



Publikation 6

# Potentialer for fremtidens (daginstitutioners) byggeri



BØRN OG UNGE  
Aarhus Kommune





**Forfattere:** Jacob D. Buhl, Artelia A/S  
Mathilde S. Nilsson, Artelia A/S

**Bidrager:** David L. R. Eltang, Aarhus Kommune, Børn og Unge  
Rune S. Andersen, Aarhus Kommune, Teknik og Miljø  
Jimmy S. Larsen, Aarhus Kommune, Sundhed og Omsorg

**Kontrolleret af:** Louise Ø. Pedersen, Artelia A/S

**Godkendt af:** Steffen E. Maagaard, Artelia A/S

**Layout:** RAIN CREATIVE

**Formål:** Projektets formål er at opsamle erfaringer og generere viden til fremtidens mere klima-bevidste daginstitutionsudbud. Projektet er støttet af den filantropiske forening Realdania, som en del af puljen 'Sammen om bæredygtigt byggeri'. Det anbefales at læse Publikation 1 – Introduktion og sammenfatning først.

## 1. Indledning

Denne publikation beskæftiger sig med erfaringer, overvejelser og potentialer i arbejdet mod et lavere CO<sub>2</sub>-aftryk for fremtidens daginstitutioner, hvor følgende emner vil blive behandlet:

- Byggesystemer – Tung vs. let
- Genbrugsmaterialer – BR18 vs. DGNB
- Isoleringsmaterialer – Typer og klasser
- Isoleringsniveauer – Trade-off-analyser
- Brandkrav - Muligheder og udfordringer
- Lokalplanskrav - Facadebeklædning
- Perspektivering - Ekstrapolering

Flere af emnerne er generelle, og kan derfor perspektiveres til andre bygningstypologier, men der tages udgangspunkt i potentialer for daginstitutionbyggeri.

Hvis klimaaftrykket skal minimeres i en stor grad, så kræver det at hele byggeriet gennemtænkes. Det er dog også vigtigt at understrege, at man med relativt simple tiltag kan nå langt. Denne publikation laver en række nedslag for at vise potentialer og opmærksomhedspunkter, men er langt fra en fuldkommen liste.

## 2. Byggesystemer

Byggesystemet er en afgørende parameter ift. klimaaftrykket, hvilket tydeligt kan observeres ved at sammenligne byggesystemerne for de to daginstitutioner Høiriisgårdsvej og Tronkærgårdsvej. Disse to institutioner er udvalgt fordi de er sammenlignelige ift. etageareal, antal etager og vinduesarealer, men anvender meget forskellige byggesystemer. Særligt tagkonstruktionen, ydervæg og indervægge adskiller sig fra hinanden, hvor opbygningerne er beskrevet i Tabel 1. Tronkærgårdsvej har anvendt primært tunge materialer som beton og stål, mens Høiriisgårdsvej ønsker at anvende mere lette materialer såsom træ.

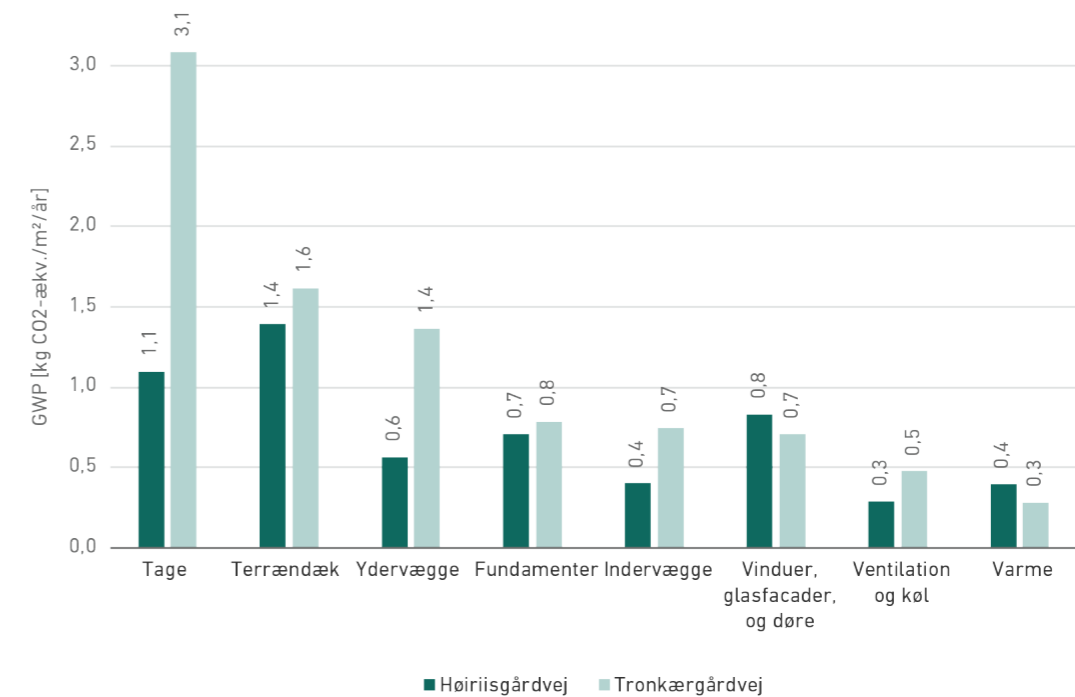
Figur 1 viser en sammenligning af CO<sub>2</sub>-aftrykkene for de 8 CO<sub>2</sub>-tungeste bygningsdele for henholdsvis Høiriisgårdsvej og Tronkærgårdsvej. Tronkærgårdsvej kunne potentielt have sparet 3 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år ved brug af lettere tag- og vægopbygninger som anvendt på Høiriisgårdsvej, hvilket er over 25 % af det samlede CO<sub>2</sub>-aftryk for Tronkærgårdsvej.

I den forlængelse bør det nævnes, at Høiriisgårdsvej har et yderlige klimabesparelses-potentiale ved at vælge de 'rigtige' - mindre klimabelastende - produkter, som er belyst i Publikation 3.

Tabel 1.

Sammenligning af konstruktionsopbygninger for Høiriisgårdsvej og Tronkærgårdsvej

	Høiriisgårdsvej	Tronkærgårdsvej
<b>Indervægge</b>	Træskelet med mineraluld og fibergips og porebetonvægge	150/100 mm letklynkebeton 2x13mm gips med 150 mm stålskelet og mineraluld
<b>Tage</b>	2 lag tagpap 22 mm krydsfiner Saksepær 400 mm mineraluld Dampspærre 45 mm forskalling med mineraluld 12,5+15 mm brandgips	2 lag tagpap 410 mm trykfast isolering 200 mm ståltrapez plader 25 mm stålprofiler 15 mm brandgips Dampspærre 15 mm brandgips
<b>Ydervægge</b>	Skærmtegl 2 x 38mm afstandslister 8mm vindspærre 45x95 træskelet med mineraluld 145 mineraluld 45x95 træskelet med mineraluld Dampærre 45mm afstandslister med mineraluld 15+18mm fibergips	108mm facadetegl 250 mm mineraluld kl. 34 150 mm letklynkebeton



Figur 1.

Sammenligning af CO<sub>2</sub>-aftrykkene for de 8 CO<sub>2</sub>-tungeste bygningsdele for Høiriisgårdsvej og Tronkærgårdsvej på bygningsniveau.



### 3. Genbrugsmaterialer

Den nuværende metode i BR18 er udfordret i forhold til at medregne klimagevinsten ved genbrugsmaterialer, hvor de skal indregnes som nye materialer pga. manglende datagrundlag. Branchen skubber dog på for at ændre dette således, at klimaaftrykket fra genbrugsmaterialer betragtes mere retvisende. Fra 2024 forventes reglerne at blive ændret, hvor et høringsforslag foreslår, at genbrugsmaterialers samlede klimaaftryk indregnes om 0 set over alle livscyklusfaserne (Høringssvar).

Lige nu kører Aarhus Kommune med en håndfuld pilotprojekter, hvor klimabelastningen fra genbrug indregnes efter denne betragtning som 0. Dette kræver dog en ekstra beregning, da den ene LCA-beregning skal laves efter BR18-metoden. DGNB anviser en anden metode til betragtning af genbrugsmaterialer i LCA-beregninger. Her skal indkøbte genbrugsmaterialer regnes som 10 % af udledningen for et nyt tilsvarende materiale, såfremt der ikke er

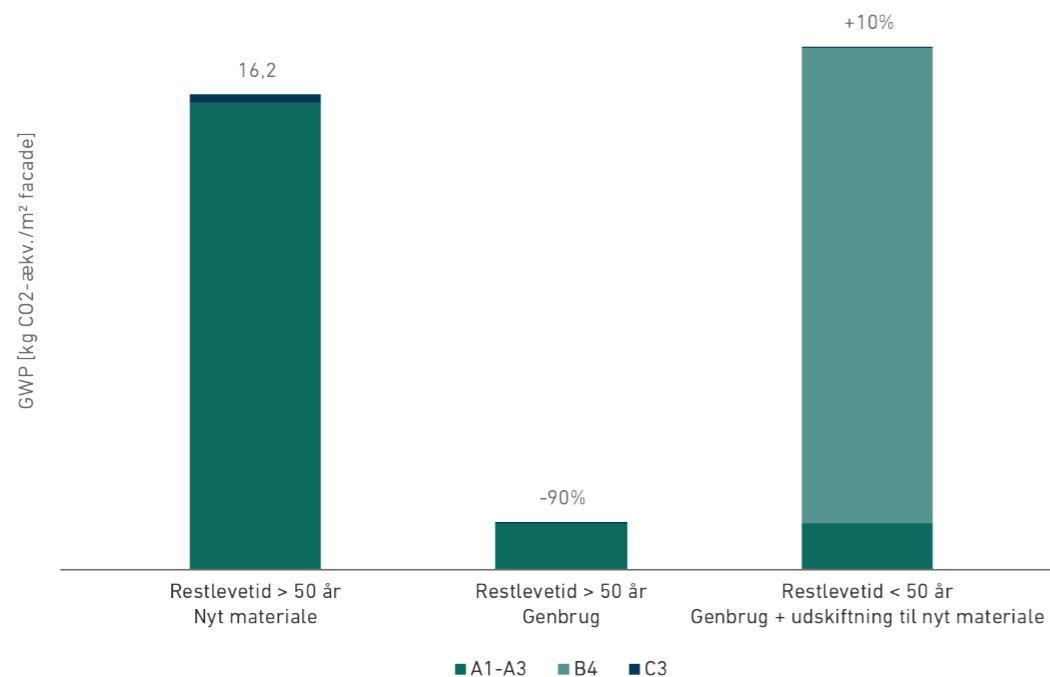
en EPD på det specifikke genbrugsmateriale. Hvis der er tale om direkte genbrug på byggegrunden (typisk ved renovering) er materialet 'gratis' og vil være gratis resten af materialets levetid.

