



Multiverksted

Administration

GRU
KARTROGEN
DET GAMLE ROM

LCA / Livscyklusvurdering I byggeriet

FSTA Årskonference 2023

Arkitema •• COWI



Præsenteres af



Mikkel Printz

Arkitekt MAA

Chefspecialist

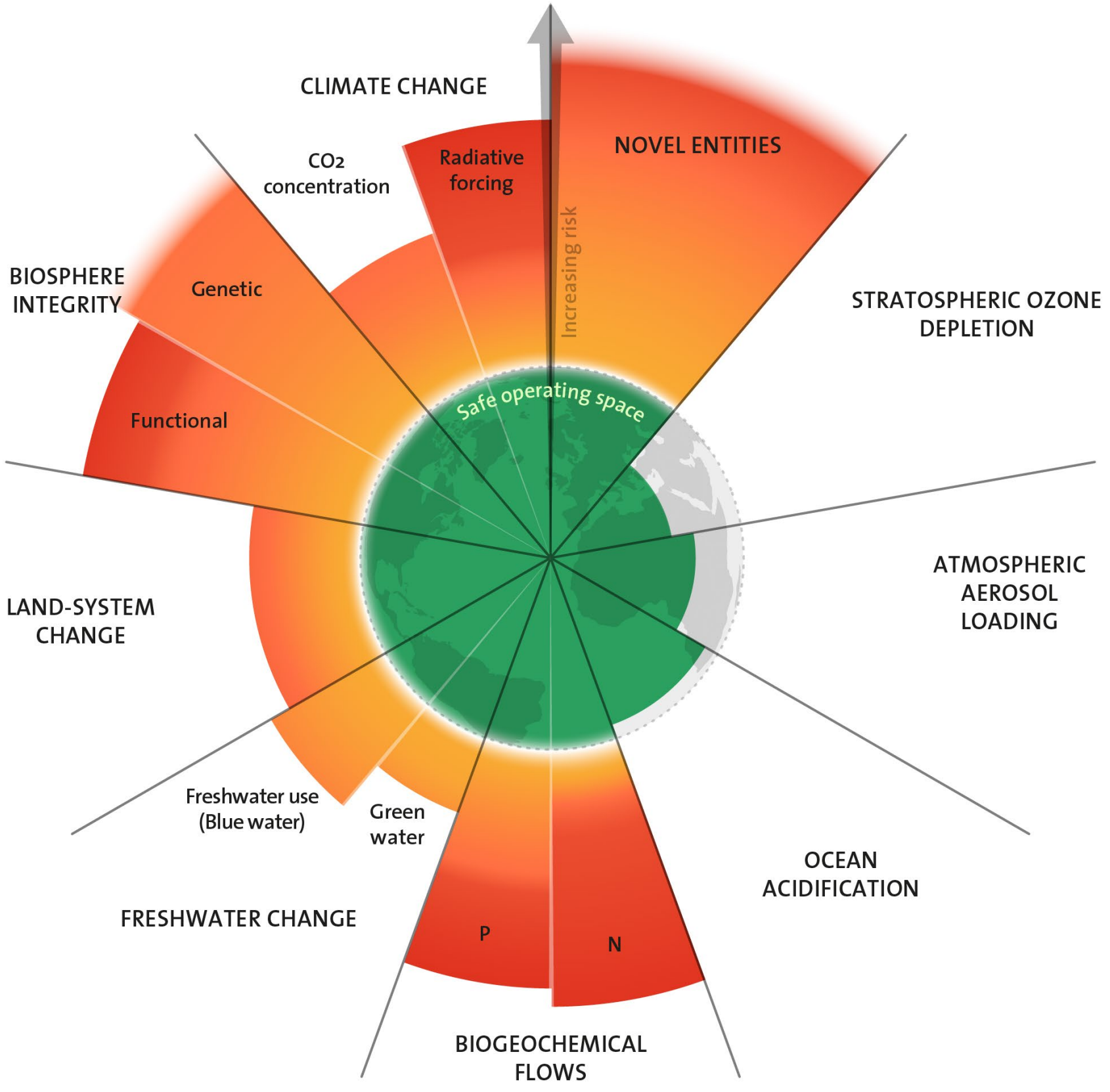
Design Technology & Innovation

Mimp@arkitema.com

Klimaforandring, De planetære grænser

Begreb, der bruges i relation til forskning i den globale miljøtilstand

Relativ bæredygtighed vs.
Absolut bæredygtighed



Planetary boundaries – Stockholm Resilience Centre

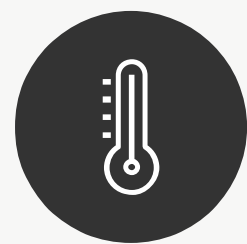
Klimaforandringens konsekvenser



Mere og kraftigere vind



Mere og kraftigere regnskyl



Stigende temperatur



Stigende vandstand



Risvangen - regnvandshåndtering

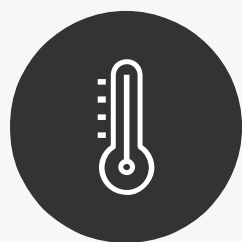
Klimaforandringens konsekvenser



Mere og kraftigere vind



Mere og kraftigere regnskyl



Stigende temperatur



Stigende vandstand

Naturbaseret kystsikring i Dragør





CO₂-reduktion

Sikre lav CO₂-udledning i alle vores projekter



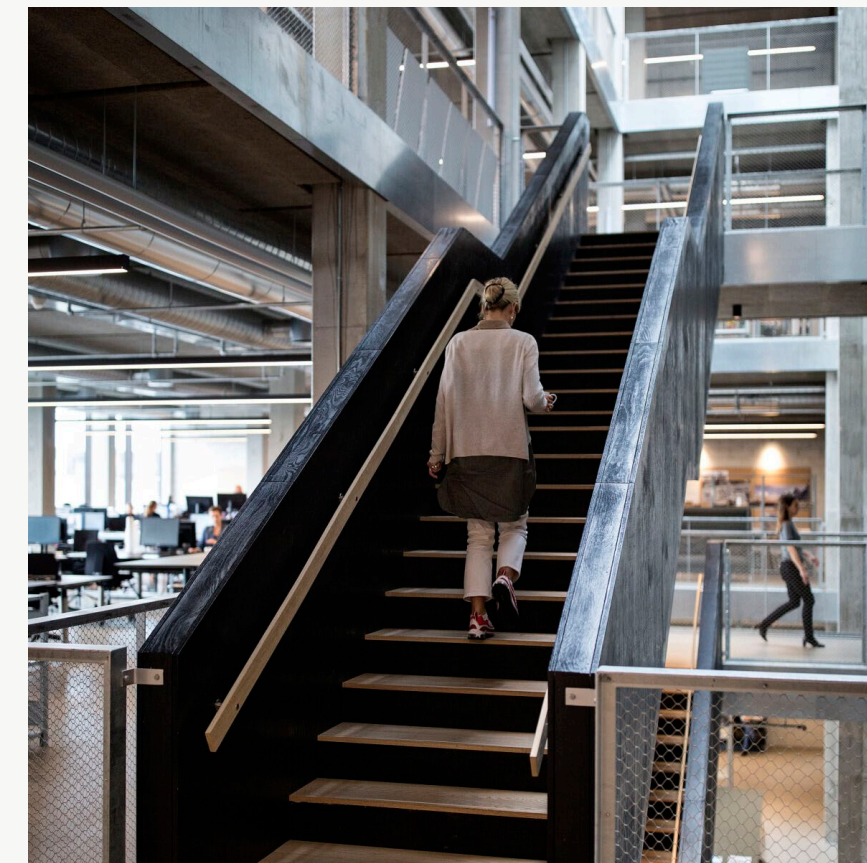
Økosystemer

Minimal økologisk påvirkning og øget biodiversitet



Levedygtighed

Skabe inkluderende og gode sociale miljøer



Transformation

Minimal økologisk påvirkning og øget biodiversitet



CO₂-reduktion

Sikre lav CO₂-udledning i alle vores projekter



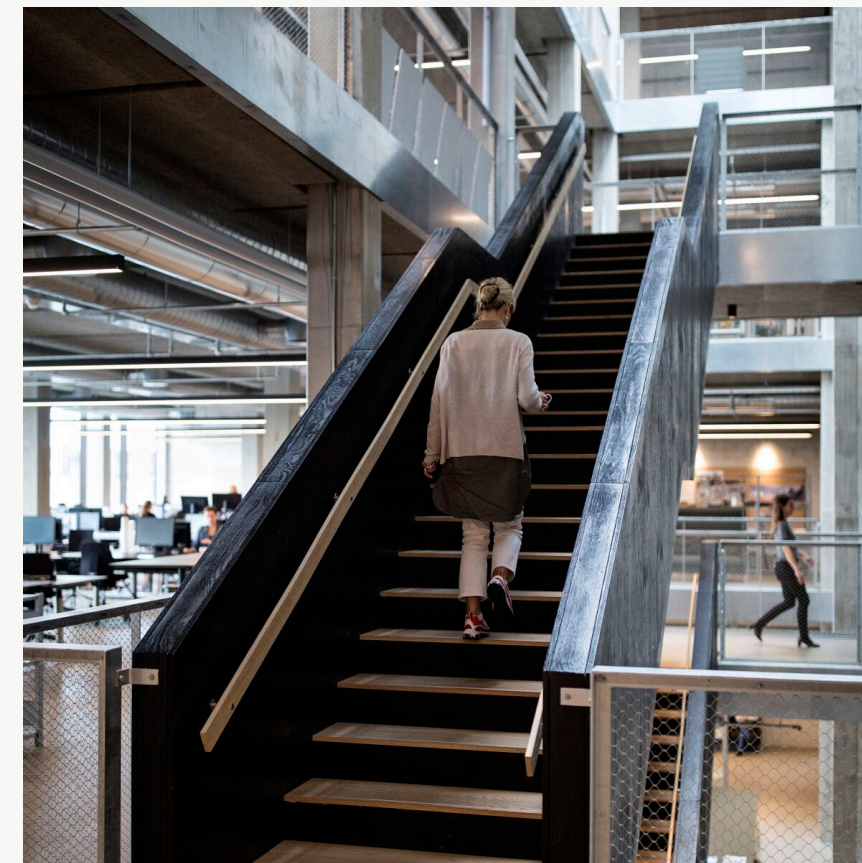
Økosystemer

Minimal økologisk påvirkning og øget biodiversitet



Levedygtighed

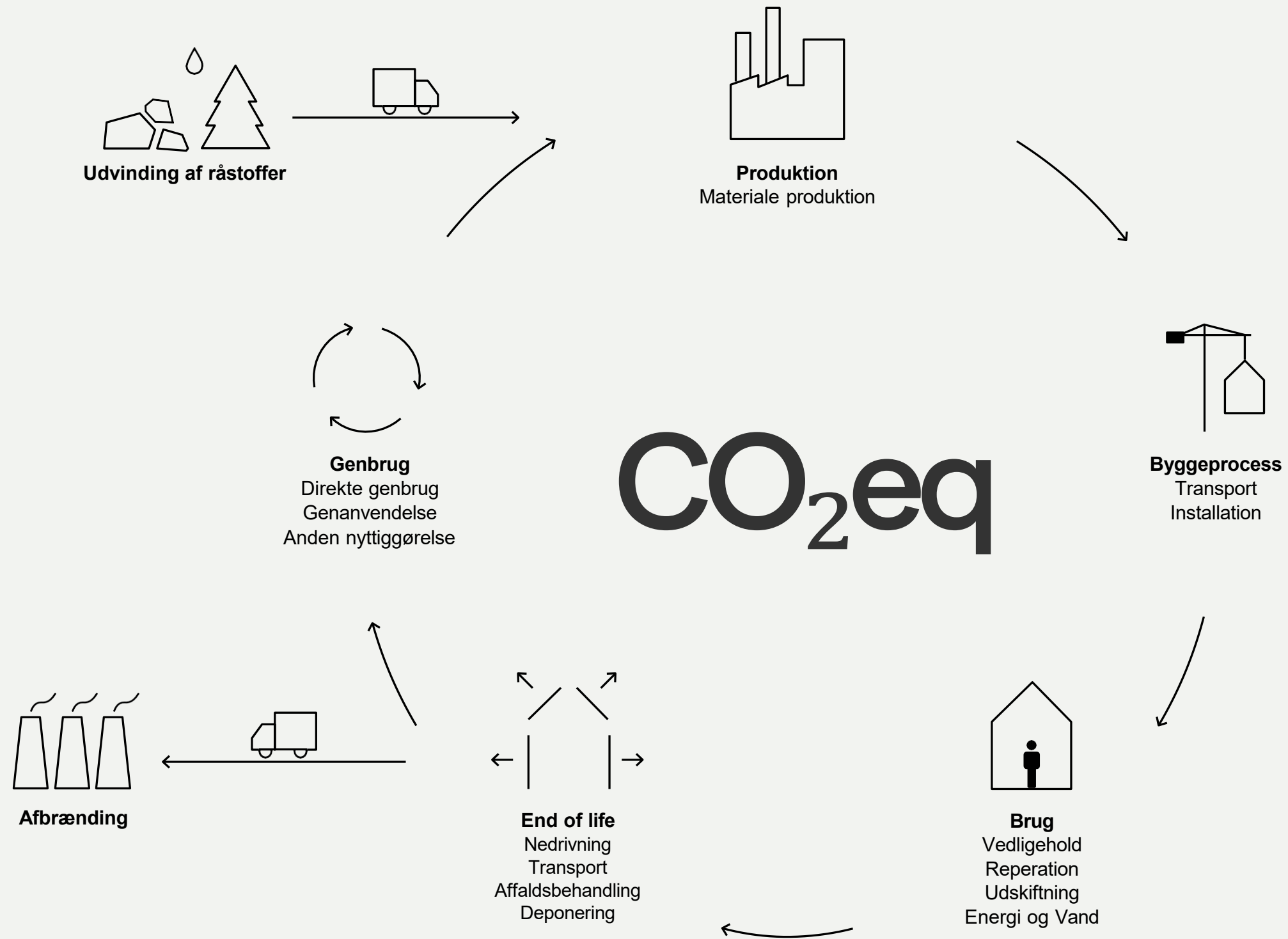
Skabe inkluderende og gode sociale miljøer



Transformation

Minimal økologisk påvirkning og øget biodiversitet

..LCA?



Produkt		
A1	A2	A3
Råmaterialer	Transport	Fremstilling

Byggeproces	
A4	A5
Transport	Opførelse / Montering

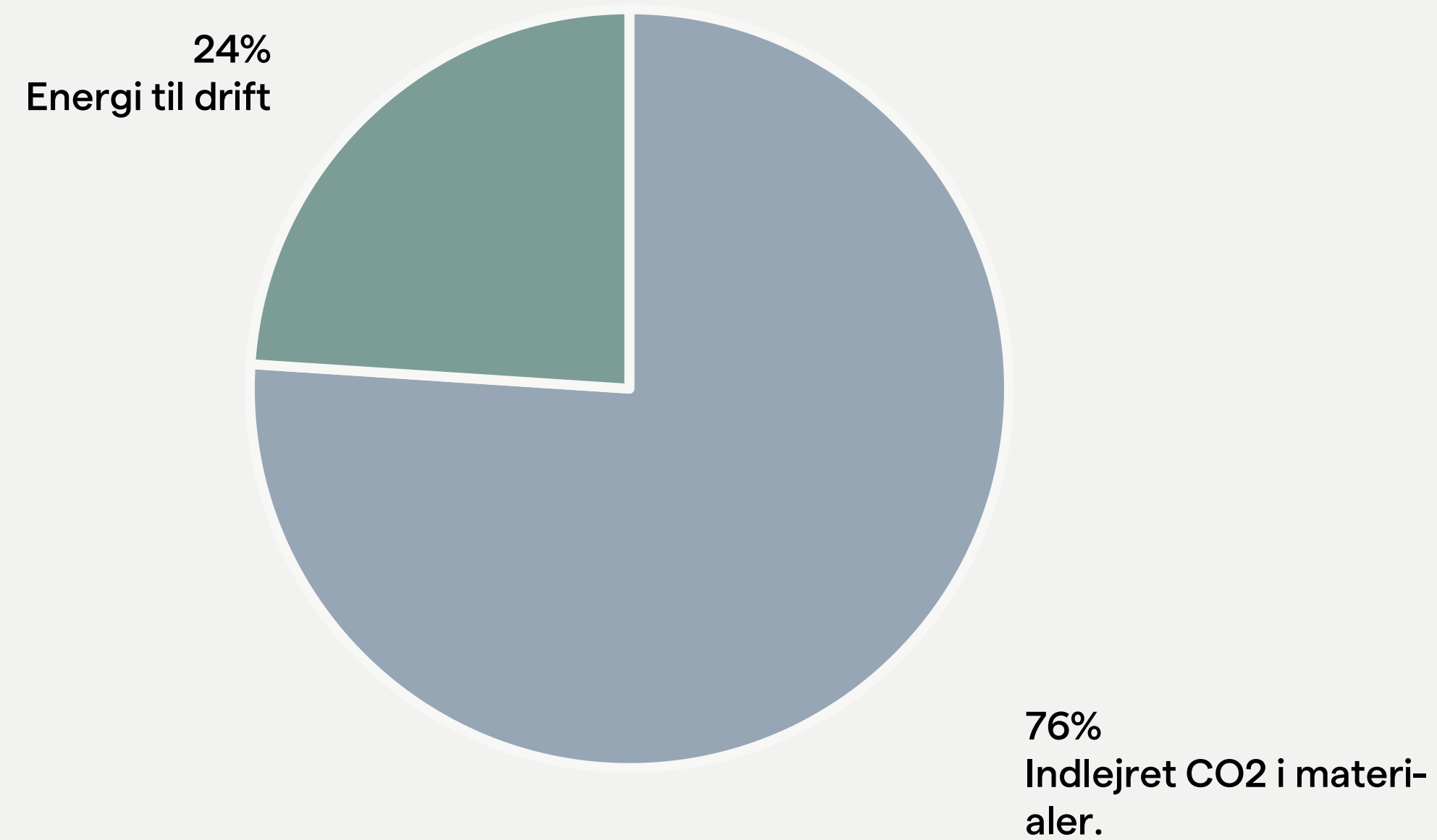
Brug				
B1	B2	B3	B4	B5
Brug	Vedligeholdelse	Reparation	Udskiftning	Renovering
Energi til drift				B6
Vand til drift				B7

Endt levetid			
C1	C2	C3	C4
Nedtagning / Nedrivning	Transport	Affaldsbehandling	Bortskaffelse

Udenfor levetid
D
Genbrug Genanvendelse Anden nyttiggørelse

Udregnes med medtages ikke i samlet resultat

