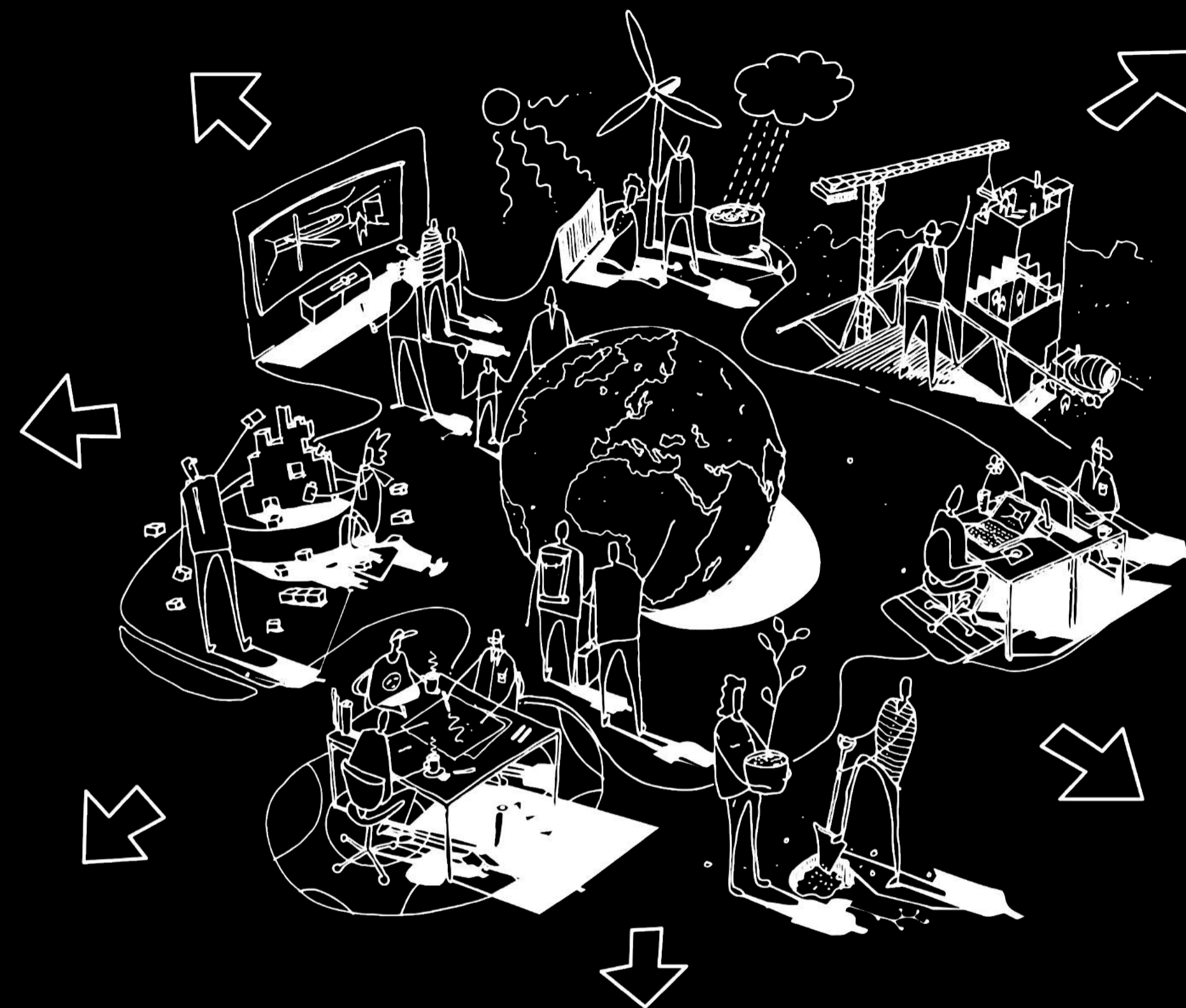


KLIMA

fra den allerførste skitse...

BIM Aarhus/20. september 2022



Geir Ármann Gíslason
Bygningskonstruktør, MAK
Lead Sustainability Consultant
C.F. Møller Architects

CF | MØLLER
ARCHITECTS



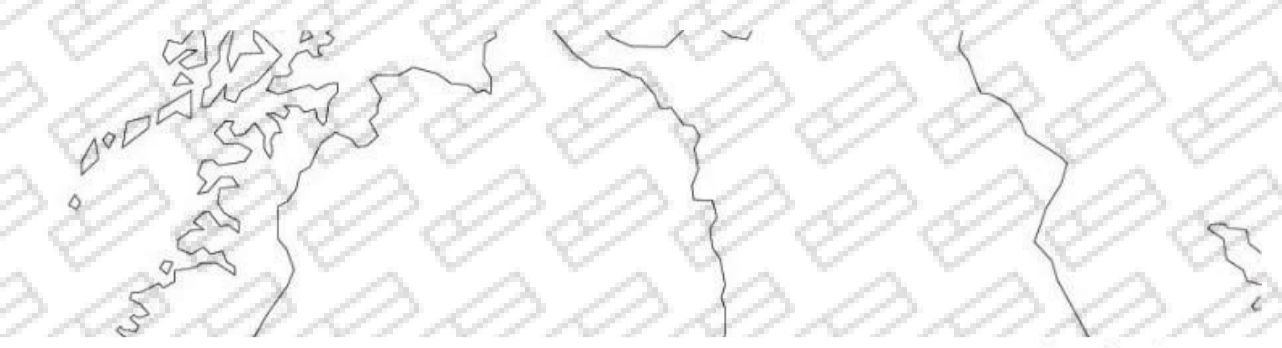
Geir Ármann Gíslason
Lead Sustainability consultant
gag@cfmoller.com



CF | MØLLER
ARCHITECTS

#IMPROVE LIFE FOR PEOPLE AND PLANET

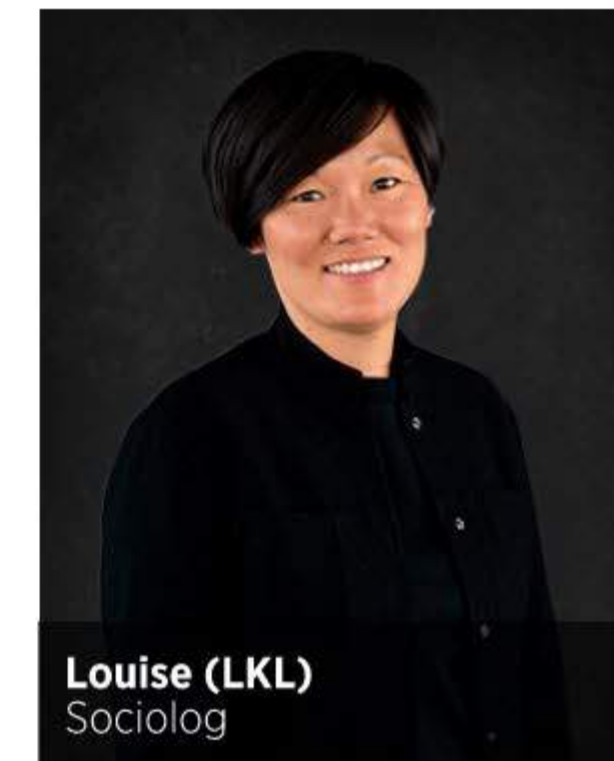
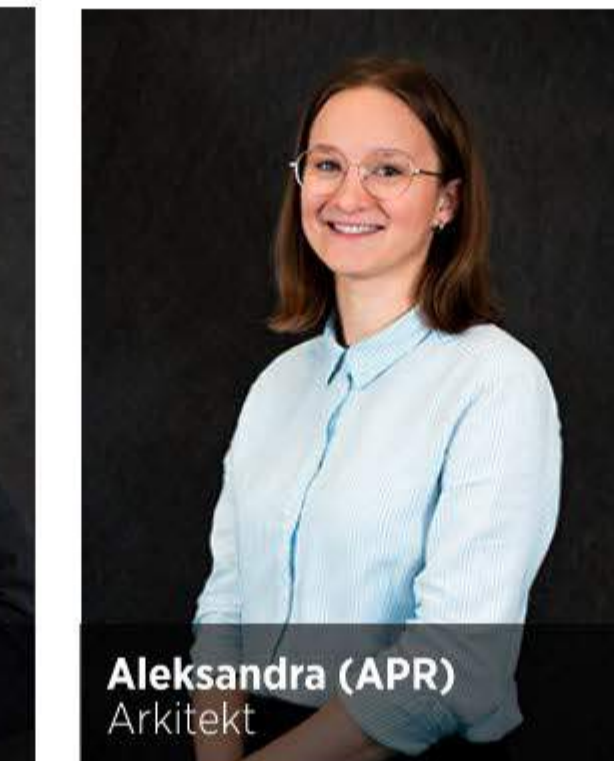
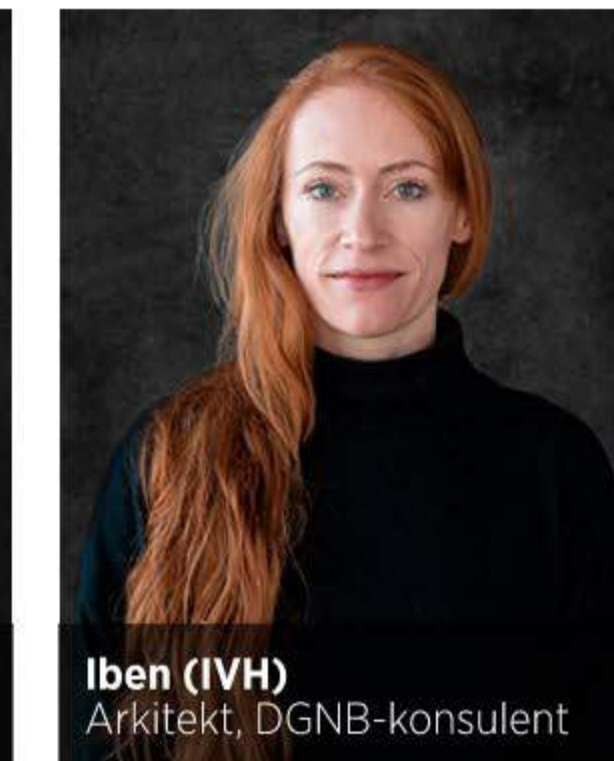
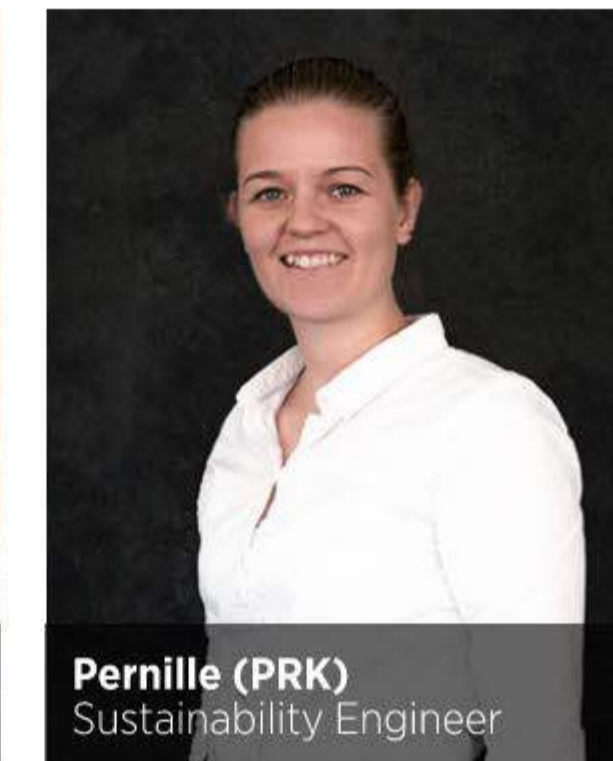
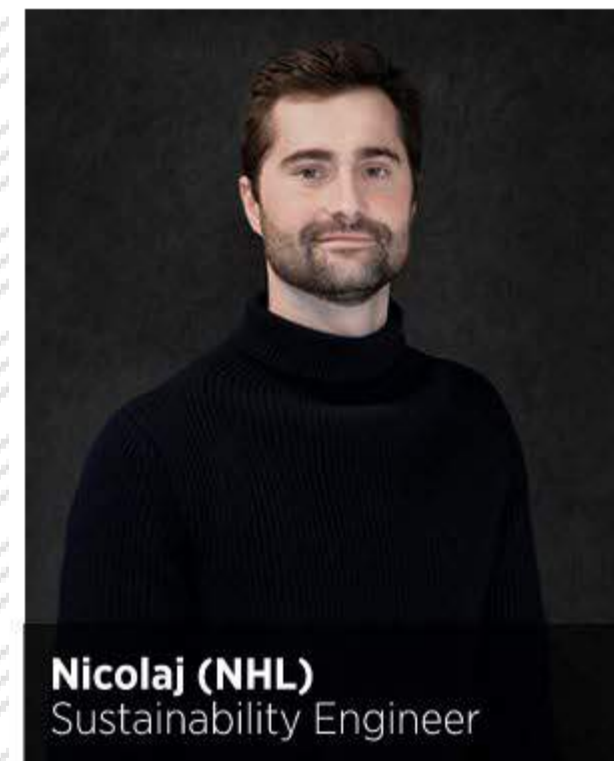
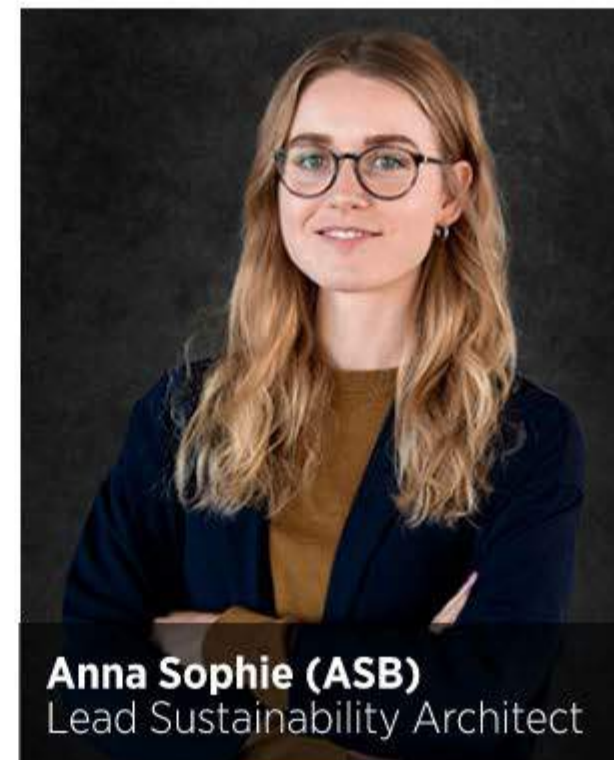
AARHUS // KØBENHAVN // AALBORG // STOCKHOLM // MALMÖ // OSLO // LONDON // BERLIN



