

# INLEIDING TOT LEVENSCYCLUSANALYSE ALGEMENE PRINCIPES EN GEBRUIK

**LISA WASTIELS & LAETITIA DELEM**



WTCB DUURZAME ONTWIKKELING  
CSTC DEVELOPPEMENT DURABLE

# INLEIDING TOT LEVENSCYCLUSANALYSE

1. **Levenscyclusanalyse (LCA) in het kort**
2. Enkele aandachtspunten bij definitie LCA studie
3. Modelleren LCA gebouw(element)
4. Interpretatie en aandachtspunten ahv concrete voorbeelden
5. Conclusies

## WAT ?

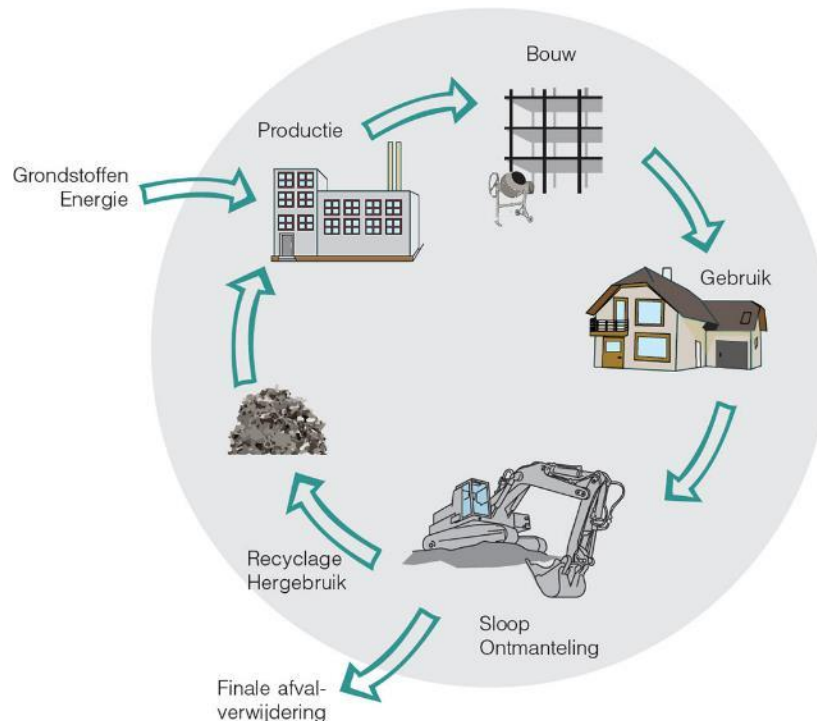
- Techniek voor het **kwantificeren van de milieu-impact** van een « product » tijdens zijn gehele levenscyclus (van wieg tot graf)

## WAAROM **levenscyclusdenken** ?

- Overdracht van milieu-impact voorkomen

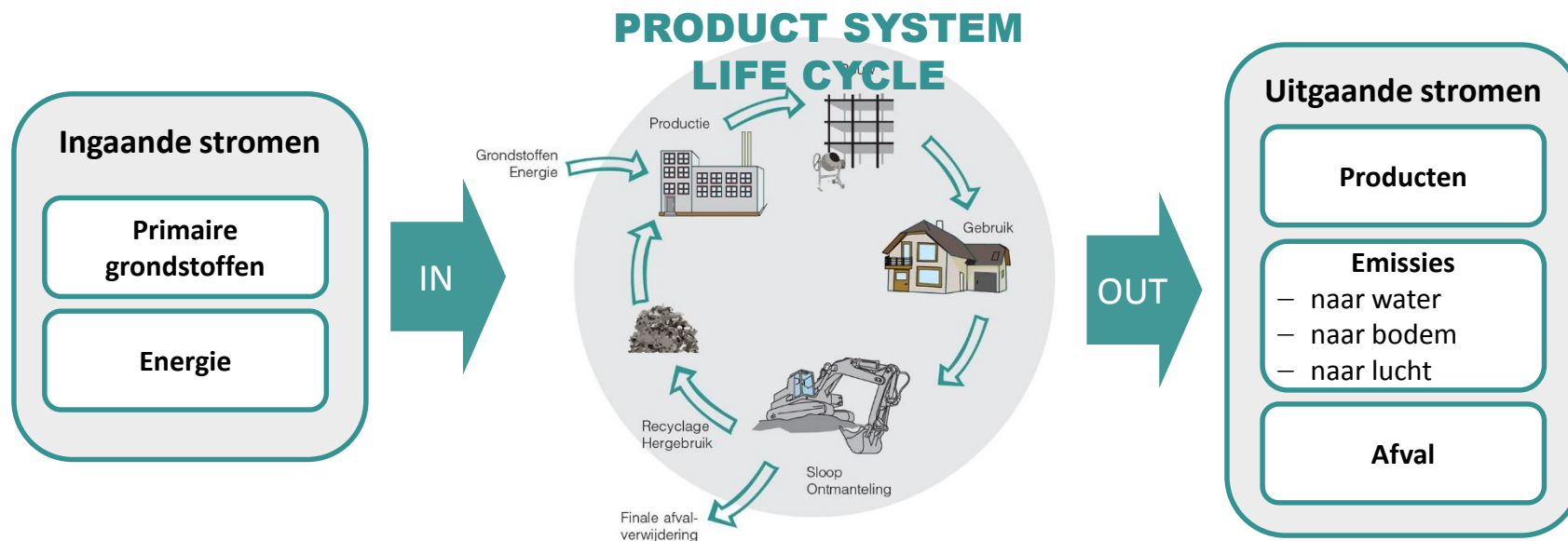
## TOEPASSINGEN

- **Specifieke analyse:** diagnose en optimalisatie
- **Vergelijking**
- Objectieve **communicatie**



## HOE milieu-impact bepalen ?

- Basisprincipes **ISO 14040 serie**



## HOE milieu-impact bepalen ?

- Op basis van de input en output, de relatieve bijdrage aan **verschillende milieuproblemen** begroten

Environmental impact	Inventory (e.g.)	Unit
Broeikaseffect ( <i>Climate Change</i> )	Greenhouse gasses: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> ,...	kg CO <sub>2</sub> equiv
Aantasting van de ozonlaag ( <i>Ozone layer depletion</i> )	CFC, HCFC,...	kg CFC equiv
Zure regens ( <i>Atmospherical acidification</i> )	NO <sub>4</sub> , HCl, HF, SO <sub>2</sub>	kg SO <sub>2</sub> <sup>-</sup> equiv
Smogvorming ( <i>Formation of tropospheric ozone</i> )	Hydrocarbons	kg Ethene equiv
Toxiciteit ( <i>Human toxicity</i> )	Heavy metals, dioxins,...	kg 1,4 DB equiv
...	...	...

## Waarom **verschillende** milieu-indicatoren ?

- Overdracht van impacten vermijden
- Geen perfecte oplossing

## Resultaat van LCA

→ **Milieuprofiel** van het product / element / gebouw

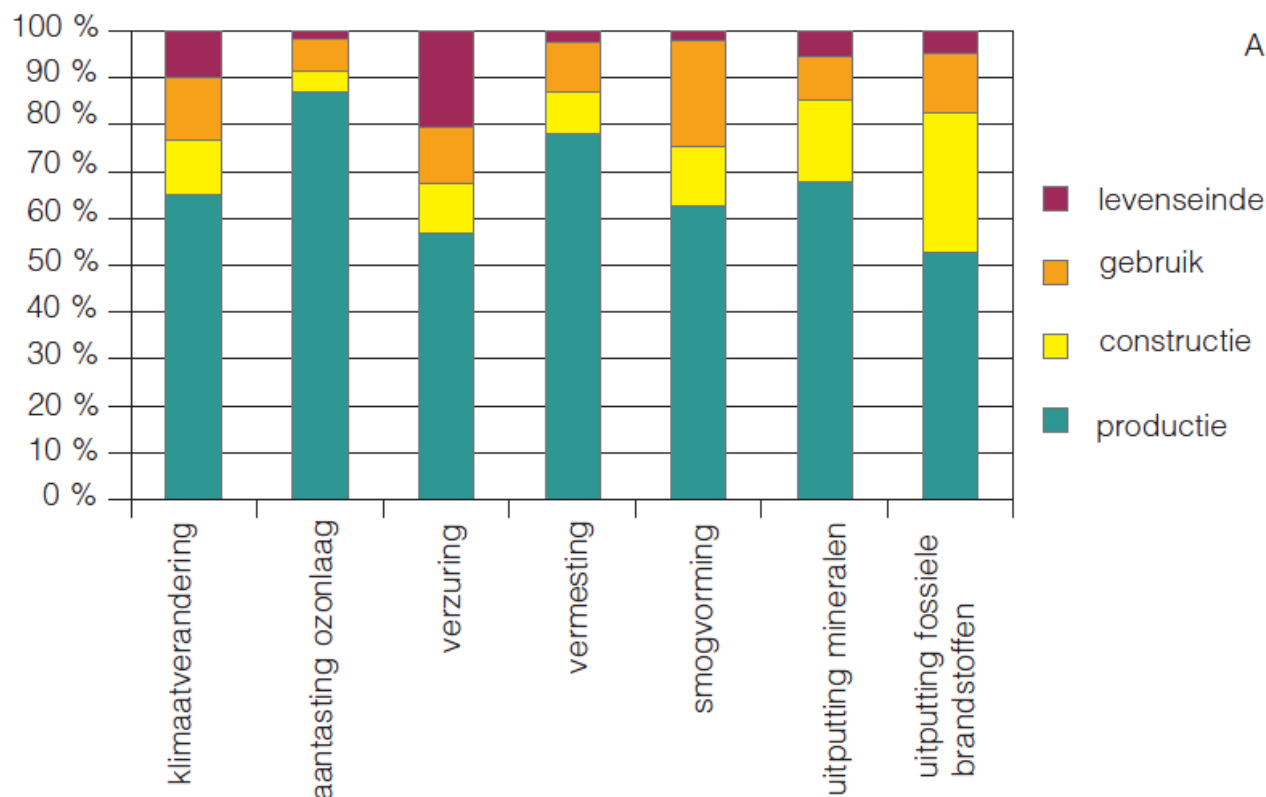
- Impact tijdens verschillende levenscyclusfasen
- Impact van de verschillende onderdelen

