STRATEGINETVÆRK FOR BÆREDYGTIGT BYGGERI

Notat

Dansk byggeris klima-belastning

Kortlægning af metoder til opgørelse af klimabelastningen fra dansk byggeri

September 2026

Indholdsfortegnelse

FORORD **3**

ORDLISTE **4**

FORMÅL **5**

AFGRÆNSNING 5

BAGGRUND **6**

1. STUDIER AF DANSK BYGGERIS KLIMABELASTNING **7**

1.1. BESKRIVELSE AF LCA-METODER 8
1.2. OMFANG AF BYGNINGSTYPER 9
1.3. OMFANG AF LIVSCYKLUSFASER 10
1.4. DATAGRUNDLAG 12
1.5. FREMSKRIVNINGSMETODER 14
1.6. STUDIERNES RESULTATER FOR KLIMABELASTNING 17

2. ANBEFALINGER TIL VIDERE ARBEJDE MED METODERNE **18**

DELTAGERE OG TOVHOLDERE I ARBEJDSGRUPPEN **21**

LITTERATUR **22**

Forord

Strateginetværket for Bæredygtigt Byggeri er et frivilligt, fagligt og fortroligt forum for organisationer, virksomheder og videns- og forskningsinstitutioner, der er knyttet til byggeri og anlæg. Netværket er etableret som et uafhængigt supplement til regeringens koordineringsudvalg (KUV) vedr. strategi for bæredygtigt byggeri. Netværket beslutter i fællesskab, hvem der kan optages i netværket. Deltagere i KUV er selvskrevne deltagere.

Formålet med strateginetværket er, at branchen herigennem tager ejerskab til implementeringen af regeringens nationale strategi for bæredygtigt byggeri. Netværket forbeholder sig retten til at udfordre strategien, hvor netværket finder, at der er behov for yderligere initiativer til at fremme bæredygtigt byggeri, og hvor der er forskellige opfattelser af mål og midler, som beskrevet i strategien.

Strateginetværket nedsætter tema- og arbejdsgrupper ift. centrale temaer/emner i strategien. En temagruppe kan således være opdelt i flere arbejdsgrupper, der arbejder med delemner inden for samme tema.

I Temagruppe B: Data, LCA og Dokumentation har aktiviteterne haft fokus på at diskutere og udvikle forslag til strukturer og løsninger, der kan sikre at data, erfaringer og beregninger opsamles og gøres tilgængelige, således at der i fællesskab kan etableres det bedst mulige grundlag for fremtidige analyser og beslutninger, samt hvordan LCA-beregningsmetoder og -modeller kan videreudvikles og forbedres.

Nærværende notat repræsenterer arbejde gennemført i Temagruppe B og er udarbejdet i foråret og sommeren 2026. Arbejdet har været organiseret i en arbejdsgruppe og koordineret af BUILD som tovholder (ved Rasmus Nøddegaard Hansen, Endrit Hoxha og Harpa Birgisdóttir), der har påtaget sig arbejdet at planlægge og opsamle resultaterne af de faglige møder. Deltagere i arbejdsgruppen fremgår af deltagerlisten sidst i dette notat.

Notatet er et litteraturstudie af studier og metoder for opgørelse af klimabelastningen fra dansk byggeri, og indeholder anbefalinger til videre arbejde med udvikling af relevante og anvendelige modeller for en mere repræsentativ klimabelastning.

Ordliste

Afskæring (Cut-off)
De dele af værdikæden, der udelades i en LCA-model.

Bottom-up
Tilgang til klimaopgørelse, der modellerer byggeriet ud fra specifikke processer i værdikæden, ofte med høj detaljegrad.

Emissionsfaktor
Faktor der omsætter miljøpåvirkninger til en indikator for potentiel skade, fx biodiversitetstab.

Energistrømsanalyse
Opgørelse af energiforbruget i forskellige sektorer og aktiviteter, ofte ud fra national statistik og data.

EPD (Environmental Product Declaration) Miljøvaredeklaration der beskriver et produkts miljøpåvirkninger gennem livscyklussen.

Forbrugsbaseret
Opgørelsesprincip, hvor national produktion og import forbrugt i et land indgår, mens eksport det forbruges udenlands ekskluderes.

Hybrid LCA
Kombination af top-down og bottom-up tilgang.

Input-output (IO) LCA
Metode baseret på global handel mellem lande og sektorer, og dertilhørende klimaeffekter. Inkluderer fysiske aktiviteter og service- og tjenesteydelser.

Kapitalinvesteringer
Maskiner og teknologi anvendt i værdikæden, som individuelt ofte udgør en lille andel af et produkts fremstillingsproces.

Klimabelastning
Påvirkning af klimaet forårsaget af aktiviteter og processer med drivhusgasemissioner.

Klimapåvirkning
Det samme som klimabelastning.

LCA (Life Cycle Assessment)
Metode til vurdering af miljøpåvirkninger gennem hele et produkts eller en bygnings livscyklus.

Proces-LCA
Metode baseret på specifik modellering af værdikæder for materialer og dertilhørende klimaeffekt.

Service- og tjenesteydelser
Ikke-fysiske aktiviteter som rådgivning, forsikring og finansiering, der også har en klimabelastning.

SNAC
Single-Country National Accounts Consistent model, som anvendes til opgørelse af indenlandske udledninger ifm. Energistyrelsens forbrugsbaseret klimabelastning for Danmark.

Territorial (produktionsbaseret)
Opgørelsesprincip, hvor al national produktion i et land indgår, mens import der forbruges indenlands udelades.

Top-down
Tilgang til klimaopgørelse, der modellerer byggeriet på sektorniveau og inkluderer service- og tjenesteydelser og teoretisk et større omfang af værdkæden, men ofte mindre detaljeret.

Udledninger
Det samme som klimabelastning.

Værdikæde/Forsyningskæde
De processer og aktører der indgår fra råstofudvinding til færdigt produkt.

Formål

I de senere år har et stigende antal rapporter, videnskabelige artikler og nationale publikationer undersøgt klimabelastningen fra dansk byggeri. Byggeriet bidrager med en betydelig andel af landets drivhusgasemissioner, hvilket understreges af de flerartede analyser og studier, der modellerer klimapåvirkninger på tværs af bygningstypologier, energiforbrug, materialer og livscyklusstadier. Disse studier anvender imidlertid forskellige opgørelsesprincipper, metoder og datagrundlag, der har forskellige fordele og begrænsninger afhængigt af analysens sigte og mål.

Notatets formål er derfor at kortlægge eksisterende studier af dansk byggeris klimabelastning med hensyn til metoder og omfang, for at forstå og fremme indsigten i, hvordan forskellige tilgange beregner klimabelastningen. Dette inkluderer en forståelse af fordele og begrænsninger ved tilgangene, og forbedringspotentialer for fremtidige studier. En større indsigt i studiernes tilgange og metoder, og forståelse heraf, er afgørende for lave valide modeller for klimabelastningen, så det kan indgå som relevant beslutningsstøtte og information. Formålet drejer sig ikke om brugen af studierne eller metoderne til regulering.

En opgørelse af klimabelastning kan udspringe af forskellige behov, der går fra handlingsorienterede formål som udvikling af strategier og incitamenter for reduktioner af klimapåvirkningen til moniterende sigte, hvor udviklingen i klimabelastningen, og eventuelle søsatte reduktionstiltag, følges over tid. Disse formål samt anvendte metoder vil notatet klarlægge og beskrive, som afslutningsvist opsamles i nogle anbefalinger til videre arbejde. Notatet er inddelt i følgende afsnit:

Baggrund
1 Studier af Dansk byggeris klimabelastning
    1.1 Beskrivelse af LCA-metoder
    1.2 Omfang af bygningstyper
    1.3 Omfang af livscyklusfaser
    1.4 Datagrundlag
    1.5 Fremskrivningsmetoder
    1.6 Studiernes klimabelastningsresultater
2 Anbefalinger til videre arbejde med metoderne

Afsnit 1.2 til 1.5 indeholder en beskrivelse af resultater fra litteraturstudiet samt et diskuterende afsluttende underafsnit, der samler op på fordele, begrænsninger og opmærksomhedspunkter ved de undersøgte bygnings- og metodeaspekter.

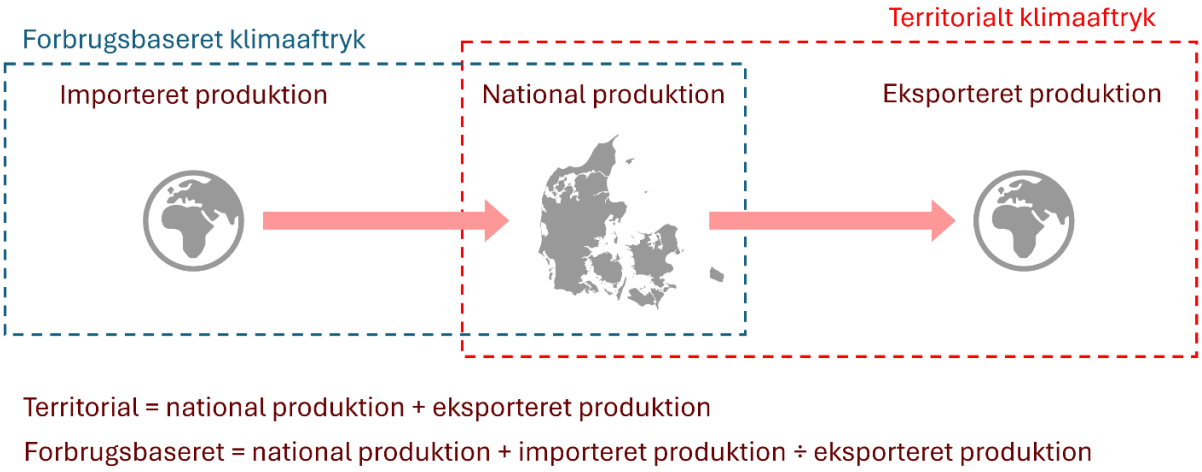
Afgrænsning

Kortlægningen af studierne tager udgangspunkt i byggeri, det vil sige klimabelastning fra dansk anlægsaktivitet ikke medtages i notatet. I dette notat omfatter definitionen “byggeri” de materialer og energiforbrug, der indgår som en del af Bygningsreglementets kapitel 11 om Energiforbrug og klimapåvirkning. Det betyder at byggeri er de bygningsdele, der er indenfor for fundament og sokkel, hvormed omkringliggende udearealer og nødvendig infrastruktur som veje, afløb og vandforsyning ikke er inkluderet. Energiforbrug omfatter el- og varmeforbrug, der er inkluderet i energirammen i Bygningsreglementets kapitel 11 §297, dog med modifikationer i nogle studier (se *Drift (B6) i* afsnit 1.3).

Kortlægningen tager udgangspunkt i byggerirelevante aspekter og elementer relateret til metoden livscyklusvurderinger (LCA). Byggerirelevante aspekter indbefatter bygningstyper og deres detaljegrad, om det omfatter hele eller dele af bygningsmassen og om driftsenergi inkluderes og hvordan. Indenfor sfæren af LCA findes dog forskellige undermetoder, systemafgrænsninger, databaser osv., hvormed disse forskelle undersøges og fremhæves i dette notat. Klimabelastning, klimapåvirkning og udledninger bruges ensbetydende som synonymer gennem notatet som begreb får den påvirkning af klimaet drivhusgasudledning har.

