



Videncenter om
Bygningers
Klimapåvirkninger

Baggrund for CO₂-krav i BR 2023

VELTEK Medlemsmøde den 21/9-2022

Kai Kanafani, Aalborg Universitet
kak@build.aau.dk

Videnscenter om Bygningers Klimapåvirkninger – VCBK

Formål

At hjælpe byggebranchen med de nye klimakrav

At styrke viden og kompetencer omkring nybyggeriers klimapåvirkninger

Forankring

VCBK er forankret under Bolig- og Planstyrelsen, men agerer som et politisk uvildigt organ

Konsortium:



Hjemmeside



Videncenter om
Bygningers
Klimapåvirkninger

Få nyhedsbrev Nyheder Events Om Kontakt

Klimakrav i BR Om beregningen FAQ



Vi hjælper byggebranchen med at blive klar til de nye klimakrav

Der kommer klimakrav for nybyggeri i bygningsreglementet i 2023. VCBK giver svar på, hvad det betyder for dig, og hvordan du opbygger kompetencer.

Byggeriogklima.dk eller VCBK.dk

- Forklaring af klimakravene
- Status på indfasning
- FAQ
- Oversigt over arrangementer ("events")
- Tilmeld dig vores nyhedsbrev
- Følg os på LinkedIn og Facebook

Nyheder



23. marts 2022

Videncenter om Bygningers Klimapåvirkninger er nu åbent

Nyt videncenter skal være med til at klæde byggebranchen på til de kommende klimakrav i BR.

Læs mere



20. marts 2022

Klimakrav i bygningsreglementet fra 2023

Der kommer klimakrav i BR fra 2023 for at reducere klimapåvirkningen fra nybyggeri.

Læs mere



20. marts 2022

Søg tilskud til at udarbejde EPD'er

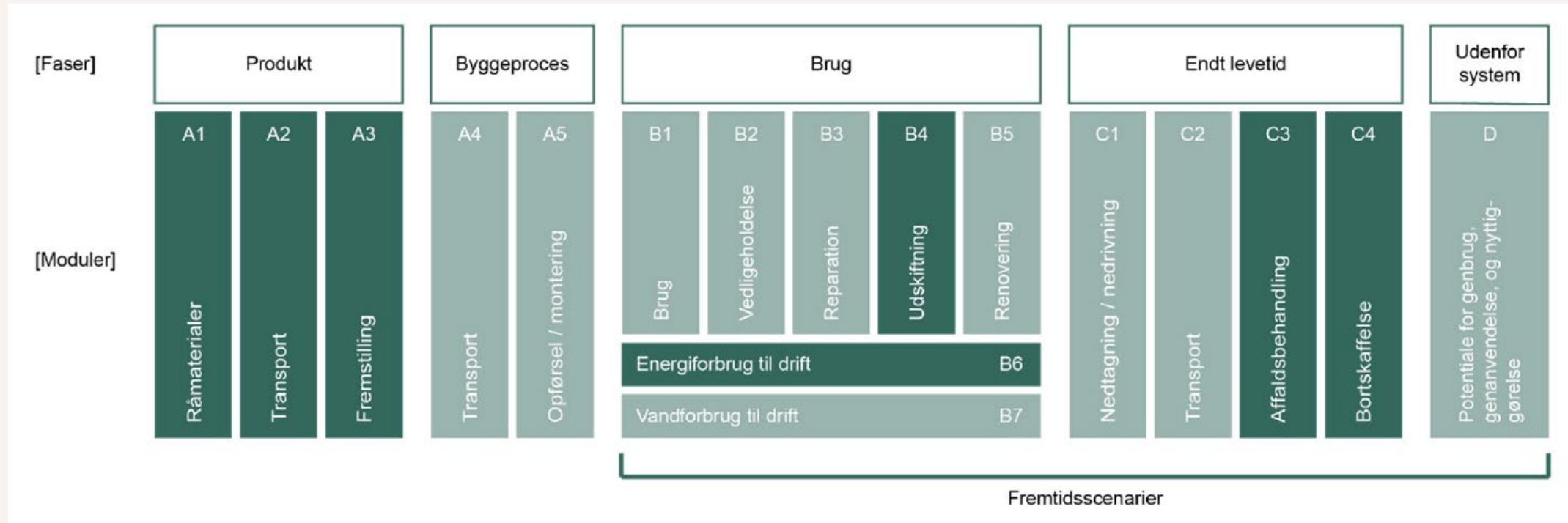
For at understøtte klimakravene åbnedes der d. 1/1-22 for en EPD-pulje på 15 mio. kr., hvor prod...

Læs mere

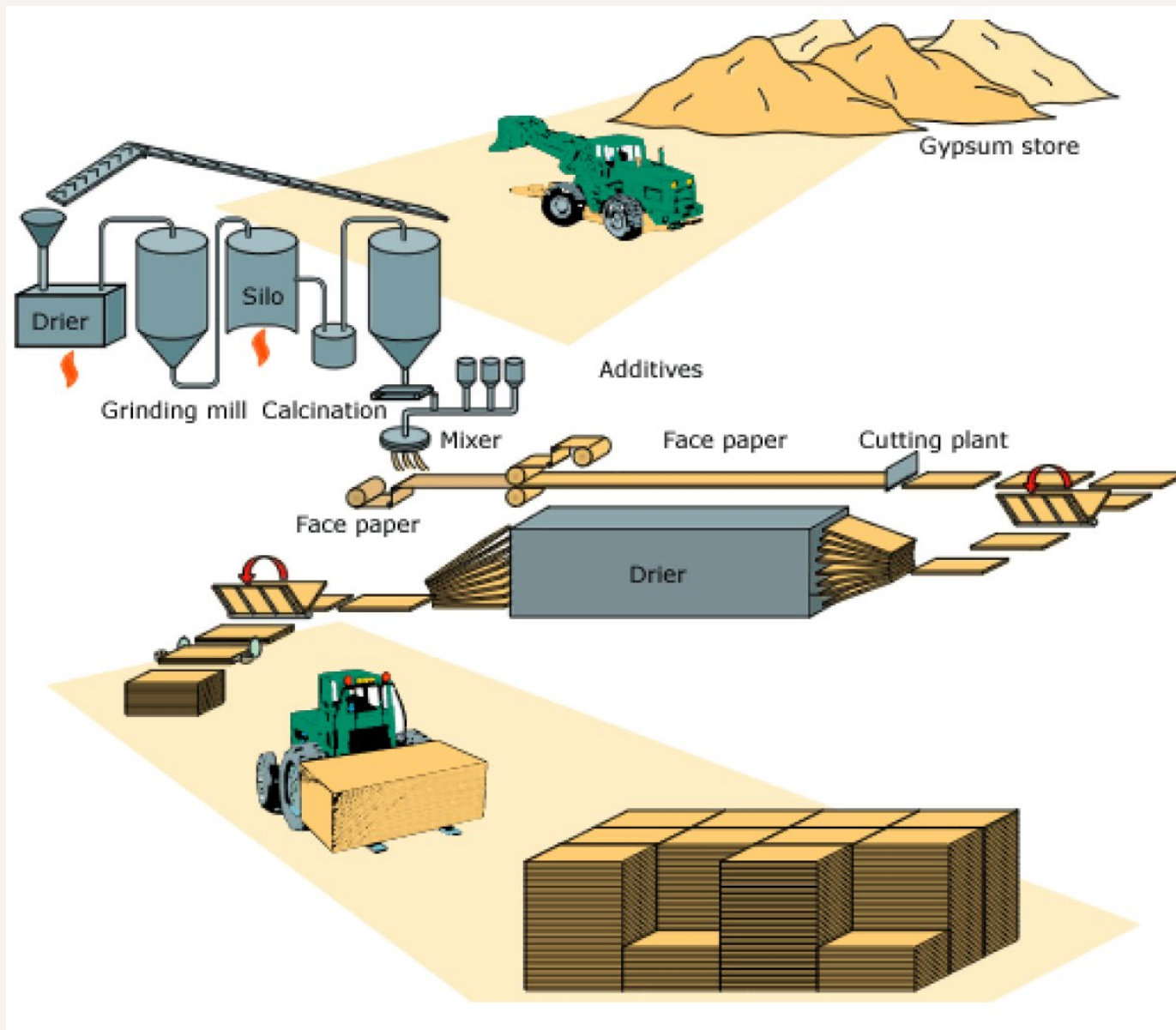


Videncenter om
Bygningers
Klimapåvirkninger

Kort om LCA (livscyklusvurdering)



Eksempel: Gipsplade



Produkt		
A1	A2	A3
Råmaterialer	Transport	Fremstilling

B6 – energiforbrug til bygningsdrift

Beregning efter

- BR energikrav
- SBI 2013
- Be18

(1)

(2)

(3)

SBI anvisning 213: Bygningers energibehov, Be18

Nøgletal, kWh/m² år

Renoveringsklasse 2		
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme
71,2	0,0	71,2
Samlet energibehov		70,3

Renoveringsklasse 1		
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme
53,4	0,0	53,4
Samlet energibehov		70,3

Energiramme BR 2018		
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme
30,6	0,0	30,6
Samlet energibehov		70,3

Energiramme lavenergi		
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme
27,0	0,0	27,0
Samlet energibehov		70,3

Bidrag til energibehovet		Netto behov	
Varme	73,5	Rumopvarmning	18,8
El til bygningsdrift	2,0	Varmt brugsvand	35,2
Overtemp. i rum	4,1	Køling	0,0

Udvalgte elbehov		Varmetab fra installationer	
Belysning	0,0	Rumopvarmning	19,3
Opvarmning af rum	0,0	Varmt brugsvand	20,9
Opvarmning af vbv	0,1		
Varmepumpe	0,0	Ydelse fra særlige kilder	
Ventilatorer	5,1	Solvarme	0,0
Pumper	0,3	Varmepumpe	0,0
Køling	0,0	Solceller	3,4
Totalt elforbrug	36,1	Vindmøller	0,0

Brug				
B1	B2	B3	B4	B5
Brug	Vedligeholdelse	Reparation	Udskiftning	Renovering
Energiforbrug til drift				B6
Vandforbrug til drift				B7