Genbrug af CO<sub>2</sub>-tunge byggevarer med lang levetid, eksempelvis betonelementer (huldæk, vægge mm.), mursten, teglsten, fibercementplader osv. rummer et stort potentiale. Disse materialer vil potentielt kunne bidrage til betydelige CO<sub>2</sub>-besparelser i byggeriet, hvis adskillelse indtænkes i projektet, så andre projekter i fremtiden ville kunne få gavn af materialerne (se håndbog om affaldsforebyggelse i byggeriet - [Link](#)).

I forbindelse med brug af genbrugsmaterialer skal der rettes opmærksom på restlevetiden. Hvis eksempelvis DGNB-metoden anvendes og teglsten genbruges fra et andet byggeri, hvor restlevetiden er kortere end referenceperioden på 50 år,

Figur 2.

CO<sub>2</sub>-aftrykket pr. m<sup>2</sup> facade for genbrugsskærmtegl med forskellige restlevetider efter DGNB-metoden.



så skal teglstenene – rent beregningsteknisk – udskiftes f.eks. efter 30 år. Således forsvinder CO<sub>2</sub>-besparelsen, hvilket er visualiseret i Figur 2. Hvis restlevetiden er over 50 år, vil der til gengæld være et signifikant CO<sub>2</sub>-besparelspotentiale ved brug af genbrugsmaterialer.

I forbindelse med brug af genbrugsmaterialer bør der tages en tidlig dialog med projektets entreprenører for at sikre afklare og sikre garantier på materialerne. Herudover bør bygherre undersøge, hvordan man er stillet ift. forsikringer ved brug af genbrugsmaterialer. Genbrugsmaterialer rummer dog et betydeligt CO<sub>2</sub>-besparelspotentiale, men skal ikke bruges blindt.

For at belyse konsekvensen af forskellige metodetilgange til betragtning af genbrugsmaterialer er der taget udgangspunkt i daginstitutionen Høiriisgårdsvej, hvor

CO<sub>2</sub>-aftrykket på bygningsniveau er regnet efter 3 forskellige metodetilgange:

- BR18-metoden – genbrugsmaterialer betragtes som nye, generiske materialer.
- BR18-metoden (høringsforslag til 2024) – genbrugsmaterialer betragtes som nul-udledning set over materialets livscyklus.
- Anvendt metode i disse publikationer – klimabelastningen fra endt levetid (C3-C4) medregnes alene. For biobaserede genbrugsmaterialer regnes det biogene karbon negativt i A1-A3 for at sikre, at det biogene karbon er i balance (se publikation 1 for uddybning).



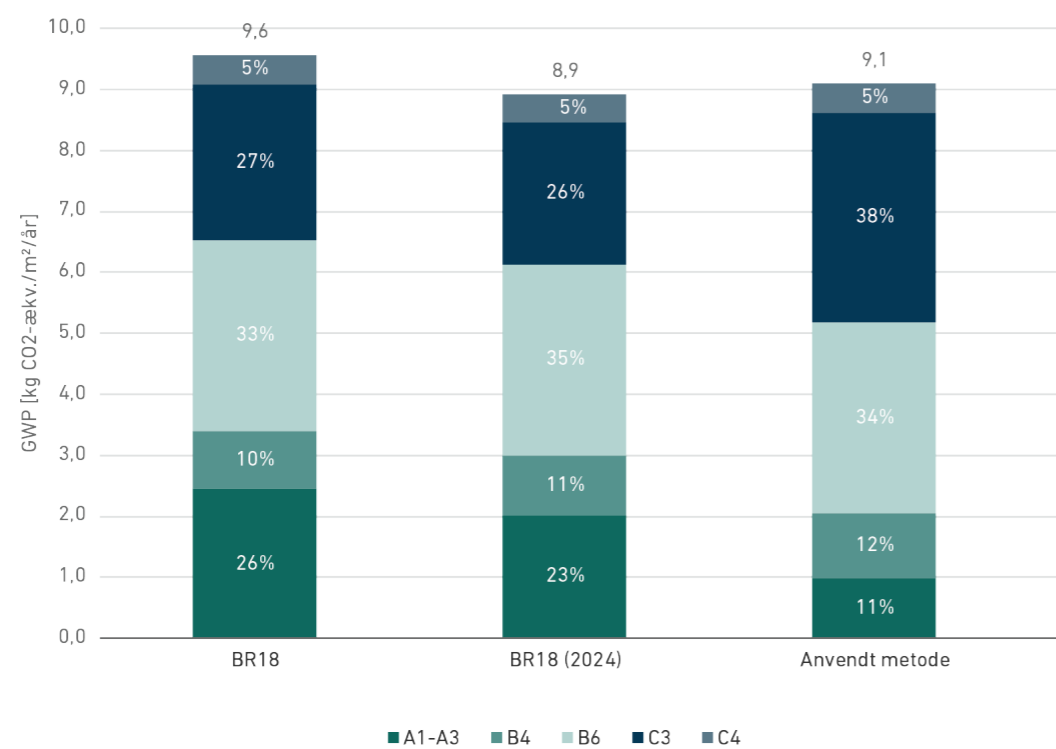
I Figur 3 vises klimaaftrykket opdelt på modulniveau for de 3 forskellige metode tilgange. Det observeres, at BR18-metoden viser det højeste CO<sub>2</sub>-aftryk, mens BR18-metoden (høringsforslag til 2024) viser det mindste klimaaftryk. Den anvendte metode i disse publikationer, som forsøger at afspejle den reelle CO<sub>2</sub>-udledning til atmosfæren, placerer sig i midten lidt højere end BR18 (2024) metoden. Tallene understreger,

at selvom der kun er genanvendt en mindre andel af materialer på Høiriisgårdsvej, så forøger BR18-metoden alligevel det dokumenterede CO<sub>2</sub>-aftryk med 0,5-0,7 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år på bygningsniveau.

I forhold til fordelingen af CO<sub>2</sub>-aftrykket på modulniveau, så adskiller den anvendte metode i disse publikationer sig væsentligt fra de andre.

Figur 3.

Sammenligning af CO<sub>2</sub>-aftrykket på bygningsniveau med forskellige metode tilgange til indregning af genbrugsmaterialer. Der er taget udgangspunkt i daginstitutionsprojektet Høiriisgårdsvej.



## 4. Isoleringmaterialer

Valg af isoleringsmateriale er en tværfaglig opgave, hvor perspektiver bl.a. ift. energi, akustisk, brand og klima bør inddrages i beslutningsprocessen. Dette afsnit fremhæver nogle af de tværfaglige overvejelser i det fælles arbejde mod et lavere klimaaftryk.

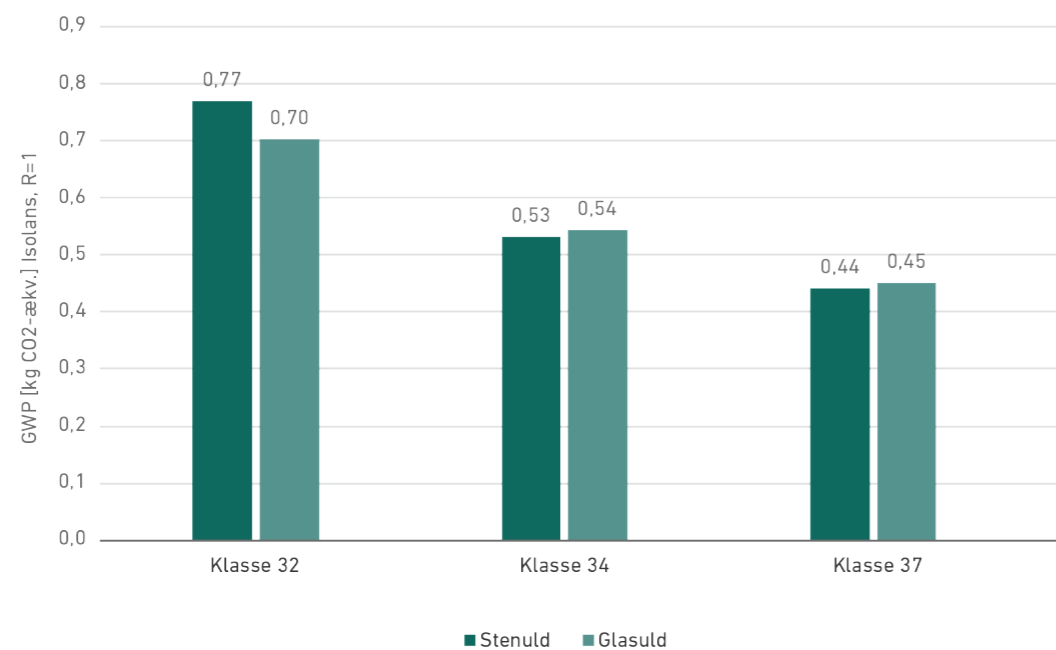
I forhold til isoleringsklassen vil en lavere varmeledningsevne betyde mindre materiale mængdemæssigt for at opnå den samme isolans (R). Et lavere materialeforbrug er typisk lig med en klimagevinst, men fremstilling af materialer med lave

lambda-værdi koster ofte på CO2-aftrykket i selve fremstillingsfasen. Det er derfor i nogle tilfælde mere hensigtsmæssigt i et klimaperspektiv at benytte materialer med en højere varmeledningsevne (isoleringsklasse), hvilket er visualiseret i Figur 4.

