

Renovering er bedst for klimaet

Konklusioner fra udviklingsprojektet
Klimadata for renovering

Renovering er bedst for klimaet

Konklusioner fra udviklingsprojektet
Klimadata for renovering

Forord

Hvornår bør en bygning bevares og renoveres? Og hvornår bør den i stedet rives ned og erstattes af en ny? I takt med en voksende klimabevidsthed i byggebranchen bliver de spørgsmål oftere og oftere rejst. I mange faglige cirkler er opfattelsen, at det ud fra et klimaperspektiv oftest er bedst at bevare og renovere frem for at rive ned og bygge nyt.

Den opfattelse er som udgangspunkt rigtig. Men der er behov for, at vi træffer beslutninger ud fra mere end en tommelfingerregel. Der er behov for, at vi får nogle bedre, fælles beregningsmetoder og erfaringstal for klimabelastningen ved at bevare og renovere.

Først når vi har det, kan vi foretage en kvalificeret sammenligning af de to tilgange – riv ned og byg nyt eller renover. Og lige så vigtigt kan vi foretage en mere kvalificeret beslutning om, hvilken renoveringsstrategi der er mest klimavenlig: en let, en mellem eller en dyb renovering. Det har vi i Realdania ønsket at gøre noget ved med projektet **Klimadata for renovering**. Et projekt, der er sat i gang i håb om at skabe øget viden, fælles metoder og flere fælles tal, der kan styrke hele byggebranchens mulighed for at udføre bedre sammenlignelige vurderinger af klimabelastningen af renoveringer i et livscyklusperspektiv.

Og helt overordnet efterlader projektet ingen tvivl: Renovering er bedst for klimaet, og selv lette renoveringer er bedre end at rive ned og bygge nyt. Der er dog heller ingen tvivl om, at der er mange parametre at tage højde for, når man ønsker at optimere sin renovering ift. klimaet. Vi har længe vidst, at klimabelastningen fra eksisterende bygninger afhænger af hustype, forbrug og af, hvornår huset er fra – de nye tal viser, at den måde, man renoverer, har endnu større betydning – og denne nye viden vil ændre den måde, vi bevarer og renoverer i fremtiden.

Vi har suppleret klimaberegningerne i projektet med billeder og tal på de arkitektoniske og økonomiske konsekvenser af forskellige tilgange. For ved også at inddrage de to aspekter skaber vi et bedre og mere anvendeligt grundlag for at træffe en beslutning.

Udgivelsen her er en resultat-rapport, som kort gengiver udvalgte konklusioner fra den omfattende hovedrapport for det fulde udviklingsprojekt **Klimadata for renovering**. I hovedrapporten har mange forskellige specialister samarbejdet om at skrive så præcist som muligt med den nyeste viden, data og redskaber. For det fulde overblik og samtlige beregninger henviser vi til, at man dykker ned i hovedrapporten, som du kan downloade fra Realdanias hjemmeside.

Udviklingsprojektet er gennemført af et tværfagligt hold af erfarne specialister fra Arkitema, Cowi, BUILD og Rådet for Bæredygtigt Byggeri. Resultaterne er løbende blevet kvalificeret af en ekstern følge-gruppe bestående af mere end 60 eksterne eksperter. Realdania vil gerne sige tak til alle, som har bidraget til arbejdet.

Grundlaget for projektet har været såvel konkrete data og beregninger som forskellige erfaringer og holdninger fra en række interview-personer, lige som projektet har affødt både klare konklusioner og fremkaldt nye, vigtige spørgsmål, som man nu kan arbejde videre med.

Vi håber, at du, som skal til at tage fat på fremtidens klimavenlige bevaring og renovering, vil læse med, blive klogere, mere nysgerrig og vil kunne arbejde mere kvalificeret med, hvordan vi i fremtiden kan bevare mere og renovere på den mest klimavenlige måde.

God læselyst!

Thomas Brogren, projektchef i Realdania

Renovering er bedst for klimaet

Konklusioner fra udviklingsprojektet

Klimadata for renovering

Udgivet af Realdania

2024

Projektet er udarbejdet af

Arkitema, COWI, BUILD - Aalborg Universitet

og Rådet for Bæredygtigt Byggeri

Journalistisk bearbejdelse

Dorthe Bendtsen, Racconto

Grafisk opsætning

Ida Nissen

Fotos

Bjørn Pierri Enevoldsen

s: 25 [Nederst th.]

Heidi Lundsgaard.

s: 25 [Øverst th. / midt tv.]

Helene Høyer Mikkelsen.

s: 25 [Nederst tv.]

Steffen Stamp

s: 25 [Øverst tv. / midt th.]

Projektfotos

s: 56

Tryk

Dystan & Rosenberg

ISBN

978-87-93360-53-2



Realdania

Jarmers Plads 2

1551 København V

realdania.dk

Indholdsfortegnelse

- 6 Renovering er bedst for klimaet
Opsummering og konklusioner
 - 9 / Viden fra både ind- og udland
 - 12 / Konklusionen er klar: Renovering er bedst
 - 14 / Nye spørgsmål til arkitektur

- 16 Hvilken LCA-metode passer til dit
renoveringsprojekt? Tre metoder viser vej
 - 19 / Metode 1: Nedrivning og nybyggeri
sammenlignet med renovering
 - 20 / Metode 2: Renovering af enkelte bygningsdele
 - 21 / Metode 3: Større bygningsrenoveringer

- 22 Hvilke renoveringstiltag er de bedste
for klimaet? Forskellige varianter giver
forskellige resultater
 - 26 / Alle renoveringsvarianter er bedre end
nedrivning og nybyggeri
 - 30 / Forskellige faktorer påvirker resultatet

- 42 Hvad er bedst for økonomien? Renovering
giver som regel den bedste bundlinje
 - 44 / Lette renoveringer er billigst
 - 46 / Sammenligning af LCC- og LCA-beregninger
 - 50 / Hvilke effekter har CO₂-afgifter?

- 52 Hvordan ser fremtidens klimaeffektive
renoveringer ud? Perspektiver på arkitektur

Renovering er bedst for klimaet

Opsummering og konklusioner

- > Renovering er bedre for klimaet end at rive ned og bygge nyt
- > Selv lette renoveringer er bedre end at rive ned og bygge nyt
- > Dybe renoveringer i moderne bygninger er ikke det bedste for klimaet
- > Beregninger viser, at renovering er bedre for totaløkonomien end at rive ned og bygge nyt
- > Klimavenlig renovering kommer til at ændre arkitekturen

Hvordan vurderer man, om renovering er mere klimavenligt end nedrivning og nybyggeri? Regner man f.eks. en forudgående nedrivning med? Er energieffektivisering vigtigere end at bruge klimavenlige materialer? Og hvordan definerer man i det hele taget en renovering, der jo kan spænde fra små tiltag til et meget omfattende byggeri?

Når man skal vælge, om man skal rive ned og bygge nyt eller bevare og renovere, er det vigtigt at kunne inddrage konkrete, transparente og pålidelige data og vurderinger af den klimamæssige betydning.

Der findes data og metoder for nybyggeri, hvor der de seneste år er udviklet beregningsforudsætninger og klimadata til livscyklusvurderinger [LCA, Life Cycle Assessment]. Det er især sket gennem forskning og frivillige certificeringssystemer og er nu en del af kravene i det danske bygningsreglement. Der findes ligeledes metoder til at beregne livscyklusomkostninger eller levetidsomkostninger [LCC, Life Cycle Costing] - det vil sige økonomien set over tid.

Men vi har ikke haft samme viden og metoder for bygningsrenovering, og det er et problem. Vi risikerer nemlig, at renovering ikke bliver inddraget i de politiske beslutninger og i diskussionerne om at bygge på den måde, der er bedst for klimaet. Det er derudover svært at vurdere det klimamæssige potentiale for bevaring på tværs af forskellige bygningstyper og grader af renovering. Det vil sige, at der både er behov for klimadata til vurdering af, om man vil bevare eller rive ned, og data til at beslutte omfanget af en renovering.

Det er netop den viden og data, som **Klimadata for renovering** nu bidrager med. **Ved at gøre metoder og forudsætninger sammenlignelige, kan vi regne mere præcist på de klimamæssige konsekvenser af renovering og svare ret tydeligt på ovenstående spørgsmål.**

Hvad gør man i andre lande?

I Danmark sammenligner vi os ofte med de øvrige nordiske lande, og der er da også et samarbejde på myndighedsniveau under Nordisk Ministerråd for at harmonisere den videre udvikling af bygningers klimaregulering. Andre lande som f.eks. Frankrig og Nederlandene er pionerer i at udvikle obligatoriske klimakrav og grænseværdier – dog med forskellige tilgange. Endelig er der initiativer og regler fra EU.

Læs mere i hovedrapporten i kap. 2. —>

Viden fra både ind- og udland

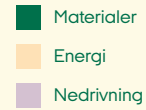
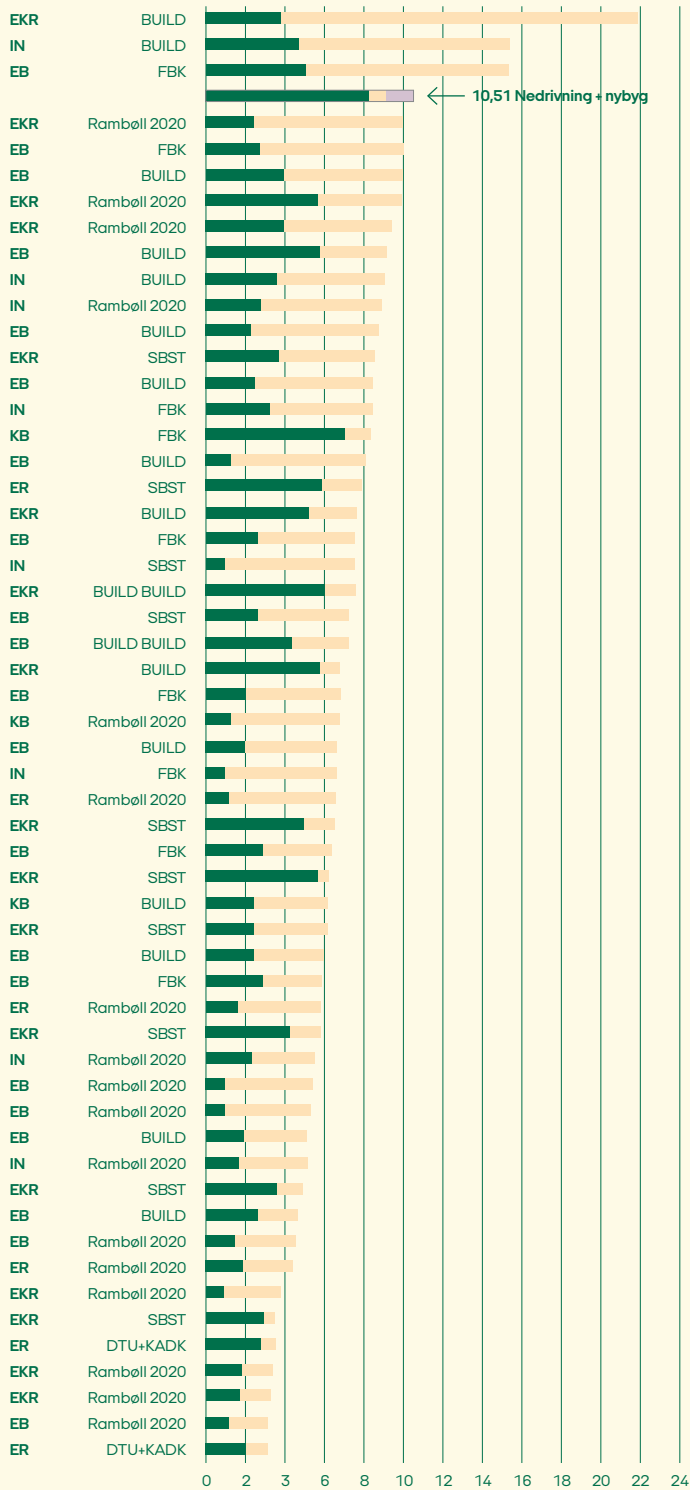
Klimadata for renovering tager udgangspunkt i både i egne undersøgelser og i andres erfaringer og data fra Danmark. Blandt andet er LCA for danske renoveringer kortlagt for at give et overblik over, hvad vi allerede ved, og for at gøre data og erfaringer tilgængelige på en systematisk måde [figur 1]. Derudover er relevante tendenser i offentlig regulering af LCA i både ind- og udland blevet undersøgt. Udviklingen i standardisering, politik og lovgivning viser, at der er langt større fokus på at udvikle LCA for bygningsrenovering end tidligere. Men også, at der stadigvæk mangler harmoniserede internationale regler og metoder.