En ny bygnings udledning



National Strategi for bæredygtighed

**Aftale mellem regeringen
(Socialdemokratiet) og Venstre, Dansk
Folkeparti, Socialistisk Folkeparti,
Radikale Venstre, Enhedslisten, Det
Konservative Folkeparti og Alternativet
om:**

**National strategi for bæredygtigt
byggeri**

5. marts 2021

1

Tabel 1: Trinvis indfasning og stramning af CO₂-krav til bygninger*

2020	Testfase af den frivillige bæredygtighedsklasse, hvor der indgår et krav om LCA-beregning.		
	Nybyggeri over 1000 m ²	Nybyggeri under 1000 m ²	Frivillig CO ₂ -klasse
2023	Krav om LCA-beregning. Krav om CO ₂ -grænseværdi svarende til 12 kg CO ₂ -ækv/m ² /år.	Krav om LCA-beregning.	Krav om LCA-beregning. Krav om CO ₂ -grænseværdi svarende til 8 kg CO ₂ -ækv/m ² /år.
Ultimo 2023	Aftaleparterne mødes med henblik på fastsættelse af grænseværdi fra 2025, således at denne kan fastsættes ud fra den nyeste viden og data.		
2025	Krav om CO ₂ -grænseværdi, der fastsættes ud fra nyeste viden og data. Ved et krav på f.eks. 10,5 kg CO ₂ -ækv/m ² /år vil ca. 1/3 af nybyggeriet skulle præstere bedre klimamæssigt end aktuelt.		Krav om CO ₂ -grænseværdi svarende til 7 kg CO ₂ -ækv/m ² /år.
Ultimo 2025	Aftaleparterne mødes med henblik på fastsættelse af grænseværdi fra 2027, således at denne kan fastsættes ud fra den nyeste viden og data.		
2027	Krav om CO ₂ -grænseværdi, der fastsættes ud fra nyeste viden og data. Ved et krav på f.eks. 9 kg CO ₂ -ækv/m ² /år vil ca. 3/4 af nybyggeriet skulle præstere bedre klimamæssigt end aktuelt.		Krav om CO ₂ -grænseværdi svarende til 6 kg CO ₂ -ækv/m ² /år.
Ultimo 2027	Aftaleparterne mødes med henblik på fastsættelse af grænseværdi fra 2029, således at denne kan fastsættes ud fra den nyeste viden og data.		
2029	Krav om CO ₂ -grænseværdi, der fastsættes ud fra nyeste viden og data. Ved et krav på f.eks. 7,5 kg CO ₂ -ækv/m ² /år vil ca. 9/10 af nybyggeriet skulle præstere bedre klimamæssigt end aktuelt.		Krav om CO ₂ -grænseværdi svarende til 5 kg CO ₂ -ækv/m ² /år.

* Defineres som bygninger, der er omfattet af energirammen i bygningsreglementet.

