

Milieuprofiel van gebouwelementen

op weg naar een
geïntegreerde milieubeoordeling
van materiaalgebruik in gebouwen

SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER





1. *Titel publicatie*
Milieuprofiel van gebouwelementen
2. *Verantwoordelijke uitgever*
Danny Wille, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen
3. *Wettelijk depot nummer*
D/2013/5024/04
4. *Aantal bladzijden*
132
5. *Aantal tabellen en figuren*
45 tabellen en 45 figuren
6. *Prijs**
/
7. *Datum publicatie*
maart 2013
8. *Trefwoorden*
bouwmaterialen; gebouwelementen; milieu-impact; evaluatie; bepalingmethode
9. *Samenvatting*
Vandaag moeten bouwprofessionals en de overheid beroep doen op buitenlandse milieuclassificatiesystemen om een inzicht te krijgen in de Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouw(element)en (MMG). Deze tools en informatie zijn echter vaak niet transparant en/of niet specifiek gerelateerd aan de Vlaams-Belgische bouwcontext. In deze publicatie wordt een databank van milieuprofielen van 115 gebouwelementvarianten voorgesteld, die specifiek zijn voor de Vlaams-Belgische bouwcontext. De MMG-bepalingmethode die aan de basis ligt voor het berekenen van de milieuprofielen wordt op een open en transparante wijze voorgesteld. De opgeleverde bouwmaterialenmethodiek is zeker geen eindresultaat te noemen maar een dynamisch model (inclusief bepalingmethode) dat in de toekomst verder wordt verfijnd en uitgebreid. Deze publicatie moet ook in die context gezien worden als een communicatie-instrument om de dialoog met stakeholders (architecten, materiaalproducenten, bouwheren, ...) in de toekomst te vergemakkelijken.
10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*
Auteurs: Roos Servaes (OVAM), Karen Allacker (KU Leuven), Wim Debacker (VITO), Laetitia Delem (WTCB), Leo De Nocker (VITO), Frank De Troyer (KU Leuven), An Janssen (WTCB), Karolien Peeters (VITO), Carolin Spirinckx (VITO), Johan Van Dessel (WTCB)
11. *Contactperso(n)en(en)*
OVAM – Roos Servaes, Philippe Van de Velde
VITO – Wim Debacker, Carolin Spirinckx
KU Leuven – Frank De Troyer
WTCB – Johan Van Dessel
12. *Andere titels over dit onderwerp*
Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen (www.ovam.be/bouwmaterialenmethodiek)

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

1	Bouwmaterialenmethodiek	06			
1.1	Waarom is een bouwmaterialenmethodiek voor gebouwelementen nodig?	06			
1.2	Wat brengt de bouwmaterialenmethodiek in rekening?	07			
1.2.1	MMG-Bepalingsmethode	07			
1.2.1.1	Keuze van milieu-indicatoren	07			
1.2.1.2	Keuze van data	07			
1.2.1.3	Keuze voor monetarisatie	08			
1.2.2	Hoe is de bouwmaterialenmethodiek opgebouwd?	08			
1.2.2.1	Hiërarchische structuur van het expert-rekenmodel	08			
1.2.2.2	Drie databanken	08			
1.2.3	Welke milieu-informatie biedt de bouwmaterialenmethodiek?	10			
1.2.4	Hoe betrouwbaar is de bouwmaterialenmethodiek?	10			
2	Bepalingsmethode	12			
2.1	Inleiding	12			
2.2	Doel en reikwijdte	13			
2.2.1	Functionele eenheid	13			
2.2.2	Beschouwde levensduur	13			
2.2.3	Systeemgrenzen	14			
2.2.3.1	Productfase (modules A1-A3)	16			
2.2.3.2	Bouwfase (modules A4-A5)	16			
2.2.3.3	Gebruiksfase (modules B1-B7)	17			
2.2.3.4	End-of-life (modules C1-C4)	17			
2.3	Scenario's voor het definiëren van gebouwlevenscyclus ¹⁷	18			
2.3.1	Scenario's aangaande de productfase	18			
2.3.2	Scenario's aangaande de bouwfase	20			
2.3.2.1	Scenario voor het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf	20			
2.3.2.2	Scenario aangaande het materiaalverlies tijdens de bouwfase	22			
2.3.3	Scenario voor het energieverbruik tijdens de gebruiksfase	22			
2.3.4	Scenario aangaande de einde-levensduur-fase van bouwmaterialen	22			
2.3.4.1	Scenario voor ontmanteling en afbraak	22			
2.3.4.2	Uitgangspunt voor het transport en de eindverwerking van bouw- en sloopafval	23			
2.3.4.3	Transport van bouw- en sloopafval	26			
2.3.4.4	Eindverwerking van bouw- en sloopafval	26			
2.4	Levenscyclusinventarisatie	29			
2.4.1	Vervangingen	29			
2.4.2	Dataverzameling	29			
2.4.2.1	Datakwaliteit en databronnen	29			
2.5	Levenscyclus-effectenbeoordeling	30			
2.5.1	Selectieprocedure	30			
2.5.2	Bepaling van de individuele milieu-impactscores	31			
2.5.2.1	CEN set van milieu-indicatoren	31			
2.5.2.2	CEN + set van bijkomende milieu-indicatoren	33			
2.5.3	Bepaling van de geaggregeerde milieuscore	35			
2.6	Synthese	40			
3	Milieuprofiel van gebouwelementen: databank	42			
3.1	Voorstelling van tabellen en grafieken	43			
3.1.1	Naamgeving	43			
3.1.2	Keuze van varianten	43			
3.1.3	Gedetailleerd milieuprofiel per variant	43			
3.2	Welke informatie is beschikbaar in de databank?	44			
3.2.1	Analyse van één elementvariant	46			
3.2.1.1	Analyse van één elementvariant op basis van de individuele milieu-indicatoren	46			
3.2.1.2	Analyse van één elementvariant op basis van een geaggregeerde (gemonetariseerde) milieuscore	47			
3.2.1.3	Analyse van de bijdragen van de verschillende verwerkte materialen in één elementvariant	50			

3.2.2	Vergelijking van verschillende elementvarianten	51
3.2.2.1	Vergelijking van varianten op basis van de individuele milieu-indicatoren	51
3.2.2.2	Vergelijking van varianten op basis van de geaggregeerde (gemonetariseerde) score	53
3.3	Databank	55
3.3.1	Vloer op volle grond	56
3.3.2	Buitenwand	63
3.3.3	Dragende binnenwanden	73
3.3.4	Niet-dragende binnenwanden	80
3.3.5	Verdiepingsvloer	87
3.3.6	Plat dak	95
3.3.7	Hellend dak	102
3.3.8	Raamopeningen	109
3.3.9	Trappen	116
3.3.10	Binnenschrijnwerk	122

Deze publicatie kwam tot stand in samenwerking met:



VOORWOORD

Gebouwen hebben een enorm hoge milieu-impact. De klemtoon ligt vandaag - terecht - op de nood aan energiezuinig bouwen, waarbij beter isoleren, energie-efficiënte verwarmingsinstallaties en het gebruik van hernieuwbare energie centraal staan. Een groot deel van de impact zit echter ook vevat in het materiaalgebruik in een gebouw. De aangewende materialen veroorzaken een milieu-impact bij hun productie en transport, bij de constructie van het gebouw en bij de afbraak en verdere verwerking of eventuele herinzet van bouwmaterialen in een volgend leven. De manier waarop bouwmaterialen toegepast worden in een gebouwelement bepaalt bovendien hoe milieuvriendelijk een gebouw is tijdens zijn gebruiksduur. Al deze facetten rond materiaalgebruik zijn vandaag nog te veel onderbelicht in de kennis(verspreiding) rond milieuvriendelijk bouwen. Deze publicatie is een eerste stap in het opvullen van deze leemte aan kennis.

De afgelopen 2 jaar heeft de OVAM werk gemaakt van een transparant methodologisch kader om de **Milieugerelateerde Materiaalprestaties van Gebouwelementen (MMG)** eenduidig te kunnen berekenen en communiceren. Wat vandaag voorgesteld wordt, is geen eindresultaat, maar een dynamisch gegeven en zal op basis van nieuwe inzichten en nieuwe wetenschappelijk onderbouwde data in de toekomst verfijnd en uitgebreid worden.

De ontwikkeling van de MMG-bepalingsmethode gebeurde in breed overleg. Op verscheidene publieke consultatiemomenten werden experts uitgenodigd uit de bouwsector alsook uit de Vlaamse, Brusselse, Waalse en federale overheidsadministraties om hun mening en advies te geven. Verschillende materiaalproducenten leverden zelf input aan onder de vorm van producent- en sectorspecifieke data. Dit gaf het MMG-onderzoeksteam de mogelijkheid de beschikbare generieke data af te toetsen aan producentenspecifieke data en leverde de meewerkende producenten en

sectororganisaties tevens een beter inzicht in de milieu-impact van hun producten. De OVAM dankt zowel de uitvoerders VITO, KU Leuven en WTCB als verschillende overheidsadministraties en niet in het minst aan de bouwsector zelf voor hun pro-actieve betrokkenheid.

Het opleveren van de MMG-bepalingsmethode en de milieuprofielendatabank van 115 gebouwelementen vormt de eerste transitiestap naar een duurzaam materiaalbeheer binnen de Vlaams-Belgische bouwpraktijk, namelijk transparante en objectieve milieu-informatie. In de (nabije) toekomst maken we er werk van om deze informatie verder uit te breiden, te verfijnen en te vertalen naar instrumenten voor een breed publiek (en overheid) met een beperkte of geavanceerde kennis inzake duurzaam bouwen.

We zijn ervan overtuigd dat dit de basis legt voor kleine en grote bouwexperimenten, die samen met een solide en gedragen duurzaamheidsvisie uiteindelijk zullen leiden tot een meer duurzame bouwmaterialenpraktijk.

Henny De Baets
administrateur-generaal OVAM

1 Bouwmaterialenmethodiek

1.1 Waarom is een bouwmaterialenmethodiek voor gebouwelementen nodig?

In diverse levensfasen genereren bouwmaterialen milieu-effecten: tijdens de productie van het bouw materiaal (winning, transport, verwerking), de bouw fase (verwerking en restafval), het gebruik en onderhoud van het gebouw (emissies, afval) en tenslotte in de afdank- en sloopfase. Deze milieueffecten kunnen zeer divers zijn. Gebaseerd op een bouwtypologisch onderzoek van het Belgisch woningpatrimonium, zijn bouwmaterialen verantwoordelijk voor ongeveer 10 tot 30 percent van de externe milieukosten over de gehele levenscyclus van een typische Belgische woning gebouwd voor 2001 (Allacker et al 2011, Allacker 2010). Men verwacht dat dit relatief aandeel de komende decennia nog zal stijgen, gezien het aandeel van energiegebonden externe milieukosten sterk zal dalen door het bouwen en verbouwen van/naar lage-energie, passief-, nulenergie- en actieve gebouwen. Het is daarom noodzakelijk om een duidelijk inzicht te krijgen in de Milieugerelateerde Materiaalprestaties van Gebouwelementen (MMG).

Beslissingsmakers – zoals architecten, studie bureaus, aannemers, gebouweigenaars, projectontwikkelaars en de overheid – hebben vaak een tekort aan milieugerelateerde informatie om op een objectieve en transparante manier milieuvriendelijke materiaaloplossingen te creëren, te selecteren of te ondersteunen. Daarenboven zijn sommige producenten en verdelers zich niet bewust van de potentiële milieu-impact van bouwproducten over hun gehele levenscyclus. Een kwantitatieve evaluatie is dus onontbeerlijk om deze potentiële milieu-impact te identificeren en te vermijden vanaf het ontwerpproces. Idealiter houden ontwerpteam tijdens het ontwerpproces van een gebouwelement – zoals een vloer, een

buiten- en/of een binnenwand, een plat en/of een hellend dak – rekening met de milieuprestaties van bouwmaterialen over de gehele levenscyclus, naast onder andere technische prestaties, financiële kosten en de kwaliteiten ervan. Vandaag moeten bouwprofessionals en de overheid echter beroep doen op buitenlandse milieuclassificatiesystemen zoals de Britse “Green Guide to Specification” (BRE 2011) en het Nederlandse “NIBE’s Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten” (NIBE 2011a, 2011b, 2011c), buitenlandse levenscyclusinventarisatiedatabases (LCI) zoals het Zwitserse “ecoinvent” (v2.2, 2010) of publiek beschikbare labels, zelfverklaringen en Environmental Product Declarations (EPD’s). Deze tools en informatie zijn echter vaak niet transparant en/of niet specifiek gerelateerd aan de Vlaams-Belgische bouwwijzen en scenario’s.

Omwille van deze redenen nam de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM) in 2011 het voortouw om een methodiek te ontwikkelen op maat van de Vlaams-Belgische bouwpraktijk.

1.2 Wat brengt de bouwmaterialenmethodiek in rekening?

Binnen de periode februari 2011 tot en met augustus 2012 ontwikkelde het projectteam VITO, KU Leuven (ASRO) en WTCB in opdracht van de OVAM een expert-rekenmodel (inclusief bepalingmethode) dat toelaat de Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen (MMG) te kwantificeren. Op basis hiervan werd een beperkte databank van 115 gebouwelementvarianten opgebouwd, die representatief is voor de Vlaams-Belgische bouwpraktijk.

1.2.1 MMG-Bepalingmethode

Een weloverwogen keuze werd gemaakt voor diverse parameters van de bepalingmethode. Een korte toelichting bij deze keuzes is terug te vinden in dit hoofdstuk. Voor een gedetailleerde uiteenzetting van de MMG-bepalingmethode zelf wordt verwezen naar hoofdstuk 2 'Bepalingmethode'.

1.2.1.1 Keuze van milieu-indicatoren

Om in lijn te zijn met de bestaande Europese initiatieven op gebied van milieuevaluatie van gebouwen en bouwproducten werd vanaf de start van het project rekening gehouden met de recente Europese normering voorgelegd door CEN TC 350 en de aanbevelingen door de Europese onderzoeksinstituten "Institute for Environment and Sustainability" (JRC) op vlak van milieu-indicatoren en impactmethodes.

Een aftoetsing bij de Vlaamse beleidsmakers maakte echter duidelijk dat enkel gebruik van de Europese (CEN-)milieu-indicatoren te beperkt was. Aanvullende milieu-indicatoren werden gekozen om alle Vlaams-Belgische beleidsthema's te dekken en om zo een volledig mogelijk inzicht te krijgen in de milieu-impact van gebouwelementen. De extra toegevoegde milieu-indicatoren worden apart gerapporteerd onder de naam "CEN+ indicatoren"

(zie hoofdstuk 2 'Bepalingmethode' en hoofdstuk 3 'Milieuprofiel van gebouwelementen: databank').

In de MMG-bepalingmethode zijn volgende milieu-indicatoren opgenomen:

- klimaatverandering
- aantasting van de stratosferische ozonlaag
- verzuring van land en waterbronnen
- vermesting (eutrofiëring)
- fotochemische oxidantvorming (lage ozon, zomersmog)
- uitputting van abiotische grondstoffen: niet-fossiele grondstoffen
- uitputting van abiotische grondstoffen: fossiele grondstoffen
- menselijke toxiciteit (kanker- en niet kankereffecten)
- fijnstofvorming
- ioniserende stralingseffecten op de mens
- ecotoxiciteit (land, zoetwater en marien)
- landgebruik: bezetting van land
- landgebruik: omvorming van land
- waterschaarste

1.2.1.2 Keuze van data

Om voldoende generieke milieudata ter beschikking te hebben, werd de uitgebreide Zwitserse LCI-databank ecoinvent zo veel mogelijk geharmoniseerd tot de Vlaams-Belgische bouwcontext. Binnen het MMG-onderzoeksproject boden enkele pro-actieve materiaalproducenten en sectororganisaties hun specifieke milieudata van een bouwproduct aan, wat interessant vergelijkingsmateriaal opleverde ten aanzien van de generieke ecoinvent-data.

1.2.1.3 Keuze voor monetarisatie

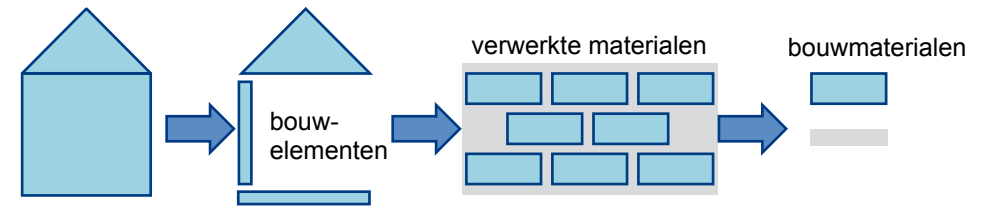
Om een beslissingsgerichte selectie van materiaaloplossingen toe te laten, werden optioneel de karakterisatiewaarden per individuele milieu-indicator (zowel CEN als CEN+ indicatoren) geaggregeerd door middel van de milieukostenmethode (zie hoofdstuk 2 Bepalingsmethode). Per individuele milieu-indicator worden de karakterisatiewaarden vermenigvuldigd met een monetarisatiefactor (bvb: Xkg CO₂ equivalenten maal Y€/kg CO₂ equivalenten). Deze factor geeft de mate van schade aan het milieu en/of de mens aan door het uit te drukken in financiële kosten om de potentiële schade te vermijden of om de opgelopen schade te verhelpen. Ook deze geaggregeerde milieuscores worden apart gerapporteerd (vide infra CEN, CEN+ en de som ervan).

De keuze van de milieukostenmethode als wegingsmethode wordt beargumenteerd in Hoofdstuk 2 'Bepalingsmethode'.

1.2.2 Hoe is de bouwmaterialenmethodiek opgebouwd?

1.2.2.1 Hiërarchische structuur van het expert-rekenmodel

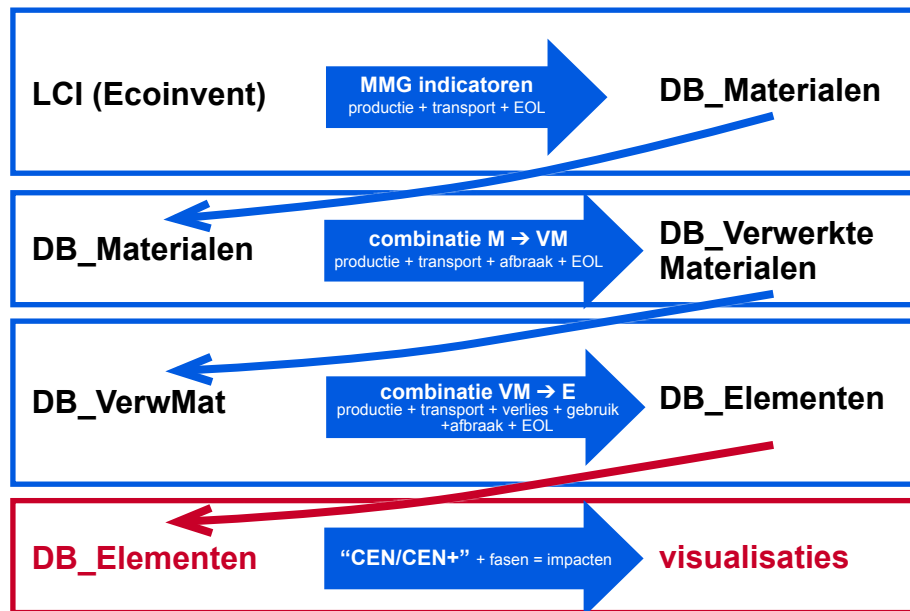
Het expert-rekenmodel - ter bepaling van de milieugerelateerde materiaalprestaties van gebouw(element)en - is opgebouwd volgens een hiërarchische structuur en maakt onderscheid tussen vier analyseniveaus: gebouw, gebouwelement, verwerkt materiaal en materiaal (zie Figuur 1) (Allacker 2010, Allacker et al. 2011). Elk hoger niveau is gebaseerd op het onderliggend niveau. Zo wordt een gebouw opgebouwd uit een aantal gebouwelementen (zoals vloeren, buitenwanden, binnenwanden, dak e.a.), die op hun beurt bestaan uit een aantal verwerkte materialen (bijvoorbeeld een gemetste wand). De verwerkte materialen zijn dan op hun beurt weer opgebouwd uit een aantal bouwmaterialen (bijvoorbeeld snelbouwsteen en mortel).



Figuur 1: Illustratie van de hiërarchische structuur van het rekenmodel met de vier analyseniveaus.

1.2.2.2 Drie databanken

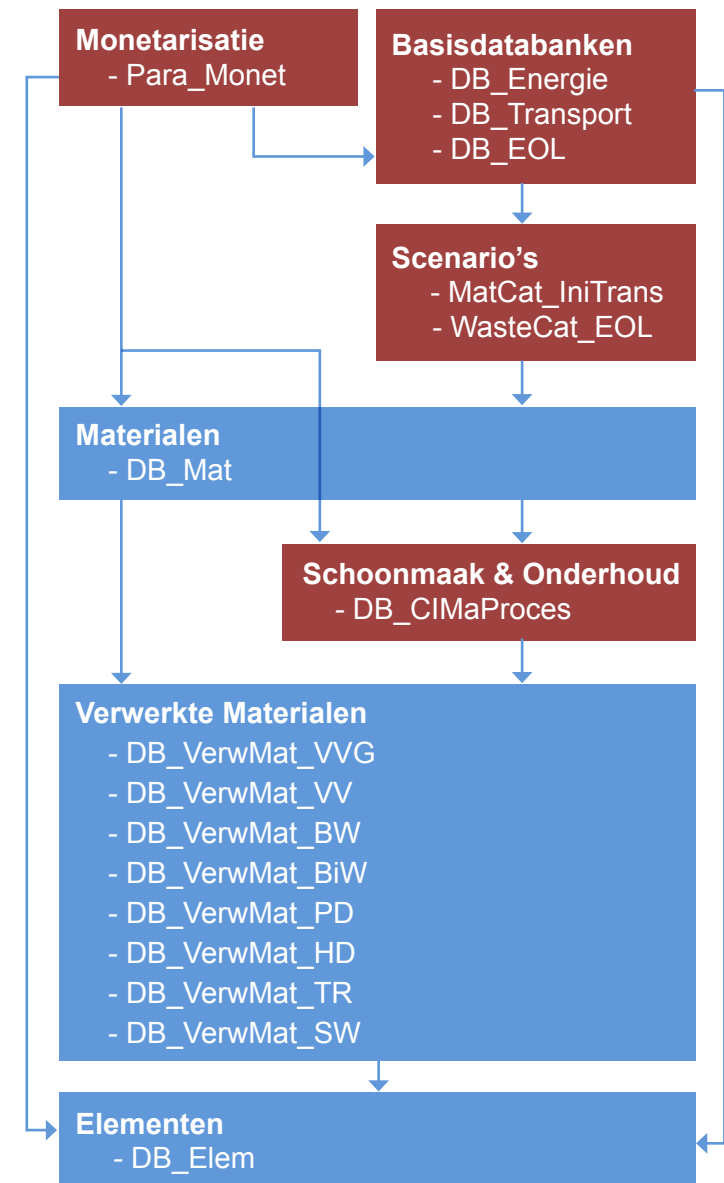
Binnen dit project werd in drie opeenvolgende stappen voor de drie laagste niveaus van de bovenstaande hiërarchische structuur, i.e. materiaal-, verwerkt materiaal- en elementniveau, een uitgebreid rekenblad opgesteld, met hierin verschillende databanken met input- en outputgegevens, op basis waarvan de milieu-impact van de geselecteerde materialen ("Databank Materialen"), verwerkte materialen ("Databank Verwerkte Materialen") en elementen ("Databank Elementen") berekend worden (zie Figuur 2 en Figuur 3; Allacker, 2010; Allacker et al. 2011). Een databank op gebouwniveau werd in het kader van deze studie niet uitgewerkt. Aanvullend op deze databanken werd in het kader van het onderzoeksproject "Sustainability, Financial and Quality Evaluation of Dwelling types in Belgium" (SuFiQuaD, in opdracht van BelSPo) een databank van representatieve woningtypes opgebouwd (Allacker, 2010; Allacker et al. 2011).



Figuur 2: Overzicht van de drie opeenvolgende stappen, waarin achtereenvolgens de databanken op materiaal-, verwerkt materiaal- en elementniveau opgesteld worden. Een visualisatie van de resultaten op elk niveau vertegenwoordigt een vierde stap.

Figuur 3: Overzicht van de structuur en de bijhorende databanken binnen het expert-rekenmodel.

De hoofddatabanken op de drie niveaus, i.e. Databank Materialen, Databank Verwerkte Materialen en Databank Elementen, zijn blauw gekleurd. De onderliggende databanken, i.e. Monetarisatie, Basisdatabanken, Scenariodatabanken en Databank Schoonmaak en Onderhoud, zijn bruin gekleurd.



1.2.3 Welke milieu-informatie biedt de bouwmaterialenmethodiek?

Door de integrale benadering en de modulaire opbouw van het rekenmodel en de bepalingsmethode wordt er heel wat informatie gegenereerd die bruikbaar is voor verscheidene doeleinden:

- Enerzijds om een gedetailleerd inzicht te krijgen in het milieuprofiel van materialen, verwerkte materialen en gebouwelementen door het gebruik van 18 individuele milieuscores en rekening houdend met alle levenscyclusfasen.
- Anderzijds om de milieuprofielen van verschillende gebouwelementvarianten te vergelijken - ook al hebben ze andere (technische) prestaties - door het gebruik van 16 gemonetariseerde en/of 3 geaggregeerde milieuscores (CEN, CEN+ en totaal).

In hoofdstuk 3 'Milieuprofiel van gebouwelementen: databank' wordt een illustratie gegeven van de milieu-informatie die voor 1 elementvariant beschikbaar is.

Toch moet ook benadrukt worden dat de output van een materialenmethodiek die het milieuprofiel van gebouwelementen beschouwt, steeds naast andere karakteristieken en eisen voor een gebouw gelegd dienen te worden om inzichten te bekomen, bijvoorbeeld technische aspecten zoals thermische en akoestische prestaties en financiële aspecten zoals initiële en periodieke investeringen. Het is dan ook de taak van een architect/bouwheer om op basis van alle vrijheidsgraden een doordachte afweging naar materiaalgebruik te maken.

1.2.4 Hoe betrouwbaar is de bouwmaterialenmethodiek?

Binnen het MMG-onderzoeksproject werden voor volgende aspecten sensitiviteitsanalyses uitgevoerd op gebouwelementniveau: eindverwerking, transportscenario's, bouwafval op de werf, levensduur en monetarisatie.

Op basis van de uitgevoerde LCA-studie van 115 elementvarianten is de levensduur van het gebouw een zeer belangrijke evaluatieparameter. Binnen het MMG-onderzoeksproject wordt (op basis van Ammar en Longuet 1980; Allacker, 2010) standaard een levensduur van 60 jaar beschouwd. Bij het verder uitwerken van het expert-rekenmodel (tot een gebruiksvriendelijke softwaretool of dynamisch classificatiesysteem) mag deze parameter bij voorkeur niet vastgelegd worden. In geval van vergelijking tussen varianten met een verschillende levensverwachting van het gebouw, moet men ervoor zorgen dat de resultaten gedeeld worden door de geschatte levensduur van het gebouw om een foutieve vergelijking te voorkomen.

In tweede instantie is het belangrijk het transport van bouwgerelateerde goederen naar (en van) de werf duidelijk te definiëren. Men merkt op dat de nodige logistiek gerelateerd aan het vervoer van bouwmaterialen een significante rol kan spelen in de voorkeursvolgorde van elementoplossingen. Dit is voornamelijk het geval voor zware en volumieuze bouwmaterialen (zoals beton), waar het type vervoer (bijvoorbeeld kleine versus grote vrachtwagen) en de afstand tussen fabriek/handelaar en werf de milieu-impact significant kunnen beïnvloeden.

Op de derde plaats is het belangrijk om het materiaalverlies tijdens het transport naar de werf en het bouwen te beperken. Een variatie in het materiaalverlies van 0 tot 20% (aannahme voor het MMG-onderzoeksproject: 5% verlies) voor alle type materialen gaf echter geen significant verschil in de geaggregeerde milieuprofielen.

Het veranderen van het eindverwerkingsscenario heeft een verwaarloosbaar effect op de geaggregeerde milieuscores over de gehele levenscyclus van de 115 elementvarianten. Het transport naar de site voor eindverwerking, al dan niet via een sorteerbedrijf, en de behandeling bij eindverwerking hebben binnen deze studie geen invloed gehad op de gemonetariseerde milieuprofielen van gebouwelementen. Daarentegen kan een wijziging in het eindverwerkingsscenario op materiaal- en verwerkt materiaalniveau (bekeken van wieg tot aan de poort van de fabriek) wel significante wijzigingen in de individuele en geaggregeerde milieuprofielen teweeg brengen.

Voor de gevoeligheidsanalyse op de monetarisatiefactoren wordt verwezen naar hoofdstuk 2 'Bepalingsmethode'.

Voor een meer gedetailleerde analyse van de robuustheid en gevoeligheid van het model wordt verwezen naar het MMG-eindrapport¹.

1 Het MMG-eindrapport is consulteerbaar via www.ovam.be/bouwmaterialenmethodiek.

2 Bepalingsmethode

2.1 Inleiding

Opdat milieugerelateerde materiaalprestaties van gebouwen – en in het bijzonder gebouwelementen – berekend en eenduidig gecommuniceerd kunnen worden, is een transparant methodologisch kader noodzakelijk. In dit hoofdstuk wordt de achterliggende bepalingmethode van het expert-rekenmodel in detail besproken. Deze methode is in lijn met de Europese normen voor de milieuevaluatie van gebouwen, ontwikkeld door CEN TC350², die tijdens de uitvoering van de studie van kracht waren:

- EN 15804 Sustainability of construction works – Environmental product declaration – Core rules for the product category of construction products (CEN 2012)
- EN 15978 Sustainability assessment of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method (CEN 2011a)
- EN 15643-2, Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 2: Framework for the assessment of environmental performance (CEN 2011b)
- TR 15941 Sustainability of construction works - Environmental product declaration – Methodology for selection and use of generic data (CEN 2010)

Bijgevolg zijn enkel de aanvullingen, afwijkingen en verduidelijkingen op deze normen en aangenomen waarden en scenario's, die specifiek zijn voor het hier ontwikkelde model in de bepalingmethode weergegeven.

De OVAM en de auteurs van deze studie waarschuwen voor eventuele norm- en aanbevelingswijzigingen die na het schrijven van het MMG-eindrapport (augustus 2012) van kracht zouden zijn.

² CEN TC350: Technical Committee on sustainability (assessment) of construction works of the European normalisation centre (CEN)

2.2 Doel en reikwijdte

Doel van de ontwikkelde bepalingsmethode is voor een aantal gebouwelementen de milieu-impact, op niveau van milieu-impactindicatoren en op geaggregeerd niveau, te kunnen berekenen en zo een beter inzicht te verwerven in de milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouwelementen binnen een Vlaams-Belgische context en rekening houdend met de volledige levenscyclus van het gebouwelement. Aspecten die van belang zijn voor de levenscyclusanalyse worden hieronder weergegeven.

2.2.1 Functionele eenheid³

Het ontwikkelde expert-rekenmodel is in eerste instantie bedoeld voor een evaluatie op elementniveau⁴. De functionele eenheid wordt bepaald als 1m² van een element (bv. 1m² buiten- of binnenwand of 1m² vloer) dat in de praktijk gebouwd wordt en dat niet op alle mogelijke prestaties hetzelfde scoort. Het voordeel hiervan is dat dit toelaat zich te concentreren op één of meerdere elementen zonder een volledig gebouw te moeten ontwerpen. Een nadeel van enkel op elementniveau te werken is dat bepaalde keuzes voor één element soms invloed hebben op andere elementen (bv. bredere fundering indien dikkere isolatie in de spouw) en dit enkel op gebouwniveau geanalyseerd kan worden. Daarenboven komt, afhankelijk van de bouwlay-out, een element meer of minder voor per m² vloer (bijvoorbeeld m² dak voor appartement of bungalow). De “elementmethode” moet echter als een eerste stap gezien worden naar een mogelijk latere uitbreiding op gebouwniveau. De uiteindelijke vergelijking per functionele eenheid moet ook gebaseerd zijn op de technische prestaties van het gebouw(element) en moet dus

o.a. de energetische en akoestische prestaties bevatten. Hoofddoel van deze bepalingsmethode is echter de materiaalgerelateerde milieu-impact van verschillende gangbare technische oplossingen te kunnen vergelijken. Bijgevolg zijn dergelijke prestaties niet opgenomen in de definitie van de functionele eenheid. Om de energetische prestaties van de varianten toch op een gelijkwaardige voet te kunnen vergelijken (en dus te voorkomen dat de minder geïsoleerde varianten een gunstiger materiaalgebonden milieuprofiel zouden hebben), wordt de invloed op het energieverbruik voor verwarming wel apart begroot aan de hand van de equivalente-graaddagen-methode (zie paragraaf 2.3.3).

2.2.2 Beschouwde levensduur⁵

Specifieke vereisten voor de levensduur van het gebouw worden meestal door de opdrachtgever vastgelegd. Bij gebrek aan zulke vereisten wordt voor de algemene bepalingsmethode gewerkt met een standaard evaluatieperiode van 60 jaar voor zowel woningen, kantoren, scholen als winkels⁶. De gemiddelde levensverwachting van gebouwen is doorgaans langer dan 60 jaar, maar men gaat ervan uit dat na 60 jaar het gebouw heel waarschijnlijk zo grondig gerenoveerd zal worden dat op de structuur na, relatief weinig van de originele materialen zullen aanwezig zijn⁷. Kantoren en winkels zijn nog sneller onderhevig aan grondige renovatie dan woningen, maar de dragende

3 In lijn met EN 15978:2011 §7.2 en EN 15804:2012 §6.3.1

4 Een bouwelement is een onderdeel van een gebouw, zoals een binnen- of buitenwand, een verdiepingsvloer of vloer op volle grond, een hellend of plat dak, dat opgebouwd is uit meerdere bouwproducten (hier gedefinieerd als verwerkte materialen). Er wordt rekening gehouden met de volledige levenscyclus van dit element in zijn toepassing in het gebouw.

5 In lijn met EN 15978:2011 §7.2

6 ondermeer gebaseerd op gehanteerde levensduur in gangbare LCA tools.

7 In het model wordt voor vervangingen aangenomen dat de materialen steeds vervangen worden door eenzelfde materiaal. Hoe langer de evaluatieperiode, hoe meer deze aanname en dus de resultaten zullen afwijken van de realiteit. De kans is immers groot dat in de toekomst materialen op het einde van hun levensduur niet vervangen zullen worden door identieke materialen (o.a. omwille van de verandering in energetische, akoestische of esthetische eisen en technische evolutie).

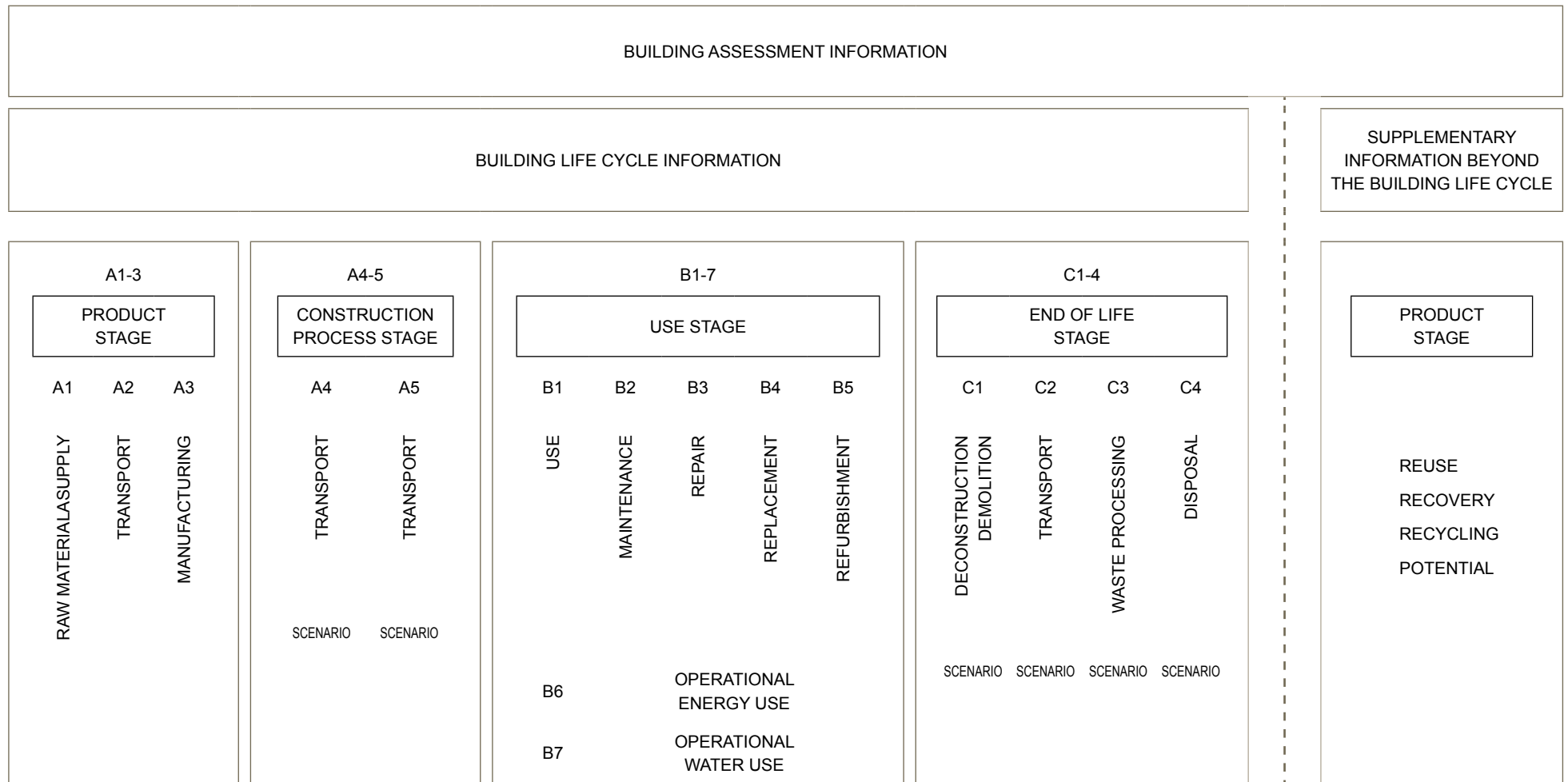
elementen gaan in principe ook wel minimum 60 jaar mee, vandaar dat er voor eenzelfde evaluatieperiode geopteerd wordt. Het feit dat kantoren en winkels vlugger aan renovatie toe zijn wordt echter in acht genomen door voor de niet-dragende elementen (bv. niet-dragende binnenwanden) en alle afwerkingen (bv. valse plafonds, vloerbekledingen) een (veel) kortere levensduur toe te kennen.

2.2.3 Systeemgrenzen⁸

In de Europese normen (CEN 2011a, CEN 2012) wordt de levenscyclus van een gebouw onderverdeeld in een aantal fasen of modules (zie Figuur 4) met telkens welbepaalde grenzen. Als basisregel geldt hierbij dat een impact wordt toegekend aan de fase waarin hij plaatsvindt.

Binnen de bepalingsmethode wordt omwille van praktische redenen soms van deze grenzen afgeweken of wordt omwille van onduidelijkheden of tegenstellingen in de normen een eigen interpretatie gegeven. Alle aanvullingen, verduidelijkingen en afwijkingen op deze normen worden hieronder weergegeven.

⁸ In lijn met EN 15978:2011 §7.4, EN 15804:2012 §6.3.4



Figuur 4: Overzicht van de beschouwde levenscyclusfasen en systeemgrenzen binnen de Europese norm EN 15978:2011 (CEN 2011a)

2.2.3.1 Productfase (modules A1-A3)⁹

In principe hoort enkel de impact van de productie van de verpakkingen thuis in de productfase en de afvalverwerking van de verpakking in de bouwphase (daar waar de impact plaatsvindt). In de gebruikte generieke LCI databank (i.e. ecoinvent v2.2) wordt de afvalverwerking van verpakking echter binnen de productiefase van het materiaal dat gerelateerd is aan de verpakking opgenomen. Deze gedachtegang werd aangehouden in de opbouw van de generieke LCI-data.

2.2.3.2 Bouwphase (modules A4-A5)¹⁰

EN 15978 § 7.4.3.1 stelt dat de impact gerelateerd aan het produceren van kapitaalgoederen (bv. vrachtwagens) buiten beschouwing moet gelaten worden voor de bouwphase (CEN 2011a). Deze bepaling komt echter niet terug in de norm op productniveau (EN 15804 § 6.3.4.3). Bovendien stelt deze laatste uitdrukkelijk dat alle input- en outputprocessen waarvoor data beschikbaar is, moeten beschouwd worden (cf. §6.3.5 Criteria for the exclusion of inputs and outputs) (CEN 2012). Bijgevolg zal de impact van de kapitaalgoederen in deze fase wel in acht genomen worden¹¹.

Transport van bouwmaterialen (A4)

Hoewel een zeker aandeel materialen verloren gaat tijdens het transport van de fabriek naar de werf (module A4), worden omwille van praktische redenen alle materiaalverliezen volledig toegekend aan het bouwproces zelf (module A5). Bij gebrek aan data wordt het transport van het bouwmaterieel (kranen, betonmolens, e.a.) verwaarloosd.

Bouwactiviteiten (A5)

Binnen module A5 wordt voornamelijk het bouwafval op de bouwplaats beschouwd (cf. productie, transport en afvalverwerking van afval van materialen als overschot, snijresten, breuk, e.a.) en slechts in beperkte mate (indien relevant) ook de impact van de bouwactiviteiten (bv. water en elektriciteitsverbruik voor het inblazen van cellulose).

Zoals eerder vermeld, wordt om praktische redenen de impact gerelateerd aan de afvalverwerking van materiaalverpakkingen niet binnen de bouwactiviteiten beschouwd, maar wel binnen de productfase.

9 Volgens EN 15804:2012 §6.2.2 omvat de productfase de extractie van grondstoffen (en teelt van organische stoffen) en de verwerking ervan, de verwerking van de secundaire materiaalinput (vb. recyclageprocessen), het transport naar de fabriek (of gelijkaardig) en de vervaardiging van het (deel)product, inclusief het voorzien van alle materialen, producten, energie, alsnog afvalverwerking (tot de end-of-waste status of afdanken van de afvalresten) tijdens de productfase.

10 Volgens EN 15804:2012 §6.2.3 omvat de bouwphase het transport van bouwgerelateerde goederen naar de werf en de constructie/installatie ervan op de site, inclusief het voorzien van alle materialen, producten, energie, alsnog afvalverwerking (tot de end-of-waste status of afdanken van de afvalresten) tijdens de bouwphase.

11 Voor de andere fasen wordt in de normen niet expliciet vermeld of de impact van de kapitaalgoederen wel of niet moet beschouwd worden. Binnen het ontwikkelde model zal daarom steeds de impact van de kapitaalgoederen meegenomen worden.

2.2.3.3 Gebruiksfasen (modules B1-B7)¹²

Periodieke herstellingen worden omwille van praktische redenen samen met onderhoudsactiviteiten gemodelleerd. Gezien de analyse hier op elementniveau gebeurt en renovatieactiviteiten per definitie¹³ betrekking hebben op een significant deel van het gebouw, worden geen renovatieactiviteiten berekend.

Wat betreft de modules aangaande de normale functioneringsactiviteiten van het gebouw (B6-B7: energie- en waterverbruik) wordt voor de analyse op elementniveau enkel het energieverbruik voor verwarming in beperkte mate beschouwd (zie paragraaf 2.3.3) en afzonderlijk weergegeven.

2.2.3.4 End-of-life (modules C1-C4)¹⁴

In geval van afvalverbranding met energierecuperatie zijn er twee mogelijkheden:

12 Volgens EN 15804:2012 §6.2.4 omvat de materiaalgerelateerde gebruiksfasen het gebruik of de toepassing van het "geïnstalleerde product", het onderhoud, de herstellingen, de vervanging en de renovatie van het gebouw, inclusief het voorzien en het transport van de benodigde materialen, producten en het gerelateerde energie- en waterverbruik, alsnog de afvalverwerking (tot de end-of-waste status of afdanken van de afvalresten) tijdens de gebruiksfasen. Ook materiaalverliezen worden hier inbegrepen. Anderzijds wordt binnen de exploitatie geïnventariseerd via het verbruik van energie (door verwarming en andere technische installaties) en (sanitair warm) water, inclusief het voorzien en het transport van de benodigde materialen en producten en het voorzien van water en energie.

13 Zie EN 15804:2012 §6.3.4.4.2; "B5-refurbishment: these activities cover a concerted programme of maintenance, repair and/or replacement activity, across a significant part or whole section of the building"

14 Volgens EN 15804:2012 §6.2.6 omvat de end-of-life-fase het afbreken of ontmantelen van een gebouw(deel), het transport naar de afvalverwerkingssite (al dan niet via een sorteercentrum), de behandelingen voor hergebruik, terugwinning in een nuttige toepassing en/of recyclage, alsnog de finale afvalverwerking (via storten of verbranden). Hierin worden al het transport en de voorziening van alle materialen, producten en gerelateerd energie- en waterverbruik voorzien.

- A. De afvalverbranding voldoet niet aan de criteria voor valorisatie¹⁵ (EU 2008): in dit geval wordt de impact van het verbrandingsproces (met inbegrip van de verwerking en het transport van afval naar de verbrandingsoven) volledig toegekend aan het gebouw(element) of verwerkt materiaal (module C). De energie die geproduceerd wordt door de afvalverbrandingsovens is dus gratis in termen van milieu-impact (want alle impact wordt door het gebouw gedragen).
- B. De afvalverbranding voldoet aan de criteria voor valorisatie¹⁶ (EU 2008): in dit geval valt de impact van het verbrandingsproces buiten de systeemgrenzen. Met andere woorden wordt de impact aan de geproduceerde energie toegekend en wordt deze dus verrekend in de energiemix.

In beide gevallen worden alle voordelen van de energierecuperatie (i.e. de vermeden impact van bv. de Belgische elektriciteitsmix of productie van warmte op basis van gas) in module D begroot. Module D wordt echter, omwille van zijn facultatief karakter en het feit dat hij buiten de systeemgrenzen van het gebouw valt, binnen dit project buiten beschouwing gelaten (CEN 2012, 2011a).

15 Verbranding met energierecuperatie waarbij de efficiëntie van de energierecuperatie $\geq 0,60$ voor installaties met een vergunning van voor 1 januari 2009, $\geq 0,65$ voor installaties met een vergunning na 31 december 2008

16 Verschillende interpretaties zijn mogelijk in geval van afvalverbranding met energierecuperatie.

2.3 Scenario's voor het definiëren van gebouwlevenscyclus¹⁷

Binnen de milieuevaluatie van gebouw(element)en dienen een aantal scenario's (bv. ten aanzien van transport) en eventueel forfaitaire waarden (bv. ten aanzien van levensduur van materialen) te worden vastgelegd. Scenario's die specifiek zijn voor deze bepalingmethode worden hieronder weergegeven. De concrete waarden van levensduur, frequenties en activiteiten van schoonmaak, onderhoud en vervangingen van de materialen en bouwelementen zijn technische gegevens, die per bouwelement worden vastgelegd, voornamelijk gebaseerd op een aantal referentiewerken. (BCIS 2006; Jacobs et al 2005; Ter Hagen & Stam 2000; SBR 1998; Perret 1995; den Hollander et al 1993, Pasman et al 1993; CSTC et al 1991, WTCB et al 2011)

2.3.1 Scenario's aangaande de productfase¹⁸

Bij gebrek aan specifiek Belgische EPD's worden de gebruikte generieke LCI-data als volgt aangepast aan de Belgische context:

Om de geografische representativiteit te waarborgen wordt voor de productie van **materialen** steeds geopteerd voor processen die representatief zijn voor **West-Europa**. Wanneer geen West-Europese processen in de databank beschikbaar zijn, wordt voor de beschikbare processen de **elektriciteitsmix voor de productie** vervangen door de Europese mix¹⁹ en wordt voor het transport van de grondstoffen naar de fabriek ook steeds geopteerd voor **transportprocessen** (bv. impact van transport met een vrachtwagen van

16ton) die representatief zijn voor West-Europa²⁰. Met productie bedoelt men enkel de productie van het betreffende product. De elektriciteitsmix in de onderliggende processen (bv. productie van grondstoffen die gebruikt worden in het productieproces) wordt niet gemodificeerd naar de West-Europese versie. Een gevoeligheidsanalyse toont immers aan dat het veranderen van de elektriciteitsmix in de onderliggende processen geen significante invloed heeft op de resultaten (Spirinckx 2009).