Danske renoveringscases viser tydelig tendens

I de seneste år er der lavet flere LCA-beregninger af gennemførte renoveringer i både Danmark og udlandet. Men det er svært at drage klare konklusioner. Det er nemlig ikke muligt at sammenligne resultaterne, fordi der er anvendt en stor variation af bygningstyper, renoveringsgrader og LCA-metoder.

Én tendens er dog tydelig: For størstedelen af de danske renoveringscases er klimabelastningen for bevaring og renovering mindre end et tilsvarende generisk scenarie for nedrivning og nybyggeri.

FIGUR 1. Sammenligning af renoveringers klimapåvirkning ud fra eksisterende danske studier beregnet med udgangspunkt i 2023-emissionsfaktorer. Fjerde-øverst ses det generiske resultat for nedrivning og nybyggeri – dvs. at alle cases nedenunder rent klimamæssigt er bedre. Hver case er illustreret med klimapåvirkning fra hhv. materialer (grøn) og energiforbrug (beige). Det store spænd i materialepåvirkningerne skyldes især forskellen i renoveringsomfang, men ligger i alle tilfælde væsentligt lavere end materialepåvirkningen i nybyggeri. Modsat ligger energiforbruget til drift højere i renoveringscasene.



Anvendelses-kategorier

BE / Bolig & Erhverv

EB / Etageboliger

EKR / Enfamiliehuse, kæde/rækkehuse

ER / Erhverv

IN / Institution, kultur, idræt

KB / Kontorbyggeri

Kilder til cases

BUILD / BUILD-rapport 2022:33 Klimapåvirkning fra renovering [2022]

FBK / Evaluering af krav om LCA i FBK 2023-2024 [2023]

SBST / Renoveringscases af Transition for Social- og Boligstyrelsen [2023]

Rambøll¹ / Analyse af CO₂-udledning og total-økonomi i renovering og nybyg [2020]

DTU-KADK / LCA på Lærilingenes Hus, Bornholm [2022]

¹ Her medtages kun de dybe renoveringer

Konklusionen er klar: Renovering er bedst

Undersøgelserne i **Klimadata for renovering** bygger på forskellige typer data. Eksempelvis ligger der nogle gange såkaldte generiske forhold til grund for en beregning, dvs. et datagrundlag, der er repræsentativt for en større mængde, så der kan drages generelle konklusioner. Derimod må et virkeligt byggeprojekt tage udgangspunkt i de konkrete forhold, men alligevel er projektets konklusioner tydelige: **Hvad end der er tale om klimapåvirkning eller totaløkonomi, er bevaring og renovering i langt de fleste tilfælde mere fordelagtig end nedrivning og nybyggeri.** Projektet viser også, at selv en mindre omfattende renovering som oftest er bedre for klimaet end at bygge nyt.

I **Klimadata for renovering** har man valgt at undersøge tre bygningstyper: parcelhus, rækkehus og etagehus i såvel en traditionel som en moderne udgave. De tre typer sammenholdes med forskellige grader af renovering: Lige fra den såkaldte baseline, hvor bygningen blot er i fortsat drift uden indgreb, over lette og mellem grader af renovering til den dybe renovering med omfattende tiltag. **Undersøgelserne af disse varianter viser ganske klart, at renovering i et klimaperspektiv er at foretrække frem for nybyggeri.**

Selv lette renoveringsgrader har effekt

Projektet peger også på, at få renoveringstiltag har en stor betydning. For selv de lette renoveringsgrader giver reduktioner af klimapåvirkningerne. Det gælder især for de ældre, traditionelle bygninger. De har nemlig et højt driftsenerginiveau, som sænkes ved en renovering, og her giver selv en let renovering en gevinst. Dog er mellem renovering betydeligt mere effektiv og bør ofte foretrækkes.

Renovering er den bedste løsning for økonomien

Projektet viser, at **renovering også i forhold til totaløkonomi som regel er mere fordelagtigt end at rive ned og bygge nyt.** I forhold til det økonomiske perspektiv er der dog kun foretaget beregninger for rækkehuse og ikke andre bygningstyper.

Hvad gør man i andre lande?

I Danmark og Europa arbejdes der med en strategisk prioritering af at reducere energibehovet for at kunne rense energiforsyningen for kulstof, og her har energieffektivisering af bygningsmassen en stor betydning. Især de dybe energirenoveringer er et afgørende instrument til at nedbringe samfundets energibehov, og det vil medvirke til en hurtigere omstilling af den nuværende varme- og elforsyning til energikilder med lavere udledning.

Læs mere i hovedrapporten i afsnit 2.2.4.3. —>

Det er ikke ligeegyldigt, hvilken grad af renovering, der vælges. Sammenligninger af LCC- og LCA-resultater viser, at det i et totaløkonomisk perspektiv generelt er bedst at prioritere lette renoveringsgrader, fordi der kan opnås en lavere klimapåvirkning med få totaløkonomiske midler. En dyb renovering har derimod en høj totaløkonomi, men også en væsentlig lavere klimapåvirkning end nedrivning og nybyggeri. **Det er derfor vigtigt, at man grundigt overvejer graden af renovering, da den påvirker totaløkonomien væsentligt.**

Klimapåvirkningen ved udskiftning af bygningsdele bør synliggøres. Selv om der kan drages tydelige konklusioner, viser projektets analyser af eksisterende viden og data fra ind- og udland, at der stadig er mere at undersøge. Det gælder blandt andet håndteringen af materialer af træ, hvor en nedrivning vil give udledning af biogent kulstof fra træet. Et andet spørgsmål er, hvordan der kan tages højde for den tilbageværende værdi af de byggematerialer, der nedrives og udskiftes, men som endnu ikke har udtjent deres estimerede levetid.

I dag medregner LCA'en nemlig kun nuværende og fremtidige klimapåvirkninger. Hvis man vil undgå unødvendige udskiftninger og renoveringer, er det meget vigtigt at synliggøre de klimapåvirkninger, der kommer ved udskiftning af bygningsdele, der endnu ikke er modne til renovering, men kan holde i længere tid.

Nye spørgsmål til arkitektur

Et element i **Klimadata for renovering** har været at undersøge nogle forskellige scenarier for, hvordan arkitekturen bliver påvirket af klimavenlig renovering – særligt hvis der for fremtiden skal bruges flere biogene materialer.

Det har ikke været intentionen at konkludere noget, men at åbne for diskussioner og nye spørgsmål: Skal en renovering fremhæve snarere end skjule en eksisterende bygnings alder? Er det vigtigt, at en bygnings arkitektoniske idé føres videre i renoveringsprojektet? Hvordan vil det påvirke [forståelsen af] arkitekturen, hvis vi ikke renoverer med henblik på en bygnings ensartede udseende, men udelukkende for at udbedre slitage og bygningsmæssige skader – evt. ved partiel udskiftning?

Vi uddyber emnet en smule i sidste kapitel og lægger op til en diskussion af, om vi er klar til fremtidens 'renoveringsarkitektur'.

Kender du til udfordringerne med træ i bygninger?

Udledning af CO₂ vil belaste LCA for renovering, så hvordan skal man f.eks. behandle biogent kulstof i nedrevne træmaterialer? En mulighed kan være at deklarerer biogent kulstof separat. På den måde synliggøres lagring af kulstof, og man styrker incitamentet til at bevare træ i bygninger.

Se hvad f.eks. Finland og Frankrig gør i hovedrapporten i afsnit 2.2.6.2. →

Hvilken LCA-metode passer til dit renoveringsprojekt?

Tre metoder viser vej

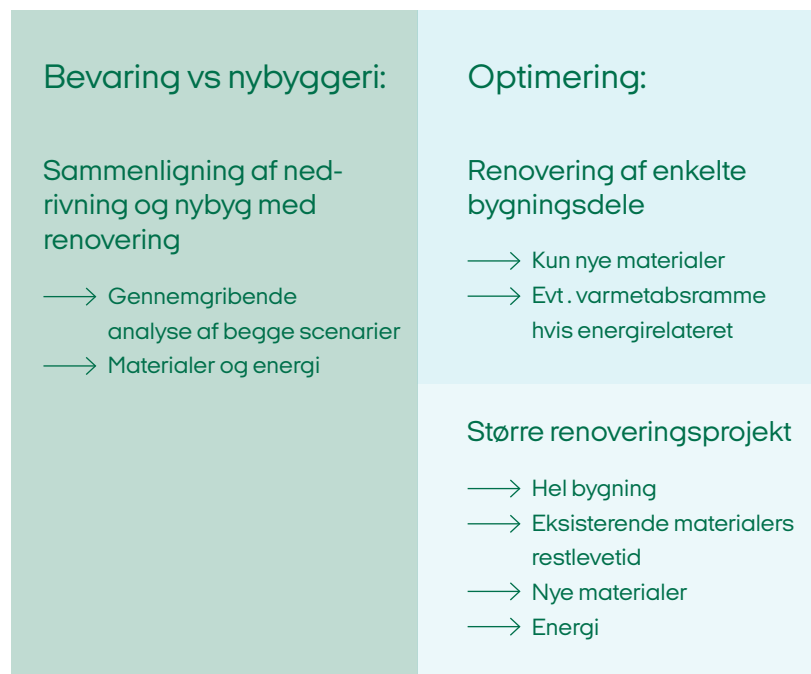
- Valget mellem at bevare og renovere eller rive ned og bygge nyt
- Renovering af enkelte bygningsdele
- Større bygningsrenoveringer

Skal du undersøge, om den rigtige beslutning er at rive ned og bygge nyt eller at bevare og renovere? Eller ligger det allerede fast, at din bygning skal leve videre, så spørgsmålet i stedet for er, hvor omfattende en renovering, du skal vælge?

For at hjælpe med at træffe beslutninger på et kvalificeret grundlag har **Klimadata for renovering** defineret tre overordnede LCA-metoder, der enten sammenligner nedrivning og nybyggeri med bevarening og renovering [Metode 1] eller fokuserer på klimaoptimering af den enkelte renovering [Metode 2 og 3].

