

abt



ir. Kars Haarhuis RC
23-01-24



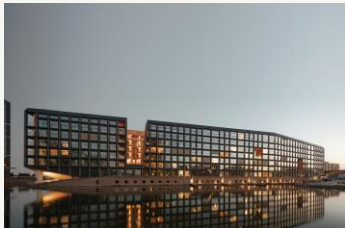
CO₂-neutraal
bij oplevering

ir. Kars Haarhuis



**Projectleider constructies ABT / Registerconstructeur (RC)
Associate Partner Oosterhoff**

- ▶ T +31 6 5393 3529
- ▶ E k.haarhuis@abt.eu
- ▶ Li www.linkedin.com/in/haarhuis



Jonas IJburg
BREEAM Outstanding
Betonprijs 2024



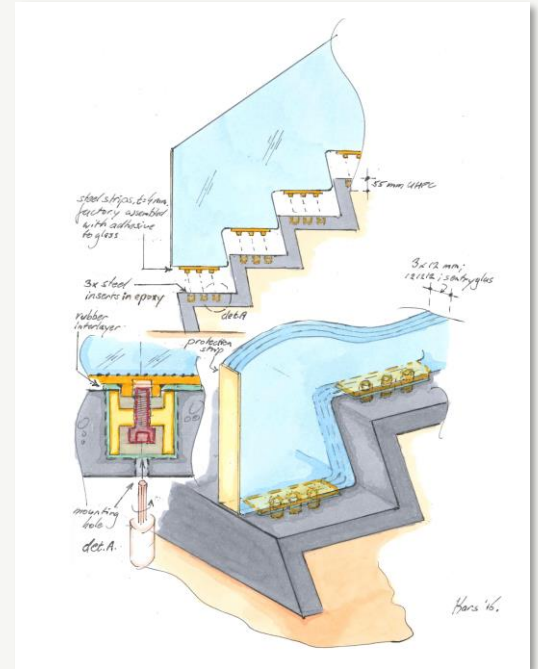
Bastei Nijmegen
Schreudersprijs 2019
Houten boomstammen



