



MILIEU-IMPACT VAN GEBOUWEN VANUIT HET LEVENSCYCLUS DENKEN

ATIC, 20 Maart 2019

Prof. Karen Allacker



Milieu-impact van de gebouwde omgeving

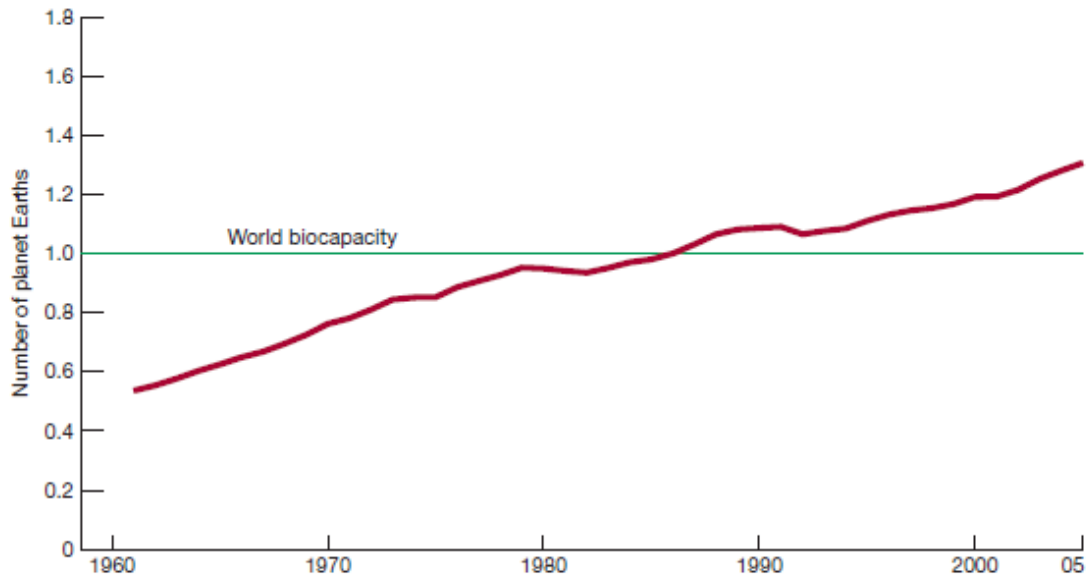
1. Duurzaam bouwen
2. Nood aan verandering...
3. Levenscyclusanalyse
4. Stand van zaken in België
5. Milieu-impact gebouwen
6. Milieu-impact stedelijke fragmenten
7. Conclusies

Milieu-impact van de gebouwde omgeving

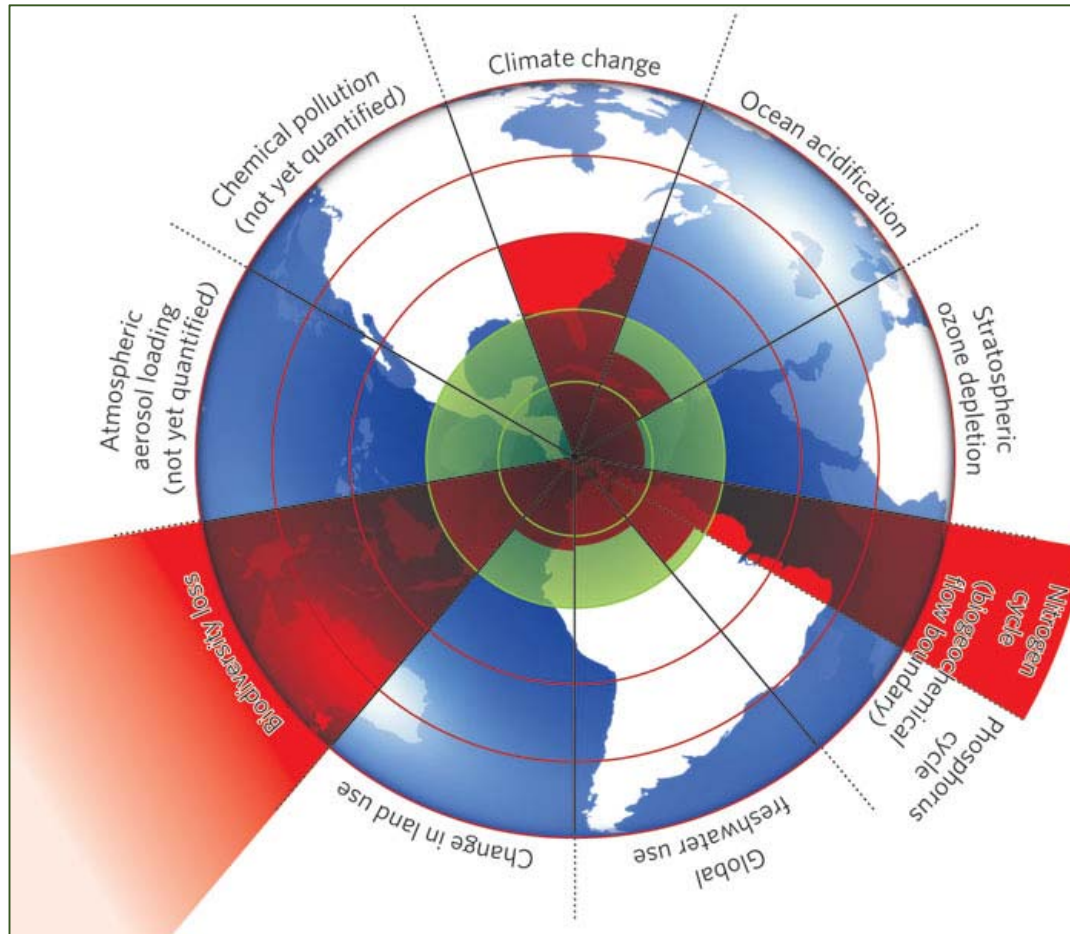
- 1. Duurzaam bouwen**
2. Nood aan verandering...
3. Levenscyclusanalyse
4. Stand van zaken in België
5. Milieu-impact gebouwen
6. Milieu-impact stedelijke fragmenten
7. Conclusies

Onze ecologische voetafdruk

Fig. 2: HUMANITY'S ECOLOGICAL FOOTPRINT, 1961-2005



Grenzen van onze planeet



PLANETARY BOUNDARIES				
Earth-system process	Parameters	Proposed boundary	Current status	Pre-industrial value
Climate change	(i) Atmospheric carbon dioxide concentration (parts per million by volume)	350	387	280
	(ii) Change in radiative forcing (watts per metre squared)	1	1.5	0
Rate of biodiversity loss	Extinction rate (number of species per million species per year)	10	>100	0.1-1
Nitrogen cycle (part of a boundary with the phosphorus cycle)	Amount of N ₂ removed from the atmosphere for human use (millions of tonnes per year)	35	121	0

[J. Rockström et al., Nature, 461, 2009]

Impact bouwsector in Europa

- **40%** van het energieverbruik [*EURIMA 2013*]
- **36%** van GHG emissies [*EURIMA 2013*]
- **30%** van afval productie [*Eurostat 2013*]
- **50%** van grondstof gebruik [*CEC 2012*]
- **30%** van watergebruik [*CEC 2012*]



Milieu-impact van de gebouwde omgeving

1. Duurzaam bouwen
- 2. Nood aan verandering...**
3. Levenscyclusanalyse
4. Stand van zaken in België
5. Milieu-impact gebouwen
6. Milieu-impact stedelijke fragmenten
7. Conclusies

EU beleid: energietransitie

European Directive [2010/31/EU](#)

EN

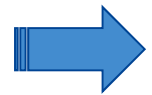
Official Journal of the European Union

DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of 19 May 2010
on the energy performance of buildings
(recast)

'nearly-zero energy buildings'

*“nearly zero-energy building” means a building that has **a very high energy performance**, as determined in accordance with Annex I. The nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby”*

Van BEN naar “bijna-nul-impact”



Focus vooral op energie en CO₂ tijdens de gebruiksfase

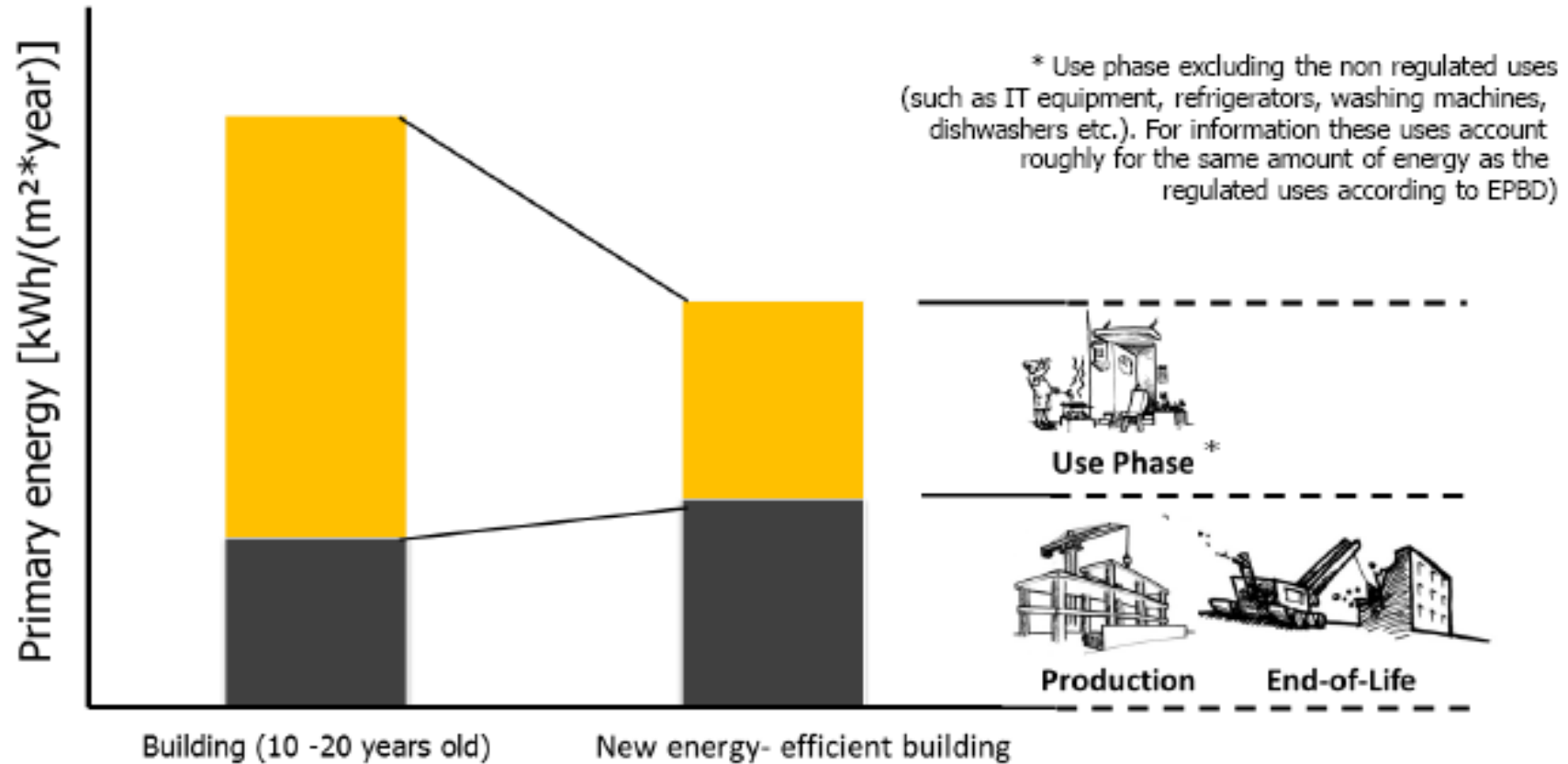
Belangrijke stap aangezien operationeel energieverbruik belangrijkste prioriteit was



Risico van impact verschuiving (“burden shifting”)

- Andere **milieu-impacten** dan klimaatsverandering
- Andere **levenscyclusfases en processen**

Illustratie potentiële impact verschuiving



[EeB Guide]

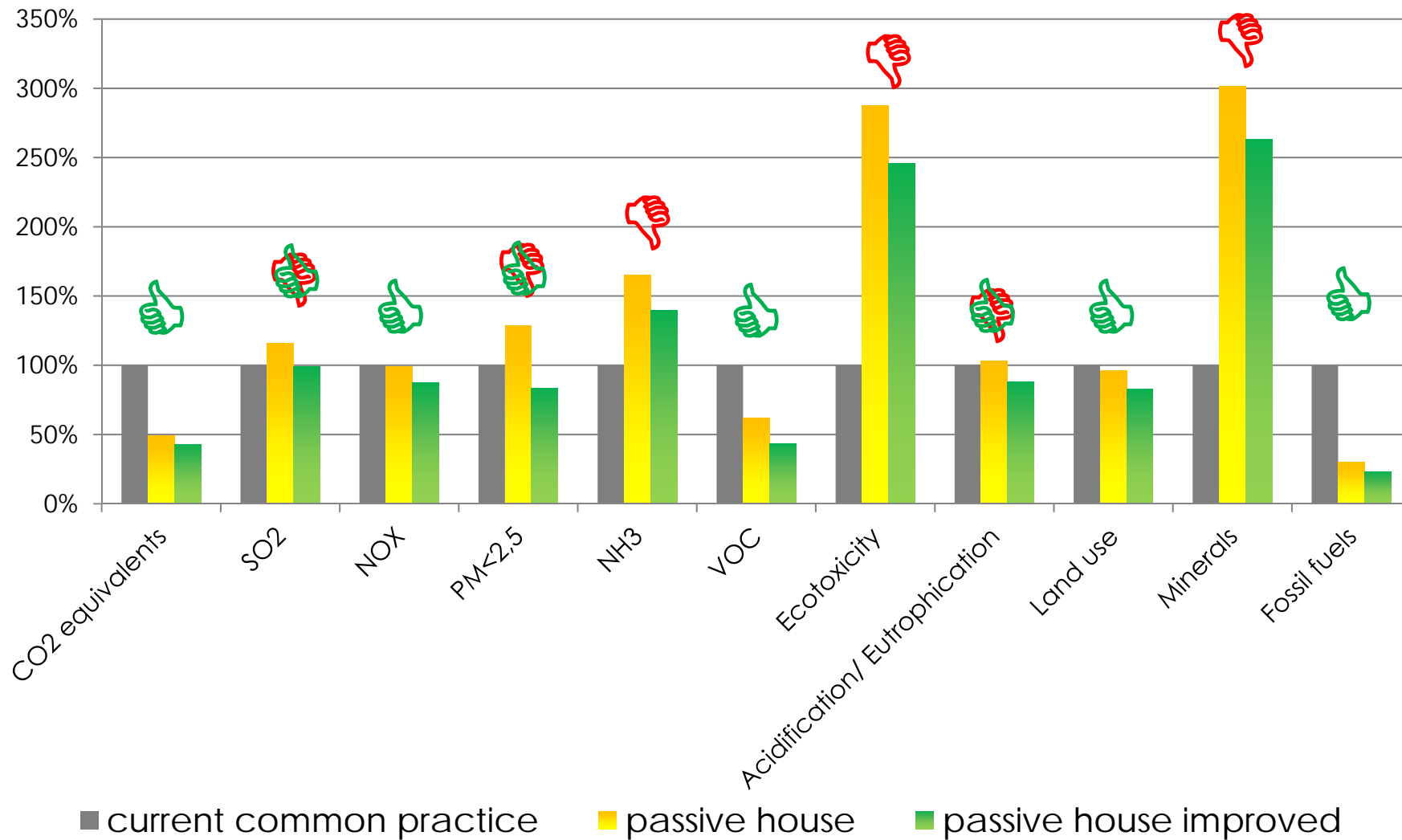
Illustratie potentiële impact verschuiving

