



abt

impactgestuurd ontwerpen

bouwen met
staal

seminar Duurzaam bouwen met staal
2 november 2023

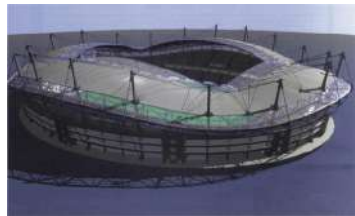
Ronald Wenting



since 1973

ir. Ronald Wenting

adviseur constructies, associate partner,
registerontwerper



since 1953

260 employees, 6 headquarters, 3 countries
Onderdeel Oosterhoff groep



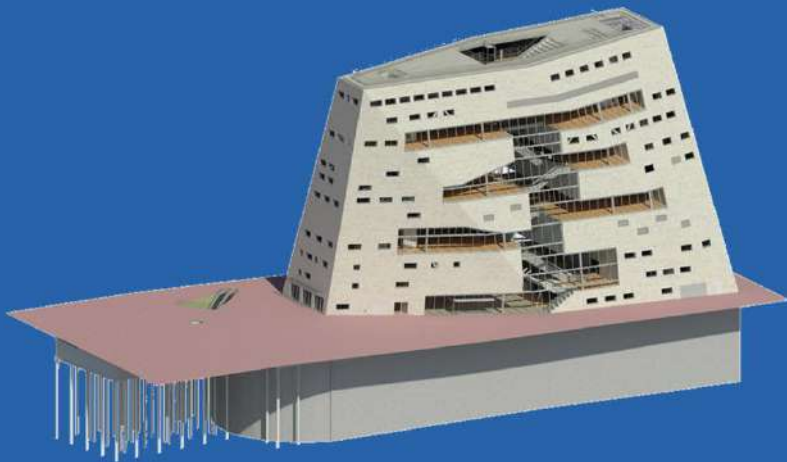


Impactgestuurd ontwerpen

- toekomstbestendig ontwerpen - levensduur verlengen
- circulair hergebruik - maximaliseren waardebehoud
- duurzaam materiaalgebruik - minimaliseren milieu-impact

Figuur: Hoofditens duurzaam construeren (ABT [flyer duurzaam construeren](#))

3D virtueel BIM model



milieu-database

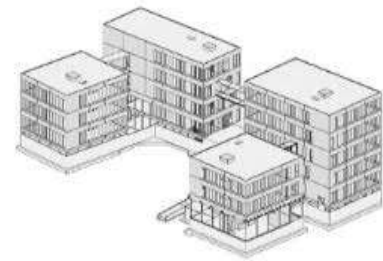
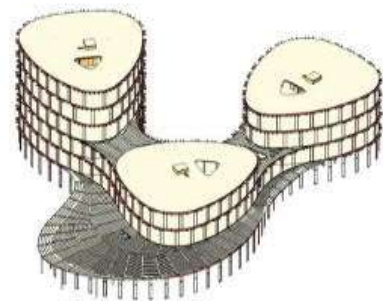
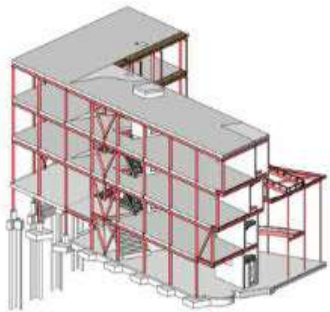


ABT MIM



plugin

ABT Milieu-Impact Monitor



carbon footprint 165 kg CO₂ /m² BVO
 schaduwprijs € 15/m² BVO

carbon footprint 77 kg CO₂ /m² BVO
 schaduwprijs € 10/m² BVO

carbon footprint 281 kg CO₂ /m² BVO
 schaduwprijs € 26/m² BVO

abt Milieu-Impact Monitor

Kengetallen constructies:

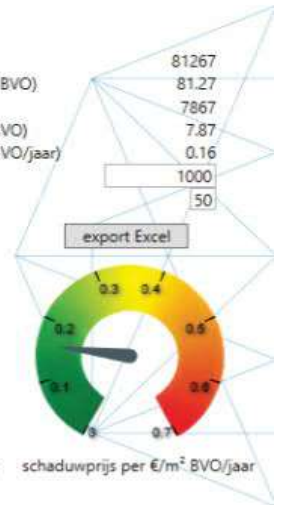
CO ₂ emissie	(kg)	81267
	(kg/m ² BVO)	81.27
schaduwprijs	(€)	7867
	(€/m ² BVO)	7.87
	(€/m ² BVO/jaar)	0.16
BVO	(m ²)	1000
levensduur	(jaar)	50

refresh

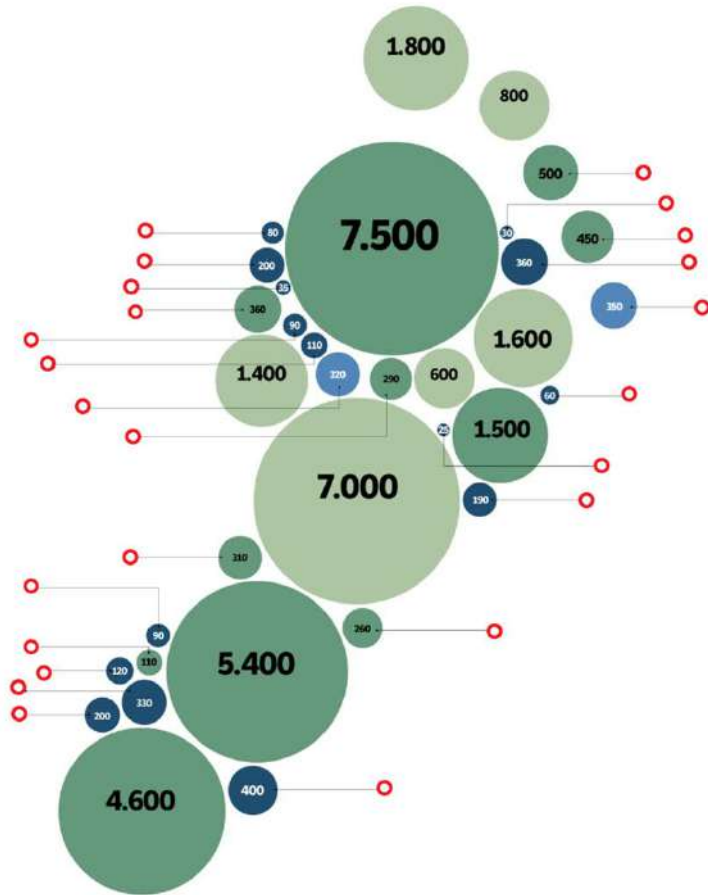
export Excel



CO₂ emissie per Revit category

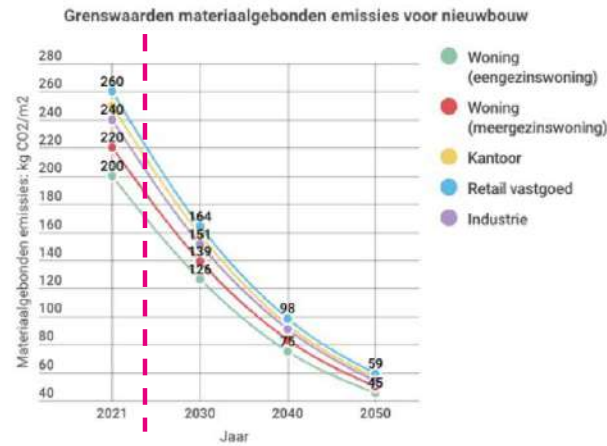


schaduwprijs per €/m² BVO/jaar



Milieudata zijn waardevol voor...

