

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

CIRCULAIRE EN OMKEERBARE ONTWERPEN

LENTE 2020

Hoe technische en ruimtelijke omkeerbaarheid integreren in een project?

Caroline HENROTAY – Leefmilieu Brussel



- ▶ Voorstelling van de aspecten waarmee rekening moet worden gehouden ter verbetering van:
 - de aanpasbaarheid en omkeerbaarheid van gebouwen
 - het demontage- en hergebruikpotentieel van gebouwen, systemen, producten en materialen
- ▶ Voorstelling van de tools die worden ontwikkeld
- ▶ Voorstelling van het milieu- en financiële potentieel van gebouwen met een omkeerbaar ontwerp

⇒ **Conclusies**



CIRCULAIR ONTWERPEN

HET GEBOUW ALS MATERIALENBANK

GEBOUWEN MET EEN OMKEERBAAR ONTWERP

RUIMTELIJKE OMKEERBAARHEID

- Indicatorcategorieën

TECHNISCHE OMKEERBAARHEID

- Omkeerbaarheid van systemen voor nieuwe businessmodellen
- Indicatorcategorieën
- Kwantitatieve beoordeling van de technische omkeerbaarheid

GEVALSTUDIE

- Beoordeling van de milieu- en financiële impact



Le diagramme illustre la boucle de la circularité à travers deux cycles de vie d'un produit, représentés par des anneaux colorés :

- Cycle 1 (Gauche) :**
 - Choix des matériaux neufs
 - Gestion des données
 - Exploitation - Maintenance préventive
 - Exploitation - Maintenance curative
 - Fin de vie des données
- Cycle 2 (Droite) :**
 - Reprise sur site
 - Déconstruction / Démontage
 - Maintien de l'existant
 - Inventaires des ressources et déchets
 - Régénération

Les flux de matériaux sont indiqués par des flèches :

- Matériaux de réemploi :** Flux entre les cycles.
- Matériaux neufs :** Entrée dans le cycle de gauche.
- Déchets divers / Filtrage réemploi :** Sortie du cycle de droite.
- Réemploi sur site :** Flux interne au cycle de droite.
- Choix des matériaux neufs :** Entrée dans le cycle de gauche.
- Choix des matériaux de réemploi :** Entrée dans le cycle de gauche.
- Choix des matériaux de réemploi :** Entrée dans le cycle de gauche.
- Choix des matériaux de réemploi :** Entrée dans le cycle de gauche.



CIRCULAIR ONTWERPEN

HET GEBOUW ALS MATERIALENBANK

GEBOUWEN MET EEN OMKEERBAAR ONTWERP

RUIMTELIJKE OMKEERBAARHEID

- Indicatorcategorieën

TECHNISCHE OMKEERBAARHEID

- Omkeerbaarheid van systemen voor nieuwe businessmodellen
- Indicatorcategorieën
- Kwantitatieve beoordeling van de technische omkeerbaarheid

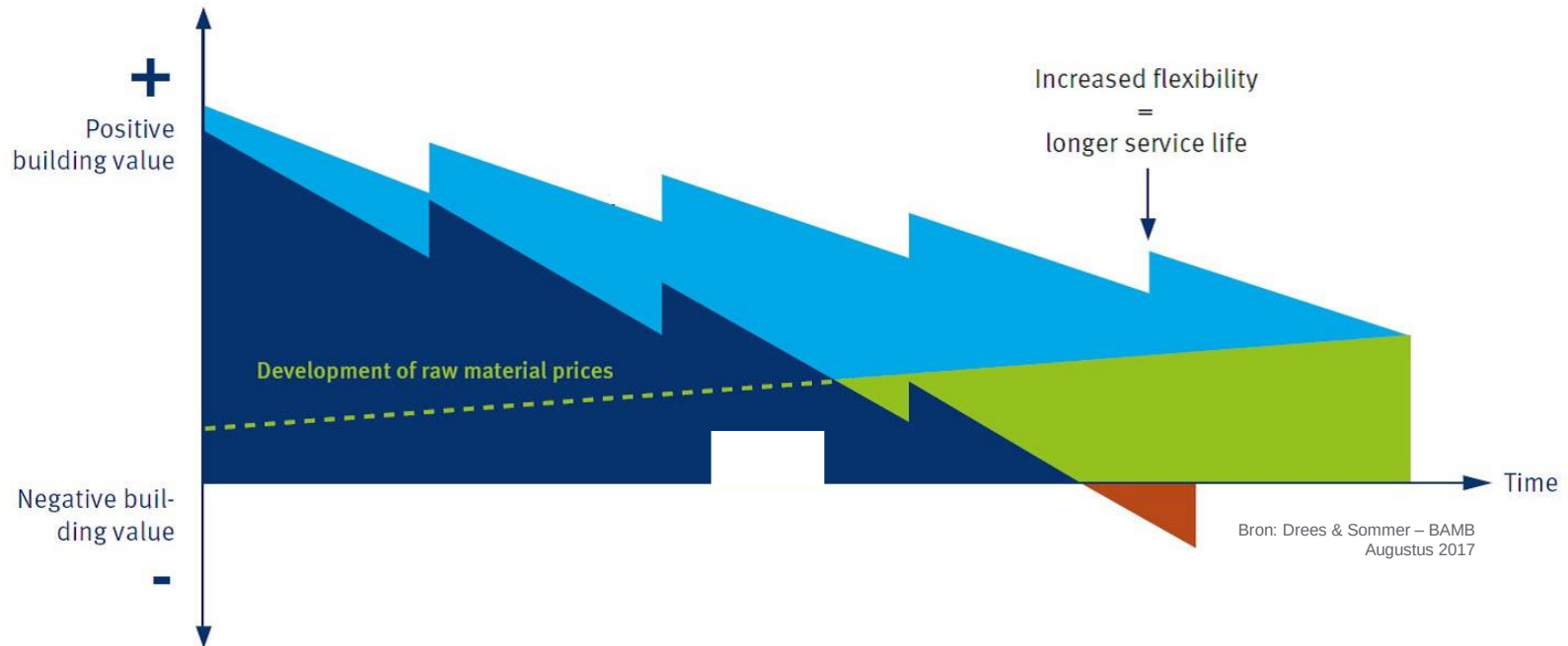
GEVALSTUDIE

- Beoordeling van de milieu- en financiële impact



6 HET GEBOUW ALS MATERIALENBANK

BEHOUD VAN DE WAARDE VAN DE HULPBRONNEN IN HET GEBOUW



Fortis Bank Amsterdam 1998



Fortis Bank Amsterdam 2014



Fortis Bank Amsterdam 2014



CIRCULAIR ONTWERPEN

HET GEBOUW ALS MATERIALENBANK

GEBOUWEN MET EEN OMKEERBAAR ONTWERP

RUIMTELIJKE OMKEERBAARHEID

- Indicatorcategorieën

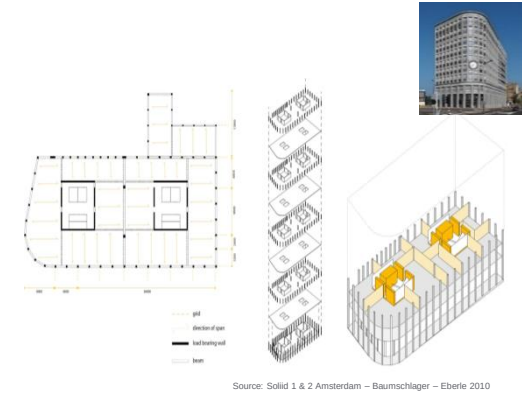
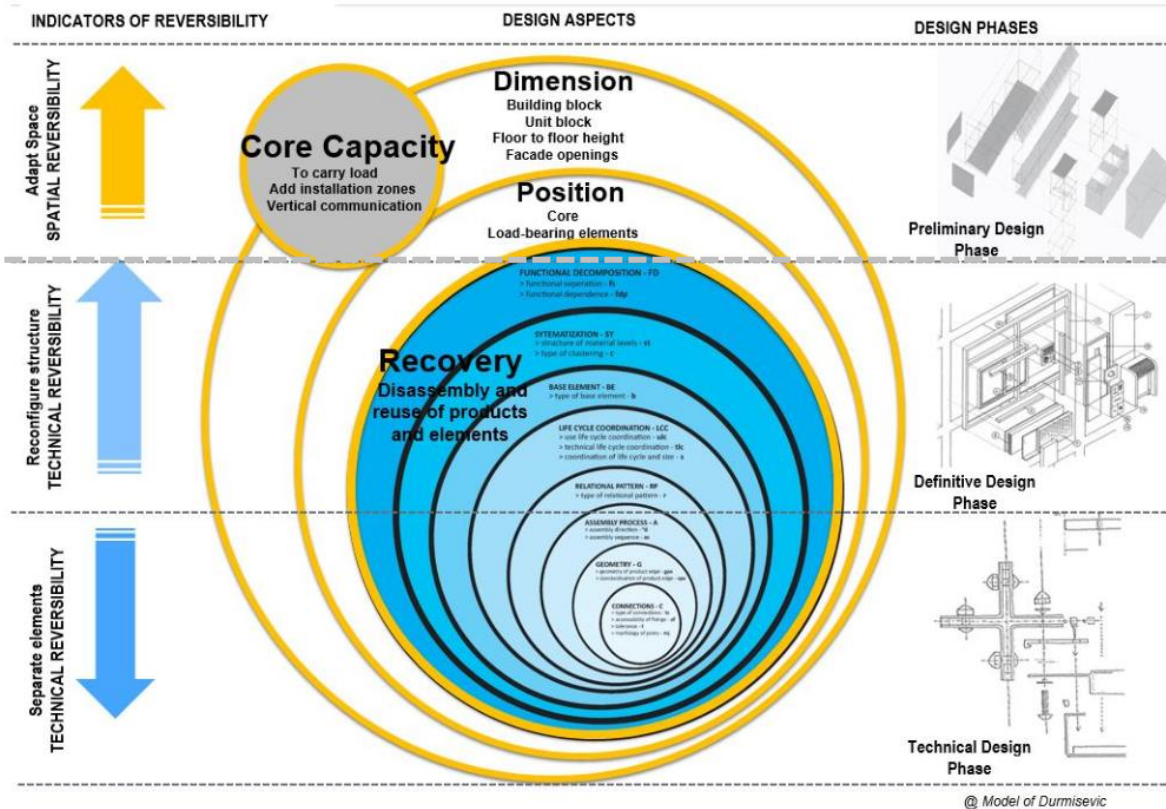
TECHNISCHE OMKEERBAARHEID

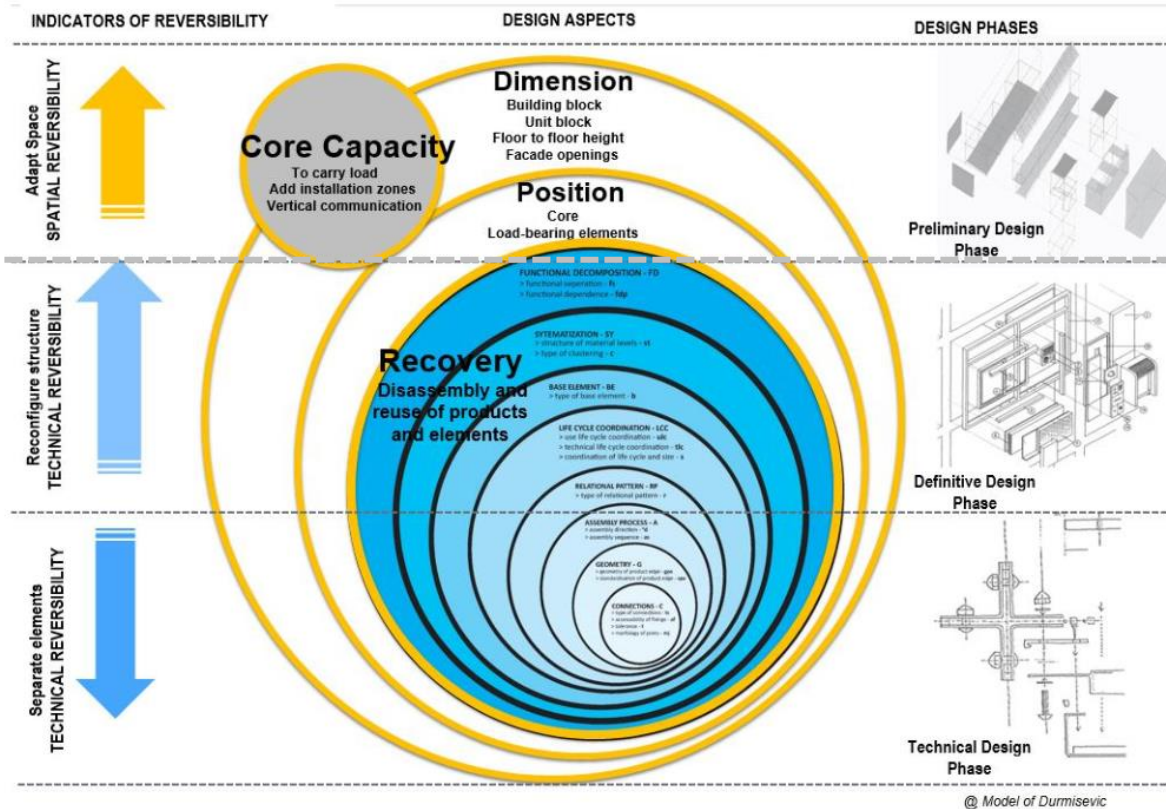
- Omkeerbaarheid van systemen voor nieuwe businessmodellen
- Indicatorcategorieën
- Kwantitatieve beoordeling van de technische omkeerbaarheid