Vergelijkende analyse van drie alternatieve woningen

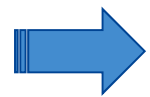
- In lijn met huidige bouwstandaarden (2010)
- Passiefstandaard met focus op reductie van CO₂
- Passiefstandaard met focus op reductie van meerdere milieu-indicatoren



Illustratie potentiële impact verschuiving

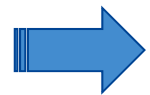


Van BEN naar “bijna-nul-impact”



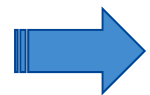
Focus vooral op energie en CO₂ tijdens de gebruiksfase

Belangrijke stap aangezien operationeel energieverbruik belangrijkste prioriteit was



Risico van impact verschuiving (“burden shifting”)

- Andere **milieu-impacten** dan klimaatsverandering
- Andere **levenscyclusfases en processen**



Meer holistische aanpak nodig, rekening houdend met de volledige levensduur

EU: van focus op operationeel energieverbruik naar focus op levenscyclus impact

- Roadmap to a Resource Efficient Europe, **2011**

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN
PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL
COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS

Roadmap to a Resource Efficient Europe

- “Accurate information, based on the **life-cycle impacts and costs** of resource use, is needed to help guide consumption decisions.”
- *“In order to promote further sustainable consumption and production, the Commission will: [...] Establish a common methodological approach to enable Member States and the private sector to assess, display and benchmark the environmental performance of products, services and companies based on a comprehensive assessment of environmental impacts over the life-cycle ('environmental footprint') (in 2012)”*

EC Environmental Footprint

EC Building the Single Market for Green Products, 2013

Commission Communication and Recommendation related to the **Product Environmental Footprint** and Organisation Environmental Footprint to *“improve the availability of clear, reliable and comparable information on the environmental performance of products and organisations to all relevant stakeholders, including to players along the entire supply chain.”*

ISSN 1977-0677

Official Journal of the European Union

L 124

English edition Legislation Volume 56
4 May 2013

Contents

II Non-legislative acts

RECOMMENDATIONS

2013/179/EU:
★ Commission Recommendation of 9 April 2013 on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations (*) 1

Price: EUR 8,50 (*) Text with EEA relevance

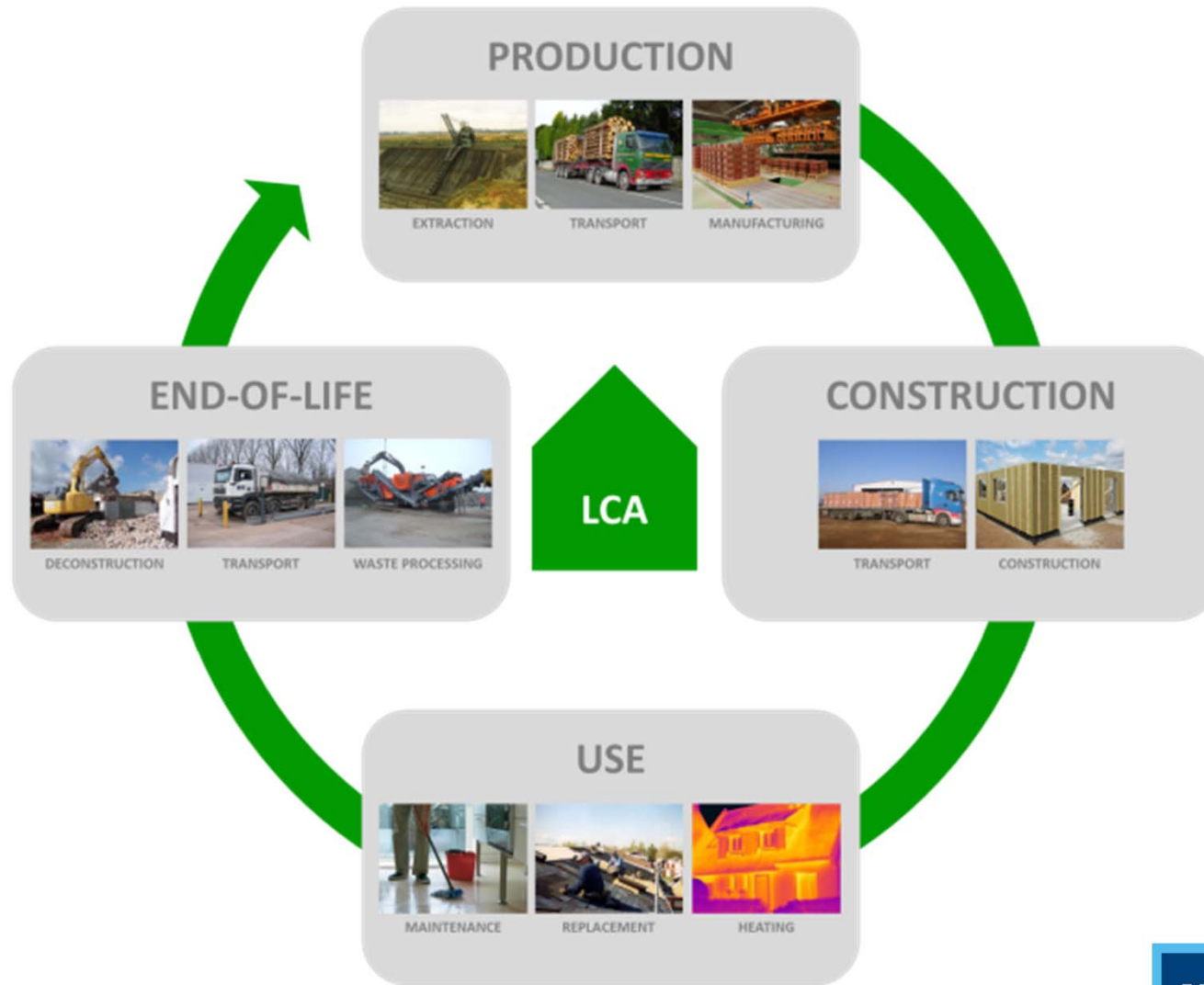
EN

Acts whose titles are printed in light type are those relating to day-to-day management of agricultural matters, and are generally valid for a limited period.
The titles of all other acts are printed in bold type and preceded by an asterisk.

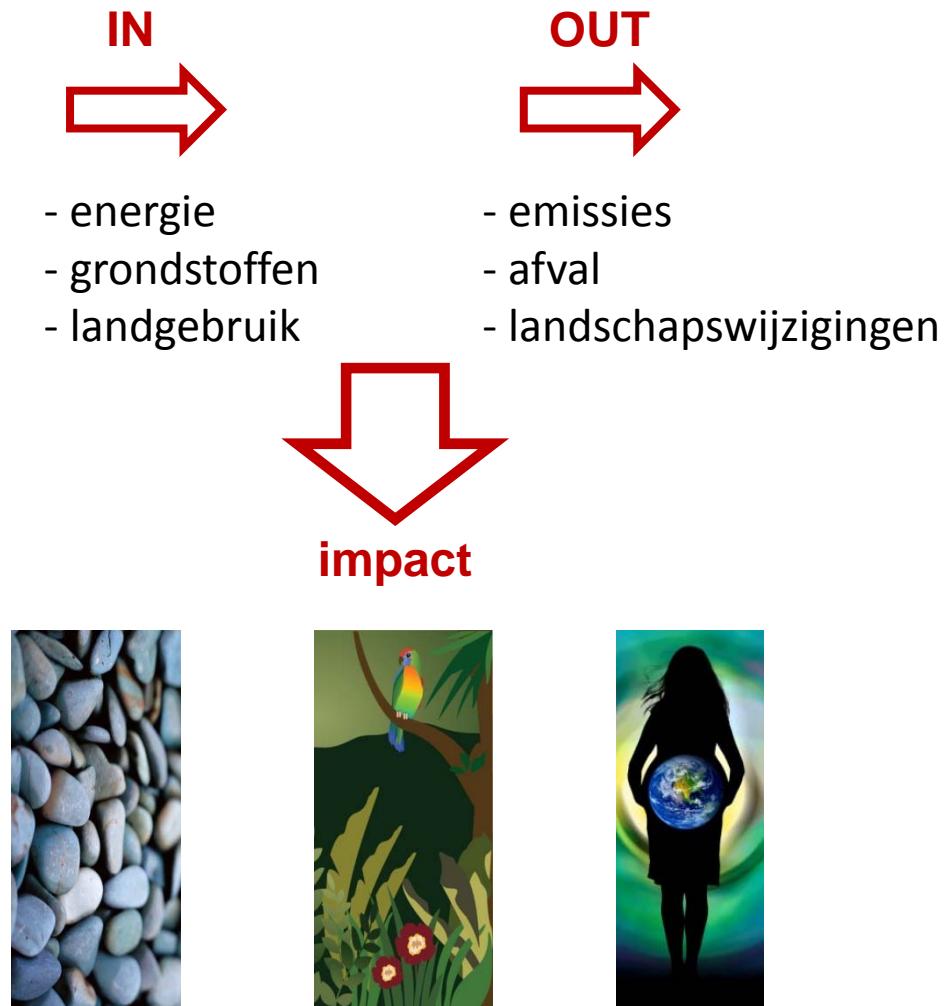
Milieu-impact van de gebouwde omgeving

1. Duurzaam bouwen
2. Nood aan verandering...
- 3. Levenscyclusanalyse**
4. Stand van zaken in België
5. Milieu-impact gebouwen
6. Milieu-impact stedelijke fragmenten
7. Conclusies

Volledige levenscyclus



Berekening impact op milieu



Holistisch: veelheid aan milieu-impacten



Reduce Environmental Footprint



Milieu-impact van de gebouwde omgeving

1. Duurzaam bouwen
2. Nood aan verandering...
3. Levenscyclusanalyse
- 4. Stand van zaken in België**
5. Milieu-impact gebouwen
6. Milieu-impact stedelijke fragmenten
7. Conclusies

BE: Koninklijk besluit, juli 2014

53392

BELGISCH STAATSBLAD — 14.07.2014 — MONITEUR BELGE

22 MEI 2014. — Koninklijk besluit tot vaststelling van de minimumeisen voor het aanbrengen van milieuboodschappen op bouwproducten en voor het registreren van milieuproductverklaringen in de federale databank

De milieuproductverklaring is in overeenstemming met artikel 7, de norm **NBN EN 15804** en de bepalingen in bijlage 1.

Bijlage 2. — Bepalingsmethodes
voor de **bijkomende indicatoren verplicht vanaf 1 januari 2017**

Bepalingsmethodes en eenheden
zoals vastgelegd
in de norm NBN EN 15804.
Bij ontstentenis
zijn de bepalingen van
de **Product Environmental Footprint**
van DG Environment van toepassing.

BE: MMG

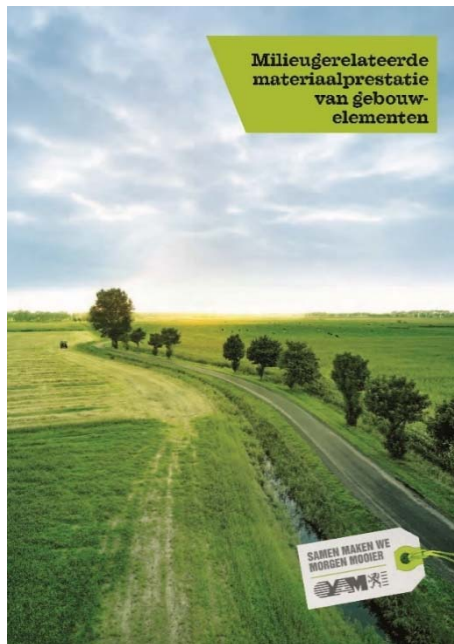


SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER
OVAM

 **Wallonie**
service public
SPW

 **bruxelles**
environnement
leefmilieu
brussel
بيروت

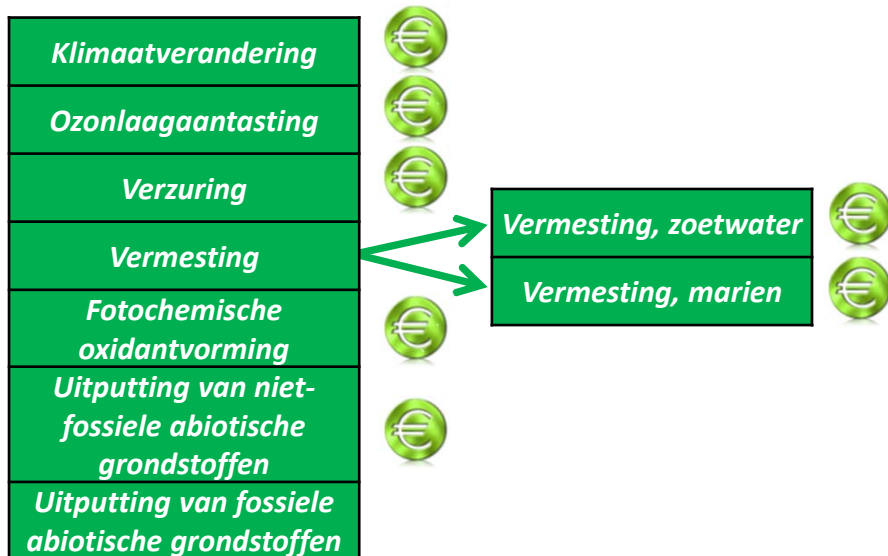
- **Evaluatiemethode** Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen - MMG
 - Vlaamse/Belgische context
 - Gebaseerd op de Europese standaard (EN 15804) en de PEF methode