Impact category	Unit	Productie (A1-A3)	Constructie (A4-A5)	Gebruik (B)	Levenseinde (C)
Global warming (GWP100a)	kg CO2 eq	1.67E-01	1.66E-02	8.63E-03	2.14E-04
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	3.09E-08	3.14E-09	1.27E-09	8.63E-11
Acidification (AP)	kg SO2 eq	4.98E-04	5.38E-05	1.93E-05	1.60E-06
Eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	1.20E-04	8.74E-06	4.20E-06	3.02E-07
Photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4 eq	2.75E-05	4.77E-06	1.24E-06	1.18E-07
ADP non-fossil resources	kg Sb eq	1.44E-07	4.80E-08	8.29E-09	1.91E-10
ADP fossil resources	MJ	2.63E+00	2.53E-01	9.63E-02	6.94E-03
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	4.27E-08	2.55E-09	1.54E-09	1.14E-11
Human toxicity, cancer effects	CTUh	7.76E-10	1.26E-10	1.03E-10	2.07E-12
Particulate matter	kg PM2.5 eq	5.19E-05	8.11E-06	5.76E-06	2.45E-07

## Resultaat van LCA

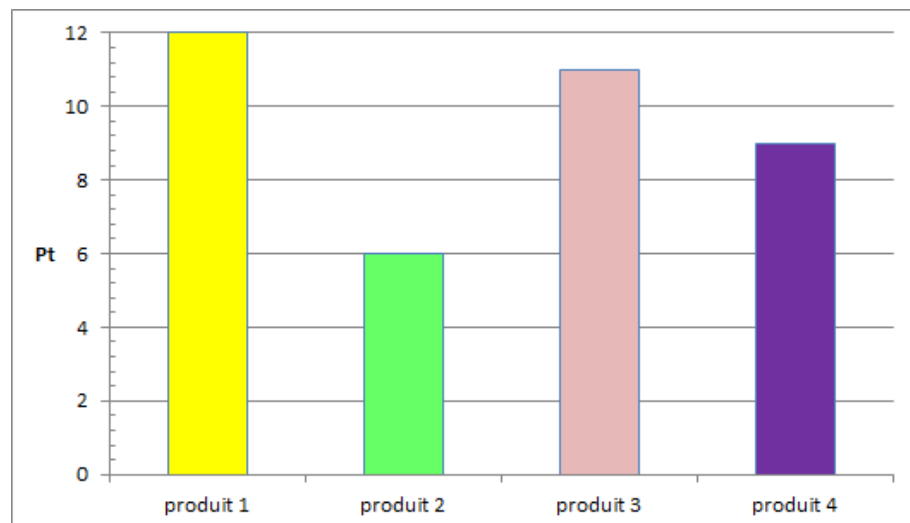
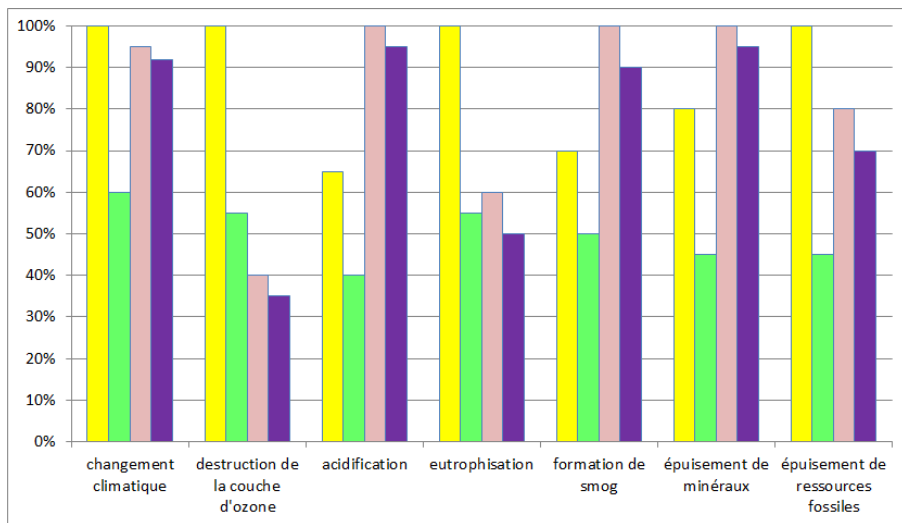
→ Milieuprofiel van het product / element / gebouw

- Impact tijdens verschillende levenscyclusfasen
- Impact van de verschillende onderdelen



## Vergelijking

- Bijkomende stap → **aggregatie** van de verschillende indicatoren
  - Vereenvoudigt de interpretatie
  - Mogelijk volgens verschillende methodes
  - Verlies van informatie
  - Verschillende methodes beschikbaar: bv. ReCiPe, Monetarisatie





# MILIEU-IMPACT VOLGENS MMG-METHODE

18

Individuele scores

MONETARISATIE

3

Geaggregeerde scores

CEN INDICATOREN

Klimaatverandering	kg CO2 eq
Aantasting van de ozonlaag	kg CFC-11 eq
Verzuring	kg SO2 eq
Vermesting	kg PO4 <sup>---</sup> eq
Vorming van fotochemische oxidanten	kg C2H4 eq
Uitputting van abiotische grondstoffen	kg Sb eq
<i>Uitputting van fossiele brandstoffen</i>	<i>MJ</i>

0.1€/kgCO2 eq	€
49.1€/kg CFC-11 eq	€
0.17€/kg SO2eq	€
8€/kg PO4 <sup>3-</sup> eq	€
0.18€/kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq	€
1.56€/kg Sb eq	€

CEN score



CEN+ INDICATOREN

Menselijke toxiciteit – kankereffecten	CTUh
Menselijke toxiciteit – niet-kankereffecten	CTUh
Fijnstofvorming	kg PM2.5 eq
Ioniserende straling – menselijke gezondheid	kg U235 eq
Ioniserende straling – ecosystemen	CTUe
Ecotoxiciteit – zoetwater	CTUe
Waterschaarste	m3 water eq
Landgebruik: omvorming – bodemorganisch stof	kg C deficit
Landgebruik: omvorming – biodiversiteit	PDF*m2
Landgebruik: bezetting – bodemorganisch stof	kg C deficit
Landgebruik: bezetting – biodiversiteit	PDF*m2a

665109€/CTUh	€
144081€/CTUh	€
34€/kg PM2.5 eq	€
9.7E-04€/kg U235 eq	€
3.7E-05€/CTUe	€
3.7E-05€/CTUe	€
2.7E-06€/kgCdeficit	€
27€/m <sup>2</sup> tropical rainforest	€
2.7E-06€/kgCdeficit	€
0.3€/m <sup>2</sup> a urban	€
6E-03€/m <sup>2</sup> a agricultural	€
2.2E-04€/m <sup>2</sup> a forest	€

CEN+ score



Totale MMG score



# INLEIDING TOT LEVENSCYCLUSANALYSE

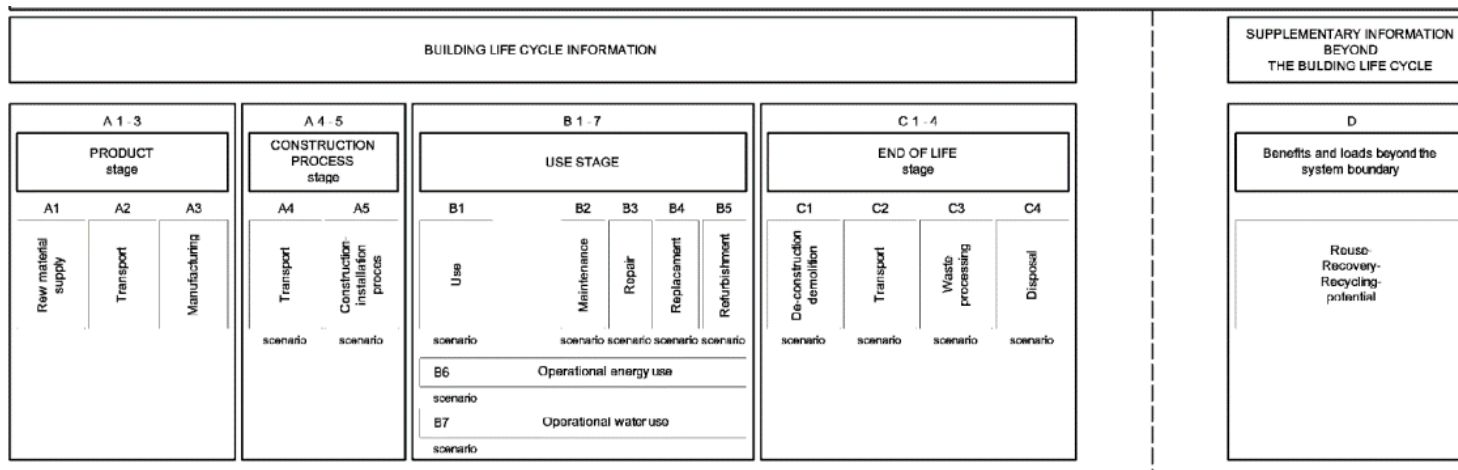
1. Levenscyclusanalyse (LCA) in het kort
2. Enkele aandachtspunten bij definitie LCA studie
3. Modelleren LCA gebouw(element)
4. Interpretatie en aandachtspunten ahv concrete voorbeelden
5. Conclusies

## Europese normen specifiek voor bouw

- **EN 15804+A1: 2014** EPD - core rules for the product category of **construction products**
- **EN 15978: 2011** Assessment of environmental performance of **buildings**

→ Beschrijven **rekenregels** voor LCA op product- en gebouwniveau, e.g.:

- systeemgrenzen
- milieu-indicatoren
- ...