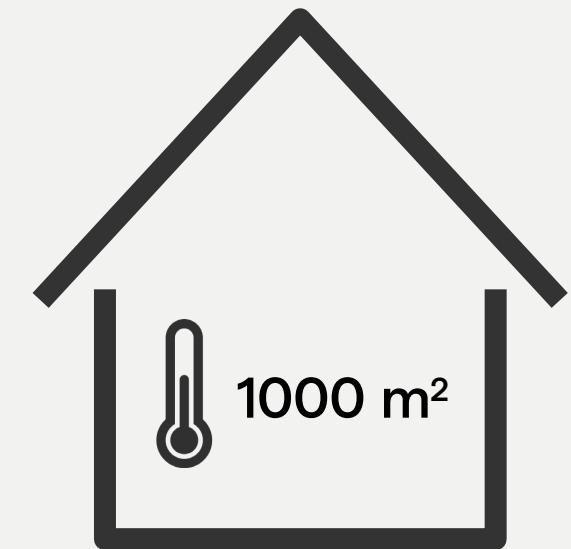
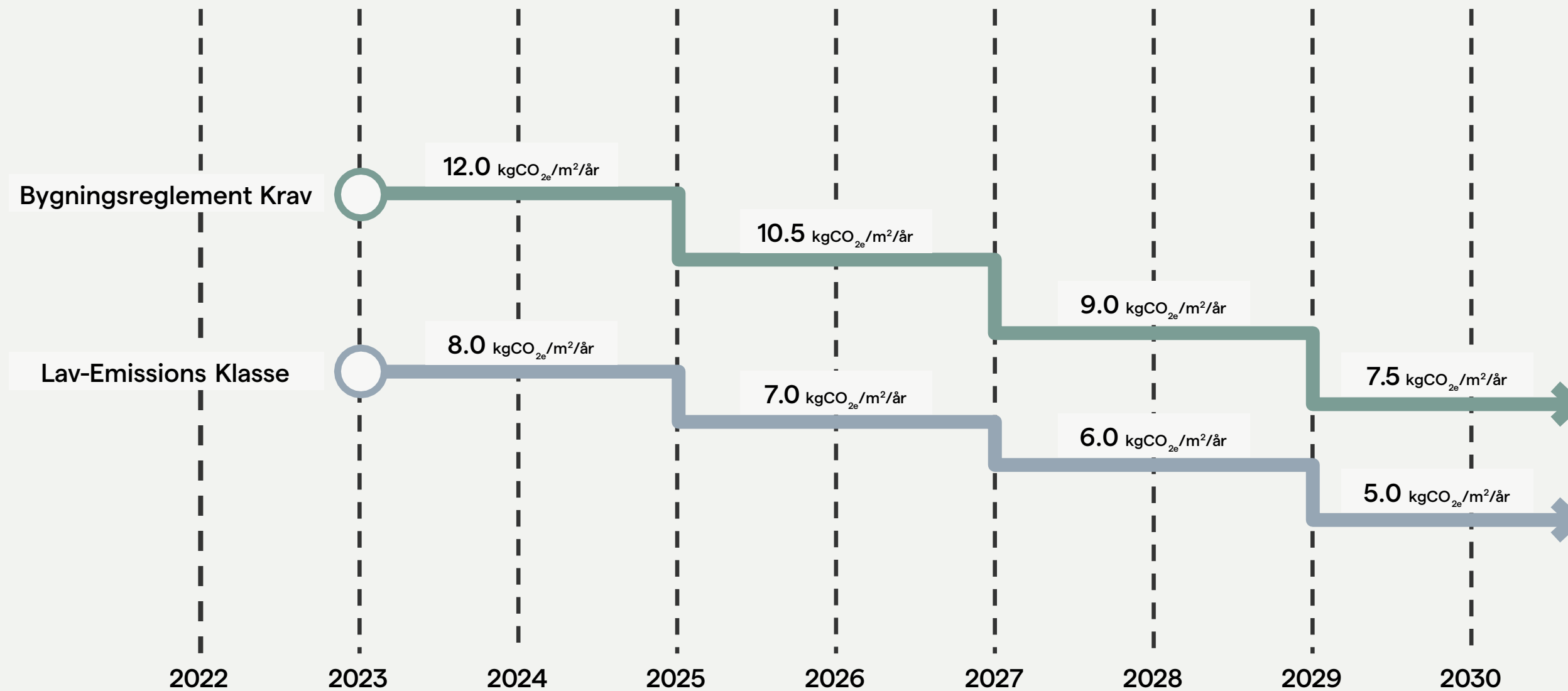
§297

Der skal foretages en beregning af klima aftryk
Regler for beregnings forudsætninger

§298

Krav om overholdelse af grænse værdi
Regler for tilladt overskridelse

Bygningsreglements krav fra 1. Januar 2023

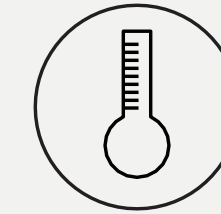


Alle opvarmede bygninger skal dokumentere deres CO₂ udledning.
Grænserne gælder for alt byggeri med over 1000 m² opvarmet etageareal

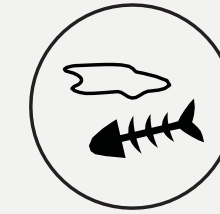
Miljøpåvinningskategorier

I BR18 bliver der udelukkende fokuseret på GWP eller CO₂ i en LCA beregning vil flere kategorier normalt indgå.

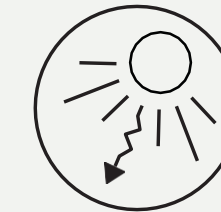
BR18



Global warming
(kg CO₂ eq)



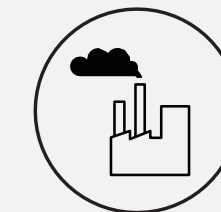
Eutrophication potential
(kg PO₄ eq)



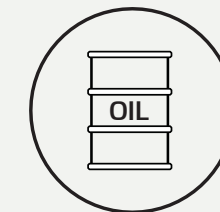
Ozone depletion
(kg CFC 11 eq)



Abiotic depletion potential
Elements
(kg Sb eq)



Formation potential
of tropospheric ozone
(kg NMVOC eq)



Abiotic depletion potential
Fossil resources
(MJ)



Acidification potential
(mol H⁺ eq)

