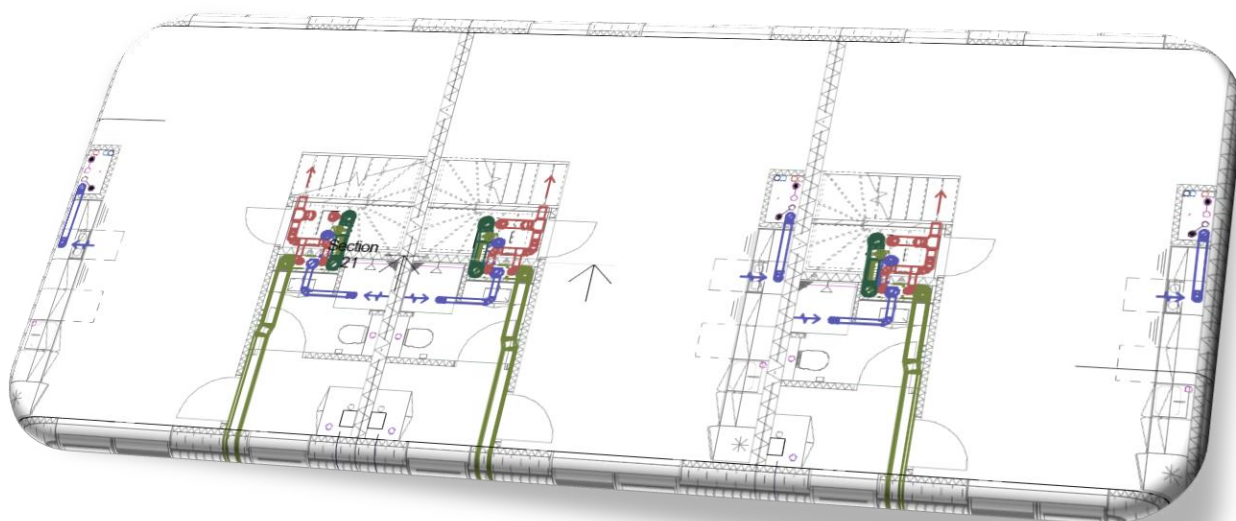


OPLÆG TIL DEFAULTVÆRDIER FOR INSTALLATIONER

ETAGEBOLIGER, KONTORBYGGERIER, SKOLER OG DAGINSTITUTIONER



December 2022

Udarbejdet af: Jacob D. Buhl
Kontrolleret af: Rasmus Søgaard
Godkendt af: Steffen E. Maagaard
Dato: 07.12.2022
Version: A

MOE A/S
Mariane Thomsens Gade 1C, 1.
DK-8000 Aarhus C
+45 8750 8700
CVR: 64 04 56 28
www.moe.dk

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	1
2	Metode	2
2.1	Bygningsinformation	2
2.2	Generelle forudsætninger	3
2.3	Dataindsamling og kategorisering.....	4
2.4	Datagrundlag	5
3	Analyse	6
3.1	Bygningstypologier	6
3.1.1	Etageboliger	6
3.1.2	Kontorbyggerier	6
3.1.3	Skoler	7
3.1.4	Daginstitutioner.....	8
3.2	Installationskategorier	8
3.2.1	Afløb	8
3.2.2	Vand	9
3.2.3	Varme.....	10
3.2.4	Ventilation og køl.....	10
3.2.5	Opsamling	11
4	Oplæg til defaultværdier	12
4.1	Opmærksomhedspunkter ved anvendelse	14
5	Delanalyser	15
5.1	Detaljeringsgrad	15
5.2	Datakvalitet	17
6	Diskussion	20
7	Konklusion	22
8	Bilag A	23
10	Bilag B	24
11	Bilag C	25

1 Indledning

Ifølge rapporten ”Anbefalinger til regeringen for Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren” fra 2020 kan ca. 33 % af Danmarks samlede CO₂-udledning knyttes til bygninger, broer og veje. Opvarmning og drift af bygningerne udgør godt 23 % af CO₂-udledningen, mens 10 % af CO₂-udledningen stammer fra produktion af byggematerialer samt bygge- og anlægsprocessen. Som en del af den danske klimapolitik har Klimapartnerskabet udarbejdet en række anbefalinger til, hvordan CO₂-udledningen kan reduceres heriblandt introduktion af et klimakrav til bygninger. Fra den 1. januar 2023 stilles der krav til udførelse af livscyklusvurderinger og dokumentation af bygningers samlede klimaaftryk.

Denne udvikling bidrager til, at flere og flere bygherrer får et større fokus på bygningers indlejrede CO₂-aftryk. I forbindelse med LCA-beregninger på bygningerne kan kortlægningen af de anvendte byggematerialer dog ofte være meget ressourcekrævende, og særligt installationer har en tendens til at blive ”glemt”, da mængdeopgørelsen kan være vanskelig. Ved at udvikle defaultværdier for bygningsinstallationer, kan installationernes betydning for bygningers samlede CO₂-aftryk medregnes allerede fra byggeprocessens start, ligesom defaultværdierne gør beregningen af bygningers miljøaftryk mindre tidskrævende og mere standardiseret.

Denne rapport udarbejdet af MOE for Bolig- og Planstyrelsen, som har ønsket at få belyst metoder og overvejelser ifm. oplægget til fastlæggelse af defaultværdier inden for installationskategorierne *Afløb*, *Vand*, *Varme* samt *Ventilation og køl* for forskellige bygningstypologier. Der konstrueres ikke en defaultværdi for kategorien *El- og mekaniske anlæg*, hvilket betyder, at byggevarer som solceller og elevatorer skal beregnes for det specifikke byggeri. Formålet med defaultværdierne er at skabe et konservativt alternativ til en detaljeret beregning af bygningens CO₂-aftryk for installationer, som kan bidrage til at mindske arbejdsbyrden i forbindelse med dokumentation af installationernes CO₂-aftryk. Det vil dog være muligt at opgøre mængderne specifikt til den enkelte case og på den måde opnå en mere præcis mængdeopgørelse.

Denne rapport omhandler bygningstypologierne etageboliger, kontorbyggerier, skoler og daginstitutioner, mens bygningstypologierne enfamiliehuse og rækkehuse behandles i rapporten ”*Oplæg til defaultværdier for installationer, Enfamiliehuse og Rækkehuse*”. Analyserne i de to rapporter er baseret på baggrund af data leveret af MOE, Teknologisk Institut og Sweco.

2 Metode

I nedenstående afsnit beskrives den undersøgte bygningsmasse samt metoden, som er anvendt i forbindelse med analyserne i rapporten. Forudsætninger er løbende blevet vendt og diskuteret i en projektgruppe bestående af Bolig og Planstyrelsen (BPST), MOE, Teknologisk Institut og Sweco. Oplægget til defaultværdierne er baseret på en række udvalgte projekter fra MOE, Teknologisk Institut og Sweco:

MOE har leveret data for følgende bygningstypologier:

- Etageboliger (9 stk.)
- Kontorbyggerier (5 stk.)
- Skoler (3 stk.)
- Daginstitutioner (4 stk.)

Teknologisk Institut og Sweco har leveret data for følgende bygningstypologier:

- Enfamiliehuse (24 stk.)
- Rækkehuse (3 stk.)

2.1 Bygningsinformation

For hver af de undersøgte bygninger kan en række generelle oplysninger om bygningerne findes i Bilag A. Det har været vigtigt, at de valgte cases i så vidt et omfang som muligt repræsenterer nutidigt byggeri, hvilket diskuteres i diskussionsafsnittet. Oplysningerne skal bidrage til at forstå den undersøgte bygningsmasse og omhandler følgende informationer:

- Kommune
- Primære varmforsyningsform
- Primære opvarmningsform
- Brugsvandscirkulation
- Primære ventilationsprincip
- Etageareal
- Etager
- Antal lejligheder
- Lejlighedsareal for etageboligerne

Tabel 1 viser en opsummering af bygningsinformationerne i Bilag A.

Tabel 1. Information om bygningsmasse

	Etageboliger	Kontorer	Skoler	Daginstitutioner
Gennemsnit etageareal [m²]	18000	10000	9000	1700
Gennemsnit etager [stk.]	10	8	3	1
Primære varmforsyningsform	Fjernvarme 9 stk.	Fjernvarme 4 stk. Fjernvarme + varmepumpe 1 stk.	Fjernvarme 3 stk.	Fjernvarme 4 stk.
Primære opvarmningsform	Gulvvarme 5 stk. Radiator 4 stk.	Radiator 4 stk. Kølebuffel 1 stk.	Radiator 3 stk.	Gulvvarme 3 stk. Radiator 1 stk.
Brugsvandscirkulation	Ja 6 stk. Nej 3 stk.	Ja 5 stk.	Ja 3 stk.	Ja 4 stk.
Primære ventilationsprincip	Decentralt 7 stk. Centralt 2 stk.	Centralt 5 stk.	Centralt 3 stk.	Centralt 4 stk.

2.2 Generelle forudsætninger

Defaultværdierne for installationerne bygger på samme metodik, som det kommende klimakrav lægger op til. Der benyttes generisk miljødata jf. BR18 Bilag 2 tabel 7 (datagrundlaget), detaljeringsniveau jf. BR18 Bilag 2 tabel 6 (bygningsmodellen), levetider efter BUILDs levetidstabel¹, og livcyklusfaserne A1-A3, B4, C3-C4 og (D) betragtes over en referenceperiode på 50 år.

- *Datagrundlaget* jf. BR18 Bilag 2 tabel 7 definerer, hvilke generiske data der kan benyttes i forbindelse med en bygnings-LCA.
- *Bygningsmodellen* jf. BR18 Bilag 2 tabel 6 definerer, hvilke materialer der skal medregnes i en bygnings-LCA. Herunder specifikt hvilke bygningsinstallationer der medregnes.
- *Levetidstabellen BUILD 2021:32* definerer gennemsnits levetider for forskellige materialekategorier.

Udskiftning af de enkelte komponenter (B4) i løbet af betragtningsperioden er medregnet i defaultværdien. Dette betyder, at de komponenter, som har en levetid kortere end 50 år, er medregnet inkl. udskiftning i de angivne defaultværdier, og defaultværdierne har derfor en levetid på 50 år.

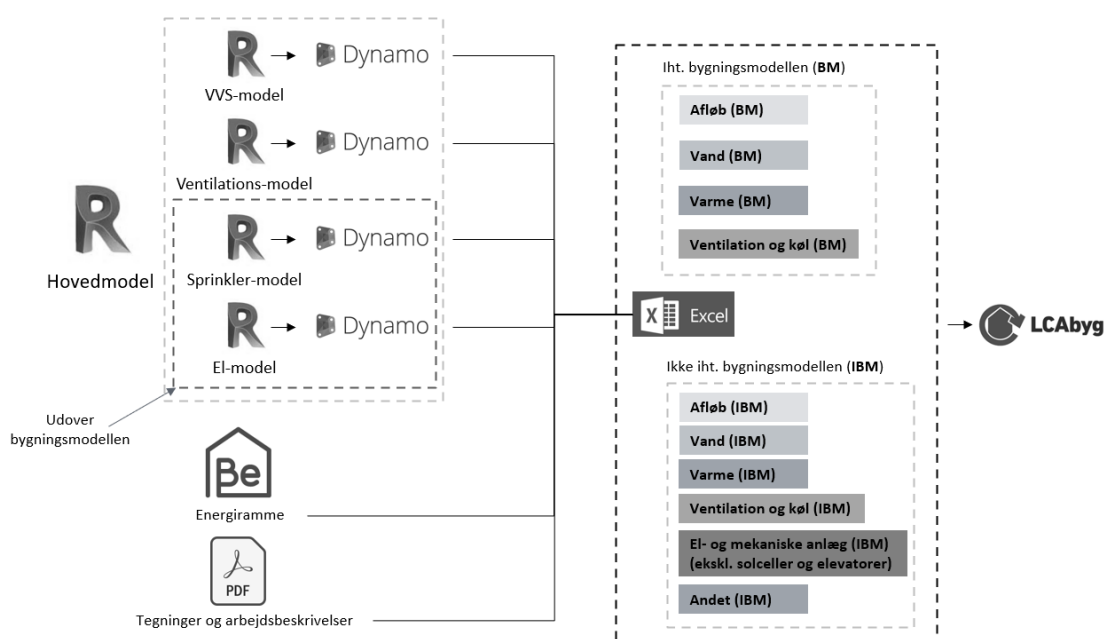
Defaultværdierne er opgjort i enheden kg CO₂-ækv. pr. m² opvarmet areal pr. år, hvor det samlede opvarmede etageareal opgøres jf. § 256 stk. 3, plus arealet for opvarmet kælder.

