



RAMBOLL



RESUMÉ

Dato:

Juni 2020

Udarbejdet af:

Rambøll

Udarbejdet for:

Foreningen Træ i Byggeriet, støttet af Træfonden

CO₂-BESPARELSE VED TRÆBYGGERI

SAMMENLIGNINGSSTUDIE AF TRÆBYGGERI
OG KONVENTIONELT BYGGERI

CO₂-BESPARELSE VED TRÆBYGGERI

SAMMENLIGNINGSSTUDIE AF TRÆBYGGERI OG KONVENTIONELT BYGGERI

| | |
|-----------------|---|
| Projekt navn | CO₂-besparelse ved træbyggeri |
| Projektnr. | 1100041720 |
| Modtager | Lauritz Rasmussen |
| Dokumenttype | Rapport |
| Version | 1.1 |
| Dato | 15/06/2020 |
| Udarbejdet af | Lise Hvid Horup Sørensen & Rikke Schack (beregninger) & Christine Collin (rapport) |
| Kontrolleret af | Sarah Brudler |
| Godkendt af | Christine Collin |
| Beskrivelse | Sammenligningsstudie af konventionelt byggeri og træbyggeri, baseret på fire casestudier Case 1: Enfamiliehuse Case 2: Rækkehus Case 3: Etageboliger (4 etager) Case 4: Produktionshal |

INDHOLDSFORTEGNELSE

| | |
|---|-----------|
| Forord | 2 |
| Sammenfatning | 3 |
| Afgrænsning | 4 |
| Metode | 5 |
| Systemafgrænsning | 5 |
| Case 1 – Enfamiliehus | 7 |
| Case 2 - Rækkehus | 9 |
| Case 3 - Etageboliger (4 etager) | 11 |
| Case 4 - Produktionshal | 13 |
| Konklusion | 15 |
| Følsomhed | 17 |
| Perspektivering | 18 |

1. FORORD

Formålet med denne rapport er at belyse de mulige miljømæssige besparelser (baseret på reduceret CO₂), der kan opnås ved at forøge brugen af træ og træbaserede produkter i nybyggeri i Danmark.

Globalt står byggeriet for omkring 39%¹ af de samlede klimapåvirkninger, hvoraf ca. 28% stammer fra bygningens drift, og ca. 11% stammer fra forbruget af materialer til nybyggeri. Hidtil har indsatsen for at reducere klimapåvirkningen fra bygninger primært været koncentreret om at nedbringe udledninger fra driften. Forskning offentliggjort af FN's Klimapanel¹ påviser dog, at det er nødvendigt at reducere enhver form for klimabelastning markant over de næste ti år for at forhindre en temperaturstigning på over 1,5 grader.

I Danmark er det i dag helt naturligt, at der hører et energiregnskab med til ethvert byggeri, men der er ikke krav om at se på bygningens miljø- og klimapåvirkning fra byggematerialerne. Bæredygtige bygningscertificeringer såsom DGNB har stillet krav om anvendelsen af livscyklusvurderinger (LCA²) for netop at sætte fokus på miljø- og klimapåvirkninger fra hele bygningens levetid, herunder både driftsenergiforbruget og byggematerialerne. Det har derfor vist sig, at det store fokus på nedbringelse af energiforbruget til bygningers drift har været så effektivt, at energiforbruget til opførelsen af nybyggeri i dag er lige så stort som energiforbruget i hele bygningens levetid. Forskning viser at ved nybyggeri i Danmark udgør byggematerialerne over 50-80% af klimapåvirkningerne sammenlignet med driftsenergiforbruget over en 50-årig periode³.

Det er derfor helt afgørende at se nærmere på de materialer, der bygges med, for at nedbringe miljøpåvirkningerne ved byggeriet. I denne rapport belyses de mulige CO₂-besparelser, som kan opnås i nybyggeri ved at konvertere traditionelle løsninger med tegl, stål og beton til træ og træbaserede produkter.

Rapporten er udarbejdet af Rambøll i 2020 for foreningen Træ i Byggeriet. Rapportens forfattere er Rikke Schack, Lise Hvid Horup Sørensen og Christine Collin. Selve analysearbejdet er blevet fagfællebedømt af Sarah Brudler.

Rambøll takker for muligheden for at arbejde med dette vigtige emne og for at kunne bidrage til vidensgrundlaget om bygningers klimabelastning.

¹ UN Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC 2018 report, *Global Warming of 1,5°C*, <https://www.ipcc.ch/sr15/>

² Life Cycle Assessment

³ SBI 2017:08 Bygningers indlejrede energi og miljøpåvirkninger – vurderet for hele bygningens livscyklus

2. SAMMENFATNING

Nærværende rapport præsenterer livscyklusvurderinger (LCA) af fire konkrete bygnings-cases med hver fire variationer bestående af hhv. et enfamiliehus, en rækkehusbebyggelse, en etageejendom og en produktionshal. Beboelsesejendommene er alle opført i perioden 2018-2020, mens produktionshallen er opført i 2006. Case-bygningerne er træbyggerier, som stammer fra Træ i Byggeriets medlemsvirksomheder. Rambøll har modelleret tilsvarende konventionelle byggerier for hver case og har udført livscyklusvurderinger for samtlige variationer. Variationerne over case-bygningerne har tilsvarende konstruktive bæreevne og energiklasse som den reelle case således, at sammenligning er muligt.

Gennem de fire konkrete cases anskueliggøres det hvor store CO₂-besparelser, der kan opnås ved forskellige typer af byggeri i træ. Rapporten belyser den potentielle CO₂-besparelse ved at konvertere til træbyggevarer i forskellige bygningskategorier og bygningskomponenter. Yderligere information om analysens forudsætninger og delresultater kan læses i baggrundsrapporten.

Casestudierne analyseres først som konventionelle stål- og betonkonstruktioner (trin 1) og konverteres herefter trinvis til træbaserede konstruktioner og bygningsdele. For alle fire casestudier udgjorde konverteringen af de konstruktive elementer de største potentielle CO₂-besparelser. De samlede potentielle CO₂-besparelser varierede 34,5-45,2% for de fire cases svarende til mellem 97 og 220 kg CO₂-ækv. pr. m².

For at kunne sammenligne de fire case-byggerier i denne rapport med andre bygninger, er resultaterne tillagt en repræsentativ middelværdi for tekniske installationer jævnfør SBI-rapporten Klimapåvirkning fra 60 bygninger⁴ på 0,46 kg CO₂-ækv/m². Dermed ligger resultaterne fra træbyggerierne i intervallet 2,8-6,55 kg CO₂-ækv/m²/år, hvilket er markant lavere end medianværdien for de 60 referencebygninger som ligger på 9,5 kg CO₂-ækv/m²/år.

Dansk Byggeri anslog i 2019, at der vil blive påbegyndt opførelse af 28.500 boliger i 2020⁵, svarende til et fald på 1,3% i forhold til 2019, og at denne tendens vil fortsætte i de kommende år⁵. Ifølge Danmarks Statistik har et gennemsnitligt parcelhus et areal på 151 m², mens arealet på henholdsvis et række- kæde- og dobbelthus er 93 m², og for etageboliger 78 m². Hvis samtlige nybyggede boliger i 2020 primært var træbaserede, er den potentielle CO₂-besparelse derfor ca. 340.200 ton CO₂-ækv.

Forudsættes 1,3% årligt fald i nybyggeriet af boliger frem mod 2030, vil den samlede besparelse være 3,51 mio. tons CO₂-ækv. over de kommende 10 år. Dette svarer til en gennemsnitlig årlig besparelse på 14,5% af den samlede CO₂-reduktion, som Danmark skal opnå for at leve op til målsætningen om 70% reduktion i 2030.⁶

Det er tydeligt, at byggebranchen kan bidrage til den nationale og globale målsætning om at minimere CO₂-udledningen ved at træffe bevidste design- og materialevalg. Ved at udføre livscyklusvurderinger (LCA) for nybyggeri og renoveringsprojekter er det muligt at estimere potentielle miljøpåvirkninger, som tager højde for bygningens kontekst.

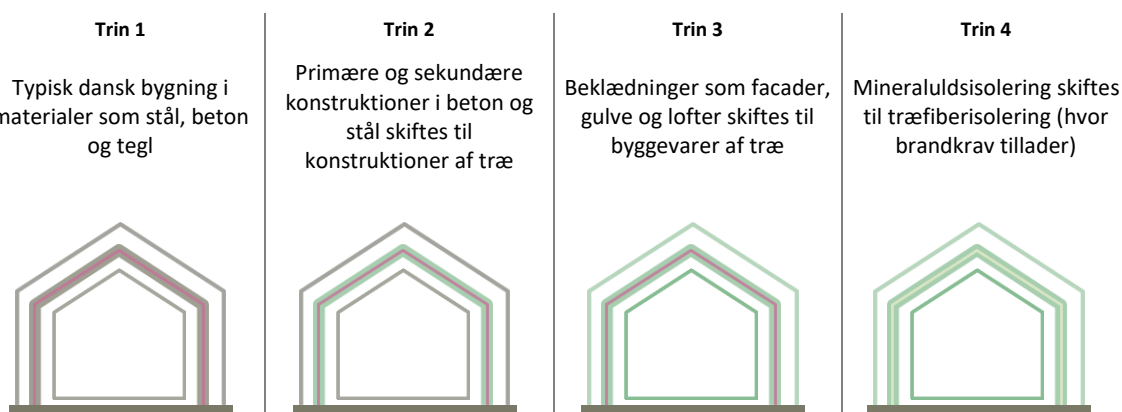
⁴ SBI 2020:04 Klimapåvirkning fra 60 bygninger – Muligheder for udformning af referenceværdier til LCA for bygninger

⁵ Dansk Byggeri Konjunkturanalyse marts 2019

⁶ Kilde: DCE- Nationalt Center for Miljø og Energi, 2019. I opgørelsen fra DCE er ikke medtaget CO₂ fra importeret træ til forbrænding af biomasse, international søfart og luftfart og danske virksomheders aktiviteter i udlandet.

