

# CO<sub>2</sub> besparelser i det almene boligbyggeri

Webinar d. 16.03.2022



# Indhold

Sammen om Bæredygtigt Byggeri	s. 3
Forudsætninger & datagrundlag	s. 7
Eksempler på gode CO <sub>2</sub> besparelser	s. 11
Andre gode eksempler	s. 19
Gode råd til livscyklusvurdering	s. 25
Strategier for omstilling af praksis	s. 31



## Sammen om Bæredygtigt Byggeri

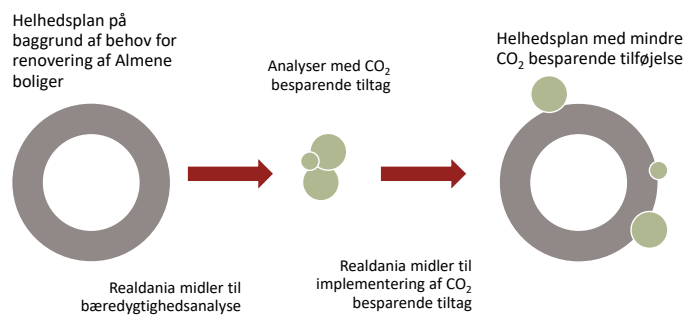
- Pulje fra Realdania for at afbøde virkningerne af COVID-19
- Støtte for at sikre at det som bygges, bygges mere bæredygtigt
- Projekter fra 13 almene boligforeninger
- Støtte til rådgivning
- Realiseringsstøtte til projekter med fokus op at nedbringe CO<sub>2</sub> udslip fra byggeriet

*Realdanias har støttet 13 boligorganisationer, der står overfor større renoveringer, med målrettede bæredygtighedsanalyser. Formålet var at hjælpe boligorganisationerne med at gøre renoveringerne mere klimavenlige.*

*Af de 13 har 8 efterfølgende fået realiseringsstøtte til at indarbejde de klimavenlige tiltag i deres konkrete renoveringsprojekter.*

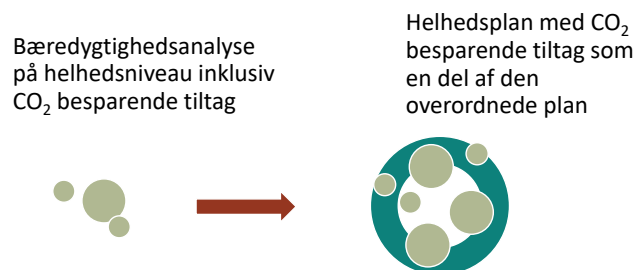
*Der kan læses mere om puljen her: <https://realdania.dk/projekter/pulje-til-klimamaessig-baeredygtighed-i-almene-boligorganisationers-renoveringsprojekter>*

## SoBB-proces for almene renoveringsprojekter



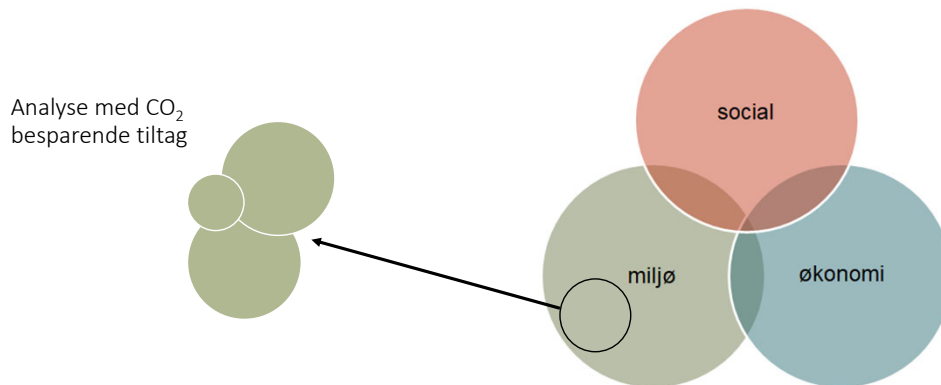
I langt de fleste af de 13 projekter har der allerede været udarbejdet en helhedsplan for renovering af afdelingerne da det er blevet muligt at søge midler fra Realdania. Det har betydet at de CO<sub>2</sub> besparende tiltag kan være vanskelige at få implementeret rent økonomisk og beslutningsmæssigt. Det skyldes at en given huslejestigning i mange tilfælde allerede har været fastsat inden bæredygtighedsanalyserne er blevet udført. Her er allerede et budget og en plan som er godkendt af beboerne. Skal denne laves om, eller påvirker det huslejen vil der være behov for endnu en godkendelse.