¹ Kim Haugbølle, Vania Mahdi, Martin Morelli, Haseebullah, 2021, BUILD levetidstabel

2.3 Dataindsamling og kategorisering

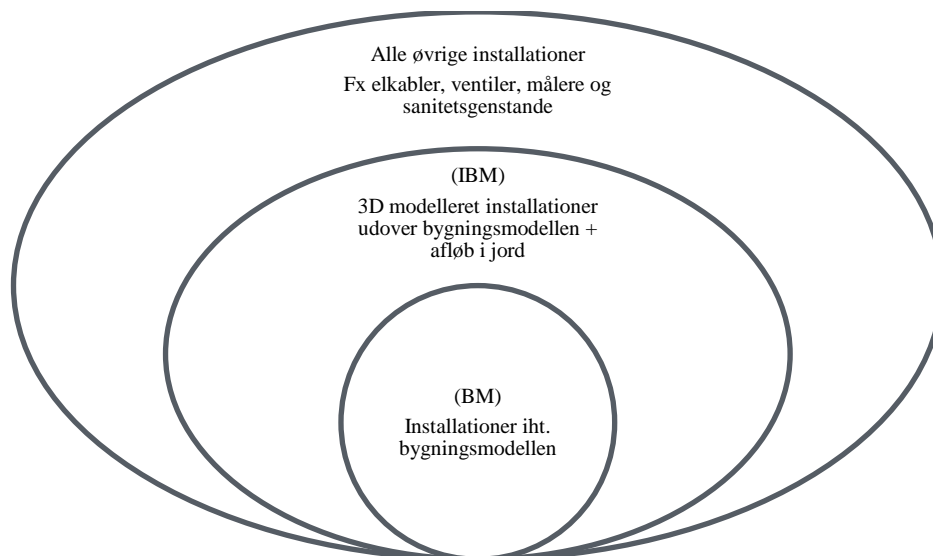
I forbindelse med udarbejdelse af oplægget til defaultværdierne er konsekvenserne af detaljeringsgraden jf. BR18 Bilag 2 tabel 6 og datakvaliteten jf. BR18 Bilag 2 tabel 7 også undersøgt. Disse to tillægsanalyser er ikke en del af oplægget til defaultværdierne, men belyser konsekvenserne af beregningsmetoden.

Installationsmængderne er indsamlet på baggrund af oplysninger fra BIM-modeller, energirammer, tegninger og arbejdsbeskrivelser fra hver af de undersøgte bygninger. Den overordnede udtrækningsproces er visualiseret i Figur 1. Installationsmængderne er opdelt i kategorierne: *Afløb, Vand, Varme, Ventilation og køl, el- og Mekaniske anlæg* og *Andet*. Placeringen af installationskomponenterne er sket i overensstemmelse med bygningsmodellen, hvilket betyder, at installationskomponenterne følger inddelingen i bygningsmodellen (Tabel 6). Fx er varmtvandsbeholder og varmtvandsvekslere medregnet under *Varme* jf. bygningsmodellen.



Figur 1. Procesdiagram for dataudtræk

Installationsmængderne underkategoriseres i forhold til, om de skal medtages iht. bygningsmodellen (BM) eller om de ikke skal medtages iht. bygningsmodellen (IBM). I dette projekt dækker IBM over byggevarer, som indgår i bygningsmodellen + øvrige 3D-modellerede installationer og afløb i jord. I Figur 2 er de forskellige detaljeringsniveauer i projektet visualiseret. Installationer, som tilføjes i IBM, er fx bøjninger, kabelbakker, lamper, lydæmpere, spjæld, armaturer, rør i jord, brønde, udskillere, sprinklerrør, stigrør og tagreneder. Installationer i arkitektmodellen (sanitetsgenstande) og installationer fra HVAC-modellerne, som ikke er modelleret i tilstrækkelig grad fx ventiler og målere, er ikke en del af analysen.



Figur 2. Detaljeringsniveauer for bygningsinstallationer

Der konstrueres ikke en defaultværdi for kategorien *El- og mekaniske anlæg*, hvilket betyder, at CO₂-aftryk- ket fra byggevarer som solceller og elevatorer altid skal beregnes for det specifikke byggeri. For at følge denne afgrænsning er byggevarer, som iht. bygningsmodellen indgår i kategorien *El- og mekaniske anlæg* (solceller, elevatorer, lifte og rulletrapper) ikke en del af denne rapport.

2.4 Datagrundlag

For hvert enkelt case beregnes miljøaftrykket af de installationer, som indgår i projektet. Beregningen er la- vet i LCAByg (5.2.1.0) med data fra den generiske miljødatabase Ökobaudat 2020 i overensstemmelse med datagrundlaget i Tabel 7, hvilket giver mulighed for at evaluere på andre miljøindikatorer i fremtiden. I LCAByg er miljødata i videst muligt omfang kombineret med indsamlede mængder på installationer, men for visse typer af installationer findes ingen data, hvorfor disse vil blive estimeret på baggrund af deres materia- lesammensætning. I Bilag B er det angivet, hvilke generiske byggevarer samt levetider, som er benyttet for de forskellige installationskomponenter iht. bygningsmodellen. Tabel 2 viser et udklip fra Bilag B.

Tabel 2. Sammenhæng mellem bygningsmodellen og det generiske datagrundlag. Udklip fra Bilag B.

Type	Bygningsdel	BM	Detaljerings- niveau	Generisk datagrundlag	Levetid iht. levetidsta- bellen 2021 [år]
Varme	Cirkulationspum- per	Ja		Cirkulationspumpe < 50 W Cirkulationspumpe 50-250 W Cirkulationspumpe 250-1000 W	30

I LCAByg er der flere måder at skalere byggevarer, fx efter vægt (kg), effekt (W) eller luftmængde (m³/h). For at opnå det mest præcise resultat bør det generelt tilstræbes at skalere efter vægt (kg), hvis denne mængde kan fastlægges. I dette projekt er det miljødata skaleret i følgende prioriteringsrækkefølge:

- 1) Vægten af det installerede produkt
- 2) Effekt eller luftmængde af det installerede produkt

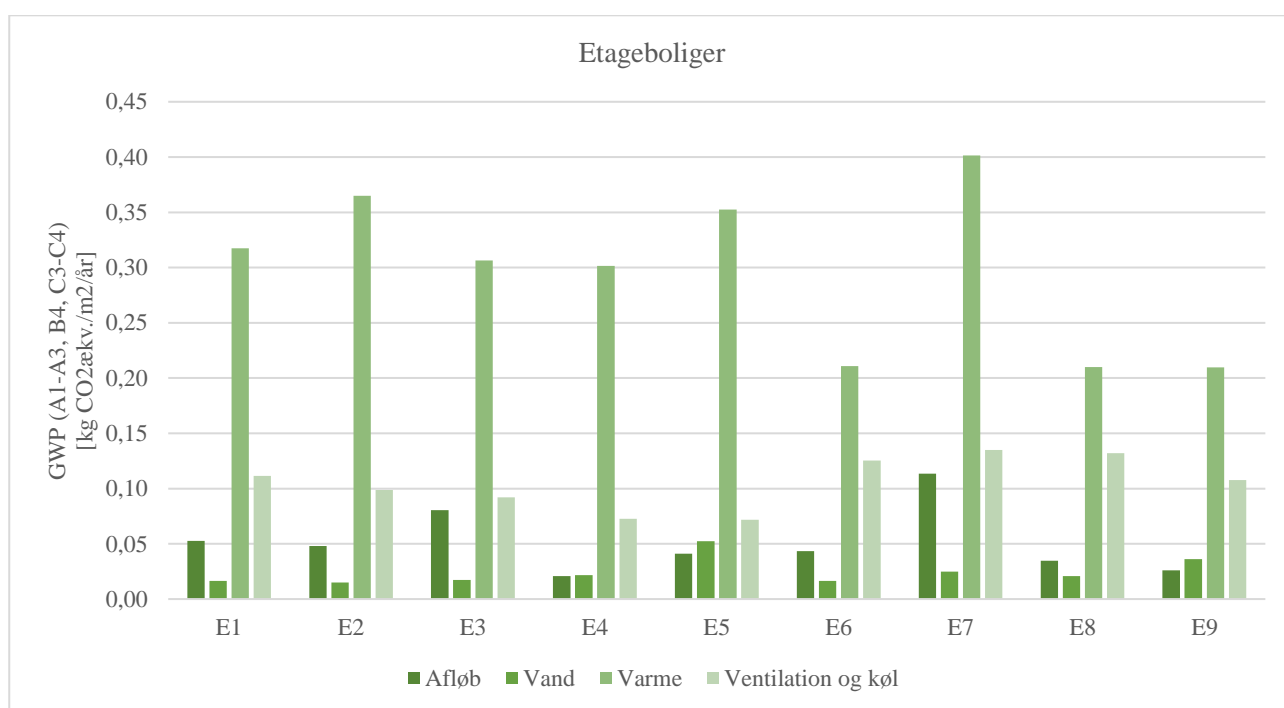
3 Analyse

3.1 Bygningstypologier

Resultaterne i dette afsnit er beregnet på baggrund af detaljeringsgrundlaget i Tabel 6 (*bygningsmodellen*) og det generiske miljødata i Tabel 7 (*datagrundlaget*).

3.1.1 Etageboliger

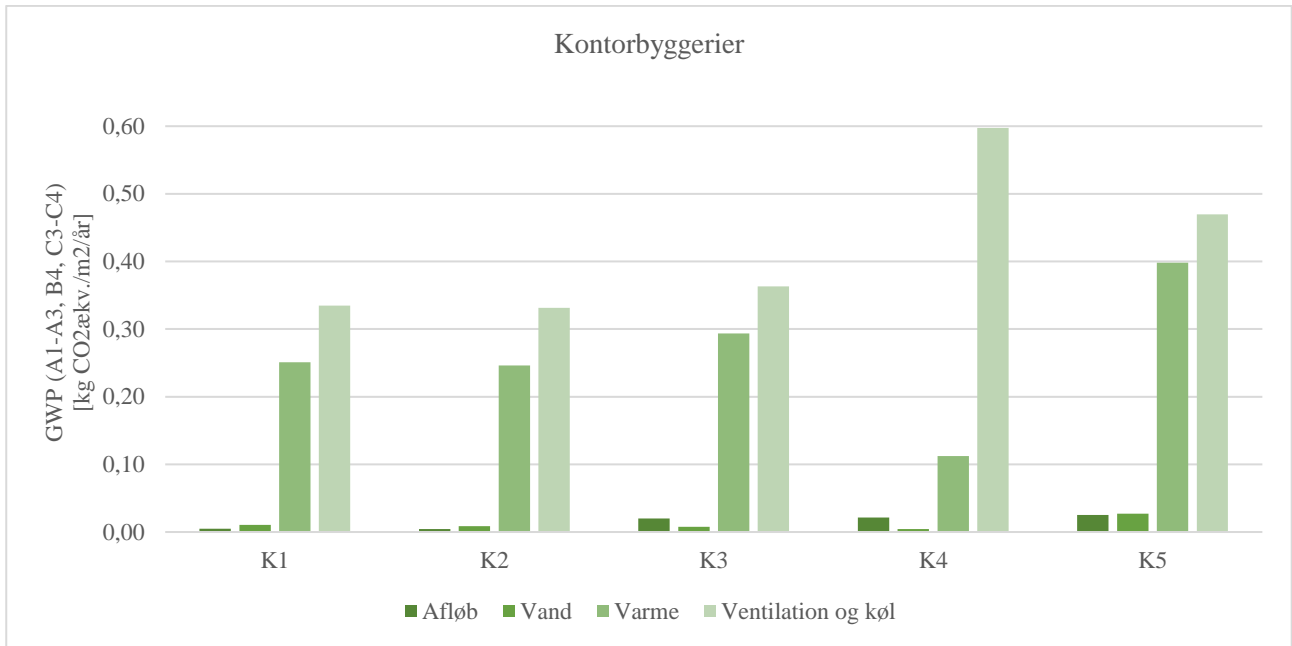
For de ni undersøgte etageboliger kan CO₂-aftrykket for *Afløb*, *Vand*, *Varme*, *Ventilation og køl* observeres i Figur 3. Her er det primært installationskategorierne *Varme* samt *Ventilation og køl*, der dominerer det samlede installationsaftryk, mens *Afløb* og *Vand* er mindre udledere. I forhold til *Varme* er det særligt radiatorer eller gulvvarme, som definerer CO₂-aftrykket, mens det for *Ventilation og køl* er aggregater og kanaler, som er dominerende iht. CO₂-aftrykket.



Figur 3. Etageboliger: CO₂-aftryk fra afløb, vand, varme samt ventilation og køl iht. bygningsmodellen med generisk data.