Voor bepaalde grondstoffen waarbij het deel import heel belangrijk is, worden specifieke transportscenario's opgesteld voor het transport van de grondstoffen naar België. Op basis van deze scenario's kunnen dan specifieke processen aangemaakt worden voor de geïmporteerde versie van deze goederen. Dit geldt voor de volgende producten:

- blauwe hardsteen uit Azië (Delem & Spirinckx 2009):
 - 580 km transport per zware vrachtwagen van ontginningsplaats naar haven in Azië
 - 19500 km transport per boot tot haven van Antwerpen
- hout: hierbij wordt een gemiddeld transportscenario opgesteld voor verschillende grote groepen (zie Tabel 1). Deze scenario's zijn opgesteld op basis van de gemiddelde transportafstanden vanuit de belangrijkste herkomstlanden en hun aandeel op de Belgische markt (cf. gewogen gemiddelde). Merk op dat het aantal kilometers berekend is per m³ gezaagd hout. Voor het aandeel tropisch hout dat in rondhout vervoerd wordt, werden de nodige conversiefactoren toegepast (i.e. 2 m³ rondhout voor 1 m³ gezaagd hout) (Delem & Spirinckx 2009).

¹⁷ In lijn met EN 15978:2011 §8

¹⁸ In lijn met EN 15978:2011 §8.4

¹⁹ Voor het energiegebruik tijdens de bouwphase (bv. inblazen van cellulose) wordt echter wel geopteerd voor specifiek Belgische processen, bv. Belgische elektriciteitsmix.

²⁰ Er wordt voor West-Europese processen gekozen omdat voor de meeste productgroepen geen Belgische data beschikbaar zijn en omdat een bepaald aandeel van de producten op de Belgische markt geïmporteerd wordt.

Tabel 1: Transportscenario's voor verschillende groepen hout

	Zware vrachtwagen (km)	Zeeboot (km)	Rivierboot (km)	Trein (km)
Hardhout: (42% lokaal; 58% import)				
Lokale productie ²¹	125			
Import tropisch hout	350 ²²	9900 ²³	225	20
Import niet tropisch hout ²⁴	1280	1010	/	/
Belgische mix ²⁵	360	2100	45	40
Zachthout: (60% lokaal; 40% import)				
Lokale productie	50			
Geïmporteerd zachthout ²⁶	740	1400	/	130
Belgische mix	450	830		75

Tenslotte werd voor een beperkt aantal producten die een aandeel secundaire grondstoffen bevatten (zoals staal, glaswol, cellulair glas, cellulose, MDF, OSB en beton), nagegaan of het percentage secundaire grondstoffen, dat standaard in de ecoinvent-processen aangenomen wordt, verschilt van de Belgische praktijk. Hierbij werd ook nagegaan of de gehanteerde systeemgrenzen en allocatieregels voor recyclage en coproducten binnen de ecoinvent-LCI-data overeenstemmen met de principes van de EN 15804:2012 en de vastgelegde bepalingsmethode.

Op basis hiervan werd besloten om de productdata van beton aan te passen aan de Belgische praktijk. Beton wordt in de ecoinvent-databank immers standaard vervaardigd op basis van CEM I cement. In België wordt voor stortbeton echter courant hoogovencement gebruikt (CEM III A). Daarom wordt voor stortbeton in het standaard ecoinvent-proces de CEM I voor 10% vervangen door CEM III B en voor 55% door CEM III A²⁷. Voor prefab-betonproducten wordt het standaard ecoinvent-proces gebruikt (beton op basis van CEM I), omdat voor deze toepassing zelden hoogovencement gebruikt wordt (gezien prefab-producten snel ontkist moeten worden).

21 Transport van bos naar zagerij

22 Transport van bos naar haven in het buitenland

23 Gewogen gemiddelde transportafstand van buitenlandse havens naar haven van Antwerpen

24 Komt deels met de vrachtwagen en deels per vrachtwagen en boot (incl. vrachtwagentransport naar de haven)

25 Gemiddeld transport op basis van aandeel van verschillende landen van herkomst (incl. lokale productie) op de Belgische markt

26 Transport van bos in buitenland tot verdeler in België

27 Afzet van hoogovencement in België=2302kton, leveringen voor stortklaar beton+leveringen op de bouwplaats+in de handel=3522 kton. $2302/3522=0.65$ (Febelcem 2008)

2.3.2 Scenario's aangaande de bouwfase²⁸

De bouwfase beperkt zich hier tot het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf en het inrekenen van een forfaitair % bouwafval op de bouwplaats.

2.3.2.1 Scenario voor het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf

Transportafstanden en -middelen

Voor het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf wordt een specifiek transportscenario opgesteld per grote productgroep (zie Tabel 3). Binnen dit project worden in totaal 12 productgroepen of materiaalcategorieën beschouwd en opgenomen in het expert-rekenmodel. Voor elke productgroep of materiaalcategorie worden gemiddelde transportafstanden en -middelen bepaald naargelang het product rechtstreeks van de fabriek naar de werf vervoerd wordt of van de fabriek eerst naar een tussenhandelaar gaat en dan van daaruit naar de werf. De cijfers zijn voornamelijk gebaseerd op een enquête uitgevoerd in het kader van het SuFiQuaD project (Putzeys et al 2008) en aangepast op basis van expertbeoordeling en een beperkte bijkomende enquêtering²⁹. De gemiddelde transportafstanden werden arbitrair gekozen op basis van het aantal productiepunten en hun ligging t.o.v. Brussel. Indien de productieplaats zich in het buitenland bevindt, wordt de afstand van de fabriek tot de handelaar eveneens begroot op basis van de rijafstand van de buitenlandse ligging tot Brussel.

Beladingsgraad

Voor de berekening van de milieu-impact gerelateerd aan het transport van materialen of afval wordt gebruik gemaakt van de standaard LCI-data uit ecoinvent. De LCI-data zijn in ecoinvent weergegeven per type voertuig per tonkm (LCI-data voor het vervoeren van 1ton over een afstand van 1km met behulp van een bepaald voertuig) en werden berekend op basis van gemiddelde Europese beladingsgraden (zie Tabel 2).

Tabel 2: Aangenomen beladingsgraad voor de berekening van de milieu-impact per tonkm voor verschillende transportmiddelen (Spielman et al 2007)

Type vrachtwagen	Gemiddelde belading (ton)
<3.5 ton	0.19
3.5-7.5 ton	5
7.5-16 ton	7.5
16-32 ton	10
>32 ton	18
3.5-16 ton	6.41
>16 ton	15.07

²⁸ In lijn met EN 15978:2011 §8.5

²⁹ Federaties hebben de gelegenheid gekregen om feedback te geven over de voorgestelde scenario's.

Tabel 3: Algemeen scenario voor het transport van bouwmaterialen van de fabriek naar de werf.

productgroep/materiaal categorie	Organisatie van het transport		Vervoermiddel voor transport van							Gemiddelde transportafstand voor transport van		
	% rechtstreeks van fabriek naar werf	% via een tussen-handelaar	fabriek naar werf			fabriek naar handelaar	handelaar naar werf			fabriek naar werf	fabriek naar handelaar	handelaar naar werf
			zware vrachtwagen (> 16ton)	lichte vrachtwagen (3,5-16ton)	bestelwagen (< 3,5ton)	zware vrachtwagen (> 16ton)	zware vrachtwagen (> 16ton)	lichte vrachtwagen (3,5-16ton)	bestelwagen (< 3,5ton)	km	km	km
bulkmaterialen voor ruwbouw (bv. cement, zand, grind,...)	75%	25%	100%	0%	0%	100%	90%	10%	0%	100	100	35
stortbeton	100%	0%	100%	0%	0%	nvt	nvt	nvt	nvt	35	nvt	nvt
prefab-producten voor ruwbouw (bv. welfsels, spanten)	100%	0%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100	100	35
losse producten voor ruwbouw (bv. snelbouwstenen, cellenbeton, dakbedekkingen (dakpannen, epdm, ...))	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%	0%	100	100	35
kalkzandsteen	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%	0%	200	200	35
isolatie	40%	60%	100%	0%	0%	100%	85%	15%	0%	125	125	35
afwerkingsproducten: vloerbekledingen (bv. tapijt, linoleum, laminaat)	10%	90%	90%	10%	0%	100%	90%	10%	0%	150	150	35
keramische tegels ³⁰	0%	100%	nvt	nvt	nvt	100%	90%	10%	0%	1500	1500	35
afwerkingsproducten: pleister (bv. gipspleister, buitenpleisters, gipsplaten)	40%	60%	50%	50%	0%	100%	50%	50%	0%	100	100	35
afwerkingsproducten: schrijnwerk (bv. raamkozijnen, trappen)	90%	10%	50%	45%	5%	100%	40%	50%	10%	100	100	35
afwerkingsproducten: verf en vernis	10%	90%	0%	100%	0%	100%	0%	80%	20%	100	100	35
installaties (bv. verwarmingsketel, radiatoren, ventilatie)	0%	100%	nvt	nvt	nvt	100%	0%	80%	20%	nvt	100	35

30 Keramische tegels zijn voornamelijk afkomstig uit Italië en Spanje (Sezzi 2009)

2.3.2.2 Scenario aangaande het materiaalverlies tijdens de bouwfase³¹

Tijdens de bouwfase gaat altijd een deel van de materialen verloren (bv. door opslag of het op maat snijden). De omvang van het verlies is echter sterk afhankelijk van de aard van het bouwwerk (bv. omvang, type of in welke mate bij het ontwerp rekening gehouden werd met standaardmaten), de productgroep (bv. materialen met beperkte levensduur, materialen op maat vervaardigd of die op de bouwplaats op maat moeten gebracht worden), de zorgvuldigheid van handelen, en andere ³². Bij gebrek aan gedetailleerde data per materiaal en per toepassing, maar ook omwille van praktische redenen wordt in het model ongeacht de productgroep met een globale toeslag van 5% gewerkt.

2.3.3 Scenario voor het energieverbruik tijdens de gebruiksfase³³

Voor de analyse op elementniveau wordt enkel het energieverbruik voor verwarming tengevolge van transmissieverliezen in acht genomen worden. Deze wordt berekend met de equivalente-graaddagen-methode gebruik makend van volgende aannames:

- 1200 equivalente graaddagen³⁴ (Allacker 2010);
- niet-condenserende gasketel met een globaal rendement van 67% (Allacker 2010).

Voor het elektriciteitsverbruik van de niet-condenserende gasketel wordt de

Belgische elektriciteitsmix gebruikt (i.e. ecoinvent-proces: “electricity, low voltage, at grid/BE”).

Ecoinvent biedt geen Belgisch proces voor aardgas bij de consument, maar deze wordt geconstrueerd door in het beschikbare Zwitserse proces “natural gas, low pressure, at consumer”, het onderliggend proces “natural gas, high pressure, at consumer, CH” te vervangen door “natural gas, high pressure, at consumer, BE”³⁵.

2.3.4 Scenario aangaande de einde-levensduur-fase van bouwmaterialen³⁶

2.3.4.1 Scenario voor ontmanteling en afbraak

Gezien ontmanteling vaak uitsluitend bestaat uit manuele handelingen, wordt er geen milieu-impact toegekend aan het niet-destructief verwijderen van bouwmaterialen. Afbraakprocessen gaan echter gepaard met het verbruik van energie en de uitstoot van fijn stof. Ongeacht de materiaalsamenstelling, worden de volgende aannames gemaakt³⁷:

- dieselconsumptie voor mechanische handelingen: 0,0437 MJ/kg
- uitstoot van fijn stof:
 - PM < 2,5µm: $1,66 \times 10^{-5}$ kg/kg materiaal
 - PM > 2,5µm en < 10µm: $6,34 \times 10^{-5}$ kg/kg materiaal
 - PM > 10µm: $8,35 \times 10^{-5}$ kg/kg materiaal

31 In lijn met EN 15978:2011 §9.3.1

32 Naargelang het type gebouw en bouw materiaal varieert het gewichtspercentage van de ingekochte hoeveelheden per project doorgaans tussen 1 en 10% (FVSB 1997).

33 In lijn met EN 15978:2011 §8.6.5

34 Hoe lager de K-waarde van een gebouw, hoe lager het aantal equivalente graaddagen. 1200 equivalente graaddagen komt overeen met een goed geïsoleerde woning en een gemiddelde binnentemperatuur van 18°C.

35 CH staat voor processen representatief voor Zwitserland, BE voor processen die representatief zijn voor België

36 In lijn met EN 15978:2011 §8.7

37 In de realiteit zal de materiaalsamenstelling en de wijze van verbinden met andere materialen/verwerkte materialen beslissend zijn voor de wijze van afbraak en/of ontmanteling. Gezien de beperkte LCI-data in ecoinvent v.2.2 wordt hier abstractie van gemaakt en wordt voor alle materiaal categorieën hetzelfde afbraakproces verondersteld.

2.3.4.2 Uitgangspunt voor het transport en de eindverwerking van bouw- en sloopafval

Er wordt verondersteld dat, met uitzondering van grond, alle bouw- en sloopafval, ongeacht of het wel of niet op de werf gesorteerd wordt, van de werf eerst naar een inzamelpunt (bv. metaalhandelaar, breker) of sorteerbedrijf gaat³⁸. De verschillende fracties worden dan van hieruit afgevoerd naar een stortplaats, verbrandingsoven of recyclage/hergebruik faciliteit volgens de scenario's weergegeven in Tabel 4. Voor grond wordt aangenomen dat 90% direct van de bouwplaats naar de eindbestemming vervoerd wordt. Voor materialen die gerecycleerd worden, valt de grens tussen de huidige levenscyclus en de volgende levenscyclus (i.e. materiaal dat de secundaire grondstoffen gebruikt) samen met het punt waar de materialen niet meer als afval maar als secundaire grondstof beschouwd worden (i.e. waar de end-of-waste-status bereikt is)³⁹. Voor alle materialen die gerecycleerd of hergebruikt worden, wordt bij ontstentenis aangenomen dat de "end-of-waste" status aan de uitgangspoort van het sorteerbedrijf of inzamelpunt bereikt wordt. Het precieze omslagpunt van afval naar secundaire grondstoffen is op basis van de beschikbare informatie immers moeilijk voor elk product afzonderlijk te bepalen. Het gevolg van deze aanname is dat de impact tot en met het sorteerbedrijf (of voor de steenachtige fractie tot en met de breker) aan het afvalproducerend product worden toegekend, maar dat alle daaropvolgende impact (i.e. de impacten van het transport vanuit het sorteerbedrijf naar de recyclagefaciliteit en de impact van het recyclageproces zelf) voor deze fracties buiten de systeemgrenzen vallen en dus toegekend worden aan het

materiaal waarvoor de secundaire grondstoffen aangewend worden⁴⁰. De milieu-impact van het sorteren op de werf wordt verwaarloosd. De volgende processen worden in acht genomen bij de modellering van de sortering van materialen in een sorteerbedrijf (dus voor de fractie die niet op de werf gesorteerd wordt):

- elektriciteit voor mechanische sorteringsprocessen:
0,0022 kWh/kg materiaal
- warmte-emissie afkomstig van mechanische sorteringsprocessen:
0,00792 MJ/kg materiaal
- diesel voor in- en uitladen (afhankelijk van de densiteit van het materiaal)
- infrastructuur voor sorteren met inbegrip van landbezetting en -omvorming en energie voor administratieve faciliteiten:
1 x 10-10 fabriek/kg materiaal

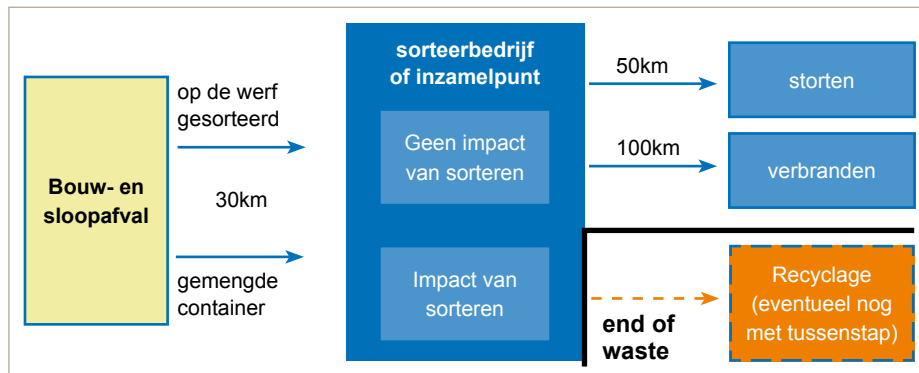
Gezien de brandstofconsumptie voor het in- en uitladen afhankelijk is van de densiteit van het materiaal, wordt per afvaltype een ander sorteringsproces opgemaakt.

De algemene modellering van de afvalverwerkingsfase (na sloop of ontmanteling voor vervanging) wordt schematisch weergegeven in Figuur 5. Ter illustratie wordt in Figuur 6, Figuur 7 en Figuur 8 eveneens de specifieke modellering voor inert afval, metalen en cellenbeton meegegeven.

38 Op basis van het overzicht van COPRO-gecertificeerde producten (COPRO 2009) wordt ongeveer 20% van de totale hoeveelheid gecertificeerde granulaten op bouw- en sloopwerven gebroken, maar we nemen aan dat ¾ hiervan wegenwerken betreft en dat dit enkel van toepassing is voor zeer grote sloopwerven. Bijgevolg wordt voor de steenachtige fractie aangenomen dat alle afval eerst naar een sorteerbedrijf of breker gaat.

39 In lijn met EN 15804 §6.3.4.5

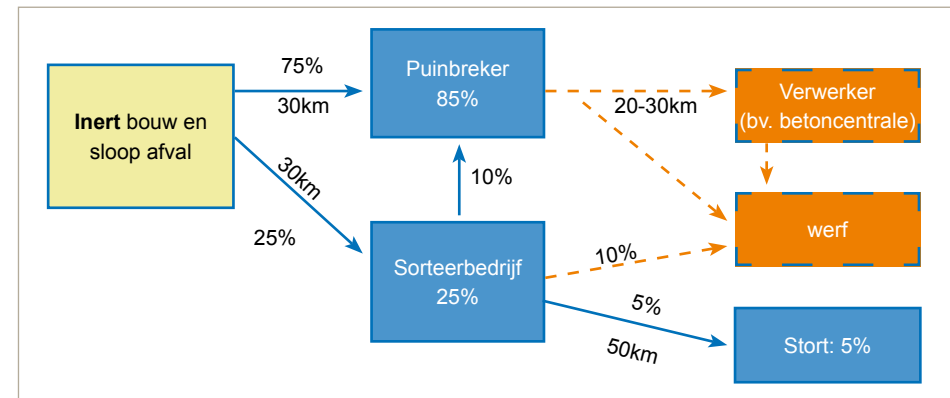
40 Een voordeel hiervan is dat de gekozen systeemgrenzen zo overeenstemmen met de systeemgrenzen die gehanteerd werden voor de opstelling van de Ecoinvent databank. Het risico op dubbeltelling of het niet in acht nemen van bepaalde impacten wordt hierdoor dus vermeden.



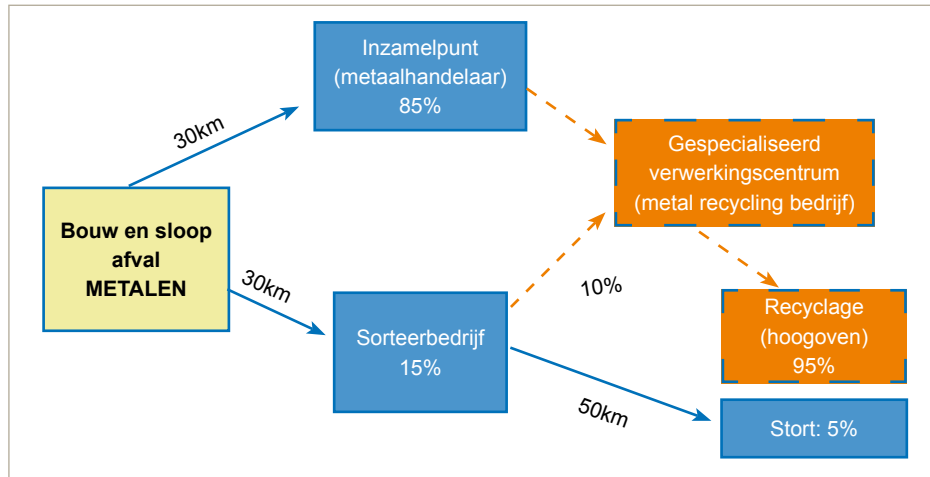
Figuur 5: Algemene modellering van afvalverwerking na ontmanteling of afbraak. Impact die binnen de systeemgrenzen valt, wordt in het blauw weergegeven en impact die buiten de systeemgrenzen valt in het oranje.

Voor de fractie van inerte materialen die gebroken wordt vooraleer het de end-of-waste-status bereikt (i.e. 85%; zie Figuur 6) worden de volgende aannames gedaan:

- elektriciteit voor mechanische breekprocessen: 0,0015 kWh/kg materiaal
- warmte-emissie afkomstig van mechanische breekprocessen: 0,00054 MJ/kg materiaal

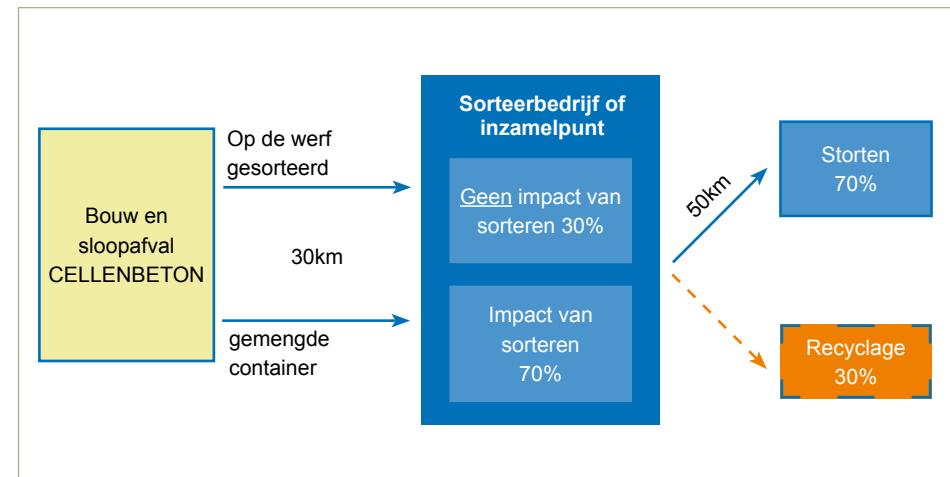


Figuur 6: Specifieke modellering voor inert bouw- en slooafval. 75% van het inert afval wordt op de werf gesorteerd en gaat dus rechtstreeks naar een puinbreker, de resterende 25% gaat naar een sorteerbedrijf. 10% van het inert afval dat via een sorteerbedrijf passeert gaat na sorteren rechtstreeks naar een werf of verwerker (zeefzand), maar 10% moet na het sorteerproces nog gebroken worden om als secundaire grondstof gebruikt te kunnen worden. Transport tussen puinbreker en sorteerbedrijf (30km) valt in principe binnen de systeemgrenzen, maar wordt echter verwaarloosd. In de praktijk gaat een deel van de sorteerbedrijven immers zelf het puin breken (via eigen of mobiele breker), zodat het transport tussen puinbreker en sorteerbedrijf relatief beperkt is (ook in afstand). (Jacobs et al 2005)



Figuur 7 Specifieke modellering voor metallisch bouw- en sloopaafval.

85% van het metaalafval wordt op de werf gesorteerd en 15% wordt mechanisch gesorteerd in een sorteerbedrijf. In werkelijkheid zit de end-of-waste status waarschijnlijk eerder na het gespecialiseerde verwerkingscentrum, maar per conventie wordt het hier aan de poort van het inzamelpunt of sorteerbedrijf gezet. Merk op dat een deel van de 85% die op de werf gesorteerd wordt, eventueel ook via een sorteerbedrijf gaat, maar aangezien in dat geval niet meer mechanisch gesorteerd moet worden, wordt het voor de duidelijkheid onder "inzamelpunt" gezet.



Figuur 8 Specifieke modellering voor bouw- en sloopaafval van cellenbeton.

30% van het cellenbetonafval wordt rechtstreeks op de werf gesorteerd, de rest wordt mechanisch gesorteerd in een sorteerbedrijf. Voor het deel dat op de werf gesorteerd wordt, kan het inzamelpunt een sorteerbedrijf zijn of een opslagplaats waar de aannemer zijn afval groepeerd en het dan vervolgens rechtstreeks naar de recyclagefaciliteit brengt. In werkelijkheid zal de end-of-waste status eerder bij de laatstgenoemde bereikt worden, maar per conventie wordt de end-of-waste status aan de poort van het sorteerbedrijf (of inzamelpunt) vastgelegd.

Bij gebrek aan duidelijke gegevens over de efficiëntie van de Belgische verbrandingsinstallaties en in de geest van de principebeginselen van de Europese Kaderrichtlijn Afval (EU 2008) wordt per conventie aangenomen dat de impact van het verbrandingsproces van bouw- en sloopafval binnen de beschouwde systeemgrenzen valt⁴¹. Bijgevolg wordt de milieuschade volledig toegekend aan het materiaal dat verbrand wordt en niet aan de geproduceerde energie.

2.3.4.3 Transport van bouw- en sloopafval

Op basis van de Nederlandse norm NEN 8006 (2004) en een consultatie van betrokken partijen worden voor het transport van bouw- en sloopafval de volgende gemiddelde waarden gebruikt:

Transportafstanden:

- a. Van sloop naar sorteerbedrijf of inzamelpunt: 30 km
- b. Van inzamelpunt of sorteerlocatie naar stortplaats: 50 km
- c. Van inzamelpunt of sorteerlocatie naar verbrandingsoven: 100 km

Transportmiddel:

- a. Transport van afval van de werf naar het sorteerbedrijf of inzamelpunt:
 - i. fractie, die **op de werf gesorteerd** wordt (zie Tabel 4 voor % per afvaltype):
 1. container met **inert afval** of **grond**:
100% met zware vrachtwagen >16t
 2. andere te sorteren fracties:
90% met zware vrachtwagen (>16t)
5% met een vrachtwagen van 7.5 tot 16 ton
5% met lichte vrachtwagen van 3.5 tot 7.5 ton
 - ii. **niet** gesorteerd afval (afgevoerd in **gemengde container**):
90% met zware vrachtwagen >16t
10% met een vrachtwagen van 7.5 tot 16 ton
- b. Van sorteerbedrijf of inzamelpunt naar eindbestemming (verbrandingsoven, stort of recyclage):
- c. 100% met een zware vrachtwagen >16t
 - i. Gemiddelde beladingsgraad (op basis van gewicht): standaard beladingsgraad aangenomen binnen ecoinvent (zie Tabel 2).

2.3.4.4 Eindverwerking van bouw- en sloopafval

Tabel 4 geeft de veronderstelde bestemming, alsook het aandeel van het afval, dat direct op de werf gesorteerd wordt (% op basis van gewicht), van de 26 verschillende afvalcategorieën, die binnen dit project beschouwd worden. De percentages zijn opgesteld op basis van de resultaten van een enquête uitgevoerd in het kader van het SuFiQuaD project (Putzeys et al 2008), de scenario's opgenomen in de Nederlandse norm NEN 8006 (NEN 2004), eigen inzichten en overleg met vertegenwoordigers van federaties, de OVAM en andere vertegenwoordigers uit de sector (bv. sorteerbedrijf, recyclagebedrijf).

41 Recent werd duidelijk dat de Belgische verbrandingsinstallaties als R1 installaties gecatalogeerd worden. Bijgevolg voldoet de afvalverbranding wel aan de criteria voor valorisatie en zou de milieu-impact van de verbranding dus buiten de systeemgrenzen vallen.

Tabel 4 Afvalscenario's voor de 26 afvalcategorieën die binnen dit project beschouwd worden

Productgroep/Afvalcategorie	Beschrijving	stort (%)	verbranding ⁴² (%)	recyclage/hergebruik (%)	op de werf gesorteerd ⁴³ (%)
Inert afval	o.a. beton (bv. structuurelementen in beton en betonnen dakpannen), keramische producten (bv. tegels, bakstenen, dakpannen) en losse materialen (bv. zand, grind)	5	0	95	75
Cellenbeton	o.a. elementen, blokken	70	0	30	30
Polyolefinen (PP, PE)	o.a. leidingen, folies (bv. waterdichtings-, en luchtdichtheidsmembranen) <u>exclusief verpakkingen</u>	10	85	5	0
PVC-profielen	o.a. raamkozijnen	10	45	45	0
PVC-bekabeling	o.a. elektrische kabels en draadisolatie	10	40	50	0
PVC-folies	o.a. dakwerk en waterbestendige membranen (bv. voor zwembaden) en vloerbekleding	15	65	20	0
PVC-buizen	o.a. voor riolering ⁴⁴	10	30	50	0
Elastomeren	o.a. dakbedekkingen (EPDM)	100	0	0	0
Bitumen	o.a. bedekkingen voor plat dak	100	0	0	0
Metalen	o.a. aluminium profielen, metalen bevestigingen (bv. nagels, schroeven), staal, koper (platen en leidingen) en zink (bv. dakbedekking)	5	0	95	85
Gips	o.a. blokken en platen (gipskarton)	95	0	5	5
Pleisters	binnen- en buitenbepleistering	100	0	0	0
Glas	o.a. vlakglas voor ramen	30	0	70	70
Chemisch verduurzaamd hout	o.a. voor dakgebinten en verduurzaamde gevelbekleding	5	95	0	40
Niet-verduurzaamd hout (kan wel geleverd zijn)	o.a. massief parket, ceder houten gevelbekleding en gevelde raamkozijnen	5	20	75	40
Composiet houtproducten	o.a. OSB, MDF, spaanplaten, fineerhout en laminaat	5	75	20	40
Brandbare isolatie	o.a. PUR, EPS, houtwol, cellulose en XPS	0	100	0	0
Niet-brandbaar isolatie	o.a. glaswol en rotswol	100	0	0	0

Productgroep/Afvalcategorie	Beschrijving	stort (%)	verbranding ⁴² (%)	recyclage/hergebruik (%)	op de werf gesorteerd ⁴³ (%)
Afwerkingslaag verkleefd aan hout, kunststof of metaal	o.a. verf, coatings en lijmen	0	100	0	0
Afwerkingslaag verkleefd aan puin	o.a. verf, coatings en lijmen	100	0	0	0
Verpakkingen ⁴⁵	papier en karton (Val-i-pack 2009)	3	3	94	50
Verpakkingen ⁴⁵	plastiekfolies (Val-i-pack 2009)	30	10	60	50
Verpakkingen ⁴⁵	hout (bv. paletten) (Val-i-pack 2009)	20	20	60	50
Grond ⁴⁶		0	0	100	90
Klein gevaarlijk afval	o.a. verfresten, white spirit en ontkistingsoliën	0	75	25	100
Brandbaar restafval	andere afvalfracties (bv. tapijt, linoleum en zonneweringen)	0	100	0	0

42 Bestemming van het afval per productgroep (% op basis van gewicht berekend op de totale hoeveelheid afval per productgroep: bv. 5% van het inert afval wordt gestort en 95% wordt gerecycleerd).

43 Dit vertegenwoordigt het aandeel (op basis van massa) van het afval dat rechtstreeks op de werf gesorteerd wordt. Het overblijvend aandeel wordt in een gemengde container van de bouw/sloopplaats afgevoerd en later machinaal gesorteerd (in sorteerbedrijf), bv. 30% van het cellenbetonafval wordt rechtstreeks op de werf gesorteerd en 70% wordt gemengd met ander afval afgevoerd.

44 10% blijft gewoon in de grond zitten, vandaar dat de som niet 100% is.

45 Afvalverwerking van verpakkingen zit zoals eerder vermeld reeds binnen de "cradle to gate" ecoinvent processen vervat (zie 2.2.3.1). Om praktische redenen zal het standaard ecoinvent-afvalscenario voor verpakking gebruikt worden, nl. 100% verbranding.

46 Het model veronderstelt geen bodemverontreiniging.

2.4 Levenscyclusinventarisatie⁴⁷

2.4.1 Vervangingen⁴⁸

Wanneer de levensduur van materialen/producten korter is dan die van het gebouw waarin ze worden toegepast, zullen vervangingen noodzakelijk zijn om de technische en functionele prestaties van het gebouw te kunnen garanderen. Het aantal vervangingen van een bouw materiaal of bouwproduct gedurende de levensduur van het gebouw bekomt men door de levensduur van het gebouw te delen door de levensduur van het product en dit resultaat te verminderen met 1 (de oorspronkelijke installatie). Is de uitkomst een geheel getal, dan is dit het aantal vervangingen van het product. Bijvoorbeeld, voor een raam met een levensduur van 20 jaar en een gebouw met een levensduur van 60 jaar is het aantal vervangingen gelijk aan $(60/20) - 1$, wat overeenkomt met 2 vervangingen.

Het kan echter ook zijn dat het resultaat van deze berekening geen geheel getal is. Bijvoorbeeld wanneer de levensduur van het raam 25 jaar is in plaats van 20 jaar. Het aantal vervangingen is dan $(60/25) - 1 = 1,2$. In dit geval zijn er 2 benaderingen mogelijk: ofwel worden de ramen vervangen na 25 jaar en na 50 jaar, ofwel kan men ervan uitgaan dat de eigenaar de ramen niet meer zal vervangen na 50 jaar omdat het gebouw te oud is voor een dergelijke (grote) investering.

Om hier eenduidig mee om te gaan worden de volgende principes gehanteerd:

- Er wordt van uitgegaan dat een materiaal altijd vervangen zal worden, indien het noodzakelijk is voor de leefbaarheid en bewoonbaarheid van het gebouw ongeacht de nog resterende levensduur van het gebouw (bv. installaties). In dit geval wordt de breuk altijd naar boven afgerond.

- Wat betreft vervangingen, welke enkel omwille van esthetische redenen nodig zijn (voornamelijk afwerkingen), gaat men ervan uit dat het materiaal niet meer vervangen wordt, indien de resterende levensduur van het gebouw op het ogenblik van vervanging kleiner is dan de helft van de levensduur van het beschouwde element. Bijvoorbeeld, bij een levensduur van een binnenpleister van 40 jaar en een levensduur van de woning van 90 jaar, zal de pleister vervangen worden op 40 jaar, maar niet meer op 80 jaar, aangezien de resterende 10 jaar ($90 - 80 \text{ jaar} = 10 \text{ jaar}$) van de woning kleiner is dan de helft van de levensduur van de pleister, namelijk 20 jaar ($40/2$).

2.4.2 Dataverzameling⁴⁹

2.4.2.1 Datakwaliteit en databronnen⁵⁰

Bij gebrek aan specifieke productdata (bijvoorbeeld Belgische EPD's) worden voornamelijk generieke data uit de Zwitserse ecoinvent database versie 2.2 gebruikt. Deze keuze werd gebaseerd op volgende criteria:

- Compleetheid: ongeveer 4100 processen beschikbaar waaronder verschillende bouwmaterialen.
- Transparantie: voor alle in de databank beschikbare data is een gedetailleerd rapport beschikbaar met alle nodige achtergrondinformatie.
- Aanpasbaarheid/modulariteit: onderliggende processen zijn bijna altijd zichtbaar (bv. elektriciteitsverbruik voor de productie) en kunnen naar

⁴⁷ In lijn met EN 15978:2011 §9.3

⁴⁸ In lijn met EN 15978:2011 §9.3.3

⁴⁹ In lijn met EN 15978:2011 §9.4

⁵⁰ In lijn met EN 15978:2011 §9.4.2, EN 15804: 2012 §6.3.7 en TR 15941:2010

wens aangepast worden. Bovendien komen de LCI-data voor productie (wiege tot poort), transport en afvalverwerking allemaal afzonderlijk in de databank voor, zodat processen gecombineerd kunnen worden volgens scenario's die representatief zijn voor de Belgische context.

- Betrouwbaarheid: data worden alleen na controle in de databank opgenomen.
- Beschikbaarheid van informatie met betrekking tot de onzekerheid van de gegevens.
- Regelmatig geactualiseerd (versie 2.2 dateert van mei 2010).
- Beschikbaarheid van data representatief voor West-Europa en België: de ecoinvent-databank bevat voornamelijk data representatief voor West-Europa of Zwitserland, alsook enkele specifiek Belgische processen (bv. elektriciteitsmix). Waar enkel Zwitserse data beschikbaar zijn, kunnen de niet geaggregeerde gegevens relatief gemakkelijk aangepast worden aan de Belgische context (zie paragraaf 2.3.1).

2.5 Levenscycluseffectenbeoordeling⁵¹

Tijdens de impactanalysefase van een LCA wordt het belang van potentiële milieu-impact geëvalueerd op basis van de resultaten van de levenscyclusinventarisatie (LCI). Hiervoor worden de inventarisatiegegevens geassocieerd met de specifieke milieu-impact. De globale milieu-impact van een gebouwelement wordt dus weergegeven aan de hand van een milieuprofiel.

2.5.1 Selectieprocedure

Voor de bepaling van het milieuprofiel is een onderbouwde selectie van enerzijds de milieu-indicatoren en anderzijds de bijhorende impactmethodes noodzakelijk. De keuze van de milieu-indicatoren gebeurt op basis van de aanbevelingen binnen de CEN TC350 normen (CEN 2012, 2011a), de aanwezigheid binnen het International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook (JRC 2011) en de consultatie van Vlaamse en federale milieu instanties.

Conform de ISO 14040 en 14044 normen (ISO 2006a, 2006b) wordt er per milieu-indicator een bepalingsmethode toegewezen. De selectie hiervan gebeurt eveneens op basis van de CEN TC350 normen (CEN 2012, 2011a) en het ILCD Handbook (JRC 2011). Voor sommige categorieën (zie paragraaf 2.5.2.1) bevelen de CEN TC350 normen een bepaalde indicator aan. Hierdoor kan niet altijd gestoeld worden op de ILCD aanbevelingen.

Naast enkelvoudige milieu-impactscores wordt op vraag van de OVAM de milieubelasting ook via een geaggregeerde score gecommuniceerd. Zoals verder in dit hoofdstuk toegelicht, wordt de weging op basis van monetarisatie uitgevoerd. Gezien het toekennen van een schaduwprijs aan een milieu-impact afhangt van de gebruikte indicator, beïnvloedt dit de keuze van de impactmethode voor een gekozen impactcategorie. Bijgevolg is de selectie van impactmethodes verschillend voor de enkelvoudige milieuscores en voor de geaggregeerde score(s). Om een log rekeninstrument te vermijden wordt er geopteerd voor een maximale overlapping tussen de methodes voor de enkelvoudige milieuscores en de geaggregeerde score. In de volgende paragrafen wordt dieper ingegaan op het selectieproces op beide scoreniveaus.

De OVAM en de auteurs van deze studie waarschuwen voor eventuele norm- en aanbevelingswijzigingen die na het schrijven van deze publicatie van kracht zouden zijn.

⁵¹ In lijn met EN 15978:2011 §11)

2.5.2 Bepaling van de individuele milieu-impactscores

De milieu-indicatoren, die binnen de CEN TC350 normen op product- en gebouwniveau weerhouden worden (CEN 2012, 2011a), vormen de uitgangsbasis voor de keuze van milieu-indicatoren binnen deze opdracht. Het gaat hier meer specifiek om de volgende categorieën:

- klimaatsverandering (EN: global warming);
- ozonlaagaantasting (EN: depletion of stratospheric ozone layer);
- verzuring van bodem en waterbronnen (EN: acidification potential of land and water sources);
- vermisting (EN: eutrophication potential);
- fotochemische oxidantvorming (EN: photochemical ozone creation);
- uitputting van abiotische grondstoffen: zowel fossiele als niet-fossiele grondstoffen (EN: abiotic resource depletion: fossil and non-fossil resources).

Binnen de CEN TC350 normen worden nog andere indicatoren voorgesteld, maar deze worden binnen deze bepalingmethode niet weerhouden, omdat ze geen milieu-impact weergeven maar eerder inventarisatiegegevens omvatten (bv. kg gevaarlijk afval). Anderzijds zijn, wat betreft de milieu-impactcategorieën, in deze normen enkel categorieën opgenomen, waarvoor voldoende consensus bestaat voor standaardisatie (CEN 2011b). Op basis van de beschikbaarheid van wetenschappelijk onderbouwde impactmethodes volgens het ILCD Handbook (JRC 2010) en het belang voor het Vlaams milieubeleid, alsook rekening houdend met de lopende initiatieven in het kader van het Federaal Programma aangaande Environmental Product Declarations (EPDs), wordt er voor de volgende bijkomende milieu-indicatoren geopteerd:

- menselijke toxiciteit: zowel kanker- als niet-kankereffecten (EN: human toxicity, cancer and non-cancer effects)
- fijnstofvorming (EN: particulate matter)
- ioniserende stralingseffecten op de mens (EN: ionising radiation, human health)

- ecotoxiciteit: zowel landelijke, zoetwater- als mariene (EN: Ecotoxicity: terrestrial, freshwater and marine)
- landgebruik: zowel bezetting als omvorming (EN: land use: occupation and transformation)
- waterschaarste (EN: water depletion)

2.5.2.1 CEN set van milieu-indicatoren

Op basis van de hoger beschreven selectieprocedure (zie paragraaf 2.5.1) werd er beslist om alle milieu-impactcategorieën opgenomen door de werkgroep CEN TC 350 mee te nemen in de MMG-bepalingmethode. Enerzijds is er de nodige wetenschappelijke onderbouw aanwezig om tot betrouwbare LCIA resultaten te komen, anderzijds worden alle impactcategorieën als belangrijk geacht door de betrokken beleidsinstanties. Een overzicht van de geselecteerde CEN milieu-indicatoren en de bijhorende eenheden en milieu-impactmethodes wordt gegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de individuele milieuscores.

milieu-indicator (CEN)	eenheid	geselecteerde impactmethode
Klimaatsverandering (EN: <i>global warming</i>)	kg CO ₂ eqv.	ReCiPe midpoint ⁵²
Ozonaantasting (EN: <i>depletion of the stratospheric ozone layer</i>)	kg CFC-11 eqv.	ReCiPe midpoint ⁵³
Verzuring van bodem en waterbronnen (EN: <i>acidification of land and water sources</i>)	kg SO ₂ eqv.	ReCiPe midpoint ⁵⁴
Vermesting (EN: <i>eutrophication</i>)	kg (PO ₄) ³⁻ eqv.	CML 2002 ⁵⁵
Fotochemische oxidantvorming (EN: <i>formation of tropospheric ozone photochemical oxidants</i>)	kg etheen eqv.	CML 2002 ⁵⁶
Uitputting van niet-fossiele grondstoffen (EN: <i>abiotic depletion of non fossil resources</i>)	kg Sb* eqv.	CML 2002 ⁵⁷
Uitputting van fossiele grondstoffen (EN: <i>abiotic depletion of fossil resources</i>)	MJ, netto calorische waarde	Cumulated energy demand ⁵⁸

*Sb: antimoon

52 De ReCiPe midpoint-methode is gebaseerd op IPCC 2007(100y) methode voor de bepaling van de impact te wijten aan klimaatsverandering en wordt toegelaten door ILCD.

53 De ReCiPe midpoint-methode verwijst naar de methode van World Meteorological Organisation (WMO) voor de bepaling van de impact te wijten aan ozonaantasting. WMO wordt aanbevolen door ILCD.

54 ILCD raadt het gebruik van de "accumulated exceedence"-methode aan voor de bepaling van de impact te wijten aan verzuring, waarbij lokale effecten meegenomen worden. Deze data zijn echter weinig of niet beschikbaar voor de Belgische bouwcontext. De wetenschappelijke onderbouw van de ReCiPe midpoint voor de bepaling van de impact te wijten aan verzuring wordt positief onthaald door ILCD en is hier als alternatief genomen.

55 ILCD raadt aan om ReCiPe midpoint of ReCiPe endpoint te gebruiken voor de bepaling van de impact te wijten aan vermisting. Gezien de CEN TC350 normen (CEN 2012, 2011a) echter kg (PO₄)³⁻ eqv. als eenheid voorschrijven, wordt geopteerd voor de CML 2002-methode als beste alternatief.

56 ILCD raadt aan om ReCiPe midpoint te gebruiken voor de bepaling van de impact te wijten aan fotochemische oxidantvorming. Gezien de CEN TC350 normen (CEN 2012, 2011a) echter kg etheen eqv. als eenheid voorschrijven, wordt geopteerd voor de CML 2002-methode als beste alternatief.

57 De CML-methode omvat zowel fossiele als niet-fossiele abiotische grondstoffen. De karakterisatie van fossiele grondstoffen wordt hier niet in rekening gebracht.

58 Gezien de CEN TC350 normen MJ, netto calorische waarde als eenheid voorschrijven, wordt geopteerd voor deze LCI-gebaseerde methode. Deze methode is rechtstreeks gerelateerd aan de LCI-data van ecoinvent. Voor fossiele grondstoffen geeft ecoinvent enkel de bovenste verbrandingswaarde mee.

2.5.2.2 CEN + set van bijkomende milieu-indicatoren

Aanvullend op de zeven CEN impactcategorieën worden nog een aantal bijkomende milieu-indicatoren geanalyseerd en gerapporteerd binnen het MMG project. Indien aangeraden door het ILCD handboek (JRC 2011), wordt hierbij geopteerd voor een “endpointmethode”. Dit type LCIA-methode vertaalt de milieu-impact naar schadeprofielen (zoals schade aan de menselijke gezondheid en de kwaliteit van ecosystemen) en laat monetarisatie (als optionele wegingstap - zie paragraaf 2.5.3) op een eenvoudige wijze toe. Op basis van de hoger beschreven selectieprocedure werden zo goed als alle milieu-indicatoren geselecteerd. Uit de consultatie van de milieuadministraties werd afgeleid dat milieuaspecten met betrekking tot ioniserende stralingseffecten (zowel op mens als op ecosystemen) als minder belangrijk geacht werden (maar niet nihil). Daarenboven blijkt dat voor de categorie “ioniserende stralingseffecten op ecosystemen” het ILCD handboek (JRC 2011) geen bruikbare impactmethoden aanraadt. Deze laatste categorie werd dan ook niet geselecteerd binnen de bepalingmethode. Waterschaarste werd wel als belangrijk geacht voor het Vlaams-Belgisch milieubeleid. Er zijn echter geen data aanwezig voor de Belgische en West-Europese bouwcontext, die ook rekening houden met de impact op lokale waterbronnen. Vandaar dat dit aspect louter kwantitatief becijferd wordt (in m³ waterverbruik) op basis van LCI-data. Een overzicht van de geselecteerde bijkomende milieu-impactcategorieën (CEN+) en de bijhorende eenheden en milieu-impactmethoden wordt gegeven in Tabel 6.

Tabel 6: Geselecteerde CEN+ milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de individuele milieuscores.

milieu-indicator (CEN+)	eenheid	geselecteerde impactmethode
Menselijke toxiciteit: kanker en niet-kankereffecten (EN: human toxicity, cancer and non-cancer effects)	DALY*	ReCiPe endpoint ⁵⁹
Fijnstofvorming (EN: particulate matter)	DALY*	ReCiPe endpoint ⁶⁰
Ioniserende stralingseffecten op mens (EN: ionising radiation, human health)	DALY*	ReCiPe endpoint ⁶¹
Ecotoxiciteit: aardse zoetwater mariene (EN: ecotoxicity: terrestrial, freshwater and marine)	kg 1,4 DB** eqv. kg 1,4 DB** eqv. kg 1,4 DB** eqv.	ReCiPe midpoint ⁶² ReCiPe midpoint ⁶³ ReCiPe midpoint ⁶⁴
Landgebruik: bezetting: bos- en landbouw urbaan (EN: land occupation agricultural/forest and urban)	species x year species x year	ReCiPe endpoint ⁶⁵ ReCiPe endpoint ⁶⁶
Landgebruik: omvorming natuur (excl. regewoud) tropisch regenwoud (EN: land transformation: natural and tropical rain forest)	species x year species x year	ReCiPe endpoint ⁶⁷ ReCiPe endpoint ⁶⁸
Waterschaarste (EN: water depletion)	m ³ waterverbruik	ReCiPe midpoint ⁶⁹

* DALY: disability-adjusted life year

** DB: dichloorbenzeen

59 ILCD geeft de USEtox-methode op als beste optie. De ReCiPe-methode (zowel midpoint als endpoint) geniet eveneens van een zeer goede evaluatie en wordt als beste alternatief beschouwd. In het kader van een maximale overlapping tussen impactmethodes voor de geaggregeerde score wordt hier geopteerd voor de ReCiPe endpoint-methode.

60 De ReCiPe endpointmethode geniet volgens ILCD de voorkeur voor de bepaling

61 Het onderliggend model van de ReCiPe-methode (zowel midpoint als endpoint) beschreven in (Goedkoop et al 2008) geniet volgens ILCD de voorkeur voor de bepaling. In het kader van een maximale overlapping tussen impactmethodes voor de geaggregeerde score wordt hier geopteerd voor de ReCiPe endpoint-methode.