Erlev Skole

Location

Haderslev

Size

ca 5.800 m²

8.7 KgCO_{2e}/m²/yr



Erlev Skole

Location

Haderslev

Size

ca 5.800 m²

8.7 KgCO_{2e}/m²/yr



Erlev Skole

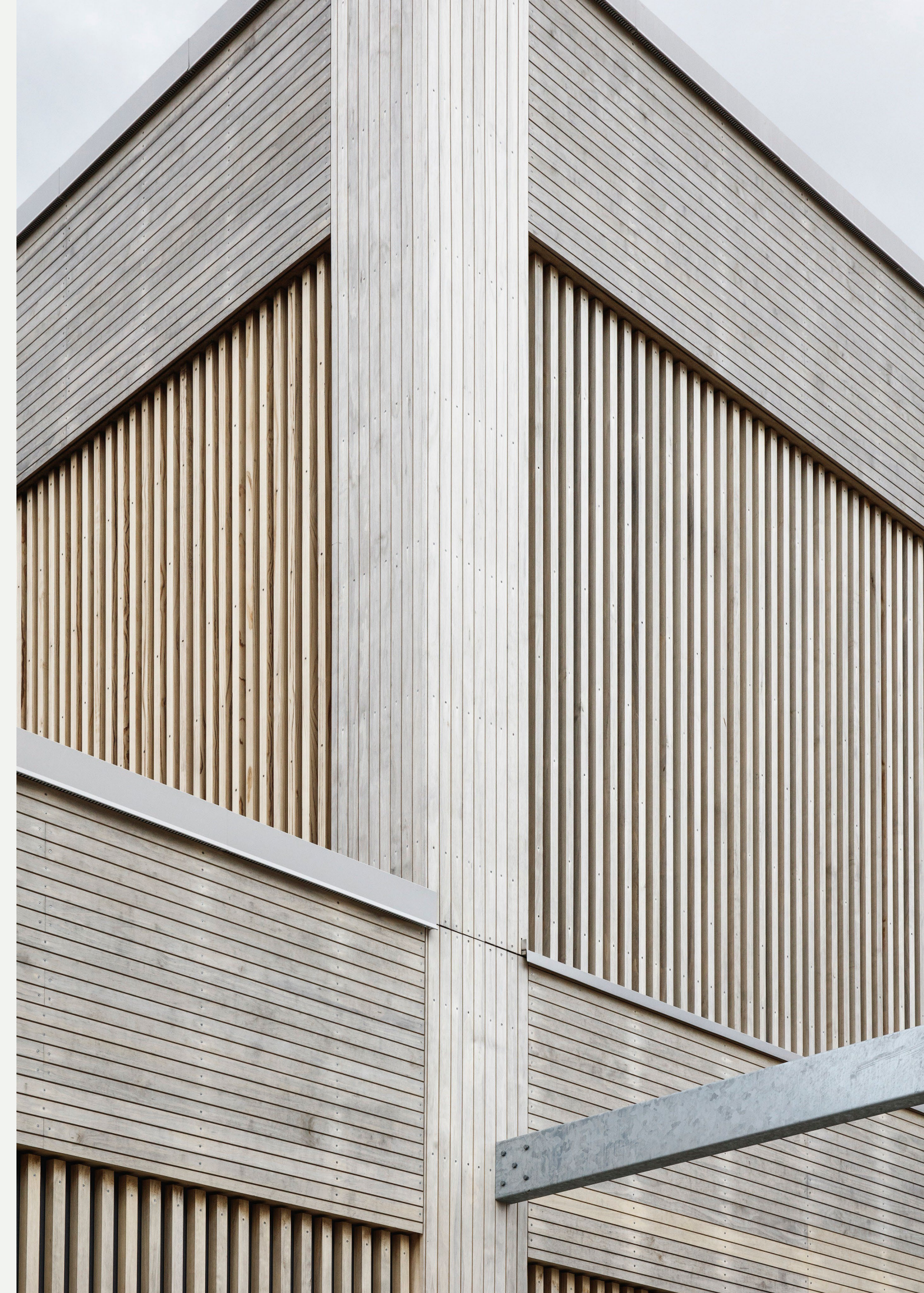
Location

Haderslev

Size

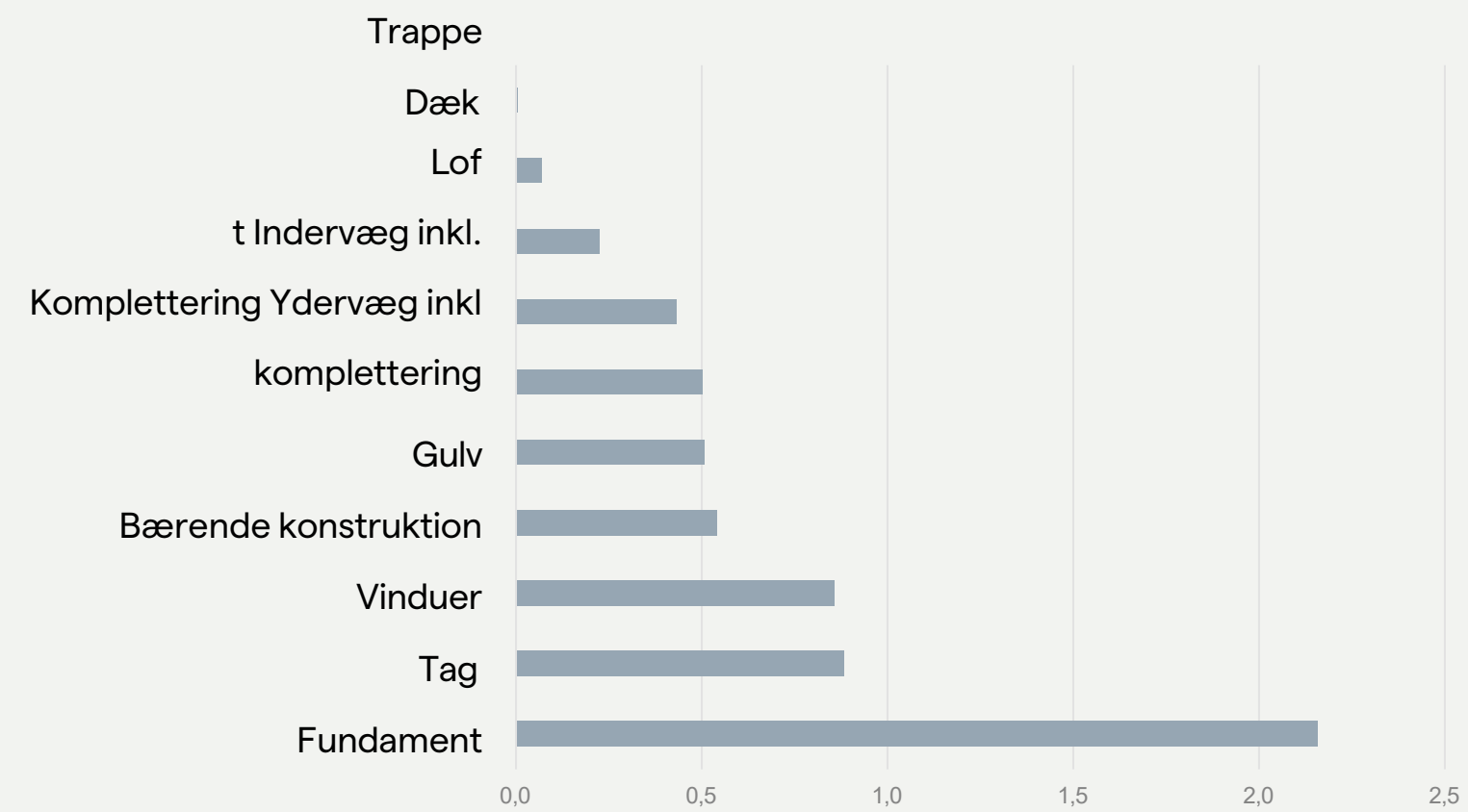
ca 5.800 m²

8.7 KgCO_{2e}/m²/yr



Erlev Skole

Klimapåvirkning - byggningsdele

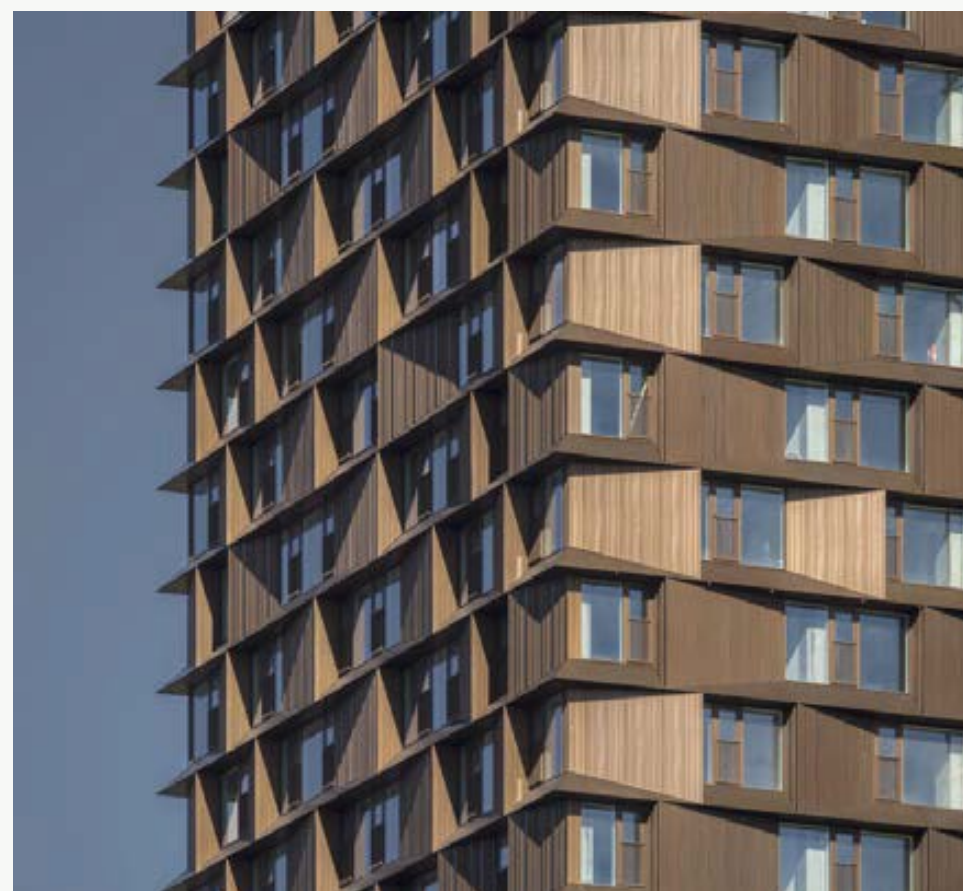


Bygningsvolumen

Vi ved at bygningens udformning sætter rammerne for hvor lavt et CO₂aftryk en bygning kan opnå.

Forholdet mellem facade, tag, terrændæk, overfor bygningens gulvareal er en væsentlig del af rammen for LCA beregningen. Samtidigt kan bygningskroppens udformning stille særlige krav til det konstruktive system, som ofte udgør størstedelen af bygningens CO₂ aftryk.

Det er derfor vigtigt at optimere bygningens form, for at kunne komme i mål med et lavt CO₂ aftryk.



Beslutninger truffet i de tidlige faser har en enorm betydning for bygningens samlede CO₂ aftryk.





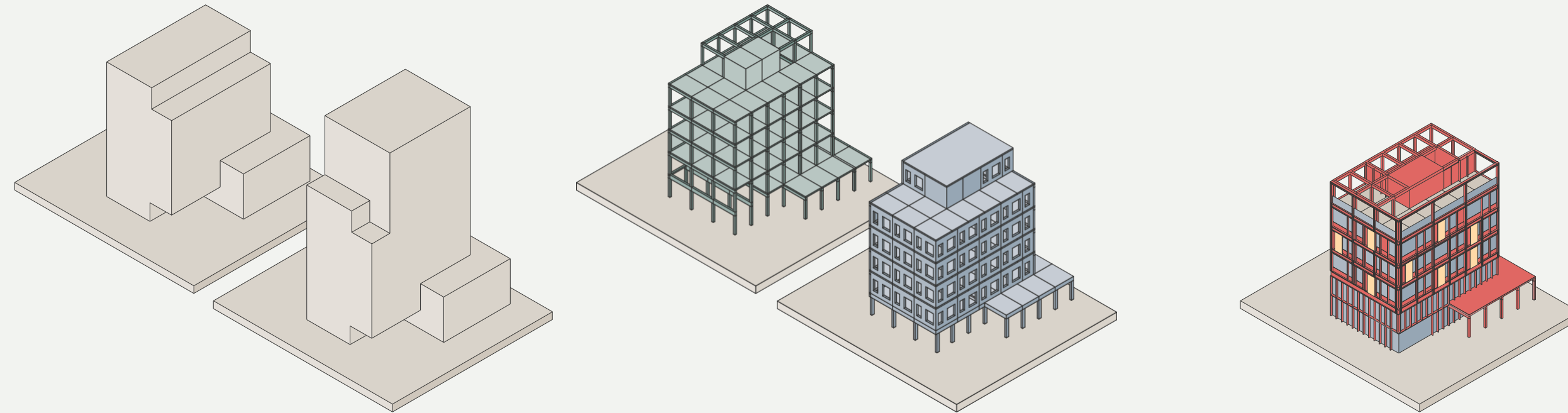
Der er behov for en klar designstrategi for CO₂ i de tidlige faser.

Vi har udviklet et værktøj der kan måle CO₂ aftryk på vores skitsemodeller, og understøtte design og beslutningsprocesser mod et mere klimavenligt byggeri.

LCA Design

Hvor vil jeg bruge min LCA

Budgetter – bindinger – binde noget økomi i LCA – buffer – incitament



Volumen

På volumenniveau kan værktøjet tidligt undersøge udformningens betydning for den samlede LCA.

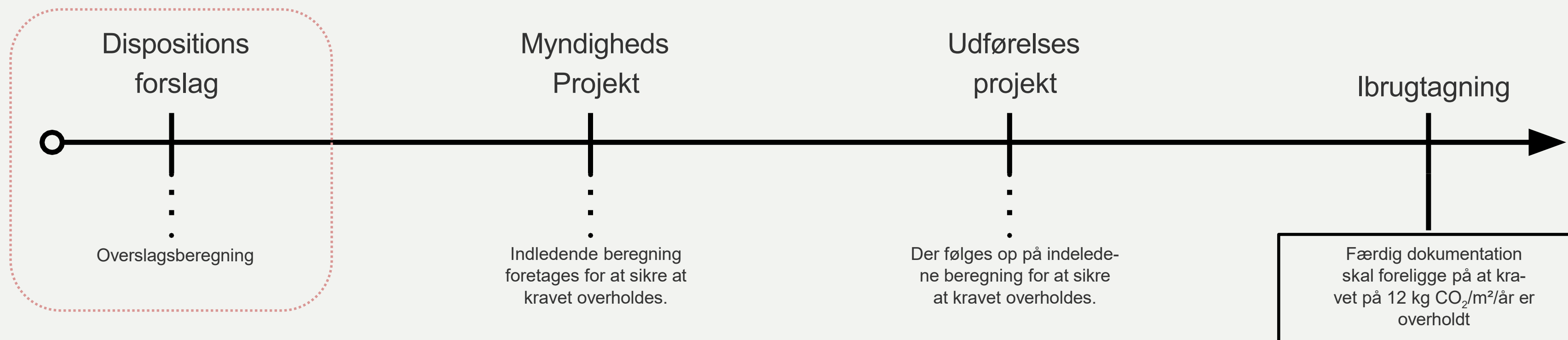
Konstruktion

Konstruktionen vejer ofte tungest i bygningens samlede CO₂-regnskab. Her kan vi hurtigt få et overblik over det samlede CO₂-aftryk for denne og potentielle besparelser ved justeringer.

Detaljering

Vi kan løbende følge bygningsdele og deres materialers CO₂-aftryk og måle effekten af variationer.

Hvornår?



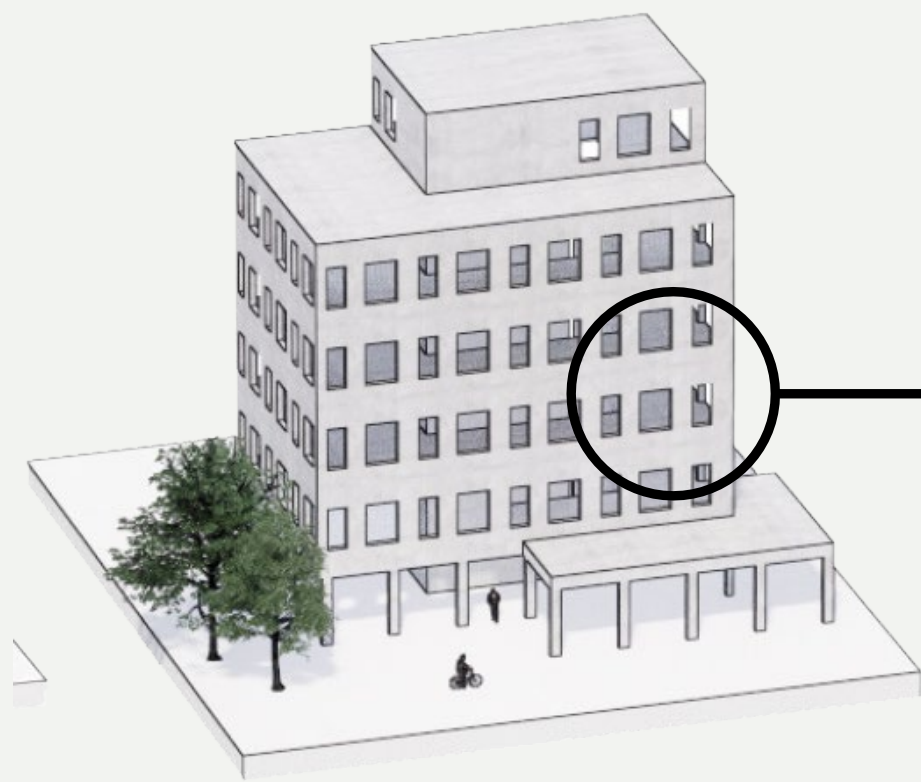
Datadrevet design

I Arkitema arbejder vi i BIM i skitsefasen.

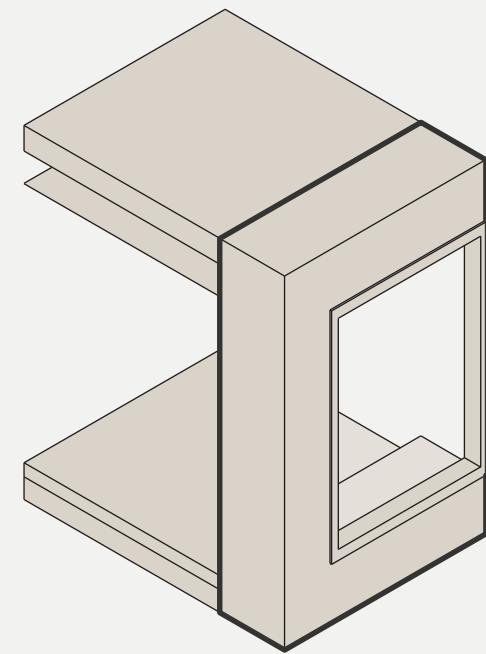
Det betyder, at vi meget **tidligt i processen** har mulighed for at levere struktureret og ensartet datainput til blandt andet LCA analyser.