For både stenulds- og glasuldsprodukter viser en isoleringsklasse 37 (svarende til en varmeledningsevne på 0,037 W/mK) de laveste klimaaftryk ved samme isolans, på trods af et større volumenforbrug af isoleringsmaterialet. Det er derfor vigtigt at sammenligne f.eks. isoleringsmateriale

Figur 4.

Sammenligning CO2-aftrykket for sten- og glasuld med forskellige isoleringsklasser med en isolans på 1 m<sup>2</sup> K/W. Det kræver 37 mm til for isoleringsklasse 37 til at opnå R = 1 m<sup>2</sup> K/W.

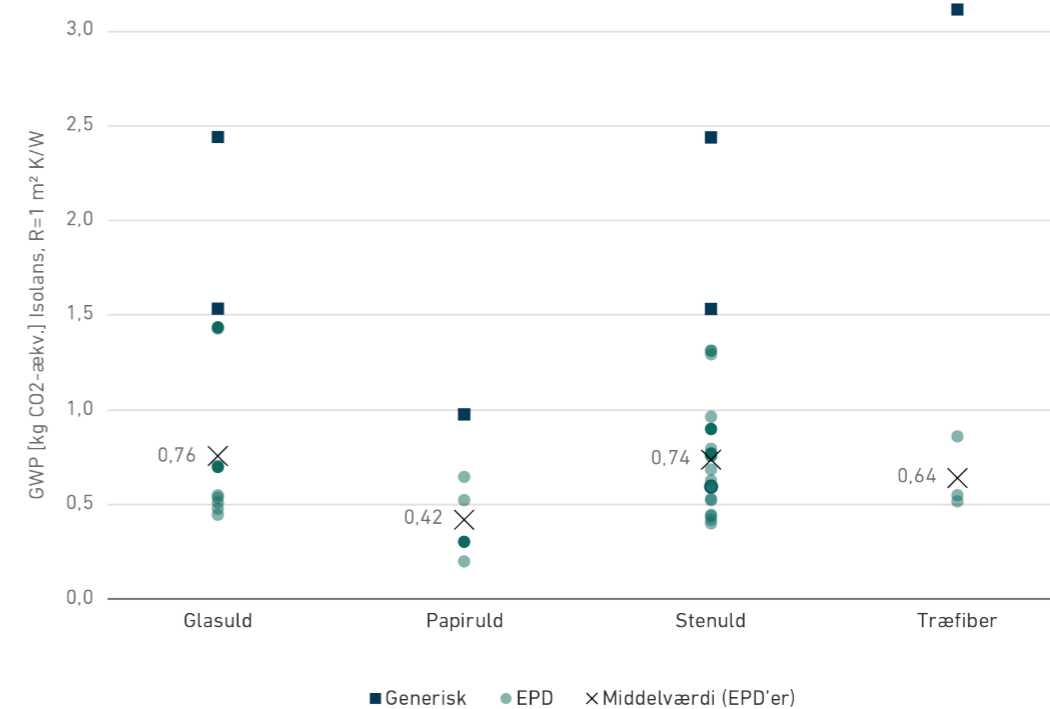


på samme performance. Hvis der er plads til isoleringsmaterialet, bør man generelt vælge den høje isoleringsklasse for at minimere klimaaftrykket.

Ved valg af isoleringsmateriale findes der en lang række isoleringsprodukter på markedet. De største kategorier er glasuld, stenuld, papiruld og træfiber indenfor bløde batts og løsfyld. I Figur 5 er forskellige isoleringsprodukter sammenlignet ift. til deres CO2-aftryk ved samme isolans (R) på 1 m<sup>2</sup> K/W. Alle isoleringsprodukterne er minimum brandklasse D-s2,d2, og kan derfor

anvendes i 1 etages daginstitutioner. Figur 5 viser en relativ stor spredning både indenfor og på tværs af produktkategorierne, hvor det laveste CO2-aftryk kan opnås ved brug af papiruld (data fra 04-2023).

Ved brug af biobaserede produkter som eksempelvis papiruld og træfiber sker der desuden en forskydning af CO2-udledningen, hvor udledningen primært sker i C-modulerne (år 50) i stedet for i produktionsfasen A1-A3 (år 0), som er gældende for mere traditionelle produkter som eksempelvis glas- og stenuld.



Figur 5.

Sammenligning af CO2-aftrykket for forskellige isoleringsmaterialer med en isolans på 1 m<sup>2</sup> K/W.

## 5. Isoleringsniveau i et LCA-perspektiv

Typisk fastsættes isoleringsniveauer på baggrund af energiperspektivet, men ved også at betragte LCA-perspektivet er det muligt at se mere holistisk på det. I henhold til BR18-metoden for bygnings-LCA afhænger det optimale isoleringsniveau i et klimaperspektiv af forholdet mellem indlejret CO<sub>2</sub> (modul A1-A3, B4, C3 og C4) og drifts-CO<sub>2</sub> (modul B6). Dette forhold betragtes ved at undersøge, om det ekstra materialeforbrug ("upfront") betaler sig CO<sub>2</sub>-mæssigt hjem over en 50-årig referenceperiode med et lavere driftsforbrug. Det bør understreges, at valg af isoleringsniveau altid skal over-

holde Bygningsreglementets mindstekrav til U-værdier samt vurderes i forhold til energi- og transmissionstabsrammen. Disse krav er fastlagt nationalt for at sikre at vores energiforsyning er totaløkonomisk rentabel. Nedenstående analyser kan derfor bruges til optimering af klimaaftrykket op til energi- eller transmissionstabsrammen krav, herudover skal mindstekrav til U-værdier også altid overholdes.

I Figur 6 er isoleringsniveauet for en træ-kassettedervæg (se skitse i Tabel 2) med papiruld undersøgt med to forskellige energimix for driften – henholdsvis ved benyttelse af emissionsfaktorer fra BR18 fjernvarme og de nye emissionsfaktorer fjernvarme (først gældende fra 2025).

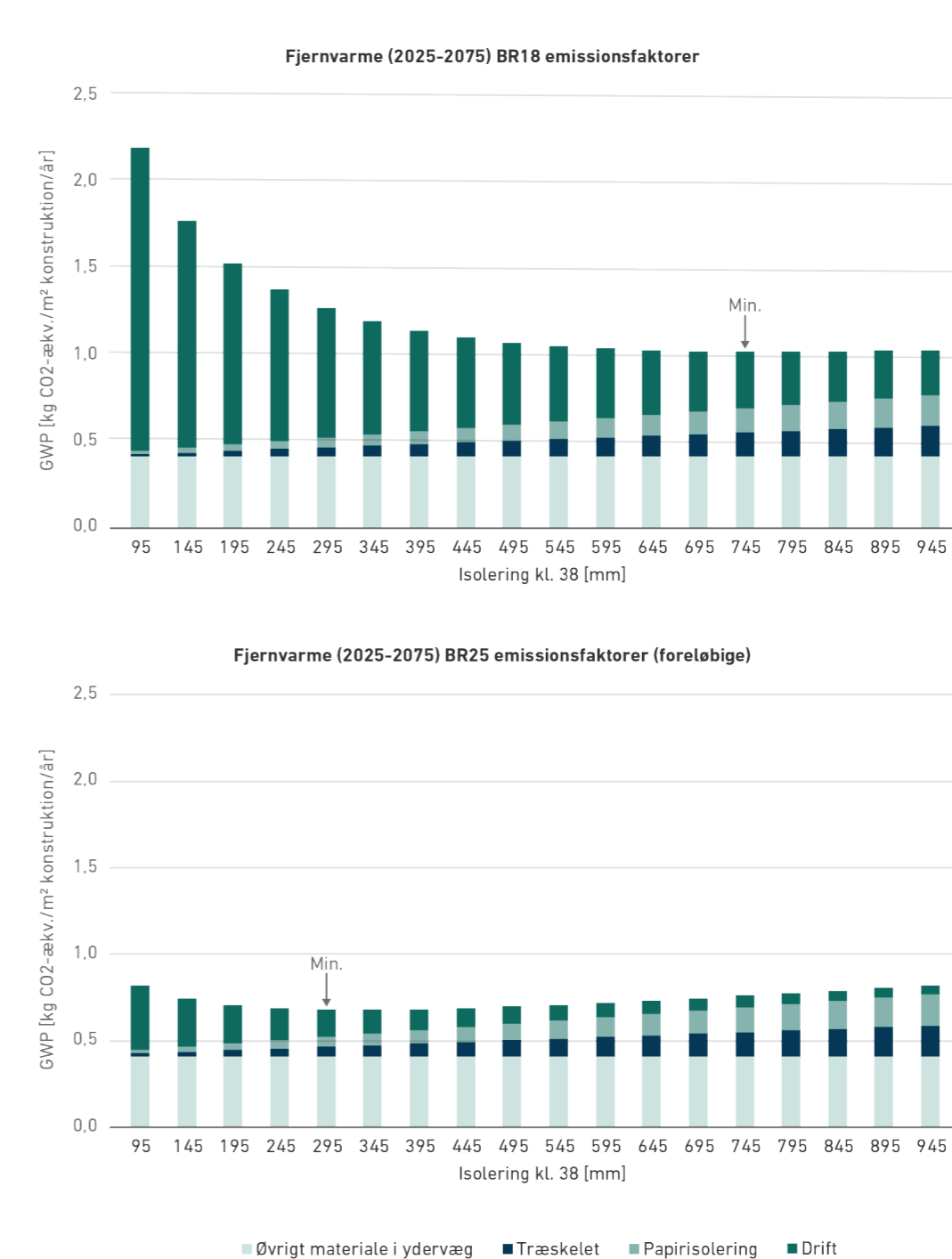
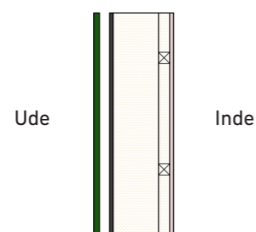
Det optimale isoleringsniveau i et klimaperspektiv går fra 745 mm med BR18 emissionsfaktorerne (U-værdi: 0,06 W/m<sup>2</sup> K) til 295 mm med de BR25 emissionsfaktorerne (U-værdi: 0,16 W/m<sup>2</sup> K), fordi omstillingen af fjernvarmeproduktionen til mere vedvarende energi er gået hurtigere end tidligere forventet.

