

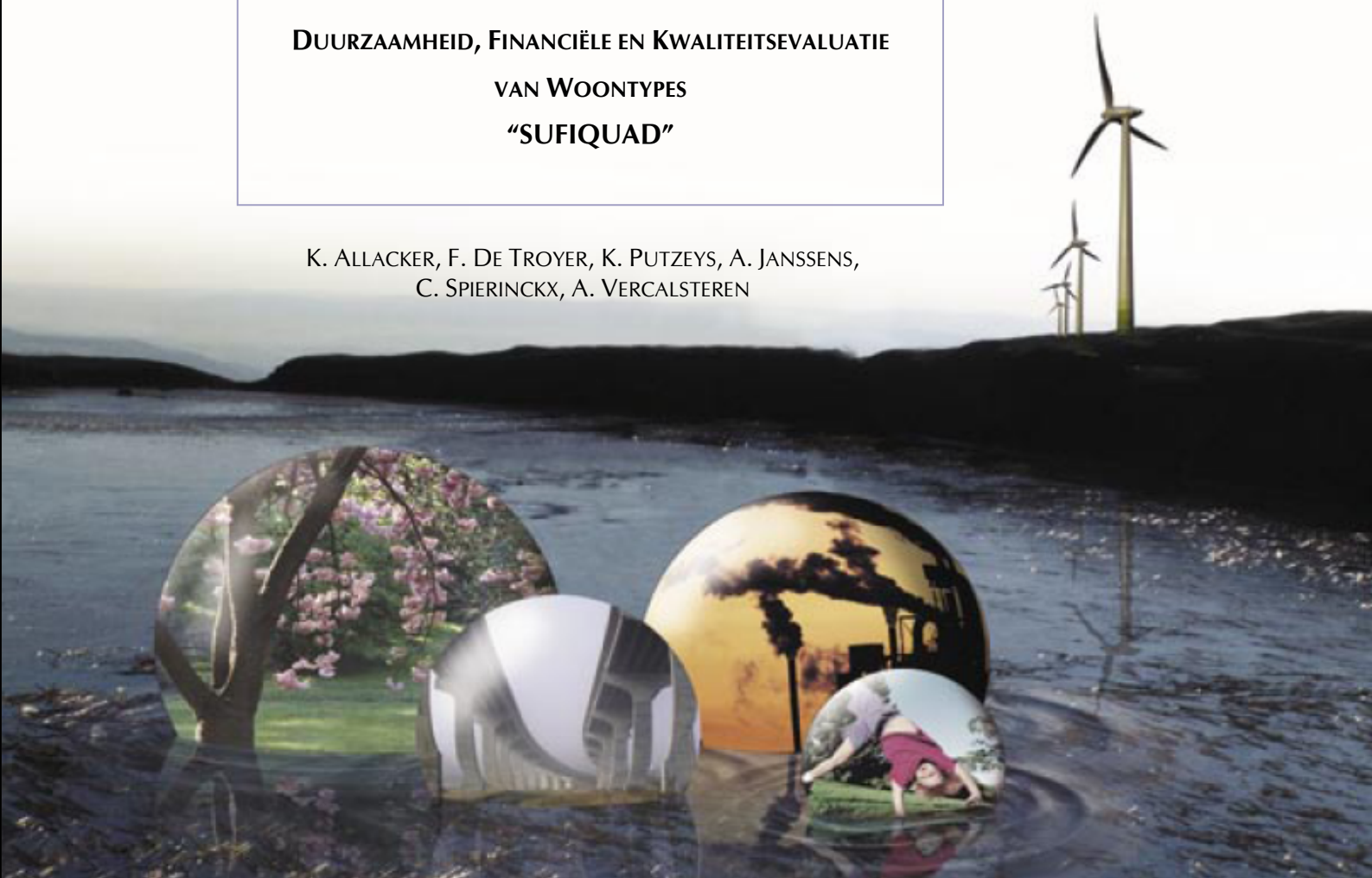
SSD

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



**DUURZAAMHEID, FINANCIËLE EN KWALITEITSEVALUATIE
VAN WOONTYPES
"SUFQUAD"**

K. ALLACKER, F. DE TROYER, K. PUTZEYS, A. JANSSENS,
C. SPIERINCKX, A. VERCALSTEREN



ENERGY 

TRANSPORT AND MOBILITY 

AGRO-FOOD 

HEALTH AND ENVIRONMENT 

CLIMATE 

BIODIVERSITY 

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS 

TRANSVERSAL ACTIONS 



Transversale Acties



EINDVERSLAG FASE 1
SAMENVATTING
DUURZAAMHEID, FINANCIËLE EN KWALITEITSEVALUATIE
VAN WOONTYPES
"SUFIQUAD"
SD/TA/12A



Promotors

Frank De Troyer

Katholieke Universiteit Leuven (KULeuven)
Dept. ASRO
Kasteelpark Arenberg 1
B-3001 Leuven
Tel. : + 32 (0) 16 32 13 72
Fax: + 32 (0) 16 32 19 84
e-mail: frank.detroyer@asro.kuleuven.be

Johan Van Dessel

Wetenschappelijk en Technische Centrum
voor het Bouwbedrijf (WTCB)

Theo Geerken

Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)

Auteurs

Karen Allacker, Frank De Troyer – K.U.Leuven
Katrien Putzeys, An Janssens – WTCB/CSTC
Carolin Spierinckx, An Vercalsteren - VITO

Januari 2009



BELGIAN SCIENCE POLICY



Rue de la Science 8
Wetenschapsstraat 8
B-1000 Brussels
Belgium
Tel: + 32 (0)2 238 34 11 – Fax: + 32 (0)2 230 59 12
<http://www.belspo.be>

Contact person: Marie-Carmen Bex
+ 32 (0)2 238 34 81

Project Website : <http://www.belspo.be/belspo/fedra/proj.asp?l=nl&COD=SD/TA/12A>

Neither the Belgian Science Policy nor any person acting on behalf of the Belgian Science Policy is responsible for the use which might be made of the following information. The authors are responsible for the content.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without indicating the reference :

Karen Allacker, Frank De Troyer, Katrien Putzeys, An Janssens, Carolin Spierinckx, An Vercalsteren ***Duurzaamheid, Financiële en Kwaliteitsevaluatie van Woontypes "SUFQUAD"***. Eidverslag Fase 1 - Samenvatting. Brussels : Belgian Science Policy 2009 – 8 p. (Research Programme Science for a Sustainable Development)