62 ILCD geeft de USEtox-methode op als beste optie. De ReCiPe midpointmethode geniet eveneens van een zeer goede evaluatie en wordt als beste alternatief beschouwd. In het kader van een maximale overlapping tussen impactmethodes voor de geaggregeerde score wordt hier geopteerd voor de ReCiPe midpoint-methode.

63 idem

64 idem

65 ILCD raadt het gebruik van de "Soil Organic Matter"-methode aan voor de bepaling van de impact te wijten aan landgebruik, waarbij lokale effecten van landgebruik meegenomen worden. Deze data zijn echter weinig of niet beschikbaar voor de Belgische en West-Europese bouwcontext. De ReCiPe endpointmethode wordt als beste alternatief aanbevolen door ILCD.

66 idem

67 idem

68 idem

69 ILCD raadt het gebruik van de Swiss EcoScarcity midpointmethode aan, waarbij lokale effecten van waterschaarste meegenomen worden. Deze data zijn echter weinig of niet beschikbaar voor de Belgische en West-Europese bouwcontext. De ReCiPe midpointmethode biedt op basis van LCI de mogelijkheid om m³ waterverbruik uit te drukken.

2.5.3 Bepaling van de geaggregeerde milieuscore

Gezien de evaluatie van milieugerelateerde materiaalprestaties van gebouwelementen de identificatie en keuze van milieuvriendelijke (verwerkte) materialen moet vergemakkelijken, is een eenduidig beslissingsmodel noodzakelijk. Een veelheid van individuele impactscores vormt zelden een goede basis om beslissingen te nemen. Er wordt daarom de mogelijkheid geboden om het milieuprofiel van een gebouw(element) te bekijken via een geaggregeerde score. Gezien de Europese normen geen aggregatiemethode aanbevelen, wordt er een weging voorgesteld via monetariseren: de indicator wordt vermenigvuldigd met het monetariseringsgetal (bvb: X kg CO₂ eqv. maal Y €/kg CO₂ eqv.). Deze euro's drukken de milieuschade uit die niet in de prijs verrekend zit, maar die afgewenteld wordt naar de maatschappij door bijvoorbeeld ziekte en schade aan biodiversiteit. Deze milieukosten kunnen vervolgens vergeleken worden met de respectievelijke financiële kosten. Dit is een belangrijke meerwaarde ten opzichte van andere wegingmethodes zoals de panelmethode, de distance-to-targetmethode en schadefunctiemethodes (Allacker 2010, van den Dobbelsteen 2004).

Zoals reeds vernoemd in de selectieprocedure (zie paragraaf 2.5.1) is het monetariseren afhankelijk van de keuze van de eenheid en zal het dus de selectie van de achterliggende impactmethode beïnvloeden. Bovendien wordt er aangeraden om bij aggregatie overeenstemmende impactmethodes te nemen voor de verschillende impactcategorieën, zodat hiaten en dubbeltellingen vermeden worden. Binnen deze opdracht wordt er voor de bepaling van de geaggregeerde score geopteerd voor de recente ReCiPe-methodes. Volgens JRC (2011) hebben de compatibele ReCiPe endpoint- en/of midpointmethodes voor alle geselecteerde impactcategorieën een solide wetenschappelijke onderbouw. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de bepaling van de impactmethode en de overeenkomstige eenheid voor de CEN en CEN+ milieu-indicatoren (zie tabel 7 en 8).

Tabel 7: Geselecteerde CEN milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de geaggregeerde milieuscore.

milieu-indicator (CEN)	eenheid	geselecteerde impactmethode
Klimaatsverandering (EN: <i>global warming</i>)	kg CO ₂ eqv.	ReCiPe midpoint
Ozonaantasting (EN: <i>depletion of the stratospheric ozone layer</i>)	kg CFC-11 eqv.	ReCiPe midpoint
Verzuring van bodem en waterbronnen (EN: <i>acidification of land and water sources</i>)	kg SO ₂ eqv.	ReCiPe midpoint
Vermesting zoetwater mariene (EN: <i>eutrophication freshwater and marine</i>)	kg P eqv. Kg N eqv.	ReCiPe midpoint ReCiPe midpoint
Fotochemische oxidantvorming (EN: <i>formation of tropospheric ozone photochemical oxidants</i>)	kg NMVOS* eqv.	ReCiPe midpoint
Uitputting van niet-fossiele grondstoffen (EN: <i>abiotic depletion of non fossil resources</i>) Uitputting van fossiele grondstoffen (EN: <i>abiotic depletion of fossil resources</i>)	kg Fe eqv.	ReCiPe midpoint nvt ⁷⁰

*NMVOS: Vluchtige organische stoffen, exclusief methaan

70 De monetarisatiewaarde voor de indicator 'uitputting van fossiele grondstoffen' is 0€/ MJ, netto calorische waarde, gezien de monetaire waardering sterk gerelateerd is met de uitstoot van broeikasgassen. De monetaire waardering ten aanzien van klimaatsverandering (door de uitstoot van broeikasgassen) impliceert de keuze voor een emissietraject en de keuze van energiebronnen waarbij gebruik van fossiele brandstoffen wordt beperkt ten voordele van energie-efficiëntie en hernieuwbare energiebronnen. Zie MMG-eindrapport voor meer details.

Tabel 8: Geselecteerde CEN + milieu-indicatoren met inbegrip van de eenheden en milieu-impactmethoden voor de geaggregeerde milieuscore.

milieu-indicator (CEN+)	eenheid	geselecteerde impactmethode
Menselijke toxiciteit: kanker- en niet kankereffecten (EN: human toxicity, cancer and non-cancer effects)	DALY*	ReCiPe endpoint
Fijnstofvorming (EN: particulate matter)	DALY*	ReCiPe endpoint
Ioniserende stralingseffecten op mens (EN: ionising radiation, human health)	DALY*	ReCiPe endpoint
Ecotoxiciteit: aardse zoetwater mariene (EN: ecotoxicity: terrestrial, freshwater and marine)	kg 1,4 DB** eqv. kg 1,4 DB** eqv. kg 1,4 DB** eqv.	ReCiPe midpoint ReCiPe midpoint ReCiPe midpoint
Landgebruik: bezetting: bos- en landbouw urbaan (EN: land occupation agricultural/forest and urban)	m ² a m ² a	ReCiPe midpoint ReCiPe midpoint
Landgebruik: omvorming natuur (excl. regenwoud) tropisch regenwoud (EN: land transformation: natural and tropical rain forest)	m ²	nvt ⁷¹ ReCiPe midpoint
Waterschaarste (EN: water depletion)		nvt ⁷²

* DALY: disability-adjusted life year

** DB: dichloorbenzeen

71 De monetarisatiewaarde voor de indicator 'landomvorming van natuurlijk land naar land- of bosbouw (excl. regenwoud)' is nihil, wegens een tekort aan betrouwbare monetaire data. Zie MMG-eindrapport voor meer details.

72 De monetarisatiewaarde voor de indicator 'waterschaarste' is nihil, wegens een tekort aan betrouwbare monetaire data. Zie MMG-eindrapport voor meer details.

In tabel 9 en 10 wordt er per monetariseerbare milieu-indicator een schatting gegeven van de monetaire waarde. De schatting is gebaseerd op hetzij de schadekostenmethode, hetzij op de preventiekostenmethode (zie kaders). Alle geconsulteerde literatuur werd opgenomen in de bibliografie.

Schadekostenmethode

In de schadekostenbenadering wordt geprobeerd de vraagfunctie voor milieukwaliteit te schatten. Deze vraag is afhankelijk van de mogelijkheden van mensen om te betalen voor milieukwaliteit. Dit wordt algemeen aangeduid als de betalingsbereidheid of Willingness to Pay. Een andere optie is om te kijken naar de mate waarin mensen bereid zijn om milieuschade te accepteren. Dit is de acceptatiebereidheid ofwel Willingness to Accept. Beide concepten worden dus gedefinieerd in termen van individuele voorkeuren. (CE Delft 2010)

Preventiekosten-methode

De preventiekosten-methode meet het verlies aan welvaart ten gevolge van een potentieel milieu-effect, bijvoorbeeld ten gevolge van emissies, aan de hand van de extra kosten die andere sectoren moeten maken om hun bijdrage tot hetzelfde milieu-effect ter compensatie (extra) te reduceren. Deze methodiek vereist kennis over de kosten van emissiebeperkingen in andere sectoren en aannames over welke emissiebeperkingen die sectoren nu al moeten nemen. De kosten die worden opgelegd aan de sectoren weerspiegelen de maatschappelijke bereidheid tot betalen om een gezondheids- of milieuprobleem te vermijden. Zij weerspiegelen de maatschappelijke preferenties zoals ze naar voor komen in een politiek beslissingsproces en waarbij de kosten van extra maatregelen worden afgewogen tegen de milieubaten van deze maatregelen.

Om het onzekerheidsinterval per indicator te bepalen doen we beroep op de onzekerheidsverdeling van de gerelateerde schaduwkosten. Op basis van Spadaro & Rabl (2008) blijkt dat schadekosten typisch een lognormale verdeling volgen. Hierbij kan men het 68% betrouwbaarheidsinterval schrijven op basis van informatie van de centrale waarde en de standaarddeviatie:

- μ_g = mediaan van de verwachte waardes
- 68% lage schatting : μ_g/σ_g (σ_g is de standaarddeviatie)
- 68% hoge waarde : $\mu_g * \sigma_g$ (σ_g is de standaarddeviatie)

Uit Monte-Carlo-analyses blijkt dat de standaarddeviatie voor schadekosten ten gevolge van luchtmissies typisch rond 3 ligt. Voor indicatoren waaromtrent de kennis kleiner is of de monetaire gegevens meer variabel zijn, wordt een standaarddeviatie voorgesteld van 4. Dit is het geval voor schattingen ten aanzien van “aantasting van de (stratosferische) ozonlaag”, “verzuring”, “vorming van fotochemische oxidantvorming”, “menselijke toxiciteit”, “ecotoxiciteit” en “ioniserende straling op de mens” (Spadaro en Rabl, 2008). Voor die indicatoren waar de financiële waardering als zeer onzeker geacht wordt, wordt een standaarddeviatie van 5 voorgesteld. Dit is het geval voor de schattingen ten aanzien van “uitputting van niet-fossiele grondstoffen”, “landbezetting “ (zowel door bosbouw, agrarisch als urbaan gebruik) en “landomvorming”.

De waardering van de impact ten aanzien van “klimaatwijziging” is gebaseerd op preventiekosten. Om eenzelfde aanpak te nemen voor alle indicatoren hebben we hier toch een lognormale verdeling van de kosten aangenomen. De financiële waardering van de indicator “vermesting” is gebaseerd op zowel schadekosten als preventiekosten uit de literatuur, en deze lopen erg uit elkaar, waardoor ook voor deze indicator een standaarddeviatie van 5 genomen wordt.

Zoals vast te stellen in Tabel 9 en Tabel 10 heeft de waarde van de standaarddeviatie (σ_g) een belangrijke invloed op de bandbreedte van de monetaire waarden per milieu-indicator.

Niet alle milieu-indicatoren werden (apart) gemonetariseerd. De indicatoren “landomvorming van natuurlijk land naar land- of bosbouw (exclusief tropisch regenwoud)” en “waterschaarste” konden niet gemonetariseerd worden wegens een tekort aan betrouwbare monetaire data. Voor de indicator “uitputting van fossiele grondstoffen” werd 0€ per MJ Netto calorische waarde aangenomen, omdat de doelstellingen rond het verminderd gebruik van fossiele grondstoffen sterk gerelateerd zijn aan de beperking van broeikasgasemissies (bv. door het Kyoto-protocol). Hierbij wordt dus aangenomen dat de milieukosten te wijten aan uitputting van fossiele grondstoffen onrechtstreeks mee opgenomen worden door het monetariseren van de potentiële impact ten aanzien van klimaatverandering (door uitstoot van broeikasgassen).

Tabel 9: overzicht van monetaire waarden (mediaan, minimum, maximum) voor de CEN indicatoren.

milieu-indicator (CEN)	eenheid	σg	Mediaan (€/eenheid)	Minimum (€/eenheid)	Maximum (€/eenheid)
Klimaatverandering	kg CO ₂ eqv.	5	0,060	0,012	0,30
Ozonaantasting	kg CFC-11 eqv.	4	49,1	12,3	196,3
Verzuring van bodem en waterbronnen	kg SO ₂ eqv.	4	0,85	0,21	3,4
Vermesting zoetwater mariene	kg P eqv.	5	100	20	500
	Kg N eqv.	5	18	3,6	90
fotochemische oxidantvorming	kg NMVOS* eqv.	4	7,40	1,85	29,6
Uitputting van niet-fossiele grondstoffen	kg Fe eqv.	5	0,0520	0,0104	0,26
Uitputting van fossiele grondstoffen	nvt ⁷³		/	/	/

*NMVOS: *Vluchtige organische stoffen, exclusief methaan*

73 De monetarisatiewaarde voor de indicator 'uitputting van fossiele grondstoffen' is 0€/ MJ, netto calorische waarde, gezien de monetaire waardering sterk gerelateerd is met de uitstoot van broeikasgassen. De monetaire waardering ten aanzien van klimaatverandering (door de uitstoot van broeikasgassen) impliceert de keuze voor een emissietraject en de keuze van energiebronnen waarbij gebruik van fossiele brandstoffen wordt beperkt ten voordele van energie-efficiëntie en hernieuwbare energiebronnen.

Tabel 10: overzicht van monetaire waarden (mediaan, minimum, maximum) voor de CEN+ indicatoren.

milieu-indicator (CEN)	eenheid	σg	Mediaan (€/eenheid)	Minimum (€/eenheid)	Maximum (€/eenheid)
menselijke toxiciteit: kanker- en niet kankereffecten	DALY*	4	60000	15000	240000
fijnstofvorming	DALY*	3	60000	20000	180000
ioniserende stralingseffecten op mens	DALY*	4	60000	15000	240000
ecotoxiciteit:					
aardse,	kg 1,4 DB** eqv.	4	4,310	1,078	17,24
zoetwater	kg 1,4 DB** eqv.	4	0,0190	0,00475	0,0760
mariene	kg 1,4 DB** eqv.	4	1,40E-06	3,50E-07	5,60E-06
landgebruik: bezetting:					
bos- en landbouw	m ² a	5	0,0360	0,00700	0,182
urbaan	m ² a	5	0,181	0,0360	0,907
landgebruik: omvorming					
natuur (excl. regewoud)	nvt ⁷⁴	/	/	/	/
tropisch regenwoud	m ²	5	0,80	0,16	4,0
waterschaarste	nvt ⁷⁵	/	/	/	/

74 De monetarisatiewaarde voor de indicator 'landomvorming van natuurlijk land naar land- of bosbouw (excl. regenwoud)' is nihil, wegens een tekort aan betrouwbare monetaire data.

75 De monetarisatiewaarde voor de indicator 'waterschaarste' is nihil, wegens een tekort aan betrouwbare monetaire data.

2.6 Synthese

De beschreven MMG-bepalingsmethode wordt gekenmerkt als volgt:

Integrale aanpak:

- Om een volledig beeld te hebben van het milieuprofiel van materialen, verwerkte materialen en elementen (en hoger) wordt de gehele levenscyclus in acht genomen (cf. cradle-to-grave LCA).
- Evenzeer wordt een uitgebreid pallet van milieu-indicatoren vooropgesteld (i.e. 18 op individueel niveau, 16 op gemonetariseerd niveau en 3 op geaggregeerd niveau), ter ondersteuning van de ontwikkeling van een expert-rekenmodel – steunend op de principes van levenscyclusanalyse (LCA), recente Europese normering en het belang voor het Vlaams-Belgische milieubeleid.
- Hierbij worden milieu-indicatoren geselecteerd, waarvan op een wetenschappelijk onderbouwde wijze de bijdrage tot een bepaalde milieu-impact kwantitatief bepaald wordt. Om dubbeltellingen te vermijden wordt geen evaluatie gedaan op basis van (additionele) LCI zoals opgenomen in de CEN-normen (2012, 2011a), bijvoorbeeld ter beschrijving van grondstofverbruik, afval, hergebruik van materiaal, componenten en energie.
- De verschillende evaluatieniveaus (op basis van individuele, gemonetariseerde of geaggregeerde scores) laten zowel een gedetailleerde onderbouwing van het milieuprofiel van materialen, verwerkte materialen en gebouwelementen toe, als het maken van beslissingen, bijvoorbeeld bij het vergelijken van verschillende elementvarianten. Hierdoor staat de bepalingmethode ter beschikking van verschillende actoren: van producenten en sectororganisaties tot gebruikers/bouwheren, ontwerpers, aannemers en milieuadministraties.

- Er wordt in eerste instantie gebruik gemaakt van een uitgebreide database van generieke LCI, zo veel mogelijk geharmoniseerd tot de Belgische bouwcontext. Aanvullend, laat de bepalingmethode het gebruik van producent- en sectorspecifieke (cradle-to-gate of cradle-to-grave) LCI-data toe.
- Er worden realistische scenario's opgesteld voor het transport van (verwerkte) materialen naar de werf en naar de EOL-verwerkingssite per materiaalcategorie, het type EOL-verwerking per materiaalcategorie, het percentage materiaalverlies tijdens de bouwphase en de levensduur van het gebouw.

Modulaire opbouw:

- De achterliggende milieudata zijn opgesteld per levenscyclusfase en kunnen apart bekeken worden.
- De achterliggende milieudata zijn hiërarchisch opgesteld: i.e. materiaal – verwerkt materiaal – gebouwelement – ...
- Milieuscores worden bekeken op 3 niveaus: enerzijds per individuele indicator (zowel CEN indicatoren als bijkomende indicatoren, gedefinieerd als CEN+), per gemonetariseerde indicator (zowel CEN als CEN+ indicatoren), anderzijds geaggregeerd (CEN, CEN+ en totaal).

Uitbreidbaar / aanpasbaar:

- De transparante rapportering van de bepalingmethode (en de modellering ervan) laat toekomstige wijzigingen of uitbreidingen door derden toe. Zo kunnen wegens betere inzichten in milieueffecten, verandering van normen en de bouwpraktijk, e.a. bijkomende milieu-indicatoren, andere impactmethodes, betere achterliggende LCI-data en scenario's, alsnog toekomstige monetaire waarden geïmplementeerd worden in de bepalingmethode.

- Voor het verkrijgen van betere bouwgerelateerde inzichten kan de bepalingmethode tevens uitgebreid worden tot op gebouw- en wijkniveau.
- Door het monetariseren van de milieu-impact kunnen (externe) milieukosten naast de financiële kosten - gerelateerd aan het bouwbedrijf en gebruik van gebouwen - gezet worden. Hiernaast is het belangrijk om milieu- (en financiële) prestaties steeds naast de technische kenmerken en kwaliteiten van elementvarianten te plaatsen.

3 Milieuprofiel van gebouwelementen: databank

Voor 115 elementvarianten die frequent voorkomen in de Belgische bouwpraktijk werd een doorrekening van de MMG-bepalingsmethode gemaakt. De elementvarianten zijn opgebouwd uit “materialen “ en “verwerkte materialen” conform het MMG-model.

De volgende types van gebouwelementen komen in de databank voor:

1. **Vloer op volle grond** (10 varianten)
2. **Buitenwand** (25 varianten)
3. **Dragende binnenwand** (7 varianten)
4. **Niet dragende binnenwand** (12 varianten)
5. **Verdiepingsvloer** (16 varianten)
6. **Plat dak** (13 varianten)
7. **Hellend dak** (13 varianten)
8. **Raam** (11 varianten)
9. **Trap** (5 varianten)
10. **Binnenschrijnwerk** (3 varianten)

3.1 Voorstelling van tabellen en grafieken

3.1.1 Naamgeving

Voor ieder gebouwelement werd zowel de individuele score per milieu-indicator (via tabel) als de gesommeerde (gemonetariseerde) impact (via figuur) weergegeven.

Voor ieder type gebouwelement bestaat:

- een beschrijving van de diverse varianten (tabel V).
- de individuele milieu-impact per **CEN**-milieu-indicator voor de diverse varianten (tabel **CEN**)
- de individuele milieu-impact per **CEN+**-milieu-indicator voor de diverse varianten (tabel **CEN+**)
- de gesommeerde (monetaire) impact voor iedere variant met weergave van de energieverliezen door Transmissie (figuur **T**)
- de gesommeerde (monetaire) impact voor iedere variant ten opzichte van de verschillende milieu-Indicatoren (figuur **I**)
- de gesommeerde (monetaire) impact voor iedere variant ten opzichte van de verschillende Levenscyclusfasen (figuur **L**)

Voor de grafieken gelden volgende conventies:

- CEN indicatoren: gearceerd
- CEN+ indicatoren: in volle kleuren
- de effecten van energieverliezen door transmissie: afzonderlijk leesbaar bovenaan

3.1.2 Keuze van varianten

Om bepaalde typische ontwerpvragestukken te beantwoorden, werden de gebouwelementvarianten als volgt geselecteerd:

- identieke samenstelling van varianten, maar twee verschillende diktes voor de isolatielaag met eenzelfde isolatiemateriaal; bijvoorbeeld voor het gebouwelement “vloer op volle grond” wordt er onderscheid gemaakt tussen 2 varianten nl. PUR1 en PUR2. De eerste variant is representatief voor de huidige nieuwbouwwijze (conform de huidige energieprestatieregelgeving) en de tweede variant is representatief voor de passiefstandaard;
- identieke samenstelling van varianten met uitzondering van een ander isolatiemateriaal met een dikte die in de handel beschikbaar is en die leidt tot (ongeveer) dezelfde totale warmteweerstand;
- een identieke samenstelling van varianten, met uitzondering van een andere afwerkingslaag (binnen of buiten).

3.1.3 Gedetailleerd milieuprofiel per variant

De gedetailleerde beschrijving van de samenstelling van de varianten van de gebouwelementen en de geselecteerde kenmerken van de verwerkte materialen² is terug te vinden in de handleiding ‘Milieuprofiel van gebouwelementen: details per variant’.

Voor de belangrijke energieverliezen door warmtetransmissie werd reeds een zo nauwkeurig mogelijke schatting gemaakt (via equivalente graaddagen

² R-waarde (m²K/W), λ-waarde (W/mk), dikte (m), ratio (= hoeveelheid verwerkt materiaal per eenheid element), frequenties voor klein en groot onderhoud en voor vervangingen (jaar), vervanging enkel om “esthetische redenen” of “technisch noodzakelijk”

methode) voor de doorgerekende gebouwelementvarianten. Indien dit niet zou gebeuren zou het aanbrengen van isolatie in de elementen van de buitenschil een negatief effect hebben op het milieu (door namelijk het wel inrekenen van milieueffecten bij productie, maar niet inrekenen van de milieuvoordelen tijdens het gebruik).

3.2 Welke informatie is beschikbaar in de databank?

Dit hoofdstuk illustreert de beschikbare milieu-informatie bij doorrekening van één of meerdere gebouwelementen:

- De analyse van één gebouwelement wordt toegelicht. Voor een uitgebreide consultatie van alle varianten verwijzen we naar de nevenpublicaties per gebouwelementtype, nl. 'Milieu-profiel van gebouwelementen: details per variant'.
- De (vergelijkende) analyse van meerdere varianten van een gebouwelementtype wordt in dit hoofdstuk toegelicht. Een uitgebreide consultatie is mogelijk in hoofdstuk 3.3 'Databank'.

In het voorbeeld wordt een vloer met traskalk geanalyseerd waarvan de samenstelling weergegeven wordt in Tabel 11.

Tabel 11: overzicht van de gedetailleerde samenstelling van variant 'vloer5_traskalk'.

Beschrijving	eh	KO	GO	VV	Type VV	Ratio	d	λ	R
		(jaar)	(jaar)	(jaar)			(m)	(W/m.K)	(m ² .K/W)
vloer5_traskalk									
Excavations for floor beds - with machine - without transport	m ³			120	noodzakelijk	0.47	0.47	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with gravel - with machine	m ³			120	noodzakelijk	0.1	0.1	nvt	
Infrastructure for floor beds - filling with expanded clay - with machine	m ³			120	noodzakelijk	0.32	0.32	0.13	2.46
Floor bed - expanded clay grains with traskalk mortar	m ³			120	noodzakelijk	0.05	0.47	0.13	3.62
Infrastructure for floor beds - egalisation of ground surface	m ²			120	noodzakelijk	1		nvt	
Floor bed - dichtingsmembraan - PE 2/10	m ²			120	noodzakelijk	1	0	nvt	
Floor finish - tiles - ceramic (geperst, verglaasd gres) 30 x 30cm - glued	m ²		15	60	esthetisch	1	0.01	1.2	0.01
Floor, supporting structure for finish - screed - cement based - 5cm	m ²			120	noodzakelijk	1	0.05	0.84	0.06
Floor, supporting structure for finish - traskalkmortel - 3 cm	m ²			120	noodzakelijk	1	0.03	nvt	
Floor, supporting structure for chape - reinforcement net	m ²			120	noodzakelijk	1	0	nvt	

Legende:**eh:** eenheid van verwerkt materiaal;**KO:** frequentie klein onderhoud in jaar (indien van toepassing);**GO:** frequentie groot onderhoud (indien van toepassing);**VV:** frequentie vervanging in jaar;**type VV:** type vervanging (noodzakelijk of esthetisch);**Ratio:** hoeveelheid per m²;**d:** dikte van de laag in m; **λ :** warmtegeleidingscoëfficiënt in W/m.K;**R:** thermische weerstand (= d/ λ) in m².K/W

3.2.1 Analyse van één elementvariant

Om een gedetailleerd inzicht te krijgen in het milieuprofiel van één gebouwelement kan men:

1. inzoomen op de 18 individuele milieu-indicatoren (CEN en CEN+ milieu-indicatoren);
2. op basis van de 18 gemonetariseerde milieu-indicatoren een geaggregeerde milieuscore (som van de CEN milieu-indicatoren, som van de CEN+ milieu-indicatoren of som van CEN én CEN+ milieu-indicatoren) verkrijgen.

3.2.1.1 Analyse van één elementvariant op basis van de individuele milieu-indicatoren

Tabel 12 geeft een overzicht van de 7 individuele CEN milieu-indicatoren voor het element 'Vloer5_traskalk', waarbij iedere milieu-indicator wordt uitgedrukt in zijn specifieke eenheid.

Tabel 13 geeft een overzicht van de 11 individuele CEN + milieu-indicatoren voor het element 'Vloer5_traskalk'.

Tabel 12: overzicht van de 7 individuele CEN indicatoren voor de variant 'Vloer5_traskalk'

	klimaats- verandering	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
vloer5_traskalk	3,80E+02	2,97E-05	1,42E+00	2,95E-01	8,26E-02	2,15E-03	6,59E+03

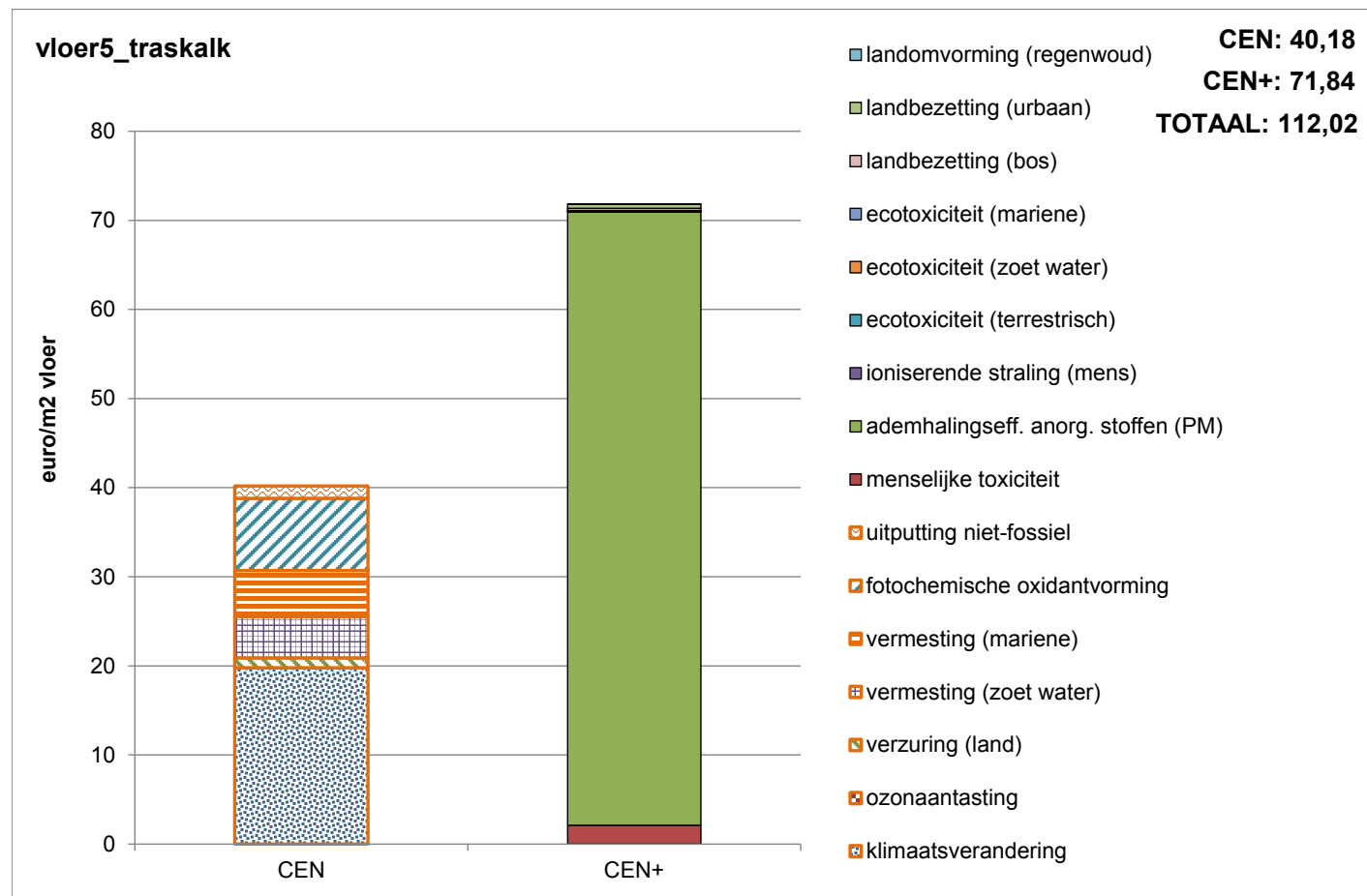
Tabel 13: overzicht van de 11 individuele CEN+ indicatoren voor de variant 'Vloer5_traskalk'

	menselijke toxiciteit	fijnstof- vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terres- trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land- bezetting (bos)	land- bezetting (urbaan)	land- omvorming (natuur)	land- omvormig (regen- woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m³
vloer5_traskalk	4,07E-05	1,20E-03	1,29E-06	2,22E-02	1,34E+00	1,49E+00	8,23E-05	5,35E-08	1,72E-07	5,06E-09	5,14E+00

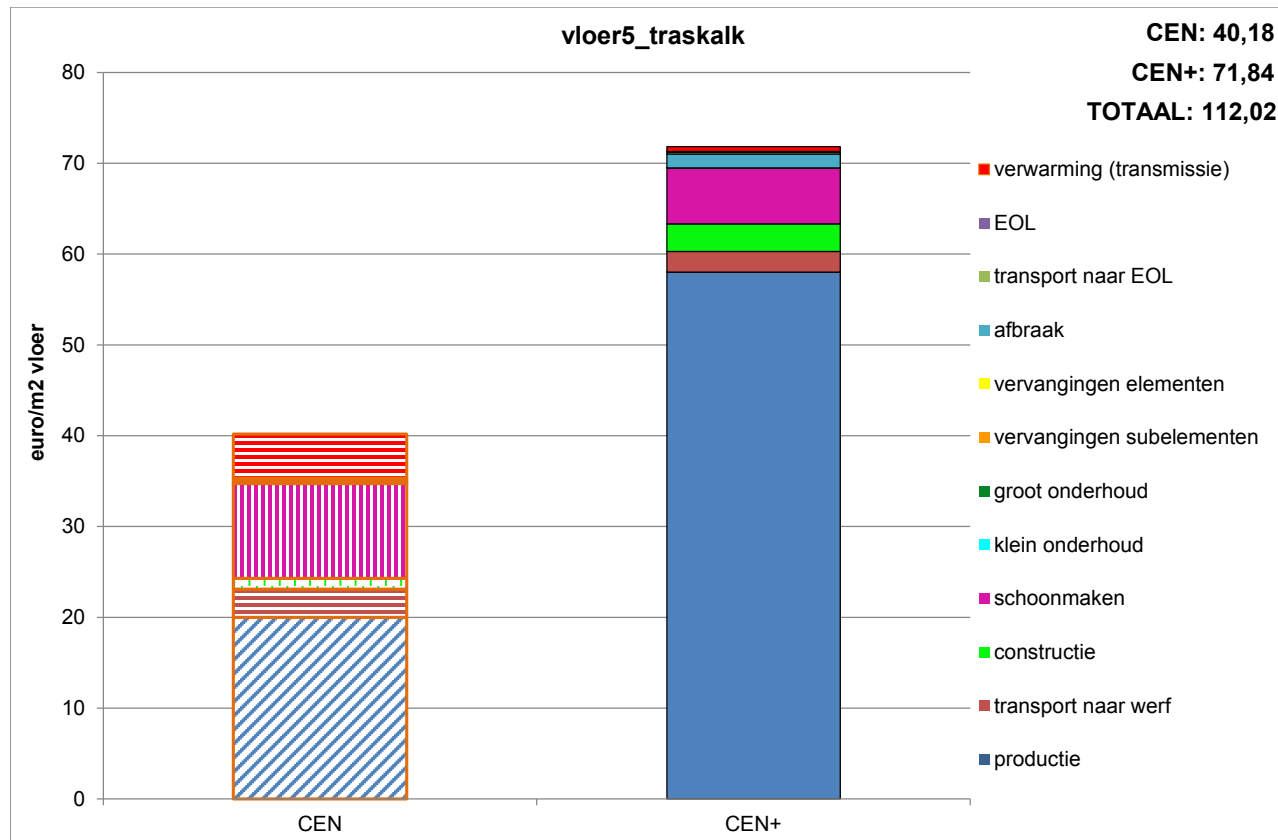
3.2.1.2 Analyse van één elementvariant op basis van een geaggregeerde (gemonetariseerde) milieuscore

Figuur 9 geeft een eerste overzicht voor het element “Vloer5_traskalk”. Om de verschillende milieu-indicatoren onderling te kunnen vergelijken zijn de gemonetariseerde waarden afgebeeld (op de verticale as in €/m² vloer). De

CEN en CEN+ indicatoren zijn afzonderlijk afgebeeld, respectievelijk met arceringen en volle kleuren. De geaggregeerde waarden voor CEN en CEN+ en de som zijn in de rechterbovenhoek aangegeven.



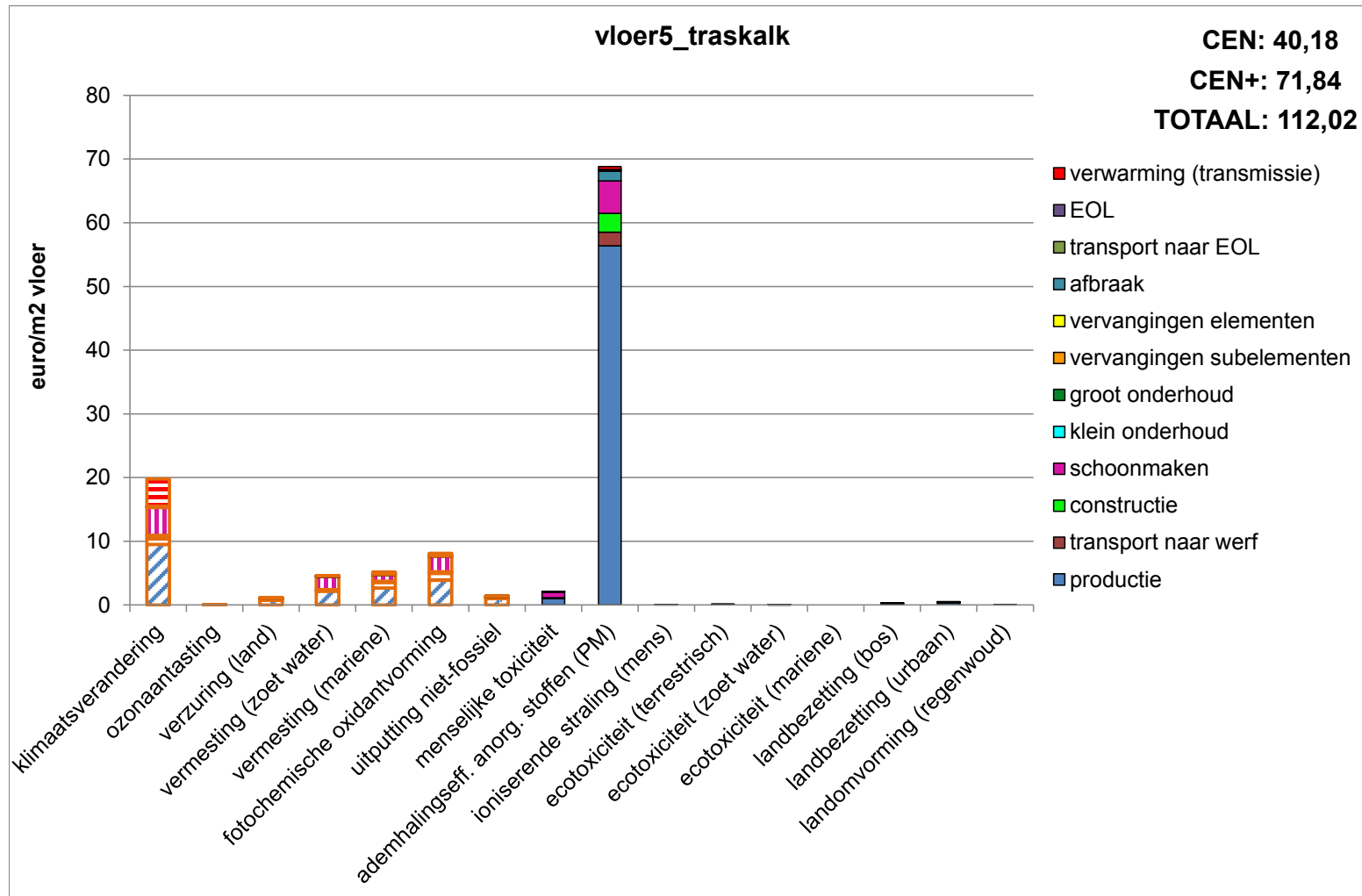
Figuur 9: Geaggregeerd milieu-profiel (opgesplitst in CEN en CEN+) van één gebouwelementvariant 'Vloer5_traskalk' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur 10: Geaggregeerd milieu-profiel (opgesplitst in CEN en CEN+) van één gebouwelementvariant per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

Hetzelfde element, met uiteraard dezelfde globale resultaten, wordt in Figuur 10 op een andere manier bekeken: de impact van het gebouwelement wordt gevisualiseerd in functie van de bijdrage van de verschillende levenscyclusfasen (van productie tot en met eindverwerking (i.e. End Of Life of EOL)). De effecten van de energieopwekking door het element (omwille van de warmteverliezen via transmissie) worden bovenaan voorgesteld; dit om de resultaten exclusief transmissieverliezen eenvoudig te kunnen aflezen. CEN en CEN+ worden weer afzonderlijk voorgesteld (respectievelijk gearceerd en in volle kleuren). Voor elk milieueffect wordt steeds dezelfde kleurencode gebruikt.

Figuur 11 geeft een totaalbeeld, namelijk dezelfde eindresultaten, maar nu opgesplitst per levenscyclusfase en per milieu-indicator. De geaggregeerde waarden voor CEN en CEN+ en de som zijn in de rechterbovenhoek worden nog steeds in de rechterbovenhoek aangegeven.

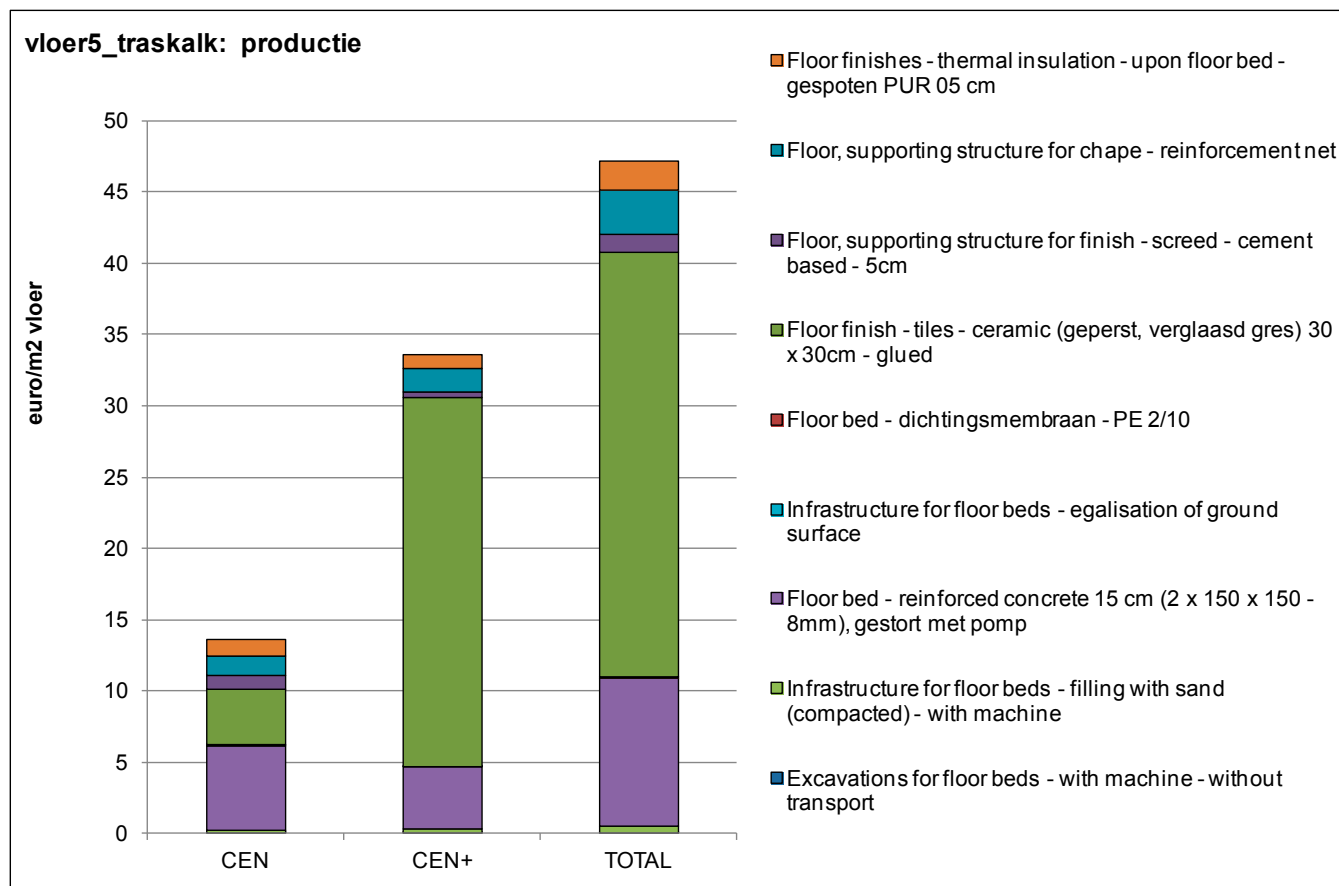


Figuur 11: Geaggregeerd milieu-profiel (opgesplitst in CEN en CEN+) van de elementvariant 'vloer5_traskalk' per levenscyclusfase en per individuele milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.2.1.3 Analyse van de bijdragen van de verschillende verwerkte materialen in één elementvariant

Figuur 12 geeft aan hoe voor de hoger besproken elementvariant (“vloer op volle grond type 5: traskalk”) een specifieke levenscyclusfase (in deze figuur: “productie”) in detail geanalyseerd kan worden, door de bijdrage van de

verschillende “verwerkte materialen” na te gaan. Hierbij worden de CEN en CEN+ milieu-indicatoren, en de som van beiden afzonderlijk gevisualiseerd.



Figuur 12: De bijdrage van de verschillende “verwerkte materialen” tot het geaggregeerd milieuprofiel van de elementvariant ‘vloer5_traskalk’ voor één specifieke levenscyclusfase (hier: productie)

3.2.2 Vergelijking van verschillende elementvarianten

Om een gedetailleerde analyse en vergelijking te maken van het milieuprofiel van verschillende gebouwelementvarianten kan men:

1. de 18 individuele milieu-indicatoren (CEN en CEN+ milieu-indicatoren) van de varianten vergelijken;
2. op basis van de 18 gemonetariseerde milieu-indicatoren een geaggregeerde milieuscore verkrijgen van de varianten (nl. som van de CEN milieu-indicatoren, som van de CEN+ milieu-indicatoren of som van CEN én CEN+ milieu-indicatoren).

3.2.2.1 Vergelijking van varianten op basis van de individuele milieu-indicatoren

Tabel 14 geeft een overzicht van de 7 individuele CEN milieu-indicatoren voor verschillende gebouwelementvarianten 'vloer op volle grond', waarbij iedere milieu-indicator wordt uitgedrukt in zijn specifieke eenheid.

Tabel 14: overzicht van de 7 individuele CEN indicatoren voor de varianten 'vloer op volle grond'

	klimaats- verander-ing	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
Vloer op grond							
vloer1_PUR05	4,65E+02	3,04E-05	8,09E-01	2,87E-01	6,95E-02	2,15E-03	8,24E+03
vloer2_PUR15	3,34E+02	1,94E-05	8,06E-01	2,90E-01	6,10E-02	2,14E-03	5,85E+03
vloer3_XPS8	4,75E+02	4,12E-04	8,15E-01	2,85E-01	6,91E-02	2,15E-03	8,04E+03
vloer4_REC_PUR05	4,65E+02	3,04E-05	8,08E-01	2,87E-01	6,95E-02	2,15E-03	8,24E+03
vloer5_traskalk	3,80E+02	2,97E-05	1,42E+00	2,95E-01	8,26E-02	2,15E-03	6,59E+03
vloer6_PUR04_dekvloer EPS	7,18E+02	3,72E-05	1,30E+00	3,94E-01	9,12E-02	2,24E-03	1,02E+04
vloer7_PUR05_dekvloer anhydriet	4,64E+02	3,10E-05	8,17E-01	2,92E-01	7,04E-02	2,58E-03	8,36E+03
vloer8_PUR05_parket	3,78E+02	3,30E-04	5,53E-01	1,93E-01	4,42E-02	6,22E-04	5,80E+03
vloer9_PUR05_parket	3,77E+02	3,30E-04	5,48E-01	1,92E-01	4,40E-02	6,17E-04	5,77E+03
vloer10_kurk08_parket	2,75E+02	3,21E-04	6,04E-01	2,10E-01	3,82E-02	6,39E-04	3,74E+03

Tabel 15 geeft een overzicht van de 11 individuele CEN+ milieu-indicatoren voor verschillende gebouwelementvarianten 'vloer op volle grond', waarbij iedere milieu-indicator wordt uitgedrukt in zijn specifieke eenheid.