## Ønskeproces for CO<sub>2</sub> reduceret byggeri



For at sikre sig at de CO<sub>2</sub> besparende tiltag bliver implementeret er det væsentligt at tænke dem ind i Helhedsplanen fra begyndelsen af. På den måde kan der muligvis implementeres CO<sub>2</sub> besparende tiltag med mindre betydning for økonomien i et projekt. Det er dog begrænsninger ift. hvad Landsbyggefonden giver støtte til, hvilket kan påvirke hvilke tiltag, der kan vælges. En indledende bæredygtighedsanalyse på helhedsniveau vil give større mulighed for at udarbejde planer hvor CO<sub>2</sub>-besparelser er i fokus fra start. Des tidligere sådanne tiltag bliver en del af en renoveringsplan, des billigere vil det være at implementere dem. Det vil på den måde være muligt at afsøge løsninger, som har stort potentiale for CO<sub>2</sub>-besparelser uden nødvendigvis at være mere omkostningsfulde.

## SoBB-proces for almene renoveringsprojekter



Der er mange andre fokusområder indenfor miljømæssig bæredygtighed end udelukkende at fokusere på CO<sub>2</sub> udslip. Det har dog været det primære fokus i denne analyse på baggrund af ønsker fra Realdania. Desuden vil de kommende grænseværdier i bygningsreglementet fra 2023 også sætte øget fokus på at reducere forbrug af CO<sub>2</sub> i forbindelse med opførsel, drift og nedrivning af bygninger – altså hele bygningens livscyklus. Derfor sætter denne analyse fokus på hvordan man kan arbejde strategisk med at reducere CO<sub>2</sub>-påvirkningen fra renoveringer i det almene boligbyggeri.