Forholdet mellem materialeforbrug og driften for forskellige isoleringstyper og forskellige varmeforsyninger er samlet i Figur 7 for en træ-kassettedervæg (se skitse i Tabel 2). Det observeres, at det optimale isoleringsniveau varierer afhængigt af særligt energiforsyningen, men også isoleringstypen. Ved brug af de nuværende emissionsfaktorer fra fjernvarme BR18 er der en klimabesparelse ved at isolere

Tabel 2.

Ydervægsopbygning til trade-off analyse i figur 5.

Ydervæg - Trækassette	
	25 mm træbeklædning
	45 mm ventileret hulrum, afstandsprøfer pr. 600
	9 mm fibercementplade
	Tykkelse varieret: trækassette (20% træ) med isolering
	45 mm forskalling (8% træ) med mineraluld
	15 mm fibergips



Figur 6.

Trade-off analyse af materialeforbrug ift. drift for en træ-kassettedervæg med papiruld. Figuren til venstre er med emissionsfaktorer fra BR18, mens figuren til højre er med de nye emissionsfaktorer gældende fra 2025.



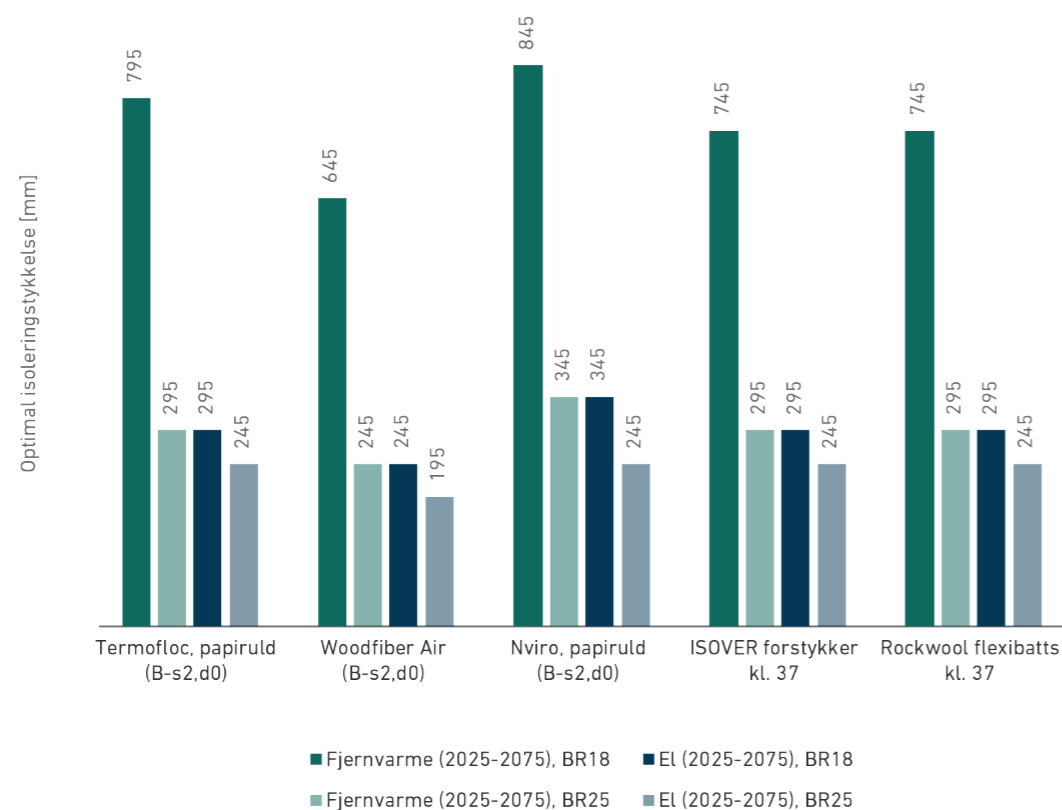
mere end de isoleringsniveauer som typisk anvendes i dag. Hvis der isoleres mere end gængs praksis, så skal der rettes opmærksomhed på et øget etageareal eller mindre nettoareal. Herudover kan øgede isoleringsniveauer have indflydelse på eksempelvis dagslystilgangen og potentielt resultere i større nødvendige vinduesarealer til overholdelse af mindstekrav. Der skal derfor altid laves en helhedsmæssig vurdering, når disse beslutninger tages.

Betragtes de nye emissionsfaktorer for fjernvarme (først gældende fra 2025) og de gældende emissionsfaktorer for el (varmepumpeløsning med SCOP på 3,5), så ligger det optimale isoleringsniveau på de niveauer som typisk anvendes i dag. Hvis de nye emissionsfaktorer for el (først gældende fra 2025) med en varmepumpeløsning (SCOP på 3,5) betragtes, er det CO<sub>2</sub>-mæssigt fordelagtigt at isolere mindre end normal praksis i dag. Det er igen vigtigt at understrege, at isoleringsniveauet altid skal overholde minimumskrav til U-værdier samt vurderes i forhold til energi- og transmissionstabsrammen.

Driftsforbruget er beregnet på baggrund af antal graddage i bilag 5 "Branchevejledning for energiberegninger vers. 2.0 - [Link](#)", hvilket betyder, at "rebound effekten" ikke er en del af vurderingen. Rebound effekten betyder, at den beregnede energibesparelse ikke altid opnås i virkeligheden, fordi brugerne af bygningen eksempelvis hæver indetemperaturen og veksler en del af besparelsen til øget komfort. Det emne som belyses i publikation 3.

Figur 7.

Det optimale isoleringsniveau i en trækassetteydervæg for forskellige isoleringsprodukter, med forskellige energiforsyninger og emissionsfaktorer. Termofloc (MD-22019-EN), Woodfiber (MD-22017-EN), Nviro (EPD-E-CI-20200217-ICG1-DE), Isover (NEPD-2612-1324-EN), Rockwool (NEPD-3381-2002-EN).



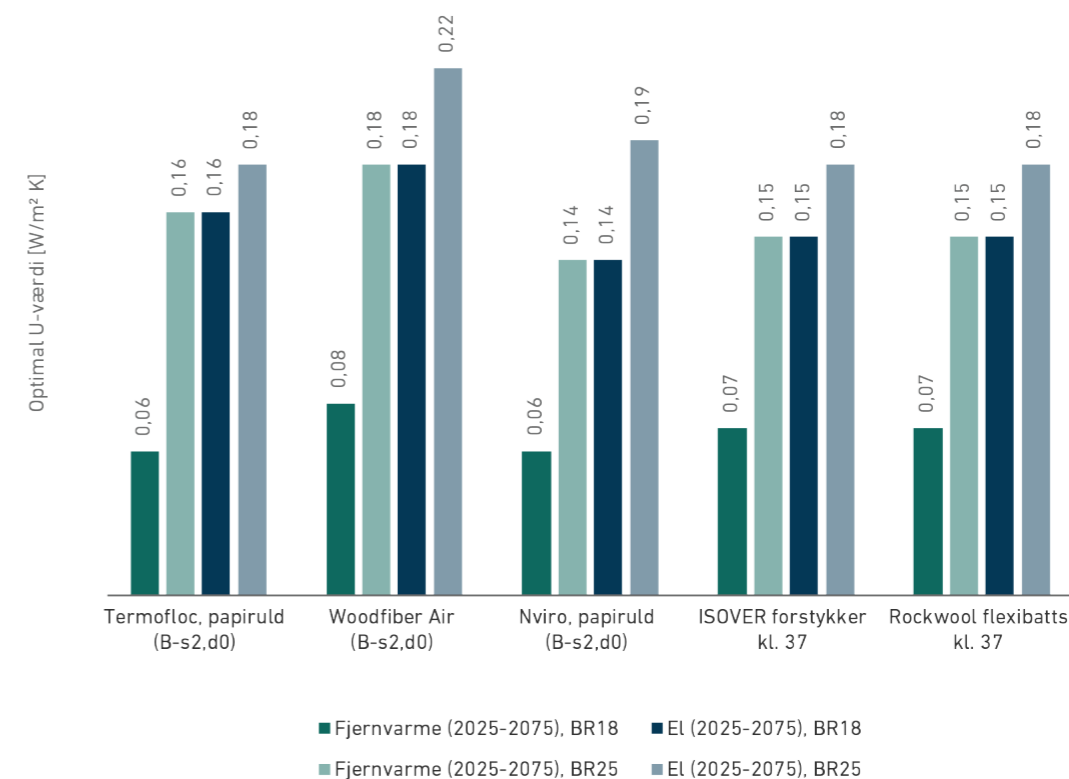
I Figur 8 er isoleringsniveauerne omregnet til U-værdier for at perspektivere til potentielle fremtidige U-værdier. Aarhus Kommune har i dag skærpede U-værdikrav i forhold til minimumskravene i BR18. Eksempelvis skal ydervægge have en U-værdi på maksimalt 0,10 W/m<sup>2</sup> K, mens BR18 stiller et krav på 0,30 W/m<sup>2</sup> K. Hvis de nuværende emissionsfaktorer for fjernvarme benyttes, så er de skærpede U-værdikrav i Aarhus Kommune acceptable i et klimaperspektiv, men fremadrettet giver de ikke mening, når isoleringsprodukter som findes i dag betragtes.