- inzicht in milieuprestatie van onze gebouwen
- bepalende knoppen voor impactgestuurd ontwerpen
- ontwerpbeslissingen in vroegtijdig stadium ontwerpproces
- snel spiegelen aan streefwaarden



Paris Proof grenswaarden	embodied carbon kg CO2-eq per m2			
	2021	2025	2030	2050
Woning (eengezinswoning)	200	160	120	45
Woning (meergezinswoning)	220	180	140	50
Kantoor	240	200	160	56
Retail vastgoed	260	220	180	59
Industrie	240	200	160	54



Paris Proof grenswaarden	embodied carbon kg CO2-eq per m2			
	2021	2025	2030	2050
Woning (eengezinswoning)	100	63	38	23
Woning (meergezinswoning)	100	63	38	23
Kantoor	125	79	47	28
Retail vastgoed	125	79	47	28
Industrie	100	63	38	23



Streefwaarden Parisproof bouwen zijn scherp!

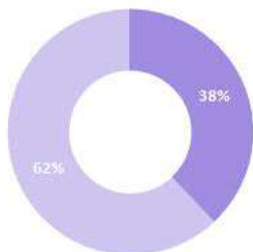
Milieudata voor bepalen van impact van de onderbouwconstructie

Jonas

© Orange architecten



BVO 29750 m2
 6 verdiepingen: betonskelet
 1 laags kelder, betonfundering op palen
 38% milieu-impact constructie onderbouw
 62% milieu-impact constructies bovenbouw

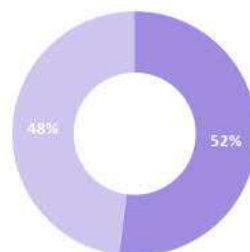


WRZV Sportcomplex

© AGS architecten



BVO 4415 m2
 1-2 verdiepingen: hout-, beton- en staalskelet,
 betonfundering op palen
 52% milieu-impact constructie onderbouw
 48% milieu-impact constructie bovenbouw

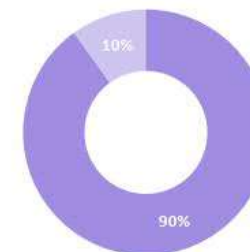


Ecoschool

© Jacques Kok

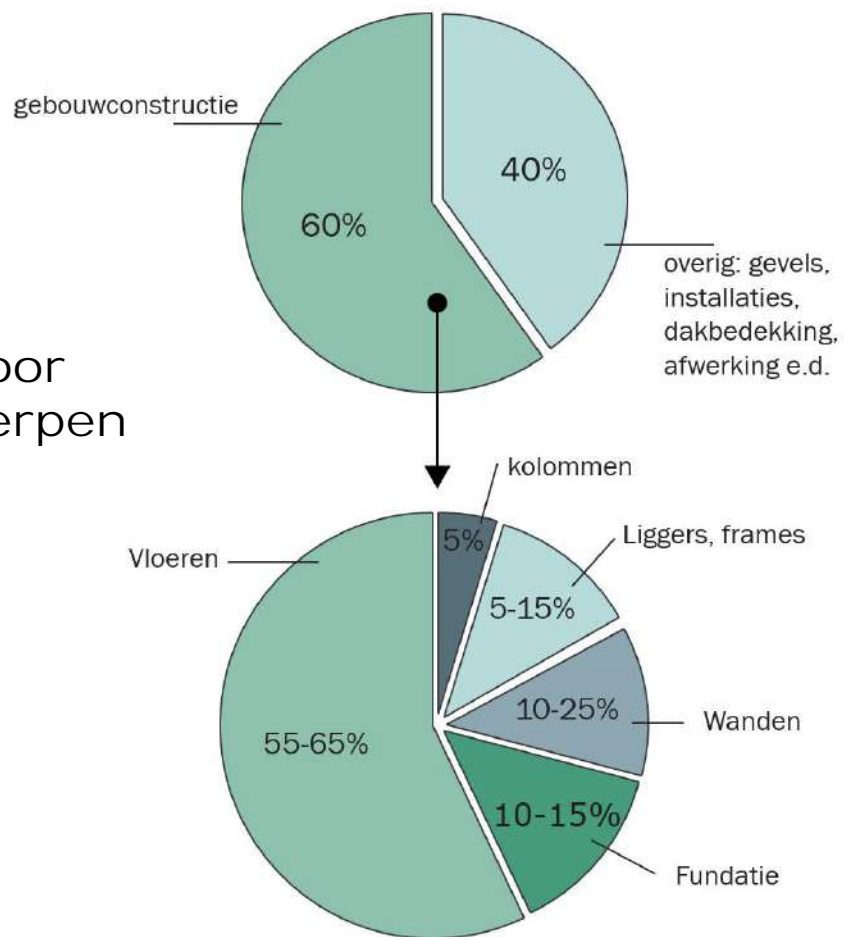


BVO 1910 m2
 2 verdiepingen: betonnen begane grondvloer,
 bovenbouw gelamineerd hout en CLT/HSB skelet,
 betonfundering op palen
 90% milieu-impact constructie onderbouw
 10% milieu-impact constructie bovenbouw

























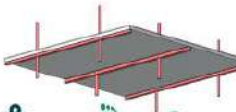


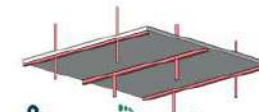


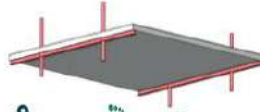


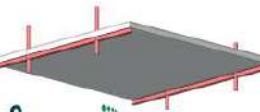


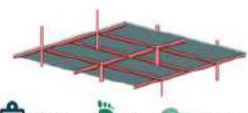


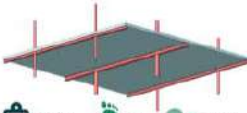



















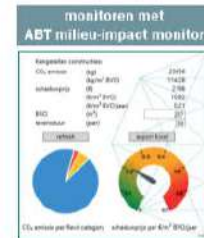
milieu-impact materialen

bepalende knoppen voor impactgestuurd ontwerpen



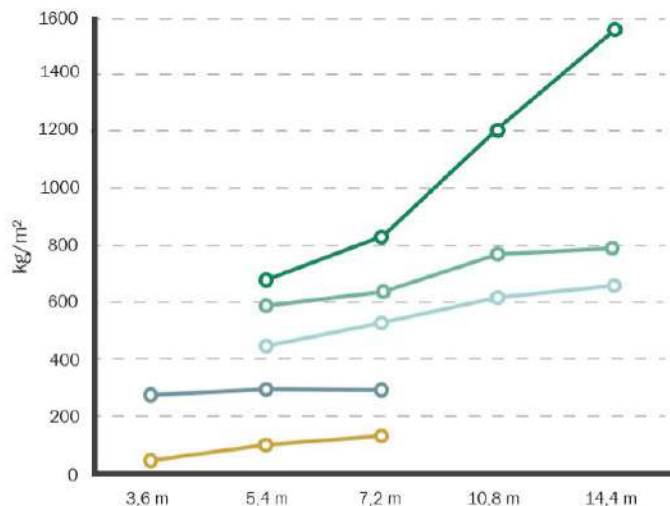
abt vergelijking milieu-impact constructievarianten vloeren

