

BÆREDYGTIGHED

# LC Abyg-bibliotek MT Højgaard

16 juni 2021

## Hvem er jeg?

**Alberto Vilar**

**Bæredygtighedsspecialist**

**4 ½ år i MT Højgaard (Bæredygtighedsafdeling)**

**Team med 10 kollegaer**

- **DGNB-certificeringer**
- **Projektering: energiramme, termisk indeklima, dagslys, LCA, LCC**
- **Udviklingsprojekter: CO2- og CØ-undersøgelser, bæredygtig byggeplads**



# Livscyklusanalyser med LCAbyg

**Samarbejde med BUILD, Phd Leonora i 3 år**

**Bibliotek af bygningsdele i LCAbyg 3.2 og materialekatalog**

**Sfb-koder (også brugt i DGNB og vores BIM-modeller)**

**Så simpelt som muligt**

**Mulighed for at modificere specifikke parametre (fx isoleringstykkelse)**

**Vurdering af hotspots**

**Sammenligning af alternativer**

**Generiske datasets VS EPD'er**



**BUILD**

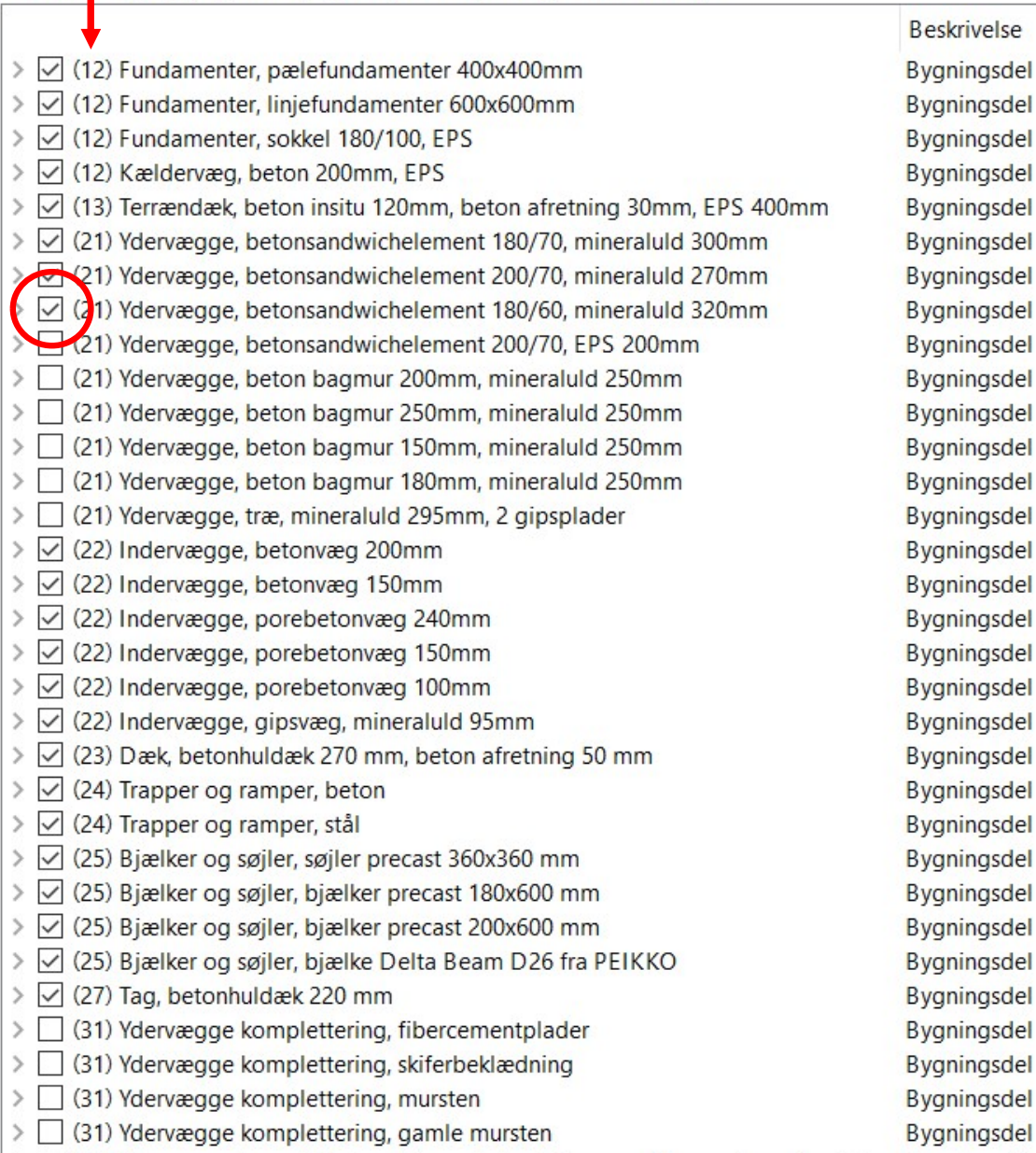
AALBORG UNIVERSITET



Her kan du tilføje bygningsdele til projektet (Du kan også bruge tabelstrukturen)

