffect circulaire ontwerpstrategieën hebben op de kosten van een woonproject.

1. Wat zijn levenscycluskosten (LCC) en hoe worden ze berekend?

Bij een levenscycluskostenberekening worden - naast de berekening van de initiële kosten - alle kosten gedurende de gehele levensduur van een project in rekening gebracht. Alle kosten betreffende renovaties, reparaties, onderhoud en einde levensduur worden opgeteld om te komen tot de totale levenscycluskosten (LCC). Er zijn ook negatieve levenscycluskosten, d.w.z. winsten die je kan maken door eerder gebruikte materialen te verkopen. In deze studie worden deze kosten restwaarde genoemd.¹ De restwaarde wordt afgetrokken van de som van de andere kosten.

$$\text{Totale LCC} = \text{initiële kosten} + \text{renovatiekosten} + \text{reparatiekosten} + \text{onderhoudskosten} - \text{restwaarde}$$

Voor de studie van "Circulair Bouwen Betaalbaar Wonen" (CBBW) werden de levenscycluskosten van de enveloppe berekend voor drie scenario's. In het eerste scenario werden gedurende 75 jaar geen wijzigingen aan het gebouw aangebracht. Daarom worden in dit scenario alleen de initiële kosten, reparatiekosten, onderhoudskosten en restwaarde in aanmerking genomen. In het tweede scenario wordt de isolatie van de gevel elke 25 jaar vervangen, waardoor de renovatiekosten een belangrijke rol zullen spelen. In het derde scenario wordt het gebouw na vijftien jaar gesloopt en worden de bouwmaterialen verkocht dit zal de impact van de restwaarde in beeld brengen.

De levenscycluskosten van deze casestudy werden steeds berekend in vergelijking met een conventioneel project met vergelijkbare kenmerken. Voor elk scenario werd dus de LCC berekend voor zowel het CBBW-project als een conventioneel alternatief. De kosten die werden gebruikt voor de kostenberekeningen waren casusgebonden. De kosten werden verkregen uit de facturen van de aannemer van de CBBW en van het conventionele alternatief.

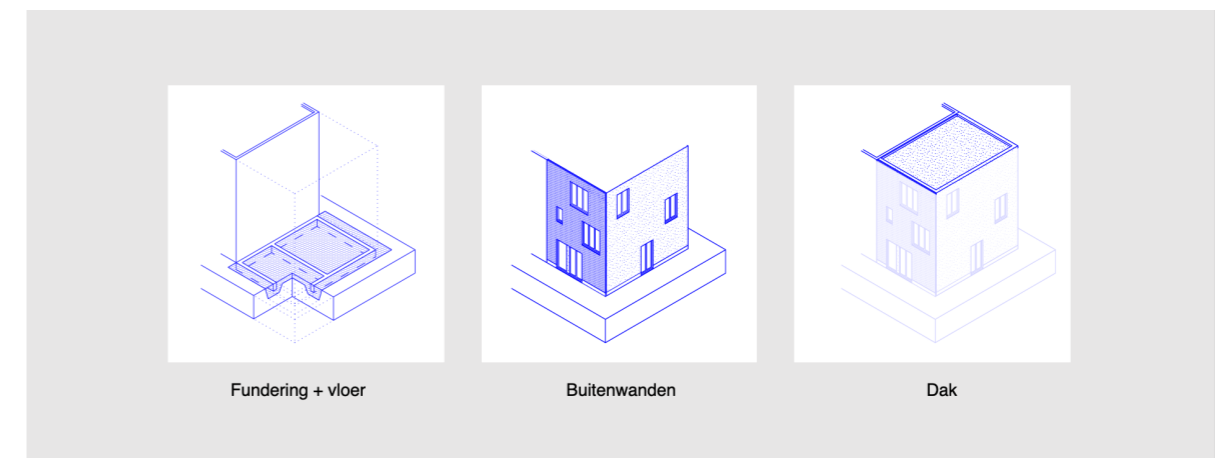


Fig 4: In deze studie werd rekening gehouden met de levenscycluskost van drie verschillende bouwelementen van de buitenschil. De fundering, de twee typen buitenwanden en het dak.