En tidlig indikation giver **færre tilbageløb** i processen og danner grundlag for senere dokumentation.

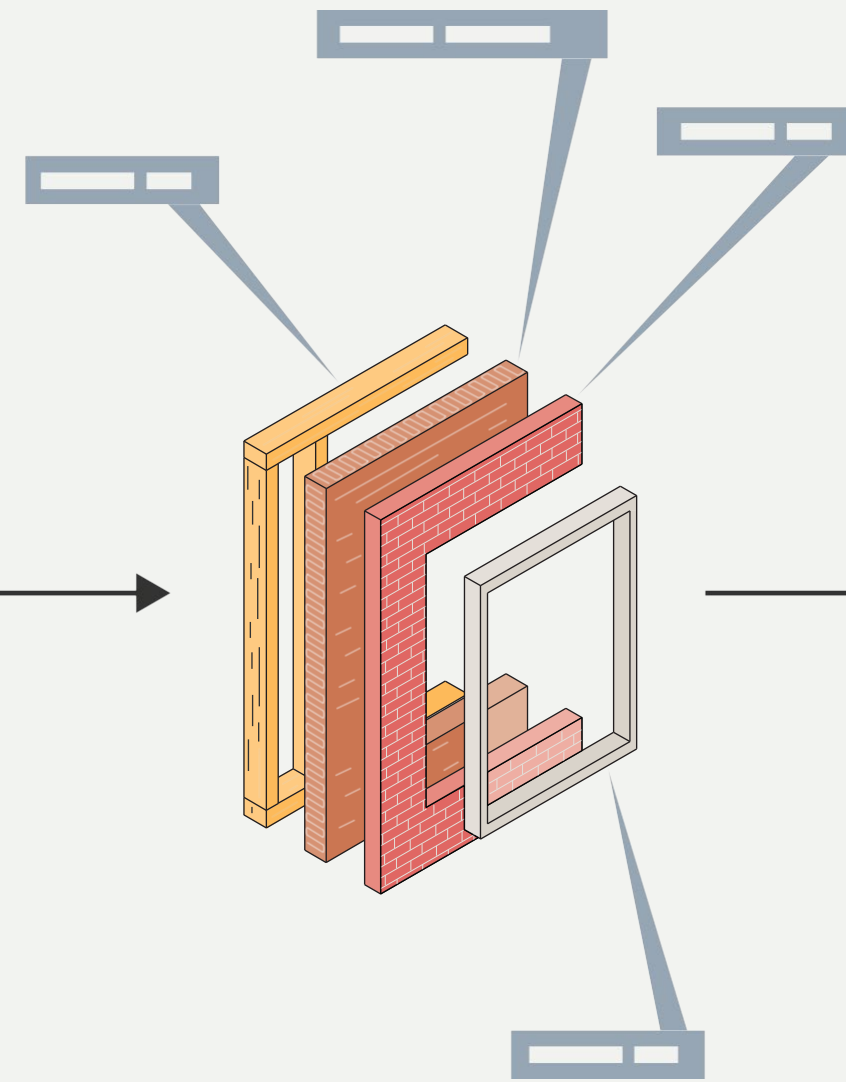




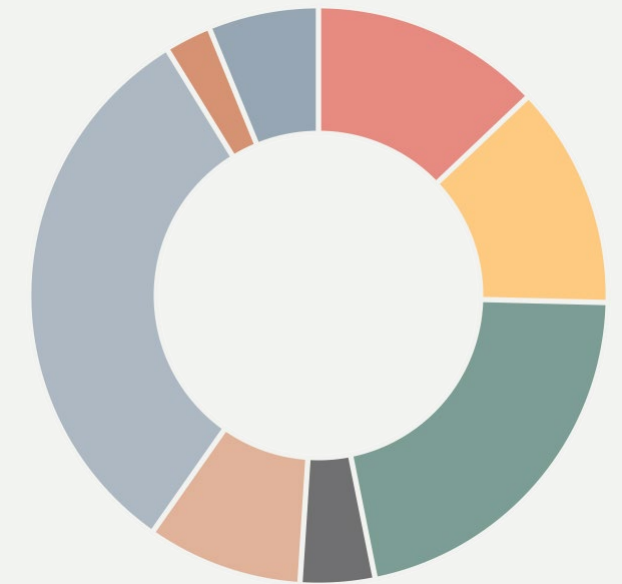
Bygningmodel



Revitobjekt



LCA Opbygning



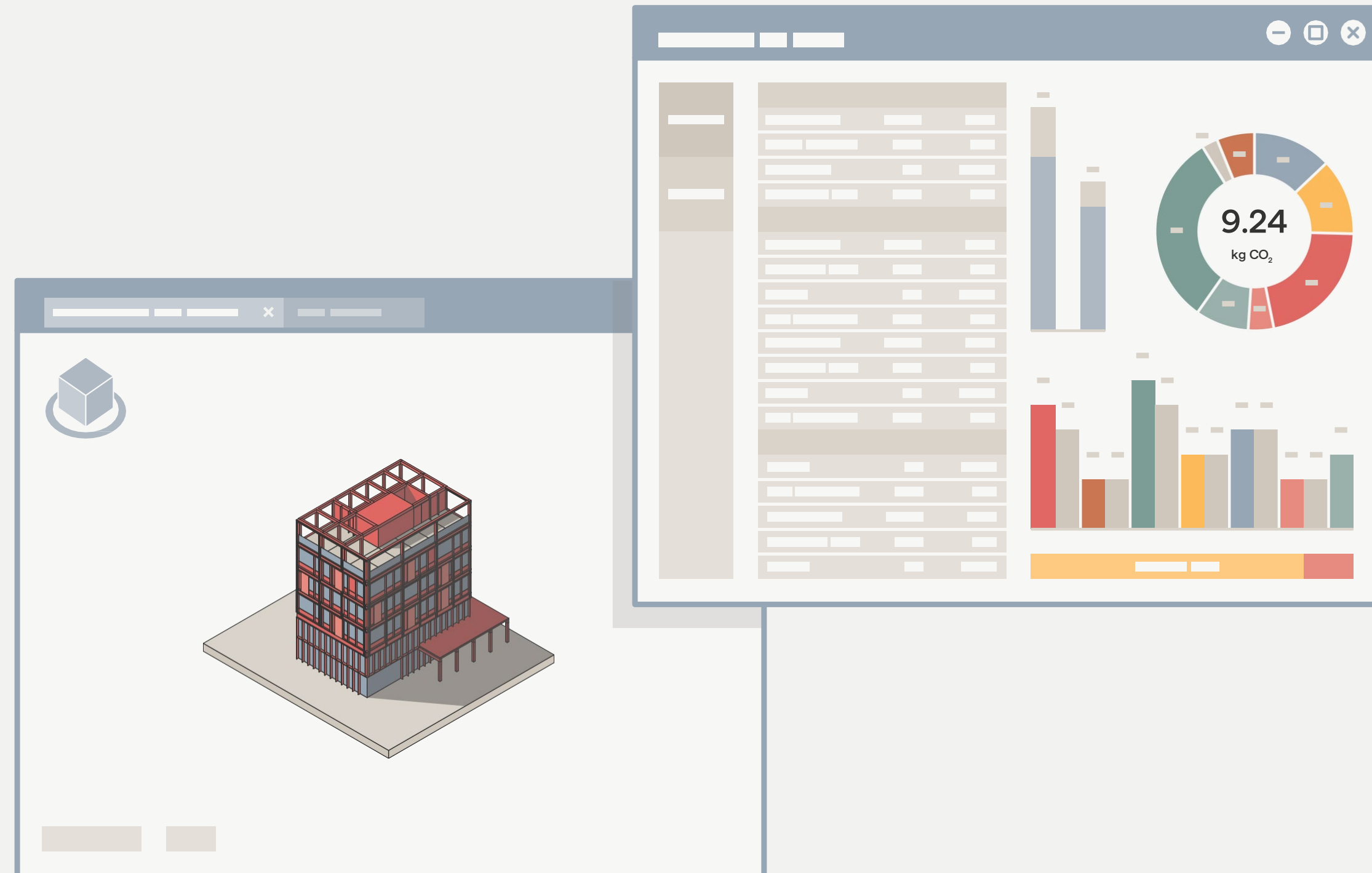
CO₂ Kg

211xxx - 510 mm Teglfacade : 256 m²

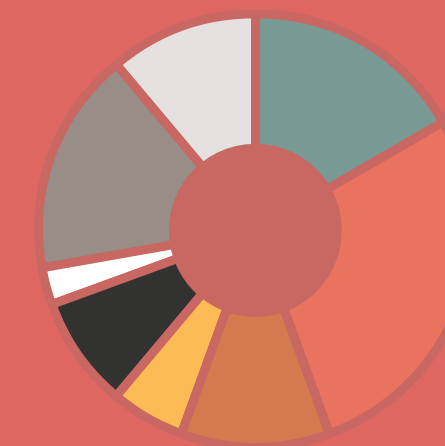
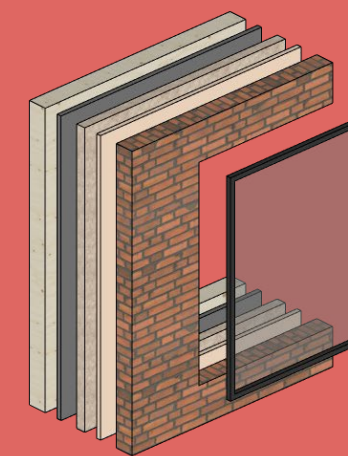
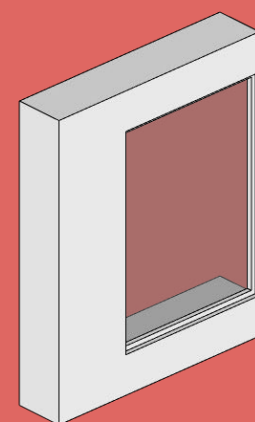
108mm Tegl
300mm Mineraluld
200mm Beton
Malerbehandling

× Miljøpåvirkning × 256 m²

LCA i real-time



LCA design kan ved hjælp af mængdeudtræk og miljødata fastslå byggeriets klimabelastning. Værktøjet er opbygget, så man med få enkle input kan få et detaljeret output på bygningens LCA og de indlejrede klimapåvirkninger.



I de tidlige faser arbejdes der med få generiske objekter og standard bygningskonstruktioner.

Revit objekt

Objekter og bygningskonstruktion i modellen tilskrives miljøegenskaber, ud fra forudbestemt miljødata.