	Beskrivelse
> <input checked="" type="checkbox"/> (12) Fundamenter, pælefundamenter 400x400mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (12) Fundamenter, linjefundamenter 600x600mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (12) Fundamenter, sokkel 180/100, EPS	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (12) Kældervæg, beton 200mm, EPS	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (13) Terrændæk, beton insitu 120mm, beton afretning 30mm, EPS 400mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 180/70, mineraluld 300mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 200/70, mineraluld 270mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 180/60, mineraluld 320mm	Bygningsdel
> <input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 200/70, EPS 200mm	Bygningsdel
> <input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, beton bagmur 200mm, mineraluld 250mm	Bygningsdel
> <input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, beton bagmur 250mm, mineraluld 250mm	Bygningsdel
> <input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, beton bagmur 150mm, mineraluld 250mm	Bygningsdel
> <input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, beton bagmur 180mm, mineraluld 250mm	Bygningsdel
> <input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, træ, mineraluld 295mm, 2 gipsplader	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, betonvæg 200mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, betonvæg 150mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, porebetonvæg 240mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, porebetonvæg 150mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, porebetonvæg 100mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, gipsvæg, mineraluld 95mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (23) Dæk, betonhuldæk 270 mm, beton afretning 50 mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (24) Trapper og ramper, beton	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (24) Trapper og ramper, stål	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (25) Bjælker og søjler, søjler precast 360x360 mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (25) Bjælker og søjler, bjælker precast 180x600 mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (25) Bjælker og søjler, bjælker precast 200x600 mm	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (25) Bjælker og søjler, bjælke Delta Beam D26 fra PEIKKO	Bygningsdel
> <input checked="" type="checkbox"/> (27) Tag, betonhuldæk 220 mm	Bygningsdel
> <input type="checkbox"/> (31) Ydervægge komplettering, fibercementplader	Bygningsdel
> <input type="checkbox"/> (31) Ydervægge komplettering, skiferbeklædning	Bygningsdel
> <input type="checkbox"/> (31) Ydervægge komplettering, mursten	Bygningsdel
> <input type="checkbox"/> (31) Ydervægge komplettering, gamle mursten	Bygningsdel

Her kan du tilføje bygningsdele til projektet (Du kan også bruge tabelstrukturen)



	Beskrivelse
<input checked="" type="checkbox"/> (12) Fundamenter, pælefundamenter 400x400mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (12) Fundamenter, linjefundamenter 600x600mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (12) Fundamenter, sokkel 180/100, EPS	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (12) Kældervæg, beton 200mm, EPS	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (13) Terrændæk, beton insitu 120mm, beton afretning 30mm, EPS 400mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 180/70, mineraluld 300mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 200/70, mineraluld 270mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 180/60, mineraluld 320mm	Bygningsdel
<input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 200/70, EPS 200mm	Bygningsdel
<input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, beton bagmur 200mm, mineraluld 250mm	Bygningsdel
<input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, beton bagmur 250mm, mineraluld 250mm	Bygningsdel
<input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, beton bagmur 150mm, mineraluld 250mm	Bygningsdel
<input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, beton bagmur 180mm, mineraluld 250mm	Bygningsdel
<input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, træ, mineraluld 295mm, 2 gipsplader	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, betonvæg 200mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, betonvæg 150mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, porebetonvæg 240mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, porebetonvæg 150mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, porebetonvæg 100mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (22) Indervægge, gipsvæg, mineraluld 95mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (23) Dæk, betonhuldæk 270 mm, beton afretning 50 mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (24) Trapper og ramper, beton	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (24) Trapper og ramper, stål	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (25) Bjælker og søjler, søjler precast 360x360 mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (25) Bjælker og søjler, bjælker precast 180x600 mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (25) Bjælker og søjler, bjælker precast 200x600 mm	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (25) Bjælker og søjler, bjælke Delta Beam D26 fra PEIKKO	Bygningsdel
<input checked="" type="checkbox"/> (27) Tag, betonhuldæk 220 mm	Bygningsdel
<input type="checkbox"/> (31) Ydervægge komplettering, fibercementplader	Bygningsdel
<input type="checkbox"/> (31) Ydervægge komplettering, skiferbeklædning	Bygningsdel
<input type="checkbox"/> (31) Ydervægge komplettering, mursten	Bygningsdel
<input type="checkbox"/> (31) Ydervægge komplettering, gamle mursten	Bygningsdel