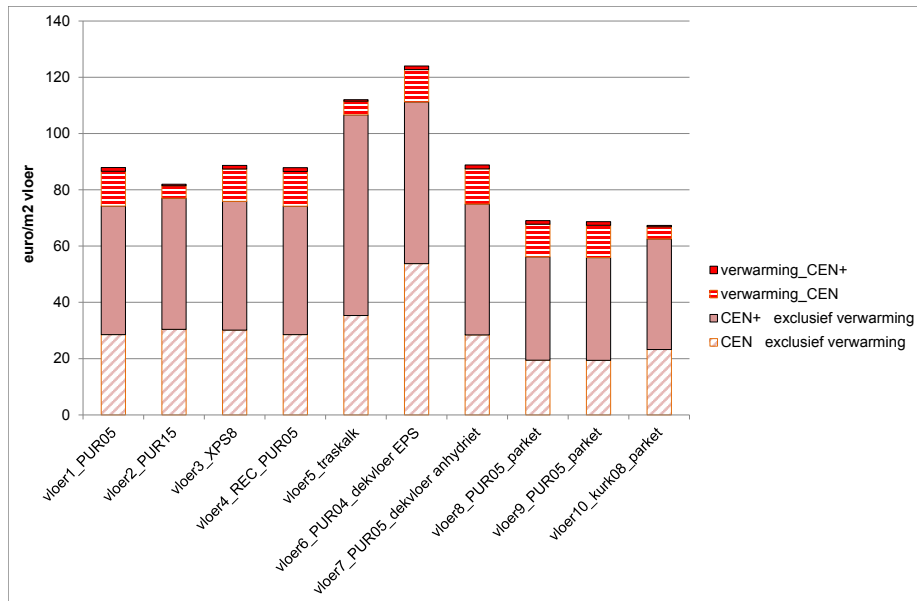
Tabel 15: overzicht van de 11 individuele CEN indicatoren voor de variant 'Vloer op volle grond'

	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terrestisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (marine)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landomvorming (regenwoud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m3
Vloer op grond											
vloer1_PUR05	4,73E-05	7,93E-04	1,35E-06	1,97E-02	1,58E+00	1,71E+00	8,22E-05	5,28E-08	9,85E-08	3,34E-09	4,39E+00
vloer2_PUR15	4,72E-05	7,85E-04	1,26E-06	2,09E-02	1,73E+00	1,66E+00	8,22E-05	3,89E-08	6,38E-08	2,12E-09	4,48E+00
vloer3_XPS8	4,77E-05	7,92E-04	1,36E-06	2,70E-02	2,01E+00	1,78E+00	8,22E-05	5,35E-08	9,86E-08	3,32E-09	4,25E+00
vloer4_REC_PUR05	4,73E-05	7,93E-04	1,34E-06	1,97E-02	1,58E+00	1,71E+00	8,22E-05	5,12E-08	9,63E-08	3,30E-09	4,12E+00
vloer5_traskalk	4,07E-05	1,20E-03	1,29E-06	2,22E-02	1,34E+00	1,49E+00	8,23E-05	5,35E-08	1,72E-07	5,06E-09	5,14E+00
vloer6_PUR04_dekvloer EPS	5,87E-05	9,88E-04	1,64E-06	2,70E-02	1,96E+00	1,98E+00	8,22E-05	5,84E-08	1,09E-07	3,80E-09	5,25E+00
vloer7_PUR05_dekvloer anhydriet	4,80E-05	8,06E-04	1,37E-06	2,06E-02	1,60E+00	1,74E+00	8,22E-05	5,07E-08	9,48E-08	4,21E-09	4,41E+00
vloer8_PUR05_parket	3,02E-05	4,07E-04	1,12E-06	3,17E-02	1,53E+00	1,31E+00	3,21E-04	8,83E-08	1,14E-07	2,82E-09	2,12E+00
vloer9_PUR05_parket	3,02E-05	4,03E-04	1,12E-06	3,16E-02	1,53E+00	1,30E+00	3,21E-04	8,47E-08	1,08E-07	2,79E-09	2,07E+00
vloer10_kurk08_parket	3,14E-05	4,33E-04	1,07E-06	3,40E-02	1,72E+00	1,30E+00	3,21E-04	8,77E-08	1,02E-07	1,87E-09	2,56E+00

3.2.2.2 Vergelijking van varianten op basis van de geaggregeerde (gemonetariseerde) score

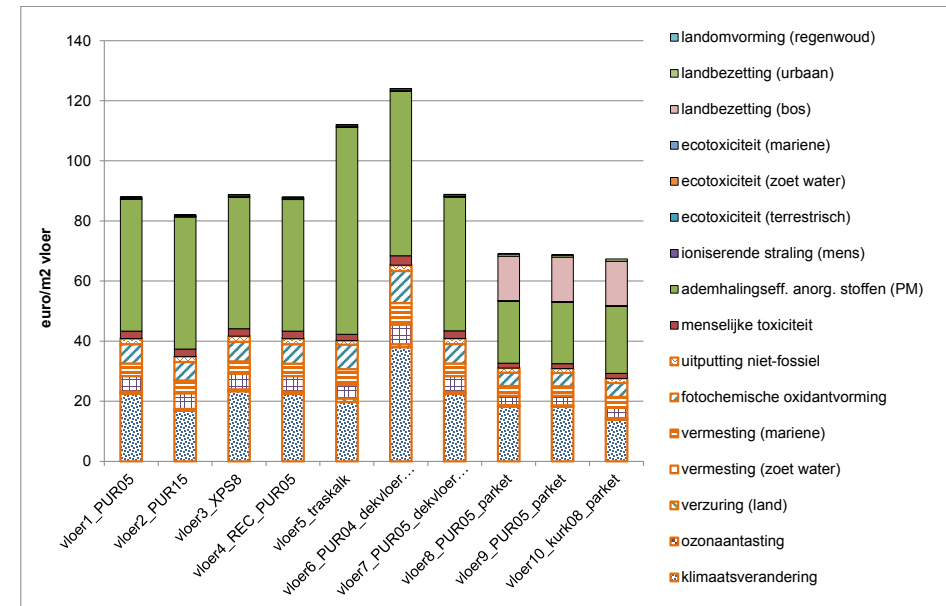
Figuur 13 geeft een overzicht van de verschillende varianten voor het element “vloer op grond”. Dezelfde conventies als voorheen worden gehanteerd:

- CEN indicatoren: gearceerd;
- CEN+ indicatoren: in volle kleuren;
- de effecten van energieverliezen door transmissie: afzonderlijk leesbaar bovenaan.

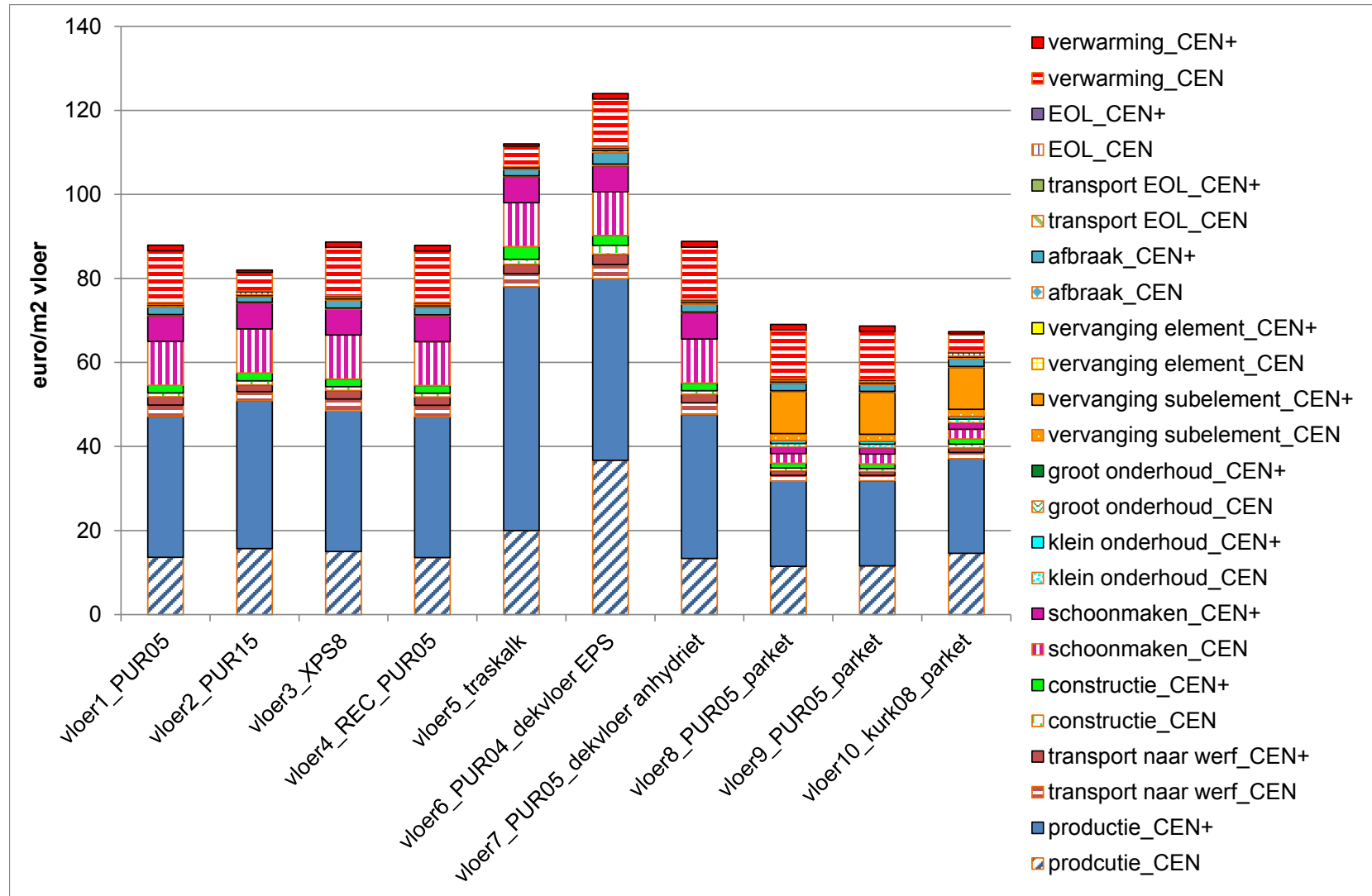


Figuur 13: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten, uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen de zuiver materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.

In Figuur 14 wordt de milieu-impact van varianten opgesplitst volgens de beschouwde milieu-indicatoren en in Figuur 15 volgens de levenscyclustfasen.



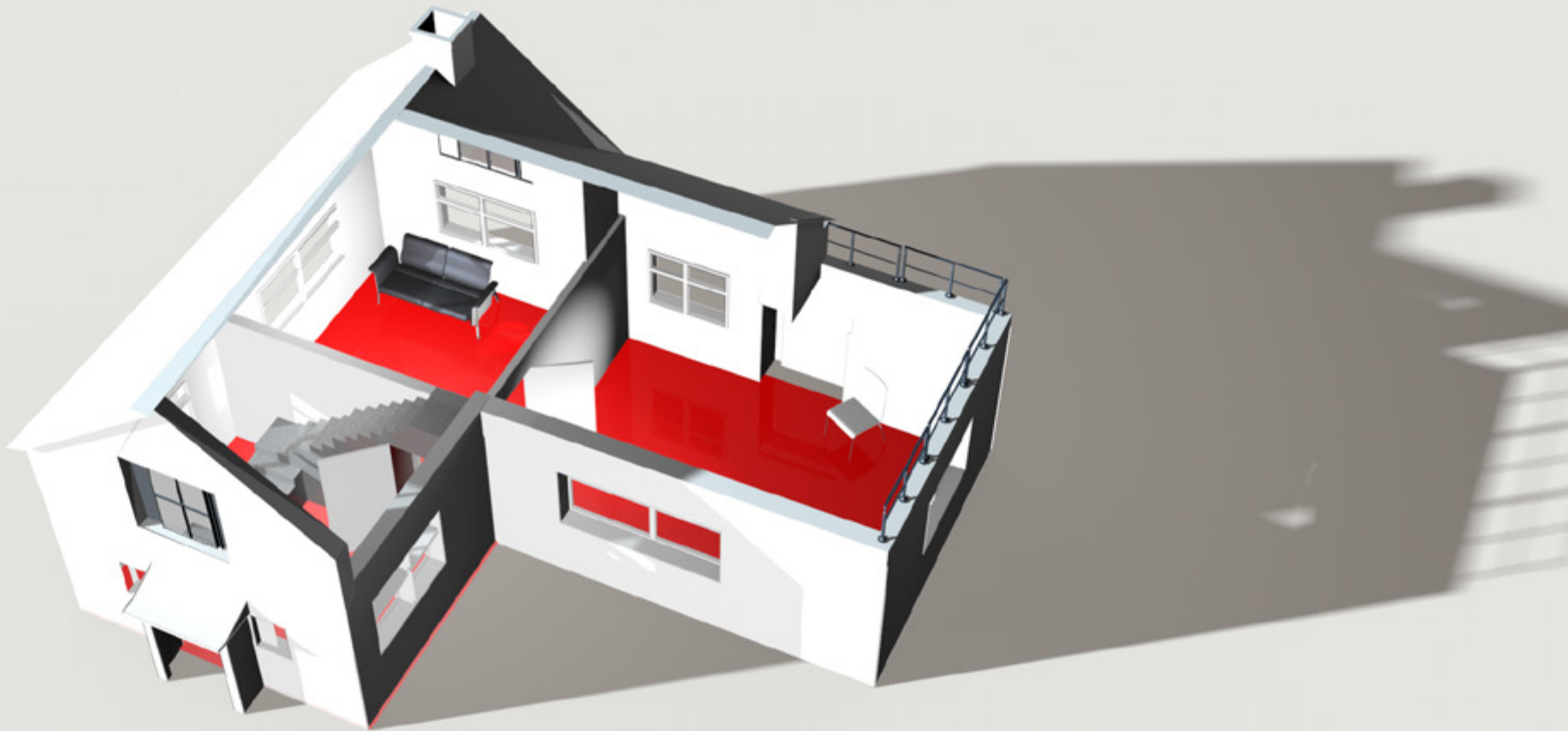
Figuur 14: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'vloer op volle grond' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur 15: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere bouwelementvarianten 'vloer op volle grond' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.3 Databank

3.3.1 Vloer op volle grond



Tabel V 1: overzicht van de samenstelling van de varianten “vloer op volle grond”

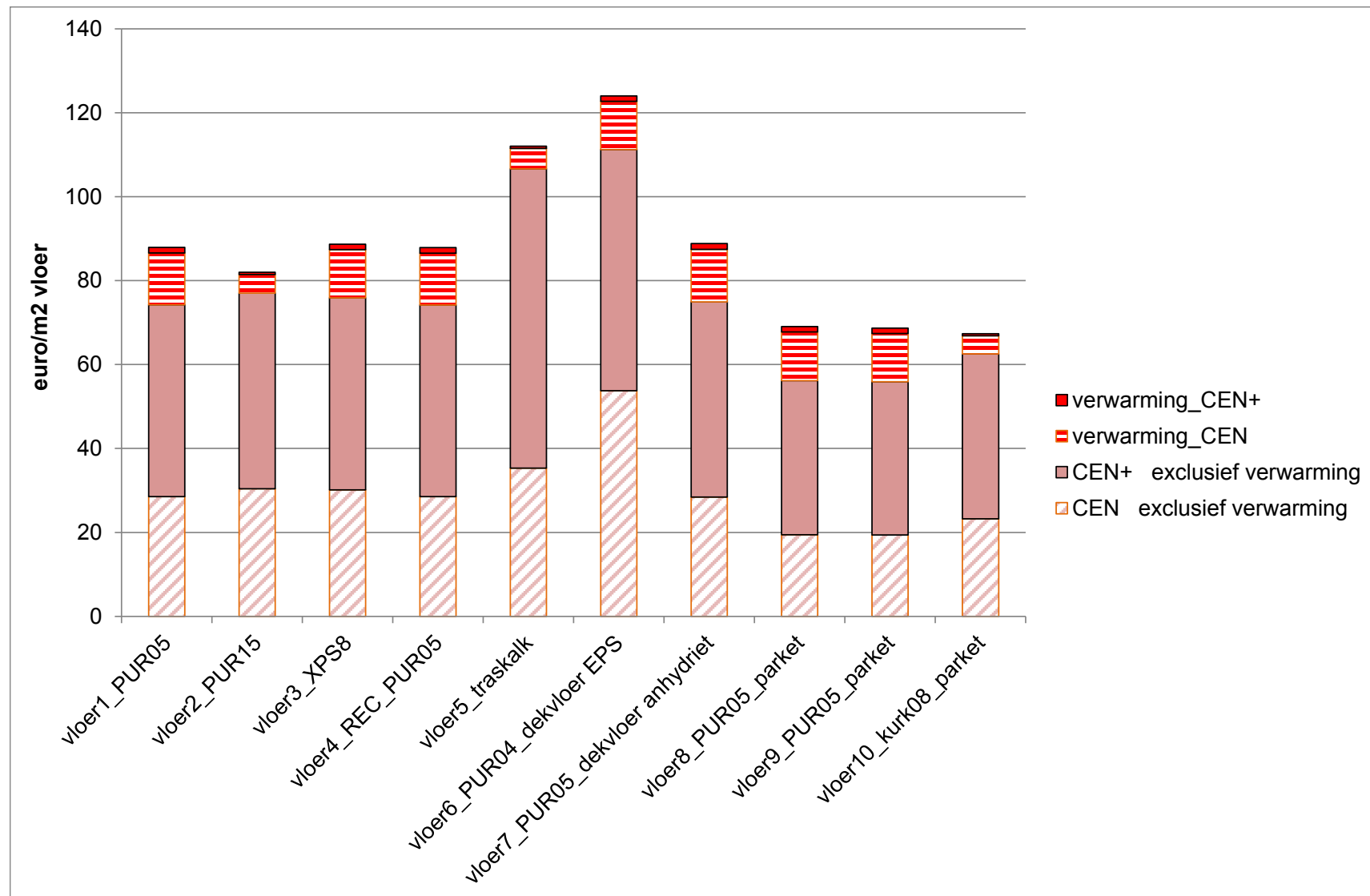
(13)+ vloer op grond: milieu-impact per m ² vloer, 10 types (van buiten naar binnen =>)						
1	vloer1_PUR05	zand	beton nieuw	PUR1 (gespoten boven beton): 5 cm (U = 0,40)	cement chappe	tegels gebakken aarde
2	vloer2_PUR15	zand	beton nieuw	PUR2 (gespoten boven beton): 15 cm (U=0,15)	cement chappe	tegels gebakken aarde
3	vloer3_XPS8	zand	beton nieuw+ uitvullingslaag	XPS1 boven de draagvloer: 4 cm (U=0,38)	cement chappe	tegels gebakken aarde
4	vloer4_REC_ PUR05	zand	beton 100 recycl	PUR1 (gespoten boven beton): 5 cm (U = 0,40)	cement chappe	tegels gebakken aarde
5	vloer5_traskalk	grind+kleikorrels	traskalk(mortel)		cement chappe	tegels gebakken aarde
6	vloer6_PUR04_ dekvloer EPS	zand	beton nieuw	PUR1 (gespoten boven beton): 4 cm (U=0,38)	isolerende chape met EPS korrels	tegels gebakken aarde
7	vloer7_PUR05_ dekvloer anhydriet	zand	beton nieuw	PUR1 (gespoten boven beton): 5 cm (U=0,41)	anhydriet	tegels gebakken aarde
8	vloer8_PUR05_ parket	zand	beton nieuw	PUR1 (gespoten boven beton): 5 cm (U = 0,38)	cement chappe	parket
9	vloer9_PUR05_ parket	beton	beton nieuw	PUR1 (gespoten boven beton): 5 cm (U = 0,38)	cement chappe	parket
10	vloer10_kurk08_ parket	zand	beton nieuw+ uitvullingslaag	kurk: 8 cm	cement chappe	parket

Tabel CEN 1: overzicht van de individuele CEN indicatoren voor de varianten 'vloer op volle grond'

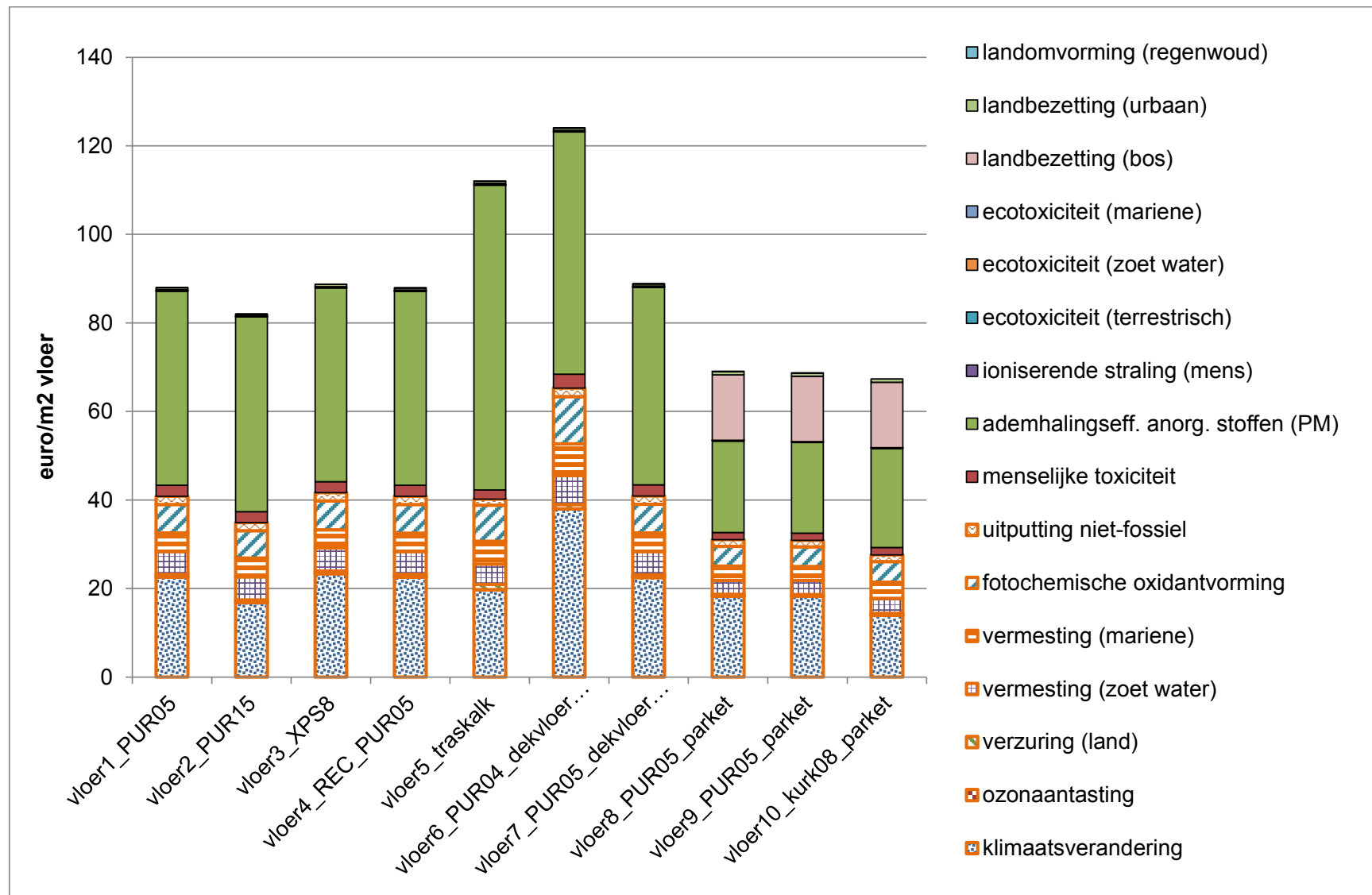
	klimaats- verandering	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
Vloer op grond							
vloer1_PUR05	4,65E+02	3,04E-05	8,09E-01	2,87E-01	6,95E-02	2,15E-03	8,24E+03
vloer2_PUR15	3,34E+02	1,94E-05	8,06E-01	2,90E-01	6,10E-02	2,14E-03	5,85E+03
vloer3_XPS8	4,75E+02	4,12E-04	8,15E-01	2,85E-01	6,91E-02	2,15E-03	8,04E+03
vloer4_REC_PUR05	4,65E+02	3,04E-05	8,08E-01	2,87E-01	6,95E-02	2,15E-03	8,24E+03
vloer5_traskalk	3,80E+02	2,97E-05	1,42E+00	2,95E-01	8,26E-02	2,15E-03	6,59E+03
vloer6_PUR04_dekvloer EPS	7,18E+02	3,72E-05	1,30E+00	3,94E-01	9,12E-02	2,24E-03	1,02E+04
vloer7_PUR05_dekvloer anhydriet	4,64E+02	3,10E-05	8,17E-01	2,92E-01	7,04E-02	2,58E-03	8,36E+03
vloer8_PUR05_parket	3,78E+02	3,30E-04	5,53E-01	1,93E-01	4,42E-02	6,22E-04	5,80E+03
vloer9_PUR05_parket	3,77E+02	3,30E-04	5,48E-01	1,92E-01	4,40E-02	6,17E-04	5,77E+03
vloer10_kurk08_parket	2,75E+02	3,21E-04	6,04E-01	2,10E-01	3,82E-02	6,39E-04	3,74E+03

Tabel CEN+ 1: overzicht van de individuele CEN+ indicatoren voor de varianten 'vloer op volle grond'

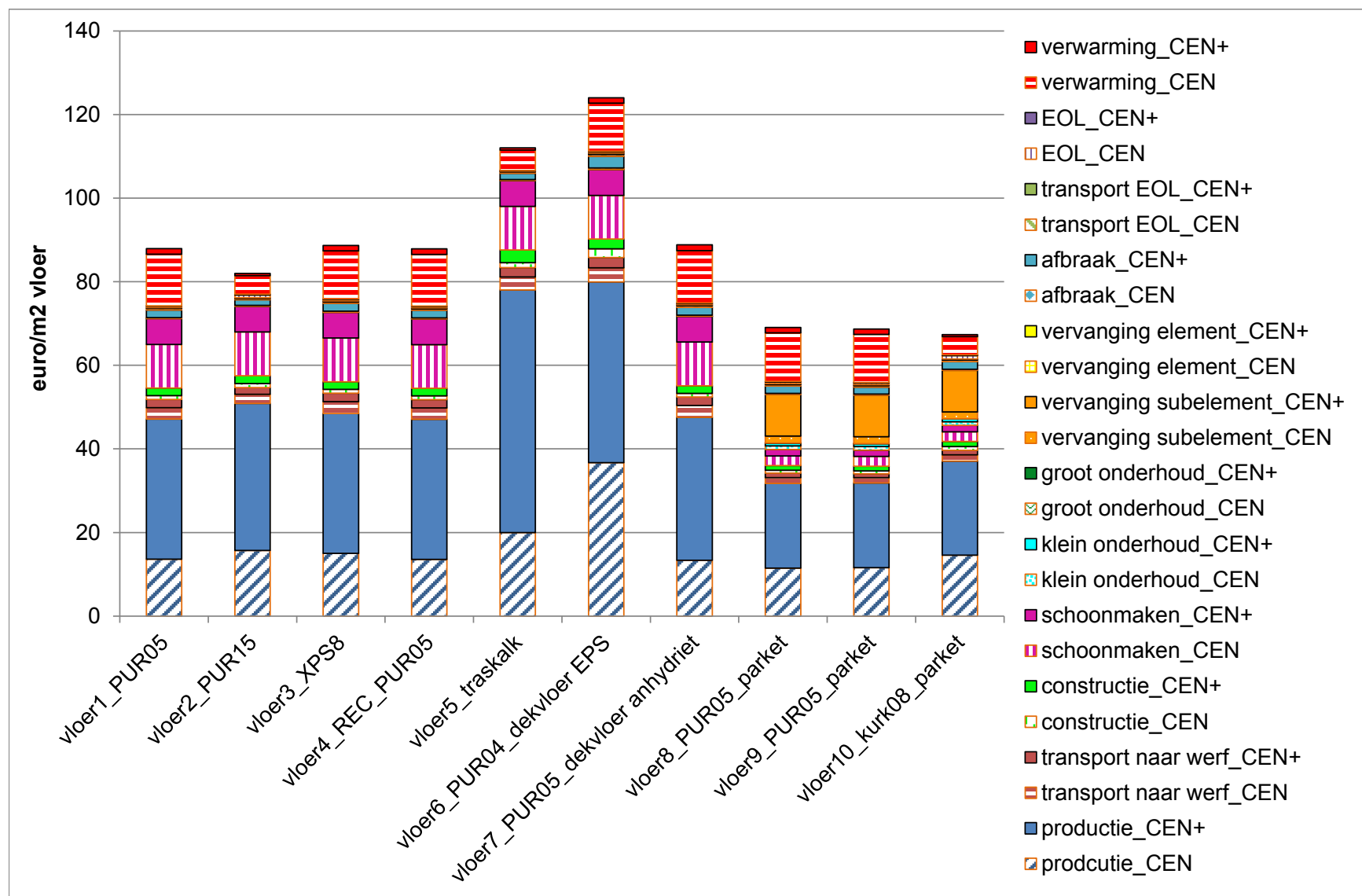
	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terres-trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorming (natuur)	land-omvorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m³
Vloer op grond											
vloer1_PUR05	4,73E-05	7,93E-04	1,35E-06	1,97E-02	1,58E+00	1,71E+00	8,22E-05	5,28E-08	9,85E-08	3,34E-09	4,39E+00
vloer2_PUR15	4,72E-05	7,85E-04	1,26E-06	2,09E-02	1,73E+00	1,66E+00	8,22E-05	3,89E-08	6,38E-08	2,12E-09	4,48E+00
vloer3_XPS8	4,77E-05	7,92E-04	1,36E-06	2,70E-02	2,01E+00	1,78E+00	8,22E-05	5,35E-08	9,86E-08	3,32E-09	4,25E+00
vloer4_REC_PUR05	4,73E-05	7,93E-04	1,34E-06	1,97E-02	1,58E+00	1,71E+00	8,22E-05	5,12E-08	9,63E-08	3,30E-09	4,12E+00
vloer5_traskalk	4,07E-05	1,20E-03	1,29E-06	2,22E-02	1,34E+00	1,49E+00	8,23E-05	5,35E-08	1,72E-07	5,06E-09	5,14E+00
vloer6_PUR04_dekvloer EPS	5,87E-05	9,88E-04	1,64E-06	2,70E-02	1,96E+00	1,98E+00	8,22E-05	5,84E-08	1,09E-07	3,80E-09	5,25E+00
vloer7_PUR05_dekvloer anhydriet	4,80E-05	8,06E-04	1,37E-06	2,06E-02	1,60E+00	1,74E+00	8,22E-05	5,07E-08	9,48E-08	4,21E-09	4,41E+00
vloer8_PUR05_parket	3,02E-05	4,07E-04	1,12E-06	3,17E-02	1,53E+00	1,31E+00	3,21E-04	8,83E-08	1,14E-07	2,82E-09	2,12E+00
vloer9_PUR05_parket	3,02E-05	4,03E-04	1,12E-06	3,16E-02	1,53E+00	1,30E+00	3,21E-04	8,47E-08	1,08E-07	2,79E-09	2,07E+00
vloer10_kurk08_parket	3,14E-05	4,33E-04	1,07E-06	3,40E-02	1,72E+00	1,30E+00	3,21E-04	8,77E-08	1,02E-07	1,87E-09	2,56E+00



Figuur E1: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten 'vloer op volle grond', uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen de zuiver materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.

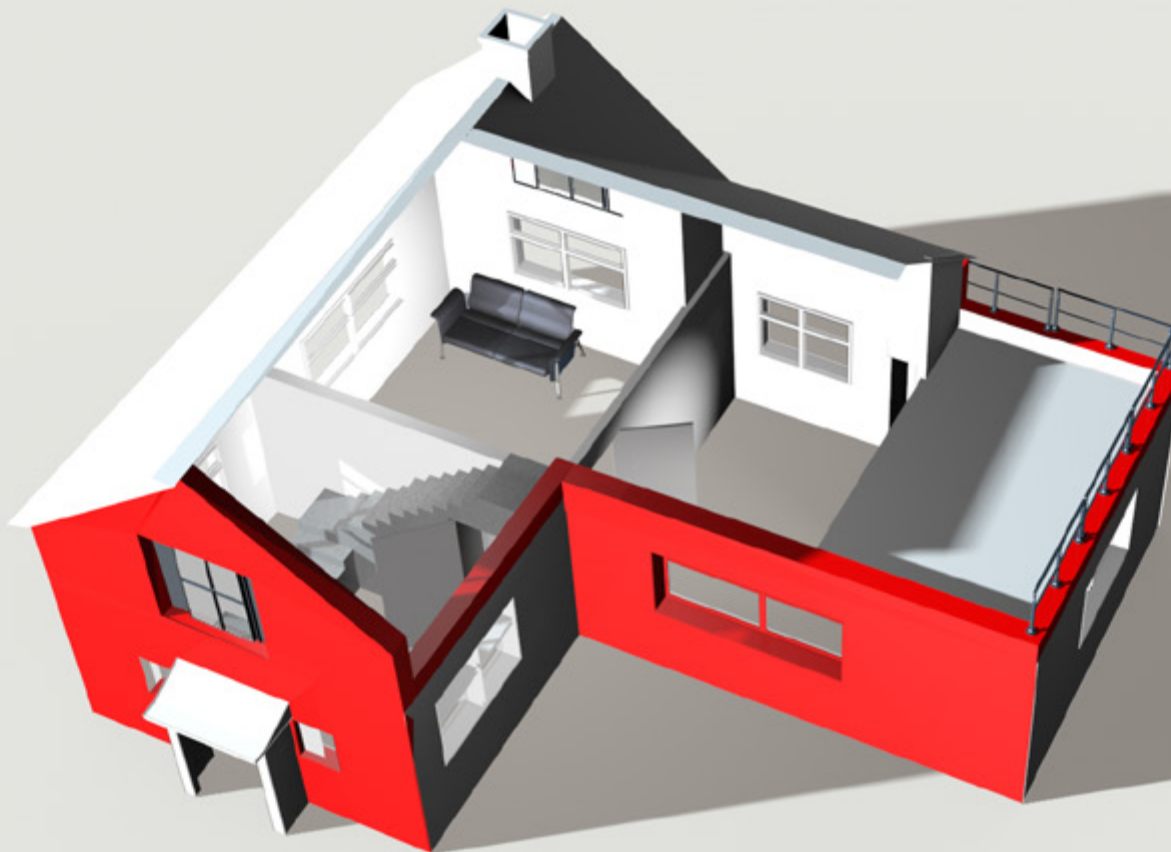


Figuur I 1: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'vloer op volle grond' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur L 1: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'vloer op volle grond' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.3.2 Buitenwand



Tabel V 2: overzicht van de samenstelling van de varianten "buitenwand"

(21)+ buitenwand (dragend en niet-dragend): milieu-impact per m ² wand, 25 types* (van buiten naar binnen =>)						
1	BW1 houtskelet RW14 gevelsteen	gevelsteen (klei)	houtskelet (14cm)	RW (volledige vulling)	gipskarton	acrylverf
2	BW2 houtskelet RW22 gevelsteen	gevelsteen (klei)	houtskelet (22cm)	RW (volledige vulling)	gipskarton	acrylverf
3	BW3 houtskelet cellulose22 gevelsteen	gevelsteen (klei)	houtskelet (22cm)	cellulose (volledige vulling)	gipskarton	acrylverf
4	BW4 houtskelet RW14 vezelcementplaat	vezelcementplaten	houtskelet (14cm)	RW(volledige vulling)	gipskarton	acrylverf
5	BW5 FJI cellulose24 gevelsteen	gevelsteen (klei)	FJI 24cm	cellulose	gipskarton op houten latwerk	acrylverf
6	BW6 FJI cellulose36 gevelsteen	gevelsteen (klei)	FJI 36 cm	cellulose	gipskarton op houten latwerk	acrylverf
7	BW7 FJI cellulose36 crepi gipsblokken	crepi op houtvezelplaat	FJI 36 cm	cellulose	OSB+gipsblokken	acrylverf
8	BW8 houtskelet RW14 planken	onbehandelde ceder planken	houtskelet (14cm)	RW (volledige vulling)	gipskarton	acrylverf
9	BW9 betonsteen hol RW7.5 gevelsteen	gevelsteen (klei)	betonsteen1 (hol)	RW1 - 7,5 cm (U = 0,38)	gipspleister	acrylverf
10	BW10 betonsteen hol RW22 gevelsteen	gevelsteen (klei)	betonsteen1 (hol)	RW2 - 22 cm (10+12) (U = 0,15)	gipspleister	acrylverf
11	BW11 betonsteen hol PUR5 gevelsteen	gevelsteen (klei)	betonsteen1 (hol)	PUR1 - 5 cm (U = 0,37)	gipspleister	acrylverf
12	BW12 betonsteen hol PUR15 gevelsteen	gevelsteen (klei)	betonsteen1 (hol)	PUR2 - 15 cm (7+8) (U = 0,14)	gipspleister	acrylverf
13	BW13 betonsteen vol RW7.5 gevelsteen	gevelsteen (klei)	betonsteen2 (vol)	RW1 - 7,5 cm (U = 0,38)	gipspleister	acrylverf
14	BW14 snelbouw isol RW6 gevelsteen	gevelsteen (klei)	snelb. Klei1 (isolerend)	RW1 - 6 cm (U = 0,39)	gipspleister	acrylverf
15	BW15 snelbouw isol RW8 crepi	crepi	snelb. Klei1 (isolerend)	RW1 - 8 cm (U = 0,35)	gipspleister	acrylverf

(21)+ buitenwand (dragend en niet-dragend): milieu-impact per m ² wand, 25 types* (van buiten naar binnen =>)						
16	BW16 snelbouw isol EPS7 crepi	crepi	snelb. Klei1 (isolerend)	EPS1 - 7cm (U = 0,38)	gipspleister	acrylverf
17	BW17 snelbouw RW7.5 gevelsteen	gevelsteen (klei)	snelb. Klei2 (gewoon)	RW1 - 7,5 cm (U = 0,35)	gipspleister	acrylverf
18	BW18 snelbouw isol RW6 gevelsteen leem-pleister	gevelsteen (klei)	snelb. Klei1 (isolerend)	RW1 - 6 cm (U = 0,40)	leempleister	/
19	BW19 betonsteen hol PUR5 betonsteen	gevelsteen (beton)	betonsteen1 (hol)	PUR1 - 5 cm (U = 0,37)	gipspleister	acrylverf
20	BW20 cellenbeton30 gevelsteen	gevelsteen (klei)	cellenbeton 1: 30 cm (dikte om epb niveau te halen)	/	gipspleister	acrylverf
21	BW21 cellenbeton48 crepi	crepi	cellenbeton 48cm	/	gipspleister	acrylverf
22	BW22 cellenbeton30 RW14 gevelsteen	gevelsteen (klei)	cellenbeton: 30 cm	RW - 14 cm (dikte om samen met cellenbeton aan U=0.15 te komen)	gipspleister	acrylverf
23	BW23 kalkzandsteen RW7.5 gevelsteen	gevelsteen (klei)	kalkzandsteen (gelijmd)	RW1 - 7,5 cm (U = 0,35)	gipspleister	acrylverf
24	BW24 snelbouw betonprefabpaneel	sandwichpanelen in beton met PUR invulling			gipspleister	acrylverf
25	BW25 beton insitu RW7.5 betonplaat	architectonische betonplaat	gewapend beton (in situ) - 14 cm	RW1 - 7,5 cm (U = 0,39)	gipspleister	acrylverf

* dampschermen en windschermen worden toegevoegd waar nodig

Tabel CEN 2: overzicht van de individuele CEN indicatoren voor de varianten 'buitenwand'

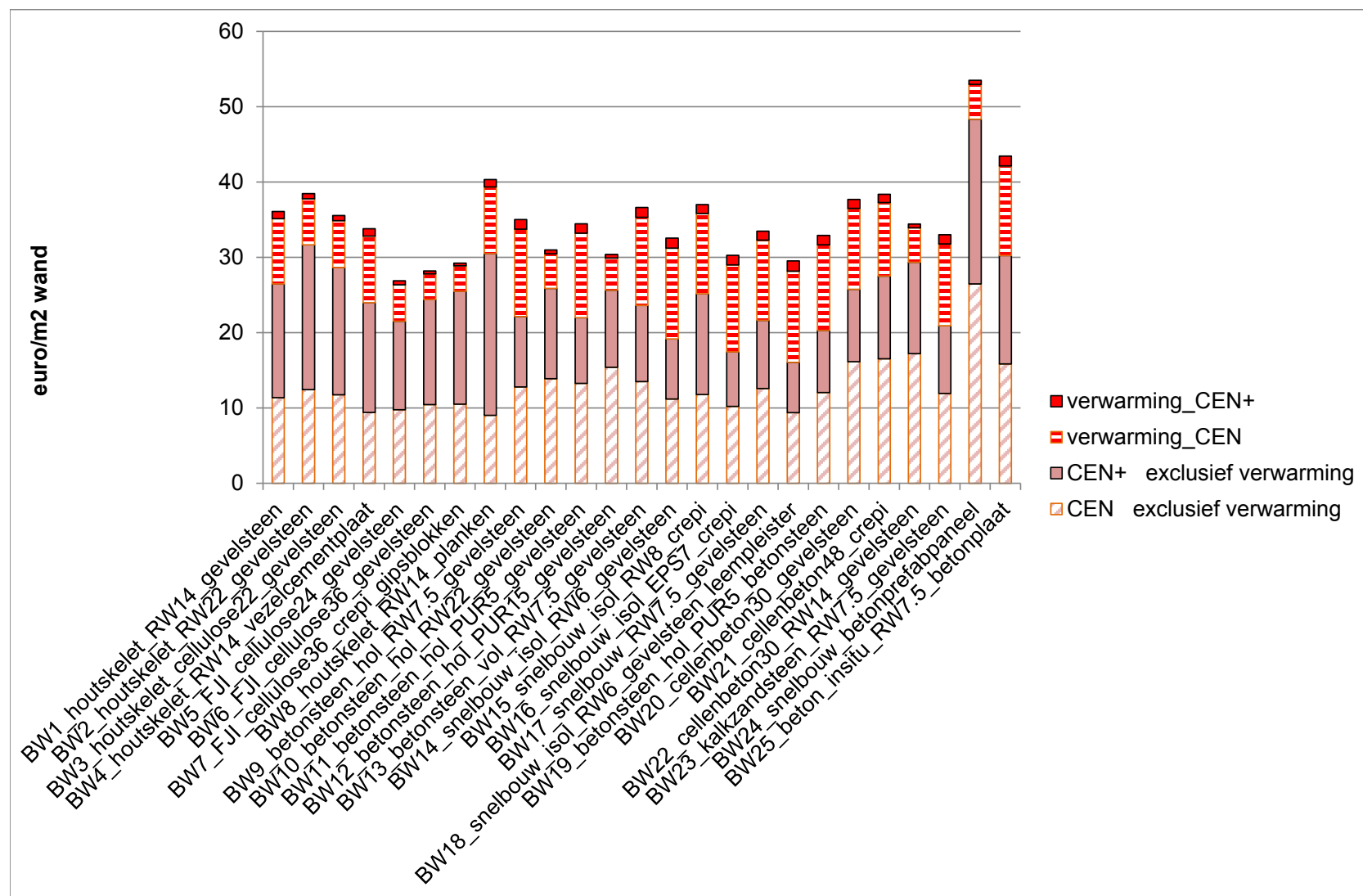
	klimaats- verandering	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
Buitenwand							
BW1 houtskelet RW14 gevelsteen	2,53E+02	1,92E-05	3,59E-01	1,29E-01	3,18E-02	5,94E-04	4,03E+03
BW2 houtskelet RW22 gevelsteen	2,10E+02	1,63E-05	3,82E-01	1,38E-01	3,04E-02	6,03E-04	3,26E+03
BW3 houtskelet cellulose22 gevelsteen	2,07E+02	1,63E-05	3,42E-01	1,33E-01	2,81E-02	7,64E-04	3,22E+03
BW4 houtskelet RW14 vezelcementplaat	2,42E+02	2,43E-05	3,27E-01	1,31E-01	3,09E-02	6,30E-04	3,94E+03
BW5 FJI cellulose24 gevelsteen	1,70E+02	1,36E-05	2,81E-01	1,03E-01	2,12E-02	7,70E-04	2,57E+03
BW6 FJI cellulose36 gevelsteen	1,47E+02	1,20E-05	2,90E-01	1,10E-01	2,01E-02	8,89E-04	2,15E+03
BW7 FJI cellulose36 crepi gipsblokken	1,60E+02	1,09E-05	3,05E-01	1,06E-01	2,25E-02	3,23E-03	1,95E+03
BW8 houtskelet RW14 planken	2,28E+02	1,76E-05	3,33E-01	1,32E-01	3,10E-02	6,08E-04	3,87E+03
BW9 betonsteen hol RW7.5 gevelsteen	3,36E+02	2,32E-05	3,83E-01	1,15E-01	3,17E-02	2,51E-04	4,86E+03
BW10 betonsteen hol RW22 gevelsteen	2,07E+02	1,41E-05	3,94E-01	1,15E-01	2,46E-02	2,60E-04	2,62E+03
BW11 betonsteen hol PUR5 gevelsteen	3,36E+02	2,27E-05	3,83E-01	1,16E-01	3,29E-02	2,54E-04	4,81E+03
BW12 betonsteen hol PUR15 gevelsteen	2,23E+02	1,37E-05	4,01E-01	1,20E-01	2,98E-02	2,72E-04	2,78E+03
BW13 betonsteen vol RW7.5 gevelsteen	3,42E+02	2,38E-05	4,05E-01	1,22E-01	3,26E-02	2,86E-04	4,94E+03
BW14 snelbouw isol RW6 gevelsteen	3,30E+02	2,40E-05	3,51E-01	1,08E-01	3,29E-02	1,88E-04	5,03E+03
BW15 snelbouw isol RW8 crepi	3,14E+02	2,22E-05	4,52E-01	1,28E-01	3,58E-02	1,05E-03	4,73E+03
BW16 snelbouw isol EPS7 crepi	3,24E+02	2,25E-05	3,31E-01	1,01E-01	4,34E-02	9,99E-04	4,91E+03
BW17 snelbouw RW7.5 gevelsteen	3,15E+02	2,30E-05	3,76E-01	1,15E-01	3,30E-02	1,98E-04	4,69E+03
BW18 snelbouw isol RW6 gevelsteen leem-pleister	3,16E+02	2,25E-05	2,86E-01	8,43E-02	2,99E-02	1,36E-04	4,86E+03
BW19 betonsteen hol PUR5 betonsteen	3,27E+02	2,14E-05	3,59E-01	1,07E-01	2,99E-02	2,83E-04	4,66E+03
BW20 cellenbeton30 gevelsteen	3,58E+02	2,55E-05	4,14E-01	1,32E-01	3,46E-02	3,87E-04	4,90E+03
BW21 cellenbeton48 crepi	3,49E+02	2,45E-05	4,38E-01	1,37E-01	3,32E-02	1,26E-03	4,64E+03
BW22 cellenbeton30 RW14 gevelsteen	2,45E+02	1,74E-05	4,27E-01	1,34E-01	2,86E-02	3,97E-04	2,93E+03

	klimaats- verandering	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
BW23 kalkzandsteen RW7.5 gevelsteen	3,13E+02	2,37E-05	3,65E-01	1,09E-01	3,28E-02	2,53E-04	4,71E+03
BW24 snelbouw betonprefabpaneel	2,80E+02	1,78E-05	6,11E-01	2,54E-01	5,71E-02	4,08E-04	3,61E+03
BW25 beton insitu RW7.5 betonplaat	3,45E+02	2,26E-05	4,31E-01	1,70E-01	4,70E-02	2,32E-04	5,13E+03

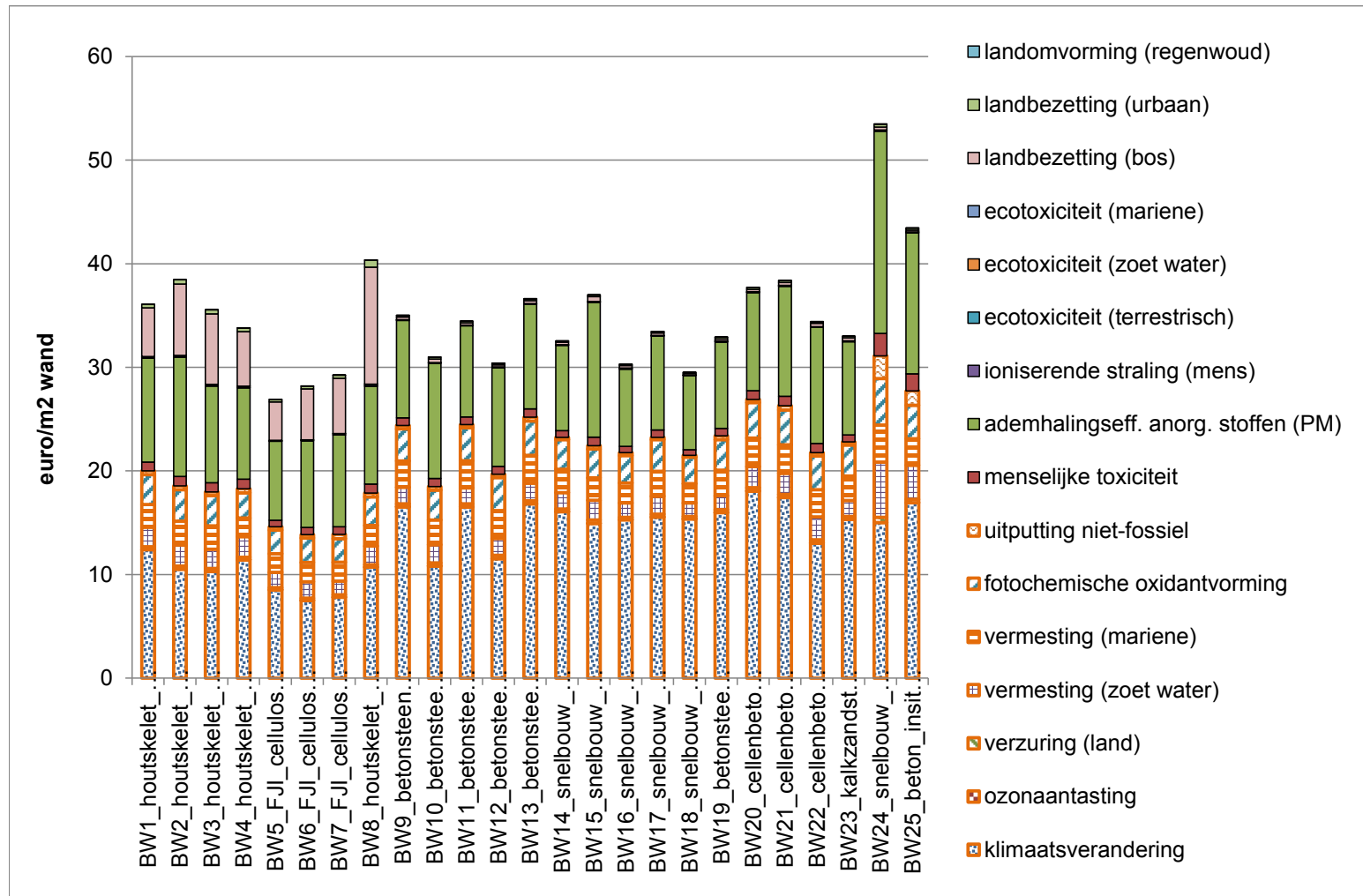
Tabel CEN+ 2: overzicht van de individuele CEN+ indicatoren voor de varianten 'buitenwand'