LAB / tidlige designfaser

Projektering

+ Democratic design



KØBENHAVN

AARHUS

AALBORG

AARHUS

#IMPROVE LIFE FOR PEOPLE AND PLANET

AARHUS // KØBENHAVN // AALBORG // STOCKHOLM // MALMÖ // OSLO // LONDON // BERLIN



Arkitektur

Masterplans



Living



Comercial



Learning



Landscape



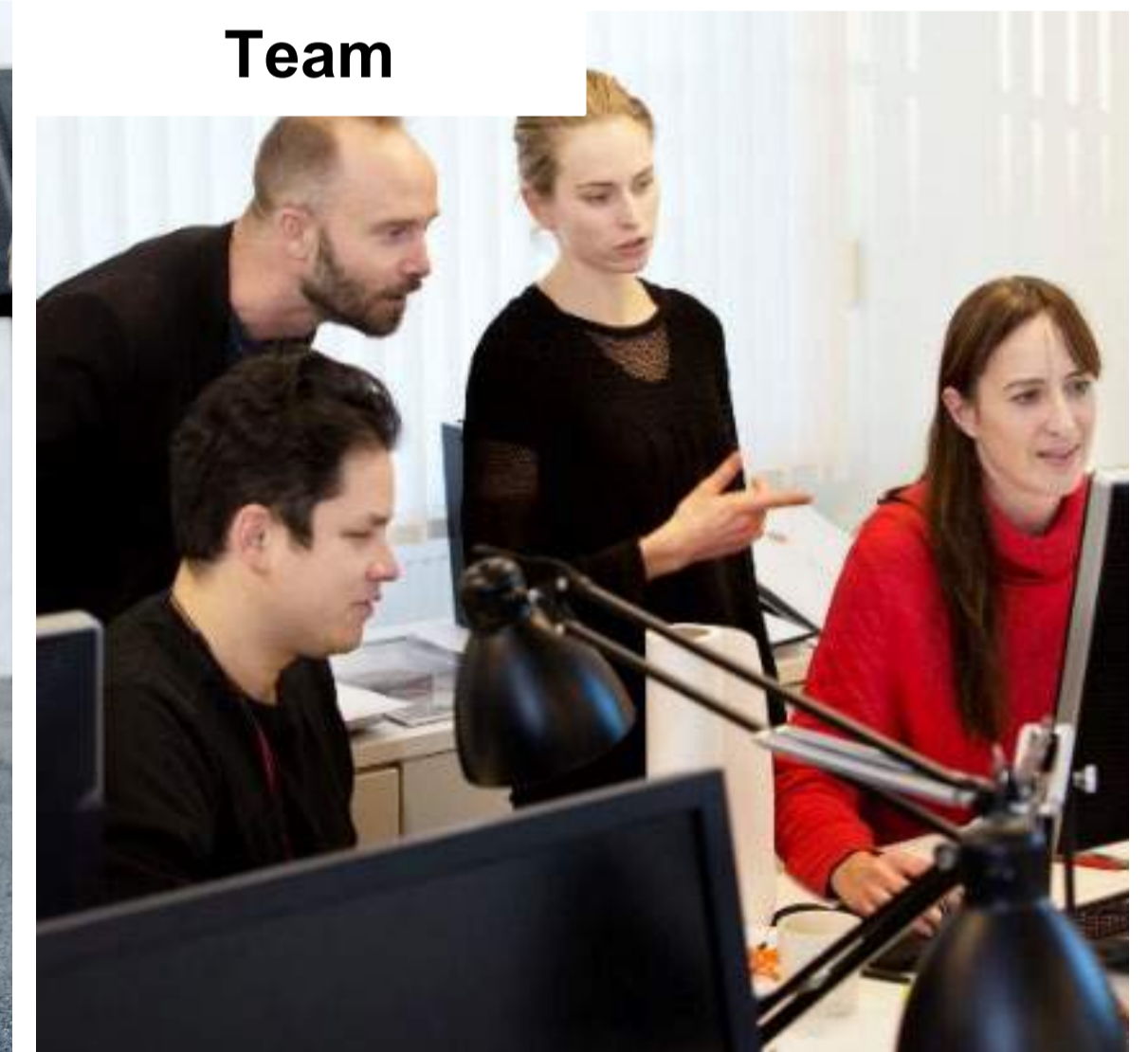
Health

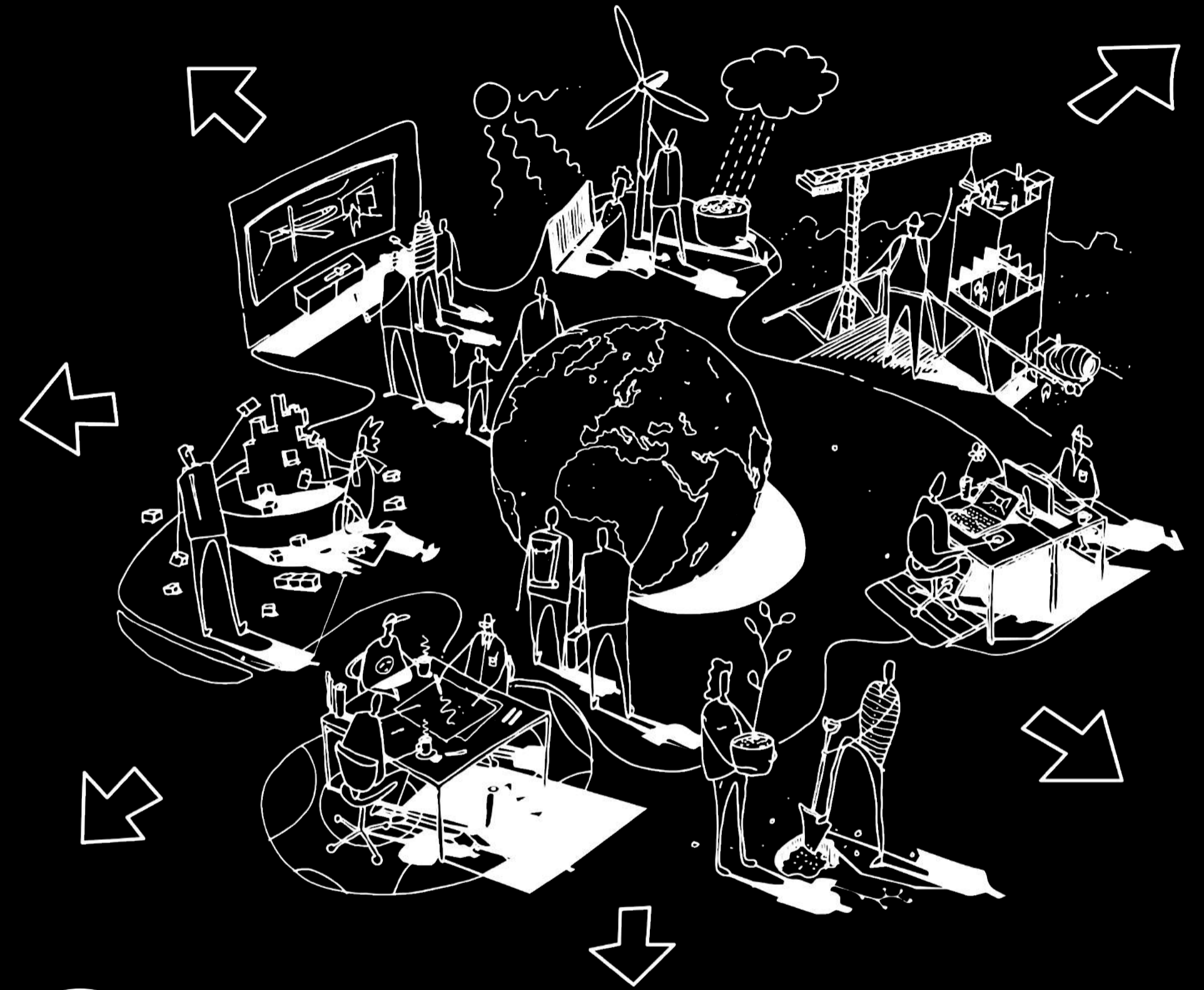


Industrial design



Team



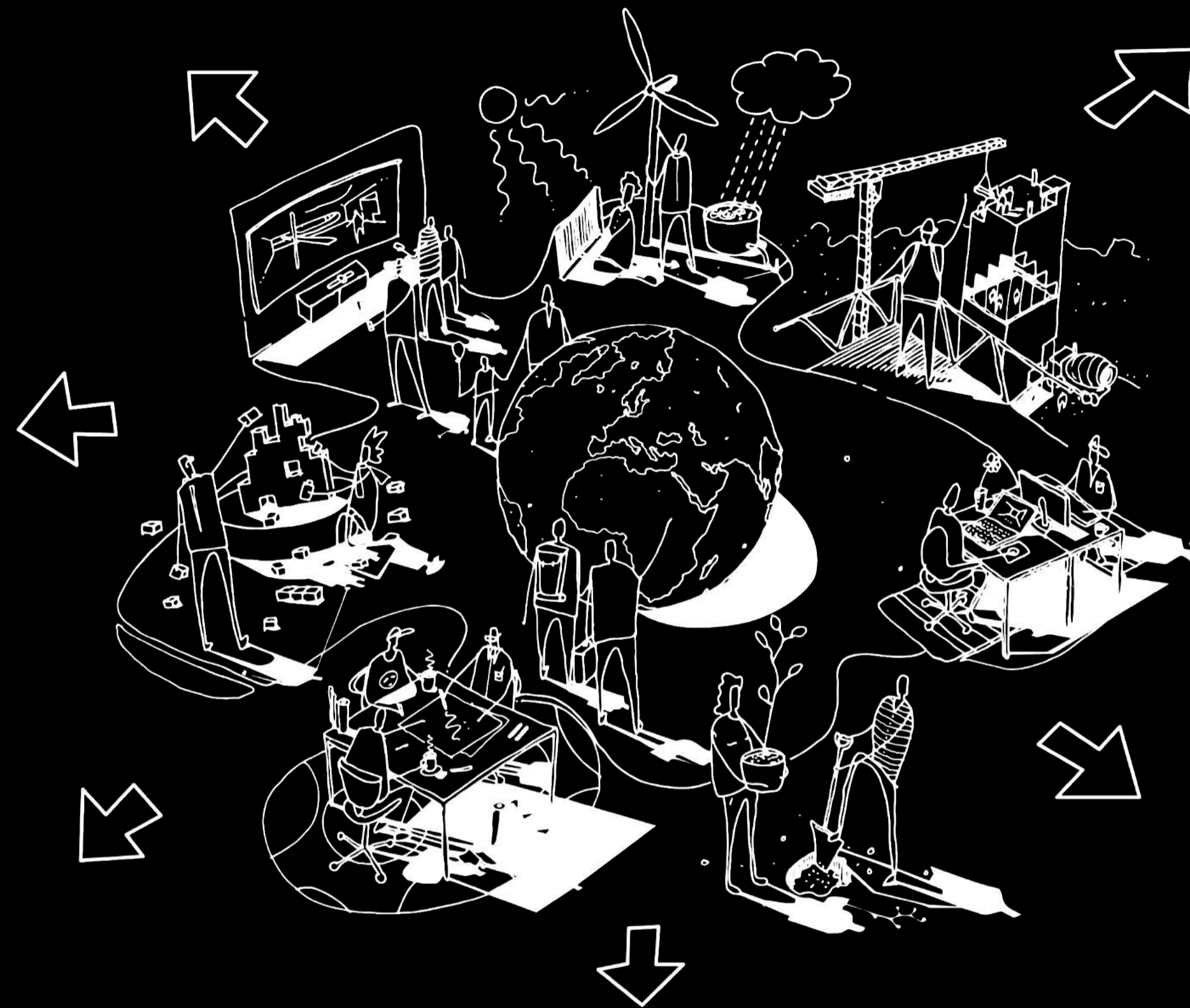


**”IMPROVE LIFE FOR
PEOPLE AND PLANET”**

CF MØLLER
ARCHITECTS

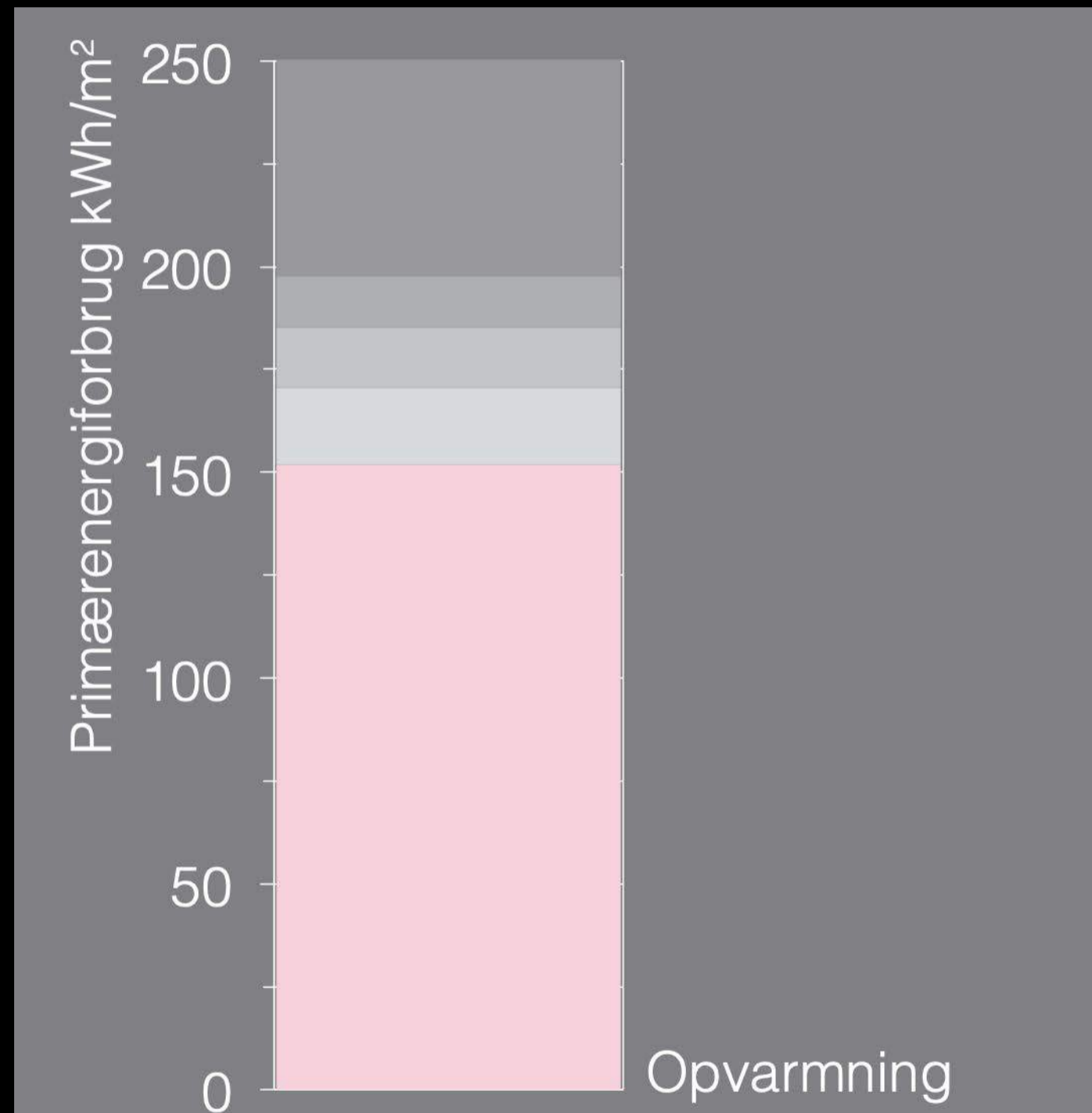
KLIMA

fra den allerførste skitse...



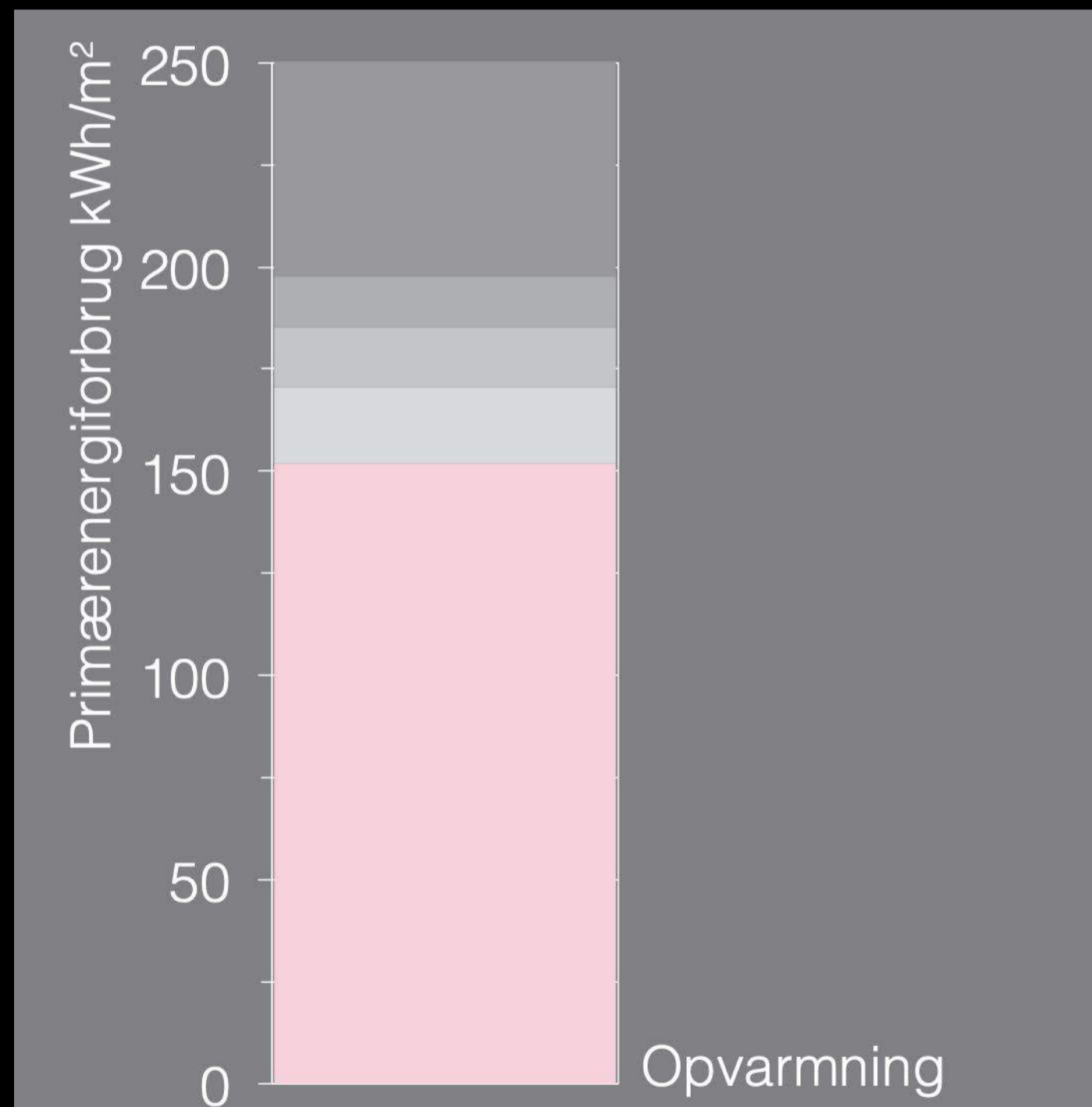
Tilbageblik...

1970'ernes varmebesparelser

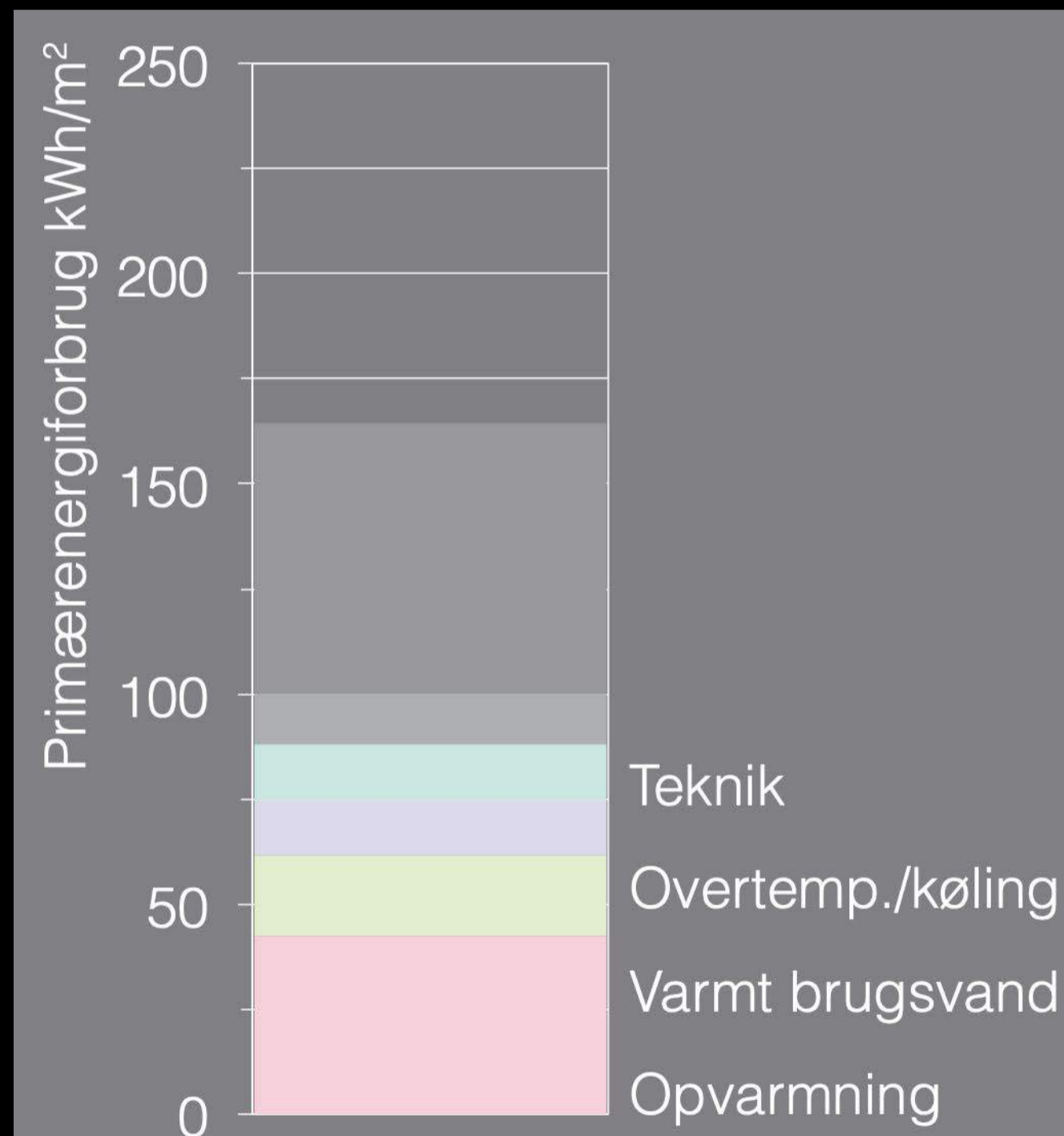


Tilbageblik...