+ Indsæt ny bygningsdel

> <input checked="" type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 200/70, mineraluld 270mm	Bygningsdel
→ <input checked="" type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 180/60, mineraluld 320mm	Bygningsdel
▼ Betonsandwichelement 180/60, mineraluld	Konstruktion
> Beton C30/37 Ökobau 2023	Byggevare
> Beton C30/37 Ökobau 2023	Byggevare
> Stål, armering Ökobau 2021	Byggevare
> Mineraluld, facadesystem Ökobau 2021	Byggevare
+ <b>Tilføj byggevare</b>	Byggevare
> <input type="checkbox"/> (21) Ydervægge, betonsandwichelement 200/70 EPS 200mm	Rvningsdel

### Bygningsdel

Navn

→ Mængde  m<sup>2</sup>

Nedrivning

Kommentar

Alle felter skal udfyldes

Navnet må ikke være ens med andre bygningsdele

### Byggevare

Navn

Mængde  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

### Byggevare

Navn

Mængde  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

### Byggevare

Navn

Mængde  kg/m<sup>2</sup>

### Byggevare

Navn

Mængde  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

# Materiale katalog

**Formål:** dialog med kunden og teamet

**Vejledning** omkring materialevalg i den tidlige designfase ud fra et miljømæssigt perspektiv  
Katalogets inddeling:

## Standardløsninger

- 1) Ikke bærende materialer
- 2) Bærende konstruktioner  
(beton, stål og træ)
- 3) Isolering
- 4) Referenceprojekter
- 5) Alternative løsninger (PhD)

1), 2) og 3) skal kunne **kombineres**

CO<sub>2</sub> tallene i kataloget kommer fra vores  
LCAbyg database



## 1.1 Ydervægsbeklædninger

### CO<sub>2</sub>-UDLEDNING

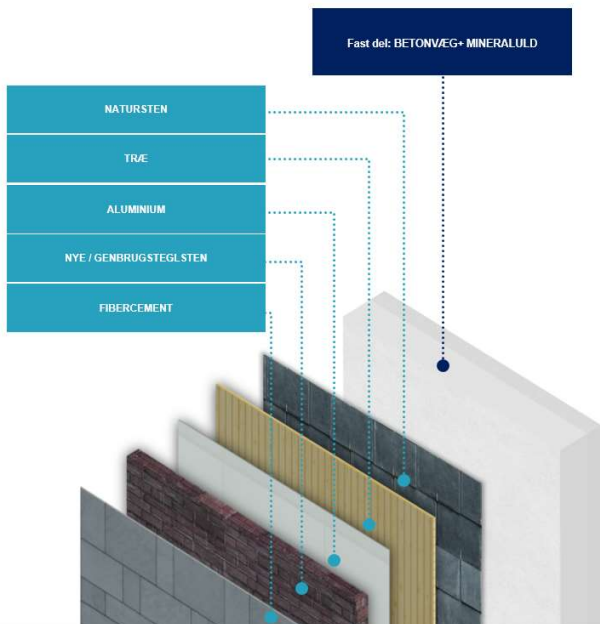
Der er udvalgt følgende fem standardløsninger til ydervægsbeklædning, som vil blive gennemgået i dette afsnit:

- Træ
- Aluminium
- Teglsten (nye og genbrugte)
- Fibercement
- Natursten

#### CO<sub>2</sub>-udledning

CO<sub>2</sub>-analysen af ydervægsbeklædninger er beregnet separat fra isolering og den bærende del, som analyseres senere i katalogen.

Ydervægsbeklædningerne er variable men der analyseres på 1 m<sup>2</sup> ydervæg for at kunne sammenligne dem.

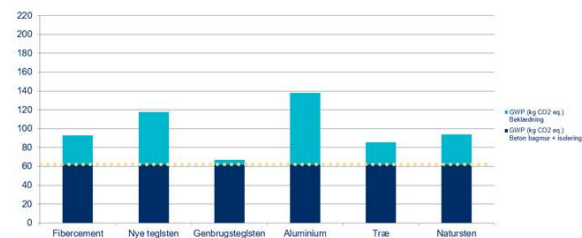


Der antages at ydervæggen består af to dele:

- Betonelement og isolering
- Beklædning, med alle komponenter og tilbehør

På denne måde sammenlignes den totale CO<sub>2</sub>-udledning af ydervæggen baseret på de forskellige beklædninger.

Der er flere fokusområder end CO<sub>2</sub>-udledningen ved materialevalg. I tabellen er der nogle, som er vigtige for at vurdere hvilket er mest belejligt.