3. AFGRÆNSNING

Nærværende rapport indeholder fire case-baserede livscyklusvurderinger. Fire faktiske træbyggerier, der er grundlag for analysen, er gennem mængdeopgørelser og tegninger blevet konverteret til tilsvarende typisk dansk byggeri af beton, stål og tegl af Rambølls ingeniører. Casestudierne er, som skitseret nedenfor, analyseret først med udgangspunkt i en typisk dansk bygning bestående af fx stål, beton og tegl (trin 1) og er herefter trinvist blevet konverteret til konstruktioner og bygningsdele i træ. For hvert trin skiftes fortsat flere bygningsdele ud med byggevarer i træ.



Bygningerne sammenlignes på deres klimamæssige konsekvenser gennem en livscyklusvurdering (LCA). En LCA anvendes til at identificere miljøpåvirkning igennem hele levetiden for en byggevarer, en bygningsdel eller en bygning. Fra udvindingen af råmateriale, produktion og transport, til udførelsen på byggepladsen og vedligehold og udskiftning igennem bygningsdriften og afslutningsvis miljøpåvirkningerne ved endt levetid, når materialet, byggekomponenten eller bygningen skal bortskaffes eller genanvendes.

I denne rapport sammenlignes bygningers klimapåvirkninger relateret til materialevalget, og *energiforbruget* er derfor ikke medtaget i denne analyse. De sammenlignede bygninger har samme geometriske udformning og varmetab gennem klimaskærmen, og det antages derfor, at energiforbruget til drift er det samme og derved kan udelades. Dette er i overensstemmelse med ISO 14044:2006 kapitel 4.2.3.7. Tilsvarende antages bygningernes tekniske installationer, såsom vandrør og ventilationskanaler, at være ens i alle variationer af bygningen, og disse er derfor også udelukket af denne analyse. Casestudierne er konkrete træbygninger, som lever op til bygningsreglementets krav om brandsikkerhed og akustiske forhold, hvilket der også er taget hensyn til i konverteringen til byggeri i beton og stål.

Analysen er udført for foreningen Træ i Byggeriet og henvender sig til beslutningstagere omkring byggeri, herunder bygherrer, arkitekter, ingeniører, entreprenører og håndværkere og interessenter som brancheorganisationer, politikere og offentlige myndigheder.

Denne analyse er foretaget af Rambølls bæredygtighedsteam i forretningsenheden Byggeri, og er verificeret af Ph.d. i Livscyklusanalyser Sarah Brudler fra forretningsenheden Vand.

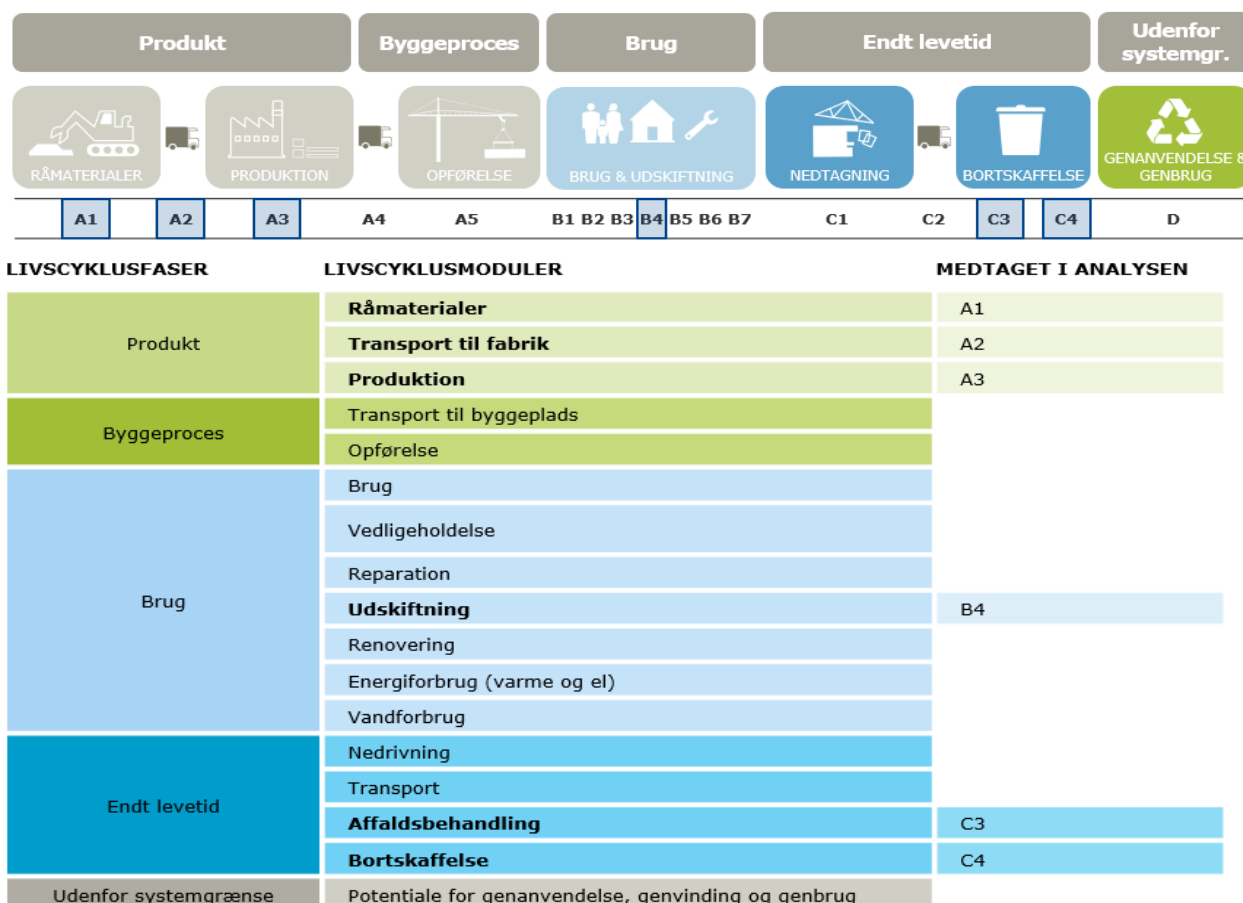
4. METODE

I en livscyklusvurdering (LCA) analyseres en bygnings klimapåvirkning igennem hele dets levetid, fra råmaterialeudvinding og produktion af materialer, til udskiftning af byggematerialer i løbet af brugsfasen i byggeriet og til sidst bortskaffelse af materialerne ved endt levetid. De fire cases er analyseret uafhængigt af hinanden men følger alle metoden beskrevet i dette afsnit.

4.1 Systemafgrænsning

Livscyklusvurderingen inkluderer de indlejrede påvirkninger, som er de påvirkninger, der relateres til bygningens materialeforbrug. Bygningens energiforbrug (B6) er i denne analyse ikke medtaget, da det antages, at energiforbruget for de forskellige bygninger er ens. I beregningen er medtaget de livscyklusfaser, som fremgår i Figur 1: Byggeriets livscyklus, og afspejler bæredygtigheds-certificeringen DGNB. Beregningerne er udført før lanceringen af den nye frivillige bæredygtighedsklasse, hvor A4 (Transport til byggeplads) og A5 (Opførelse) er med. De nye branchespecifikke EPD'er for træprodukter, som indgår i beregningerne, indeholder transport fra Sverige til lager i Danmark. Faserne A4 og A5 vil potentielt give relative CO₂-besparelser til træbyggeri pga. træets lave vægt.

Figur 1: Byggeriets livscyklus



Sammenlignelighed (Funktionel enhed)

For at sikre sammenligneligheden mellem case-variationerne er bygningens funktion, størrelse og klimaskærmens isoleringsevne den samme for hver type case-byggeri.

Mængdeopgørelser er leveret af case-projekternes arkitekter, leverandører og entreprenører samt baseret på mængdeudtræk fra 3D-modeller. Fundament og terrændæk er baseret på

overslagsberegning fra konstruktionsingeniører i Rambøll. Mængder for de øvrige scenarier er beregnet af Rambølls konstruktionsingeniører således, at de alle opfylder bæreevnekrav. Isoleringstykkelser er desuden reguleret for at opnå samme isoleringsevne i de undersøgte scenarier, se baggrundsrapporten, hvor bygningernes materialer og mængder er opgjort.

Betragtningsperiode

Bygningens betragtningsperiode er sat til 50 år. Byggematerialernes levetider er baseret på SBI anvisning 2013:30, som indeholder en levetidstabel for byggematerialer⁷, hvilket også er de levetider, som er indlejret i beregningsværktøjet LCAByg. Se Baggrundsrapporten, hvor de specifikke materialers levetider er angivet.


LCA-værktøj og data

Analyserne er lavet i LCAByg, som er et værktøj til at beregne livscyklusvurderinger af bygninger, udviklet af Statens Byggeforskningsinstitut, SBI. Til analysen er anvendt generisk data fra Ökobaudat⁸, samt branchespecifikke EPD'er⁹. Til bortskaffelse af træprodukter er det antaget, at de afbrændes. Se Baggrundsrapporten for anvendte Ökobaudat-processer og EPD'er.

Vurdering af påvirkningspotentialer

I dette studie fokuseres udelukkende på scenariernes globale opvarmningspotentialer (GWP¹⁰) målt i kg CO₂-ækvivalenter. Resultater angivet som CO₂-ækv. er et udtryk for, at drivhusgasser som metan og lattergas også er medtaget og omregnet til en fælles enhed: CO₂-ækvivalenter. Øvrige miljøpåvirkningspotentialer var ikke fokus for denne opgave, hvorfor de ikke formidles i denne rapport. Ved beslutningstagning bør de øvrige miljøpåvirkningspotentialer også analyseres og inddrages.

Tabel 1: Påvirkningspotentialer

| Miljøpåvirkningskategorier | |
|--|--|
| Global opvarmning, GWP* [CO ₂ - ækvivalenter] |  Når mængden af drivhusgasser i atmosfæren øges, opvarmes de jordnære luftlag med klimaændringer til følge. |

Biogent carbon

Biobaserede materialer kan optage, lagre og frigive kulstof igennem deres levetid. Dette kulstof betegnes også som biogent carbon. Som følge af LCABygs database er det ikke muligt at adskille den biogene carbon og den carbon, der relaterer sig til bl.a. fossile brændsler i biobaserede materialer. Jævnfør den opdaterede produktstandard (EN 15804:2012+A2:2019) bør den lagrede biogene carbon rapporteres særskilt, men da data endnu ikke er tilgængelige, har dette ikke været muligt i denne rapport.