Hvilken type beslutninger kan LCA understøtte ved eks. bygninger?

FIGUR 2. Klimadata for renovering har udviklet tre metoder, der med LCA hjælper med at vurdere, om det er mest klimavenligt at rive ned og bygge nyt frem for at bevare og renovere [Metode 1, grøn boks], eller hvilke typer og grader af renovering, der er bedst [Metode 2 og Metode 3, blå bokse]. Metoderne bruges til forskellige byggesituationer, men kan også anvendes i det beslutningsflow, der ofte vil være ved renoveringsprojekter, hvor det først vurderes og besluttes, om der skal rives ned eller bevares – vælges bevarening, fastlægges dernæst graden af renovering.



Metode 1: Nedrivning og nybyggeri sammenlignet med renovering

Metode 1 hjælper med at tage stilling til, om det er mest klimaeffektivt at rive ned og bygge nyt eller bevare og renovere. For at gøre denne sammenligning mulig, skal der udføres to selvstændige LCA-beregninger: Den første skal dække den fulde nedrivning og det efterfølgende nybyggeri, og den anden skal dække det fulde bevarings- og renoverings-scenarie for større bygningsrenoveringer [svarer til Metode 3, som er beskrevet nedenfor]. Selv om man altså endnu ikke har besluttet, om der skal bygges nyt eller bevares, skal der foreligge et renoveringsprojekt, som man kan regne på.

I dag bliver beslutningen om nedrivning eller renovering normalt taget på baggrund af andre forhold som for eksempel økonomi, bygningens tilstand, dens energiforbrug og dens muligheder for fremtidig anvendelse. Men med Metode 1 kan man også lægge den klimamæssige betydning til grund for sin beslutning.

Den første LCA-beregning, der dækker nedrivning og nybyggeri, udarbejdes med faseafgrænsning som beskrevet i det til enhver tid gældende bygningsreglement. I **Klimadata for renovering** refereres der til Bygningsreglement 2018, krav til klimapåvirkning. Faserne omfatter i hovedtræk: klimapåvirkning inden ibrugtagning [A], klimapåvirkning i brugsfasen [B] og klimapåvirkning ved endt levetid [C].

I modsætning til bygningsreglementet medregner Metode 1 affaldshåndtering/bortskaffelse for alle materialer i den eksisterende bygning. I den anden LCA-beregning, bevaring og renovering, medregnes tilføjelse af nye materialer i fasen klimapåvirkning inden ibrugtagning [A], klimapåvirkning i den nye brugsfase [B] og klimapåvirkning ved endt levetid [C]. Endt levetid beregnes for både tilførte og eksisterende materialer.

En vigtig forskel på den første og den anden beregning er, at en stor del af affaldshåndtering og bortskaffelse udskydes i den anden, idet **en del af den eksisterende bygning og de tilhørende byggematerialer bevares,**

så udledningerne kommer senere. Det har derfor betydning, hvis man vil nedbringe klimapåvirkningerne så hurtigt som muligt.

Metode 2: Renovering af enkelte bygningsdele

Metode 2 giver mulighed for at optimere klimaeffekten ved renovering af enkelte bygningsdele via en simpel LCA-undersøgelse. Metoden er relevant i de tilfælde, hvor det er besluttet, at bygningen skal renoveres, og hvor det kun drejer sig om at udskifte bygningsdele, der er udtjente. Derfor er der i Metode 2 kun LCA for de byggematerialer, der bliver tilføjet ved udskiftning og renovering af de enkelte bygningsdele.

Et eksempel er udskiftning af udtjente vinduer i en eksisterende bygning. Her vil LCA efter Metode 2 ikke inkludere klimapåvirkninger fra nedtagning, transport, affaldsbehandling og bortskaffelse af de eksisterende vinduer, men kun klimapåvirkninger fra de nye (over en 50-årig periode, den såkaldte betragtningsperiode, der er fastsat efter international standard).

Når der kun udskiftes enkelte bygningsdele, vil det normalt ikke være et krav i bygningsreglementet at udarbejde en energiramme. Det anbefales derfor, at klimapåvirkningen for energi til drift ikke medregnes i denne LCA. Hvis ændringen kan have stor indflydelse på energiforbruget, f.eks. en undersøgelse af effekten af nye 2- eller 3-lagsvinduer, bør den forventede energibesparelse ved de alternative løsninger dog indgå i beregningen.

Kender du problemet med performance gap?

Erfaringer fra energimærkninger har afsløret, at det beregnede, teoretiske energibehov ofte afviger fra det faktiske, målte energiforbrug. Forskellen kaldes performance gap. Det kan have stor betydning, fordi den planlagte renovering i praksis kan ende med at have en mindre energibesparende effekt end forventet.

Tilsvarende kan et nyopført byggeri vise sig at bruge mere energi end oprindeligt beregnet. Den overordnede tendens er nemlig, at bygninger med et beregnet lavt energibehov typisk bruger mere energi i praksis, mens bygninger med et beregnet højt energibehov modsat viser sig at bruge mindre energi.

Læs mere i hovedrapporten i kap. 1.4 og 3.2. →

Metode 3: Større bygningsrenoveringer

Metode 3 giver mulighed for at undersøge og optimere klimaeffekten af forskellige renoveringsløsninger og for at undersøge og sammenligne klimaeffekten på tværs af flere større bygningsrenoveringer. Med baggrund i dette todelte formål specificeres Metode 3 ved en LCA, hvor der medregnes klimapåvirkning for byggematerialer tilføjet i forbindelse med renoveringen og klimapåvirkning fra endt levetid af bevarede materialer samt for materialer, der nedtages ved år 0.

I **Klimadata for renovering** er Metode 3 anvendt til detaljerede LCA-beregninger og -analyser, herunder de LCA'er, du kan læse om i næste kapitel.

Hvilke renoveringstiltag er de bedste for klimaet?

**Forskellige
varianter giver
forskellige
resultater**

- Renovering er klimamæssigt bedre end nedrivning og nybyggeri – det gælder for:
 - alle de undersøgte bygnings-typer (parcelhus, rækkehus, etagehus)
 - både traditionelle og moderne huse
 - alle renoveringsgrader (let, mellem og dyb)
- For moderne huse giver let eller mellem renovering det bedste klimamæssige resultat
- For traditionelle huse giver dyb renovering det bedste klimamæssige resultat

Hvordan kan man finde den renoveringsløsning, der er bedst for klimaet? Har en bygnings alder og type f.eks. nogen betydning for valget af renoveringsgrad? Og hvordan klarer renoveringer sig rent klimamæssigt i forhold til nedrivning og nybyggeri?

For at kunne træffe kvalificerede beslutninger om bevaring eller nedrivning og om graden af renovering er det nødvendigt at kunne sammenligne på tværs af bygningstype, byggeperiode og forskellige renoveringsgrader.

Klimadata for renovering har derfor undersøgt de tre bygningstyper parcelhus, rækkehus og etagehus fordelt på to byggeperioder: traditionel og moderne [figur 3]. Fokus i undersøgelsen har været på boligbyggeri, og netop disse typer og perioder blev valgt, fordi de afspejler almindelige og velkendte bygninger. Derudover blev der defineret forskellige grader af renovering - let, mellem og dyb - hvilke blev sammenlignet med det eksisterende udgangspunkt [den såkaldte baseline] og med nedrivning og nybyggeri [figur 4].

Vil du vide mere om de data og metoder, der ligger til grund for renoveringsscenerierne?

Eksisterende bygninger har dannet grundlag for de generaliserede bygningstyper og opførelses-tidspunkter, mens det er generelle erfaringer med renovering, der danner grundlag for renoveringsgraderne, ligesom statistik om boligbyggeri og renovering også er inddraget.

Læs mere i hovedrapporten i kap. 3.1. →

Parcelhus

Fritliggende
enfamiliehuse

Traditionel [1930-1940] [PT]



Moderne [1975-1980] [PM]



Rækkehus

Sammenbyggede
boliger. Op til 2 etager

Traditionel [1940-1950] [RT]



Moderne [1975-2000] [RM]



Etagehus

Boligbebyggelse
i flere etager

Traditionel [1930-1960] [ET]



Moderne [1970-1980] [EM]



FIGUR 3. De undersøgte tre bygningstyper fordelt på to byggeperioder. Byggeperioderne er opdelt i hhv. traditionel og moderne, men omfatter ikke præcis de samme årstal.

FIGUR 4. Oversigt over de to yderpunkter: baseline til venstre og nedrivning og nybyg til højre – derimellem beskrives de tre renoveringsgrader let, mellem og dyb og de forskellige indgreb, der foretages i de respektive renoveringer.

Baseline

B



Fortsat drift af eksisterende bygning uden ændringer.

Let [L]



100 mm efterisolering af loft med tilføjelse af dampspærre.

Eftergang af vinduer herunder skift af tætningslister. Udsiftning af 10% af ruder til 2-lags ruder.

Alle renoveringsvarianter er bedre end nedrivning og nybyggeri

LCA-beregningerne for de undersøgte varianter tegner et generelt billede af, at **renovering i et klimamæssigt perspektiv er bedre end at rive ned og bygge nyt**. Det gælder for alle bygningstyperne, hvad enten de er traditionelle eller moderne, og for alle de forskellige renoveringsgrader [let, mellem og dyb]. Selv baseline-scenariet, hvor den eksisterende bygning ikke renoveres, men blot er i fortsat drift, er et bedre alternativ. Dog skal man huske på, at energiforbruget er højt i baseline og næsten ikke sænkes ved let renovering, og at de lette typer renovering dermed kun i mindre grad bidrager til at sænke det nationale energiforbrug, hvilket er en forudsætning for at en højere del af Danmarks energiforbrug kan blive dækket af vedvarende energi, og det er derfor vigtigt at fasthold ambitionen om også at mindske energiforbruget til drift.

Renovering

Mellem [M]



Let renovering +

Tagbeklædning, dele af tagkonstruktion og undertag skiftes. Yderligere 100 mm loftisolering tilføjes.

Alle vinduer udskiftes til 3-lags ruder.

Varmtvandsbeholder udskiftes til brugsvandsveksler.

Skifte af fjernvarmeveksler.

Dyb [D]



Mellem renovering +

100 mm udvendig efterisolering af facade og ny klimaskærm i form af skalmur i tegl. Dog skærmtegl på moderne rækkehus samt puds på udvendig isolering på moderne etagebyggeri.

Tilføjelse af balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding.

Nedrivning og nybyggeri

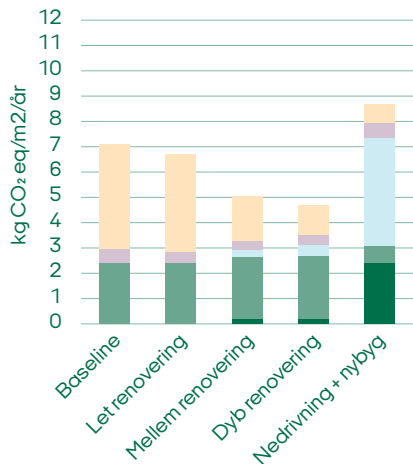
[N]



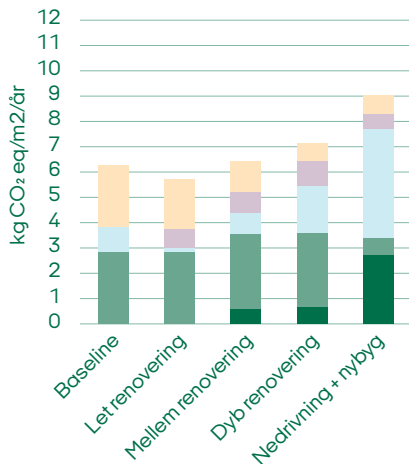
Nedrivning af eksisterende bygning og opførelse af nybyggeri.