B4 - Udskiftninger

- Hver byggevare tildeles en levetid
- Levetider efter BUILD levetidstabel (BUILD-rapport 2021:32)
- Leverandører kan påvise afvigende levetid
- Bygningens betragtningsperiode 50 år
- Antal udskiftninger = antal påbegyndte livscyklus af en byggevare indenfor 50 år

Brug				
B1	B2	B3	B4	B5
Brug	Vedligeholdelse	Reparation	Udskiftning	Renovering
Energiforbrug til drift				B6
Vandforbrug til drift				B7

C3-4 - Endt levetid



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



D - Potentiale

- Muligt genbrug, som formindsker behov for udvinding af råstoffer i ny produktion
- Gevinster ved energiproduktion ved affaldsforbrænding i forhold til gennemsnitlig energiproduktion
- Vedvarende energiproduktion udover hvad der er nødvendigt til bygningsdrift (solceller)



Udenfor system

Potentiale for genbrug, genanvendelse, og nyttiggørelse



DGNB

- Frivillig certificering af bæredygtighed i byggeri og byområder
- Hvem: Green Building Council Danmark
- Introduceret i Danmark i 2013
- LCA er del af den miljømæssige kvalitet
- Tilpasser sig landets nyeste krav



Den frivillige bæredygtighedsklasse

- Frivillig testordning af bæredygtigt byggeri
- Hvem: Bolig- og Planstyrelsen
- Introduceret i 2020
- Testfasen slutter november 2023
- 80 tilmeldte projekter
- Indsamler erfaringer med alle de ni krav