	3,6 m	5,4 m	7,2 m	10,8 m	14,4 m
in situ betonvloer met betonskelet	 KG 680  97  0,18	 KG 830  117  0,22	 KG 1205  192  0,35	 KG 1550  233  0,44	
kanaalplaatvloer met betonskelet	 KG 590  88  0,17	 KG 640  95  0,18	 KG 770  122  0,23	 KG 790  128  0,24	
kanaalplaatvloer met staalskelet	 KG 450  66  0,12	 KG 530  80  0,15	 KG 620  95  0,18	 KG 660  112  0,21	
staalplaatbetonvloer met staalskelet	 KG 280  58  0,11	 KG 295  55  0,11	 KG 295  59  0,11		  
houten vloer met houtskelet	 KG 51  2  0,07	 KG 104  -1  0,10	 KG 136  -2  0,13		

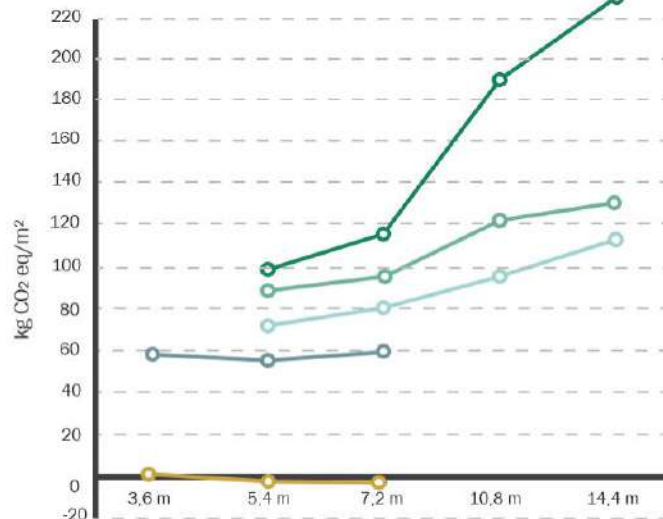


resultaten

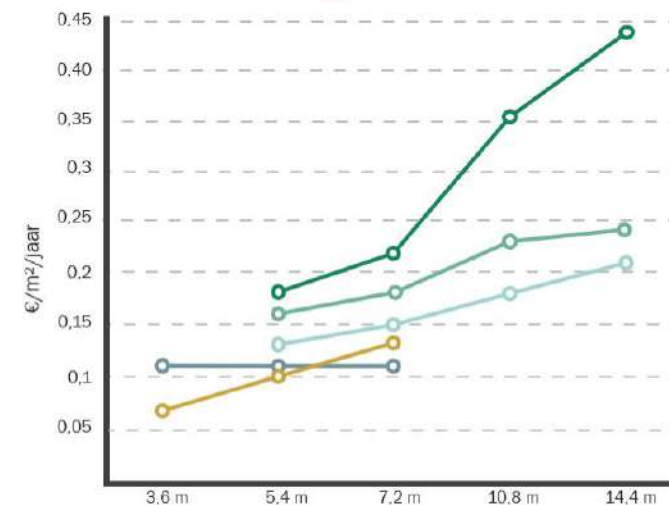
 gebouwmassa



 carbon footprint



 schaduwprijs



in situ betonvloer met betonskelet

kanaalplaatvloer met betonskelet

kanaalplaatvloer met staalskelet

staalplaatbetonvloer met staalskelet

houten vloer met houtskelet

abt

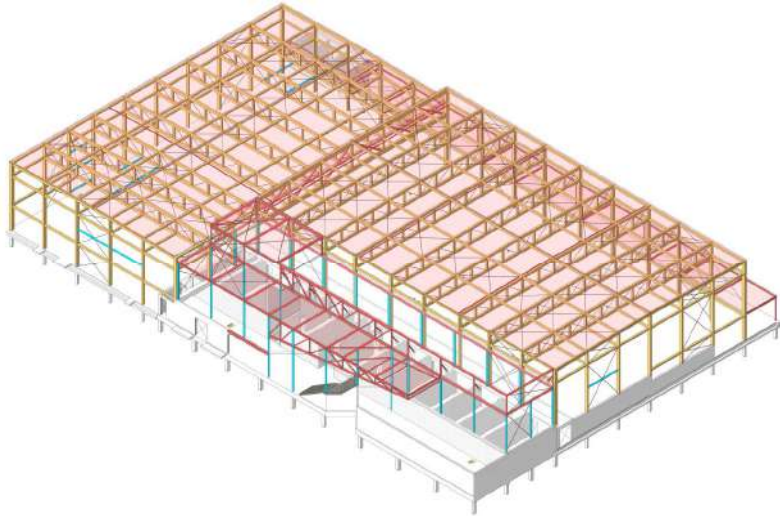
WRZV- sporthallen Zwolle

AGS Architecten



abt vergelijking milieu-impact constructievarianten dakliggers W.R.Z.V. sporthallen Zwolle