BE: MMG - evaluatiemethode

MMG milieu-impact categorieën

CEN INDICATORen
(EN15804)



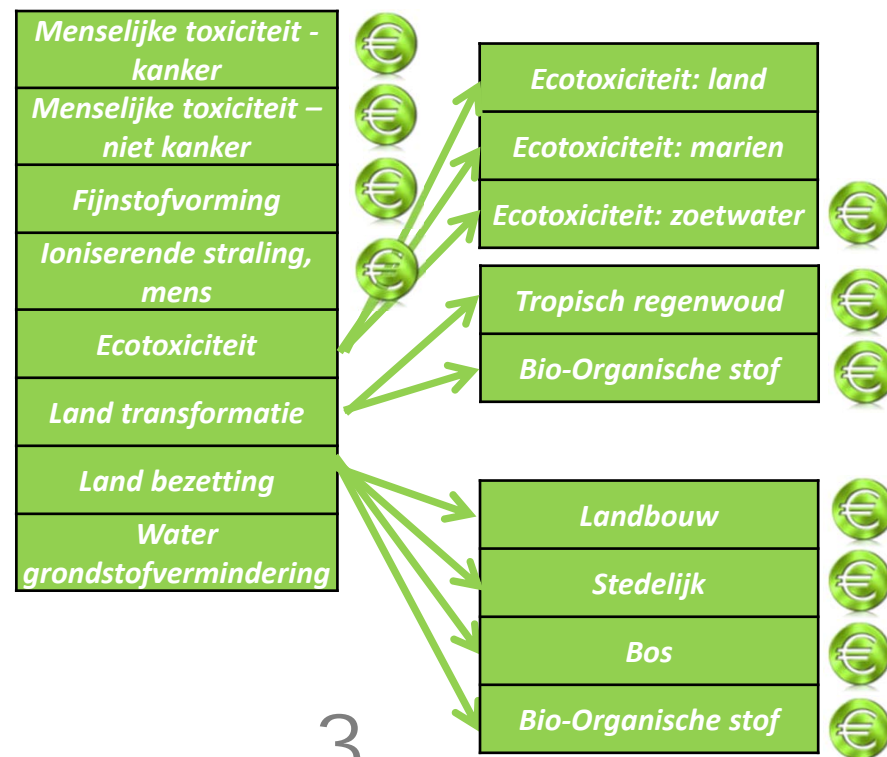
17

Individuele scores

18

Monetaire scores

CEN + INDICATORen
(Product Environmental Footprint)



3

Geaggregeerde scores
(CEN, CEN+, TOTAAL)

BE: MMG

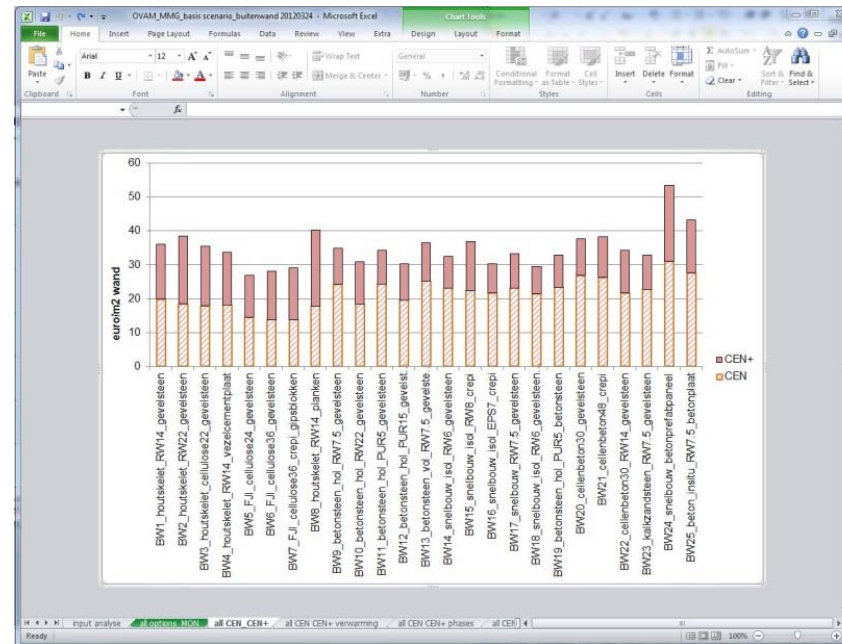
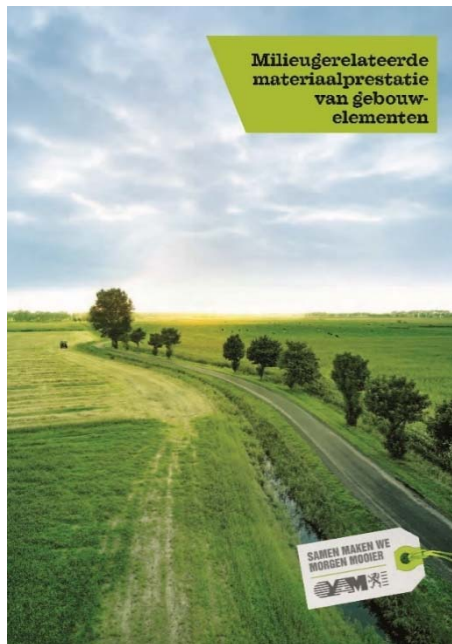


SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER
OVAM

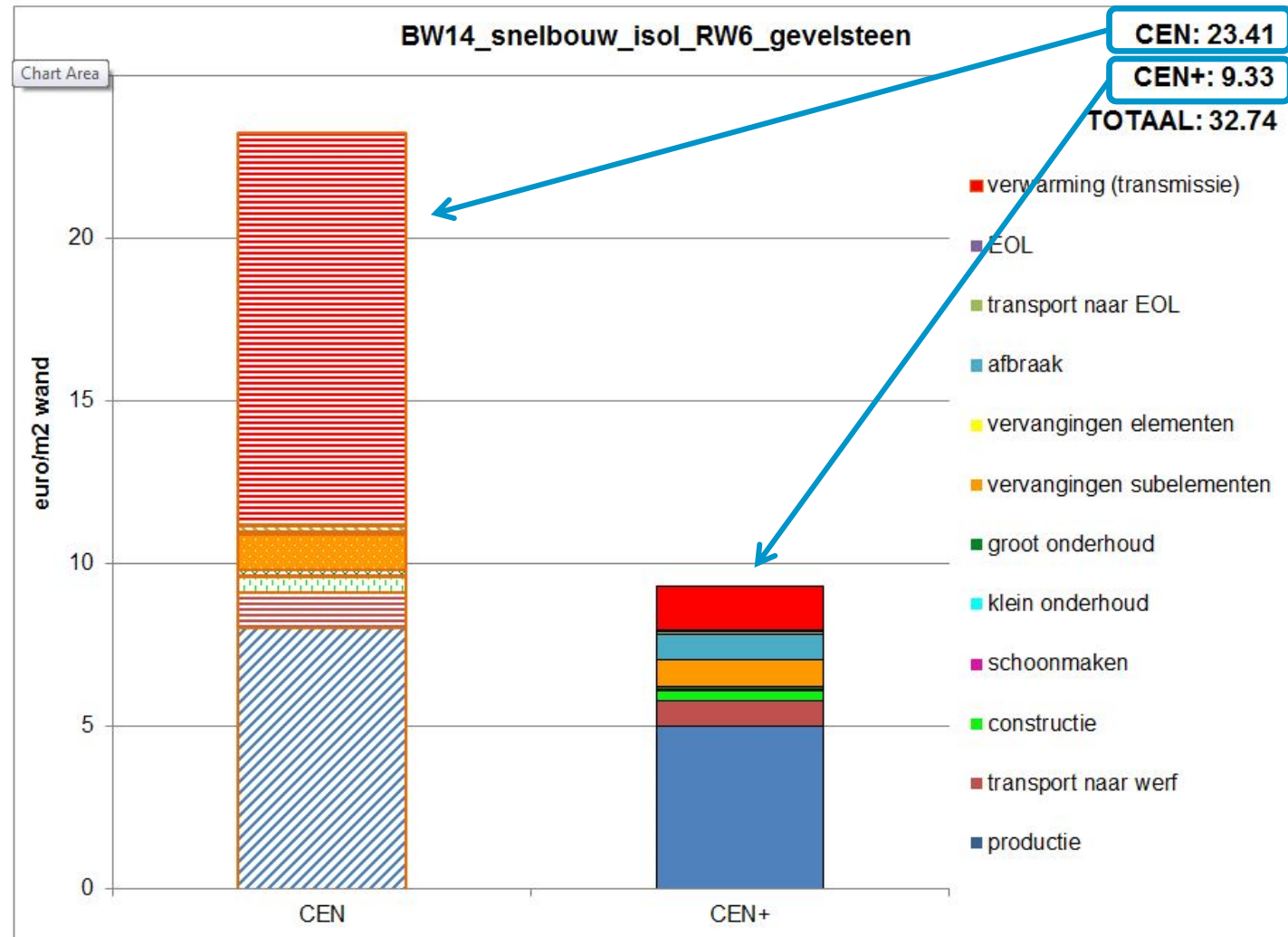
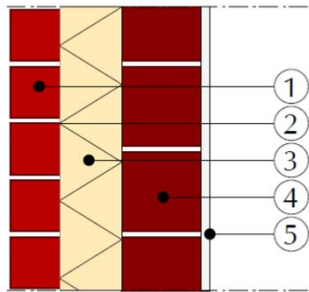
Wallonie
service public
SPW

bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
brussels

- **Evaluatiemethode** Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen - MMG
 - Vlaamse/Belgische context
 - Gebaseerd op de Europese standaard (EN 15804) en de PEF methode
- **Expert rekentool**
- **Statische databank met milieu data (115 elementvarianten)**

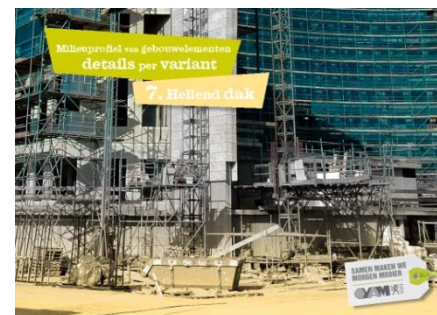
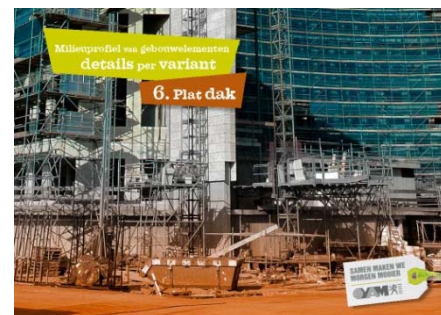
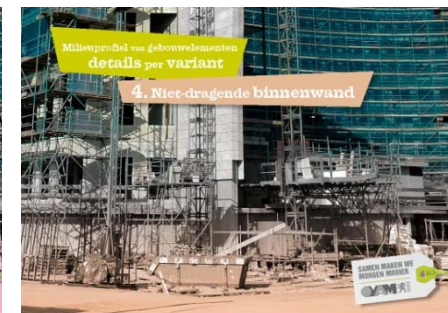
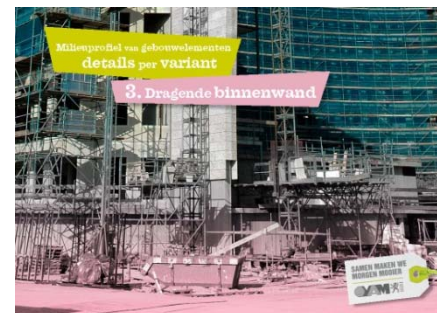


BE: MMG



BE: MMG

PUBLICATIES: www.vlaanderen.be/nl/publicaties - zoekterm: MMG



BE: MMG

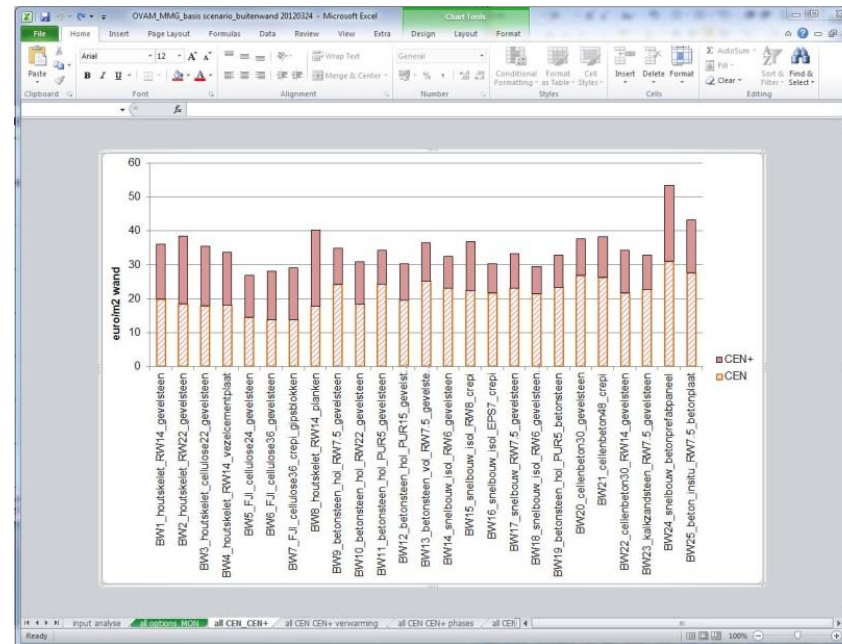
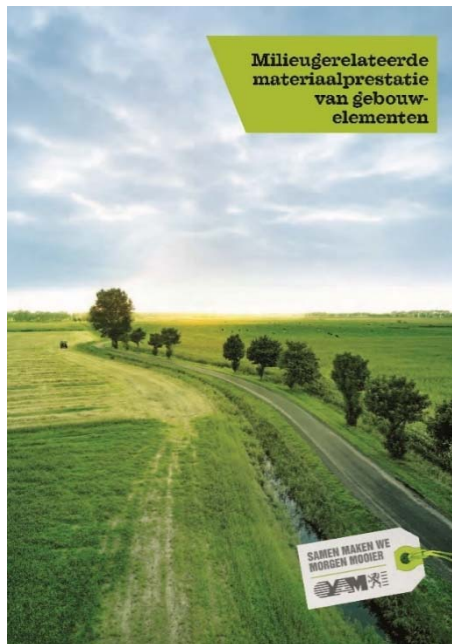


SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER
OVAM

 **Wallonie**
service public
SPW

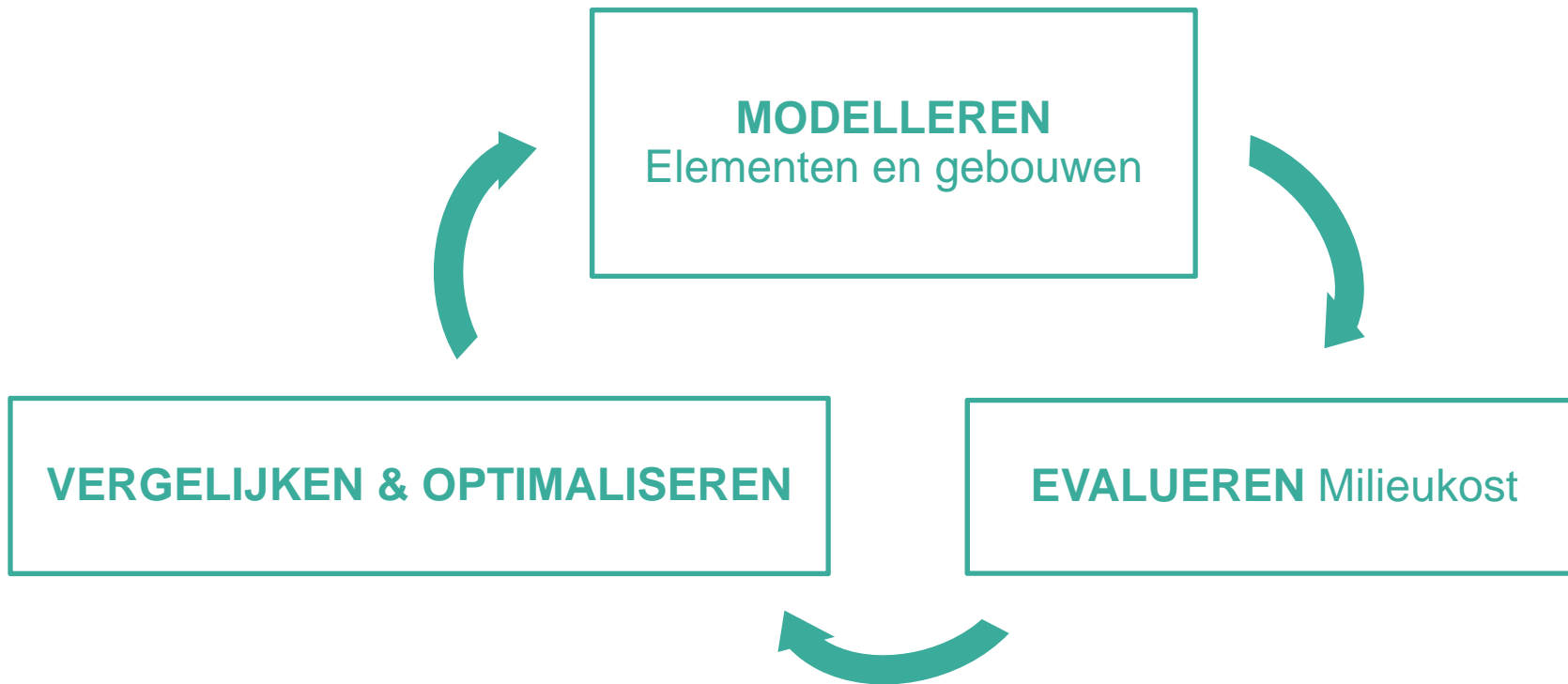
 **bruxelles**
environnement
leefmilieu
brussel
برسلس

- **Evaluatiemethode** Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen - MMG
 - Vlaamse/Belgische context
 - Gebaseerd op de Europese standaard (EN 15804) en de PEF methode
- **Expert rekentool**
- **Statische databank met milieu data** (115 elementvarianten)
- **Online gebruikerstool: TOTEM** - <https://www.totem-building.be/>
- **BE nationale EPD databank:** www.health.belgium.be/nl/databank-voor-milieuproductverklaringen-epd





BELANGRIJKSTE FUNCTIES

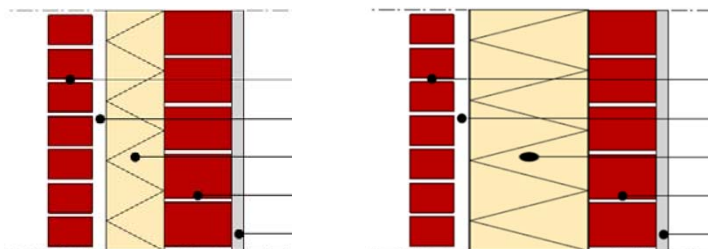


Milieu-impact van de gebouwde omgeving

1. Duurzaam bouwen
2. Nood aan verandering...
3. Levenscyclusanalyse
4. Stand van zaken in België
- 5. Milieu-impact gebouwen**
6. Milieu-impact stedelijke fragmenten
7. Conclusies

LCA als beslissingsondersteunend instrument

Isolatiegraad



Materialen


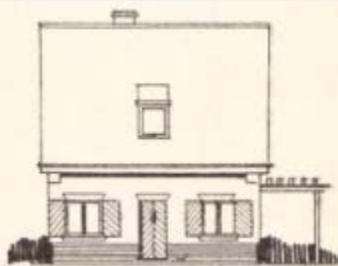


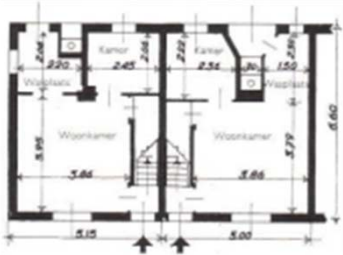













Woningtype



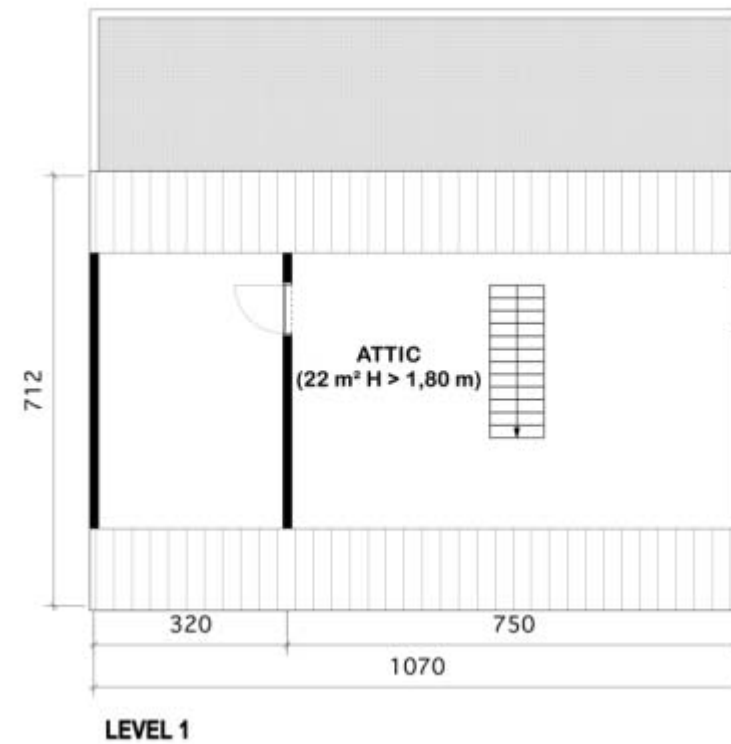
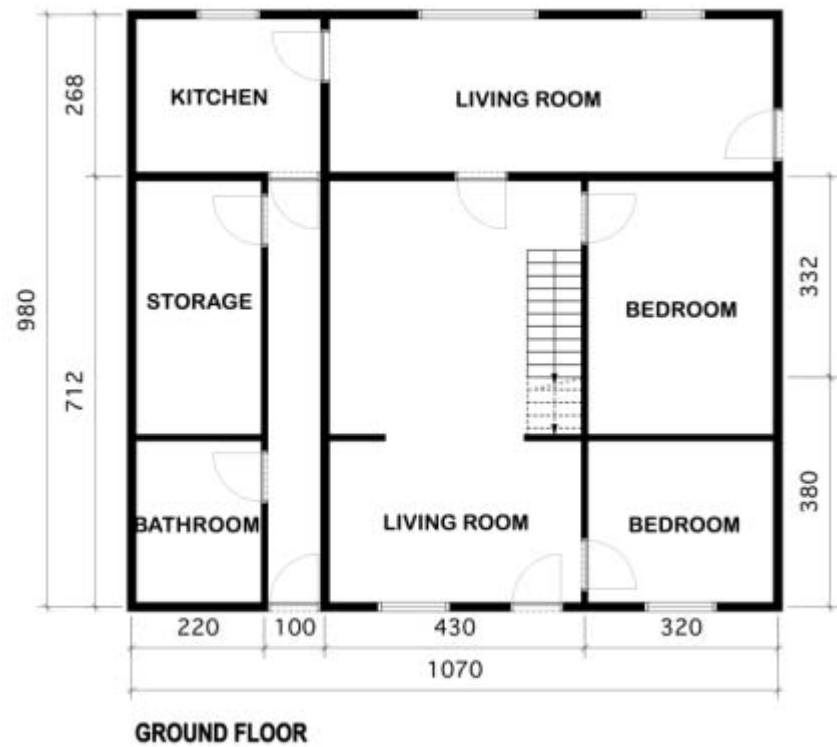
...

Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)

	< 1945	1945-1970	1971-1990	1991-2001
vrijstaande woning				
halfopen bebouwing				
rijwoning				
appartement				

Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)

Vloeroppervlakte	127 m ²
compactheid C	1,23 m
beschermd (verwarmd) volume V	502 m ³
Verliesoppervlak A _T	398 m ²



Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)

Element	hoeveelheid	eenheid	ratio
Vloer op volle grond	105	m ²	0,828
Fundering	59	m	0,464
Buitenwand	152	m ²	1,198
Dragende binnenwand	78	m ²	0,616
Niet-dragende binnenwand	55	m ²	0,430
Verdiepingsvloer	74	m ²	0,584
Trappen	1	p	0,008
Plat dak	29	m ²	0,226
Hellend dak	76	m ²	0,601
Ramen voorgevel	7	m ²	0,055
Ramen rechtergevel	2	m ²	0,017
Ramen achtergevel	5	m ²	0,036
Ramen linkergevel	0	m ²	0,003
buitendeuren	2	p	0,016
Binnendeuren	8	p	0,063
Installaties	1	gebouw	0,008

Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)

	SOLID	SKELETON
FOUNDATION	FOUND1: in situ concrete	
FLOOR ON GRADE	GRFL0: concrete slab - no insulation - ceramic tiles GRFL1: concrete slab - 3 cm PUR foam - ceramic tiles GRFL2: concrete slab - 10 cm PUR foam - ceramic tiles GRFL3: concrete slab - 21 cm PUR foam - ceramic tiles	
OUTER WALL	OW0: building bricks - no insulation - brick veneer OW1: building bricks - 7,5 cm rockwool - brick veneer OW2: building bricks - 14 cm rockwool - brick veneer OW3: building bricks - 20 cm rockwool - brick veneer OW8: building bricks - 14 cm EPS - stucco OW9: building bricks - 20 cm EPS - stucco	OW10: timber frame + 14 cm cellulose - brick veneer OW17: FJI + 24 cm cellulose - larch OW18: FJI + 30 cm cellulose - larch OW19: FJI + 36 cm cellulose - larch OW20: FJI + 41 cm cellulose - larch OW17b: FJI + 24 cm cellulose - brick veneer OW18b: FJI + 30 cm cellulose - brick veneer OW19b: FJI + 36 cm cellulose - brick veneer OW20b: FJI + 41 cm cellulose - brick veneer
PITCHED ROOF	PR0: rafters + purlins - no-insul PR1: rafters + purlins - 8 cm rock wool PR3: rafters + purlins - 22 cm rock wool PR4: rafters + purlins - 26 cm rock wool PR5: rafters + purlins - 30 cm rock wool PR7: rafters + purlins - 38 cm rock wool PR0b: rafters - no insulation PR9: rafters - 10 cm rock wool PR10: rafters - 14 cm rock wool PR11: rafters - 18 cm rock wool PR12: rafters - 20 cm rock wool PR13: rafters - 24 cm rock wool PR14: rafters - 28 cm rock wool PR15: rafters - 30 cm rock wool	

Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)