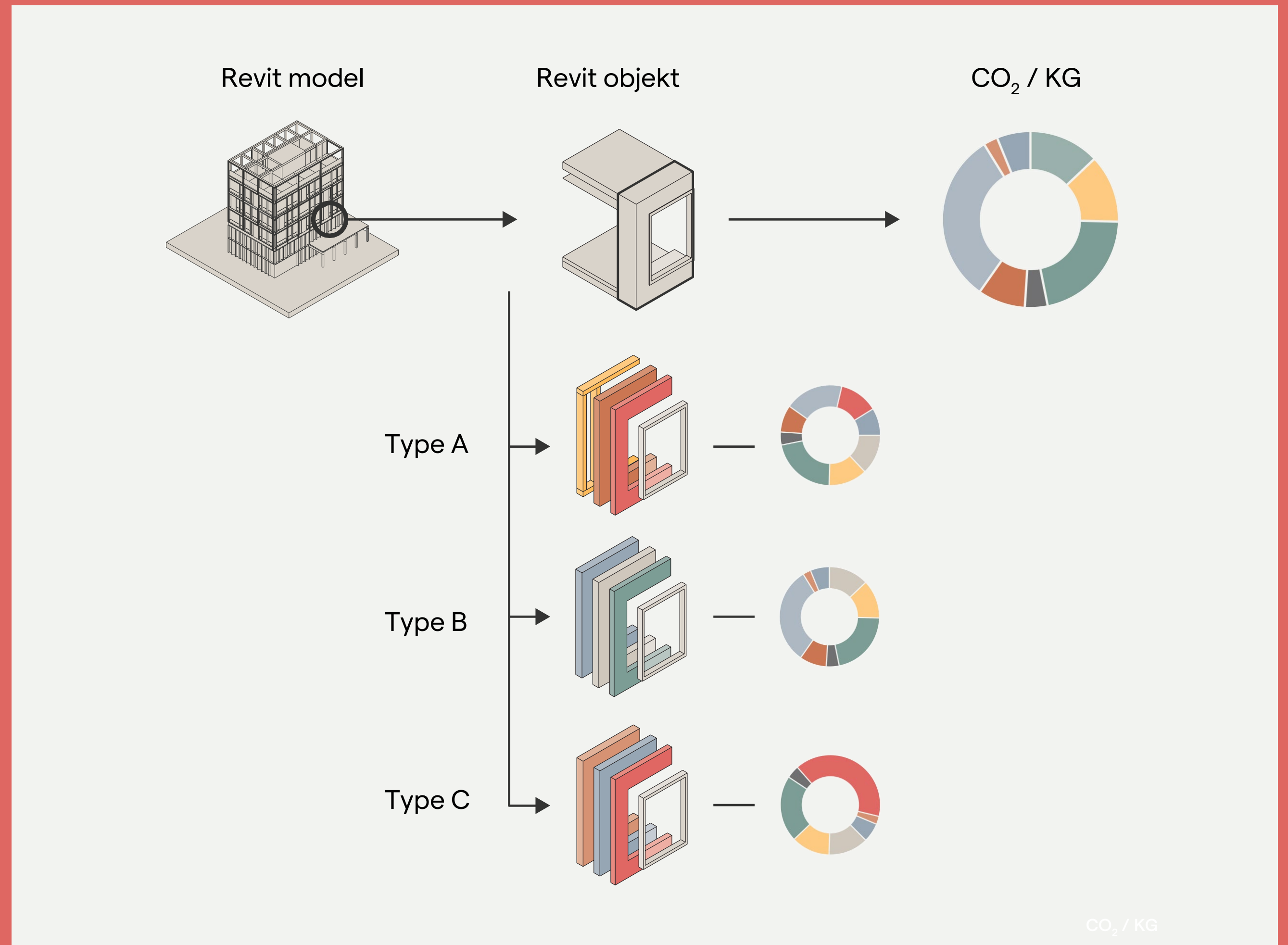
LCA Opbygning

CO₂ / KG

Ud fra forholdsvis enkle delkomponenter får man et overblik over bygningens samlede miljøpåvirkning i et detaljeret output.

Med værktøjet kan enkelte bygningsdele udskiftes og man kan dermed vurdere tiltagenes effekt i relation til projektets samlede CO₂ aftryk. Værktøjet muliggør hurtige variantstudier eksempelvis på facadematerialer.

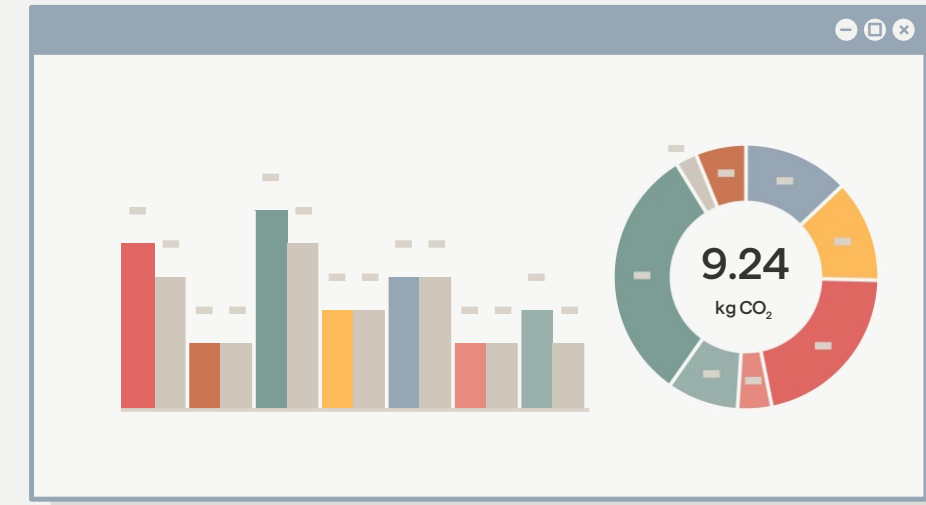
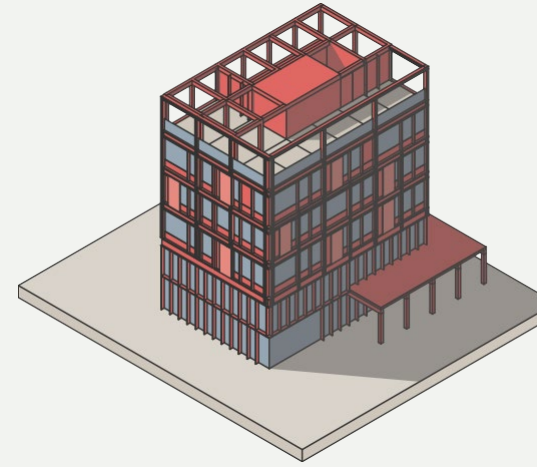
Effekten beregnes både på den enkelte bygningsdels miljøpåvirkning og i relation til bygningens totale miljøpåvirkning



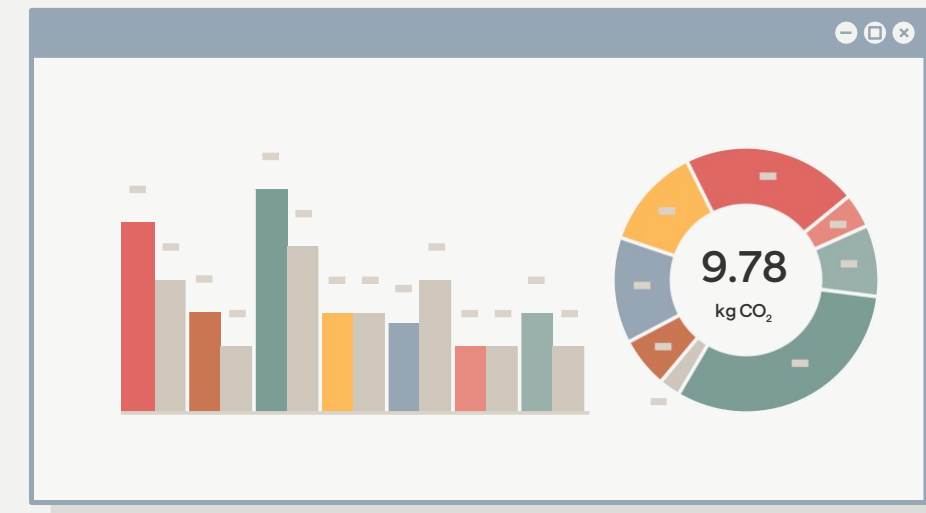
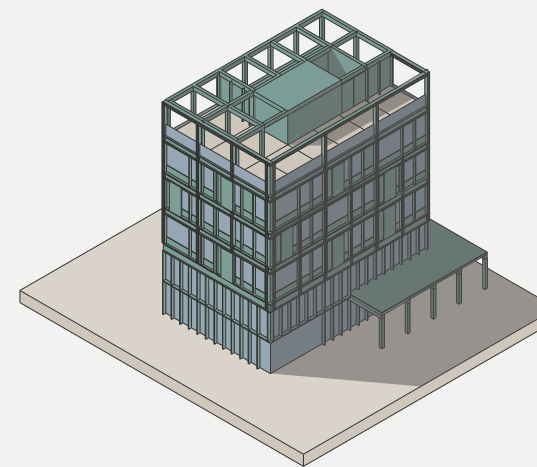
Med værktøjet kan variantstudier sættes op - både hvor der arbejdes på Bygningskrop, hovedkonstruktion og materialevalg.

Brugeren sammensætter varianter til sammenligning

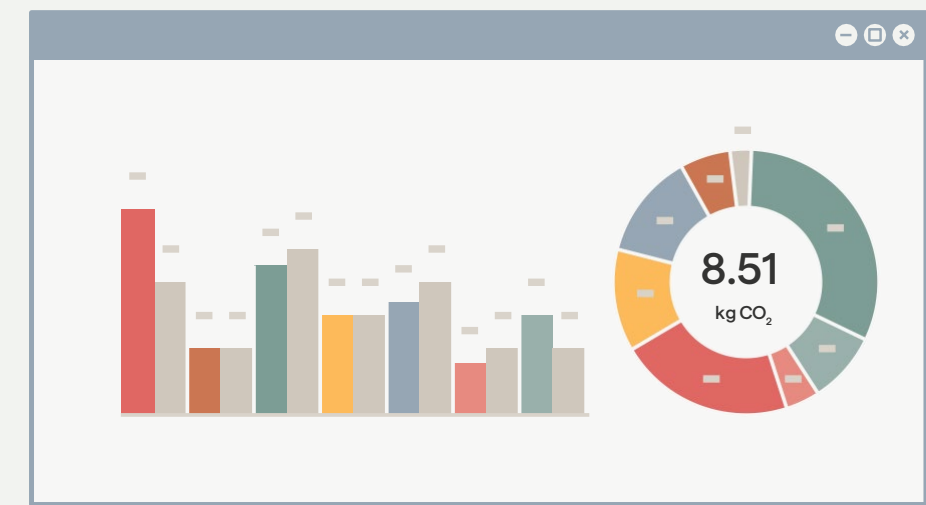
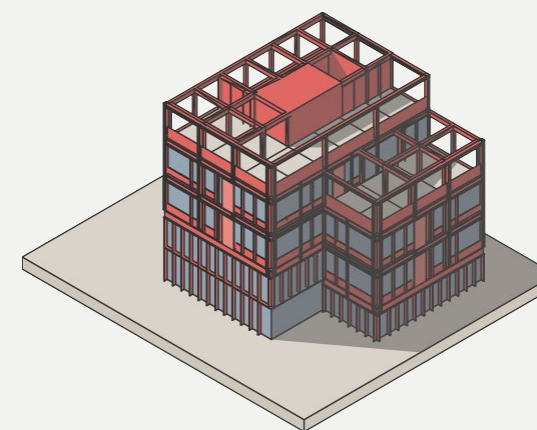
Baseline



