



Publikation 7

# Byggeproces (A4 og A5)



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 klimabevidste 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

Formålet med denne publikation er sætte fokus på klimaaftrykket fra byggeprocessen (modul A4 og A5), som er en del af den frivillige bæredygtighedsklasse. Publikationen forsøger blandt andet at stille skarp på, hvor meget disse faser udgør af det samlede klimaaftryk og hvordan de kan estimeres i de indledende faser.

Der tages udgangspunkt i Mallinggårdsvej, som har opgjort klimaaftrykket fra modul A4 og A5 i forbindelse med udførelsen af projektet. Lokesvej og Høiriisgårdsvej er ikke i udførelse endnu, hvorfor det ikke har været

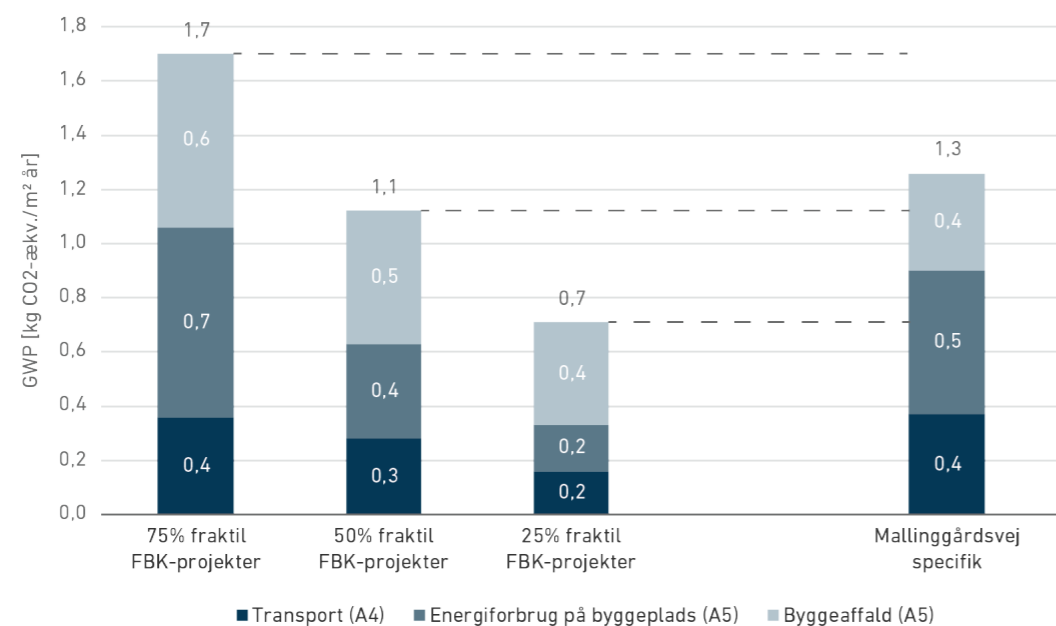
muligt at inddrage dem i analyserne. Data fra Mallinggårdsvej bliver perspektiveret til BUILDs foreløbige resultater om ressourceanvendelse på byggepladsen, som er en opsamling på tværs af forskellige bygningstypologier fra den frivillige bæredygtighedsklasse.





Figur 1.

Sammenligning af BUILDs foreløbige resultater om A4 og A5 i forhold til opgørelsen fra Mallinggårdsvej.



BUILDs foreløbige FBK-opsamlingsresultater fra foråret 2023 af modul A4 og A5 er sammenlignet med opgørelsen fra Mallinggårdsvej i Figur 1. Det observeres, at 50 % fraktile for A4 og A5 på tværs af bygningstypologierne ligger på 1,1 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år, mens det for Mallinggårdsvej ligger på 1,3 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år, hvilket er 18 % højere end 50 % fraktile. Det er primært transporten og energiforbruget på byggepladsen, som bidrager til at Mallinggårdsvej ender over 50 % fraktile, mens mængden af materialespild er reduceret ift. 50 % fraktile. Generelt viser de tre fraktile en stor spredning mellem de undersøgte FBK-projekter, hvilket indikerer både et stort forbedringspotentiale, men samtidigt en potentiel klimasynder, hvis man ikke er opmærksom på A4 og A5.