De bouwsector in België, net als in andere landen, is verantwoordelijk voor een belangrijk deel van de totale milieu-impact, en woningbouw staat daarbij in voor een aanzienlijk deel. Bij de huidige manier van handelen aangaande de duurzame ontwikkeling van de (woning)bouw sector focust men zich op vooral op de specifieke aspecten (milieu-impact bij de productie van materialen, energieverbruik van de huishoudens, enz.), en maakt men abstractie van de complexe onderlinge verbanden. Dit laat een gedetailleerde analyse toe, maar aangezien het totaalbeeld verloren gaat, komt men niet tot een globale doelstelling. Er zijn bijgevolg strategieën nodig om te evolueren naar een duurzame ontwikkeling van de (woning)bouw sector in België.

Het **doel van dit onderzoek** bestaat erin te streven naar duurzame woningen. Het onderzoek gaat uit van de nood aan een geïntegreerde aanpak die een analyse van de duurzaamheid per woningtype in al zijn aspecten nastreeft. Het onderzoek analyseert de complexe interactie tussen de keuze voor een bepaald woningtype, levensstijl, ruimtelijke kenmerken, technische oplossingen voor gebouwelementen enerzijds en kwaliteit, financiële en milieuconsequenties anderzijds.

Opdat de belanghebbenden binnen de bouwsector en geassocieerde beleidsgebieden actief zouden meewerken, wil het project ‘identificeerbare’ resultaten genereren in plaats van louter algemene uitspraken te doen. Daarom focust het onderzoek zich op verschillende woningtypes. Aanbevelingen die typologiespecifiek zijn, zullen herkenbare acties opleveren aangezien ze directer aan een persoonlijke situatie gelinkt kunnen worden.

Het doel van dit onderzoek kan kort worden samengevat als het ontwikkelen en toepassen van een methodologie ter evaluatie van zowel de initiële als toekomstige kosten (financieel en milieu) en voordelen (kwaliteiten) van verschillende representatieve woningtypes in België. Door een aantal technische, ruimtelijke en gebruikersgedrag gerelateerde parameters te onderzoeken, komt men tot identificeerbare aanbevelingen voor de belanghebbenden en wordt er een basis gelegd voor de beleidsvoering.

