

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

CIRCULAIRE EN OMKEERBARE ONTWERPEN

HERFST 2022

Hoe technische en ruimtelijke omkeerbaarheid integreren in een project?

Caroline HENROTAY



- ▶ 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

OMKEERBAAR ONTWERPEN VAN GEBOUWEN

RUIMTELIJKE OMKEERBAARHEID

- ▶ **Indicatorcategorieën**

TECHNISCHE OMKEERBAARHEID

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

CHECKLIST OMKEERBAAR ONTWERPEN

CASE STUDY

- ▶ **Beoordeling van de milieuïmpact**



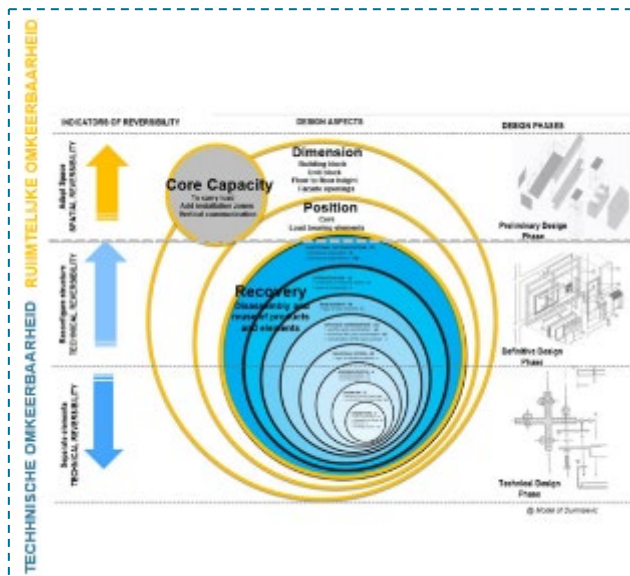
VAN EEN LINEAIRE NAAR EEN CIRCULAIRE AANPAK



VAN EEN LINEAIRE NAAR EEN CIRCULAIRE AANPAK



THEORETISCHE KADER & INDICATOREN

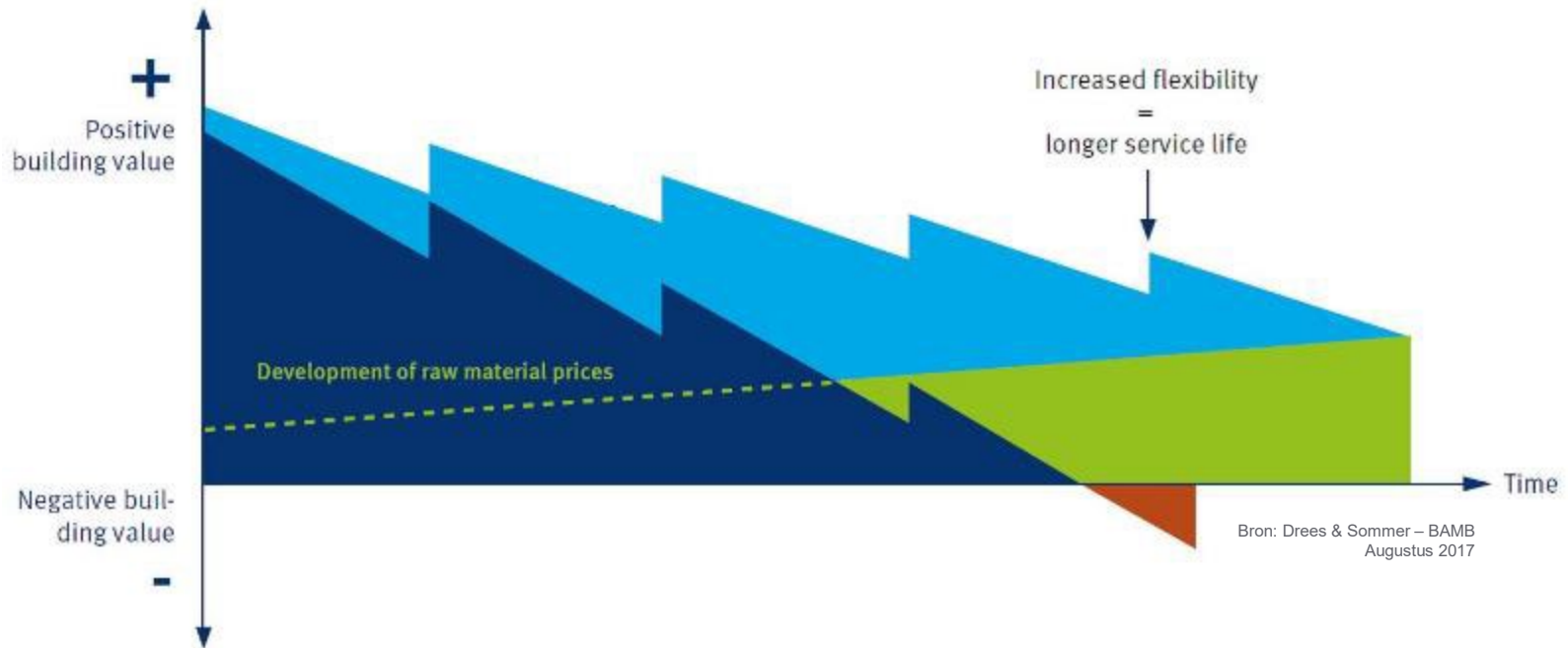


PRAKTISCHE TOEPASSING – BRACOPS



6 HET GEBOUW ALS MATERIALENBANK

BEHOUD VAN DE WAARDE VAN DE HULPBRONNEN IN HET GEBOUW



Fortis Bank Amsterdam 1998

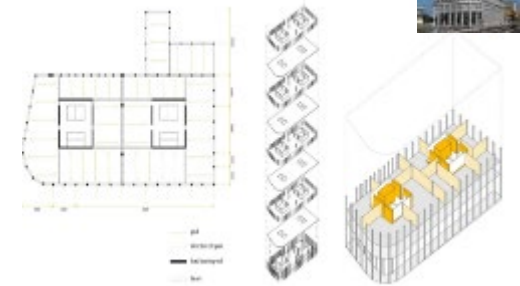
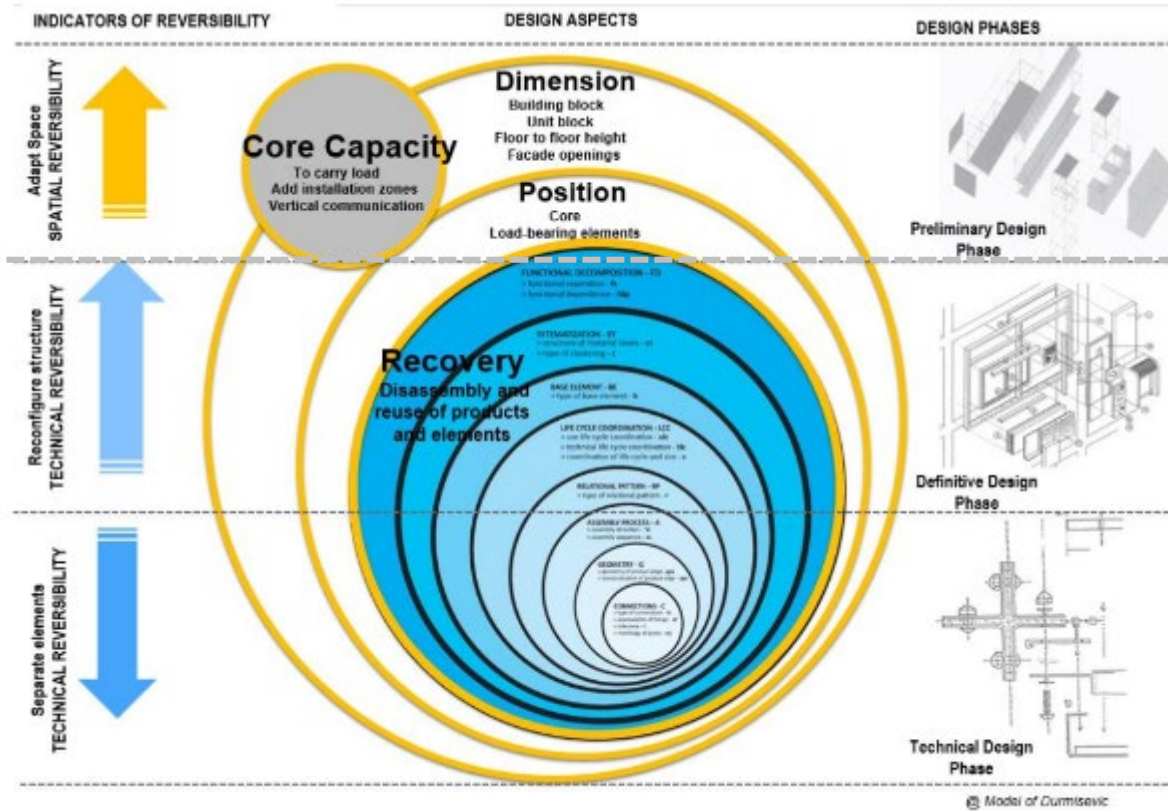