3.1.2 Kontorbyggerier

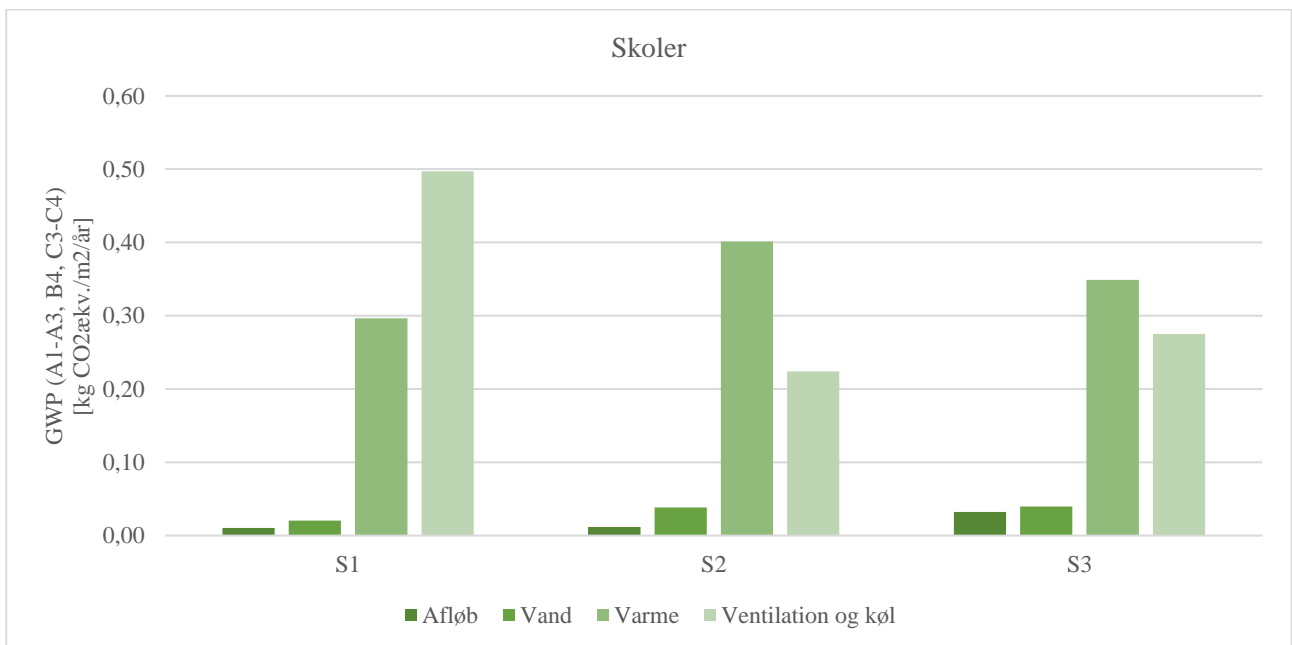
For kontorbyggerierne er det *Ventilation og køl*, der har det største CO₂-aftryk af installationskategorierne. Dette er en naturlig konsekvens af belastningsprofilerne for kontorer, som ofte giver høje luftmængder pr. etageareal for at overholde indeklimakravene. Varmeinstallationer bidrager dog næsten tilsvarende, undtagen i Bygning K4, hvor der er installeret kølebafler som både køler og varmer. Det betyder, at CO₂-aftrykket primært er placeret i kategorien for *Ventilation og køl*, idet kølebaflerne iht. bygningsmodellen skal placeres her. CO₂-aftrykkene for *Vand* og *Afløb* er meget små, da der inden for disse kategorier ikke skal medregnes så mange installationskomponenter iht. bygningsmodellen.



Figur 4. Kontorbyggerier: CO₂-aftryk fra afløb, vand, varme samt ventilation og køl iht. bygningsmodellen med generisk data.

3.1.3 Skoler

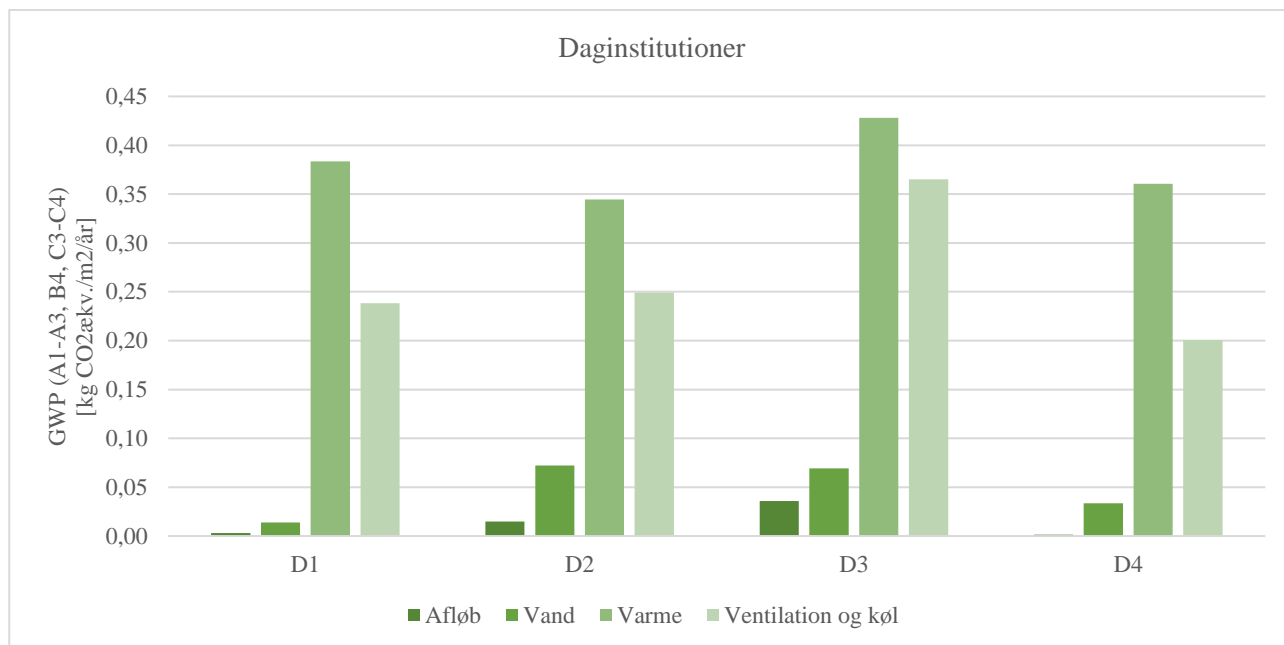
For skolerne kan samme tendens observeres. Her er kategorierne *Varme* samt *Ventilation og køl* dominerende ift. CO₂-aftrykket, men det varierer fra projekt til projekt, om det er *Varme* eller *Ventilation og køl*, der er den største CO₂-udleder. Generelt kan der observeres lignende CO₂-aftryk mellem kontorbyggerier og skoler.



Figur 5. Skoler: CO₂-aftryk fra afløb, vand, varme samt ventilation og køl iht. bygningsmodellen med generisk data.

3.1.4 Daginstitutioner

For daginstitutionerne er det igen *Ventilation og køl* efterfulgt af *Varme*, der har det største CO₂-aftryk. På tværs af bygningstypologierne kontorer, skoler og daginstitutioner kan der observeres lignende CO₂-aftryk for installationerne.



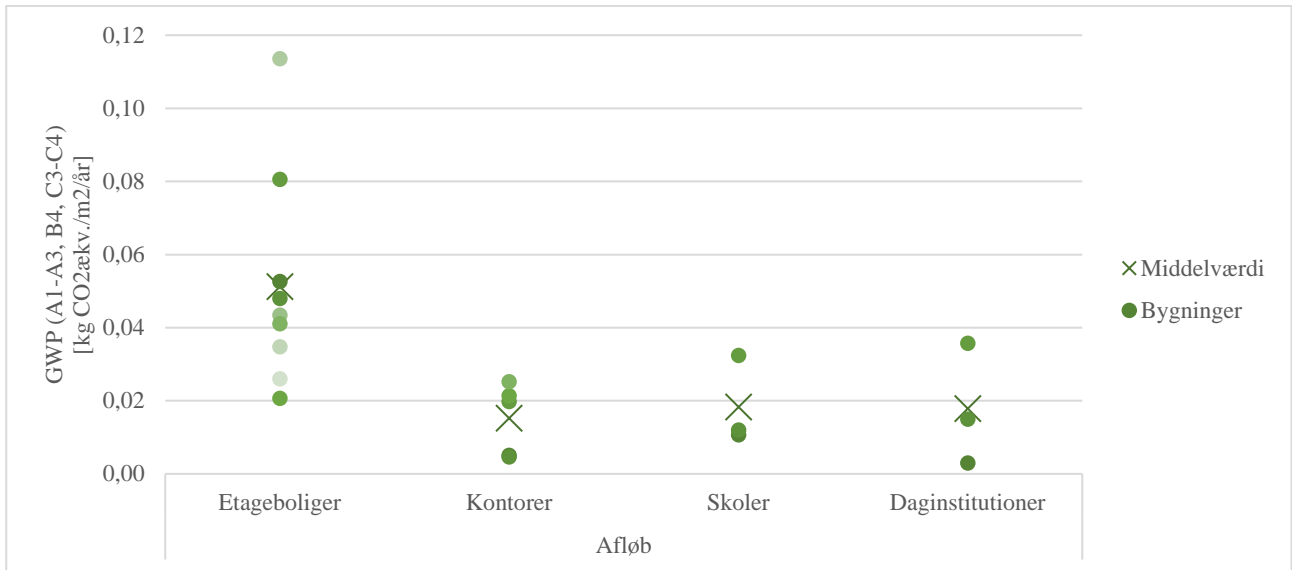
Figur 6. Daginstitutioner: CO₂-aftryk fra afløb, vand, varme samt ventilation og køl iht. bygningsmodellen med generisk data.

Generelt stemmer resultaterne fornuftigt overens med de forventende resultater, når man forholder sig til, hvordan bygningsmodellen er defineret.

3.2 Installationskategorier

3.2.1 Afløb

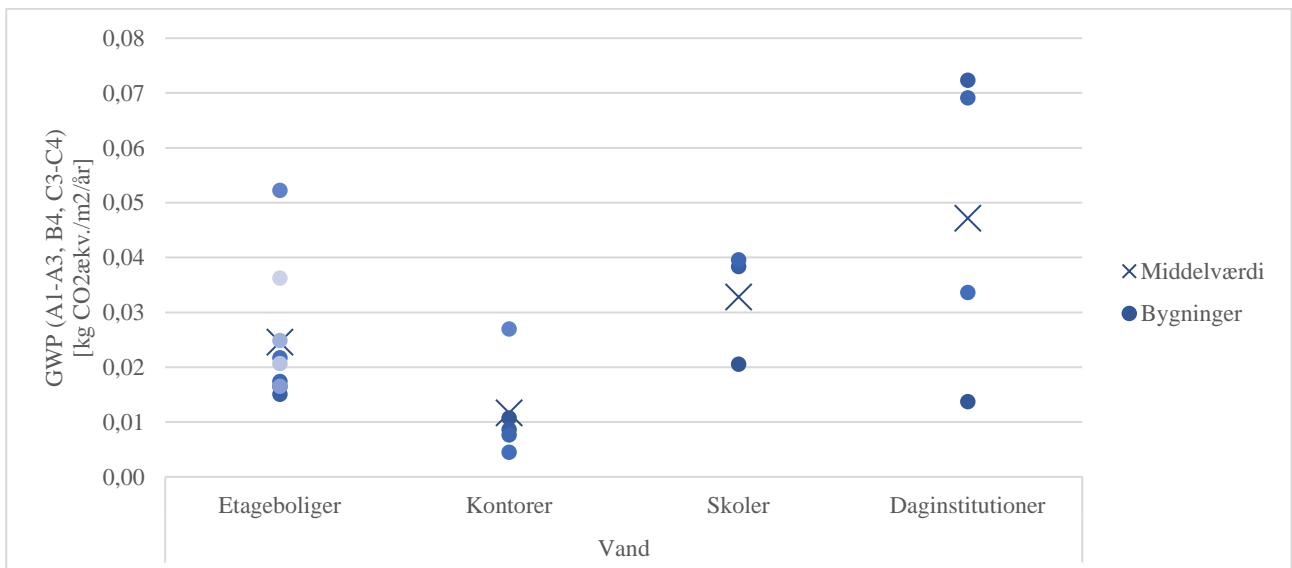
Figur 7 viser CO₂-aftrykket for *Afløb* på tværs af de undersøgte bygningstypologier, hvor hver enkelt bygning er vist ift. middelværdien. Etageboligerne har generelt et højere CO₂-aftryk end de andre bygningstypologier, men med stor spredning. Det højere CO₂-aftryk kan til dels forklares med det øgede antal afløb pr. etageareal for etageboligerne samt en generelt højere bygningshøjde. Dette er afgørende, fordi bygningsmodellen kun medtager afløbsledninger over terrænniveau og i bygninger, ikke afløb i jord. For de andre bygningstypologier er CO₂-aftrykket næsten ens for afløbskategorien.



Figur 7. CO₂-aftryk fra **afløb** for undersøgte bygningstypologier iht. bygningsmodellen med generisk data.

3.2.2 Vand

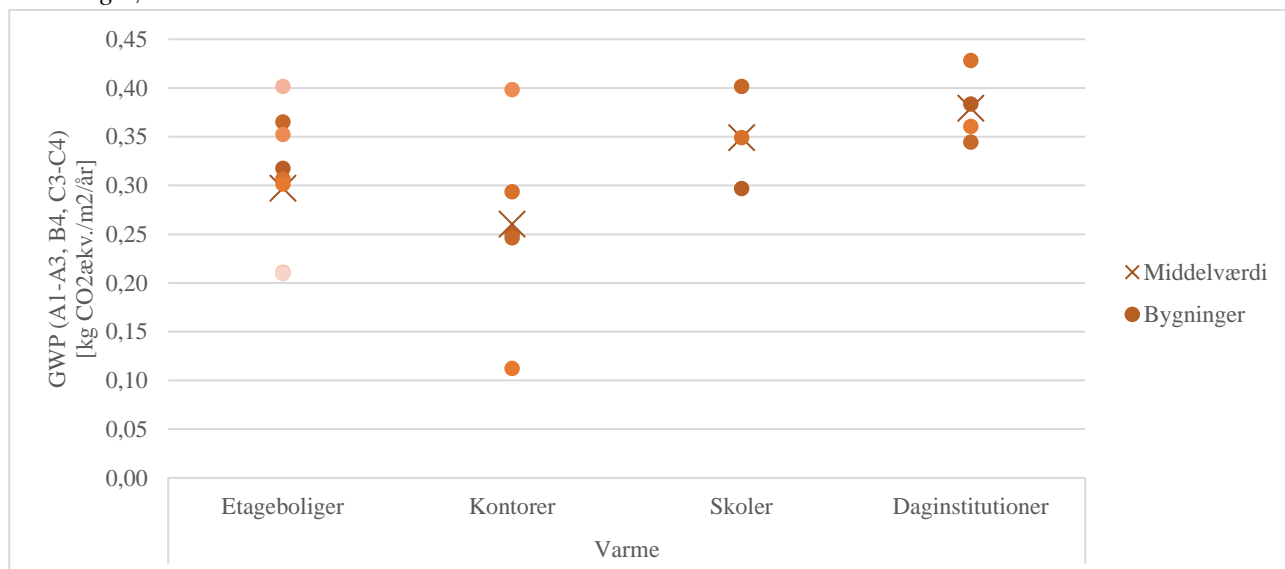
For vandinstallationerne er der ingen tydelige sammenhænge på tværs af bygningstypologierne. Kontorbygningerne har generelt det laveste CO₂-aftryk for vandinstallationer. Det skyldes primært, at vandinstallationerne ofte er samlet centrale steder i byggeriet, hvilket minimerer rør længden og dermed CO₂-aftrykket. For daginstitutionerne observeres det højeste gennemsnitlige CO₂-aftryk for vandinstallationerne, dog med stor spredning i dataet. Spredningen kan tilskrives forskellige forsyningsprincipper: 1) individuelle rørtræk i terrændækket til tapsteder eller 2) vandet føres i loftkonstruktionen og dermed minimeres rør længden.