# Forudsætninger og datagrundlag

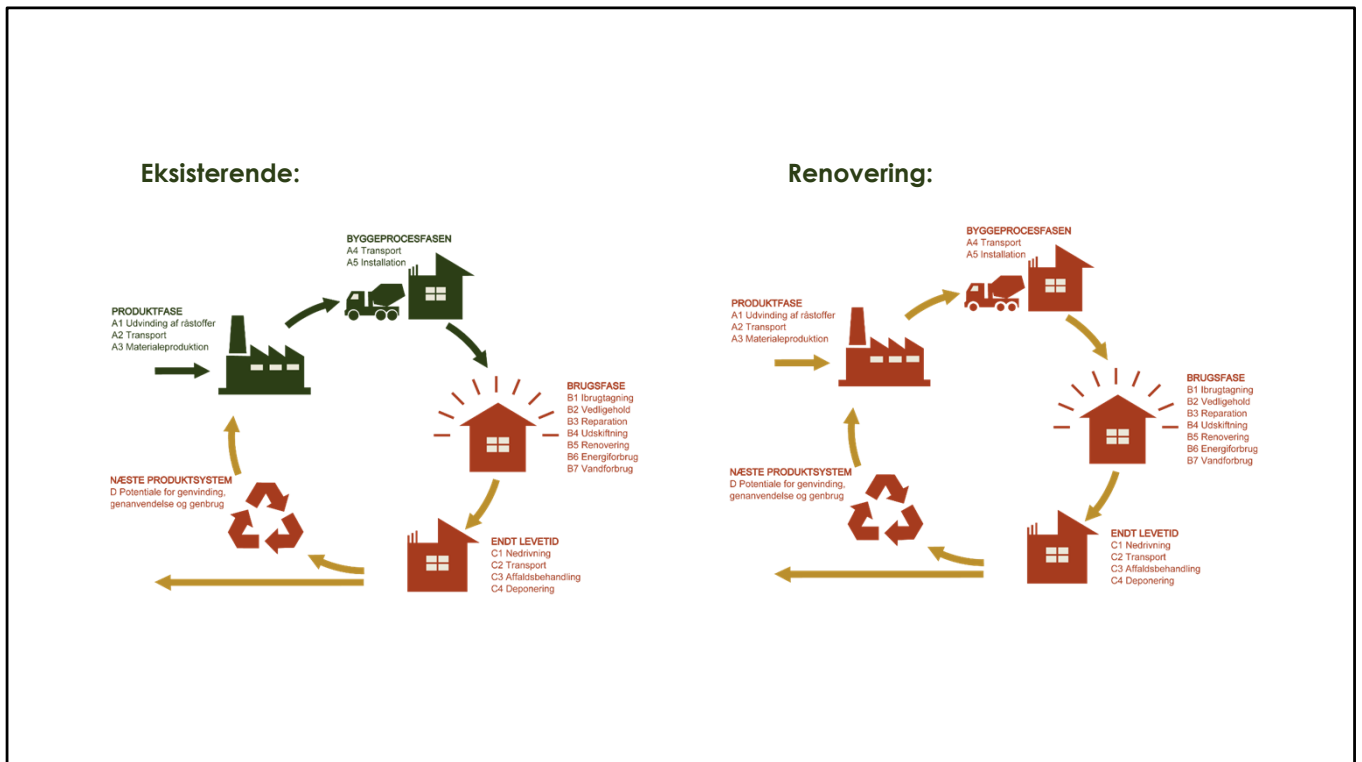


## Forskellige analyse

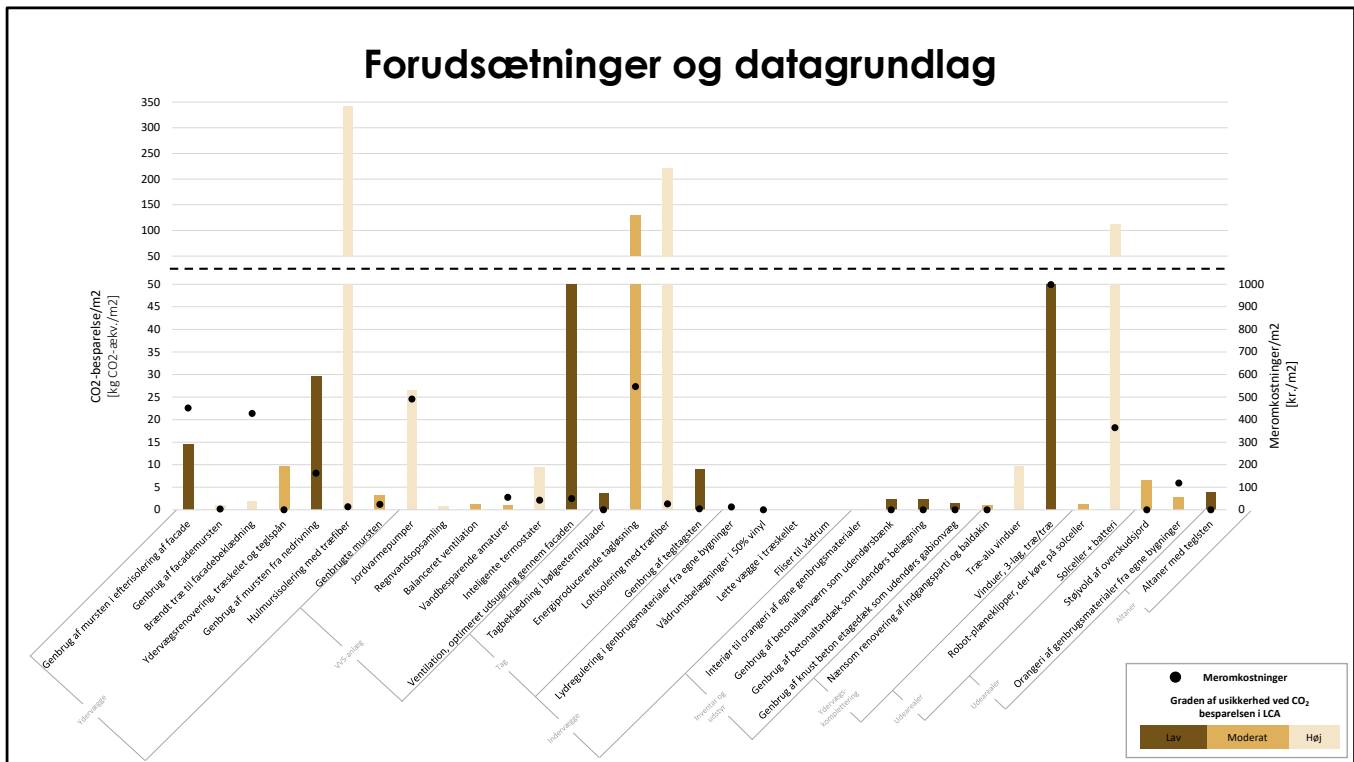
13 renoveringsprojekter med meget forskellige tilgange til estimering af CO<sub>2</sub>-besparelse. Der har været variation i metodisk tilgang, datakilder og sammenligningsgrundlag. Derfor kan analyserne ikke sidestilles én til én og tiltag rangeres efter kg. besparet CO<sub>2</sub>. Dog kan der fremdrages sammenligningsregler som almene boligforeninger kan følge ved kommende renoveringsprojekter.

De 13 almene renoveringsprojekter kan ses som en blandet pose bolsjer både ud fra typen af tiltag og den tilgang der er anvendt til at beregne en CO<sub>2</sub>-besparelse ved forskellige renoveringstiltag. Eksempelvis forskellige metoder, datakilder og sammenligningsgrundlag. Det betyder at sammenligning på tværs af projekterne og tiltagene ikke altid giver mening, selvom det er gjort i denne analyse. Det er derfor vigtigt at pointere at det er væsentligt at man i kommende projekter ser på konkrete løsninger og tager højde for klimapåvirkningen fra hele livscyklussen inden man kan afgrænse sin beregning og udelade nogle af livscyklusfaserne.





Livscyklusvurdering (LCA) er en metode som kan give et billede af et byggeris potentielle miljøpåvirkninger og ressourceforbrug. Dette beregnes over hele bygningens livscyklus og inkluderer derfor fremskaffelse af råvarer, produktion af byggematerialer, energi- og ressourceforbrug ved drift og vedligehold, samt bortskaffelse og eventuelt genanvendelse af bygningsdele og byggematerialer. Når en bygning renoveres er der forskel i livscyklussen mellem de eksisterende materialer og de tilføjede materialer i renoveringen. For de eksisterende dele kan man se bort fra produktionsfasen og byggeprocessen, men derimod medtages vedligehold og udskiftning samt bortskaffelsen efter endt levetid. For de nye tilføjede materialer er det nødvendigt at medtage faser helt fra produktionen til endt levetid.