1970'ernes varmebesparelser

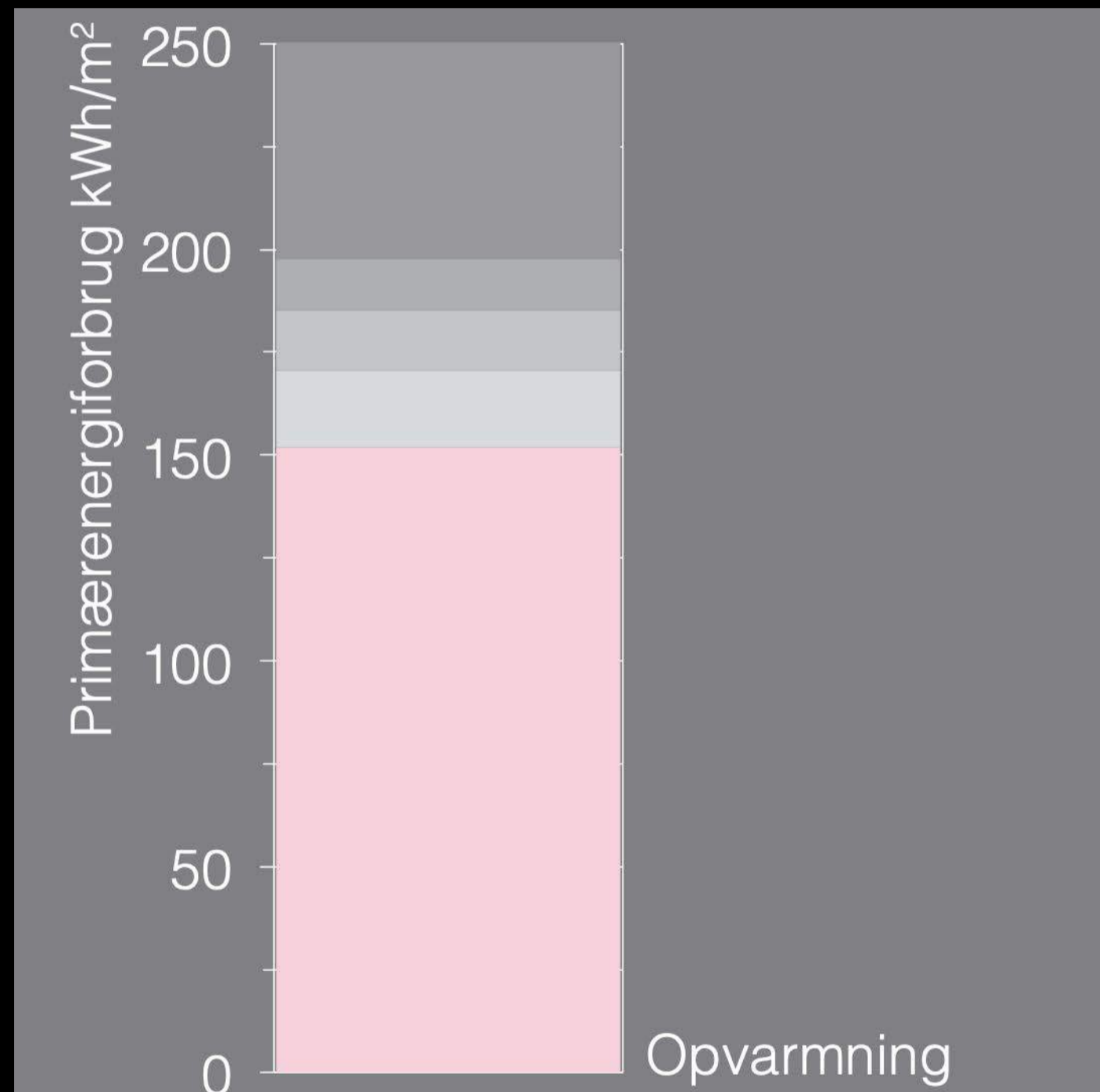


2000'ernes energiramme

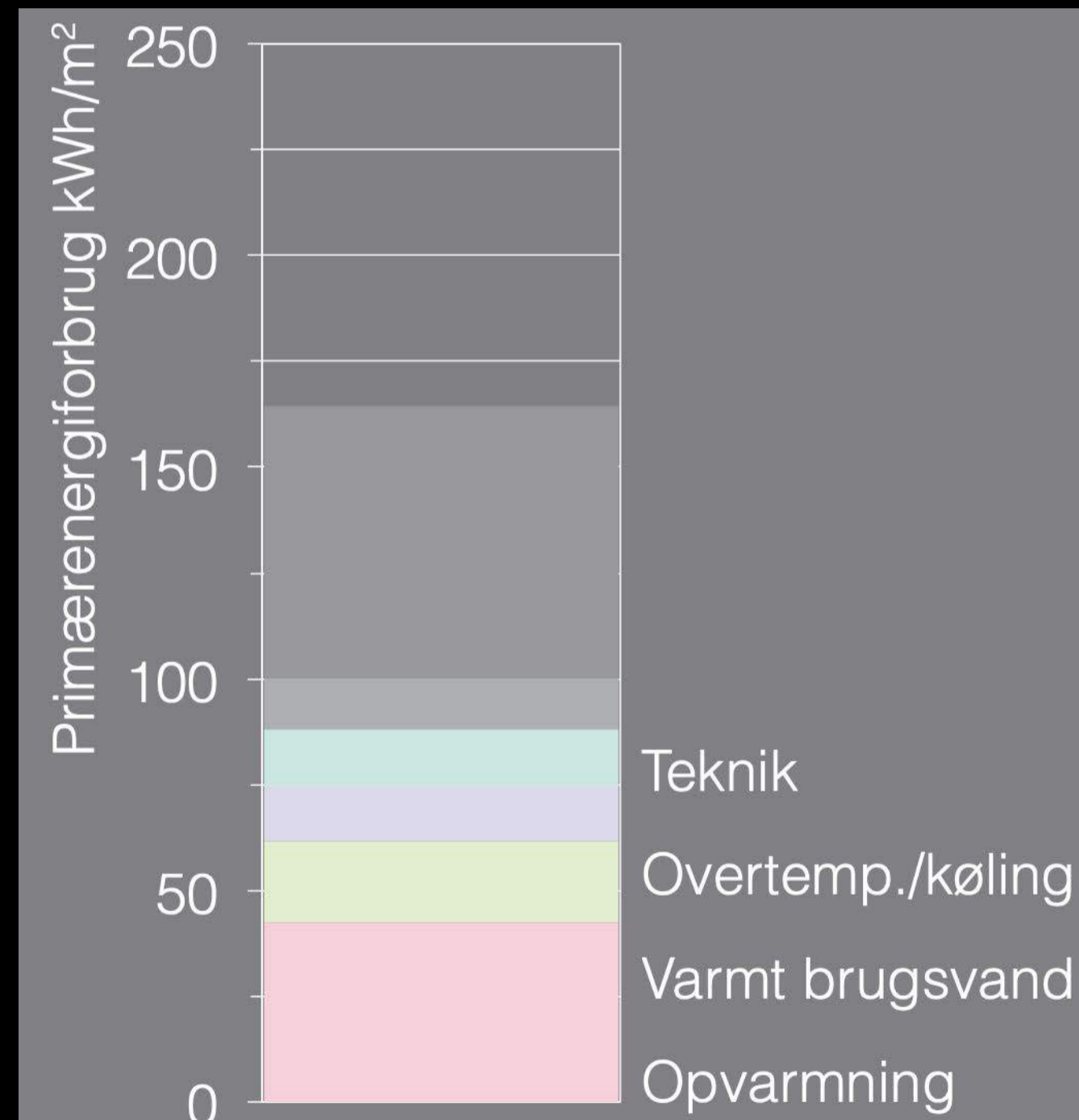


Tilbageblik...

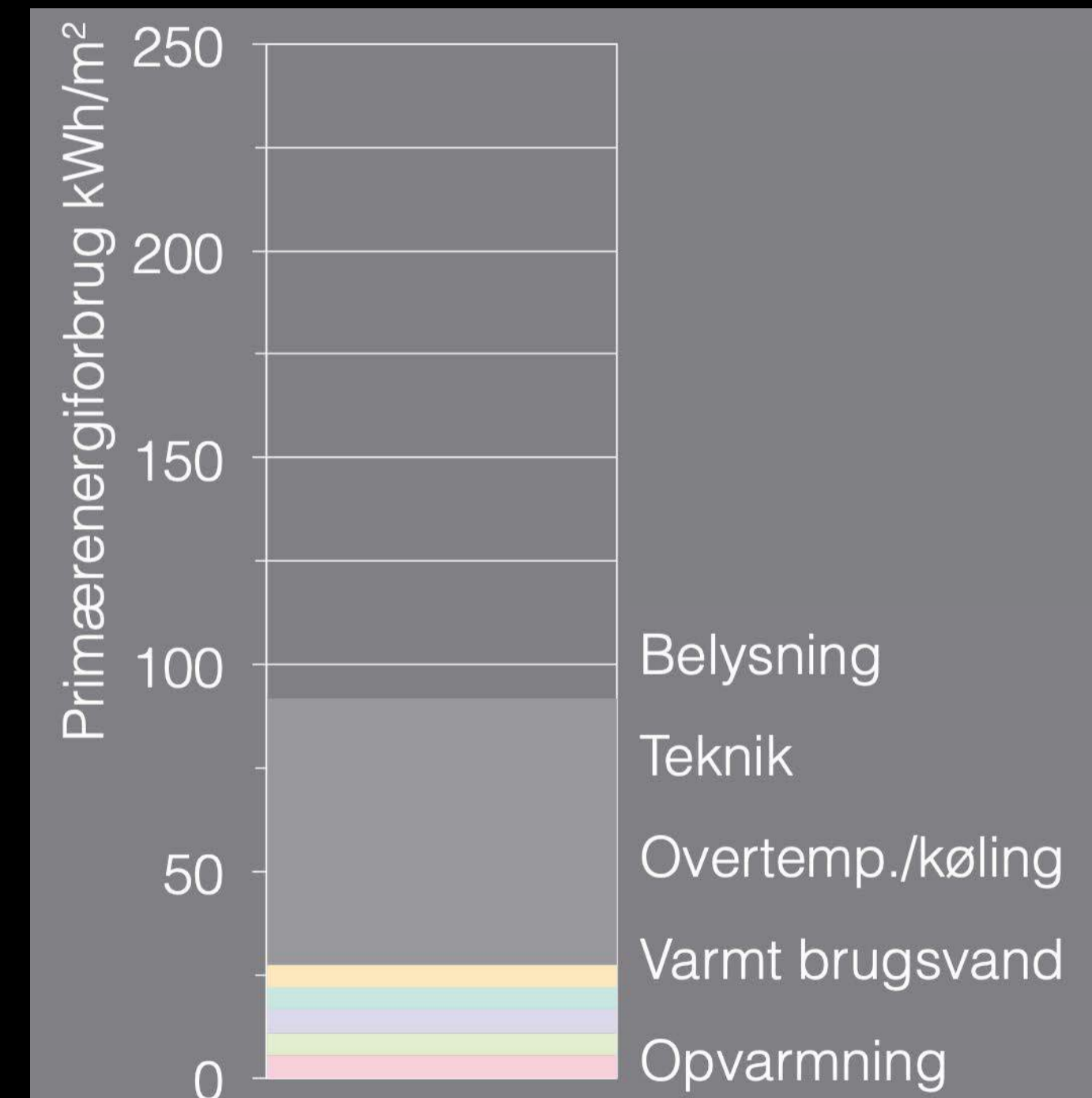
1970'ernes varmebesparelser



2000'ernes energiramme

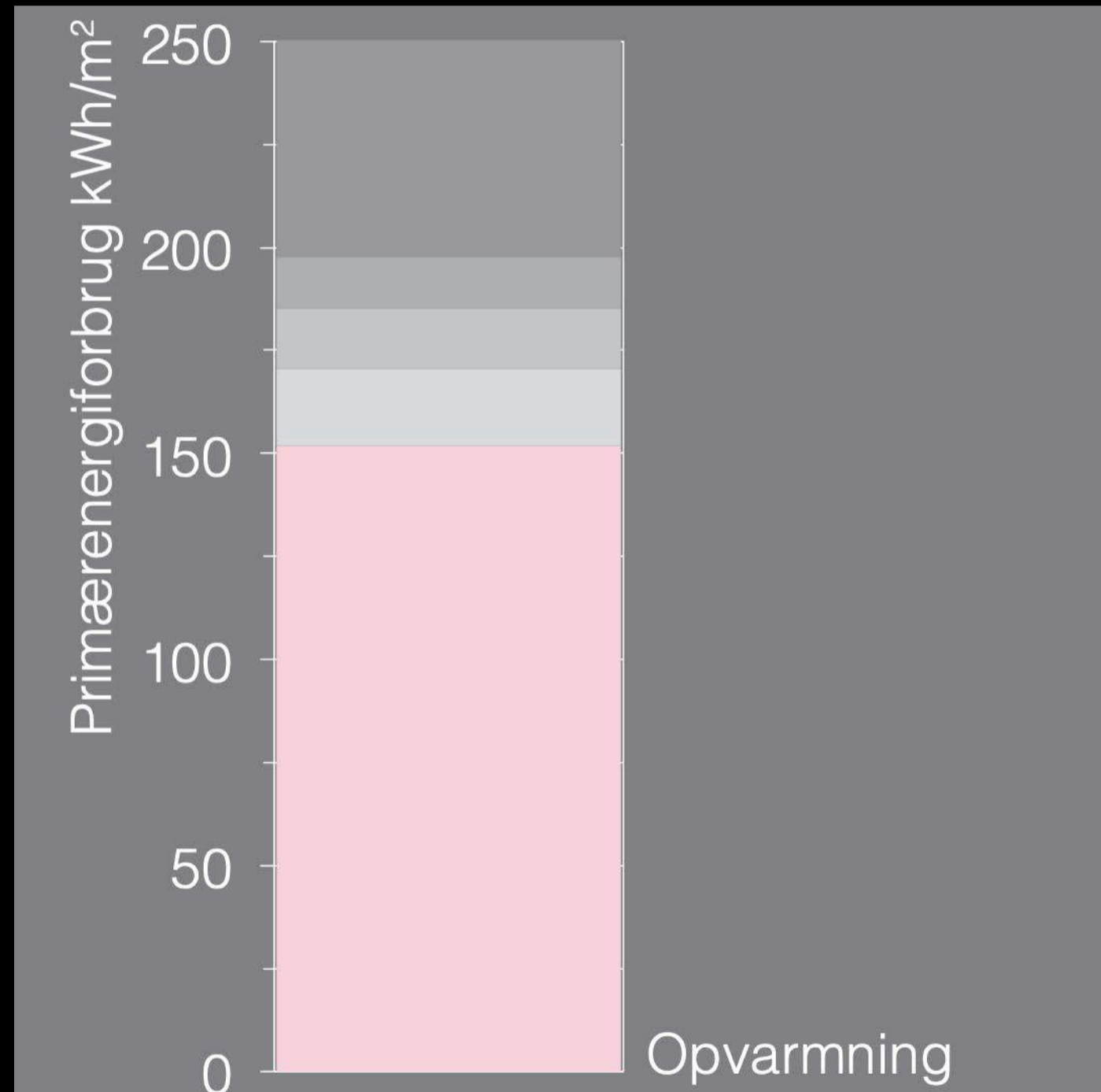


2020'ernes klimastrategi

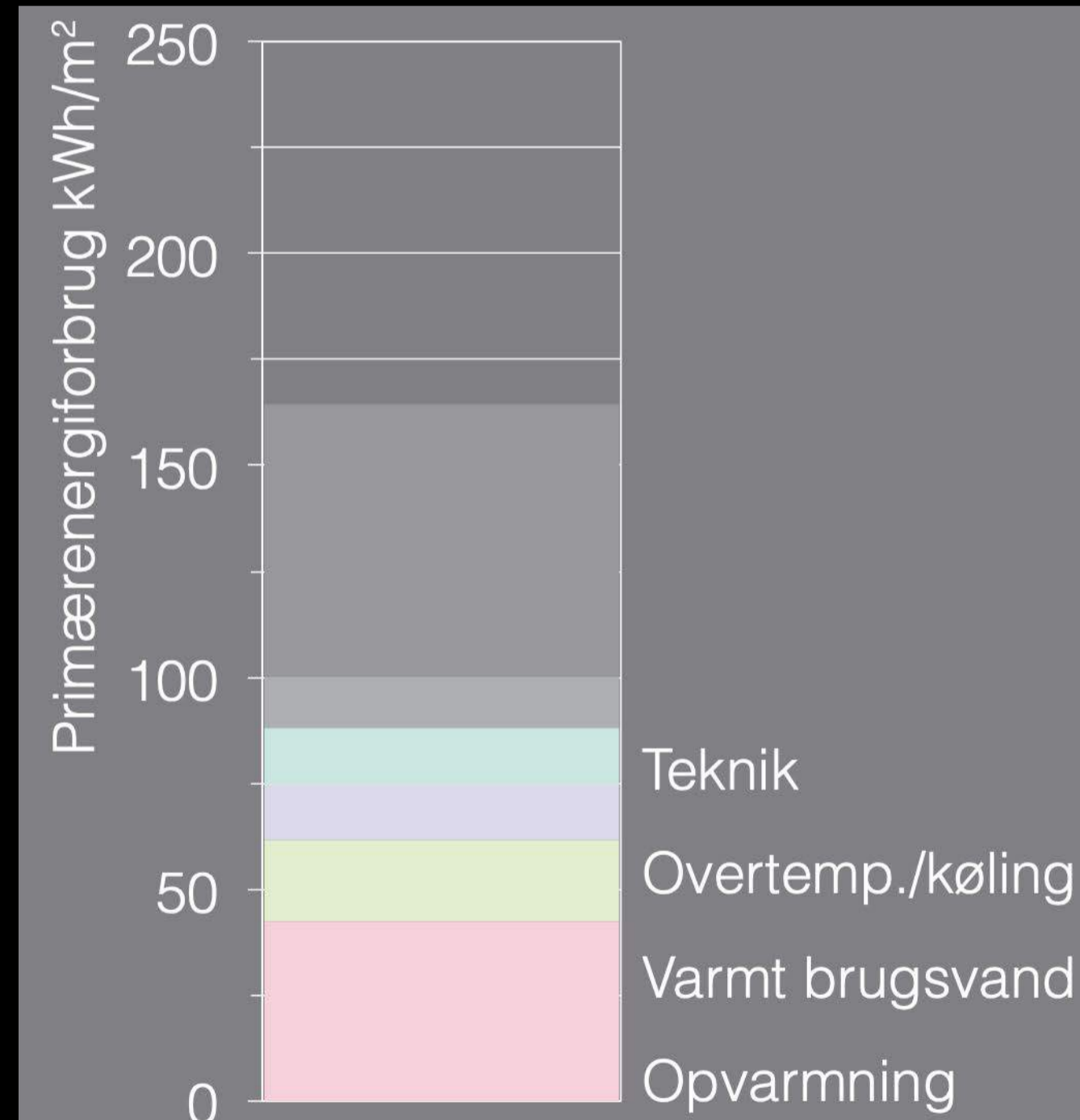


Tilbageblik...