¹ De restwaarde in deze studie wordt berekend volgens een lineair afschrijvingsmodel. De restwaarde aan het einde van gebruik is gerelateerd aan het reeds verstreken deel van de geschatte levensduur. In deze studie wordt de restwaarde enkel berekend voor componenten die omkeerbaar bevestigd werden en dus in gehele staat weer herverkoofd kunnen worden.

Fig 5: Levenscycluskost van de wandopbouw in €/m² in scenario 1

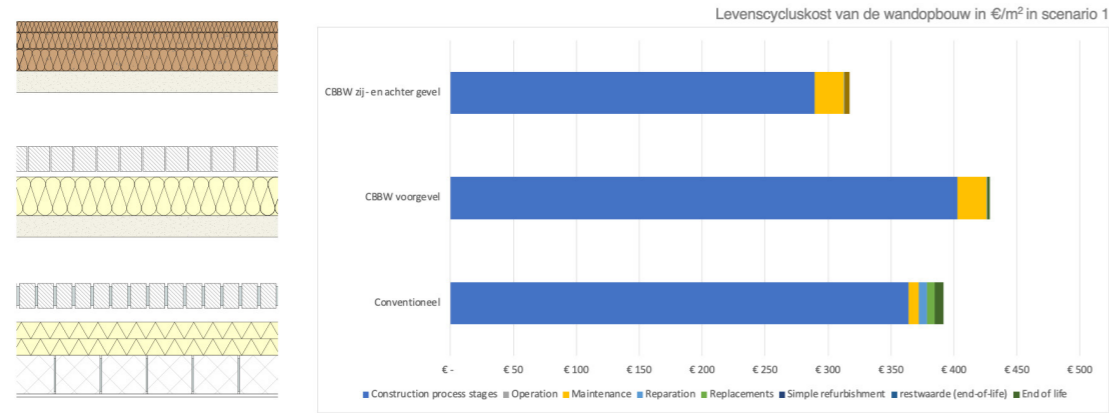


Fig 6: Levenscycluskost van de fundering- en vloeropbouw in €/m² in scenario 1

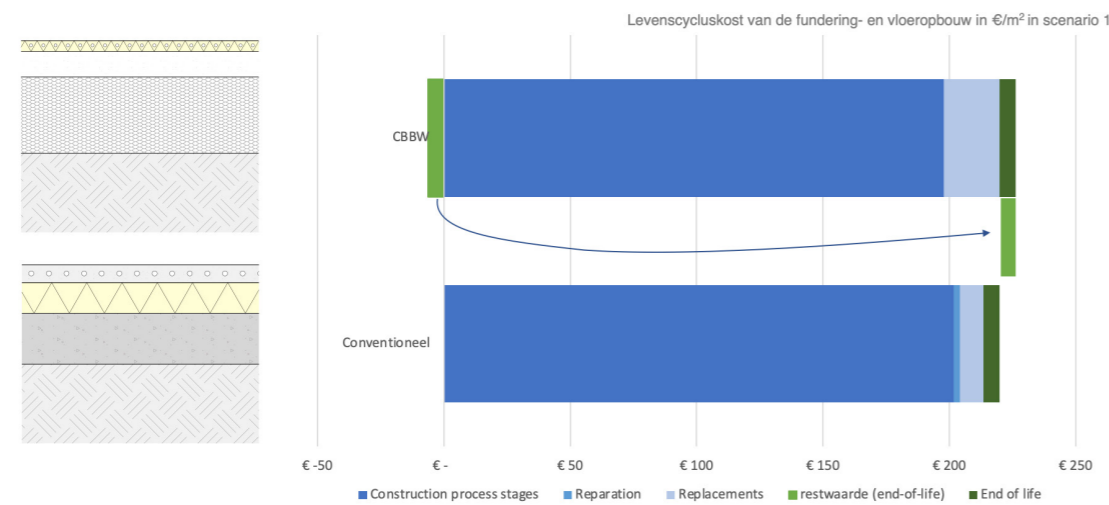
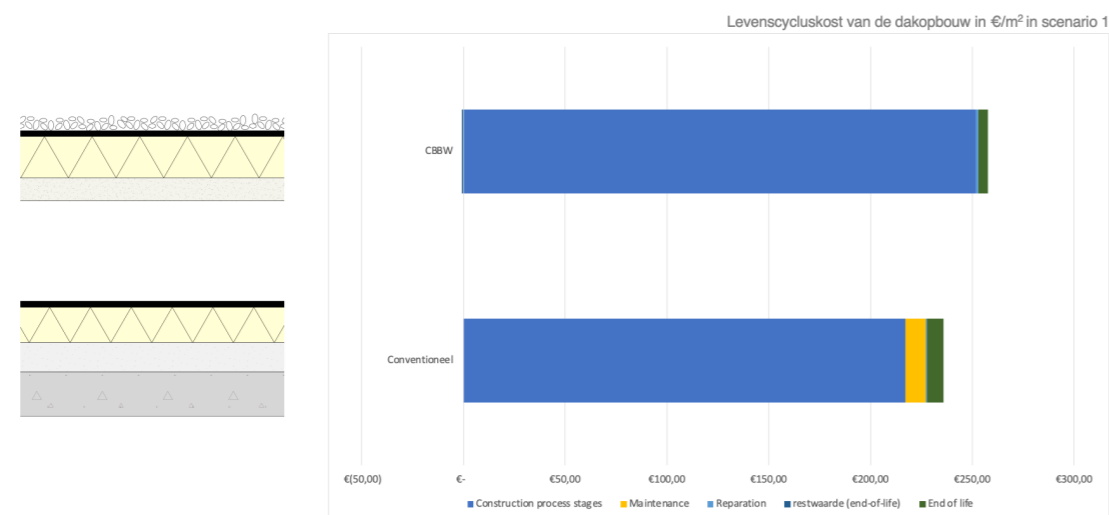


Fig 7: Levenscycluskost van de dakopbouw in €/m² in scenario 1



2. Wanneer, hoe en waarom kunnen we bouwkosten besparen met circulair bouwen? het geval van Circulair Bouwen Betaalbaar Wonen

De buitenschil van het CBBW kan worden onderverdeeld in drie onderdelen: de fundering en de begane grond, de buitenmuren (twee typen) en het dak. Figuur ... toont de beschouwde bouwelementen van het CBBW en de conventionele alternatieven, waarmee het werd vergeleken.

Scenario 1: Geen wijzigingen in de schil gedurende 75 jaar

In deze studie wordt ervan uitgegaan dat gedurende 75 jaar geen wijzigingen in de schil van het gebouw worden aangebracht en dat het na 75 jaar ook afgebroken zal worden. Er worden in dit scenario dus geen renovatie kosten in rekening gebracht:

$$\text{Totale LCC} = \text{initiële kosten} + \text{reparatiekosten} + \text{onderhoudskosten} - \text{restwaarde}$$

Figuur 5, figuur 6 en figuur 7 tonen hoe de levenscycluskosten in dit scenario voornamelijk worden bepaald door de initiële kosten. Door o.a. in het CBBW project de bouwelementen slim te kiezen en de mogelijkheid voor zelfbouw toe te laten, hebben in dit scenario de bouwelementen in CBBW en het conventionele project vergelijkbare levenscycluskosten. Daarbovenop kan bij de fundering en de vloeropbouw, de restwaarde van de glasschuimgranulaten de levenscycluskosten nog verlagen door na 75 jaar het materiaal door te verkopen. Hierdoor hebben zowel het conventionele als het CBBW-project dezelfde levenscycluskosten.