På grafen ses CO<sub>2</sub>-besparelsen af de i alt 33 tiltag, der indgår i den tværgående analyse. Her kan det tydeligt ses, hvor forskelligt datagrundlaget for beregningen er, da der er mange tiltag med "høj" og "moderat" usikkerhed. Det kan være vanskeligt at vurdere ud fra denne graf hvilke løsninger der er bedst, da det afhænger af beregningsmetoden og det givne projekt, som tiltaget er en del af. Meromkostningen er sat efter det som de almene boligorganisationer selv har oplyst for det pågældende tiltag. For nogle tiltag har meromkostningen ikke været oplyst og er derfor ikke angivet på grafen. Når meromkostningen er '0' betyder det at det ikke koster mere at udføre tiltaget sidestillet med den sammenlignede løsning.

De følgende slides fremhæver nogle renoveringsløsninger, der kan give inspiration til hvilke der kan være gode at arbejde med fremadrettet for at reducere CO<sub>2</sub>-belastningen når bygninger skal renoveres.

# Gode CO<sub>2</sub> besparelser

# Vurderingskriterier og miljøindikatorer



Genbrug



God økonomi



Komplexitet



CO2 reduktion



Biodiversitet



Vandressourcer

De følgende renoveringstiltag der fremhæves er vurderet ud fra seks parametre. De parametre der gør sig gældende vil fremgå af tiltagene.

Genbrug: Er der arbejdet med genbrugsmaterialer – det kan både være indkøbte eller egne materiale f.eks. fra nedrivning

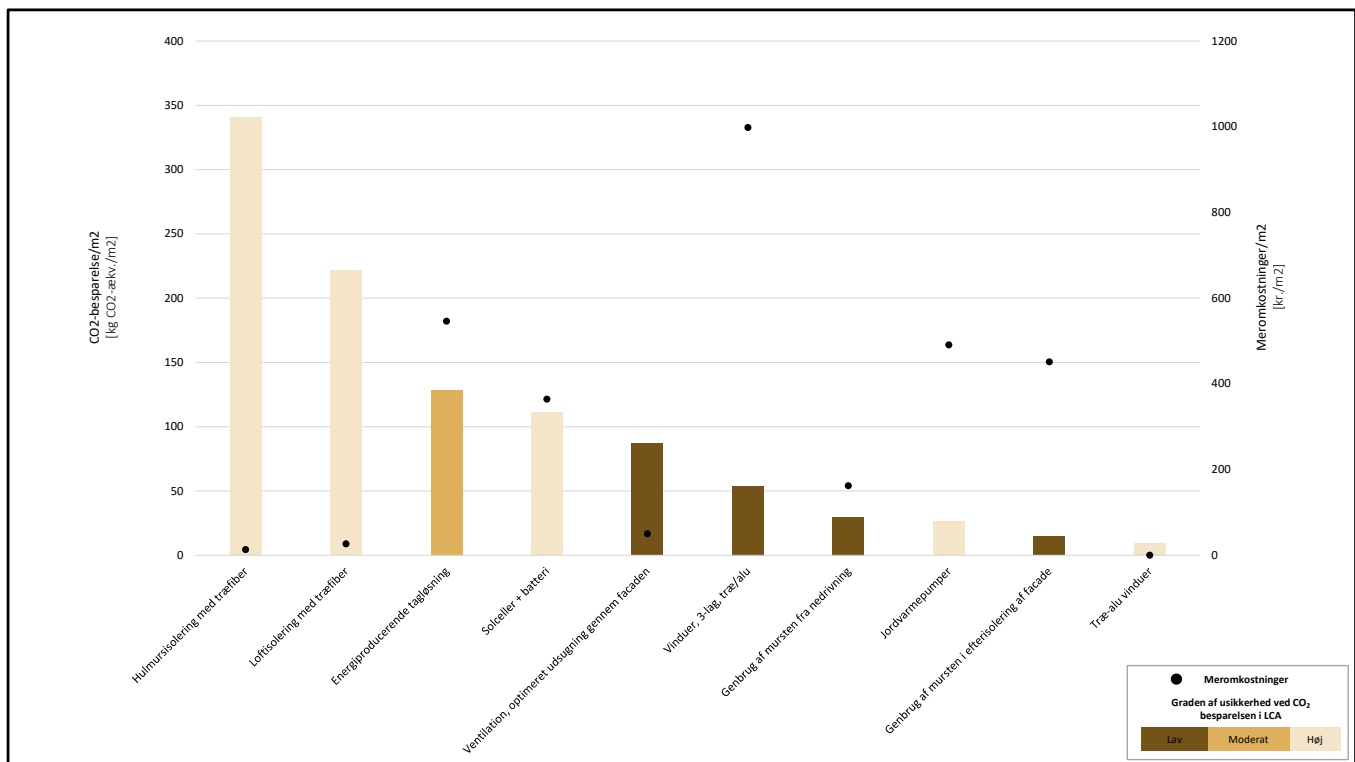
God økonomi: Har løsningen lave meromkostninger i forhold den løsning der sammenlignes med