Betragningsperiode ≤ 100 år	Fibercement	Nye teglsten	Genbrugs- teglsten	Aluminium	Træ	Natursten
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Levetid	●●●○ ~ 80 år	●●●○ ~ 80 år	●●●○ ~ 80 år	●●●○ ~ 80 år	●●●○ ~ 80 år	
Montering / Afmontering	●●●●	●●○○	●●○○	●●●●	●●●●	●●●●
Vedligeholdelse	●●●○	●●●○	●●●○	●●●○	●●○○	●●●●
Certificering (DGNB)	●●●●	●○○○		●○○○	●●●●	●●●●



## 1.1 Ydervægsbeklædning

### Aluminium

# Aluminiumspaneler

	Generisk dataset (Okobau)	PPA-Europe	Hydro 75R
DPotential for besparelse D	-2.90E+01	-2.74E+01	-2.07E+00
Endt levetid C3/C4	2.37E+03	0.00E+00	8.78E+01
Fremstilling A1-A3	3.67E+01	3.51E+01	9.10E+00

**CO<sub>2</sub>-udledning:** 36,7 kg CO<sub>2</sub>-eq. / m<sup>2</sup> af facade  
50 år

**Beskrivelse**  
1 m<sup>2</sup> af aluminiumspanel på 2,7 kg/m<sup>2</sup>  
Levetid: 60 år  
Betragningsperiode 50 år

**Dokumentation**  
Generisk Okobau 4.3.02 (2019-2024)  
EPD: PPA-Europe (2018-2023)  
EPD: Hydro 75R (2019-2024)

**Potentiale for genanvendelse:**

Aluminium kan genbruges og genanvendes igen og igen til de samme typer af produkter. Derfor er genanvendelsen af aluminium en integreret del af aluminiumsindustri og valget af dette materiale kan understøtte den cirkulære økonomi med en bæredygtige forretning.

75% af alt aluminium, der nogensinde er produceret, er stadig i brug på grund af dets holdbarhed og genanvendelsesegenskaber. Byggeriet bidrager med 24% af genanvendelsespotentiale for aluminium i Europa.

Ifølge Okobaus database har anodiseret aluminium en potentiale for besparelse af CO<sub>2</sub> på (-)35,5 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalent pr. kg aluminium. Det er halvdelen af CO<sub>2</sub> produceret i fremstillingen af den primære produkt.

**CASE STUDY:**  
MT Højgaard har været totalentreprenør på opførelsen af den nye bagageterminal i Københavns Lufthavn i Kastrup, Bagage Factory West. Projektet opnår niveau Guld på DGNB-certificering. Genanvendt aluminium er implementeret i facaden med lavemissionsaluminiumsprodukter, Hydro CIRCAL 75R, som garanterer en CO<sub>2</sub>-udledning under 2,3 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalent pr. kg aluminium, da det er fremstillet med mindst 75% genbrugt aluminiumskrot og energiforbruget i produktionsfasen bliver drastisk reduceret.

CO<sub>2</sub>-udledning

36,7

kg CO<sub>2</sub> pr. 1 m<sup>2</sup> af facade (generisk dataset)

Potentiale for genanvendelse

-29

kg CO<sub>2</sub> pr. 1 m<sup>2</sup> af facade (generisk dataset)

## Aluminium

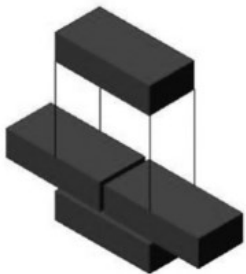
**Konsekvensanalyse:**

- Vedligeholdelse: vedligeholdelse er minimal. Hvis produktet er anodiseret bliver materialet tykkere og stærkere.
- Levetid: med anodisering bliver aluminium beskyttet mod korrosion og mere slidstærk end den naturlige proces. I teorien for LCA og LCC skal man bruge 60 år. Aluminium kan desuden bidrage levetiden æstetisk...
- LCC:
  - 0,5% af pris VS 1,0% i stål
  - Den kan være dyrere end andre alternativer
- LCA:
- Miljø: Det er en begrænset ressource og der skal vurderes, om det er den rigtige valg i facader med store mængder af beklædning.
- Montering/afmontering: det kræver professionel hjælp
- Fugtrisiko: Da metal lukker helt tæt, kan der være risiko for kondens og herefter fugtskader og svamp i konstruktionen. Det er derfor vigtigt, at der er mulighed for ventilation.