Baggrund

Ved udførelse af nationale klimaregnskaber kategoriseres først opgørelsesprincippet, hvorefter metode vælges som input til dette. De generelt to mest anvendte opgørelsesprincipper for nationale klimaregnskaber er den territoriale (produktionsbaserede) og den forbrugsbaserede tilgang, baseret på studierne bag Klimastatus og -fremskrivning (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2025) og Global Afrapportering (Energistyrelsen, 2025; P. R. Jensen & Iliev, 2022). Den territoriale tilgang, medtager udledninger inden for landets grænser, uanset om produkterne anvendes og forbruges i Danmark eller eksporteres. Den forbrugsbaserede tilgang medtager derimod aktiviteter afstedkommet af efterspørgsel og forbrug i Danmark. Dermed inkluderes nationale og importerede udledninger forbundet med forbrug i Danmark, mens eksporteret Dansk produktion fratrækkes og udelades fra opgørelsen, da dette er afstedkommet af forbrug uden for Danmarks grænser. De to opgørelsesprincipper er visualiseret på Figur 1, inspireret af Jensen & Iliev (2022).



Figur 1 Systemafgrænsning for forbrugsbaseret og territorial opgørelsestilgang af national klimabelastning, inkl. forklarende formler. Inspireret af Jensen & Iliev (2022).

Den territoriale tilgangs fordel er at den omfatter aktiviteter inden for Danmarks grænser, hvormed politik, regulering og andre reduktionsstrategier kan have direkte effekt på aktiviteter i en given sektor og dermed klimabelastningen. Omvendt indkapsler tilgangen ikke det fulde billede af klimabelastningen, da udledning fra importerede materialer og produkter forårsaget af efterspørgsel og forbrug i Danmark ikke medregnes. Derimod indfanger den forbrugsbaserede tilgang klimabelastningen forårsaget af efterspørgsel og forbrug i Danmark uanset hvor produktionen forekommer. Ved den forbrugsbaserede opgørelse vil dansk politik og strategier have sværere ved at yde direkte indflydelse på udledninger fra import fra udlandet. Omvendt giver det indsigt i, hvor klimapåvirkningen fra dansk forbrug vil lande, så der kan tages højde for at reduktioner i Danmarks territoriale emissioner ikke blot helt eller delvist eksternaliseres til udlandet i form af lækageeffekt. Dermed er der fordele og begrænsninger ved begge metoder og anvendeligheden kan også afhænge af formålet med en given opgørelse, hvormed anvendelse af begge opgørelsesprincipper vil være mest indsigtsgivende.

LCA er typisk en af metoderne til at vurdere klimapåvirkning fra produkter, services og systemer, hvilket kan benyttes til både territorial og forbrugsbaserede opgørelsesprincipper. I tillæg til de nationale opgørelsesprincipper herover, findes der inden for LCA-metoden de overordnede tilgange: Top-down og bottom-up.

Bottom-up tilgangen inkluderer specifikke processer, der indgår i en værdikæde, ofte på et højt detaljeringsniveau. Imidlertid afskærer bottom-up tilgangen processer og kapitalinvesteringer i forsyningskæden, der har en lille andel af den samlede aktivitet, hvilket over hele værdikæden kan akkumulere sig til vis andel af fx klimabelastningen. Service- og tjenesteydelser indgår som hovedregel ikke i bottom-up tilgangen. Dermed vil bottom-up tilgangen som udgangspunkt vise en klimabelastning, der er lavere end den reelle, men til gengæld kan den vise forskellige reduktionsstrategier på et detaljeret

niveau. Bottom-up tilgangen er ofte hverken helt konsistent med en territorial eller forbrugsbaseret tilgang, og derfor vil denne tilgang i de fleste tilfælde ikke entydigt kunne placeres under en af de opgørelsesprincipper.

Top-down tilgangen inkluderer som udgangspunkt service- og tjenesteydelser og de afskårne processer, hvormed en national opgørelse af klimabelastning vil være teoretisk tættere på den reelle udledning. Ulempen ved top-down er at materialer og sektorer aggregeres med lav detaljegrad, der begrænser muligheden for at undersøge og sammenligne reduktionsstrategier indenfor og på tværs af materialegrupper og -sektorer. Top-down tilgangen vil ofte bruges og passe til det forbrugsbaserede opgørelsesprincip.

1. Studier af dansk byggeris klimabelastning

Indenfor rammen af de to opgørelsesprincipper for klimabelastning forekommer forskellige metoder til at modellere dansk byggeris klimaaftryk. I dette notat indgår ni studier af dansk byggeris klimabelastning, som det fremgår af Tabel 1, hvor fire overordnede metoder anvendes som input (se herunder). De fire metoder giver forskellige estimater af klimabelastningen på grund af den overordnede forskel i de to opgørelsesprincipper, men også metodernes type og omfang. Med metodernes type menes i dette notat om de har en bottom-up eller top-down tilgang. I dette notat er bottom-up metoderne proces-LCA og energistrømsanalyse, mens top-down metoderne er input-output (IO) LCA og hybrid LCA, hvor sidstnævnte er en kombineret energistrømsanalyse og IO-LCA. Metoderne uddybes herunder.

Tabel 1 Studier med opgørelse af dansk byggeris klimabelastning inkl. baselineår, opgørelsesprincip (hvis muligt), LCA-tilgang og -metode, og omfang af byggeri og energi til drift (el- og varmeforbrug). "Renovering" er en bredere kategori og varierer mellem studier. Drift kategoriseret som nybyg medtager kun driftsenergi for nybyggeri i det givne år, mens nybyg+renovering betyder det medtages for hele den eksisterende bygningsmasse i det givne år.

Studie	År	Princip	LCA-tilgang og -metode	Omfang af byggeri og energi
Studie 1: Handletank metode 1 (EA Energianalyse, 2024)	2021	Territorial	Top-down Energistrømsanalyse	Nybyg Renovering Drift (nybyg + renovering)
Studie 2: Handletank metode 2 (EA Energianalyse, 2024)	2021		Bottom-up Proces-LCA	Nybyg Drift (nybyg)
Studie 3: Handletank metode 3 (EA Energianalyse, 2024)	2021	Forbrugsbaseret	Top-down Hybrid LCA	Nybyg Renovering Drift (nybyg + renovering)
Studie 4: BUILD (Hoxha et al., 2024)	2022		Bottom-up Proces-LCA	Nybyg
Studie 5: BUILD (Tozan et al., 2025)	2024		Bottom-up Proces-LCA	Nybyg Drift (nybyg)
Studie 6: BUILD Nybyggeriets klimapåvirkning 2025 (2023)	2023		Bottom-up Proces-LCA	Nybyg
Studie 7: Faktaark (Social- og Boligstyrelsen, 2024)	2021	Forbrugsbaseret	Top-down Input-output LCA	Nybyg Renovering
Studie 8: Klimapotentiale ved renovering (Strateginetværket for bæredygtigt byggeri, 2026)	2025		Bottom-up Proces-LCA	Nybyg Renovering Drift (alt byggeri)
Studie 9: CONCITO Danmarks globale forbrugsudledninger 2023 (Minter et al., 2023)	2016	Forbrugsbaseret	Top-down Input-output LCA	Nybyg Renovering

Udover de ni identificerede studier herover er et studie i forbindelse med Reduction Roadmap under udarbejdelse, hvorved det ikke kan indgå i dette notat. I Tabel 1 vises studiernes baselineår, opgørelsesprincip, LCA-tilgang og -metode, samt omfang af byggeri og energi til drift. Studierne varierer med hensyn til baselineår, hvilket kan influere klimabelastningen grundet emissionsfaktorerne og byggeaktiviteten i et givent år sjældent er ens. De studier med fremskrivning af energiforbrug og -emissionsfaktorer påvirkes også af baselineår, da emissionsfaktorerne ændrer sig løbende. LCA-tilgang og -metode kan påvirke omfanget og detaljegraden af værdikæden, som beskrevet i afsnit 1.1. Nogle studier inkluderer kun nybyggeri, mens andre også modellerer renovering af eksisterende bygningsmasse, hvilket har betydning for den samlede klimabelastningstal for dansk byggeri. Om kun nybyggeri eller hele den

eksisterende bygningsmasse omfattes af analysen har ligeledes iboende betydning for driftsenergi og dets andel af klimabelastningen.

1.1. Beskrivelse af LCA-metoder

Energistrømsanalysen i Studie 1 er en territorial opgørelse, hvor energiforbruget fra produktionssektorer i Danmark med levering til byggebranchen danner grundlag for opgørelse af klimabelastningen i byggeriet og følger metoden i (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2025). Energistrømsanalysen inkluderer desuden klimabelastning fra procesudledninger i produktionsmaterialer, der er særligt kendt fra cementproduktion, hvor kemiske processer udleder klimagasser i tillæg til energiforbruget i fremstillingen. Energistrømsanalysen inkluderer energi forbrugt direkte på de givne fremstillingsanlæg og indirekte forbrug af el og varme (fx fjernvarme). Driftsenergiforbrug er ligeledes inkluderet i energistrømsanalysen. Transport er opgjort på baggrund af statistikdata, hvor det dog ikke er klart, hvordan fordelingen er på faserne A2 og A4. Studiet omfatter materialer og driftsenergi fra hele bygningsmassen.

Proces-LCA er anvendt i Studie 2, 4, 5, 6 og 8 og er metoden, der også anvendes i forbindelse med LCA til vurdering af klimapåvirkning i Bygningsreglementets klimakrav. Proces-LCA er ikke entydig territorial eller forbrugsbaseret, som beskrevet i afsnit 1, da dette afhænger af det anvendte datagrundlag. Studierne med proces-LCA, med undtagelse af Studie 4, anvender som datagrundlag generiske data for Danmark jf. Bygningsreglementet og i nogle tilfælde miljøvaredeklarationer (EPD'er) direkte for specifikke materialegrupper. Dette datagrundlag fremstår umiddelbart som en territorial opgørelse, men de underliggende databaser kan være mere markedsbaserede, hvor gennemsnitsmarkeder (fx for Europa) kan være anvendt. Dette er dermed ikke en territorial tilgang, men det repræsenterer omvendt heller ikke det specifikke forbrug i den danske byggesektor, som kendetegner den forbrugsbaserede tilgang.

Proces-LCA er en bottom-up tilgang med en ofte stor detaljegrad af materialerne der indgår i byggeriet og den dertilhørende forsyningskæde. Til gengæld afskæres også dele af processer og kapitalgoder der indgår i værdikæderne med en lille andel, for at forenkle modelleringen, hvilket også kaldes "cut-off". Akkumuleret kan de afskårne processer og kapitalgoder stadig udgøre en vis andel af den samlede klimabelastning. Service- og tjenesteydelser indgår sjældent i proces-LCA. Det betyder at den samlede klimabelastning ofte er lavere end ved andre tilgange. Proces-LCA er som standard begrænset i deres geografiske detaljegrad i databaserne, men til gengæld er der mulighed for en detaljeret modellering af forsyningskæder. Følger en given proces-LCA Bygningsreglementet, så vil energiforbrug til drift være et beregnet forbrug og ikke det faktisk anvendte.