Fortis Bank Amsterdam 2014



Fortis Bank Amsterdam 2014



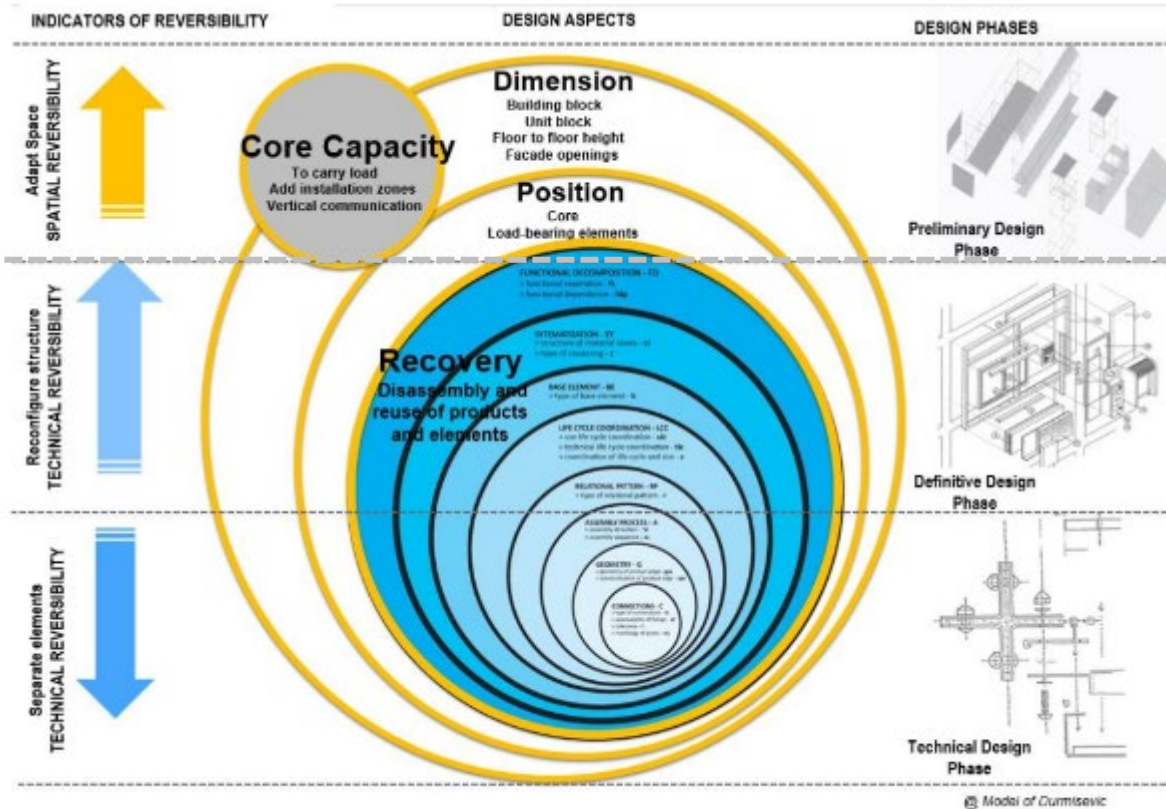


Source: Solid 1 & 2 Amsterdam – Baumschlager – Eberle 2010



Source: Drees & Sommer / Dr. Elma Durmisevic





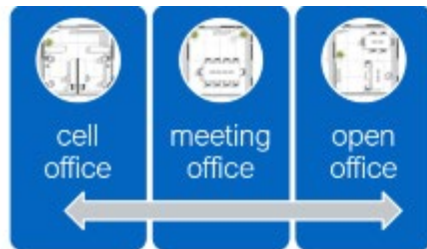
REVERSIBLE BUILDING DESIGN protocol

Transformation capacity Tool

- Omkeerbaarheid van de ruimte
- Omkeerbaarheid van producten en systemen
- Reuse potential Tool
- Omkeerbaarheid van elementen en materialen



9 RUIMTELIJKE OMKEERBAARHEID



0 Irreversible
Tot 0,2
< 0,4



1 **Monofunctional**

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

2 **Trans-functional**

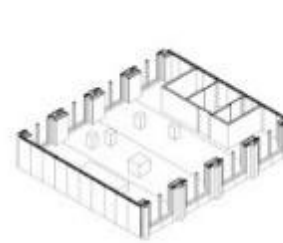
Building
Transformation Potential
 $0,4 > 0,6$

3 **Transformable**

Building Transformation
Potential
 $< 0,6$



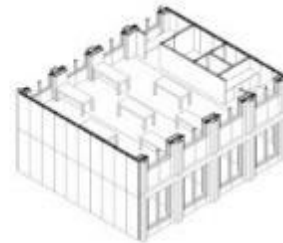
DEFINIËREN VAN GEBRUIKSSCENARIO'S



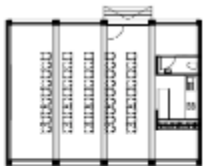
Dissemination Space – Lecture Café
Public



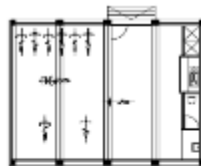
Eco Guesthouse
Residential



Temporary Plug-In Offices
Professional



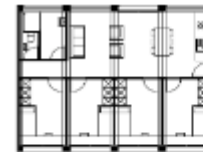
SEMINAR ROOM



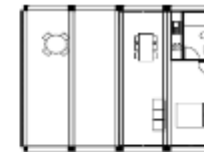
BICYCLE REPAIR SHOP



CONCERT SPACE



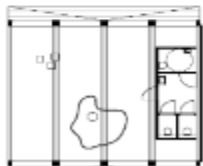
UPDATED STUDENT HOUSING



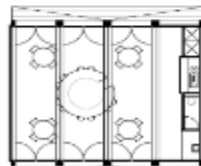
"WINKELRUIMTE"



SANDWICH BAR / COFFEE SHOP



MULTIFUNCTIONAL OPEN AIR SPACE



INFORMATION OFFICE



RETRO / RESTO



APARTMENT TYPE 2/3



ADMINISTRATION OFFICE



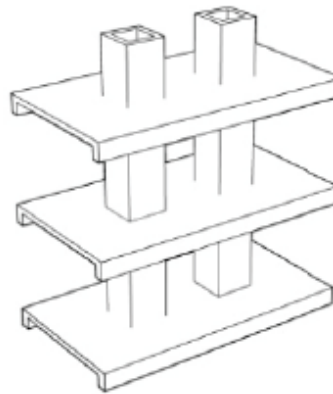
2 INDIVIDUAL STUDIOS



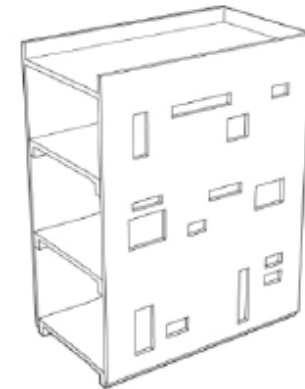
INDICATORCATEGORIEËN

- Afmetingen
- Positie van de vaste kernen
- Capaciteit
- Demonteerbaarheid

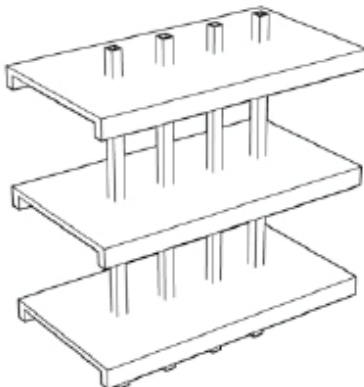
structure



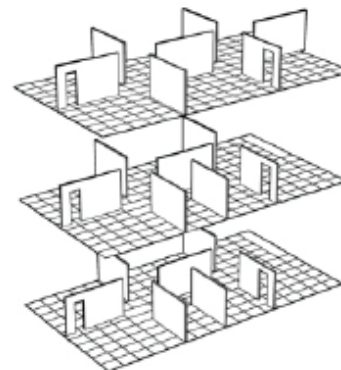
skin



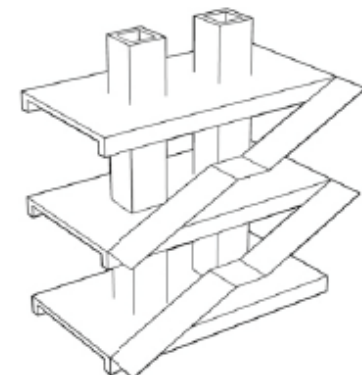
services



space partitioning



circulation



A. Paduart

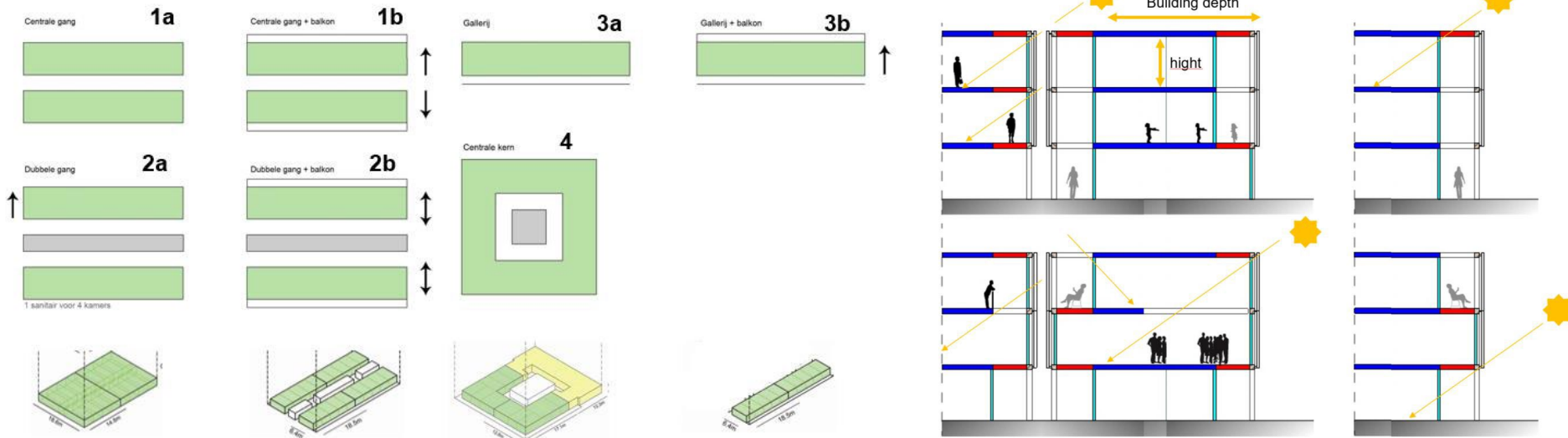


AFMETINGEN

Zorgen voor voldoende ruime afmetingen:

- *Bouwvolume*
- *Diepte van het bouwvolume*
- *Plafond hoogte*

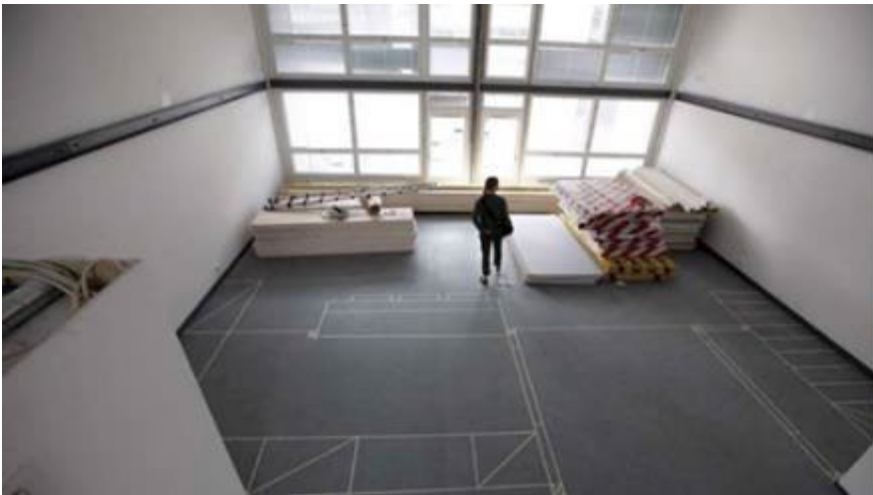
VERSCHILLENDE TYPOLOGIEËN VOOR HET BOUWVOLUME



AFMETINGEN

Zorgen voor voldoende ruime afmetingen:

- *Bouwvolume*
- *Diepte van het bouwvolume*
- *Plafond hoogte*

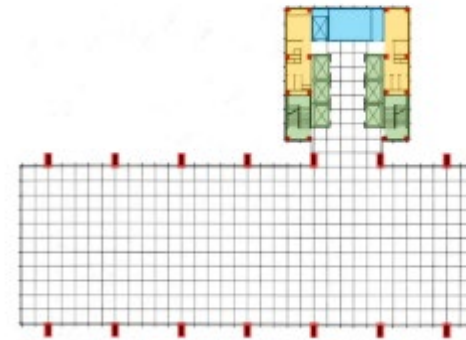


POSITIE VAN DE VASTE KERNEN

- *Zorgen voor een structureel concept met het oog op een flexibel ruimtegebruik van het type 'vrije plattegrond'*
- *Positionering en groepering van de vaste kernen met het oog op verscheidene gebruiksscenario's (ruimte gebruik; afvoer - technieken; toegangen; ...)*