GEVALSTUDIE

- Beoordeling van de milieu- en financiële impact







CIRCULAIR ONTWERPEN

HET GEBOUW ALS MATERIALENBANK

GEBOUWEN MET EEN OMKEERBAAR ONTWERP

RUIMTELIJKE OMKEERBAARHEID

- Indicatorcategorieën

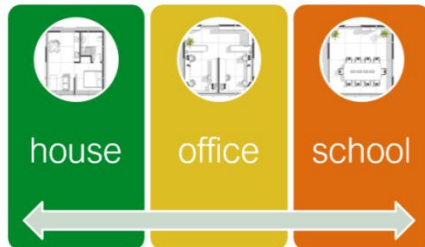
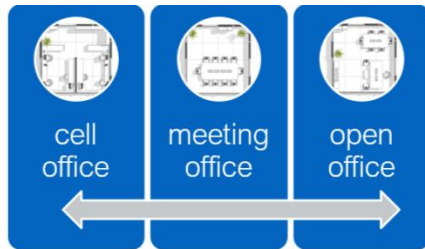
TECHNISCHE OMKEERBAARHEID

- Omkeerbaarheid van systemen voor nieuwe businessmodellen
- Indicatorcategorieën
- Kwantitatieve beoordeling van de technische omkeerbaarheid

GEVALSTUDIE

- Beoordeling van de milieu- en financiële impact





0 Irreversible
Tot 0,2
< 0,4

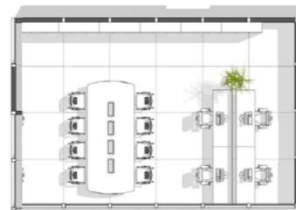


1 Monofunctional

Building
Transformation capacity
 $0,2 < 0,4$

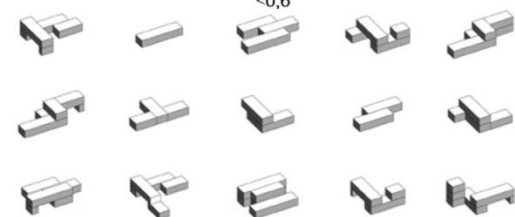
2 Trans-functional

Building
Transformation Potential
 $0,4 > 0,6$



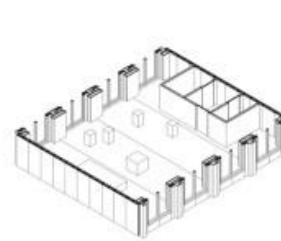
3 Transformable

Building Transformation
Potential
< 0,6



INDICATORCATEGORIEËN

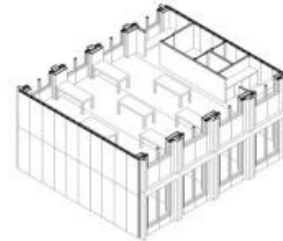
- Afmetingen
- Relatie en onderlinge afhankelijkheid
- Positie van de vastste elementen
- Capaciteit van de draagstructuur en van de 'kernelementen'
- Anticiperen op verschillende gebruiksscenario's



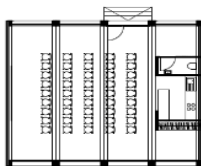
Dissemination Space – Lecture Café
Public



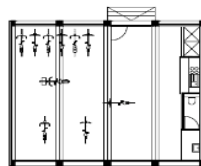
Eco Guesthouse
Residential



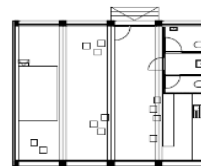
Temporary Plug-In Offices
Professional



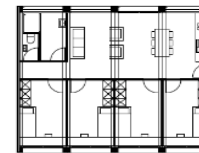
SEMINAR ROOM



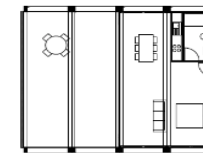
BICYCLE REPAIR SHOP



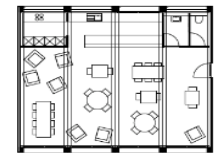
CONCERT SPACE



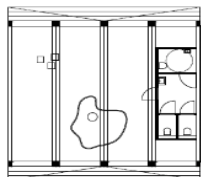
UPDATED STUDENT HOUSING



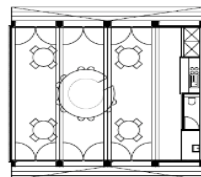
"KAVELKAMER"



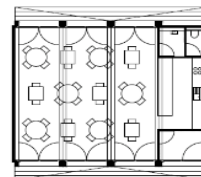
SANDWICH BAR / COFFEE SHOP



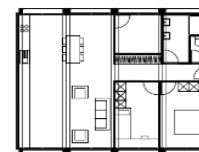
MULTIFUNCTIONAL OPEN AIR SPACE



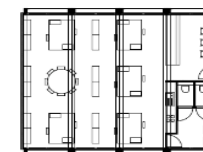
INFORMATION OFFICE



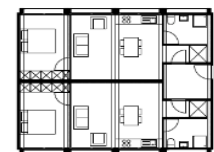
BISTRO / RESTO



APARTMENT TYPE 2/3



ADMINISTRATION OFFICE



2 INDIVIDUAL STUDIO'S

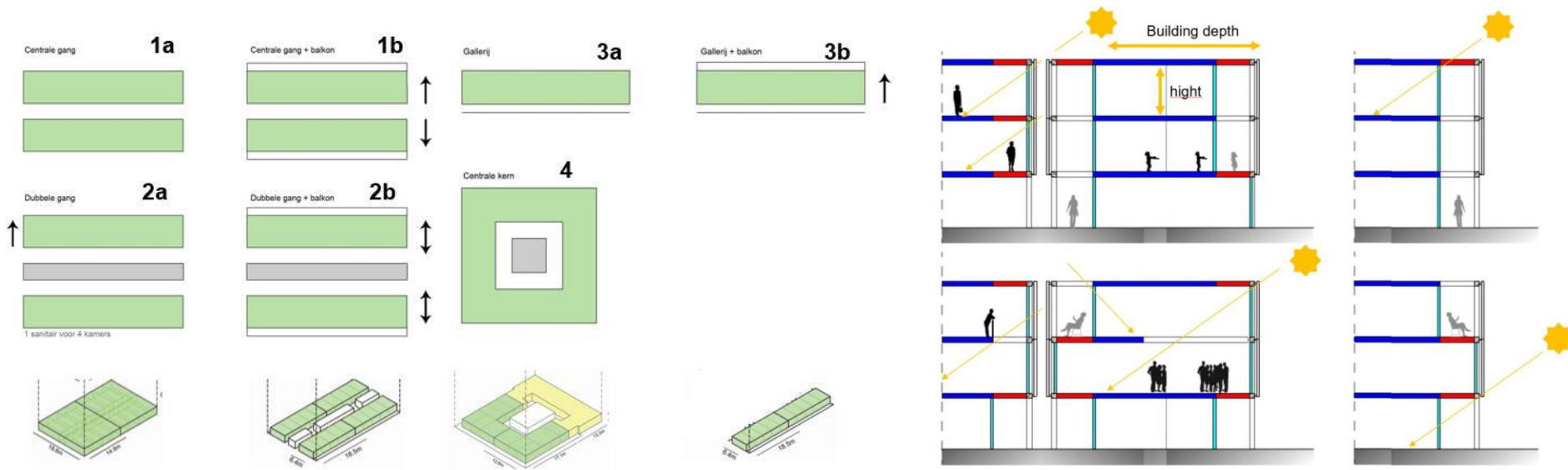


INDICATORCATEGORIEËN

Afmetingen**Zorgen voor voldoende ruime afmetingen:**

- voor het blok: om onderverdeling, functionele verandering en verschillende soorten ruimtegebruik mogelijk te maken.

⇒ diepte van het blok t.o.v. de plafondhoogte met het oog op de inval van natuurlijk licht



INDICATORCATEGORIEËN

Afmetingen**Zorgen voor voldoende ruime afmetingen:**

- **voor het blok: om onderverdeling, functionele verandering en verschillende soorten ruimtegebruik mogelijk te maken.**
 - => diepte van het blok t.o.v. de plafondhoogte met het oog op de inval van natuurlijk licht
- **op alle verdiepingen met het oog op de diversificatie van het gebruik**
 - => ideale plafondhoogte $\geq 3,3\text{m}$
 - afmeting van plaat tot plaat $\geq 4,5\text{ m}$ als draagconstructie = plaat; $\geq 4,2\text{ m}$ als draagconstructie = balken (scholen)
 - afmeting van plaat tot plaat $\geq 4,2\text{ m}$ als draagconstructie = plaat; $\geq 3,9\text{ m}$ als draagconstructie = balken (kantoren)
- voor de ramen: met het oog op voldoende inval van natuurlijk licht voor elk type gebruik
- tussen de punten van de draagconstructie: met het oog op verschillende functies
- voor de ruimten/vertrekken: met het oog op de aanpassing - onderverdeling, reorganisatie, enz. overeenkomstig de verschillende gebruiksscenario's



INDICATORCATEGORIEËN

Afmetingen

Zorgen voor voldoende ruime afmetingen:

- voor deuren en gangen
- voor liftkooien

Maximale afstanden tot de verticale-circulatiepunten



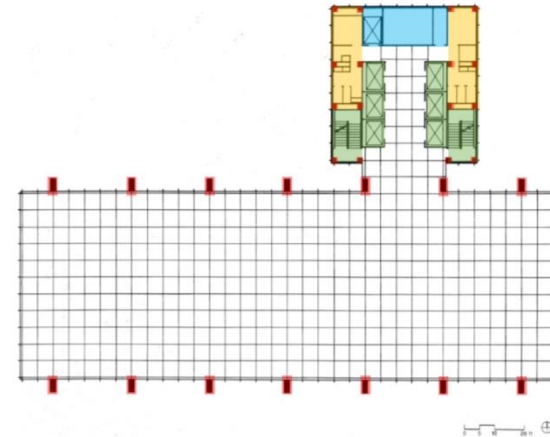
INDICATORCATEGORIEËN

Positie van de vastste elementen

- Zorgen voor een structureel concept met het oog op een flexibel ruimtegebruik van het type 'vrije plattegrond'
- Positionering van de vaste elementen met het oog op verscheidene gebruiksscenario's

Inland Steel office Building

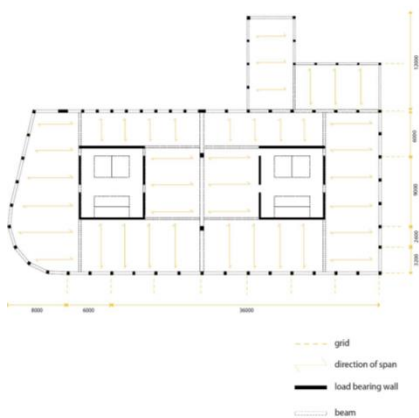
Skidmore, Owings & Merrill (1958)



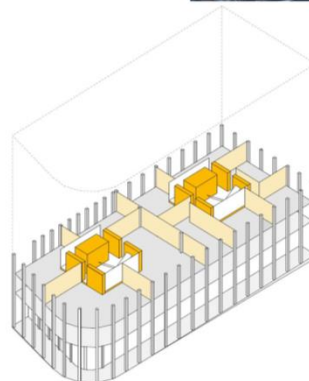
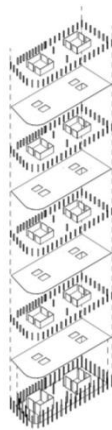
- Installations
- Restrooms
- Vertical transportation
- Structural elements

Solid 1 & 2, Amsterdam

Baumschlager-Eberle (2010)

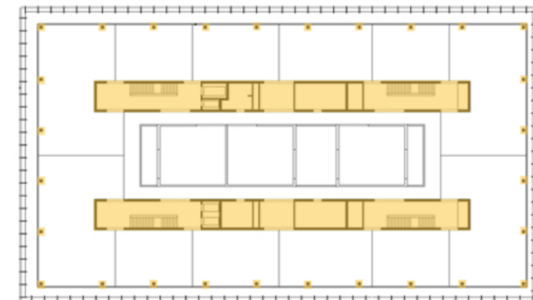


- grid
- direction of span
- load bearing wall
- beam



ETH E-sciencelab, Zurich

Baumschlager-Eberle (2008)



INDICATORCATEGORIEËN

Positie van de vastste elementen

- *Zorgen voor een structureel concept met het oog op een flexibel ruimtegebruik van het type 'vrije plattegrond'*
- *Positionering van de vaste elementen met het oog op verscheidene gebruiksscenario's*
- *Groepering van de structurele punten, technische kokers enz. om het aantal 'vaste punten' te beperken en een flexibel ruimtegebruik te bevorderen*
- *Positionering van de vaste elementen volgens een ontwerpraster*
- *Positionering van de horizontale technische kokers (centraal, perifeer, off-center)*