Eusebiuskerk Arnhem
Glas specials



Wagener Stadion
Div. Zorg- en publieke
gebouwen



Hybride staal-glas trap
Betonprijs 2017





Wiegerinck

Amphia Ziekenhuis
Breda



IAA architecten



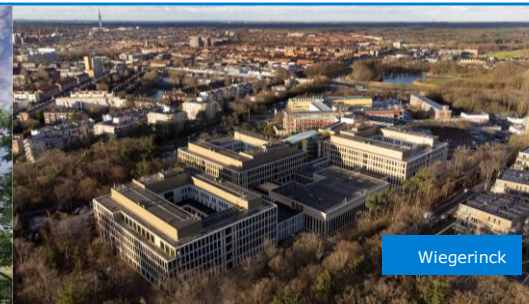
St Jansdal Ziekenhuis
Harderwijk



a/d Amstel architecten



Franciscus Gasthuis
Rotterdam



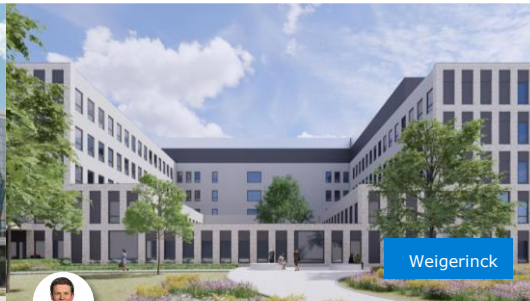
Wiegerinck

Tergooi MC
Hilversum



IAA Architecten

MST
Enschede



Wiegerinck



St Jans Gasthuis
Weert



INBO

Erasmus MC
Rotterdam



GAF

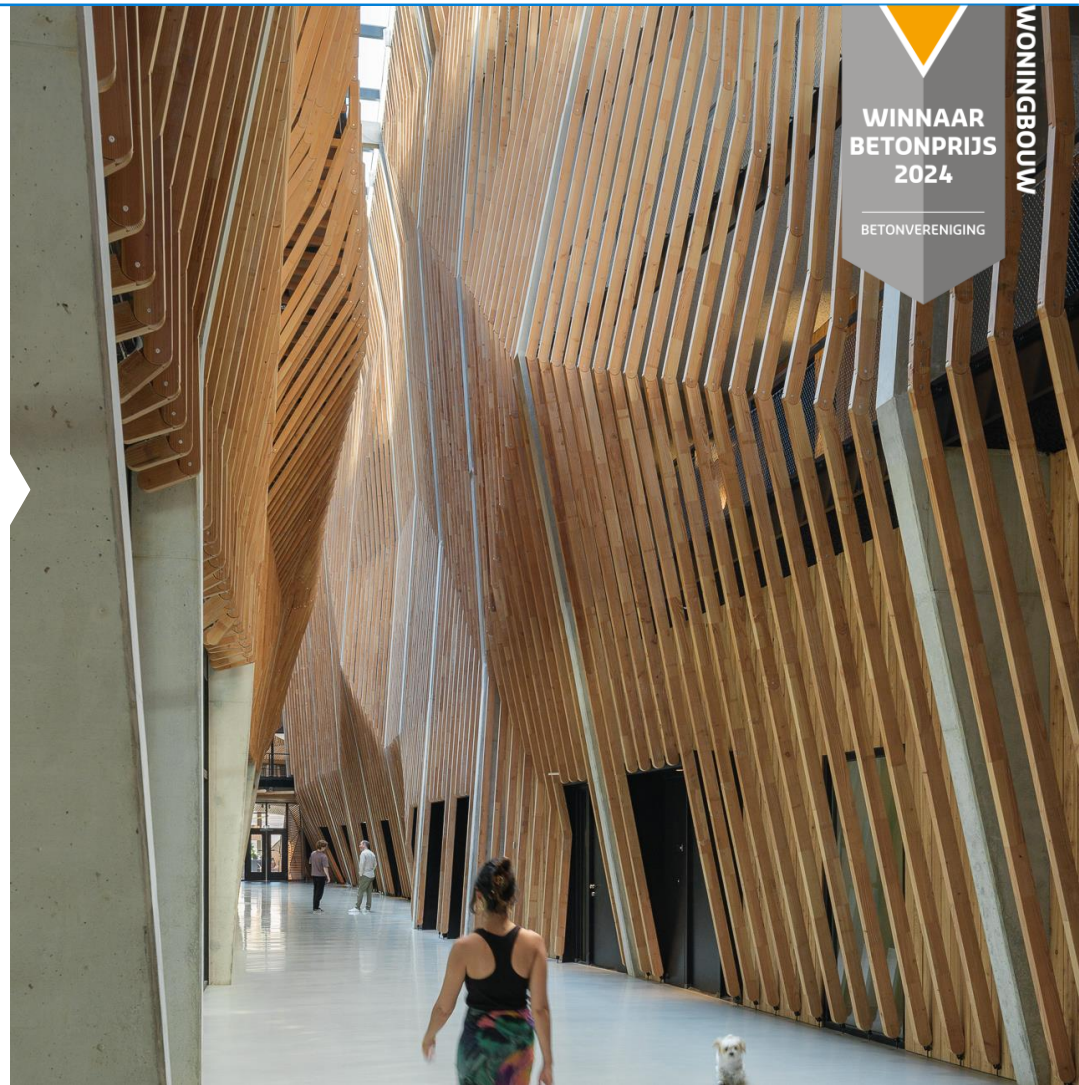
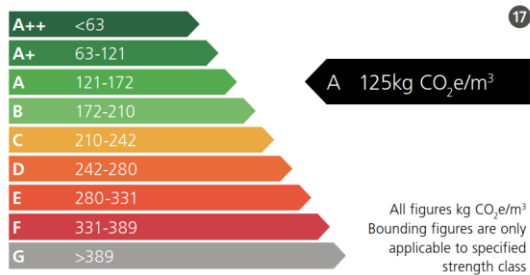
Spaarne Gasthuis
Haarlem

Een selectie van onze ervaring

BREEAM Outstanding

Jonas IJburg

- ▶ Eerste betonnen woongebouw met BREEAM Outstanding duurzaamheidslabel
- ▶ In tenderfase hout overwogen
- ▶ Traditionele betonconstructie, bewust gestuurd op CO₂
- ▶ BREEAM score 95,5%
- ▶ Energieneutraal
- ▶ Maximale toepassing van hoogovencement
- ▶ >25% gerecycled toeslagmateriaal



WINNAAR
BETONPRIJS
2024

BETONVERENIGING

WONINGBOUW

En de zorg?



Wettelijk kader

Klimaatneutraal in 2050

Bbl – Besluit bouwwerken leefomgeving, §4.4.2

MPG = MilieuPrestatie Gebouwen

- Uitsluitend eisen gesteld aan woonfuncties en kantoorgebouwen.
- Aanscherping MPG en introductie MPG-zorgeis uitgesteld vanwege “duurder maken” woningen (Mona Keijer, Aanbiedingsbrief Kamervr. 3 okt. 2024)

Besluit bouwwerken leefomgeving

Artikel 4.159 (milieuprestatie)

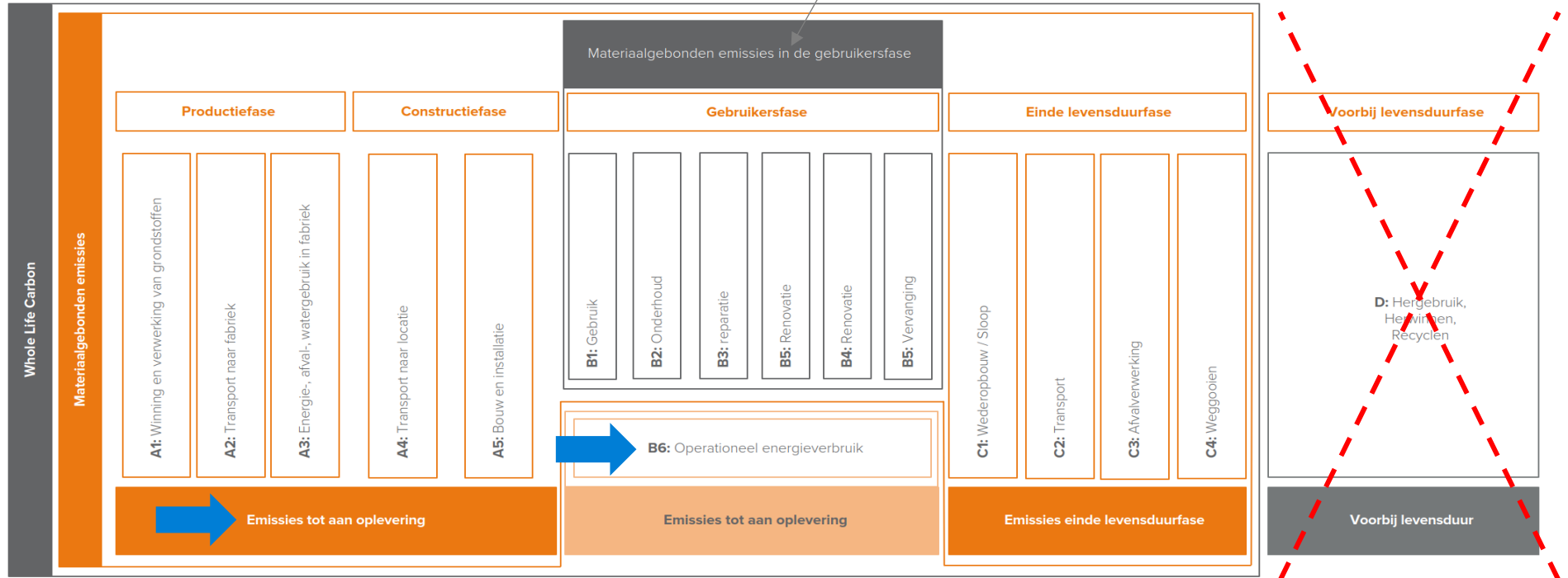
 [Toon leden van toepassing en grenswaarden voor artikel 4.159](#)