Hvis EPD'er indgår i datagrundlaget for modellerne ved proces-LCA, må EPD'er gerne indeholde grønne certifikater, hvis der købes eller anvendes grøn strøm eller varme i produktionen af et givent materiale. Dette kan påvirke den dokumenterede udledning til at være lavere end den faktiske og derved påvirke den samlede klimaopgørelse.

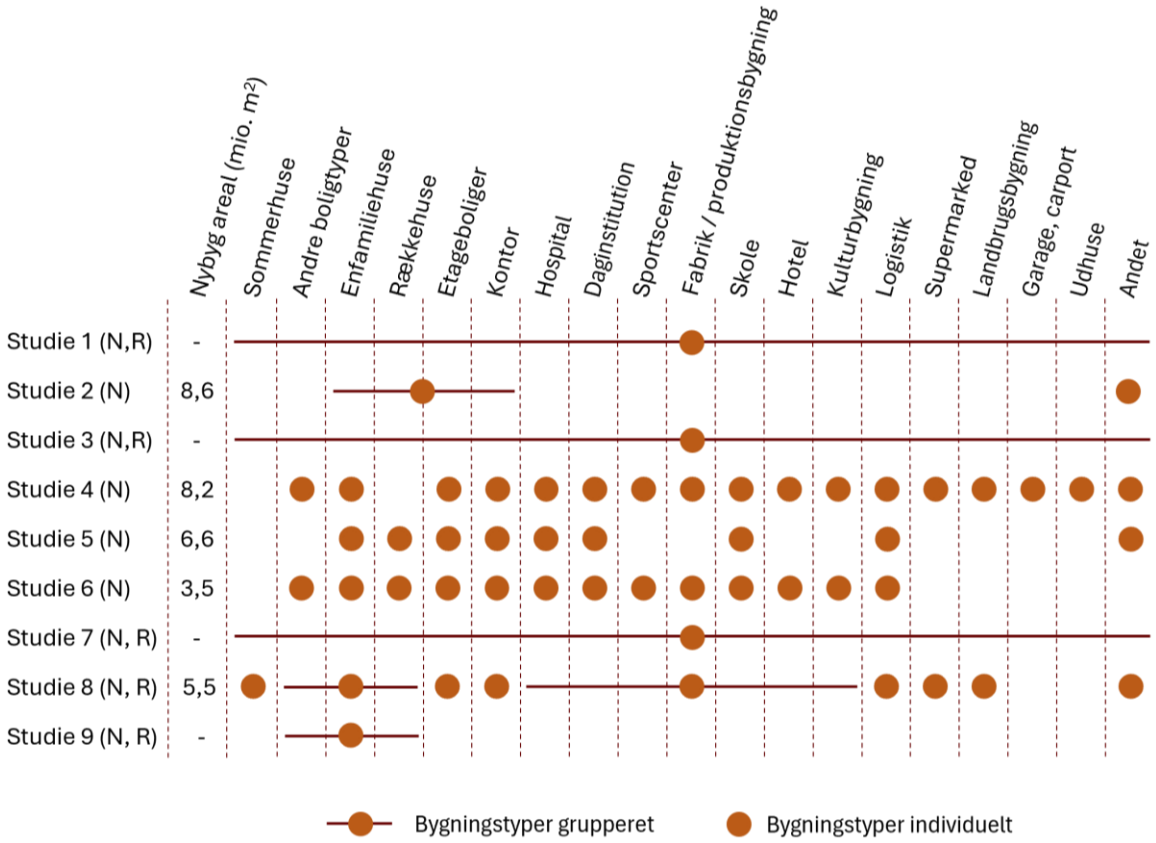
Input-output (IO) LCA anvendes i Studie 7 og 9, hvilket er forbrugsbaserede opgørelser, hvor emissioner relateret til national produktion og importerede produkter opgøres i modellen, mens eksport af dansk producerede byggematerialer ekskluderes. Derved medregnes den klimabelastning, der forekommer uden for landets grænser, men som forsages af efterspørgsel og forbrug i Danmark. IO LCA medtager generelt service- og tjenesteydelser i forsyningskæderne og dem direkte relateret til byggeriet, såsom rådgivningsydelser, forsikring mv. og små andele af processer og kapitalgoder i forsyningskæderne afskæres ikke i stor grad. Den geografiske detaljegrad er også høj, særligt i Europa. IO LCA er til gengæld begrænset i detaljegraden af forsyningskæderne, da forsyningskæderne ofte er aggregeret på branchekategorier, der ofte begrænser eller hindrer sammenligning af to produktionsmetoder indenfor samme sektor. Desuden kan aggregeringen af sektorer være særlig bred for nogle materialer fx tilhører gipsmaterialer og betonproduktion samme sektor på trods af stor forskel i klimapåvirkningen.

Hybrid LCA er en forbrugsbaseret klimaopgørelse og anvendes i Studie 3. Hybrid LCA betyder generelt at top-down og bottom-up tilgange kombineres, men det kan være på forskellige måder. I Studie 3 anvendes IO LCA til at indarbejde udledninger fra import og kombineres med energistrømsanalyse fra Studie 1, der er territorial og dermed mere specifik for dansk byggeri nationale forbrug. Hybrid LCA

bruges for at få fordelene ved de forskellige LCA-tilgange og -metoder, da bottom-up tilgange ofte er mere specifikke for et land og sektor og har en høj detaljegrad for specifikke materialer, mens top-down tilgange kan tage højde for importrelaterede udledninger og integrere service- og tjenesteydelser i den samlede klimabelastning.

1.2. Omfang af bygningstyper

På Figur 2 vises omfanget af bygningstyper i studierne, hvor hver prik betyder at bygningstypen er inkluderet individuelt, mens en prik med streg viser at bygningerne er inkluderet som gruppe, hvilket for nogle studier betyder at de ikke skelner mellem bygningstyper. Studier der dækker kategorien: "Andet" klarlægger ikke hvilke bygninger det drejer sig om, hvormed det principielt kan være alle de bygninger, der ikke indeholder en prik, hvilket ikke kommes nærmere. Figuren viser areal for nybyggeri i studierne, for de studier der opgør dette, for at fremhæve forskellen i byggeaktivitet afhængigt af baselineår, og om det inkluderer både nybyg (N) og renovering (R).



Figur 2 Omfang af bygningstyper i studierne. En prik betyder at bygningstypen er inkluderet individuelt, mens en prik med streg betyder de givne bygningstyper er inkluderet som en samlet gruppe, men at påvirkning per bygningstype ikke kan identificeres. Nybyg areal viser den samlede antal m^2 anvendt for beregning af nybyggeris klimabelastning i det pågældende studie (for de studier der opgør areal). N: Inkluderer nybyggeri, R: Inkluderer renovering.
Studie 1: Handletank metode 1 (2024), Studie 2: Handletank metode 2 (2024), Studie 3: Handletank metode 3 (2024), Studie 4: BUILD (Hoxha et al., 2024), Studie 5: BUILD (Tozan et al., 2025), Studie 6: BUILD Nybyggeriets klimapåvirkning 2025 (2023), Studie 7: Faktaark (Social- og Boligstyrelsen, 2024), Studie 8: Klimapotentiale ved renovering (Strateginetværket for bæredygtigt byggeri, 2026), Studie 9: CONCITO Danmarks globale forbrugsudledninger 2023 (Minter et al., 2023).

Studie 1, 3 og 7 omfatter alle bygningstyper og har dermed et forholdsvist komplet omfang af bygningstyper, hvor begrænsningen er, det ikke er muligt at identificere påvirkninger fra forskellige bygningstyper eller grupper af bygningstyper. Det skal bemærkes at Studie 1 er territorialt baseret og Studie 3 og 7 er forbrugsbaserede, hvormed klimapåvirkningen ikke entydigt kan sammenlignes.

Studie 2 baserer sin klimaopgørelse på et gennemsnit af en gruppe af bygninger, hvor der ikke skelnes mellem bygningstyperne. Det vil dog være muligt at identificere de enkelte bygningers samlede klimapåvirkning i det bagvedliggende datagrundlag. Studie 4, 5, 6 og 8 dækker en detaljeret opgørelse af bygningstyper, hvormed det giver stor indsigt i klimabelastningen fra de enkelte bygningstyper. Studie

4 har kun én casebygning for hver bygningstype, så repræsentativiteten af variationen i klimapåvirkningen for hver bygningstype er snæver. Studie 9 inkluderer kun boliger som eksplicit kategori, mens andre bygningstyper er implicit opgjort i andre sektorer, og dermed er det kun muligt at identificere klimabelastningen fra boliger i studiets analyse.

Diskussion og opmærksomhedspunkter

Hvis klimaopgørelsens hovedsigte er monitering af løbende udvikling, er det vigtigt at have hele bygningsmassen med for både nybyg og renovering, men det mindre vigtigt hvor detaljeret klimabelastningen kan identificeres. Detaljeringsgraden af bygningstyper bliver imidlertid vigtigere hvis formålet er at finde reduktionspotentialer og derefter lave strategier herfor. I den sammenhæng vil det være givende at have både renovering og nybyg inkluderet for at kunne identificere forholdet mellem de to kategorier, de dertil største reduktionspotentialer, og om det vil være fordelagtigt at skabe mere incitament til den ene frem for det anden. Udover omfanget og detaljegraden af inkluderede bygningstyper er det samlede areal i analysen vigtig, hvor Figur 2 viser at det for nybyggeri varierer betydeligt på tværs af studierne. Det påvirkes af at baselinåret varierer for studierne, men også at arealopgørelsen i nogle studier er det specifikke areal for baselinåret, og i andre er det er gennemsnit over en bestemt årrække.

1.3. Omfang af livscyklusfaser

I Bygningsreglementet er der klimakrav til nybyggeri, der søger byggetilladelse efter 1. juli 2025. Et af kravene til nybyggeri er hvilke livscyklusfaser, der skal indgå i rapporteringen. Klimapåvirkningen skal rapporteres for faserne A1-A5, B4, B6, C3-C4 og D, hvoraf D-fasen dog ikke skal indgå i forhold til at overholde klimakravene, men opgøres separat. A4-A5-faserne har sit eget klimakrav og tælles derfor separat. Da LCA-rammeværket og -terminologien er en kendt og udbredt i byggebranchen, herunder livscyklusfaser, er det relevant at analysere studierne i dette notat med hensyn til dette.

En oversigt over de omfattede livscyklusfaser i studierne er vist på Figur 3. Her viser boksene de inkluderede faser i studierne. Røde bokse i fasen energiforbrug til drift (B6) betyder at hele bygningsmassens energiforbrug indgår, mens det for lilla bokse er drift i nybyggeri. Et X indikerer at det faktiske energiforbrug anvendes, mens intet X indikerer at det beregnede energiforbrug anvendes. Renovering og ombygning er generelt er en bred kategori som ikke er entydigt defineret i studierne eller generelt, og kan derfor det være vanskeligt sammenligne.