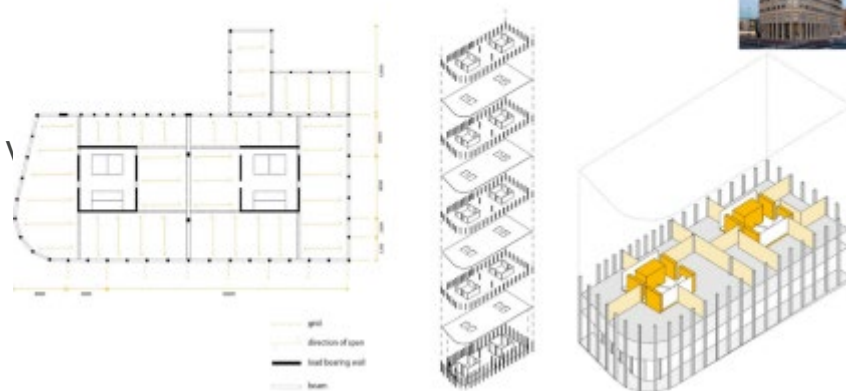
Inland Steel office Building

Skidmore, Owings & Merrill (1958)



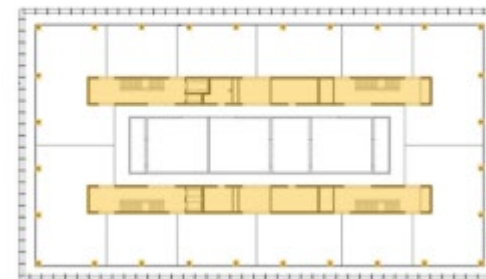
Solid 1 & 2, Amsterdam

Baumschlager-Eberle (2010)



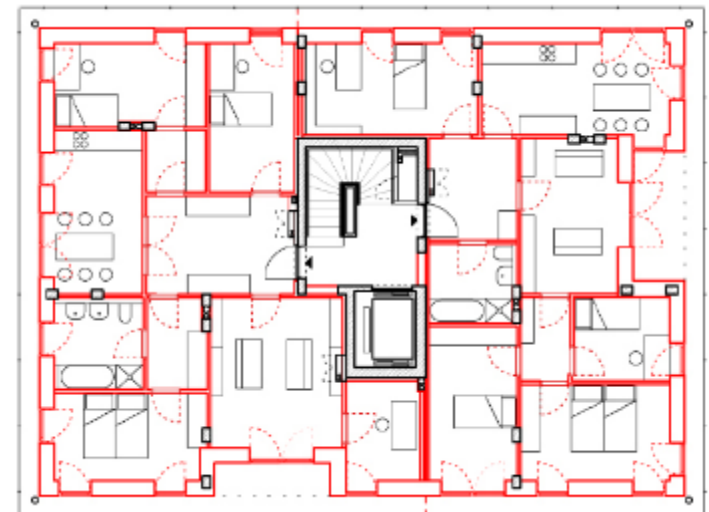
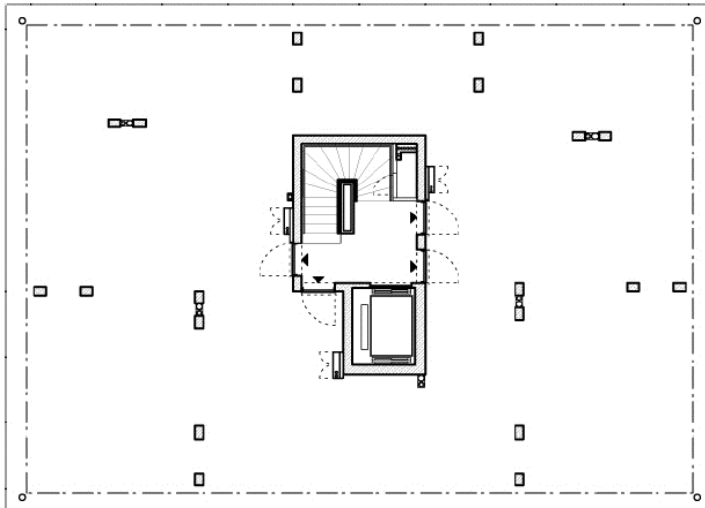
ETH E-sciencelab, Zurich

Baumschlager-Eberle (2008)



CAPACITEIT

- *Draagcapaciteit structuur:* - *Gebruiksscenario's*
- *Uitbreiding*
- *Circulatie:* - *Afmetingen*
- *Toegangen*
- *Afstanden*
- *Draagvermogen*
- *Technieken:* - *Technische kokers (horizontaal en vertikaal)*
- *Technische lokalen*



Bron: Grundbau und Siedler - BeL Sozietät für Architektur BDA, Hamburg

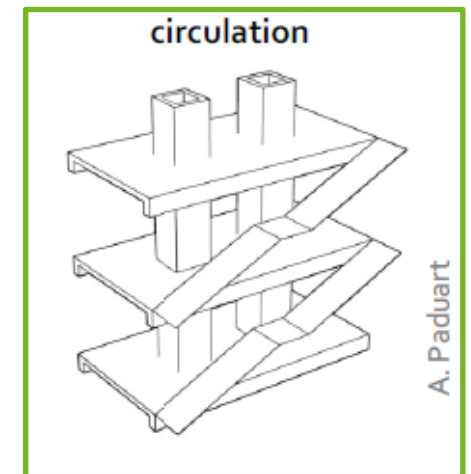
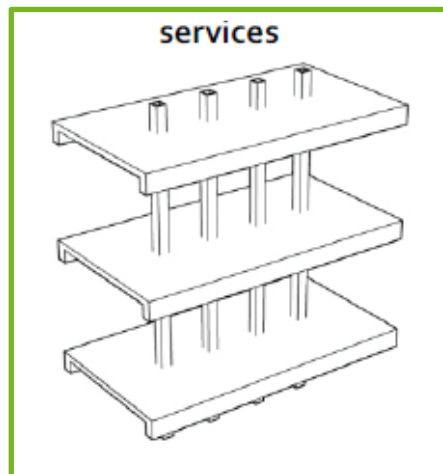
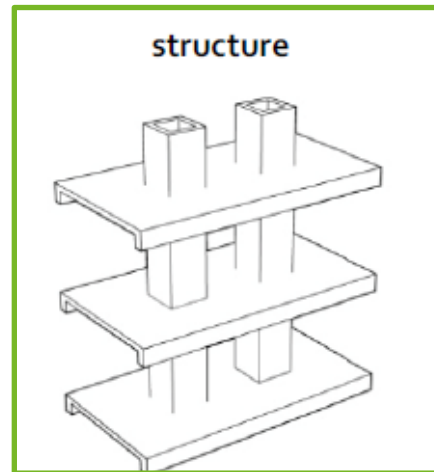


DOELSTELLINGEN : MINIMUM

Future proof ontwerp van de hardware gebaseerd op basis van gebruiksscenario's

- Afmetingen
- Positie van de vaste kernen
- Capaciteit

Onafhankelijkheid van functionele lagen garanderen

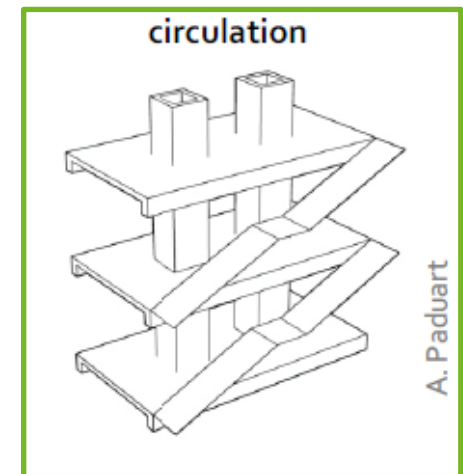
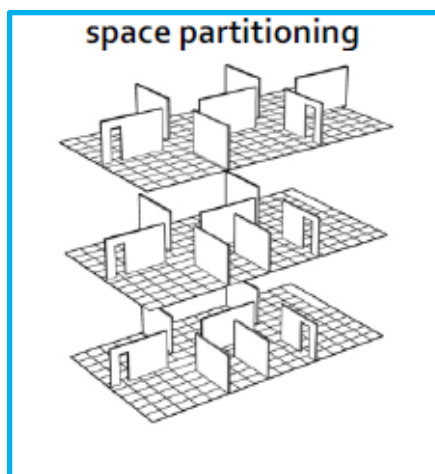
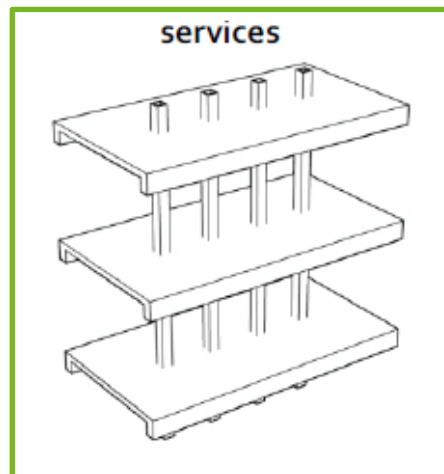
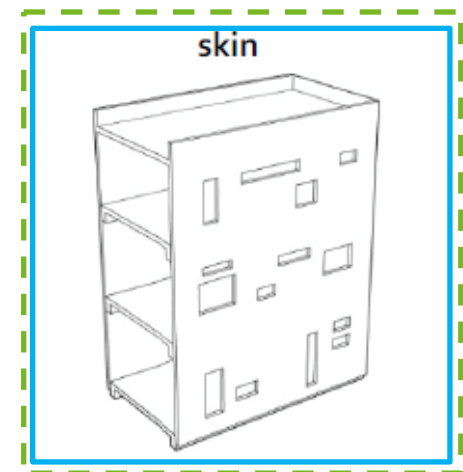
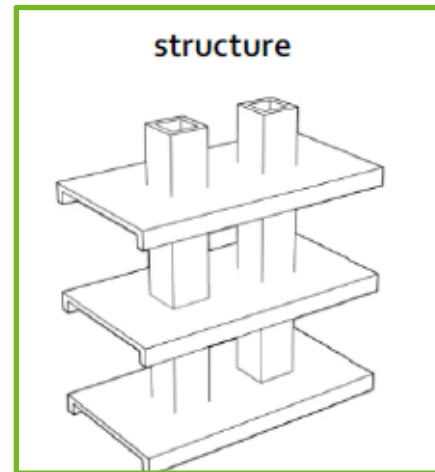