Om hiertoe te komen, werden verschillende **methodologische** stappen gedefinieerd. Om de milieu-impact, de financiële kost en de kwaliteit van de woningen te kunnen evalueren, wordt er eerst een voorstel tot een ‘geïntegreerde’ aanpak opgemaakt. Vervolgens wordt deze aanpak als werkinstrument geïmplementeerd en getest op verschillende extreme woningtypes. Zowel de methodologie als het werkinstrument worden verder gereviseerd en geüpdatet aan de hand van de analyse van de extreme woningtypes. Bovendien zal de revisie in de tweede fase van het project verdergezet worden. Uiteindelijk worden de woningtypes die representatief zijn voor het Belgische gebouwenpark geselecteerd. Zij zullen met het gereviseerde tool geanalyseerd worden in de tweede fase van het project. Een eerste voorstel met beleidsaanbevelingen wordt aan de hand van de bevindingen van de extreme type geformuleerd. Aan het einde van de tweede fase zullen ze herzien en verder uitgewerkt worden.

Aan de hand van een literatuuronderzoek en de ervaring van de drie partners, werd er een voorstel tot een geïntegreerde aanpak ontwikkeld. Deze geïntegreerde aanpak resulteerde in een combinatie van verschillende bestaande technieken: klassieke financiële evaluatietechnieken (bijv. Life Cycle Costing (LCC), investeringsevaluatie, gebruikskostsimulaties), traditionele milieu-impact berekeningsmethodes (Life Cycle Assessment (LCA - levenscyclusanalyse), schaduwprizen voor milieu-impact) en kwaliteitsevaluatie-technieken gebaseerd op een Multi-Criteria Analysis (MCA).

Aan het begin van het project werd een literatuurstudie uitgevoerd aangaande de ervaringen binnen de Europese context (en andere interessante landen) met betrekking tot zowel de methodologische aspecten als de beleidsmaatregelen voor duurzaam bouwen. De voornaamste bevindingen werden samengevat in een ‘Note on European research and standardisation’ (126 pagina’s). Uit dit document kunnen twee belangrijke conclusies

getrokken worden, namelijk dat er veel instrumenten zijn aangaande één van de aspecten van onze beoogde geïntegreerde aanpak, maar dat er geen enkel instrument alle aspecten omvat. Bovendien is het merendeel van de beschikbare tools een ‘black box’, wat er voor zorgde dat het onmogelijk was ze in verder detail te analyseren. Wat de beleidsmaatregelen betreft, konden we besluiten dat er Europese initiatieven ondernomen werden, maar dat de toepassing ervan binnen de verschillende landen verschilde.

Naast dit onderzoek naar bestaande methoden binnen de Europese context, werd er ook een literatuuronderzoek verricht naar de verschillende aspecten van de voorgestelde geïntegreerde aanpak. Het betrof LCA en LCC op gebouwniveau, kwaliteitsevaluatie van gebouwen en methodes om verschillende criteria te optimaliseren. Aan de hand van dit literatuuronderzoek en de ervaring van de projectpartners werden er methodologische beslissingen genomen en werd er een voorstel tot een geïntegreerde aanpak geformuleerd. Een en ander staat in de ‘Note on optimising economic, environmental and quality aspects’ (130 pagina’s) samengevat. Kortom, de geïntegreerde aanpak bestaat uit een LCA en een LCC van een gebouw, uitgedrukt per m² vloer per jaar die uitgaat van de elementenmethode om kosten te besparen bij de gegevensverwerking van het complexe iets dat een woning is. Als tweede analyse-invalshoek worden ‘een inwoner, per jaar’ en ‘woning, per jaar’ ook beschouwd als functionele units om het belang van de grootte van een woning op de resultaten te onderzoeken. De kwaliteit van de woningen wordt in een enkele score uitgedrukt door een MCA uit te voeren aan de hand van een bestaande Vlaamse methode die binnen dit onderzoek werd herwerkt. De revisie betreft een update van de score functies en van de wegingsfactoren. De kwaliteitsevaluatie wordt als een essentieel deel van de ‘geïntegreerde aanpak’ beschouwd, aangezien er op gebouwniveau geen identieke functionele eenheden te definiëren zijn. Verschillende typologieën houden verschillende kwaliteiten in, maar ook binnen een bepaalde typologie kunnen er verschillende kwaliteiten opduiken en dit afhankelijk van ontwerp, grootte, keuze in bouwmaterialen, enz. Door naar het Pareto front te zoeken worden de drie aspecten door een kosten-baten analyse (CBA) uiteindelijk geoptimaliseerd. Door gebruik te maken van deze optimalisatie techniek wordt de totale kost geëvalueerd. De totale kost behelst zowel de financiële kost als de milieukost, voor zowel de investering als de gebruikskost. Tijdens deze optimalisering worden de kwaliteiten ook in acht genomen. Aangezien het aantal oplossingen in het Pareto front aanzienlijk afneemt bij het omzetten van de milieu-impacts naar monetaire begrippen, maakt dit deel uit van ons onderzoek.