Figur 8. CO₂-aftryk fra **vand** for undersøgte bygningstypologier iht. bygningsmodellen med generisk data.

3.2.3 Varme

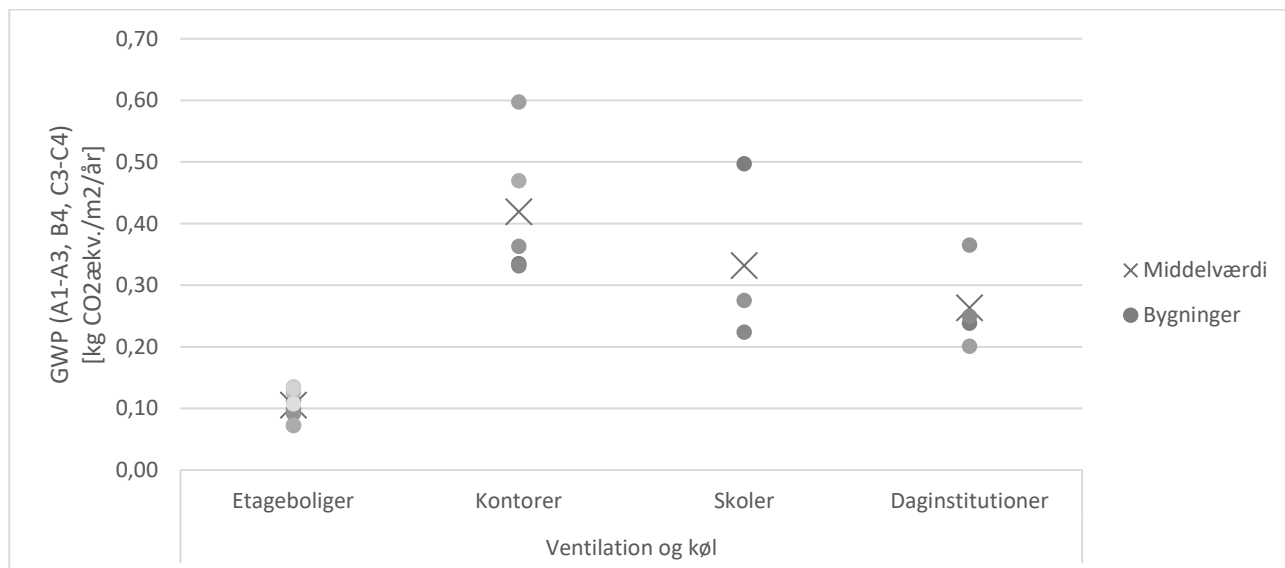
På tværs af de undersøgte bygningstypologier har varmeinstallationerne et lignende CO₂-aftryk. Kontorbyggerierne stikker dog en smule ud. Det skyldes primært K4, hvor der er installeret kølebafler, som både køler og varmer. Kølebaflerne sænker middelværdien for CO₂-aftrykket, idet de er placeret i kategorien for *Ventilation og køl*.



Figur 9. CO₂-aftryk fra **varme** for undersøgte bygningstypologier iht. bygningsmodellen med generisk data.

3.2.4 Ventilation og køl

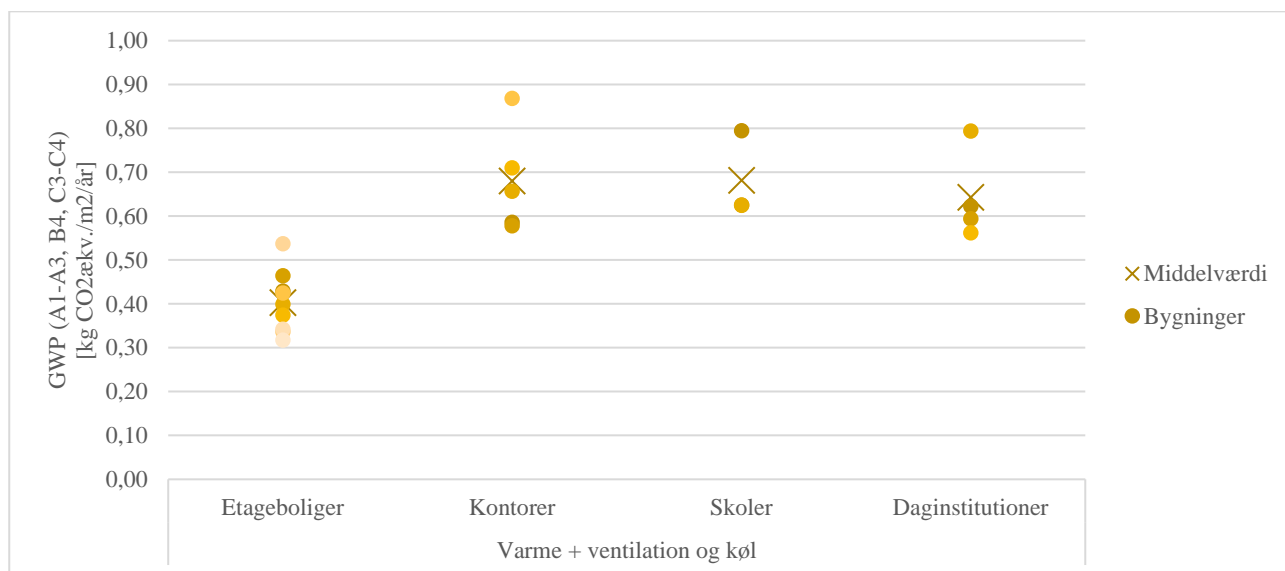
For installationskategorien *Ventilation og køl* er det særligt etageboligerne, som har et signifikant lavere CO₂-aftryk end de øvrige bygningstypologier. Det skyldes primært den lavere luftmængde pr. etageareal, hvilket minimerer installationsmængden pr. etageareal.



Figur 10. CO₂-aftryk fra **ventilation og køl** for undersøgte bygningstypologier iht. bygningsmodellen med generisk data.

3.2.5 Opsamling

På baggrund af ovenstående data er installationskategorierne *Varme + Ventilation og køl* samlet til én kategori. Dette sker for at minimere risikoen for situationer, hvor komponenter overlapper de to kategorier som fx kølebafler, der både køler og varmer, eller ventilationsanlæg, som også agerer varmekilde i bygningen. Dette kan skabe fejl og misforståelser. Det er derfor projektgruppens anbefaling at samle *Varme + Ventilation og køl* under én defaultværdi. Dette betyder, at der er konstrueret tre defaultværdier pr. bygningskategori i oplægget til defaultværdierne: 1) *Afløb*, 2) *Vand* og 3) *Varme + Ventilation og køl*



Figur 11. CO₂-aftryk fra **varme + ventilation og køl** for de undersøgte bygningstypologier iht. bygningsmodellen med generisk data.

I Figur 11 kan der observeres et ensartet CO₂-aftryk for installationskategorierne *Varme + Ventilation og køl* på tværs af bygningstypologierne skoler, daginstitutioner og kontorbyggerier. Samme tendens kan observeres i Figur 7 for *Afløb*. På den baggrund vurderes det også hensigtsmæssigt at samle bygningstypologierne skoler, daginstitutioner og kontorbyggerier under én typologi. Dette vurderes acceptabelt, fordi CO₂-aftrykkene for installationskategorien *Vand* er små og med større udsving.

4 Oplæg til defaultværdier

På baggrund af ovenstående data er der fastlagt defaultværdier for etageboliger indenfor installationskategorierne *Afløb*, *Vand* og *Varme + Ventilation og køl*, som vist i Tabel 3. Bygningstypologierne kontorbyggerier, skoler og daginstitutioner er samlet under en paraply med defaultværdier indenfor de samme installationskategorier *Afløb*, *Vand* og *Varme + Ventilation og køl*, som vist i Tabel 4. I Tabel 5 kan de udarbejdede defaultværdier for bygningskategorien ”øvrige bygninger” observeres.

Oplægget til defaultværdier bygger på en konservativ tilgang, således at defaultværdierne fastlægges til at skulle placere sig i den øvre del af datasættet. Idéen med oplægget er, at det skal være konservativt, men stadig fungere som en hjælp til dem, som ikke ønsker selv at opgøre installationsaftrykket for *Afløb*, *Vand* samt *Varme + Ventilation og køl*.

Tabel 3. Oplæg til defaultværdier for etageboliger (A1-A3, B4, C3, C4).

Etageboliger				
	Middel	Middel - 2 decimaler	Procent af middel	Oplæg til defaultværdi
Afløb	0,051	0,06	200%	0,12 kg CO₂ækv./m² år
Vand	0,025	0,03	200%	0,06 kg CO₂ækv./m² år
Varme + Ventilation & Køl	0,402	0,41	125%	0,51 kg CO₂ækv./m² år

Tabel 4. Oplæg til defaultværdier for kontorbyggerier, skoler og daginstitutioner (A1-A3, B4, C3, C4).

Kontorer, skoler og daginstitutioner				
	Middel	Middel - 2 decimaler	Procent af middel	Oplæg til defaultværdi
Afløb	0,015	0,02	200%	0,04 kg CO₂ækv./m² år
Vand	0,029	0,03	200%	0,06 kg CO₂ækv./m² år
Varme + Ventilation & Køl	0,668	0,67	125%	0,84 kg CO₂ækv./m² år

Middelværdierne er først rundet op til to decimaler og herefter skaleret efter en procentsats. For *Afløb* og *vand* er defaultværdierne fastlagt som 200 % af middelværdierne, mens defaultværdierne for *Varme + Ventilation og køl* er fastlagt som 125 % af middelværdierne. Antallet af undersøgte bygninger for hver typologi er begrænset, hvilket betyder, at det ikke vurderes hensigtsmæssigt at fastlægge defaultværdierne alene på baggrund af fraktilsæt eller standardafvigelse. Oplægget er som konsekvens fastlagt på baggrund af faglige diskussioner i projektgruppen sammen med Bolig og Planstyrelsen (BPST), men læner sig op ad en 90-95 % fraktil. Defaultværdierne er visualiseret ift. de enkelte casebygninger i Bilag C.

For enfamilieshusene er der for *Varme + Ventilation og køl*, benyttet en procentsats af middelværdien på 200% som for kategorierne, *Afløb* og *Vand*. Det er gjort for at kompensere for den relativt lille eksempelsamling af huse med varmepumper. I de få eksempler varierer vægten af varmepumpeinstallationen desuden op til 19%, hvilket sandsynligvis kunne medføre en undervurdering af den reelle mængde af varmepumpeinstallationen. Undersøgelsen af enfamilieshuse har i høj grad været præget af en stor lighed mellem case-byggerierne. De få case-byggerier med varmepumpeinstallation har derfor været betydende for valget af en mere konservativ skaleringsfaktor. Det har været afgørende at defaultværdierne ligger inden for rammerne af virkelighedens byggerier, men med så lille en eksempelsamling af huse med varmepumper blev det vurderet at

skaleringsfaktoren skulle bibeholdes på 200%. Det har samtidigt været klart at enfamiliehusenes store areal sammenlignet med rækkehusene, har været afgørende for resultaterne af undersøgelsen og at defaultværdierne skulle være i stand til at håndtere en forøgelse af arealet for enfamiliehusene. Det gennemsnitlige areal for nyopførte parcelhuse var i 2021 210 m²^[1], hvor det gennemsnitlige areal for case-byggerierne var 163 m².

På baggrund af CO₂-aftrykkene for bygningstypologierne kontorbyggerier, skoler og daginstitutioner samt interne erfaringstal fra MOE er der i nedenstående tabel udarbejdet et oplæg til defaultværdier for bygningskategorien ”øvrige bygninger” dvs. bygninger, der ikke hører under nogle af de andre bygningstypologier. I takt med at datagrundlaget øges, bør særligt disse defaultværdier opdateres og eventuelt opdeles i flere bygningstypologier.

Tabel 5. Oplæg til defaultværdier for øvrige bygninger (A1-A3, B4, C3, C4).