Livscyklusvurdering – bygningens samlede klimapåvirkning



Ressourceanvendelse på byggepladsen



Totaløkonomisk analyse – omkostninger til opførelse, drift og vedligehold



Drifts- og vedligeholdelsesplan for opretholdelse af indeklimaet



Dokumentation af problematiske stoffer



Afgasninger til indeklimaet



Detaljeret eftervisning af dagslysniveaue



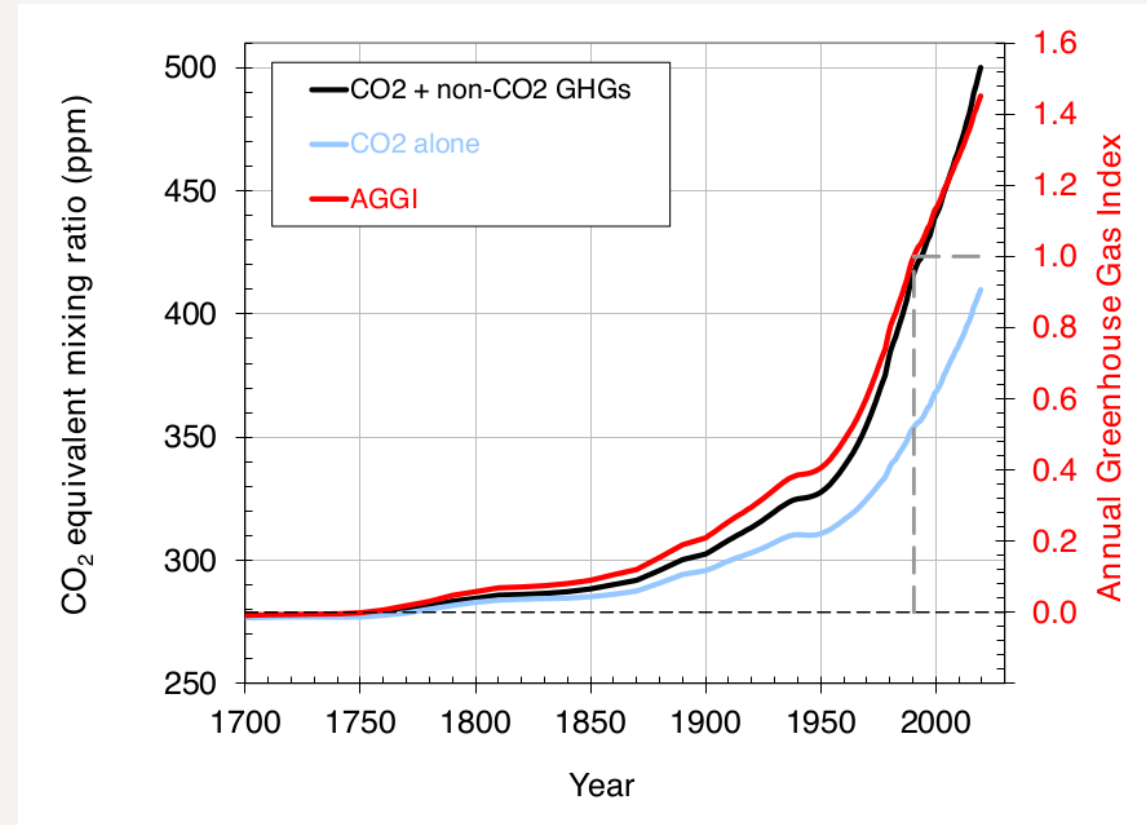
Støj fra ventilationssystemer i boliger



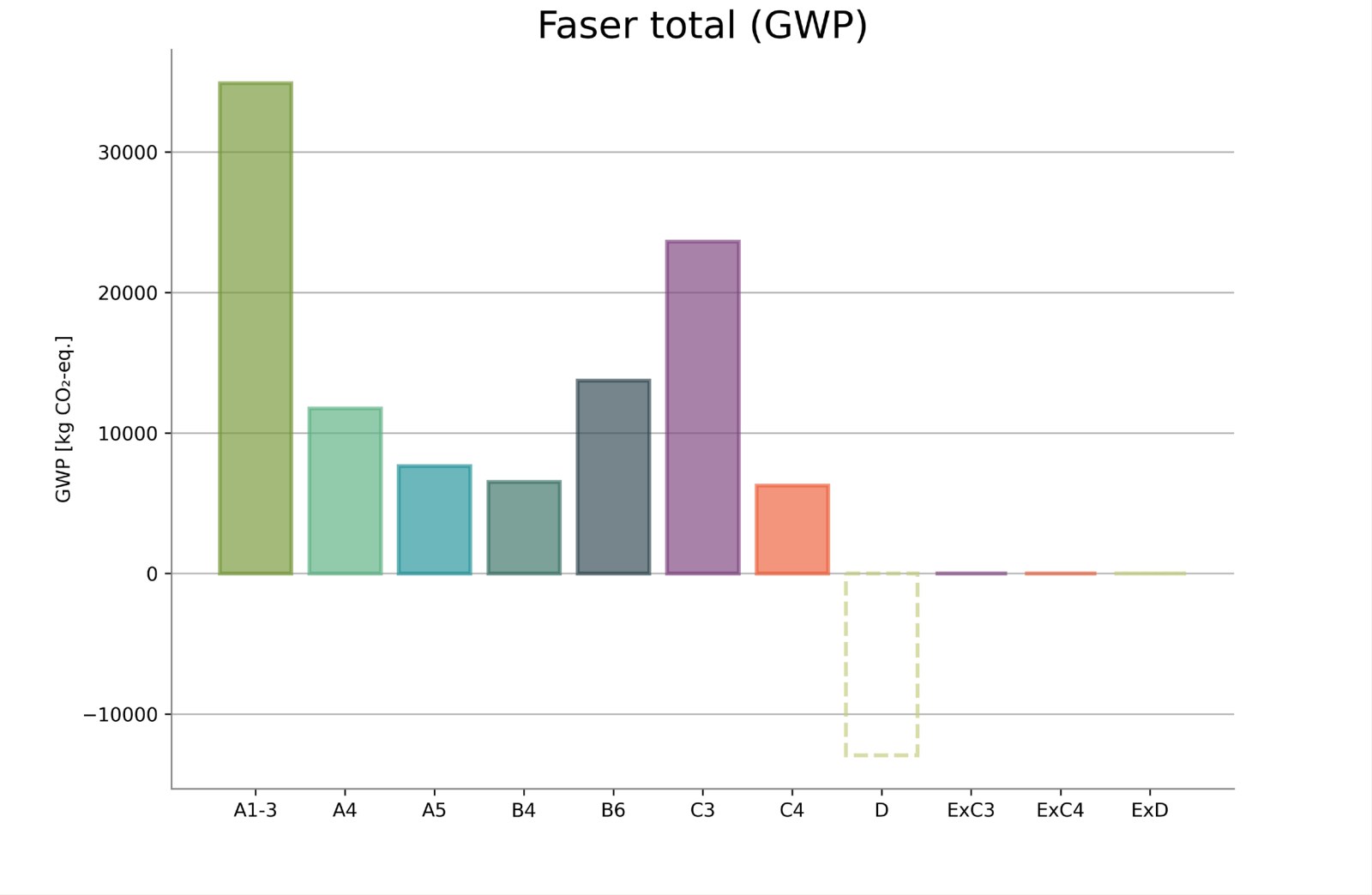
Rumakustik i boliger

Klimapåvirkning og CO₂

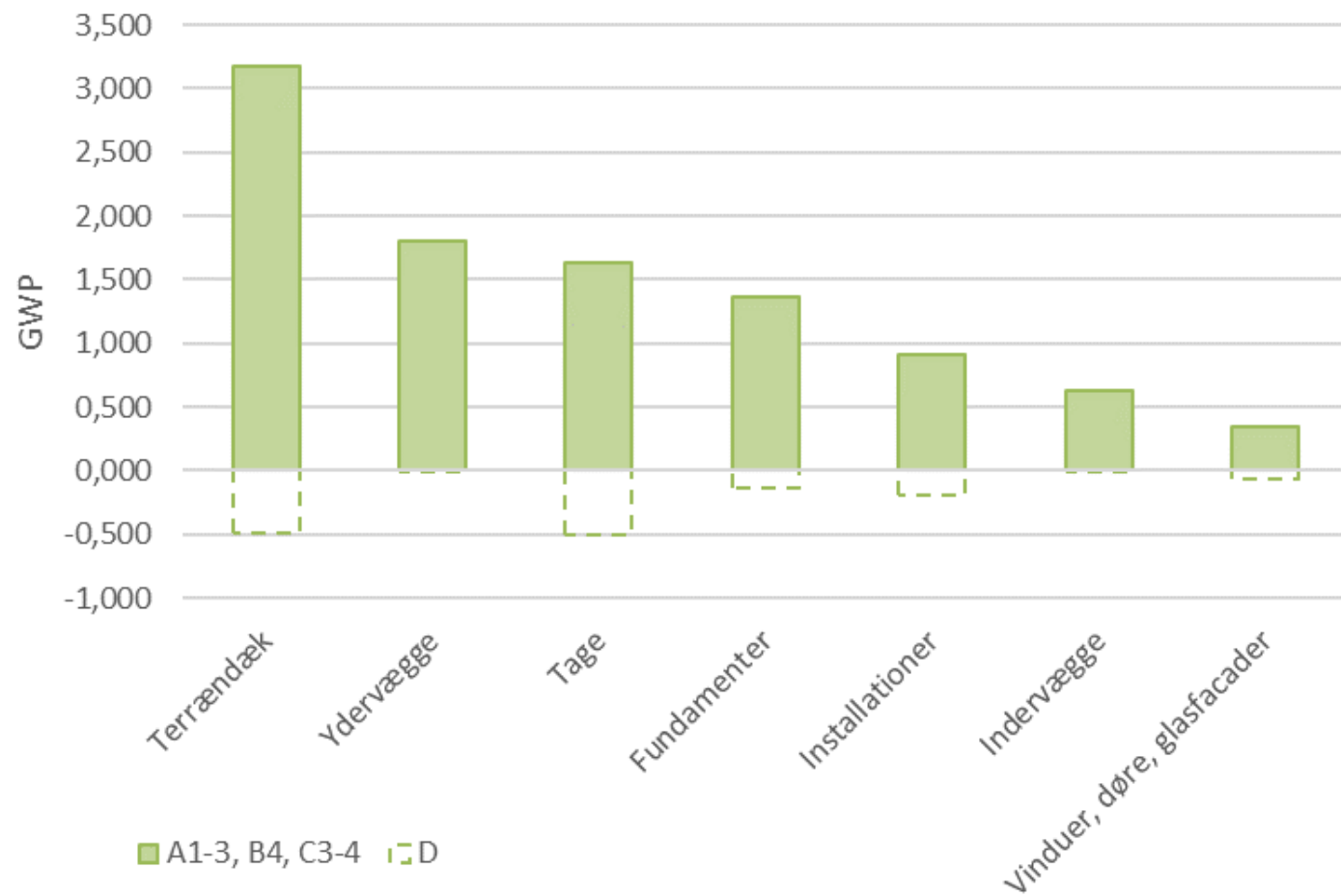
- Én ud af mange indikatorer for det globale miljøpåvirkninger
- Angiver potentialet til at bidrage til den globale opvarmning
- Måles i **kgCO₂-ækvivalenter**



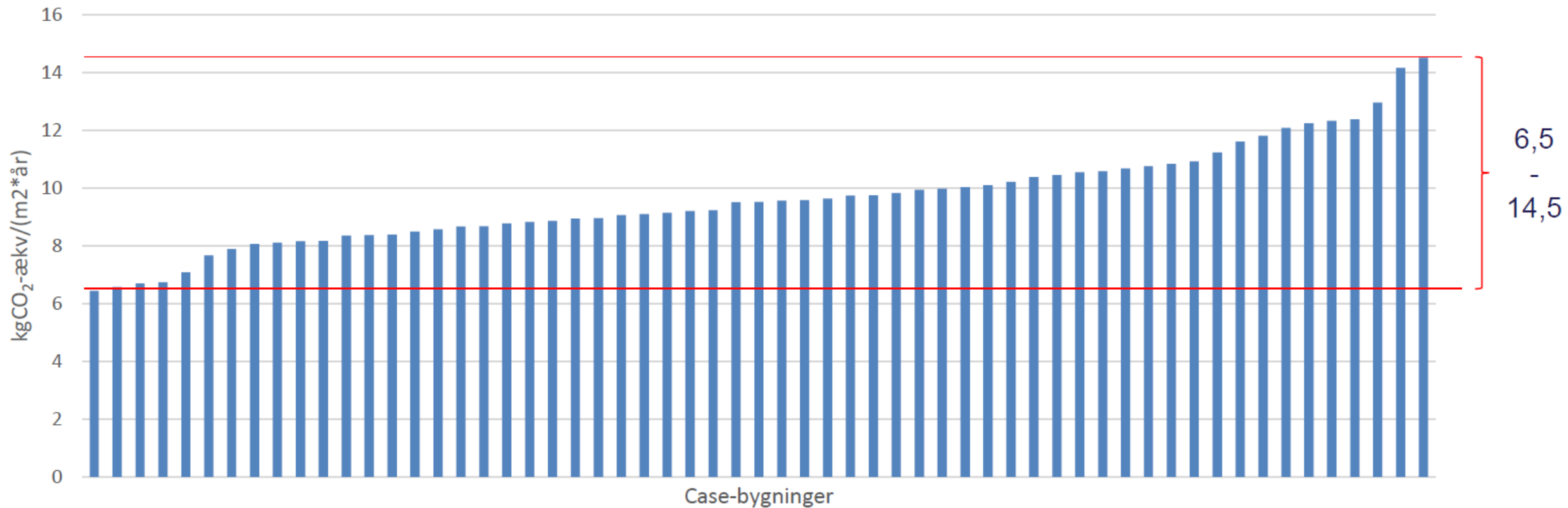
Eksempel: Enfamiliehus



Bygningsdele med og uden fase D

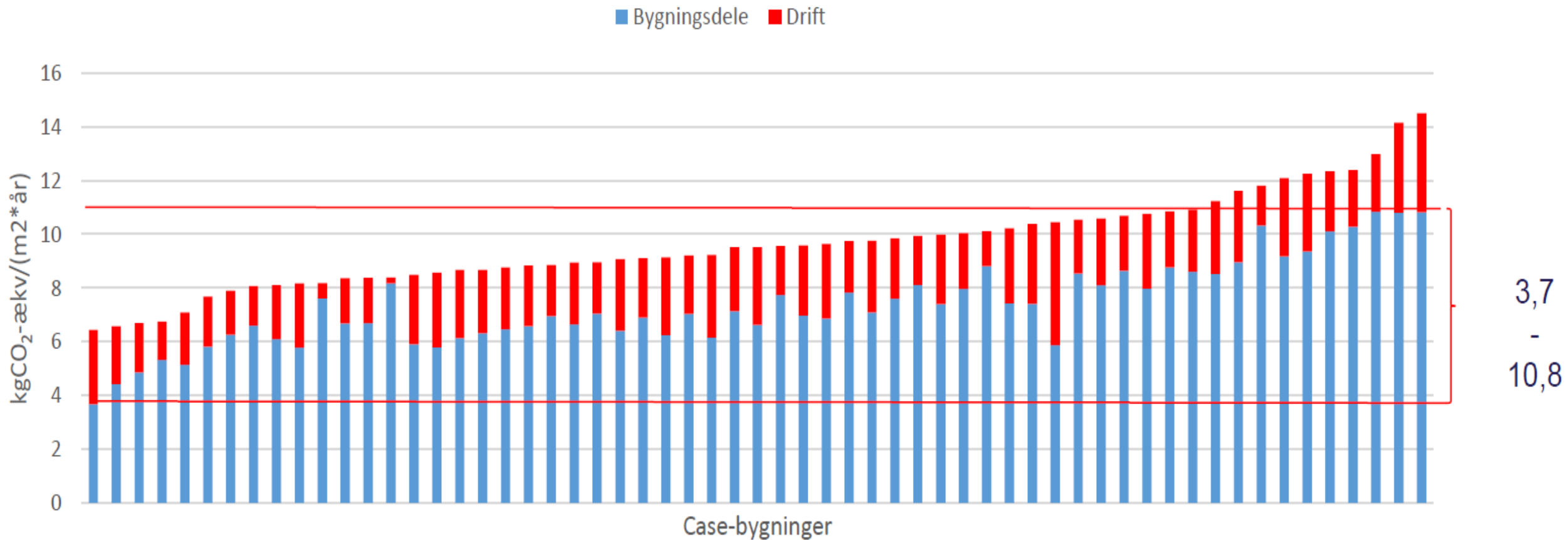


Klimapåvirkninger: A1-3, B4, B6, C3-4



Kilde:
Klimapåvirkning fra 60 bygninger (BUILD 2020)

Materialer (A1-3, B4, C3-4) vs energi (B6)



Kilde:
Klimapåvirkning fra 60 bygninger (BUILD 2020)