materialenstaat



TOTAAL



STEEN



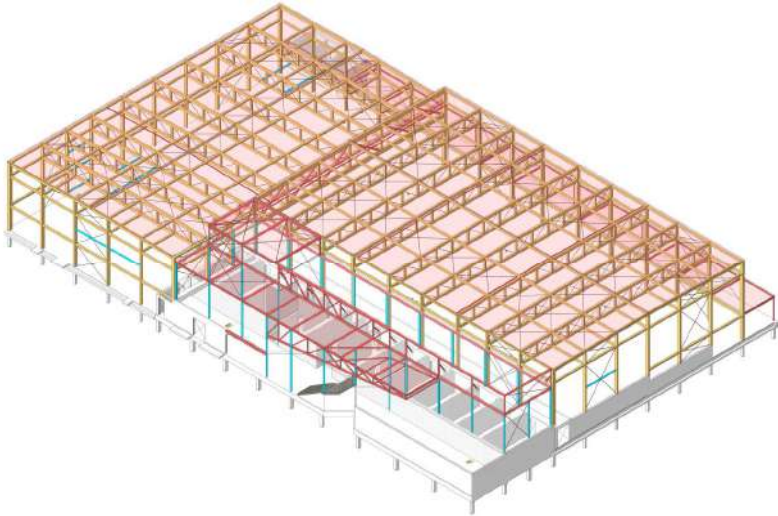
METAAL



HOUT

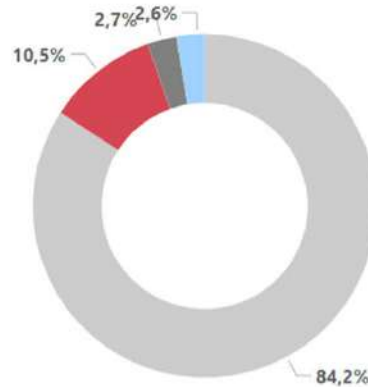


OVERIG

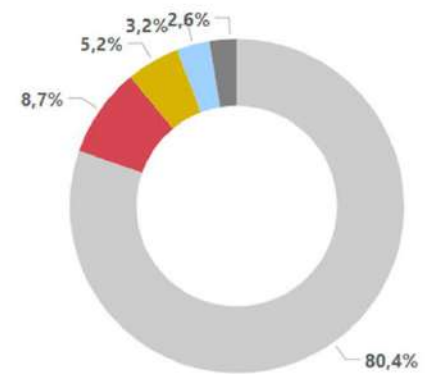


milieu-impact constructiematerialen

Carbon footprint per materiaal



Schaduwprijs per materiaal



Sustainability Calculations:

CO ₂ emission (kg)	556682
(kg/m ² BVO)	126.09
shadow price (€)	55491
(€/m ² BVO)	12.57
(€/m ² BVO/year)	0.25
BVO (m ²)	4415
Lifespan (year)	50

refresh export Excel

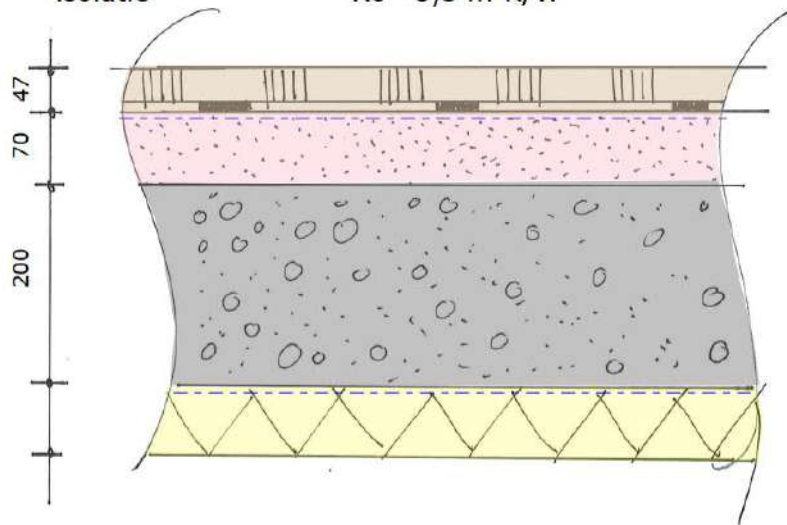
CO₂ emission per Revit category shadowprice per €/m² BVO/year

Werk ie voor het eerst met de MIM? Developed by: Michiel Van Der Eijdt 1.1.00

begane grond sporthalvloer

DO-variant

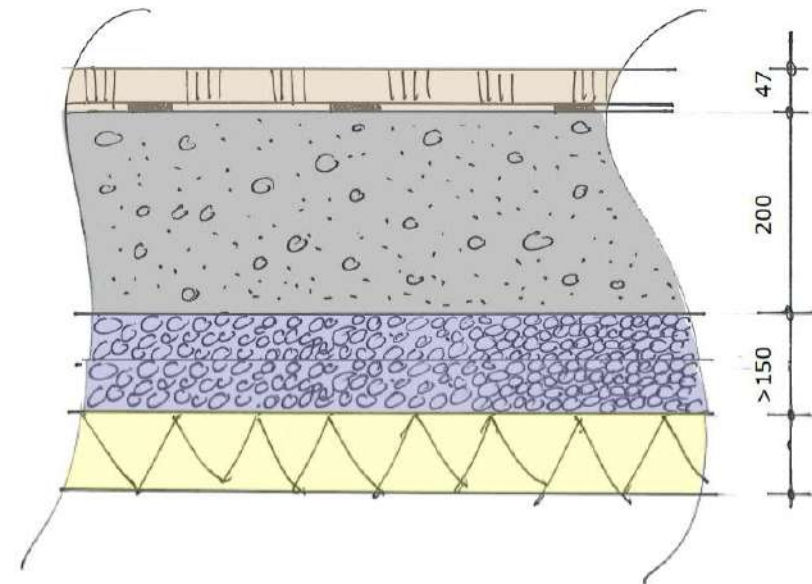
- sportvloer: Pulastic Elite Performance 90 Eco
 - PE-folie
 - zandcement dekvloer
 - in-situ betonvloer
 - o betonmengsel op basis van CEMIII
 - o C30/37, mk XC1
 - o 40% betonpuingrunulaat
 - o onder de rei afwerken
 - o CSC-certificaat
 - PE-folie
 - isolatie
- Rc = 3,5 m²K/W



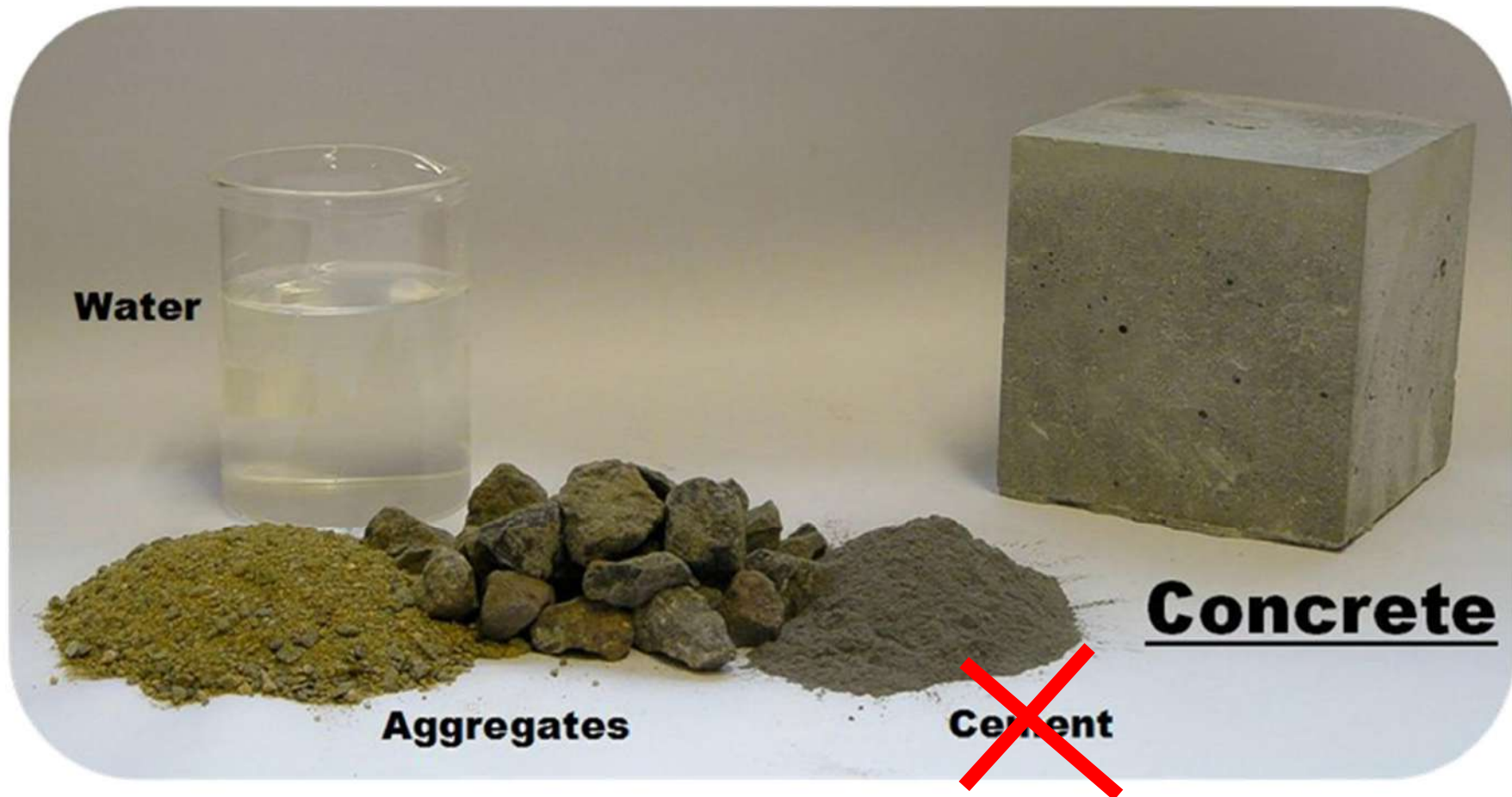
- sportvloer: Pulastic Elite Performance 90 Eco