Ved brug af de nuværende emissionsfaktorer for fjernvarme giver det derfor klimamæssigt (jf. BR18 metoden) mening at isolere meget (dvs. opnå lave U-værdier), fordi emissionsfaktorerne er høje. Benyttes de nye emissionsfaktorer for fjernvarme, så bør vi isolere mindre (dvs. opnå højere U-værdier), fordi de nye emissionsfaktorer for fjernvarme forventer mere vedvarende energi end tidligere. Trade-offet mellem indlejret CO<sub>2</sub> (modul A1-A3, B4, C3 og C4) og drifts-CO<sub>2</sub> (modul B6) er derfor ændret.

Tilsvarende trade-off analyser er også lavet for en tung ydervæg, et terrændæk og en tagkonstruktion, hvor resultaterne er samlet i afsnit 5.1, 5.2 og 5.3. Skitser af konstruktionsopbygningerne fremgår også i afsnittende. De afledte effekter i forhold til f.eks. øget træmængde i tagkonstruktionen ved højere isoleringsniveauer er også medregnet. Generelt indikerer trade-off analyserne, at Aarhus Kommunes skærpede U-værdikrav bør revideres ud fra et klimaperspektiv.

Figur 8.

Den optimale U-værdi i en bygnings-LCA for en trækassetteydervæg for forskellige isoleringsprodukter, forskellige energiforsyninger og forskellige emissionsfaktorer. Termofloc (MD-22019-EN), Woodfiber (MD-22017-EN), Nviro (EPD-E-CI-20200217-ICG1-DE), Isover (NEPD-2612-1324-EN), Rockwool (NEPD-3381-2002-EN). BR18, mindstekrav (0,3 W/m<sup>2</sup> K), Aarhus Kommune, skærpet krav (0,10 W/m<sup>2</sup> K).





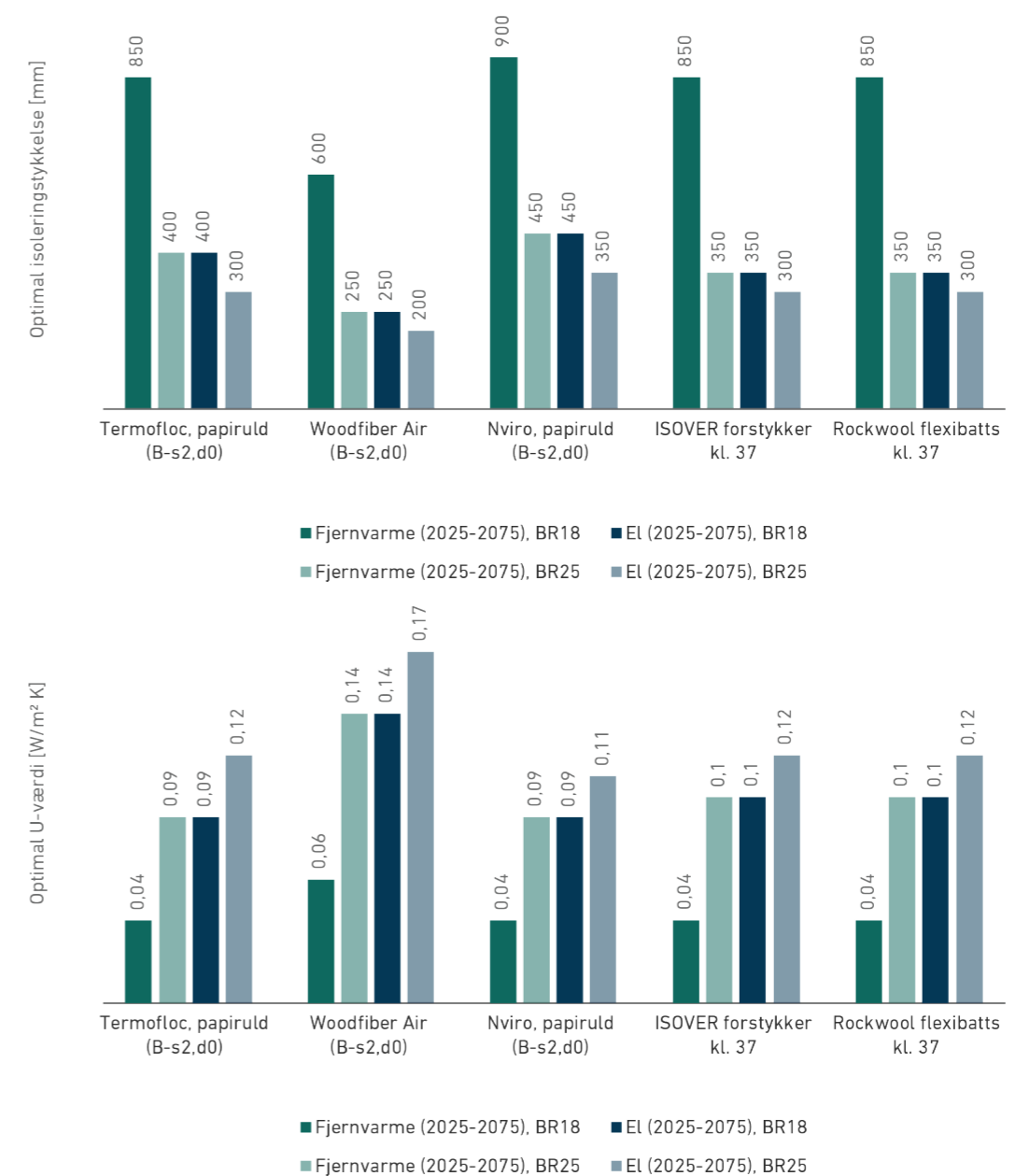


## 5.1 Ydervæg - Tung



Tabel 3.

Ydervægsopbygning til trade-off analyse i figur 9 og 10.



Figur 9.

Det optimale isoleringsniveau i en tungydervæg for forskellige isoleringsprodukter, med forskellige energiforsyninger og emissionsfaktorer. Termofloc (MD-22019-EN), Woodfiber (MD-22017-EN), Nviro (EPD-E-CI-20200217-ICG1-DE), Isover (NEPD-2612-1324-EN), Rockwool (NEPD-3381-2002-EN).

Figur 10.

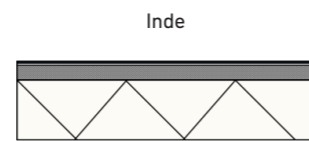
Den optimale U-værdi i en bygnings-LCA for en tungydervæg for forskellige isoleringsprodukter, forskellige energiforsyninger og forskellige emissionsfaktorer. BR18, mindstekrav (0,3 W/m² K), Aarhus Kommune, skærpet krav (0,10 W/m² K).

## 5.2 Terrændæk

Tabel 4.

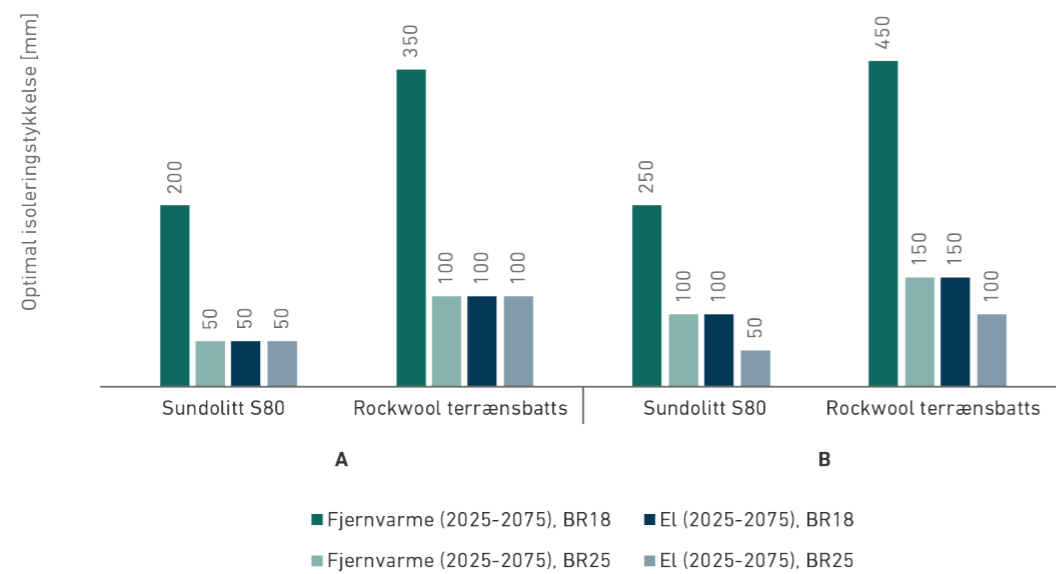
Terrændæksopbygning til trade-off analyse i figur 11 og 12.