De berekeningen geven aan hoe eenvoudig en vermindering van materiaalgebruik leiden tot lagere levenscycluskosten. Zo bestaat de noordgevel uit slechts twee materialen, kurkisolatie en het houten wandstelsel. Wat de kurkgevel betreft, heeft de kostenreductie vooral te maken met de eenvoud van de wandopbouw, waarbij kurk tegelijkertijd fungeert als isolatie en beschermende wandafwerking. Dit resulteert in lagere initiële kosten in vergelijking met de andere twee wandopbouw, die meer materialen bevatten en complexer zijn.

Fig 8: Levenscycluskost van de wandopbouw in €/m² in scenario 2

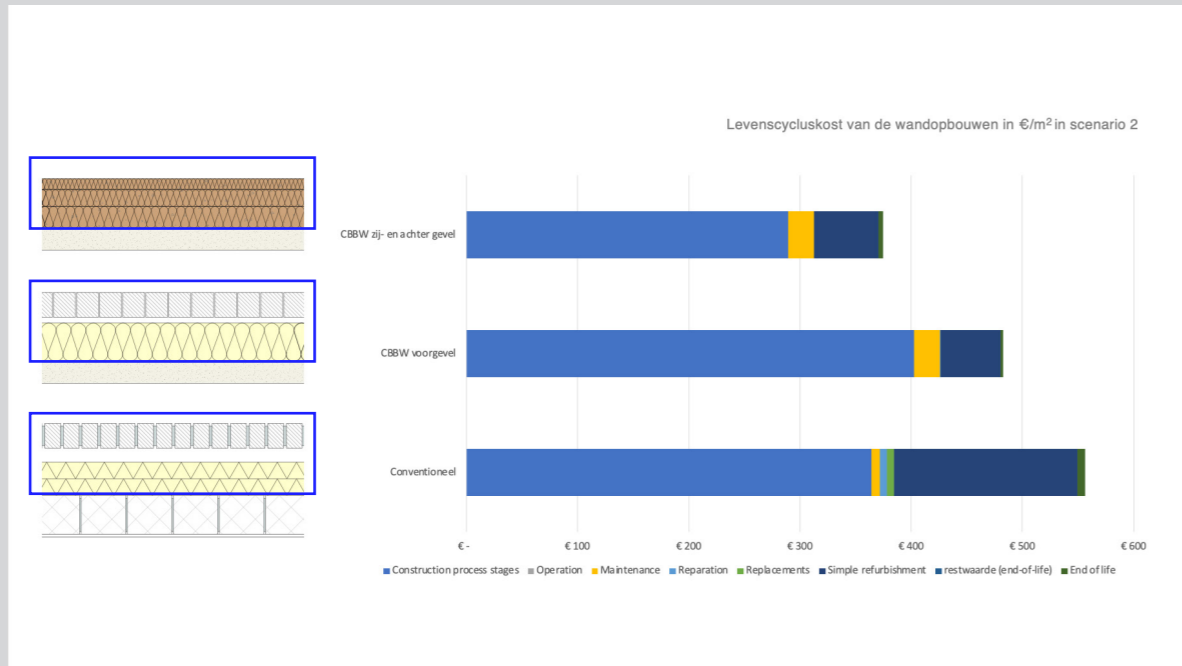


Fig 9: Levenscycluskost van de dakopbouw in €/m² in scenario 2



Scenario 2: Om de 25 jaar de isolatie van het dak en de muren bijwerken

Voor deze studie werd ervan uitgegaan dat het bijwerken van de isolatielagen betekent dat alle lagen vóór de isolatielaag moeten worden verwijderd en vervangen of opnieuw opgebouwd. Figuur 8, figuur 9 en figuur 10 tonen, d.m.v. een blauwe kader, voor elke opbouw welke lagen in dit scenario wijzigingen zouden ondergaan bij het bijwerken van de isolatielaag. Aangezien de meeste materialen in het CBBW-project omkeerbaar verbonden zijn, zouden materialen kunnen worden hergebruikt. Terwijl in het conventionele alternatief materialen worden geacht te worden gesloopt, opnieuw gekocht en herbouwd.