Produktion (A1-A3)

Alle studier omfatter produktionsfasen (A1-A3) for nybyggeri, mens Studie 1, 3, 7, 8 og 9 også inkluderer A1-A3 for renovering, men kun Studie 8 opgør det separat for renovering.

Byggeproces (A4-A5)

Studie 1 til 4 inkluderer byggeprocessen, hvor Studie 1 og 3 opgør det faktiske energiforbrug i byggeprocessens opførsel (A5) i baselineåret for både nybyggeri og den eksisterende bygningsmasse. A4-A5 indgår i Studie 2 som et samlet gennemsnit for begge faser baseret på et beregnet tal fra litteraturen. Studie 4 anvender antagelser på 25 km transportdistance for A4 og 5% spild i A5 baseret på litteratur. Studie 7 dækker implicit A5 i byggeprocessen, så klimabelastning herfra opgøres derved ikke separat.

Udskiftning og renovering (B2-B5)

I dette afsnit anvendes udskiftninger (B4) i forbindelse med nybyggeri og vedligehold (B2), reparation (B3), og renovering (B5) kategoriseres alle som renovering af den eksisterende bygningsmasse. Renovering er nødvendigvis entydigt kategoriseret i studierne og det er den del af bygningsmassen, hvor der mangler viden sammenlignet med nybyggeri. Studie 4 og 5 opgør kun nybyggeri og dermed medtages kun udskiftninger (B4), hvilket gøres som et årligt gennemsnit af udskiftninger over en 50-årig referenceperiode baseret på levetidstabeller for materialer jf., Bygningsreglementet. Dermed er udskiftningerne ikke tidsmæssig konsistent med det reelle i baselineåret.

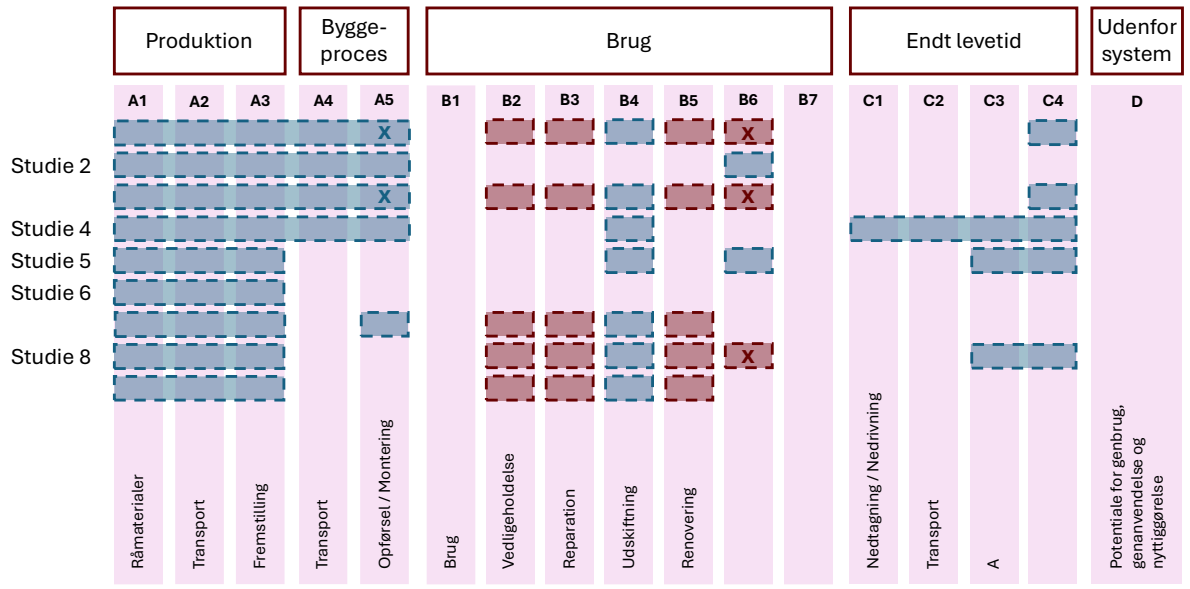
Studie 1, 3, 7, 8 og 9 inkluderer udskiftning af både nybyggeri og renovering af den eksisterende bygningsmasse, hvormed de har en bred dækning af bygningsmassen. Det er dog ikke muligt i Studie 1, 3, 7 og 9 at identificere den andel renovering udgør af klimabelastningen, hvilket skyldes top-down tilgangens manglende detaljegrad. Studie 2 og 6 inkludere ikke udskiftninger i deres opgørelse.

Drift (B6)

De forbrugsbaserede studier, Studie 7 og 9, omfatter ikke driftsenergi i brugsfasen, mens det indgår i Studie 3, dog ved at anvende driftsenergien fra Studie 1, hvormed energien er modelleret produktionsbaseret og ikke forbrugsbaseret. Studie 4 og 6 inddrager ikke driftsenergi. Studie 1, 3 og 8 omfatter drift i både nybyg og eksisterende bygningsmasse for det givne baselineår. Studie 1 og 3 anvender Bygningsreglementets afgrænsning for energiforbrug, men modsat et teoretisk beregningskrav i Bygningsreglementet opgør studierne det på det målte energiforbrug. Studie 8 driftsenergi kalibreres ligeledes til at være det faktiske energiforbrug. Studie 2 og 5 omfatter drift fra nybyggeri opgjort ved et gennemsnit over 50 år fra et udsnit af casebygninger, der følger Bygningsreglementets krav for 2023 (Kapitel 11 §297). Studie 5 afviger dog ved at have korrigeret energi til drift til det størst mulige for de forskellige bygningstyper ud fra et forsigtighedsprincip. Gennemsnittet for drift i Studie 2 og 5 involverer en fremskrivning af energikildefordelingen i energimikset frem mod 2050, så dermed er driftsenergiens klimabelastning ikke entydig tidskonsistent med baselineåret.

Endt levetid (C1-C4)

Studie 1 og 3 inkluderer nyttiggørelse til energiproduktion af materialer ved endt levetid (C4), hvilket dog antages at være regnet med i driftsenergien (B6), hvormed C4 ikke rapporteres separat. Affaldsbehandling (C3) og anden nyttiggørelse end energi fra nedrivning i C4 er dermed ikke en del af analysen i Studie 1 og 3. I Studie 3 opgøres C4 kun for nationale udledninger og ikke for importerede materialer. Studie 4 dækker alle fire faser ved endt levetid, hvor nedrivning og transport til affaldsbehandlingslokationen (C1-C2) er antage standardværdier, og affaldsbehandling og bortskaffelse (C3-C4) er de anvendte processer i den benyttede database. C-faser i Studie 4 er et årligt gennemsnit over en 50-årig referenceperiode for de forskellige bygningstyper. Studie 5 er ligeledes et årligt gennemsnit over 50 år, men omfatter kun affaldsbehandling og bortskaffelse (C3-C4), dog med væsentligt flere casebygninger, 291, på tværs af de inkluderede bygningstyper. Studie 6, 7 og 9 inkluderer ikke endt levetid. Studie 8 opgør endt levetid (C3-C4) separat som nedrivning, med undtagelse af renovering af den eksisterende bygningsmasse, hvor C3-C4 indgår implicit heri. Nedrivningsaktivitet og dets klimabelastning kan dermed identificeres separat for de dele af bygningsmassen, der rives ned ved nybyggeri, hvilket også gør det tidsmæssigt konsistent med opgørelsesåret.



Figur 3 Omfang af livscyklusfaser i studierne. Renovering og ombygning er markeret med faserne B2, B3 og B5, men det skal understreges at renovering generelt er en bred kategori som ikke er entydigt defineret i studierne eller generelt. Bokse i rød for B6 betyder at energiforbrug er inkluderet for den eksisterende bygningsmasse. Bokse med "X" betyder at energiforbrug til drift er det faktiske forbrug, mens dem uden er det beregnede forbrug, A1-A3.
Studie 1: Handletank metode 1 (2024), Studie 2: Handletank metode 2 (2024), Studie 3: Handletank metode 3 (2024), Studie 4: BUILD (Hoxha et al., 2024), Studie 5: BUILD (Tozan et al., 2025), Studie 6: BUILD Nybyggeriets klimapåvirkning 2025 (2023), Studie 7: Faktaark (Social- og Boligstyrelsen, 2024), Studie 8: Klimapotentiale ved renovering (Strateginetværket for bæredygtigt byggeri, 2026), Studie 9: CONCITO Danmarks globale forbrugsudledninger 2023 (Minter et al., 2023).

Diskussion og opmærksomhedspunkter

Kompletheden af klimabelastningen for byggeri forøges generelt med antallet af omfattede livscyklusfaser. Dog er det vigtigt at være opmærksom på, om det kun er nybyggeri eller om hele bygningsmassen inkluderes i form af renovering og drift. Et andet vigtigt aspekt ved klimabelastningsopgørelse er tidskonsistens mellem udledninger og aktivitet (opførsel, renovering, nedrivning). De fleste proces-LCA studier, Studie 2, 4, 5 og 6, tager udgangspunkt LCA-tilgangen på bygningsniveau. Det indebærer studierne anvender en gennemsnitsudledning over bygningernes livscyklus for nybyggeri på 50 år, der skaleres til baselineårets byggeaktivitet, hvormed særligt udledninger fra udskiftninger og ved endt levetid ikke er den faktiske for baselineåret. Eksempelvis vil den tilgang vise en balance mellem udledninger i produktionsfasen (A1-A3) og ved nedrivning (C-faser), men Studie 8, der opgør nedrivning tidskonsistent med baselineåret, viser at der forekommer betydeligt mindre nedrivning end der opføres nybyggeri, altså er det reelt ikke i balance. Manglende tidskonsistens betyder at udledninger i et givent år ikke viser den faktiske klimapåvirkning, hvilket kan have betydning for analyser og vurdering af cirkularitetspotentialer.

Et andet opmærksomhedspunkt er modellering af driftsenergien (B6). I Bygningsreglementets krav er driftsenergien beregnet, hvilket er anvendeligt ved design, men mindre retvisende ved opgørelse af byggeriets samlede klimabelastning. Hvis der ligeledes anvendes et gennemsnit over en 50-årig periode, så vil fremtidige ændringer i energimikset indgå i det gennemsnitstal og dermed være mindre retvisende for baselineåret. Her vil en beregning af det faktiske forbrug være retvisende for baselineåret, og være relevant og vigtig for særligt fremskrivninger af udledningerne fra drift, når energimiks og emissionsfaktorer ændrer sig. I forbindelse med energiforbrug til drift (B6) og nyttiggørelse af affald til energi ved endt levetid (C4) kan der forekomme såkaldt dobbelttælling for dele af energien, det vurderes dog at dette ikke har væsentlig betydning i det store billede.