Variant B

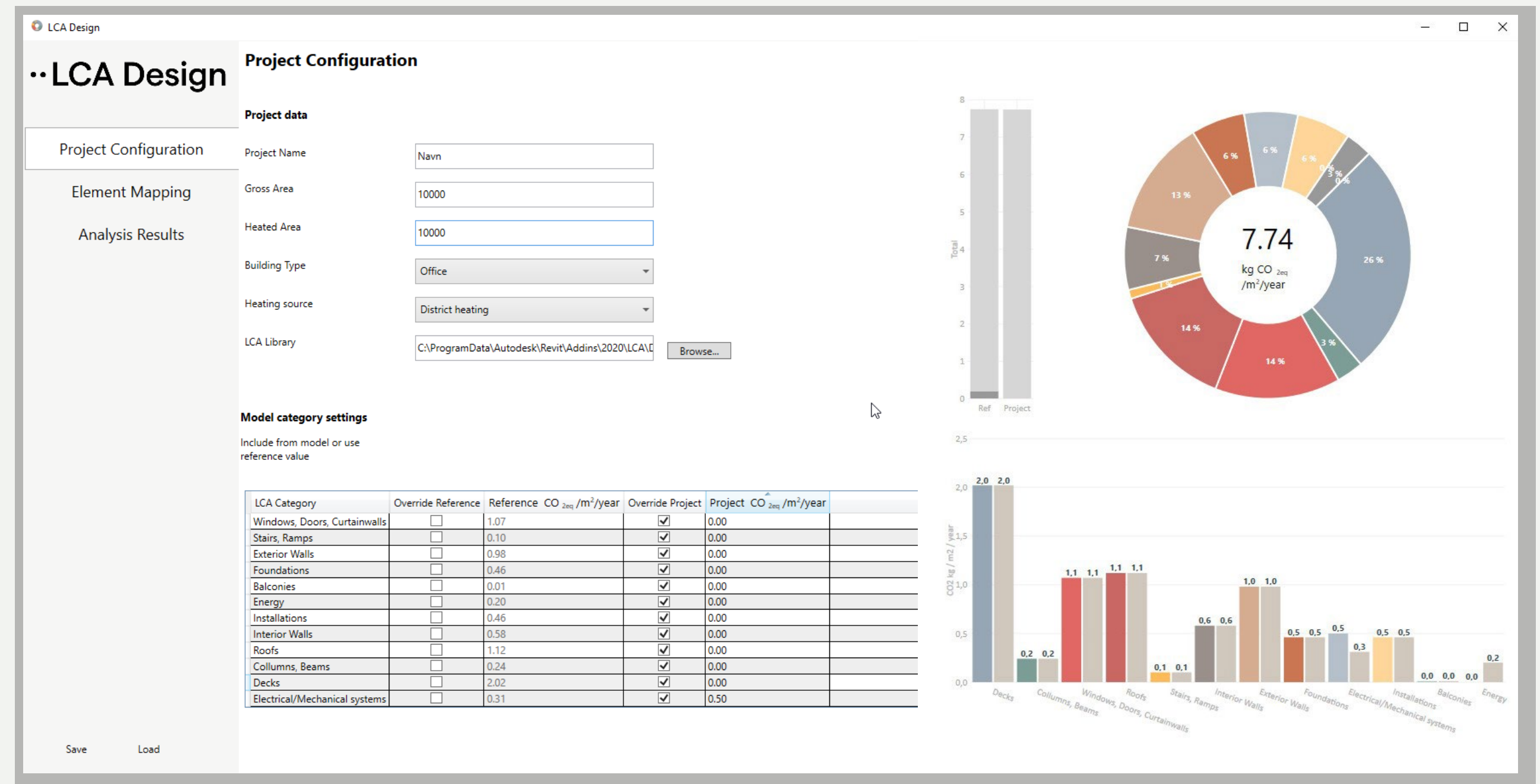


Variant C



Værtøjet bruger referenceværdier for de bygningsdelskategorier der ikke er teget i de tidlige faser - eksempelvis EI og Ventilation.

Samtidig giver det mulighed for at lave isolerede variationsstudier på f.eks bærende ydervægge, hvor effekten af materialeskift kan måles op imod en komplet referencebygning.



I værktøjet kan man sammenligne nøgletal for CO₂ med referenceværdier for lignende projekter

- både for hele bygningen og på enkelte bygningsdelkategorier som f.eks etagedæk eller ydervægge/facader

Model Element Mapping

Isolate	Revit Element type	Quantity	Unit	Mapped LCA Element	CO2 Impact
Exterior Walls 2					
<input type="checkbox"/>	Walls: Generiske vægge, skitsering - Ydervæg 500 mm	4,097.96	m2	214 - 200/300/70 CLT/minuld/Braedder (DK)	196,292
<input type="checkbox"/>	Walls: Teknikhuse vægge, skitsering - Indervæg 200 mm	679.28	m2	217 - Teknikhus Vægge - 25/200 Træ/Sandwich	22,620
Interior Walls 9					
<input type="checkbox"/>	Walls: Glassystemvægge bred	1,027.30	m2	Not Included in Calculation	0
<input type="checkbox"/>	Walls: Generiske vægge, skitsering - Indervæg 200 mm	5,278.68	m2	224 - 26/140/26 Gips/Traeskelet m. minuld/Gips	101,879
<input type="checkbox"/>	Walls: Generiske vægge, skitsering - Indervæg 100 mm	4,640.97	m2	224 - 26/75/26 Gips/Traeskelet,minuld/Gips	78,432
<input type="checkbox"/>	Walls: Glassystemvægge bred u. sprosse	260.47	m2	Not Included in Calculation	0
<input type="checkbox"/>	Walls: Generiske glasvægge, skitsering - Indervæg 10 mm	137.24	m2	224 - 26/75/26 Gips/Traeskelet,minuld/Gips	2,319
<input type="checkbox"/>	Walls: Generiske vægge, skitsering - Trappe indstækning 200 mm	593.10	m2	224 - 26/75/26 Gips/Traeskelet,minuld/Gips	10,023
<input type="checkbox"/>	Walls: Generiske glasvægge, skitsering - Indervæg 50 mm	179.63	m2	224 - 26/95/26 Gips/Staiskelet,minuld/Gips	3,790
<input type="checkbox"/>	Walls: Glassystemvægge bred sprosse 3000mm	140.21	m2	Not Included in Calculation	0
<input type="checkbox"/>	Walls: Generiske vægge, skitsering - Indervæg 90	40.88	m2	224 - 26/75/26 Gips/Traeskelet,minuld/Gips	691
Columns, Beams 34					
Roofs 3					
<input type="checkbox"/>	Roofs: Generiske tag, skitsering - 800mm	3,245.28	m2	273 - 280/400/0 CLT Decks/EPS/Tagpap (DK)	328,076
<input type="checkbox"/>	Roofs: Generiske tag, skitsering - 500mm	3,567.18	m2	273 - 280/400/0 CLT Decks/EPS/Tagpap (DK)	360,286
<input type="checkbox"/>	Roofs: Sloped Glazing	0.00	m2	Not Included in Calculation	0
Decks 2					
<input type="checkbox"/>	Floors: CLT dæk, skitsering - Etageadskillelse 400 mm	11,249.29	m2	230 - xx/280/xx - Lamegulv/CLTDecks/Gipsloft	672,945
<input type="checkbox"/>	Floors: Facade kant	1,064.29	m2	230 - xx/280/xx - Lamegulv/CLTDecks/Gipsloft	62,589
Windows, Doors, Curtainwalls 37					
Stairs, Ramps 1					

CO2 Impact Summary: 4.67 kg CO₂/m²/year

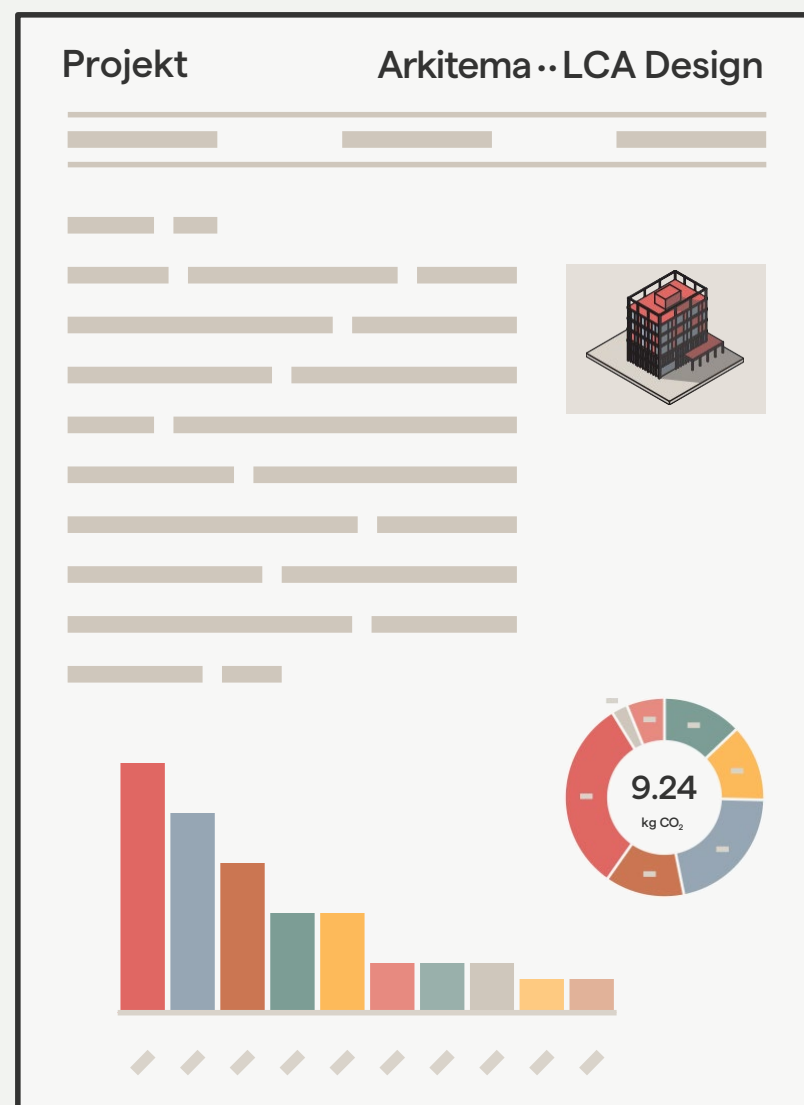
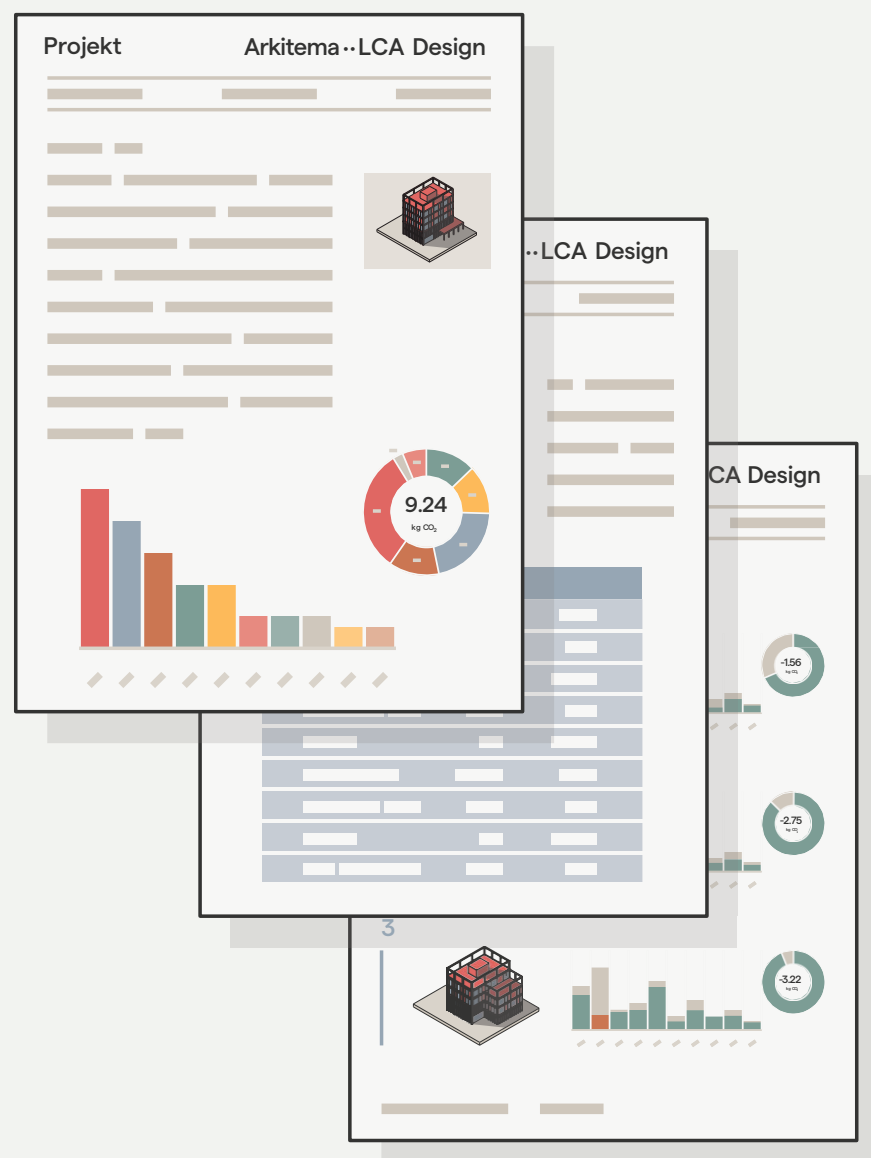
CO2 Impact by LCA Group:

LCA Group	CO2 Impact (kg CO ₂ /m ² /year)
Decks	2.0
Columns, Beams	0.1
Windows, Doors, Curtainwalls	0.8
Roofs	1.1
Stairs, Ramps	0.1
Interior Walls	0.3
Exterior Walls	0.4
Foundations	0.0
Electrical/Mechanical Systems	0.5
Installations	0.0
Balconies	0.0
Other	0.0

Comparison: Mapped (100%) vs Unmapped

LCA Design skal give mulighed for løbende at følge projektets LCA strategi blive implementeret. Det skal løbende fungere som beslutningsgrundlag.