UO-variant

- sportvloer: Pulastic Elite Performance 90 Eco
- in-situ betonvloer
 - o AAM-betonmengsel
 - o C20/25, mk XC1
 - o 100% circulair toeslagmateriaal (zand+grind)
 - o gevulderd
 - o CSC-certificaat
- werkvloer met menggranulaat - 100% circulair
- isolatie Rc = 3,5 m²K/W



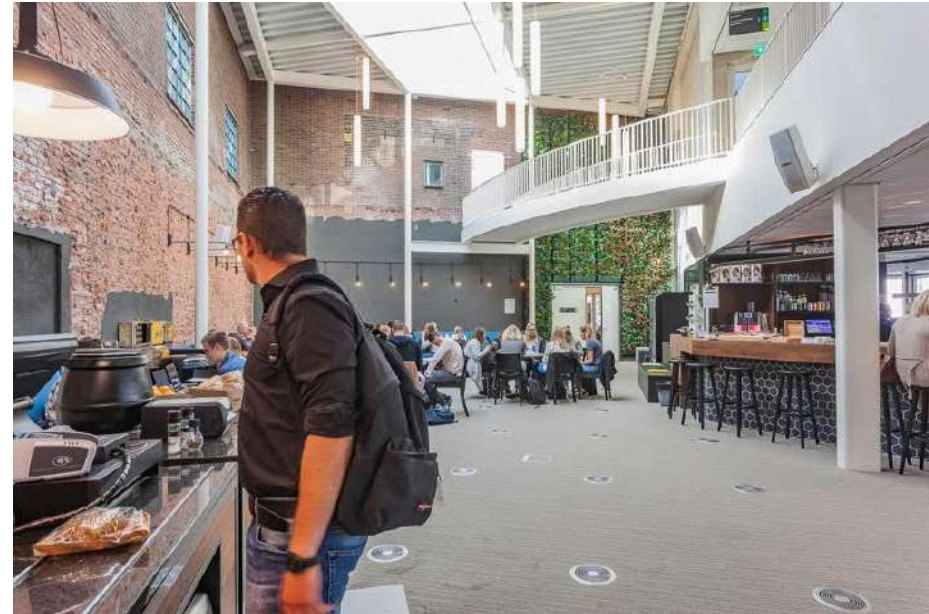
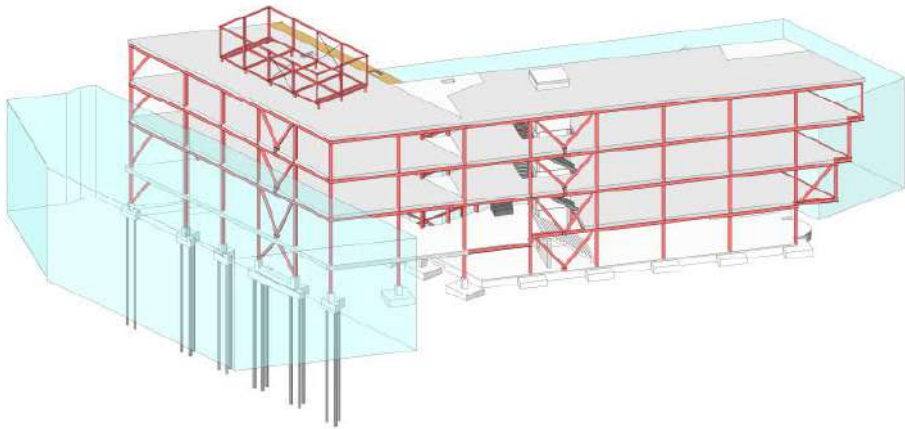
pilot: sporthalvloer – alkalisch geactiveerd beton



Saxion University of Applied Sciences Apeldoorn

IAA Architecten

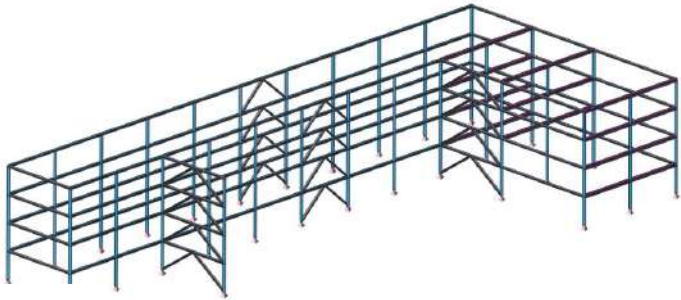




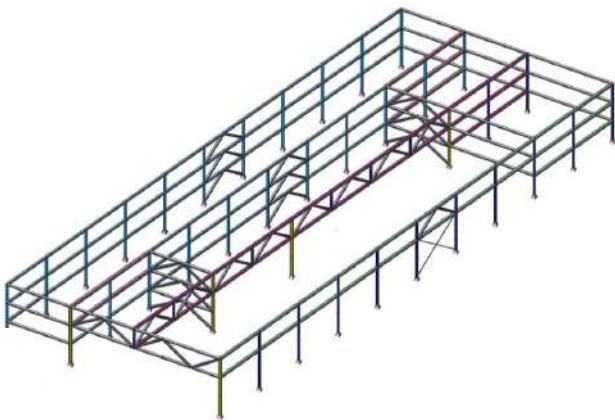
Saxion University of Applied Sciences in Apeldoorn