1.4. Datagrundlag

Datagrundlaget for de forskellige studier er præsenteret i Tabel 2, hvoraf nogle baseres på nationale opgørelser og rapporter, mens andre på LCA-databaser og miljøvaredeklarationer (EPD'er). Datagrundlaget er opdelt på materialer og energiforbrug til drift, da data ofte vil være markant forskelligt. Nogle studier angiver ikke alle referencer eksplicit, så nogle kilder i Tabel 2 vil fremgå uden reference.

Materialer

Studie 1 og 3 (den territoriale del af studiet) anvender *Kortlægning af energiforbrug og opgørelse af energisparepotentialer i produktionserhvervene* (Energistyrelsen, 2022a), hvor energiforbruget i forskellige brancher opgøres for et givent år i Danmark, herunder leverende brancher til byggeriet. Tallene er for 2019 og fremskrives til baselineåret 2021 ved *Klimastatus og -fremskrivning 2023* (KF23) (Energistyrelsen, 2023b).

Studie 3, 7 og 9 er forbrugsbaserede, hvoraf de to førstnævnte anvender *Global Afrapportering 2023* (Energistyrelsen, 2023a; Jensen & Iliev, 2022), hvor nationale emissioner er baseret på Danmarks Statistiks Single-Country National Accounts Consistent (SNAC) og importerede materialers udledning er baseret på EXIOBASE-databasen. EXIOBASE er en miljøudvidet multiregional input-output database, der samler handel i den globale økonomi opdelt på lande og sektorer, hvortil miljø- og klimapåvirkninger kan opgøres, og inkluderer herunder også service- og tjenesteydelser i økonomien (Stadler et al., 2018). Studie 9 anvender kun EXIOBASE-databasen til opgørelse af klimabelastningen, og dermed ingen SNAC-model.

Studie 3 og 7 anvender SNAC-modellen og EXIOBASE med monetære enheder, det vil sige sektorers klimabelastning er opgjort per krone, både ved sektorer med et fysisk produkt fx beton og træ, og med en service- og tjenesteydelse. I studie 9 anvendes en version af EXIOBASE med hybride enheder, så for sektorer med fysiske produkter opgøres udledning i fysiske enheder og for service- og tjenesteydelser opgøres det i monetære enheder. Ligeledes anvendes EXIOBASE i en version med en forøget udledning fra flytransport, indirekte arealanvendelse (iLUC) og en marginal tilgang. En marginal tilgang betyder at kun leverandører, der forventes at blive påvirket ved ændret efterspørgsel indgår, i stedet for at anvende den gennemsnitlig markedssammensætning, og at substitution anvendes i stedet for allokering ved multifunktionalitet og endt levetid.

Proces-LCA studierne, med undtagelse af Studie 4, anvender Ökobaudat i forskellige versioner og generiske data fra Bygningsreglementet 2023, der primært også er baseret på Ökobaudat, og for Studie 2 anvendes desuden enkelte branche-EPD'er. Studie 4 anvender Ecoinvent-databasen, der omfatter mange regioner og materialeprocesser, så forskellige produkter kan modelleres (Wernet et al., 2016). De nævnte databaser kaldes procesdatabaser (eng: unit process databases), hvormed de er højt detaljerede på enkelte materialer og deres forretningskæder, men omvendt anvender cut-off med hensyn til processer og har i nogle tilfælde en begrænset geografisk repræsentation som standard. Det bør forventes at de fleste EPD'er kan være udført ved brug af de nævnte databaser, men modificeret til at repræsentere det givne produkt og dets værdikæde.

Energi til drift

Driftsenergien i Studie 1 og 3 baseres på Energistatistik (Energistyrelsen, 2021) og bør være relativ præcis for baselineåret. Dermed anvendes det faktiske målte forbrug og da data opdateres årligt, vil det være håndterbart at opdatere data fremadrettet.

Datagrundlaget for energi i driftsfasen i Studie 2, 4, 5 og 6, proces-LCA, er baseret på emissionsfaktorerne for el og fjernvarme i Bygningsreglementet, se Tabel 2 for version. Emissionsfaktorerne i disse studier ændrer sig kun med sammensætningen i energimikset, hvormed den samlede emissionsfaktor for energimikset ændres, men de enkelte energikilders emissionsfaktorer forbliver konstante. Det biogene kulstof ved forbrænding af biomasse og affald regnes som klimaneutralt (nuludledning), mens processernes i fremskaffelsen og håndteringen har en klimabelastning. Emissionsfaktoren er et gennemsnit over 50 år, hvormed fremtidige ændringer i energimikset tælles med i baselineåret, hvilket ikke giver et helt aktuelt billede af udledningen.

Studie 8 baserer driftsenergi på modellen i Kragh et al. (2025), der opgør varmebehovet i den eksisterende bygningsmasse ud fra energimærkningsdata, som dertil kalibreres med baggrund i *Klimastatus og -fremskrivning (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2025)*, så det faktiske forbrug i bygningsmassen indgår.

Diskussion og opmærksomhedspunkter

Energiforbrugsdata til materialer må antages at være relativt præcist, som omvendt medfører et relativt lavt detaljeringsniveau på byggeskik og hvor i bygningsmassen materialer anvendes. Ligeledes kan der forekomme allokeringsmæssige antagelser for ektorer, der leverer til andre brancher end byggeriet, fx skovbrug og betonindustri, som kan divergere fra den reelle fordeling. Ved procesdatabaser som Ökobaudat og Ecoinvent kan der opnås en høj detaljegrad af materialers værdikæder og de kan tilpasses geografisk. Begrænsningen i procesdatabaserne er til gengæld at processer med mindre andel af forsyningskæden afskæres, så den akkumulerede klimabelastning vil ikke inkludere alle aktiviteter, og processer skal givetvis tilpasses en dansk kontekst for nogle materialer.

Anvendelse af EXIOBASE kan være både ved fysiske og monetære enheder, og da byggebranchen generelt arbejder med meget tunge materialer, der kan fluktuere i pris, vil en fysisk version være at foretrække for bedre præcision. Udledninger, der forekommer i Danmark, kan være mindre repræsentative ved brug af EXIOBASE for nogle sektorer, hvortil SNAC-modellen blev udviklet til *Global Afrapportering* for bedre at repræsentere danske forhold, men hvor EXIOBASE vurderes at være den bedste tilgang til inkorporering af importdata (Jensen & Iliev, 2022). SNAC-modellen og EXIOBASE indeholder også service- og tjenesteydelser, som dermed vil være med til vise et mere komplet klimabelastningsbillede, særligt når det skal sammenlignes op mod andre brancher.

Styrken ved datagrundlaget i energistrømsanalysen til drift er at det teoretisk omfatter alt energiforbrug i byggebranchen, og at det faktiske energiforbrug, ikke det beregnede, lægger til grund for klimabelastningen. På den måde indgår også alle energikilder og -teknologier, der anvendes i den eksisterende bygningsmasse, hvilket også er relevant for at udfolde reduktionsstrategier. Anvendes energimikset fra Bygningsreglementet, senest emissionsfaktorer fra Nilsson et al. (2023), skal man være opmærksom på at den eksisterende bygningsmasse anvender en langt bredere pallette af energikilder, ofte med større emissionsfaktorer, som dermed ikke vil blive repræsenteret i sådan en opgørelse. For energikilder der indeholder biogent kulstof har man vedtaget nogle opgørelsesmæssige standardiseringer, hvor det biogene kulstof ikke tæller som en klimabelastning, hvilket ikke nødvendigvis repræsentere den faktiske strøm af udledninger og klimabelastning. Det kan derfor overvejes at forholde sig til dette.

Tabel 2 Datagrundlag for studierne fordelt på materialer og drift (energiforbrug). Hvis referencer ikke er angivet med kilde, er årsagen at de ikke fremgår specifikt i det givne studie. SNAC: Single-country National Accounts Consistent footprint.

Studie	LCA-tilgang	Datagrundlag, materialer	Datagrundlag, drift
Studie 1: Handletank metode 1	Energistrøms-analyse	Kortlægning af energiforbrug og opgørelse af energisparepotentialer i produktionserhvervene (Energistyrelsen, 2022a) Klimastatus og -fremskrivning (KF23) (Energistyrelsen, 2023b) Cement: Aalborg Portland. Transport: Danmarks Statistik, Klimastatus og -fremskrivning (KF23) (Energistyrelsen, 2023b), Statistisk Sentralbyrå. Endt levetid: Nøgletal om energiforbrug og -forsyning (Energistyrelsen, n.d.).	Energistatistik 2021 (Energistyrelsen, 2021) (omfatter varme, inkl. elvarme)
Studie 2: Handletank metode 2	Proces-LCA	Ökobaudat 2020 og branche-EPD'er for træ og beton jf. BUILD-rapport 2021:13 (Tozan et al., 2021)	Opdaterede emissionsfaktorer for el og fjernvarme (COWI & Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020)
Studie 3: Handletank metode 3	Hybrid-LCA	Studie 1 og Global Afrapportering 2023 (Energistyrelsen, 2023a; P. R. Jensen & Iliev, 2022) (SNAC + EXIOBASE v. 3.8.2)	Energistatistik 2021 (Energistyrelsen, 2021) (omfatter varme, inkl. elvarme)
Studie 4: BUILD – Hoxha et al. (2024)	Proces-LCA	Ecoinvent database v. 3.9 (Wernet et al., 2016)	Ingen
Studie 5: BUILD – Tozan et al. (2025)	Proces-LCA	Ökobaudat 2023 Generiske LCA-data (Tabel 7, BR18) BUILD-rapport 2023:16 (Kragh & Birgisdottir, 2023)	Emissionsfaktorer - El, Fjernvarme og Ledningsgas 2025-2075 (Nilsson et al., 2023)
Studie 6: BUILD – Nybyggeriets klimapåvirkning 2025 (BUILD 2023:21)	Proces-LCA	Ökobaudat 2023 Generiske LCA-data (Tabel 7, BR18) BUILD-rapport 2023:16 (Kragh & Birgisdottir, 2023)	Emissionsfaktorer - El, Fjernvarme og Ledningsgas 2025-2075 (Nilsson et al., 2023)
Studie 7: SBST Faktaark	Input-output	Global Afrapportering 2021 (Energistyrelsen, 2023a; P. R. Jensen & Iliev, 2022) (SNAC + EXIOBASE v. 3.8.2)	Ingen
Studie 8: Strateginetværk – Klimapotentiale ved renovering	Proces-LCA	Ökobaudat 2023 Generiske LCA-data (Tabel 7, BR18) (Kragh & Birgisdottir, 2023)	BUILD-rapport 2025:17 (Kragh et al., 2025). Klimastatus Klimastatus og -fremskrivning (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2025)Click or tap here to enter text.
Studie 9: CONCITO Danmarks globale forbrugsudledninger 2023	Input-output	EXIOBASE v4 (Stadler et al., 2018)	Ingen

1.5. Fremskrivningsmetoder

Fremskrivning af byggeriets klimabelastning fra et baselineår benyttes til at undersøge udviklingen eller effekten ved en eller flere fremtidige scenarier for reduktionsstrategier. Studie 6, 7 og 9 inkluderer ikke fremskrivninger og udelades dermed for yderligere beskrivelse i dette afsnit. I dette notat er fremskrivning opdelt i fire kategorier som beskrevet herunder. Det ikke ensbetydende med at alle fire kategorier indgår i studier med fremskrivninger. Tabel 3 viser oversigten af fremskrivningsmetoder for de forskellige studier.