Er werd een literatuurstudie uitgevoerd om de milieu-impacts naar monetaire begrippen te kunnen omzetten. Men opteerde voor de schadefunctie benadering, en de monetaire waardes uit de verschillende literatuurbronnen werden samengevoegd om zo veel mogelijk impacts te kunnen behandelen. De methode wordt daarom de “hybride methode” genoemd. De bevindingen werden in ‘Note on monetary valuation of environmental impacts’ (48 pagina’s) samengevat.

Voor het LCA aspect moest een geschikte database geselecteerd worden. Daarom werden bestaande LCA databases geanalyseerd. Dit wordt samengevat in ‘Note on LCA data in view of the project’ (36 pagina’s). De analyse van de bestaande en publiek beschikbare LCA databases toonde aan dat er enerzijds geen specifieke database voor de Belgische context was, en anderzijds dat er geen aangewezen database bestond met gegevens over bouwelementen. De databases die men vond, bevatten alleen maar gegevens over materialen. Daarom werd er voorgesteld een Europese bouwmaterialendatabase te gebruiken. De Ecoinvent database kreeg de voorkeur, maar andere databases worden ook geraadpleegd, mocht er data ontbreken. Er werd dan een database van bouwelementen gecreëerd die zich voornamelijk baseerde op Ecoinvent database.

Voor het LCC aspect werd dezelfde aanpak gebruikt en aan de hand van een literatuuronderzoek koos men de ASPEN database voor kostendata. Dit werd samengevat in het LCC hoofdstuk in “Note on optimising economic, environmental and quality aspects” en

in “Note on LCC” (15 pagina’s). De ASPEN database is geldig voor de Belgische context en bevat data op element-niveau, daarom is ze het meest geschikt voor ons onderzoek. Er zijn zowel gegevens aangaande nieuwe gebouwen als renovaties beschikbaar. De energieprijzen en economische variabelen werden uit de statistieken genomen, terwijl de gegevens over onderhoudsfrequentie en renovatie aan de hand van een literatuuronderzoek verzameld werden.

In een tweede stap werd de methodologie omgezet in een eerste versie van een werkinstrument (dat enkel door partners kan gebruikt worden). Om te beginnen werd de algemene structuur van de spreadsheet opgemaakt en werden gegevens verzameld. Aangezien de specifieke data betreffende transportafstand en –middelen voor de Belgische context ontbrak, werd er bij de Belgische aannemers een beperkt onderzoek gedaan. Er werd gevraagd naar specifieke data aangaande transport van bouwproducten naar de bouwsite, transport van bouw- en afbraakafval naar behandeling ervan (stort, recyclage, verbranding, enz;).