## Referentie-eenheid voor de analyse


Functionele eenheid moet rekening houden met **functie**

- Bv. **Draagstructuur** in beton, staal of gelamelleerd hout
  - Hoeveelheid in functie van overspanning, tussenafstand en belasting

### Draagbalken

overspanning 5 m, lengte 6.5 m, tussenafstand 3 m


Draagvloer: eigen belasting + extra belasting 5 kN/m<sup>2</sup>



gewapend beton  
(0.30x0.48 m)



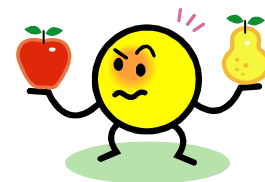
staal  
(HEA 280)



gelamelleerd hout  
(0.30x0.52 m)

	benodigde hoeveelheid	milieupunten (Pt)
beton C25/30	0.94 m <sup>3</sup>	15 Pt
wapeningsstaal	100 kg	20 Pt
<b>gewapend beton</b>		<b>35 Pt</b>
<b>stalen profiel</b>	515 kg	<b>171 Pt</b>
<b>gelamelleerd hout</b>	1.01 m <sup>3</sup>	<b>111 Pt</b>

ReCiPe Endpoint (H) V 1.07 / Europe ReCiPe (H/A)



## Referentie-eenheid voor de analyse

Functionele eenheid moet rekening houden met **functie** en **levensduur**

- Bv. **Vloerbekleding**: 1m<sup>2</sup> vloer bekleden in woonruimte **voor 30 jaar**
  - Indien levensduur tapijt = 15 jaar, tegels = 30 jaar
  - Moet rekening houden dat tapijt éénmaal vervangen zal worden

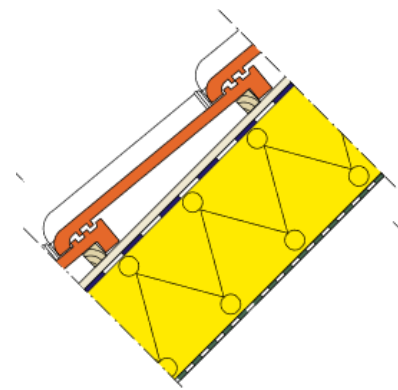
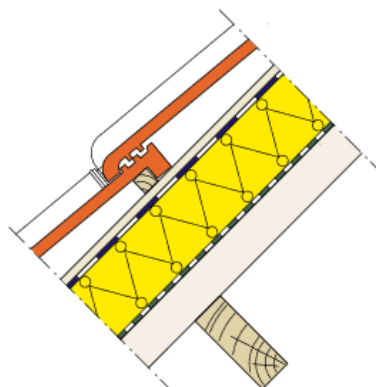


## Referentie-eenheid voor de analyse

### Vergelijking

- Niet aangewezen op materiaalniveau
- Beter op elementniveau: bv. Isoleren van 1m<sup>2</sup> hellend dak

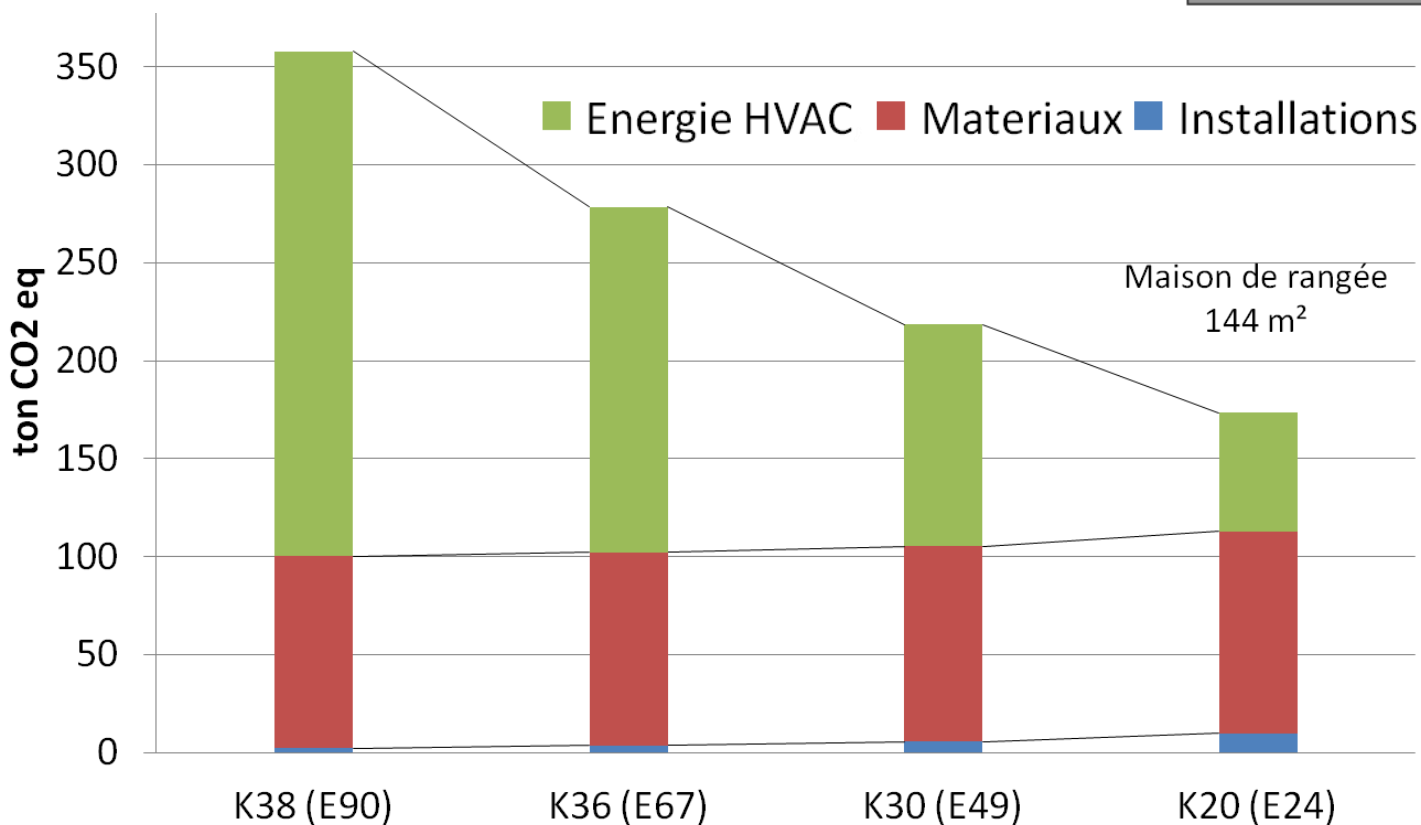
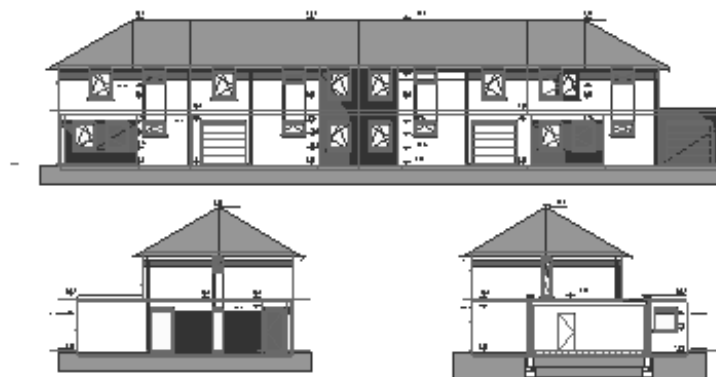
	Stijve isolatie (bv. PUR, EPS, XPS)	Zachte isolatie (bv. minerale wol, cellulose)
Plaatsing	Op de kepers (sarkingdak)	Tussen de kepers
Tengellatten	Sectie: 30x50 mm Bevestiging: vijzen Ø 6mm	Sectie: 15x30 mm Bevestiging : nagels Ø 2.5mm
U-waarde bepaling	Correctiefactor omwille van metalen bevestigingen die isolatie doorboren	Niet-homogene laag: Hout: 12%, isolatie: 88%



## Referentie-eenheid voor de analyse

### Vergelijking

- Niet aangewezen op materiaalniveau
- Beter op elementniveau
- Idealiter op gebouwniveau



Rijwoning  
144 m<sup>2</sup>  
3 slaapkamers  
1 garage  
Analyse voor een  
**levensduur van 80  
jaar**

*Bron: Referentieel  
Duurzaam Wonen,  
WTCB, 2010*

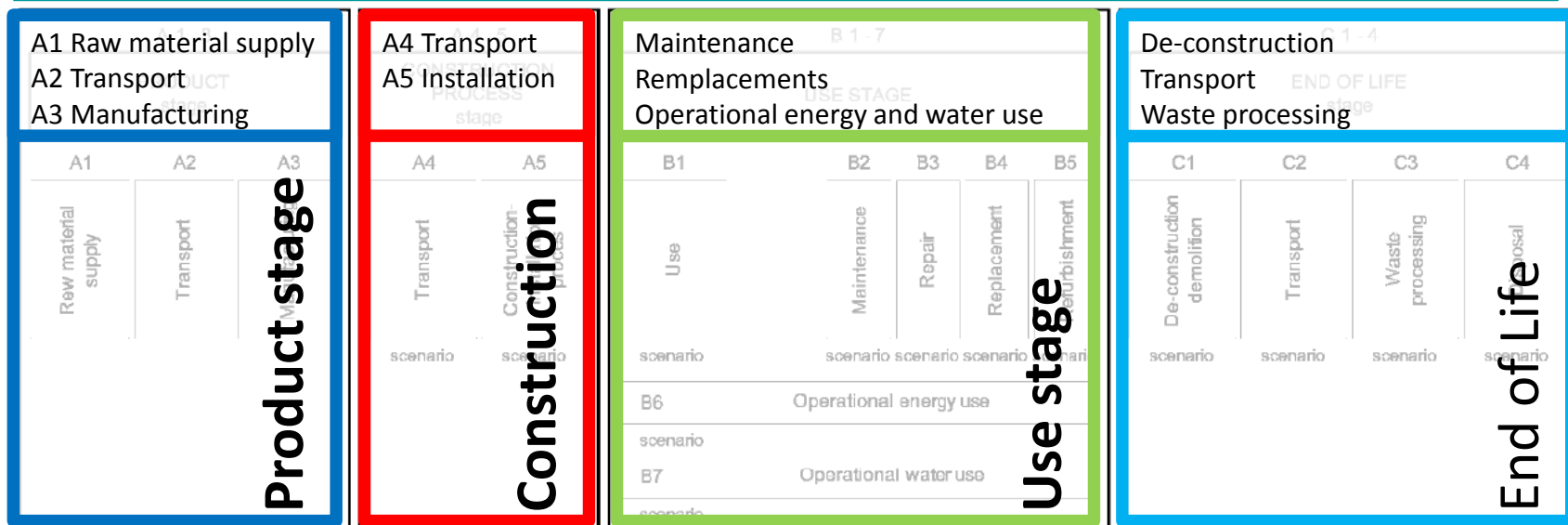
## Systeemgrenzen – welke fasen?