- Byggeaktivitet: Forventet fremtidig byggeaktivitet i form af areal
- Energiforbrug: Forventet energiforbrug til drift i bygninger
- Materialers emissionsfaktorer (EF): Forventet fremtidige effektiviseringer i emissioner
- Drifts emissionsfaktorer (EF): Forventet fremtidig sammensætning af energikilder

Studie 1 anvender *Klimastatus og -fremskrivning 2023* (KF23) (Energistyrelsen, 2023b) til at fremskrive energiforbrug ved byggeaktivitet til 2030. Arealmodellering anvendes ikke til byggeaktivitet og indgår dermed ikke, da klimabelastningen baseres på det forventede fremtidige energiforbrug i leverende brancher til byggebranchen. Dette forventes reduceret 42% fra 2021 til 2030. Energiforbruget til drift fremskrives også fra KF23 og forventes reduceret med 2% i perioden 2021-2030. Materiale-EF og drift-EF fremskrives ud fra *Nøgletal om energiforbrug og -forsyning* (Energistyrelsen, n.d.) og *Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner (SØB)* (Energistyrelsen, 2022b), hvor primært energirelateret klimabelastning forventes reduceret for materialer. Det skyldes mindre brug af fossile brændsler grundet øget implementering af elektrificering, varmepumper ved udnyttelse af varmeoverskud, forøget biogasandel i ledningsgas, og generelt lavere emissionsfaktorer for el og varme. Procesudledninger fra byggematerialer forventes at udgøre en mindre andel af reduktionen. Drift-EF forventes reduceret betydeligt grundet forventet mindre brug af olie og ledningsgas, hvor sidstnævnte også får en større andel biogas.

Studie 3 anvender samme fremskrivningstilgang for territoriale udledninger som Studie 1, hvormed kun importerede materialer fremskrives anderledes. EU Reference Scenario 2020 (European Commission, 2021) anvendes til fremskrivning af den forventede reduktion af importerede materialer.

Studie 2 fremskriver ikke den nationale klimabelastning fra nybyggeri, dog fremhæver de den forventede udvikling i materiale-EF frem mod 2030 fra den forventede udvikling af klimakravet i Bygningsreglementet fra National Strategi for Bæredygtigt Byggeri (2021). Dette opgøres i kg $CO_2e/m^2/år$, så for dansk nybyggeri skal dette skaleres op for at få den samlede klimabelastning.

Studie 4 fremskriver klimabelastning fra materialer for 2022-2050, hvor arealudvikling modelleres ud fra tidsserier af byggeaktivtiet mellem 1982-2021 ved Holt-Winters additiv metode (Hyndman & Athanasopoulos, 2021). Denne metode udleder en formel baseret på historiske tidsserier for areal, der så anvendes til modellering af fremtidig arealudvikling. De historiske tidsserier fremstår som cyklusser (konjunkturer), hvilket fremskrivningen ligeledes gør. Materiale-EF er en statisk fremskrivning fra baselineåret ensbetydende med ingen reduktion i materialers relative klimabelastning.

Studie 5 fremskriver fra 2024 til 2050 og anvender samme metode for byggeaktivitet som Studie 4. Udviklingen i materiale-EF følger tre scenarier: (1) En statisk fremskrivning fra baselineåret, (2) en gradvis reduktion frem til 2031 i forhold til forventet udvikling i grænseværdier i Bygningsreglementet (2023) og herefter statisk udvikling, (3) et scenarie baseret på emissionsfaktorer fra casebygninger der lever op til klimagrænseværdier fra år 2023 i Bygningsreglementet og derefter fremskrevne grænseværdier. Studiet fremskriver energiforbrug til drift som det gennemsnitlige energiforbrug per m^2 bygning, så udviklingen i energiforbrug følger byggeaktiviteten. Drift-EF følger de samme scenarier som for materiale-EF.

Studie 8 kategoriserer byggeaktivitet som nybyggeri, renovering og nedrivning, hvor tre forskellige tilgange til fremskrivning anvendes for perioden 2025 til 2050. Nybyggeris aktivitet fremskrives statisk fra baselineåret baseret på Danmarks Statistik tabel BYGV01, der viser aktiviteten for forskellige bygningstyper. Renoveringsaktiviteten, opgjort på bygningsdele, baseres på den årlige renoveringsrate fra modellen i Lund et al. (2022). Den forventede fremtidige renoveringsrate baseres på bygningsdelenes levetid fra BUILD's levetidstabel (Haugbølle et al., 2021). Nedrivningsaktiviteten er en statisk fremskrivning af gennemsnit for 2012-2023 fra Jensen et al. (2025). Fremskrivning af energiforbrug til drift af bygninger er fra modellen i Kragh et al. (2025), hvor det beregnede energiforbrug kalibreres til det faktiske ved brug af *Klimastatus og -fremskrivning 2025 (KF25)* (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2025). Energiforbruget reduceres gradvist fremadrettet grundet efterisoleringstiltag. Udviklingen i materiale-EF er en lineær årlig gradvis reduktion på 1% baseret på DGNB-manualen (2025), mens drift-EF er nuværende emissionsfaktorer for energikilder, men hvor energikildesammensætningen ændres i fremtiden baseret på KF25 (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2025), hvilket også fremgår af BR18 (2025) Bilag 2 Tabel 8.1.

Tabel 3 Studiernes fremskrivningstilgang, hvis de foretager en fremskrivning, fordelt på byggeaktivitet, energiforbrug, emissionsfaktorer for materialer (Materialer EF), emissionsfaktorer for energi (Drift EF). Målår er årstallet for hvor langt ud i fremtiden fremskrivningen udføres.
Studie 1: Handletank metode 1 (2024), Studie 2: Handletank metode 2 (2024), Studie 3: Handletank metode 3 (2024), Studie 4: BUILD (Hoxha et al., 2024), Studie 5: BUILD (Tozan et al., 2025), Studie 6: BUILD Nybyggeriets klimapåvirkning 2025 (2023), Studie 7: Faktaark (Social- og Boligstyrelsen, 2024), Studie 8: Klimapotentiale ved renovering (Strateginetværket for bæredygtigt byggeri, 2026), Studie 9: CONCITO Danmarks globale forbrugsudledninger 2023 (Minter et al., 2023).

Studie	Målår	Byggeaktivitet	Energiforbrug	Materiale-EF	Drift-EF
Studie 1	2030	Klimastatus og -fremskrivning 2023 (KF23) (Energistyrelsen, 2023b)		Nøgletal om energiforbrug og -forsyning (Energistyrelsen, n.d.). Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner (SØB) (Energistyrelsen, 2022b).	
Studie 2	2030	Ingen	Ingen	National Strategi for Bæredygtigt Byggeri (Indenrigs og Boligministeriet, 2021)	Ingen
Studie 3	2030	Samme som studie 1		Samme som studie 1 og European Commission (2021)	Samme som studie 1
Studie 4	2050	Holt-Winters additiv metode (Hyndman & Athanasopoulos, 2021)	Ingen	Statisk	Ingen
Studie 5	2050	Holt-Winters additiv metode (Hyndman & Athanasopoulos, 2021)	Drift opgøres som energiforbrug pr. m^2., som følger byggeaktiviteten.	Scenarier: 1) Statisk 2) Gradvis reduktion til 2031 jf. BR18 (2023), derefter statisk 3) Casebygninger med mindst klimapåvirkning som grænseværdier	
Studie 6	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
Studie 7	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
Studie 8	2050	Nybyg: Statisk fremskrivning af 2025 aktivitet og fordeling på typologier (DST BYGV01) Renovering: BUILD-rapport 2022:33 (Lund et al., 2022). Årlig renoveringsrate baseret på bygningsdeles levetid fra BUILD-rapport 2021:32 (Haugbølle et al., 2021) Nedrivning: Statisk fremskrivning af gennemsnit for 2012-2023 (Jensen et al., 2025)	BUILD-rapport 2025:17 (Kragh et al., 2025)	Årlig gradvis reduktion på 1% jf. DGNB (Rådet for Bæredygtigt Byggeri, 2025)	Energikildefordeling: Klimastatus og -fremskrivning 2025 (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2025) EF: BR18 (2025) (Bilag 2, tabel 8.1)
Studie 9:	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen

Diskussion og opmærksomhedspunkter

Til fremskrivning af byggeaktivitet fremgår to overordnede tilgange i studierne: En statisk fremskrivning af historisk eller fremtidig gennemsnitsaktivitet og en cyklustilgang baseret på historiske tendensudvikling. I litteraturstudiet i Hoxha et al. (2024) fremhæves det at udviklingen i byggeaktivitet af nybyggeri historisk har været cyklusbetinget og i mindre grad drevet af befolkningstilvækst. Denne type modellering vil have årlige fluktuationer, hvilket også vil være den reelle udvikling, dog er det muligvis mindre sandsynligt at de modellerede tendenser vil ramme helt plet med hensyn til de reelle, når man kigger ind i fremtiden. Den statiske fremskrivning af et historisk eller fremtidigt gennemsnit for byggeaktivitet vil på årsbasis muligvis være mindre præcis, men opgjort over en årrække vil det udjævnes, og derved vil tilgangen også være relevant og brugbar. Nedrivning bør opgøres for sig og ikke indgå i nybyggeri, da der ikke er belæg for at nybyg- og nedrivningsraten balanceres. Dette er for at sikre at der ikke ledes til forkerte beslutninger af cirkularitetspotentialer.

Ved fremskrivning af energiforbrug er det vigtigt at inkludere hele bygningsmassen, da studierne med hele bygningsmassen viser at langt størstedelen af energiforbruget forekommer i den eksisterende

bygningsmasse. I den sammenhæng er et godt datagrundlag for renovering relevant, da det netop adresserer, hvordan forskellige tiltag kan påvirke det fremtidige energiforbrug i bygningsmassen.

Ved fremskrivning af drift-EF er det relevant at tage højde for om nogle energikilder modelleres på deres faktiske udledninger eller om de involverer regneregler med forsimplinger. Eksempelvis regnes biomasses biogene kulstof oftest som nuludledning, hvilket ikke repræsenterer den reelle strøm af klimagasser. Derved bør det overvejes at modellere scenarier for sådanne situationer for at undersøge effekten. Generelt ved fremskrivninger er det essentielt og relevant at anvende scenariemodellering, som flere af studierne gør, da fremtiden er iboende usikker med hensyn til at forudsige den, hvormed forskellige mulige udfaldsrum kan afdækkes.