Ser man særligt på en bygnings driftsenergi, kan undersøgelserne også vise en vej frem. Inden renovering, dvs. baseline, udgør påvirkninger til energi til bygningsdrift for både traditionel og moderne 38-58% af de samlede klimapåvirkninger, mens de efter en dyb renovering kun udgør 15-19%. I flere tilfælde er de endda reduceret så meget, at de er sammenlignelige med påvirkningerne fra driftsenergien for nybyggeri. De dybe renoveringer tillader således en grundig energioptimering, samtidig med at de samlede klimapåvirkninger holdes nede.

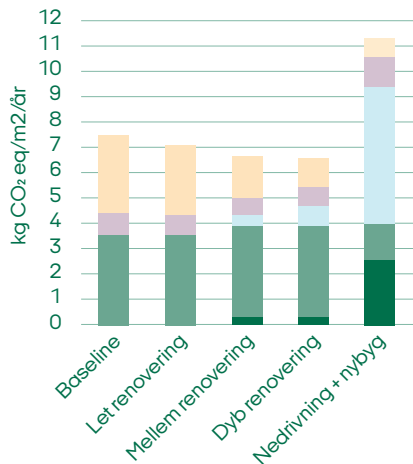
Traditionelt parcelhus



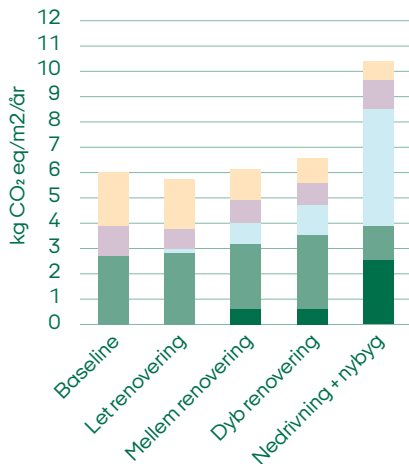
Moderne parcelhus



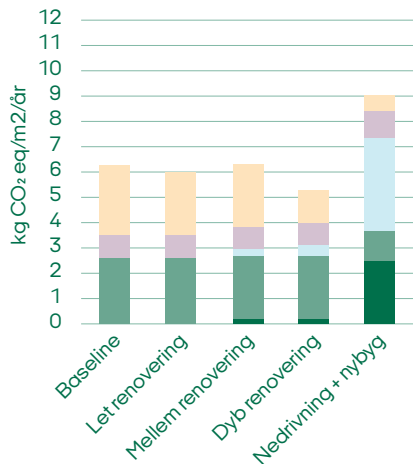
Traditionelt rækkehus



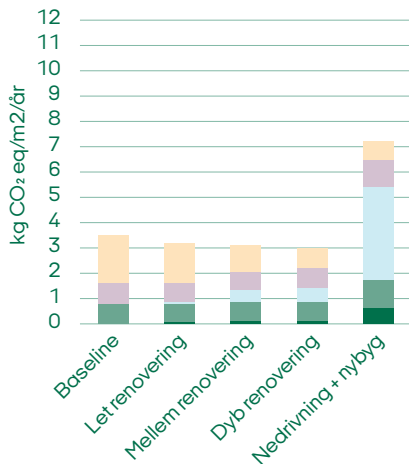
Moderne rækkehus



Traditionelt etagehus



Moderne etagehus



Tre pointer om traditionelle og moderne bygninger

Baseline og let renovering har en større klimabelastning, når det gælder de traditionelle end de moderne varianter. De traditionelle bygninger er ikke blevet energioptimeret og påvirker derfor klimaet mere i form af energi til bygningsdrift. **Renovering har derfor større effekt for de ældre og dårligst performende bygninger.**

Dyb renovering har størst klimamæssigt potentiale for traditionelle huse, hvor driftsenergien let kan forbedres. Men for de moderne bygninger er billedet modsat. Her har let og mellem renovering størst klimamæssigt potentiale [bortset fra etagehuset]. De moderne bygninger har nemlig et bedre udgangspunkt i forhold til driftsenergi, og derfor vil hovedvægten af klimapåvirkningen knytte sig til renoveringens nytilførte byggematerialer.

Nedrivning har generelt en højere klimapåvirkning, når det er traditionelle bygninger, der rives ned, frem for moderne bygninger [især for etagehuset]. De traditionelle bygninger indeholder nemlig typisk flere trækonstruktioner, som beregnes som afbrænding, når de nedtages og bortskaffes ved endt beregningsmæssig levetid. Det giver en højere klimabelastning end ved de moderne bygninger, der som regel indeholder flere mineralske byggematerialer som beton, der efter endt levetid kan nedknyttes og genanvendes til f.eks. vejfyld og derfor har en lavere klimabelastning. **Dette taler for at lade være med at rive de traditionelle bygninger ned, men i stedet vælge en renovering, så træ bliver bevaret, og klimapåvirkningerne dermed udsættes længst muligt.**

- Drift v emission 2025 [B6]
- Løbende udskiftning af materialer [B4]
- Nye materialer år 0 [A1-3]
- Nedrivning år 50 [C3-C4]
- Nedrivning år 0 [Ex. C3-C4]

FIGUR 5. Resultater af LCA for hhv. parcelhus, rækkehus og etagehus. Til beregningerne er anvendt Metode 3 [se s. 21] og 2025-emissionsfaktorer [se s. 34]. Selv om der er forskelle på klimapåvirkningen, når man sammenholder de forskellige renoveringsgrader – særligt ved en sammenligning mellem de traditionelle og de moderne bygningstyper – viser graferne tydeligt, at både baseline og alle renoveringsgrader er bedre rent klimamæssigt end nedrivning og nybyg.

Forskellige faktorer påvirker resultatet

Selv om variantanalyserne tegner et tydeligt billede af, at renovering er bedre for klimaet end at ofre de eksisterende bygninger til fordel for nye, er der således forskel på, hvilken grad af renovering, der er bedst, når man sammenholder med bygningernes type og alder.

I afsnittene nedenfor kan du læse om en række andre faktorer, man herudover bør tage i betragtning, når man skal beslutte sig for et klimamæssigt optimalt renoveringstiltag.

Parametre med afgørende betydning for LCA for bygningsrenoveringer

Udvalgte parametre med særlige betydning

- > LCA-metoden, herunder hvilke faser og hvilke bygningsdele der regnes med, samt hvilke klimadata der anvendes.
- > Forskellig udformning og forskellige bygningstypologier giver forskellige LCA-resultater.
- > Omfang af renoveringer, herunder forskellige renoveringsgrader.
- > Nytilførte byggematerialer i renoveringer, herunder biogene versus konventionelle materialer.
- > Mængden af træ i den eksisterende bygning [især betydning for nedrivningsscenario]
- > Opnået optimering og reduktion af driftsenergiforbrug efter renoveringen.
- > Metode for beregning af driftsenergiforbrug, herunder særligt valg af energikilde, beregnet versus faktisk energiforbrug samt emissionsfaktorer for energiforsyning

FIGUR 6. Kortlægningen af en lang række renoveringscases har synliggjort flere punkter, man bør være opmærksom på i LCA for renovering.

Hvordan fastlægger vi restlevetider?

Det har vist sig i **Klimadata for renovering**, at det ikke er nogen enkel sag at fastlægge restlevetider. Det er en udfordring, fordi alle materialeudskiftninger har stor indflydelse på LCA-beregningen.

I projektets analyser er der arbejdet med generiske cases, der skal repræsentere størstedelen af bygningsmassen inden for udvalgte bygningstyper og byggeperioder. Derfor er der for hver type og periode lavet nogle grove antagelser om restlevetiden for materialer, der ikke skiftes ved renoveringen, og antagelser om, hvilke bygningsdele, der i dag stadig er de originale, og hvilke der allerede er blevet udskiftet og hvornår.

I praksis varierer restlevetider betydeligt fra bygning til bygning, og derfor vil en vurdering af restlevetider i det konkrete projekt have stor indflydelse på resultatet. Konklusionen kan da blive en anden end i det tilsvarende variantstudie. Der er derfor behov for et fremtidigt arbejde på tværs af byggebranchen, så der kan fastlægges metoder og regler for at styrke arbejdet med restlevetider og dermed sikre, at LCA'er regnes på et ensartet grundlag.

Hvad betyder tidsperspektivet for klimapåvirkninger?

Hvis man ønsker at udsætte klimapåvirkningerne i længst mulig tid, viser LCA-beregningerne, at bevaring og renovering er fordelagtigt frem for nedrivning og nybyggeri. Det er derfor vigtigt at forholde sig til, hvornår klimapåvirkningerne forekommer. Dels fordi der bør rettes et særligt fokus på upfront-emissioner, dvs. udledninger i starten af betragtningsperioden, dels fordi LCA-beregningerne fremstår mere usikre, jo længere ud i fremtiden, der beregnes.

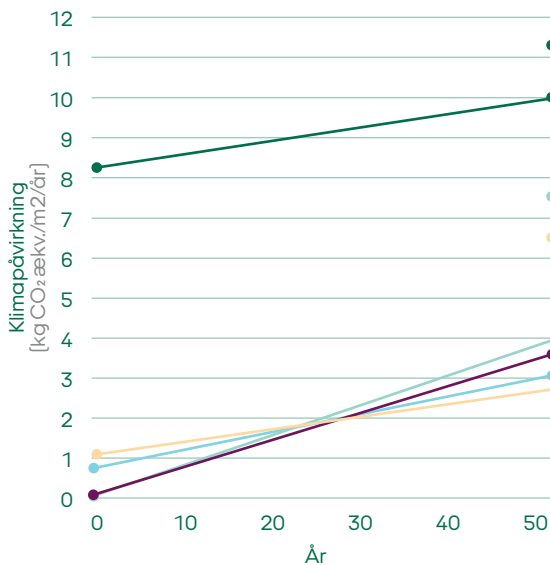
Med hhv. et traditionelt og et moderne rækkehus som eksempel er det tydeligt, at der er en væsentlig forskel på, hvornår klimapåvirkningerne forekommer [figur 7]. Når man betragter den akkumulerede klimapåvirkning i den fulde LCA-betragtningsperiode, fremstår baseline og alle renoveringsgraderne med en væsentlig lavere klimapåvirkning i år 0 sammenlignet med nedrivning og nybyggeri.

I år 50 nedrives bygningerne [beregningsmæssigt], og her bliver klimapåvirkningerne forholds-mæssigt større for renoveringerne. Det gælder især for varianten traditionelt rækkehus, fordi der er en stor andel af træ som byggemateriale.