Net als bij scenario 1 zijn de initiële kosten de grootste kostenposten in de berekening. Voor zowel het dak als de muren is het verschil in renovatiekosten tussen CBBW en het conventionele alternatief echter de meest doorslaggevende factor voor de totale levenscycluskosten. De renovatiekosten van CBBW wand- en dakopstellingen zijn respectievelijk 67% en 80% lager dan hun conventionele alternatieven. Dit toont aan dat hoewel de initiële kosten van een omkeerbare opbouw, zoals bij CBBW, hoger kunnen zijn, het hergebruik van deze elementen bij renovatie loont.

Fig 10:
Levenscycluskost van de wandopbouwen in €/m² in scenario 3

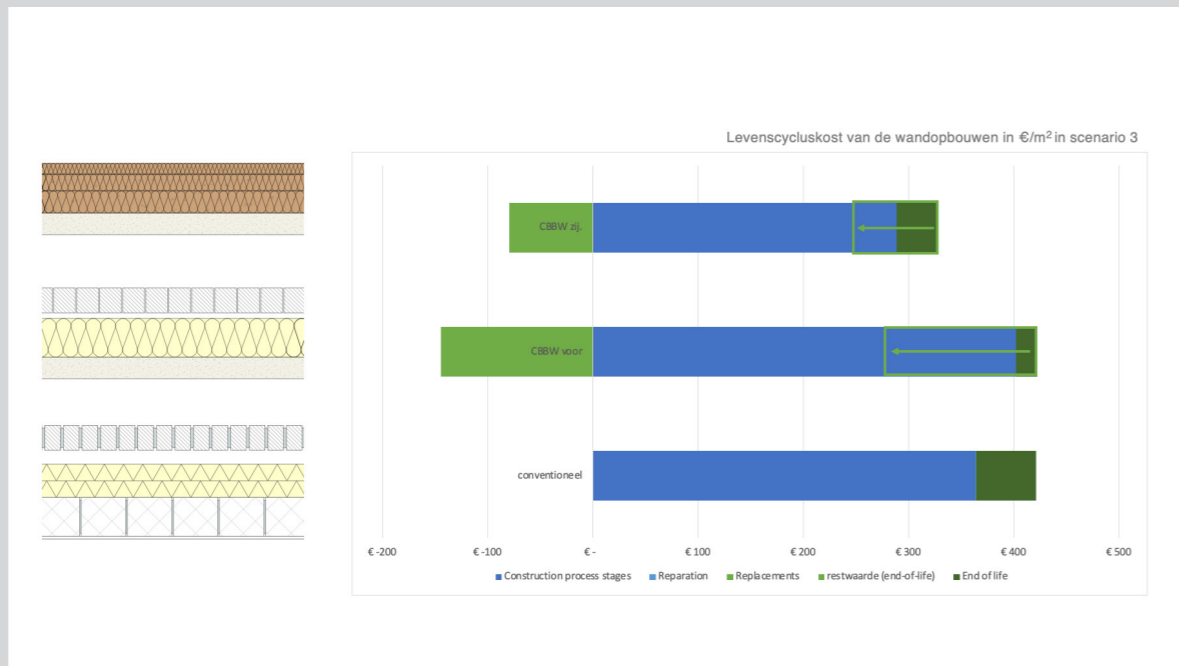


Fig 11:
Levenscycluskost van de fundering- en vloeropbouwen in €/m² in scenario 3