1.6. Studiernes resultater for klimabelastning

Studiernes opgjorte klimabelastning inklusive baselineår er vist i Tabel 4. Kolonnen Total er kun vist for studier der inkluderer hele bygningsmassen. For Studie 1 og 3 vises resultater for 2021 (EA Energianalyse, 2024) og 2025 (EA Energianalyse, 2026), da metoden er den samme blot med opdaterede data. Det er tydeligt, at der stor forskel byggeriets klimabelastning i studierne, hvilket må kunne forventes ud fra gennemgangen af forskellene i metoder fra de forrige afsnit. Derudover har studierne forskellig baselineår, hvilket både kan have betydning for den samlede byggeaktivitet og emissionsfaktorerne i de anvendte databaser og datagrundlag.

Tabel 4 Oversigt over studiernes opgjorte klimabelastning. Det er fordelt på nybyg, renovering og nedrivning og drift (energiforbrug), hvis det fremgår i studierne. Nybyg, renovering og nedrivning omfatter udledninger forbundet med at producere og affaldsbehandle materialerne. Kolonnen Total indeholder kun en værdi, når studierne inkluderer hele bygningsmassen.

		Klimapåvirkning [mio. ton CO_2e]				
Studie	**Baselineår**	**Total**	**Nybyg**	**Renovering**	**Nedrivning**	**Drift**
Studie 1: Handletank metode 1 (EA Energianalyse, 2024, 2026)	2021 (2025)	8,9 (5,2)	(1,4)	(1,2)		4,7 (1,7)
Studie 2: Handletank metode 2 (EA Energianalyse, 2024)	2021		3,1			0,6[1]
Studie 3: Handletank metode 3 (EA Energianalyse, 2024, 2026)	2021 (2025)	11,1 (9,4)	3,1	3,3[2]		4,7
Studie 4: BUILD (Hoxha et al., 2024)	2022		3,1			
Studie 5: BUILD (Tozan et al., 2025)	2024		3,0 (1,5-5,0)[3]			
Studie 6: BUILD Nybyggeriets klimapåvirkning 2025 (2023)	2023		0,9[4]			
Studie 7: Faktaark (Social- og Boligstyrelsen, 2024)	2021	5,5-6,4	3,2			
Studie 8: Klimapotentiale ved renovering (Strateginetværket for bæredygtigt byggeri, 2026)	2025	6,6	1,3	0,9	0,2	4,1
Studie 9: CONCITO Danmarks globale forbrugsudledninger 2023 (Minter et al., 2023)	2016		7,36[5]			

[1] Bygningsdrift i nybyggeri for det givne år, ikke den samlede bygningsmasse.

[2] Opgiver 3,1 for nybyggeri, mens byggeri ekskl. drift er 6,4, dermed er renovering m.v. 3,3.

[3] Gennemsnit på 3,0 og interval baseret på forskellige reduktionsscenarier.

[4] Tallet er beregnet og fremgår ikke af rapporten.

[5] Beregnet i dette notat: Studiet opgiver 1,2 ton CO_2e/person, der er ganget med 6.133.333 indbyggere (udledt fra studiets afsnit "1. Baggrund")

De fleste af studierne på nær Studie 1 og 9 har opgjort klimabelastningen fra nybyggeri separat, hvor de samlede emissioner ligger i nogenlunde samme størrelsesorden med undtagelse af Studie 8. Studie 8 har en lavere klimabelastning fra nybyg, da biogent kulstof, der regnes med negativ udledning i produktionsfasen (A1-A3), ikke balanceres med endt levetid (C3-C4) i det pågældende år. Generelt medfører de forbrugsbaserede studier en større klimabelastning end studier med proces-LCA. Driftsenergiforbrug i studier, hvor hele bygningsmassen er inkluderet, ser ud til at udgøre en stor andel af en samlet klimabelastning for byggeriet i Danmark.

2. Anbefalinger til videre arbejde med metoderne

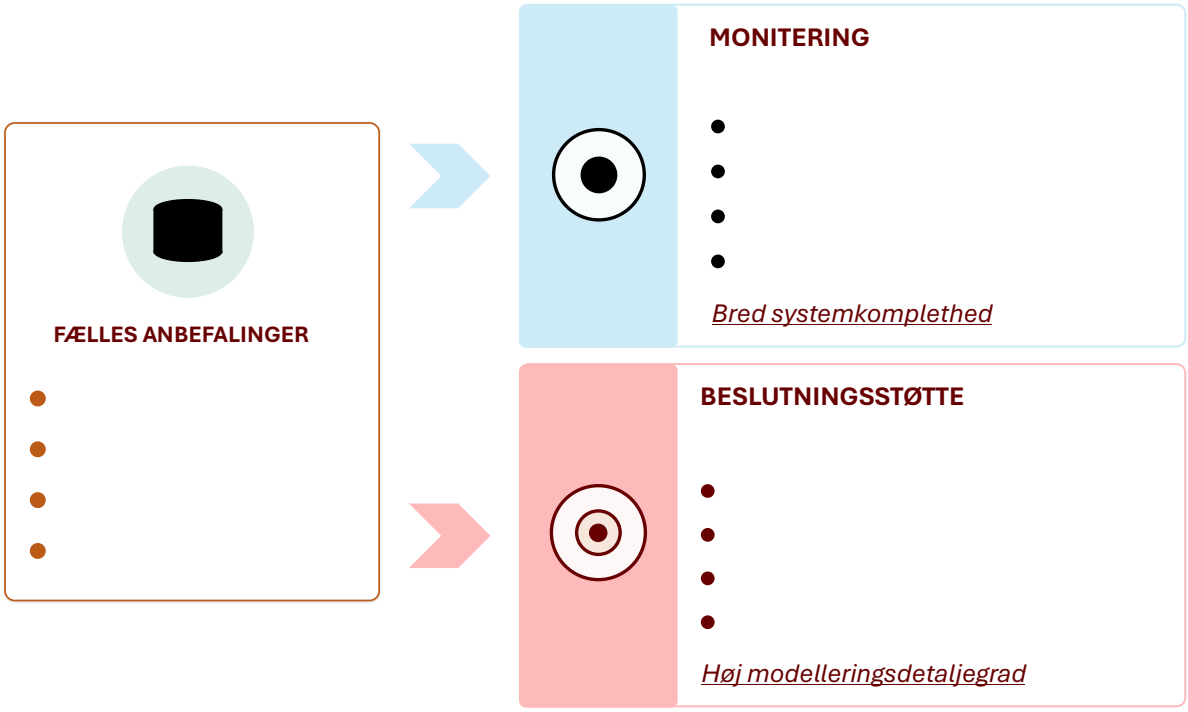
De overordnede konklusioner fra dette notats analyse af de ni studier, der opgør dansk byggeris klimabelastning, er en stor forskel i resultater såvel som i omfang af bygningstyper, metoder, datagrundlag og opgørelsesprincipper. I nogle tilfælde er det simple aspekter, som at studierne er fra forskellige år eller kun omfatter nybyggeri, mens andre inkluderer hele bygningsmassen. I andre tilfælde er det databasen, LCA-tilgangen eller -metoden, der er afgørende.

Dette studies analyser viser ligeledes at formålet med klimaopgørelsen har særlig stor betydning for valg af metode, omfang og type af detaljegrad, hvilket kan inddeles i følgende to hovedformål:

1. Monitering: Monitere udviklingen i dansk byggeris klimabelastning og positionere dets andel af Danmarks samlede klimabelastning. Er primært bagudskuende.
2. Beslutningsstøtte: Grundlag for aktionsorienterede beslutninger for de mest optimale reduktionsstrategier. Er primært fremadskuende.

Ved beslutningsstøtteformål er målet at undersøge konkrete reduktionsmuligheder, hvormed det er vigtigt at få belyst den eksisterende bygningsmasse samt renoveringstilgange, så opgørelsen kan understøtte prioriteringer mellem renovering og nybyggeri.

På baggrund af ovenstående er det derfor relevant at arbejde henimod at opgøre dansk byggeris klimabelastning på valide modeller, hvor omfang og metoder afspejler formålet så godt som muligt. De to hovedformål forventes at skulle bygge på to modeller, men som bør stiles efter at kunne forbindes, så netop eksisterende regulering og mulige, endnu ikke udførte, reduktionsscenarier kan aflæses som effekt i moniteringen. Øget fremadrettet sammenlignelighed mellem opgørelser vil kræve et fælles hovedformål og beslutninger om tilgang til underliggende model. Herunder vil der komme anbefalinger til det videre arbejde med modeller for klimabelastningen. Nogle anbefalinger vil være ens for de to hovedformål, og andre forskellige. Figur 4 viser en visuel opsummering af anbefalingerne, mens Tabel 5 viser en foreslået tidshorisont og opgavefokus for videre arbejde med opgørelse af klimabelastningen.



Figur 4 Anbefalinger til fokusområder for monitering og beslutningsstøtte inkl. fælles anbefalinger for hovedformålene.

Fælles anbefalinger til moniterings- og beslutningsstøtteformål

Uanset formål bør både den territoriale og forbrugsbaserede opgørelse anvendes, da de er komplementerende med hensyn til deres indsigter. Ved den territoriale tilgang vil eksisterende dansk regulering og reduktionsinitiativer kunne have større direkte indflydelse herpå, men der vil være risiko for at nogle

reduktioner blot vil forekomme som lækage ved at flytte udledninger uden for landets grænser. Meget af klimabelastningen fra dansk byggeris forbrug forekommer uden for Danmark, hvor hele industrier, fx stål og aluminium, primært findes i udlandet, hvormed reduktionsstrategier skal tage højde for dette.

Ved både moniterings- og beslutningsstøtteformål, uanset LCA-metode, er tidskonsistente opgørelser at anbefale. Det betyder at udledninger og aktiviteter for renovering, nybyggeri og nedrivning opgøres det år de forekommer. Nogle af de analyserede studier anlægger en gennemsnitsværdi på tværs af livscyklusfaser, som i kravet til nybyggeri i Bygningsreglementets kapitel 11. Dermed fremstår der balance mellem nybyggeri og nedrivning (hvilket ikke nødvendigvis er tilfældet jf. Studie 8), og at emissionsfaktorerne, særligt for energi, indeholder fremskrivninger som en del af baselineåret, hvilket dermed ikke giver en retvisende baseline.

Energiforbrug til drift er til dels uafhængig af hovedformål og opgørelsesprincip, så her vil hovedopgaven være at fastlægge den mest anvendelige metode til fremtidige analyser og hvilken detaljegrad af energikilder, der skal indgå. Datagrundlaget hertil er generelt godt. Forslag til scenarier og følsomhedsanalyser er længere nede.

Anbefalinger til moniteringsformål

Til moniteringsformål vil det vigtigste være at en model omfatter mest muligt af bygningsmassen, værdikæderne (undgår afskårne processer), og inkluderer service- og tjenesteydelser. Ligeledes vil det være brugbart at have en opgørelse fordelt på nybyggeri, renovering og energiforbrug til drift, for at en fornemmelse af forholdet mellem dem, og da eventuelle indsatser sandsynligvis vil målrettes forskelligt til de tre kategorier. Til monitering af materialers andel af klimabelastning vil IO LCA være mest relevant ved den forbrugsbaserede tilgang, hvor opgaven så vil være at fastlægge den mest relevante og anvendelige database og datagrundlag. Til monitering af materialers andel af klimabelastning ved en territorial opgørelse er IO LCA og evt. energistrømsanalyse, som i en hybrid metode, mulige, relevante metoder. Førstnævnte indeholder service- og tjenesteydelser, mens sidstnævnte muligvis er mere præcis og detaljeret, men mangler service- og tjenesteydelser i opgørelsen.