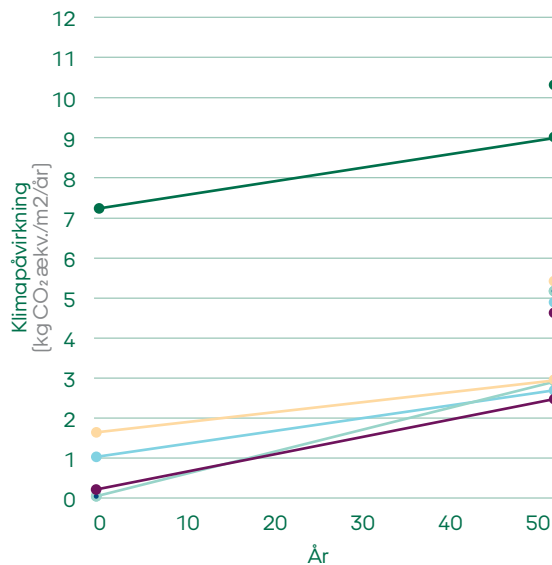
Nye emissionsfaktorer påvirker LCA-resultatet

LCA-beregningerne i **Klimadata for renovering** benytter de såkaldte 2025-emissionsfaktorer, der skal anvendes for fremtiden i modsætning til 2023-emissionsfaktorer, der gælder i dag og skal bruges i LCA til eftervisning af bygningsreglementets klimakrav fra 2023. Disse faktorer blev oprindeligt beregnet og præsenteret i 2020. Der er forskel på de to faktorer, fordi forventningen er, at vores energiforsyning i fremtiden vil have en lavere CO₂-udledning end i dag. Når branchen i fremtiden skal benytte de nye 2025-emissionsfaktorer i LCA-beregninger, vil det derfor uundgåeligt skabe et større fokus på at reducere klimapåvirkning fra byggematerialer end fra energi til bygningdrift.

Traditionelt rækkehus



Moderne rækkehus



Hvad er en emissionsfaktor?

Den såkaldte emissionsfaktor anvendes til at omregne driftsenergiforbrug fra kWh til tilsvarende kg CO₂ ækv. – CO₂ ækvivalent vil sige, at andre klimagassers udledning er omregnet til CO₂-enheder, så deres effekt kan sammenlignes. Emissionsfaktoren er et udtryk for, hvor meget klimapåvirkning der kan tilskrives 1 kWh ud fra energiforsyningskilden, hvor f.eks. strøm fra vindmøller har en lavere CO₂-emission end strøm fra kulafbrænding. Emissionsfaktorerne til LCA-beregning er fastsat i bygningsreglementet.

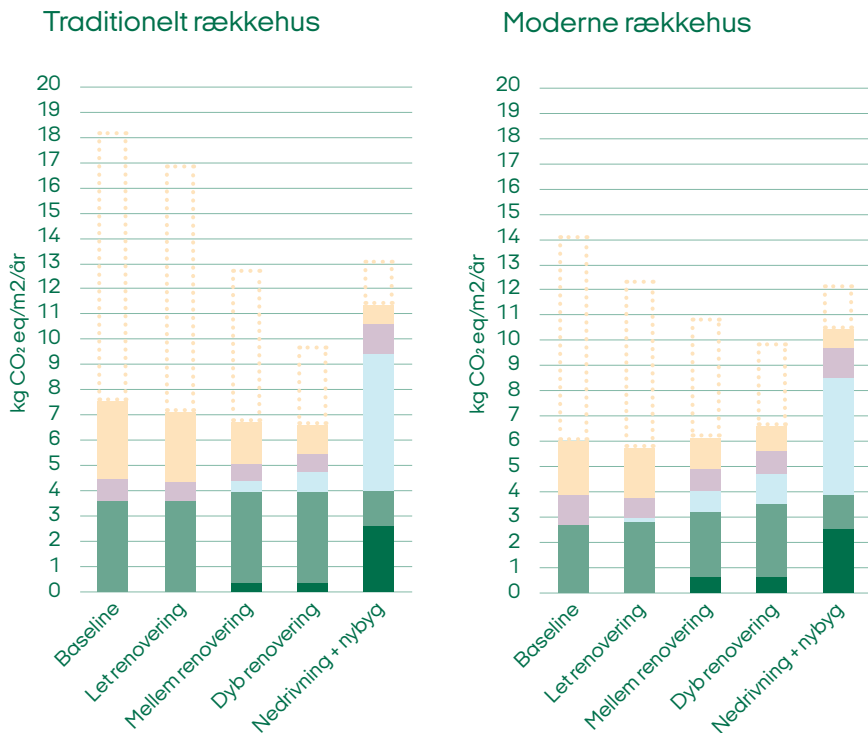
Læs mere i hovedrapporten i kap.1.5 og 3.2. →

- Baseline
- Let renovering
- Mellem renovering
- Dyb renovering
- Nedrivning og nybyg

FIGUR 7. Akkumuleret klimapåvirkning for såvel traditionelt som moderne rækkehus. Udledningen fra de eksisterende bygninger er forholdsvis stort set større ved nedrivning end fra nybyggeri, men samlet set er udledningen stadig mindre.

Når vi betragter LCA for renoveringer, har valget af emissionsfaktorer stor betydning, fordi energi til bygningsdrift som oftest udgør en større andel i LCA'en for bygningsrenoveringer end for nybyggeri. Et nedslag i **Klimadata for renovering** har derfor været at sammenligne udvalgte LCA-resultater, hvor der er anvendt hhv. nye 2025- og nuværende 2023-emissionsfaktorer. Klimapåvirkningen fra energi til bygningsdrift vokser betydeligt for alle renoveringsgrader, når 2023-emissionsfaktorer anvendes, men for mellem og dyb renovering er tendensen dog stadig, at de giver lavere klimapåvirkning end at rive ned og bygge nyt. Bruger man til gengæld 2025-emissionsfaktorer, ser billedet anderledes ud, for her er alle grader af renovering rent klimamæssigt bedre end nedrivning og nybyg [figur 8].

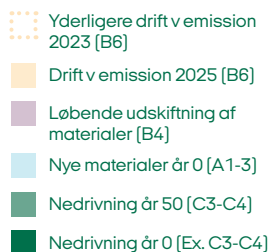
Det har således en stor betydning for LCA-resultaterne, om vi benytter 2025- eller 2023-emissionsfaktorer.



Vil du vide mere om beregningsformler?

Det er relevant at undersøge, hvor stort performance gap der kan forventes at være. Men måske er det mest interessant, hvordan størrelsen af gappet kan forudsiges, inden renoveringen eller nybyggeriet påbegyndes. Dermed kan størrelsen og betydningen af gappet nemlig inddrages som en del af et beslutningsgrundlag.

Læs mere i hovedrapporten i kap. 1.4. →

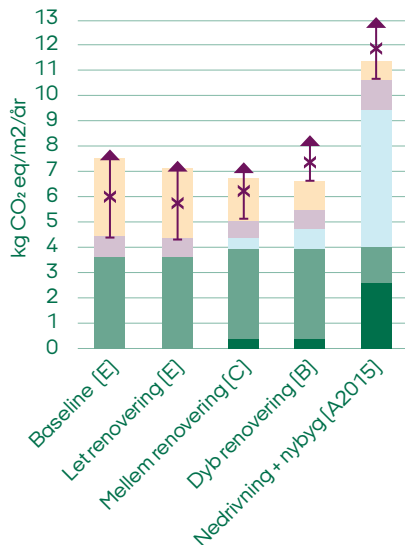


FIGUR 8. Sammenligning af emissionsfaktorer for både traditionelt og moderne rækkehus ved anvendelse af hhv. 2023- og 2025-emissionsfaktorer. Klimapåvirkningen fra energi til bygningsdrift vokser betydeligt for alle renoveringsgrader, når de gældende 2023-emissionsfaktorer anvendes i LCA-beregningerne – særligt når andelen fra energi til bygningsdrift fylder meget. Et eksempel er baseline-varianten for det traditionelle rækkehus, hvor den samlede klimapåvirkning mere end fordobles, når der skiftes fra 2025- til 2023-emissionsfaktorer; graferne viser dog en tendens til, at de omfattende renoveringer (mellem og dyb) med energioptimering i fokus stadig har en lavere klimapåvirkning end nedrivning og nybyggeri, mens de lette renoveringer (baseline og let) har en højere. Men bruger man 2025-emissionsfaktorer, ser resultatet anderledes ud, da LCA'erne viser, at renovering uanset graden er bedst rent klimamæssigt.

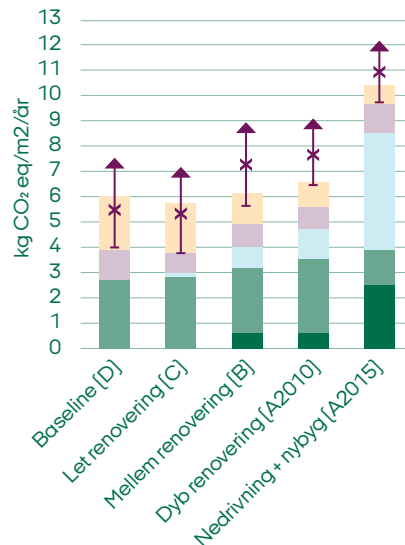
Performance gap giver usikkerhed

Som tidligere beskrevet s. 21 er performance gap et udtryk for afvigelsen mellem beregnet energibehov og faktisk energiforbrug. Det er et problem, at man ikke kan stole på, at beregningerne giver nogle retvisende resultater. Men beregning af performance gap er desværre indviklet, og det er vanskeligt præcist at omsætte erfaringstallene til et mere realistisk beregnet energibehov. I **Klimadata for renovering** er hertil anvendt en ny formel, der er udviklet af Morten Brøgger i ph.d.-projektet Building stock energy modellering.

Traditionelt rækkehus



Moderne rækkehus



- Drift v emission 2025 [B6]
- Løbende udskiftning af materialer [B4]
- Nye materialer år 0 [A1-3]
- Nedrivning år 50 [C3-C4]
- Nedrivning år 0 [Ex. C3-C4]
- Max
- Min
- Gennemsnit

Figur 9. Undersøgelse af performance gap for både traditionelt og moderne rækkehus.

I parentes er anført energimærke-klasser for de enkelte renoveringsgrader og nybyggeri. De beige søjler viser klimapåvirkningen fra energi til bygningsdrift beregnet i LCA'en. Pilene viser det beregnede spænd i performance gap, fra minimum til maksimum, imens krydset viser det gennemsnitlige forventede, faktiske energiforbrug til bygningsdrift. Der er som regel et større energiforbrug end beregnet, ved lavenergi-bygninger, særligt for bygninger i energiklasse B eller bedre. Modsat fremstår det beregnede energibehov ofte højere end det faktiske for bygninger med et beregnet højt forbrug af energi til bygningsdrift, særligt for bygninger i energiklasse C eller dårligere.

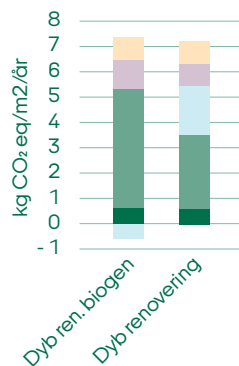
Størrelsen af performance gap kan have et bredt spænd og giver dermed anledning til stor usikkerhed i LCA-beregningerne. Men LCA-resultaterne giver dog stadigvæk den samme overordnede konklusion, at det er klimamæssigt fordelagtigt at bevare og renovere frem for at rive ned og bygge nyt [figur 9].

Hvilken betydning har biogene byggematerialer i renoveringer?