Følsomhed

Da beregningerne udføres i brancheværktøjet LCAByg, er det ikke muligt at udføre automatiske følsomhedsanalyser for resultaterne. Følsomheden i resultaterne vil derfor blive beskrevet ved at udføre beregningerne for en betragtningsperiode på 100 år også. Affaldsprocesser for træprodukter er sat til afbrænding frem for genanvendelse, for at resultaterne viser det værst tænkelige scenarie.

⁷ <https://sbi.dk/Pages/Levetider-af-bygningsdele-ved-vurdering-af-baeredygtighed-og-totaloekonomi.aspx>

⁸ <https://www.oekobaudat.de/en/database/database-oekobaudat/daten/db1.html#bereich1>

⁹ En tredjepartsverificeret LCA for et produkt efter gældende EN standard kaldes en miljøvaredeklaration eller en EPD, som står for 'Environmental Product Declaration'.

¹⁰ Global Warming Potential (GWP)

5. CASE 1 – ENFAMILIEHUS

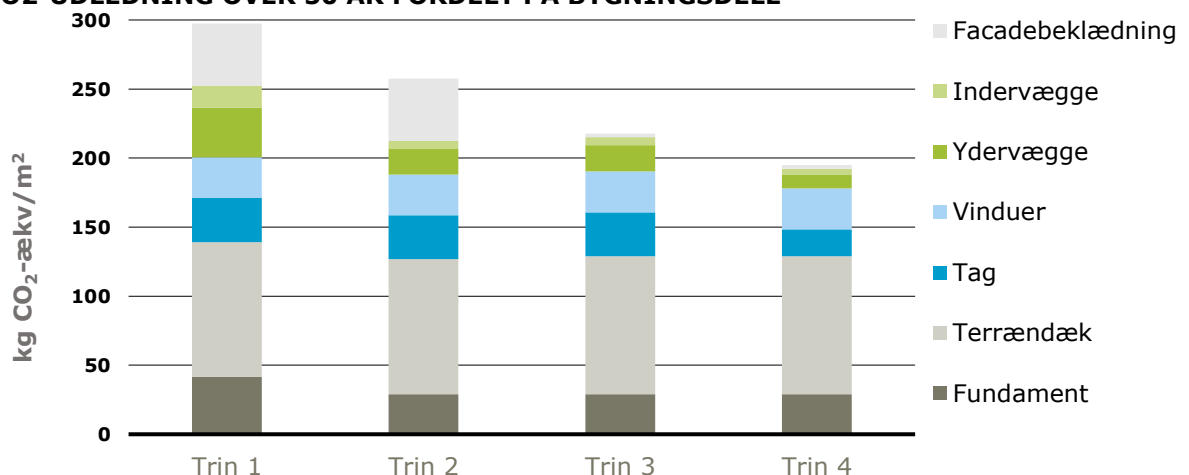


Denne livscyklusvurdering er baseret på et casestudie af et etplans fritliggende enfamiliehus med et bruttoareal på 116 m². Bygningen konverteres fra porebeton og tegl i trin 1 til primært at bestå af byggevarer af træ i trin 4 i henhold til oversigten i nedenstående tabel. Samtlige scenarier har betonfundamenter og armerede terrændæk, tagkonstruktion af træ med tegltag og 3-lags trævinduer og døre.

| Trin 1 | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 |
|--|---|--|--|
| Tagkonstruktion af træ med mineraluldsisolering og gipsloft. Ydervægge af porebeton bagmur, mineraluld og en skalmurs facade. Indervægge af porebeton. | Som Trin 1 men med bærende konstruktioner i ydervægge og indervægge af træ. | Som i Trin 2 men med trægulve, trælofter og facadebeklædning af træ. | Som i Trin 3 men med træfiberisolering i tag og inder- og ydervægge. |

Det samlede klimaaftryk for bygningernes livscyklus over 50 år kan ses i Figur 2 i enheden kg CO₂-ækv/m². Det ses her, at trin 4 med overflader af træ og med træfiberisolering har det mindste aftryk. Det højeste aftryk ses i trin 1 grundet den høje belastning fra beton- og porebetonkonstruktionen. Ved at udskifte primære og sekundære konstruktioner fra stål til træbaserede er der en potentiel besparelse på 34,5% for hele bygningen.

CO₂-UDLEDNING OVER 50 ÅR FORDELT PÅ BYGNINGSDELE



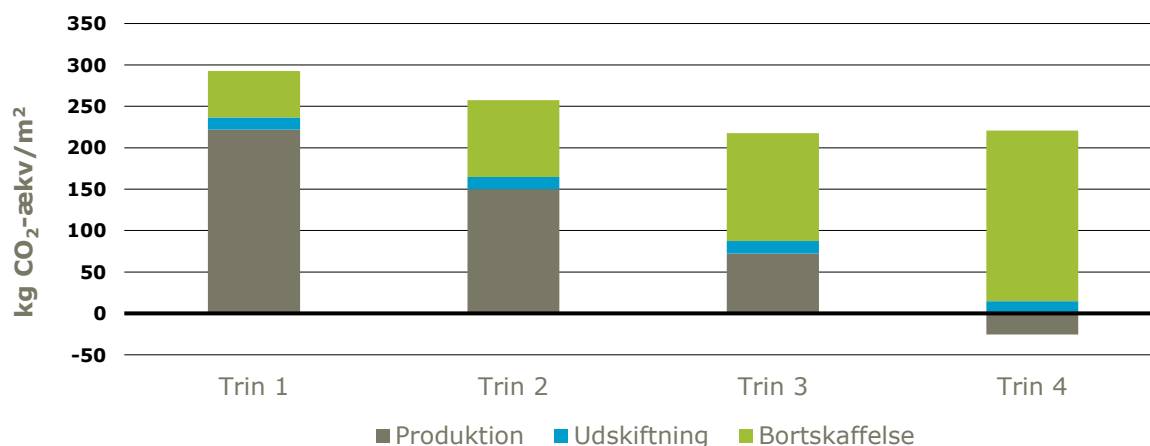
Figur 2: Det samlede klimaaftryk for bygningernes livscyklus over 50 år

I Figur 2 ses også CO₂-udledningen fordelt på bygningskomponenter. Det ses her, at den største miljøpåvirkning i de fire trin stammer fra terrændækket, som udgør mellem 33% og 43% af den samlede udledning. Fundamentet optimeres idet de bærende konstruktioner skiftes til træ, hvilket giver en besparelse på 12,5 kg CO₂-ækv. pr. m². Dette svarer til en reduktion i CO₂-udledning for fundamentet på 30%. For trin 1 ses det, at facadebeklædningen bestående af en teglstensfacade udgør 15% af bygningens samlede CO₂-aftryk. I trin 3 og 4, hvor facadebeklædningen af teglsten erstattes af en træfacade, udgør denne blot 1% af bygningens samlede CO₂-aftryk. Dette er en besparelse på 42 kg CO₂-ækv. pr. m², svarende til reduktion i CO₂-udledning fra facaden på 94%. Ved at skifte de bærende konstruktioner til træ i både inder- og ydervægge opnås besparelser i CO₂-udledning på mellem 48-63% for disse bygningsdele. Ved at udskifte mineraluldsisolering med træfiberisolering i ydervæggene reduceres udledningen fra ydervæggene fra 19 kg CO₂-ækv. pr. m² til 10 kg CO₂-ækv. pr. m², hvilket svarer til en yderligere reduktion i CO₂-udledning på 49%. I taget opnås en CO₂-besparelse ved udskiftning til træfiberisolering på 38% for den samlede tagkonstruktion.

I Figur 3 ses, hvornår i bygningens livscyklus CO₂-udledningen finder sted, hhv. i produktionen af materialer (A1-A3), udskiftning af byggematerialer i driftsfasen (B4) eller ved bortskaffelsen, når bygningen tages ned (C3-C4). Her ses det, at betonkonstruktionen (trin 1) udleder størstedelen af miljøaftrykket i produktionsfasen, som skyldes de energikrævende processer i forbindelse med produktionen. For træbyggerierne (trin 3 og 4) derimod ligger emissionerne i højere grad ved bortskaffelsen. Dette skyldes, at træ optager CO₂ i vækstfasen, hvilket i en livscyklusvurdering fremstår som en negativ udledning i livscyklusfasen for råmaterialeudvinding (A1). Ved bortskaffelsen af træet, som i dette tilfælde er beregnet som en forbrændingsproces, frigives den optagne CO₂, og der ses derfor en højere miljøpåvirkning i bortskaffelsesfasen for træbyggeri. Dette ses meget tydeligt for trin 4, som indeholder træfiberisolering. Her har bygningens materialer optaget mere CO₂ end der er blevet udledt i produktionen af dem. Derfor er produktionsfasen angivet som en negativ CO₂-udledning. Ved bortskaffelsen af materialet udledes den optagede CO₂ igen. Udskydes bortskaffelsen, som følge af at produkterne genanvendes direkte, vil træprodukterne fortsat lagre CO₂.

Ændres bortskaffelsen til en genanvendelsesproces, hvormed træprodukterne bliver omdannet til spånplader optimeres trin 4 blot med 0,6%, da der også bruges energi til denne proces. CO₂-besparelsen som opnås ved at producere spånplader med genbrugstræ, tilfalder først den næste bygnings livscyklus og ses derfor ikke i dette studie. Det samme gælder når aluminiums- og stålprodukter genanvendes. Her er det også først den bygning, som anvender det genbrugte materialer, der får gavn af CO₂-besparelsen.

CO₂-UDLEDNING OVER 50 ÅR FORDELT PÅ LIVSCYKLUSFASER



Figur 3: Påvirkningspotentialer i produktionsfasen (A1-A3), udskiftning (B4) og bortskaffelse (C3-C4)

Delkonklusion - Enfamiliehus

For bygningskomponenter bestående primært af byggematerialer som stål og beton (fx fundament og terrændæk) ses en højere CO₂-udledning i produktionen. Dette skyldes, at de nuværende produktionsmetoder af fx stål og cement er energikrævende samt, at der i selve den kemiske proces i cementproduktionen udledes CO₂. Samtlige træprodukter antages at blive brændt ved bortskaffelsen, hvilket betyder, at den optagede CO₂ i træet frigives igen. Dette betyder også, at udledningen kan udskydes ved at forlænge produkternes levetid enten i den pågældende bygning eller ved genanvendelse i en ny bygning. For den pågældende case er trin 4 at foretrække. Tillægges en repræsentativ middelværdi for de tekniske installationer til trin 4¹¹ er CO₂-udledningen fra materialerne 4,36 kg CO₂-ækv/m²/år, hvilket er 41% lavere end medianen for enfamiliehus i SBI-rapporten Klimapåvirkning fra 60 bygninger¹¹.