Øvrige bygninger			
	Defaultværdi Kontorer, skoler og daginstitutioner	Procent af middel	Oplæg til defaultværdi
Afløb	0,04	130%	0,05 kg CO₂ækv./m² år
Vand	0,06	130%	0,08 kg CO₂ækv./m² år
Varme + Ventilation & Køl	0,84	130%	1,09 kg CO₂ækv./m² år

Oplægget til defaultværdierne er oplyst som summen af A1-A3, B4 og C3-C4, men i nedenstående tabeller er der opgivet en fordelingsnøgle, som viser hvor stor en procentsats, de forskellige faser bidrager med ift. det samlede CO₂-aftryk. Fase B4 er dog fordelt til A1-A3 og C3-C4 for at følge beregningsmetoden i LCAByg, hvor fase B4 normalt beregnes som summen af A1-A3 og C3-C4, hvis levetiden af byggevareren er kortere end referenceperioden. I forhold til defaultværdierne er det ikke muligt at opnå et retvisende resultat med denne tilgang, fordi alle installationerne ikke udskiftes på samme måde i løbet af referenceperioden på 50 år. Levetiden på defaultværdierne er derfor fastlagt til 50 år, og CO₂-aftrykket er kun placeret i fase A1-A3 og C3-C4. Fordelingen af fase B4 til A1-A3, C3 og C4 bygger på, hvordan CO₂-aftrykket fordeler sig mellem faserne A1-A3, C3 og C4 for de forskellige bygningstypologier. Dette er en vigtig forudsætning, når CO₂-aftrykket på fasniveau betragtes.

Tabel 6. Fordelingsnøgler for etageboliger: Opdeling af defaultværdier på faser

Etageboliger						
Fordelingsnøgler - Opdeling af defaultværdier på faser						
Installationskategorier	A1-A3	B4	C3	C4	Total (Uden D)	D
Afløb	45%	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	55%	0%	100%	-27%
Vand	87%	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	13%	0%	100%	-47%
Varme + Ventilation & Køl	85%	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	15%	0%	100%	-33%

[1] <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/SelectVarVal/Define.asp?MainTable=BYGV06&PLanguage=0&PXSID=0&wsid=cftree>

Table 7. Opdeling af defaultværdierne på faseniveau for etageboliger. Enhed [kg CO₂ækv./m² år].

Etageboliger						
Defaultværdier - Opdeling af defaultværdier på faser						
Installationskategorier	A1-A3	B4	C3	C4	Total (Uden D)	D
Afløb	0,05400	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	0,06600	0,00000	0,12000	-0,03240
Vand	0,05220	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	0,00780	0,00000	0,06000	-0,02820
Varme + Ventilation & Køl	0,43350	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	0,07650	0,00000	0,51000	-0,16830

Table 8. Fordelingsnøgler for kontorer, skoler og daginstitutioner samt øvrige bygninger: Opdeling af defaultværdier på faser

Kontorer, skoler og daginstitutioner samt Øvrige bygninger						
Fordelingsnøgler - Opdeling af defaultværdier på faser						
Installationskategorier	A1-A3	B4	C3	C4	Total (Uden D)	D
Afløb	45%	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	55%	0%	100%	-27%
Vand	80%	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	20%	0%	100%	-32%
Varme + Ventilation & Køl	86%	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	14%	0%	100%	-42%

Table 9. Opdeling af defaultværdierne på faseniveau for kontorer, skoler og daginstitutioner. Enhed [kg CO₂ækv./m² år].

Kontorer, skoler og daginstitutioner						
Defaultværdier - Opdeling af defaultværdier på faser						
Installationskategorier	A1-A3	B4	C3	C4	Total (Uden D)	D
Afløb	0,01800	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	0,02200	0,00000	0,04000	-0,01080
Vand	0,04800	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	0,01200	0,00000	0,06000	-0,01920
Varme + Ventilation & Køl	0,72240	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	0,11760	0,00000	0,84000	-0,35280

Table 10. Opdeling af defaultværdierne på faseniveau for øvrige bygninger. Enhed [kg CO₂ækv./m² år].

Øvrige bygninger						
Defaultværdier - Opdeling af defaultværdier på faser						
Installationskategorier	A1-A3	B4	C3	C4	Total (Uden D)	D
Afløb	0,02250	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	0,02750	0,00000	0,05000	-0,01350
Vand	0,06400	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	0,01600	0,00000	0,08000	-0,02560
Varme + Ventilation & Køl	0,93740	Fordelt til A1-A3 og C3-C4	0,15260	0,00000	1,09000	-0,45780

4.1 Eksempler

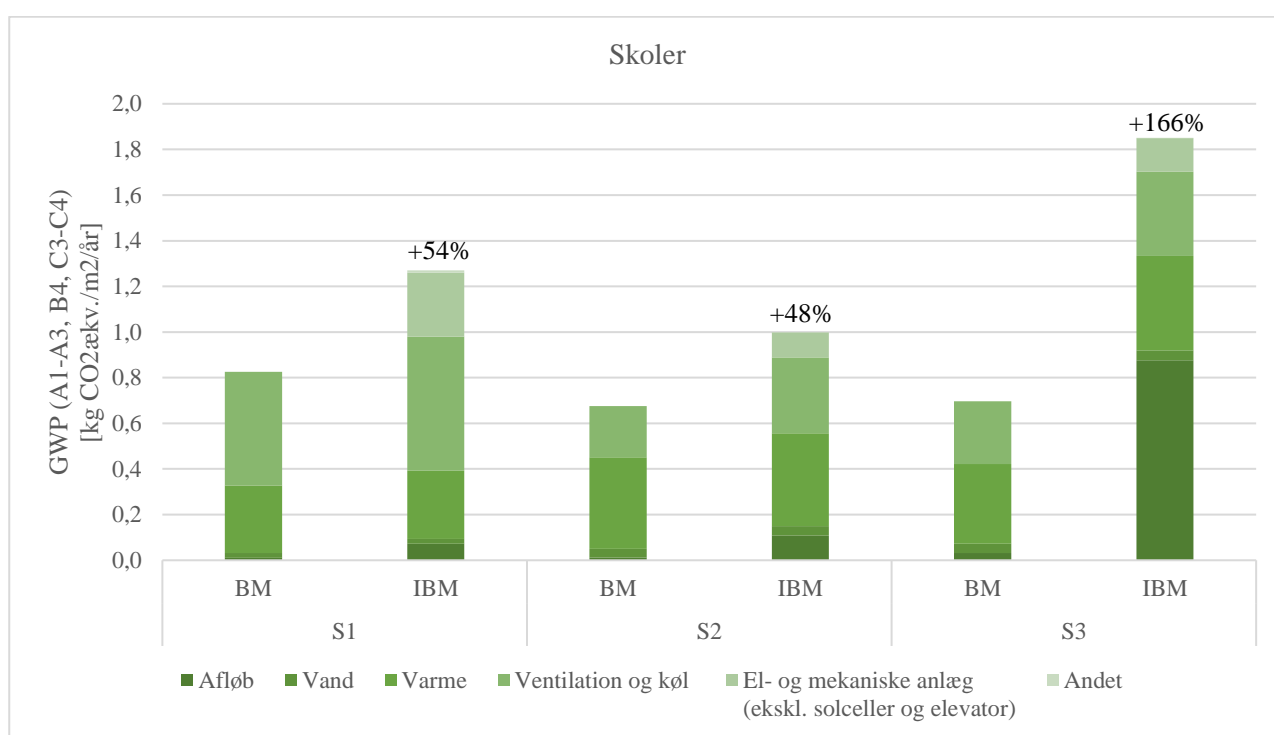
- Man har fx en etagebolig og opgør selv CO₂-aftrykket for installationskategorierne *Varme* samt *Ventilation og køl*. I dette tilfælde kan man benytte defaultværdierne for *Afløb* og *Vand* for etageboliger eller selv opgøre dem. Hvis man selv opgør CO₂-aftrykket for fx *Vand*, skal man kun medregne de installationskomponenter, som bygningsmodellen placerer i installationskategorien *vand*.
- Man har fx en etagebolig med naturlig ventilation og ønsker selv at opgøre CO₂-aftrykket for installationskategorien *Ventilation og køl*. I denne situation skal man også selv opgøre CO₂-aftrykket for varmeinstallationerne, fordi det er et ”enten-eller”-princip. For installationskategorierne *Afløb* og *Vand* kan man benytte defaultværdierne eller selv opgøre CO₂-aftrykkene.

5 Tillægsanalyser

Analyserne om detaljeringsgrad og datakvalitet i dette afsnit er tillægsanalyser, som ikke er en del af oplægget til defaultværdierne, men belyser nogle af konsekvenserne ved den valgte beregningsmetode ift. det kommende klimakrav.

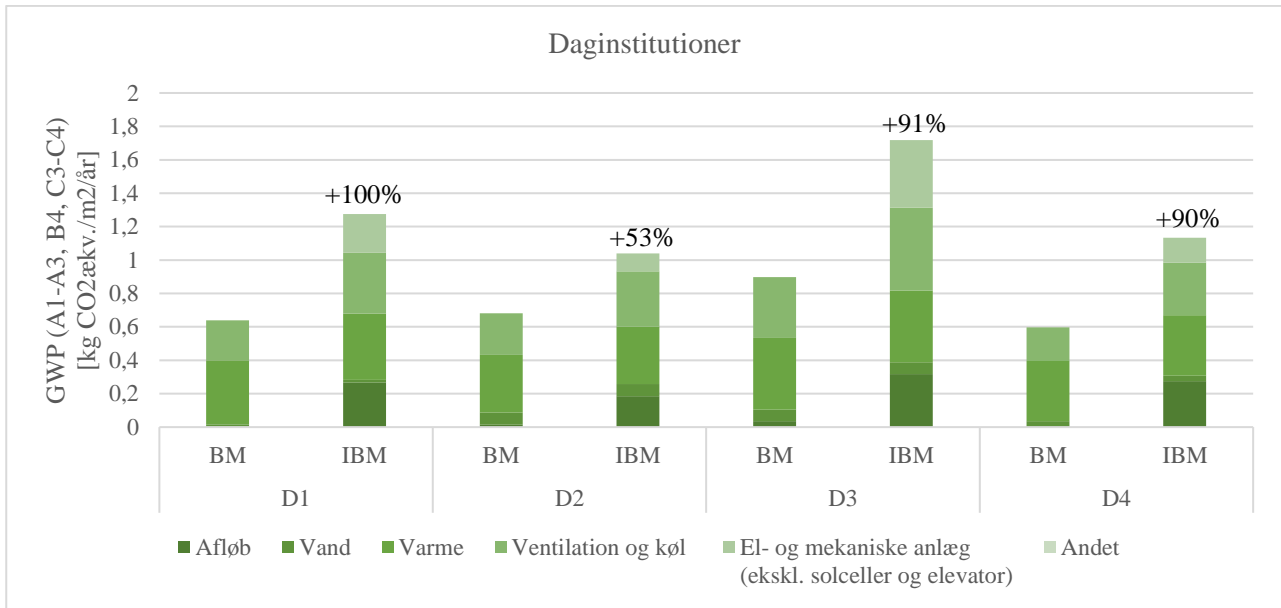
5.1 Detaljeringsgrad

De tidligere viste resultater forholder sig til det definerede detaljeringsniveau i bygningsmodellen, hvilket betyder, at en stor del af bygningsinstallationerne negligeres. Detaljeringsniveauet er nationalt bestemt og beskriver, hvilke komponenter der skal medregnes i en bygnings-LCA. For at opnå et mere retvisende billede af klimaaftrykket fra bygningsinstallationerne er det dog vigtigt at medregne så mange materialer fra det samlede byggeri som muligt. For skolebyggerierne, daginstitutionerne og tre etageboliger er konsekvenserne ved at medtage alle 3D-modellerede installationer samt afløb i jord (IBM) belyst.



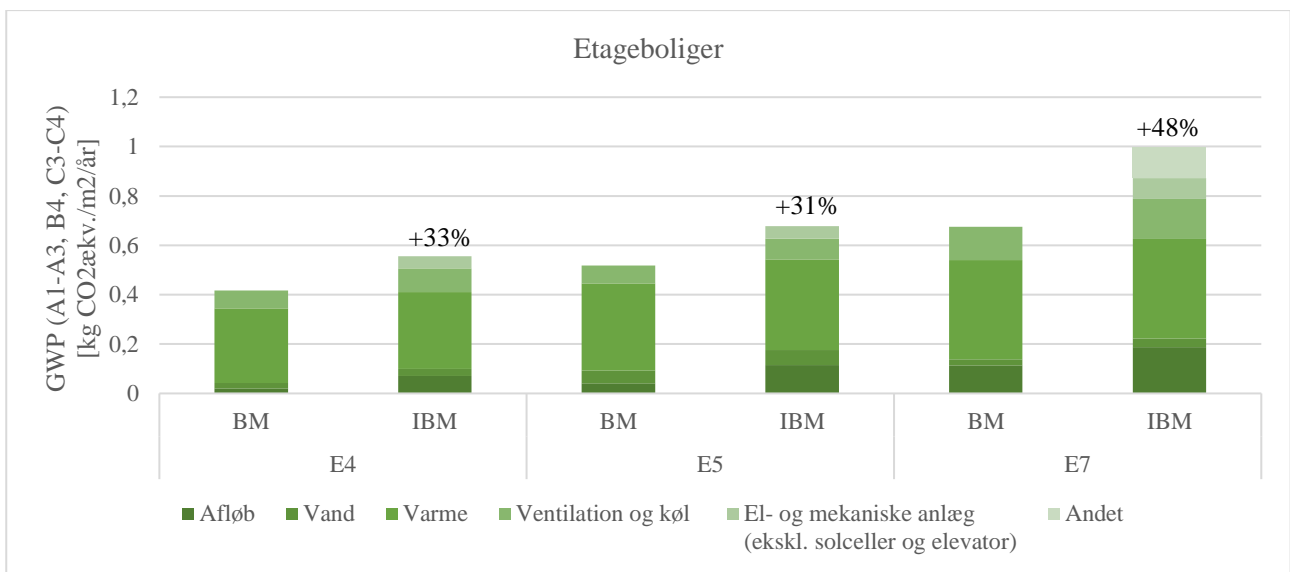
Figur 12. Skoler: CO₂-aftryk fra afløb, vand, varme samt ventilation og køl iht. BM og IBM med generisk miljødata.