	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terrestrisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m³
Buitenwand											
BW1 houtskelet RW14 gevelsteen	1,56E-05	1,88E-04	3,34E-07	3,00E-02	4,89E-01	5,87E-01	6,88E-03	3,63E-08	5,60E-08	5,50E-09	5,71E-01
BW2 houtskelet RW22 gevelsteen	1,69E-05	2,12E-04	3,32E-07	3,32E-02	5,17E-01	5,91E-01	6,88E-03	4,72E-08	6,18E-08	5,30E-09	6,04E-01
BW3 houtskelet cellulose22 gevelsteen	1,65E-05	1,76E-04	3,15E-07	3,30E-02	5,06E-01	5,81E-01	6,88E-03	4,53E-08	5,77E-08	5,12E-09	5,54E-01
BW4 houtskelet RW14 vezelcementplaat	1,83E-05	1,67E-04	3,77E-07	3,33E-02	5,42E-01	6,56E-01	2,78E-02	3,90E-08	5,62E-08	6,19E-09	6,65E-01
BW5 FJI cellulose24 gevelsteen	1,23E-05	1,45E-04	2,46E-07	1,73E-02	4,15E-01	4,75E-01	6,88E-03	2,53E-08	3,79E-08	4,78E-09	4,45E-01
BW6 FJI cellulose36 gevelsteen	1,34E-05	1,58E-04	2,47E-07	1,91E-02	4,42E-01	4,89E-01	6,88E-03	2,93E-08	3,83E-08	4,66E-09	4,74E-01
BW7 FJI cellulose36 crepi gipsblokken	1,47E-05	1,73E-04	2,49E-07	2,74E-02	4,69E-01	5,13E-01	2,43E-02	3,41E-08	1,93E-08	2,43E-09	7,41E-01
BW8 houtskelet RW14 planken	1,68E-05	1,80E-04	3,43E-07	4,47E-02	5,16E-01	6,14E-01	1,66E-02	8,04E-08	8,90E-08	4,88E-09	5,15E-01
BW9 betonsteen hol RW7.5 gevelsteen	1,35E-05	1,83E-04	3,51E-07	1,43E-02	3,70E-01	4,95E-01	6,88E-03	1,90E-08	4,68E-08	4,80E-09	1,01E+00
BW10 betonsteen hol RW22 gevelsteen	1,38E-05	2,08E-04	3,03E-07	1,37E-02	3,94E-01	4,52E-01	6,88E-03	1,97E-08	3,87E-08	4,05E-09	1,03E+00
BW11 betonsteen hol PUR5 gevelsteen	1,35E-05	1,73E-04	3,38E-07	1,49E-02	4,09E-01	5,01E-01	6,88E-03	1,79E-08	4,37E-08	4,64E-09	1,10E+00
BW12 betonsteen hol PUR15 gevelsteen	1,39E-05	1,82E-04	2,74E-07	1,59E-02	5,19E-01	4,83E-01	6,88E-03	1,66E-08	3,11E-08	3,69E-09	1,30E+00
BW13 betonsteen vol RW7.5 gevelsteen	1,44E-05	1,98E-04	3,63E-07	1,48E-02	3,97E-01	5,25E-01	6,88E-03	2,06E-08	4,89E-08	5,41E-09	1,03E+00

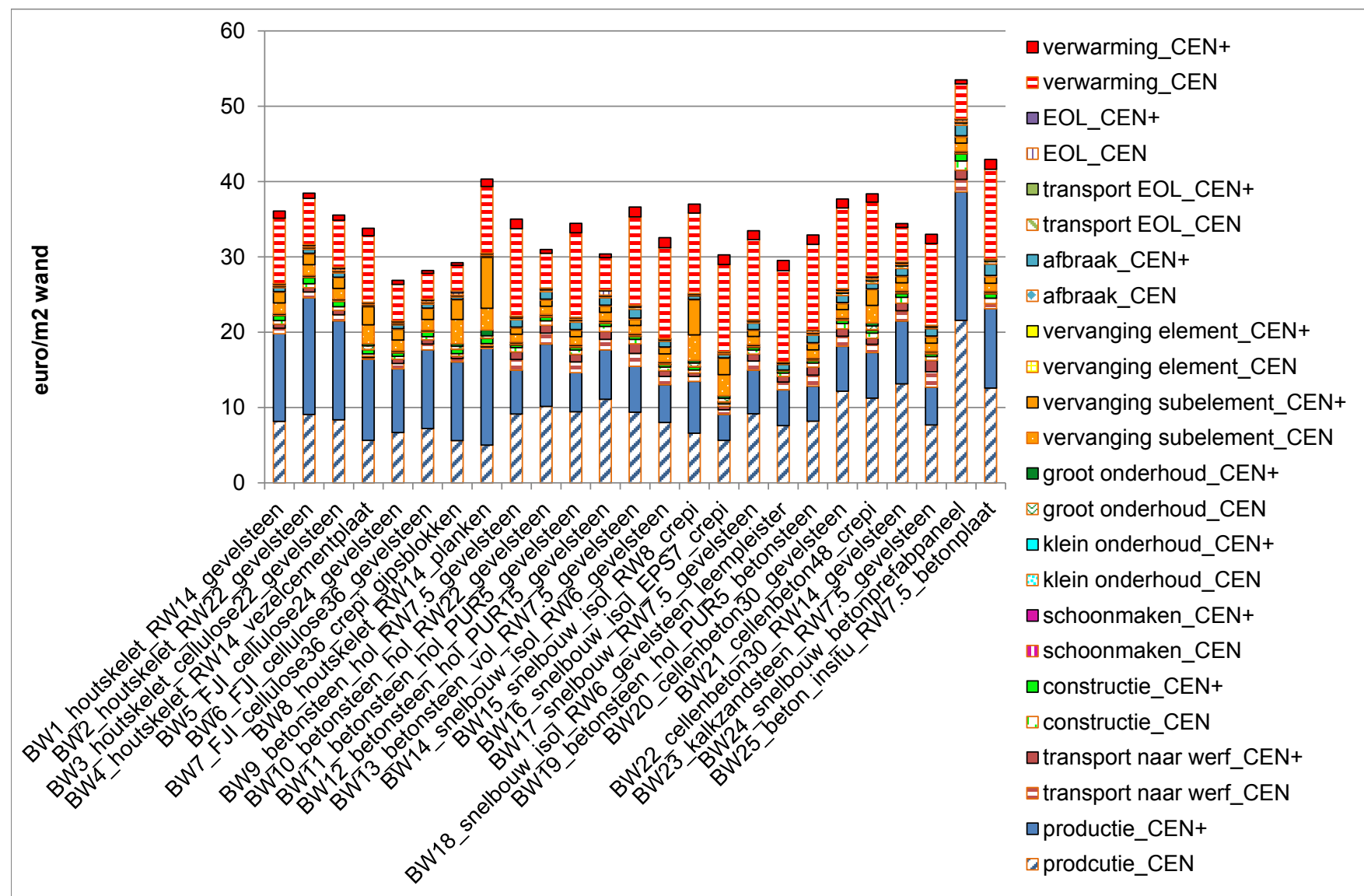
	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terres-trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m³
BW14 snelbouw isol RW6 gevelsteen	1,20E-05	1,61E-04	3,12E-07	1,36E-02	3,37E-01	4,63E-01	6,88E-03	1,44E-08	4,24E-08	3,83E-09	5,36E-01
BW15 snelbouw isol RW8 crepi	1,62E-05	2,64E-04	3,96E-07	1,47E-02	4,88E-01	6,06E-01	2,51E-02	2,17E-08	4,17E-08	4,85E-09	8,83E-01
BW16 snelbouw isol EPS7 crepi	1,23E-05	1,53E-04	3,29E-07	2,28E-02	9,08E-01	5,90E-01	2,51E-02	1,50E-08	2,83E-08	4,26E-09	6,96E-01
BW17 snelbouw RW7.5 gevelsteen	1,29E-05	1,75E-04	3,15E-07	1,39E-02	3,61E-01	4,75E-01	6,88E-03	1,54E-08	4,25E-08	3,84E-09	5,55E-01
BW18 snelbouw isol RW6 gevelsteen leem-pleister	9,74E-06	1,37E-04	2,69E-07	5,70E-03	2,63E-01	3,92E-01	3,69E-04	1,20E-08	4,01E-08	3,45E-09	3,88E-01
BW19 betonsteen hol PUR5 betonsteen	1,30E-05	1,66E-04	3,36E-07	1,47E-02	3,93E-01	4,86E-01	6,87E-03	1,90E-08	4,34E-08	5,09E-09	1,31E+00
BW20 cellenbeton30 gevelsteen	1,54E-05	1,85E-04	4,22E-07	1,49E-02	4,32E-01	5,48E-01	6,88E-03	1,96E-08	3,32E-08	4,94E-09	9,63E-01
BW21 cellenbeton48 crepi	1,70E-05	2,13E-04	4,64E-07	1,58E-02	5,08E-01	6,18E-01	2,54E-02	2,30E-08	2,01E-08	5,65E-09	1,21E+00
BW22 cellenbeton30 RW14 gevelsteen	1,58E-05	2,11E-04	3,81E-07	1,45E-02	4,58E-01	5,14E-01	6,88E-03	2,03E-08	2,64E-08	4,30E-09	9,82E-01
BW23 kalkzandsteen RW7.5 gevelsteen	1,23E-05	1,76E-04	3,18E-07	1,56E-02	3,58E-01	4,83E-01	6,88E-03	1,78E-08	4,73E-08	5,16E-09	8,62E-01
BW24 snelbouw betonprefabpaneel	3,70E-05	3,54E-04	4,97E-07	2,06E-02	1,24E+00	1,28E+00	6,51E-03	3,14E-08	5,13E-08	2,88E-09	1,85E+00
BW25 beton insitu RW7.5 betonplaat	2,88E-05	2,61E-04	4,08E-07	1,73E-02	8,36E-01	9,75E-01	6,51E-03	2,26E-08	4,86E-08	2,93E-09	1,62E+00



Figuur E 2: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten 'buitenwand', uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen de zuiver materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.

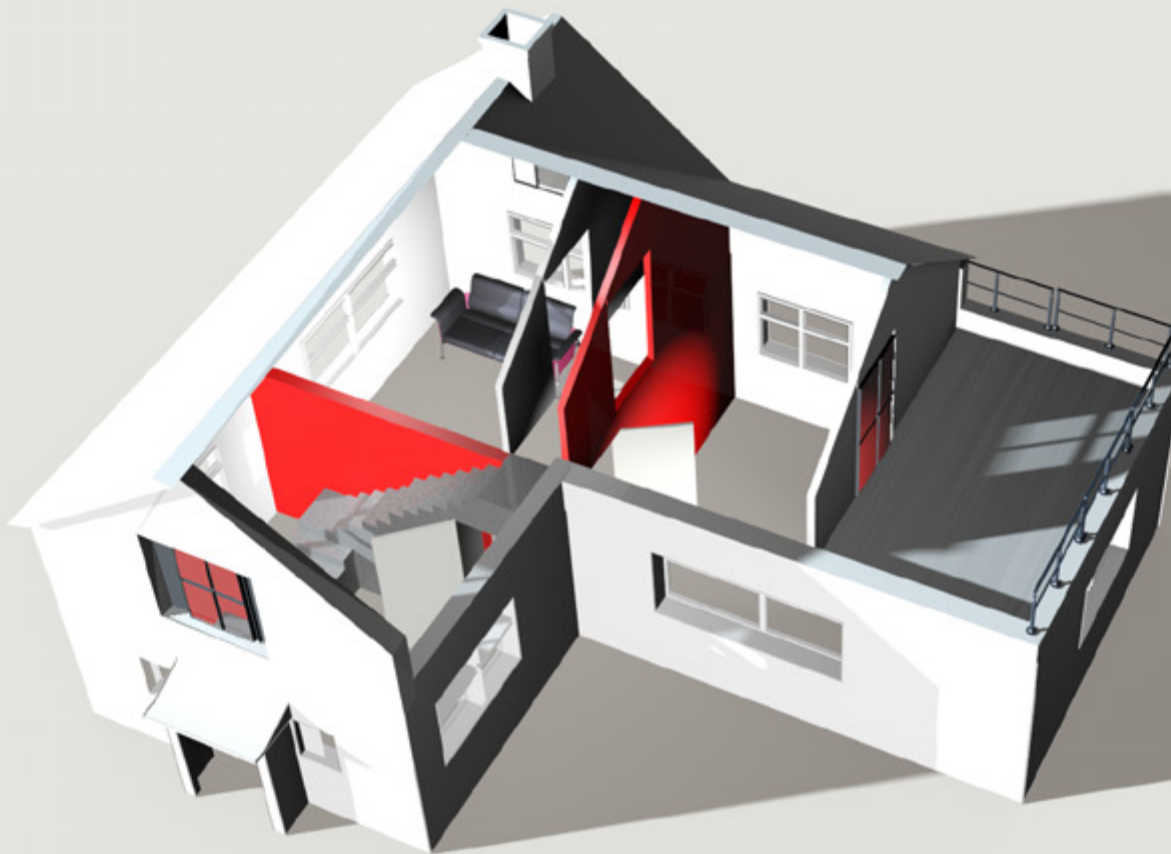


Figuur I 2: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'buitenwand' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur L 2: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'buitenwand' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.3.3 Dragende binnenwanden



Tabel V 3: overzicht van de samenstelling van de varianten “dragende binnenwand”

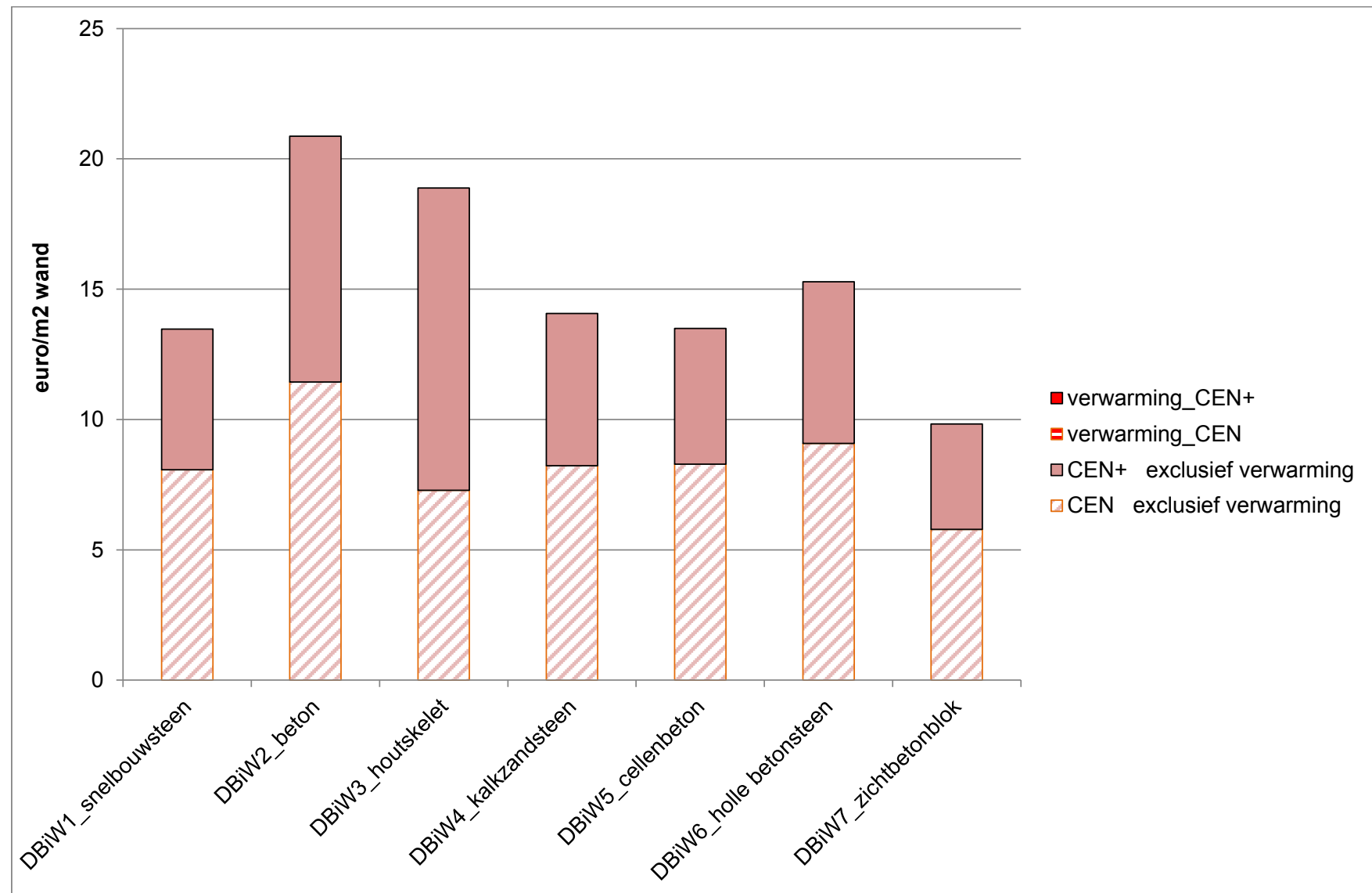
(22)+ binnenwand (dragend):milieu-impact per m² wand, 7 types dragend							
1	DBiW1_snelbouwsteen	acrylverf	gipspleister	snelbouwsteen (gemetst) 14cm klei	gipspleister	acrylverf	dragend
2	DBiW2_beton	acrylverf	gipspleister	beton (in situ) 14cm nieuw	gipspleister	acrylverf	dragend
3	DBiW3_houtskelet	acrylverf	gipspleister	houtskelet (14 cm, gevuld met glaswol)	gipspleister	acrylverf	dragend
4	DBiW4_kalkzandsteen	acrylverf	gipspleister	kalkzandsteen (gelijmd) 14cm	gipspleister	acrylverf	dragend
5	DBiW5_cellenbeton	acrylverf	gipspleister	cellenbeton 15 cm	gipspleister	acrylverf	dragend
6	DBiW6_holle betonsteen	acrylverf	gipspleister	holle betonsteen 14cm	gipspleister	acrylverf	dragend
7	DBiW7_zichtbetonblok	/	/	zichtblokken (beton)	/	/	dragend

Tabel CEN 3: overzicht van de individuele CEN indicatoren voor de varianten 'dragende binnenwanden'

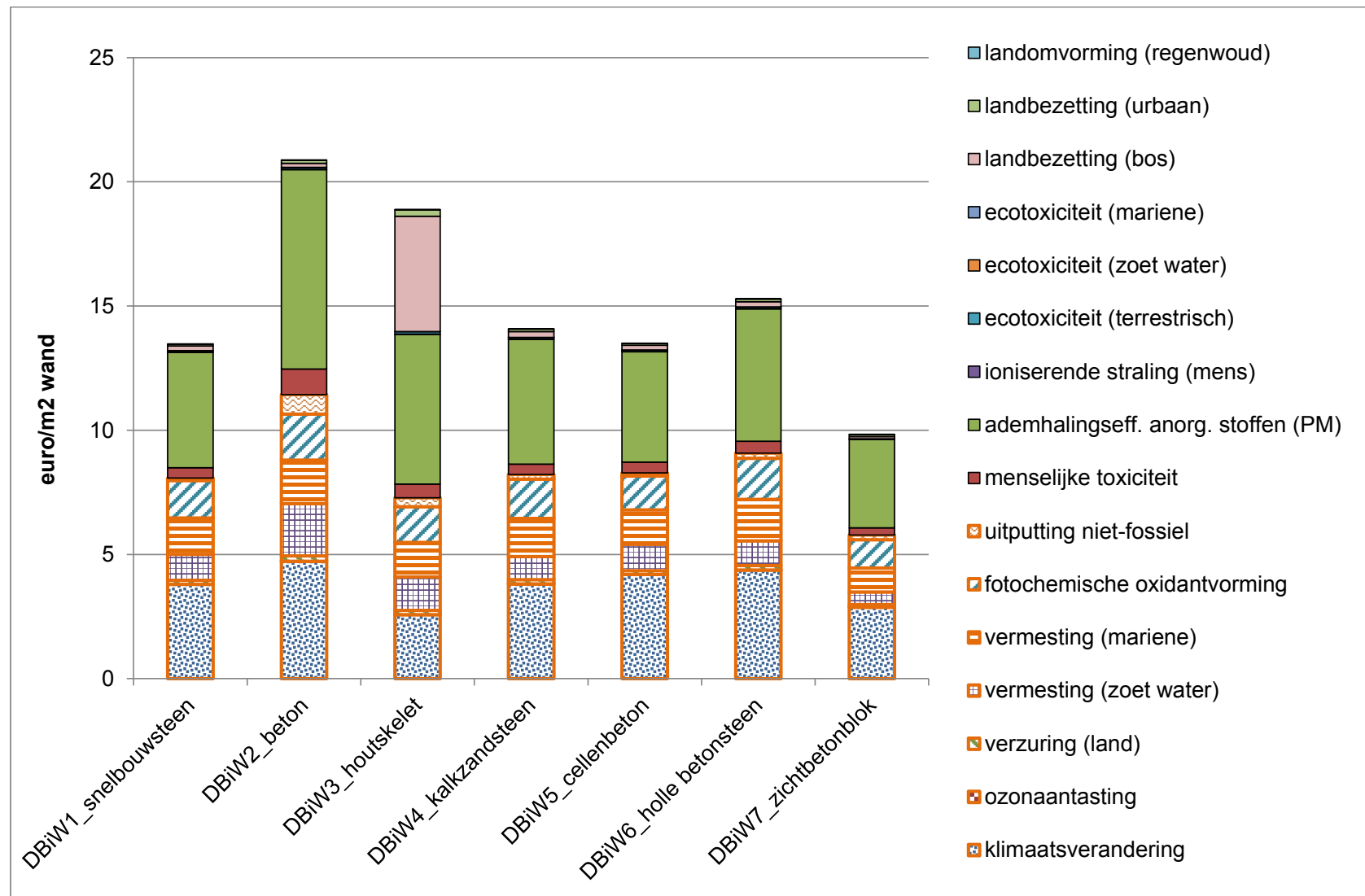
	klimaat- verandering	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
Dragende Binnenwand							
DBiW1_snelbouwsteen	7,03E+01	6,20E-06	2,27E-01	7,67E-02	1,22E-02	1,44E-04	7,91E+02
DBiW2_beton	8,66E+01	5,94E-06	2,87E-01	1,17E-01	2,12E-02	1,75E-04	9,28E+02
DBiW3_houtskelet	4,99E+01	5,92E-06	2,36E-01	9,28E-02	1,22E-02	1,07E-03	7,67E+02
DBiW4_kalkzandsteen	7,09E+01	7,19E-06	2,32E-01	7,57E-02	1,27E-02	2,06E-04	8,07E+02
DBiW5_cellenbeton	7,72E+01	6,21E-06	2,19E-01	7,60E-02	1,12E-02	2,26E-04	7,51E+02
DBiW6_holle betonsteen	8,02E+01	5,66E-06	2,47E-01	8,01E-02	1,06E-02	2,02E-04	7,08E+02
DBiW7_zichtbetonblok	4,91E+01	2,77E-06	1,29E-01	3,74E-02	4,77E-03	1,18E-04	3,30E+02

Tabel CEN+ 3: overzicht van de individuele CEN+ indicatoren voor de varianten 'dragende binnenwand'

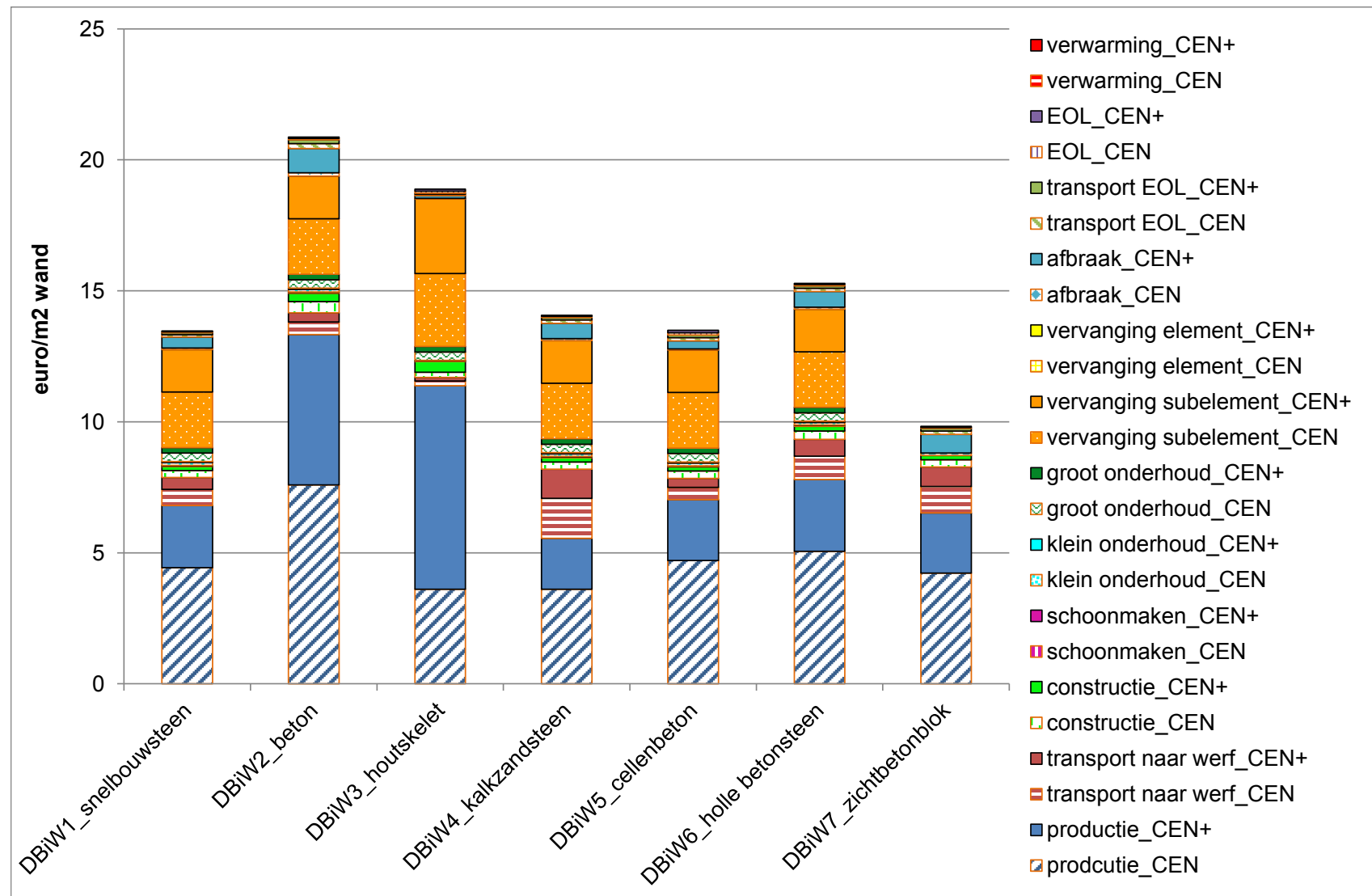
	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terres-trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m³
Dragende Binnenwand											
DBiW1_snelbouwsteen	7,95E-06	9,33E-05	1,47E-07	1,76E-02	2,36E-01	2,36E-01	1,30E-02	8,93E-09	1,27E-08	1,58E-09	4,18E-01
DBiW2_beton	1,82E-05	1,58E-04	2,15E-07	2,01E-02	5,39E-01	5,48E-01	1,30E-02	1,43E-08	1,75E-08	1,24E-09	1,08E+00
DBiW3_houtskelet	1,06E-05	1,16E-04	2,00E-07	2,73E-02	4,00E-01	4,11E-01	1,30E-02	3,05E-08	2,98E-08	7,47E-09	4,17E-01
DBiW4_kalkzandsteen	7,96E-06	1,02E-04	1,58E-07	1,96E-02	2,48E-01	2,58E-01	1,30E-02	1,19E-08	1,84E-08	2,98E-09	7,37E-01
DBiW5_cellenbeton	8,25E-06	8,94E-05	1,82E-07	1,75E-02	2,47E-01	2,45E-01	1,30E-02	9,90E-09	6,05E-09	1,84E-09	5,86E-01
DBiW6_holle betonsteen	9,02E-06	1,08E-04	1,83E-07	1,81E-02	2,57E-01	2,60E-01	1,30E-02	1,30E-08	1,66E-08	2,52E-09	8,84E-01
DBiW7_zichtbetonblok	4,90E-06	7,04E-05	1,02E-07	2,80E-03	1,25E-01	1,34E-01	2,91E-08	8,90E-09	1,25E-08	2,20E-09	5,60E-01



Figuur E 3: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten 'dragende binnenwand', uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen zuiver de materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.

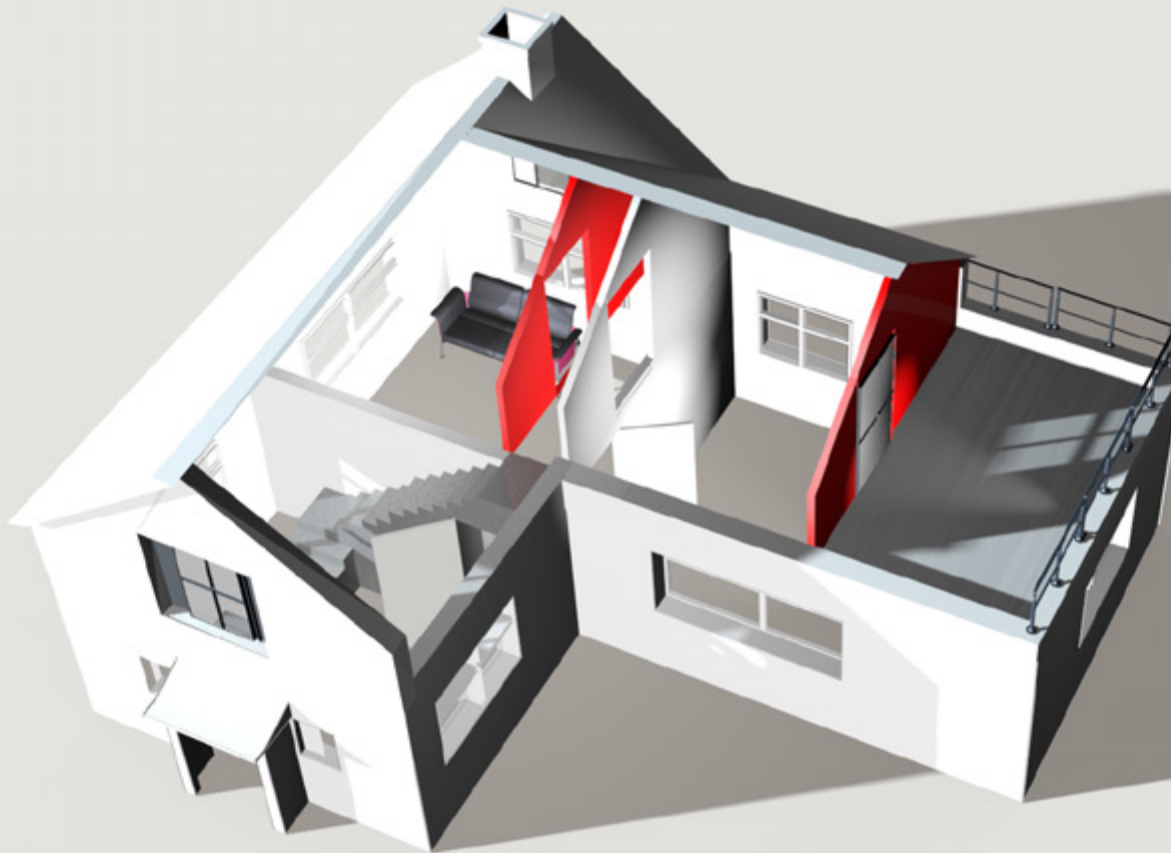


Figuur I 3: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'dragende binnenwand' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur L 3: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'dragende binnenwand' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.3.4 Niet-dragende binnenwanden



Tabel V 4: overzicht van de samenstelling van de varianten "niet-dragende binnenwand"

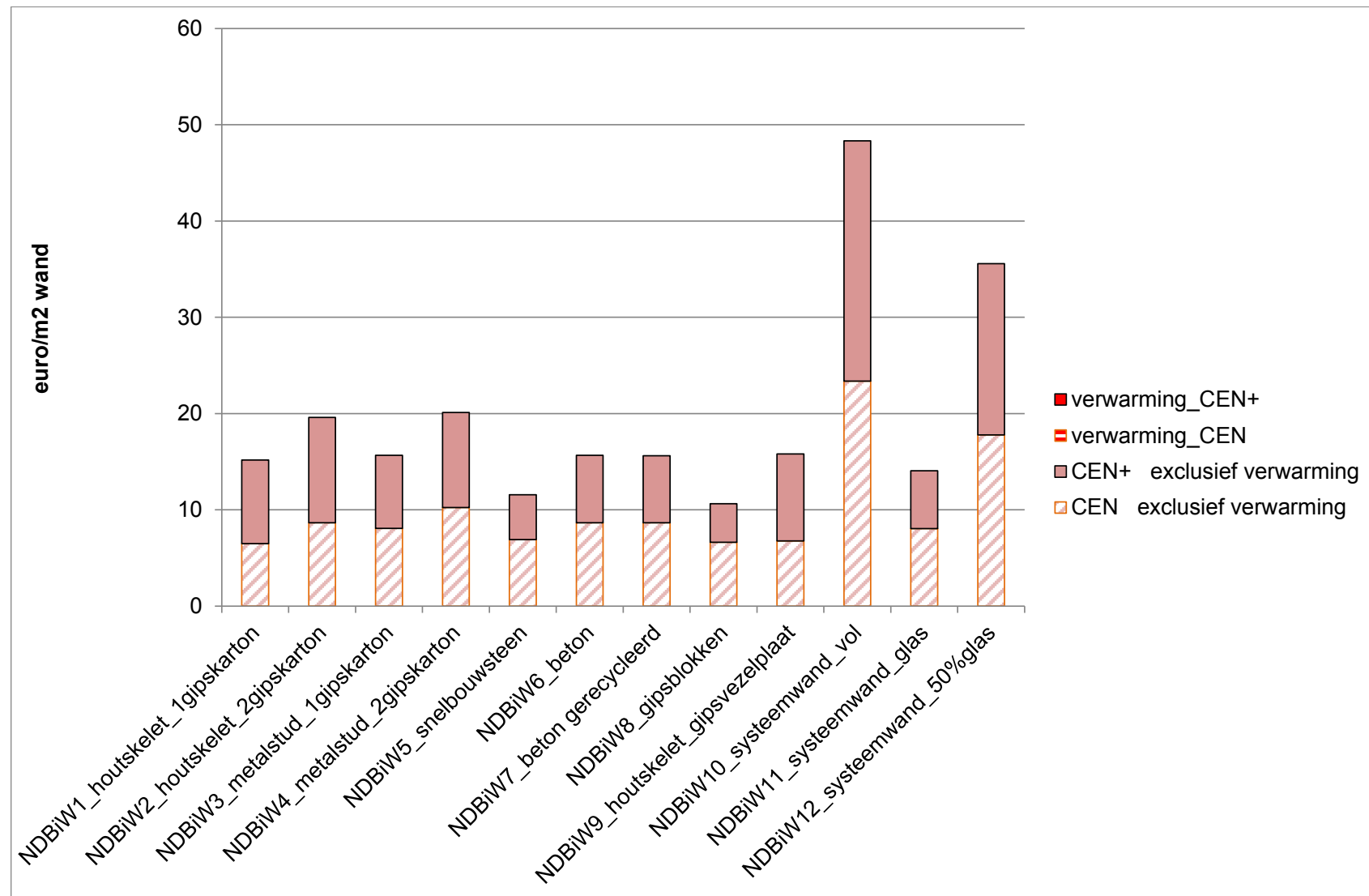
(22)+ binnenwand (niet-dragend): milieu-impact per m² wand / 12 types							
1	NDBiW1 houtskelet 1gipskarton	acrylverf	gipskarton (1laag)	houtskelet (10 cm, gevuld met glaswol)	gipskarton (1 laag)	acrylverf	niet-dragend
2	NDBiW2 houtskelet 2gipskarton	acrylverf	gipskarton (2lagen)	houtskelet (10 cm, gevuld met glaswol)	gipskarton (2 lagen)	acrylverf	niet-dragend
3	NDBiW3 metalstud 1gipskarton	acrylverf	gipskarton (1laag)	metal-stud (10 cm, gevuld met glaswol)	gipskarton (1 laag)	acrylverf	niet-dragend
4	NDBiW4 metalstud 2gipskarton	acrylverf	gipskarton (2lagen)	metal-stud (10 cm, gevuld met glaswol)	gipskarton (2 lagen)	acrylverf	niet-dragend
5	NDBiW5 snelbouwsteen	acrylverf	gipspleister	snelbouwsteen (gemetst) 9cm klei	gipspleister	acrylverf	niet-dragend
6	NDBiW6 beton	acrylverf	gipspleister	beton (in situ) 9cm nieuw	gipspleister	acrylverf	niet-dragend
7	NDBiW7 beton gerecycleerd	acrylverf	gipspleister	beton (in situ) 9cm 100% recycl	gipspleister	acrylverf	niet-dragend
8	NDBiW8 gipsblokken	acrylverf	Systeemwand volle panelen				niet-dragend
9	NDBiW9 houtskelet gipsvezelplaat	acrylverf	Systeemwand 100% beglaasd				niet-dragend
10	NDBiW10 systeemwand vol	acrylverf	gipspleister	gipsblokken: 10 cm	gipspleister	acrylverf	niet-dragend
11	NDBiW11 systeemwand glas	acrylverf	gipsvezelplaat	houtskelet (10 cm, gevuld met glaswol)	gipsvezelplaat	acrylverf	niet-dragend
12	NDBiW12 systeemwand 50%glas	acrylverf	Systeemwand 50% beglaasd			acrylverf	niet-dragend

Tabel CEN 4: overzicht van de individuele CEN indicatoren voor de varianten 'niet-dragende binnenwand'

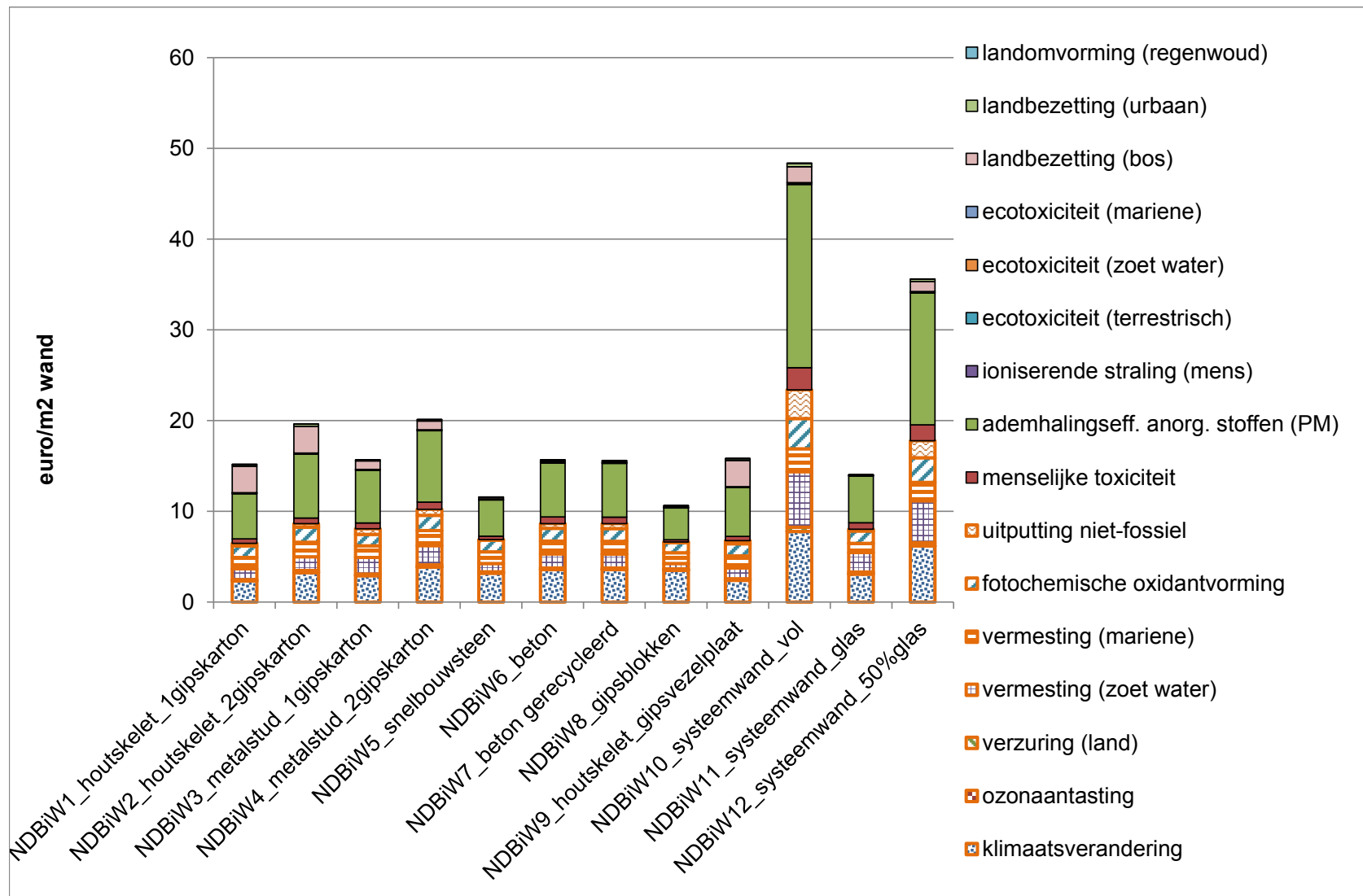
	klimaats- verandering	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
niet dragende binnenwand							
NDBiW1 houtskelet 1gipskarton	4,57E+01	5,46E-06	2,14E-01	8,21E-02	1,10E-02	1,00E-03	7,08E+02
NDBiW2 houtskelet 2gipskarton	6,42E+01	7,59E-06	2,78E-01	1,03E-01	1,37E-02	1,71E-03	9,62E+02
NDBiW3 metalstud 1gipskarton	5,55E+01	6,18E-06	2,44E-01	1,02E-01	1,47E-02	1,17E-03	8,50E+02
NDBiW4 metalstud 2gipskarton	7,40E+01	8,31E-06	3,09E-01	1,23E-01	1,74E-02	1,88E-03	1,10E+03
NDBiW5 snelbouwsteen	6,02E+01	5,42E-06	2,02E-01	6,89E-02	1,06E-02	1,33E-04	6,93E+02
NDBiW6 beton	6,71E+01	4,96E-06	2,31E-01	9,21E-02	1,58E-02	1,50E-04	7,44E+02
NDBiW7 beton gerecycleerd	6,71E+01	4,97E-06	2,31E-01	9,19E-02	1,58E-02	1,50E-04	7,44E+02
NDBiW8 gipsblokken	6,61E+01	4,66E-06	1,95E-01	5,77E-02	1,00E-02	1,94E-03	4,89E+02
NDBiW9 houtskelet gipsvezelplaat	4,71E+01	5,85E-06	2,23E-01	8,41E-02	1,13E-02	1,14E-03	7,42E+02
NDBiW10 systeemwand vol	1,61E+02	1,29E-05	6,61E-01	3,35E-01	5,94E-02	1,05E-03	2,49E+03
NDBiW11 systeemwand glas	6,38E+01	3,74E-06	3,15E-01	1,08E-01	1,44E-02	1,81E-04	8,81E+02
NDBiW12 systeemwand 50%glas	1,27E+02	9,12E-06	5,62E-01	2,50E-01	4,21E-02	6,80E-04	1,96E+03

Tabel CEN+ 4: overzicht van de individuele CEN+ indicatoren voor de varianten 'niet-dragende binnenwand'

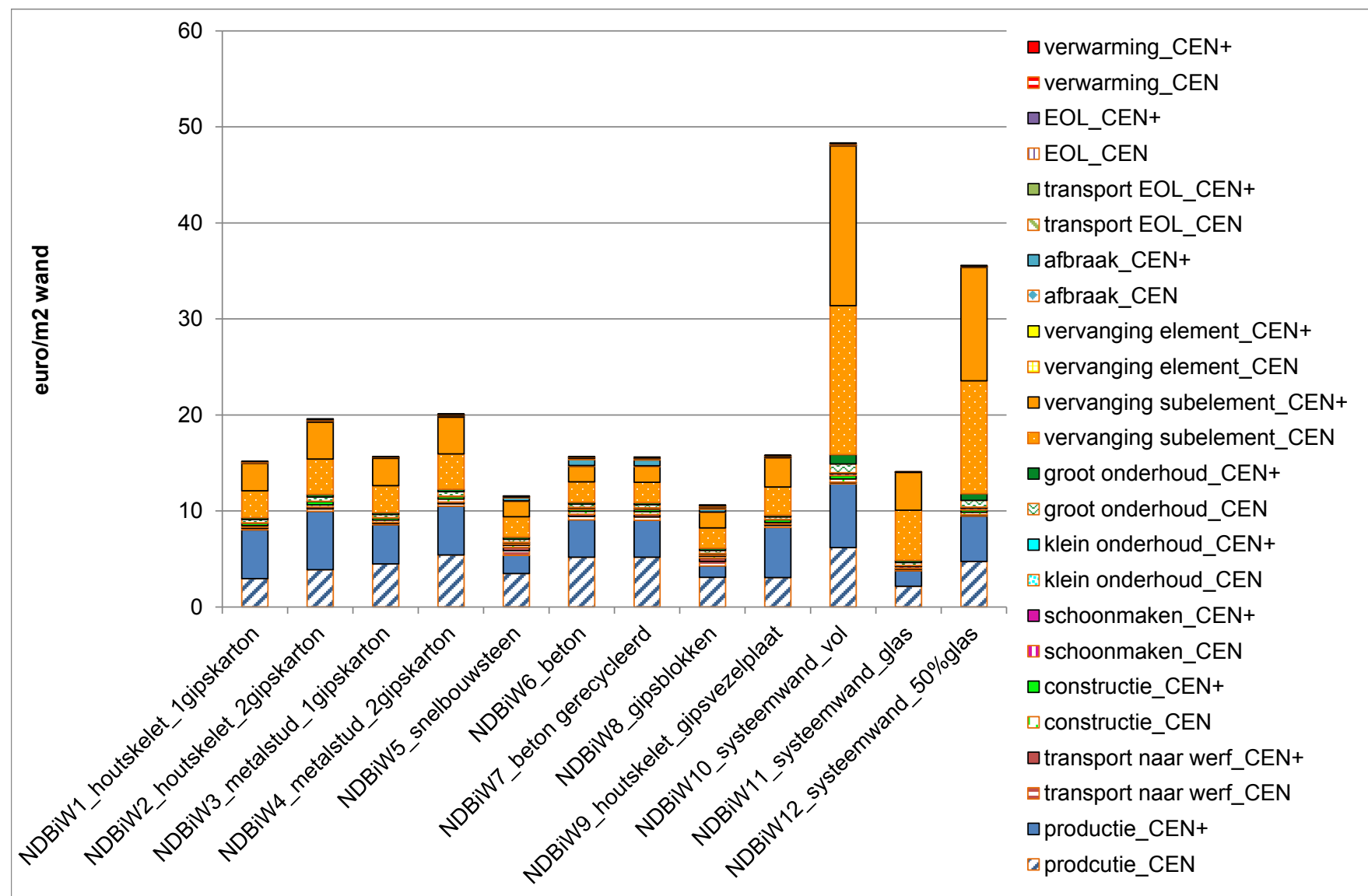
	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terres-trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m3
niet dragende binnenwand											
NDBiW1 houtskelet 1gipskarton	9,28E-06	9,79E-05	1,80E-07	2,54E-02	3,65E-01	3,75E-01	1,30E-02	2,38E-08	2,44E-08	7,00E-09	3,79E-01
NDBiW2 houtskelet 2gipskarton	1,16E-05	1,39E-04	2,45E-07	2,93E-02	4,59E-01	4,84E-01	1,63E-02	2,71E-08	2,81E-08	1,26E-08	5,04E-01
NDBiW3 metalstud 1gipskarton	1,22E-05	1,11E-04	2,26E-07	2,24E-02	4,72E-01	4,83E-01	1,30E-02	1,43E-08	1,74E-08	8,20E-09	4,97E-01
NDBiW4 metalstud 2gipskarton	1,45E-05	1,52E-04	2,91E-07	2,64E-02	5,67E-01	5,93E-01	1,63E-02	1,76E-08	2,11E-08	1,38E-08	6,23E-01
NDBiW5 snelbouwsteen	7,08E-06	8,10E-05	1,31E-07	1,71E-02	2,13E-01	2,12E-01	1,30E-02	7,85E-09	1,06E-08	1,35E-09	3,83E-01
NDBiW6 beton	1,33E-05	1,18E-04	1,69E-07	1,86E-02	3,99E-01	4,04E-01	1,30E-02	1,10E-08	1,30E-08	1,08E-09	8,03E-01
NDBiW7 beton gerecycleerd	1,33E-05	1,18E-04	1,66E-07	1,86E-02	3,98E-01	4,03E-01	1,30E-02	1,00E-08	1,17E-08	1,06E-09	6,42E-01
NDBiW8 gipsblokken	5,24E-06	7,40E-05	9,58E-08	1,67E-02	1,62E-01	1,60E-01	1,30E-02	7,60E-09	-1,07E-10	9,27E-10	4,36E-01
NDBiW9 houtskelet gipsvezelplaat	9,34E-06	1,06E-04	1,81E-07	2,56E-02	3,66E-01	3,81E-01	1,14E-02	2,44E-08	2,45E-08	1,68E-09	3,67E-01
NDBiW10 systeemwand vol	5,07E-05	4,18E-04	6,17E-07	4,47E-02	2,00E+00	2,08E+00	9,20E-02	4,65E-08	6,27E-08	1,45E-09	1,55E+00
NDBiW11 systeemwand glas	1,48E-05	1,07E-04	3,52E-07	5,03E-03	4,56E-01	4,53E-01	1,94E-02	5,11E-09	1,19E-08	1,04E-09	5,12E-01
NDBiW12 systeemwand 50%glas	3,64E-05	3,00E-04	5,23E-07	3,83E-02	1,40E+00	1,42E+00	6,29E-02	3,01E-08	4,19E-08	1,66E-09	1,85E+00



Figuur E 4: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten 'niet-dragende binnenwand', uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen zuiver de materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.