- 1 Een woonfunctie heeft een milieuprestatie van ten hoogste 0,8, bepaald volgens de [Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken](#).
- 2 Een kantoorgebouw heeft een milieuprestatie van ten hoogste 1, bepaald volgens de [Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken](#).
- 3 Het tweede lid is niet van toepassing op een kantoorgebouw als de totale gebruiksoppervlakte aan kantoorfuncties en nevengebruikfuncties daarvan in het kantoorgebouw of in het gebouw waarvan het kantoorgebouw deel uitmaakt kleiner is dan 100 m².
- 4 Het tweede lid is niet van toepassing op een kantoorgebouw dat deel uitmaakt van een gebouw met andere gebruikfuncties dan de kantoorfunctie of nevengebruikfuncties daarvan.

De dag van oplevering: Upfront carbon benadering

Materiaalgebonden emissie, bron tot realisatie
(U.K. Paris Proof "Upfront carbon" benadering)

Relevant voor producten met korte levensduur, niet wenselijk

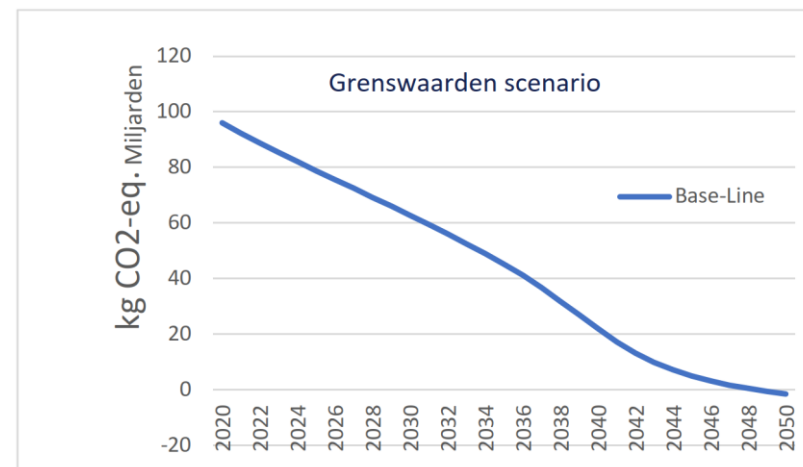


Afbeelding: DGBC

Carbon budgetten

- Paris Proof "2025" vs Paris Proof 2050

Paris Proof grenswaarden NIEUWBOUW	materiaalgebonden emissies kg CO ₂ -eq. per m ²			
	2021	2030	2040	2050
Woning (eengezinswoning)	200	126	75	45
Woning (meergezinswoning)	220	139	83	50
Kantoor	250	158	94	56
Retail vastgoed	260	164	98	59
Industrie	240	151	91	54