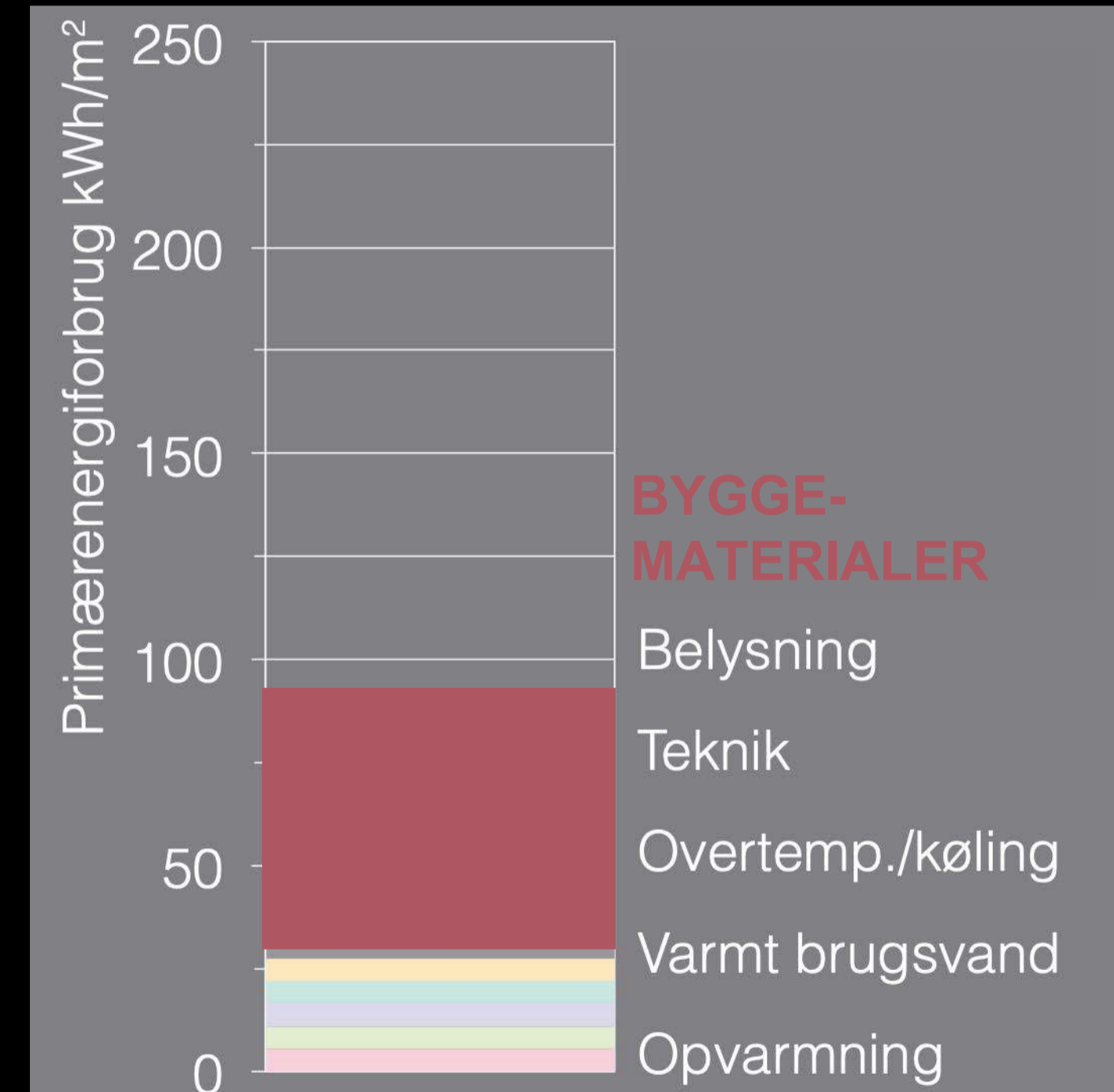
1970'ernes varmebesparelser



2000'ernes energiramme

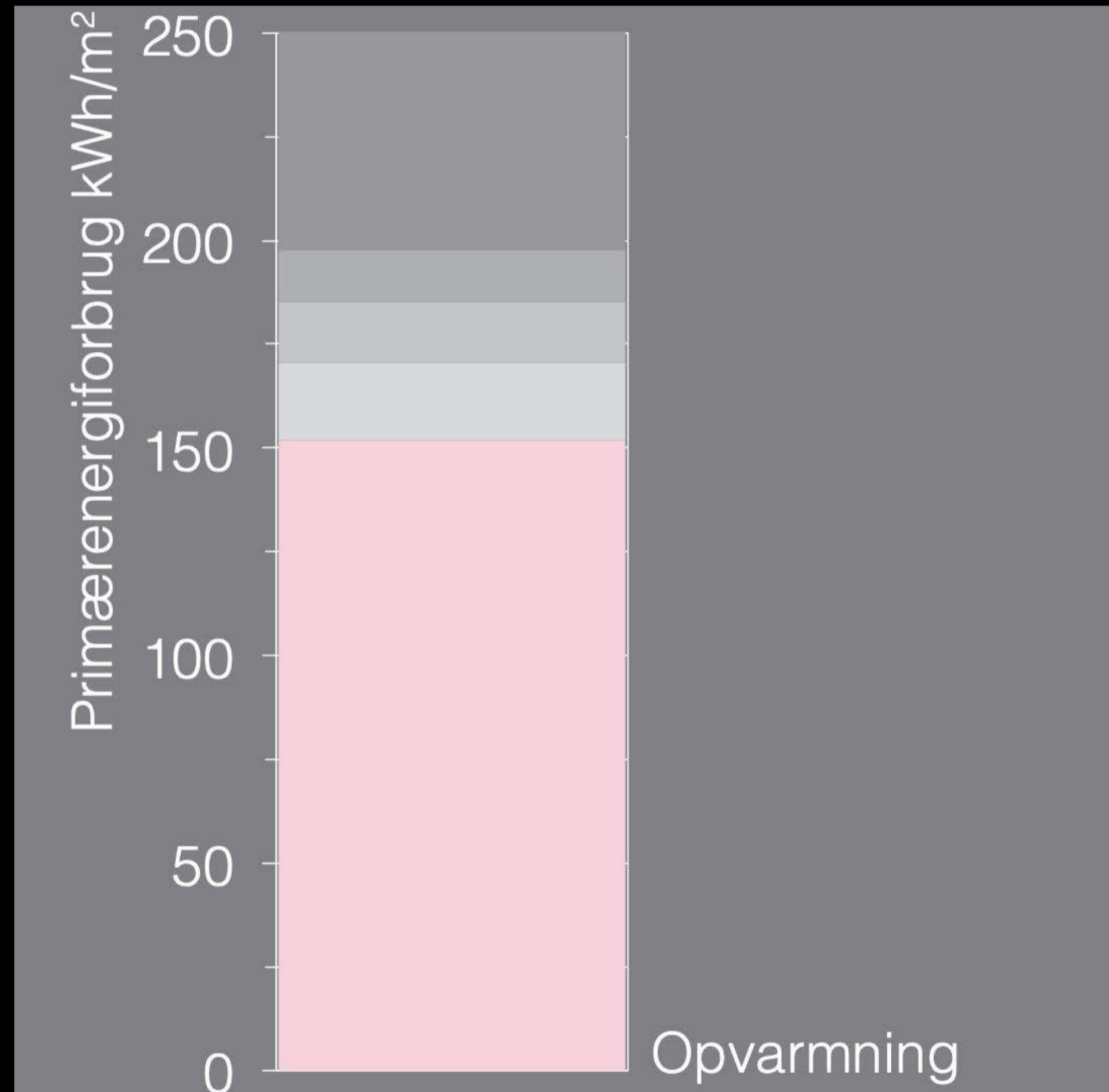


2020'ernes klimastrategi

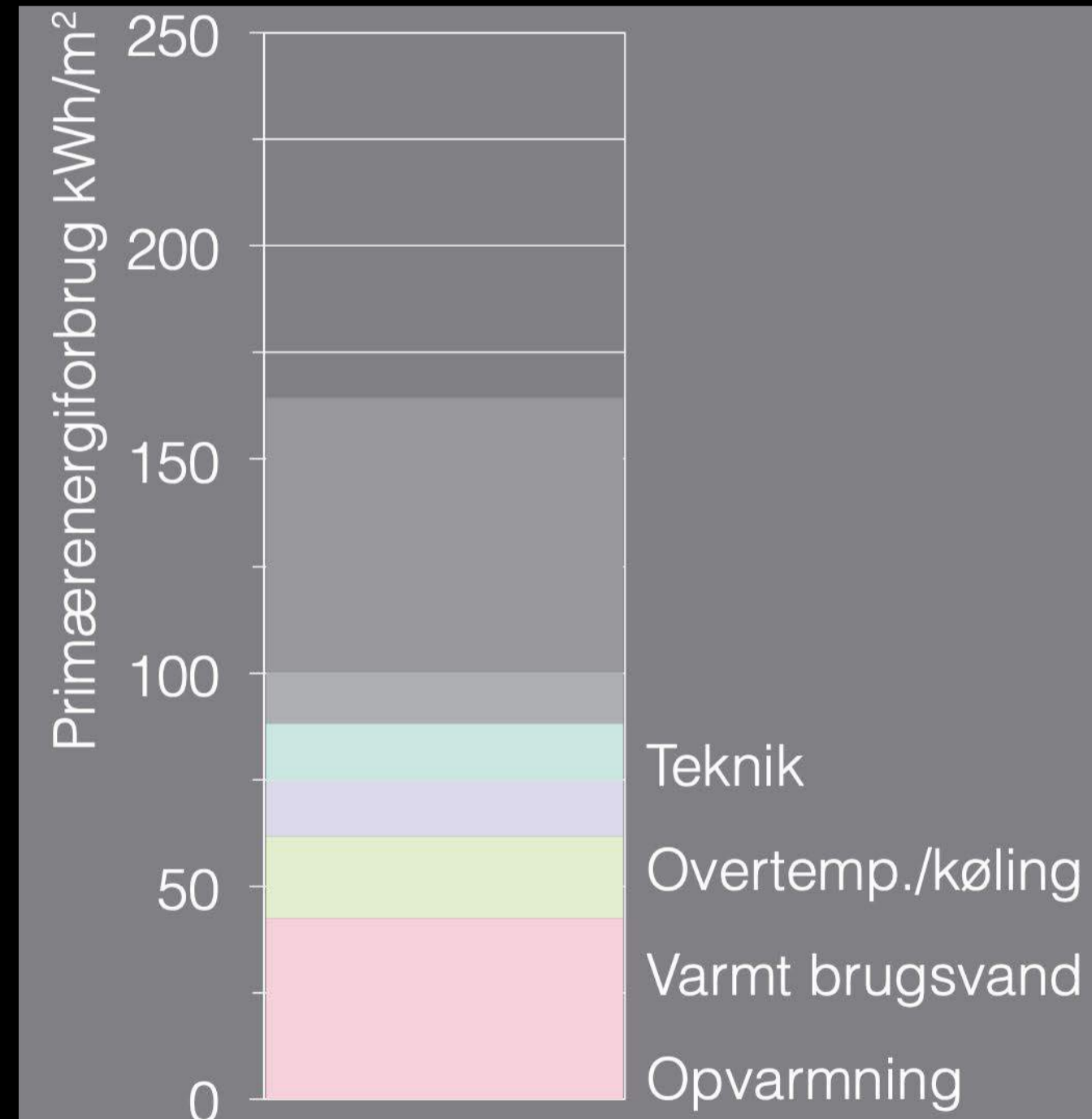


Tilbageblik...

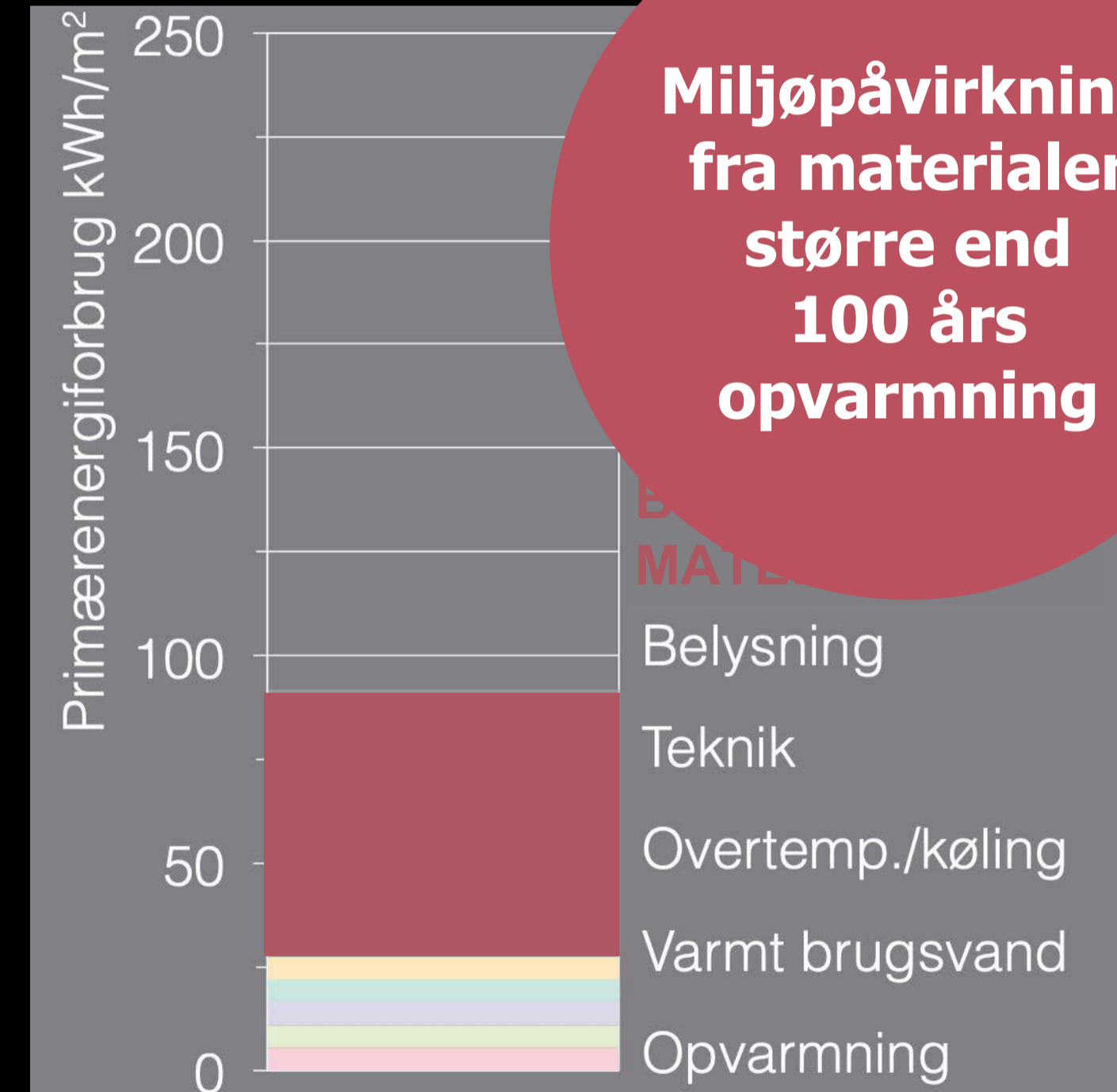
1970'ernes varmebesparelser



2000'ernes energiramme



2020'ernes klimastrategi



**Miljøpåvirkning
fra materialer
større end
100 års
opvarmning**

Drivhuseffekt i anlæg og drift

Drift (Be18): 2,5 kg CO₂/m².år

Anlæg (LCA): 7,5 kg CO₂/m².år

2,1 kg CO₂/m².år 15% mindre

7,5 kg CO₂/m².år

4% mindre

2,5 kg CO₂/m².år

3,8 kg CO₂/m².år 50% mindre

Typisk etageboligbyggeri

- Betonbyggeri
- BR18 energiramme
- LCA efter DGNB

Traditionel fokus på energi

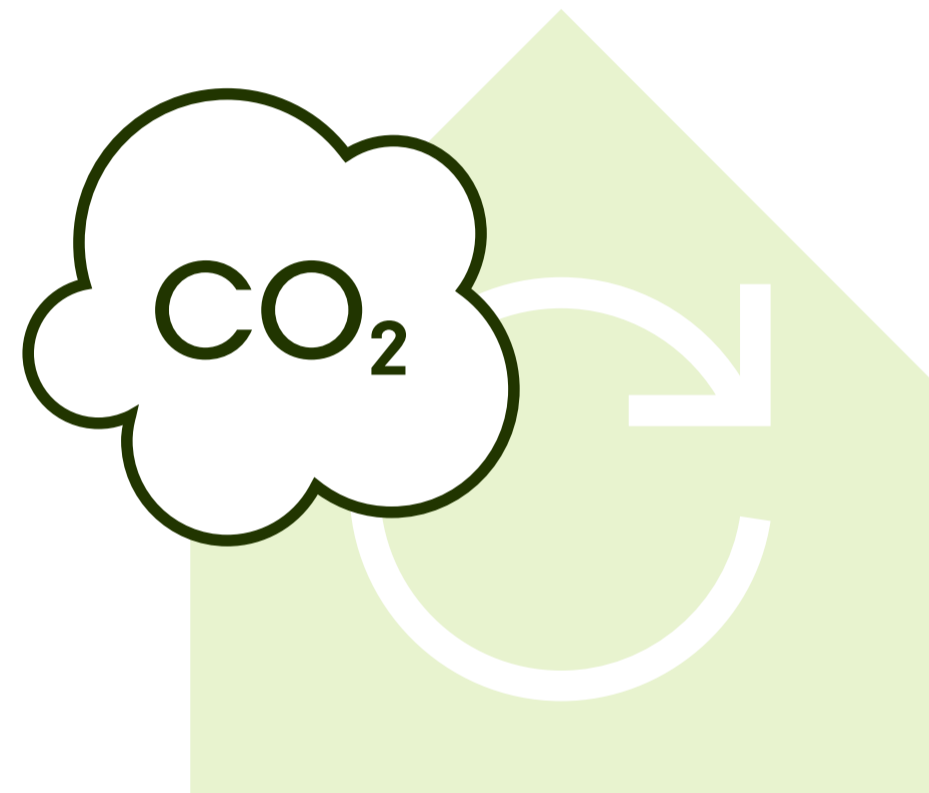
- 2020-lavenergiklasse
- Ikke socioøkonomisk rentabel
- Mange negative konsekvenser fx overophedning