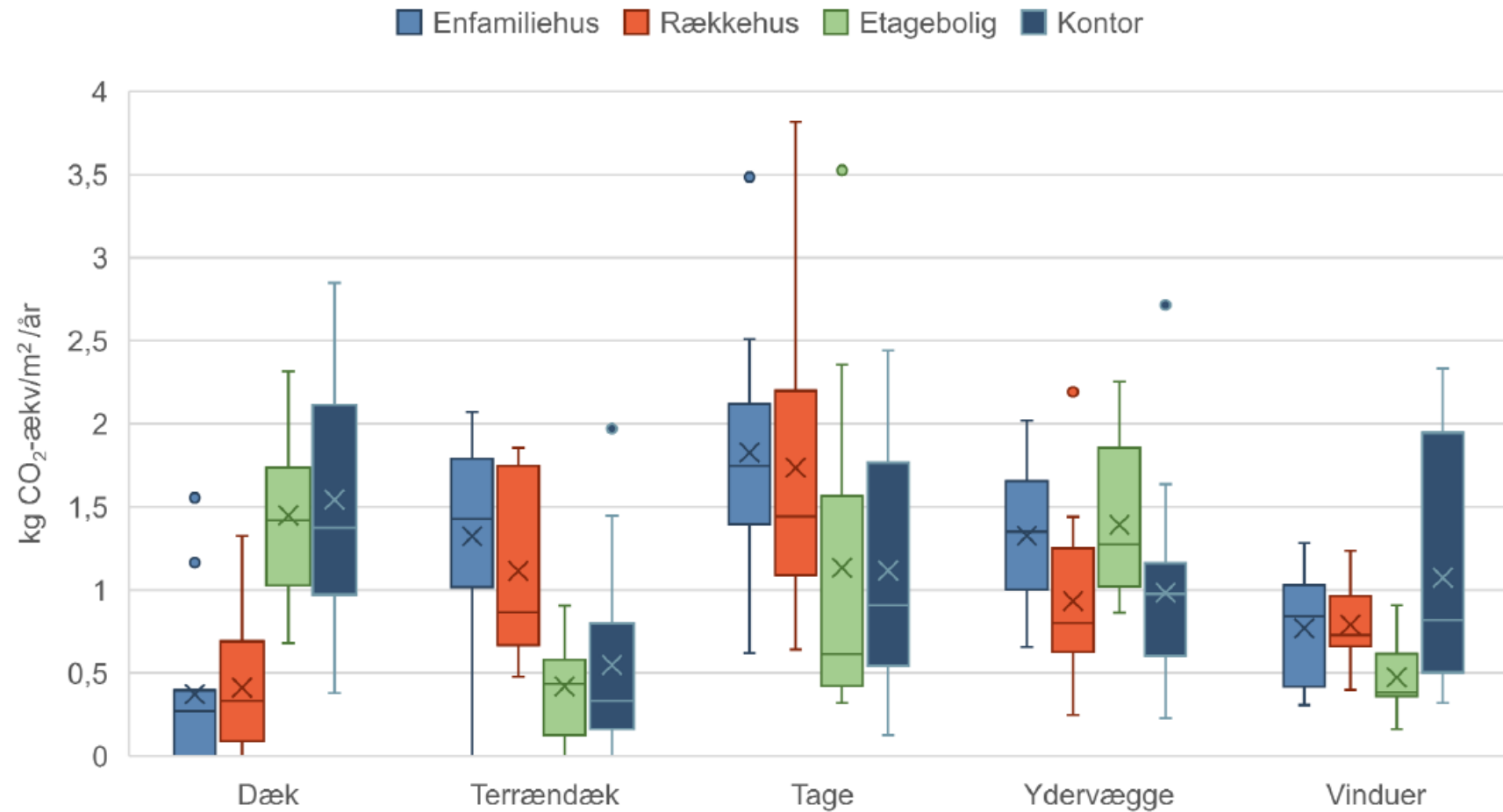
Referenceværdig for klimapåvirkning

Referenceværdier [kg CO ₂ -ækv/m ² /år]				
Datakilde	Drift B6	Materialer A1-3, B4, C3-4	Alle faser A1-3, B4, B6, C3-4	
50 år	Nedre kvartil	1,9	6,3	8,5
	Median	2,3	7,1	9,5
	Øvre kvartil	2,7	8,5	10,6

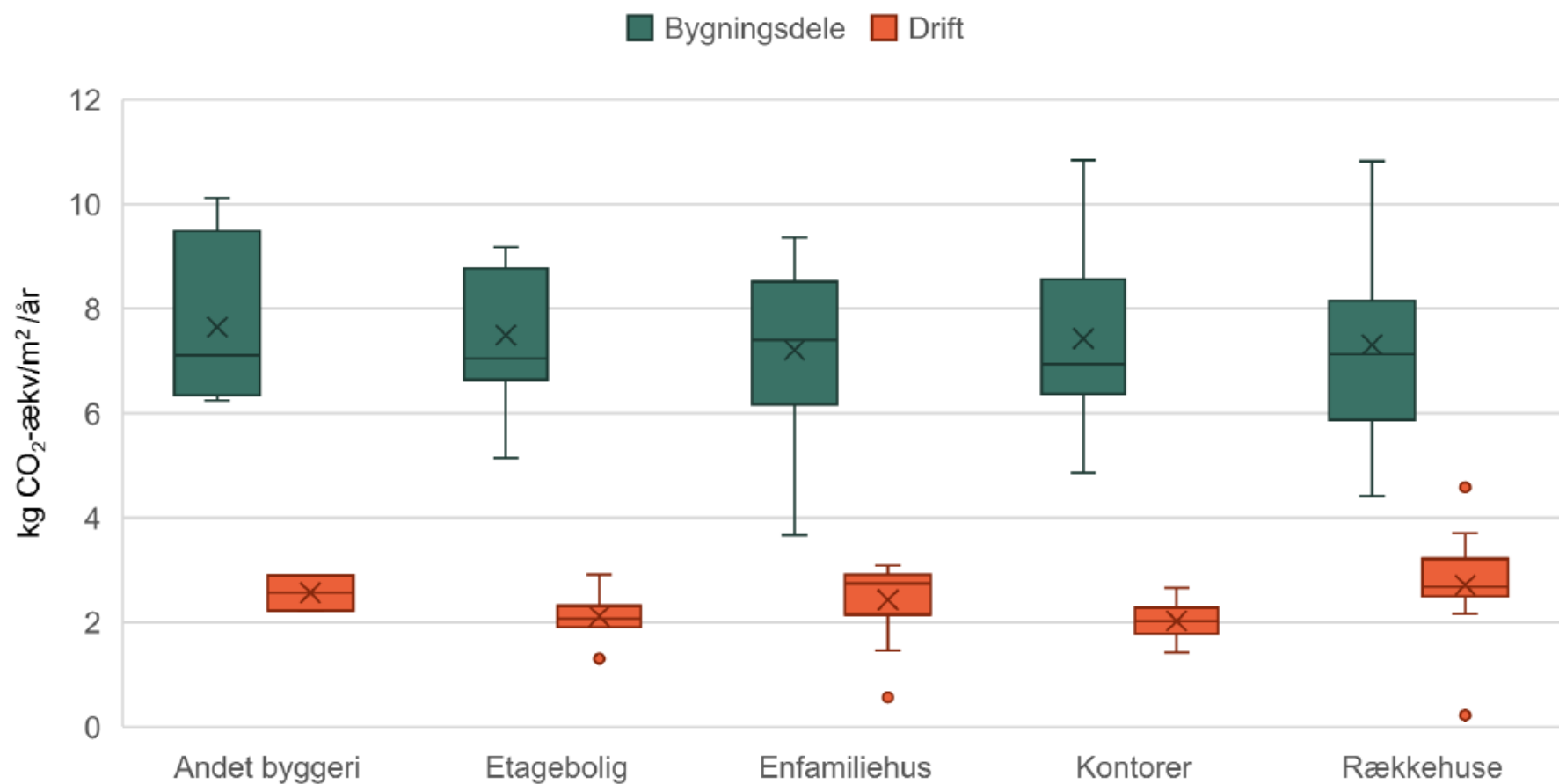
Kilde:
Klimapåvirkning fra 60 bygninger (BUILD 2020)



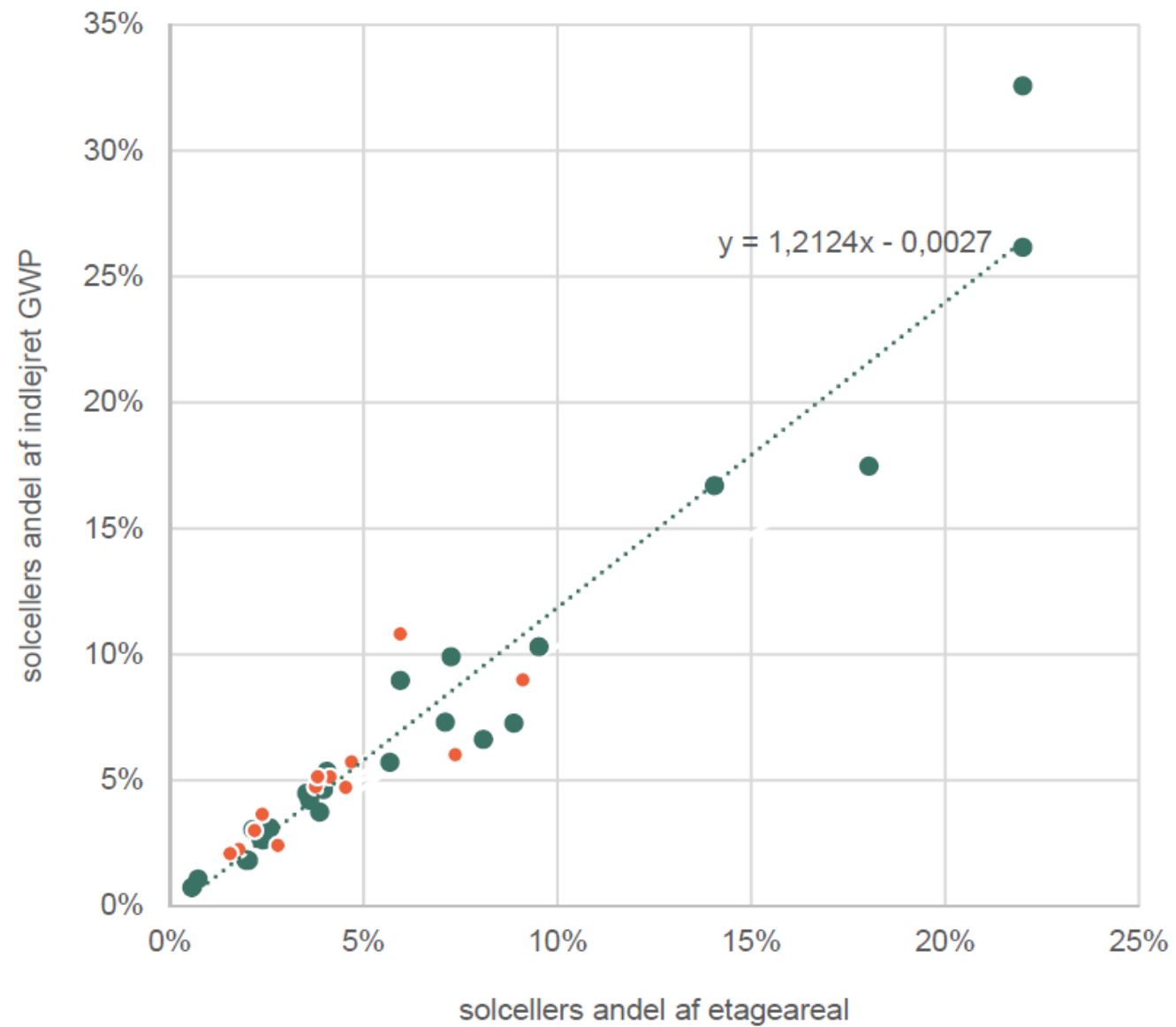
Kilde: Klimapåvirkning fra 60 bygninger (BUILD 2020)