- Toekomstbestendig, flexibel en duurzaam schoolgebouw
- Nieuwbouw samenvoegen en verbinden met bestaand kantoor nettenfabriek
- Staalconstructie: transparantie en industrieel

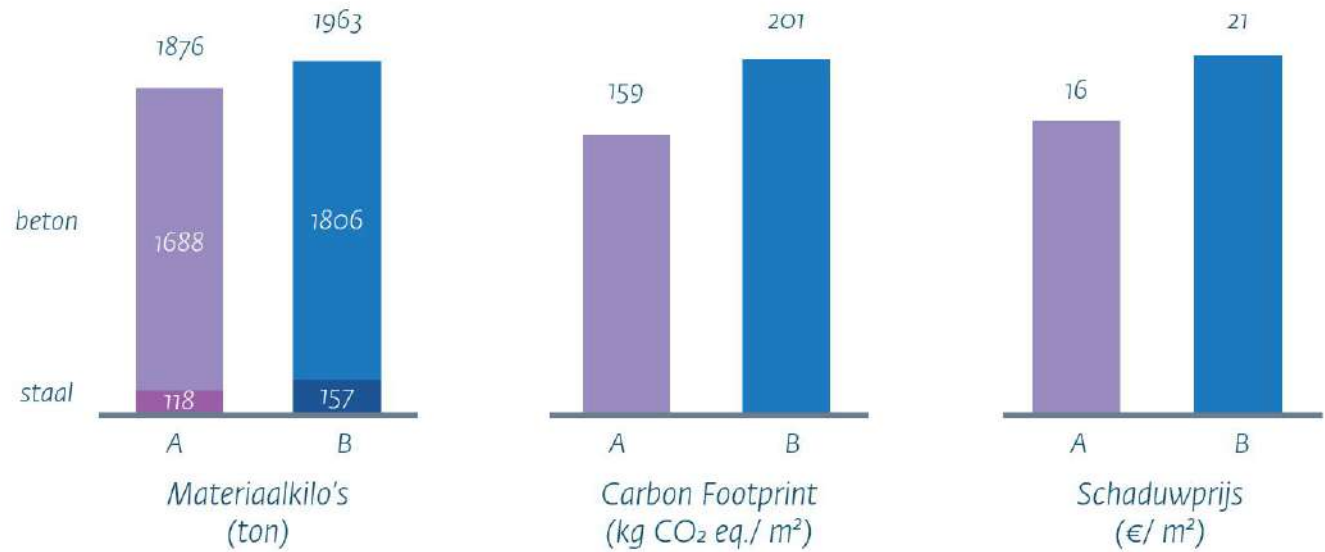
Constructievariant A



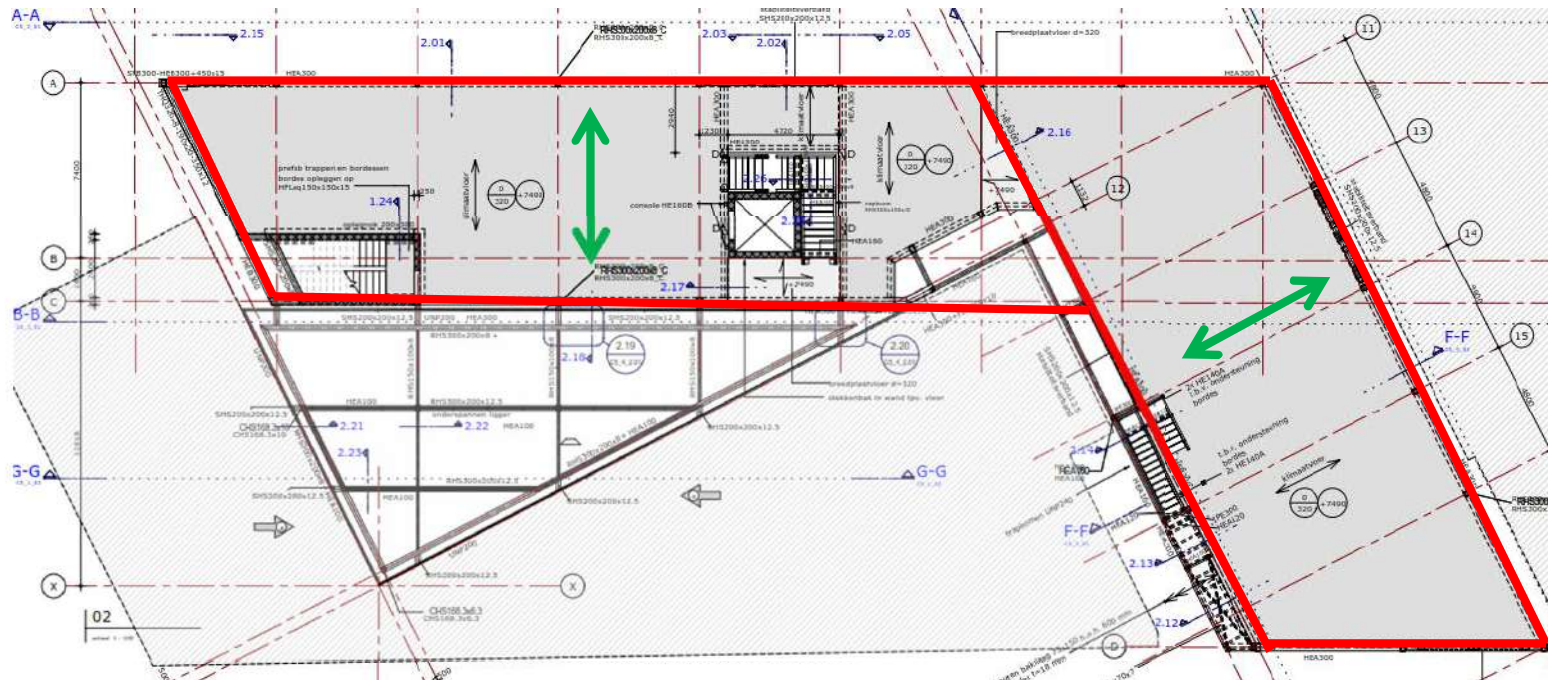
Constructievariant B



milieu-impact constructievarianten

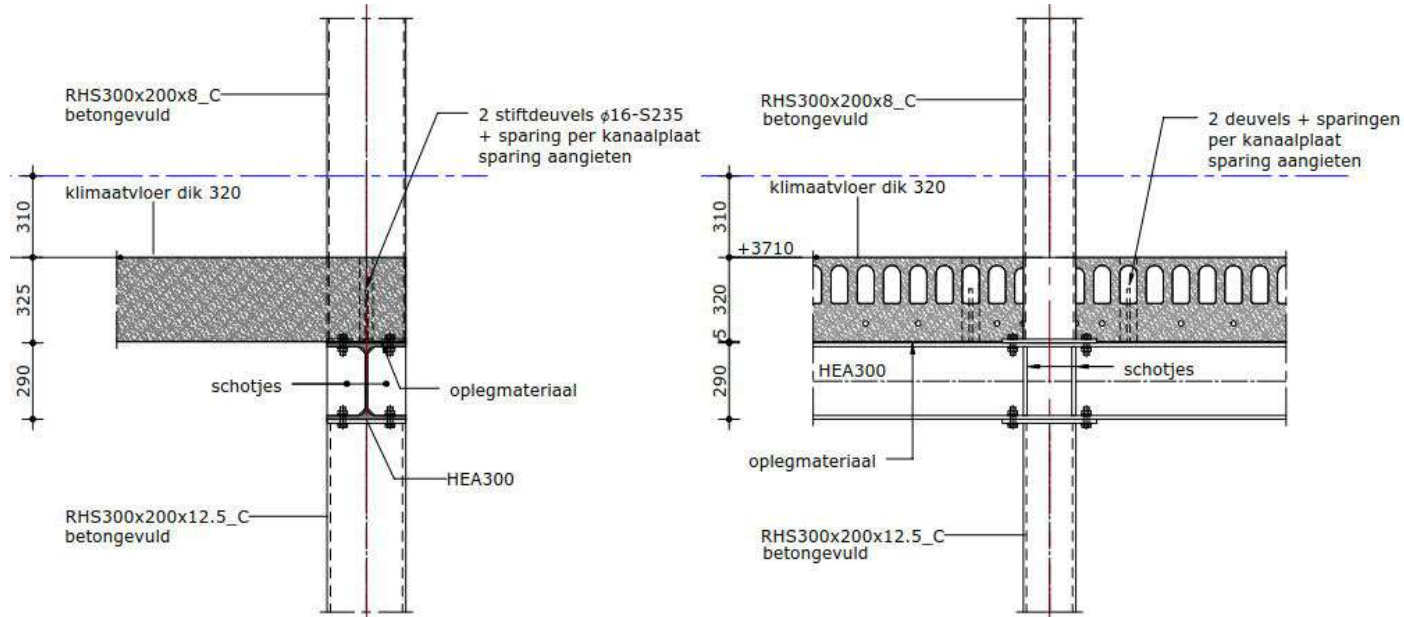


compacte gebouwworm $\Delta=20\%$



Flexibiliteit en toekomstbestendigheid

- indelingsflexibiliteit: constructie in gevelzone, klimaatvloer $I_t = 9,2$ tot $11,2$ m
- functieflexibiliteit: gebruiksbelasting = 500 kg/m^2
- leidingflexibiliteit: verhoogde vloer met plenum voor luchttoevoer



2nd life design – design for reassembly

- voorkomen druklaag, droge bouw, $\Delta=38$ ton CO₂
- verhoogde vloer i.p.v. zandcementdekvloer $\Delta=48$ ton CO₂
- voor selecteren op 2^e leven:
 - stalen liggers (HE300A) doorgaand uitgevoerd met boutverbindingen
 - kokerkolommen verdiepingshoog met beton gevuld met boutverbindingen
 - klimaatvloeren op de stalen liggers met doek gefixeerd tbv o.a. schijfwerking