Afbeeldingen: NIBE / DGBC

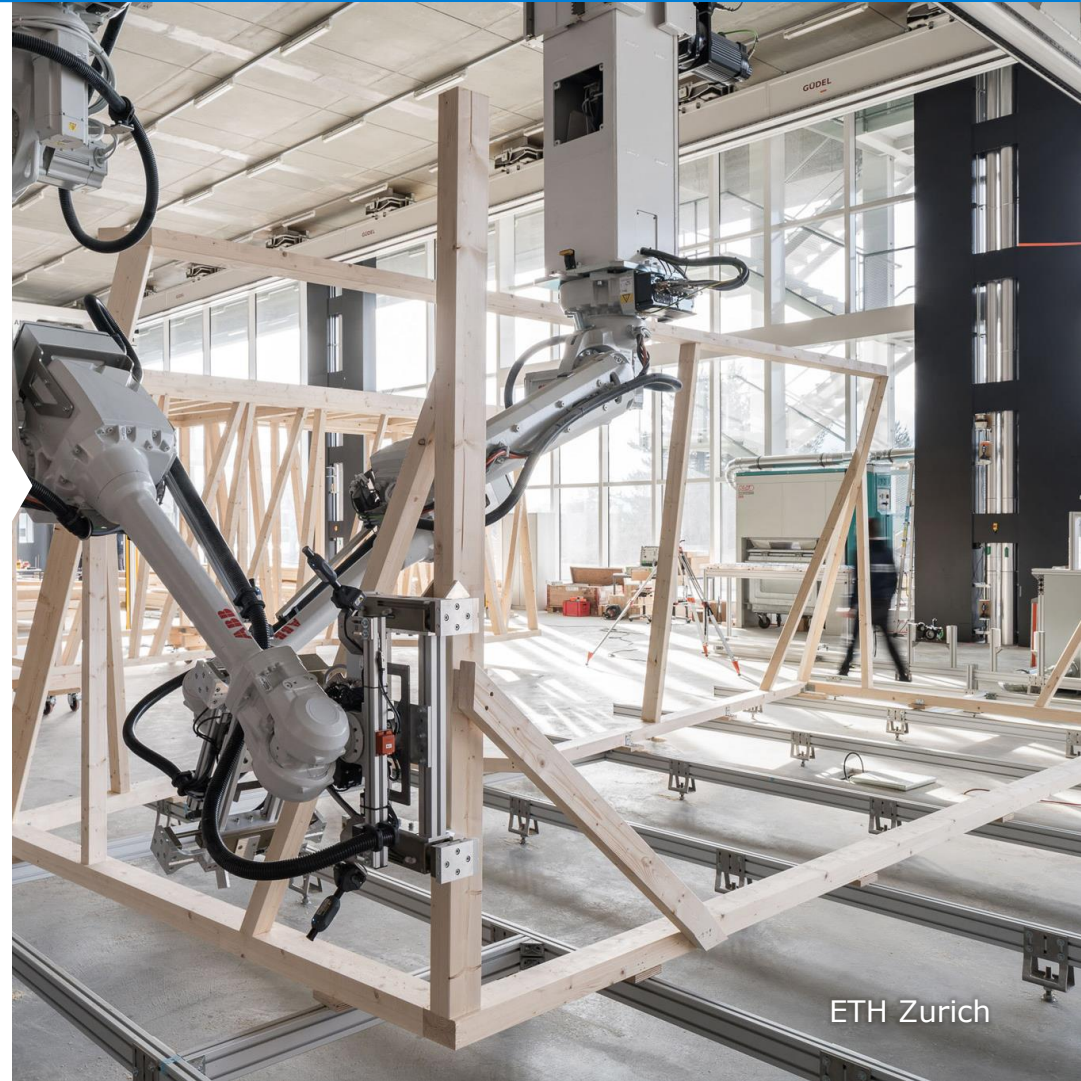


“30 years blah blah blah”

Volop kansen

- Verduurzaming materialen
- Modulair bouwen: lichter, sneller, zelfs open-source (Wikihouse)
- Robotisering: seriematige productie
- Innovatie: nieuwe materialen, nieuwe concepten, etc.

- **Refuse:** weigeren/voorkomen gebruik
- **Reduce:** gebruik minder grondstoffen
- **Redesign:** herontwerp met oog op circulariteit
- **Re-use:** product hergebruik (2e hands)
- **Repair:** onderhoud en reparatie
- **Refurbish:** product opknappen
- **Remanufacture:** nieuw product van 2e hands
- **Re-purpose:** hergebruik product maar anders
- **Recycle:** verwerking en hergebruik materialen
- **Recover:** energie terugwinning



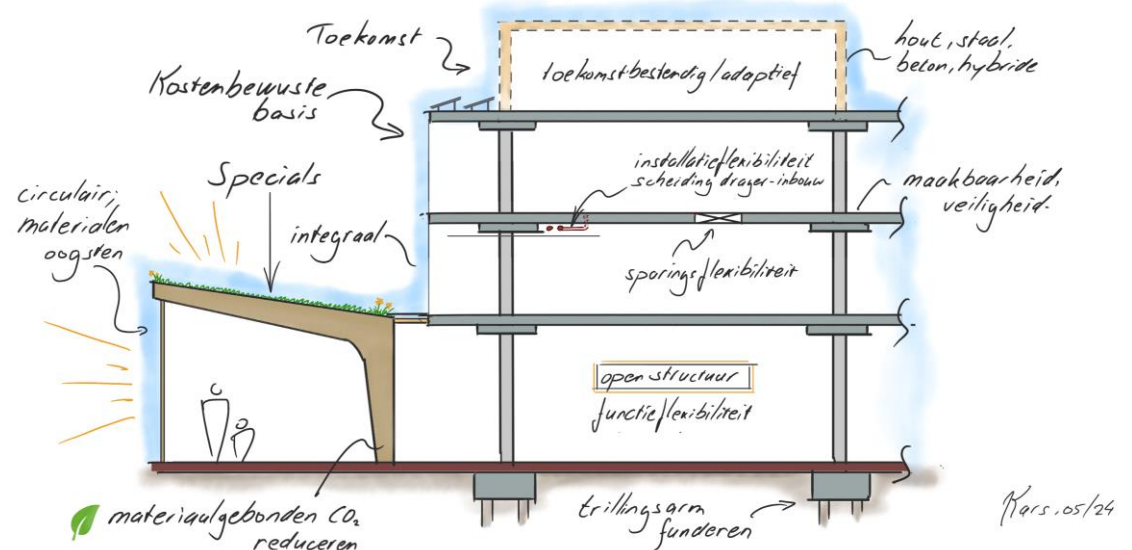
Duurzaamheid meten

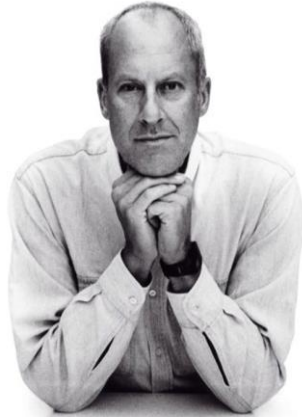
- MPG
- Materiaalgebonden CO2 (embodied carbon)
- Circulair: non-virgin materialen
- Afvalstromen
- Adaptief vermogen en flexibiliteit
- Losmaakbaarheid
- Ontwerplevensduur verlengen
- CO₂-opslag (CSSU, biochar of biogene opslag)