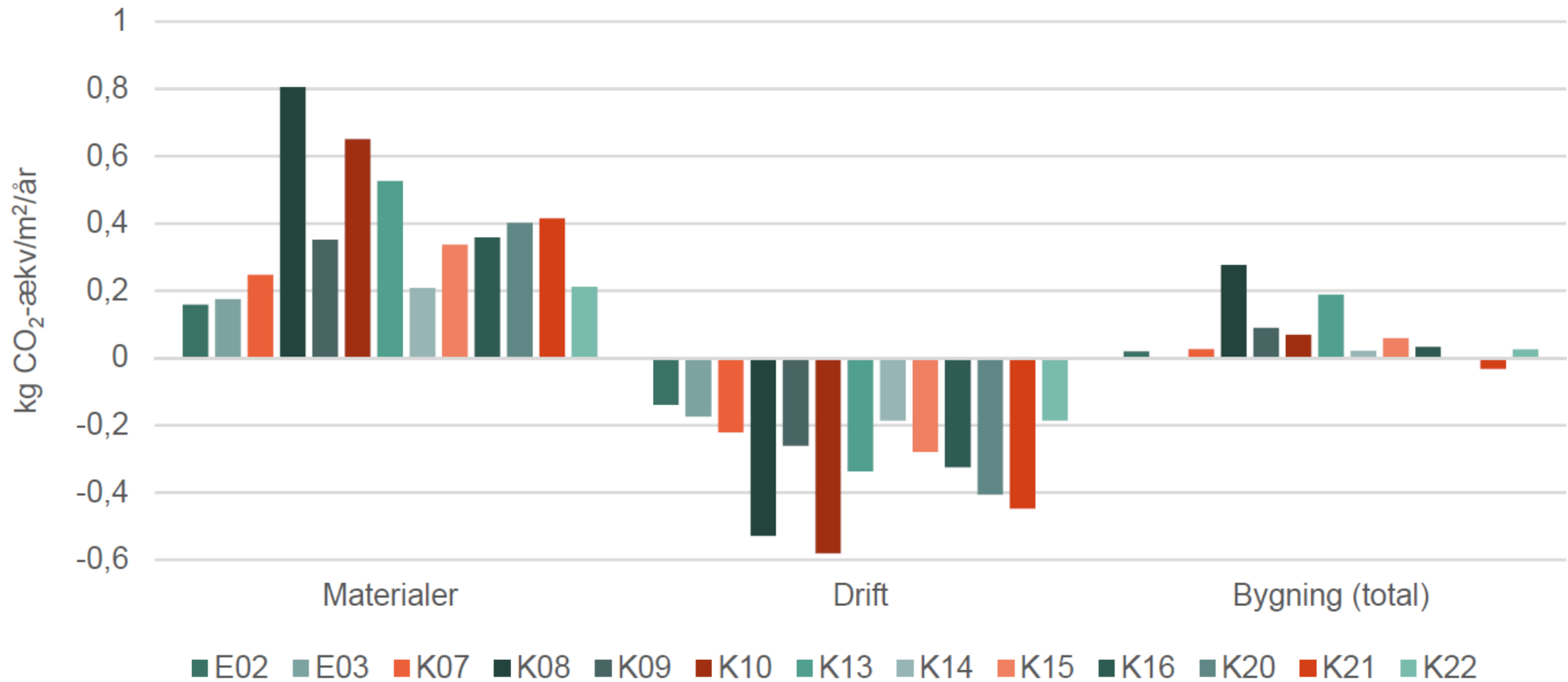
FIGUR 19. Udvalg af bygningsdelsgrupperes påvirkninger fordelt på bygningstyper ved 50-års betragtningsperiode. Bygningstypen Andet byggeri er ikke medtaget, da der ikke er nok case-bygninger i denne kategori. Diagrammet viser 1., 2., og 3., kvartil som de vandrette streger i boksen, krydset i boksen viser middelværdien og halerne uden for boksen viser variansen. Prikkerne udgør observation for klimapåvirkninger, der ligger uden for variansen.



FIGUR 17. Klimapåvirkning af bygningsdele og drift ved 50-års betragtningsperiode. Der er ikke stor forskel mellem bygningstyperne. Diagrammet viser 1., 2., og 3. kvartil som de vandrette streger i boksen, krydset i boksen viser middelværdien og halerne udenfor boksen viser variansen. Prikkerne udgør observation for klimapåvirkninger, der ligger udenfor variansen. Resultaterne for andet byggeri skal tages med forbehold idet der kun indgår 4 cases..



FIGUR 20. Mængden af solceller i forhold til solcellers andel af indlejret GWP over en 50-års betragtningsperiode. På-



FIGUR 21. Ændring i GWP når solceller implementeres i case-bygningerne.

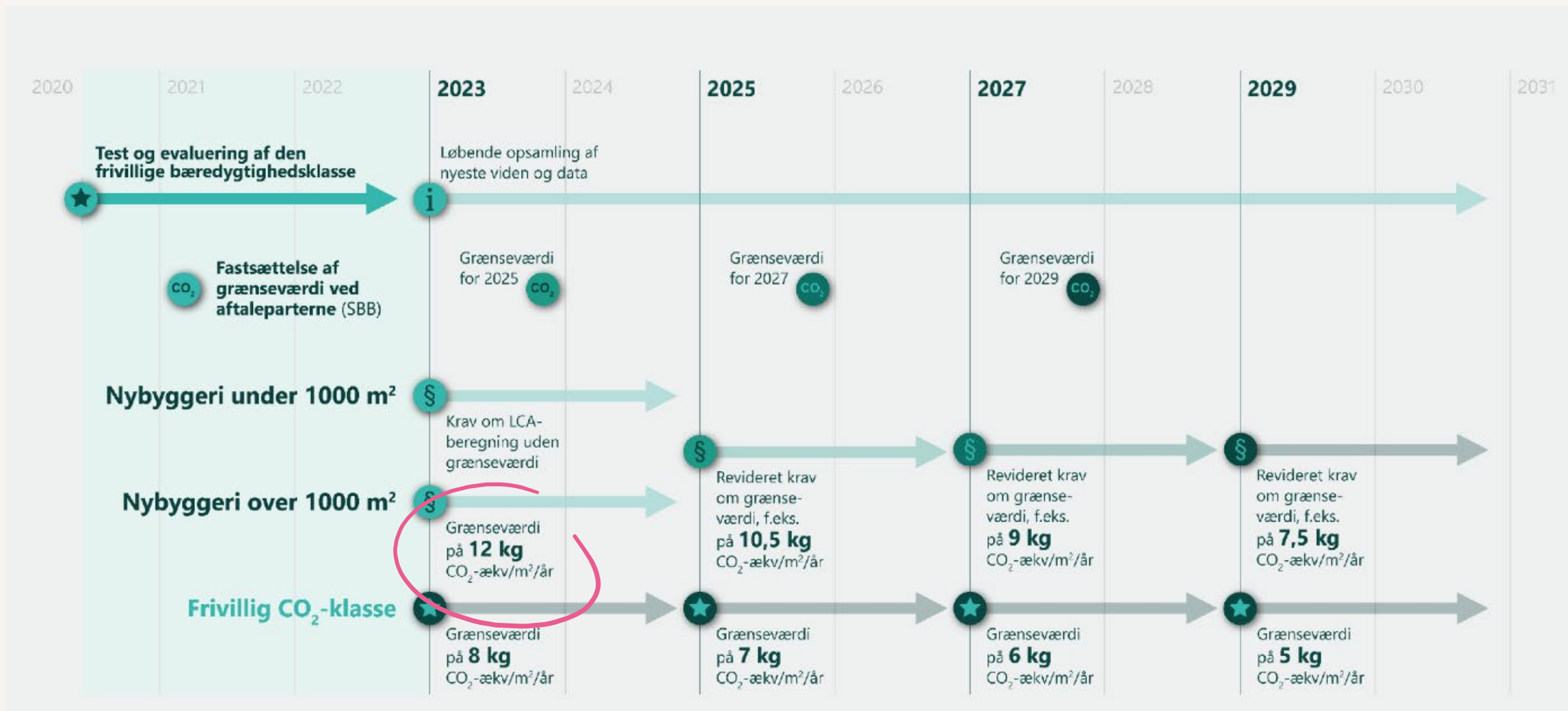
Grupper	Projekter med udfyldt gruppe	Medianværdi ved 50 år	Medianværdi ved 80 år
		[kg CO ₂ -ækv/m ² /år]	[kg CO ₂ -ækv/m ² /år]
Afløb	18%	0,02	0,02
Vand	23%	0,12	0,11
Varme	37%	0,23	0,24
Ventilation og køl	30%	0,08	0,08
Sum		0,46	0,45

Vær opmærksom på, at summen er beregnet på baggrund af de ikke-afrundede værdier for medianer. Derfor vil rækken "Sum" ikke nødvendigvis vise den præcise sum af tallene ovenfor.