DOELSTELLINGEN : OPTIMUM

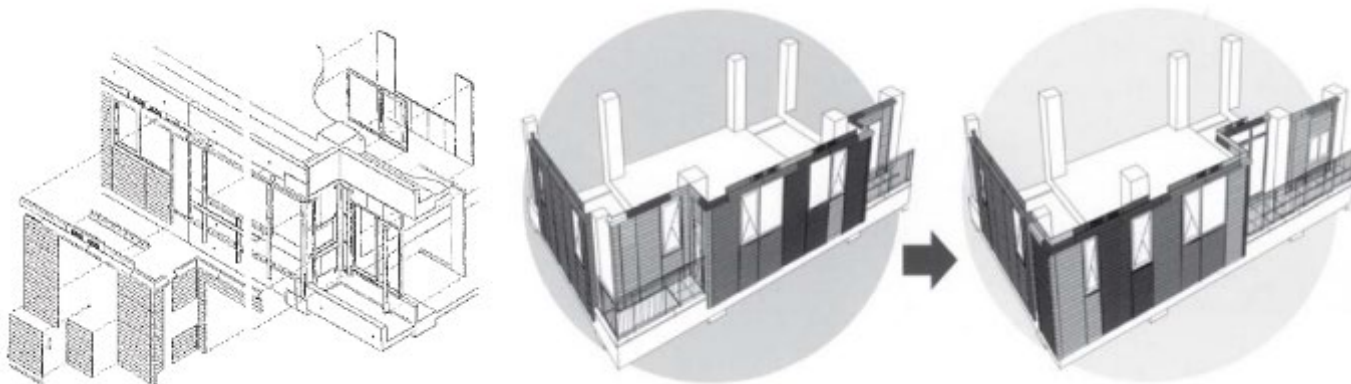
Future proof ontwerp van de hardware gebaseerd op basis van gebruiksscenario's

- Afmetingen
- Positie van de vaste kernen
- Capaciteit
- Demonteerbaarheid

Onafhankelijkheid van functionele lagen garanderen



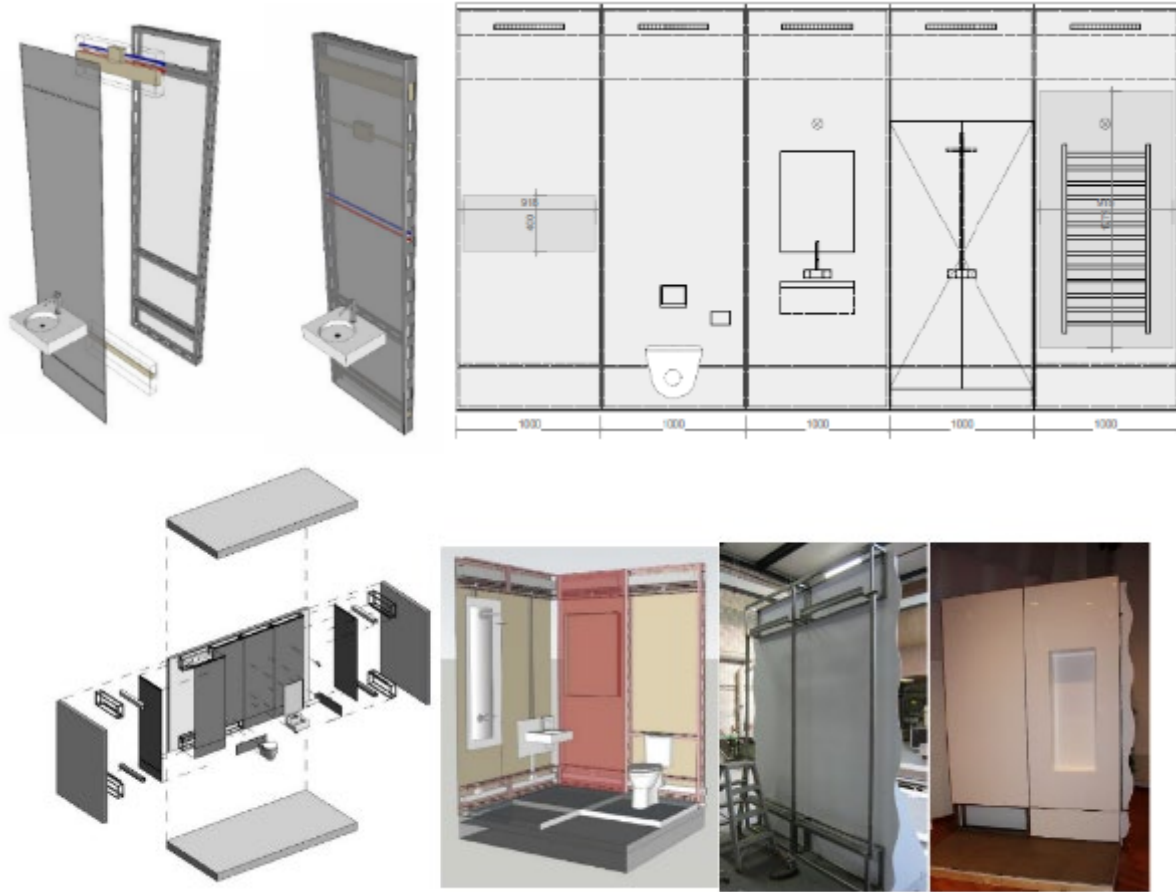
OMKEERBAARHEID VAN SYSTEMEN, PRODUCTEN EN MATERIALEN



Bron: Drees & Sommer
Dr. Elma Durmisevic



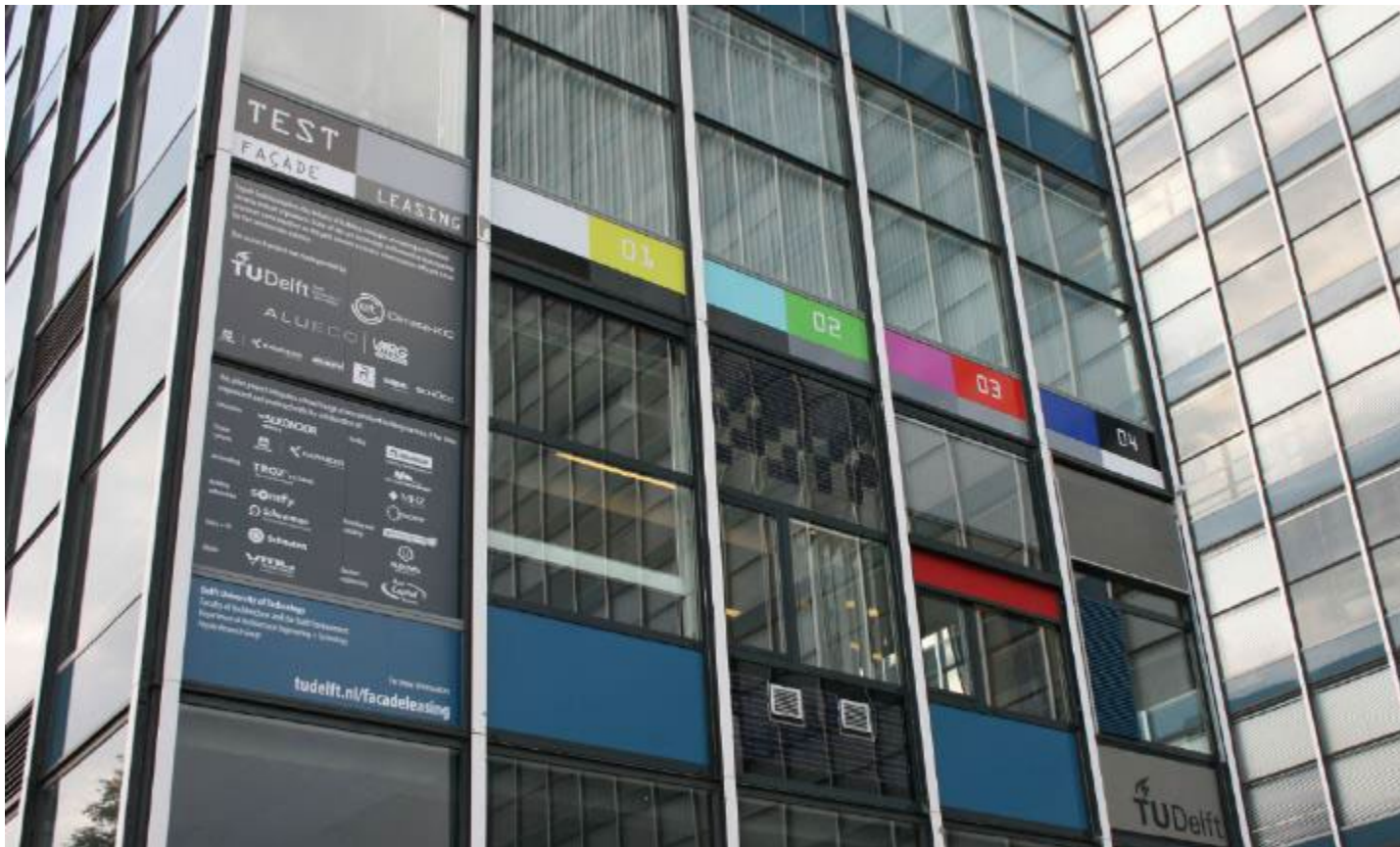
OMKEERBAARHEID VAN SYSTEMEN, PRODUCTEN EN MATERIALEN



Bron: 4D Architects



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



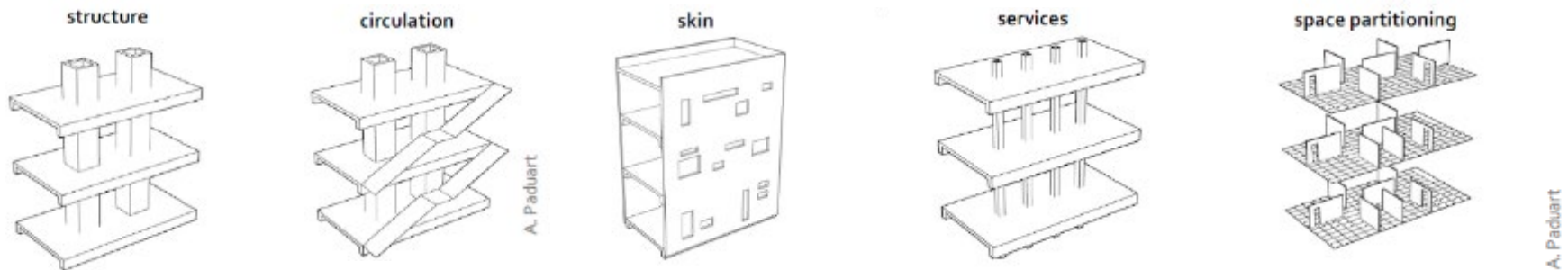
Bron: VMRG – Façade as a system, 2018



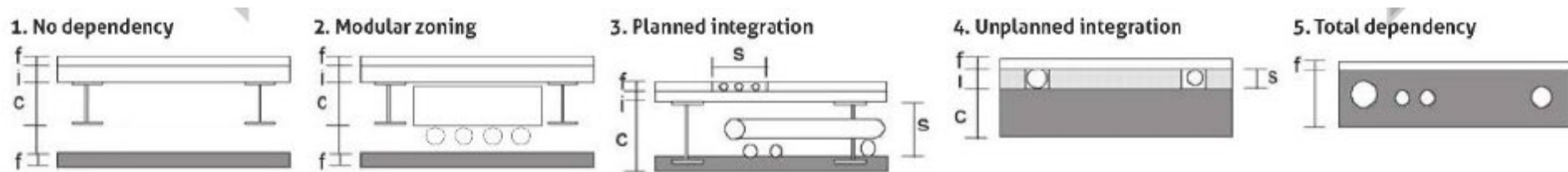
ONAFHANKELIJKHEID VAN FUNCTIONELE LAGEN

Integratieniveau van de functies in een element en (on)afhankelijkheid van de functies; functionele scheiding; functionele autonomie