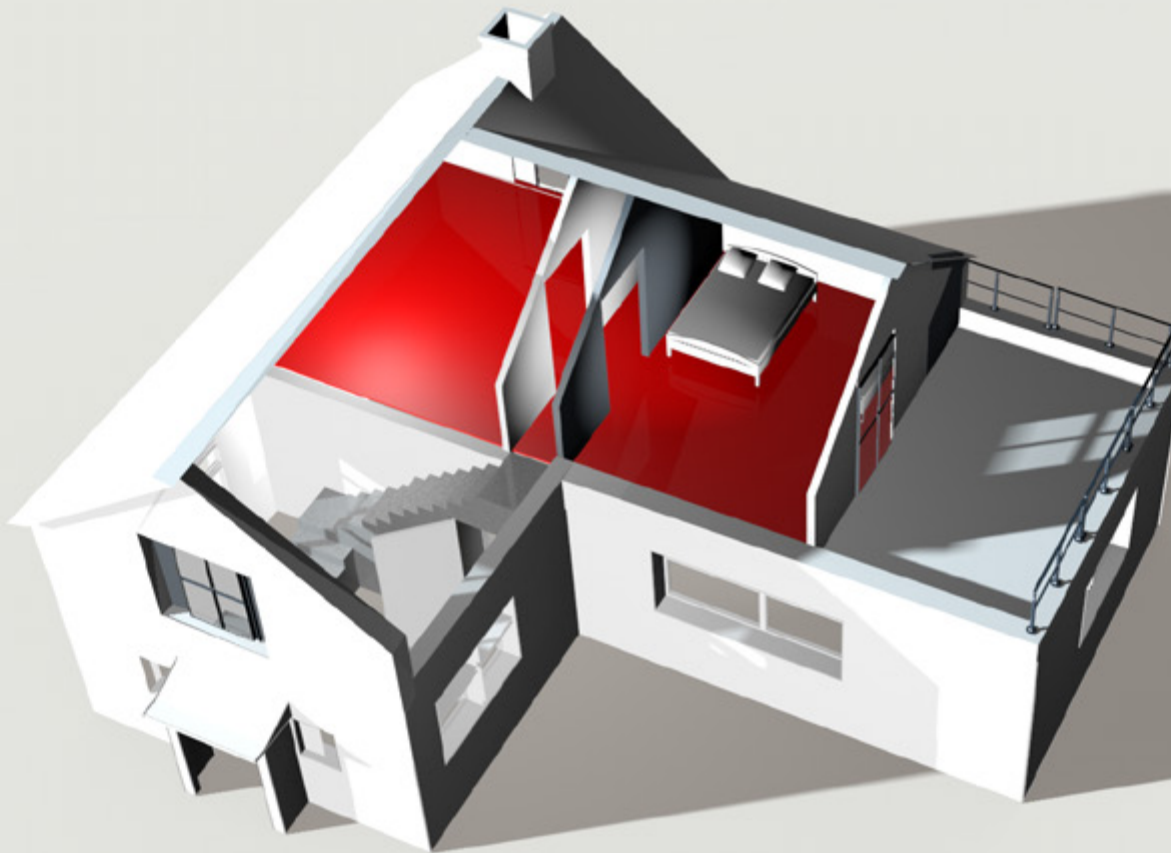


Figuur I 4: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'niet-dragende binnenwand' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur L 4: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere bouwelementvarianten 'niet-dragende binnenwand' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.3.5 Verdiepingsvloer



Tabel V 5: overzicht van de samenstelling van de varianten 'verdiepingsvloer'

(23)+ verdiepingsvloer: milieu-impact per m ² vloer, 16 types (van onder naar boven =>)						
1	VV1 beton tegels	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	cement chappe	tegels gebakken aarde
2	VV2 beton linoleum	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	cement chappe	linoleum
3	VV3 beton staalplaat linoleum	acrylverf	gipskarton+isolatie (op metalen onderstructuur)	beton+verloren stalen bekisting	cement chappe	linoleum
4	VV4 potten en balken (klei) tegels	acrylverf	gipspleister	15 cm potten en balken	cement chappe	tegels gebakken aarde
5	VV5 beton parket	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	cement chappe	parket
6	VV6 welfsels16.5 NVG linoleum	acrylverf	gipspleister	welfsels (niet voorgespannen)	cement chappe	linoleum
7	VV7 welfsels12 VG linoleum	acrylverf	gipspleister	welfsels (voorgespannen)	cement chappe	linoleum
8	VV8 beton kurk	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	cement chappe	kurk
9	VV9 welfsels12 VG linoleum rotswolplaten	/	verlaagd plafond: rotswolplaten op metalen onderstructuur	welfsels (voorgespannen)	cement chappe	linoleum
10	VV10 hout RW03 parket	acrylverf	gipskarton op houten onderstructuur	houten balken (22 cm) + osb + RW (3 cm)		parket
11	VV11 beton laminaat	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	cement chappe	laminaat
12	VV12 welfsels12 VG RW3 tegels	acrylverf	gipspleister	welfsels (voorgespannen)	cement chappe	tegels gebakken aarde
13	VV13 welfsels12 VG RW3 tapijt	acrylverf	gipspleister + RW isolatie	welfsels (voorgespannen)	cement chappe	tapijt
14	VV14 houtRW22 RW3 tegels	acrylverf	gipskarton op houten onderstructuur	houten balken (22 cm) + osb + RW (3 cm)	cement chappe	tegels gebakken aarde
15	VV15 houtRW22 RW3 droge dekvloer tegels	acrylverf	gipskarton op houten onderstructuur	houten balken (22 cm) + osb + RW (3 cm)	droge dekvloer	tegels gebakken aarde
16	VV16 welfsels12 VG RW3 laminaat	acrylverf	gipspleister	welfsels (voorgespannen)	cement chappe	laminaat

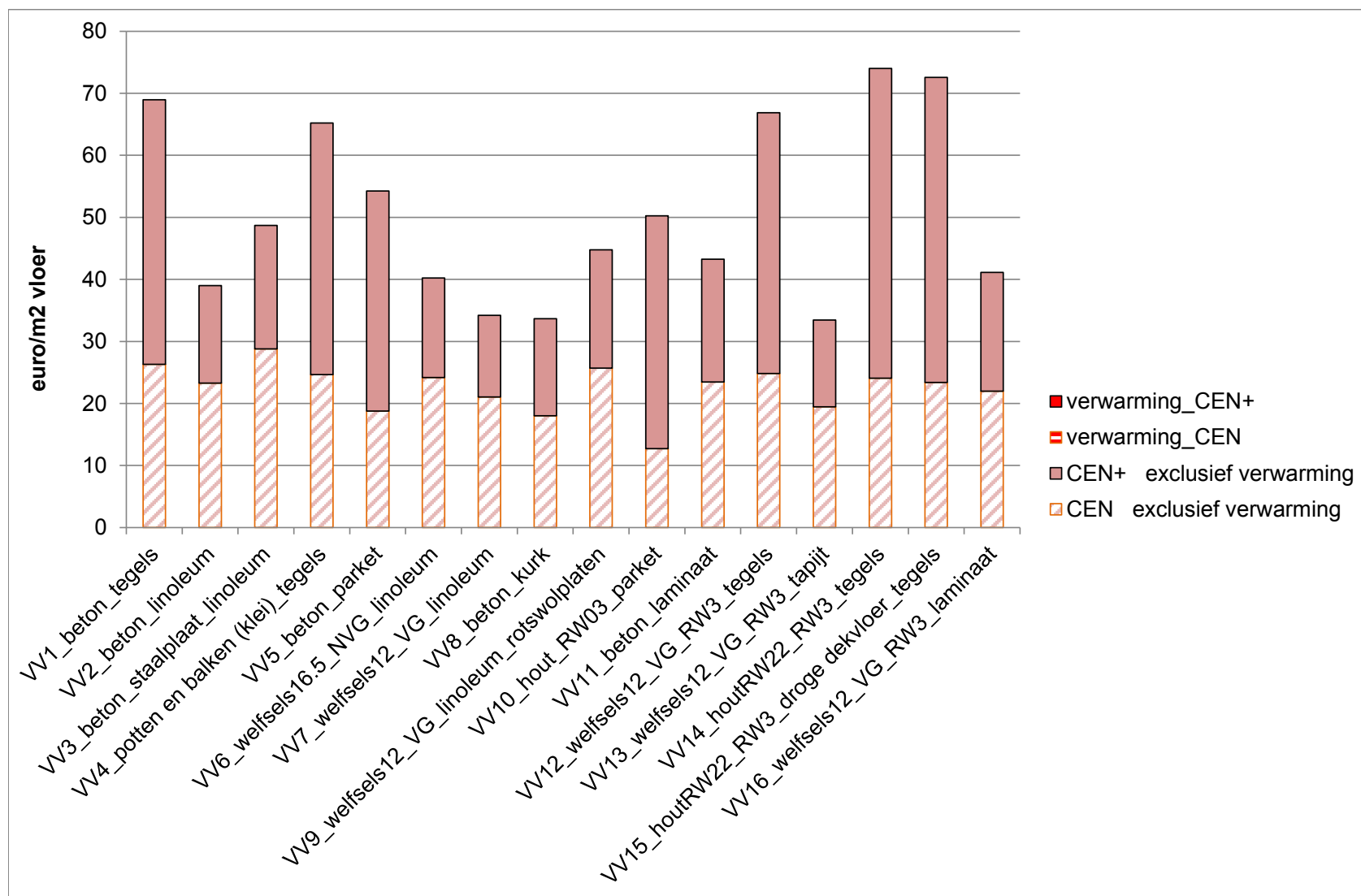
Tabel CEN 5: overzicht van de individuele CEN indicatoren voor de varianten 'verdiepingsvloer'

	klimaats- verander-ing	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
Verdiepingsvloer							
VV1_beton_tegels	2,16E+02	1,39E-05	7,01E-01	2,58E-01	5,07E-02	1,84E-03	3,98E+03
VV2_beton_linoleum	1,91E+02	1,06E-05	6,42E-01	2,77E-01	4,00E-02	7,18E-04	3,53E+03
VV3_beton_staalplaat_linoleum	2,14E+02	1,20E-05	7,29E-01	3,50E-01	5,36E-02	8,71E-04	3,92E+03
VV4_potten en balken (klei)_tegels	2,08E+02	1,42E-05	6,70E-01	2,38E-01	4,68E-02	1,82E-03	3,94E+03
VV5_beton_parket	1,50E+02	3,15E-04	4,74E-01	1,75E-01	2,80E-02	5,97E-04	1,87E+03
VV6_welfsels16.5_NVG_linoleum	2,00E+02	1,11E-05	6,58E-01	2,79E-01	4,05E-02	7,28E-04	3,57E+03
VV7_welfsels12_VG_linoleum	1,82E+02	1,02E-05	6,03E-01	2,47E-01	3,25E-02	7,05E-04	3,36E+03
VV8_beton_kurk	1,55E+02	1,10E-05	4,73E-01	2,05E-01	3,50E-02	4,58E-04	1,86E+03
VV9_welfsels12_VG_linoleum_rotswolplaten	2,04E+02	1,07E-05	7,01E-01	3,05E-01	4,59E-02	9,41E-04	3,68E+03
VV10_hout_RW03_parket	9,79E+01	3,14E-04	4,03E-01	1,42E-01	2,10E-02	6,81E-04	1,59E+03
VV11_beton_laminaat	2,06E+02	1,57E-04	7,83E-01	2,71E-01	3,57E-02	1,05E-03	2,77E+03
VV12_welfsels12_VG_RW3_tegels	2,12E+02	1,38E-05	6,98E-01	2,37E-01	4,52E-02	1,84E-03	3,89E+03
VV13_welfsels12_VG_RW3_tapijt	1,97E+02	1,12E-05	5,58E-01	1,81E-01	3,00E-02	8,76E-04	2,50E+03
VV14_houtRW22_RW3_tegels	1,89E+02	1,37E-05	7,32E-01	2,53E-01	4,89E-02	2,24E-03	3,95E+03
VV15_houtRW22_RW3_droge dekvloer_tegels	1,81E+02	1,39E-05	7,13E-01	2,50E-01	4,81E-02	2,54E-03	3,95E+03
VV16_welfsels12_VG_RW3_laminaat	2,02E+02	1,57E-04	7,80E-01	2,50E-01	3,02E-02	1,05E-03	2,67E+03

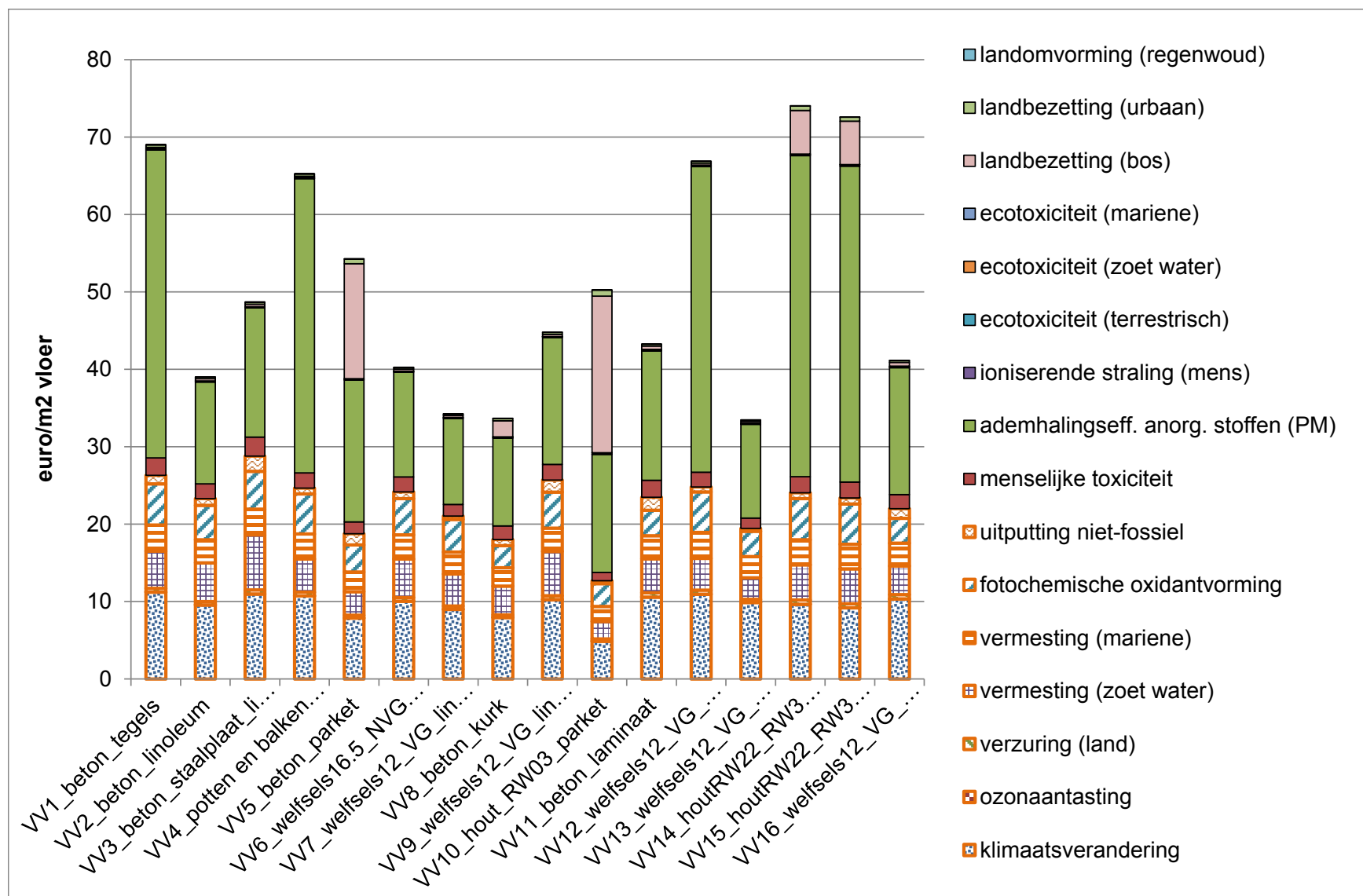
Tabel CEN+ 5: overzicht van de individuele CEN+ indicatoren voor de varianten 'verdiepingsvloer'

	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terrestrisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (marine)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m³
Verdiepingsvloer											
VV1 beton tegels	4,34E-05	7,15E-04	1,22E-06	2,26E-02	1,12E+00	1,17E+00	6,59E-03	3,50E-08	5,05E-08	1,82E-09	3,83E+00
VV2 beton linoleum	3,86E-05	2,74E-04	1,17E-06	2,22E-02	1,08E+00	1,07E+00	6,51E-03	2,43E-08	3,80E-08	1,58E-09	5,08E+00
VV3 beton staalplaat linoleum	4,74E-05	3,27E-04	1,30E-06	2,43E-02	1,48E+00	1,47E+00	6,51E-03	3,25E-08	4,62E-08	1,59E-09	5,30E+00
VV4 potten en balken (klei) tegels	3,83E-05	6,79E-04	1,18E-06	2,12E-02	9,66E-01	1,02E+00	6,59E-03	3,16E-08	4,75E-08	1,93E-09	3,37E+00
VV5 beton parket	2,87E-05	3,57E-04	1,01E-06	3,55E-02	1,44E+00	1,15E+00	6,83E-03	7,21E-08	6,79E-08	1,46E-09	1,60E+00
VV6 welfsels16.5 NVG linoleum	3,86E-05	2,79E-04	1,17E-06	2,24E-02	1,08E+00	1,07E+00	6,51E-03	2,46E-08	3,91E-08	1,63E-09	5,08E+00
VV7 welfsels12 VG linoleum	3,15E-05	2,38E-04	1,13E-06	2,05E-02	8,67E-01	8,47E-01	6,51E-03	2,17E-08	3,55E-08	1,53E-09	4,87E+00
VV8 beton kurk	3,42E-05	2,31E-04	1,14E-06	3,23E-02	8,79E-01	9,17E-01	3,02E-02	3,56E-08	4,59E-08	1,35E-09	1,71E+00
VV9 welfsels12 VG linoleum rotswolplaten	4,15E-05	3,37E-04	1,24E-06	1,60E-02	1,39E+00	1,39E+00	9,79E-03	2,98E-08	4,74E-08	1,48E-09	5,15E+00
VV10 hout RW03 parket	2,13E-05	2,92E-04	9,61E-07	4,46E-02	9,64E-01	6,58E-01	6,14E-03	9,19E-08	8,14E-08	3,73E-09	8,25E-01
VV11 beton laminaat	4,30E-05	3,35E-04	1,17E-06	3,93E-02	1,54E+00	1,51E+00	4,94E-02	2,89E-08	5,84E-08	1,94E-09	3,56E+00

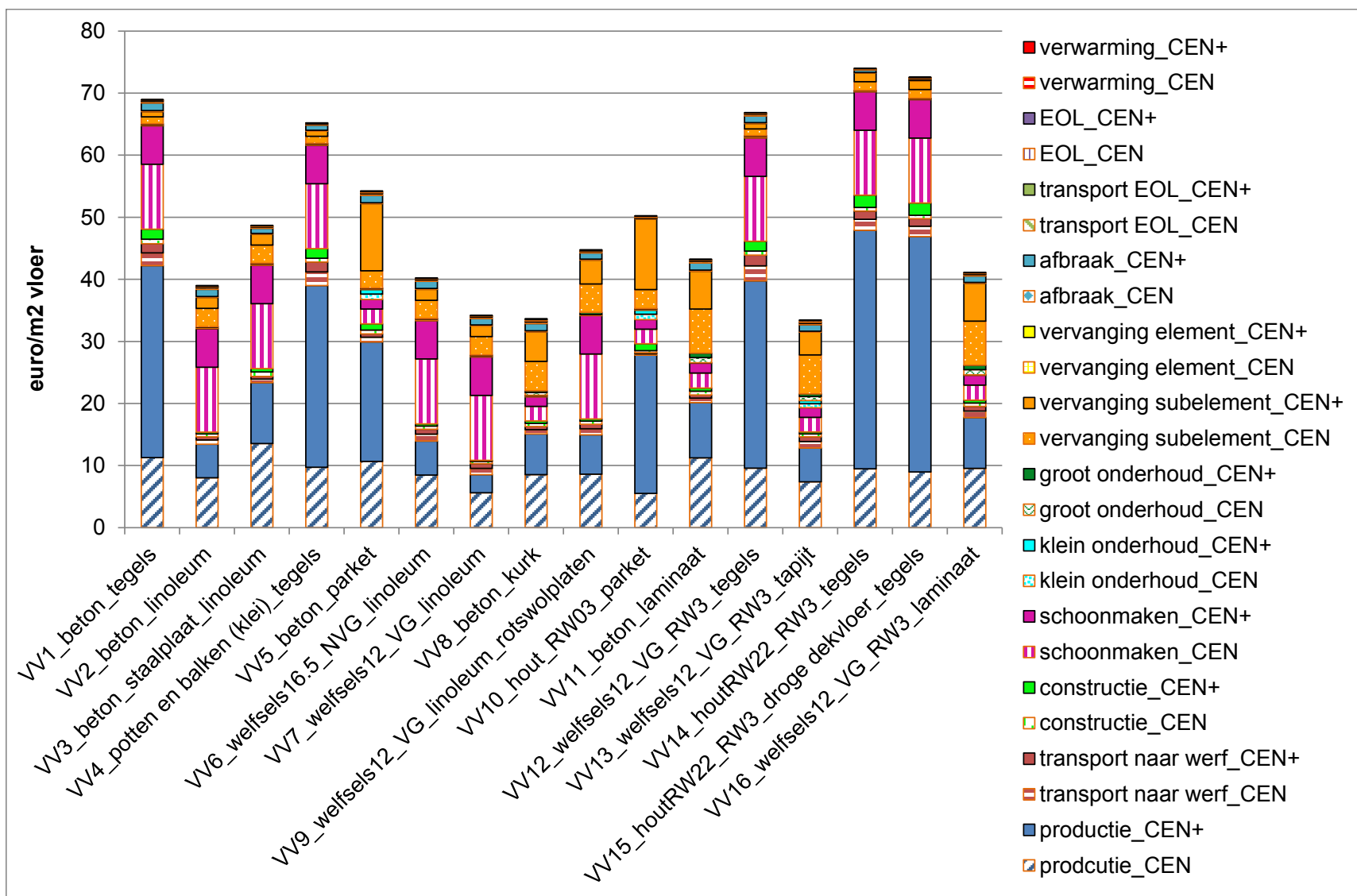
	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terres-trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m³
VV12 welfsels12 VG RW3 tegels	3,74E-05	7,08E-04	1,20E-06	2,12E-02	9,33E-01	9,81E-01	6,59E-03	3,40E-08	5,15E-08	1,92E-09	3,67E+00
VV13 welfsels12 VG RW3 tapijt	2,74E-05	2,46E-04	1,18E-06	2,91E-02	1,01E+00	9,96E-01	2,78E-02	2,12E-08	5,01E-08	2,49E-07	1,59E+00
VV14 houtRW22 RW3 tegels	4,05E-05	7,32E-04	1,23E-06	3,34E-02	1,06E+00	1,11E+00	5,90E-03	6,30E-08	7,71E-08	4,43E-09	3,29E+00
VV15 houtRW22 RW3 droge dekvloer tegels	4,00E-05	7,19E-04	1,23E-06	3,43E-02	1,05E+00	1,11E+00	5,90E-03	5,91E-08	6,90E-08	4,37E-09	3,17E+00
VV16 welfsels12 VG RW3 laminaat	3,70E-05	3,28E-04	1,16E-06	3,79E-02	1,36E+00	1,32E+00	4,94E-02	2,79E-08	5,95E-08	2,05E-09	3,41E+00



Figuur E 5: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten 'verdiepingsvloer', uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen zuiver de materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.

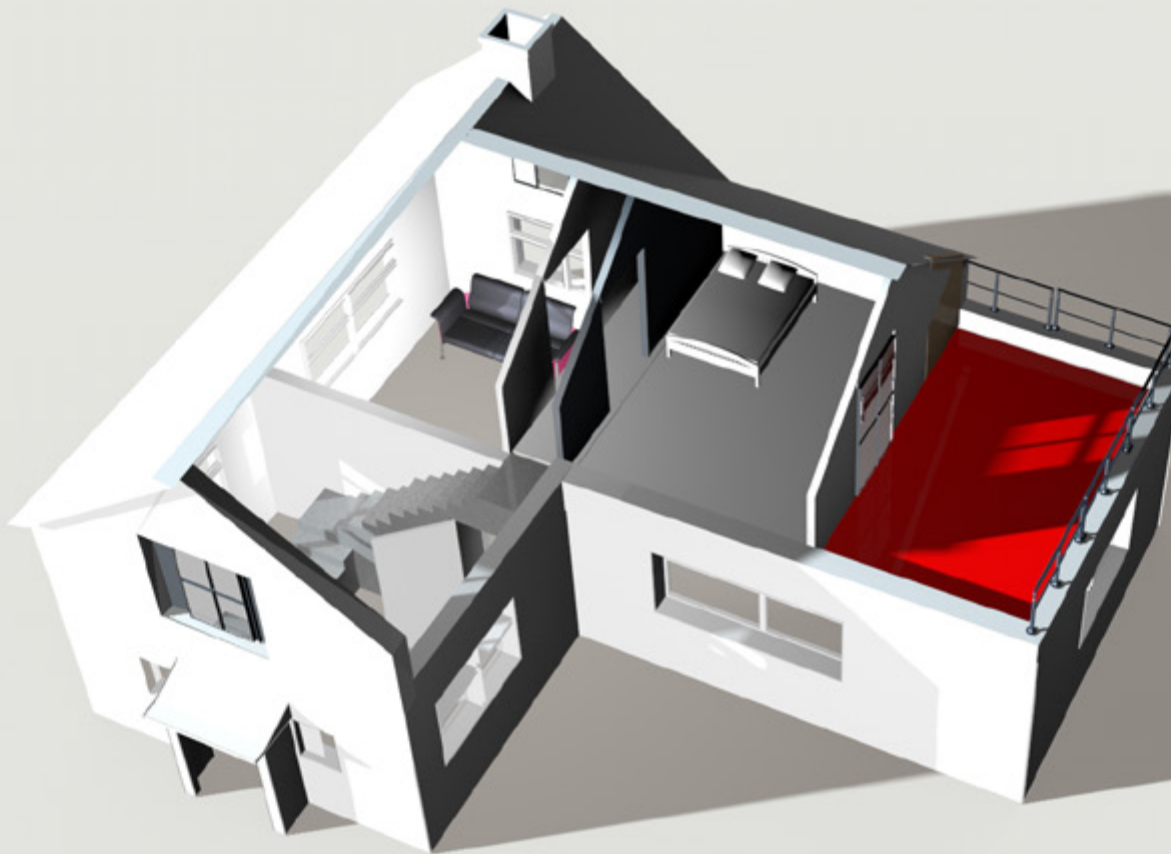


Figuur I 5: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'verdiepingsvloer' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur L 5: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'verdiepingsvloer' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.3.6 Plat dak



Tabel V 6: overzicht van de samenstelling van de varianten 'plat dak'

(27.1)+ plat dak: milieu-impact per m² dak, 3 types* (van binnen naar buiten =>)							
1	PD1 beton PUR10 EPDM	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,25)	EPDM
2	PD2 beton PUR17 EPDM	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	hellingsbeton	PUR3: 17 cm (U = 0,15)	EPDM
3	PD3 beton PUR10 bitumen	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,25)	bitumen
4	PD4 welfsels16.5 NVG PUR10 EPDM	acrylverf	gipspleister	welfsels (niet voorgespannen): 16,5 cm	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,25)	EPDM
5	PD5 welfsels12 VG PUR10 EPDM	acrylverf	gipspleister	welfsels (voorgespannen): 12 cm	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,25)	EPDM
6	PD6 beton PURafschot6.75 10.5 EPDM	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	/	PUR1 (afschotisolatie): 6,75 - 10,5 cm (U = 0,29)	EPDM
7	PD7 beton RWafschot6.11 14 EPDM	acrylverf	gipspleister	15cm beton nieuw	/	RW1: (afschotisolatie): 5 - 8 cm + 6 cm fixed (U = 0,3)	EPDM
8	PD8 pottenenbalken klei PUR10 EPDM	acrylverf	gipspleister	15 cm potten en balken klei (12+3 cm)	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,24)	EPDM
9	PD9 cellenbeton PUR6 EPDM	acrylverf	gipspleister	cellenbeton	hellingsbeton	PUR1: 6 cm (U = 0,30)	EPDM
10	PD10 TT PUR10 EPDM	acrylverf	gipskarton	TT profielen1: 33 cm	hellingsbeton	PUR1: 10 cm (U = 0,25)	EPDM
11	PD11 houtenbalken PUR10 EPDM	acrylverf	gipskarton	houten balken (22)	hellingsspieën	OSB+PUR1: 10 cm (U = 0,23)	EPDM
12	PD12 houtenbalken cellulose22 RW6 EPDM	acrylverf	gipskarton	houten balken (22) met cellulose	hellingsspieën	OSB + RW: 6cm	EPDM
13	PD13 FJI cellulose24 RW6 EPDM	acrylverf	gipskarton	FJI 24cm + cellulose	hellingsspieën	OSB + RW: 6 cm	EPDM

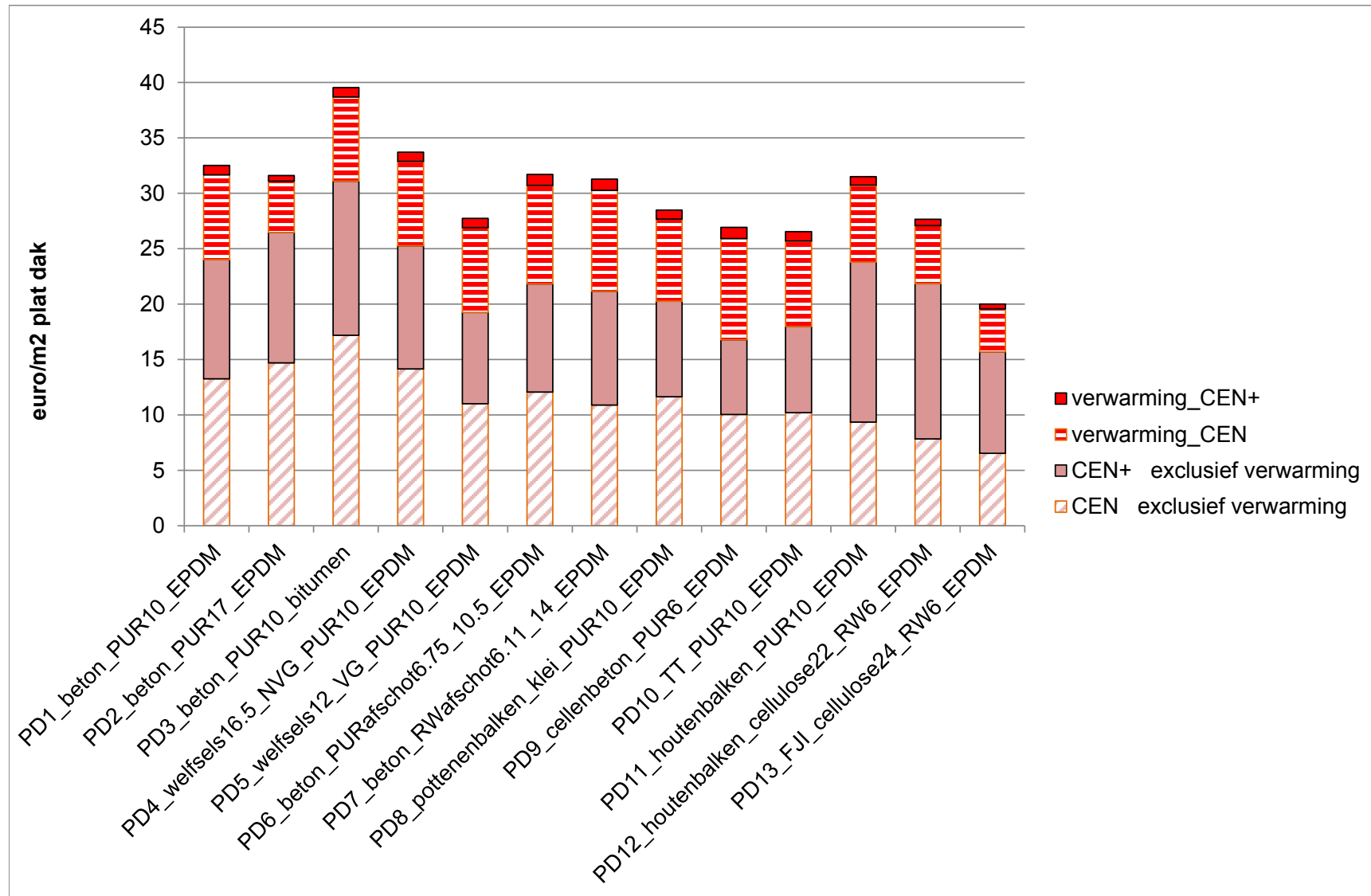
* dampscherm (VP40/15) wordt toegevoegd waar nodig

Tabel CEN 6: overzicht van de individuele CEN indicatoren voor de varianten 'plat dak'

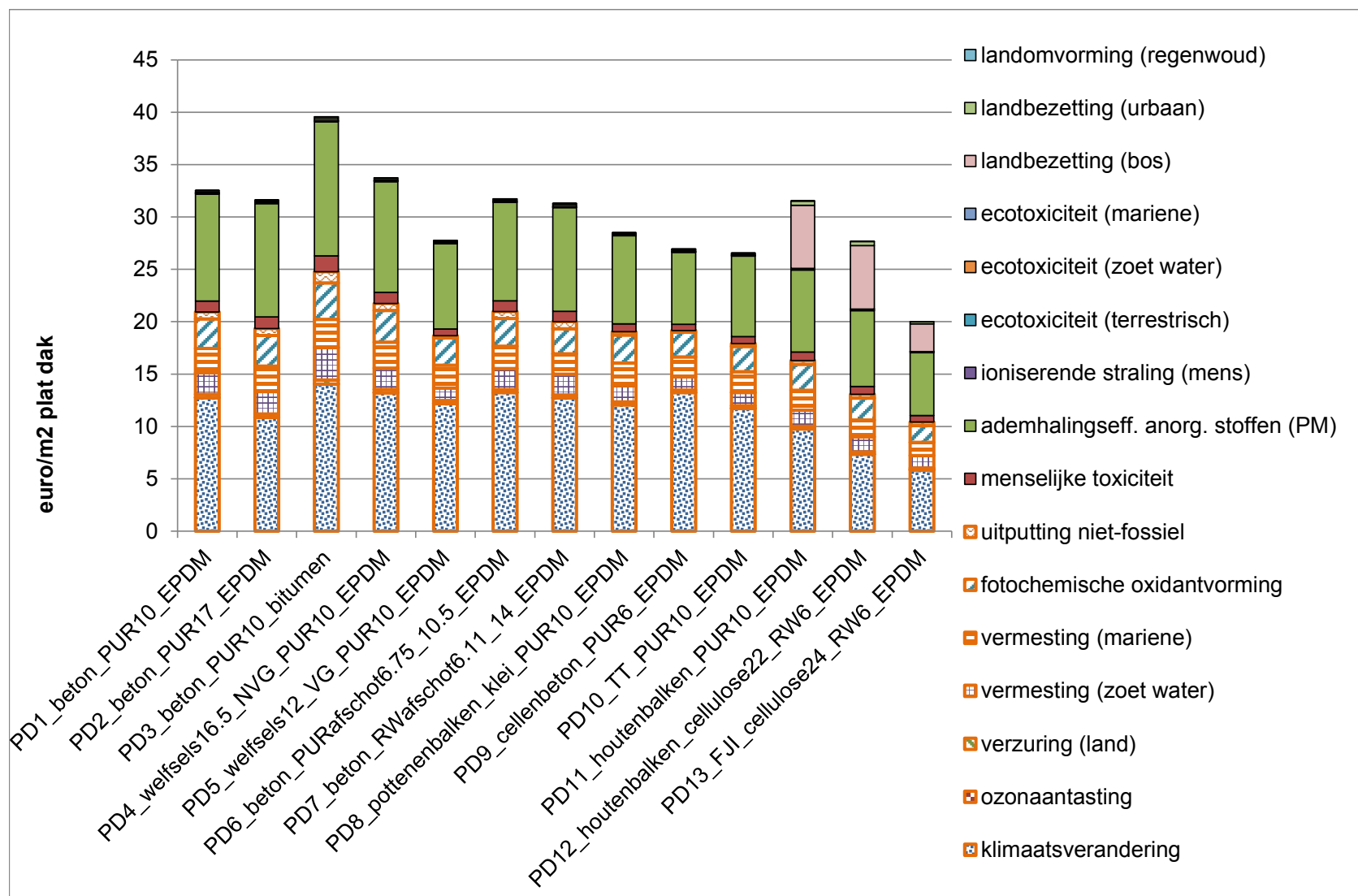
	klimaats- verandering	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
Plat dak							
PD1 beton PUR10 EPDM	2,59E+02	1,76E-05	4,06E-01	1,31E-01	3,70E-02	2,35E-04	3,91E+03
PD2 beton PUR17 EPDM	2,16E+02	1,38E-05	4,28E-01	1,37E-01	3,72E-02	2,46E-04	3,10E+03
PD3 beton PUR10 bitumen	2,84E+02	2,46E-05	5,19E-01	1,81E-01	4,58E-02	5,75E-04	4,81E+03
PD4 welfsels16.5 NVG PUR10 EPDM	2,67E+02	1,80E-05	4,22E-01	1,33E-01	3,74E-02	2,45E-04	3,93E+03
PD5 welfsels12 VG PUR10 EPDM	2,50E+02	1,72E-05	3,66E-01	1,01E-01	2,95E-02	2,22E-04	3,73E+03
PD6 beton PURafschot6.75 10.5 EPDM	2,72E+02	1,86E-05	3,81E-01	1,25E-01	3,70E-02	2,21E-04	4,21E+03
PD7 beton RWafschot6.11 14 EPDM	2,62E+02	1,83E-05	3,61E-01	1,19E-01	3,33E-02	1,94E-04	4,06E+03
PD8 pottenenbalken klei PUR10 EPDM	2,46E+02	1,76E-05	3,73E-01	1,11E-01	3,28E-02	2,18E-04	3,79E+03
PD9 cellenbeton PUR6 EPDM	2,73E+02	1,98E-05	3,35E-01	9,60E-02	2,92E-02	2,81E-04	4,17E+03
PD10 TT PUR10 EPDM	2,42E+02	1,68E-05	3,46E-01	9,89E-02	2,98E-02	2,10E-04	3,71E+03
PD11 houtenbalken PUR10 EPDM	2,04E+02	1,51E-05	3,45E-01	1,13E-01	3,20E-02	6,17E-04	3,47E+03
PD12 houtenbalken cellulose22 RW6 EPDM	1,53E+02	1,22E-05	2,97E-01	1,03E-01	2,39E-02	7,45E-04	2,61E+03
PD13 FJI cellulose24 RW6 EPDM	1,21E+02	9,58E-06	2,44E-01	8,70E-02	2,00E-02	7,87E-04	2,10E+03

Tabel CEN+ 6: overzicht van de individuele CEN+ indicatoren voor de varianten 'plat dak'

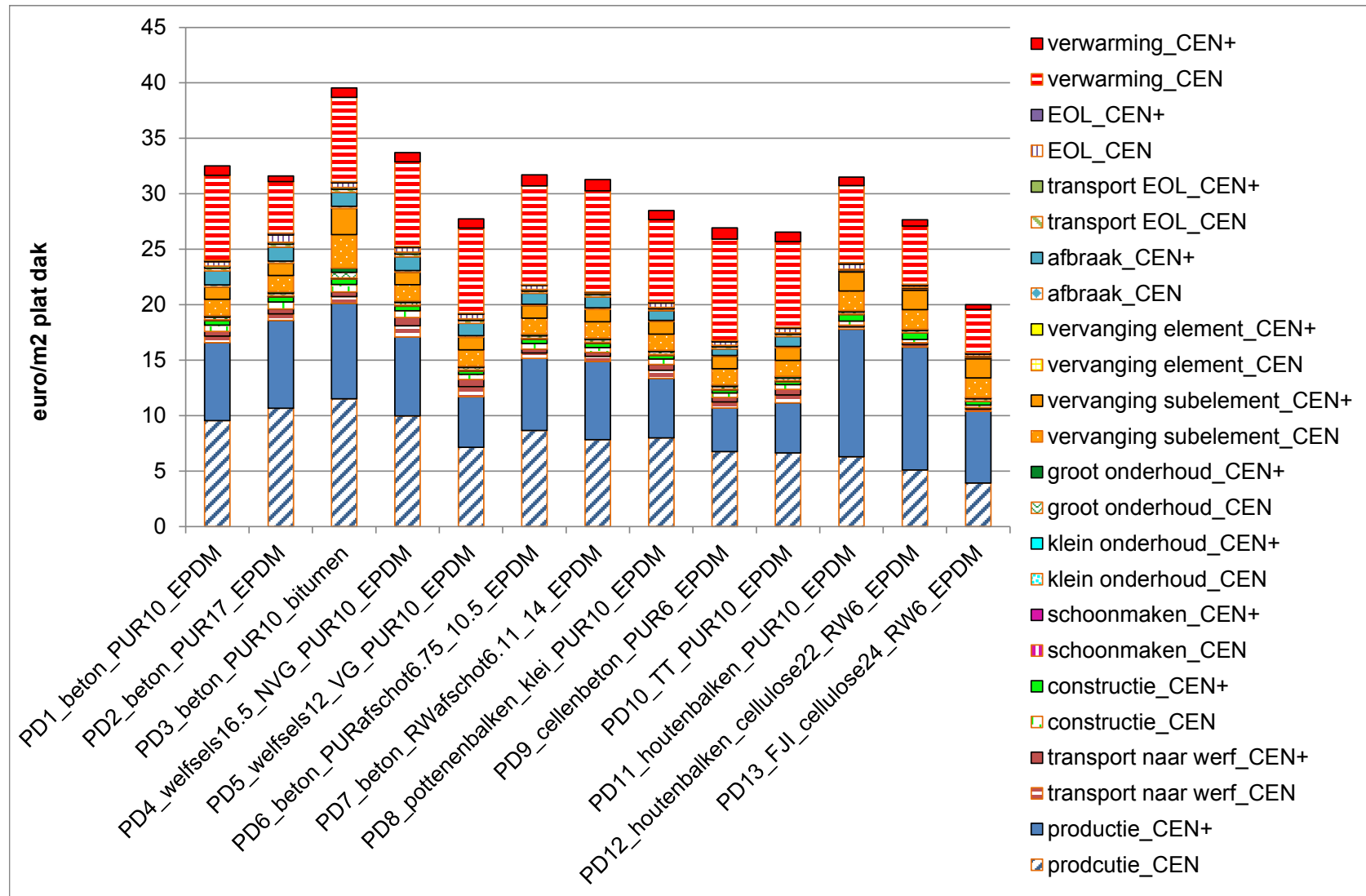
	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terrestrisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m3
Plat dak											
PD1 beton PUR10 EPDM	1,91E-05	2,01E-04	2,97E-07	1,63E-02	6,41E-01	6,66E-01	7,51E-03	1,64E-08	3,85E-08	2,20E-09	1,45E+00
PD2 beton PUR17 EPDM	1,97E-05	2,11E-04	2,72E-07	1,72E-02	7,17E-01	6,71E-01	7,51E-03	1,58E-08	3,31E-08	1,80E-09	1,60E+00
PD3 beton PUR10 bitumen	2,77E-05	2,52E-04	4,33E-07	2,25E-02	9,98E-01	1,05E+00	4,18E-02	2,05E-08	7,26E-08	3,15E-09	1,66E+00
PD4 welfsels16.5 NVG PUR10 EPDM	1,91E-05	2,07E-04	3,01E-07	1,66E-02	6,39E-01	6,65E-01	7,51E-03	1,66E-08	3,95E-08	2,25E-09	1,46E+00
PD5 welfsels12 VG PUR10 EPDM	1,20E-05	1,65E-04	2,59E-07	1,46E-02	4,27E-01	4,46E-01	7,51E-03	1,38E-08	3,60E-08	2,15E-09	1,25E+00
PD6 beton PURafschot6.75 10.5 EPDM	1,85E-05	1,84E-04	2,90E-07	1,57E-02	6,14E-01	6,58E-01	7,51E-03	1,47E-08	3,76E-08	2,25E-09	1,25E+00
PD7 beton RWafschot6.11 14 EPDM	1,75E-05	1,92E-04	2,98E-07	1,41E-02	5,40E-01	6,37E-01	7,51E-03	1,61E-08	3,88E-08	2,40E-09	1,08E+00
PD8 pottenenbalken klei PUR10 EPDM	1,39E-05	1,65E-04	2,51E-07	1,49E-02	4,91E-01	5,09E-01	7,51E-03	1,29E-08	3,50E-08	2,28E-09	9,98E-01
PD9 cellenbeton PUR6 EPDM	1,12E-05	1,37E-04	2,83E-07	1,37E-02	3,80E-01	4,34E-01	7,51E-03	1,26E-08	3,03E-08	2,96E-09	9,00E-01
PD10 TT PUR10 EPDM	1,23E-05	1,54E-04	2,44E-07	1,44E-02	4,42E-01	4,61E-01	7,51E-03	1,24E-08	3,39E-08	2,05E-09	1,13E+00
PD11 houtenbalken PUR10 EPDM	1,50E-05	1,46E-04	2,60E-07	3,48E-02	5,59E-01	5,69E-01	6,82E-03	4,27E-08	5,36E-08	4,25E-09	6,77E-01
PD12 houtenbalken cellulose22 RW6 EPDM	1,40E-05	1,36E-04	2,45E-07	3,27E-02	4,68E-01	5,21E-01	6,82E-03	4,30E-08	4,99E-08	4,06E-09	4,45E-01
PD13_FJI_cellulose24_RW6_EPDM	1,16E-05	1,14E-04	1,91E-07	2,45E-02	4,23E-01	4,64E-01	6,69E-03	2,24E-08	2,98E-08	3,74E-09	3,79E-01



Figuur E 6: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten 'plat dak', uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen zuiver de materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.