Terrændæk
2,5 mm linoleum
3 mm lyddug
0,2 fugtspærre
100 mm beton med armering
Tykkelse varieret – trykfast Isolering



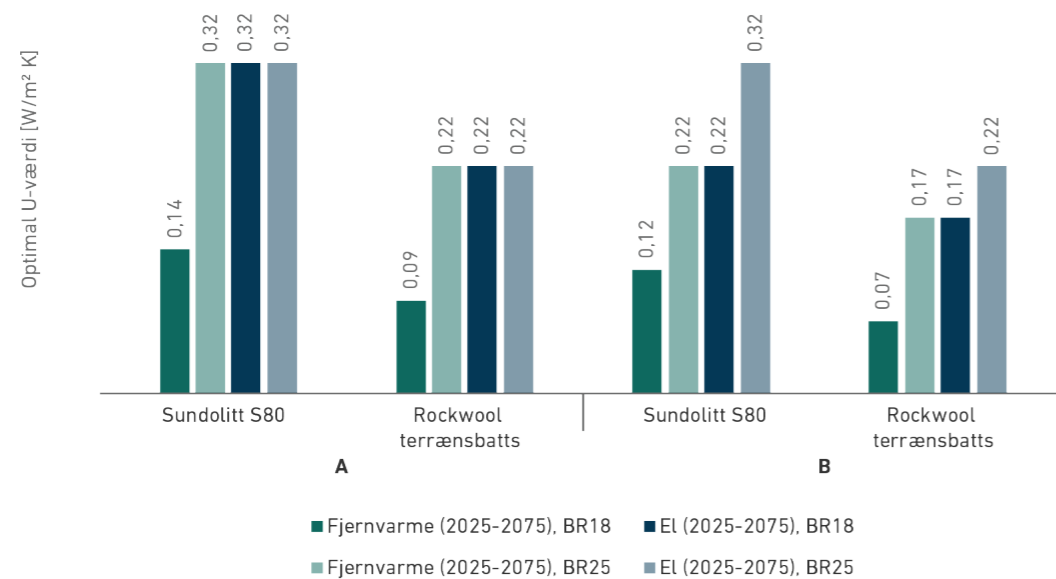
Figur 11.

Det optimale isoleringsniveau i terrændækket med (A) og uden (B) gulvvarme for forskellige isoleringsprodukter, med forskellige energiforsyninger og emissionsfaktorer. Rockwool (NEPD-3381-2002-EN), Sundolitt (MD-22132-EN).



Figur 12.

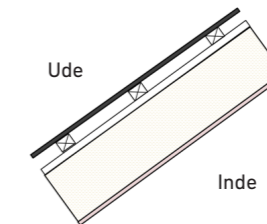
Den optimale U-værdi i en bygnings-LCA for terrændækket med (A) og uden (B) gulvvarme for forskellige isoleringsprodukter, forskellige energiforsyninger og forskellige emissionsfaktorer. BR18, mindstekrav (0,3 W/m<sup>2</sup> K), Aarhus Kommune, skærpet krav (0,10 W/m<sup>2</sup> K).



## 5.3 Tagkonstruktion

Tabel 5.

Tagkonstruktion
0,6 mm ståltag
45 mm ventileret hulrum, trælister pr. 450
45 mm klemmeliste
0,2 mm undertag
Tykkelse varieret - trækassette med isolering
0,2 mm dampspærre
15 mm fibergips

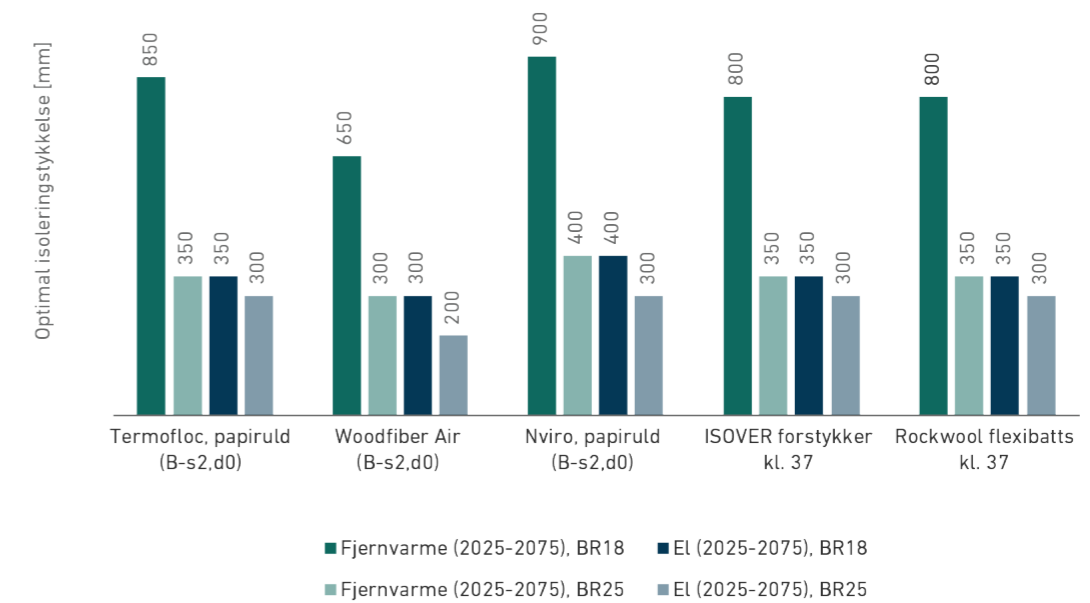


Tabel 5.

Tagkonstruktionsopbygning til trade-off analyse i figur 13 og 14.

Figur 13.

Det optimale isoleringsniveau i en tagkonstruktion med forskellige isoleringsprodukter, med forskellige energiforsyninger og emissionsfaktorer. Termofloc (MD-22019-EN), Woodfiber (MD-22017-EN), Nviro (EPD-E-CI-20200217-ICG1-DE), Isover (NEPD-2612-1324-EN), Rockwool (NEPD-3381-2002-EN).

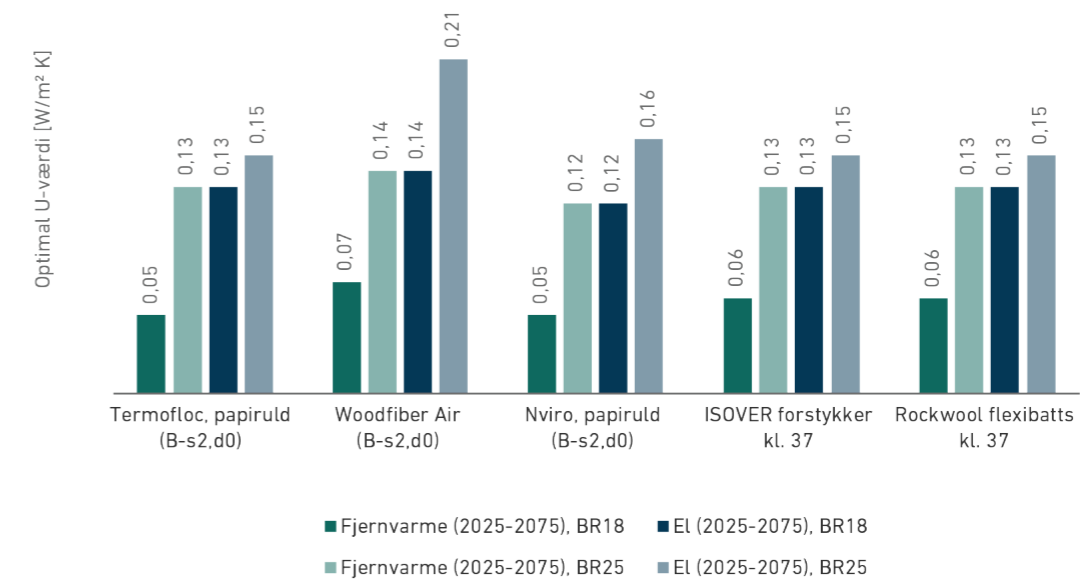


Figur 13.

Den optimale U-værdi i en bygnings-LCA for en tagkonstruktion med forskellige isoleringsprodukter, forskellige energiforsyninger og forskellige emissionsfaktorer. BR18, mindstekrav (0,3 W/m<sup>2</sup> K), Aarhus Kommune, skærpet krav (0,10 W/m<sup>2</sup> K).

Figur 14.

Den optimale U-værdi i en bygnings-LCA for en tagkonstruktion med forskellige isoleringsprodukter, forskellige energiforsyninger og forskellige emissionsfaktorer. BR18, mindstekrav (0,3 W/m<sup>2</sup> K), Aarhus Kommune, skærpet krav (0,10 W/m<sup>2</sup> K).





## 6. Brand

Brandkrav for daginstitutioner er skærpede sammenlignet med eksempelvis enfamiliehuse, fordi daginstitutioner er placeret under anvendelseskategori 6, idet børn f.eks. skal have hjælp til at forlade bygningen i tilfælde af brand. For at overholde disse skærpede brandkrav nødvendiggør det ofte ekstra materialer, som både koster på CO<sub>2</sub>- og anlægsbudgettet.

Dette afsnit behandler nogle CO<sub>2</sub>-besparelspotentialer ved at placere bygningen i brandklasse 4 (BK4) i stedet for brandklasse 2 (BK2). De udarbejdede analyser er gennemset af en certificeret brandrådgiver i brandklasse 4 (BK4), men sikkerhedsniveauet vil altid i hvert enkelt tilfælde skulle dokumenteres gennem eksempelvis en risikoanalyse, komparativ analyse eller orienterende brandtest. Formålet med disse analyser er dog primært at gøre opmærksom på potentialer ved BK4.