Ny fokus på materialer

- Træ og biobaserede materialer i stedet for beton
- Store CO₂ besparelser
- Ureguleret område ift BR18



LIVSCYKLUSVURDERING – BYGNINGENS SAMLEDE KLIMAPÅVIRKING



	Bygningsreglement		Frivillig CO ₂ -klasse
2020	Ingen krav		Testfase af FBK: Krav på LCA-beregning
2023	Nybyggeri >1000m ² Grænseværdi: 12,0 kg CO ₂ /m ² år	Nybyggeri <1000m ² Ingen krav	Alle bygninger Grænseværdi: 8,0 kg CO ₂ /m ² år
2025	Krav om LCA Grænseværdi: 10,5 kg CO ₂ /m ² år		Krav om LCA Grænseværdi: 7,0 kg CO ₂ /m ² år
2027	Krav om LCA Grænseværdi: 9,0 kg CO ₂ /m ² år		Krav om LCA Grænseværdi: 6,0 kg CO ₂ /m ² år
2029	Krav om LCA Grænseværdi: 7,5 kg CO ₂ /m ² år		Krav om LCA Grænseværdi: 5,0 kg CO ₂ /m ² år

TRÆ-BYGGERI

F&U

TALL TIMBER BUILDINGS

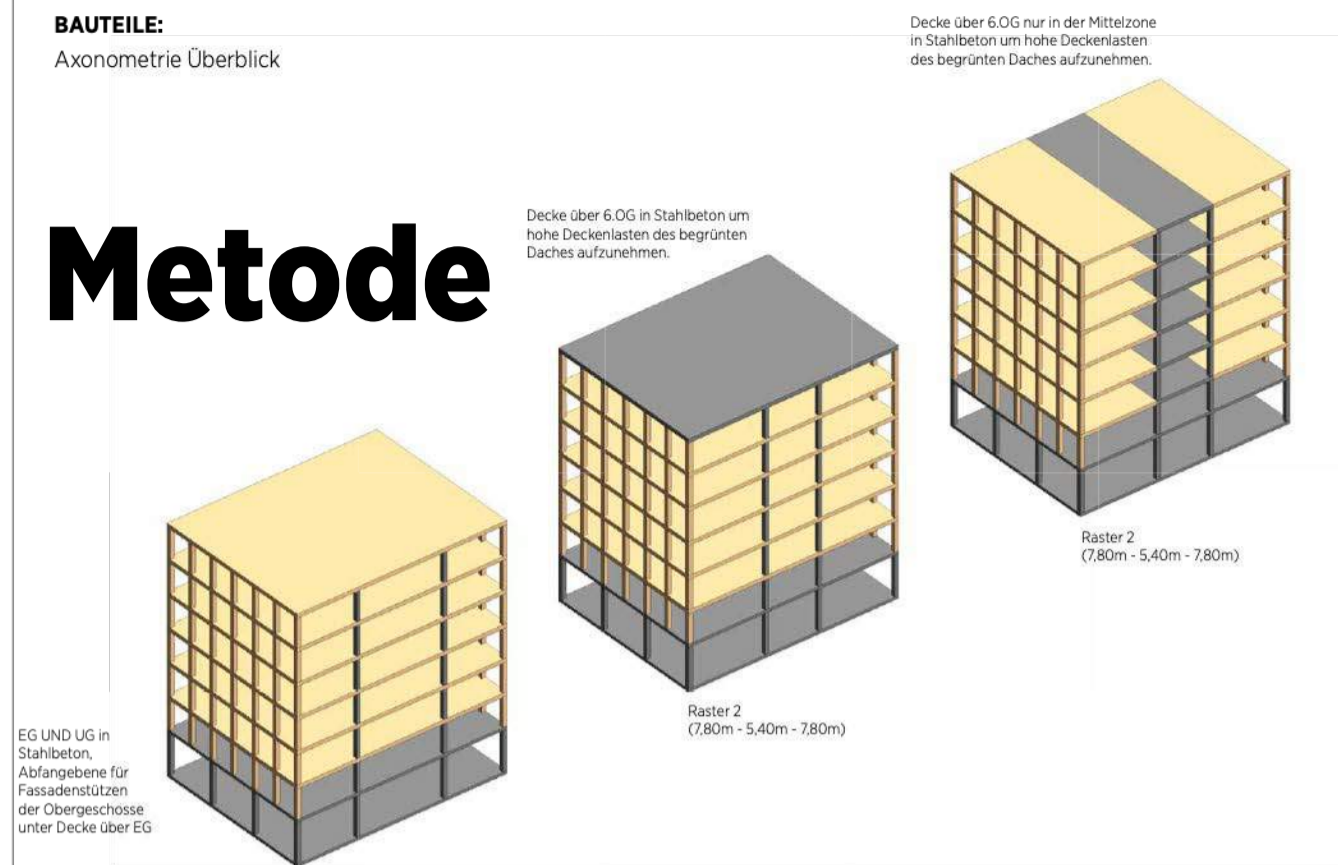
KONCEPTSTUDIER

Netværk



BAUTEILE:
Axonometrie Überblick

Metode



DECKENSYSTEME
Übersicht

System 1	System 2	System 3	System 4	Vergleichssystem
Holz-Beton-Verbund-Flachdecke (BV-F-Decke)	Holz-Beton-Verbund-Trägerdecke (HBV-T-Decke)	Holz-Kastendecke (HK-Decke)	Holz-Beton-Verbund-Rippendecke (HBV-R-Decke)	bewährte Stahlbetondecke (STB-Decke)
Gesamtdicke inklusive Fußbodenaufbau:				
54cm	69cm	50cm	74cm	55cm
Gewicht Rohdecke (ohne Fußbodenaufbau):				
370kg/m ²	335kg/m ²	270kg/m ²	360kg/m ²	850kg/m ²
Anteil Holz an Gesamtgewicht der Decke:				
33% Holz	10% Holz	45% Holz	17% Holz	0% Holz



2019-2023

SUPPORTED BY EU HORIZON 2020; € 8,6 MILL.
DEVELOP A SUSTAINABLE AND INNOVATIVE WOOD VALUE CHAIN FOR THE CONSTRUCTION OF MULTI-STORY WOOD BUILDINGS

Framing Options

#1 Concrete

#2 All Timber (above Ground)

#3 Cores in Concrete



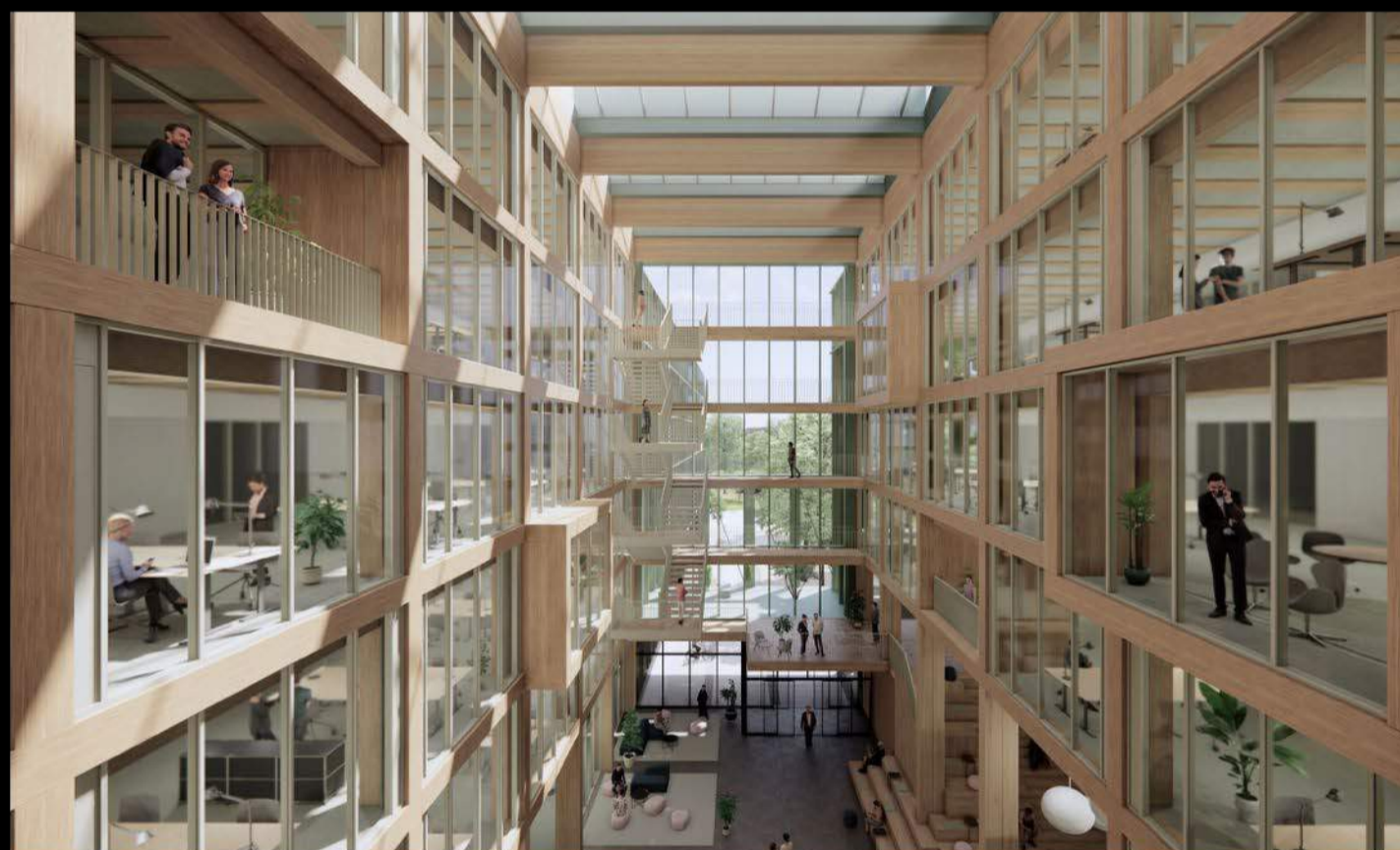
SLAB Options

#1 FLAT SLAB (TS3)

#2 STEEL BEAM in SLAB

#3 WOOD BEAM in SLAB

TRÆ- BYGGERI



150.000m²
under
projektering



MINISTRY OF ENVIRONMENT BERLIN

Building type: **Public administration**
Floor area: **50.000 m²**
Construction: **Timber hybrid**
Status: **Project design 2020-**

**Europe's
largest timber
hybrid
building**



**CF MØLLER
ARCHITECTS**

LERCHESGADE ODENSE

Building type: **Public administration**

Floor area: **36.000 m²**

Construction: **Timber column & CLT slab**

Status: **Competition win 2021**

Construction starts 10/2022

Completion 04/2024

**Denmark's
largest timber
building**



**CF MØLLER
ARCHITECTS**

**Hvorfor
klima
fra den
allerførste
skitse?**

Hvorfor klima

fr
a
skitse?

**Voksende
samfundsfokus
på
bæredygtighed**

**Urbanisering &
byfortætning**

**Større
bygninger**

**Growing
user
demands**

**Voksende
kompleksitet**

Hvorfor klin fr a skitse?

Materialekrise!

**Klima-
katastorfer**

**G
de**

Hedebølger

sam

bæredy

**Større
bygninger**

**voksende
kompleksitet**

Hvorfor klin fr a skitse?

Materialekrise!

kata

**Ressource-
knaphed**

Hedebølger

sam

bæredy

Energipriser

**Større
gninger**

**voksende
kompleksitet**

**Hvorfor
klin
fr
a
skitse?**

Materi

KLIMAKRAV!

Hedebølger

sam

bæredys

**voksende
kompleksitet**

Hvorfor
klin
fr
a
skitse?

Materi

!DRIVERS!
KIMKRAM!

Hedebølger

sam

bæredys

voksende
kompleksitet

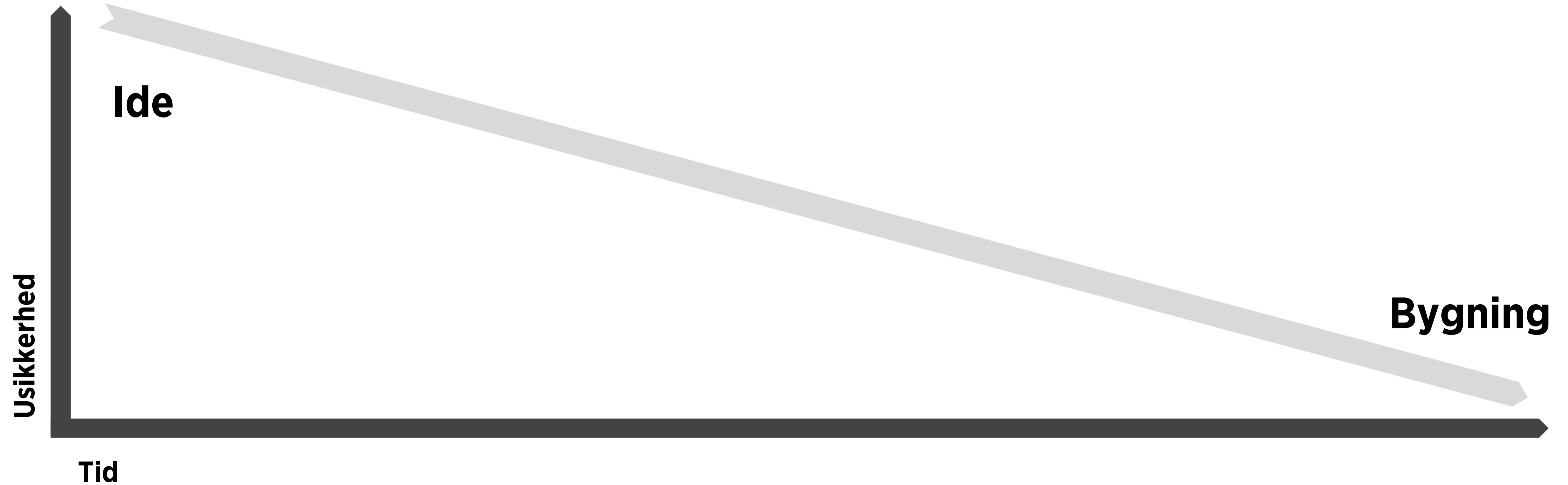
KLIMA

fra den allerførste skitse...

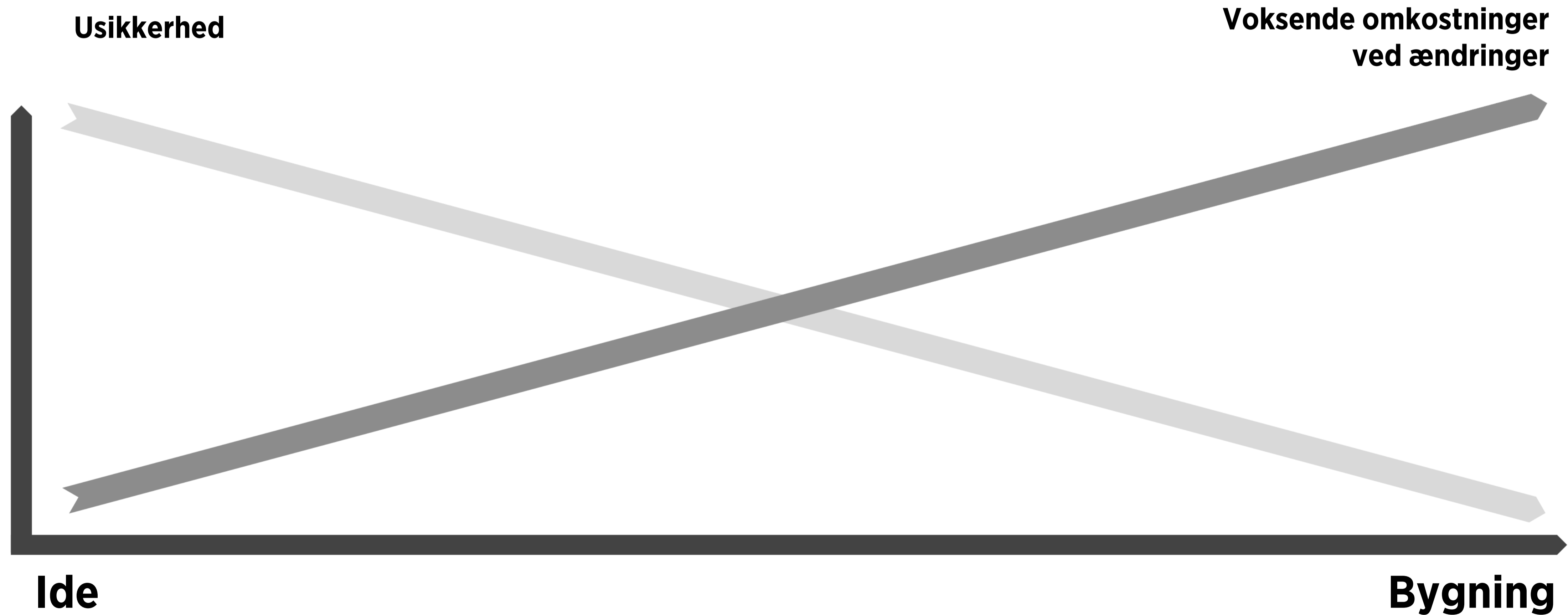
**80% af [CO2]beslutninger træffes i den første 20%
af tiden [skitsefasen] /Pareto principle**



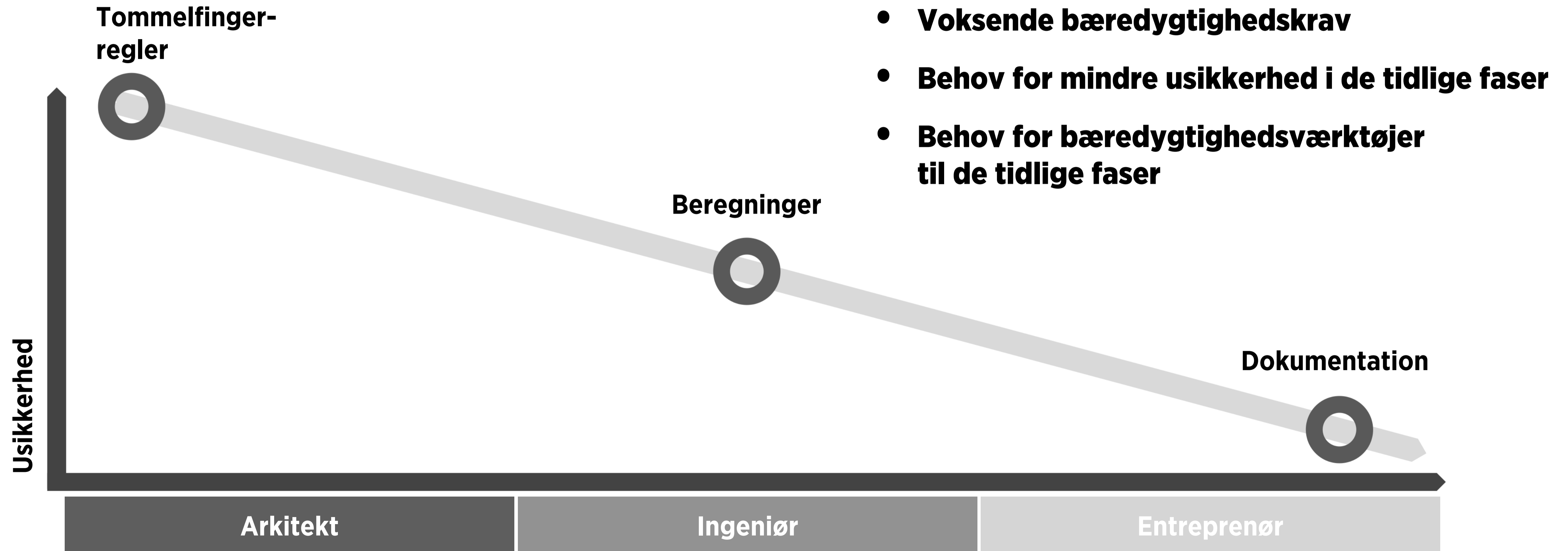
Hvorfor klima fra den allerførste skitse?