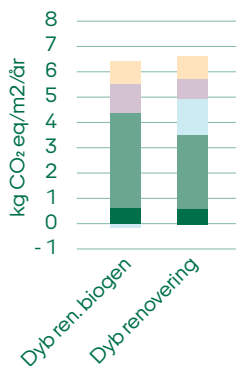
Biogene byggematerialer, dvs. materialer som er produceret af biologiske vækster som f.eks. træ eller fibre af hamp, anvendes i dag i større og større omfang. Men hvilken rolle spiller de i forhold til en reduktion af klimapåvirkningen?

I **Klimadata for renovering** er undersøgt en dyb renovering for typerne moderne parcelhus, rækkehus og etagehus med brug af konventionelle materialer. Det er de beregninger, der er beskrevet på s. 24-28. Til sammenligning er der undersøgt tilsvarende med brug af biogene byggematerialer, og de beregnede klimapåvirkninger er lidt lavere end med konventionelle materialer – der er tale om en reduktion på 4-8% [figur 10].

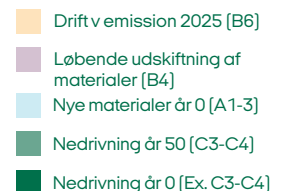
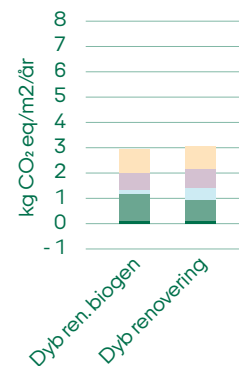
Moderne parcelhus



Moderne rækkehus



Moderne etagehus



Figur 10. LCA-resultater for biogen renovering for hhv. moderne parcelhus, rækkehus og etagehus. De beregnede klimapåvirkninger er kun tilnærmelsesvis lavere med biogene materialer end med konventionelle. Bemærk at negativ LCA for nye materialer skal trækkes fra den samlede 'søjlehøjde' ved sammenligning af samlet LCA.



Figur 11. Konceptuel illustration af, hvordan et etagehus kan komme til at se ud efter en biogen renovering. Til forskel fra en renovering med konventionelle materialer er der i eksemplet bl.a. foretaget følgende ændringer: biogen facadebeklædning på trækassetter, udvidet tagareal [5%] som ekstra udhæng til at beskytte den biogene facade, isolering med papiruld og udskiftning til trævinduer.

Hvem bruger dynamisk LCA?

Den dynamiske LCA indgår ikke i bygningsreglementets nuværende LCA-evalueringsmetode, men f.eks. arbejder den danske DGNB-certificering med den i deres LCA-kriterier for renovering og nybyggeri.

Læs mere i hovedrapporten i afsnit 3.2.6. →

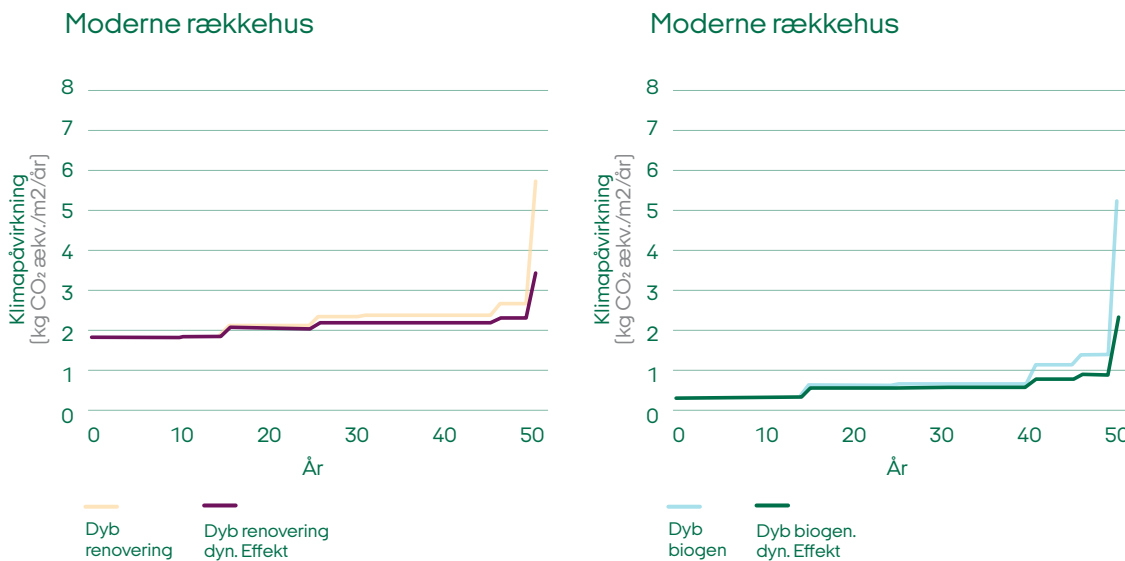
Når man anvender biogene renoveringsmaterialer, sker reduktionen i klimapåvirkninger hovedsageligt i LCA-faserne for produktion af nye materialer, hvor de biogene regnes negativt – det gælder også i fasen for udskiftninger. Til gengæld øges klimapåvirkningerne i faserne for nedrivning på grund af den beregnede afbrænding ved endt betragtningsperiode, som LCA-reglerne kræver. Således giver klimapåvirkninger fra optag/udledning af biogent kulstof samlet set 0 i LCA-beregningens betragtningsperiode.

Når den samlede effekt i LCA'en for renovering med biogene materialer bliver en klimareduktion på kun få procent i forhold til konventionelle, skyldes det, at de biogene materialer brugt til renovering kun udgør en forholdsmæssigt lille del af bygningens samlede andel af materialer. Derfor udgør de også kun en mindre andel af bygningens samlede klimapåvirkninger. Samtidig øges klimapåvirkningen en smule, fordi der er tilføjet ekstra tagareal for at beskytte den biogene facade mod fugt fra nedbør.

Nye perspektiver med dynamisk LCA-beregning

Hvor anvendelsen af biogene byggematerialer i en dyb renovering således ikke giver nogen stor klimamæssig gevinst, ser det anderledes ud, hvis der anvendes den såkaldte dynamiske LCA, også kaldet dLCA. Her indgår et tidsmæssigt aspekt, fordi man tager hensyn til effekten af enten at reducere nu og her-klimapåvirkninger eller at udskyde påvirkningerne til senere i betragtningsperioden. Den dynamiske LCA medtager herud-

over en forventet teknologisk udvikling i produktionen af byggematerialer – dvs. at der tages højde for en antageligt mere klimaeffektiv materialeproduktion i fremtiden. Dynamisk LCA påvirker LCA-resultaterne markant, og især den biogene renovering kommer til at fremstå særligt fordelagtig. dLCA indregner en forventet reduktion i klimapåvirkninger fra produktion af byggematerialer og fremhæver en udsættelse af klimapåvirkninger fra biogene materialer fra upfront i år 0 til senere i betragtningsperioden [figur 12].



Figur 12. Graferne viser forskellene på dyb renovering af et moderne rækkehus med hhv. konventionelle og biogene materialer og med den akkumulerede klimapåvirkning ved indregning af hhv. nuværende LCA-metode og LCA med dynamisk effekt. For den dybe renovering med konventionelle materialer [t.v.] ses en reduktion i udledningen på ca. 39%, når der indregnes dynamiske effekter. For den dybe renovering med biogene materialer [t.h.] ses en tilsvarende reduktion på ca. 55%. Dynamisk LCA påvirker således resultaterne markant, især den biogene renovering, der kommer til at fremstå særligt fordelagtig.



Hvad er bedst for økonomien?

**Renovering
giver som regel
den bedste
bundlinje**

- Både baseline og de enkelte renoveringsgrader er billigere end nedrivning og nybyggeri i et totaløkonomisk perspektiv
- Dybe renoveringsgrader har næsten lige så høj totaløkonomi som at rive ned og bygge nyt, men en væsentligt lavere klimapåvirkning

Hvad er sammenhængen mellem klimakrav og økonomi? Vil CO₂-afgifter have nogen betydning? Er det billigst at renovere eller bygge nyt? Og hvad er de totaløkonomiske konsekvenser af forskellige renoveringsgrader?

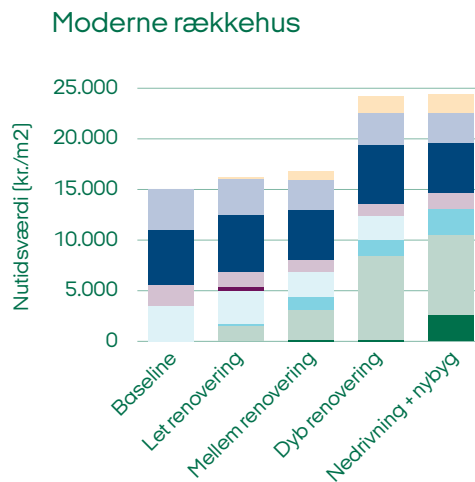
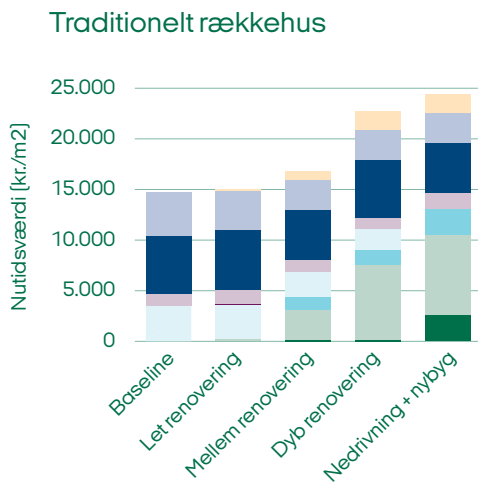
I **Klimadata for renovering** er der gennemført beregninger af levetidsomkostninger [LCC] for at belyse sammenhængen mellem klimaeffekt og totaløkonomisk effekt – eller med andre ord: Hvad koster den specifikke CO₂-reduktion?

Lette renoveringer er billigst

I **Klimadata for renovering** er variantanalyserne for LCC afgrænset til rækkehuse, men for begge byggeperioder [traditionel og moderne] og for alle renoveringsgrader [let, mellem og dyb] samt for baseline og nedrivning og nybyggeri.

Analyserne viser, at **både fortsat drift af den eksisterende bygning [baseline] og de enkelte renoveringsgrader i et totaløkonomisk perspektiv er økonomisk bedre alternativer end at rive ned og bygge nyt**. Endda er baseline-varianten billigst, dvs. bevaring og drift med udgangspunkt i de eksisterende forhold [figur 13].

Omkostninger til anskaffelse af nye byggematerialer ligger for let og mellem renovering væsentligt lavere end for nedrivning og nybyggeri, som til gengæld ligger på omtrent samme niveau som dyb renovering, der kræver flere renoveringstiltag og materialer. Men det bør sammenholdes med udgifter til klargøring af byggeprojektet, dvs. til nedrivning og bortskaffelse. Her vil et valg om at rive ned og bygge nyt give mere end otte gange så høje omkostninger til nedrivningen pr. m² end dyb renovering.



- Rådgivning & byggeplads
- Forsyning
- Renhold
- Udskitning / eksisterende
- Udskitning / nye bygningsdele
- Vedligehold / eksisterende
- Vedligehold / nye bygningsdele
- Anskaffelse / nye bygningsdele
- Nedrivning & bortskaffelse

Figur 13. Resultater af LCC for hhv. et traditionelt og et moderne rækkehus koblet med grad af renovering samt baseline og nedrivning og nybyggeri. Både fortsat drift af den eksisterende bygning [baseline] og de enkelte renoveringsgrader [let, mellem og dyb] er i et totaløkonomisk perspektiv bedre alternativer end nedrivning og nybyg. Bemærk, at priser i baseline og renoveringsscenarier er baseret på V&S prisbøger, der typisk vurderes som højere end faktiske priser, mens priser i nybyg-scenariet er baseret på en enkelt, faktisk case.