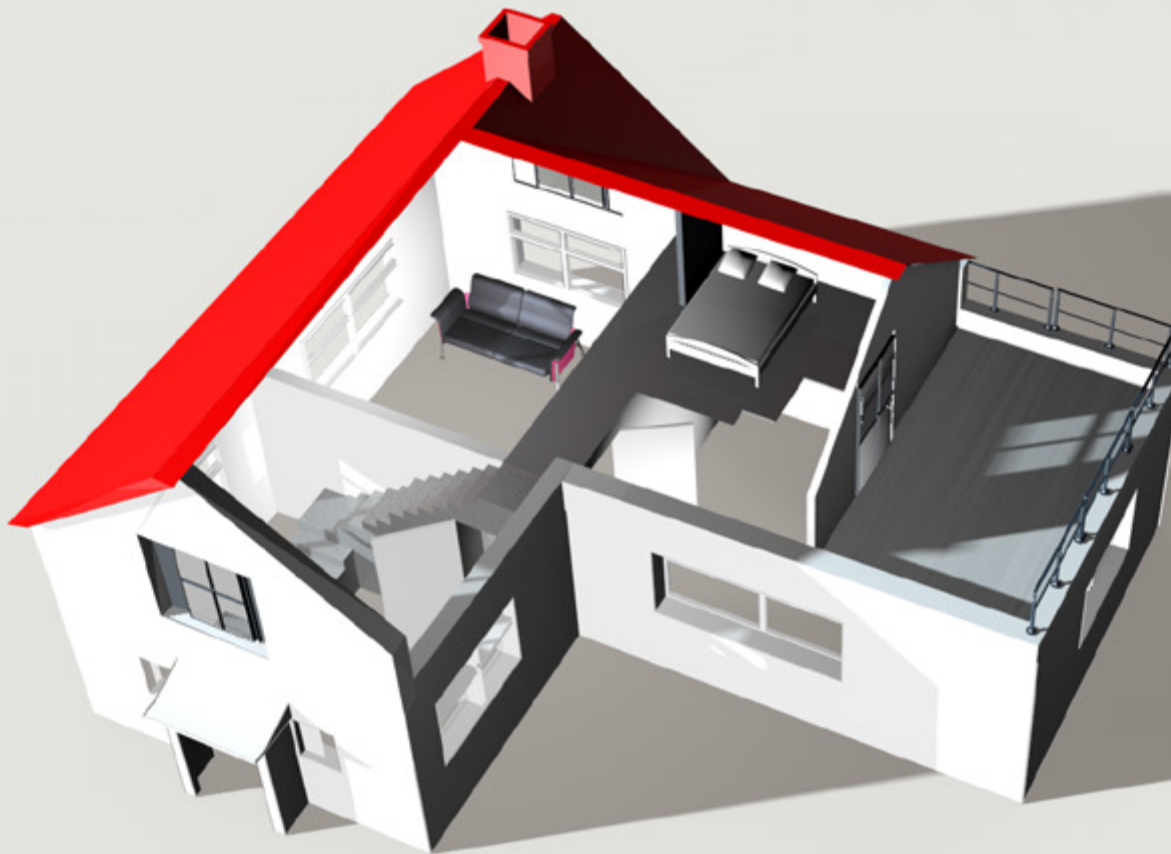


Figuur I 6: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'plat dak' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur L 6: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'plat dak' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.3.7 Hellend dak



Tabel V 7: overzicht van de samenstelling van de varianten 'hellend dak' (45°)

(27.2)+ hellend dak (45°): milieu-impact per m ² horizontaal geprojecteerd dak, 13 types* (van binnen naar buiten =>)							
1	HD1 gording RW18 kleidakpan	acrylverf	gipskarton	gordingen en kepers met 8 cm RW tussen kepers, en 10 cm tussen gordingen (U=0.2)	houtvezelplaat		kleipannen
2	HD2 FJI RW24 kleidakpan	acrylverf	gipskarton	FJI 24cm + RW	houtvezelplaat		kleipannen
3	HD3 FJI RW36 kleidakpan	acrylverf	gipskarton	FJI 36cm+RW	houtvezelplaat		kleipannen
4	HD4 FJI cellulose24 kleidakpan	acrylverf	gipskarton	FJI 24cm + cellulose	houtvezelplaat		kleipannen
5	HD5 spantjes RW18 kleidakpan	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	RW (volledig vulling tussen spantjes)	kleipannen
6	HD6 spantjes PUR08 kleidakpan	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	PUR1 (sarking): 8 cm (U = 0,26)	kleipannen
7	HD7 spantjes PUR16 kleidakpan	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	PUR2 (sarking): 16 (6+10) cm (U = 0.14)	kleipannen
8	HD8 spantjes RW18 zink	acrylverf	gipskarton	spantjes + RW (volledige vulling)	houtvezelplaat	onderstructuur	zink op PE noppenfolie
9	HD9 spantjes RW18 vezelcement	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	RW (volledig vulling tussen spantjes)	leien in vezelcement
10	HD10 staal sandwich RW12 staal	acrylverf	gipskarton	staalstructuur	metalen sandwichpanelen gevuld met rotswol		
11	HD11 spantjes RW18 houten shingles	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	RW (volledig vulling tussen spantjes)	cederhout (shingles)
12	HD12 spantjes RW18 betondakpan	acrylverf	gipskarton	spantjes	houtvezelplaat	RW (volledig vulling tussen spantjes)	betonpannen
13	HD13 spantjes sandwich panel PUR8 kleidakpan	acrylverf		spantjes	prefab panelen gevuld met PUR + tengellatten		kleipannen

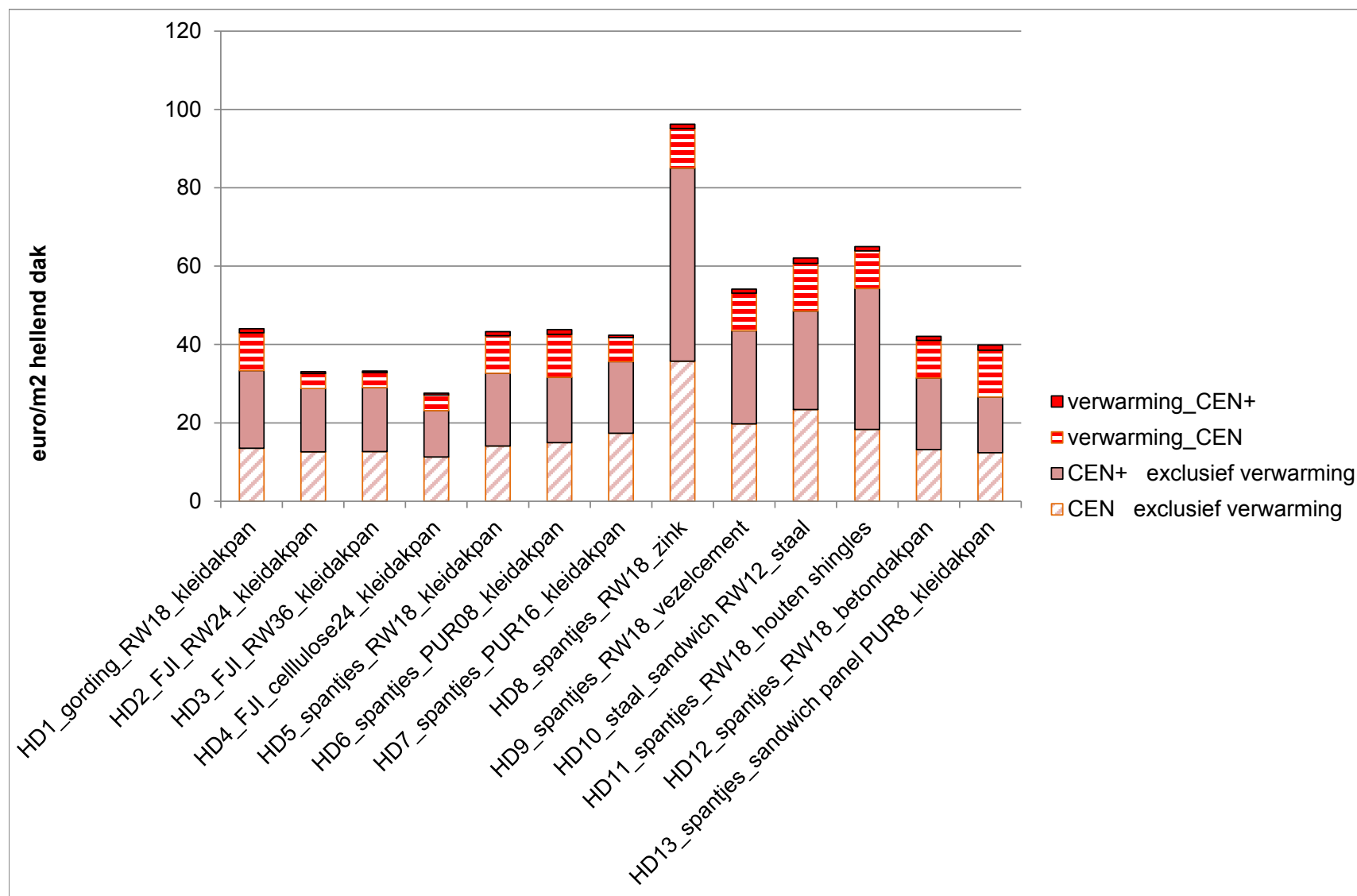
* dampschermen en windschermen worden toegevoegd waar nodig

Tabel CEN 7: overzicht van de individuele CEN indicatoren voor de varianten 'hellend dak'

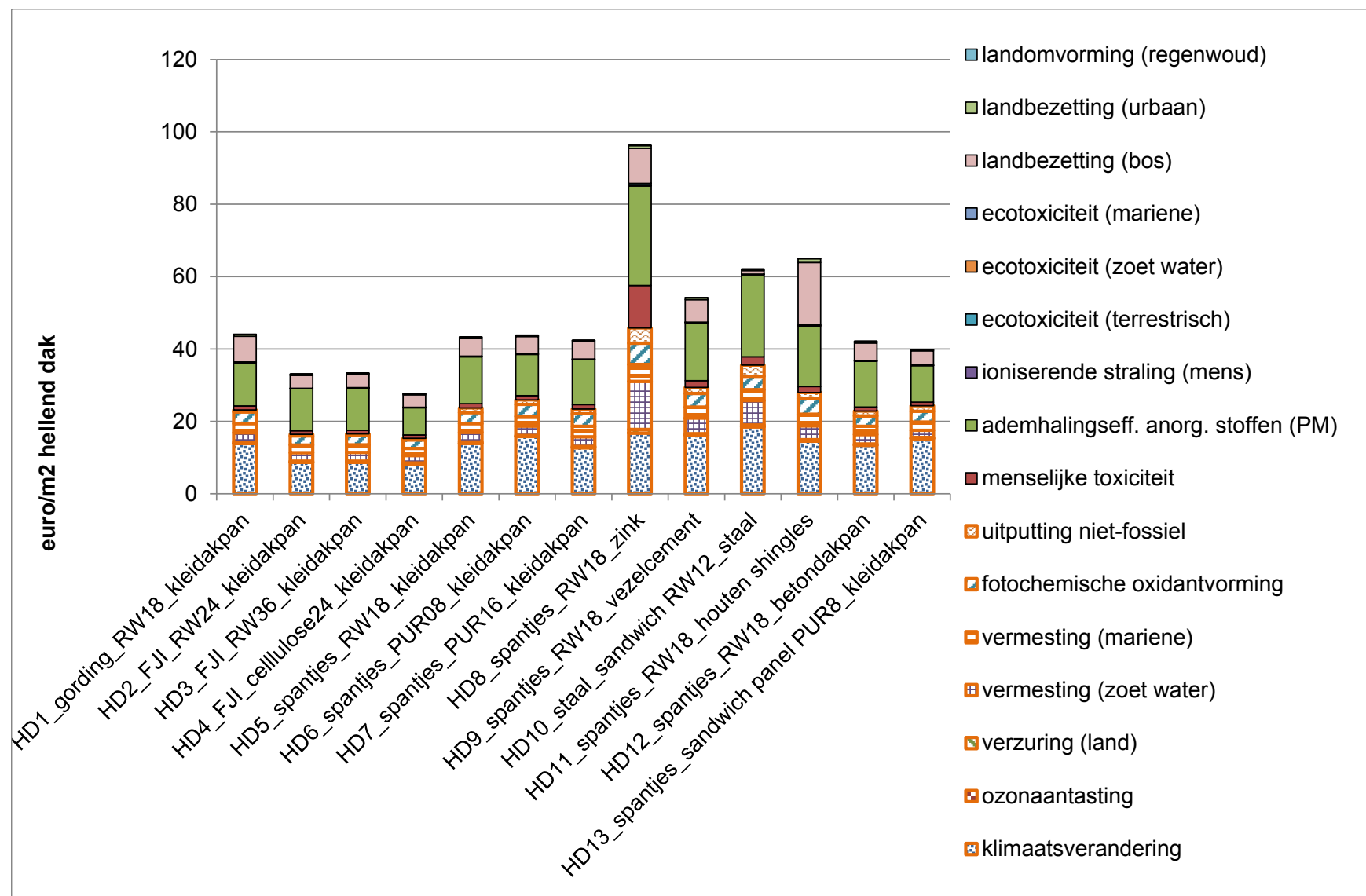
	klimaats- verander-ing	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
Hellend dak							
HD1 gording RW18 kleidakpan	2,85E+02	2,24E-05	4,47E-01	1,75E-01	3,67E-02	8,24E-04	4,59E+03
HD2 FJI RW24 kleidakpan	1,70E+02	1,39E-05	3,97E-01	1,56E-01	2,78E-02	7,80E-04	2,62E+03
HD3 FJI RW36 kleidakpan	1,70E+02	1,40E-05	3,99E-01	1,57E-01	2,81E-02	7,82E-04	2,64E+03
HD4 FJI cellulose24 kleidakpan	1,64E+02	1,39E-05	3,22E-01	1,46E-01	2,35E-02	1,08E-03	2,53E+03
HD5 spantjes RW18 kleidakpan	2,85E+02	2,21E-05	4,47E-01	1,74E-01	3,67E-02	1,09E-03	4,59E+03
HD6 spantjes PUR08 kleidakpan	3,26E+02	2,39E-05	4,49E-01	1,78E-01	4,21E-02	1,11E-03	5,21E+03
HD7 spantjes PUR16 kleidakpan	2,55E+02	1,77E-05	4,85E-01	1,87E-01	4,25E-02	1,13E-03	3,89E+03
HD8 spantjes RW18 zink	3,47E+02	2,44E-05	1,38E+00	5,96E-01	7,37E-02	2,39E-02	5,42E+03
HD9 spantjes RW18 vezelcement	3,34E+02	2,86E-05	5,93E-01	2,74E-01	4,60E-02	1,37E-03	5,14E+03
HD10 staal sandwich RW12 staal	3,72E+02	2,56E-05	6,34E-01	2,93E-01	6,94E-02	1,06E-03	5,96E+03
HD11 spantjes RW18 houten shingles	3,03E+02	2,46E-05	6,00E-01	2,70E-01	4,63E-02	1,30E-03	4,98E+03
HD12 spantjes RW18 betondakpan	2,76E+02	2,11E-05	4,27E-01	1,72E-01	3,44E-02	1,11E-03	4,45E+03
HD13 spantjes sandwich panel PUR8 kleidakpan	3,19E+02	2,21E-05	3,87E-01	1,34E-01	4,29E-02	7,16E-04	5,20E+03

Tabel CEN+ 7: overzicht van de individuele CEN+ indicatoren voor de varianten 'hellend dak'

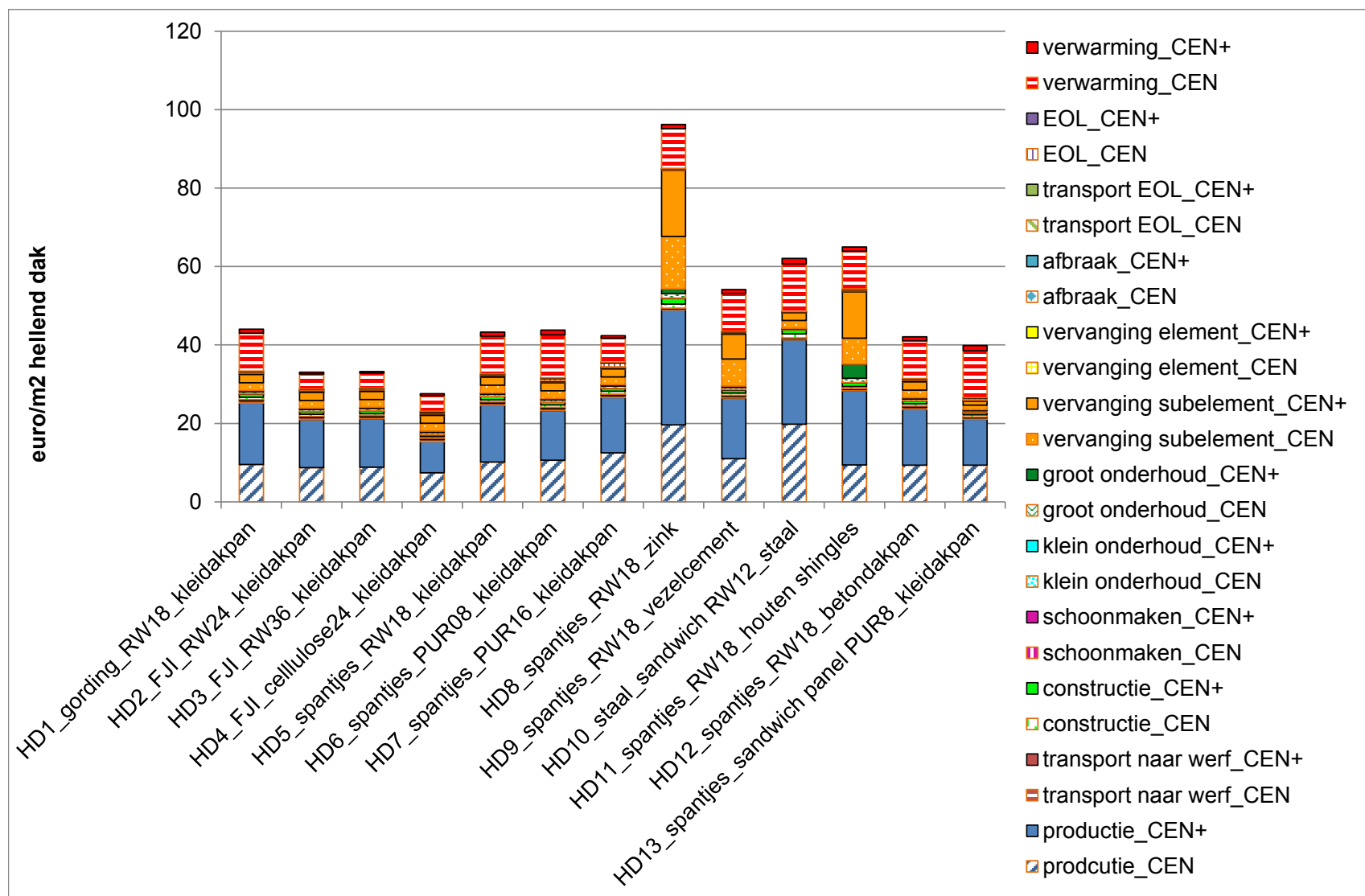
	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terrestisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m ³
Hellend dak											
HD1 gording RW18 kleidakpan	2,07E-05	2,22E-04	4,59E-07	3,15E-02	6,74E-01	7,83E-01	2,29E-02	5,56E-08	7,56E-08	6,50E-09	6,63E-01
HD2 FJI RW24 kleidakpan	1,78E-05	2,12E-04	3,71E-07	2,28E-02	5,98E-01	6,51E-01	2,28E-02	3,41E-08	4,93E-08	5,69E-09	5,99E-01
HD3 FJI RW36 kleidakpan	1,80E-05	2,13E-04	3,74E-07	2,36E-02	6,02E-01	6,55E-01	2,28E-02	3,43E-08	4,95E-08	5,69E-09	6,05E-01
HD4 FJI cellulose24 kleidakpan	1,72E-05	1,46E-04	3,39E-07	2,26E-02	5,78E-01	6,32E-01	2,28E-02	3,05E-08	4,14E-08	5,34E-09	5,06E-01
HD5 spantjes RW18 kleidakpan	2,13E-05	2,39E-04	4,52E-07	2,76E-02	9,91E-01	1,11E+00	2,29E-02	4,36E-08	6,49E-08	6,46E-09	6,60E-01
HD6 spantjes PUR08 kleidakpan	2,14E-05	2,13E-04	4,41E-07	2,94E-02	1,09E+00	1,16E+00	2,29E-02	4,11E-08	6,09E-08	6,36E-09	8,55E-01
HD7 spantjes PUR16 kleidakpan	2,24E-05	2,29E-04	4,00E-07	3,08E-02	1,22E+00	1,18E+00	2,29E-02	4,03E-08	5,22E-08	5,70E-09	1,10E+00
HD8 spantjes RW18 zink	2,25E-04	5,21E-04	7,49E-07	1,66E-01	3,72E+00	5,45E+00	2,03E-01	9,05E-08	1,05E-07	7,02E-09	2,76E+00
HD9 spantjes RW18 vezelcement	3,56E-05	3,02E-04	7,29E-07	3,37E-02	1,46E+00	1,60E+00	3,53E-02	6,03E-08	8,22E-08	1,01E-08	1,28E+00
HD10 staal sandwich RW12 staal	4,02E-05	3,96E-04	6,47E-07	2,53E-02	1,51E+00	1,66E+00	1,01E-02	3,99E-08	7,18E-08	6,85E-09	1,54E+00
HD11 spantjes RW18 houten shingles	3,31E-05	3,20E-04	6,61E-07	5,83E-02	1,41E+00	1,54E+00	6,19E-02	1,35E-07	1,41E-07	6,83E-09	9,37E-01
HD12 spantjes RW18 betondakpan	2,08E-05	2,32E-04	4,51E-07	2,74E-02	9,94E-01	1,12E+00	2,33E-02	4,42E-08	6,40E-08	6,65E-09	7,63E-01
HD13 spantjes sandwich panel PUR8 kleidakpan	1,85E-05	1,86E-04	3,33E-07	2,95E-02	1,07E+00	1,15E+00	1,55E-02	3,37E-08	5,36E-08	2,41E-09	7,61E-01



Figuur E 7: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten "hellend dak", uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen zuiver de materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.

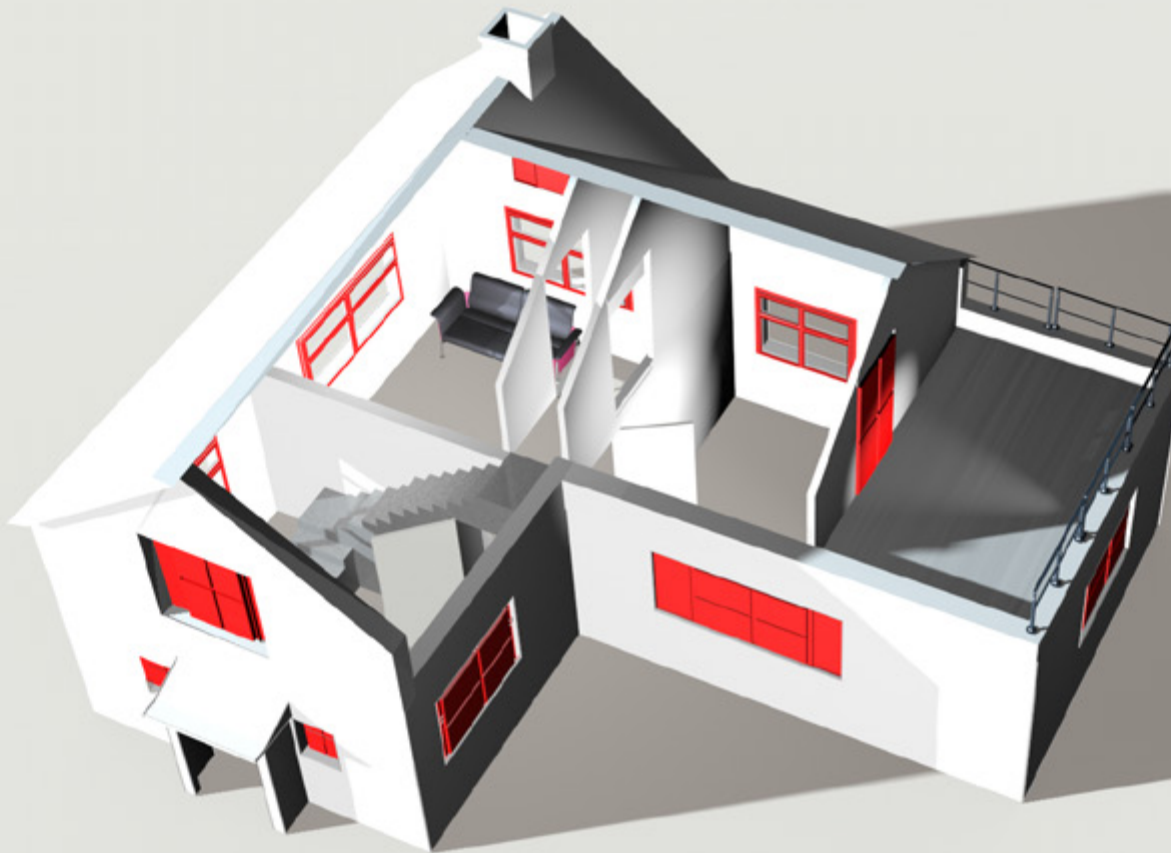


Figuur I 7: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'hellend dak' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur L 7: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'hellend dak' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.3.8 Raamopeningen



Tabel V 8: overzicht van de samenstelling van de varianten 'raamopeningen' (inclusief schrijnwerk)

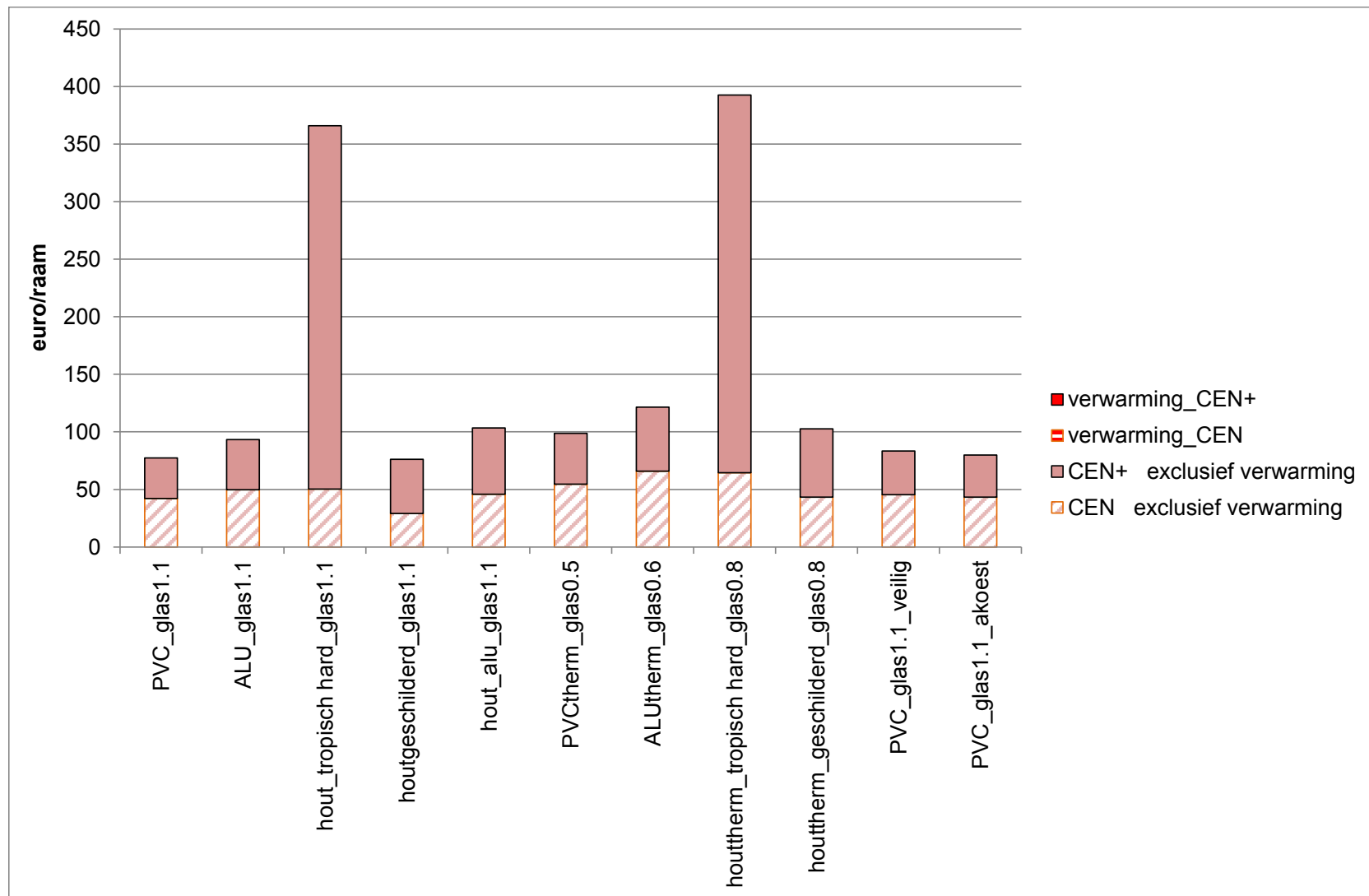
(31) raamopeningen inclusief schrijnwerk: milieu-impact per m ² raam, 11 types			
1	PVC glas1.1	PVC kader1	standaard dubbel glas (U=1,1 W/m ² K)
2	ALU glas1.1	ALU kader1	standaard dubbel glas (U=1,1 W/m ² K)
3	hout tropisch hard glas1.1	Tropisch hardhout kader1	standaard dubbel glas (U=1,1 W/m ² K)
4	houtgeschilderd glas1.1	geschilderd hout kader1	standaard dubbel glas (U=1,1 W/m ² K)
5	hout alu glas1.1	Hout-alu kader 1	standaard dubbel glas (U=1,1 W/m ² K)
6	PVCtherm glas0.5	PVC kader2	standaard 3-dubbel glas (U=0,65W/m ² K)
7	ALUtherm glas0.6	ALU kader2	standaard 3-dubbel glas (U=0,65W/m ² K)
8	houttherm tropisch hard glas0.8	Tropisch hardhout kader2	standaard 3-dubbel glas (U=0,65W/m ² K)
9	houttherm geschilderd glas0.8	geschilderd hout kader2	standaard 3-dubbel glas (U=0,65W/m ² K)
10	PVC glas1.1 veilig	PVC kader 1	standaard dubbel veiligheidsglas (U=1,1 W/m ² K)
11	PVC glas1.1 akoest	PVC kader 1	standaard dubbel akoestische beglazing (U=1,1 W/m ² K)

Tabel CEN 8: overzicht van de individuele CEN indicatoren voor de varianten 'raamopeningen'

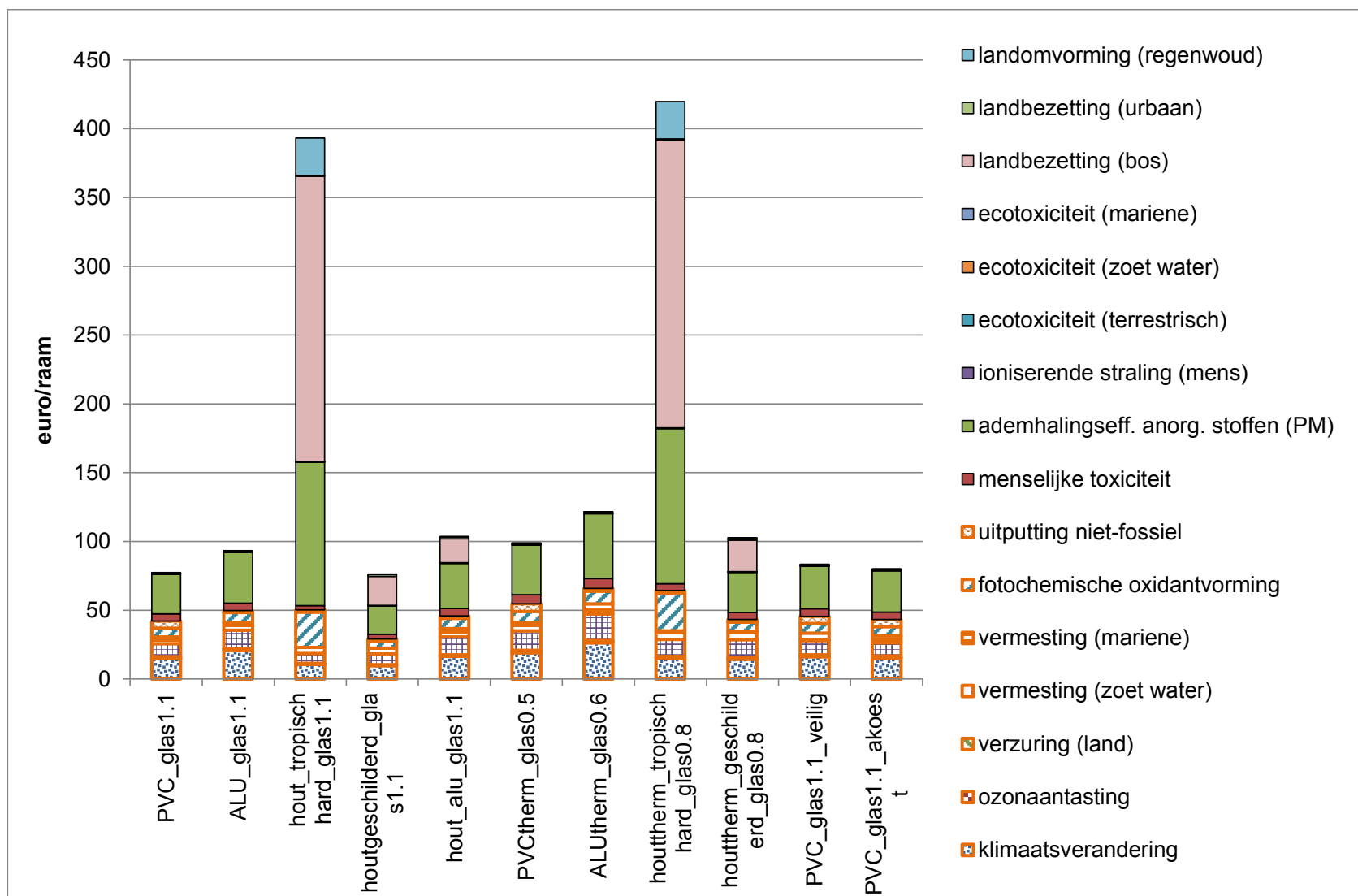
	klimaats- verandering	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant- vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
Raam							
PVC glas1.1	2,94E+02	1,59E-05	1,74E+00	5,60E-01	7,38E-02	4,83E-03	3,87E+03
ALU glas1.1	3,94E+02	3,02E-05	1,68E+00	6,21E-01	1,22E-01	2,40E-03	4,85E+03
hout tropisch hard glas1.1	2,02E+02	1,72E-05	1,08E+00	3,69E-01	5,88E-02	2,04E-03	2,57E+03
houtgeschilderd glas1.1	1,86E+02	1,58E-05	1,01E+00	4,02E-01	5,43E-02	2,09E-03	2,46E+03
hout alu glas1.1	3,15E+02	2,46E-05	1,51E+00	6,08E-01	9,63E-02	2,69E-03	3,94E+03
PVCtherm glas0.5	3,75E+02	2,11E-05	2,14E+00	7,55E-01	9,16E-02	7,38E+00	4,91E+03
ALUtherm glas0.6	5,01E+02	3,75E-05	2,20E+00	8,68E-01	1,50E-01	7,69E+00	6,13E+03
houttherm tropisch hard glas0.8	2,92E+02	2,36E-05	1,54E+00	5,94E-01	8,11E-02	7,53E+00	3,73E+03
houttherm geschilderd glas0.8	2,76E+02	2,21E-05	1,46E+00	6,26E-01	7,65E-02	7,53E+00	3,62E+03
PVC glas1.1 veilig	3,18E+02	1,74E-05	1,87E+00	6,04E-01	7,91E-02	4,87E-03	4,22E+03
PVC glas1.1 akoest	3,03E+02	1,68E-05	1,81E+00	5,70E-01	7,65E-02	4,87E-03	3,99E+03

Tabel CEN+ 8: overzicht van de individuele CEN+ indicatoren voor de varianten 'raamopeningen'

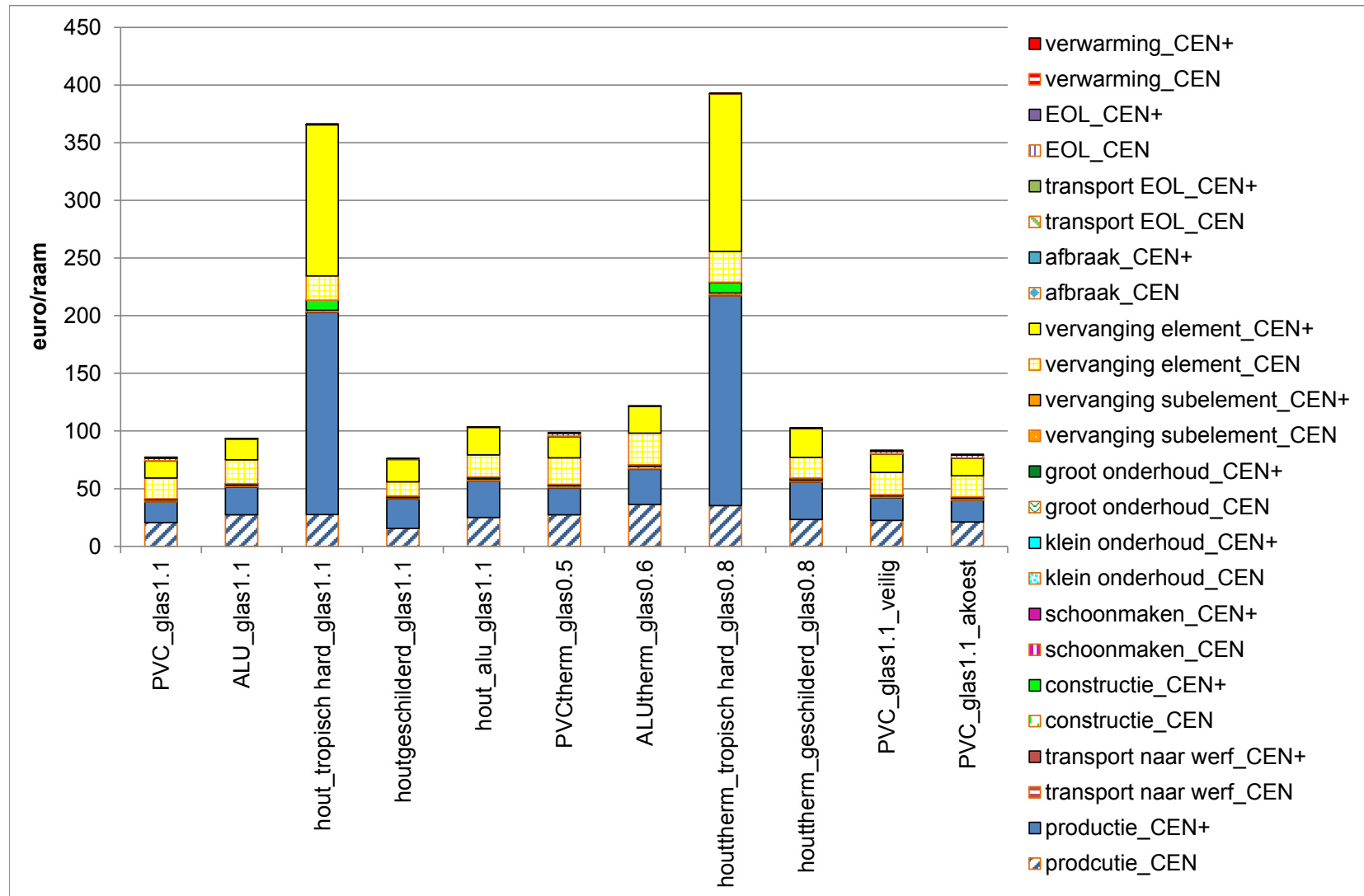
	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terrestisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m³
Raam											
PVC glas1.1	1,03E-04	5,54E-04	8,83E-07	3,62E-02	3,53E+00	3,64E+00	1,02E-07	7,44E-08	7,25E-08	8,81E-08	2,46E+00
ALU glas1.1	1,03E-04	7,06E-04	1,55E-06	3,28E-02	3,68E+00	3,76E+00	1,11E-07	5,87E-08	1,03E-07	1,08E-08	2,36E+00
hout tropisch hard glas1.1	6,12E-05	1,98E-03	9,17E-07	7,99E-02	1,77E+00	1,87E+00	5,72E-05	6,21E-08	-2,65E-03	2,65E-03	2,30E+00
houtgeschilderd glas1.1	6,61E-05	3,96E-04	9,84E-07	6,81E-02	1,94E+00	2,01E+00	7,48E-06	1,88E-07	1,52E-07	2,34E-08	2,51E+00
hout alu glas1.1	1,04E-04	6,25E-04	1,62E-06	9,13E-02	3,28E+00	3,39E+00	6,19E-06	1,85E-07	1,89E-07	4,22E-08	5,15E+00
PVCtherm glas0.5	1,30E-04	6,92E-04	1,54E-06	4,26E-02	4,38E+00	4,48E+00	1,22E-07	8,28E-08	8,60E-08	8,89E-08	3,12E+00
ALUtherm glas0.6	1,39E-04	8,98E-04	2,35E-06	4,17E-02	4,84E+00	4,93E+00	1,35E-07	6,99E-08	1,23E-07	1,23E-08	3,13E+00
houttherm tropisch hard glas0.8	9,34E-05	2,15E-03	1,67E-06	9,78E-02	2,72E+00	2,82E+00	5,78E-05	8,33E-08	-2,65E-03	2,65E-03	3,03E+00
houttherm geschilderd glas0.8	9,82E-05	5,58E-04	1,74E-06	8,63E-02	2,88E+00	2,95E+00	8,15E-06	2,10E-07	1,76E-07	2,43E-08	3,24E+00
PVC glas1.1 veilig	1,08E-04	5,96E-04	1,03E-06	3,80E-02	3,69E+00	3,80E+00	1,11E-07	7,62E-08	7,71E-08	8,85E-08	2,65E+00
PVC glas1.1 akoest	1,04E-04	5,77E-04	8,97E-07	3,68E-02	3,55E+00	3,67E+00	1,05E-07	7,54E-08	7,55E-08	8,83E-08	2,54E+00



Figuur E 8: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten 'ramen', uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen zuiver de materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.