INDICATORCATEGORIEËN

Vermogen van de draagconstructie en van de 'kernelementen'

- *vermogen van de draagconstructie i.v.m. een horizontale uitbreiding*
- *vermogen van de draagconstructie i.v.m. een verticale uitbreiding*
- ***vermogen van de draagconstructie (inclusief vloerplaat) om veranderingen in de functie op te vangen***
- *vermogen van de verticale verdeling van de technieken*
- *verticale vermogen van de circulatiekernen*



CIRCULAIR ONTWERPEN

HET GEBOUW ALS MATERIALENBANK

GEBOUWEN MET EEN OMKEERBAAR ONTWERP

RUIMTELIJKE OMKEERBAARHEID

- Indicatorcategorieën

TECHNISCHE OMKEERBAARHEID

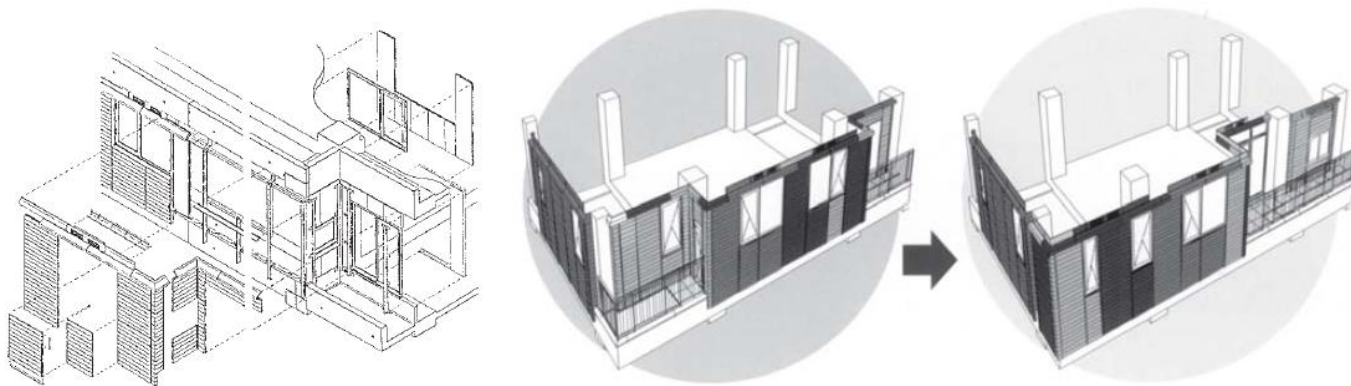
- Omkeerbaarheid van systemen voor nieuwe businessmodellen
- Indicatorcategorieën
- Kwantitatieve beoordeling van de technische omkeerbaarheid

GEVALSTUDIE

- Beoordeling van de milieu- en financiële impact



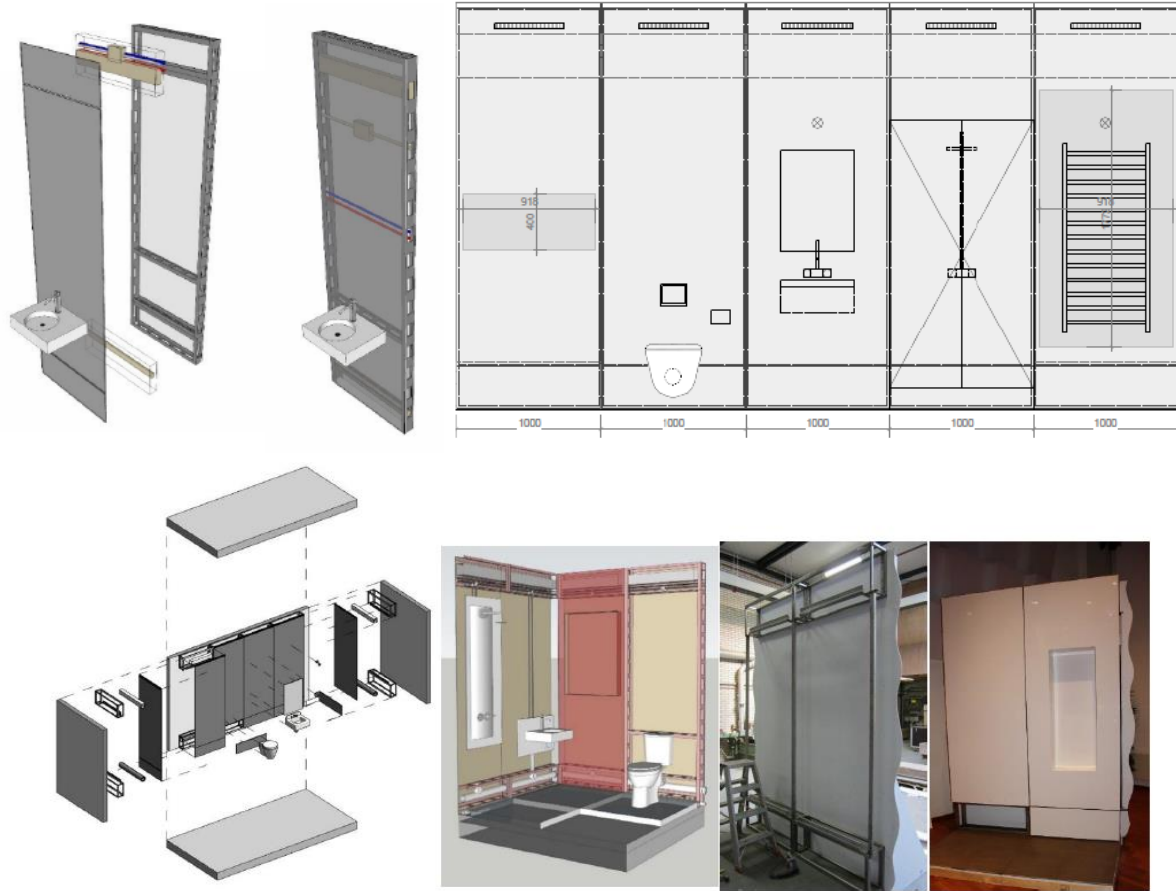
OMKEERBAARHEID VAN SYSTEMEN, PRODUCTEN EN MATERIALEN



Bron: Drees & Sommer
Dr. Elma Durmisevic



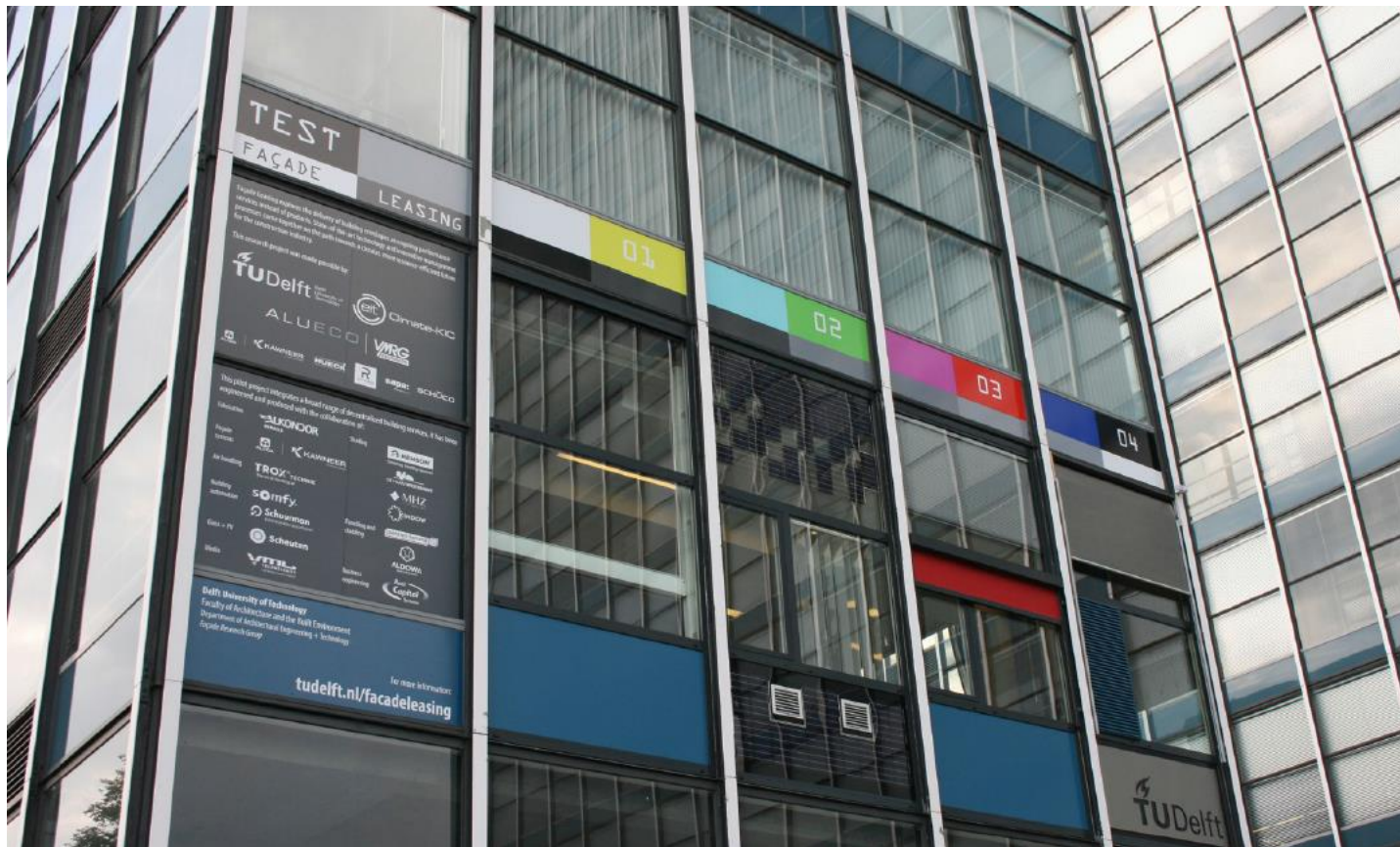
OMKEERBAARHEID VAN SYSTEMEN, PRODUCTEN EN MATERIALEN



Bron: 4D Architects



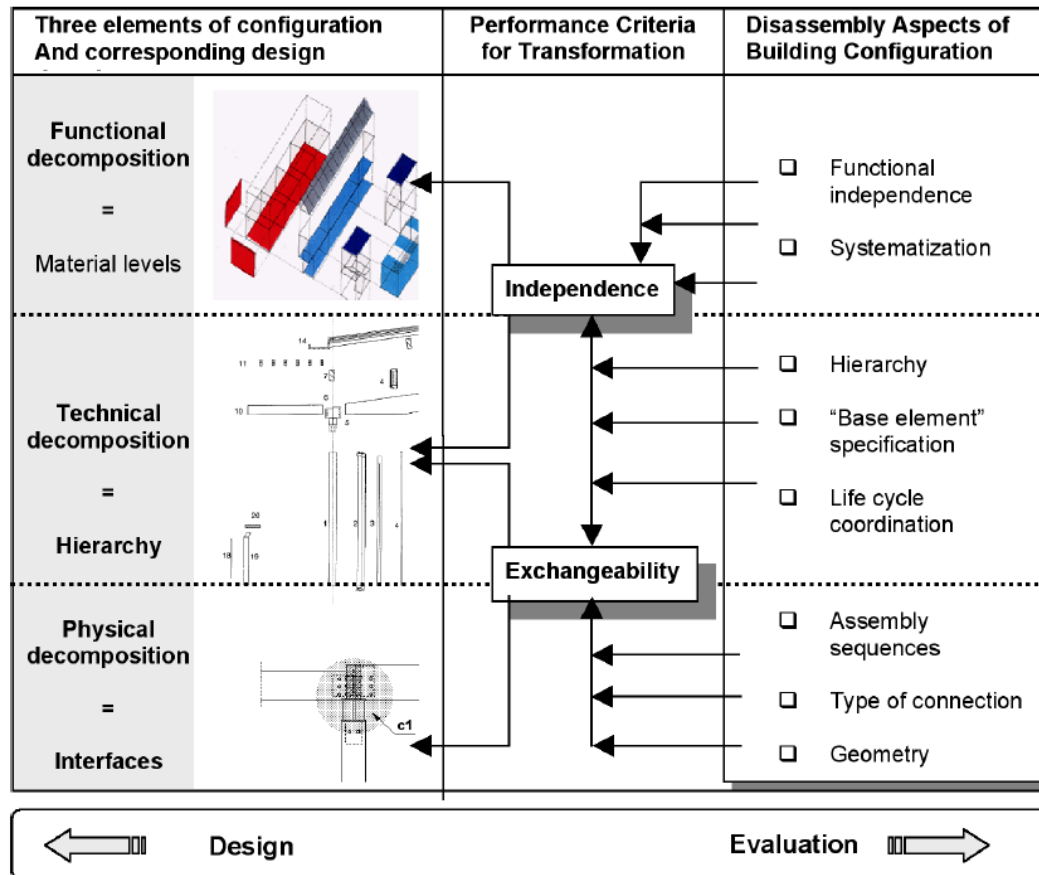
OMKEERBAARHEID VAN SYSTEMEN VOOR NIEUWE BUSINESSMODELLEN: HET PRODUCT ALS DIENST – DE GEVEL ALS SYSTEEM