For de to første skolebyggerier stiger CO₂-aftrykket for installationerne med ca. 50 % ved inklusion af installationer, der ligger uden for bygningsmodellen (IBM). Stigningen skyldes primært øget installationsmængde af installationskategorierne *Afløb*, *Ventilation og køl* samt *El- og mekaniske anlæg* (ekskl. solceller og elevatorer). For det sidste skolebyggeri øges CO₂-aftrykket med 166 %, når man inkluderer installationer udover bygningsmodellen (IBM). Stigningen skyldes primært et meget stort faskinevolumen dvs. store mængder plastik, som øger CO₂-aftrykket fra afløbskategorien signifikant.



Figur 13. Daginstitutioner: CO₂-aftryk fra afløb, vand, varme samt ventilation og køl iht. BM og IBM med generisk miljødata.

For daginstitutionerne observeres de samme tendenser som for skolerne, hvor CO₂-aftrykket særligt øges indenfor installationskategorierne *Afløb*, *Ventilation og køl* samt *El- og mekaniske anlæg* (ekskl. solceller og elevatorer). I gennemsnit stiger det samlede CO₂-aftryk for installationerne med ca. 80 % ved at inkludere installationer udover bygningsmodellen (IBM).

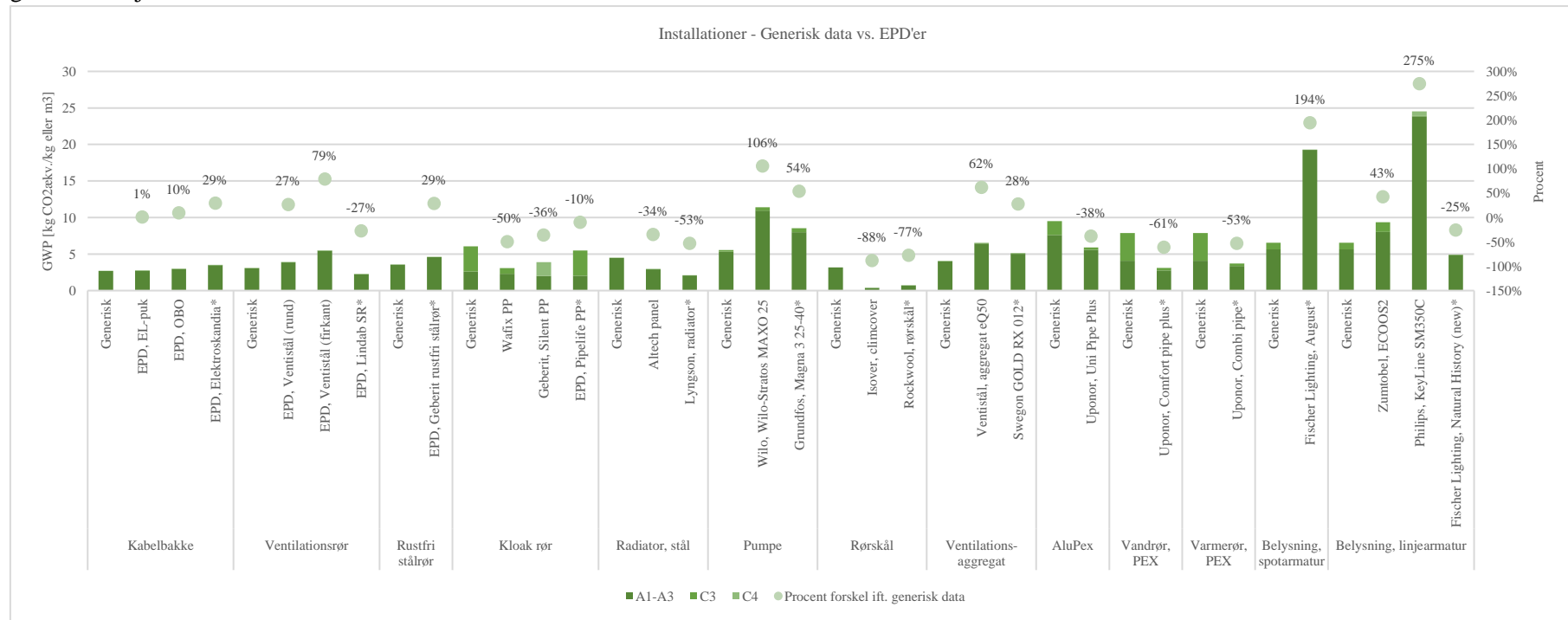


Figur 14. Etageboliger: CO₂-aftryk fra afløb, vand, varme samt ventilation og køl iht. BM og IBM med generisk miljødata.

For etageboligerne er forskellen mellem de to detaljeringsgrader ikke lige så markant som de øvrige bygningstyper, hvilket bl.a. skyldes, at CO₂-aftrykket pr. etageareal fra afløb i jord bliver mindre, når der bygges i højden. Herudover er der ikke lige så mange ventilationsspjæld, fordi reguleringen ofte sker i kontrolventilen. En tredje årsag er ligeledes, at der ikke modelleres belysningsarmaturer inde i selve lejlighederne. Forskellen mellem de to detaljeringsgrader er dog stadig betydelig.

5.2 Datakvalitet

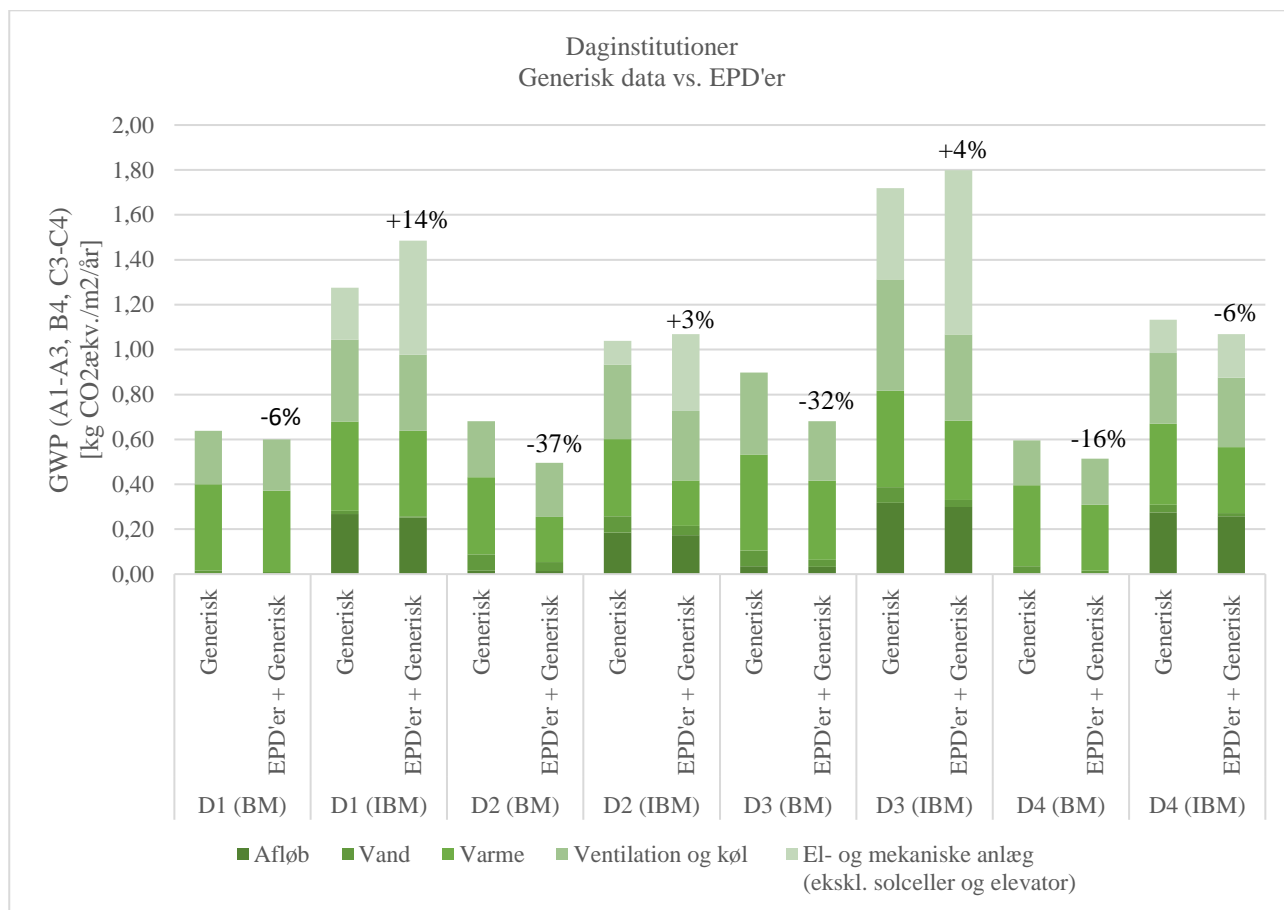
For installationer anvendes ofte generisk miljødata, fordi antallet af produktspecifikke og branche EPD'er for denne type byggevarer er begrænset. I Figur 15 er forskellen mellem generisk miljødata og produktspecifikke EPD'er sammenlignet ift. deres CO₂-aftryk pr. kg (bortset fra rørsåle som er sammenlignet pr. volumen). Generelt ses der signifikante forskelle mellem de to typer miljødata, hvor de produktspecifikke EPD'er både kan have et højere og lavere CO₂-aftryk end de generiske miljødata. For at synliggøre betydningen af at anvende produktspecifikke miljødata ift. generiske miljødata på bygningsniveau er forskellen undersøgt for tre etageboliger og fire daginstitutioner. De produktspecifikke EPD'er som er markeret med * er benyttet i sammenligningen på bygningsniveau, mens de øvrige installationskomponenter fx en varmtvandsbeholder stadig beregnes på baggrund af generisk miljødata².



Figur 15. Sammenligning af CO₂-aftryk for installationskomponenter med generisk data og produktspecifikke EPD'er.

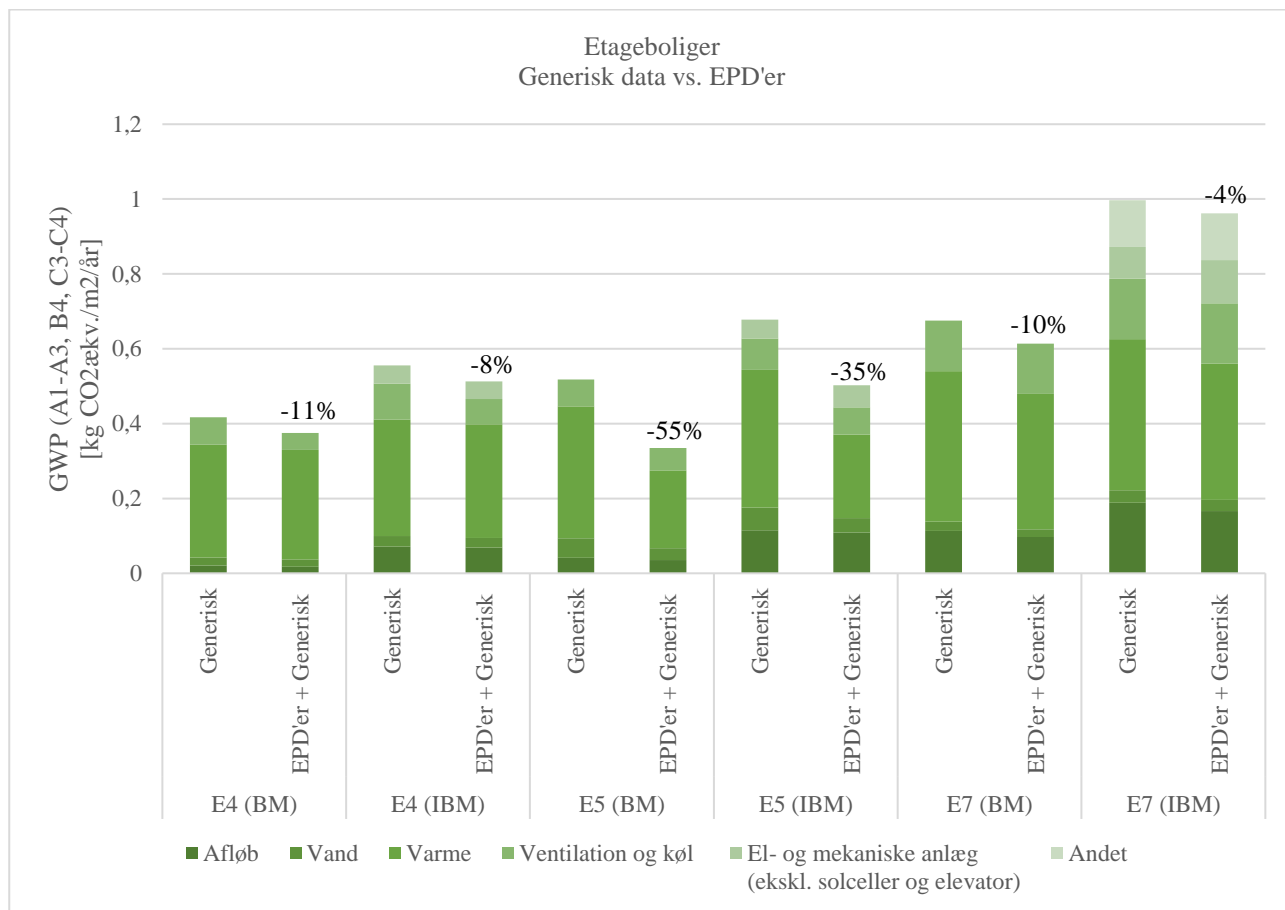
² Den 23-11-2022 kom Gemina Termix med en række EPD'er på deres fjernvarmeunits, som ikke er en del af analysen pga. deadline for projektet. En simpel sammenligning indikerer at det generiske miljødata giver anledning til højere CO₂-aftryk end de produktspecifikke EPD'er.