Der bør pointeres at dokumentation af A4 og A5 stadig er meget nyt, hvorfor at data usikkerhed også kan være en del af forklaringen på den store spredning. Har man f.eks. været dårlig til at registrere alt ressourceforbrug på byggepladsen, så vil det kunne give indtryk af et mere klimavenligt byggeri. BUILD har i deres arbejde forsøgt håndtere dette ved at opkvalificere data, men der vil forventeligt stadig være et mørketal.

For Mallinggårdsvej er der lavet en opgørelse af materialespild og transport af byggevarerne i Tabel 1. De øvrige byggevarer anvender generiske værdier jf. FBK (10 % spild og 500 km transport med standard lastbil). Byggevarerne i Tabel 1 udgør 60 % af Mallinggårdsvej samlede vægt, hvor fabriksbetonen alene udgør de 50 %. Dette illustrerer, at man ved opgørelse af spild og transport for relativt få materialer, kan tegne et indledende billede af klimaaftrykket fra A4 og A5 for det pågældende byggeri.

Det bemærkes, at transportafstandene for Mallinggårdsvej altid er 500 km eller mindre. Særligt de 21 km for konstruktionstræ vurderes i den lave ende, når der sammenlignes med BUILDs rapport 2023:10 "Klimapåvirkning fra 45 træbyggerier", hvor transporten er opgjort til 600 km i lastbil + 170 km på skib for konstruktionstræ. Det bør generelt være et opmærksomhedspunkt fremadrettet at sikre transparent og overskuelig opgørelse, for at sikre en god kvalitets-sikringsproces.

Betydningen er undersøgt i Figur 2, hvor inddragelse af modul A4 og A5 hæver det samlede klimaaftryk med 15 % for Malling-

Byggevarer	Spild	Transport
Vinduer og døre	0 %	500 km*
Pumper, radiatorer, veksler og aggregat	0 %	500 km*
Konstruktionstræ	3-5 %	21 km
EPS-isolering	1 %	500 km*
Fabriksbeton	1,5 %	153 km

\* ikke opgjorte værdier, derfor er der anvendt standardværdier.

Tabel 1.

Spildprocent og transportafstand med standard lastbil for specifik opgjorte materialer på Mallinggårdsvej.



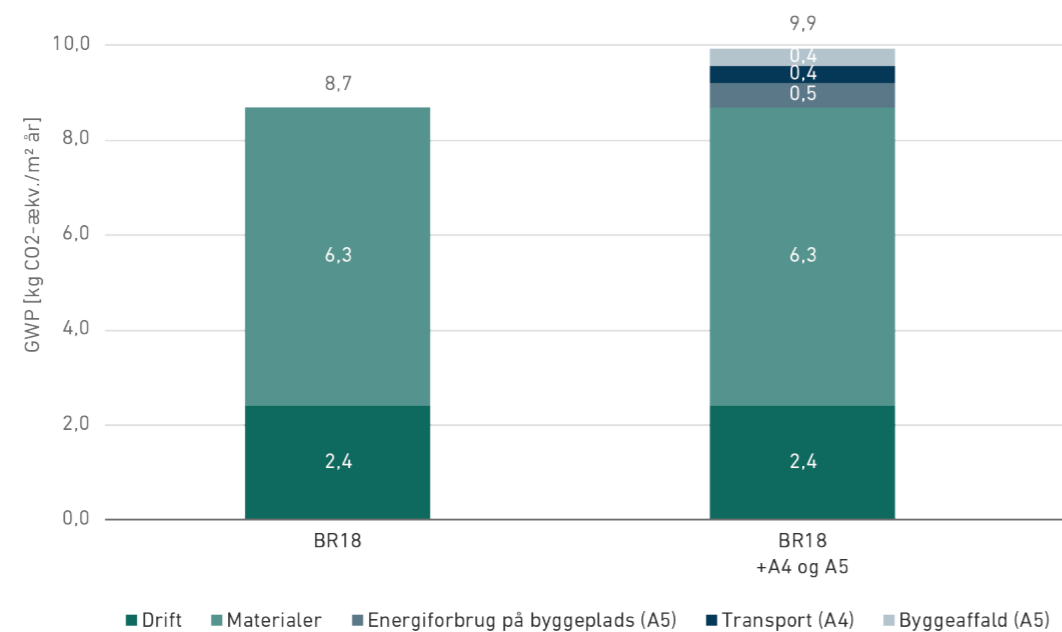
gårdsvej. Ressourceanvendelse på byggepladsen spiller altså en betydelig rolle ift. det samlede klimaaftryk, hvilket tydeliggør at fremtidig inddragelse af A4 og A5 er afgørende for at minimere performance-gap mellem beregnet og faktisk klimaaftryk (se Publikation 3 – LCA nøgletal). Tallene understreger desuden vigtigheden af at præcisere metodetilgangen til projektet, eksempelvis om A4 og A5 indgår i klimakravet/-målsætningen eller ej. For Høiriisgårdsvej er klimakravet på 8,5 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år defineret for A1-A3, B4, B6 og C3-C4. Kravet er altså eksklusivt bidraget fra A4 og A5, men modulerne skal dog afrapporteres til FBK. På sigt bør der dog stilles krav til A4-A5, men indtil videre kan opgørelserne bidrage til at synliggøre størrelsesordenen af klimaaftrykket fra A4 og A5. I tillæg bør det nævnes, at betydningen fra A4-A5 potentielt vil få en større betydning fremadrettet i takt med at vi nedbringer klimaaftrykket fra de øvrige moduler. Det kræver derfor også udvikling og rådgivning indenfor disse moduler ift. at nedbringe CO<sub>2</sub>-aftrykket fremadrettet.