Bron: VMRG – Façade as a system, 2018



OMKEERBAARHEID VAN SYSTEMEN, PRODUCTEN EN MATERIALEN – INDICATOREN VAN TECHNISCHE OMKEERBAARHEID



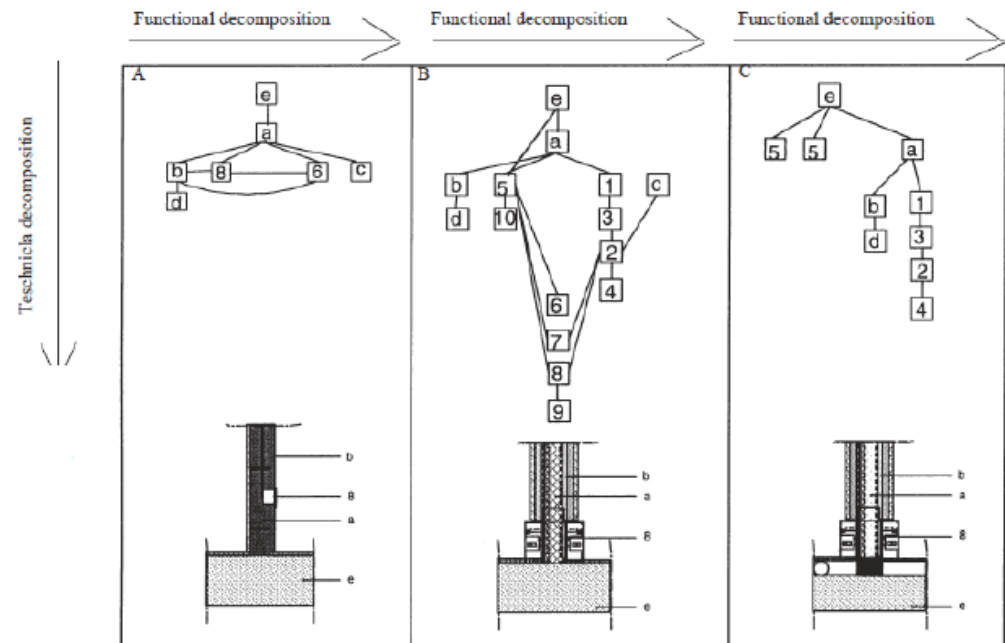
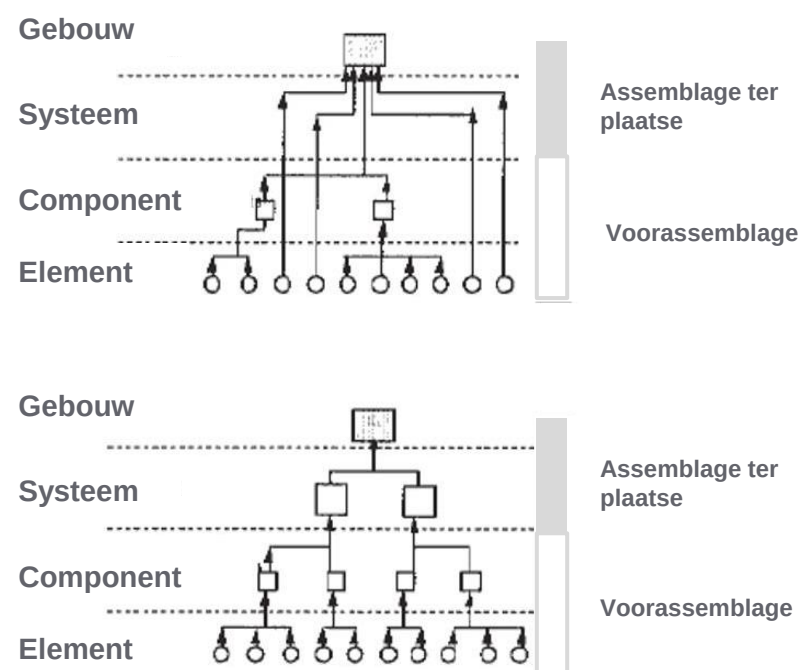
Durmisevic 2006 ©

Bron: Dr. E. Durmisevic - BAMB



SYSTEMATISERING

Systematisering introduceert de begrippen 'gehelen' en 'subgehelen' of het creëren van elementenclusters in verband met hun levenscyclus en integratieniveau. De elementenclusters zorgen voor een grotere demonteerbaarheid van de gehelen.



Bron: Dr. E. Durmisevic - BAMB

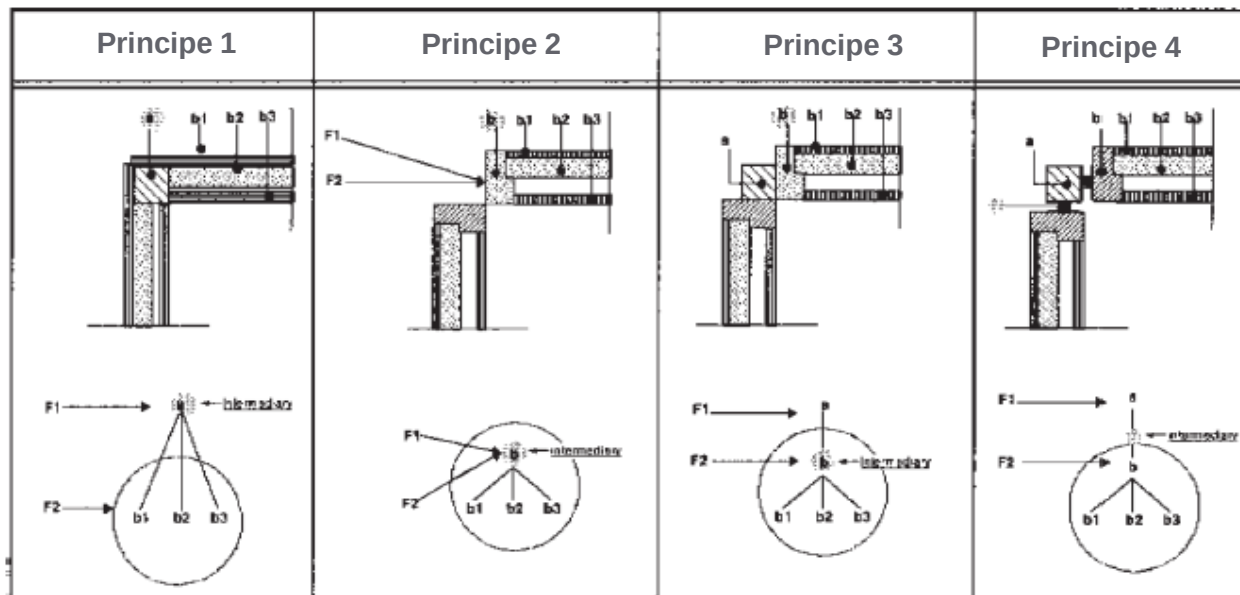


BASISELEMENT

Het basiselement specificeert de wijze waarop twee elementenclusters verbonden zijn.

Het basiselement kan

- volledig opgenomen zijn in de twee te verbinden clusters (principe 1)
- ontbreken (wat een functionele afhankelijkheid tussen de elementen creëert)
- onafhankelijk zijn (principe 4)



Bron: Dr. E. Durmisevic

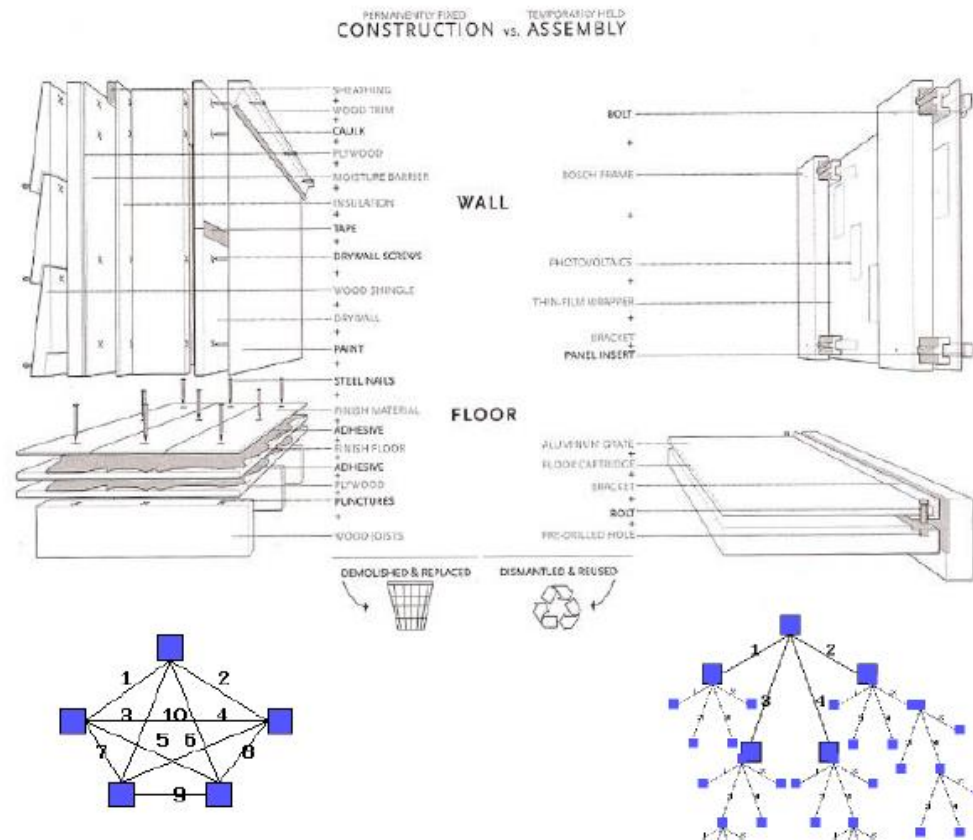


ASSEMBLAGEHIËRARCHIE

Het begrip 'hiërarchisering' heeft betrekking op de verbindingen tussen de elementen. Voor traditionele gebouwen bestaat er een diagram van de relaties tussen complexe elementen, met een sterke onderlinge afhankelijkheid van alle elementen. Het demontagepotentieel hangt samen met de reductie van het aantal relaties tussen verschillende elementen.

Assemblage fermé	En plans	Assemblage bloqué	Assemblage table	Assemblage ouvert	Assemblage partagé
■ - elements materials			○ - components		

Tableau 5 : illustration notion de hiérarchies ouvertes ou fermées. Source: Elma Durmisevic



Bron: Dr. E. Durmisevic - BAMB

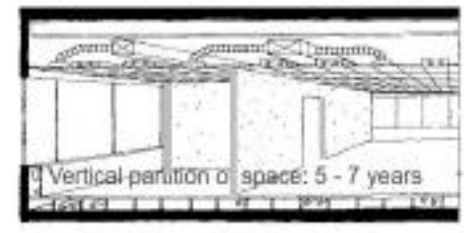
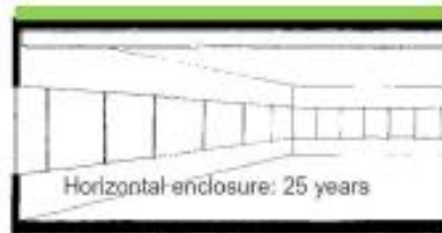
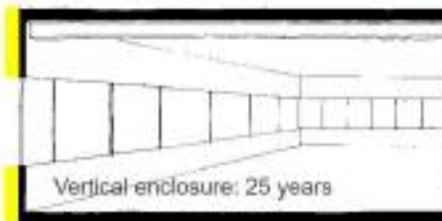
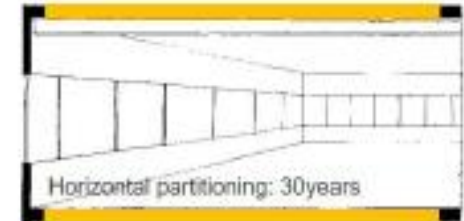
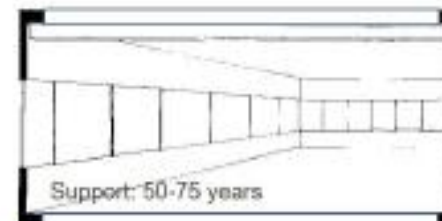
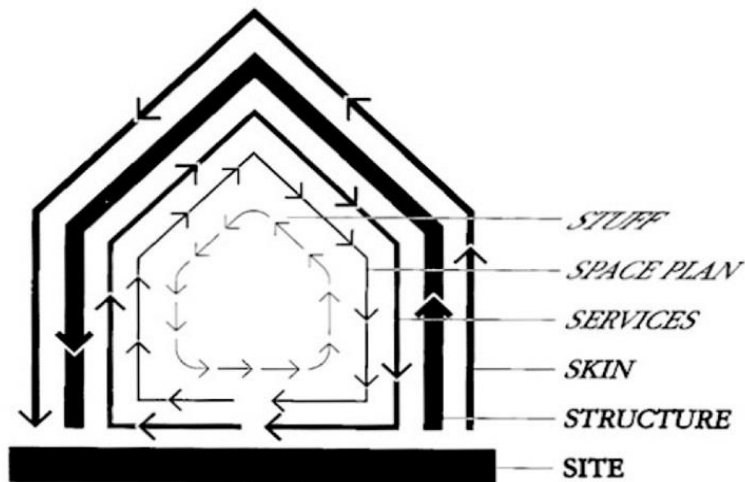


COÖRDINATIE VAN DE LAGEN VOLGENS HUN LEVENSCYCLUS

De theorie van de 'lagen' is gebaseerd op het feit dat de verschillende 'lagen' van het gebouw niet allemaal dezelfde nuttige levensduur hebben.