¹¹ SBI 2020:04 Klimapåvirkning fra 60 bygninger – Muligheder for udformning af referenceværdier til LCA for bygninger

6. CASE 2 - RÆKKEHUS

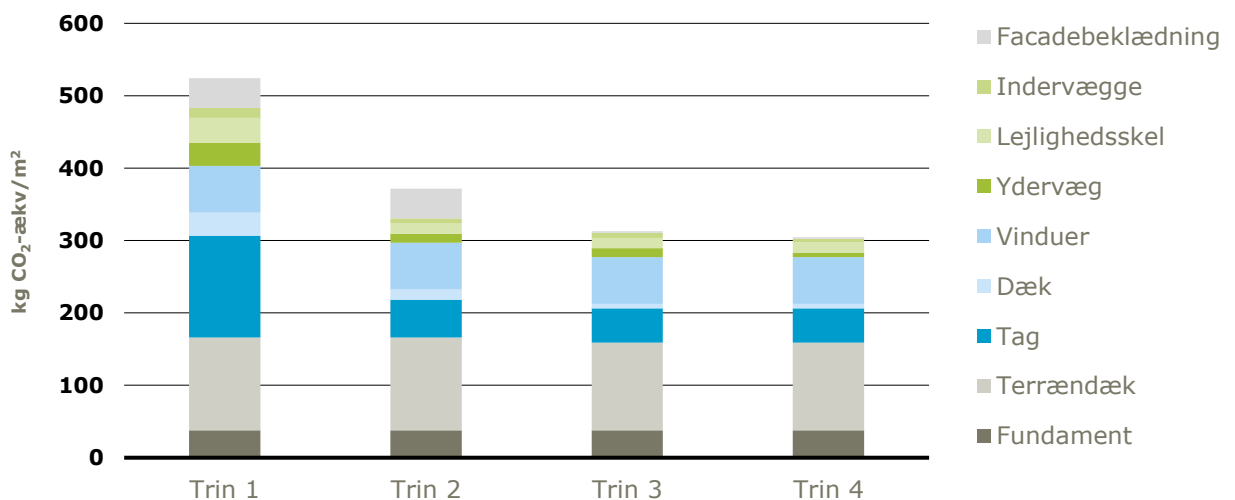


Denne analyse er baseret på et rækkehusbyggeri med et samlet bruttoareal på ca. 2400 m². Byggeriet konverteres fra beton og tegl i trin 1 til primært at bestå af træ-byggevarer i trin 4 i henhold til oversigten i nedenstående tabel. Alle scenarierne har armerede fundamenter og terrændæk og 3-lags træ-/aluvinduer.

| Trin 1 | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 |
|---|--|--|---|
| Betonkonstruktion med huldæks-elementer i tag og etagedæk. Vægge af hhv. beton eller porebeton og mineraluldsisolering og teglsten. Laminatgulve og gipslofter. | Som Trin 1 men med primære konstruktioner som tag, etagedæk og bærende vægge af træ. | Som Trin 2 men med overflader i træ, dvs. facadebeklædning, gulve og lofter i træ. | Som Trin 3 men med træfiberisolering i ydervægge og lette indervægge. |

Det samlede klimaaftryk for bygningernes livscyklus over 50 år kan ses i Figur 4 i enheden kg CO₂-ækv/m². Det ses her, at trin 4, med primære og sekundære konstruktioner af træ og med træfiberisolering, har den mindste CO₂-udledning set over hele levetiden. Den højeste CO₂-udledning findes i trin 1 grundet den høje belastning fra betonkonstruktionerne. Ved at udskifte primære og sekundære konstruktioner fra stål til træbaserede er der en potentiel besparelse på knap 42% for hele bebyggelsen.

CO₂-UDLEDNING OVER 50 ÅR FORDELT PÅ BYGNINGSDELE



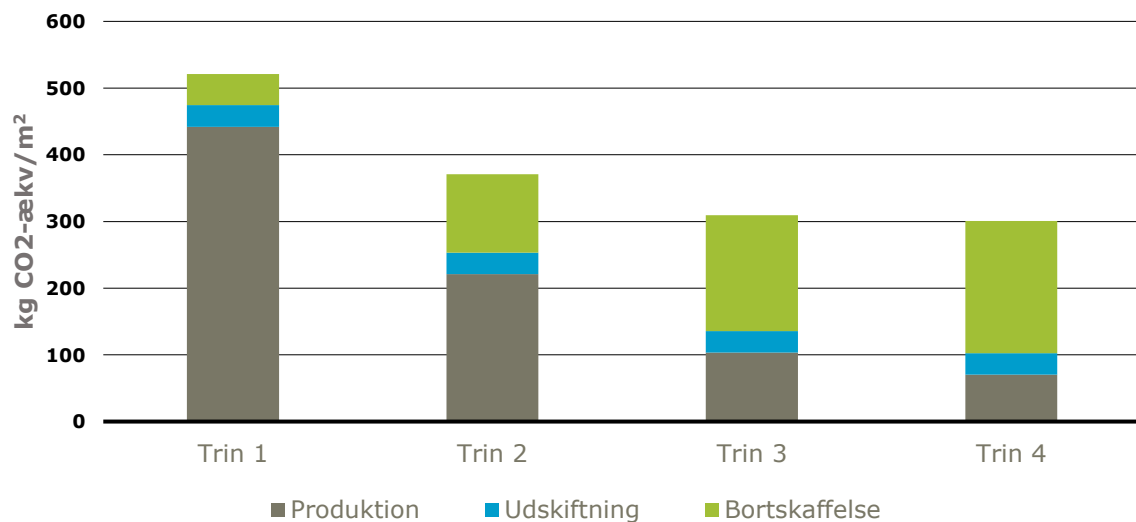
Figur 4: Det samlede klimaaftryk for bygningernes livscyklus over 50 år

I Figur 4 ses også CO₂-udledningen fordelt på bygningskomponenter. Det ses her, at de største klimapåvirkninger fra bygningen stammer fra tag, terrændæk og vinduer i alle trin. Ved at udskifte de primære konstruktioner i rækkehusbyggeriet, dvs. tag- og etagedæk samt bærende tværvægge, til træbaserede bygningselementer er der en potentiel besparelse på 29% af CO₂-udledningen fra rækkehusets levetid over 50 år. Når de bærende konstruktioner i taget udskiftes til træ, opnås en CO₂-besparelse for taget på 88 kg CO₂-ækv. pr. m² svarende til en reduktion i CO₂-udledning på 63%. Facaden udskiftes i trin 3 fra teglsten til træbeklædning, hvilket medfører en besparelse på 38 kg CO₂-ækv. pr. m², svarende til en reduktion i CO₂-udledning fra facaden på 95%. Skiftet til trækonstruktioner i ydervægge og lejlighedsskel giver en besparelse på 19 kg CO₂-ækv. pr. m², svarende til en reduktion på 61%. Ved skiftet til træfiberisolering i

ydervæggene opnåes en yderligere besparelse på 52%, da CO₂-udledningen falder fra 12,39 kg CO₂-ækv. pr. m² til 5,89 kg CO₂-ækv. pr. m². Terrændækkets optimering grundet skiftet til trækonstruktioner giver en besparelse i CO₂-udledning på 5%. Den forholdsvis store CO₂-udledning fra vinduerne skyldes, at de udskiftes én gang i løbet af den 50-årige betragtningsperiode.

I Figur 5 ses, hvornår i bygningens livscyklus CO₂-udledningen finder sted, hhv. i produktionen af materialer (A1-A3), udskiftning af byggematerialer (B4) eller ved bortskaffelsen, når bygningen tages ned (C3-C4). Her ses det, at betonkonstruktionen udleder størstedelen af miljøaftrykket i produktionsfasen, som skyldes de energikrævende processer i forbindelse med produktion af beton. For træbyggerierne derimod ligger emissionerne i højere grad ved bortskaffelsen. Dette skyldes, at træ optager CO₂ i vækstfasen, hvilket i en livscyklusvurdering fremstår som en negativ udledning i livscyklusfasen for råmaterialeudvinding (A1). Ved bortskaffelsen af træet, som i dette tilfælde er beregnet som en forbrændingsproces, frigives den optagne CO₂, og der ses derfor en højere miljøpåvirkning i bortskaffelsesfasen for træbyggeri.

CO₂-UDLEDNING OVER 50 ÅR FORDELT PÅ LIVSCYKLUSFASER



Figur 5: Påvirkningspotentialer i produktionsfasen (A1-A3), udskiftning (B4) og bortskaffelse (C3-C4)

Delkonklusion - Rækkehus

For bygningskomponenter bestående primært af byggematerialer som stål og beton (fx fundament og terrændæk) ses en højere CO₂-udledning i produktionen. Dette skyldes, at de nuværende produktionsmetoder af fx stål og cement er energikrævende, samt at der i selve den kemiske proces i cementproduktionen udledes CO₂. Samtlige træprodukter antages at blive brændt ved bortskaffelsen, hvilket betyder, at den optagede CO₂ i træet frigives igen. Dette betyder også, at udledningen kan udskydes ved at forlænge produkternes levetid enten i den pågældende bygning eller ved genanvendelse i en ny bygning. For den pågældende case er trin 4 at foretrække. Tillægges en repræsentativ middelværdi for de tekniske installationer til trin 4¹² er CO₂-udledningen fra materialerne 6,55 kg CO₂-ækv/m²/år, hvilket er 8% lavere end medianen for rækkehuse i SBI-rapporten Klimapåvirkning fra 60 bygninger¹¹.