Kalvedød Fælled Skole, side xx

Ny Islands Brygge Skole, side xx

CPH Bagagefabrik, side xx



→  KAT (31) Ydervægge komplettering, mursten, **GENERISK**

✓ Mursten, formur

- > Skruer, rustfast stål, murbindere
- > Mørtel, muremørtel, formurs mørtel MTH
- > Teglsten, formur Ökobau 2021

+ **Tilføj byggevare**

→  KAT (31) Ydervægge komplettering, gengrugsmursten, **GAMLE MURSTEN**

✓ Gamle mursten, formur

- > Kalkpuds, tørstof Ökobau 2021
- > Genbrugte teglsten, formur MTH, **Gamle Mursten**
- > Skruer, rustfast stål, murbindere

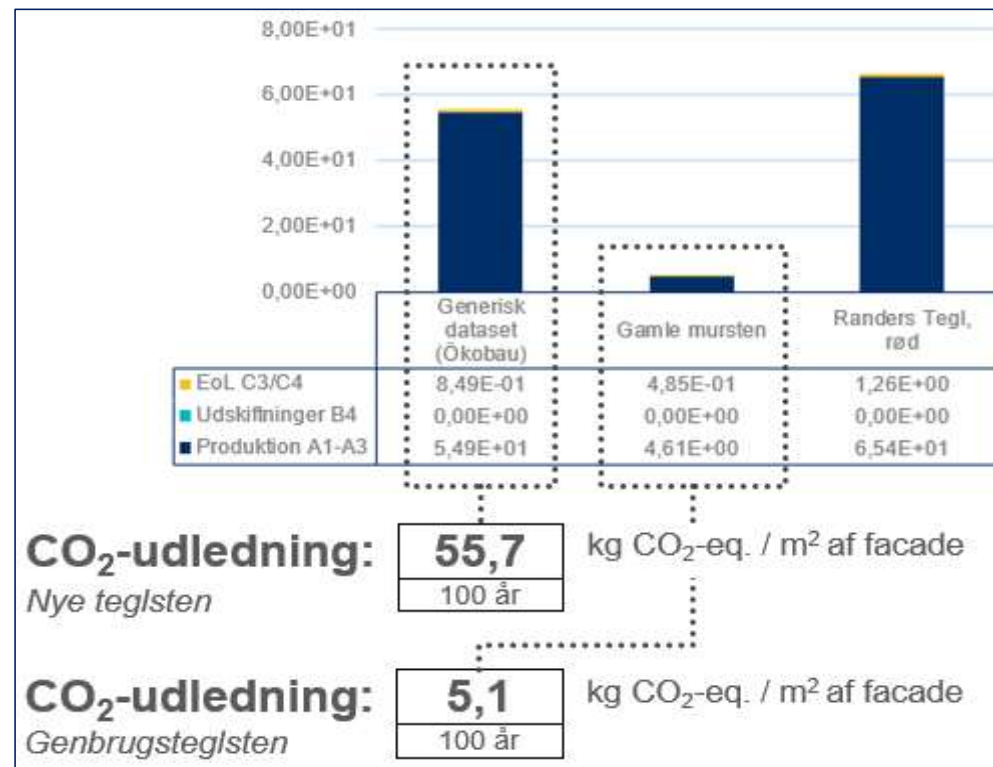
+ **Tilføj byggevare**

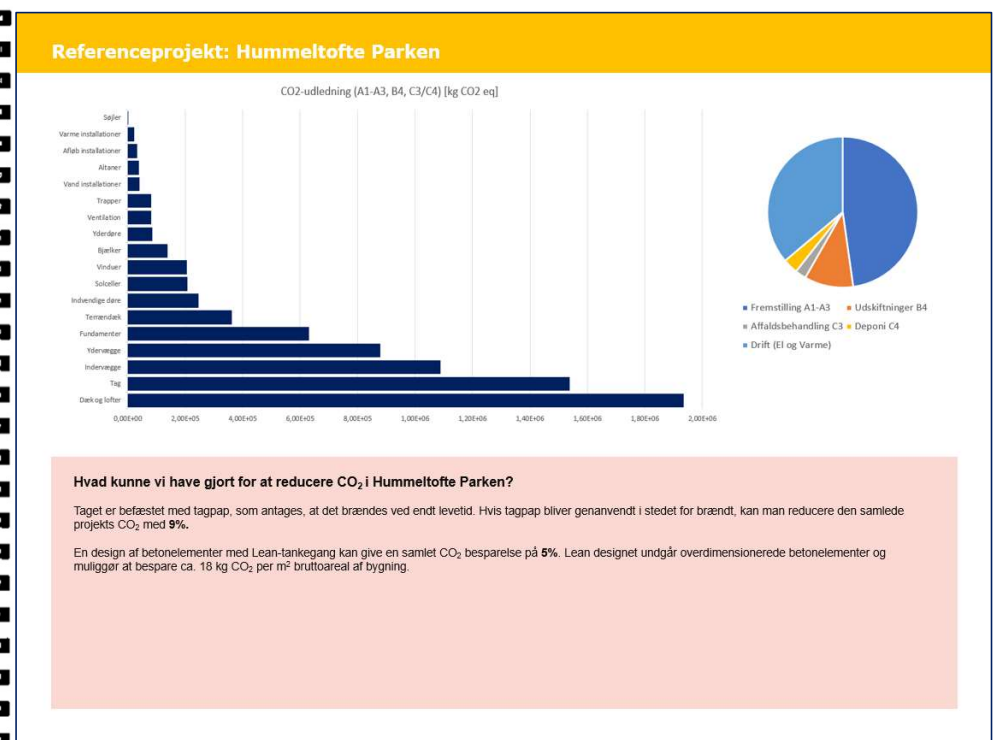
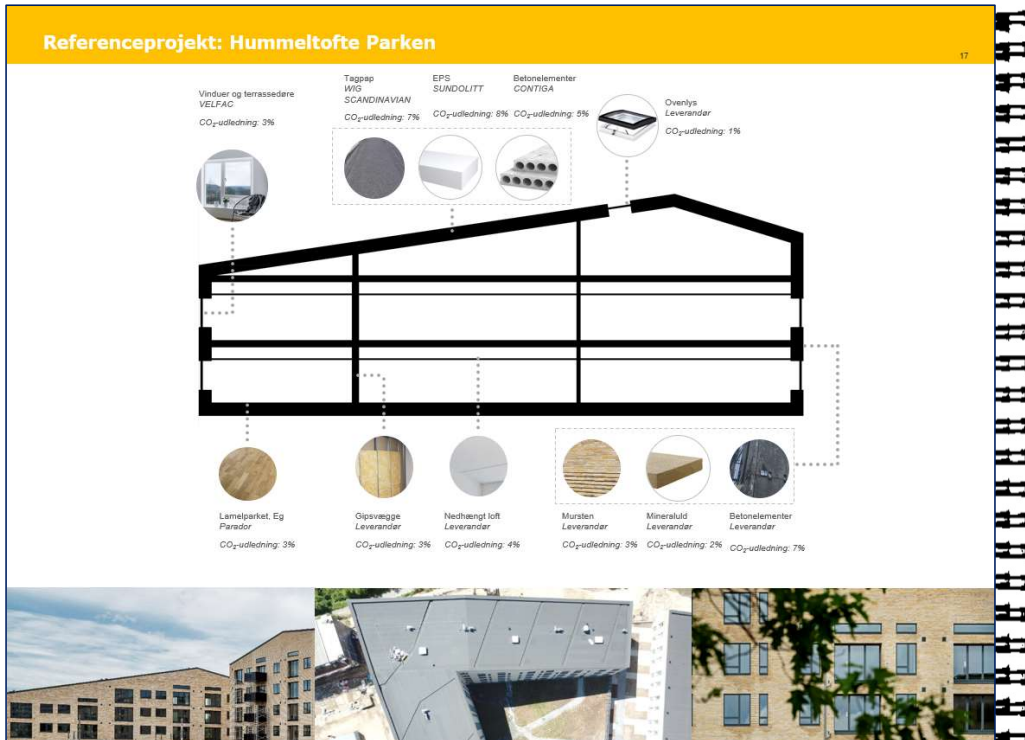
→  KAT (31) Ydervægge komplettering, mursten, **RANDERS TEGL RØD**

✓ Mursten rød, Randers Tegl

- > Skruer, rustfast stål, murbindere
- > Mørtel, muremørtel, formurs mørtel MTH