Hvorfor klima fra den allerførste skitse?



Hvorfor klima fra den allerførste skitse?



Hvorfor klima fra den allerførste skitse?



- **Voksende bæredygtighedskrav**
- **Behov for mindre usikkerhed i de tidlige faser**
- **Behov for bæredygtighedsværktøjer til de tidlige faser**
- **Arkitektur som drivkraften for bæredygtighed**

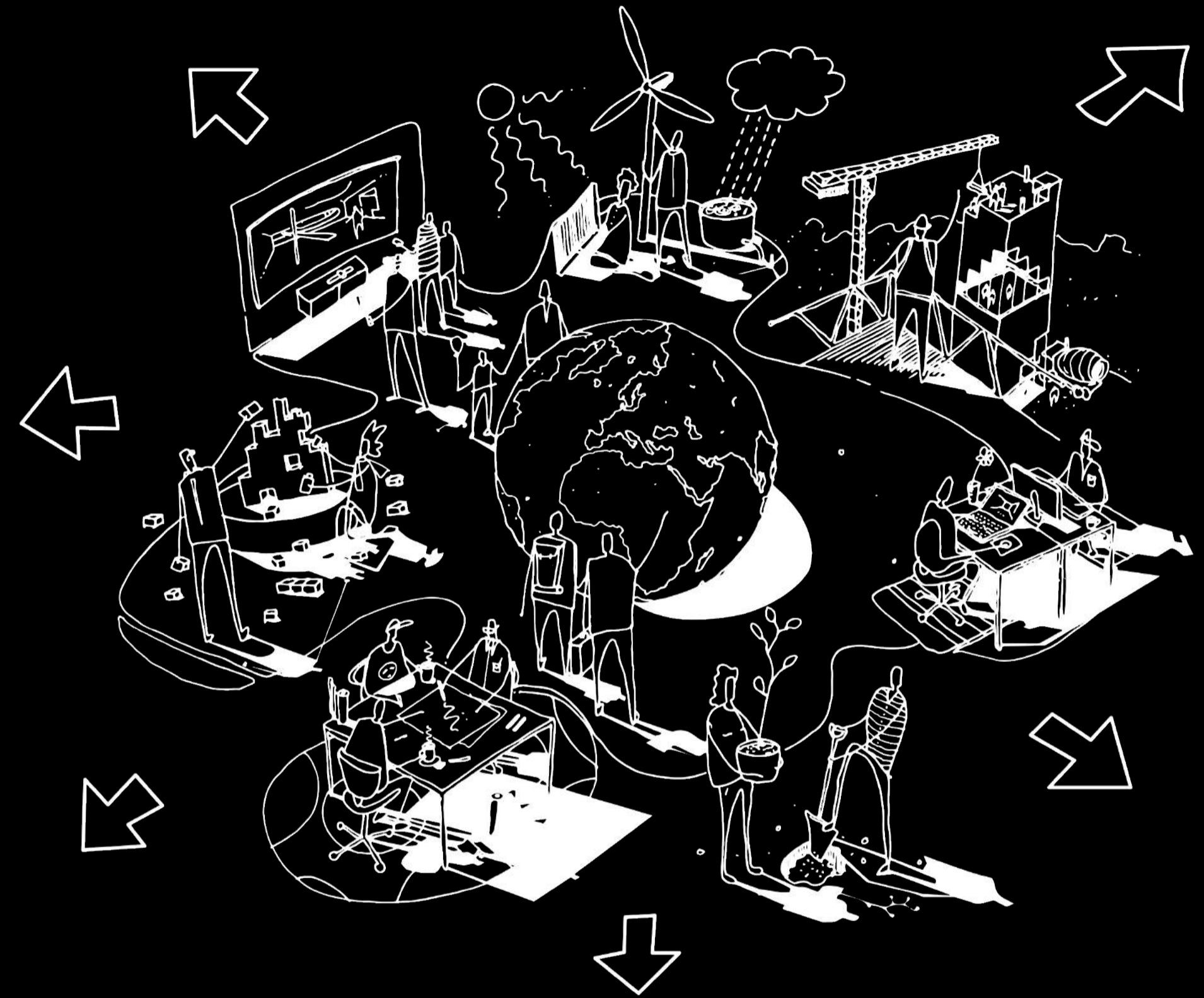
KLIMA

fra den allerførste skitse...

80% af [CO2]beslutninger træffes i den første 20% af tiden [skitsefasen] /Pareto principle

Byggematerialer står for 11-12% af verdens samlede CO2-udledning /Rambøll, WorldGBC

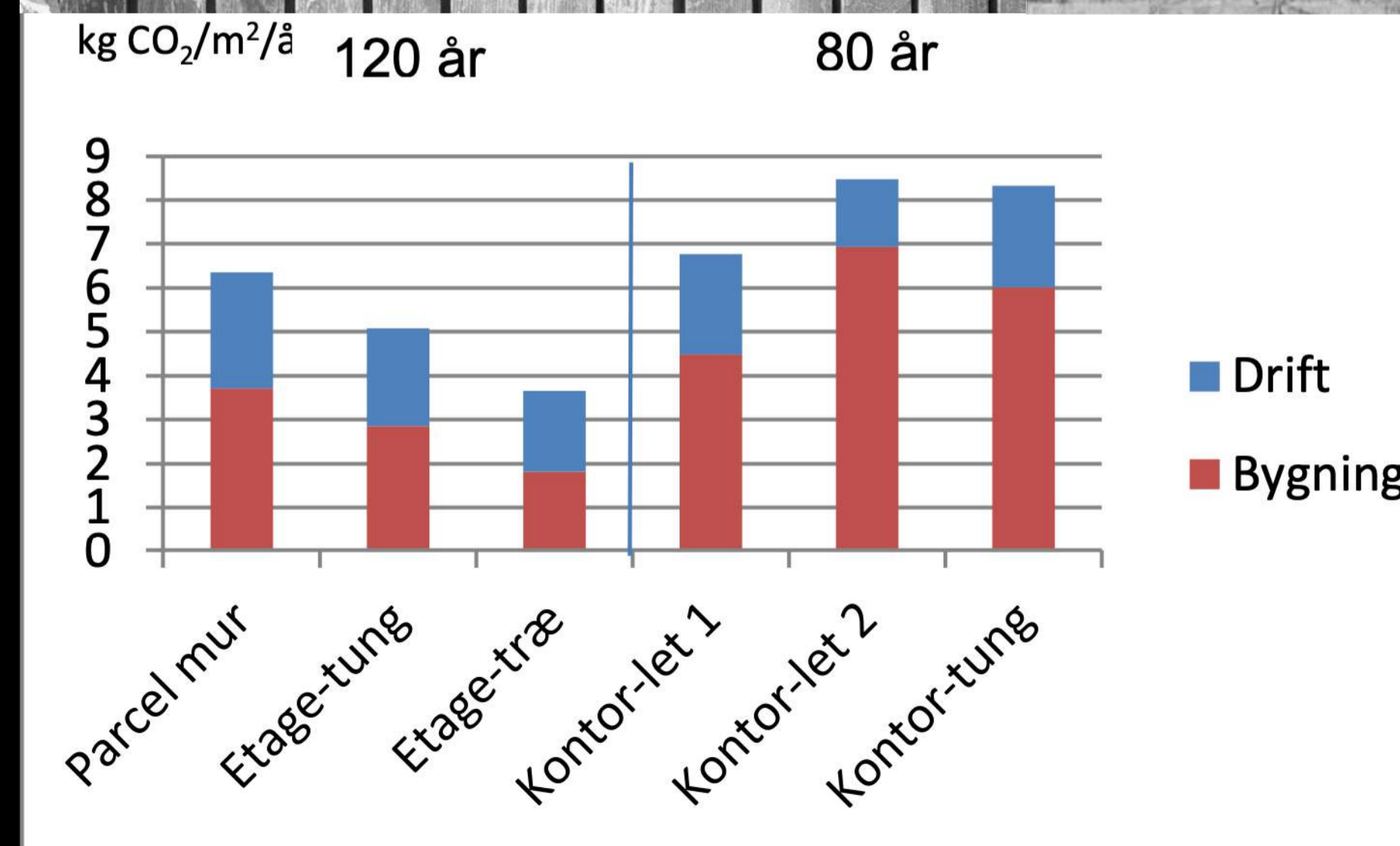
Ved at fokusere på rette valg af materialer kan en bygnings CO2-aftryk i anlægsfasen reduceres med 50% /Concito



KLIMA

fra den allerførste skitse...

- **Materialitet og tektonik er vigtige arkitektoniske virkemidler**
- **Miljøpåvirkning fra byggematerialer større end opvarmning over bygningers hele levetid**
- **Frivillig bæredygtighedsklasse med faste Klima-krav fra 2023**



KLIMA

fra den allerførste skitse...

...her bliver det bedre

The screenshot shows the LCaByg software interface. The left sidebar contains a project tree with the following structure:

- Linjefundament
 - Linjefundament (500 x 500 mm)
 - Beton C30/37
 - Affald, bygge, oparbejdning
 - Ammeringsstål
 - Betonsøjler
 - Betonsøjle (300 x 300 mm)

The central table lists the following items and their descriptions:

Item	Beskrivelse
Linjefundament	Bygningsdel
Linjefundament (500 x 500 mm)	Konstruktion
Beton C30/37	Byggevarer
Affald, bygge, oparbejdning	Fremstilling (fase)
Ammeringsstål	End of Life (fase)
Betonsøjler	Byggevarer
Betonsøjle (300 x 300 mm)	Bygningsdel
Betonbjælker	Bygningsdel
Kældergulv	Bygningsdel
Kældervæg	Bygningsdel
Gavlparti	Bygningsdel
Let facadekonstruktion	Bygningsdel
Etagedæk	Bygningsdel
Indervæg	Bygningsdel
Trapper	Bygningsdel
Tag	Bygningsdel
Vinduer	Bygningsdel
Fjernvarmeveksler	Bygningsdel
Cirkulationspumpe	Bygningsdel
Varmvandsbeholder	Bygningsdel
Ventilationsaggregat	Bygningsdel
Indset ny bygningsdel	Bygningsdel

The right panel, titled 'Fremstilling (fase)', shows the following data:

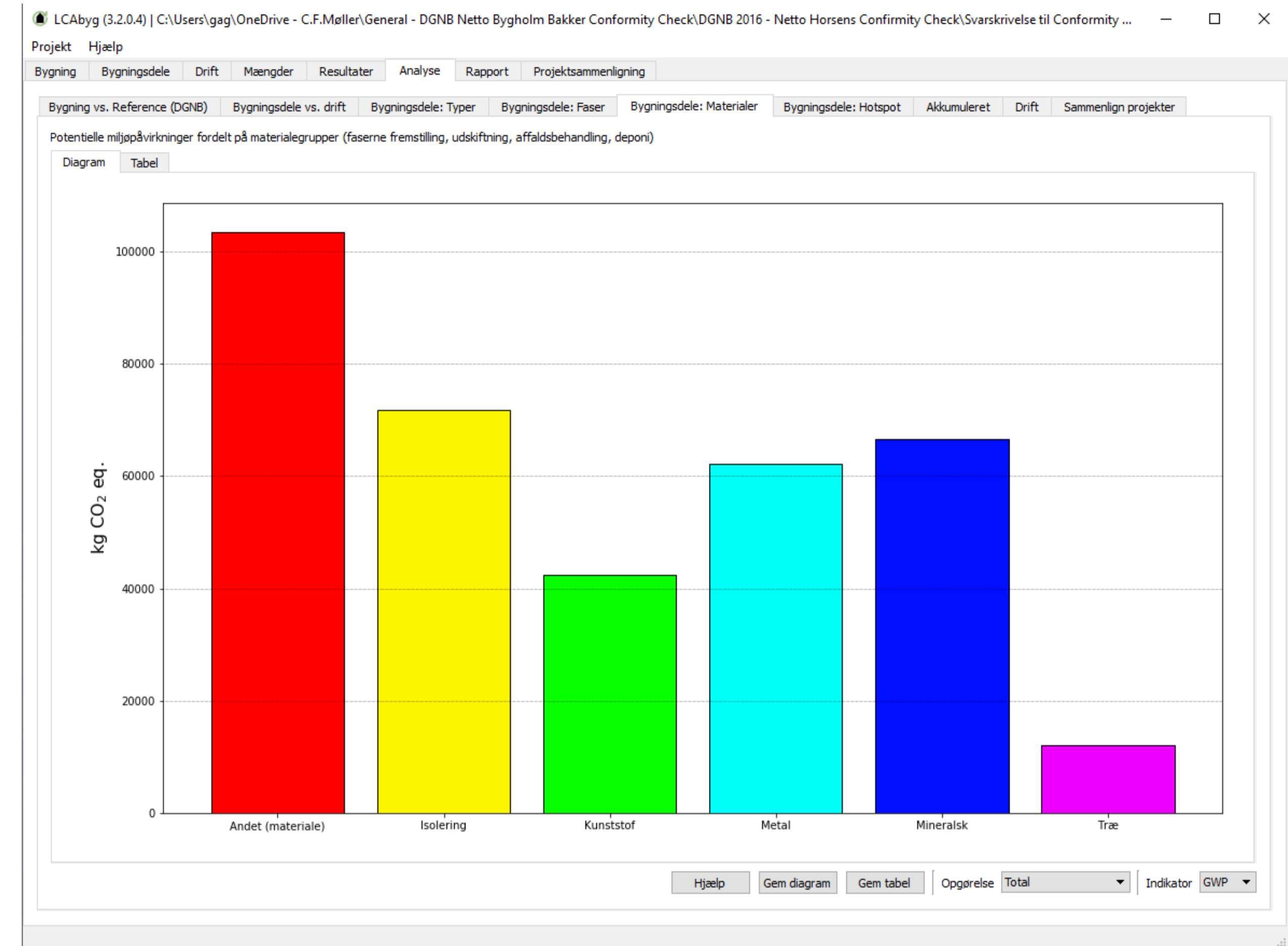
Parameter	Value	Unit
Global Opvarmning (GWP)	232	kg CO2-Equiv./X
Ozonnedbrydning (ODP)	7,35e-07	kg R11-Equiv./X
Fotokemisk Ozondannelse (POCP)	0,0393	kg Ethene-Equiv./X
Forsuring (AP)	0,323	kg SO2-Equiv./X
Næringsalbelastning (EP)	0,0513	kg Phosphate-Equiv./X
Abiotic Depletion Potential, Elements (ADP-E)	0,000418	kg Sb-Equiv./X
Abiotic Depletion Potential, Fossil fuel (ADP-F)	845	MJ/X
Primær energi, fossil	984	MJ/X
Primær energi, vedvarende	82,7	MJ/X
Sekundære brændsler, fossil	355	MJ/X
Sekundære brændsler, vedvarende	182	MJ/X

Below the table, there is a 'Guide' section with the text: 'Færdig bygningsdel. Du har udført alle indtastninger for denne bygningsdel.'

KLIMA

fra den allerførste skitse...

...her bliver det sjovere

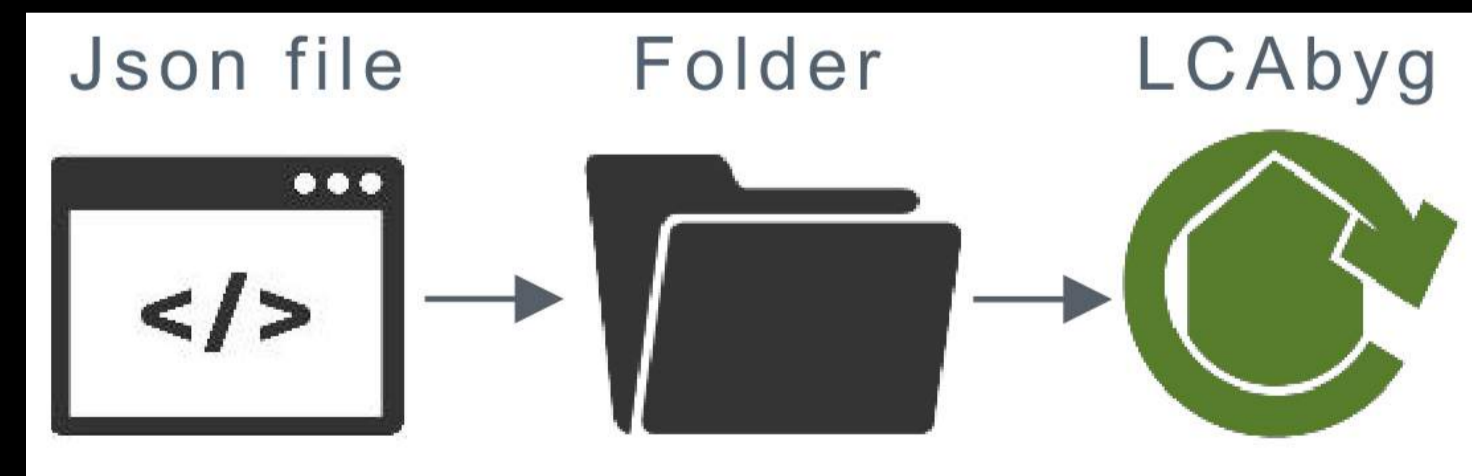


KLIMA

fra den allerførste skitse...

...her bliver det rigtig sjovt!