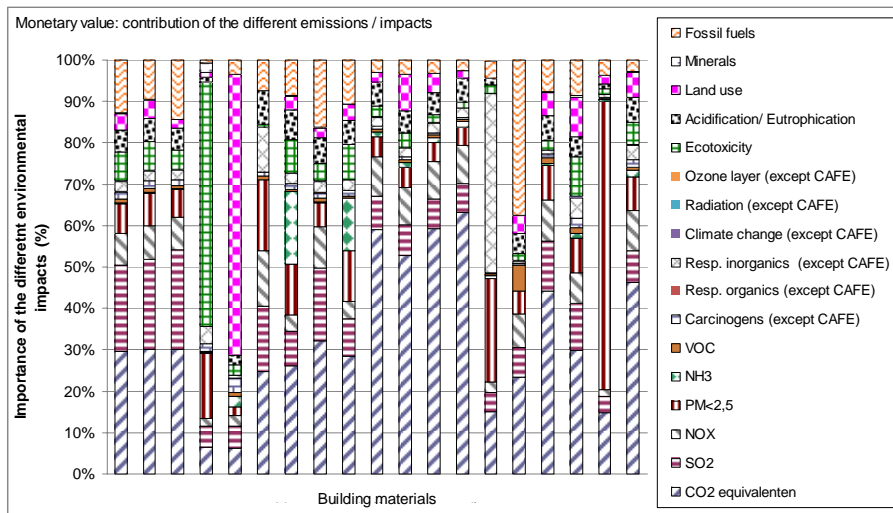
Daarnaast werd de kwaliteitsevaluatie omgezet naar een werkinstrument. Deze omzetting werd in detail uitgewerkt in “Note on quality evaluation” (35 pagina’s). Men koos ervoor de evaluatiemethode in twee aparte files uit te werken, namelijk in een “input” en een “analysis” file om zo de methodologie nadien te kunnen herzien en om alle input files met de gereviseerde methode te kunnen analyseren.

Ten slotte werd er een methode geselecteerd om de verwarmingsnoden van de verschillende woningen tijdens de gebruiksfase te berekenen. Verschillende beschikbare tools werden onderzocht en vergeleken, namelijk EPB (Energy Performance for Buildings), EAP (Energy Advice Procedure) en EPC (Energy performance Certificate). Volgens deze vergelijking bleek een aangepaste EPB tool het meest aangewezen voor dit onderzoek.

In een derde stap, werden vier extreme woningtypes geselecteerd: een vrijstaande woning en een rijwoning, een appartement (allemaal nieuwbouw) en een gerenoveerde rijwoning. Na de selectie van de woningtypes, werden er verschillende (extreme) alternatieven voor de bouwelementen gedefinieerd en in detail beschreven. Bovendien werden er technische installaties voor de verschillende woningen geselecteerd. Dit werd samengevat in “Note on selection of extreme types” (75 pagina’s).

Vervolgens werden de geselecteerde extreme woningtype geanalyseerd. Zowel de methodologie als het werkinstrument werden verder geleidelijk ontwikkeld naarmate ze op de extreme woningtypes werden toegepast.

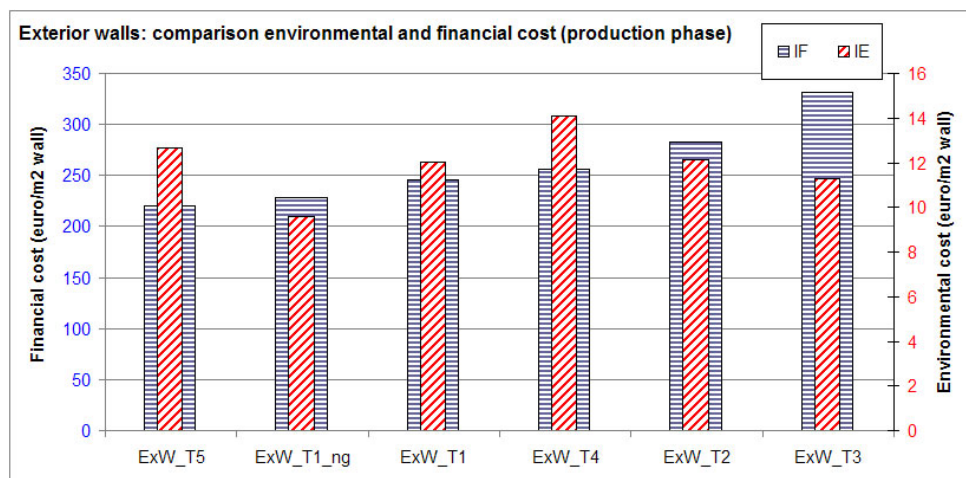
De analyse begon met een analyse op *materiaal-niveau*, om zo over te gaan naar element-niveau en uiteindelijk naar gebouw-niveau. Dit werd in detail uitgewerkt in “Final note on extreme cases” (139 pagina’s). De voornaamste conclusie uit de analyse op materiaal-niveau (materiaalproductie) is dat het belangrijk is zo veel mogelijk milieu-impacts in de analyse op te nemen.