¹² SBI 2020:04 Klimapåvirkning fra 60 bygninger – Muligheder for udformning af referenceværdier til LCA for bygninger

7. CASE 3 - ETAGEBOLIGER (4 ETAGER)

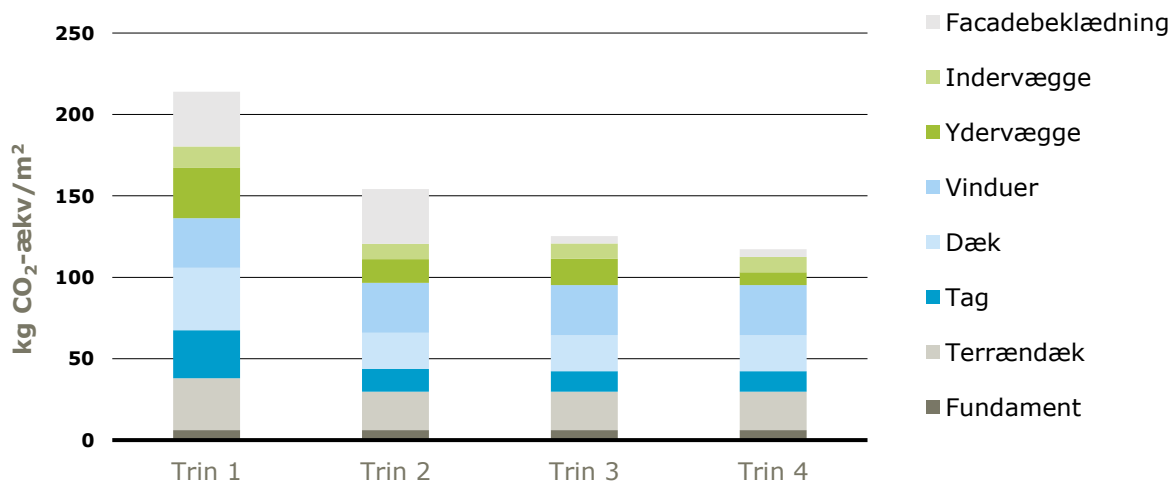


Denne analyse er et LCA-studie af en karrébebyggelse bestående af 8 blokke med henholdsvis 3 og 4 etager. Etagebyggeriet indeholder 66 familieboliger og et fælleshus med et samlet bruttoareal på 6235 m². Samtlige scenarier har betonfundamenter og 3-lags træ-/aluvinduer og -døre.

| Trin 1 | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 |
|--|--|--|---|
| Tagkonstruktion af huldæk, mineraluldisolering og tagpap. Tagterrasser af kompositbrædder. Ydervægge af betonbagmur, mineraluldisolering og en facade af keramisk skiffer. Indervægge af hhv. beton og stålelementer med mineraluldisolering og gips. Terrændæk af beton og etageadskillelser i huldæk, samt laminatgulve. | Som i Trin 1 men med bærende elementer af trækassetter i ydervægge, tag og etageadskillelser samt indervægge af trækonstruktioner. | Som i Trin 2 men med lofter, gulve og facader af træ. Tagterrasse af træbrædder. | Som i Trin 3 men med træfiberisolering i ydervæggene. |

Det samlede klimaaftryk for bygningernes livscyklus over 50 år kan ses i Figur 6 i enheden kg CO₂-ækv/m². Det ses her, at trin 4 med primære og sekundære konstruktioner og beklædninger af træ og træfiberisolering har den mindste CO₂-udledning. Den højeste CO₂-udledning ses i trin 1, hvilket skyldes det store CO₂-aftryk fra betonelementerne i dæk og inder- og ydervægge. Ved at udskifte primære og sekundære konstruktioner fra stål til træbaserede er der en potentiel besparelse på 45% for hele bygningen.

CO₂-UDLEDNING OVER 50 ÅR FORDELT PÅ BYGNINGSDELE



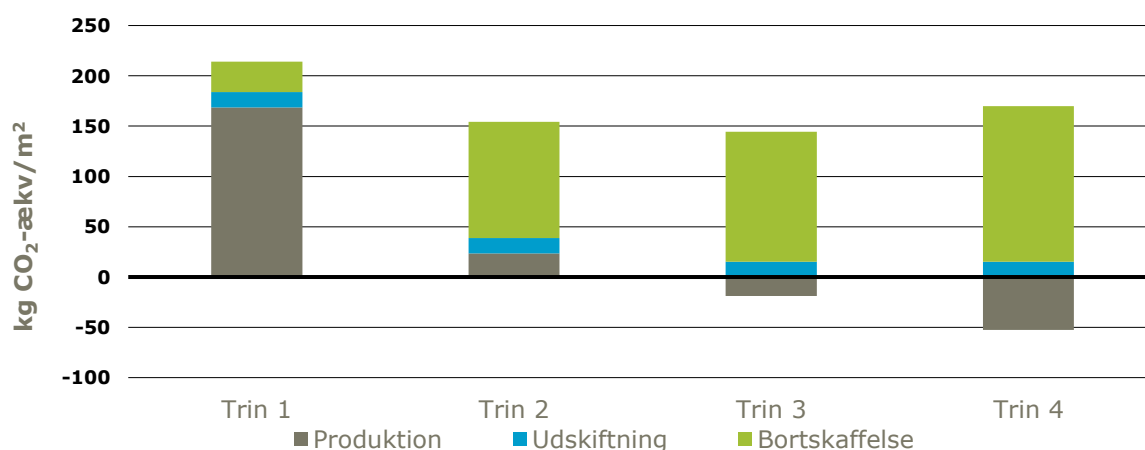
Figur 6: Det samlede klimaaftryk for bygningernes livscyklus over 50 år

I Figur 6 ses også CO₂-udledningen fordelt på bygningskomponenter. Det ses her, at bygningens største CO₂-udledning i trin 1 stammer fra de bærende konstruktioner af beton, som samlet udgør ca. 50% og skiferbeklædningen, som udgør 16%. I trin 4 består facaden af varmebehandlet træ og udgør blot 4% af bygningens samlede CO₂-aftryk, hvilket er en besparelse på 29 kg CO₂-ækv. pr. m², svarende til en reduktion i CO₂-udledning på 86%. Af case-byggerierne for enfamiliehuse, rækkehuse og etagebyggerier ses det at teglstensfacaderne udleder 41-45 kg CO₂-ækv/m² mens skifferfacaden udleder mellem ca. 15-34 kg CO₂-ækv/m² afhængig af ophængningssystem. Træfacaderne derimod udleder mellem 2,2-4,7 kg CO₂-ækv/m². Beregningerne er baseret på generisk data fra Ökobaudat-databasen, hvorfor resultatet vil variere afhængigt af de specifikke

produkter som vælges til et byggeri. Derudover har analyserne vist, at der mangler data på især beklædningstegl og det er derfor muligt, at der findes produkter, som vil ligge i intervallet mellem skifer og træbeklædning. De bærende konstruktioner i taget udskiftes fra en betonkonstruktion i trin 1 til en trækonstruktion i trin 2, hvilket medfører en samlet besparelse på 17 kg CO₂-ækv. pr. m², svarende til en reduktion i CO₂-udledning med 53%. Tilsvarende CO₂-besparelse ses i ydervæggene når den bærende konstruktion skiftes fra beton til træ, hvormed en besparelse på 53% opnås. Ved skiftet til en bærende konstruktion i træ reduceres terrændækket også, hvilket giver en besparelse i CO₂-udledning på 25%. Fundament og terrændæk fylder forholdsmæssigt mindre pr. kvadratmeter for etagebyggeriet sammenlignet med rækkehusene og enfamiliehuset, hvilket skyldes etagebyggeriets større etageareal. For case-byggerierne i denne rapport er det jordtryk og den frostfri dybde der er dimensionerende for fundamentene, hvilket især ses for etagebyggeriet, som derfor har et mere effektivt fundament pr. kvadratmeter.

I Figur 7 ses, hvornår i bygningens livscyklus CO₂-udledningen finder sted, hhv. i produktionen af materialer (A1-A3), udskiftningen af byggematerialer (B4) eller ved bortskaffelsen, når bygningen tages ned (C3-C4). Her ses det, at betonkonstruktionen udleder størstedelen af miljøaftrykket i produktionsfasen, som skyldes de energikrævende processer i forbindelse med produktion af beton. For trin 2, 3 og 4, som primært består af træelementer, ses det største miljøaftryk i bortskaffelsesfasen, da der her, som tidligere nævnt, frigives den CO₂, som træet har optaget i dets vækstfase.

CO₂-UDLEDNINGEN OVER 50 ÅR FORDELT PÅ LIVSCYKLUSFASER



Figur 7: Påvirkningspotentialer i produktionsfasen (A1-A3), udskiftning (B4) og bortskaffelse (C3-C4)

Delkonklusion - Etageboliger

For bygningskomponenter bestående primært af byggematerialer som stål og beton (fx fundament og terrændæk) ses en højere CO₂-udledning i produktionen. Dette skyldes, at de nuværende produktionsmetoder af fx stål og cement er energikrævende, samt at der i selve den kemiske proces i cementproduktionen udledes CO₂. Samtlige træprodukter antages at blive brændt ved bortskaffelsen, hvilket betyder, at den optagede CO₂ i træet frigives igen. Dette betyder også, at udledningen kan udskydes ved at forlænge produkternes levetid enten i den pågældende bygning eller ved genanvendelse i en ny bygning. For den pågældende case er trin 4 at foretrække. Tillægges en repræsentativ middelværdi for de tekniske installationer til trin 4¹³ er CO₂-udledningen fra materialerne 2,8 kg CO₂-ækv/m²/år, hvilket er 60% lavere end medianen for etagebyggerier i SBI-rapporten Klimapåvirkning fra 60 bygninger¹¹.