Anbefalinger til beslutningsstøtteformål

Ved beslutningsstøtteformål er en vis detaljegrad af bygningstyper relevant, for at kunne måle indsatser og reduktionseffekter for de bygninger med størst andel af klimabelastningen. Det vil også være relevant at inkludere klimabelastningen for forskellige materialegrupper, og ligeledes klimabelastningen mellem forskellige materialetyper indenfor hver materialegruppe. Proces-LCA er den mest oplagte metode at anvende her, da den har en høj modelleringsdetaljegrad af værdikæder for materialer. Dog mangler service- og tjenesteydelser, hvormed det bør undersøges hvordan det kan inkorporeres. Ved proces-LCA er det vigtigt at fastlægge en relevant og anvendelig database, samt at være opmærksom på om grønne certifikater indgår i EPD'er, hvis de besluttes anvendt som en del af datagrundlaget.

Ved beslutningsstøtte bør ligeledes skelnes mellem renovering, nybyggeri og nedrivning. Definitionen af renovering er en bred størrelse og datagrundlaget er ikke nær så omfattende som ved nybyggeri, særligt ikke ved anvendelse af proces-LCA, så derfor ligger der en underliggende opgave i specificere dette. Dog vil en model på kort sigt kunne bygge videre på de relevante studier i dette notat. Det bør overvejes om rapportering af klimabelastningen bør fordeles på fossil og biogen klimapåvirkning, for at undgå fejlfortolkninger, når biogent kulstof for nuværende regnes som negativ udledning i produktionsfaserne (A1-A3).

Et vigtigt element ved klimabelastningsopgørelser og fremskrivninger heraf er at undersøge betydningen af modelparametre og udføre scenarier for fremskrivninger, da fremtiden har en iboende usikker udvikling. Væsentlige aspekter at tage med er i relation til produktionsprocesser og -sektorers betydning i databaserne, datagrundlaget og bygningstypers variation og forventede fremskrivning. Et andet væsentligt element er betydningen af at regne biogent kulstof klimaneutralt i energiproduktionen. Der bør stiles efter at inkludere et scenarie, der stræber efter at modellere de faktiske udledninger så godt som muligt, uafhængigt af vedtagne konventioner og regneregler.

På længere sigt kan det overvejes at inddrage en analyse af forbrugt materialemængde og energi, da kapacitet i elnettet, tilgængelighed af ressourcer og regionalisering af værdikæder kan have konsekvenser for fremskrivningen af klimabelastningen.

Tabel 5 Anbefalinger til videre arbejde med opgørelser af dansk byggeris klimabelastning med tidshorisont, opgavefokus og om det involverer monitering, beslutningsstøtte eller er en fælles anbefaling for hovedformålene.

Tidshorisont	Opgavefokus	Hovedformål
Kortere sigt	Roadmap for videreudvikling og harmonisering af opgørelse til beslutnings-støtte	Beslutningsstøtte
	Harmonisere metode til driftsenergi	Fælles
	Forbedring af datagrundlag til renovering	Fælles
	Håndtering af biogent og fossilt kulstof	Fælles
Længere sigt	Ramme for fremskrivning af byggeaktivitet og emissionsfaktorer inkl. scenarier	Beslutningsstøtte
	Reduktionsscenarier inkl. følsomhed af essentielle modelparametre	Beslutningsstøtte
	Skalere / forbinde bottom-up (beslutningsstøtte) til top-down (monitering)	Beslutningsstøtte
	Inddrage indikatorer for mængder og energi for at adressere elnetkapacitet, ressourcetilgængelighed og regionalisering af værdikæder.	Fælles

Deltagere og tovholdere i arbejdsgruppen

Dette notat er udarbejdet i Strateginetværkets Temagruppe B: Data, LCA og Dokumentation. BUILD, Aalborg Universitet ved Harpa Birgisdottir koordinerer arbejdet i Temagruppen. En række personer har som repræsentanter for netværkets medlemmer deltaget i arbejdet i arbejdsgruppen, hvor en tovholder har initieret og opsummeret diskussioner og skrevet udkast til notatet.

Tovholdere

BUILD, Aalborg Universitet	Harpa Birgisdóttir, Endrit Hoxha, Rasmus Nødde-gaard Hansen

Deltagere i arbejdsgruppen

Artelia	Steffen E. Maagaard
C. F. Møller VELTEK	Rob Marsh
CONCITO	Kai Borggreen
Teknologisk Institut	Michael Nielsen
ETA-Danmark	Thilde Fruergaard Astrup
	Pia Ohrt Thomsen

Litteratur

COWI, & Trafik- Bygge- og Boligstyrelsen. (2020). *OPDATEREDE EMISSIONSFAKTORER FOR EL OG FJERNVARME*.

EA Energianalyse. (2024). *Kortlægning af udledninger fra byggeri og anlæg - Byggeriets Handletank for Bæredygtighed*. https://byggerietshandletank.dk/udgivelse/handleplan-paa-vej-mod-baeredygtighed-udgivelse/

Energistyrelsen. (n.d.). *Nøgletal om energiforbrug og -forsyning*.

Energistyrelsen. (2021). *Energistatistik 2021*. http://www.ens.dk.

Energistyrelsen. (2022a). *Kortlægning af energiforbrug og opgørelse af energisparepotentialer i produktionserhvervene*. www.viegandmaagoe.dk

Energistyrelsen. (2022b). *Samfundsøkonomiske beregningsforudsaetninger for energipriser og emissioner*. http://www.ens.dk.

Energistyrelsen. (2023a). *Danmarks globale klimapåvirkning - Global Afrapportering 2023*.

Energistyrelsen. (2023b). *Klimastatus og -fremskrivning 2023*. http://www.ens.dk

Energistyrelsen. (2025). *Danmarks globale klimapåvirkning - Global Afrapportering 2025*.

European Commission. (2021). *EU reference scenario 2020: Energy, transport and GHG emissions: Trends to 2050* (A. , De Vita, P. Capros, L. , Paroussos, K. , Fragkiadakis, P. , Karkatsoulis, L. , Höglund-Isaksson, W. , Winiwarter, P. , Purohit, A. , Gómez-Sanabria, P. , Rafaj, L. , Warnecke, A. , Deppermann, M. , Gusti, S. , Frank, P. , Lauri, F. d. , Fulvio, & T. , Kalokyris, Eds.). Publications Office. https://doi.org/https://data.europa.eu/doi/10.2833/35750

Haugbølle, K., Mahdi, V., Morelli, M., & Wahedi, H. (2021). *BUILD levetidstabel: Version 2021*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. https://vbn.aau.dk/da/publications/build-levetidstabel-version-2021/

Hoxha, E., Francart, N., Tozan, B., Stapel, E. B., Gummidi, S. R. B., & Birgisdottir, H. (2024). Spatiotemporal tracking of building materials and their related environmental impacts. *Science of the Total Environment*, *912*. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168853

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). Holt Winters' seasonal method. In *Forecasting: Principles and Practice* (3rd ed.). https://otexts.com/fpp3/

Indenrigs og Boligministeriet. (2021). *National strategi for baeredygtigt byggeri*.

Jensen, J. O., Kragh, J., & Jensen, O. M. (2025). *Nedrivning: Omfanget af og årsager til nedrivning af bygninger i perioden 2012-2023*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. https://vbn.aau.dk/da/publications/nedrivning-omfanget-af-og-%C3%A5rsager-til-nedrivning-af-bygninger-i-p/

Jensen, P. R., & Iliev, B. (2022). *Compilation of a consumption based greenhouse gas account for Denmark using coupled models*.

Klima- Energi- og Forsyningsministeriet. (2025). *Klimastatus og -fremskrivning 2025*. www.ens.dk

Kragh, J., & Birgisdottir, H. (2023). *Udvikling af dansk generisk LCA-data*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. https://vbn.aau.dk/da/publications/udvikling-af-dansk-generisk-lca-data/

Kragh, J., Rose, J., & Aggerholm, S. (2025). *Beregning af nettovarmebehov og omkostninger ved energieffektivisering af bygninger frem mod 2050*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. https://vbn.aau.dk/en/publications/beregning-af-nettovarmebehov-og-omkostninger-ved-energieffektivis/

Lund, A. M., Zimmermann, R. K., Kragh, J., Rose, J., Aggerholm, S., & Birgisdottir, H. (2022). *Klimapåvirkning fra renovering: Muligheder for udformning af grænseværdier til LCA for renovering*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. https://vbn.aau.dk/da/publications/klimap%C3%A5virkning-fra-renovering-muligheder-for-udformning-af-gr%C3%A6ns/

Minter, M., Jensen, C. L., & Chrintz, T. (2023). *DANMARKS GLOBALE FORBRUGSUDLEDNINGER*.

Nilsson, M. S., Høibye, L., & Maagaard, S. E. (2023). *Emissionsfaktorer for el fjernvarme og ledningsgas for 2025-2075*.

Rådet for Bæredygtigt Byggeri. (2025). *DGNB Renovering og nybyggeri Version 2025 2.0.0*.

Social- og Boligstyrelsen. (2024, January 10). *Byggeriets klimapåvirkning*.

Stadler, K., Wood, R., Bulavskaya, T., Södersten, C. J., Simas, M., Schmidt, S., Usubiaga, A., Acosta-Fernández, J., Kuenen, J., Bruckner, M., Giljum, S., Lutter, S., Merciai, S., Schmidt, J. H., Theurl, M. C., Plutzar, C., Kastner, T., Eisenmenger, N., Erb, K. H., … Tukker, A. (2018). EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables. *Journal of Industrial Ecology*, *22*(3), 502–515. https://doi.org/10.1111/JIEC.12715;CTYPE:STRING:JOURNAL

Strateginetværket for bæredygtigt byggeri. (2026). *Klimapotentiale ved renovering: Scenarier for den danske bygningsmasses klimapåvirkning frem mod 2050*.

Tozan, B., Brisson Jørgensen, E., & Birgisdottir, H. (2021). *Klimapåvirkning fra 60 bygninger - Opdaterede værdier baseret på nyere data og danske branche EPD'er BUILD Rapport 2021:13*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet.

Tozan, B., Hoxha, E., Sørensen, C. G., & Birgisdóttir, H. (2025). Resource consumption and GHGe of future new construction: Hotspots for mitigation efforts in Denmark. *Sustainable Production and Consumption*, *54*, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.12.014

Tozan, B., Olsen, C. O., Sørensen, C. G., Kragh, J. ;, Rose, J., Aggerholm, S., & Birgisdottir, H. (2023). *Klimapåvirkning fra nybyggeri: Analytisk grundlag til fastlaeggelse af ny LCA baseret graensevaerdi for bygningers klimapåvirkning fra 2025*.

Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., & Weidema, B. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment 2016 21:9*, *21*(9), 1218–1230. https://doi.org/10.1007/S11367-016-1087-8