I Figur 16 kan forskellen mellem anvendelse af generisk miljødata og produktspecifikke EPD'er observeres for daginstitutionerne iht. bygningsmodellen (BM) og ikke iht. bygningsmodellen (IBM). Hvis installationerne opgøres efter bygningsmodellen (BM), vil de generiske miljødata generelt give et konservativt CO₂-aftryk for installationerne dvs. et højere CO₂-aftryk. Billedet er omvendt, hvis installationer udover bygningsmodellen (IBM) betragtes. I dette tilfælde vil de produktspecifikke EPD'er generelt øge det samlede CO₂-aftryk. Forklaringen kan primært tilskrives, at de produktspecifikke EPD'er for belysningsarmaturer er væsentligt højere end det generiske materiale.



Figur 16. CO₂-aftryk fra installationer i daginstitutioner ved anvendelse af hhv. generisk miljødata og produktspecifikke EPD'er iht. bygningsmodellen (BM) og ikke iht. bygningsmodellen (IBM).

For etageboligerne kan samme tendens observeres som for daginstitutionerne, hvor det generiske miljødata generelt giver et konservativt CO₂-aftryk for installationerne iht. bygningsmodellen (BM). For installationsopgørelsen ikke iht. bygningsmodellen (IBM) giver det generiske miljødata stadig et højere CO₂-aftryk end ved at benytte produktspecifikke EPD'er. Dette kan igen forklares ved, at der ikke modelleres belysningsarmaturer inde i selve lejlighederne, og det betyder dermed, at CO₂-aftrykket fra belysningsarmaturerne bliver mindre udslagsgivende for det samlede resultat.



Figur 17. CO₂-aftryk fra installationer i etageboliger ved anvendelse af hhv. generisk miljødata og produktspecifikke EPD'er iht. bygningsmodellen (BM) og ikke iht. bygningsmodellen (IBM).

6 Diskussion

I forbindelse med anvendelse af datagrundlaget i BR18 Bilag 2, tabel 7 kan det diskuteres, hvilke byggevarer der er retvisende at bruge som grundlag for installationer, der ikke direkte er repræsenteret i tabel 7. I mange tilfælde er der flere oplagte byggevarer i datagrundlaget, som tilsvarende installationskomponenterne, men der opstår også flere situationer, hvor der ikke nødvendigvis findes en oplagt byggevare i datagrundlaget. Det gælder fx for kølekompressorer, hvor man kan beregne CO₂-aftrykket efter et råmateriale som ”Ventilationskanal, galvaniseret stål” eller man kan benytte en byggevare som ”Varmepumpe, vand-vand, 70 KW”, som indeholder flere delkomponenter. For at skabe transparens i projektet er det i Bilag B udspecificeret, hvilke generiske byggevarer, der i projektet er anvendt til at beregne CO₂-aftrykket. Herudover er den anvendte levetid for installationerne også oplyst i Bilag B.

For at sikre at defaultværdierne udvikles på et gennearbejdet grundlag, er der i forbindelse med fastlæggelse af de generiske defaultværdier for installationerne lavet en række delanalyser, som belyser konsekvenserne ved den valgte beregningsmetode ift. bygningsmodellen (Tabel 6) og datagrundlaget (Tabel 7). Resultaterne viser, at bygningsmodellen i betydelig grad underestimerer installationernes CO₂-aftryk. Det gælder særligt for daginstitutioner og skoler, hvilket understreger, at der er et væsentligt ”performance-gap” mellem det beregnede og det reelle CO₂-aftryk. I forhold til fremtidige krav bør det på baggrund af delanalyserne overvejes at udvide bygningsmodellen for installationer for dermed med at minimere denne forskel. Oplægget til defaultværdierne afspejler ikke denne usikkerhed, men lægger sig op af detaljeringsgraden defineret i bygningsmodellen i overensstemmelse med beregningsmetoden i det kommende klimakrav.

I forbindelse med analysen af detaljeringsgraden (BM vs. IBM) blev der lokaliseret en række udfordringer, som på nuværende tidspunkt øger arbejdsbyrden signifikant ved at medtage installationskomponenter udover bygningsmodellen. Fx er installationsmængderne fra afløb i jord primært opgjort ved manuel opmåling, fordi ikke alle projekter modellerer afløb i jord i 3D, hvilket vanskeliggør opgørelsen. Udviklingen går dog i retningen af flere 3D-modellerede installationer i BIM-modellerne heriblandt afløb i jord. En anden udfordring er det begrænset miljødatagrundlag for fx stikkontakter, belysningsarmaturer, el-kabelbakker, lydæmpere, brønde og udskillere. Disse installationskomponenter er derfor skaleret på baggrund af ”rådata”, fx er den generiske byggevare ”stålplade 20 mikrometer galvaniseret” brugt for kabelbakker. I takt med at BIM-modellerne bliver mere detaljeret, mængdeudtræk automatiseres og producenterne udvikler flere EPD’er for deres produkter, vurderes arbejdsbyrden ved at udvide bygningsmodellen ikke at stige signifikant. For at begrænse den ekstra arbejdsbyrde, ved at udvide bygningsmodellen, er der dog behov for at udvide datagrundlaget i tabel 7 jf. BR18 Bilag 2 med flere installationsbyggevarer.

Delanalysen, som sammenligner generisk miljødata og produktspecifikke EPD’er på bygningsniveau, viste en generel tendens til, at brugen af EPD’er vil reducere CO₂-aftrykket fra installationer, hvis detaljeringsgraden defineret i bygningsmodellen benyttes. På komponentniveau er billedet mere tvetydigt, hvor CO₂-aftrykket både kan falde og stige ved at benytte EPD’er sammenlignet med generiske data. I forhold til defaultværdierne har det været vigtigt, at det ikke bør have en negativ indvirkning på CO₂-aftrykket ved at benytte produktspecifikke EPD’er i et projekt sammenlignet med at benytte defaultværdier.

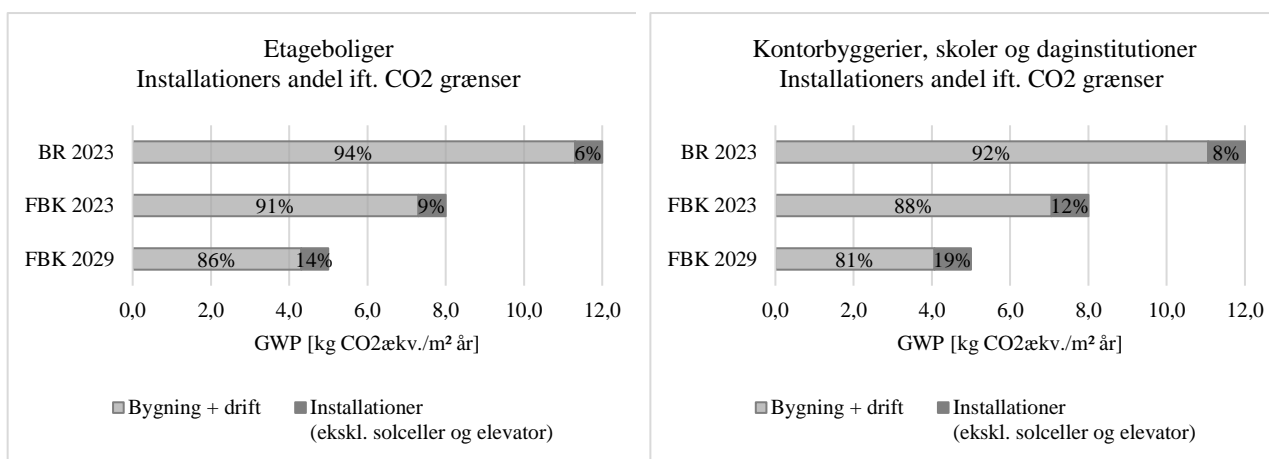
Dokumentationen af CO₂-aftrykket fra 2023 skal opgøres med mængder svarende til ”as build”, hvilket øger nødvendigheden af at sikre opdateret BIM-modeller, tegninger osv. for at sikre korrekte mængdeopgørelser.

Til vores bedste kendskab tilsvare de oplyste installationsmængder, det som er bygget i de undersøgte projekter. Der kan selvfølgelig være mindre afvigelser, men normalt vil entreprenøren kun prøve at optimere materialeforbruget. For at sikre en 100% "as build" materialeopgørelse, vil det kræve en gennemgående opmåling og kontrol på selve byggepladsen, hvilket er udenfor dette projekt.

I projektet er byggevarer fra datagrundlaget skaleret efter vægt (kg), effekt (W) eller luftmængde (m³/h), men hvor førsteprioriteten er at skalere efter vægt (kg). I visse tilfælde har en skalering efter vægt (kg) dog ikke været muligt, da oplysninger om de præcise valgte installationskomponenter (producent og type) for alle installationer ikke kunne lokaliseres. Ved at skalere efter effekt (W) eller luftmængde (m³/h) øges usikkerheden, fordi der ikke er lineær proportionalitet mellem vægt og effekt eller mellem vægt og luftmængde. Dette er dog vurderet acceptabelt, fordi der i projektet primært er skaleret efter vægt.

Disse usikkerheder har alle været en del af beslutningsgrundlaget ift. at fastlægge defaultværdierne, hvor det flere gange er blevet diskuteret, hvor konservativt defaultværdierne skal fastlægges, i særdeleshed fordi antallet af undersøgte bygninger i projektet er begrænset. For bygningstypologier med få bygninger kan der være en øget risiko for, at de undersøgte bygninger er "installationslette" eller "installationstunge", hvilket også er en af de usikkerheder som er diskuteret ift. defaultværdierne. Det er generelt forsøgt at finde en balance mellem et konservativt oplæg, som på den ene side skal opfordre til projektspecifikke opgørelser af installationer, men som på den anden side ikke skal være så konservativt, at værdierne ikke afspejler virkeligheden og dermed ikke vil blive brugt.

Som illustreret i figur 18, udgør CO₂-aftrykket fra installationer en mindre procentdel³ af de kommende CO₂-grænser, men denne andel forventes at stige. Dette forventes som en konsekvens af at der indenfor installationsområdet ikke på nuværende tidspunkt findes nogle oplagte CO₂-besparende alternative materialer, som fx kan erstatte radiatorstål eller galvaniseret ventilationskanaler. Ift. den nuværende oplæg til grænseværdien for lavemissionsklassen i 2029 vil defaultværdierne udgøre 14-19 % af det samlede CO₂-aftryk, hvilket indikerer at installationerne i fremtiden bliver en afgørende parameter at optimere for at komme i mål med klimakravet. Installationerne i Figur 18 er desuden opgivet ekskl. solceller og elevatorer, hvilket er to komponenter som kun vil hæve installationernes CO₂-aftryk betragteligt.



Figur 18. Defaultværdiernes andel af bygningens CO₂-aftryk ift. fremtidige CO₂-grænser for etageboliger samt kontorbyggerier, skoler og daginstitutioner.

³ Underudsætning af, at man kun lige overholder kravet på 12 kg CO₂ækv./m²/år.

7 Konklusion

Formålet med nærværende projekt var at udforme et sæt operationelle defaultværdier for installationer til branchen, idet kortlægningen af de anvendte byggematerialer kan være ressourcekrævende og har en tendens til at blive ”glemt”. Ved at udvikle defaultværdier for bygningsinstallationer kan installationernes betydning for bygningers samlede CO₂-aftryk medregnes allerede fra byggeprocessens start, ligesom defaultværdierne gør beregningen af bygningernes miljøaftryk mindre tidskrævende og mere standardiseret. Oplægget til defaultværdierne er angivet i nedenstående Tabel 11.

Tabel 11. Oplæg til defaultværdier (fase A1-A3, B4 og C3-C4).

	Etageboliger	Kontorbyggerier, skoler og daginstitutioner	Øvrige bygninger
Installationskategorier	Oplæg til defaultværdi [kg CO ₂ ækv./m ² år]	Oplæg til defaultværdi [kg CO ₂ ækv./m ² år]	Oplæg til defaultværdi [kg CO ₂ ækv./m ² år]
Afløb	0,12	0,04	0,05
Vand	0,06	0,06	0,08
Varme + Ventilation & Køl	0,51	0,84	1,09

Oplægget til defaultværdierne afspejler det nuværende vidensgrundlag, men bør løbende opdateres i takt med, at vidensgrundlaget bliver bedre. Fx ved opdateringer af bygningsmodellen, datagrundlaget, levetidstabellen eller hvis branchens byggemetoder indenfor installationer ændrer sig betydeligt.