¹³ SBI 2020:04 Klimapåvirkning fra 60 bygninger – Muligheder for udformning af referenceværdier til LCA for bygninger

8. CASE 4 - PRODUKTIONSHAL

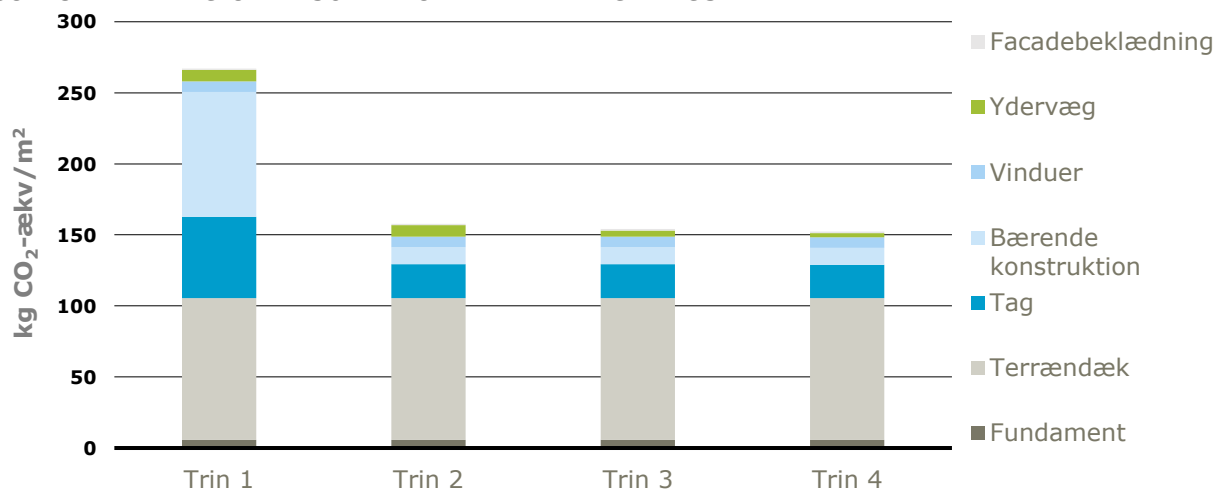


Denne analyse er et LCA-studie af en 1-etagers halbygning med et bruttoareal på 4954 m². Alle scenarierne har armerede fundamenter og terrændæk og 2-lags træ-/aluvinduer.

| Trin 1 | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 |
|--|--|---|--|
| Rammekonstruktion i stål, tagelement af trapezplade og mineraluldsisolering. Ydervægge af lette facadeelementer af stål, gips og mineraluldsisolering. | Som i Trin 1 men med en rammekonstruktion i limtræ, tag af trækassetter og ydervægskonstruktion i træ. | Som i Trin 2 men med indvendig beklædning af træbeton og facader med træbeklædning. | Som i Trin 3 men med træfiberisolering i tag og ydervægge. |

Det samlede klimaaftryk for bygningernes livscyklus over 50 år kan ses i Figur 8 i enheden kg CO₂-ækv/m². Det ses her, at trin 4 har den mindste CO₂-udledning. Den højeste CO₂-udledning ses i trin 1 grundet den høje belastning fra stålkonstruktionen. Ved at udskifte primære og sekundære konstruktioner fra stål til træbaserede er der en potentiel besparelse på 43% for hele bygningen.

CO₂-UDLEDNING OVER 50 ÅR FORDELT PÅ BYGNINGSDELE

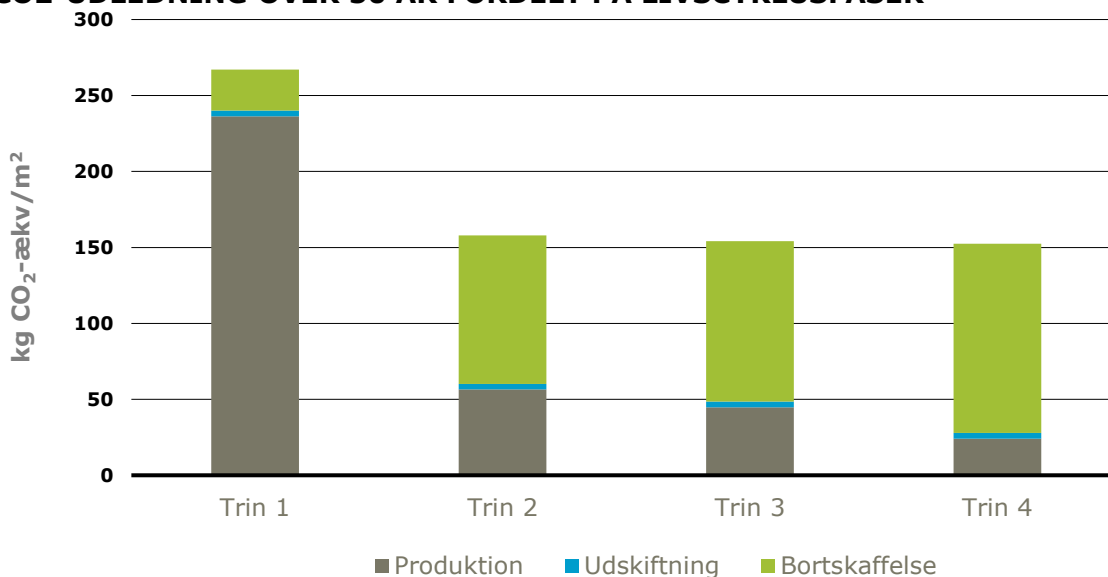


Figur 8: Det samlede klimaaftryk for bygningernes livscyklus over 50 år

I Figur 8 ses også CO₂-udledningen fordelt på bygningskomponenter. Det ses her, at de største miljøpåvirkninger fra bygningen i trin 1 stammer fra terrændæk, den bærende konstruktion og tag, hvor stålkonstruktion udgør 33% af den samlede bygning. Derimod udgør den bærende konstruktion kun 7% af bygningens samlede CO₂-udledning i trin 4, hvor stålkonstruktionen er erstattet af en trækonstruktion. Dette giver en besparelse på 76 kg CO₂-ækv. pr. m² svarende til en reduktion i CO₂-udledning på de bærende konstruktioner på 86%.

I Figur 9 ses, hvornår i bygningens livscyklus CO₂-udledningen finder sted, hhv. i produktionen af materialer (A1-A3), udskiftning af byggematerialer (B4) eller ved bortskaffelsen når bygningen tages ned (C3-C4). Her ses det, at betonkonstruktionen udleder størstedelen af miljøaftrykket i produktionsfasen, hvilket skyldes de energikrævende processer i forbindelse med produktion af beton. For trin 2, 3 og 4, som primært består af træelementer, ses det største miljøaftryk i bortskaffelsesfasen, da der her, som tidligere nævnt, frigives den CO₂, som træet har optaget i dets vækstfase.

CO₂-UDLEDNING OVER 50 ÅR FORDELT PÅ LIVSCYKLUSFASER



Figur 9: Påvirkningspotentialer i produktionsfasen (A1-A3), udskiftning (B4) og bortskaffelse (C3-C4)

Delkonklusion - Produktionshal

For bygningskomponenter bestående primært af byggematerialer som stål og beton (fx fundament og terrændæk) ses en højere CO₂-udledning i produktionen. Dette skyldes, at de nuværende produktionsmetoder af fx stål og cement er energikrævende, samt at der i selve den kemiske proces i cementproduktionen udledes CO₂. Samtlige træprodukter antages at blive brændt ved bortskaffelsen, hvilket betyder, at den optagede CO₂ i træet frigives igen, dette betyder også, at udledningen kan udskydes ved at forlænge produkternes levetid enten i den pågældende bygning eller ved direkte genanvendelse i en ny bygning. For den pågældende case er trin 4 at foretrække. Trin 2 og trin 3 er næsten ens, da det kun er facaden, som ændres til en træbeklædning. Indvendige overflader som væg og loft i produktionshallen ændres ikke til træ, på grund af den øgede risiko ved brand dette vil medføre. Den øgede risiko ved brand betyder, at bygningsreglementets brandkrav ikke kan opfyldes ved blot at følge de præaccepterede løsninger beskrevet af vejledninger til BR18 kap. 5. Brand og træbeklædningen anses derfor typisk ikke som værende en tilsvarende gængs løsning for industribygninger i dansk byggeri.

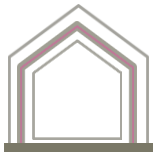
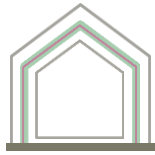
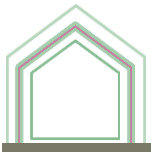

Tillægges en repræsentativ middelværdi for de tekniske installationer til trin 4¹⁴ er CO₂-udledningen fra materialerne 3,51 kg CO₂-ækv/m²/år, hvilket er 63% lavere end medianen for alle 60 byggerier i SBI-rapporten Klimapåvirkning fra 60 bygninger¹¹.

¹⁴ SBI 2020:04 Klimapåvirkning fra 60 bygninger – Muligheder for udformning af referenceværdier til LCA for bygninger

9. KONKLUSION

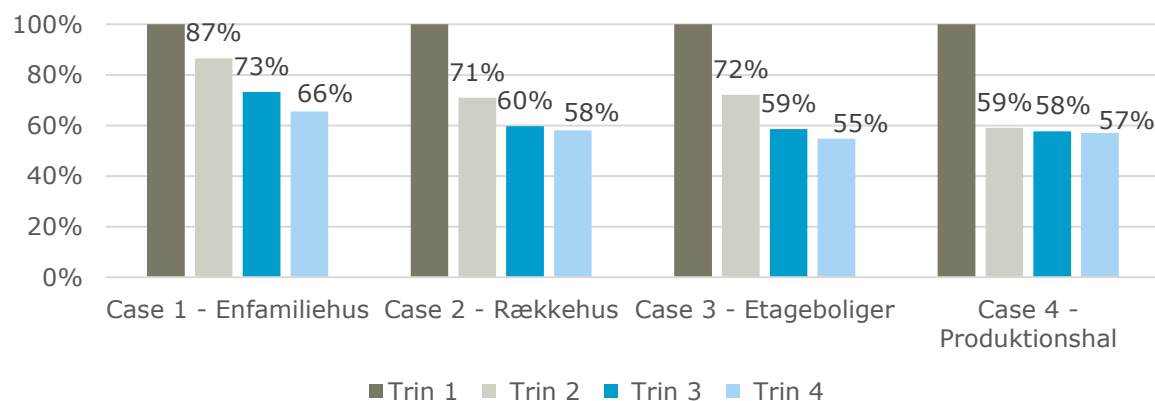
I denne rapport er fire casestudier af hhv. et enfamiliehus, et rækkehusbyggeri, en etagebolig og en produktionshal blevet analyseret som typiske danske bygninger af stål og beton (trin 1) og i tre trin konverteret til konstruktioner og bygningsdele i træ. For hvert trin skiftes fortsat flere bygningsdele ud med byggevarer i træ. For alle fire casestudier viste de største potentielle CO₂-besparelser sig at stamme fra de bærende konstruktioner, og dermed ses det største spring i CO₂-besparelser fra trin 1 til trin 2. I Tabel 2 ses de potentielle CO₂-besparelser ved hvert trin sammenlignet med trin 1, for de 4 casestudier. De samlede potentielle CO₂-besparelser varierede mellem 34,5-45,2% for de fire cases svarende til mellem 97 og 220 kg CO₂-ækv. pr. m².