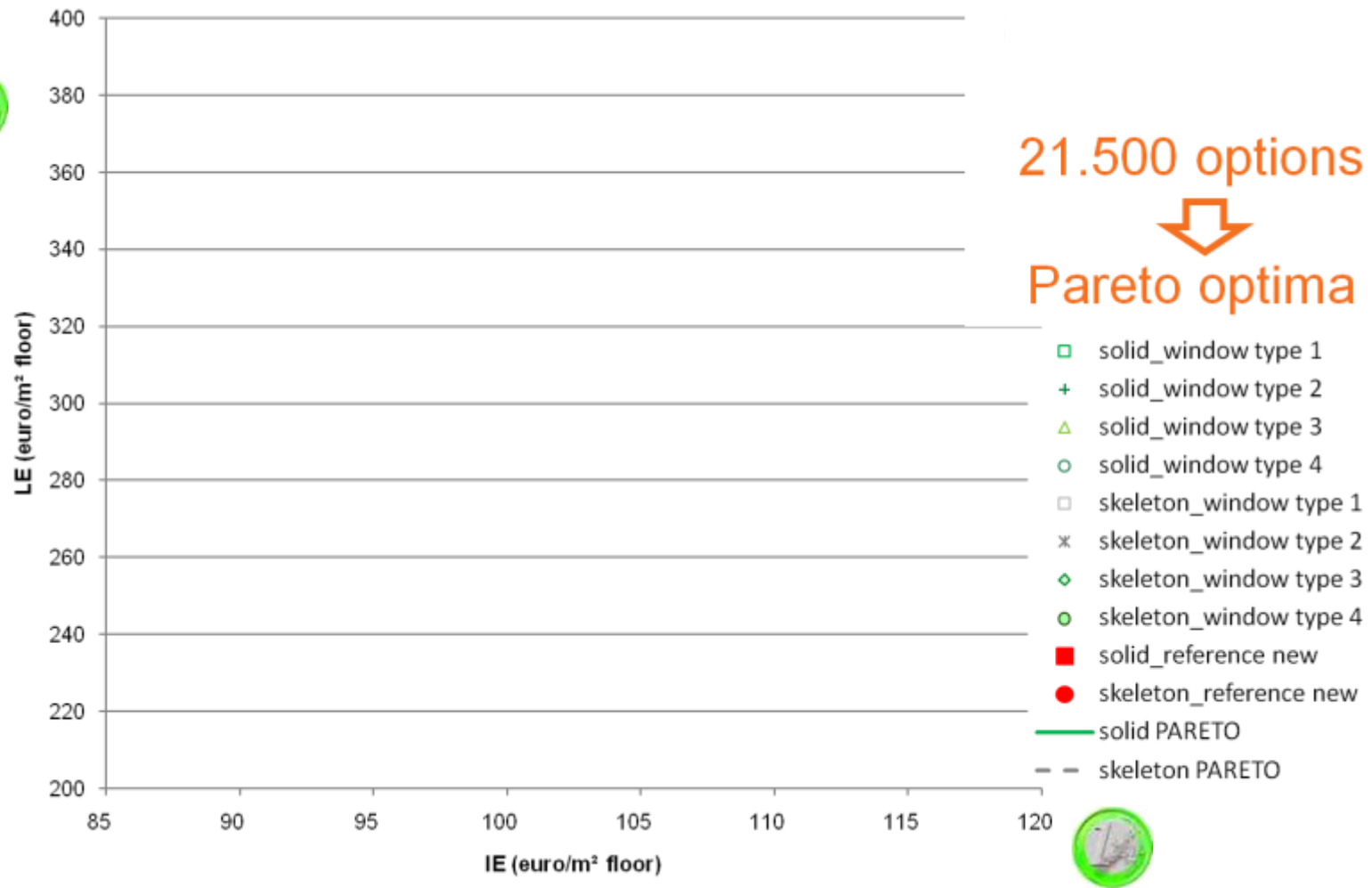
	SOLID	SKELETON
FLAT ROOF	FR0: hollow concrete slab - no insulation - EPDM FR1: hollow concrete slab - 16 cm rock wool - EPDM FR2: hollow concrete slab - 24 cm rock wool - EPDM FR3: cellular concrete slab - 14 cm resol - EPDM FR4: cellular concrete slab - 20 cm resol - EPDM FR5: cellular concrete slab - 28 cm resol - EPDM	FR9: FJI + 24 cm cellulose + 6 cm resol - EPDM FR10: FJI + 30 cm cellulose + 8 cm resol - EPDM FR11: FJI + 36 cm cellulose + 10 cm resol - EPDM FR12: FJI + 41 cm cellulose + 12 cm resol - EPDM
LOADBEARING INNER WALL	LIW1: bricks - gypsum plaster	LIW4: timber frame + rockwool - gypsum board
NON-BEARING INNER WALL	NLIW3: metal stud + cellulose - gypsum board	
FLOOR	FL1: hollow concrete slab - carpet	FL2: wood beams - carpet
WINDOW	W1: meranti frame (standard) + standard double glazing + aluminium glass profile W2: meranti frame (standard) + thermally improved glazing + aluminium glass profile W3: meranti frame (insulated) + thermally improved glazing + thermally improved glass profile W4: meranti frame (insulated) + triple glazing + thermally improved glass profile	
SERVICES	condensing gas boiler + low temperature panel radiators + coupled instant hot water production + ventilation C	
NUMBER OF VARIANTS (MAXIMUM)	13.440	8.064



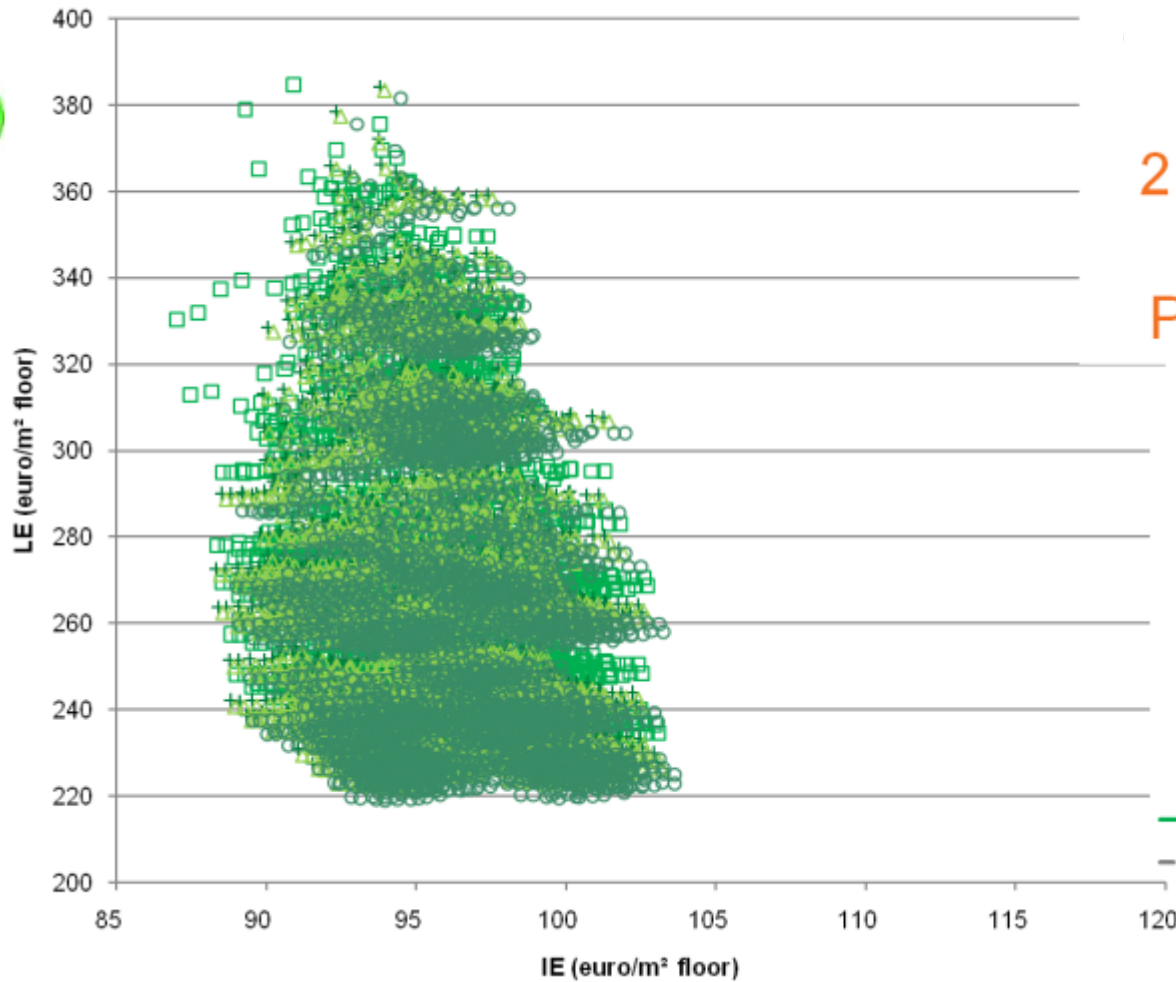
Varianten: 21.500



Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)



Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)



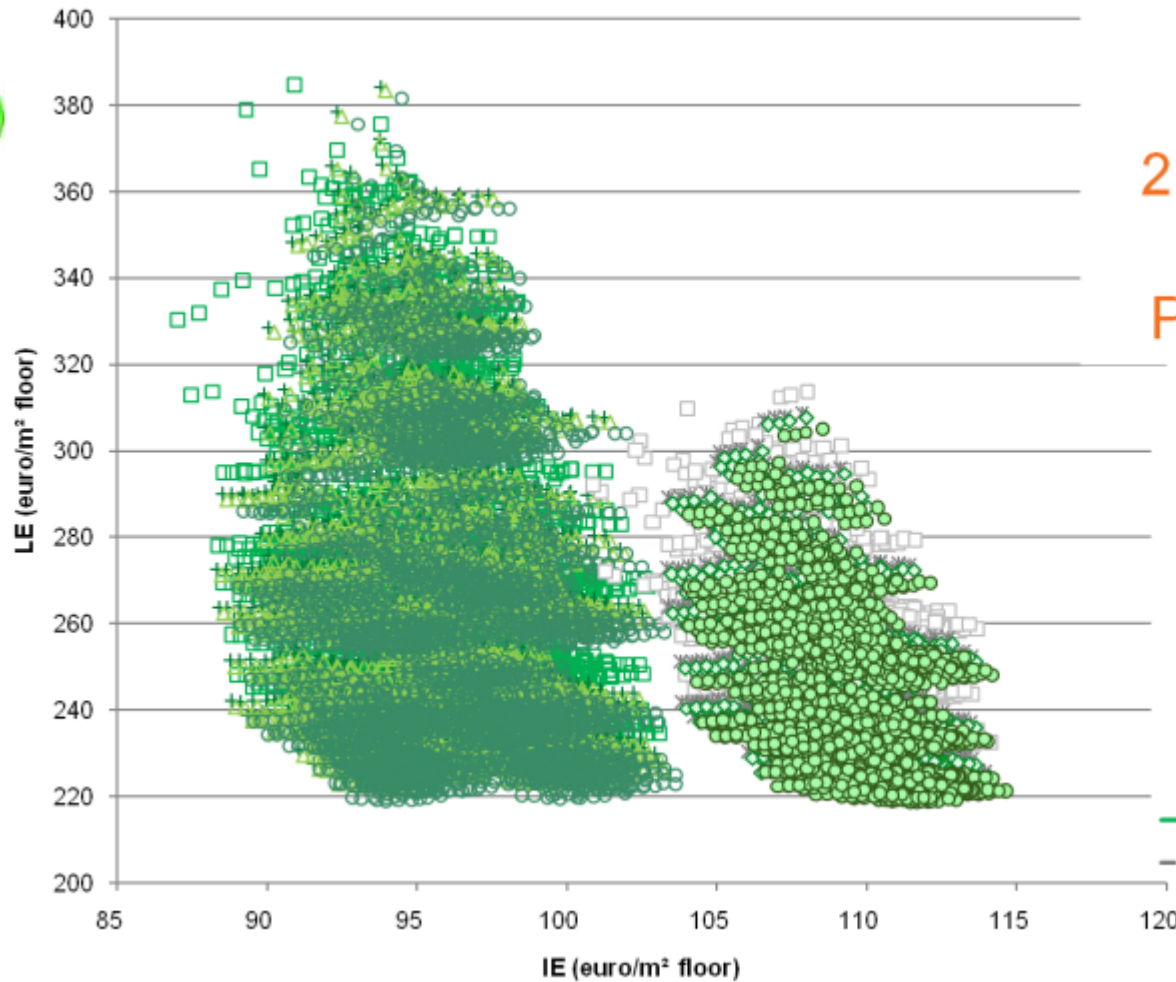
21.500 options



Pareto optima



Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)

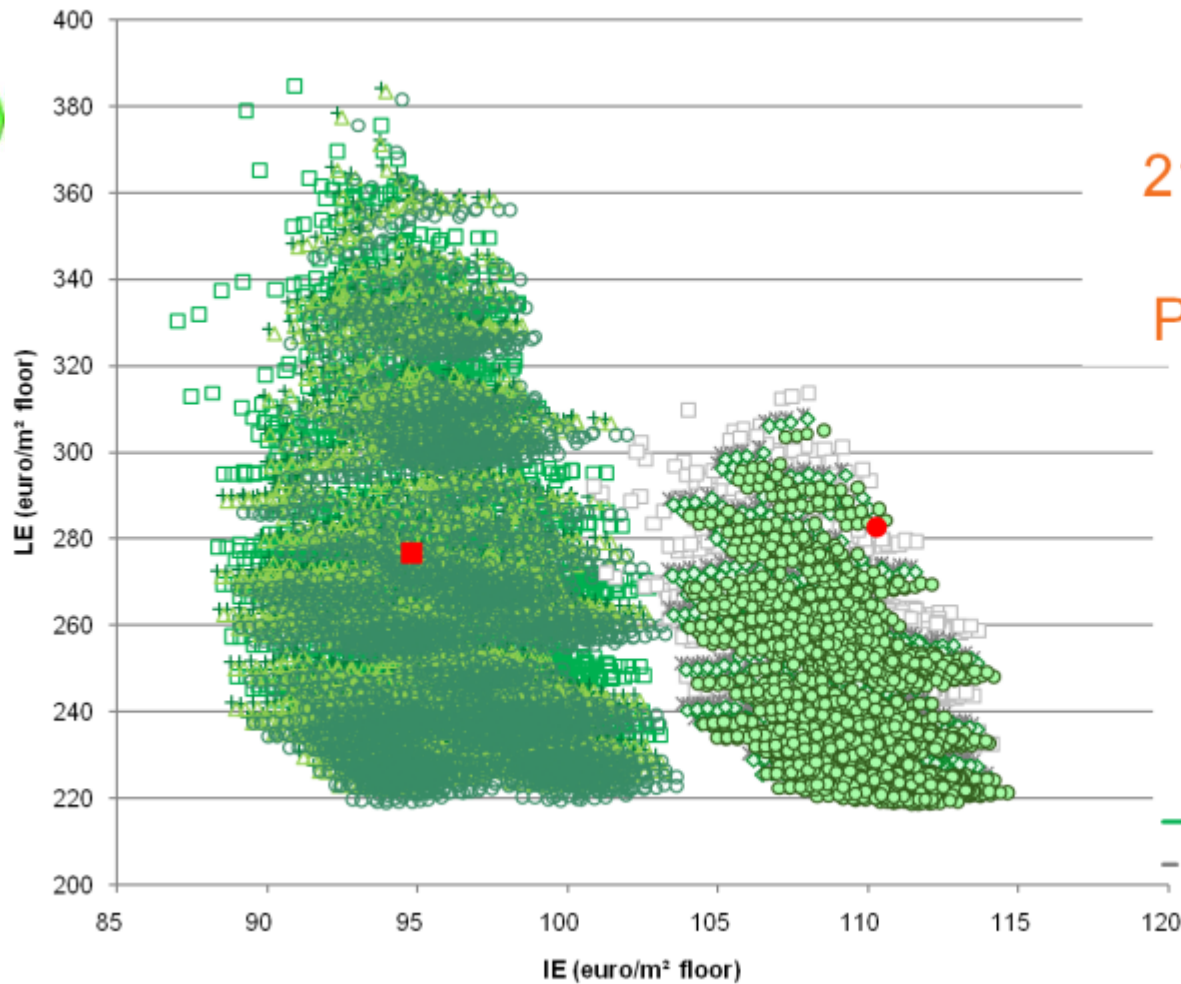


21.500 options
↓
Pareto optima

- solid_window type 1
- + solid_window type 2
- △ solid_window type 3
- solid_window type 4
- skeleton_window type 1
- × skeleton_window type 2
- ◇ skeleton_window type 3
- skeleton_window type 4
- solid_reference new
- skeleton_reference new
- solid PARETO
- - skeleton PARETO



Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)