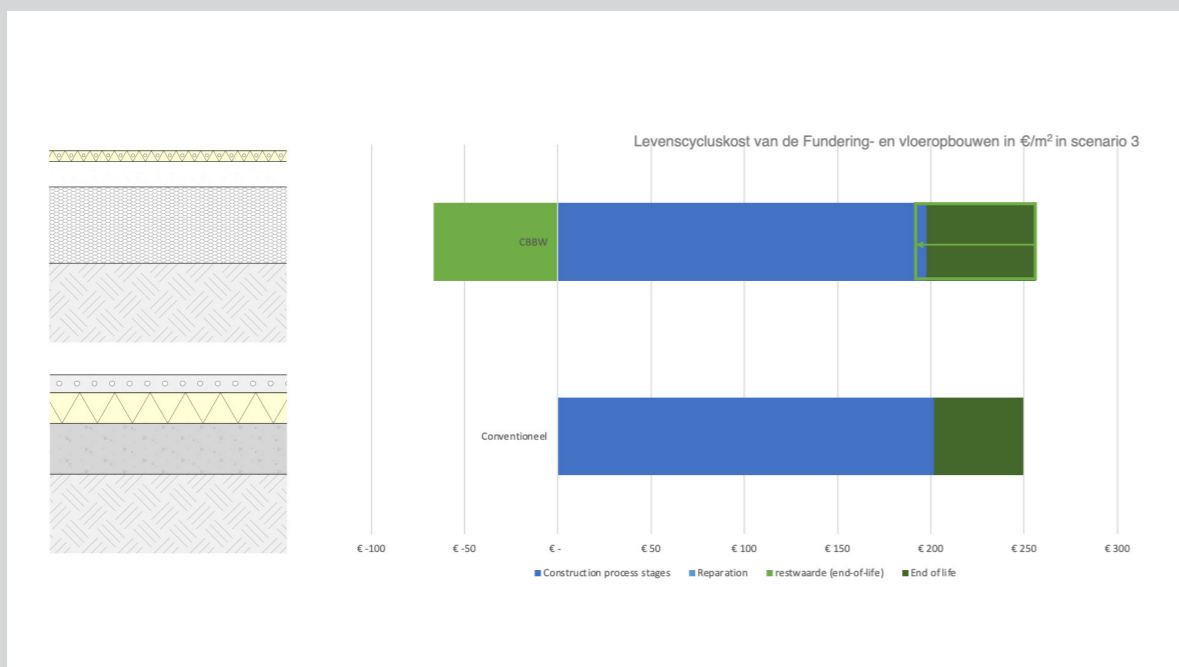
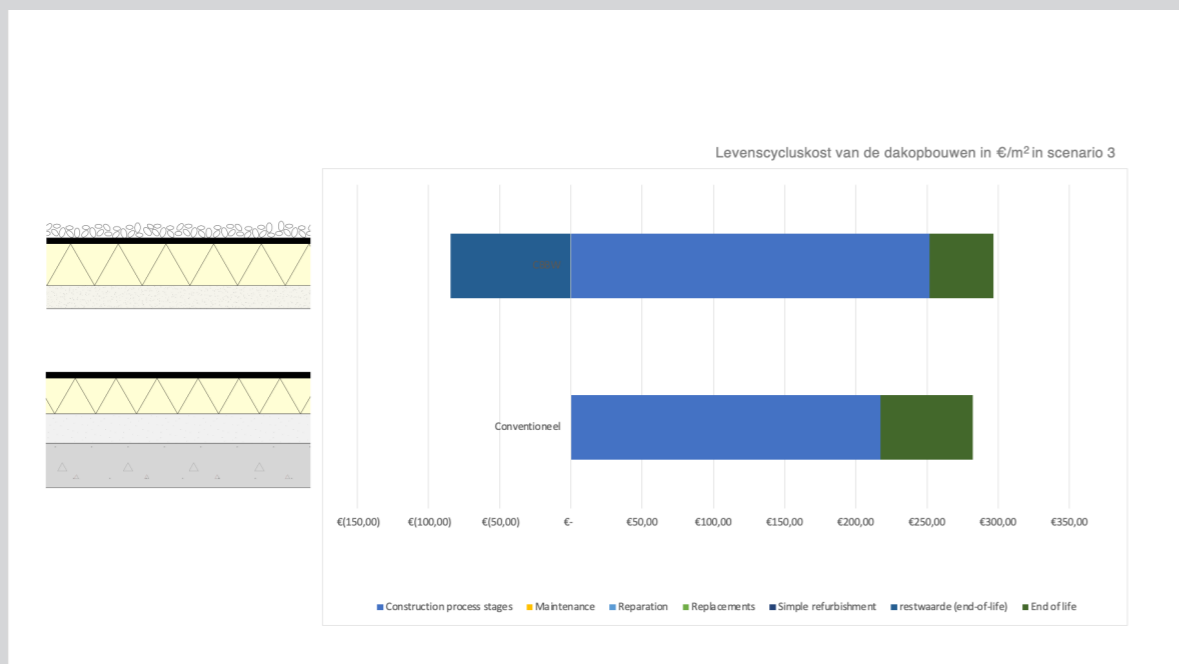