Der tages udgangspunkt i projektet Maltinggårdsvej, fordi den repræsenterer en

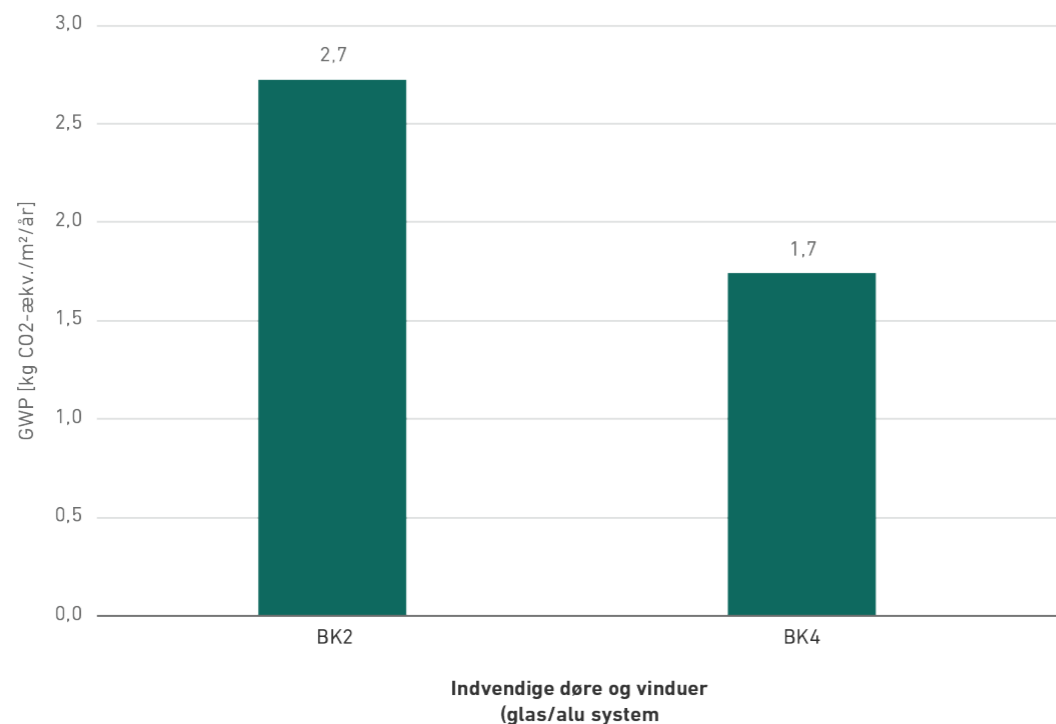
typisk et-plans daginstitution med bærende konstruktioner i træ, som er interessant idet byggesystemerne som udgangspunkt er mere udfordret ift. brandkravene.

En af de fremhævede potentialer er for indvendige vindue og døre, som for BK2 skal overholde et brandkrav på EI30, uanset om der er direkte adgang til det fri. I en BK3/BK4 vurderes dette krav at kunne sænkes til et ikke-klassificeret system, hvilket kan reducere klimaftrykket på konstruktionsniveau med 36 % (se Figur 15).

Et andet potentiale er identificeret for indervægge, hvor størstedelen af væggene skal overholde EI60 i BK2. Dette krav vurderes at kunne minimeres til EI30 for rum med vågne personophold og direkte adgang til det fri. I Tabel 6 er der taget udgangspunkt i indervægstyper med forskellige lydkrav.

Figur 15.

Sammenligning af CO<sub>2</sub>-besparelspotentialer på konstruktionsniveau ved at gå fra brandklasse 2 (BK2) til brandklasse 4 (BK4) for indvendige døre og vinduer (glas/alu system).



I den første sammenligning, for indervægge mellem opholdsrum og gangarealer, er der et CO<sub>2</sub>-beparelsespotentiale på 24 % på konstruktionsniveau, fordi fibergipsmængden kan reduceres fra 2x15 mm til 2x10 mm. Den anden analyse for indervægge mellem to opholdsrum af samme type viser et CO<sub>2</sub>-besparelsespotentiale på 10 %.

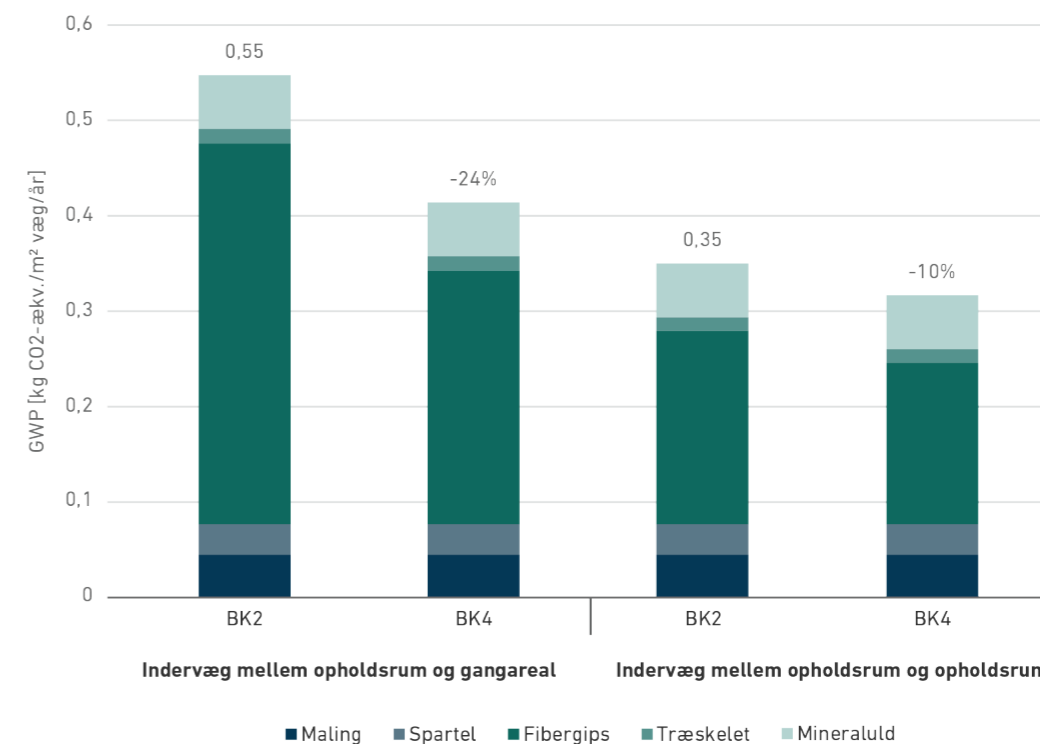
Disse analyser illustrerer nogle muligheder ved at skifte brandklasse, men denne

konvertering er naturligvis også forbundet med en øget udgift på rådgiversiden, fordi BK4-rådgivere er dyrere end BK2-rådgivere. Det bør vurderes fra projekt til projekt om materialebesparelserne kan modsvare den øgede rådgiverudgift. Den potentielle klimagevinst bør dog altid være en del af beslutningsgrundlaget.

Indervæg mellem opholdsrum og gangareal		Indervæg mellem to opholdsrum	
BK2	BK4	BK2	BK4
2 lag maling	2 lag maling	2 lag maling	2 lag maling
Spartel	Spartel	Spartel	Spartel
2x15 mm fibergips	2x10 mm fibergips	15 mm fibergips	12,5 mm fibergips
145 mm træskelet	145 mm træskelet	145 mm træskelet	145 mm træskelet
145 mm mineraluld	145 mm mineraluld	145 mm mineraluld	145 mm mineraluld
2x15 mm fibergips	2x10 mm fibergips	15 mm fibergips	12,5 mm fibergips
Spartel	Spartel	Spartel	Spartel
2 lag maling	2 lag maling	2 lag maling	2 lag maling

Tabel 6.

Sammenligning af CO<sub>2</sub>-besparelspotentialer på konstruktionsniveau ved at flytte et daginstitutionprojekt fra brandklasse 2 (BK2) til brandklasse 4 (BK4) for indervægstyper med forskellige lydkrav.





## 7. Lokalplanskrav

I de indledende faser af byggeriet bør lokalplankravene altid undersøges, da disse godt kan have en styrende og ofte negativ konsekvens på klimaafttrykket. Det var eksempelvis tilfældet for Høiriisgårdsvej, hvor det først sent i processen kom på banen at Aarhus Kommune havde krav om en teglfacade i lokalplanen.

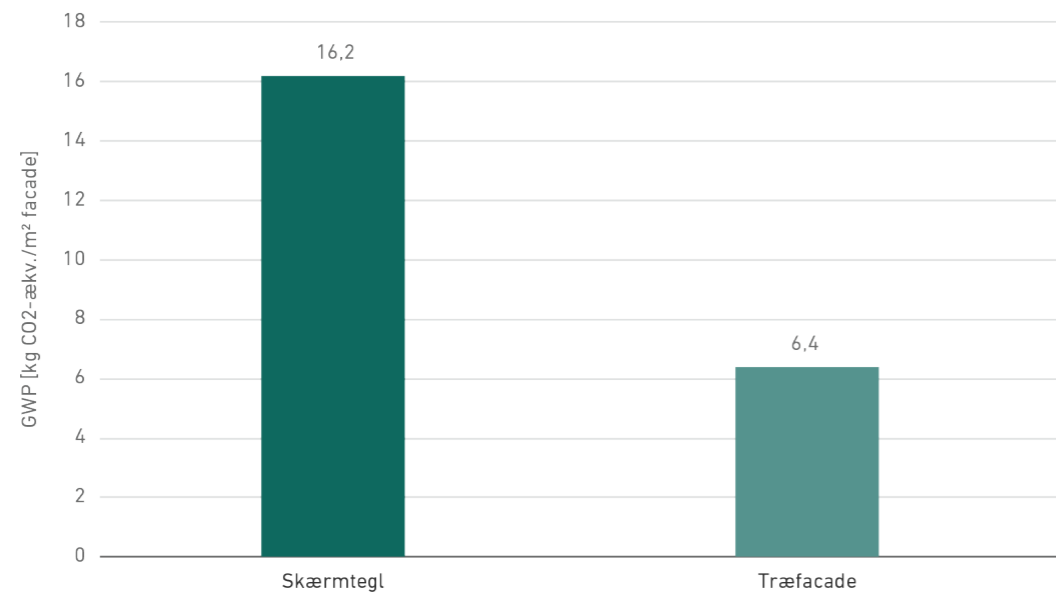
I Figur 16 er en teglfacade sammenlignet med en træfacade, hvor der potentielt er en klima-

besparelse på 10 kg CO<sub>2</sub>-ækv. pr. m<sup>2</sup> facade. På bygningsniveau svarer det til en potentiel CO<sub>2</sub>-besparelse på 0,1 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år.