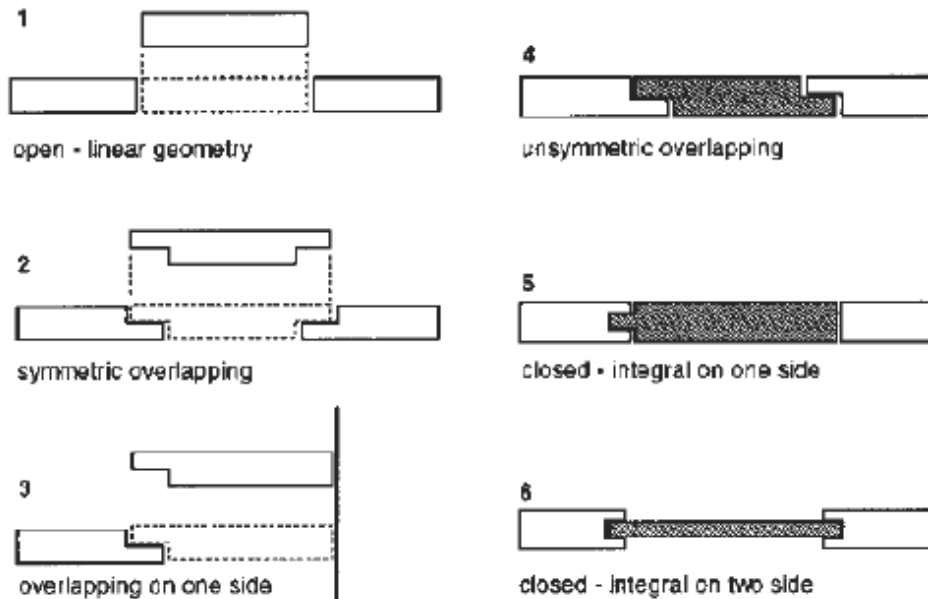
Deze verschillende 'lagen' moeten zo onafhankelijk mogelijk zijn.

Het scheiden van de componenten met een lange levensduur van die met een korte levensduur vergemakkelijkt aanpassingen en vermindert de complexiteit van de demontage. Hierbij wordt het verwijderen van specifieke materialen per type mogelijk gemaakt, wat het inzamelen voor recycling en opwaardering vereenvoudigt.



GEOMETRIE VAN DE VERBINDINGEN & ASSEMBLAGESEQUENTIE

De demonteerbaarheid hangt rechtstreeks samen met de wijze waarop de elementen geassembleerd zijn of met de geometrie van de verbindingen.



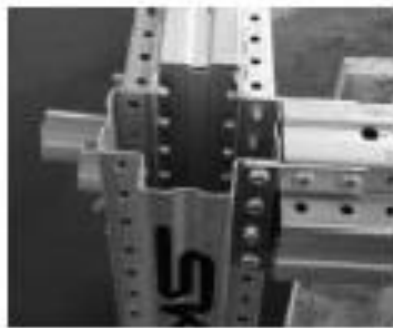
Geometrieën van de makkelijkst tot de moeilijkst demonteerbare.

Bron: Dr. E. Durmisevic - BAMB

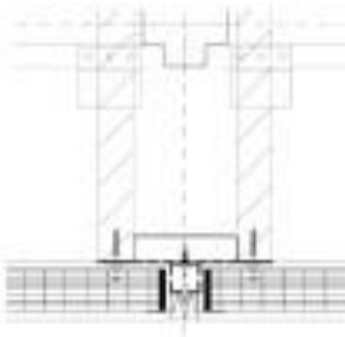


TYPES VERBINDINGEN

- **Type I** - rechtstreekse chemische verbinding: twee materialen worden duurzaam verbonden door middel van een chemische verbinding (geen hergebruik of recyclage).
- **Type II** - onrechtstreekse verbinding door middel van een omkeerbare chemische verbinding die sterker is dan de verbonden elementen/materialen/producten.
- **Type III** - rechtstreekse verbinding door middel van een omkeerbare chemische verbinding. Twee elementen worden verbonden door middel van zachtere chemische stoffen die kunnen worden verwijderd of gedelamineerd (hergebruik door renovatie is mogelijk).
- **Type IV** - rechtstreekse verbinding door invoeging. Twee elementen worden verbonden door de invoeging van toebehoren in de elementen (na demontage zijn de elementen verzwakt).
- **Type V** - rechtstreekse verbinding door middel van mechanische bevestigingsmiddelen. Twee elementen worden verbonden door middel van een mechanische verbinding die kan worden verwijderd zonder de elementen te beschadigen (hergebruik en herconfiguratie/aanpassing mogelijk).



Type V



Type IV



Type III



Type II

Type I

Bron: Dr. E. Durmisevic – BAMB; ROTOR.org



TYPES VERBINDINGEN

- **Type VI** - onrechtstreekse verbinding via een afhankelijke derde component. Twee elementen worden door een derde element/component van elkaar gescheiden maar zijn afhankelijk in de assemblage (hergebruik is gedeeltelijk mogelijk).
- **Type VII** - vergrendelverbinding. Twee elementen zijn onderling verbonden zonder beschadiging door de bevestigingsmiddelen (rechtstreeks hergebruik en rechtstreekse herconfiguratie/aanpassing zijn mogelijk).
- **Type VIII** - tussenverbinding. Twee elementen worden door een derde element verbonden door middel van droge/mechanische verbindingen. De demontage van het ene element heeft geen invloed op het andere (rechtstreeks hergebruik en rechtstreekse herconfiguratie/aanpassing zijn mogelijk).
- **Type IX** - zwaartekracht; twee elementen worden alleen door de zwaartekracht met elkaar verbonden.



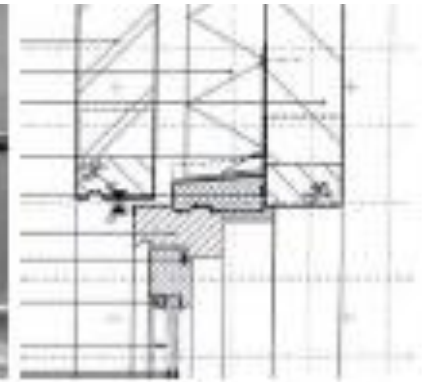
Type IX



Type VIII



Type VII

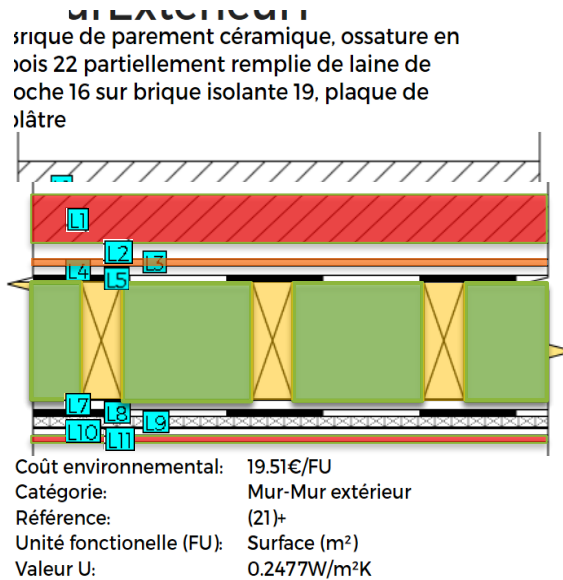


Type VI

Bron: Dr. E. Durmisevic – BAMB; SI-Modular (Ontwerpcatalogus OVAM)



TYPES VERBINDINGEN: KWALITATIEVE INDICATIE VAN HET OMKEERBAARHEIDSPOTENTIEEL VAN DE VERBINDINGEN IN DE TOTEM-TOOL



Rood = onomkeerbaar

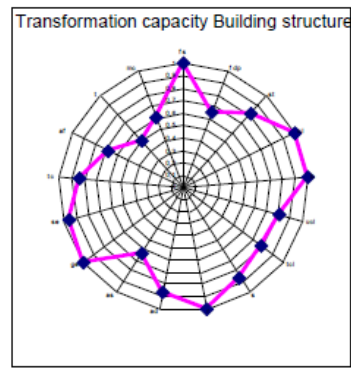
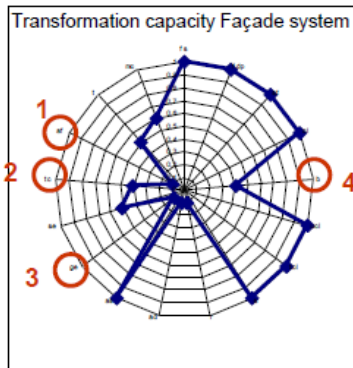
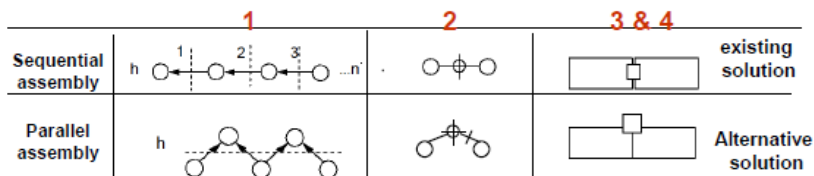
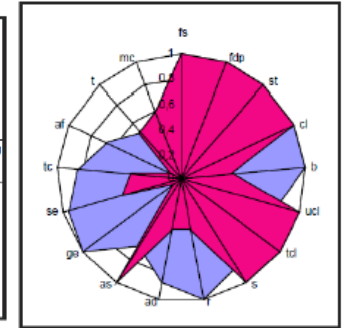
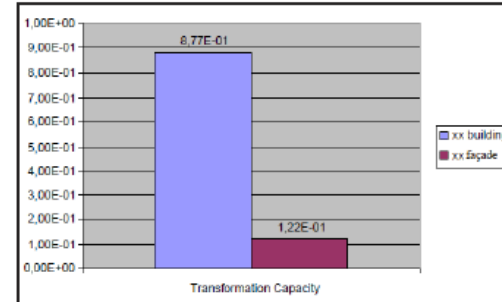
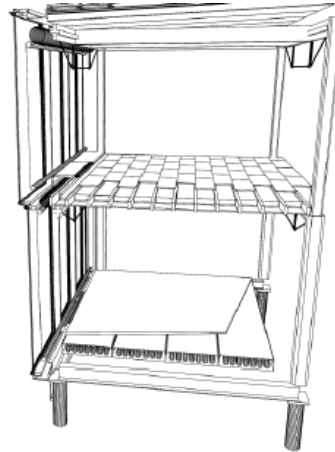
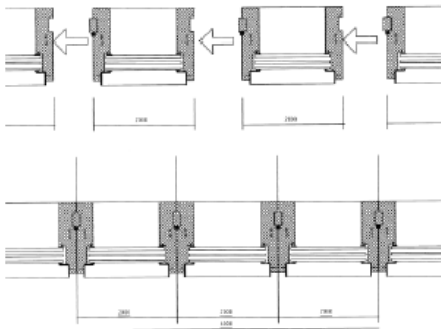
Oranje = omkeerbaar maar met beschadiging

Groen = omkeerbaar

	Matériaux	Nouveau / Existant	Paramètre de dimension	Lambda [W/mK]
EXT	L1 Finition de mur, extérieur - élément de fermeture - blocs/briques - brique de parement - brique moulée main M50 (190x90x50) y compris mortier et rejointoyage	Nouveau	Epaisseur 0.09m	1.328
	L2 Cavité d'air - 3 cm - non ventilée	Nouveau	Epaisseur 0.03m	
	L3 Finition de mur, extérieur - accessoire - crochets de mur - acier galvanisé (180x3,5mm)	Nouveau		
	L4 Finition de mur, extérieur - panneaux - panneau souple composé de fibres de bois et de bitume - 18 mm	Nouveau	Epaisseur 0.018m	0.05
	L5 Mur extérieur - pare-pluie (perméable à la vapeur) - polyéthylène 2/10, agrafé	Nouveau	Epaisseur 0.000 22m	
	L6 Multiple			
INT	2.7% Mur extérieur - porteur - partie primaire - blocs/briques - blocs de terre cuite perforés isolants (290x190x140) y compris mortier (1 cm joint)	Nouveau	Epaisseur 0.19m	0.3436
	97.3% Mur extérieur - porteur - partie primaire - ossature en bois (220 mm, sur site; 20%) partiellement remplie de laine de roche (160 mm, 80%)	Nouveau	Epaisseur 0.22m	0.0669
	L7 Finition de mur, extérieur - panneaux - panneau OSB - 18 mm	Nouveau	Epaisseur 0.018m	0.13
	L8 Finition de mur, intérieur - pare-vapeur - papier kraft - sans treillis - fixé avec du ruban adhésif	Nouveau	Epaisseur 0.000 22m	
	L9 Finition de mur, intérieur - sous-structure pour plaques - structure en bois (22x47mm)	Nouveau	Epaisseur 0.022m	
	L10 Finition de mur, intérieur - panneaux - plaque de plâtre, 1 couche (épaisseur 12.5 mm) vissé (sous-structure non comprise) y compris remplissage des joints	Nouveau	Epaisseur 0.0125m	0.25
	L11 Finition de mur, intérieur - traitement de l'élément de fermeture - peinture sur plaque en plâtre - peinture acrylique (3 couches, épaisseur de couche sèche 35 micromètres)	Nouveau	Epaisseur 0.000 105m	
Épaisseur totale			0.4110/45m	

KWANTITATIEVE BEOORDELING VAN DE TECHNISCHE OMKEERBAARHEID

System level assessment



nr.	Design for Disassembly Aspects	nr.	Determining Factors
1	FD (Functional decomposition)	1.1.	fs (functional separation)
		1.2.	fdp (functional dependence)
2	SY (Systematisation)	2.1	st (structure of material levels)
		2.2	c (type of clustering)
3	BE (Base elements)	3.1	b (type of base element)
4	LCC (Life cycle coordination)	4.1	ucl (use life cycle coordination)
			tcl (technical life cycle coordination)
			s (coordination of life cycle and size)
5	RP (Relational pattern)	5.1	r (type pf relational pattern)
6	A (Assembly process)	6.1	ad (assembly direction)
			as (assembly sequences)
7	G (Geometry)	7.1	gp (geometry of product edge)
		7.2	spe (standardisation of product edge)
8	C (Connections)	8.1	tc (type of connections)
		8.2	af (accessability to fixings)
		8.3	t (tolerance)
		8.4	mj (morphology of joints)



KWANTITATIEVE BEOORDELING VAN DE TECHNISCHE OMKEERBAARHEID

3 categorieën van omkeerbaarheid



Onomkeerbaar

Omkeerbaarheidspotentieel voor het systeem: $< 0,3$.