GEBOUW NIVEAU



ELEMENT NIVEAU

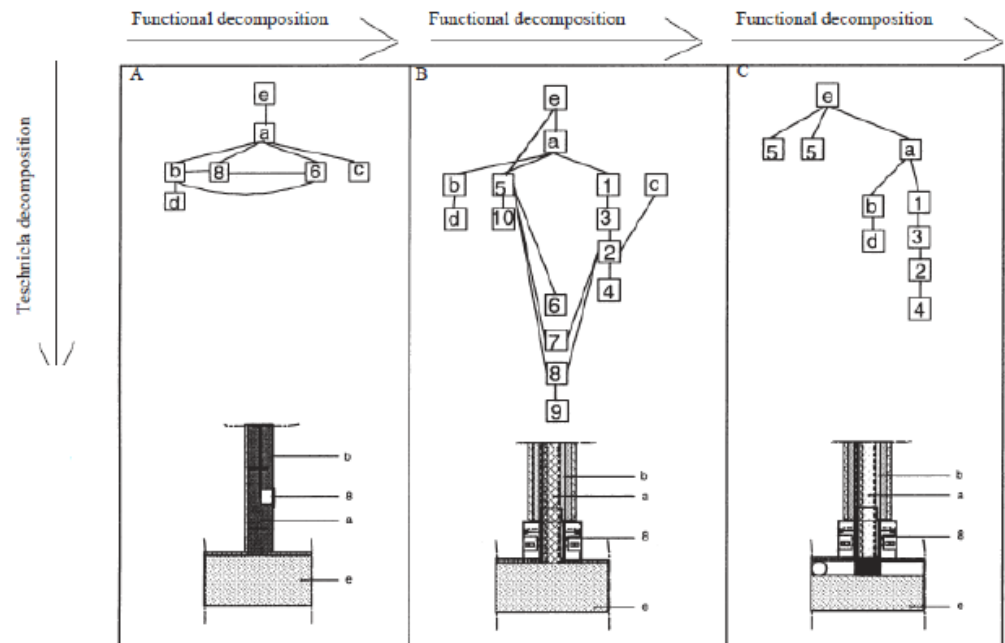
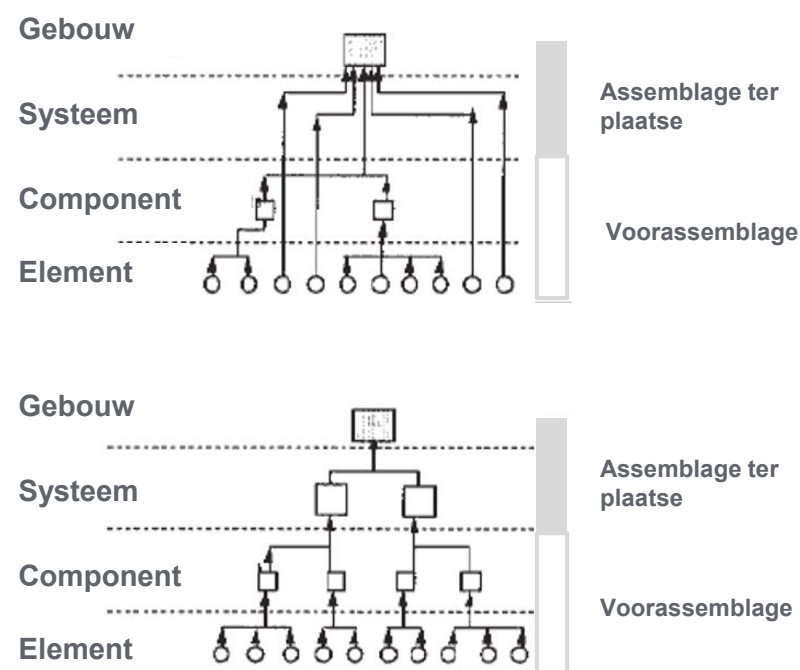


Functions within a floor system:
 c - structure
 f - finishing
 s - servicing
 i - isolation



FUNCTIONELE GROEPERING

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.

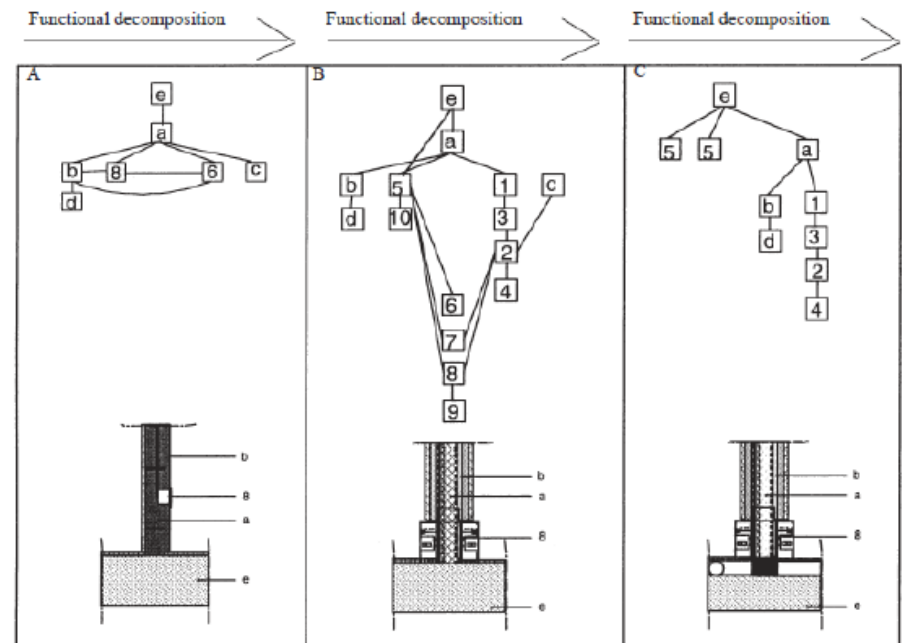


Bron: Dr. E. Durmisevic - BAMB



FUNCTIONELE GROEPERING

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.

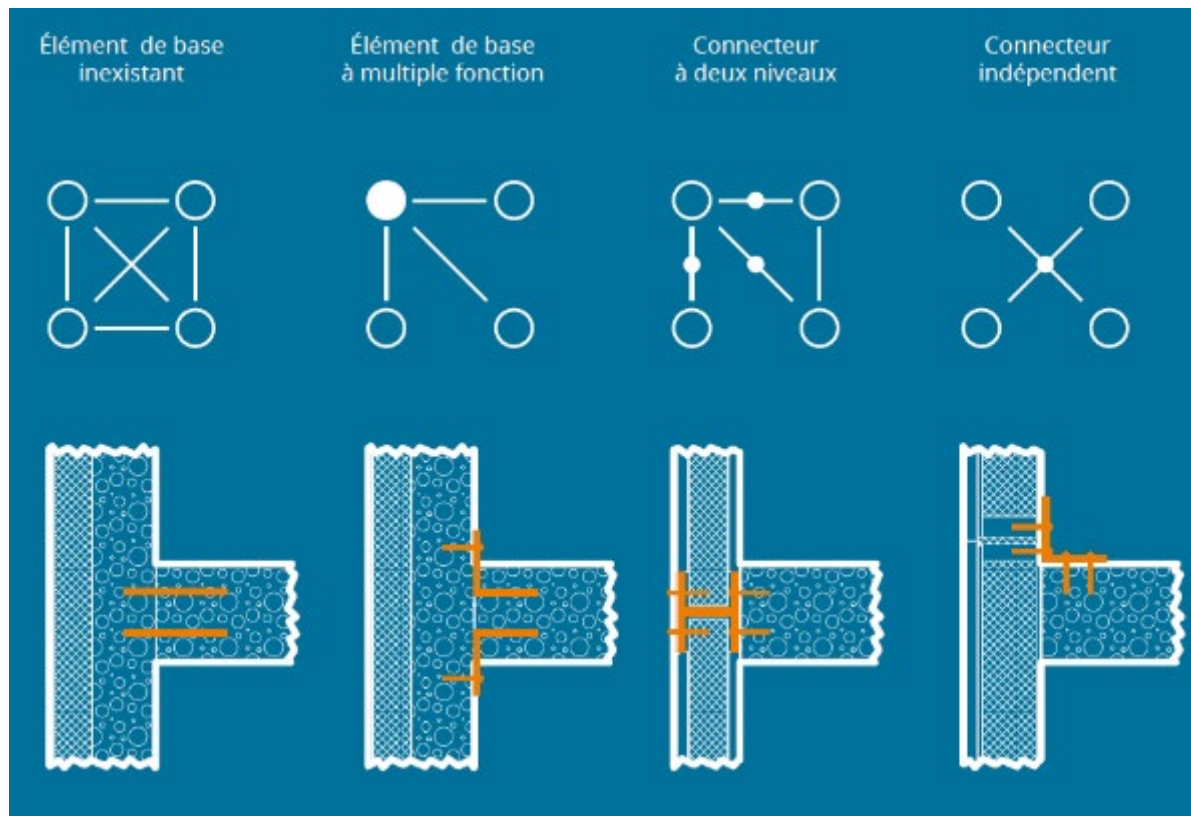


Bron: Dr. E. Durmisevic - BAMB



BASISELEMENT

Het basiselement specificeert de wijze waarop twee elementenclusters verbonden zijn.



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.