Baseline



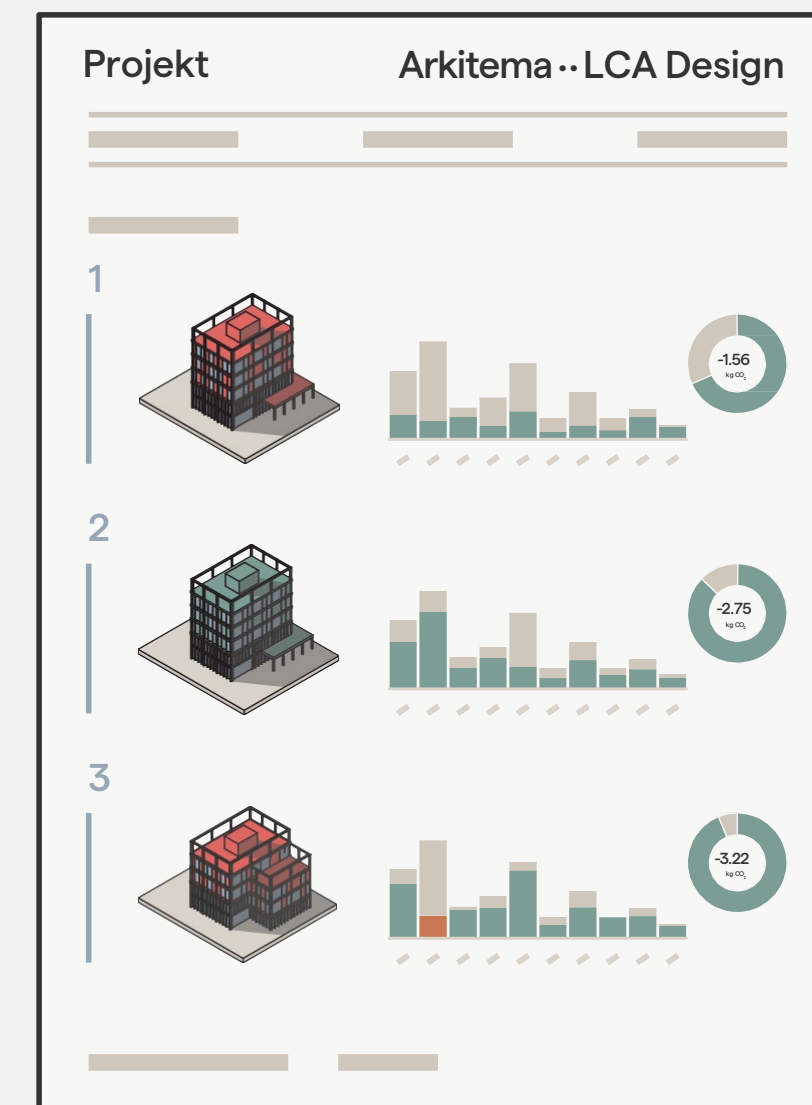
Der vil tidligt blive etableret en "baseline" livscyklusvurdering for projektet, der løbende kan holdes op imod variantstudier for at se den beregnede besparelse.

Tiltagsliste



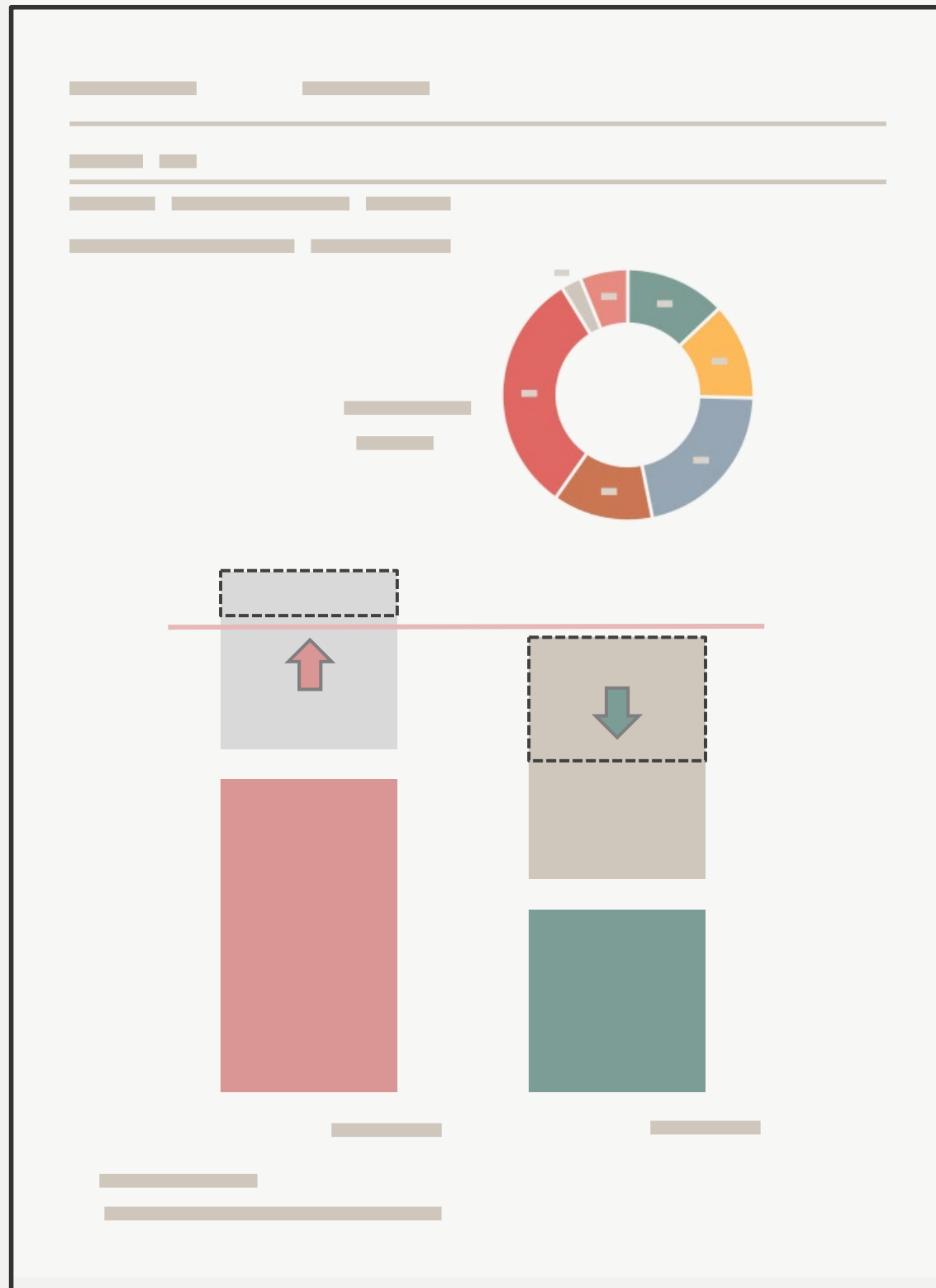
Værtøjet kan bruges til at etablere forskellige LCA scenarier, eller niveauer så man få lagt en strategi for hvordan ambitionerne for bygningens CO2 regnskab kommer i mål.

Niveauer



Gennem værktøjet kan der hurtigt prøves forskellige variationer og materialevalg af som samles på en tiltagsliste hvor de enkelte tiltags CO2 besparelse kortlægges

Fremtidens budget(ter)?



Specifikke materialevalg bliver formidlet og skal budgetteres. Fremtidens almindelige budget skal måske holdes op mod et ligeværdigt LCAbudget.

Nogle tiltag for at nedbringe LCA vil have andre omkostninger. Både i forhold til design, funktion men også økonomi

Derfor bliver det vigtigt at basere prioriteringer, så der er mest mulig synergi og proportionalitet mellem de to budgetter.

Klimakrav skal kvalificeres løbende – og skal koordineres med det øvrige projekt for at sikre fornuftige projektvalg og bygbarhed.

Hvordan ser fremtidens byggeri ud?

Alt for ensidig forbrug – også træ kan være problematisk

Alt med måde – vi har brug for en bred pallette, så vi ikke belaster enkelte områder for meget – f.eks opstår der knaphed på grus og sand pga. stort forbrug af beton.

Vi skal have andre alternativer end træ, gerne biogene. Vi har behov for innovation.

Vi skal blive bedre til at bruge genanvendte materialer.

Vi skal blive bedre til at genanvende byggeri.

Vi forventer nye konstellationer, værdikæden byggebranchen vil ændres.



Hvordan ser fremtidens byggeri ud?

Nordjysk betonkæmpe vil revolutionere branchen med nyt træelement

Beton erstattes af træ i nyt facadeelement fra Ambercon. Det bliver umuligt at bygge med konventionelle elementer i fremtiden, lyder spådommen fra producenten



Elementet vil i første omgang blive tilbudt inden for de såkaldte sandwichkonstruktioner, der består af et facademateriale såsom tegl, forvæg af beton, isolering og bagvæg af CLT. Her ses Apichat Bonde (tv.) og Torben Enggaard foran en prototype. Foto: Ambercon

Investerer 100 mio. kr. i fabrik

I Nordjylland tror både Torben Enggaard og Apichat Bonde så meget på produktet, at planen er, at Ambercon fremover udelukkende skal sælge og producere det nye træelement.

Det skyldes ikke mindst, at de forventer, at det fremadrettet vil blive svært at sælge de konventionelle produkter i forhold til CO2-krav.

- Vores vurdering er, at det bliver umuligt at bygge med konventionelle elementer, og derfor er vi nødt til at opfinde et nyt produkt, hvis vi skal fortsætte med at være den foretrukne leverandør, siger Torben Enggaard.



Den nordjyske betonelementproducent Ambercon kommer til at ændre i produktporteføljen de kommende år. Arkivfoto: Michael Bygballe

Ambercon har afsat 100 mio. kr. til investeringen og produktionsomlægningen.

[Nordjysk betonkæmpe vil revolutionere branchen med nyt træelement \(licitationen.dk\)](https://licitationen.dk)



Falkenberghøje

4:1 planet

4:1 Planet
Realdania / Villum fonden

“Det er vores hensigt, at alle bygningerne skal leve op til målsætningen om at komme ned på et samlet CO₂-aftryk på 2,5 kg pr. m² pr. år.”

Bygherre: Lejerbo Helsingør

Arkitekt: Arkitema

Landskab: Arkitema

Ingeniør: Cowi