Komplexitet: Er tiltaget og dets materialer ligetil at arbejde med (lige linje fra A til B) eller kræves der særlige godkendelser/procedurer som kan gøre det komplekst at udføre (Snoet vej fra A til B).

CO<sub>2</sub>-reduktion: Opnår tiltaget typisk en CO<sub>2</sub>-reduktion ud fra et fuldt livscyklusperspektiv

Biodiversitet: Fremmer tiltaget biodiversitet

Vandressourcer: Reducerer tiltaget forbruget af vandressourcer



Grafen viser de 10 mest CO<sub>2</sub>-besparende tiltag og deres meromkostning. Eftersom tiltagene er beregnet ud fra forskellige forudsætninger viser grafen graden af usikkerheder i resultatet af CO<sub>2</sub>-besparelsen. Beregningsusikkerheden er vurderet som: 'lav' hvis alle livscyklusfaser med indflydelse på CO<sub>2</sub>-besparelsen er medtaget, 'moderat' hvis der er set bort fra livscyklusfaser, som har mindre indflydelse eller hvis klimagevinster ved at sende materiale til genbrug er fratrukket og 'høj' hvis centrale livscyklusfaser ikke er medtaget.

Hulmurs- og loftisolering med træfiber på loft og ydervæg: 'høj' da der i begge beregninger kun medtages produktionen af træfiberisoleringen. Energiproducerende tagløsning: 'moderat' da klimagevinsten for materialer, der sendes til genbrug og genanvendelse medtages, derfor er CO<sub>2</sub>-besparelsen lidt højere end den burde være. Solceller + batteri: 'høj' da der kun tages hensyn til klimagevinsten i driften, men ikke klimapåvirkning fra produktion af anlægget. Ventilation- Optimeret udsugningsløsning: 'lav' da alle livscyklusfaser er medtaget. Udskiftning til nye vinduer, 3-lags, træ/alu: 'lav' da der er medtaget klimapåvirkningen fra både vinduernes livscyklus samt den resulterende energibesparelse i driften. Genbrug af mursten fra egen nedrivning af blokke: 'lav' da LCA-beregningen medtager alle væsentlige livscyklusfaser mht. sammenligning af materialer. Udskiftning til jordvarmepumpe: 'høj' da der kun tages hensyn til klimagevinsten i driften, men ikke klimapåvirkning fra produktion. Træ-alu vinduer frem for rene alu vinduer: 'høj' da det ikke fremgår hvilke livscyklusfaser der medtages i beregningen.