Tabel 2 – Potentiel besparelse for 50-årig betragtningsperiode

| Betragningsperiode: 50 år | Trin 1 | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 |
|------------------------------|--|---|--|--|
| | Typisk dansk bygning i materialer som stål, beton og tegl | Primære og sekundære konstruktioner i beton og stål skiftes til konstruktioner af træ | Beklædninger som facader, gulve og lofter skiftes til byggevarer af træ | Mineraluldisolering skiftes til træfiberisolering (hvor brandkrav tillader) |
| |  |  |  |  |
| Case 1: Enfamiliehus | - | 13,4% | 26,8% | 34,5% |
| Case 2: Rækkehusbyggeri | - | 29,1% | 40,3% | 41,9% |
| Case 3: Etageboliger | - | 27,9% | 41,4% | 45,2% |
| Case 4: Produktionshal | - | 41,0% | 42,3% | 43% |

I alle fire cases er der altså en potentiel CO₂-besparelse ved at skifte konstruktioner og materialer til træ, dette er også visualiseret i Figur 10. Figuren viser den samlede CO₂-udledning fra trin 2, 3 og 4 i forhold til trin 1, og det ses, at de største besparelser er at hente i større boligbebyggelser og i industribygningen.

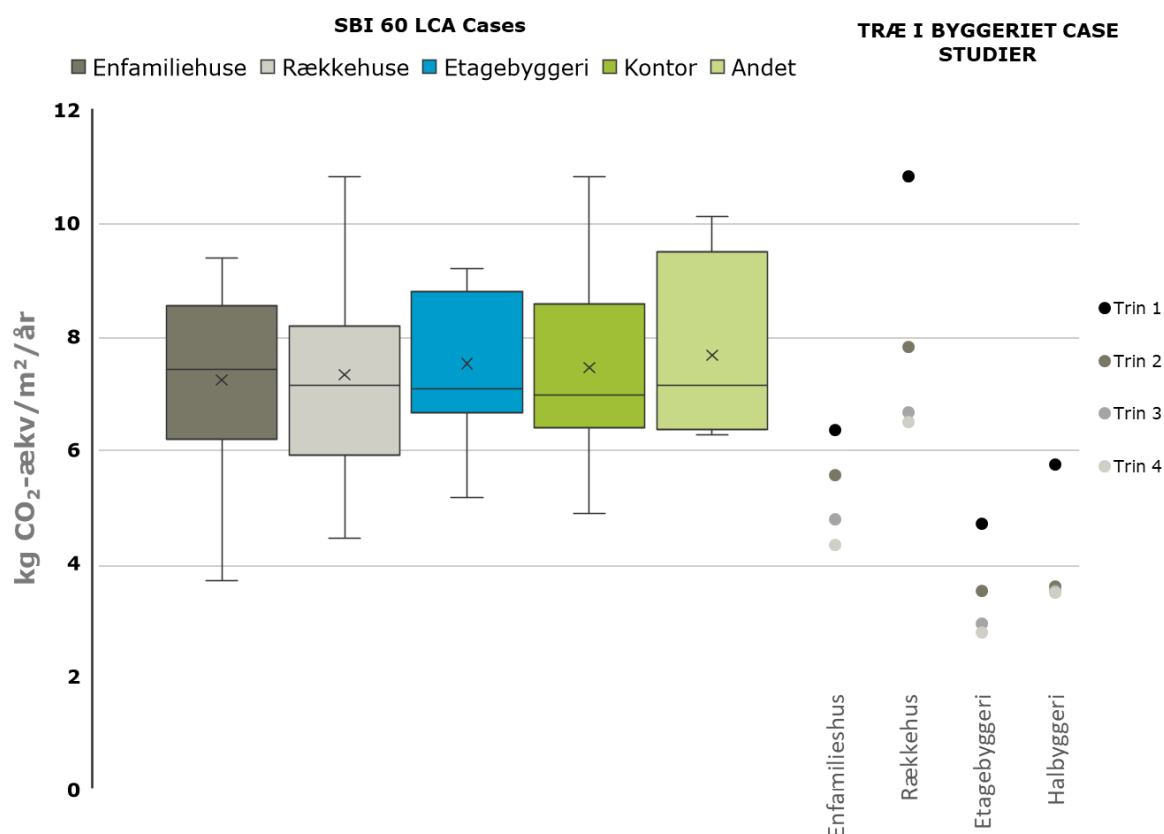
POTENTIEL CO₂-UDLEDNING I FORHOLD TIL TRIN 1



Figur 10 Den potentielle CO₂-udledning sammenlignet med trin 1 for de fire casestudier

9.1 Sammenligning med referencebygninger

For at kunne sammenligne de fire case-byggerier i denne rapport med andre bygninger, er resultaterne tillagt en repræsentativ middelværdi for tekniske installationer jævnfør SBI-rapporten *Klimapåvirkning fra 60 bygninger*¹⁵ på 0,46 kg CO₂-ækv/m². Resultaterne kan således ses af Figur 11 overfor referencebygningerne fra den omtalte SBI-rapport. Illustrationen viser CO₂-udledningen fra materialerne over en 50-årig periode, fra udvinding og produktion til udskiftninger og bortskaffelse, men ikke energiforbruget fra driften. Det ses at især etagebyggeriet ligger lavt sammenlignet med de 11 referencebygninger i kategorien, dette kan skyldes et mere materialeeffektivt byggeri pr. kvadratmeter i den pågældende case og også at 80% af referencebygningerne er tunge byggerier.



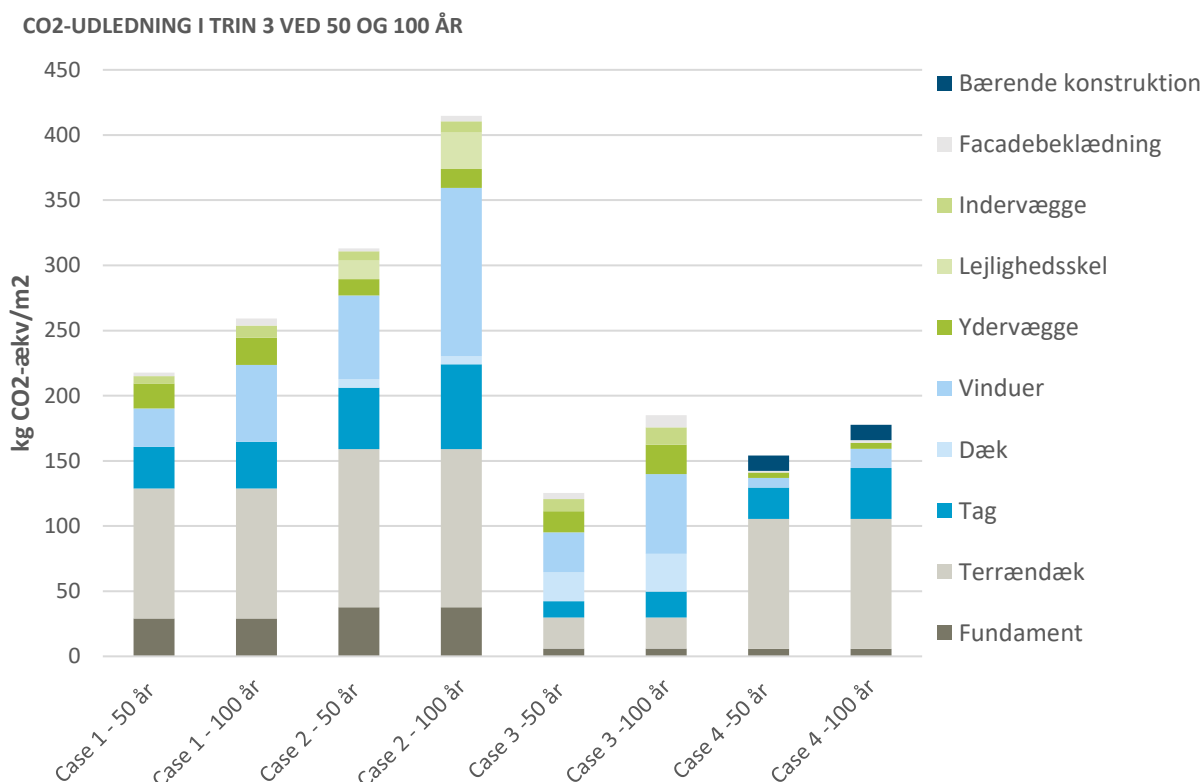
Figur 11 Sammenligning af de fire case-bygninger op mod referencebygninger fra rapporten *Klimapåvirkning fra 60 bygninger* udgivet af Statens Byggeforsknings Institut (SBI).

Resultaterne fra træbyggerierne i trin 4 ligger i intervallet 2,8–6,55 kg CO₂-ækv/m²/år, med en median på 4,3 kg CO₂-ækv/m²/år, hvilket er markant lavere end medianværdien for materialerne for de 60 referencebygninger som ligger på 7,1 kg CO₂-ækv/m²/år. Medianværdien for de 60 referencebygninger er data for både DGNB-certificerede bygninger, eksterne projekter og livscyklusvurderinger udført af SBI. Træbyggerierne giver altså en reduktion på op mod 60% ift. medianværdien.