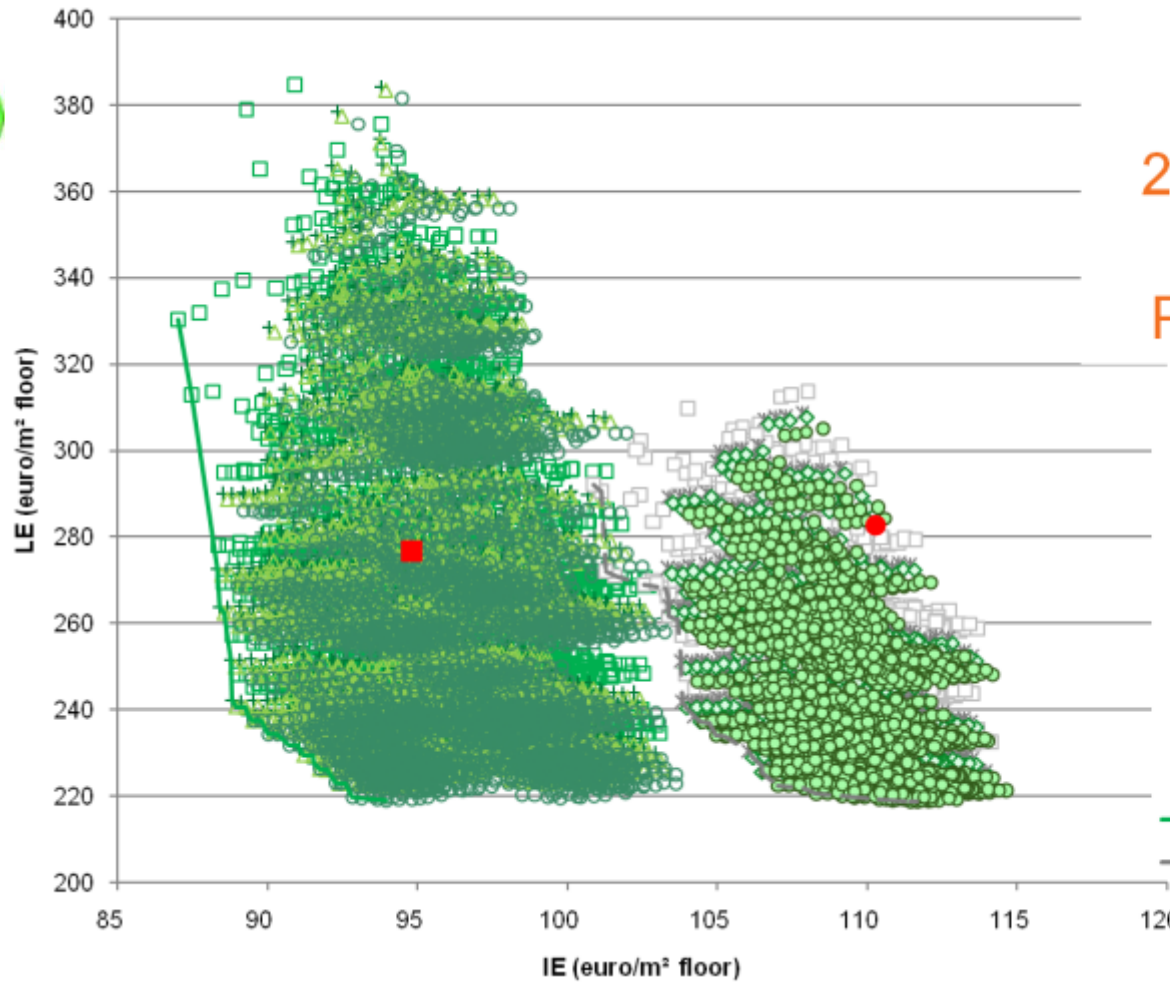


21.500 options
 ↓
 Pareto optima

- solid_window type 1
- + solid_window type 2
- △ solid_window type 3
- solid_window type 4
- skeleton_window type 1
- × skeleton_window type 2
- ◇ skeleton_window type 3
- skeleton_window type 4
- solid_reference new
- skeleton_reference new
- solid PARETO
- - skeleton PARETO



Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)

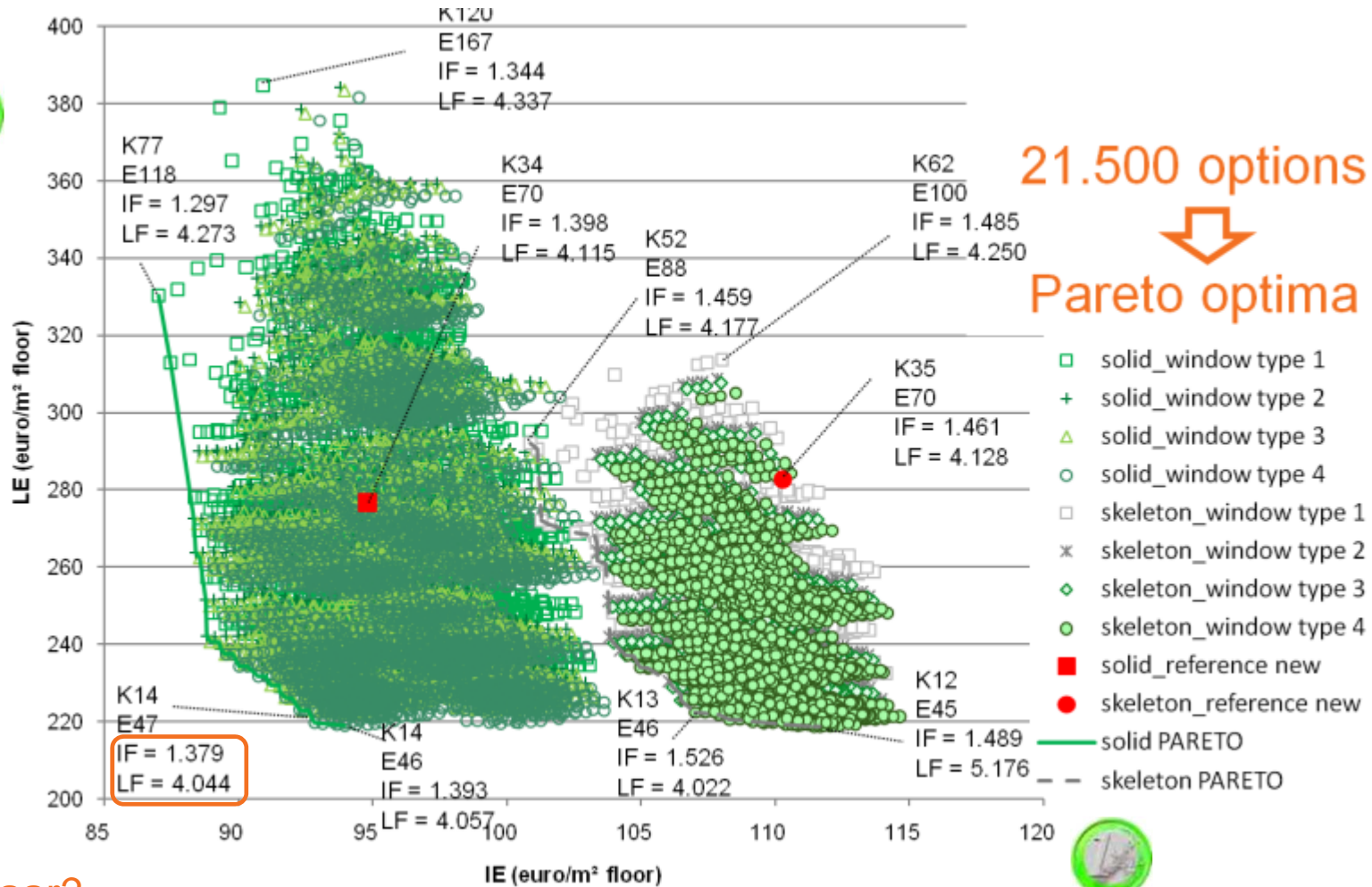


21.500 options
 ↓
 Pareto optima

- solid_window type 1
- + solid_window type 2
- △ solid_window type 3
- solid_window type 4
- skeleton_window type 1
- × skeleton_window type 2
- ◇ skeleton_window type 3
- skeleton_window type 4
- solid_reference new
- skeleton_reference new
- solid PARETO
- - skeleton PARETO



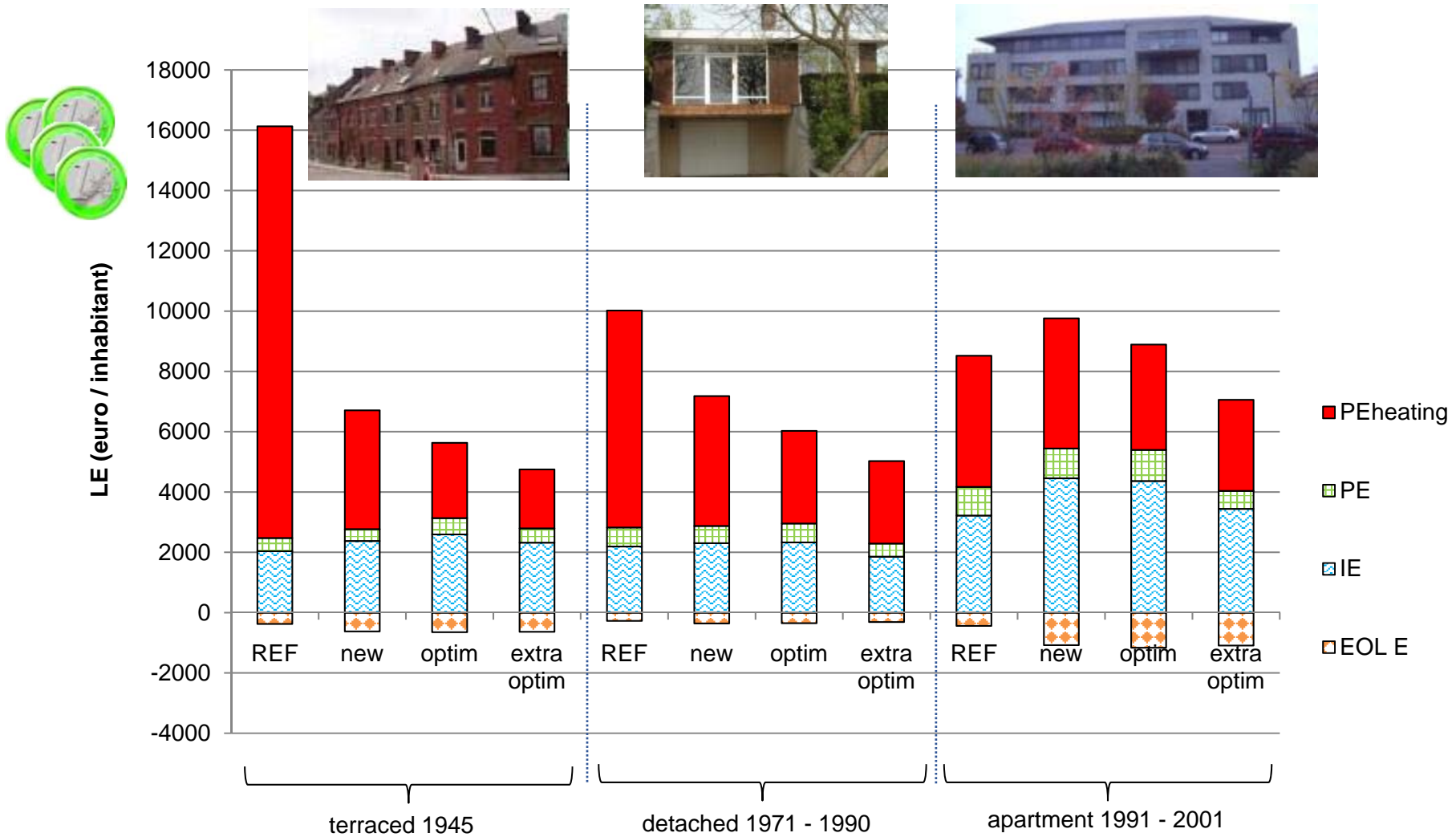
Milieu-impact gebouw (SuFiQuaD)



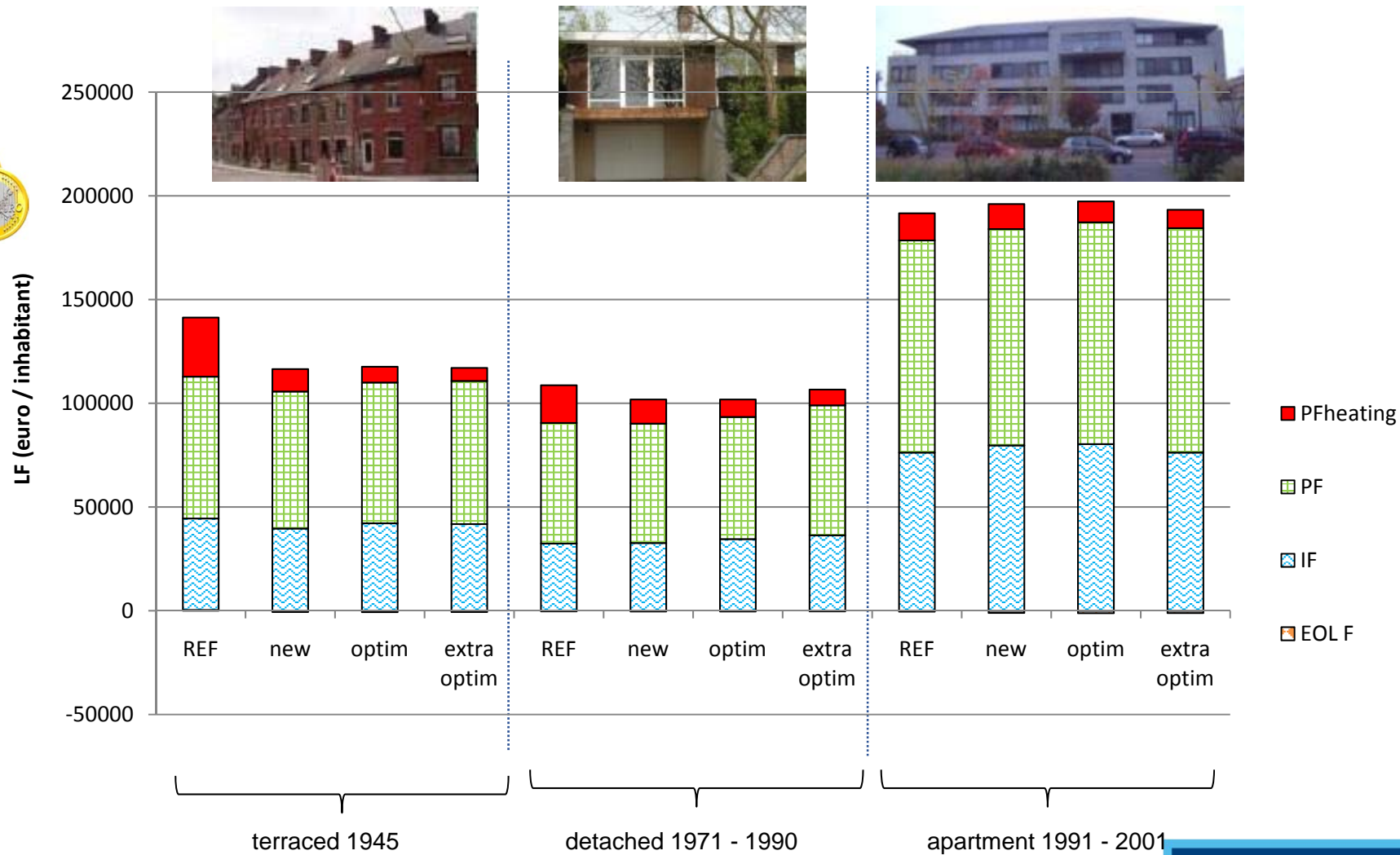
Betaalbaar?