Milieu-impact gaat verder dan het Bbl.

Alternatieven:

- BREEAM
- HNN (Het Nieuwe Normaal)
- WELL (gezondheid)
- E.a.





HOW MUCH DOES
YOUR BUILDING WEIGH
MR. FOSTER?

1978

Buckminster Fuller
vs Norman Foster

Calculations structure:

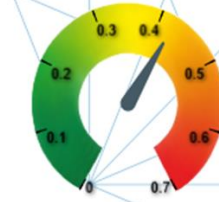
CO ₂ emission	(kg)	4338187
	(kg/m ² BVO)	221.34
shadow price	(€)	414097
	(€/m ² BVO)	21.13
	(€/m ² BVO/year)	0.42
BVO	(m ²)	19600
lifespan	(year)	50

refresh

export Excel



CO₂ emission per Revit category



Shadow price per €/m² BVO/year

[Werk je voor het eerst met de MIM?](#)

1.2

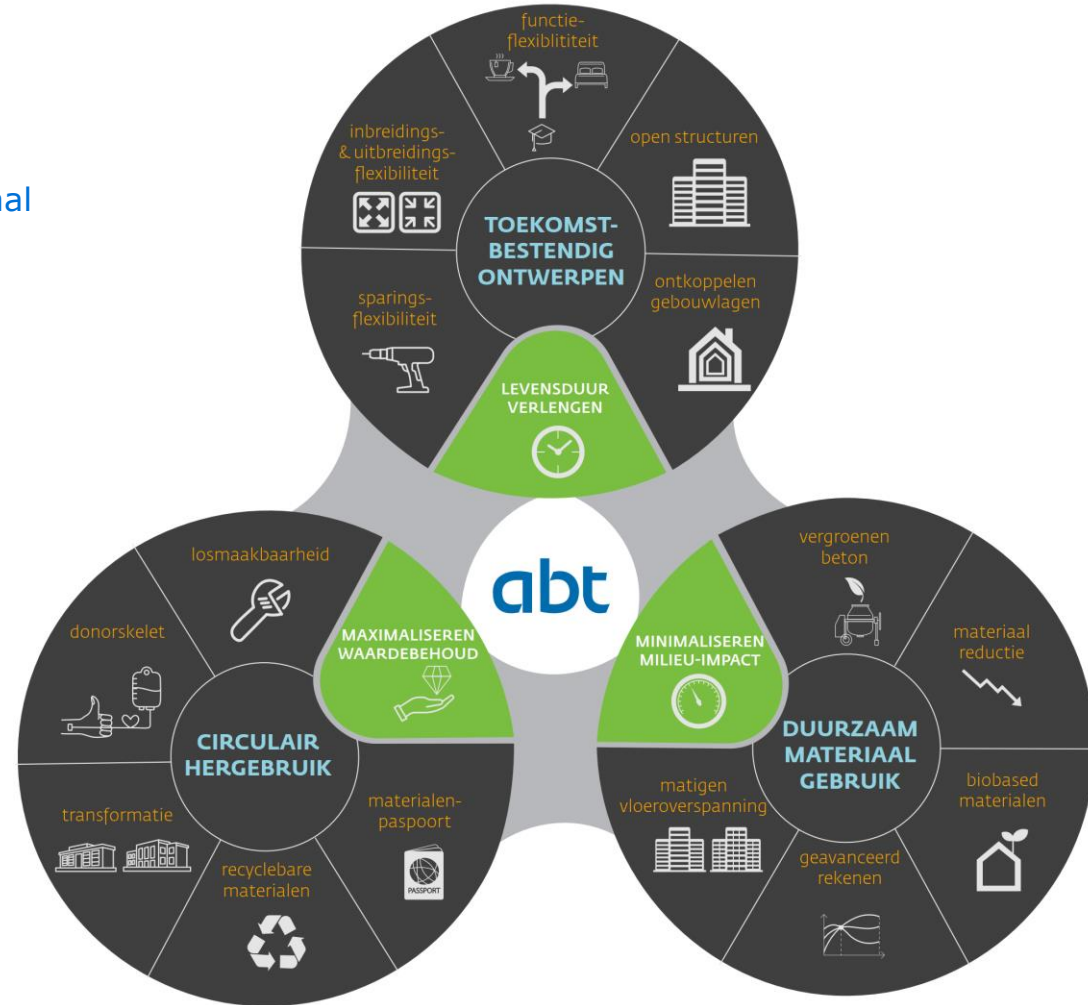
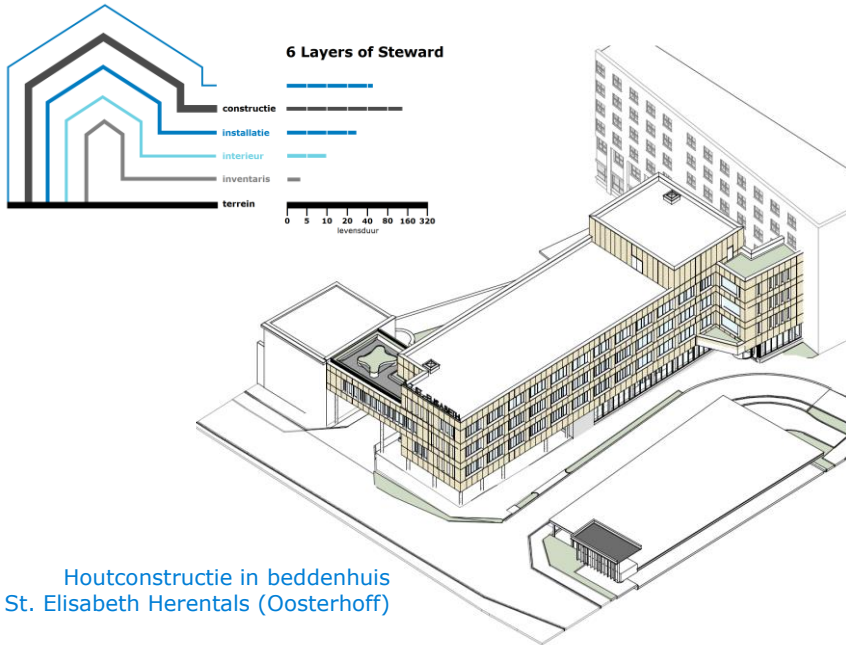
2025