¹⁵ SBI 2020:04 Klimapåvirkning fra 60 bygninger – Muligheder for udformning af referenceværdier til LCA for bygninger

9.2 Følsomhed

LCA beror på antagelser om både materialevalg og levetider og det er derfor vigtigt at se på følsomheden af disse antagelser. Denne rapport er baseret på nuværende produktionsmetoder og materialer, hvor fokus har været på træprodukter, som det bæredygtige alternativ til typiske danske byggematerialer som stål, beton og tegl. Det er muligt, at der i fremtiden findes alternative produktionsmetoder og materialer, da industrien hele tiden udvikler sig, som vil kunne bidrage til en yderligere CO₂-besparelse. I dette afsnit afdækkes resultaternes følsomhed overfor en længere levetidsbetragtning på i alt 100 år. Betragtningstiden blev således ændret fra 50 til 100 år i samtlige beregningsmodeller, hvor resultatet for trin 3 kan ses i Figur 12. Det ses her, at især CO₂-udledningen fra vinduer, dæk og tag stiger ved en 100-årig betragtningstid. Dette skyldes, at bl.a. vinduer og specielt overflade-bygningsdele såsom gulve, vægbeklædninger og tagdækning udskiftes 1-2 gange i denne periode.







Figur 12 Følsomhedsanalyse - forskel i CO₂-udledning fra 50 til 100 års betragtningstid

Dykker man ned i materialerne ses det, at det primært er vinduespartier, gipsplader, tagpap, træbetonplader og træfiberisolering samt træfacadebeklædning, som udskiftes og dermed giver den højere CO₂-udledning, denne udledning vil altså afhænge af takten hvormed bygningsdele udskiftes. Materialernes levetider er baseret på tabelværdier fra SBI, og kan derfor i praksis variere. For eksempel vil man kun udskifte beskadigede gipsplader mens træfiberisolering i kassetter, som er faldet sammen, kan fornyes med ny indblæsning af isolering, men ikke udskiftes. Af Tabel 3 fremgår de potentielle CO₂-besparelser ved hvert trin sammenlignet med trin 1, for de 4 casestudier. De samlede potentielle CO₂-besparelser varierer mellem 28,5-38,9% for de fire cases svarende til mellem 73 og 196 kg CO₂-ækv. pr. m². Den største variation i CO₂-besparelser ses i case 3 etageboligerne, dette skyldes store mængder af vinduer, gipslofter og -vægge, samt tagpaptag, som alle udskiftes i løbet af de 100 år. Den afviger således 15% fra den 50-årige betragtning. De resterende cases afviger mellem 4-9% fra den 50-årige betragtningstid mens afvigelserne for trin 1, 2 og 4 også ligger i spændet 3-16%. Besparelsen ved de forskellige træbyggeri-cases er derfor mindre set over en længere levetid, på

grund af flere udskiftninger og fordi her og nu påvirkningerne kan fordeles ud over et større antal år og dermed får mindre betydning. Dette betyder at trin 1 i alle cases, som har relativt høje påvirkninger ved opførelsen (A1-3) i forhold til de øvrige livscyklusfaser, får en fordel i forhold til ved en 50-års betragtningsperiode, fordi her og nu påvirkningerne kan fordeles ud over et større antal år og dermed får mindre betydning.

Tabel 3 - Potentiel besparelse ved 100-årig betragtningsperiode

| Betragtningsperiode: 100 år | Trin 1 | Trin 2 | Trin 3 | Trin 4 |
|---------------------------------------|---|---|---|---|
| | Typisk dansk bygning i materialer som stål, beton og tegl | Primære og sekundære konstruktioner i beton og stål uskiftes til konstruktioner i træ | Beklædninger som facader, gulve og lofter skiftes til byggevarer af træ | Mineraluldsisolering skiftes til træfiberisolering (hvor brandkrav tillader) |
| |  |  |  |  |
| Case 1: Enfamiliehus | - | 10,5% | 21,7% | 28,5% |
| Case 2: Rækkehusbyggeri | - | 17,6% | 31,3% | 32,5% |
| Case 3: Etageboliger | - | 17,0% | 26,4% | 29,1% |
| Case 4: Produktionshal | - | 37,1% | 38,6% | 38,9% |

9.3 Perspektivering

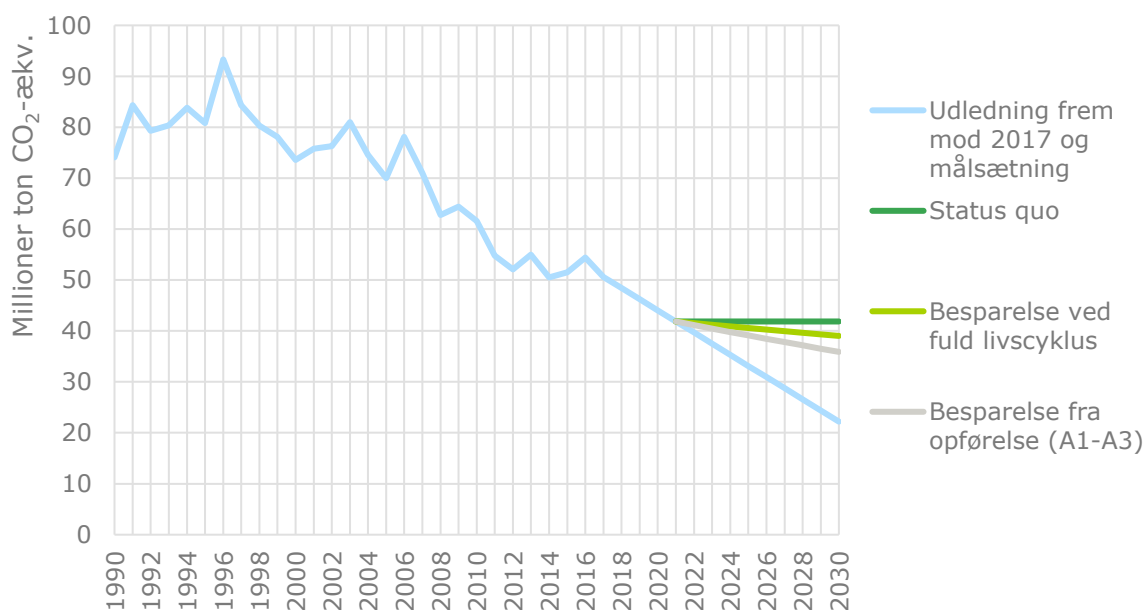
Dansk Byggeri anslog i 2019, at der vil blive påbegyndt opførelse af 28.500 boliger i 2020¹⁶, svarende til et fald på 1,3% i forhold til 2019, og at denne tendens vil fortsætte i de kommende år⁵. Ifølge Danmarks Statistik har et gennemsnitligt parcelhus et areal på 151 m², mens arealet på henholdsvis et række- kæde- og dobbelthus er 93 m², og for etageboliger 78 m². Hvis samtlige nybyggede boliger i 2020 primært var træbaserede, er den potentielle CO₂-besparelse derfor ca. 340.200 ton CO₂-ækvivalenter set over hele bygningslivscyklussen.

Forudsættes 1,3% årligt fald i nybyggeriet af boliger frem mod 2030, vil den samlede besparelse, over hele bygningslivscyklussen, være 3,51 mio. tons CO₂-ækv. over de kommende 10 år. Dette svarer til en gennemsnitlig årlig besparelse på 14,5% af den samlede CO₂-reduktion, Danmark skal opnå for at leve op til målsætningen om 70% reduktion i 2030.¹⁷ Ser man udelukkende på CO₂-udledningen fra opførelsen af bygningerne er den potentielle gennemsnitlige årlige besparelse 30,5% af den årlige CO₂-reduktions målsætning. Ved endt levetid for træbyggevarerne vil der dog igen udledes CO₂, enten fra en forbrændingsproces eller forrådnelse. Der findes ikke en standardiseret metode for hvorledes man bør sammenstille livscyklusvurderinger med årlige reduktionsmålsætninger, derfor er både besparelserne over hele livscyklussen og besparelserne ved opførelse vist i Figur 13. Besparelserne er her afbildet i forhold til status quo og i forhold til den nationale målsætning om 70% CO₂-reduktion frem mod 2030. Træbyggeri kan altså bidrage til denne målsætning uanset om hele livscyklussen eller kun opførelsen tages i betragtning.

¹⁶ Dansk Byggeri Konjunkturanalyse marts 2019

¹⁷ Kilde: DCE- Nationalt Center for Miljø og Energi, 2019. I opgørelsen fra DCE er ikke medtaget CO₂ fra importeret træ til forbrænding af biomasse, international søfart og luftfart og danske virksomheders aktiviteter i udlandet.

UDVIKLING I CO₂-UDLEDNING SIDEN 1990 INKL. POTENTIELLE BESPARELSER FRA TRÆBYGGERI I FORHOLD TIL STATUS QUO



Figur 13 Kilde: DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2019.

Note: I opgørelsen fra DCE er ikke medtaget CO₂ fra importeret træ til forbrænding af biomasse, drivhusgasemissioner fra international søfart og luftfart og drivhusgasemissioner fra danske virksomheders aktiviteter i udlandet.

Det er tydeligt, at byggebranchen kan bidrage til den nationale og globale målsætning om at minimere CO₂-udledningen ved at træffe bevidste design- og materialevalg. Ved at udføre livscyklusvurderinger (LCA) for nybyggeri og renoveringsprojekter er det muligt at estimere potentielle miljøpåvirkninger, som tager højde for bygningens kontekst.

Ved nybyggeri og renoveringsprojekter bør der altid udarbejdes et helhedsbillede, som tager hensyn til konteksten af bygningen. Aspekter som fugtforhold, drift og vedligehold samt robusthed bør overvejes for eksempel gennem totaløkonomiske beregninger. Brandforhold samt akustiske forhold er andre faktorer, som også altid bør have fokus ved nybyggeri og renovering. Levetider og holdbarhed af byggematerialer er en væsentlig faktor i analyser som denne, men i konkrete byggeprojekter bør man forholde sig kritisk til netop levetiden. Ofte ses det, at bygningsdele og materialer udskiftes af æstetiske årsager, før deres tekniske levetid er udtjent. Andre metoder til at minimere CO₂-udledningen fra nybyggeri og renoveringsprojekter er at anvende genbrugsmaterialer. Hvis der anvendes genbrugsmaterialer i en bygning, vil disse indgå i produktfasen (A1-A3) og potentielt kunne minimere CO₂-udledningen fra bygningens opførelse. Den cirkulære tankegang, hvor både bygningens og materialernes livscyklus tænkes ind i designet, er en afgørende faktor for fremtidens bæredygtige byggeri.