Dit wordt verduidelijkt in de figuur hierboven. Ze toont de relatieve bijdrage van de verschillende emissies en milieu-impacts in de totale milieukost van elk materiaal (cradle to gate data uit Ecoinvent, per kg materiaal). De grafiek zou kunnen suggereren dat er zich een dubbele telling voordoet. Dit is echter niet het geval. De monetaire waarden van de emissies in kwestie (VOC, NH₃, PM<2,5, NOX, SO₂ en CO₂eq.) werden niet in de andere beschouwde milieu-impacts opgenomen (bv. bij ademhalings-effecten veroorzaakt door anorganische emissies).

Uit de figuur kunnen we concluderen dat voor sommige bouwmaterialen, de externe kosten voor de CO₂-equivalenten verantwoordelijk zijn voor ongeveer 60% van de totale kosten van alle milieu-impacts, maar dat voor andere materialen landgebruik (65%) of stofemissies (70%) het meest verantwoordelijk zijn.

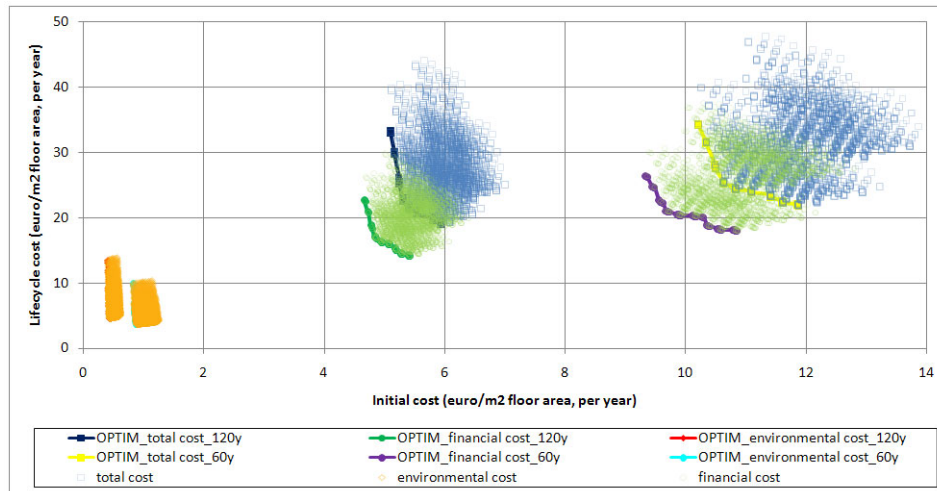
De analyse op het *element-niveau* (productie en constructie) toonde twee belangrijke aspecten aan. Eerst en vooral dat beslissingen die gebaseerd zijn op financiële kostenoverwegingen kunnen afwijken van beslissingen die gebaseerd worden op milieukosten. Dit wordt op de figuur hieronder aangetoond. De figuur toont de financiële kost (horizontaal blauw gearceerd) en de milieukost (schuin rood gearceerd) per m² muur voor verschillende alternatieve oplossingen voor buitenmuren. De figuur toont bijvoorbeeld dat het eerste alternatief (ExW_T5) de voorkeur geniet op het tweede (ExW_T1_ng) wat betreft de financiële kost, terwijl het omgekeerde waar is voor de milieukost.



Ten tweede toonde een gedetailleerde analyse van het belang van de materiaalsoort van de geanalyseerde elementen aan dat het onmogelijk is op voorhand een deel van de materialen uit te sluiten om zo de berekeningstijd te verkorten. Voor een buitenmuur was de bijdrage

van de spouwankers aan de milieu-impact bijvoorbeeld groter dan die van de gipspleister. Dit was verrassend vanwege het beperkte aantal kilogram aan spouwankers in vergelijking met gipspleister. Daarnaast waren keramische tegels voor 70% verantwoordelijk voor de totale milieu-impact van een tussenvloer, terwijl dit eerder verwacht werd voor de structuur van de vloer.

Tenslotte werd er een analyse op gebouw-niveau voor elk van de extreme woningtypes uitgevoerd. Daarnaast werd er een voorlopige vergelijking van de vier woningen uitgewerkt.