- Alleen productie
- Production + (...) + e.g. EOL
- Full life cycle

### CRADLE TO GATE

CRADLE TO GATE  
with options

CRADLE TO GRAVE

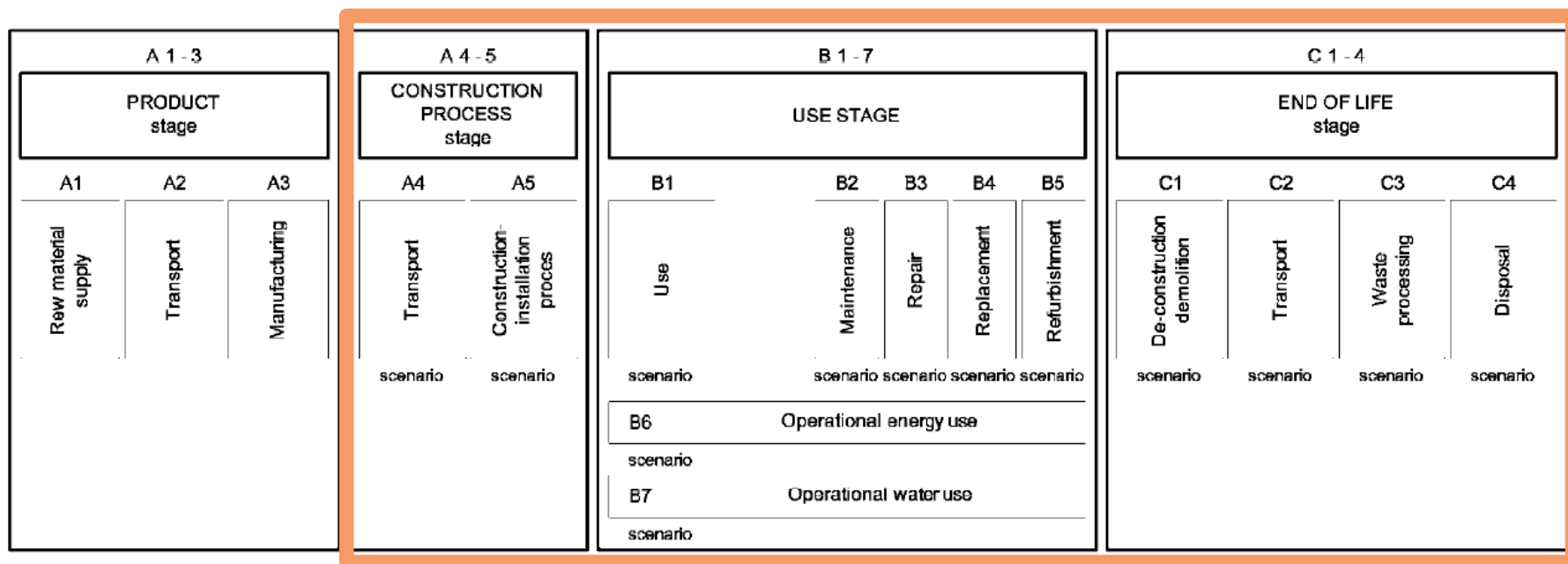


Systeemgrenzen van een bouwproduct/gebouw volgens EN 15804/EN 15978



Gebruik van **scenario's** voor « gate-to-grave » fasen

- Transportscenario's: Fabriek-Werf
  - End-of-Life scenario's:
    - Afbraak en transport van afval
    - Finale verwijdering (stort, verbranding, recyclage, hergebruik)
- ➔ Default Belgische scenario's beschikbaar in BE-PCR (NBN/DTD B 08-001:2017)



Gebruik van **scenario's** voor « gate-to-grave » fasen

- Transportscenario's: Fabriek-Werf
  - End-of-Life scenario's:
    - Afbraak en transport van afval
    - Finale verwijdering (stort, verbranding, recyclage, hergebruik)
- Default Belgische scenario's beschikbaar in BE-PCR (NBN/DTD B 08-001:2017)

Aanname ivm **levensduur**

- Gebouw: bv. 60-80 jaar voor een woning
- Materialen: bv. 25 jaar voor een raamkozijn → bepaalt aantal vervangingen

→ **Belangrijke invloed** op de resultaten !

→ Meestal voorgedefinieerd in LCA-tools

## Karakterisatie van biogene CO<sub>2</sub>

Alles wat ooit opgenomen werd, zal afgegeven worden

→ CO<sub>2</sub> neutraal over de levenscyclus

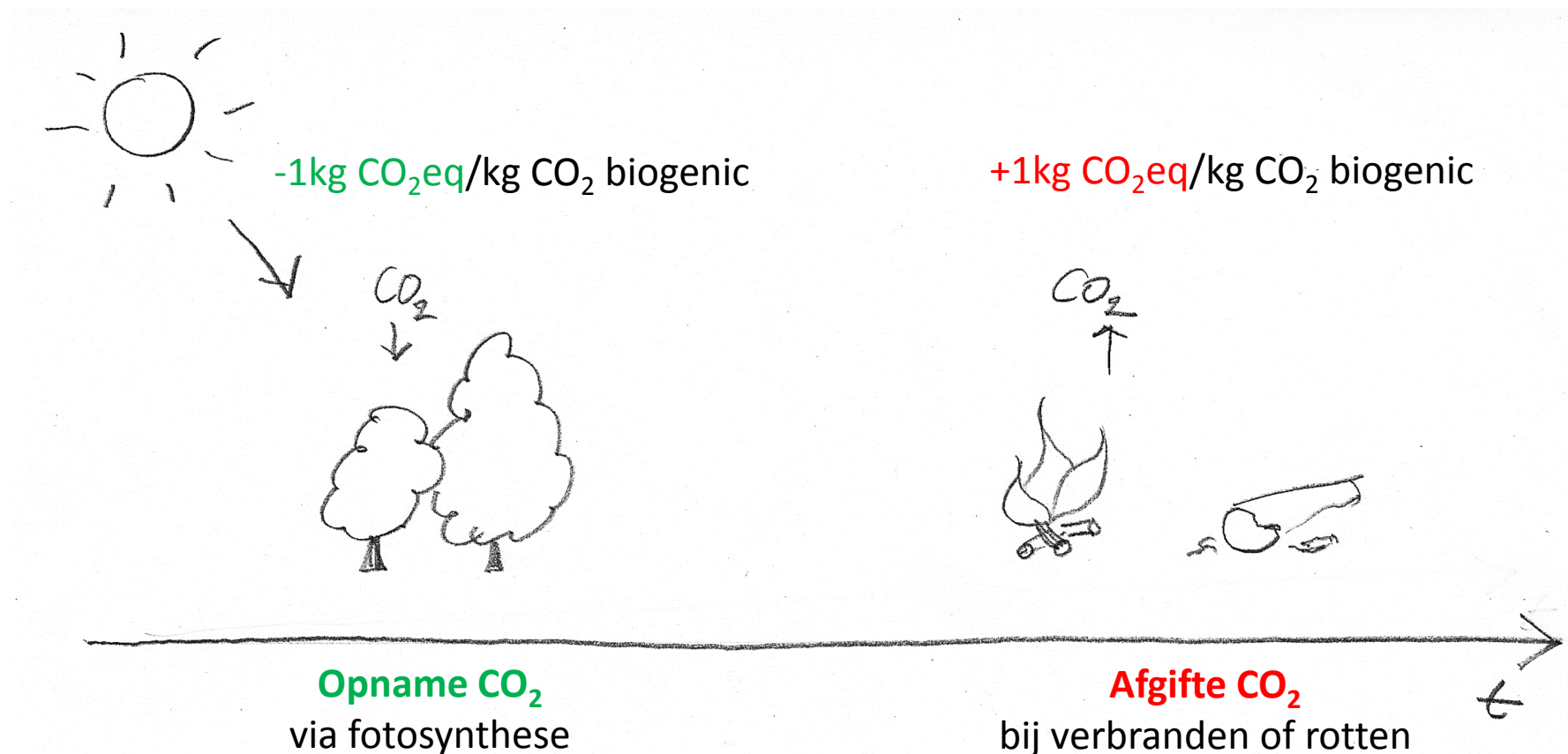
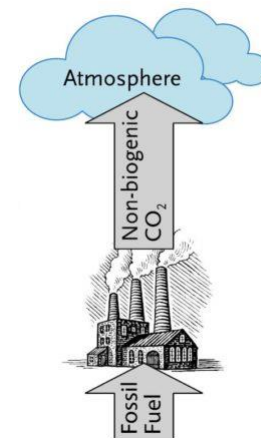
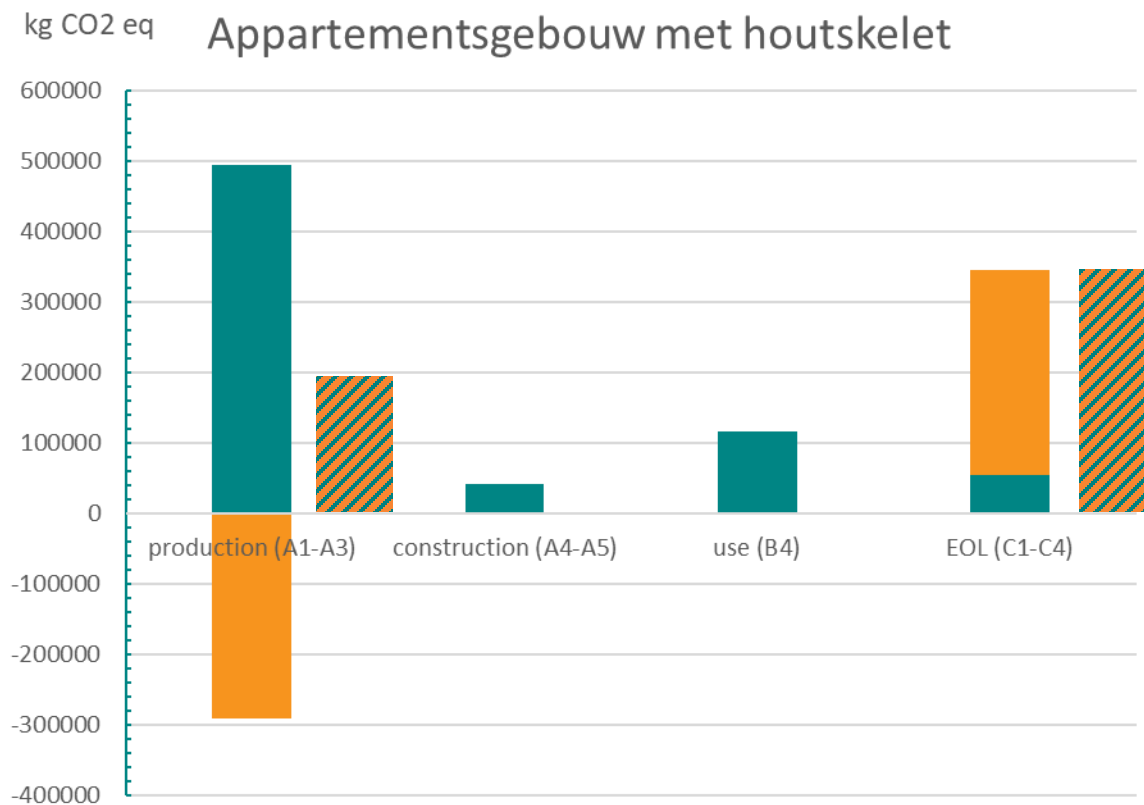