- > Teglsten, rød, **Randers Tegl**

+ **Tilføj byggevare**





# Fremtids krav ved CO<sub>2</sub>?

70% reduktion i 2030 (ift. 1990)

Klimaneutralitet i 2050 (ikke udlede flere drivhusgasser end der optages)

Hvordan?:

År	Nye bygninger > 1000 m <sup>2</sup>	Nye bygninger < 1000 m <sup>2</sup>	Frivillig bæredygtighedsklasse
2021	-	-	8 kg CO <sub>2</sub> -eq./m <sup>2</sup> /år
2023	12 kg CO <sub>2</sub> -eq./m <sup>2</sup> /år	LCA-beregning Uden krav om CO <sub>2</sub>	8 kg CO <sub>2</sub> -eq./m <sup>2</sup> /år
2025	e.g. 10,5 kg CO <sub>2</sub> -eq./m <sup>2</sup> /year		7 kg CO <sub>2</sub> -eq./m <sup>2</sup> /år
2027	e.g. 9 kg CO <sub>2</sub> -eq./m <sup>2</sup> /year		6 kg CO <sub>2</sub> -eq./m <sup>2</sup> /år
2029	e.g. 7,5 kg CO <sub>2</sub> -eq./m <sup>2</sup> /year		5 kg CO <sub>2</sub> -eq./m <sup>2</sup> /år