- Mulighed for interaktion med Jason



The screenshot displays the LCAbyg software interface for editing a wall construction. The main window shows a list of construction layers on the left and a detailed view of the selected 'Midterdel, træelement, mineraluld' layer on the right. The detailed view includes fields for 'Enhed' (m²), 'Lag' (2), and a detailed 'Beskrivelse' (description) of the layer's composition. Below this is a table for 'Opbygning' (construction) with 5 rows of materials and their sources.

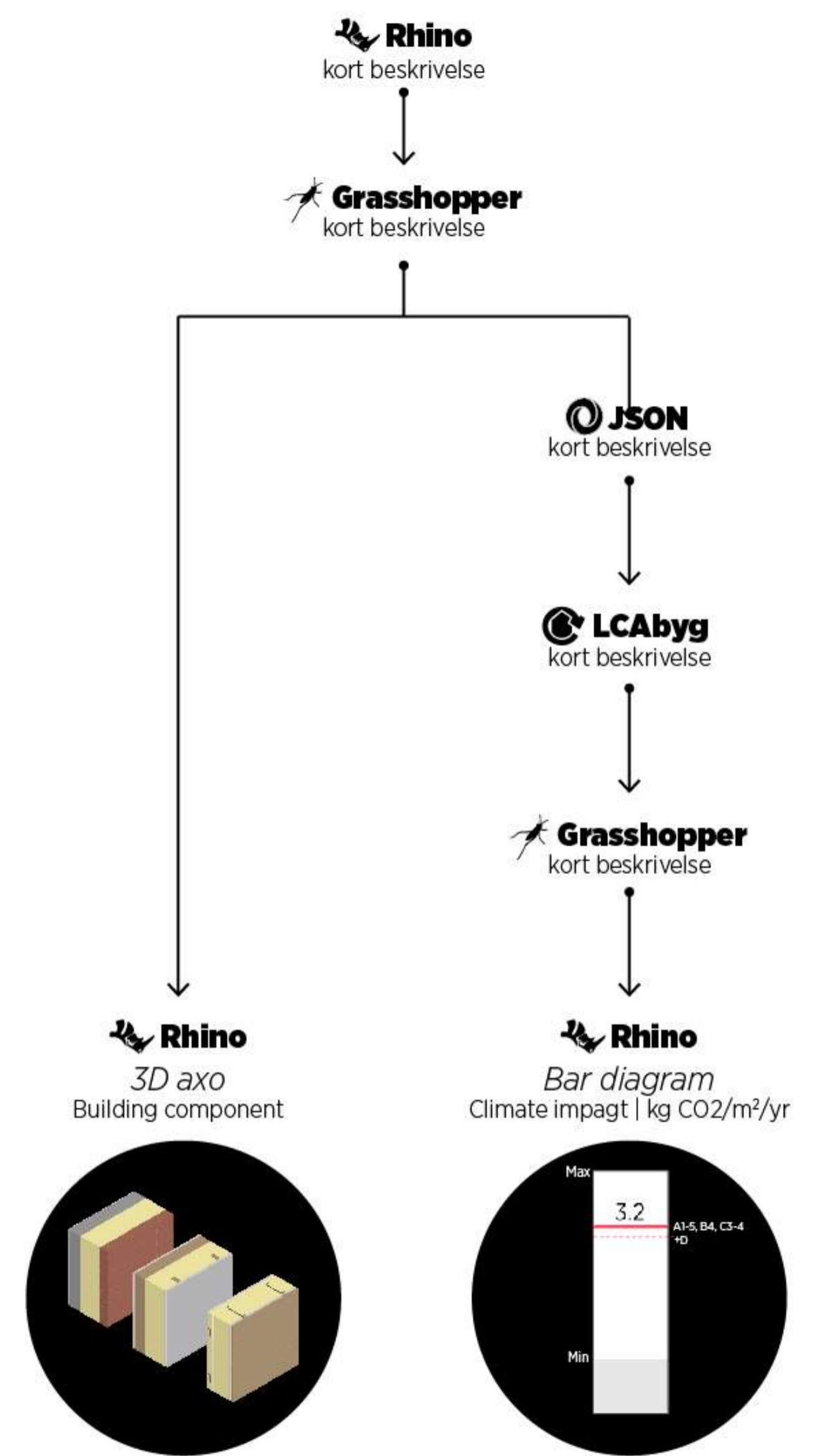
Opbygning	Navn	Beskrivelse	Kilde
1	Konstruktionstræ, KVH-kvalitet (15% fugt / 13% H2O)		GenDK
2	Dampspærre PE (tykkelse 0,0002 m)		GenDK
3	Mineraluld, alm.		GenDK
4	Mineraluld, løsfyld		GenDK
5	Fastgørelsesmidler/skruer i galvaniseret stål		GenDK

On the right side of the interface, there is a 'Debug information' panel with an ID, an 'Ordinær data' panel with group and layer information, and an 'Opbygning' table with 3 rows of construction data. Below these is a bar chart titled 'GWP [kg CO₂-eq.]' showing values for three different construction scenarios.

KLIMA

fra den allerførste skitse...

- LCA:ARC 'LCAbyg for arkitekter'
- Integration i 3D-designproces med Rhino
- Senere brug i projektering
- 'Minimal Viable Product' med JSON-integration



KLIMA

fra den allerførste skitse...

- LCA:ARC 'LCAbyg for arkitekter'
- Integration i 3D-designproces med Rhino
- Senere brug i projektering
- 'Minimal Viable Product' med JSON-integration

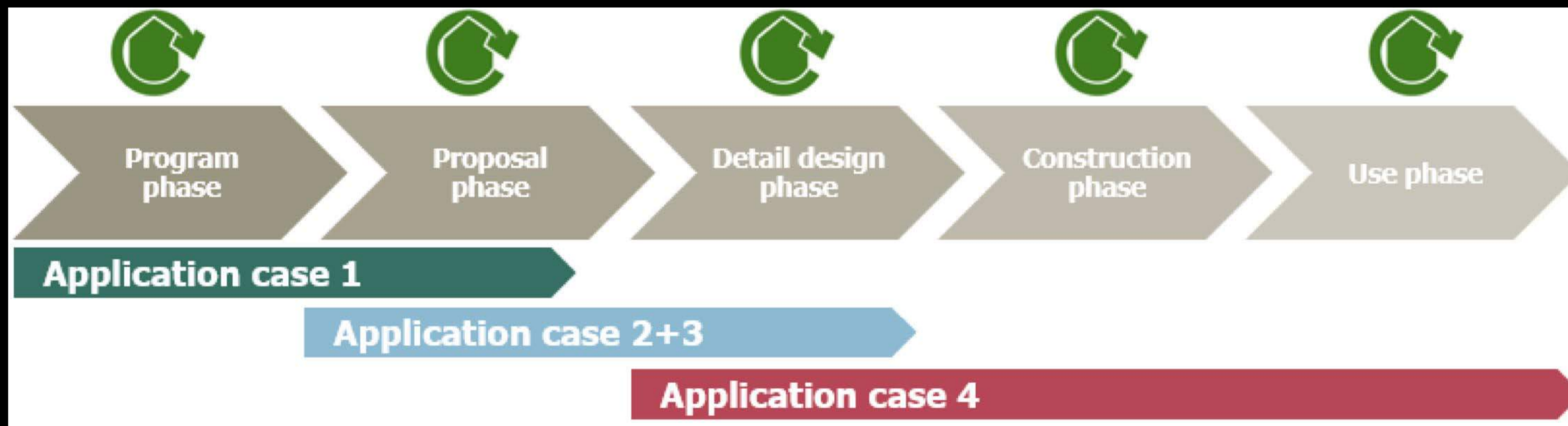


Photo: C.F. Møller Architects / Nikolaj Jakobsen

LCA in the Early Design Phase

MASTER THESIS, FEBRUARY 2021

NICOLAJ HOSTRUP LANGKJÆR



CF MØLLER
ARCHITECTS

KLIMA

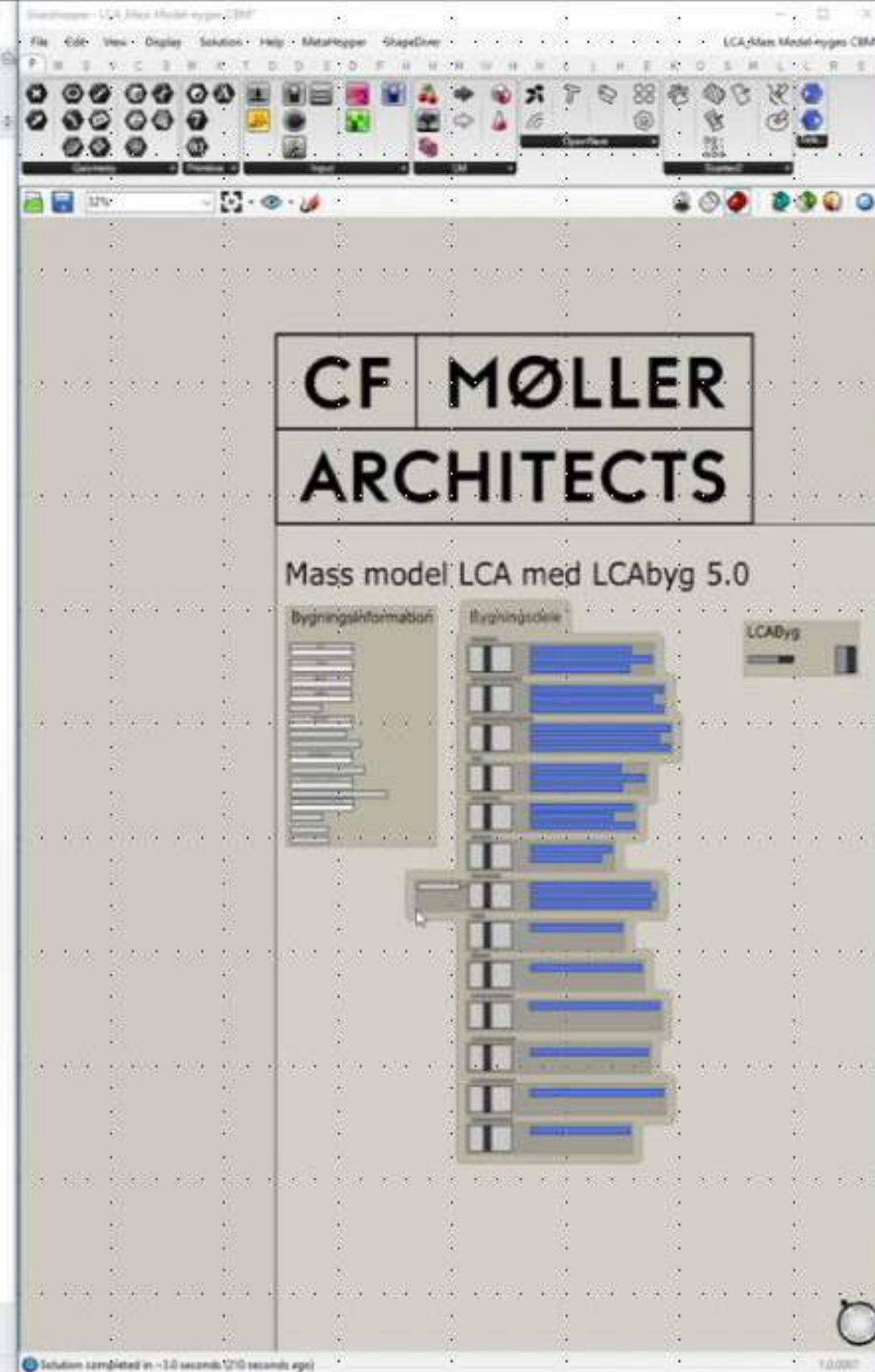
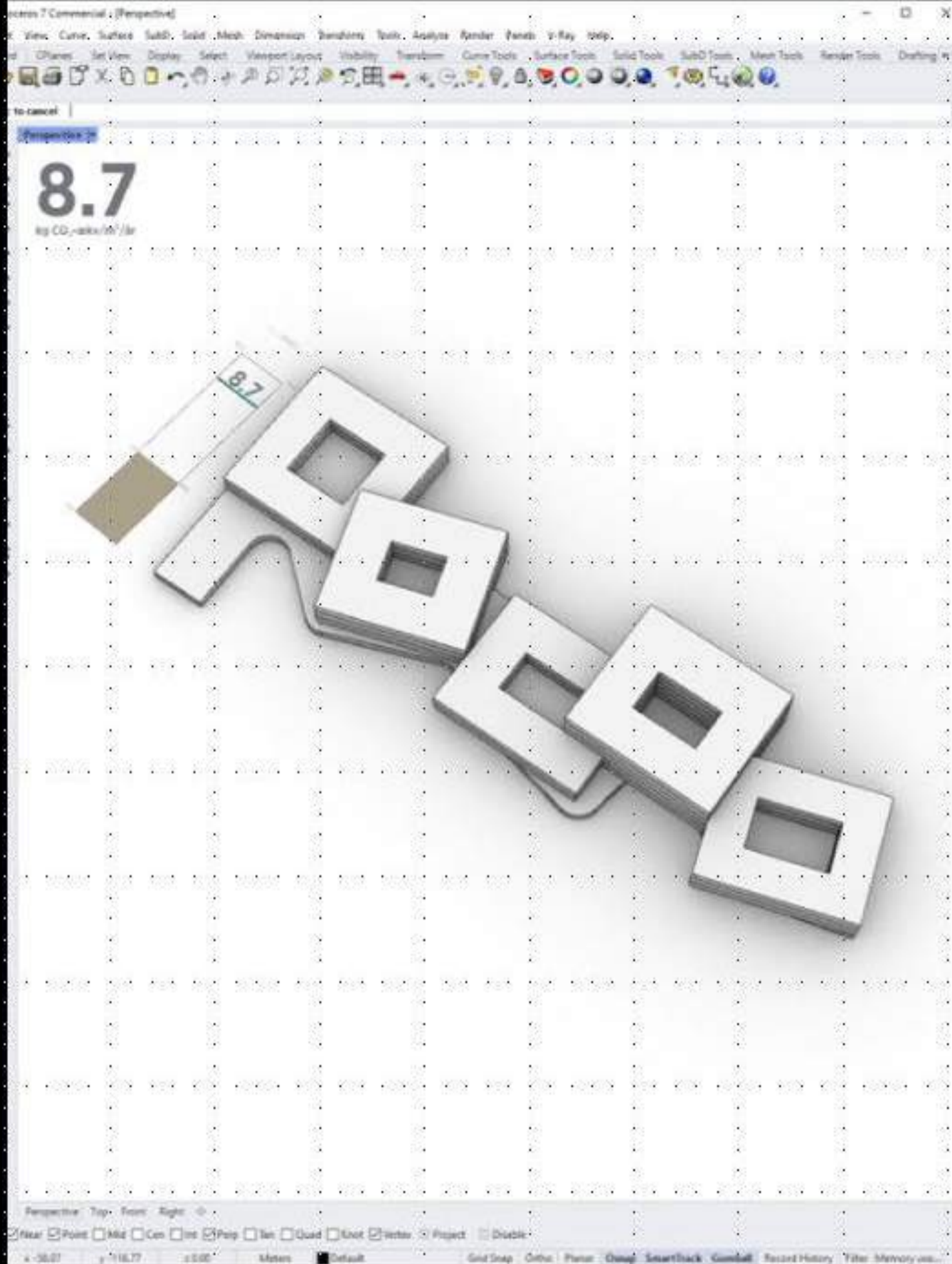
fra den allerførste skitse...

```
1  [
2  |
3  |
4  |   "Node": {
5  |     "Construction": {
6  |       "id": "c6f24e0f-020a-4f0f-93c6-65beb50bd798",
7  |       "name": {
8  |         "Danish": "Test konstruktion"
9  |       },
10 |       "unit": "M2",
11 |       "source": "GenDk",
12 |       "comment": "Testen består af en test",
13 |       "layer": 1,
14 |       "locked": true
15 |     },
16 |   },
17 |   "Edge": {
18 |     "ConstructionToProduct": {
19 |       "id": "65ccc0492-7864-4698-9254-5f929379bae6",
20 |       "amount": 0.210591,
21 |       "unit": "M2",
22 |       "lifespan": 120,
23 |       "demolition": false,
24 |       "enabled": true,
25 |       "delayed_start": 0
26 |     },
27 |     "c6f24e0f-020a-4f0f-93c6-65beb50bd798",
28 |     "51bce095-9105-4946-8a8a-51219bf9adfa"
29 |   }
30 | }
31 |
32 |
33 |
34 | ]
```

Bygningsdele	Konstruktioner	Byggevare	Faser
Afløb	Test konstruktion	Test byggevare	
Altaner og terræn			
Andet			
Dæk			
El- og mekaniske anlæg			
Fundamenter			
Randfundamenter			
Indervægge			
Indervægge			
Søjler og bjælker			
Tag			
Tagkonstruktion			
Terrændæk			
Terrændæk			
Test bygningsdel			
Test bygningsdel			
Trapper og ramper			
Udendørs areal			
Vand			
Vand og afløb			
Varme			
Gulvvarmeanlæg			
Varmeanlæg			
Ventilation og køl			
Ventilationsanlæg			
Vinduer, døre, glasfacader			
Indvendige døre			
Vinduer og udvendige døre			
Ydervægge			

Navn	Mængde	Levetid
Test byggevare	0,210591 m²	120 år

GWP [kg CO₂-eq.]



LCA:ARK

Carbon reduction from the very first sketch with LCAByg

CF MØLLER ARCHITECTS



LCAbyg er nu dynamisk skitseværktøj, fremfor...

- Værktøj brugt til sidst i projektering til at være brugt igennem hele projektet
- Ikke kun dokumentation
- Manuel dataindtastning
- ½-1 time pr. bygningsdel
- 50 timer pr. bygning
- Høj sandsynlighed for fejl

The screenshot shows the LCAbyg software interface. On the left is a navigation menu with options like 'Forside', 'Bygning og drift', 'Bygningsmodel', 'Spild og transport', 'Resultater', and 'Analyse og rapport'. The main area is divided into tabs: 'Bygningsdele', 'Konstruktioner', 'Byggevarer', and 'Faser'. A list of building components is shown, with 'Midterdel, træelement, mineraluld' selected. A detailed view of this component is shown on the right, including fields for 'Enhed' (m²), 'Undergruppe' (Ydervægge), 'Lag' (2), and 'Beskrivelse' (Træelement med mineraluld består af et lag med træstolper (45/245 mm pr 600 mm) med top of bundrem (45/245 mm) med 245 mm mineraluldsmåtte (lambda 34, 30 kg/m²). Herpå opsættes dampspærre og et lag med trælægter (45/70 mm pr 600 mm) med 70 mm mineralduldisoleing (lambda 34, 50 kg/m³)). Below this is a table titled 'Opbygning' with columns for 'Navn', 'Beskrivelse', and 'Kilde'. The table lists five layers: 1. Konstruktionstræ, KVH-kvalitet (15% fugt / 13% H2O); 2. Dampspærre PE (tykkelse 0,0002 m); 3. Mineraluld, alm.; 4. Mineraluld, løsfyld; 5. Fastgørelsesmidler/skruer i galvaniseret stål. The source for all is 'GenDK'. A sidebar on the right shows 'Debug information' and 'Ordinær data'.