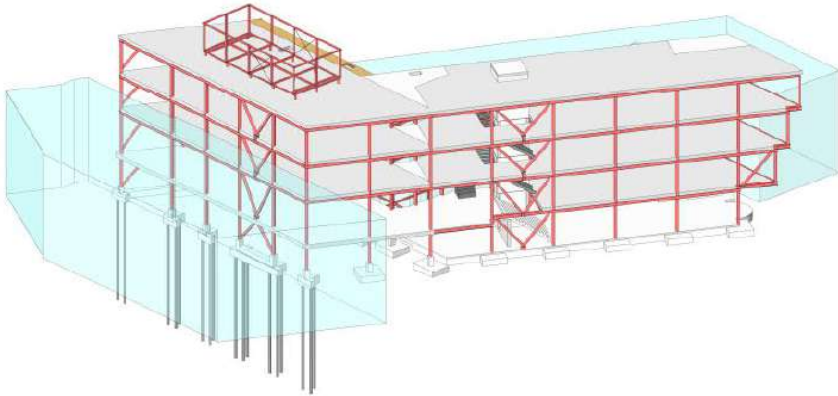




Lessons learnt:

- voorkomen natte koppelingen
- voorkomen sparingen
- modulair grid
- kolomraveling

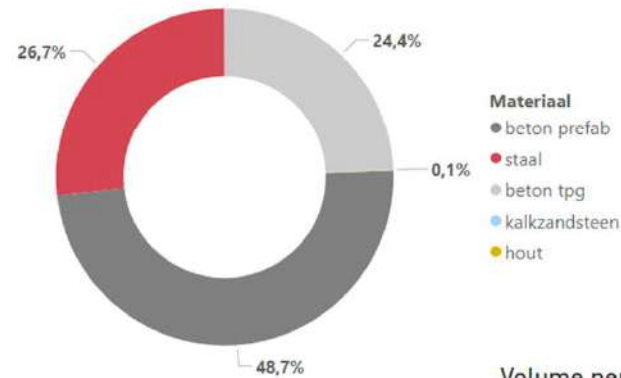




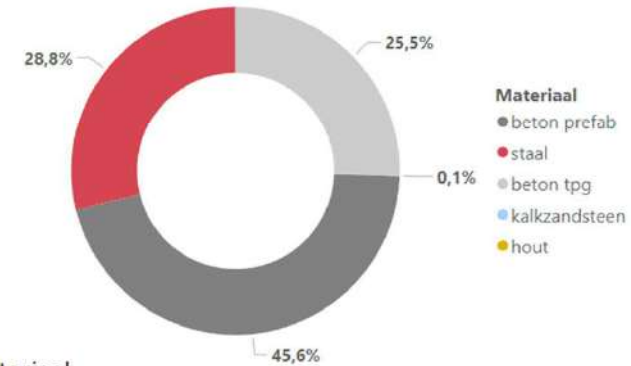
milieu-impact constructiematerialen

BVO: 2.500 m²
 Staalskelet: 103.000 kg
 Embodied carbon: 126.700 kg CO₂ eq
 50 kg CO₂ eq/m²

Embodied carbon per materiaal



Schaduwprijs per materiaal



Volume per materiaal



Milieu-impact zwaar constructiestaal

Categorisering EPD's zwaar constructiestaal	carbon footprint productie *		carbon footprint gemonteerd *		carbon footprint end of life *		MKI ** €	
	(A1-A3) kg CO2 eq		(A1-A5) kg CO2 eq		(A t/m D) kg CO2 eq			
1.16% hergebruik	1.16	100%	1.23	100%	1.08	100%	0.12	100%
2. Design for reuse < 25m	1.16	100%	1.23	100%	0.52	48%	0.06	50%
3. Design for reuse > 25m	1.16	100%	1.23	100%	0.65	60%	0.07	58%
4. Donorskelet	0.21	18%	0.27	22%	0.34	31%	0.04	33%
5. Xcarb Arcelor Mittal	0.40	34%	0.48	39%	0.69	64%		

Tabel: milieu-impact zwaar constructiestaal per 1 kg staal.