Gebouwniveau: LCA versus LCC (SuFiQuaD)



Gebouwniveau: LCA versus LCC (SuFiQuaD)



Milieu-impact van de gebouwde omgeving

1. Duurzaam bouwen
2. Nood aan verandering...
3. Levenscyclusanalyse
4. Stand van zaken in België
5. Milieu-impact gebouwen
- 6. Milieu-impact stedelijke fragmenten**
7. Conclusies

Stedenbouw & ruimtelijke ordening

Vergelijking van 3 typologieën:

- Alleenstaande woningen
- Rijwoningen
- Appartementsblokken

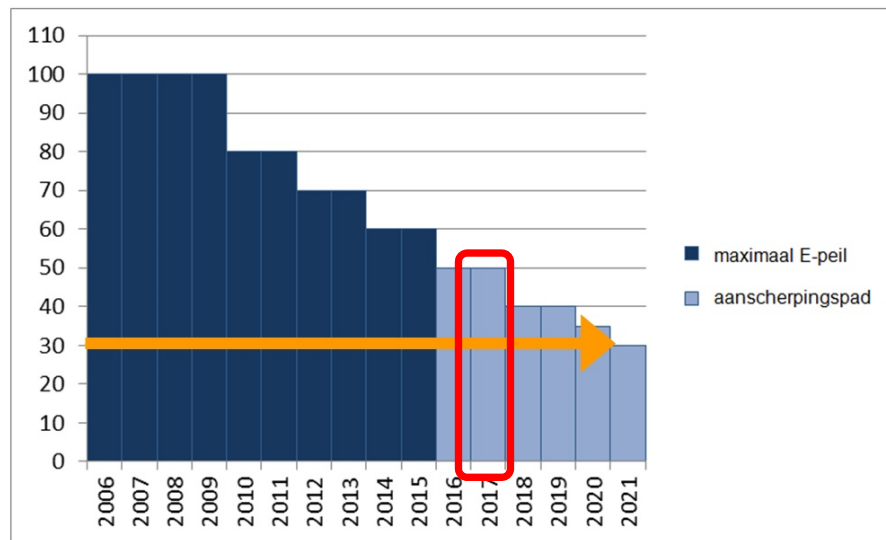


Stedenbouw & ruimtelijke ordening

Vergelijking van 3 energieprestaties (isolatiegraad)



Geen isolatie



EPB 2017



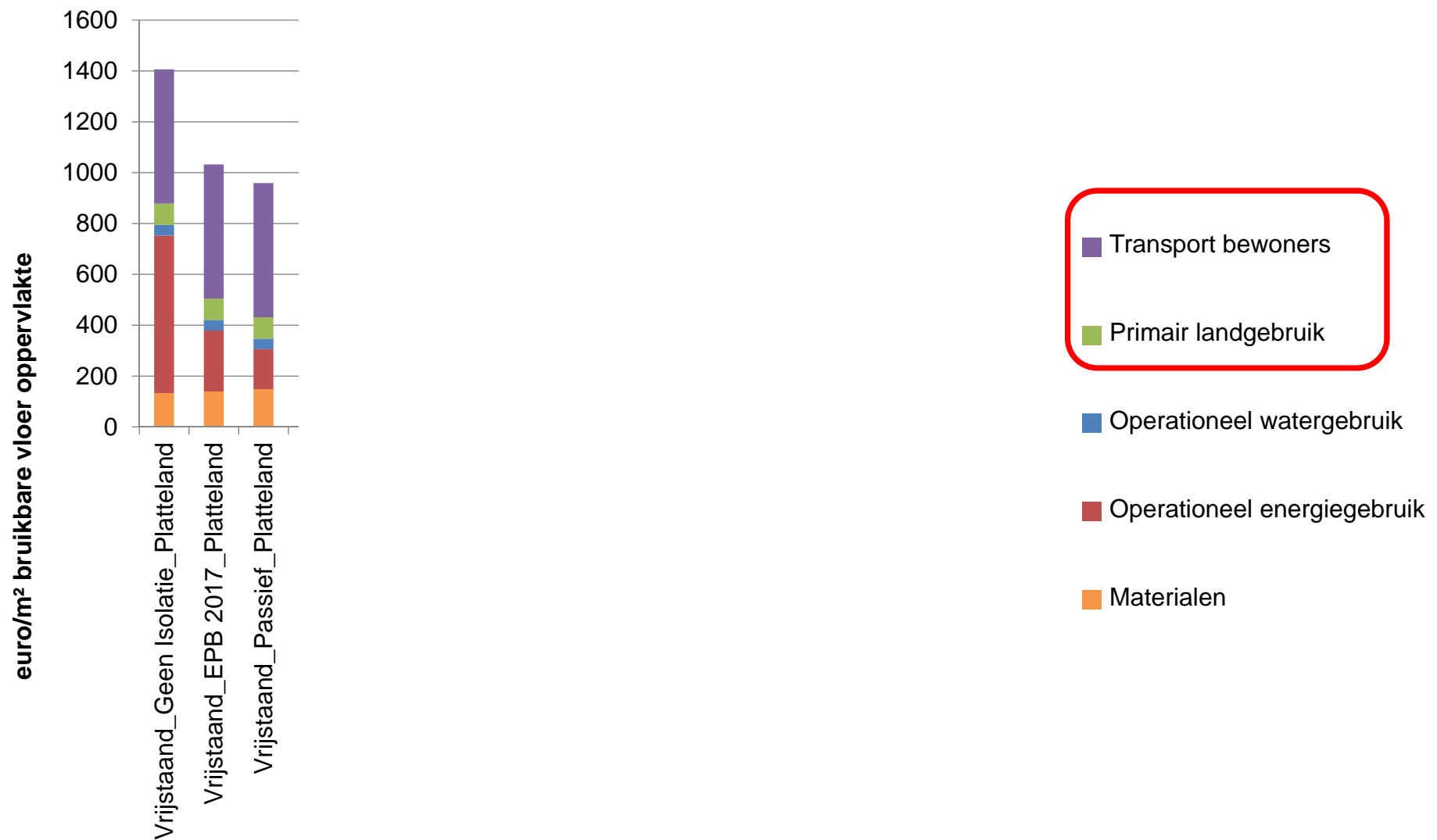
Passiefstandaard

Stedenbouw & ruimtelijke ordening

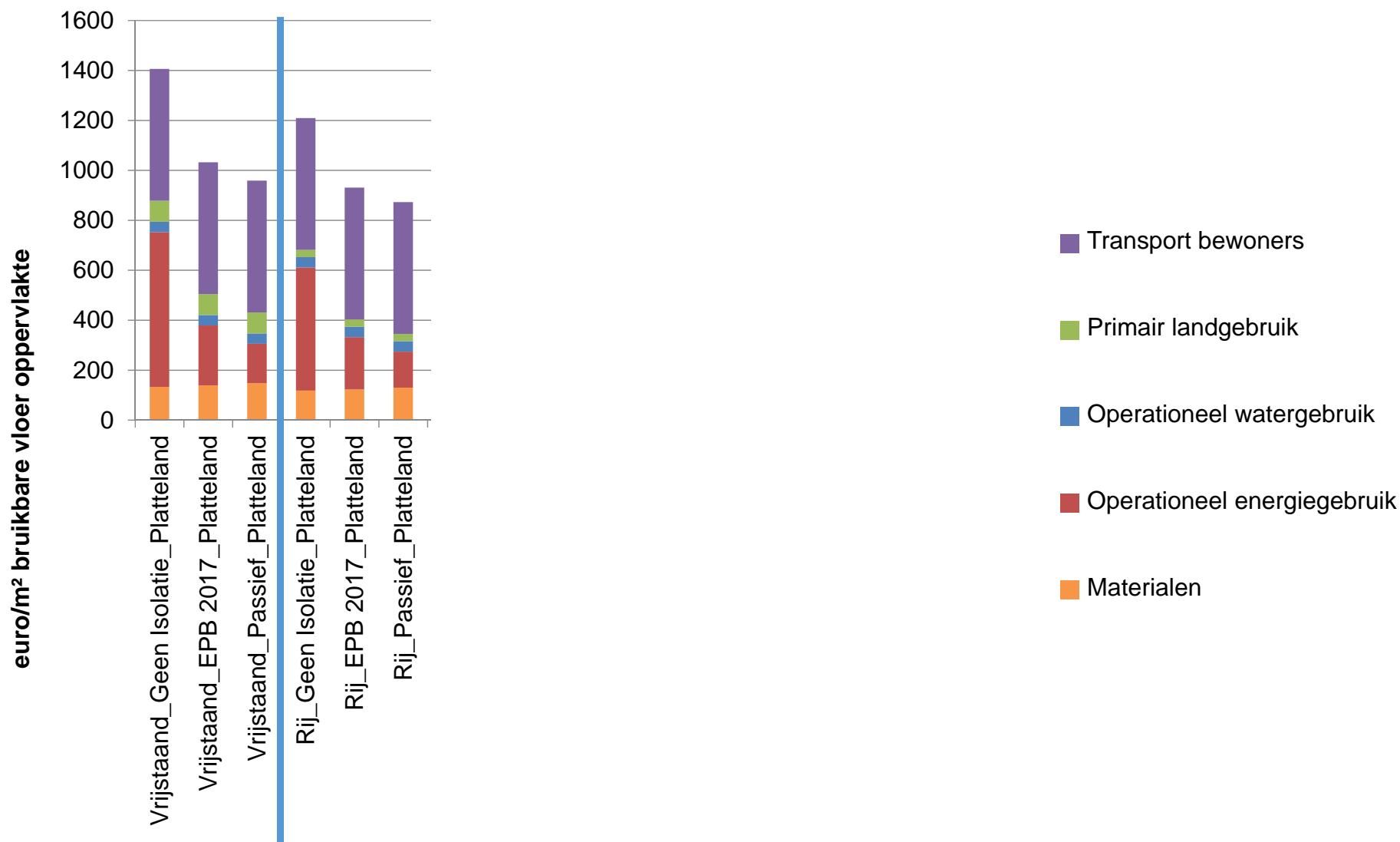
Vergelijking van 2 locaties

- Stedelijke context
- Platteland

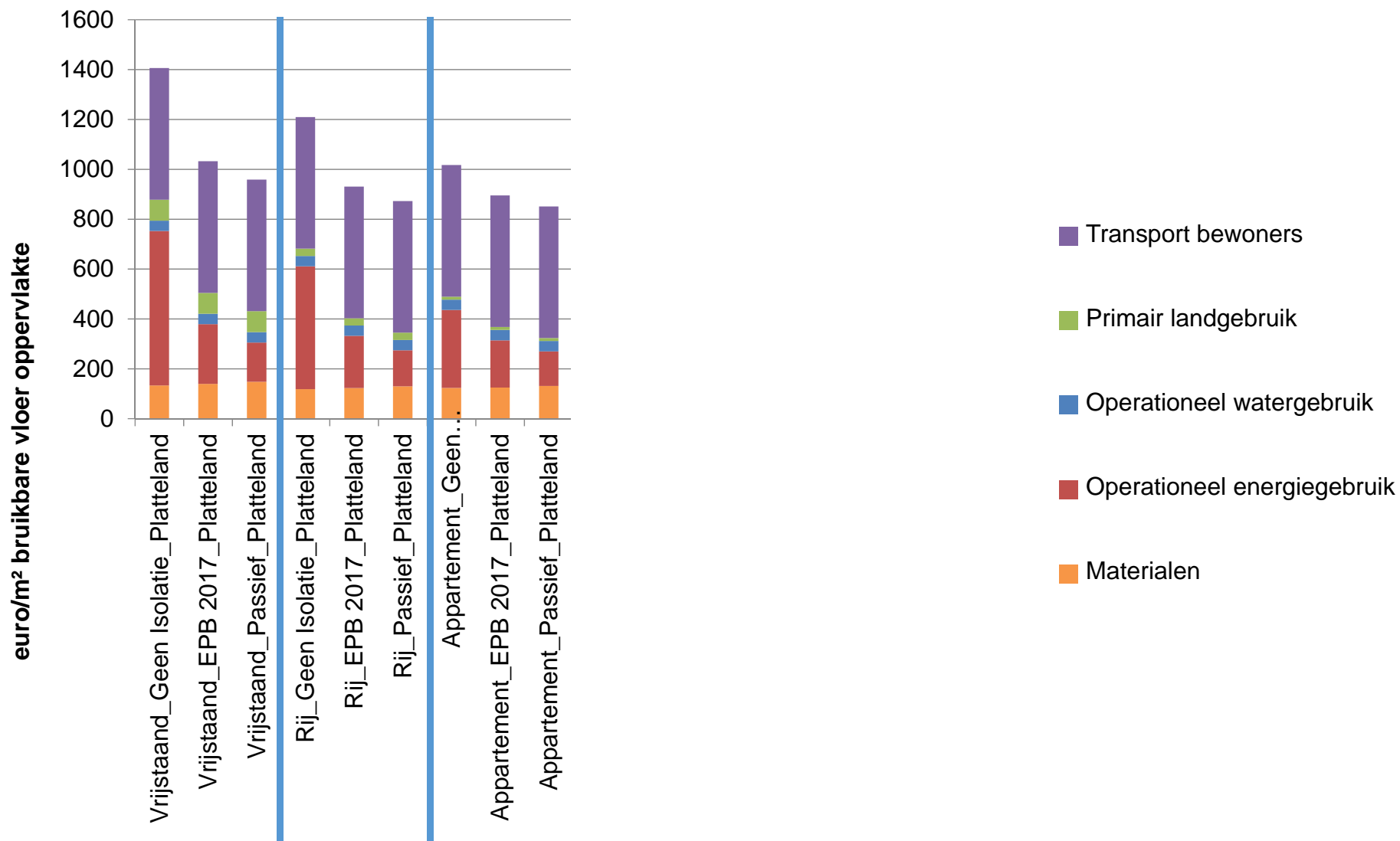
Stedenbouw & ruimtelijke ordening (MMG)