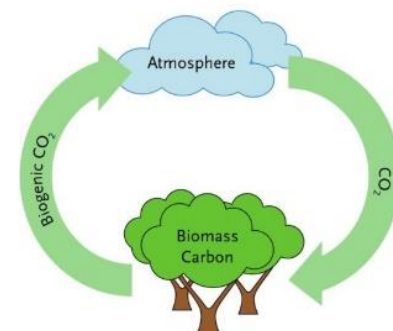
Image source: F. De Troyer, KUL, MMG

## Biogene CO<sub>2</sub>



■ non-biogenic CO<sub>2</sub>

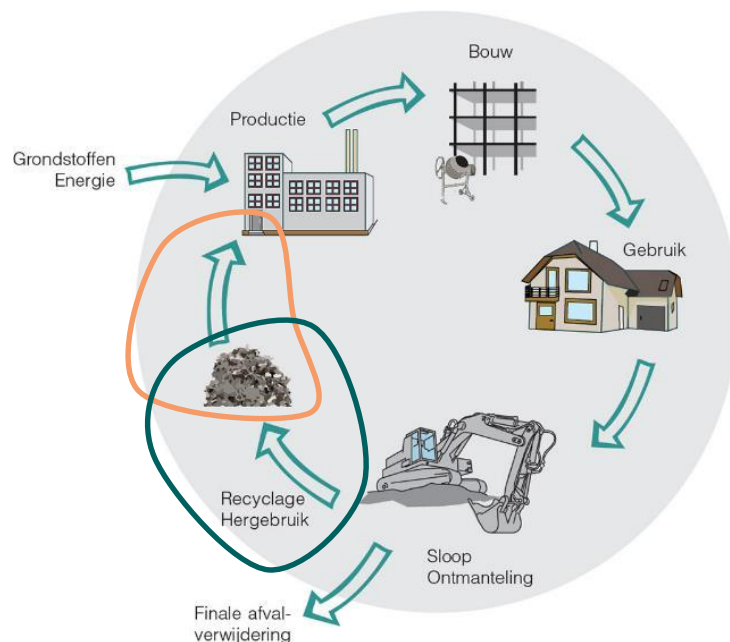
■ biogenic CO<sub>2</sub>



**Allocatie** = verdeling van impact tussen verschillende systemen

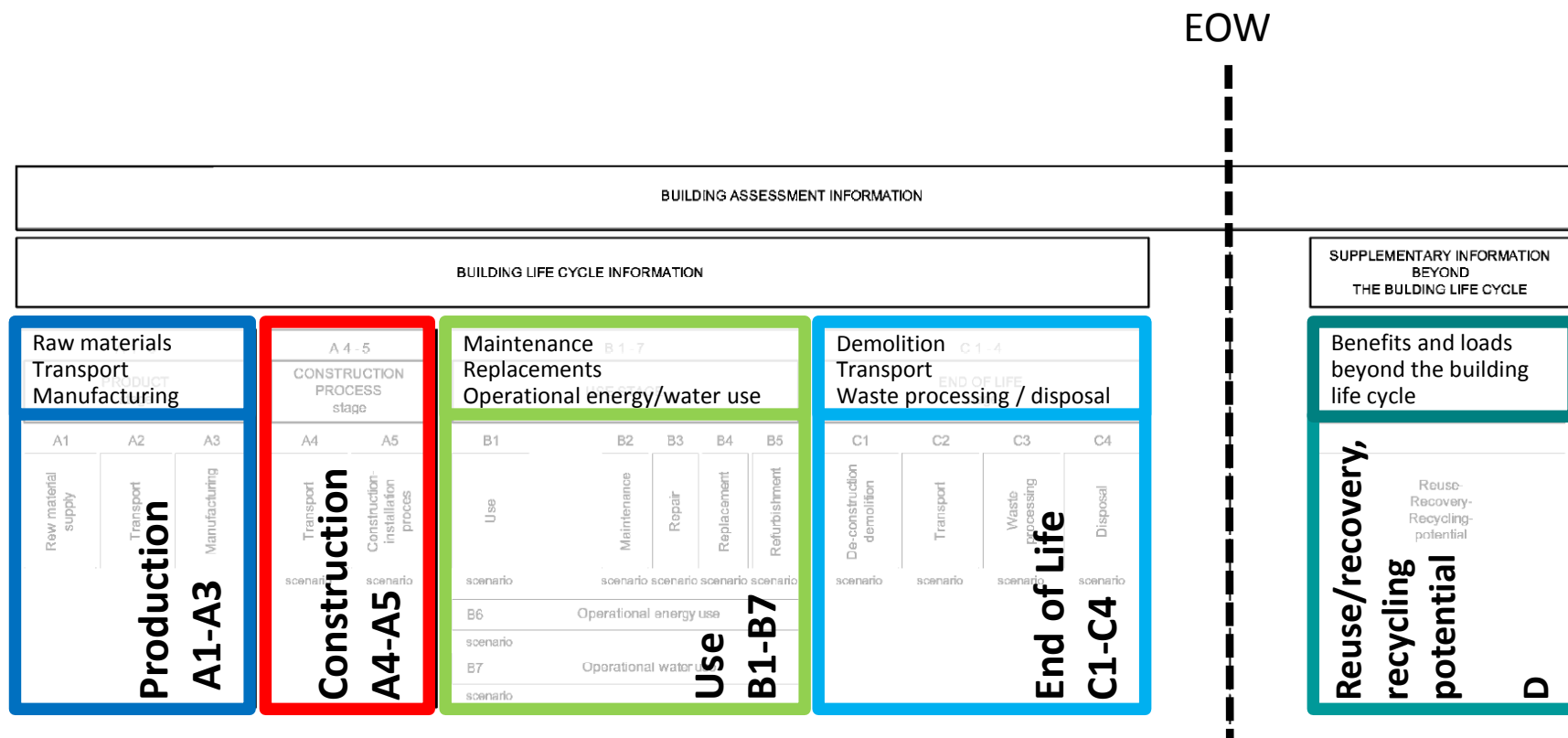
Vb. in geval van recyclage (cut-off approach in EN15804)

- INPUT zijde:
  - « gratis » secundaire grondstoffen
  - Impact verwerking van het gerecycleerde materiaal
- OUTPUT zijde:
  - Impact van transport en recyclage-activiteiten (eg. sorteren, verbrijzelen)
  - Geen impact van stort of verbranding