Bilag A

Etageboliger

Bygningsnummer	Kommune	Primære forsyningsform	Primære opvarmningsform	Brugsvandcirkulation	Primære ventilationsprincip	Etageareal [m2]	Etager [stk.]	Lejligheder [stk.]	Gns. areal pr. lejlighed [m2/lej.]
E1	Gentofte	Fjernvarme (decentralt)	Gulvvarme	Nej	Decentralt aggregat	13000	12	51	255
E2	Gentofte	Fjernvarme (decentralt)	Gulvvarme	Nej	Decentralt aggregat	9400	6	43	219
E3	Gentofte	Fjernvarme (centralt)	Gulvvarme	Ja	Decentralt aggregat	20350	5	124	164
E4	Aarhus	Fjernvarme (centralt)	Gulvvarme	Ja	Centralt aggregat	23350	5	248	94
E5	Aarhus	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Decentralt aggregat	19200	6	234	82
E6	København	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Decentralt aggregat	20100	7	179	112
E7	Aarhus	Fjernvarme (decentralt)	Gulvvarme	Nej	Centralt aggregat	26100	21	249	105
E8	København	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Decentralt aggregat	10950	5	135	81
E9	København	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Decentralt aggregat	20350	19	201	101

Kontorer

Bygningsnummer	Kommune	Primære forsyningsform	Primære opvarmningsform	Brugsvandcirkulation	Primære ventilationsprincip	Etageareal [m2]	Etager [stk.]
K1	Aarhus	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Centralt aggregat	10050	10
K2	Aarhus	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Centralt aggregat	21900	12
K3	Aarhus	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Centralt aggregat	10300	8
K4	Gladsaxe	Fjernvarme (centralt)	Kølebløder (varme + køl)	Ja	Centralt aggregat	3800	4
K5	Vordingborg	Fjernvarme + varmepumpe	Radiator	Ja	Centralt aggregat	4950	4

Skoler

Bygningsnummer	Kommune	Primære forsyningsform	Primære opvarmningsform	Brugsvandcirkulation	Primære ventilationsprincip	Etageareal [m2]	Etager [stk.]
S1	Aarhus	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Centralt aggregat	16300	5
S2	Næstved	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Centralt aggregat	1750	2
S3	Nykøbing Falster	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Centralt aggregat	9250	1

Daginstitutioner

Bygningsnummer	Kommune	Primære forsyningsform	Primære opvarmningsform	Brugsvandcirkulation	Primære ventilationsprincip	Etageareal [m2]	Etager [stk.]
D1	Kolding	Fjernvarme (centralt)	Gulvvarme	Ja	Centralt aggregat	3350	1
D2	Aarhus	Fjernvarme (centralt)	Radiator	Ja	Centralt aggregat	600	1
D3	Vordingborg	Fjernvarme (centralt)	Gulvvarme	Ja	Centralt aggregat	2000	1
D4	Aalborg	Fjernvarme (centralt)	Gulvvarme	Ja	Centralt aggregat	850	1

Bilag B

Kategori	Bygningsmodellen				Enfamiliehuse		Rækkehuse		Etageboliger, kontorbyggerier, skoler og daginstitutioner		Forudsætninger for alle typologier		
	Type	Bygningsdel	Med	Detaljeringsniveau	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Levetid iht. levetidstabellen 2021 [år]	Kommentarer	
VVS-anlæg	Vand (koldt/varmt vand, behandlet vand)												
		Cirkulationspumper	Ja	Kun selve pumper	Cirkulationspumpe < 50 W Cirkulationspumpe 50-250 W Cirkulationspumpe 250-1000 W		Cirkulationspumpe < 50 W		Cirkulationspumpe < 50 W Cirkulationspumpe 50-250 W Cirkulationspumpe 250-1000 W		30	Byggevarerne er skaleret efter følgende prioritering: 1) Vægt af det valgte produkt 2) Effekt eller luftmængde af det valgte produkt	
		Isolering	Ja	Hovedledninger, distributionsledninger og fordelingsledninger, kun lige rørstrækninger				Mineraluld, stenuld, rørsål		60			
		Rør til vand	Ja	Hovedledninger, distributionsledninger og fordelingsledninger, kun lige rørstrækninger	Brugsvandsrør, Alu-PEX Brugsvandsrør, PEX		Rør, Brugsvandsrør, PEX Brugsvandsrør, Alu-PEX		Brugsvandsrør, Alu-PEX Brugsvandsrør, rustfri stål		60		
		Trykforøgeranlæg	Ja	Kun selve pumper		Ikke relevant		Ikke relevant	Cirkulationspumpe < 50 W Cirkulationspumpe 50-250 W Cirkulationspumpe 250-1000 W		30		
		Type	Bygningsdel	Med	Detaljeringsniveau	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer		Levetid iht. levetidstabellen 2021 [år]
	Køling												
		Cirkulationspumper	Ja						Cirkulationspumpe < 50 W Cirkulationspumpe 50-250 W Cirkulationspumpe 250-1000 W		20	Byggevarerne er skaleret efter følgende prioritering: 1) Vægt af det valgte produkt 2) Effekt eller luftmængde af det valgte produkt	
		Rør til køling	Ja	Hovedledninger, distributionsledninger og fordelingsledninger, kun lige rørstrækninger					Brugsvandsrør, Alu-PEX Brugsvandsrør, rustfri stål		30		
		Køleblæsebløjer	Ja	Kun lige rør og pumper					(medtages gennem pumper og lige rør)				
		Kølevekklere	Ja	Evt. som mængde råmateriale					Fjernvarmeanlæg		20		
		Beholdere/Tanke	Ja						Buffertank, stål		20		
		Fordamperer	Ja	Evt. som mængde råmateriale					(medtages gennem "kølekompressor" som et køleanlæg)				
		Køleflader	Ja	Evt. som mængde råmateriale					Fjernvarmeanlæg		20		
		Dancoils	Ja	Evt. som mængde råmateriale					Aircondition (direkte fordamper) (per 1 kW)		20		
	Kølebadler	Ja	Evt. som mængde råmateriale					Ventilationskanal, galvaniseret stål		20			
	Chillere	Ja	Evt. som mængde råmateriale inkl. Kølemiddel					Ikke fundet i de undersøgte projekter					
	Frikølere	Ja	Evt. som mængde råmateriale inkl. Kølemiddel					Ikke fundet i de undersøgte projekter					
	Tørkølere	Ja	Evt. som mængde råmateriale inkl. Kølemiddel					Ikke fundet i de undersøgte projekter					
	Kølekompressorer	Ja	Evt. som mængde råmateriale inkl. Kølemiddel					Varmepumpe, vand-vand, 70 kW		20			
	Isolering	Ja	Længder svarende til rørlængder					Mineraluld, stenuld, rørsål		30			
	Type	Bygningsdel	Med	Detaljeringsniveau	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Levetid iht. levetidstabellen 2021 [år]		Kommentarer
Varme													
	Pumper	Ja			Cirkulationspumpe < 50 W Cirkulationspumpe 50-250 W Cirkulationspumpe 250-1000 W	Indgår som separat del i Fjernvarmeanlæg	Cirkulationspumpe < 50 W Cirkulationspumpe 50-250 W Cirkulationspumpe 250-1000 W	Indgår som separat del i Fjernvarmeanlæg	Cirkulationspumpe < 50 W Cirkulationspumpe 50-250 W Cirkulationspumpe 250-1000 W		30	Byggevarerne er skaleret efter følgende prioritering: 1) Vægt af det valgte produkt 2) Effekt eller luftmængde af det valgte produkt	
	Rør til varme	Ja	Hovedledninger, distributionsledninger og fordelingsledninger, kun lige rørstrækninger	Brugsvandsrør, Alu-PEX Brugsvandsrør, rustfri stål Rør, Brugsvandsrør, PEX	Afgrænsning efter hovedlønner - rør i terræn ikke med	Brugsvandsrør, Alu-PEX Brugsvandsrør, rustfri stål Rør, Brugsvandsrør, PEX		Brugsvandsrør, Alu-PEX Brugsvandsrør, rustfri stål Rør, Brugsvandsrør, PEX Stålrør, gevindrør		Metalrør: 80 år Plastrør (fx gulvvarme): 40 år			
	Varmeblæsebløjer	Ja	Kun lige rør og pumper		(medtages gennem pumper og lige rør)		(medtages gennem pumper og lige rør)	(medtages gennem pumper og lige rør)					
	Varmetæppe	Ja	Evt. som mængde råmateriale		Ikke relevant		Ikke relevant	Boksventilator 5.000 m ³ /h		30			
	Varmeveklere	Ja	Evt. som mængde råmateriale					Fjernvarmeanlæg		30			
	Ekspansionsbeholdere	Ja	Evt. som mængde råmateriale		Fjernvarmeanlæg		Fjernvarmeanlæg	Defineret fra vægt i datablad	Buffertank, stål	30			
	Brugsvandveklere	Ja	Evt. som mængde råmateriale					Fjernvarmeanlæg		30			
	Varmivandsbeholdere	Ja	Evt. som mængde råmateriale		Buffertank, rustfri stål		Buffertank, rustfri stål	Defineret fra vægt i datablad	Buffertank, rustfri stål	30			
	Varmeflader	Ja	Evt. som mængde råmateriale		Ikke relevant		Ikke relevant	Radiator, stålplade		40			
	Radiatorer	Ja	Evt. som mængde råmateriale		Ikke relevant		Ikke relevant	Det er en el-radiator, derfor 25 år jf. levetidstabel	Radiator, stålplade	40			
	Gulvvarme	Ja	Kun gulvvarmeslanger og varmfordelingsplade Evt. som mængde råmateriale	Gulvvarme, PEX (200 mm afstand) Gulvvarme, PEX, (100 mm afstand)	Der er skaleret med faktorer beregnet af BUILD i den nye LCAByg5.2.1.0+DGNB 300 mm = 0,735706796 m ² /m ² 250 mm = 0,867853398 m ² /m ²	Gulvvarme, PEX (200 mm afstand)	Der er skaleret med faktorer beregnet af BUILD i den nye LCAByg5.2.1.0+DGNB 300 mm = 0,735706796 m ² /m ² 250 mm = 0,867853398 m ² /m ²	Gulvvarme, PEX (200 mm afstand)	Der er skaleret med faktorer beregnet af BUILD i den nye LCAByg5.2.1.0+DGNB 300 mm = 0,735706796 m ² /m ² 250 mm = 0,867853398 m ² /m ²	40			
	Konvektorer	Ja	Evt. som mængde råmateriale		Ikke relevant		Ikke relevant	Stålplade (0,3-3,0mm)		40			
	Kedler, fyr og varmpumper	Ja			Varmepumpe (luft-vand) 7kW Varmepumpe (luft-vand) 10kW		Varmepumpe (luft-vand) 7kW Varmepumpe (luft-vand) 10kW		Varmepumpe (luft-vand) 7kW Varmepumpe (luft-vand) 10kW				
	Isolering	Ja	Længder svarende til rørlængder		Mineraluld, stenuld, rørsål	30mm	Mineraluld, stenuld, rørsål		Mineraluld, stenuld, rørsål		Metalrør: 80 år Plastrør: 40 år (den primære rørtype er benyttet til at bestemme levetiden)		
	Type	Bygningsdel	Med	Detaljeringsniveau	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Levetid iht. levetidstabellen 2021 [år]		Kommentarer
Ventilation													
	Kanaler	Ja	Kun lige ventilationskanaler		Ventilationskanal, galvaniseret stål		Ventilationskanal, galvaniseret stål	Angives i kg/m	Ventilationskanal, galvaniseret stål Rør, Kloakrør PP	"Rør, Kloakrør PP" benyttes for plastkanaler	50	Byggevarerne er skaleret efter følgende prioritering: 1) Vægt af det valgte produkt 2) Effekt eller luftmængde af det valgte produkt	
	Ventilatorer	Ja							Boksventilator 5.000 m ³ /h		25		
	Ventilationsaggregat	Ja	Evt. som mængde råmateriale Inkl. varmegenvinding		Ventilationsaggregat m. varmegenvinding 1000 m ³ /h		Ventilationsaggregat m. varmegenvinding 1000 m ³ /h	Oprettet ud fra vægt i datablad	Decentralt ventilationsanlæg med varmegenvinding Ventilationsaggregat m. varmegenvinding 1000 m ³ /h Ventilationsaggregat m. varmegenvinding 5000 m ³ /h Ventilationsaggregat m. varmegenvinding 10000 m ³ /h		25		
	Varmeflader, el og vandbårne	Ja	Evt. som mængde råmateriale			Medtaget i aggregat		Medtaget i aggregat	Fjernvarmeanlæg	Decentrale flader Flader i forbindelse med aggregat medtages i aggregat	25		
	Køleflader	Ja	Evt. som mængde råmateriale			Ikke relevant		Ikke relevant	Fjernvarmeanlæg	Decentrale flader Flader i forbindelse med aggregat medtages i aggregat	25		
	Isolering	Ja	Længder svarende til rørlængder		Mineraluld, stenuld, rørsål		Mineraluld, stenuld, rørsål		Mineraluld, stenuld, rørsål		50		
	Type	Bygningsdel	Med	Detaljeringsniveau	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Sammenhæng med generisk datagrundlag	Kommentarer	Levetid iht. levetidstabellen 2021 [år]	Kommentarer	
ADøb													
	Ledninger	Ja			Rør, Afløbsrør, PVC Rør, Kloakrør, PP	Plastrør (indenfor klimaskærmen): 30 år	Rør, Afløbsrør, PVC Rør, Kloakrør, PP		Rør, Afløbsrør, PCV Rør, Kloakrør, PCV Rør, Kloakrør, PP		Plastrør (indenfor klimaskærmen): 30 år	Byggevarerne er skaleret efter følgende prioritering: 1) Vægt af det valgte produkt 2) Effekt eller luftmængde af det valgte produkt	
	Isolering	Ja				Ikke relevant			Mineraluld, stenuld, rørsål		Plastrør (indenfor klimaskærmen): 30 år		

11 Bilag C