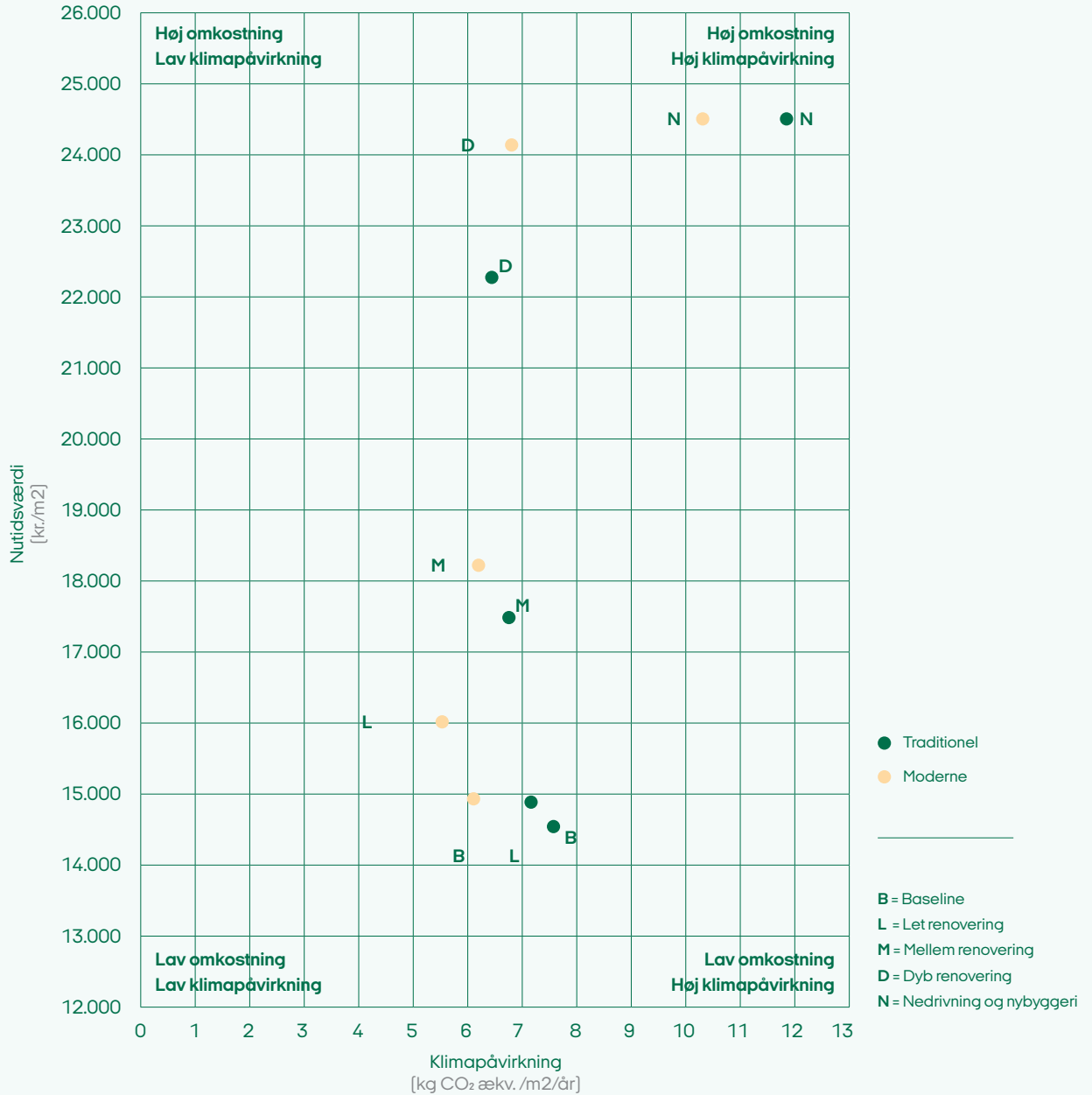
Sammenligning af LCC- og LCA-beregninger

Hvordan er sammenhængen mellem de totaløkonomiske og klimamæssige forhold for bygningsrenoveringer og nybyggeri? I **Klimadata for renovering** er foretaget en sammenligning af LCC- og LCA-resultater med udgangspunkt i et traditionelt og et moderne rækkehus [figur 14]. Der ses ingen klar sammenhæng mellem LCC- og LCA-resultater, men der viser sig nogle tendenser for, hvad der fremstår som hensigtsmæssige løsninger:

- > I et totaløkonomisk perspektiv vil det være klogt at renovere så lidt som muligt, dvs. prioritere let renovering, idet der med få totaløkonomiske midler stadig opnås lav klimapåvirkning.
- > Nedrivning og nybyggeri har både høj totaløkonomi og høj klimapåvirkning, mens de dybe renoveringsgrader ganske vist også har en høj totaløkonomi, men til gengæld en væsentlig lavere klimapåvirkning. **De dybe renoveringsgrader er således relativt kostbare, men er klimamæssigt markant bedre end at rive ned og bygge nyt.**
- > I forholdet mellem totaløkonomisk og klimamæssig investering fremstår let renovering som den bedste investering, uanset om der er tale om traditionelt eller moderne rækkehus.

Figur 14. Sammenligning af LCC- og LCA-resultater for rækkehus hhv. traditionelt [blå] og moderne [orange]. De undersøgte varianter er markeret i figurens fire yderområder for hhv. totaløkonomi og klimapåvirkning efter deres LCC og LCA-performance. Øverst ses både nybyg og dyb renovering, i midten ligger mellem renovering og nederst let renovering og baseline – de overordnede placeringer gælder med mindre forskelle for såvel traditionelt som moderne rækkehus.

LCC og LCA sammenligning for rækkehus



Hvad betyder skærpede klimakrav for økonomien?

Uanset om man anlægger et kommercielt investeringsperspektiv eller et privat forbrugersperspektiv, vil økonomien i nybyggeri eller renovering være afgørende for, om det bliver gennemført og i hvilken kvalitet. I Klimadata for renovering er undersøgt, hvordan og hvorfor udvalgte økonomiske faktorer påvirkes af øgede klimakrav. Undersøgelserne peger på, at omkostningerne stiger, når der indføres klimakrav, eller når de strammes. Men modsat ses også øgede indtægter knyttet til byggeriets efterfølgende drift og levetid, herunder større markedsværdi pga. bedre klimaperformance og reducerede omkostninger til driftsenergi. Yderligere fremhæves det, at meromkostningerne ikke er permanente, men blot momentvis stiger på det tidspunkt, hvor tilpasningen til de skærpede klimakrav foregår.

Læs mere i hovedrapporten i kap. 4. →

Tabel 1. Oversigt over økonomiske faktorer. Interviews viser, at meromkostninger knyttet til rådgivning, entreprise, materialer m.v. også kan betragtes som en potentiel investering med fremtidigt afkast (også set i lyset af, at markedsværdi og mulige lejeindtægter iht. litteraturstudier stiger som følge af performance-optimering og forøget attraktivitet i markedet).

Interviews og surveys viser, at meromkostningerne ikke er permanente, bortset fra udvalgte rådgivningsomkostninger, men kun stiger i en afgrænset periode i forbindelse med tilpasning til skærpede klimakrav.

Interviews viser, at det kan være svært at opnå både lav CO₂-udledning og lave omkostninger og stadig prioritere god arkitektur. Dog kan skærpede klimakrav også føre til innovation og udvikling af nye løsninger.

Økonomisk faktor	Primær effekt af klimakrav	Årsager
Rådgivning	Omkostninger til rådgivning på projektet stiger	Dokumentationsarbejde vedr. LCA, undersøgelser og dokumentation vedr. byggematerialer etc.
Entreprise og materialer	Omkostninger til entreprenør og materialer på projektet stiger	Primært nye byggemetoder og -krav, i mindre grad øgede materialepriser
Markedsværdi og leje	Markedsværdi og lejeindtægt stiger sammenlignet med ejendomme uden dokumentation	Større attraktivitet af ejendomme med dokumenteret bedre klimamæssig performance. Data kun for nye ejendomme, baseret på litteraturstudiet
Risiko og forsikring	Omkostninger stiger	Usikkerhed ved nye materialer, f.eks. fugt-problematik ved biogene byggematerialer
Drift	Omkostninger til drift falder, særligt omkostninger til energi	Mindre energibehov/forbrug i forbindelse med energioptimering
CO ₂ -afgift	Afhænger af afgiftens størrelse og udmøntning	Afgiften kan udmøntes og beregnes efter forskellige principper
Arkitektur	Afhænger af konkrete prioriteringer i projektet	Omkostninger afsat til arkitektur kan blive nedprioriteret grundet fokus på klimaoptimering

Hvilke effekter har CO₂-afgifter?

Kan forskellige typer af CO₂-afgifter påvirke klimabelastningen fra hhv. renoveringer og nybyggeri? I **Klimadata for renovering** er dette undersøgt med udgangspunkt i såkaldte CO₂-skyggepriser. Det er fiktive priser, som angiver den samfundsøkonomiske omkostning ved reduktion af ét ton CO₂ækv.

Beregningerne viser, at en afgift ikke umiddelbart påvirker adfærden. For den ændrer ikke det totaløkonomiske billede og har ikke indflydelse på, hvilken renoveringsvariant der er mere eller mindre omkostningstung at vælge.

Men det har en betydning, hvilken type CO₂-afgift der i givet fald bruges som instrument. Hvis afgiften er dynamisk – det vil sige, at afgiften stiger frem mod 2030 og videre i den 50-årige betragtningsperiode – betyder det, at emissioner udledt i begyndelsen af betragtningsperioden belastes mindre af en afgift, fordi den i periodens begyndelse er på sit laveste. Til gengæld belastes emissioner udledt i slutningen af betragtningsperioden mere, fordi afgiften til den tid er på sit højeste.

Det modsatte er tilfældet med en statisk CO₂-afgift, der har samme afgift i hele betragtningsperioden. Der vil derfor blive et forholdsmeæssigt større økonomisk pres på emissioner udledt i begyndelsen af perioden end ved den dynamiske. Det er vigtigt, når vi sammenholder bygningsrenovering og nybyggeri, fordi nybyggeri typisk er præget af høje emissioner i starten af perioden, også kaldet up front-emissioner, mens det modsatte gælder for renoveringer, der har højere emissioner i slutningen af betragtningsperioden. En dynamisk CO₂-afgift vil derfor belaste bygningsrenoveringen mest, mens en statisk CO₂-afgift vil belaste nybyggeriet mest.

Nysgerrig på skyggepriser?

I projektets skyggeprisberegninger er benyttet Klimarådets forslag til omkostninger forbundet med CO₂-reduktioner. Klimarådets forslag til en afgift er et udtryk for en gennemsnitlig pris for, hvad det koster at spare et ton CO₂ækv. i forbindelse med målet om 70% reduktion i 2030. Rådets afgift er blandt de højeste forslag på markedet, og det betyder, at de skyggeprisberegninger, der er foretaget i **Klimadata for renovering**, repræsenterer det dyrest tænkelige scenarie.