## Ny version: LCAbyg 5.0

Brugt i MT Højgaard siden december 2020

Direkte forbindelse med DGNB-2020

Importere den eksisterende bibliotek i v3.2

Alfabetisk sortering af bygningsdelsgrupper

Sammenligning af alternativer

Direkte visualisering



**BUILD**  
AALBORG UNIVERSITET

# Ny version: LCAbyg 5.0

Brugt i MT Højgaard siden december 2020

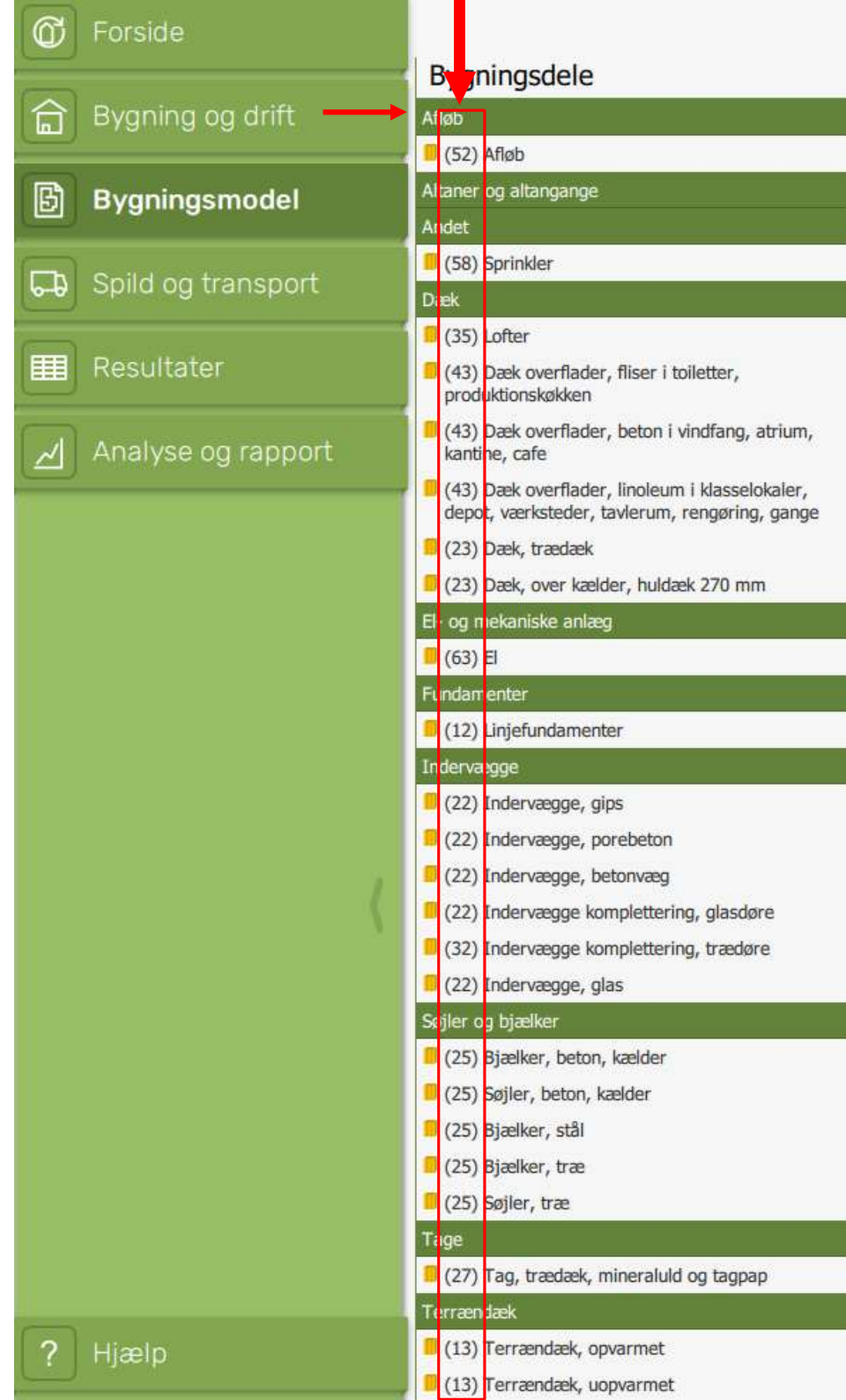
Direkte forbindelse med DGNB-2020

Importere den eksisterende bibliotek i v3.2

**Alfabetisk sortering af bygningsdelsgrupper**

Sammenligning af alternativer

Direkte visualisering



# Ny version: LCAbyg 5.0

Brugt i MT Højgaard siden december 2020

Direkte forbindelse med DGNB-2020

Importere den eksisterende bibliotek i v3.2

Alfabetisk sortering af bygningsdelsgrupper

Sammenligning af alternativer

Direkte visualisering

### Konstruktioner

- Gulv, lamelplank 16mm, svømmende
- Gulv, klinkegulv
- Gulv, epoxygulv
- Gulv, tæppeleber
- Gulv, skridhæmmende vinyl