Installationer fylder ca. 5%

CO₂-grænser

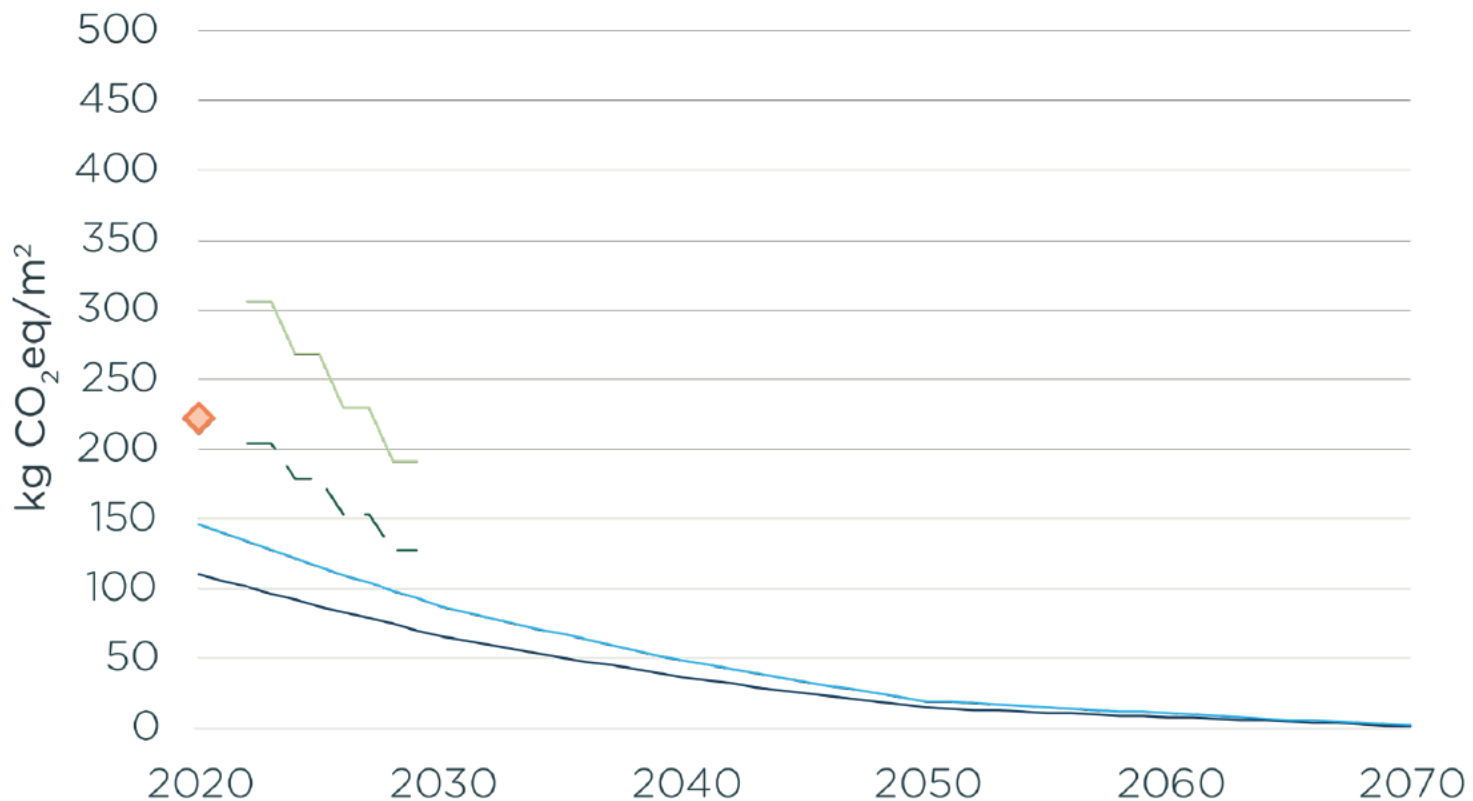
Regeringens Nationale strategi for bæredygtigt byggeri (marts 2021)



Kilde: Bolig- og Planstyrelsen (2021)

Absolute budget cap over time - regulering

Figure 2: Upfront embodied emissions (in kgCO₂eq/m²) for Denmark



— Legislation
- - - - Voluntary CO2 Class
— EPC + U + EA
— EPC + GF + EA
◆ Baseline

Kilde: Horup et al. 2022. Towards embodied carbon benchmarks for buildings in Europe #3 [...]

BR-klimakrav (høringsudgave)

Referenceareal jf. § 297, stk. 3

Etagearealet med modifikationer, fx medregnes alle kælderarealer 100 % men udv. trapper kun 25 %

Omfattede bygningsdele jf. tabel 6

Hvilke bygningsdele indgå i beregningen og hvilke ikke

Datagrundlag jf. tabel 7

Generiske data eller EPD'er (miljøvaredeklarationer) må anvendes. Det generiske datagrundlag stammer primært fra Ökobaudat 2020, suppleret med branche-EPD'er for beton og træ

Levetider

Udskiftning af bygningsdele iht. levetider og principper efter BUILD levetidstabel 2021

Klimapåvirkning fra driftsenergi

Driftsenergi beregnes ud fra energibehov fra energirammen. Der anvendes emissionsfaktorer for el og fjernvarme fremskrevet i henhold til den forventede fremtidige energiforsyning

Specifikt for CO₂-grænseværdien

- Modul D (Potentiale for genbrug, genanvendelse og nyttiggørelse) indgår ikke i grænseværdien
- Tillæg til energirammen indgår ikke i beregningen
- Særlige bygningsforhold med større materialeforbrug kan fratrækkes
- Særlige bygningsforhold beskrives i kommende BR vejledning

Omfattede komponenter (se hele listen i tabel 6)

Medtages

- Tag, ydervægge, indervægge, dæk og lignende, medregnes fra malingen på den indvendige side til beklædningen på den udvendige side.
- Tekniske anlæg og hovedføringsveje, dog kun de lige kanaler/rør
- Ventilationsaggregat, inklusiv varme- og køleflader samt kanalsystemet til ventilation

Medtages ikke

- Mindre fastgørelsesmidler, fx søm, skruer, hulplader murbindere eller lignende
- Fugemateriale, lokale membraner og fugtspærre i fundamenter, samt håndlister, fodpaneler og lignende lister
- installationer i jord
- Sanitet og diverse komponenter

Særlige forhold kan udløse tillæg

Ikke-særlige forhold

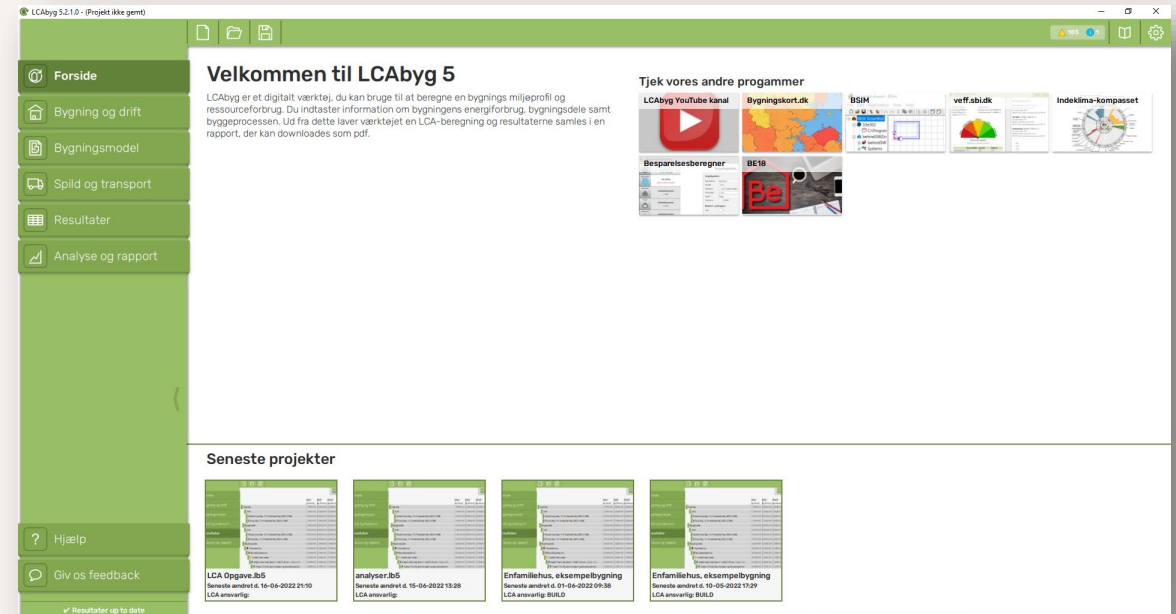
- Arkitektoniske valg
- Store rumvolumener
- Opførelse af kælder
- Mange rum- og brandadskillelser

Særlige forhold

- Bygninger med hospitals- og laboratorieudstyr
- Bygninger med høj nyttelast på dæk
- Bygninger projekteret i konsekvensklasse CC3+
- Jordbundsforhold
- Bygninger med høje renhedskrav
- Bygninger med sikringskrav

LCAByg

- Gratis værktøj til livscyklusvurderinger (LCA) af bygninger
- Udviklet af BUILD (tidligere SBi) i samarbejde med Bolig- og Planstyrelsen
- Nuværende version 5 kan anvendes til LCA-krav i den frivillige bæredygtighedsklasse, DGNB og brugerdefinerede beregninger
- Version LCAByg2023 til de kommende klimakrav i bygningsreglementet udgives i oktober



Elementer i en LCA

1. Bygningens arealer
2. Energibehov til modul B6 ved hjælp af Be18 nøgletal
3. Mængder af byggematerialer

The screenshot shows the LCAbyg 5.2.1.0 software interface. The left sidebar contains navigation options: Forside, Bygning og drift, Bygningsmodel, Spild og transport, Resultater, and Analyse og rapport. The main area is divided into several sections: 'Projektet' (Project) with fields for title, address, and version; 'Bygning' (Building) with fields for area and height; 'Beregningssætninger' (Calculation Settings) with fields for calculation type, building type, and period; 'Andet' (Other) with a text field; 'Scenarier' (Scenarios) with a button; 'Bygningdrift og energiforsyning' (Building Operation and Energy Supply) with fields for energy class and supply; 'Energiforbrug på byggepladsen' (Energy Consumption on the Construction Site) with fields for energy use; 'Bygge- og anlægsmaskiner' (Construction and Installation Machinery) with a field for diesel; and 'LCAbyg log' (LCAbyg Log) with a list of log entries. A large green number '1' is overlaid on the left side, and a large green number '2' is overlaid on the right side.

The screenshot shows the LCAbyg 5.2.1.0 software interface. The left sidebar contains navigation options: Forside, Bygning og drift, Bygningsmodel, Spild og transport, Resultater, and Analyse og rapport. The main area is divided into several sections: 'Bygningsskema' (Building Scheme) with a tree view of building components; 'Konstruktioner' (Structures) with a list of construction types; 'Byggevarer' (Building Materials) with a list of material types; and 'Faser' (Phases) with a list of phase types. A large green number '3' is overlaid on the right side. The right panel shows details for 'Porebeton 380 kg/m3', including a table of materials and a bar chart showing GWP [kg CO2-eq].