Udover lokalplanskrav bør øvrige udfordrende forhold også identificeres i de indledende faser, som kan få betydelig indvirkning på klimaafttrykket herunder eksempelvis jordbundsforhold, særlige brand- og konstruktionsforhold m.m., hvilket også er fremhævet i Publikation 2.

Figur 16.

Sammenligning af CO<sub>2</sub>-aftrykket pr. m<sup>2</sup> facade for forskellige facadetyper.



## 8. Ekstrapolering af klimareduktion

Nøgletallene præsenteret i Publikation 3 viser, at hvis fremtidigt daginstitutionsbyggeri bygges efter samme principper som Mallinggårdsvej og Høiriisgårdsvej kan klimabelastningen potentielt reduceres med 2,6 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år i forhold til de undersøgte benchmark-byggerier. For at synliggøre størrelsesordenen af dette potentiale er der foretaget en ekstrapolering af klimareduktionen med udgangspunkt i, hvor meget dagsinstitutionsbyggeri der i gennemsnit bliver bygget i Aarhus Kommune. Potentialet er dog også relevant at betragte på landsplan, idet nærværende tværgående klimaanalyse også har stor aktualitet for alle landets kommuner mod at nedbringe klimabelastningen fra byggeriet.

Data fra Danmarks Statistik fremgår af Figur 17, som viser nybyg anvendt til daginstitutionsbyggeri opført efter 2015. Bygninger anvendt til daginstitutioner omfatter både bygninger til børnehaver, vuggestuer og fritidshjem. Figuren viser den akkumulerede mængde for perioden 2015 til 2022 og er

derfor en totalopgørelse pr. 1 januar 2022. For hele Danmark blev der i denne periode bygget 216.000 m<sup>2</sup> daginstitutionsbyggeri, hvoraf 25.000 m<sup>2</sup> fandt sted i Aarhus Kommune. Aarhus Kommune er således den kommune, som bygger næstmest nybyg af daginstitutioner, mens Københavns Kommune befinder sig på 1. pladsen.

Figur 18 illustrerer samme data fra Danmarks Statistik for daginstitutionsbyggeri opført efter 2015, men i stedet angivet pr. år for både Aarhus Kommune og Danmark total set [5]. Væsentligt er at betragte et fald i 2021 (som beskriver år 2020), hvilket formentlig har relationer til COVID-19's udbrud i Danmark og dertilhørende konsekvenser i byggesektoren.

Til ekstrapolering af den potentielle klimareduktion på både kommune- og landsplan er betragtningen lavet under forudsætning af, at der fremadrettet bygges med samme frekvens som gennemsnittet indikerer baseret på de seneste 5 år. I Aarhus Kommune

bygges i gennemsnit 4.800 m<sup>2</sup> daginstitutionsbyggeri om året, mens gennemsnittet på landsplan er 35.600 m<sup>2</sup>. Nybyg anvendt til daginstitutioner i Aarhus Kommune udgør således ca. 13 % af hvad der i gennemsnit bliver bygget af daginstitutionsbyggeri i Danmark om året.

Med en klimareduktion på 2,6 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år er der et potentiale for at spare ca. 625 tons CO<sub>2</sub>-ækv. om året i Aarhus Kommune, hvis der fremadrettet fortsat bygges 4.800 m<sup>2</sup> pr. år.



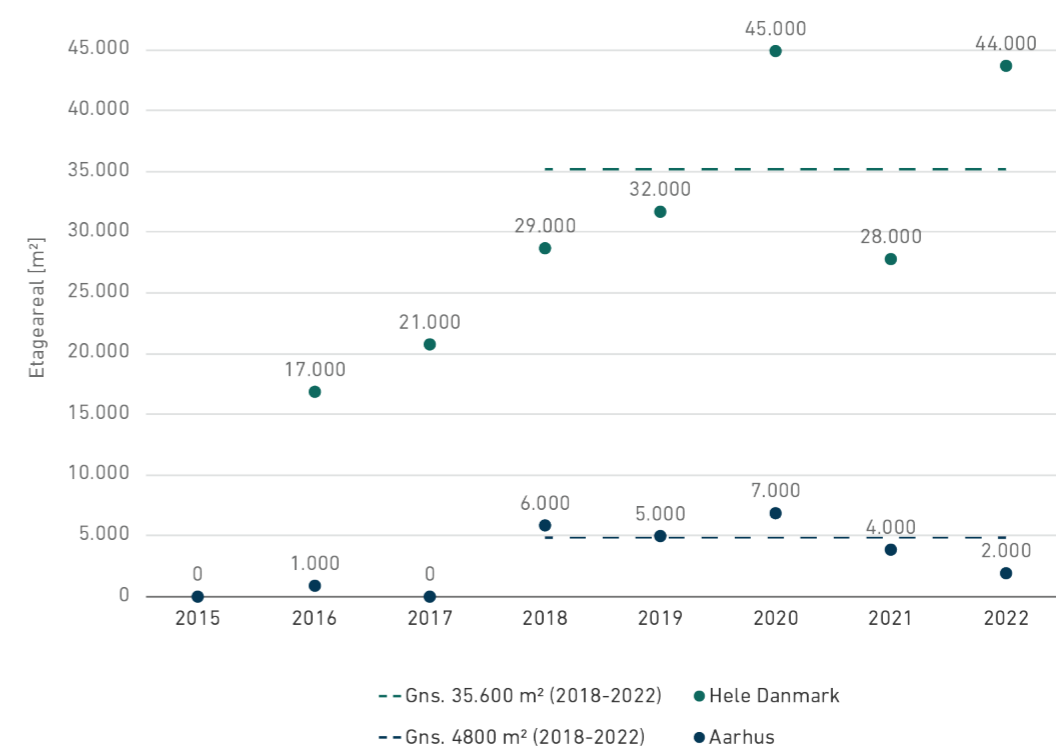
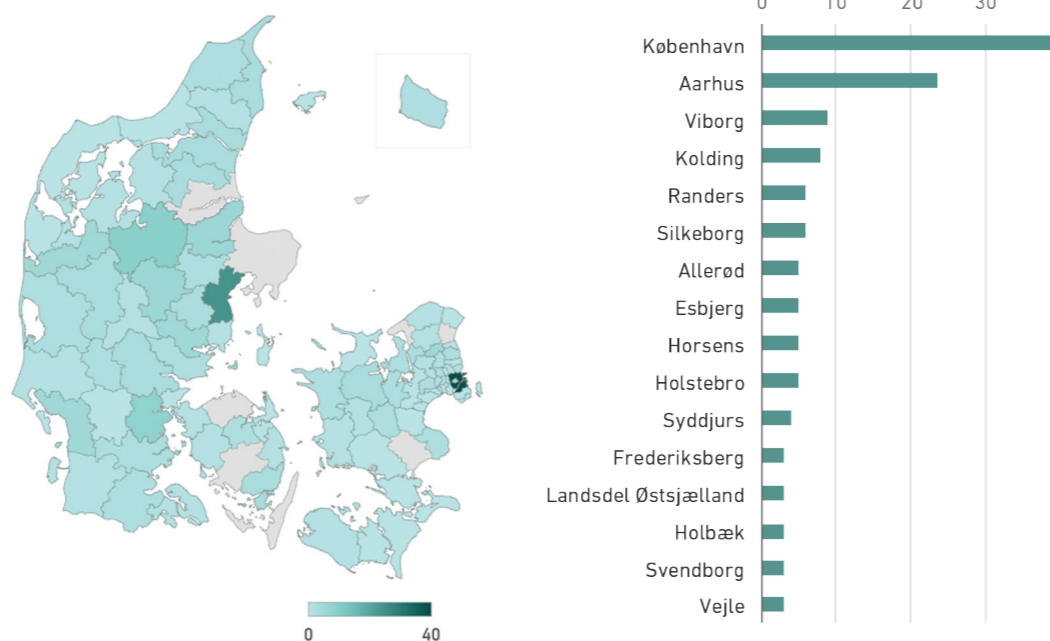
**Potentialet lyder på ca. 4.600 tons sparet CO<sub>2</sub>-ækv. om året på landsplan, hvis der fortsat bygges 35.600 m<sup>2</sup> om året.**

Data fra Danmarks Statistik viser, at der i gennemsnit blev opført 6.420.000 m<sup>2</sup> nybyg om året baseret på perioden 2018-2022. De 35.600 m<sup>2</sup> daginstitutionsbyggeri udgør således 0,6 % af alt nybyggeri, som i gennemsnit bliver opført om året. Selvom andelen ikke er stor, er der stadig potentiale for at spare CO<sub>2</sub> for denne bygningsanvendelse og ligeledes inspirere og genere viden som kan bruges i lignende bygningsanvendelser.

De to daginstitutioner (Mallinggårdsvej og Høiriisgårdsvej) demonstrerer derfor, at det er muligt at reducere klimabelastningen fra denne bygningsanvendelse. Analyserne præsenteret i Publikation 3 peger desuden på, at det er muligt at opnå yderligere klimabesparelser blot ved valg af specifikke materialer. Skærpede krav i udbud, øget vidensgrundlag om LCA, opmærksomhed på klimamæssig performance i processen, alternative konstruktionsopbygninger m.v. kan potentielt skabe yderligere reduktioner fremadrettet.

Figur 17.

Data fra Danmarks Statistik, som viser nybyg anvendt til daginstitutionsbyggeri opført efter 2015 (akkumuleret for perioden 2015-2022) [5]. Enhed: 1000 m<sup>2</sup> samlet etageareal. I denne periode er der således bygget i alt 25.000 m<sup>2</sup> daginstitutioner i Aarhus Kommune, hvilket placerer kommunen på en 2. plads.



Figur 18.

Data fra Danmarks Statistik, som beskriver størrelsesordenen af nybyg anvendt til daginstitutioner opført efter 2015 i hhv. Aarhus Kommune og Danmark samlet set [5]. Der er tale om en årlig opgørelse pr. 1 januar.