* Bepaling milieu-impact conform NEN-EN 15804:2012 + **A2** (2019) "Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten";

** Bepaling milieu-impact conform NEN-EN 15804:2012 + **A1** (2013) "Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten";

Milieu-impact zwaar constructiestaal

Categorisering EPD's zwaar constructiestaal	carbon footprint productie *		carbon footprint gemonteerd *		carbon footprint end of life *		MKI **	
	(A1-A3) kg CO ₂ eq		(A1-A5) kg CO ₂ eq		(A t/m D) kg CO ₂ eq		€	
1.16% hergebruik	1.16	100%	1.23	100%	1.08	100%	0.12	100%
2. Design for reuse < 25m	1.16	100%	1.23	100%	0.52	48%	0.06	50%
3. Design for reuse > 25m	1.16	100%	1.23	100%	0.65	60%	0.07	58%
4. Donorskelet	0.21	18%	0.27	22%	0.34	31%	0.04	33%
5. Xcarb Arcelor Mittal	0.40	34%	0.48	39%	0.69	64%		

embodied carbon staalskelet



126.700 kg CO₂ eq

126.700 kg CO₂ eq

126.700 kg CO₂ eq

27.900 kg CO₂ eq

49.400 kg CO₂ eq

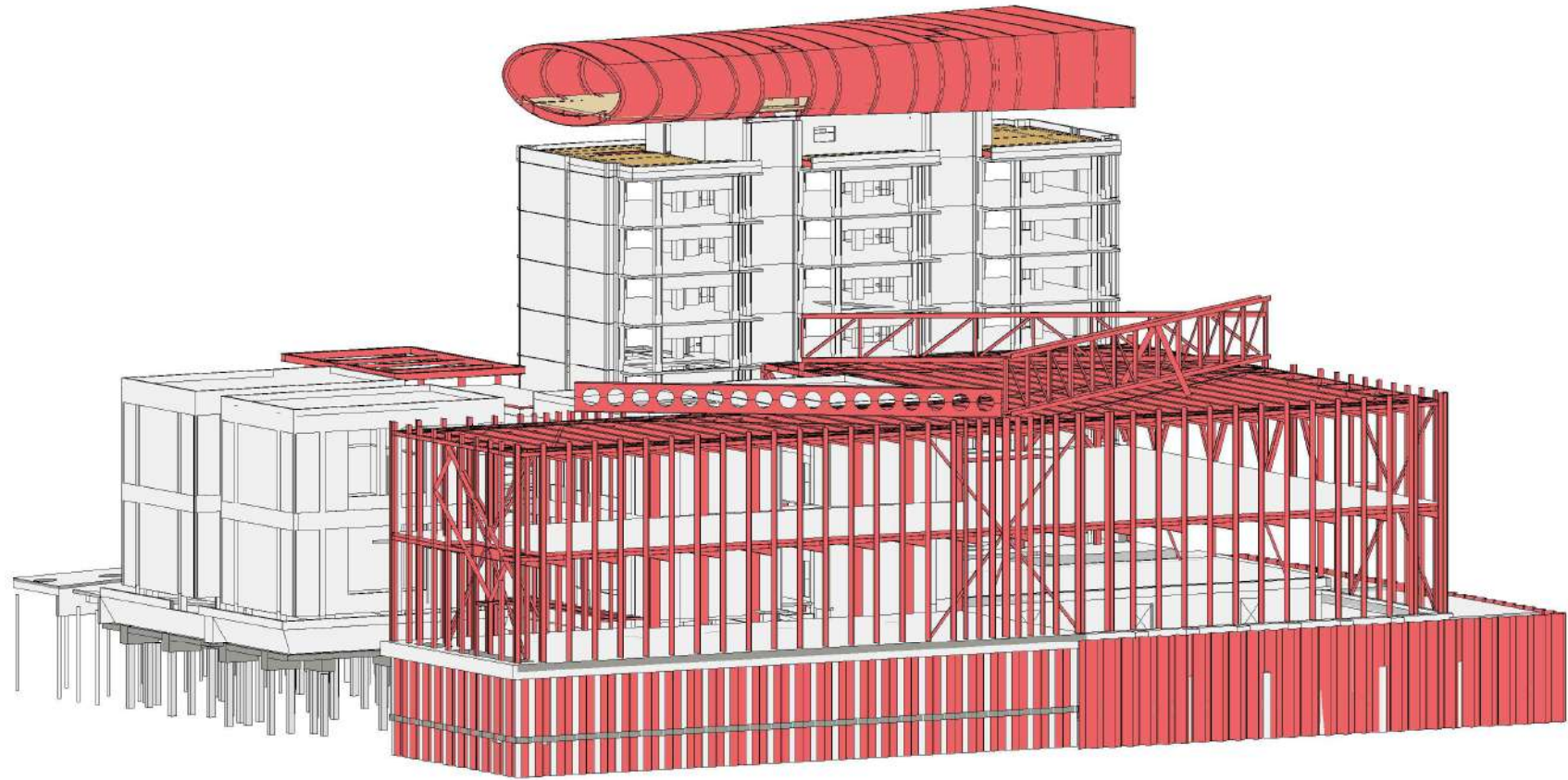
Tabel: milieu-impact zwaar constructiestaal per 1 kg staal.

* Bepaling milieu-impact conform NEN-EN 15804:2012 + **A2** (2019) "Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten";

** Bepaling milieu-impact conform NEN-EN 15804:2012 + **A1** (2013) "Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten";

Museum Amsterdam

OMA



analyse CO₂ impact constructie

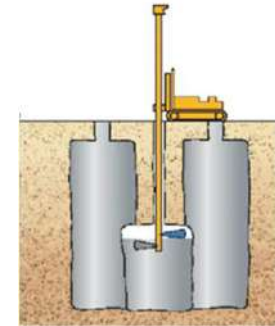
Steel

Concrete mixture

Reinforcement

Additional loads

Foundation



40%

30%

15%

5%

10%

1000 ton staal

Museum Amsterdam

reduceren embodied carbon door:

- toepassing o.a. geopolymeerbeton
- toepassing o.a. basaltvezelwapening
- toepassing donorstaal

Projectambitie hergebruik staal (ondergrens):

- minimaal 50% kleiner of gelijk aan 400mm verkregen uit donorstaal;
- minimaal 10% van de overige staalprofielen verkregen uit donorstaal;
- overig staal is Electrical Arc Furnace geproduceerd;



Pad 1: Gebruik van donorskelet

Ontwerpen met een gegeven hoeveelheid en afmetingen van staal;

➔ Pad 2: Fit for availability

Flexibel ontwerpen/engineering met een zo hoog mogelijk rendement hergebruik:

- Grootste kans op donorstaal voor profielen in categorie 2 (<400mm)
- Testen op basis van NTA 8713
- Samenwerking met circulair sloopaannemer in zoektocht donorprofielen

Bedankt voor jullie aandacht!



MILIEU-IMPACT GESTUURD ONTWERPEN

BOUWEN AAN EEN DUURZAME TOEKOMST



ir. Ronald Wenting

Adviseur constructies / Associate partner / Registerontwerper

- ▶ T +31 6 12 36 97 23
- ▶ E r.wenting@abt.eu