Fig 12:
Levenscycluskost van de dakopbouw in €/m² in scenario 3



Een verkenning van de betaalbaarheid op lange termijn door middel van life cycle costing

Scenario 3: ontmanteling of sloop van het gebouw na 15 jaar.

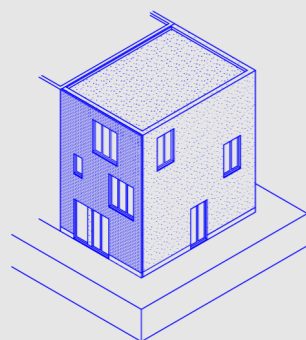
Het derde scenario was gericht op de berekening van de restwaarde van het gebouw na 15 jaar. Hoeveel geld zou je nog krijgen voor de materialen en onderdelen van de bouwschil van CBBW als je ze na 15 jaar zou verkopen? Aangezien de meeste materialen in CBBW omkeerbaar verbonden zijn, werden ze geacht te worden verkocht nadat het gebouw wordt ontmanteld. Het conventionele bouwalternatief daar en tegen, werd – in deze analyse - geacht te worden gesloopt ten daarna gestord zonder doorverkoop nog hergebruik.

De meeste componenten in het CBBW-project werden geschat op een levensduur van meer dan 15 jaar. Bijgevolg werd in de studie aangenomen dat de meeste materialen in het CBBW-project konden worden doorverkocht in scenario 3. Dit resulteerde in een grote vermindering van de levenscycluskosten. Vooral in vergelijking met het conventionele alternatief, waar de materialen zouden worden gesloopt om gestort te worden en geen rekening werd gehouden met de restwaarde.

De voorgevelwand bijvoorbeeld, had naar schatting een restwaarde van €144/m², vanwege de restwaarde van de demonteerbare gevelstenen en de demonteerbare houten systeemconstructie. Dit is ongeveer 36% van de initiële prijs per m² van de muur. Dus ook al was de initiële prijs van de voorgevel duurder dan de andere gevelconstructies, de restwaarde brengt de voorgevelwand op vergelijkbare levenscycluskosten als de zij- en achtergevel in CBBW.

Soortgelijke resultaten zijn te zien voor de andere wand-, dak- en funderingsopstellingen. Zowel bij de muren als bij het dak bleek de houten constructie op zichzelf al een aanzienlijke restwaarde van ongeveer 65 euro/m² te hebben daarbovenop kwamen dan nog eens de restwaarden van de andere componenten in de wand- en dakopbouw. Bij de fundering kon het grootste deel van de restwaarde worden toegekend aan het geëxpandeerde glas.

Fig 13: schatting van de gehele levenscycluskost van de woning in scenario 1

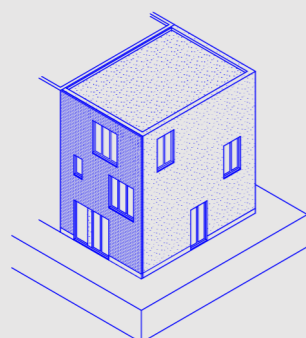


Het geheel – geen wijzigingen gedurende 75 jaar

Circulair bouwen betaalbaar wonen	
Wanden	52 836
Fundering + vloer	9 015
Dak	10 532
Totaal	72 383

Conventionele woning	
Wanden	52 171
Fundering + vloer	9 016
Dak	9 669
Totaal	70 856