**Module D** = info over impact en voordelen na EOW (end-of-waste)

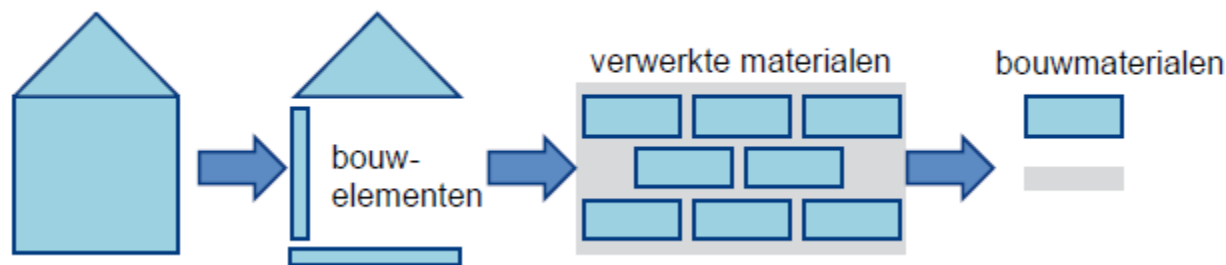
→ optioneel



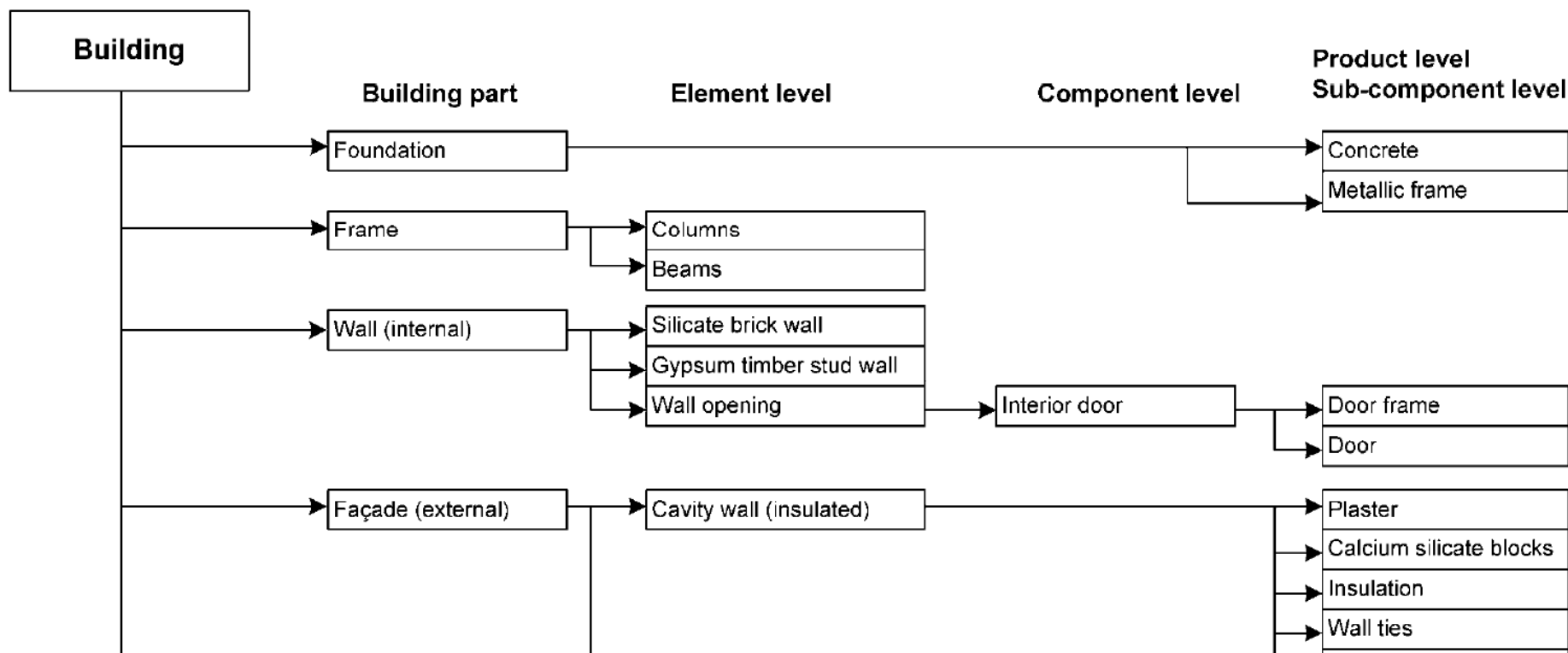
# INLEIDING TOT LEVENSCYCLUSANALYSE

1. Levenscyclusanalyse (LCA) in het kort
2. Enkele aandachtspunten bij definitie LCA studie
3. **Modelleren LCA gebouw(element)**
4. Interpretatie en aandachtspunten ahv concrete voorbeelden
5. Conclusies

## Inventarisatie gebouw



Source: OVAM MMG





## Inventarisatie gebouw

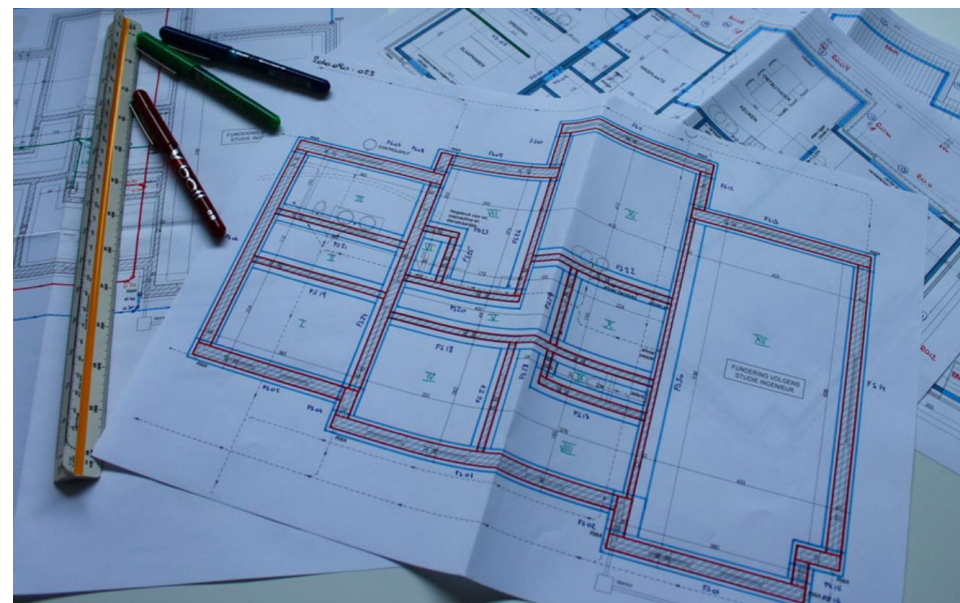
### ■ Specifieke data **gebouw**:

- Op basis van meetstaat en plannen: inventarisatie van materiaaltipe en hoeveelheden
- Energieverbruik voor de gebruiksfase (hoeveelheid en type brandstof) op basis van bv. EPB berekening, dynamische simulatie, reëel verbruik



Close-up of a building inventory table with Dutch text. The table lists various building components and their quantities.

Component	Unit	Quantity
NIET DRAGEND METSELWERK		
niet dragend metselwerk - algemeen		
scheidingswanden - algemeen		
scheidingswanden - baksteen		
scheidingswanden - gipsblokken		
scheidingswanden - gipsblokken (isomur)		
scheidingswanden - gipsblokken (hydromur)		
scheidingswanden - algemeen		
scheidingswanden - bad- & douchewanden		
scheidingswanden - Sanbloks		
scheidingswanden - algemeen		
scheidingswanden - folies / PE		
scheidingswanden - folies / PVC		
BOVENBOUW		
BOVENBOUW - algemeen		
BOVENBOUW - algemeen		



Source image: Architect Assistentie

## Inventarisatie gebouw

- **Specifieke data gebouw:**
  - Op basis van meetstaat en plannen: inventarisatie van materiaaltipe en hoeveelheden
  - Energieverbruik voor de gebruiksfase (hoeveelheid en type brandstof) op basis van bv. EPB berekening, dynamische simulatie, reëel verbruik
- **Milieudata van de materialen en energieproductie:**
  - Generiek (bv. Ecoinvent, GaBi database, ILCD database, ...)
  - en/of
  - Specifiek (EPD)



## Tools

- Expert software
  - SimaPro
  - GaBi
  - ...
- LCA tools voor gebouwen
  - Bauteilkatalog.ch – Zwitserland
  - Baubook.at – Oostenrijk
  - eLCA Bauteileditor – Duitsland
  - GPR Bouwbesluit – Nederland
  - Elodie – Frankrijk
  - **TOTEM** – België



→ Link met generieke data en/of specifieke data (EPD)

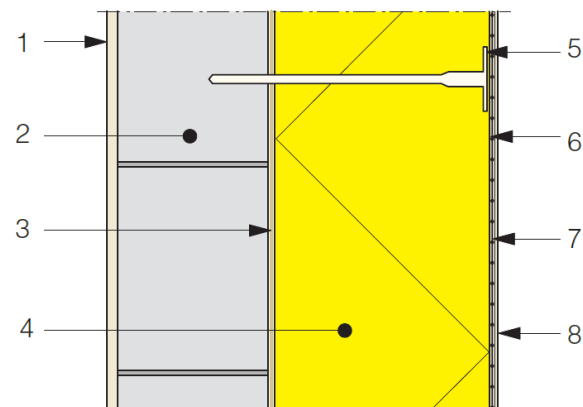


# INLEIDING TOT LEVENSCYCLUSANALYSE

1. Levenscyclusanalyse (LCA) in het kort
2. Enkele aandachtspunten bij definitie LCA studie
3. Modelleren LCA gebouw(element)
4. Interpretatie en aandachtspunten ahv concrete voorbeelden
5. Conclusies

## Vergelijking van de milieu-impact

- voor  $1\text{m}^2$  buitenwand bekleed met **ETICS** met EPS en rotswol
- met  $U = 0.32\text{W/m}^2\text{K}$  of  $U = 0.12\text{W/m}^2\text{K}$
- tijdens de verschillende fases van de levenscyclus (**60 jaar**)