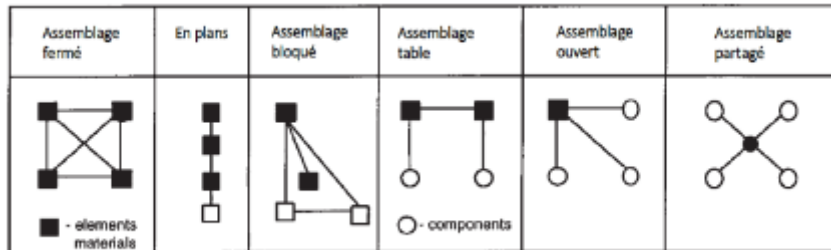
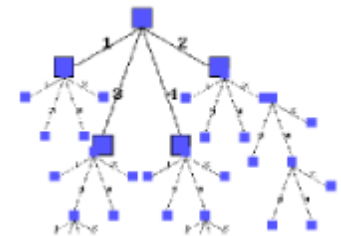
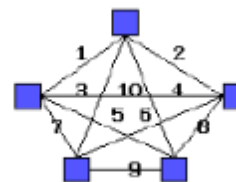
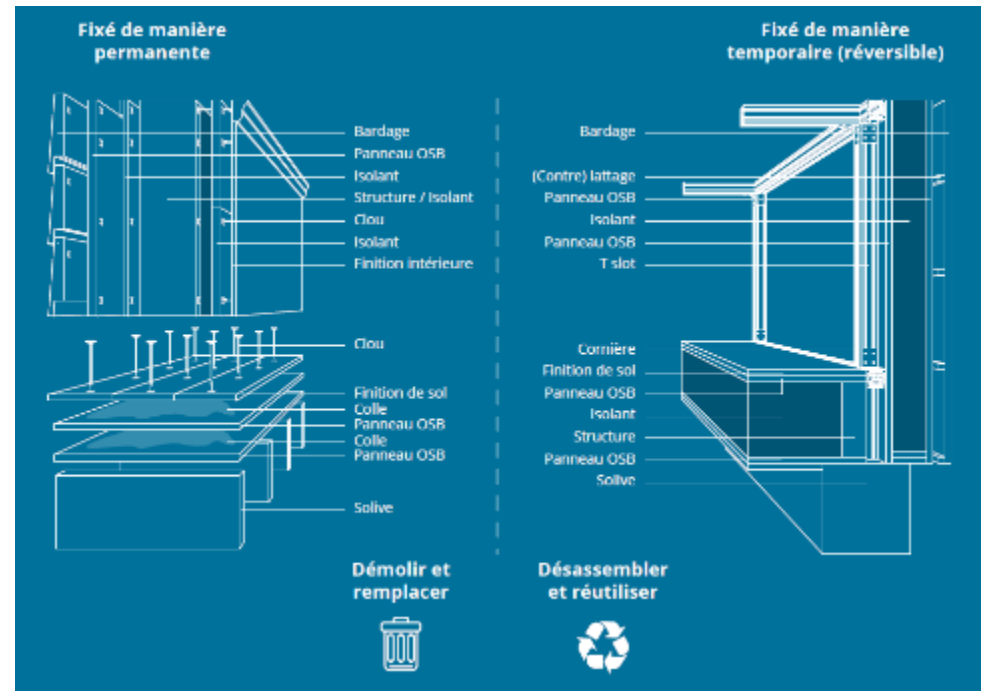


Tableau 5 : Illustration notion de hiérarchies ouvertes ou fermées. Source: Elma Dumisevic



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 recyclage en opwaardering vereenvoudigt.

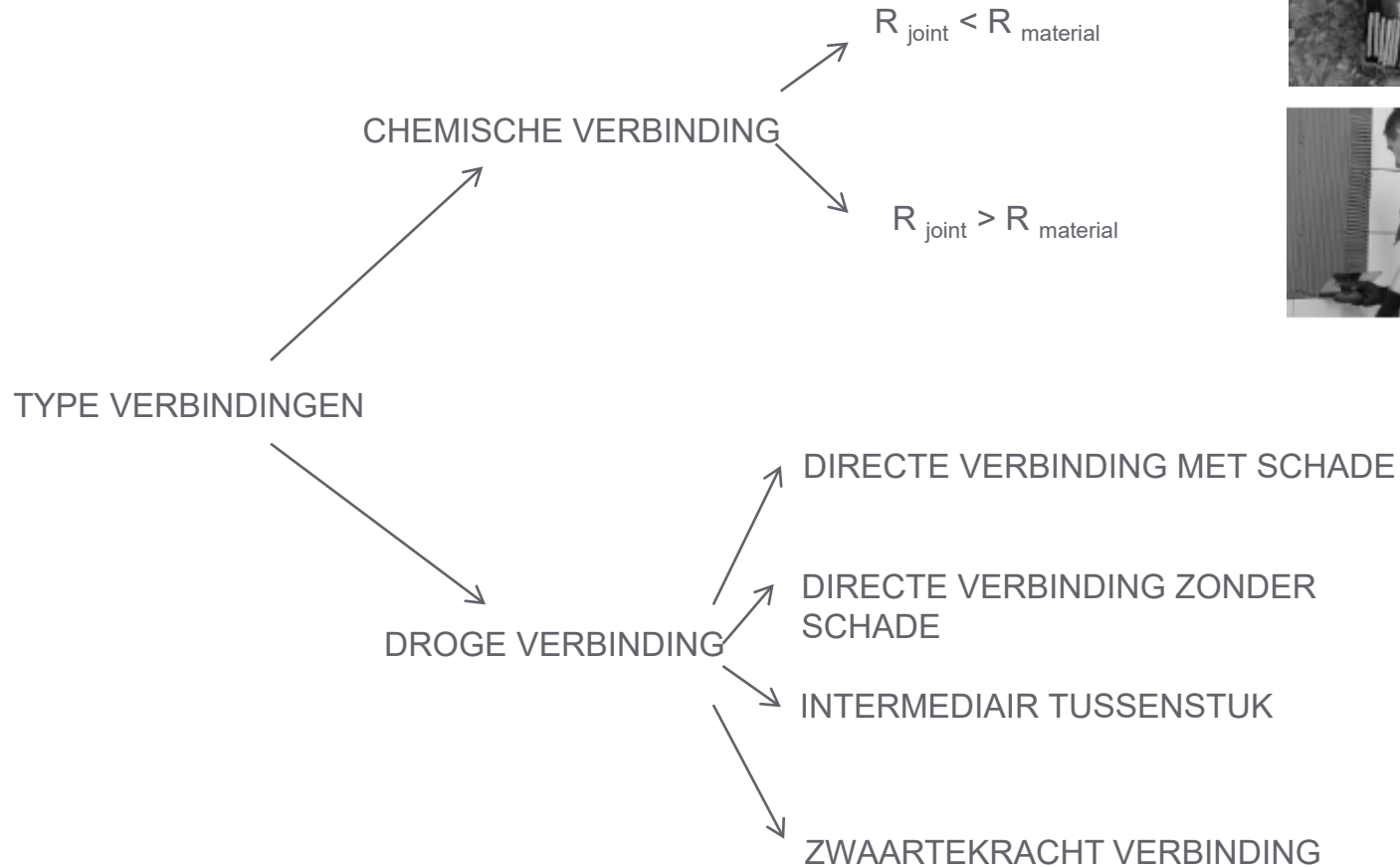
OPBOUW VAN DE LAGEN VOLGENS HUN LEVENSCYCLUS

● Roerende goederen	dagen tot maanden
● Onroerende goederen	3 tot 30 jaren
● Technieken	7 tot 15 jaren
● Structuur	30 tot 300
● Bouwschil	20 jaren
● Site	eeuwig

Bron: S. Brand - How buildings learn © Leefmilieu Brussel



LOSMAAKBAARHEID



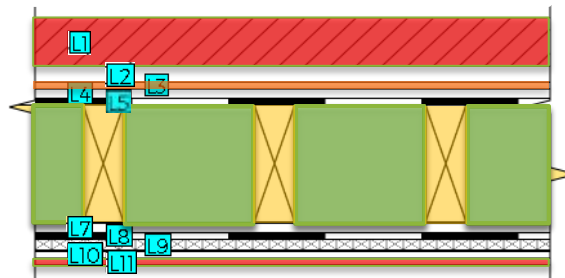
Minder omkeerbaar



Meer omkeerbaar



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



Coût environnemental: 19.51€/FU
 Catégorie: Mur-Mur extérieur
 Référence: (21)+
 Unité fonctionnelle (FU): Surface (m²)
 Valeur U: 0.2477W/m²K

Rood = onomkeerbaar

Oranje = omkeerbaar maar met beschadiging

Groen = omkeerbaar

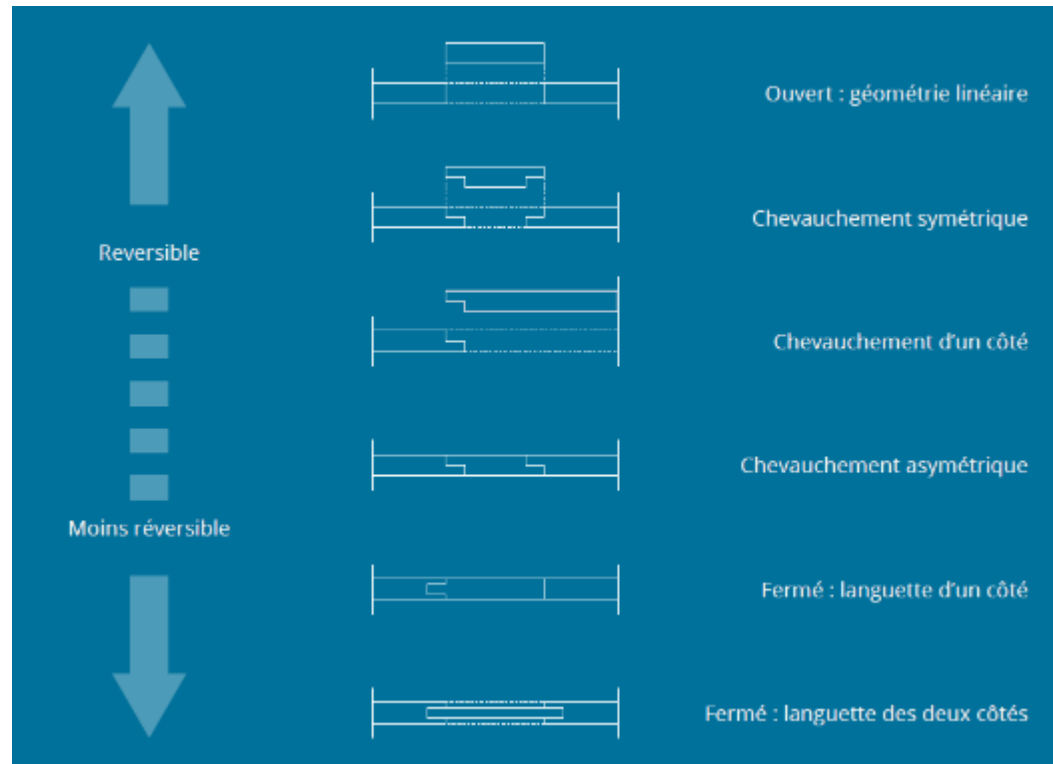
		Matériaux	Nouveau / Existant	Paramètre de dimension	Lambda [W/mK]
EXT	L1	Finition de mur, extérieur - élément de fermeture - blocs/briques - brique de parement - brique moulée main M50 (190x90x50) y compris mortier et rejointoyage	Nouveau	Epaisseur 0.09m	1.328
	L2	Cavité d'air - 3 cm - non ventilée	Nouveau	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				0.411045m	



LOSMAAKBAARHEID

TYPE VERBINDINGEN

GEOMETRIE VAN DE VERBINDINGEN



Bron: Dr. E. Durmisevic - BAMB



LOSMAAKBAARHEID

TYPE VERBINDINGEN

GEOMETRIE VAN DE VERBINDINGEN

TOEGANKELIJKHEID VAN DE VERBINDINGEN



STANDAARDISATIE

- Aantal verschillende elementen beperken
- Aantal verschillende afmetingen beperken
- Gebruik maken van standaard afmetingen
- Veelgebruikte / standaard elementen gebruiken
 - groter volume beschikbaar voor toekomstig hergebruik
 - mogelijkheid tot uitwisselbaarheid vergroten



RUIMTELIJKE OMKEERBAARHEID: ONTWERPEN VOOR EEN LANGE(RE) LEVENSDUUR

DOELSTELLINGEN

Beschrijf hier adhv **gebruiksscenario's**

- welke flexibiliteit in activiteiten het gebouw vandaag moet kunnen opnemen (**indeelbaarheid, meervoudig ruimtegebruik**)
- en welke activiteiten het gebouw in de toekomst moet kunnen opnemen (**functionele aanpasbaarheid, uitbreidbaarheid/inkrimpbaarheid**)

Toon aan in plan en in snede dat deze scenario's mogelijk zijn voor de onderstaande aspecten. Bewaak ze doorheen het project.