Opties levenscycluseinde: recyclage / downcycling



Gedeeltelijk omkeerbaar

Omkeerbaarheidspotentieel voor het systeem: $> 0,3$ en $< 0,6$.

Opties levenscycluseinde: rechtstreeks hergebruik of hergebruik na herstelling



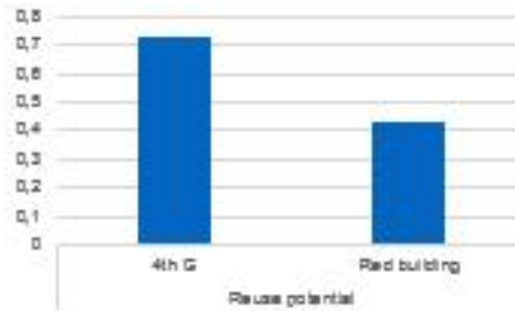
Omkeerbaar

Omkeerbaarheidspotentieel voor het systeem: $> 0,6$.

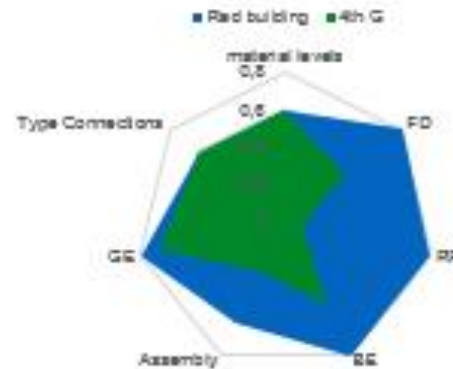
Opties levenscycluseinde: rechtstreeks hergebruik of hergebruik na herstelling, herconfiguratie en upgrading



KWANTITATIEVE BEOORDELING VAN DE TECHNISCHE OMKEERBAARHEID



**PR= 0,73 –
Réutilisation;
Reconfiguration**



**PR= 0,43 –
reparation, recyclage**

Bron: Dr. E. Durmisevic – BAMB



CIRCULAIR ONTWERPEN

HET GEBOUW ALS MATERIALENBANK

GEBOUWEN MET EEN OMKEERBAAR ONTWERP

RUIMTELIJKE OMKEERBAARHEID

- ▶ Indicatorcategorieën

TECHNISCHE OMKEERBAARHEID

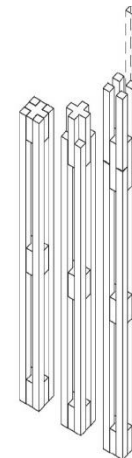
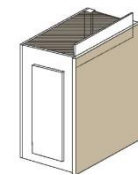
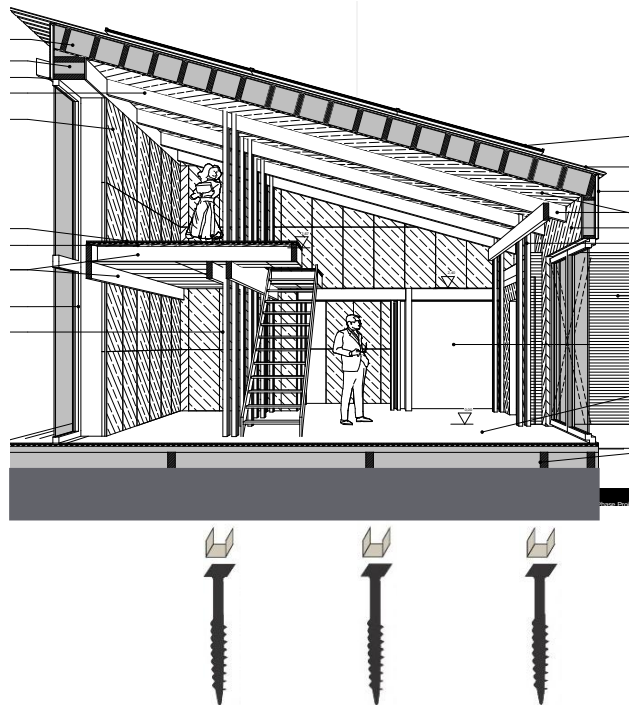
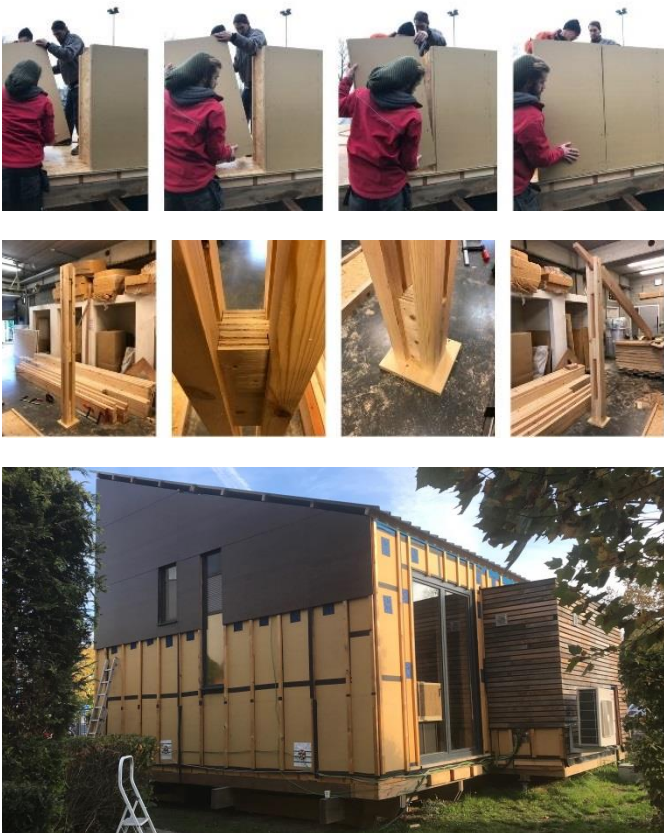
- ▶ Omkeerbaarheid van systemen voor nieuwe businessmodellen
- ▶ Indicatorcategorieën
- ▶ Kwantitatieve beoordeling van de technische omkeerbaarheid

GEVALSTUDIE

- ▶ Beoordeling van de milieu- en financiële impact



BRIC



BIO-BASED
MATERIAL



RECYCLABLE
MATERIAL



RECYCLED
MATERIAL



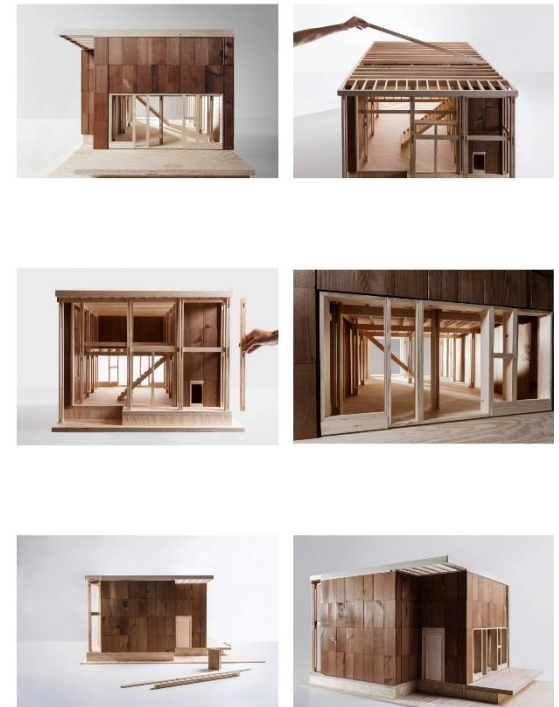
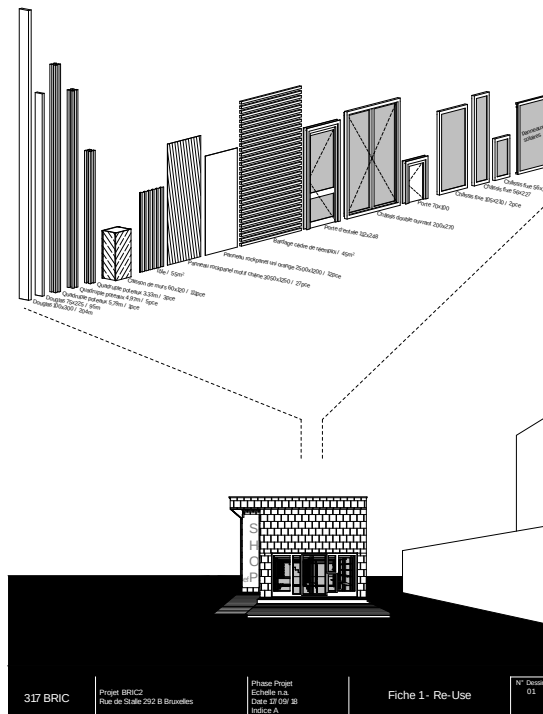
RECLAIMED
MATERIAL



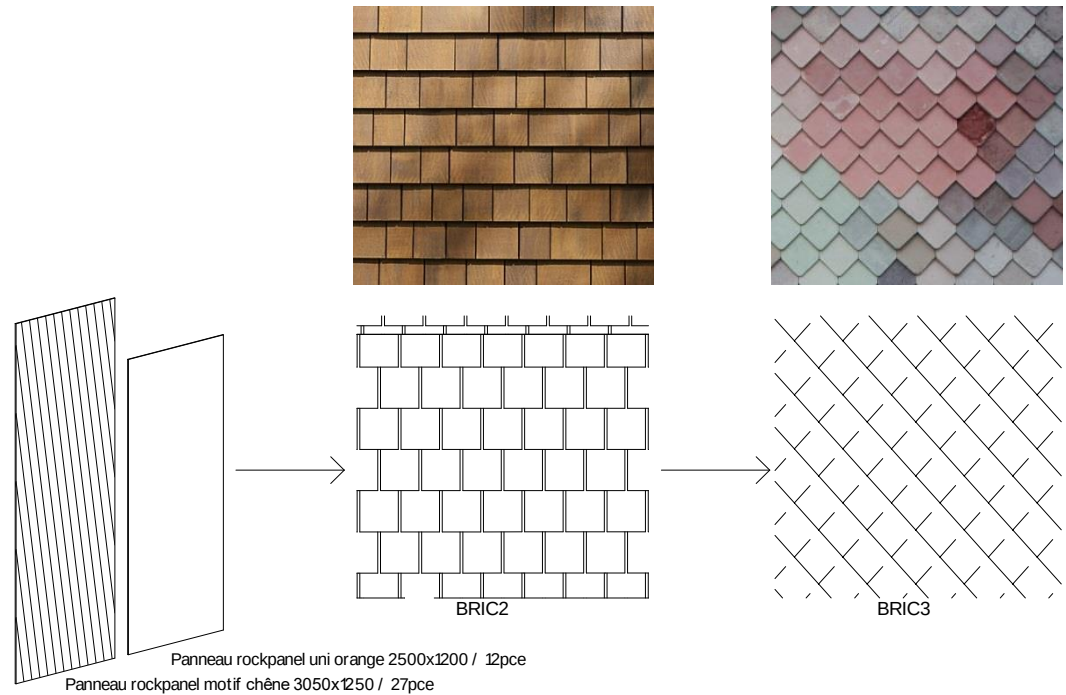
BRIC



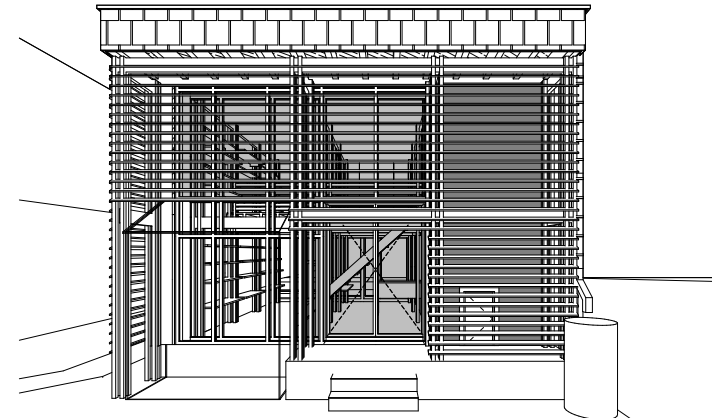
BRIC – DEMONTAGE EN INVENTARISATIE VAN MATERIALEN