Læs mere i hovedrapporten i afsnit 4.2.6 og 4.4. →

CO₂-afgifter kan således have en stor betydning, og derfor er emnet undersøgt i **Klimadata for renovering**. Undersøgelsen rejste en række spørgsmål, bl.a. om bestemte typer af byggeprojekter, f.eks. renoveringer, skal fritages for CO₂-afgift for at give økonomisk støtte til en målrettet renoveringsagenda. Om og hvordan byggeprojekter skal pålægges en CO₂-afgift, kræver nærmere undersøgelser og diskussion og er i sidste ende en politisk beslutning.

Hvordan ser fremtidens klimaeffektive renoveringer ud?

- > Hvordan påvirker fremtidens klimavenlige renoveringer arkitekturen?
- > Hvad betyder biogene materialer for måden at renovere på?
- > Skal og kan vi vænne os til partiel renovering med løbende udskiftning af synlige materialer?

Hvordan bliver arkitekturen påvirket af fremtidens klimaoptimerede renoveringer? Skal en renovering fremhæve eller skjule en eksisterende bygnings alder? Hvad sker der f.eks., hvis der kommer mere udvendig isolering? Eller hvis der renoveres med biogene materialer, der patinerer på en anden måde end konventionelle?

Mens de konklusioner fra **Klimadata for renovering**, der er beskrevet i de foregående kapitler, er ganske tydelige, omfattede projektet også et andet aspekt, der lægger op til flere spørgsmål end svar. Nemlig spørgsmålet om, hvordan hensynet til klimaet påvirker fremtidens arkitektur.

Noget tyder på, at vi skal begynde at vænne os til tanken om bygninger, der ser helt anderledes ud. Vil det kræve en stor mentalitetsændring, hvis vi fremover skal anskue æstetik anderledes med en ny tilgang til renovering og vedligeholdelse, hvor man af hensyn til klimaet ikke skifter alt på én gang for at opnå ensartethed, men tolererer at udskifte efter behov for at udbedre slitage og skader?

Det er altid vigtigt at huske, at bygninger har forskellige værdier, som man så vidt muligt bør respektere i en renovering. Det kan være særlig vellykket arkitektur eller huse med bevaringsværdier, der ikke nødvendigvis har med arkitektur at gøre, men vidner om en særlig kulturhistorie eller en bygnings betydning for den sammenhæng, den indgår i.

Når sådanne bygninger ses i et helhedsperspektiv, vil det nogle gange være bedre at ændre så lidt som muligt på dem. I **Klimadata for renovering** har det derimod været meningen at stille spørgsmål til, hvordan en ny 'renoverings-arkitektur' kan tage sig ud.

I hovedrapporten er alle de moderne bygningstyper parcelhus, rækkehus og etagehus præsenteret i visualiseringer (se kap. 3.3), der viser nogle bevidst markante principper for forskellige tiltag. De repræsenterer ikke konkrete, gennemprojekterede arkitektoniske løsninger, men er tænkt som

Går det ud over arkitekturen?

Flere af de personer, der har været interviewet til projektet, tror, at det vil være svært at opnå både lav CO₂-udledning og lave omkostninger og samtidig prioritere god arkitektur. De ser æstetik og arkitektur som kvaliteter, der risikerer at blive nedprioriteret, når der både skal overholdes klimakrav og budgetramme. Men nogle af dem nævner også, at skærpede klimakrav måske kan føre til innovation og udvikling af omkostningseffektive løsninger, fordi de enkelte aktører på projektet tvinges til at tænke anderledes og kreativt.

Læs mere om udtalelserne i hovedrapporten i afsnit 4.3.2.10. →

inspirerende indspark til dialog og overvejelse om, hvordan nogle arkitektoniske retninger for renovering kan se ud [figur 16-18].

Forsøgene med de forskellige scenarier giver flere åbne spørgsmål, som vi fremover må diskutere. Skal renovering fokusere på kun at udbedre slitage og nødvendige reparationer? Det er ikke nogen ny tilgang inden for traditionel restaurering, hvor synlige spor efter historiens gang som regel opfattes som noget positivt, men hvordan vil det blive modtaget ved en renovering, der ikke resulterer i et nyt og frisk udseende, som mange nok vil forvente? Vil en sådan tilgang medføre en større accept af synlige reparationer og af partielle udskiftninger af materialer og bygningsdele?

Er vi i det hele taget klar til fremtidens arkitektur? Er vi klar til, at vores bygninger kommer til at se anderledes ud – som et resultat af den nødvendige indsats for mindre klimapåvirkning?



Figur 15. Som referencehus for de arkitektoniske scenarier [figur 16-18] er valgt et tidstypisk moderne rækkehus fra perioden 1975-1985. Kendetegn er bl.a. de forholdsvis små vinduer, der skyldtes et behov for at spare på energien, lige som flere nye byggematerialer blev introduceret i periodens byggeri, f.eks. facadeplader af metal eller eternit, der ofte var i klare farver og blev brugt til at skabe et nyt arkitektonisk udtryk. I hovedrapportens kap. 3.3 kan du også se bud på ny arkitektur for parcelhus og etagehus.

Projektet har undersøgt en lang række perspektiver på renovering overfor nedrivning og nybyggeri. Hensigten har været at give branchen valide redskaber til at vurdere eksisterende bygninger og foretage hensigtsmæssige valg for deres fremtid under hensyn til klima, økonomi og arkitektur.

Og de nye tal åbner også for nye diskussioner.

LCA-beregningerne, der viser, at det altid er klimamæssigt bedre at renovere, åbner for, at det kan være en god løsning at 'skåne' ældre og bevaringsværdige bygningers facader og arkitektur, fordi vi i fremtiden har energi med lavt klimaaftryk. Man bør derfor vurdere bygningens værdi i flere sammenhænge – materialekvalitet og -tilstand samt arkitektonisk, før man renoverer.

Det er et bevidst valg, at det kun er for de moderne og ret almindelige bygninger, vi viser ændrede og biogene facader og tag. De bygninger er der mange af – og mange af dem skal renoveres i de kommende år. Moderne bygninger kan også have bevaringsværdi, men med de eksempler vi har vist, har vi ønsket at pege på, at et øget klimafokus ikke blot handler om, at eksisterende kvaliteter skal fastholdes – men også kan handle om, at øget fokus på klima kan skabe nye kvaliteter og en fornyelse af bygningskulturen. Det er en af fremtidens største arkitektoniske opgaver.



Figur 16. Det første scenarie viser et eksempel på et nyrenoveret, moderne rækkehus, hvor biogene materialer så vidt muligt er valgt. For at opnå lang holdbarhed er der dog valgt uorganiske materialer de steder på bygningen, der udsættes for størst slid. Der er valgt et tyndplade-metaltag, vinduer er af træ, der er efterisoleret med papiruld, tagudhænget er større for at skærme den biogene facade mod nedbør, og facaden i kork og træspån udføres i opdelte partier, så den er forberedt til renovering med partiel vedligeholdelse og udskiftning. Hvad betyder det, at den oprindelige bygning med sin tidstypiske arkitektur og materialer ikke længere er synlig? Kan vi lide den måde, bygninger med biogene materialer ser ud?



Figur 17. Det andet scenarie viser det renoverede rækkehus efter ca. 10 år. Ikke alle byggematerialer ældes med skønhed, men organiske materialer bliver, i manges øjne, ofte smukkere at se på med tiden, fordi de får patina frem for blot at blive nedslidte. Efter de 10 år fremstår metaltaget stort set som ved opførelsen, mens facaden er blevet mørkere. De dele af facaden, der er beskyttet af udhænget, har derimod ikke ændret sig så meget. Vil det forandre vores tilgang til arkitektur, vedligehold og bygningsrenovering, hvis vores huse bevidst beholder patina og synligt slid?



Figur 18. Det tredje scenarie viser det renoverede rækkehus efter ca. 30 år. Renoveringen følger en partiel strategi, der også kan kaldes 'kintsugi-arkitektur'. Kintsugi er en gammel japansk teknik, hvor ødelagt keramik repareres med en synlig lim, som fremhæver reparationen i stedet for at skjule den. For bygninger vil det sige, at der løbende arbejdes med en partiel udskiftning eller renovering af de bygningsdele og materialer, der er så nedslidte, at de ikke længere kan fungere. Metaltaget er nu skiftet ud med et tag af genbrugte vingetegl, mens kun nogle partier af korkfacaden er udskiftet. Det giver variationer mellem de patinerede og de nye partier. Hvordan vil denne variation og uensartethed påvirke vores opfattelse af arkitektur? Er vi parate til at lade klimahensyn veje tungest i forhold til, hvordan vores bygninger kommer til at se ud?

Projektet er udarbejdet for Realdania af:

Arkitema

COWI

BUILD, Aalborg Universitet

Rådet for Bæredygtigt Byggeri

Ekstern kvalitetssikring af analyser vedr. økonomiske effekter er foretaget af Rambøll.

Øvrige bidragydere:

Følgegruppe

Projektets følgegruppe, bestående af mere end 60 personer, blev fra projektets start nedsat med udgangspunkt i en lang række offentlige og private organisationer, herunder uddannelsesinstitutioner og firmaer, med interesse for renovering og nybyggeri og for klimaeffekter og livscyklusanalyser.

Følgegruppen har undervejs i projektet været inviteret til tre workshops, hvor projektet har været fremlagt og drøftet, ligesom følgegruppen har været inviteret til at kommentere udvalgte dokumenter undervejs og til at svare på et spørgeskema om økonomiske forhold.

Interviews om økonomiske forhold

Der er gennemført 16 kvalitative interviews med informanter fra rådgivere og entreprenører og fra private og offentlige bygherrer.

Datagrundlag for variantstudier

Projektets variantstudier er gennemført med udgangspunkt i et antal konkrete byggesager, som alle er DGNB certificerede. Data fra disse bygninger er velvilligt stillet til rådighed af bygherrerne via Rådet for Bæredygtigt Byggeri.

Nærmerede oplysninger om bidragydere kan ses i hovedrapporten.

 **ClimateCalc™**
Denne tryksag er klimakompenseret i henhold til ClimateCalc. Kompensation er købt hos: Gold Standard
www.climatecalc.eu CC-00062/DK



 **MIX**
Papir | Støtter
ansvarligt skovbrug
FSC® C016433
www.fsc.org



Med udviklingsprojektet **Klimadata for renovering** håber Realdania at bidrage til bedre beregningsmetoder, fælles data og nuancerede undersøgelser af fremtidens klimavenlige renoveringsstrategier.

Projektet giver et overblik over klimakrav fra andre lande, kommer med bud på en løsning af de beregningsmæssige udfordringer, der er for LCA af renovering og sammenligner klimabelastningen fra en lang række gennemførte renoveringer. Der er udført LCA beregninger af forskellige renoverings-scenarier, som sammenlignes med nedrivning og nybyggeri. Derudover belyses både de økonomiske omkostninger og gevinster ved at renovere, og der skitseres nogle arkitektoniske perspektiver for fremtidens mere klimabevidste renoveringer.

Renovering er bedst for klimaet er en kortfattet resultatrapport, der giver en introduktion til nogle af resultaterne fra projektet **Klimadata for renovering**.

Er du interesseret i at vide mere?

Læs og download hovedrapporten på realdania.dk