Fig 14: schatting van de gehele levenscycluskost van de woning in scenario 2

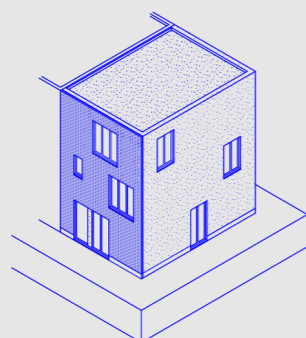


Het geheel – aanpassingen aan isolatie elke 25 jaar

Circulair bouwen betaalbaar wonen	
Wanden	60 141
Fundering + vloer	9 015
Dak	13 972
Totaal	83 128

Conventionele woning	
Wanden	74 097
Fundering + vloer	9 016
Dak	18 593
Totaal	101 706

Fig 15: schatting van de gehele levenscycluskost van de woning in scenario 3



Het geheel - na 15 jaar alles afbreken

Circulair bouwen betaalbaar wonen	
Wanden	37 060
Fundering + vloer	7 772
Dak	8 688
Totaal	53 520

Conventionele woning	
Wanden	56 186
Fundering + vloer	10 229
Dak	11 563
Totaal	77 978

De Levenscycluskostenberekening in deze studie berekend enkel de inpakt van scenarios op de langetermijnskosten van een gebouw. Er wordt dus geen rekening gehouden met woonkwaliteit en andere kwalitatieve eigenschappen zoals organisatie, de buurtwerking en andere sociale eigenschappen, die niet mogen ontbreken in het debat over betaalbare woningen. Het is daarom belangrijk om naast kostenberekeningen ook rekening te houden met andere kansen die circulaire, demonteerbare bouwsystemen met zich mee brengen. In het geval van CBBW, zien we bijvoorbeeld hoe het relatief eenvoudige houschakelbouw systeem ervoor zorgde dat de bewoners zelf mee konden bouwen aan hun eigen woning. Deze wisselwerking tussen bewoner en gebouw maken geen deel uit van deze studie, maar hun impact kan bepalend zijn in de keuze voor tussen conventionele of circulaire bouwsystemen.

Samengevat vergden de wand-, fundering-, en dakopstellingen in het CBBW-project relatief kleine bijkomende investeringen in vergelijking met de conventionele gevelopstellingen. In het onwaarschijnlijke scenario dat het gebouw de komende 75 jaar geen veranderingen ondergaat, zullen deze investeringen niet worden terugverdiend. Maar zoals Brand(1994) echter opmerkt, ondergaan gebouwen veranderingen om te voldoen aan de steeds veranderende behoeften van de gebruikers. In die gevallen, zoals bijvoorbeeld scenario 2, bleek het CBBW-project 18% goedkoper dan hetzelfde project met conventionele bouwmethoden.

De restwaarde in deze studie is berekend volgens een lineair afschrijvingsmodel, rekening houdend met het reeds verstreken deel van de levensduur. Met elk voorbijgaand jaar dalen materialen in waarde ten opzichte van hun levensduur. In werkelijkheid volgen de materiaalwaarden echter tot op zekere hoogte de marktprijzen. In die zin zou men het CBBW-gebouw zelfs kunnen zien als een materiaalbank, aangezien het werd gebouwd vóór de sterke inflatie en de grote prijsstijging van eind 2021(?). Nu materialen alleen maar schaarser worden, zou de verkoopprijs van houten hergebruikte materialen de komende decennia nog meer kunnen stijgen.

Uit deze studie en de opzet van het CBBW-project kunnen drie lessen worden getrokken

1. Streef naar eenvoud en gebruik geen onnodige materialen. (zie scenario 1)
2. Gebruik omkeerbare verbindingen om toekomstige renovaties te vergemakkelijken en toekomstig hergebruik aan te moedigen. (zie scenario 2)
3. Ontwerp voor demontage om de restwaarde van het onderdeel terug te verdienen, zeker bij gebouwen met een korte voorziene levensduur. (zie scenario 3)