Beschrijving doelstellingen door de opdrachtgever:

Aanpak voorgesteld door het ontwerpteam:



STRATEGIEËN

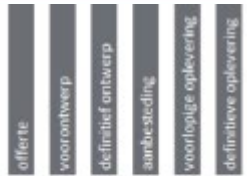
1. VOLUMETRIE EN RUIMTELIJKE ORGANISATIE VAN FUNCTIES

strategieën	prioriteit (x)	toepassing	voldaan (x)
1.1 inplanting en oriëntatie van de bouwvolumes laten voor elk gebruiksscenario een logische, ruimtelijke organisatie toe van de gewenste functies	☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
<i>de ruimtelijke organisatie van functies kan getoetst worden op vlak van:</i> - thermische zonering: afbakening beschermd volume, situering en clustering van warmte-/koudebehoevende functies - toegang tot daglicht: oriëntatie, verhouding tussen diepte en hoogte van ruimtes - toegang tot buitenlucht: natuurlijke ventilatiemogelijkheden (single sided, two sided, stack ventilation); beperkingen mbt buitenluchtkwaliteit, geluidsdruk, ... <i>overcapaciteit (overtollige ruimte) wordt in elk scenario vermeden</i>	+info:	Afmetingen bouwvolume Afmetingen gebouwunits	
1.2 de diepte van de bouwvolumes laat voor elk gebruiksscenario een logische, ruimtelijke organisatie toe van de gewenste functies	☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
<i>gebouwdieptes, atriumdieptes en ruimtedieptes i/fv ruimtegebruik en daglichttoetreding</i>	+info:	Diepte bouwvolume Afmetingen gevelopeningen i/fv lichtinval Vloer-tot-plafondhoogte	
1.3 de hoogte van de bouwlagen laat voor elk gebruiksscenario een logische, ruimtelijke organisatie toe van de gewenste functies	☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
<i>vloer-tot-vloerhoogtes en vloer-tot-plafondhoogtes i/fv ruimtegebruik, installatie van technieken en daglichttoetreding</i>	+info:	Vloer-tot-plafondhoogte	



33 CHECKLIST OMKEERBAAR ONTWERPEN

RUIMTELIJKE OMKEERBAARHEID: ONTWERPEN VOOR EEN LANGE(RE) LEVENSDUUR



STRATEGIEËN

1. VOLUMETRIE EN RUIMTELIJKE ORGANISATIE VAN FUNCTIES

strategieën	prioriteit (x)	toepassing	voldaan (x)
1.1 inplanting en oriëntatie van de bouwvolumes laten voor elk gebruiksscenario een logische, ruimtelijke organisatie toe van de gewenste functies	☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
<i>de ruimtelijke organisatie van functies kan getoetst worden op vlak van:</i> - thermische zonering: afbakening beschermd volume, situering en clustering van warmte-/koudebehoevende functies - toegang tot daglicht: oriëntatie, verhouding tussen diepte en hoogte van ruimtes - toegang tot buitenlucht: natuurlijke ventilatiemogelijkheden (single sided, two sided, stack ventilation); beperkingen mbt buitenluchtkwaliteit, geluidsdruk, ... - overcapaciteit (overtollige ruimte) wordt in elk scenario vermeden	+info:	Afmetingen bouwvolume Afmetingen gebouwenits	

DOCUMENTATIE

beschrijving	ontvangen (x)
Beschrijf hier de gewenste documentatie. Geef in de opvolgingstabel aan in welke fase ze gevraagd wordt, door de betreffende cellen een kader te geven.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Kopieer rijen indien nodig	
vb. plan van aanpak	☒ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
vb. vlekkenplan, vergelijking van varianten, berekening, ...	☐ ☒ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

TOELICHTINGEN

beschrijving	naam en datum
voeg een commentaar toe (kopieer rijen indien nodig)	voeg naam en datum toe



34 CHECKLIST OMKEERBAAR ONTWERPEN

TECHNISCHE OMKEERBAARHEID: ONTWERPEN VOOR DEMONTAGE EN HERGEBRUIK

DOELSTELLINGEN

De opdrachtgever en het ontwerpteam definiëren voor **welke elementen, lagen of componenten** in het gebouw de technische omkeerbaarheid geoptimaliseerd wordt en het **type optimalisatie** dat wordt beoogd:

- type demontage: demontage elementen, demontage componenten
- type toegankelijkheid: voor onderhoud, voor herstel, voor demontage en verplaatsbaarheid, voor demontage en aanpasbaarheid, ...
- type hergebruik: direct hergebruik, hergebruik door kleine aanpassing, hergebruik door remanufacturing, hoogwaardige recyclage, ...

Beschrijving doelstellingen door opdrachtgever:

Aanpak voorgesteld door het ontwerpteam:

offerte
voorontwerp
definitief ontwerp
aanbesteding
voordlopige oplevering
definitieve oplevering

STRATEGIEËN - ELEMENT (AANSLUITING TUSSEN LAGEN / COMPONENTEN)

beschrijf hier het element: bvb. vloer op volle grond

1. ONAFHANKELIJKHEID

2. LOSMAAKBAARHEID

3. EENVOUD EN STANDAARDISERING

4. ZUIVERHEID

STRATEGIEËN - AANSLUITING TUSSEN ELEMENTEN

beschrijf hier de aansluiting: bvb. vloer-gevel

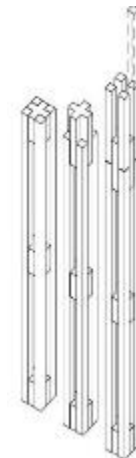
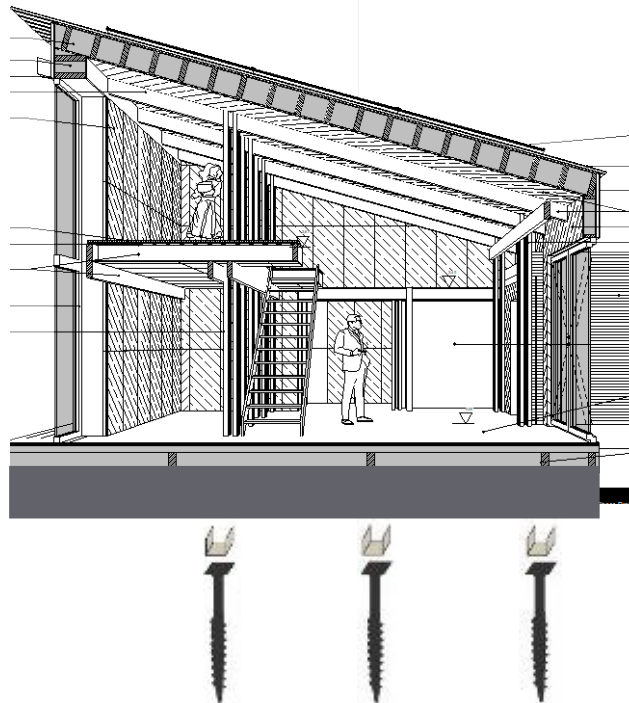
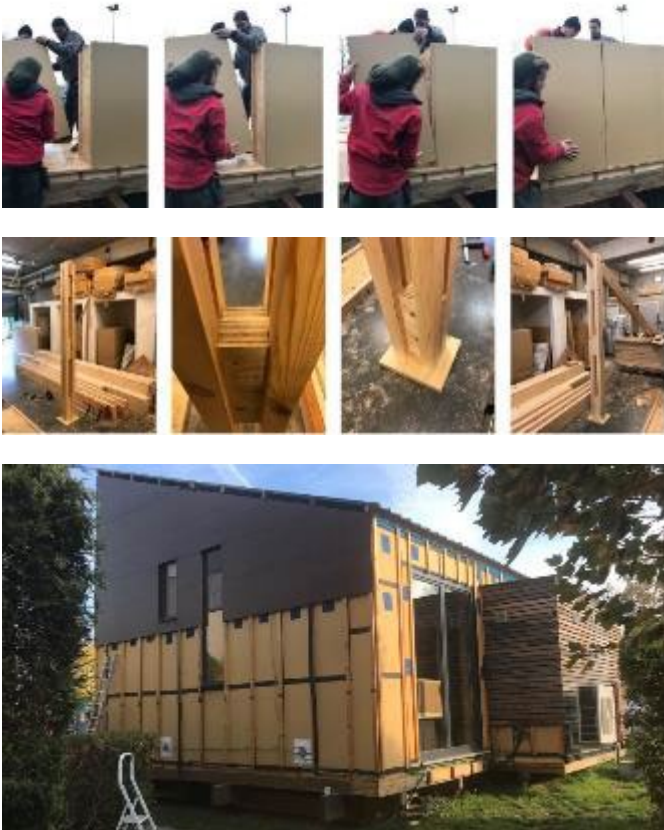
1. ONAFHANKELIJKHEID