En af udfordringerne ved modul A4 og A5 er at estimere dem i de indledende faser af byggeriet, men i takt med at der udvikles et

større vidensgrundlag i branchen forventes estimerterne at blive bedre. Udfordringen kan til gengæld være, at udviklingen i branchen f.eks. nye teknologier til minimering af ressourceforbruget går så stærkt, at tallene hele tiden både er forsinkede og hurtigt bliver forældede. I de indledende faser kan det være en mulighed at læne sig op ad 75 % fraktilen og dermed indregne et konservativt bidrag. Alternativt kan der benyttes generiske værdier for materialespild og transport, hvor den frivillige bæredygtighedsklasse foreskriver, at der ved ukendt spildmængde skal antages 10 % spild og ved ukendt transportafstand skal der anvendes 500 km med en standard lastbil.

Figur 2.

Klimaaftrykket for Mallinggårdsvej efter BR18-metoden med og uden modul A4 og A5. Udearealerne er ikke en del af beregningen.





I Figur 3 er en specifik opgørelse (dog stadig med flere generiske antagelser) sammenlignet med en 100 % generisk opgørelse, hvor den generiske opgørelse viser et konservativt billede. Ved den generiske opgørelse stiger klimaaftrykket med 69 % ift. den specifikke opgørelse. Energiforbruget på byggepladsen skal dog estimeres på baggrund af erfaringstal.

Resultaterne viser generelt, at inddragelse af byggeprocessen (A4 og A5) kan hæve klimaaftrykket i betydelig grad, hvilket bør indtænkes i forhold til fremtidige klimakrav. Ambitionsniveauet for modul A4 og A5 bør tilpasses det enkelte projekt iht. størrelse, budget o.lign.

Erfaringerne fra BUILD indikerer, at LCA-modulerne A4 og A5 udgør 10-15 % af bygningernes samlede klimapåvirkning. De fleste byggerier har en klimapåvirkning, uden A4 og A5, på 8-12 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år. Det betyder, at spændet for klimapåvirkningen fra byggeprocessen (A4-A5) ofte ligger i størrelsesordenen af 0,8 til 1,6 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år.

Baseret på BUILDs erfaringer og Aarhus Kommunes egne erfaringer med A4 og A5

kan ambitionsniveauet som tommelfingerregel inddeles i 3 grænseværdier:

- **"business as usual"**  
Max. 1,5 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år
- **"nu skal du tænke dig om"**  
Max. 1,0 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år
- **"imponerende"**  
Max. 0,5 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år

For klimaambitiøse projekter, der arbejder med eldrevne maskiner og værktøjer frem for forbrændingsmotor, samt lette byggematerialer og aktiv forebyggelse af materiale-spild på byggepladsen, vil et klimaaftryk på 0,5-0,7 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år for A4 og A5 ikke være urealistisk. Det kræver dog en aktiv entreprenør i processen.

Figur 3.

Sammenligning af klimaaftrykket ved specifik og generisk opgørelse af modul A4 og A5. Den generiske opgørelse bygger på 10 % spild for byggevarerne og 500 km transport med en standard lastbil.