ABT MIM
Milieu-impact monitor

How much **impact** does your building make?

Maatwerk

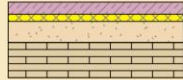
- 50% van milieu-impact gebouw = constructiemateriaal
- Wordt meer naarmate energieverbuik afneemt



Houtbouw

CLT natte dekvloer **CO₂ 41|-3***
 ↓ 390 ⚖ 385 € 235 34% | 66%

- Dekvloer anhydriet 70 mm
- Isolatie 20 mm
- Zand/ gravel 100 mm
- Folie
- CLT 200 mm



CLT droge dekvloer **CO₂ 54|10***
 ↓ 410 ⚖ 250 € 305 50% | 50%

- Fermacell 25 mm
- Isolatie 20 mm
- Zand/ gravel 60 mm
- Folie
- CLT 200 mm
- Isolatie 75 mm
- Gipsvezelplaat 30 mm



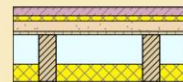
CLT schuimbeton **CO₂ 59|15***
 ↓ 390 ⚖ 385 € 240 54% | 46%

- Dekvloer anhydriet 70 mm
- Isolatie 20 mm
- Schuimbeton 100 mm
- Folie
- CLT 200 mm



Balklaag **CO₂ 52|40***
 ↓ 480 ⚖ 305 € 230 54% | 46%

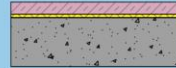
- Dekvloer anhydriet 70 mm
- Folie
- Isolatie 30 mm
- Zand/ gravel 40 mm
- Folie
- Underlayment 18 mm
- Hout + Isolatie 270 mm
- Bekleding + regelwerk 27 mm
- Gipsplaat 2x12,5 mm



Duurzamer beton

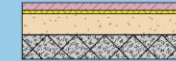
Duurzamer in-situ beton **CO₂ 58**
 ↓ 340 ⚖ 745 € 200 22% | 78%

- Anhydriet dekvloer 70 mm
- Isolatie 20 mm
- In situ beton 250 mm C30/37, XC1, CEM III B (ecocem)
- Wapening 60 kg/m³



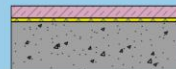
Kanaalplaatvloer **CO₂ 58**
 ↓ 390 ⚖ 605 € 155 26% | 74%

- Anhydriet dekvloer 70 mm
- Isolatie 20 mm
- Zand/ gravel 100 mm
- Kanaalplaat 200 mm



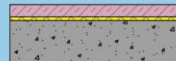
ECO beton **CO₂ 43**
nu mogelijk, maar wijkt af van de norm
 ↓ 340 ⚖ 745 € 205 30% | 70%

- Anhydriet dekvloer 70 mm
- Isolatie 20 mm
- Duurzaam beton 250 mm (AACM/ Urban Mine/ geopolymer)
- Basalt/glasvezel wapening 20 kg/m³



CO₂-neutraal beton **CO₂ 23**
in de toekomst mogelijk
 ↓ 340 ⚖ 745 € 215 57% | 43%

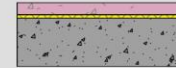
- Anhydriet dekvloer 70 mm
- Isolatie 20 mm
- Beton met CC(S)U technologie 250 mm, C30/37, XC1
- Basalt/glasvezel wapening 20 kg/m³



Traditioneel

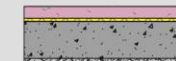
Volledig in-situ **CO₂ 95**
 ↓ 340 ⚖ 745 € 180 34% | 66%

- Cement dekvloer 70 mm
- Isolatie 20 mm
- In-situ beton 250 mm C30/37, XC1, NL gem. mengsel
- Wapening 70 kg/m³