Input af materialer

LCAbyg 5.2.1.0 - (Projekt ikke gemt)

Bygningsdele

- Afløb
- Altaner og altangange
- Andet
- Dæk
- El- og mekaniske anlæg
- Fundamenter
 - Randfundamenter
- Indervægge
 - Indervægge
- Søjler og bjælker
- Tage
 - Tagkonstruktion
- Terrændæk
 - Terrændæk
- Trapper og ramper
- Udendørs areal
- Vand
 - Vand og afløb
- Varme
 - Gulvarmeanlæg
 - Varmeanlæg
- Ventilation og køl
 - Ventilationsanlæg
- Vinduer, døre, glasfacader
 - Indvendige døre
 - Vinduer og udvendige døre
- Ydervægge
 - Ydervægge

Konstruktioner

- Vægside, malerbehandling, akrylmaling, fuldspartling
- Midterdel, porebeton, 100 mm
- Vægside, malerbehandling, akrylmaling, fuldspartling

Byggevarer

- Porebeton 380 kg/m³
- Puds, kalk-gips, inde

Faser

- Porebeton 380 kg/m³ (A1-A3)
- Porebeton 380 kg/m³ (C3)
- Porebeton 380 kg/m³ (D)

LCAbyg biblioteket

Generisk datagrundlag BR tabel 7

EPD

Porebeton 380 kg/m³

Medtages i beregningen

Mængde: 57,5 kg/m³

Levetid: 100 år

Nedrivning

Forskudt start: 0 år

Usikkerhedsfaktor: 1

Beskrivelse:

Kilde: GenDK

Opbygning

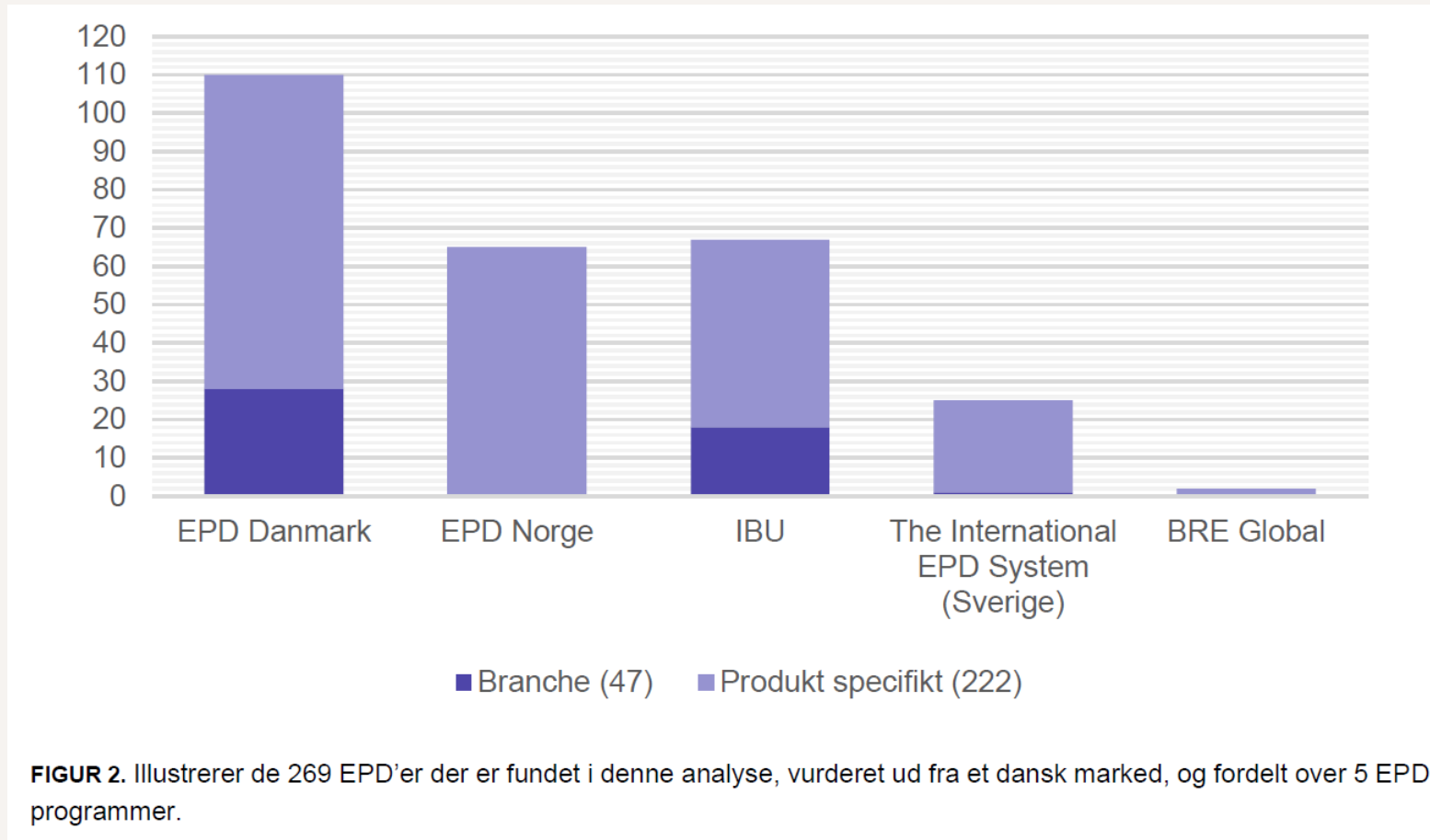
	Navn	Underkategori
1	Porebeton 380 kg/m ³ (A1-A3)	Porebeton
2	Porebeton 380 kg/m ³ (C3)	Porebeton
3	Porebeton 380 kg/m ³ (D)	Porebeton

GWP [kg CO₂-eq.]

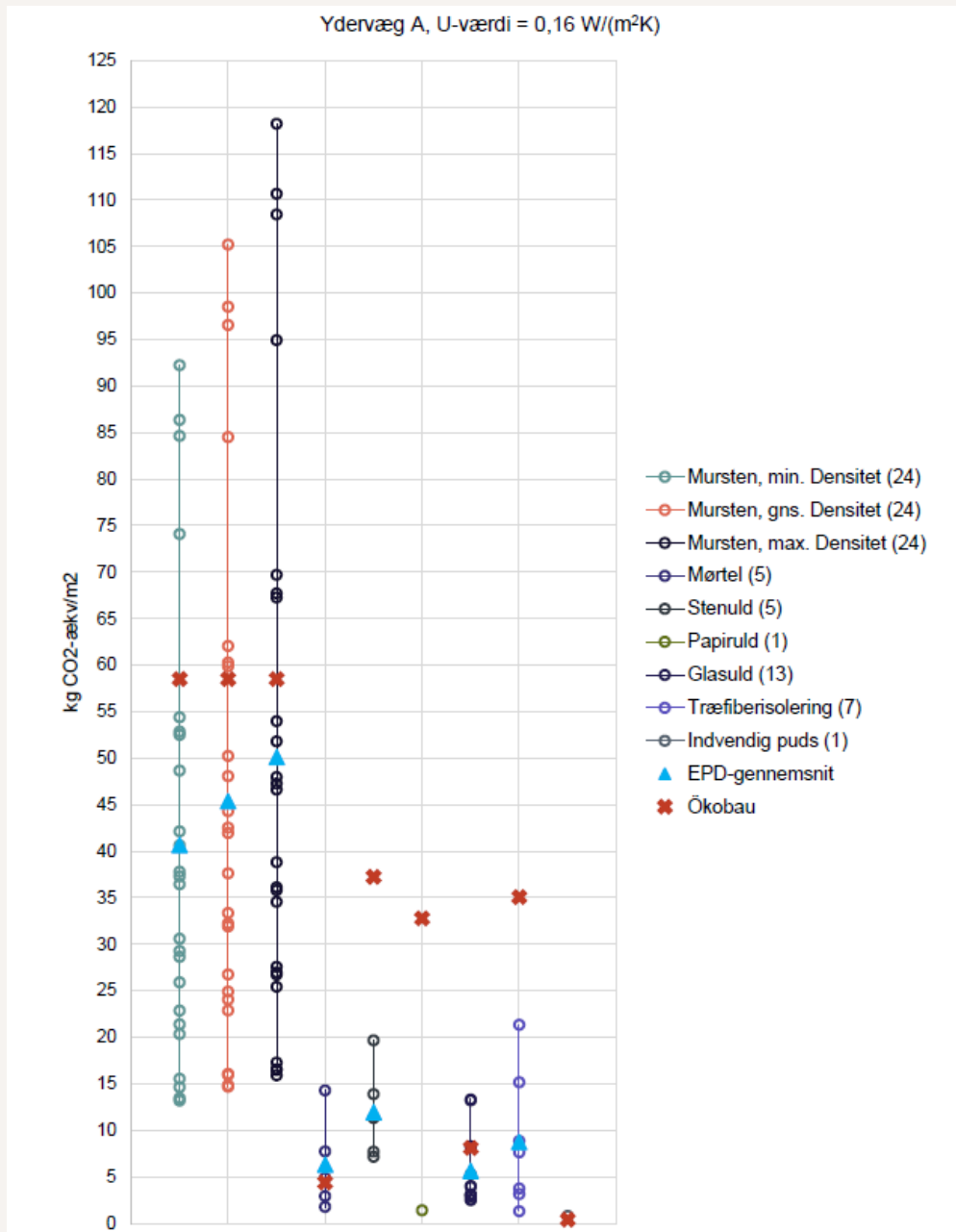
Category	GWP [kg CO ₂ -eq.]
1	~3200
2	~100
3	~100