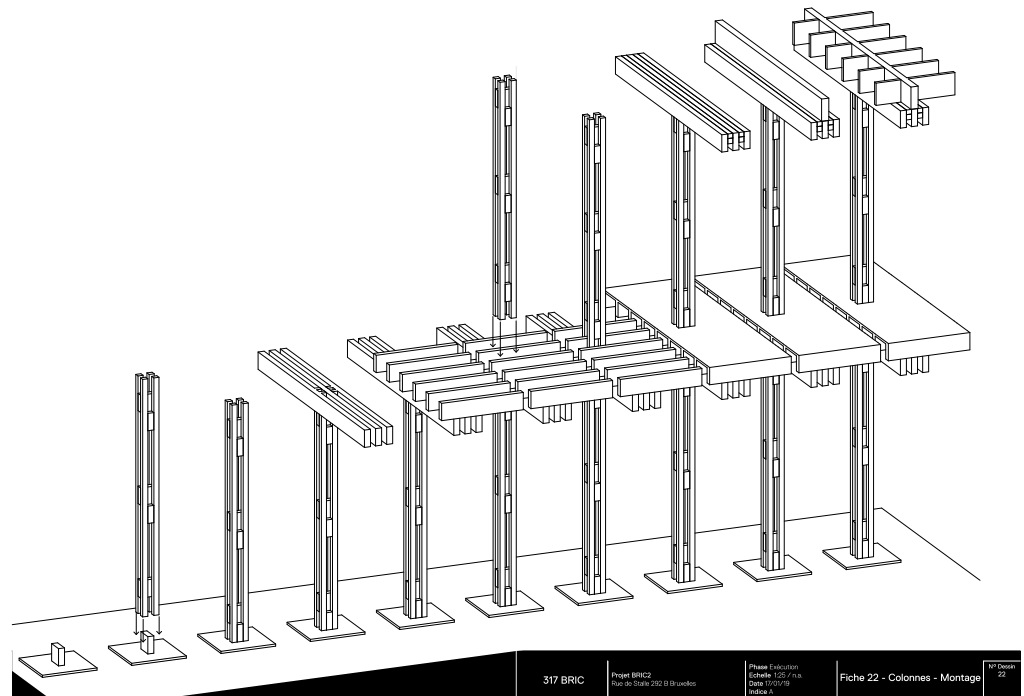
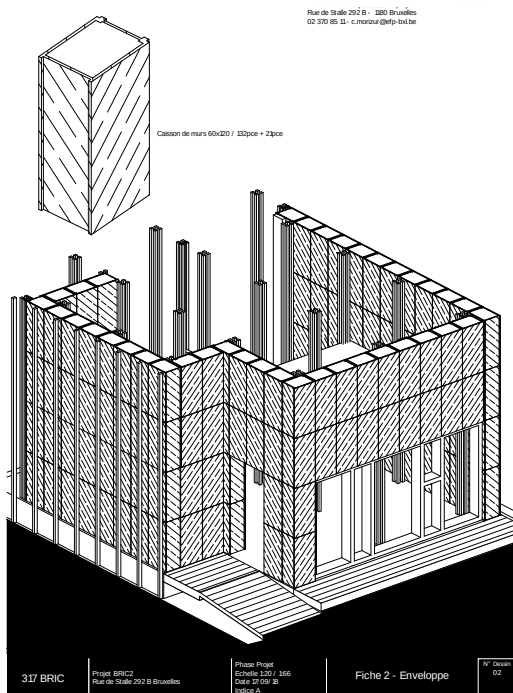
BRIC – HERVERVAARDIGING VOOR MEER ARCHITECTURALE VRIJHEID



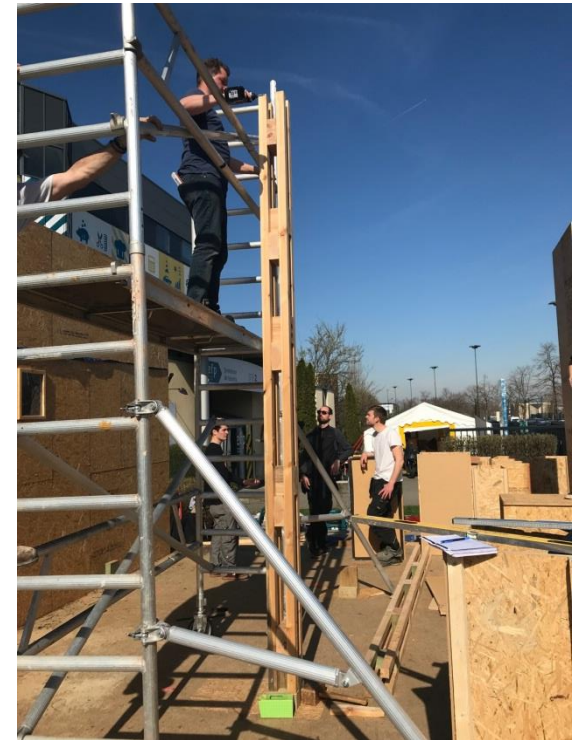
BRIC – OMKEERBARE INTEGRATIE VAN HERGEBRUIKMATERIALEN



BRIC II – HERCONFIGURATIE VAN OMKEERBARE ELEMENTEN

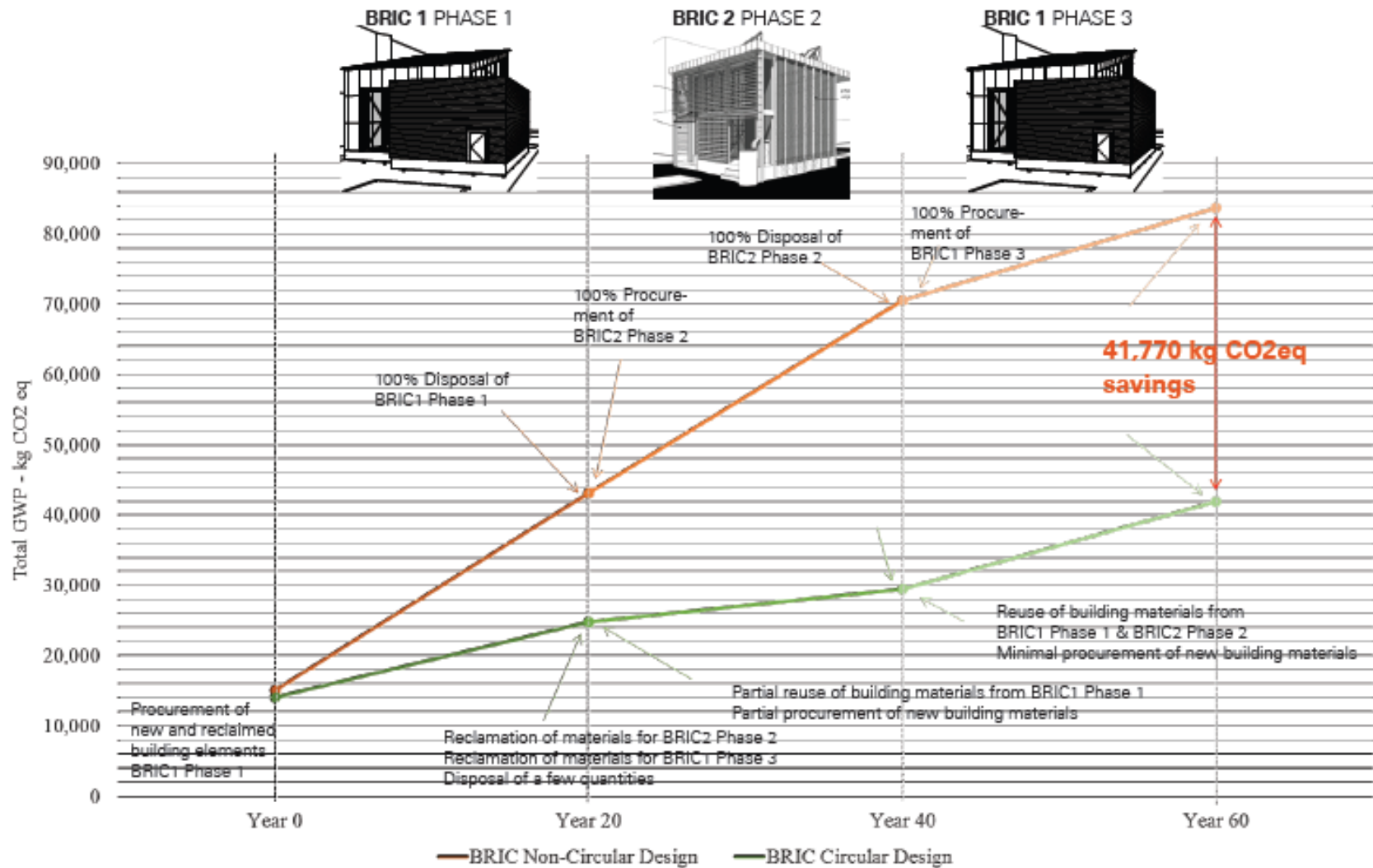


BRIC II – AANPASSING VAN STRUCTURELE ELEMENTEN

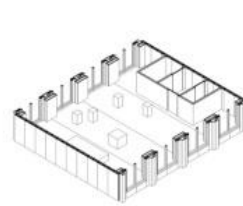


BRIC II



BRIC - IMPACT VAN HET OMKEERBARE ONTWERP OP DE EMISSIEVERMINDERING VAN CO₂-EQUIVALENTEN

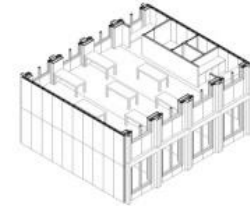
CIRCULAR RETROFIT LAB



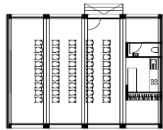
Dissemination Space – Lecture Café
Public



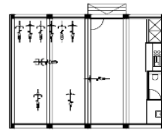
Eco Guesthouse
Residential



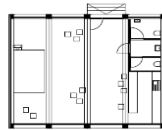
Temporary Plug-In Offices
Professional



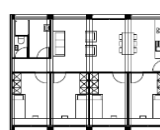
SEMINAR ROOM



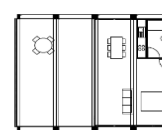
BICYCLE REPAIR SHOP



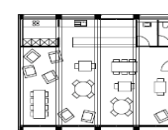
CONCERT SPACE



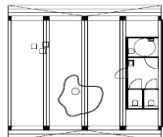
UPDATED STUDENT HOUSING



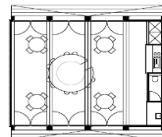
"KAVELKAMER"