	Navn	Beskrivelse	Kilde
1	Konstruktionstræ, KVH-kvalitet (15% fugt / 13% H2O)		GenDK
2	Dampspærre PE (tykkelse 0,0002 m)		GenDK
3	Mineraluld, alm.		GenDK
4	Mineraluld, løsfyld		GenDK
5	Fastgørelsesmidler/skruer i galvaniseret stål		GenDK

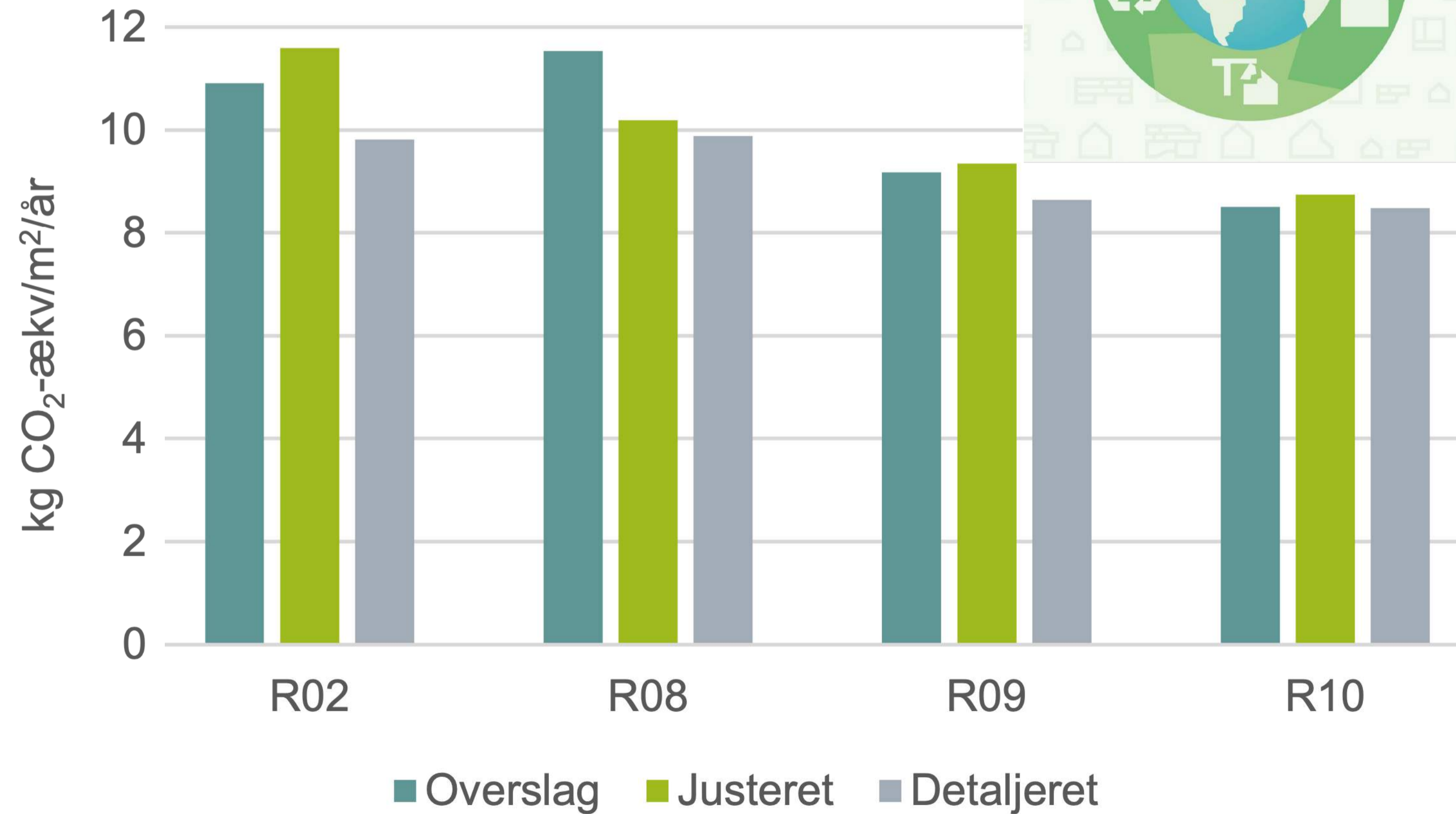
LCA: Hastighed vs. præcision

- **5-15% forskel mellem Overslag og Detaljeret**
- **Overslag = 15 min.**
- **Detaljeret = 50 hours**

SBI 2020:04

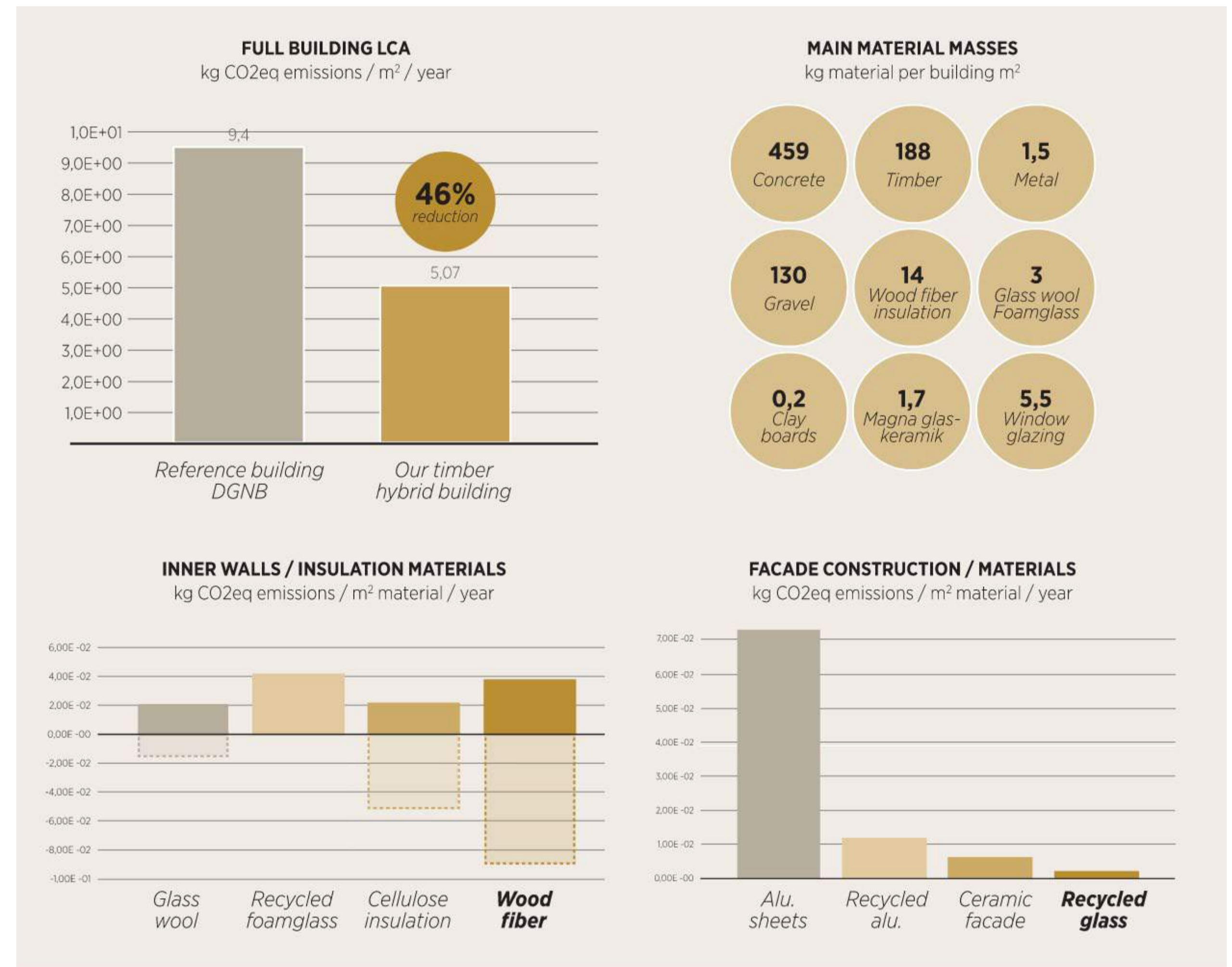
Klimapåvirkning fra 60 bygninger

Muligheder for udformning af referenceværdier til LCA for bygninger



LCA: Hastighed vs. præcision

- **5-15% forskel mellem Overslag og Detaljeret**
- **Overslag = 15 min.**
- **Detaljeret = 50 hours**



CLT - biogenic carbon storage



Wood fiber insulation



Ceramic facades in Hamburg



Magna Glaskeramik, recycled glass

KLIMA

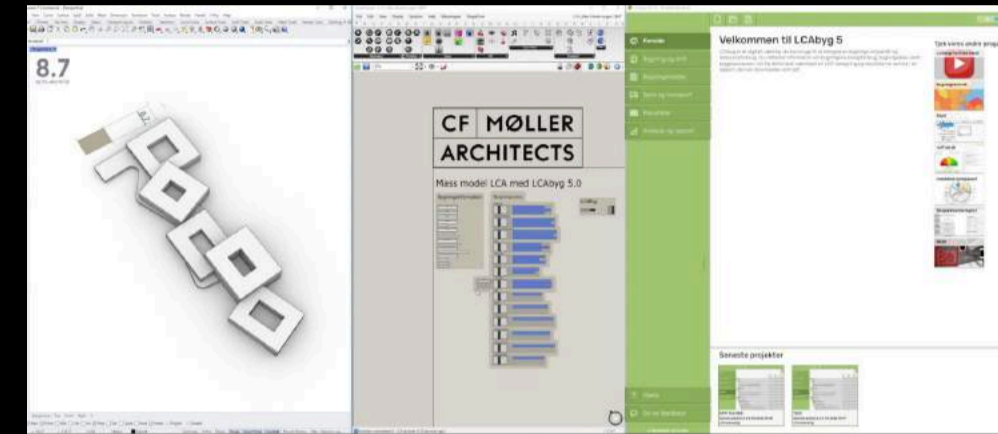
Efter den allerførste skitse...

LCA:ARK

- **Skræddersyet *"Carbon Coat"* til hvert projekt**
- **Efter endt skitseforslag**
- **Ajourføring af *"CO2 - Ramme"***
- **Revit – dRofus – Jason – LCAbyg**

En bred palet af klimatjenester for byggesektoren

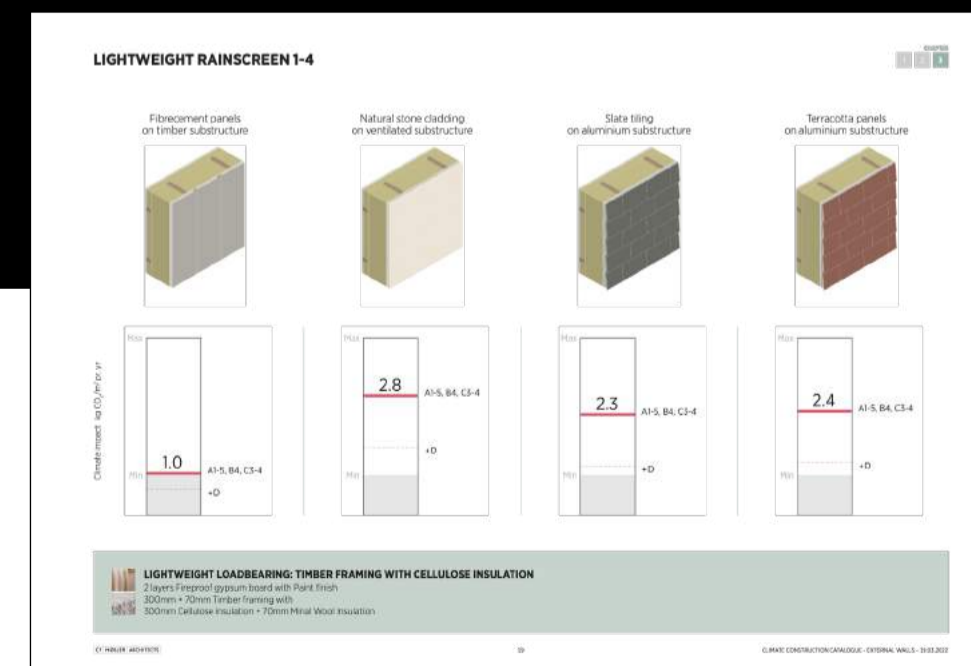
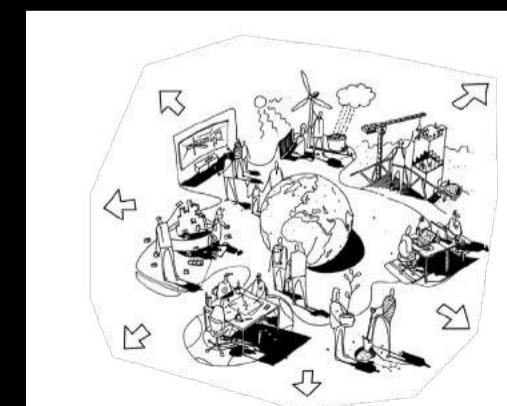
LCA:ARK



KLIMA: MASTERPLAN

Rettet mod
kommuner,
udviklings-
selskaber mv.

CARBON CONSTRUCTION CATALOGUE



The Carbon Construction Catalogue

C.F. Møller Architects' guide to sustainable construction solutions

EXTERNAL WALLS
2020-2022

CF MØLLER
ARCHITECTS

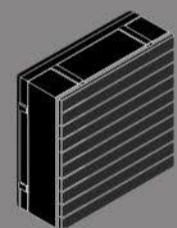
KLIMA:BYG

Rettet mod
producenter,
entreprenører
mv.

KLIMA:BYG

Klimaklare løsninger for producenter, leverandører og entreprenører

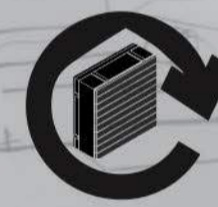
CF MØLLER
ARCHITECTS



- » **Skræddersyede LCAbyg-filer**
- » **Opbygget med jeres systemleverancer, bygningsdele og komponenter**



- » **LCAbyg-filerne integrerer jeres produktspecifikke og branche-specifikke EPD'er**



- » **Mange varianter genereres hurtigt og automatisk**
- » **LCAbyg-filerne i JSON-format klar til download fra jeres hjemmeside**



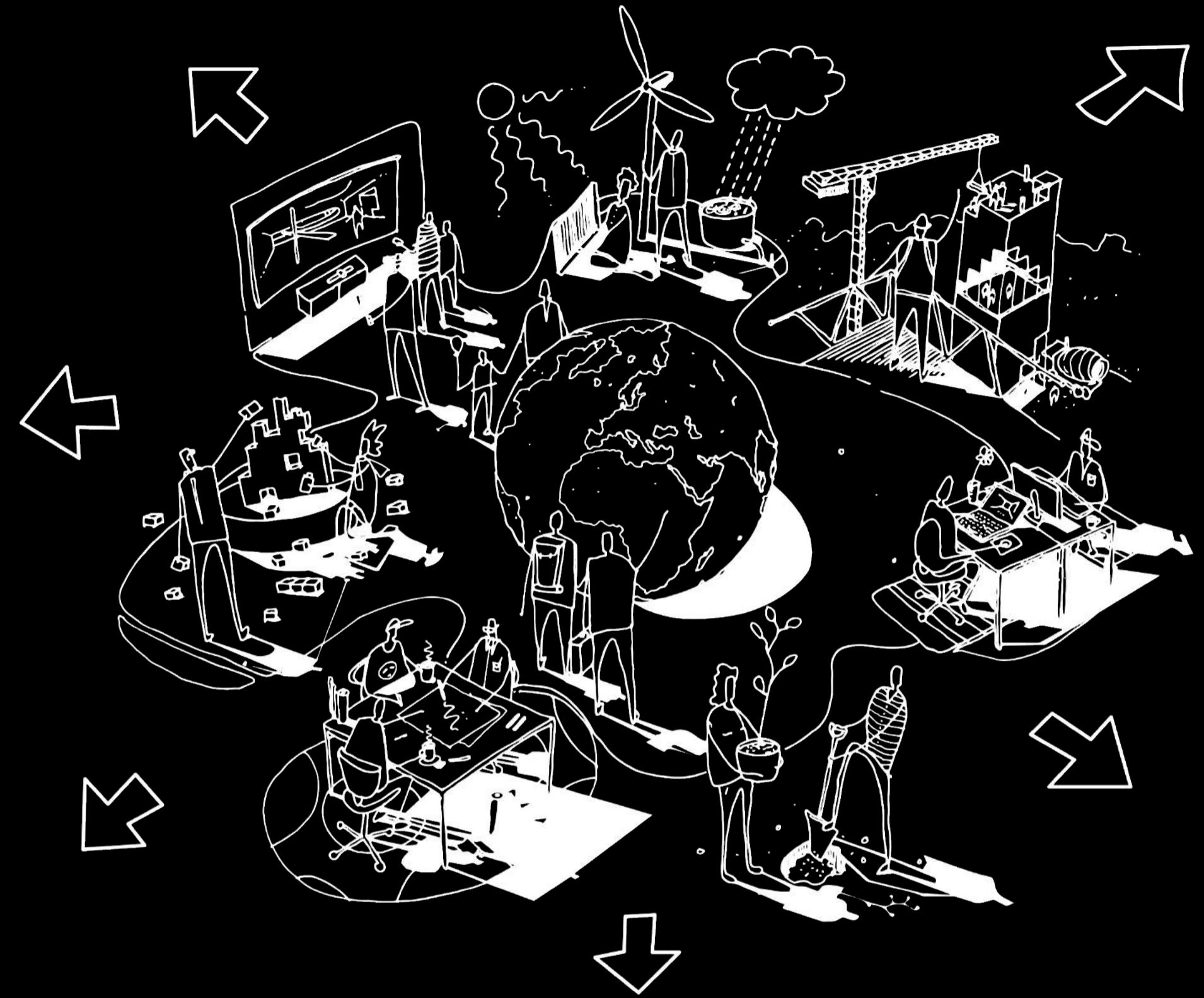
- » **Rådgivere downloader og indlæser filerne i LCAbyg**
- » **Rådgivere sparer tid ved og opfylder BR18s klimakrav!**

KLIMA

Efter den allerførste skitse...

- **Hvem udfører simuleringer?**
- **Hvem udfører opfølgning i projektering?**
- **Hvem udfører opfølgning under udførelse?**
- **Er vi alle specialister?**

Tak for i dag!



Geir Ármann Gíslason
gag@cfmoller.com
Lead Sustainability Consultant
C.F. Møller Architects

CF | MØLLER
ARCHITECTS