Resultater up to date

Tilgængelige EPD



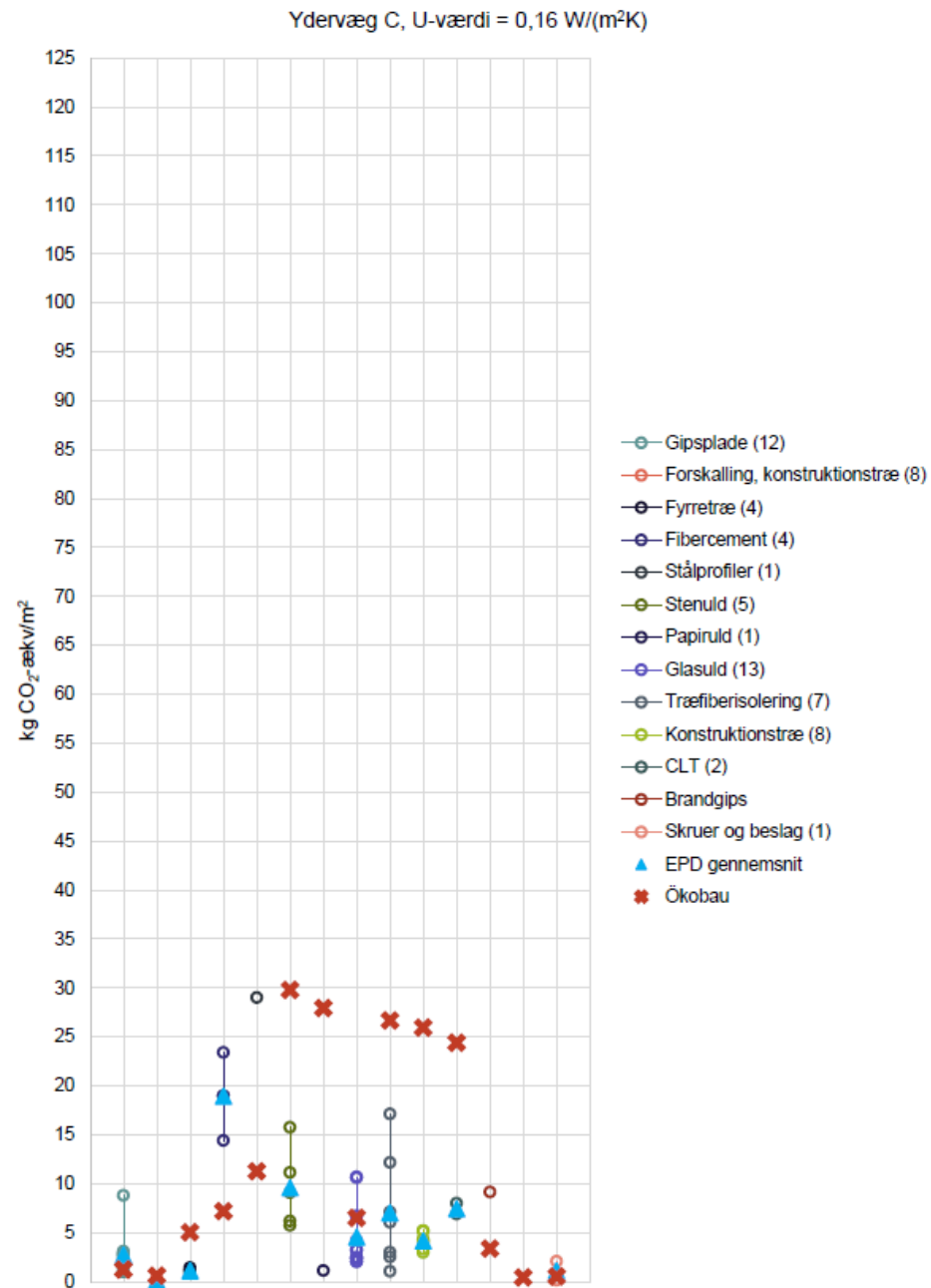
Datavariation



Kilde: BUILD-rapport 2021:25

FIGUR 11. LCA-resultater for Global warming potential (GWP) for de materialevarianter der kan indgå i Ydervæg A. Her vises resultater fra hhv. udvalgte EPD-data sammenholdt med Ökobau data. EPD-gennemsnittet er i øvrigt givet for materialeerne. Gennemsnittet for materialer, hvor det kun har været muligt at bruge én EPD, er ikke udregnet. Antallet af EPD-datasæt benyttet for hvert materiale er angivet i parentes () i legend til højre.

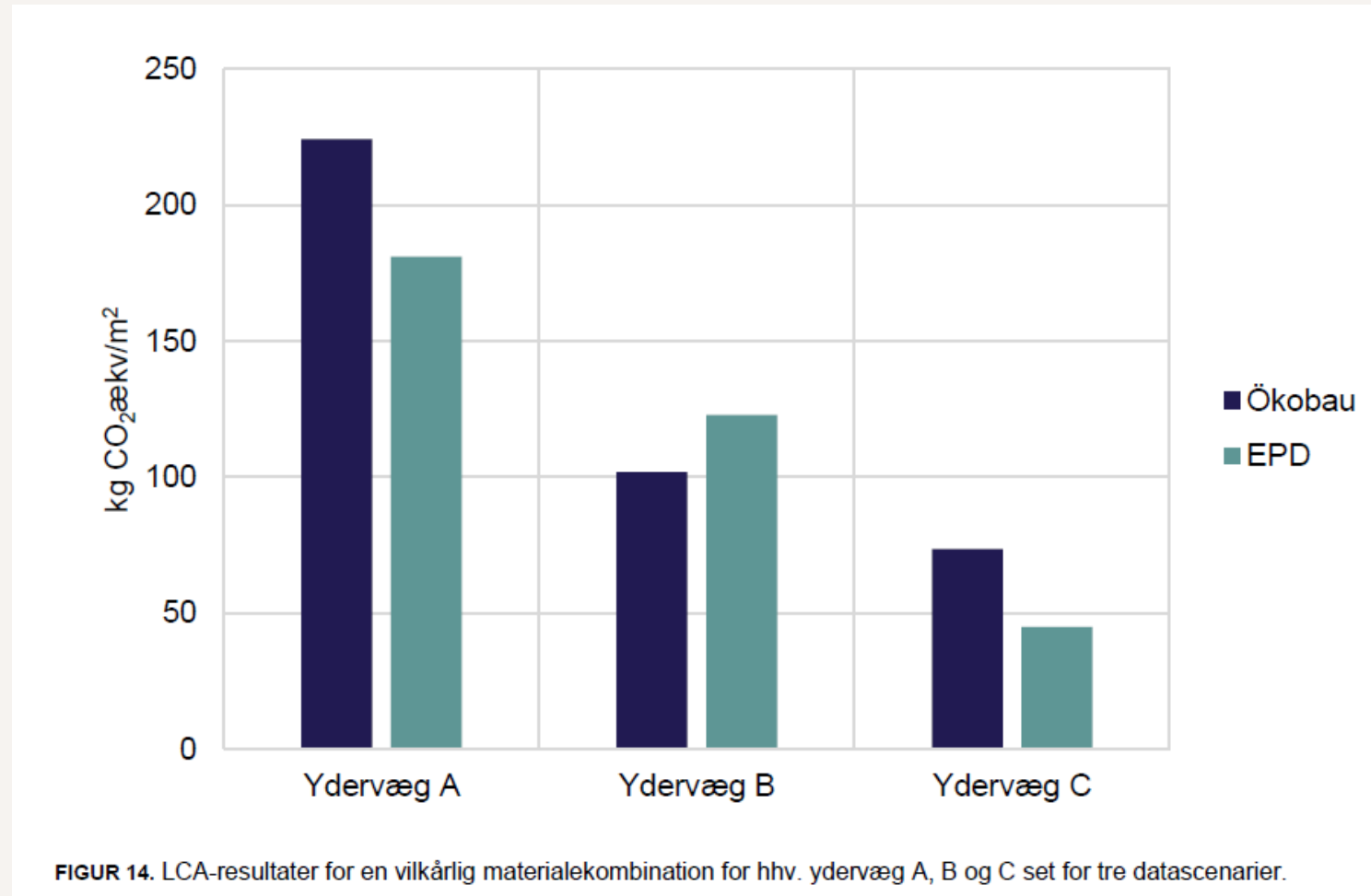
Datavariation



Kilde: BUILD-rapport 2021:25


FIGUR 13. LCA-resultater for Global warming potential (GWP) for de materialevarianter der kan indgå i Ydervæg C. Her vises resultater fra hhv. udvalgte EPD-data sammenholdt med Ökobau data. EPD-gennemsnittet er i øvrigt givet for materialemne. Gennemsnittet for materialer, hvor det kun har været muligt at bruge én EPD, er ikke udregnet. Antallet af EPD-data benyttet for hvert materiale er angivet i parentes () i legend til højre.

Datavariation



Dokumentation: LCAbyg rapport til færdigmelding

- Dokumentationskrav vil fremgår vejledning til bygningsreglementet i efteråret
- LCAbyg2023 rapport vil kunne bruges til færdigmelding



2 Miljøprofil

Tabellen viser de vigtigste nøgletal fra projektet. Nøgletallene er fordelt på de 9 indikatorer som LCAbyg understøtter, samt fordelt for de enkelte livscyklusfaser der udgør bygningens miljøprofil. Miljøprofilen er givet for den totale udledning samt pr. kvadratmeter etageareal pr. år, hvilket gør resultaterne sammenlignelige med andre projekter, forudsat at disse er angivet med samme enhed.
Af nederstående tabel findes den mest anvendte indikator, GWP. De resterende 8 fra LCAbyg findes på næste side.

	GWP	GWP
	Pr. referenceenhed [kgCO ₂ -eq/m ² pr. år]	Total [kgCO ₂ -eq]
Sum projekt	9.25	85075.18
Sum materialer (A1-3, A4, A5, B4, C3-4)	7.75	71332.99
Produkt (A1-3)	3.79	34898.65
Transport til byggeplads (A4)	0.0	0.0
- Transport (byggevarer)	0.0	0.0
- Transport (jord, byggeaffald, oplagring mv.)	0.0	0.0
Opførelse / montering (A5)	0.0	0.0
- El i byggeproces	0.0	0.0
- Fjernvarme i byggeproces	0.0	0.0
- Brændstof i byggeproces	0.0	0.0
- Transport på byggepladsen	0.0	0.0
- Spild	0.0	0.0
Udskiftninger (B4)	0.71	6537.94
Energiforbrug til drift (B6)	1.49	13742.19
- El til drift	1.49	13742.19
- Varme til drift	0.0	0.0
Endt levetid (C3)	2.57	23631.51
Endt levetid (C4)	0.68	6264.88
Nedrivning (D)	-1.4	-12924.01

side 3 af 28



Videncenter om
Bygningers
Klimapåvirkninger

Tak for ordet