Voor elk van de alternatieven van de extreme woningen werden de initiële kost en de life cycle cost per vierkante meter vloeroppervlakte, per jaar berekend en grafisch weergegeven. Dit werd uitgevoerd voor de milieukost, de financiële kost en de som van beide. Vervolgens werden de oplossingen binnen het Pareto front opgezocht en in detail geanalyseerd. De grafiek hierboven toont dit voor de rijwoning (nieuwbouw).

Dit zijn de voornaamste conclusies die we hieruit kunnen trekken:

- In bijna alle gevallen zijn de kosten tijdens de gebruiksfase de belangrijkste. Ze kunnen opgedeeld worden in verwarmingskosten enerzijds en anderzijds kosten voor reiniging, onderhoud en vervanging. De resultaten tonen aan dat voor sommige woningalternatieven (voor de geselecteerde scenario's) de verwarmingskosten belangrijker zijn dan de reinigings-, de onderhouds- en vervangingskosten. Dit terwijl beide kosten bijna even belangrijk zijn voor andere alternatieven,
- de end-of-life (EOL) of einde levensduur fase werd slechts gedeeltelijk in de analyse opgenomen aangezien de financiële kostendata voor de afbraak en het EOL procedé ontbraken,
- de analyse van de extreme woningtypes toonde aan dat de gebouwelementen die het meeste bijdragen tot de initiële kost verschillen van woningtype tot woningtype,
- de financiële kost draagt meer bij tot de totale kosten dan de milieukost,
- hoewel verwarming het voornaamste element voor de milieukost is, zijn reiniging, onderhoud en vervanging de voornaamste elementen voor de financiële kost,
- een optimalisatie van het gebouwenpark, gebaseerd op milieukosten, zou zich eerst en vooral focussen op verwarming. Dit terwijl een optimalisatie gebaseerd op financiële kosten zich voornamelijk zou focussen op reinigings-, onderhouds- en vervangingskosten, gevolgd door initiële kosten,
- het opnemen van de milieukosten in de financiële kosten zou voornamelijk de energieprijzen beïnvloeden (met 40%), terwijl het een kleinere impact zou hebben op materiaalkosten (10%),
- er werd een kwaliteitsverschil opgemerkt tussen de verschillende woningtypes. De vrijstaande woning kreeg de hoogste gemiddelde score, gevolgd door de nieuwbouw

- rijwoning, de gerenoveerde rijwoning en het appartement,
- beslissingen gebaseerd op financiële kosten waren niet identiek aan beslissingen gebaseerd op milieukosten. Dit terwijl de beslissingen die gebaseerd werden op totale kosten wel min of meer in de lijn lagen van de beslissingen die gebaseerd werden op financiële kosten,
 - de oplossingen op het Pareto front die gebaseerd werden op kostenoptimalisatie, waren niet identiek aan de oplossingen op het Pareto front dat de woningkwaliteit in acht nam.
 - Het vervoer van bewoners tijdens de gebruiksfase veroorzaakt een belangrijke milieu- en financiële kost die oploopt tot meer dan 60% van de totale levenscycluskost. Dit geeft aan de ligging van een woning ook zeer belangrijk is.

Daarnaast werd er een overzicht gemaakt van het **huidige beleid en initiatieven** aangaande **duurzaam bouwen in de Belgische context**, dit op vraag van BELSPO en het begeleidend comité. Dit werd samengevat in “Note on Belgian policy” (40 pagina’s). Ten slotte, werd er aan de hand van de SuFiQuad benadering en de eerste resultaten van de toepassing een eerste **voorstel tot beleidsaanbeveling** gedaan. Dit werd samengevat in “Interim note for policy preparation” (14 pagina’s).

In voorbereiding van de tweede fase, werden er aan de hand van een literatuuronderzoek **representatieve woningtypes** voor de Belgische context **geselecteerd**. Dit werd verder uitgewerkt in “Note on selection of representative dwelling types” (41 pagina’s). Daarnaast werden representatieve gebouwelementen geselecteerd en beschreven in “Note on selection of representative element types” (32 pagina’s). Hetzelfde geldt voor het selecteren van de technische installaties, samengevat in de “Note on technical solutions” (21 pagina’s). De representatieve woningtypes zullen geanalyseerd worden tijdens de **tweede** fase van het project. Aan de hand van deze resultaten zal er een document met beleidsaanbevelingen uitgewerkt worden.