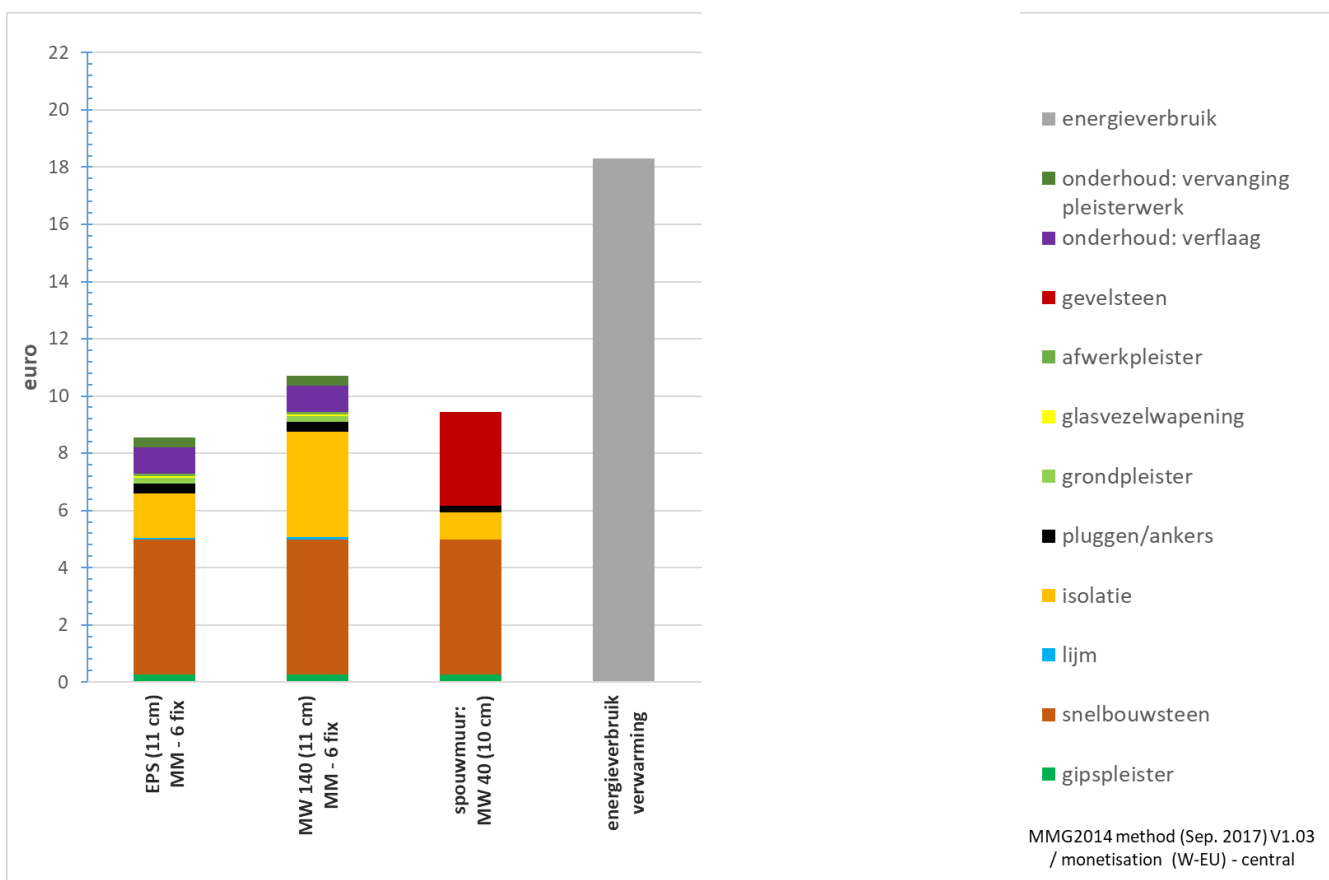
- 1 Binnenpleister (gips, dikte 10 mm)
- 2 Dragend metselwerk bestaande uit snel-bouwsteen en mortel (dikte 14 cm)
- 3 Lijm (mineraal)
- 4 Isolatielaag (dikte i.f.v. U-waarde)
- 5 Bevestigingspluggen (# i.f.v. isolatiemateriaal)
- 6 Wapeningspleister (mineraal of organisch)
- 7 Wapening (glasvezelnet)
- 8 Afwerkpleister (mineraal of organisch)

**Afb. 1** Onderdelen van dragende wand met ETICS.

## Resultaten

- $U = 0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$ 
  - MI energieverbruik > MI materialen
  - Impact MW > Impact EPS

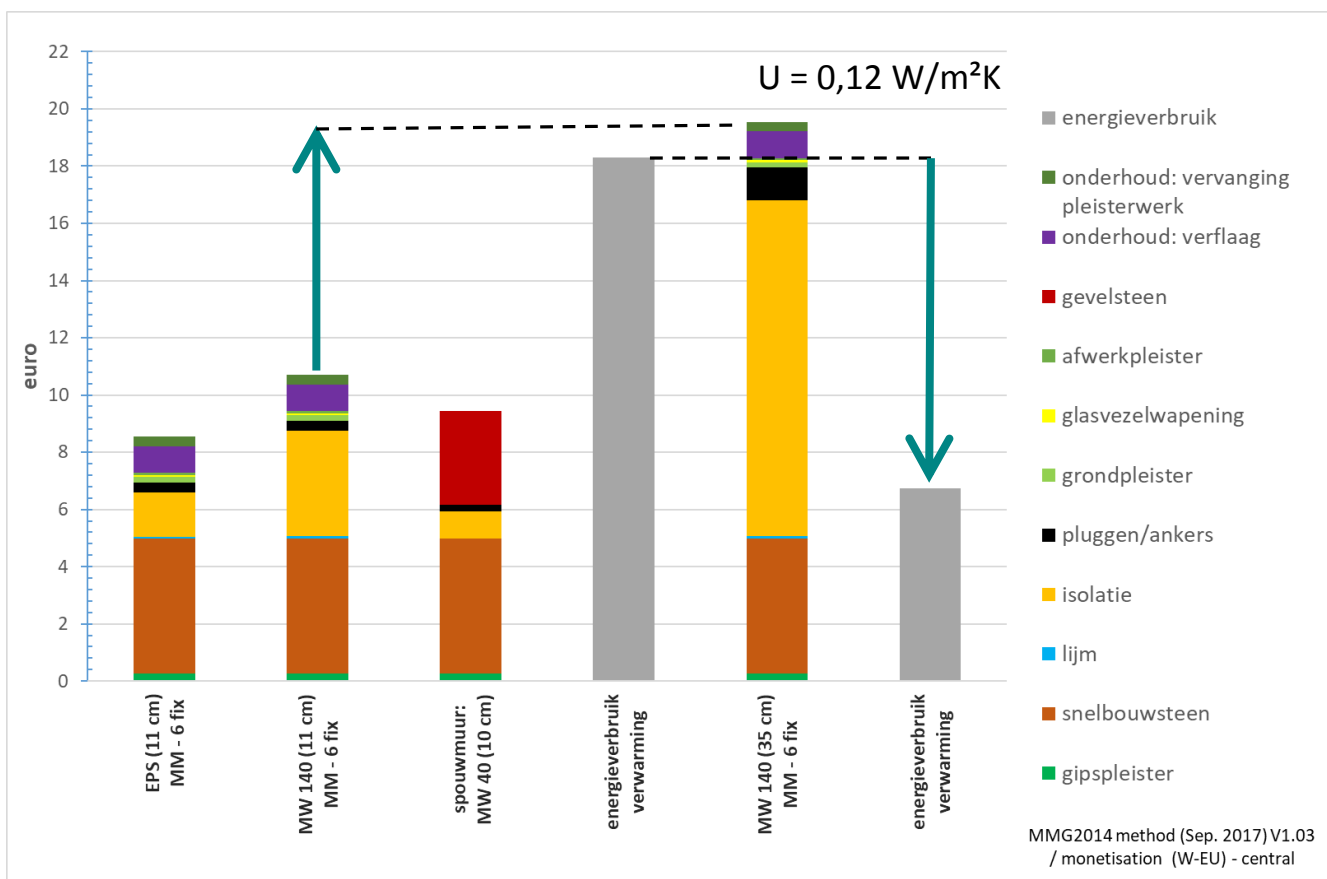
! Materiaal in zijn toepassing  
! Technische eigenschappen



## Resultaten

- $U = 0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$ 
  - MI energieverbruik < MI materialen

! Belang materiaalkeuze stijgt

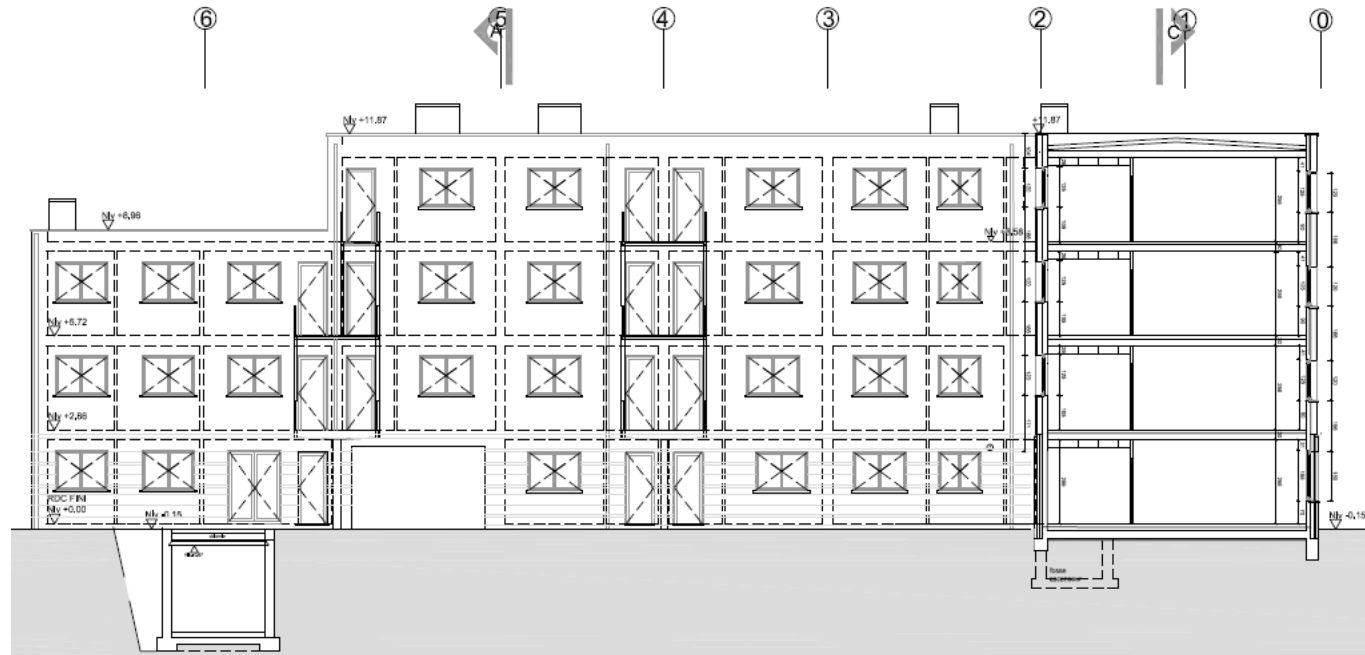
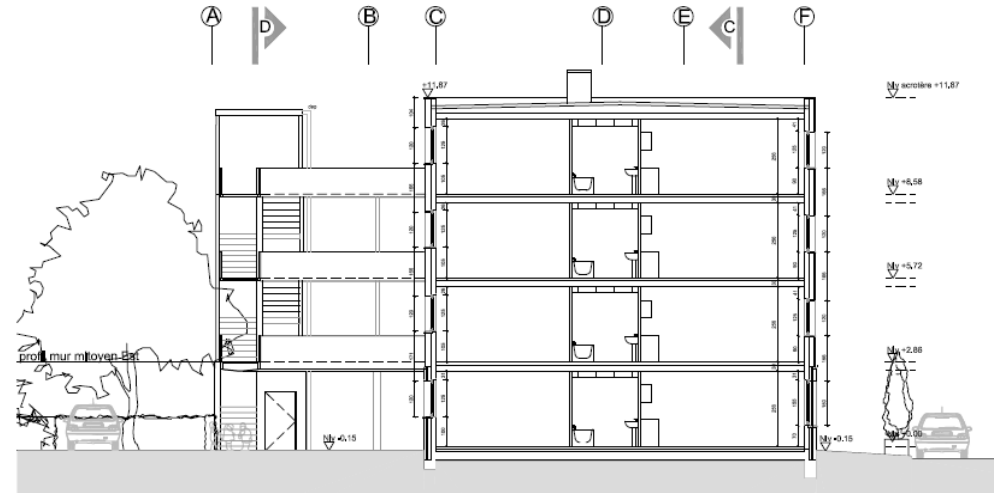