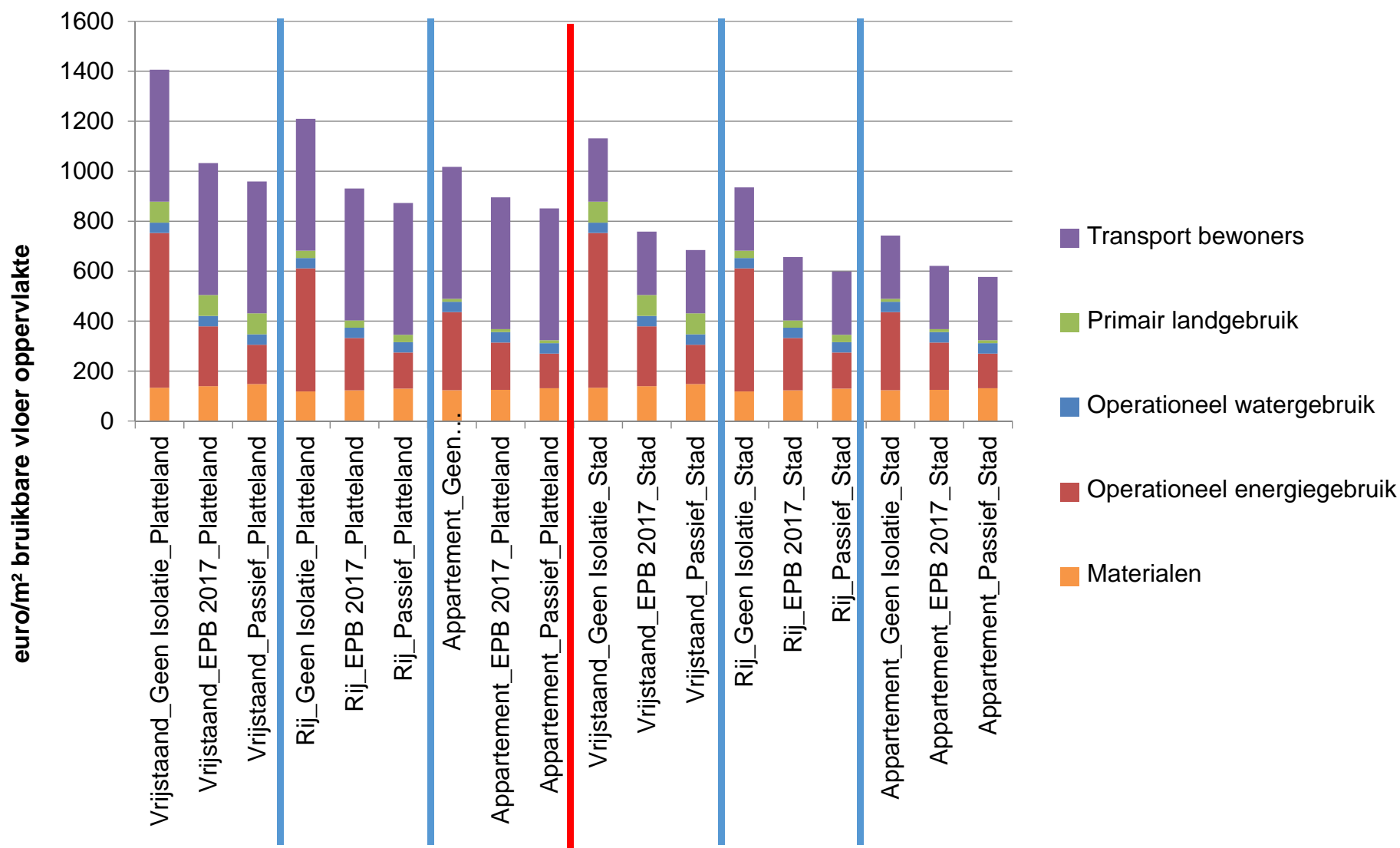
Stedenbouw & ruimtelijke ordening (MMG)



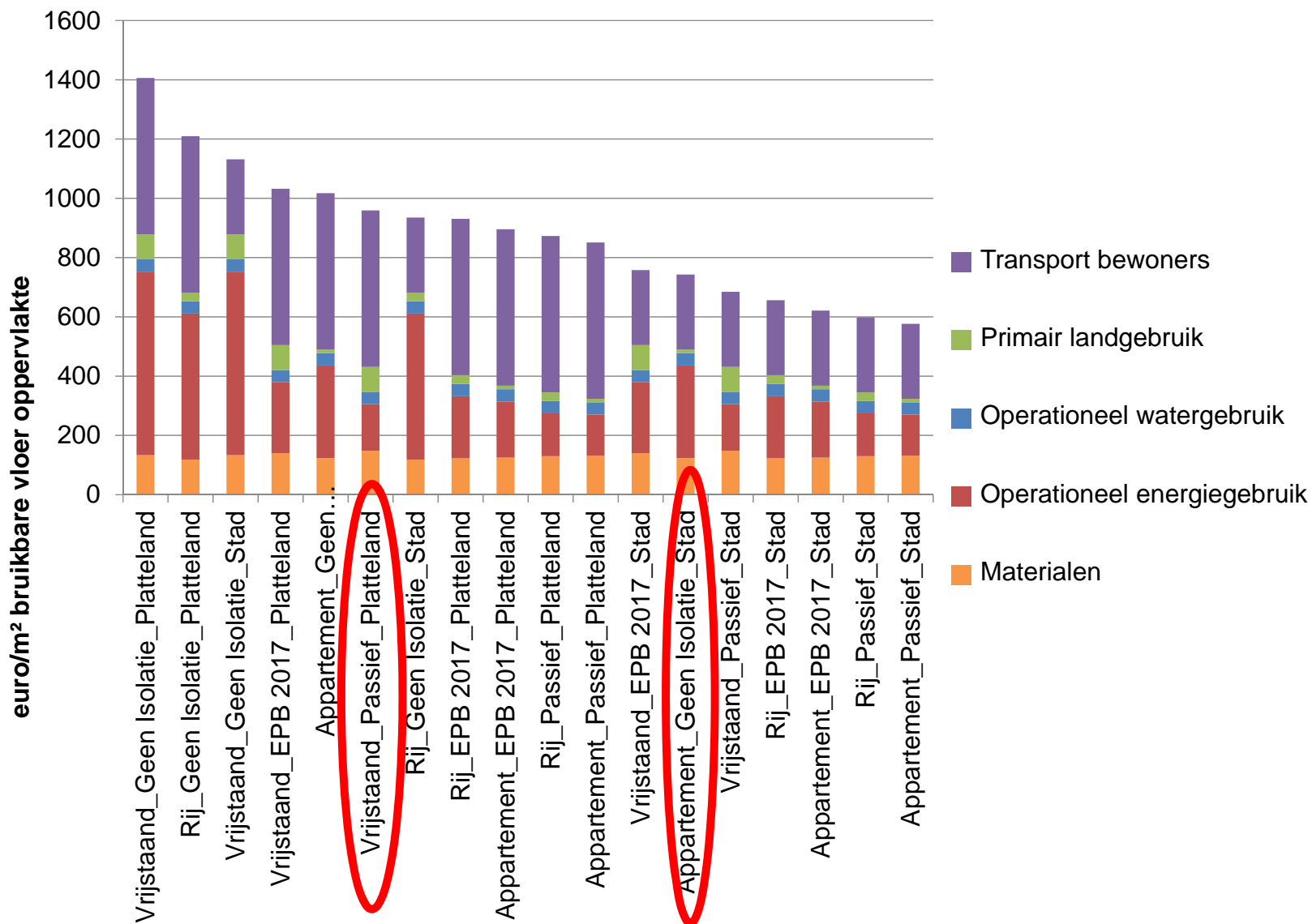
Stedenbouw & ruimtelijke ordening (MMG)



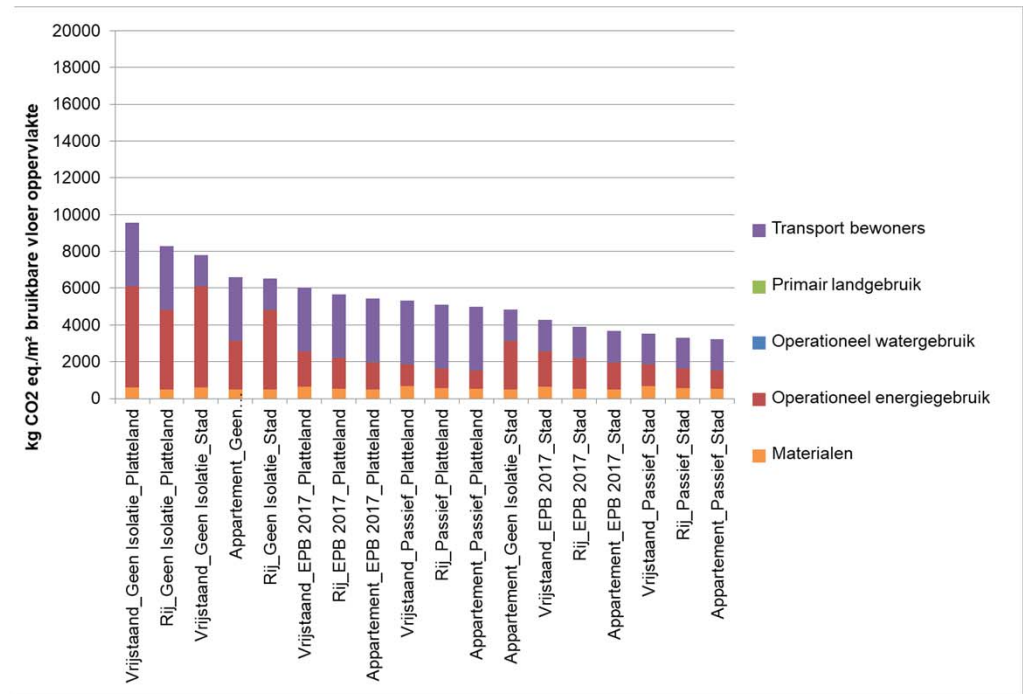
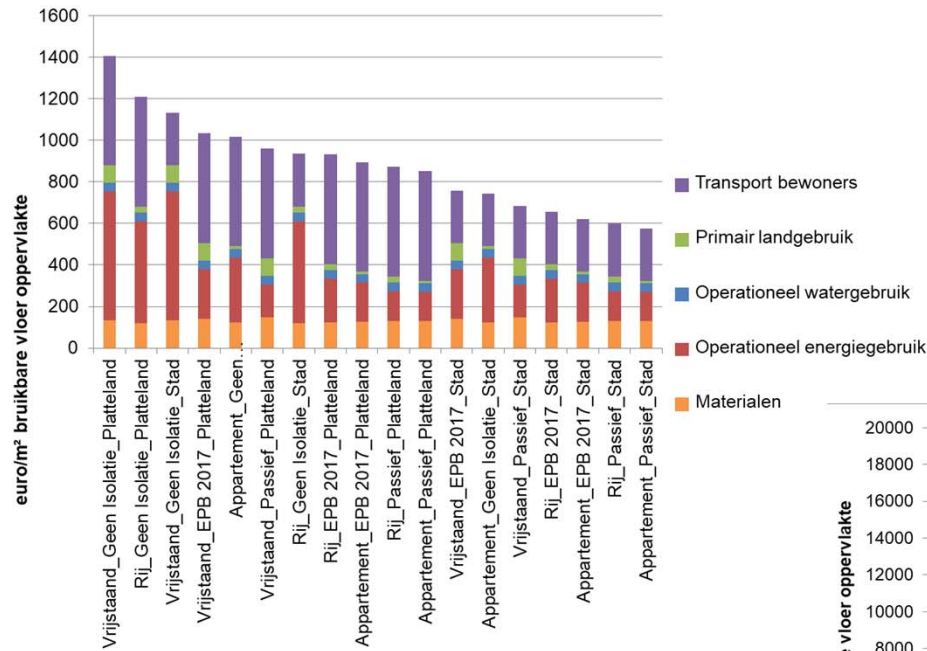
Stedenbouw & ruimtelijke ordening (MMG)



Stedenbouw & ruimtelijke ordening (MMG)



Carbon footprint versus full environmental footprint



Milieu-impact van de gebouwde omgeving

1. Duurzaam bouwen
2. Nood aan verandering...
3. Levenscyclusanalyse
4. Stand van zaken in België
5. Milieu-impact gebouwen
6. Milieu-impact stedelijke fragmenten
- 7. Conclusies**

Conclusies

Methodologie

- LCA: **kwantitatieve benadering** om milieu-impacten over de volledige levensduur te modelleren
- **Andere ontwerpbeslissingen** op basis van meerdere milieu-indicatoren dan enkel klimaatsopwarming
- Beslissingen op basis van investeringskost en **levenscycluskost** verschillen

Aandachtspunten om milieu-impact van gebouwen te reduceren?

- Ruimtelijke ordening: link met mobiliteit en infrastructuur
- Operationeel energieverbruik = grootste impact voor bestaande woningen en nieuwbouw 2008
- Eenmaal woningen energie-efficiënt, worden materialen en waterverbruik de volgende prioriteiten
- Optimale isolatiegraad = $f(\text{gebouwtype \& layout})$

Bedankt!

karen.allacker@kuleuven.be

Division of Architectural Engineering
Department of Architecture - Faculty of Engineering Science
KU Leuven
Kasteelpark Arenberg 1 box 2431 | B-3001 Leuven

<http://architectuur.kuleuven.be/architectural-engineering>

KU LEUVEN

Transport scenario

name user transport scenario	Flanders_countryside
Average number of kilometers per person	46.99
gaakppd car (%)	83.30%
gaakppd bike (%)	4.32%
gaakppd bus (%)	1.60%
gaakppd tramway (%)	0.15%
gaakppd train (%)	3.08%
gaakppd by foot (%)	0.76%

name user transport scenario	Flanders_region around Brussels
Average number of kilometers per person	26.42
gaakppd car (%)	60.07%
gaakppd bike (%)	1.20%
gaakppd bus (%)	5.24%
gaakppd tramway (%)	8.48%
gaakppd train (%)	22.60%
gaakppd by foot (%)	2.41%