Breedplaat **CO₂ 101**
 ↓ 340 ⚖ 745 € 190 32% | 68%

- Cement dekvloer 70 mm
- Isolatie 20 mm
- In-situ beton/ druklaag 190 mm C20/25, XC1, NL gem. mengsel
- Breedplaat 60 mm C30/37, XC1, prefab snel
- Wapening 70 kg/m³



Appartementen-vloer **CO₂ 107**
 ↓ 350 ⚖ 650 € 150 30% | 70%

- Cement dekvloer 70 mm
- Isolatie 20 mm
- Appartementenvloer 260 mm



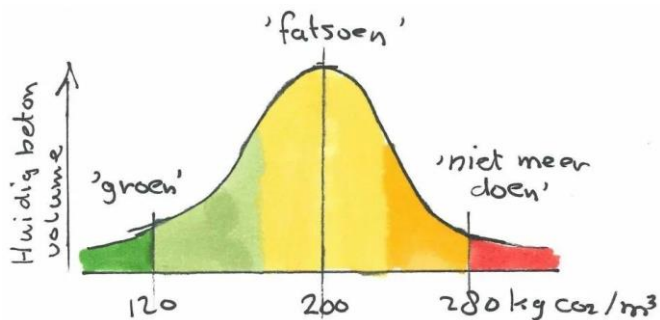
PPI budget 2030: 50-55 kg CO₂-eq/m²

- CO₂** PPI [kg CO₂-eq/m²] (LCA fase A1-A5)
- *** 30% biogene CO₂ opslag meegenomen [kg CO₂-eq/m²]
- % | %** aandeel PPI: bouwkundig | constructief
- ↓** dikte [mm]
- ⚖** gewicht [kg/m²]
- €** directe bouwkosten [€/m²]
- 🔥** 60 minuten brandwerendheid

NB vloerverwarming overal mogelijk

Betonakkoord / groen beton

- Getekend door diverse aannemers
- Licht groen beton = geringe impact op planning, kosten en beschikbaarheid
- Donker groen beton = beton dat door “koplopers” binnen de bestaande normen en richtlijnen kan worden toegepast.
- Jaarlijks 7,5% reductie



Niki Loonen, TBI

BETONAKKOORD

BETONAKKOORD definitie van groen beton

Het Betonakkoord streeft een duurzame betonketen na waarin gebruik van secundaire grondstoffen en een lage CO₂-impact twee belangrijke pijlers zijn. Bij de katen van opdrachtgevers, ontwerpers, aannemers en leveranciers bestaat behoefte aan een eenduidige definitie van 'groen' beton, zodat uitvraag en aanbod beter op elkaar aansluiten. In het navolgende is een definitie voor twee classificaties van 'groen' beton beschreven die als contracteis door opdrachtgevers kunnen worden toegepast. Dit betreft zowel betonmortel als prefabbeton. De waarden zoals benoemd in dit document zijn door de Onafhankelijke CROW Commissie Duurzame Betonketen (ook wel genoemd: expertpanel) geverifieerd.

'Licht groen' beton

Beton dat door het peloton met een geringe impact op planning, kosten en beschikbaarheid kan worden toegepast. Specifieke beton toepassingen, zoals witbeton, koude tunnelbouw en snel te ontkisten prefab zonder verwarmen kunnen bij deze klasse mogelijk niet meer worden toegepast.

'Donker groen' beton

Beton dat door koplopers met uiteenlopende technologieën reeds binnen bestaande normen en richtlijnen wordt toegepast. Het toepassen van dit beton kan grotere impact hebben op kosten, beschikbaarheid en de planning van een project. Zodra de technologie wordt opgeschaald, zullen kosten en beschikbaarheid geen issue meer zijn. Dan worden de mogelijkheden de basis voor de waarden in het 'licht groen' beton (peloton).

De opdrachtgever of ontwerper kan met het benoemen van een classificatie de ambitie voor het project kenbaar maken aan de andere ketenpartners, eventueel per onderdeel van het bouwwerk.

De omstandigheden waarin beton wordt toegepast heeft een sterke invloed op de levensduur. Voor beton in een agressievere omgeving wordt daarom meer cement toegepast en kan minder secundaire grondstof worden gebruikt. Zodoende is, gekoppeld aan de milieuklasse, een waarde voor de CO₂-impact en circulariteit bepaald die de beton producent kan aanhouden.

Onderstaande tabellen tonen voor 2024 de aan te houden waarden voor de CO₂-impact van **licht groen (peloton)** en **donker groen (koplopers)** beton voor de LCA onderdelen A1 - A3 (productiefase)* (Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken versie 1.1) (links) en de waarde voor het massa aandeel secundaire grondstof van het totale beton (rechts). Er is voor een indeling in milieuklasse (de omgevingscondities waaraan beton wordt blootgesteld) gekozen aangezien de norm voor agressievere condities het gebruik van meer cement voorschrijft waardoor de milieupact per definitie hoger is. Onder andere voor relatief hoge sterkteklassen is een verhoogde CO₂ impact nader beschreven.