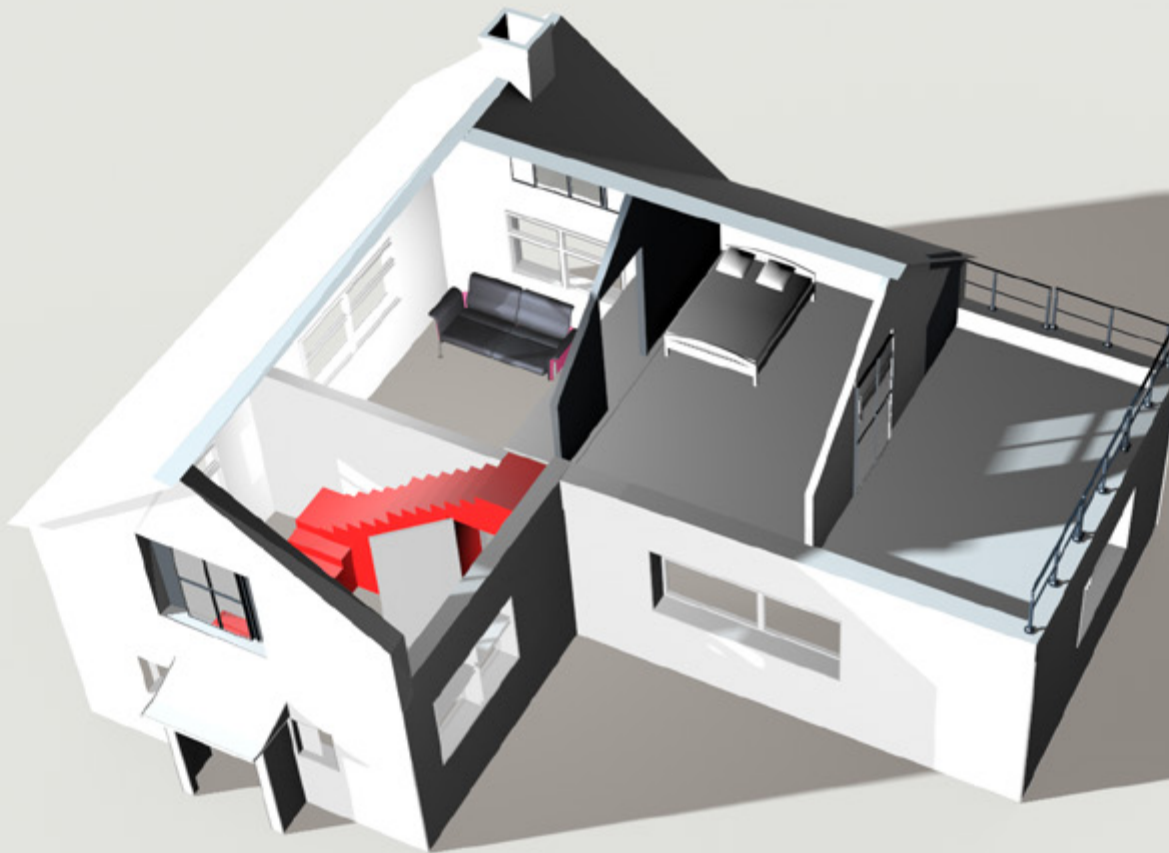


Figuur 18: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'ramen' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur L 8: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'ramen' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.3.9 Trappen



Tabel V 9: overzicht van de samenstelling van de varianten 'trappen'

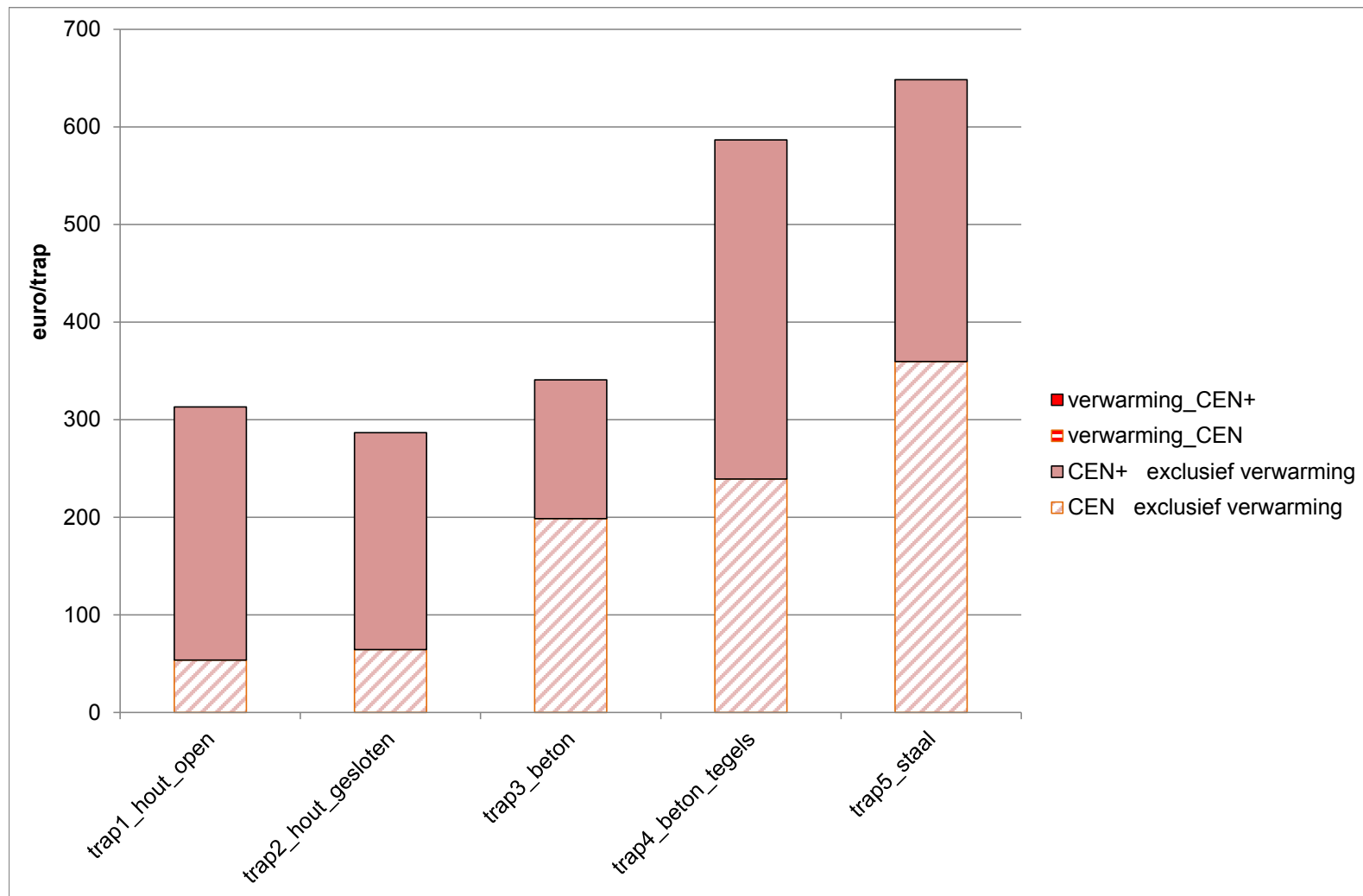
Trappen: 5 types				
1	trap1_hout_open	hout open	vernis	houten leuning
2	trap2_hout_gesloten	hout gesloten	vernis	houten leuning
3	trap3_beton	beton	bloot/gepolijst	metalen leuning
4	trap4_beton_tegels	beton	tegels	metalen leuning
5	trap5_staal	staal	verf	stalen leuning

Tabel CEN 9: overzicht van de individuele CEN indicatoren voor de varianten 'trappen'

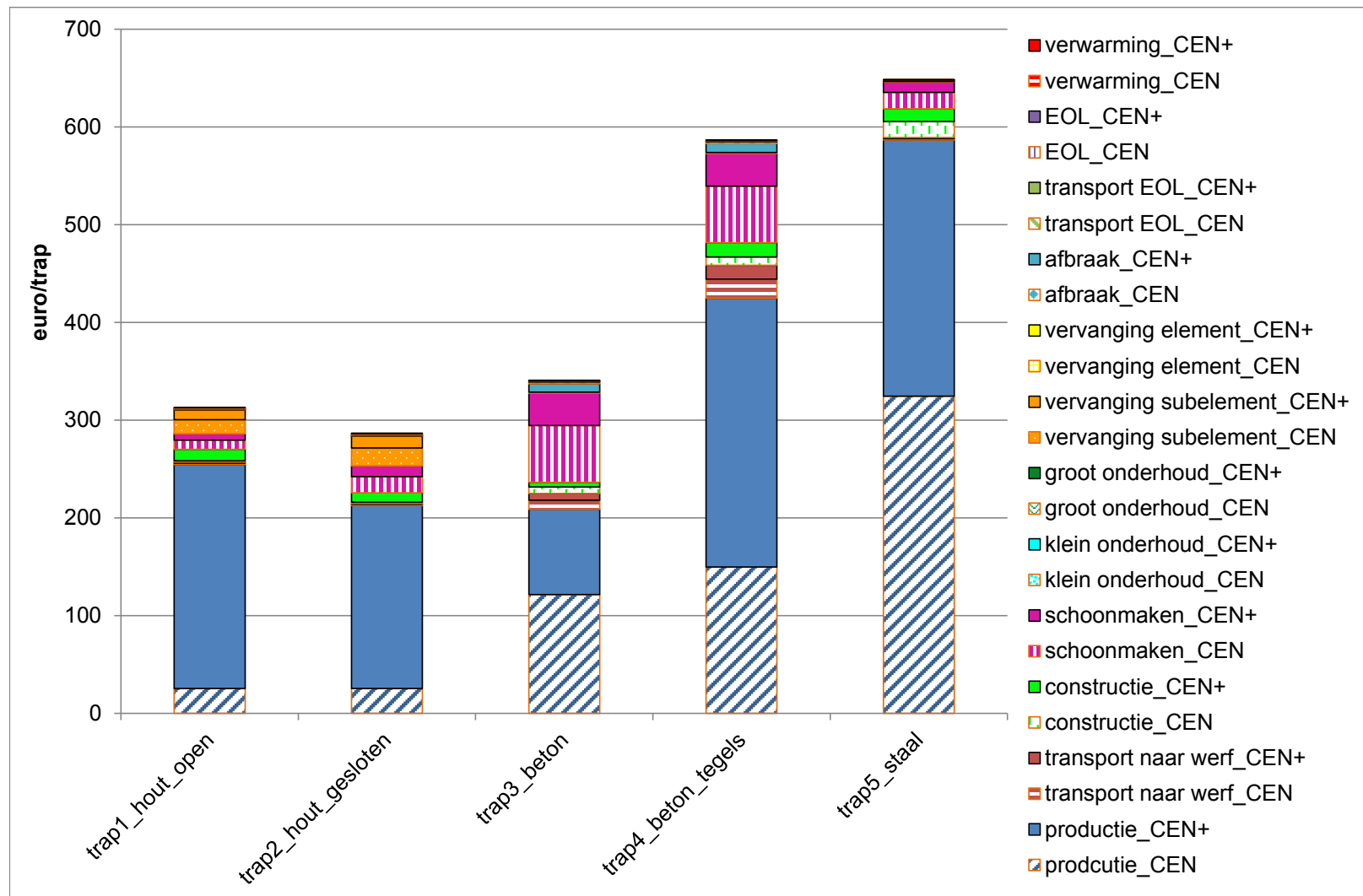
	klimaats- verandering	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant-vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
Trap							
trap1 hout open	3,66E+02	3,95E-05	1,63E+00	6,44E-01	8,22E-02	1,52E-03	4,95E+03
trap2 hout gesloten	4,82E+02	5,04E-05	1,98E+00	8,21E-01	1,04E-01	2,12E-03	6,60E+03
trap3 beton	1,46E+03	7,47E-05	4,51E+00	1,91E+00	3,75E-01	5,66E-03	2,50E+04
trap4 beton tegels	1,73E+03	1,03E-04	5,50E+00	2,29E+00	4,75E-01	1,40E-02	3,02E+04
trap5 staal	1,95E+03	1,10E-04	6,43E+00	4,24E+00	8,05E-01	7,66E-03	2,56E+04

Tabel CEN+ 9: overzicht van de individuele CEN+ indicatoren voor de varianten 'trappen'

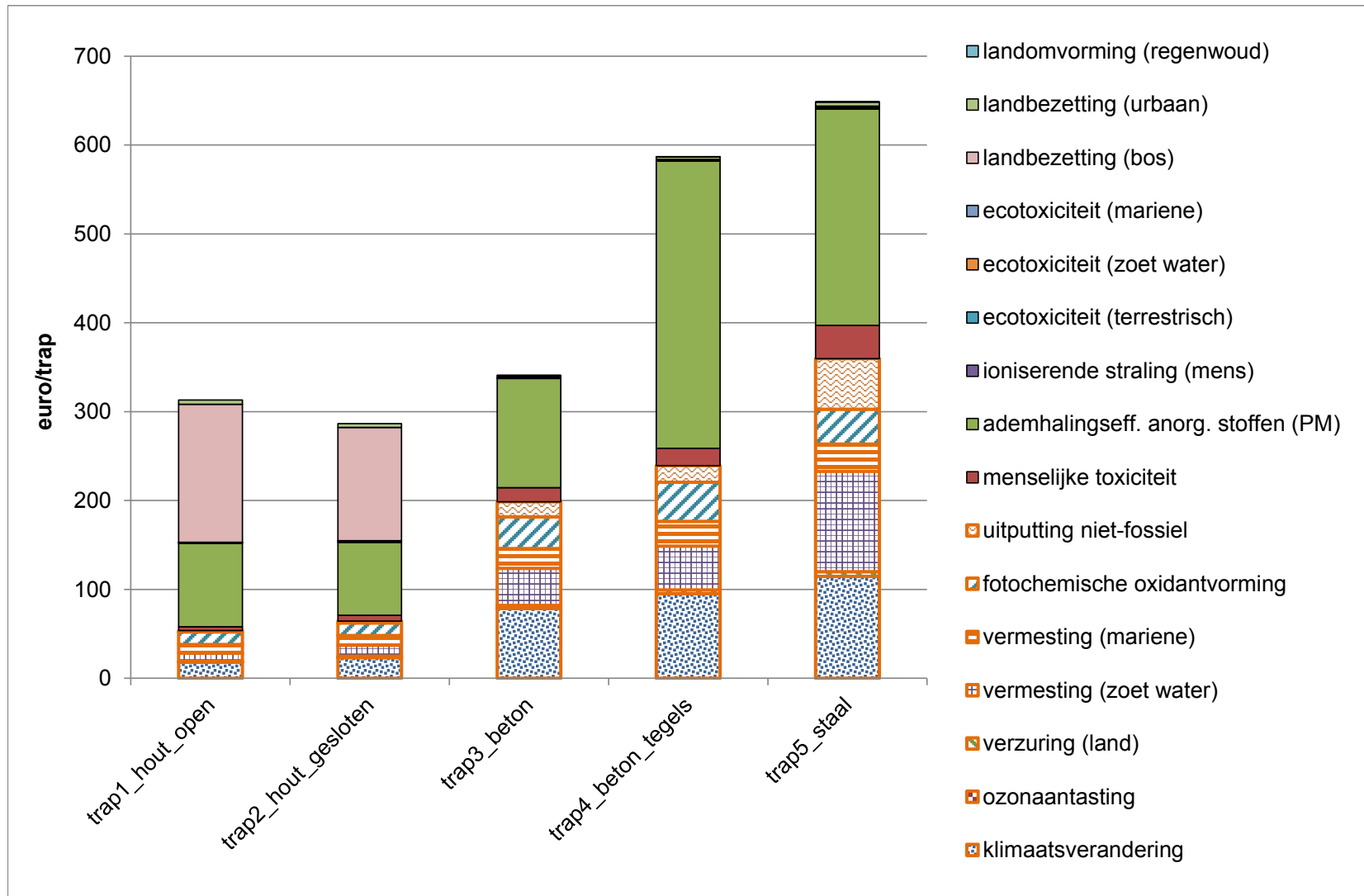
	menselijke toxiciteit	fijnstof-vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terres-trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (marine)	land-bezetting (bos)	land-bezetting (urbaan)	land-omvorm. (natuur)	landom-vorming (regen-woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m3
Trap											
trap1 hout open	8,77E-05	1,65E-03	3,93E-06	2,06E-01	2,46E+00	2,55E+00	4,41E-05	5,08E-07	3,99E-07	3,99E-09	3,36E+00
trap2 hout gesloten	1,29E-04	1,49E-03	6,37E-06	3,66E-01	3,35E+00	3,48E+00	3,68E-05	4,78E-07	3,94E-07	4,32E-09	4,72E+00
trap3 beton	2,88E-04	2,33E-03	3,85E-06	9,20E-02	9,25E+00	9,58E+00	2,58E-07	2,22E-07	3,09E-07	8,64E-09	2,65E+01
trap4 beton tegels	3,50E-04	5,68E-03	4,69E-06	1,16E-01	1,08E+01	1,11E+01	3,66E-07	3,09E-07	4,14E-07	1,20E-08	2,87E+01
trap5 staal	6,36E-04	4,12E-03	1,23E-05	1,79E-01	2,36E+01	2,41E+01	5,20E-07	4,73E-07	5,33E-07	8,31E-09	2,37E+01



Figuur E 9: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten 'trappen', uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen zuiver de materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.

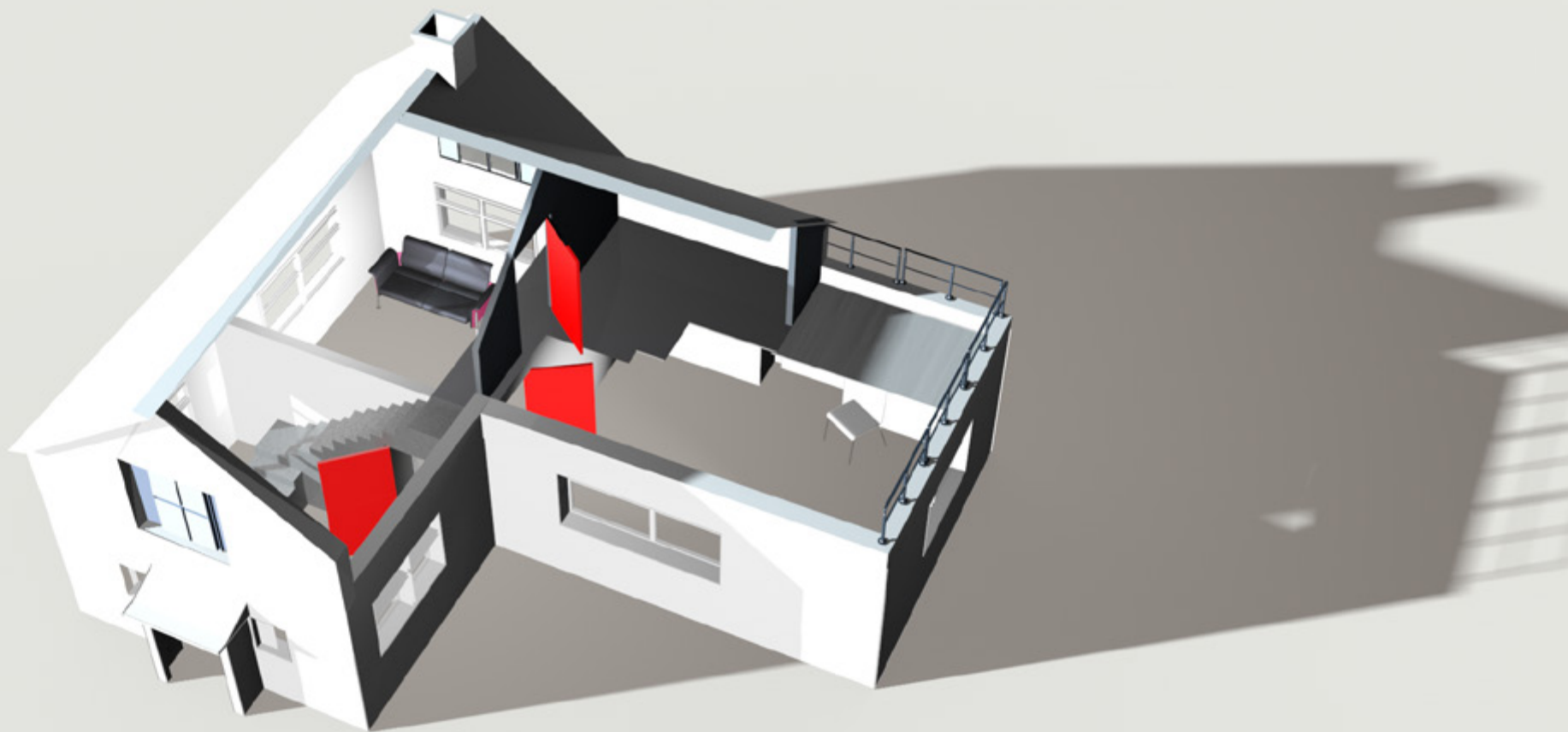


Figuur I 9: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'trappen' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur L 9: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'trappen' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

3.3.10 Binnenschrijnwerk



Tabel V 10: overzicht van de samenstelling van de varianten 'binnenschrijnwerk'

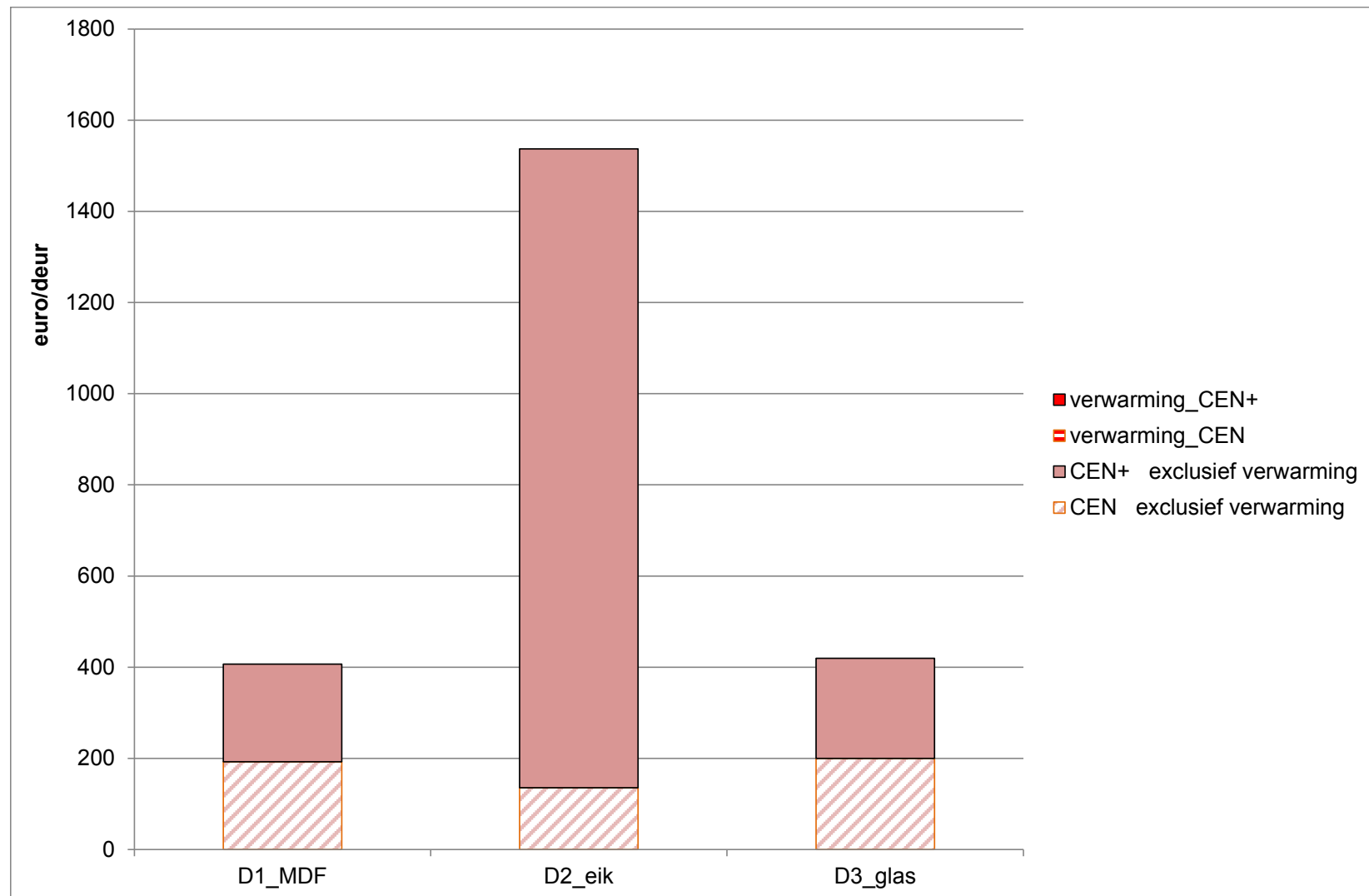
		binnenschrijnwerk: 3 types	
1	D1_MDF	schilderdeuren	kader in mdf
2	D2_eik	massief eik	kader in eik
3	D3_glas	glas	kader in MDF

Tabel CEN 10: overzicht van de individuele CEN indicatoren voor de varianten 'binnenschrijnwerk'

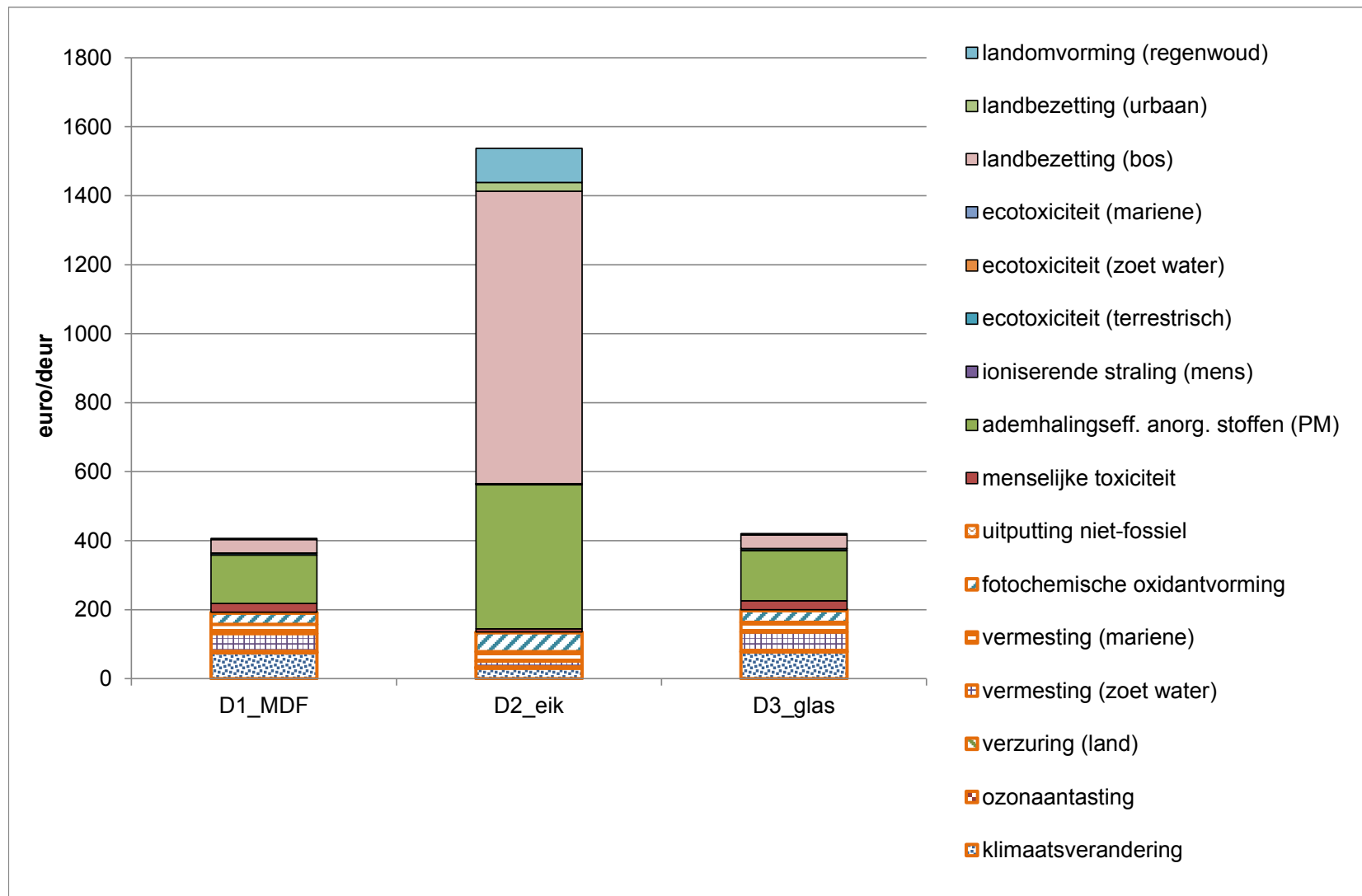
	klimaats- verandering	ozon- aantasting	verzuring (land)	vermesting	fotochem. oxidant-vorming	uitputting - niet fossiel	uitputting - fossiel
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg SO2 eq	kg PO4--- eq	kg C2H4	kg Sb eq	MJ, net cal
Binnendeur							
D1_MDF	1,45E+03	1,54E-04	5,78E+00	2,89E+00	3,48E-01	4,47E-03	2,67E+04
D2_eik	6,47E+02	7,08E-05	4,56E+00	1,66E+00	2,35E-01	1,89E-03	8,88E+03
D3_glas	1,51E+03	1,57E-04	6,16E+00	2,99E+00	3,61E-01	4,54E-03	2,75E+04

Tabel CEN+ 10: overzicht van de individuele CEN+ indicatoren voor de varianten 'binnenschrijnwerk'

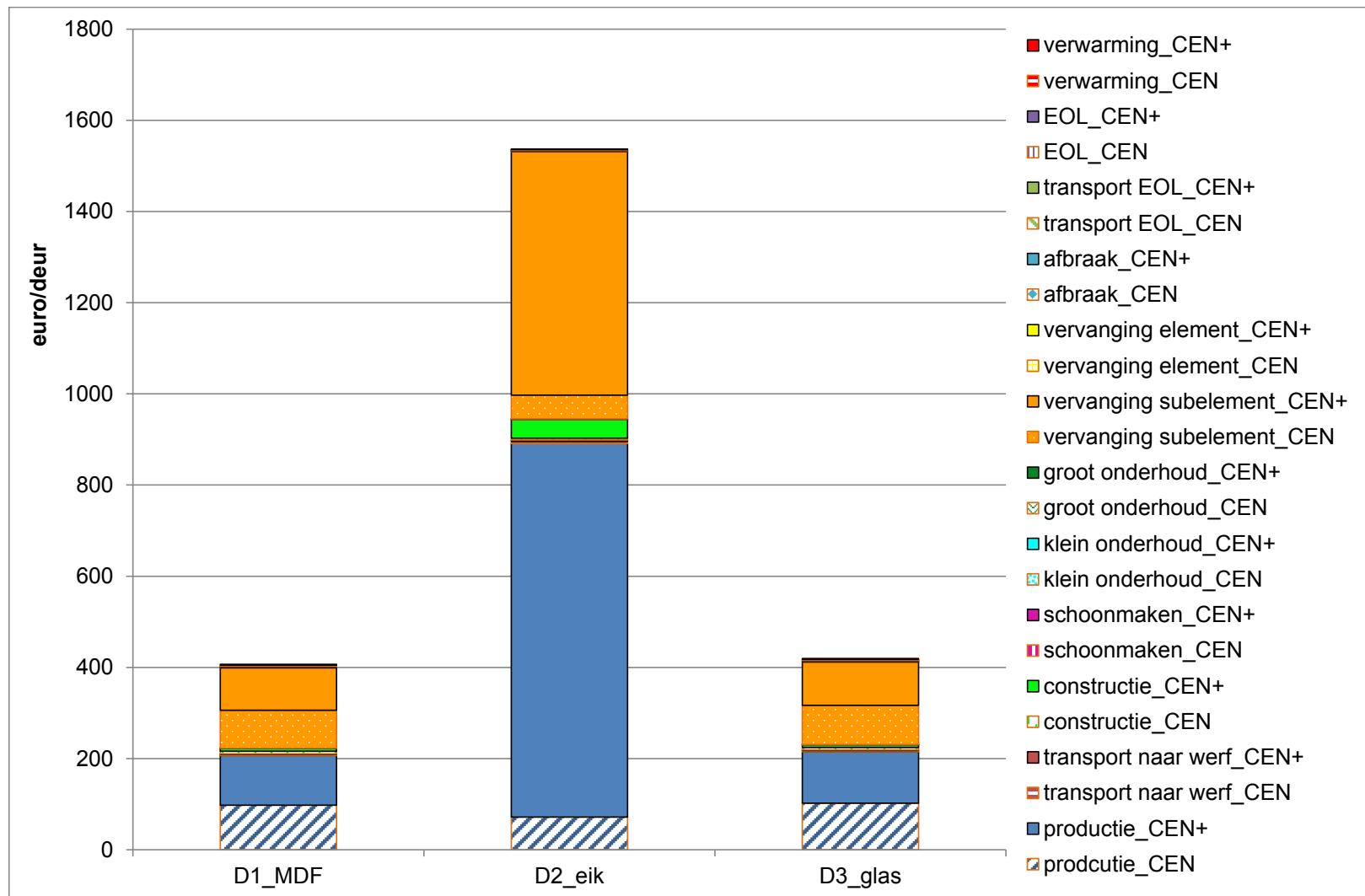
	menselijke toxiciteit	fijnstof- vorming (PM)	ionis. straling (mens)	ecotox. (terres- trisch)	ecotox. (zoet water)	ecotox. (mariene)	land- bezetting (bos)	land- bezetting (urbaan)	land- omvorm. (natuur)	landom- vorming (regen- woud)	water
	DALY	DALY	DALY	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	species.yr	species.yr	species.yr	species.yr	m3
Binnendeur											
D1_MDF	4,95E-04	2,73E-03	8,06E-06	1,39E+00	1,00E+01	1,06E+01	3,09E-02	4,13E-07	5,90E-07	1,85E-08	8,12E+00
D2_eik	1,98E-04	8,68E-03	3,08E-06	7,30E-01	4,10E+00	4,44E+00	4,66E-02	3,34E-06	-9,08E-03	9,08E-03	4,87E+00
D3_glas	5,06E-04	2,85E-03	8,47E-06	1,38E+00	1,04E+01	1,09E+01	3,76E-03	4,12E-07	5,96E-07	1,26E-08	8,60E+00



Figuur E 10: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) van meerdere gebouwelementvarianten 'binnenschrijnwerk', uitgedrukt in monetaire eenheden, waarbij het onderscheid gemaakt wordt tussen zuiver de materiaalgerelateerde en warmtetransmissiegerelateerde milieu-impact.



Figuur I 10: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'binnenschrijnwerk' per milieu-indicator, uitgedrukt in monetaire eenheden.



Figuur L 10: Geaggregeerde milieuprofielen (opgesplitst in CEN en CEN+) voor meerdere gebouwelementvarianten 'binnenschrijnwerk' per levenscyclusfase, uitgedrukt in monetaire eenheden.

Bibliografie

Allacker K., De Troyer F., Trigaux D., Geerken T., Debacker W., Spirinckx C., Van Dessel J., Janssen A., Delem L., Putzeys K. (2011), Sustainability, Financial and Quality evaluation of Dwelling types "SuFiQuaD", Final Report, Belgian Science Policy, Research Programme Science for a Sustainable Development, Brussels, 107 p.

Allacker K. (2010), Sustainable building, the development of an evaluation method, Doctoraatsproefschrift aan de faculteit Ingenieurswetenschappen van de K.U.Leuven, K.U.Leuven, 484 p.

ALBON (2008), Het Algemeen Oppervlaktedelfstoffenplan, Vlaamse Overheid – Departement Leefmilieu, Natuur en Energie - Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen (ALBON), juli 2008, 198p.

Ammar, C., Longuet, M., (1980). Belgian Requirements about Buildings Service Life. Durability of Building Materials and Components (American Society for Testing and Materials (ASTM)). 77-90.

Anthoff D., NEEDS Project, FP6, of Greenhouse gas emissions", 2007.

Bickel, P. Friedrich, R., (Eds.), 2001. Environmental External Costs of Transport. Springer, Amsterdam.

BCIS (2006), Life Expectancy of Building Components - Surveyors' experiences of buildings in use - A practical guide, Connelly-Manton Ltd, London, 353 pages.

Braat, L. and Ten Brink, P. (eds.) with J. Bakkes, K. Bolt, I. Braeuer, B. ten Brink, A. Chiabai, H. Ding, H. Gerdes, M., Jeuken, M. Kettunen, U. Kirchholtes, C. Klok, A. Markandya, P. Nunes, M. van, Oorschot, N. Peralta-Bezerra, M. Rayment, C. Traversi, M. Walpole (2008). The Cost of Policy Inaction. The case of not meeting the 2010 biodiversity target. Report of the COPI project, Wageningen and Brussels, May 2008.

BRE (2011), Green Guide to Specification, webtool, latest update November 2011, BRE, UK, via <http://www.bre.co.uk/greenguide/>

Brin C. en van Grinsven H. (2011), Costs and benefits of nitrogen in the environment, in Sutton M.A. (2011), The European Nitrogen Assessment, Cambridge University Press, 2011, pp. 513-540

Broekx S., Meynaerts E., Vercaemst P., 2008. Milieukostenmodel Water voor Vlaanderen. Berekeningen voor het stroomgebiedbeheerplan 2009. Studie uitgevoerd in opdracht van het Vlaams Gewest 2009/RMA/R/146.

Broekx S, Smets S, Liekens I, Bulckaen D, Smets S, De Nocker L, Designing a long-term flood risk management plan for the Scheldt estuary using a risk based approach, Natural Hazards 2011, 57-2, p. 245-266.

<http://www.springerlink.com/content/e43138836415t02n/>

CEN (2012), EN 15804 Sustainability of construction works – Environmental product declaration – Core rules for the product category of construction products

CEN (2011a), EN 15978 Sustainability assessment of construction works – assessment of environmental performance of buildings – calculation method

CEN (2011b), EN 15643-2, Sustainability of construction works – assessment of buildings – part 2: Framework for the assessment of environmental performance

CEN (2010), TR 15941 Sustainability of construction works – Environmental product declaration – Methodology for selection and use of generic data

Classen M., Althaus H.-J., Blaser S., Tuchschnid M., Jungbluth N., Doka G., Faist Emmengger M., Scharnhorst W. (2009), Life Cycle Inventories of Metals. Final report ecoinvent data v2.1, No 10., EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle inventories, Dübendorf: ecoinvent

COPRO (2009), jaarverslag 2009

CSTC et al (1991), Guide Pratique pour l'Entretien des Bâtiments, Edition 1991, Collaboration entre le Conseil National de l'Ordre des Architectes, le Collège des Experts Architectes de Belgique, la Confédération Nationale de la Construction (C.N.C.), la Fédération Royale des Sociétés d'Architectes de Belgique (F.A.B.), le Bureau du Contrôle pour la Sécurité de la Construction (SECO) et le Centre Scientifique et Technique de la Construction (C.S.T.C.), D/1991/0611/3, 60 pages.

de Bruyn S.M., Korteland M.H., Markowska A.Z., Davidson M.D., de Jong F.L., Bles M., Sevenster M.N., 2010, Handboek Schaduwrijzen – Waardering en weging van emissies en milieueffecten, CE Delft, Delft

Delem, L., Spirinckx, C. (2009), Note on elaboration of refined methodology and workinstrument, chapter 1, §2.3 Methodology impact of building materials, SuFiQuaD, June 2009

Delem L., Van Dessel J., Debacker W., Spirinckx C., Allacker A., De Troyer F., 2011, Bepalingsmethode Milieugerelateerde Materiaalprestatie van gebouwelementen (MMG), voorbereidend rapport voor workshop, in opdracht van de OVAM.

den Hollander Th.G.M., Kuhlmann W.H., Steenhuis J.D. & Veldkamp I.H.J.T., (1993), Woningbouwkosten - Groot onderhoud en renovatie, nr. 3/1993, een uitgave van Misset bouw, een onderdeel van Uitgeversmaatschappij C.Misset bv., Doetinchem, Nederland, 305 blz.

De Nocker et al, 2010; Actualisering van de externe milieuschadetekosten (algemeen voor Vlaanderen) met betrekking tot luchtverontreiniging en klimaatverandering, Studie uitgevoerd in opdracht van VMM, MIRA. www.milieurapport.be

De Nocker L., S. Broekx, I. Liekens (2011), Economische waardering van verbetering ecologische toestand oppervlaktewater op basis van onderzoeksresultaten uit Aquamoney, Vito intern rapport 2011/RMA/R/248, 2011, 58 p.

De Troyer F., Neuckermans H., Havenne D., Simon F. (1990), BB/SfB Tabellen 1990, Brussel, Regie der Gebouwen, 135 p.

De Troyer F. (2008), Een functionele hiërarchie voor gebouwelementen, Leuven, Acco (ISBN 978-90-334-7106-3), 96 p.

De Troyer F. (2012), Bouweconomie en systeembouw, Leuven, ACCO, pagina H4-10 en H4-11

Deutsch F., Veldeman N., Vankerkom J., Peelaerts W., Buekers J., Torfs R., Fierens F., Vanpoucke C., Trimpeneers E., Vancraeynest L., Bossuyt M. (2010), Zwevend stof en fotochemische luchtverontreiniging. Visionair scenario Milieuverkenning 2030, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2010/09, VITO.

Doka, G. (2009), Life Cycle Inventories of Waste Treatment Services. Ecoinvent report No. 13., Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf: ecoinvent

EC, 1996, ExternE, Externalities of Energy, Volume 2: Methodology, Luxembourg : European Commission, 1996

EC, 2005, 5, ExternE - Externalities of Energy – Methodology 2005; Update. EUR 21951 EN. European Commission, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 2005, ISBN 92-79-00423-9.

ecoinvent (2010), ecoinvent v2.2 database, www.ecoinvent.org

European Union, EU waste framework directive 2008/98/EC in Official Journal of the European Union, L312/3 –L312/30

Exiopol (2011), A new accounting framework using externality data and input-output for policy analysis, bottom-up approach, FEEM, 2011 (www.feem-project.net/exiopol/)

Febelcem (2008), Standpunten, de Belgische cementindustrie

Federale Overheidsdienst (FOD) Economie (2009), Eengemaakte technische specificaties – STS 04 Hout en plaarmaterialen op basis van hout – STS04.3 Behandelingen van het hout, uitgave 2009, FOD Economie, Brussel, via [http://www.ctib-tchn.be/useruploads/files/STS%2004-3_2009\(N\).pdf](http://www.ctib-tchn.be/useruploads/files/STS%2004-3_2009(N).pdf)

FVSB (1997), Milieuhandleiding voor de algemene bouwaannemer op de werf - PRESTI-project, 1997.

Goedkoop M. en Spriensma R. (2000) , The Eco-indicator 99 A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment, Methodology Report, Second Edition, Pré Consultants, 2000, 142 p.

Goedkoop M., Heijungs R., Huijbregts M., De Schrijver A., Struijs J., van Zelm R., 2008, ReCiPe 2008 – A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level – First edition – Report 1: characterisation, in order of Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Goedkoop M., De Schrijver A., Oele M., Durksz S., de Roest D. (Pré Consultants) (2010), Introduction to LCA with SimaPro 7, Pré Consultants, Netherlands, November 2010, 88p.

Gren, I.-M. (2008). Costs and Benefits from Nutrient Reductions to the Baltic Sea. the Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden.

Havenne D., Simon F., De Troyer F., Neuckermans H. (1990), Tables BB/SfB 1990, Bruxelles, Régie des Bâtiments, 135 p.

Hayashi K., Nakagawa A., Itsubo N. en Inaba A. (2006), Expanded Damage Function of Stratospheric Ozone Depletion to Cover Major Endpoints Regarding Life Cycle Impact Assessment, in : The International Journal of Life Cycle Assessment , vol. 11, nr. 3, p. 150–161

Hegger M., Auch-Schwelk V., Fuchs M., Rosenkranz T., et al (2006), Construction Materials Manual, Basel: Birkhäuser.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007), Climate Change 2007: Synthesis Report, 74p. via http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf

International Organization for Standardization (ISO) (2005), Environmental management – Life cycle assessment Requirements and guidelines (ISO 14044 – Part 2), Geneva: ISO.

International Standardisation Organisation (ISO) (2006a), ISO 14040, 2006, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework.

International Standardisation Organisation (ISO) (2006b), ISO 14044 (2006) Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines.

IVAM (2001), IVAM LCA data 4.0, www.ivam.uva.nl

Jacobs, A., et al. (2005), Best Beschikbare technieken voor recyclage van bouw- en slooppuin, eindrapport, 140p. "Life Expectancy of Building Components - Surveyors' Experiences of Buildings in Use - A practical Guide", second (revised) edition, BCIS, London, UK, 2006, pp. 354

Janssen A., Putzeys K., Debacker W., Geerken T., Allacker K., De Troyer F. (2010), Onderzoek naar mogelijke nieuwe bouwconcepten en het effect ervan op het gebruik van oppervlaktedelfstoffen, studie in opdracht van Vlaamse Overheid – Departement Leefmilieu, Natuur en Energie - Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen (ALBON), 253p.

Joint Research Centre (JRC) of European Commission (2010) - Institute for Environment and Sustainability (IES), International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition March 2010

Joint Research Centre (JRC) of European Commission (2011) - Institute for Environment and Sustainability (IES), International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context – based on existing environmental impact assessment models and factors. First edition

Kuik, O., Brandera, L., Nikitina, N., Navrud, S., Magnussen, K., El Hadji, F., 2008. A Database of Studies on Energy-related External Costs due to Land Use Changes, Acidification and Eutrophication, Visual Intrusion and Climate Change. Delivery of FP6 Cases Project

Le Goffe, P. (1995): "The Benefits of Improvements in Coastal Water Quality: A Contingent Approach", Journal of Environmental Management 45, (4): 305-317.

Liekens I., De Nocker L., 2008. Rekenraamwerk voor de economische baten van een betere waterkwaliteit, VITO in opdracht van VMM, september 2008. <http://www.milieurapport.be> onderzoeksrapporten 2008

Liekens I., Schaafsma M., Staes J., Brouwer Roy, De Nocker L. en Meire P., 2009. Uitvoeren van een economische waarderingsstudie van natuurlandschappen voor gebruik in MKBA van infrastructuurprojecten. Rapport in opdracht van LNE, afdeling milieu-, natuur- en energiebeleid. VITO, 2009/RMA/R/308.

LNE (2007), milieubeleidskosten – begrippen en berekeningsmethoden, Vlaamse Overheid, LNE, 2007, www.milieueconomie.lne.be, p. 27 e.v.

LNE, 2008 Milieubaten of milieuschadekosten-waarderingsstudies in Vlaanderen, Vlaamse overheid, Departement LNE, 2008, www.milieueconomie.lne.be

Loeckx A., Neuckermans H., Dillemans R., et. al. (1993), Wegwijs Wonen, Leuven, Davidsfonds, 398 p.

Maibach M., C. Schreyer, D. Sutter ; H.P. van Essen, B.H. Boon, R. Smokers, A. Schroten ; C. Doll ; B. Pawlowska, M. Bak (2008), Handbook on estimation of external costs in the transport sector. Internalisation Measures and Policies for All external Costs of Transport (IMPACT), Version 1.1, Delft : CE Delft, 2008

Markandya, A., Nunes, P.A.L.D., Brauer, I., ten Brink, P. Kuik, O. and M. Rayment (2008) "Review On The Economics Of Biodiversity Loss – Economic Analysis and Synthesis", Final report for the European Commission, Venice, Italy. 140 pp.

MEA (2005). Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis, World Resources Institute, Ashington, D.C.

MIRA (2007) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2007 Vermesting. Overloop S., Bossuyt M., Ducheyne S., Dumortier M., Eppinger R., Van Gijseghe D., Van Hoof K., Vogels N., Vanden Auweele W., Wustenberghs H., D'hooghe J., Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be

Morton, M. (eds) (1987), Rubber technology, 3rd ed, New York: v Nostrand Reinhold Co

NEN(2004), NEN 8006, Environmental data of building materials, building products and building elements for application in environmental product declaration – Assessment according to the Life Cycle Assessment (LCA) methodology.

NIBE (2011a), NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten – Deel 1: Draagconstructies, NIBE Publishing, The Netherlands.

NIBE (2011b), NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten – Deel 2: Gevels en Daken, NIBE Publishing, The Netherlands.

NIBE (2011c), NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten – Deel 3: Afwerkingen, NIBE Publishing, The Netherlands.

Ott et al, 2006, Ott, Walter, Baur, Martin and Kaufmann, Yvonne, e c o n c e p t AG, Frischknecht, Rolf and Steiner, Roland, ESU-services, 2006, NEEDS, project, FP6, RS1b_D4.2, "Assessment of Biodiversity Losses".

Pasman W.P.M., Scholten J.A., van Groningen C. & Veldkamp I.H.J.T. (1993), Burgerwerk en kleine aannemingen - onderhoud en herstel, nr. 1/1993, een uitgave van Misset Bouw, een onderdeel van Uitgeversmaatschappij C.Misset bv., Doetinchem, Nederland, 467 blz.

Perret, J. (1995), Guide de la maintenance des bâtiments, Diagnostic d'un patrimoine bâti existant, prévention des désordres et actions pour y remédier, 308 fiches techniques de suivi des ouvrages, Le Moniteur, Paris, France

Putzeys, K., Spirinckx, C. (2008), et al., Final note on extreme cases, chapter 2: Data collection for extreme types, SuFiQuaD, Sustainability, Financial and Quality evaluation of dwelling types, December 2008.

Preiss, Ph, Volker Klotz (2008), revised Description of updated and extended tools for the detailed site-dependent assessment of External costs EcoSenseWeb, Report NEEDS, IER, 2008.

Pretty, J. N., Mason, C. F., Nedwell, D. B. et al. (2003), Environmental costs of freshwater eutrophication in England and Wales. Environmental Science and Technology, 37, 201–208.

Ruijgrok, Dr.ir. E.C.M. , Dr.ir. R. Brouwer prof. dr. H. Verbruggen, 2004. Waardering van Natuur, Water en Bodem in Maatschappelijke Kosten-batenanalyses. Aanvulling op de Leidraad OEI. In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in samenwerking met de ministeries van Verkeer en Waterstaat, Economische Zaken, Financiën en VROM.RWS 2004

Sezzi G. (2009), The ceramic tile market in Europe, Cersaie, September 2009, via http://www.eufgs.com/en/PDF/PresentazioneEUF_giugno2010_sezzi_en.pdf

Söderqvist, T. and Hasselström, L.(2008). the Economic Value of Ecosystem Services Provided by the Baltic Sea and Skagerrak. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5874-6.pdf>

Spielman M., Bauer C. (2007), et al., Transport services, ecoinvent report no.14, 2007

Spirinckx, C. (2009), Note on elaboration of refined methodology and workinstrument, chapter 3, §1 Harmonisation process of the life cycle inventory data, SuFiQuaD, June 2009

Stichting Bouwresearch (SBR) (1998), Levensduur van bouwproducten, praktijkwaarden, Stichting Bouwresearch (SBR), 1985, herzien in 1998, Rotterdam, Nederland

Ten Hagen & Stam bv (2000a), Bouwkosten - Burgerwerk - Groot Onderhoud – update 2000, Ten Hagen & Stam uitgevers, Den Haag, Nederland, ISBN 90.70011.76.X.

Ten Hagen & Stam bv (2000b), Bouwkosten - Burgerwerk - Klein Onderhoud – update 2000, Ten Hagen & Stam uitgevers, Den Haag, Nederland, ISBN 90.70011.86.7.

UNEP (Lead authors: Huovila P., Ala-Juusela M., Melchert L. and Pouffary S.) (2007), Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities, UNEP Sustainable Buildings and Climate Initiative, Paris, France, 78p.

Val-i-pack (2009), jaarverslag 2009

van den Dobbelssteen, A., Alberts, K. (2001), Milieueffecten van Bouwmaterialen – duurzaam omgaan met grondstoffen, Delft: TU Delft, geraadpleegd op 22 februari 2012, via <http://www.wegwijzerduurzaambouwen.be/pdf/174.pdf>

van den Dobbelssteen A. (2004), The Sustainable Office – an exploration of the potential for factor 20 environmental improvement of office accommodation, PhD thesis, TU Delft, Delft, The Netherlands, 2004, 520p.

van den Dobbelssteen, A., Alberts, K. (2005), Bouwmaterialen, milieu & gezondheid, Amsterdam: WEKA uitgeverij B.V.

Vlaams Instituut voor Bio-Ecologisch bouwen en wonen (VIBE) (2007), VIBE-fiches: Keuzefiche: Bouwmaterialen / isolatiematerialen, februari 2007, met ondersteuning van de Vlaamse overheid, geraadpleegd op 19 februari 2012 via http://www.vibe.be/downloads/1.Technische_documentatie/Bouwmaterialen%20en%20gezondheid/KF_isolatiematerialen.pdf

Watkins, P., Anthoff, D., Downing, T., Hepburn, C., Hope, C., Hunt, A., Tol, R. (2005): The Social Cost of Carbon (SCC) Review – Methodological Approaches for Using SCC Estimates in Policy Assessment. Final Report. AEA Technology Environment, Harwell, November 2005

Woodforum.be (2012), Toepassingen, geraadpleegd op 4 april 2012, via <http://www.woodforum.be/nl/toepassingen>

WTCB et al (2011), Onderhoudsgids voor duurzame gebouwen, editie 2011, in samenwerking met de Confederatie Bouw, het Nationaal College van Deskundigen Architecten van België, het Technisch Controlebureau voor het Bouwwezen (SECO) en het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB), WTCB, Brussel, 69p.

Voor meer
informatie:

www.ovam.be

info@ovam.be

T: 015 284 284

F: 015 203 275

Openbare Vlaamse
Afvalstoffenmaatschappij
Stationsstraat 110
B-2800 Mechelen

V.U. Danny Mille, Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen / D/2013/6024/04

**SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER**