## Multiresidentieel gebouw

- 25 appartementen
- structuur in silikaatstenen

## Milieu-impact volledige gebouw

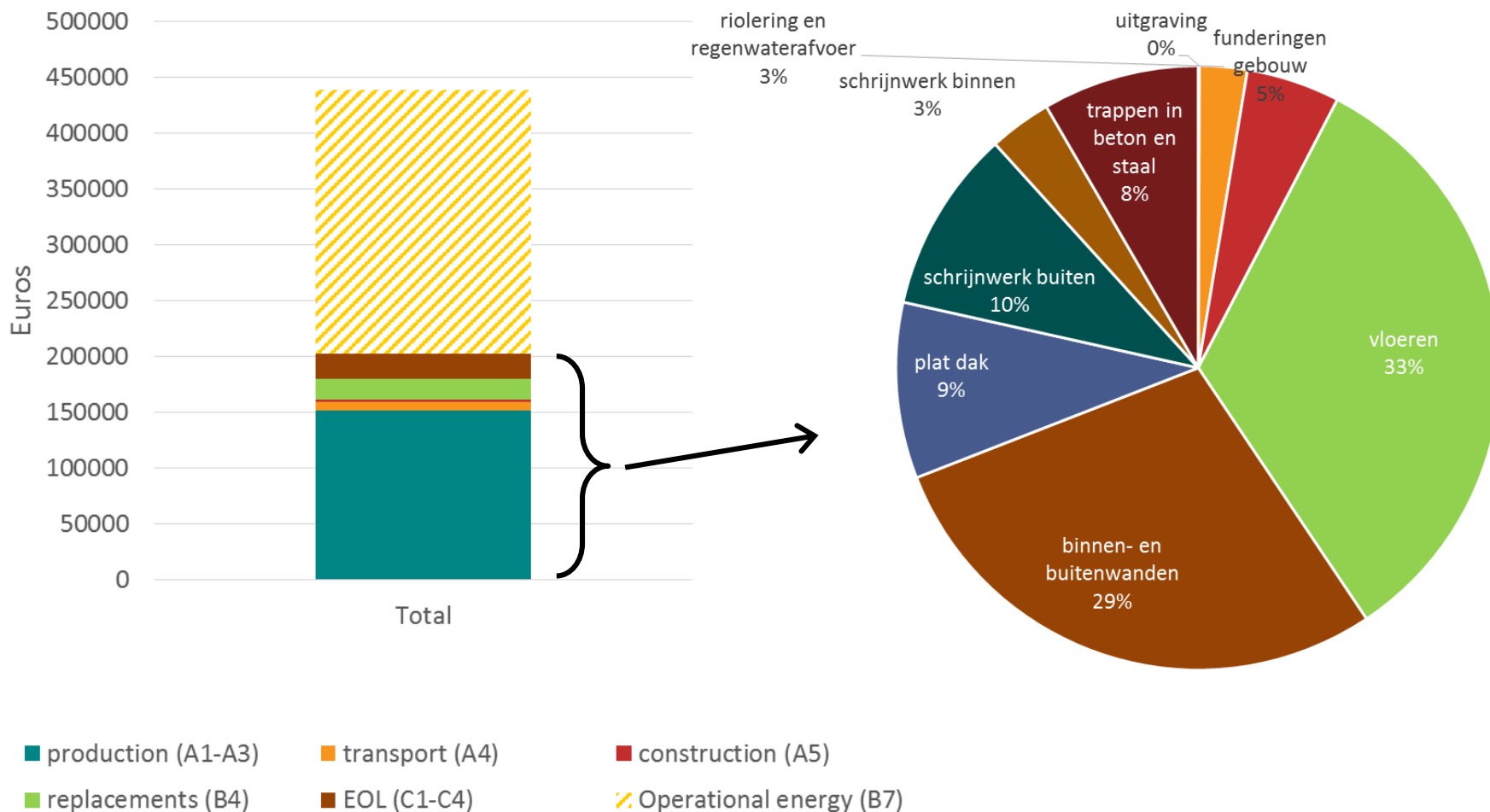
- Cradle-to-grave
- 60 jaar





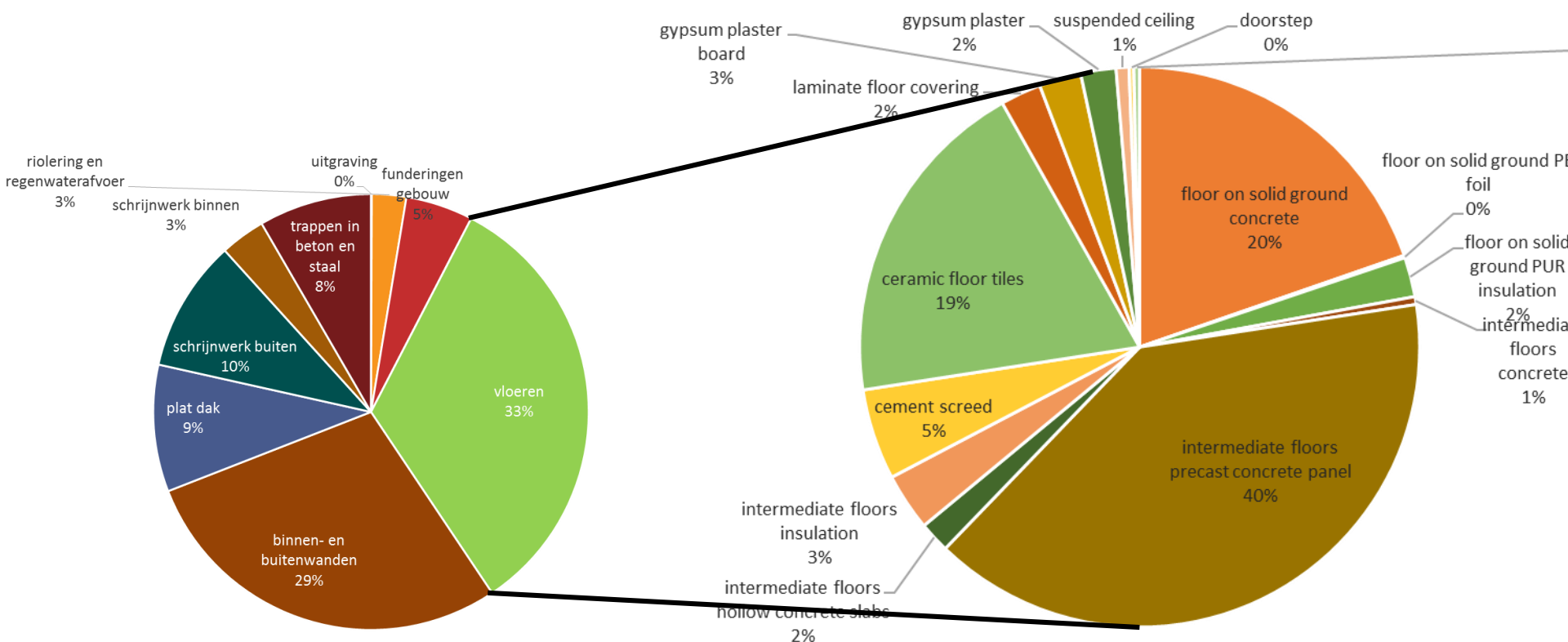
## Levenscyclusfasen

- Materiaal versus energie
- Relatieve impact elementen



## Optimalisatie

- Wat zijn de “grote vissen” ?



## Resultaten interpreteren

- Conclusies trekken en aanbevelingen maken
  - bv. « identificatie van hotspots »
  - bv. Hoe impact reduceren, welke optie is het meest gunstige?
- Eventueel sensibiliteitsanalyse
  - bv. verschillende scenario's
  - bv. verschillende levensduren voor gebouw en/of onderdelen
- Aandacht voor significantie van verschillen!
  - Bij een vergelijking wordt **<20% verschil** vaak als **niet significant** beschouwd
- Aandacht voor functionele eenheid
  - Op gebouwniveau (per m<sup>2</sup>, per inwoner, per ziekenhuisbed, ...)
  - Op elementniveau (bv. akoestische prestaties, ...)

# INLEIDING TOT LEVENSCYCLUSANALYSE

1. Levenscyclusanalyse (LCA) in het kort
2. Enkele aandachtspunten bij definitie LCA studie
3. Modelleren LCA gebouw(element)
4. Interpretatie en aandachtspunten ahv concrete voorbeelden
5. **Conclusies**

- LCA laat toe om de impact van een product/gebouw op een objectieve manier te kwantificeren
- Verschillende **toepassingen** in de bouw op product, element, gebouwniveau
- Specifiek voor de bouw: EN 15804 (product), EN15978 (gebouwniveau)
- Vrijwillige normen, **grote variaties mogelijk!**
- **Aandachtspunten** bij uitvoering LCA, interpretatie van LCA resultaten:
  - Functionele eenheid
  - Resultaten sterk afhankelijk van de systeemgrenzen, allocatieregels, scenario's (bouw-, gebruiks- en EOL fase), aanpak biogene CO<sub>2</sub>
  - Verschillende indicatoren beschouwen
- LCA meet de mogelijke bijdrage aan een bepaalde reeks van indicatoren, maar meet **niet alle impacten** (bv. lokale hinder (geur, geluid,..), rampen, ...)
- Milieu-impact is maar **één van de beslissingscriteria voor duurzaam bouwen**

VRAGEN ?

**LISA WASTIELS & LAETITIA DELEM**



WTCB DUURZAME ONTWIKKELING  
CSTC DEVELOPPEMENT DURABLE