* LCA set A1 zonder PCR cement

Milieuklasse	kg CO ₂ /m ³	kg CO ₂ /m ³
XD	106	143
XC1	118	159
XC2	126	170
XC3/XD1	135	180
XC4/XS1/XD2	147	196
XS2/XS3/XD3	162	216

Milieuklasse	Aandeel secundair	Aandeel secundair
XD	50%	35%
XC1	35%	23%
XC2	25%	17.5%
XC3/XD1	25%	17.5%
XC4/XS1/XD2	15%	12%
XS2/XS3/XD3	15%	12%

De waarden voor de CO₂-impact van zowel koplopers als peloton worden over de tijd verlaagd en de percentages secundaire grondstof verhoogd. Voor de CO₂-impact zijn op basis van het oordeel van het onafhankelijke expertpanel de reducties voor uitvoering al bepaald op respectievelijk 7,5% in 2025 en 15% in 2026. Het moment van ondertekening van het contract is daarbij niet relevant. Het jaar waarin met de bouw wordt gestart, is het moment waarop de (op dat moment geldende) waarde van toepassing is. Dus voor contracten die in 2024 gesloten worden, worden bovengenoemde waarden en reducties gehanteerd.

De opdrachtgever die de koplopers uitdaagt, gebruikt de donkergroene waarden en stelt als contracteis een maximale voetafdruk van de lichte groene waarden. Dus een project waarbij startbouw in 2026 is, hanteert de waarde uit de tabel minus 15% (CO₂) respectievelijk plus 15% (circular). Tabellen voor 2025 en 2026 zijn toegevoegd onderaan dit document.

Staal

- Staal is recyclebaar, al veel hergebruik
- Productie vergt veel energie

Kan ook anders: uitkijktoren Hofvijver, Den Haag

- 0,13 kg CO₂ eq per kg = laag!
- Emissieloos gemonteerd
- Terugnamegarantie

Alternatief: XCARB (Arcelor-Mittal)

- 75% hergebruikt staal
- 100% duurzame energiebronnen





Biobased bouwen

Triodos Bank (Oosterhoff)



Biobased bouwen

Mycelium – Avans/MNEXT



Circulair bouwen

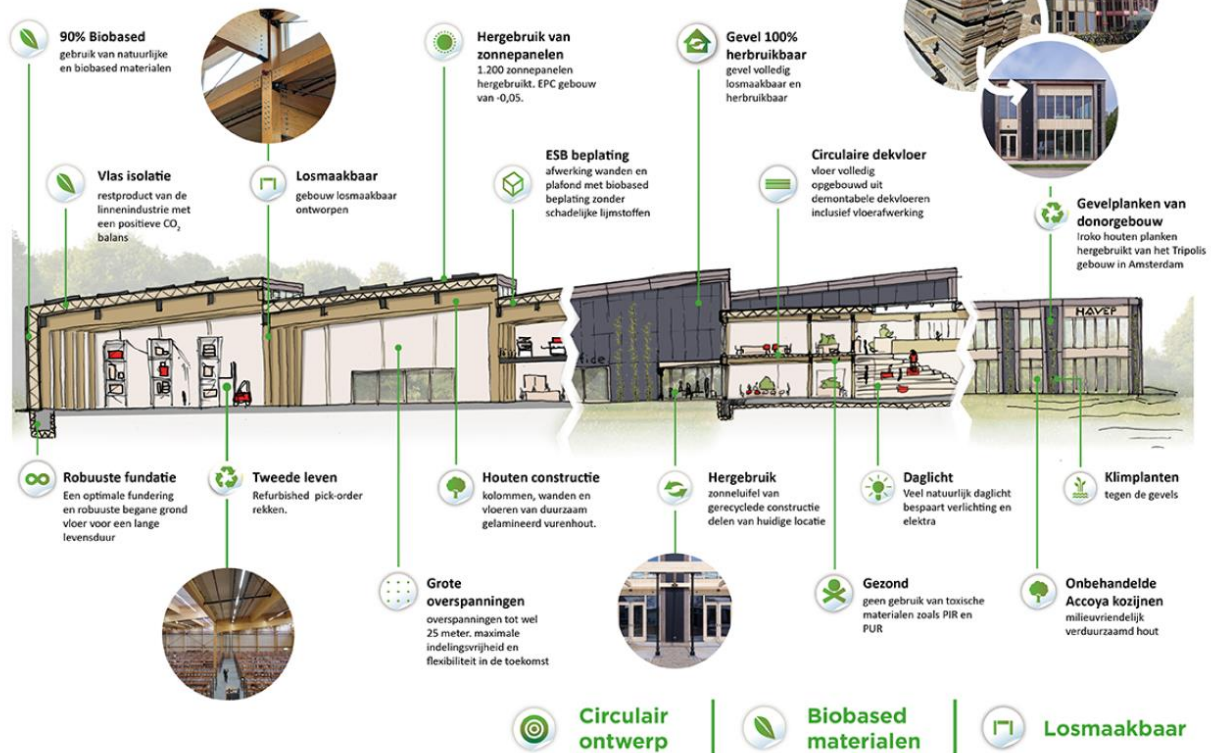
Emergis Goes/Kloetinge (ABT)

Integraal duurzaam

- Emissies materialen
- Emissies bouw
- Energieverbruik
- Afval en hergebruik
- Omgeving
- Klimaat
- Ontwerp
- Bouw en transport (CSRD)

PAUL DE RUITER
ARCHITECTS

Circulair
Materiaalgebruik



Ga ervoor

k.haarhuis@abt.eu
06-5393 3529

 www.linkedin.com/in/haarhuis



MILIEU-IMPACT GESTUURD ONTWERPEN

BOUWEN AAN EEN DUURZAME TOEKOMST

abt

30 pagina's praktische tips om de
verduurzaming vandaag te versnellen