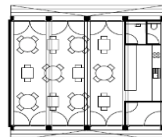
SANDWICH BAR / COFFEE SHOP



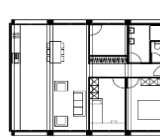
MULTIFUNCTIONAL OPEN AIR SPACE



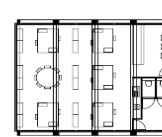
INFORMATION OFFICE



BISTRO / RESTO



APARTMENT TYPE 2/3



ADMINISTRATION OFFICE

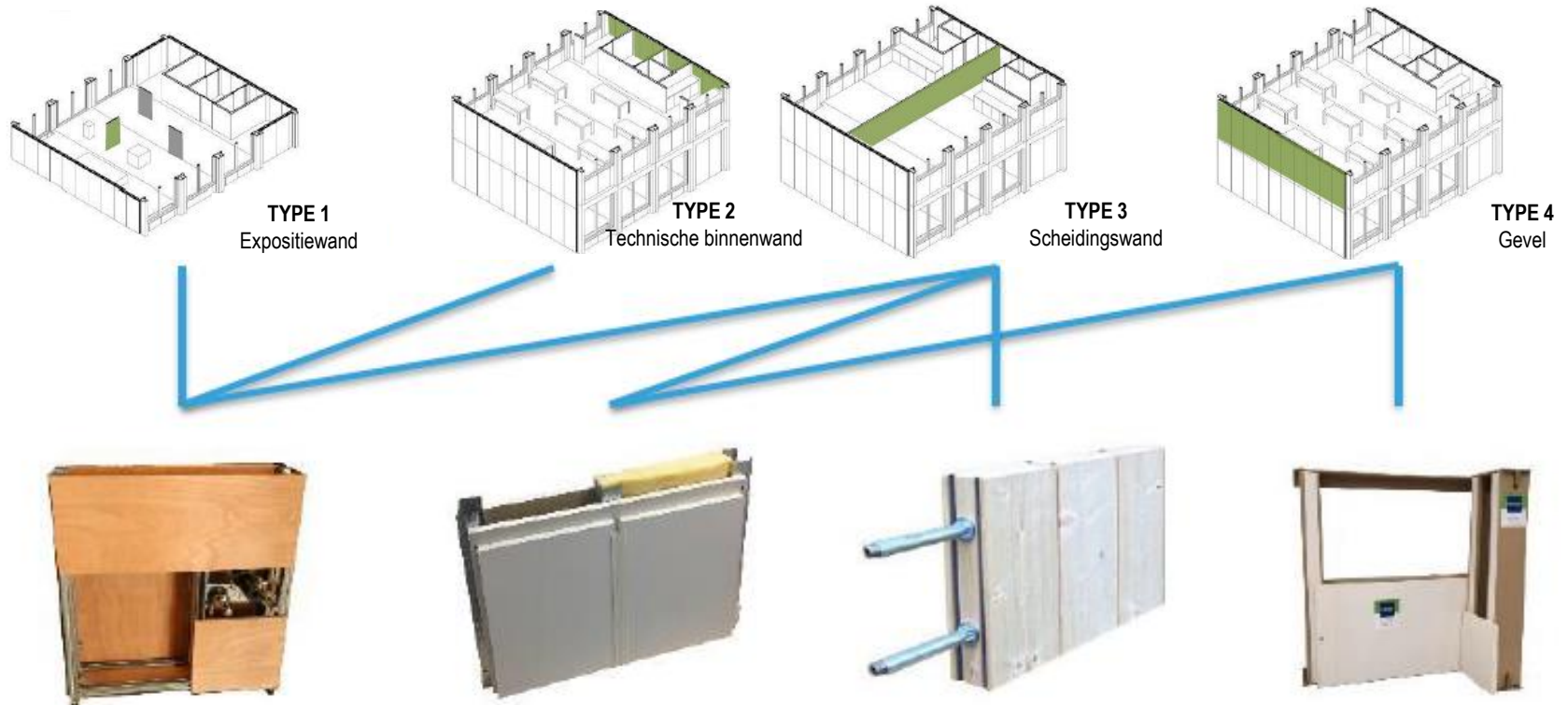


2 INDIVIDUAL STUDIOS

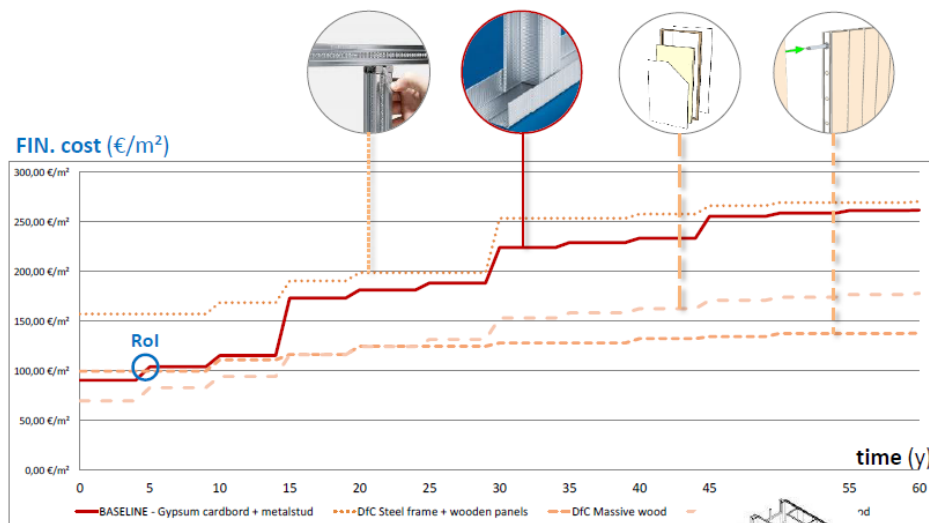
Circular Retrofit Lab – Vrije Universiteit Brussel



CIRCULAR RETROFIT LAB

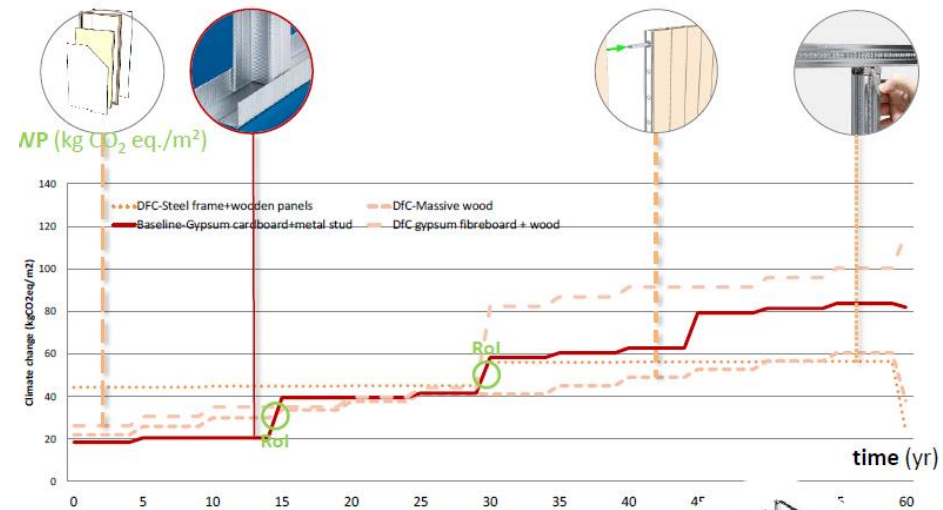
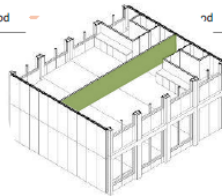


CIRCULAR RETROFIT LAB – BEOORDELING VAN DE MILIEU- EN FINANCIËLE IMPACT



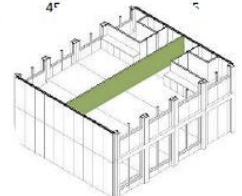
separating wall between dwelling units

Paduart & Debacker, Circulair Bouwen (2018)

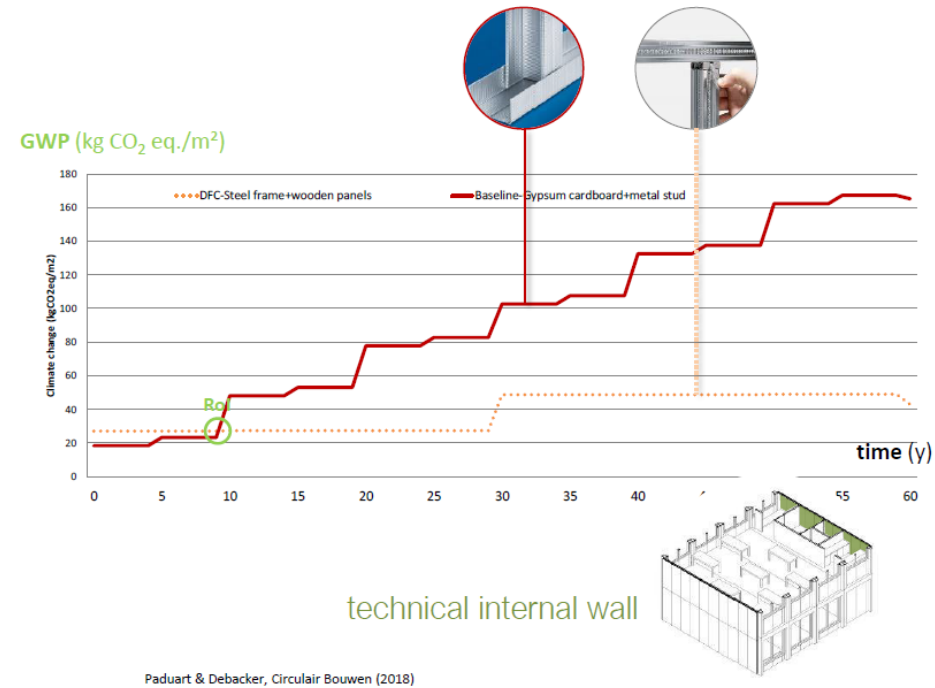
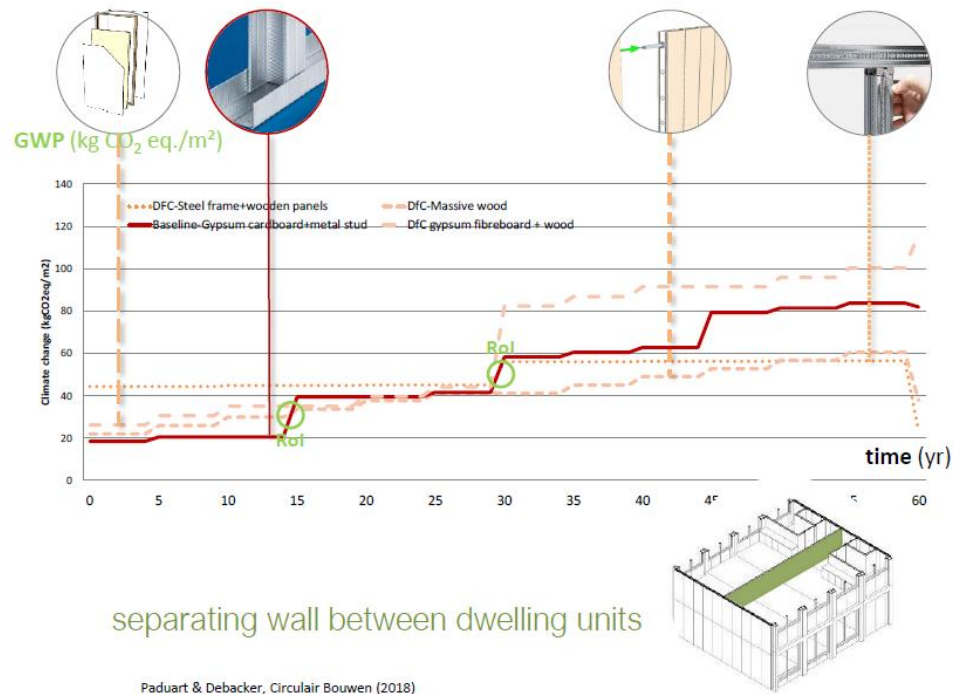


separating wall between dwelling units

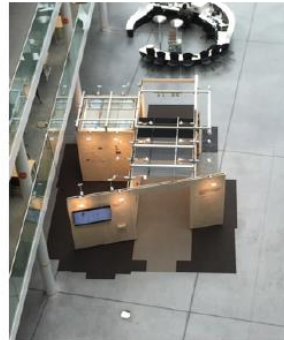
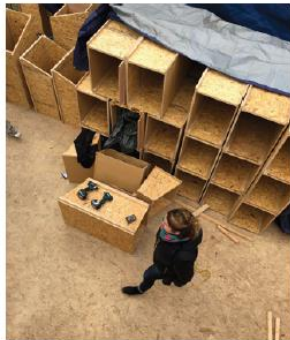
Paduart & Debacker, Circulair Bouwen (2018)



CIRCULAR RETROFIT LAB – BEOORDELING VAN DE MILIEU-IMPACT



**Reductie
van de
afval-
productie
met
75 tot 90 %**



**Reductie
van
de broeikas-
gasemissies
tot 50 % !**





- *Het omkeerbare ontwerp van gebouwen omvat twee luiken: de ruimtelijke omkeerbaarheid en de technische omkeerbaarheid*
- *Vanaf de eerste ontwerpsschets dient er rekening gehouden met het omkeerbare ontwerp van gebouwen*
- *Om een gebouw te ontwerpen dat ruimtelijk omkeerbaar is, is het belangrijk op verschillende gebruiksscenario's te anticiperen*
- *De ruimtelijke omkeerbaarheid omvat 4 indicatorcategorieën met betrekking tot de aanpasbaarheid en transformeerbaarheid van gebouwen:*
 - 1) *De afmetingen;*
 - 2) *De relaties en onderlinge afhankelijkheden;*
 - 3) *De positie van de vastste elementen;*
 - 4) *Het vermogen van de draagconstructie en van de 'kernelementen'.*
- *De technische omkeerbaarheid omvat 8 indicatoren met betrekking tot de demontage en het hergebruik van systemen, producten en materialen*
- *Het omkeerbare ontwerp biedt de mogelijkheid de milieu- en financiële impact van gebouwen aanzienlijk te verkleinen.*



Websites



- ▶ Gids Duurzame Gebouwen
[Dossier | Omkeerbaar en circulair bouwen](#)
[Dossier | Hergebruik - hertoepassing van bouw materiaal](#)
- ▶ Brussel in transitie naar een circulaire economie
<https://www.circulareconomy.brussels/>
- ▶ Platform Opalis
<https://opalis.eu/nl/documentatie>
- ▶ Project Interreg NWE FCRBE
Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements
<http://www.nweurope.eu/fcrbe>
- ▶ TOTEM
Tool to Optimise the Total Environmental impact of Materials
<https://www.totem-building.be/>



Caroline HENROTAY

Ingenieur-projectbeheerder

Leefmilieu Brussel

☎ + 32 2 775 79 44

✉ chenrotay@environnement.brussels



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