Undergruppe:

Beskrivelse:

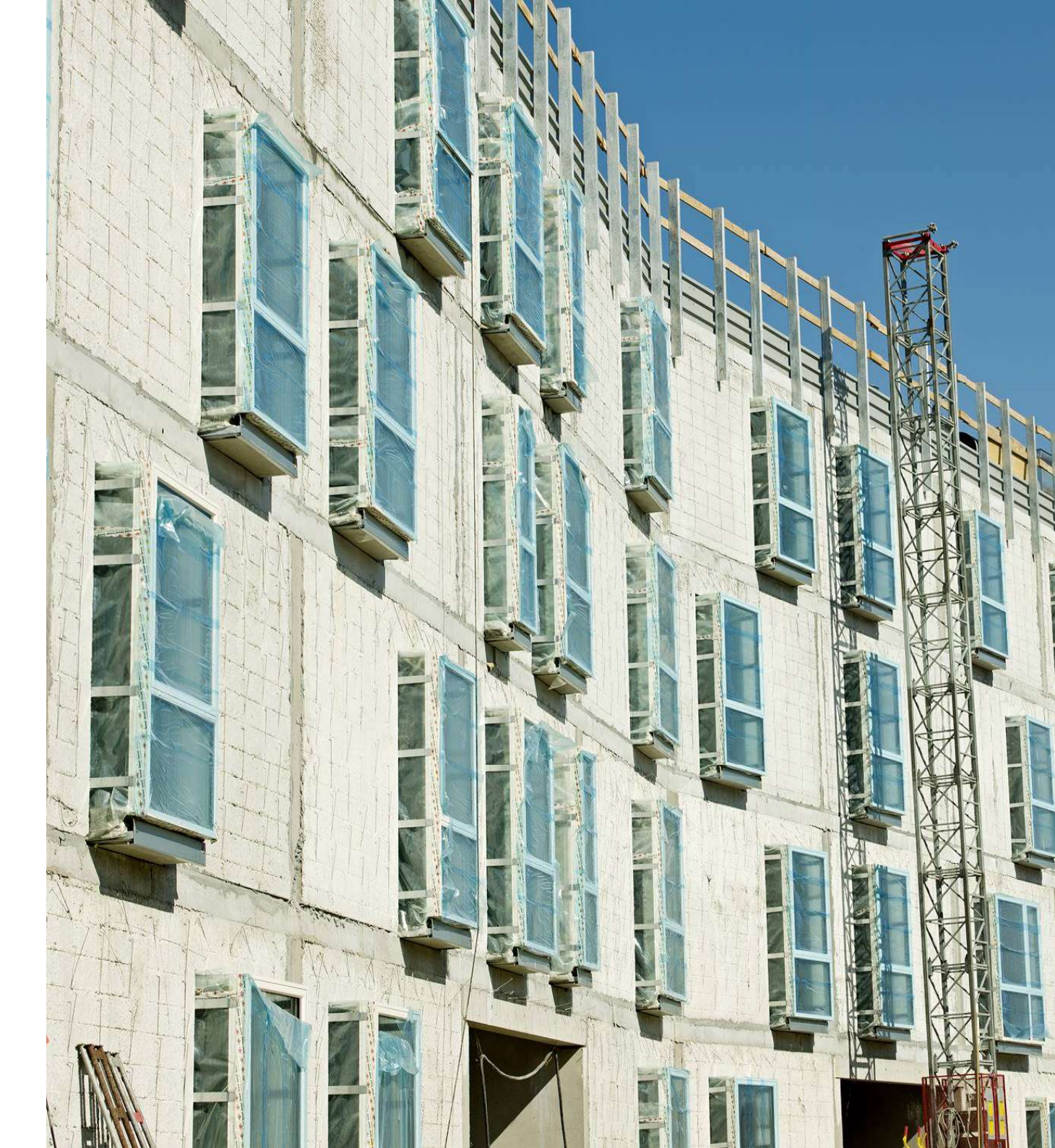
Medtages i beregningen

### Opbygning

	Navn	Lag	Beskrivelse
1	Gulv, lamelplank 16mm, svømmende	1	
2	Gulv, klinkegulv	1	
3	Gulv, epoxygulv	1	Hærdeplastgulv består af 3 mm polyuretan, 5...
4	Gulv, tæppeleber	1	
5	Gulv, skridhæmmende vinyl	1	Vinyl består af 2,3 mm PVC-bane, vandbase...

### GWP [kg CO<sub>2</sub>-eq.]

Alternative	GWP [kg CO <sub>2</sub> -eq.]
1	~2000
2	~20000
3	~18000
4	~75000
5	~5000



 **MTHøjgaard**

**TAK!**

ALBERTO VILAR

[avi@mth.dk](mailto:avi@mth.dk)