2. LOSMAAKBAARHEID

3. EENVOUD EN STANDAARDISERING



BRIC



BIO-BASED
MATERIAL



RECYCLABLE
MATERIAL



RECYCLED
MATERIAL



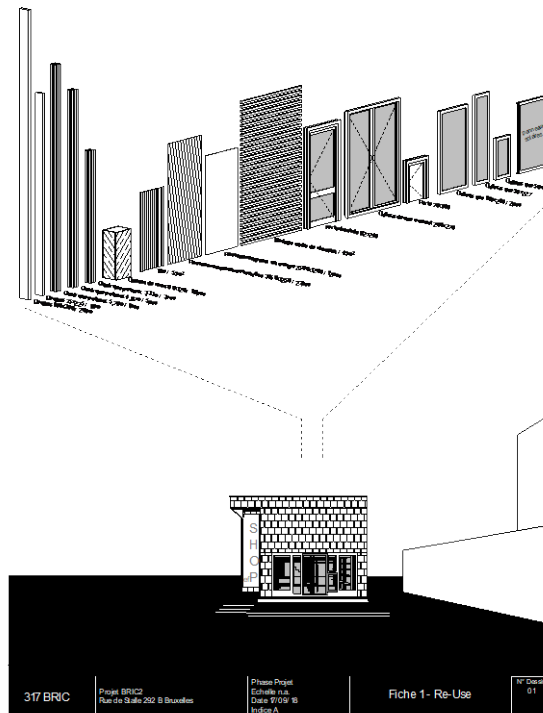
RECLAIMED
MATERIAL



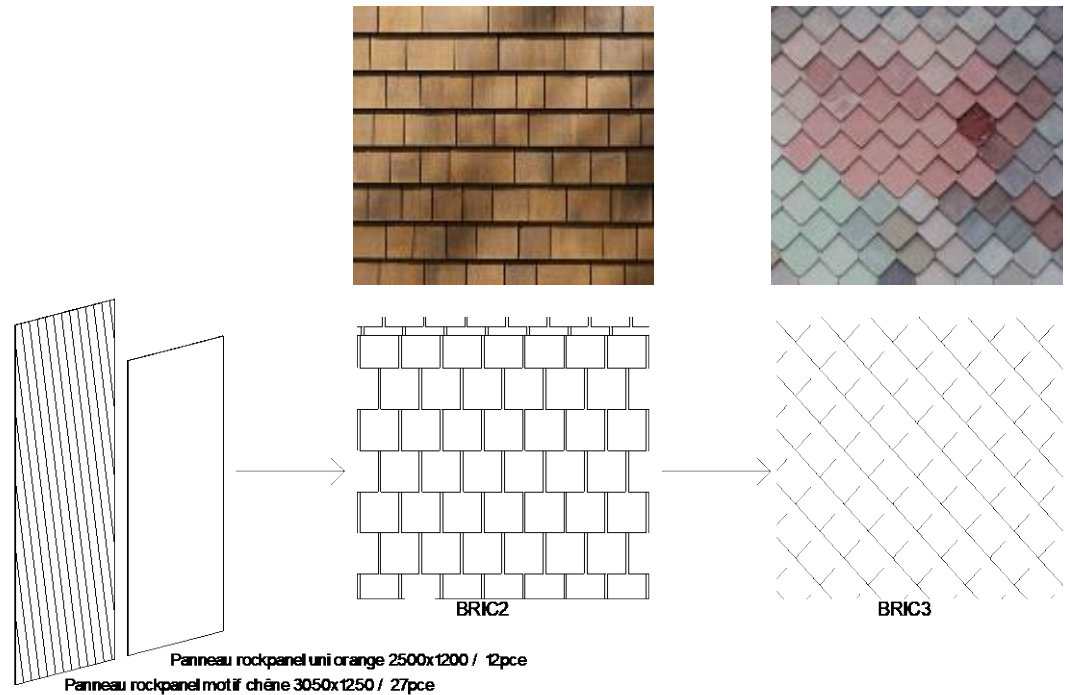
BRIC



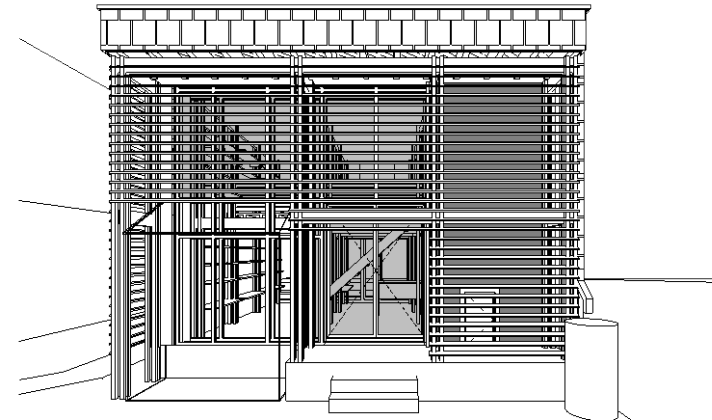
BRIC – DEMONTAGE EN INVENTARISATIE VAN MATERIALEN



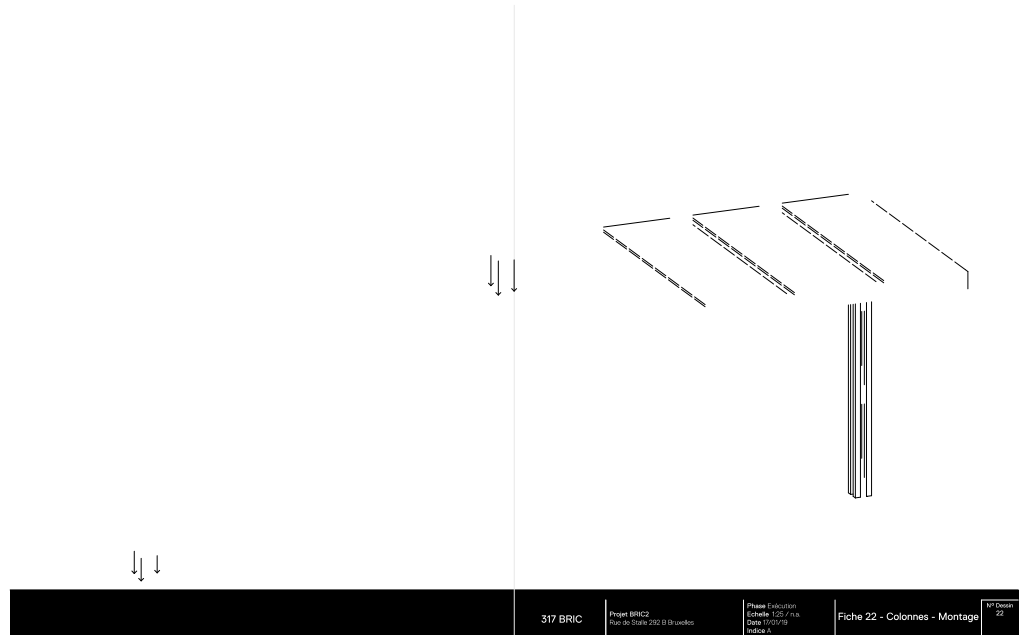
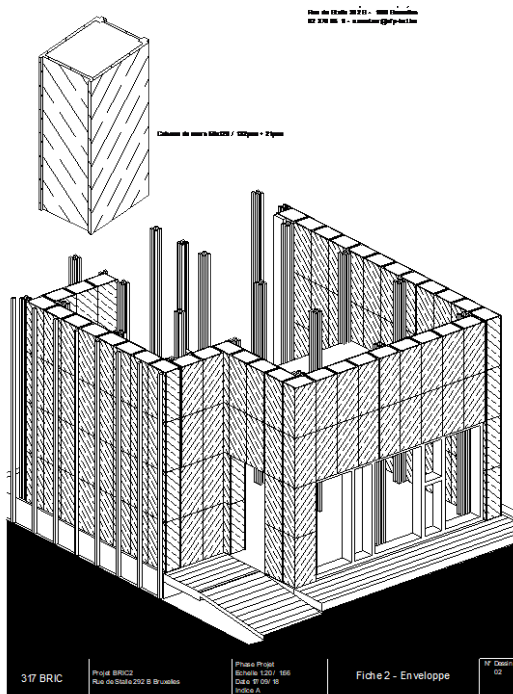
BRIC – HERVERVAARDIGING VOOR MEER ARCHITECTURALE VRIJHEID



BRIC – OMKEERBARE INTEGRATIE VAN HERGEBRUIKMATERIALEN



BRIC II – HERCONFIGURATIE VAN OMKEERBARE ELEMENTEN

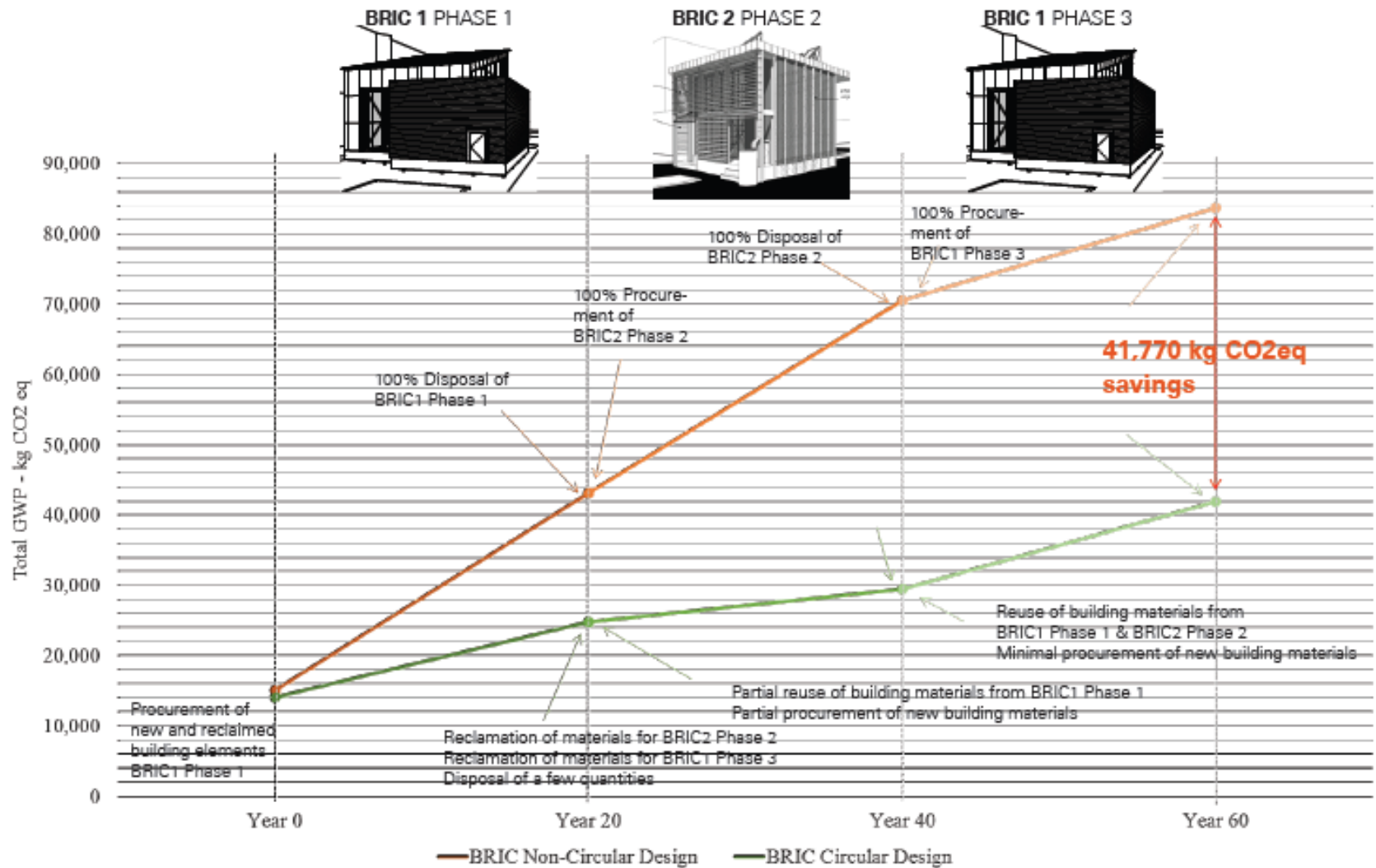


BRIC II – AANPASSING VAN STRUCTURELE ELEMENTEN



BRIC II



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

**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
 - de technische omkeerbaarheid
- ▶ Vanaf de eerste ontwerpschets 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](#)
- ▶ H2020 Project BAMB
<http://www.bamb.2020>
- ▶ 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