## Efterisolering

Nedsætter varmetab, men brug materialer med mindst mulig CO<sub>2</sub>-belastning

- Biobaseret isolering har ofte et lavere CO<sub>2</sub>-aftryk end andre isoleringstyper
- Med biobaseret isolering kan vi lagre CO<sub>2</sub> i vores bygninger
- OBS: Biogene materialer bør betragtes i et helt livscyklusperspektiv – CO<sub>2</sub> frigives ved afbrænding



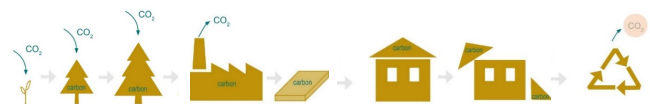
A —————> B

### CASES



#### Falkenbjerg og Hyrdebjerg

Træfiber anvendt til efterisolering af loft og efterisolering af hulrum



Efterisolering af den eksisterende bygningsmasse kan reducere energiforbruget og på den måde reducere CO<sub>2</sub>-udledningen. Jo dårlige bygningen er isoleret inden renovering, jo mere CO<sub>2</sub>-kan der spares - dog er det vigtigt at betragte den isolering, der anvendes for at opnå den højeste CO<sub>2</sub>-reduktion. Undersøg om det er muligt at bruge biobaserede isoleringsmaterialer, f.eks. træfiber, papiruld eller hamp, da de ofte har et lavere CO<sub>2</sub>-aftryk end andre isoleringstyper. I produktionsfasen af træfiber vil træet have optaget CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Ved at bruge træfiberisolering kan vi lagre dette CO<sub>2</sub> i vores bygninger. Biobaserede løsninger udleder størstedelen af deres CO<sub>2</sub> i affaldshåndtering og det giver derfor en længere årrække til at minimere de forestående CO<sub>2</sub>-udledninger. Træfiberisolering er i dette tiltag brugt til at efterisolere et loft og et hulrum i en ydervæg, som ikke kræver yderligere materiale. Bemærk at det i andre efterisoleringssløsninger f.eks. af en ydervæg vil kræve en ny facadebeklædning.

## Solceller

Solceller har en positiv indflydelse på driften – vær opmærksom på produktion

- Vedvarende energi erstatter den konventionelle energiproduktion og skaber en klimagevinst
- Betragt klimapåvirkningen fra fremstilling af solcellen
- Solcellens korte levetid på 25-30 år kræver udskiftning minimum én gang inden for 50 år og dermed øget CO<sub>2</sub>-belastning
- OBS: Solcellens klimaaftryk bør betragtes gennem hele livscyklussen



### CASES



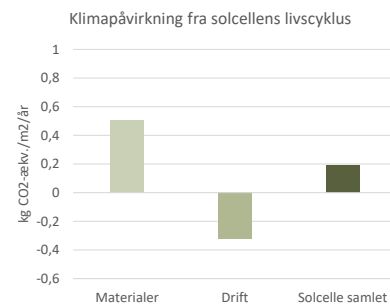
Tåstrupgaard

Anvendt til energiproducerende tagløsning, der erstatter elektricitet til varmepumpe fra elnettet



Afd. 6 Koktved

Anvendt til installation af solceller på tag inkl. batteri der kan lagre den producerede strøm



Når solceller installeres i en bygning er det med henblik på at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen fra energiforbruget. Produktionen af energi fra solcellen vil derfor have en positiv indflydelse på driftsfasen af en bygning, da man erstatter den konventionelle energiproduktion. I et livscyklusperspektiv er det dog vigtigt også at tage hensyn til CO<sub>2</sub>-udledningen ved produktion og vedligehold af solcellens komponenter for at kunne vurdere den samlede klimaeffekt. På grafen ses et eksempel på CO<sub>2</sub>-udledningen af en solcelles livscyklus, hvor materialepåvirkningen både ved produktion og bortskaffelse resulterer i en højere CO<sub>2</sub>-udledning end CO<sub>2</sub>-besparelsen i driftsfasen. Den høje materialepåvirkning skyldes især solcellens korte levetid, som kræver en komplet udskiftning efter 25-30 år. Klimapåvirkningen fra en solcelle kan variere meget ud fra hvor i verden samt hvordan den produceres. Det er derfor væsentligt at stille krav til sine produkter så de mindst miljøbelastende vælges for at sikre at der opnås en besparelse.

## Ventilation

Korrekt ventilation kan reducere energiforbrug og forbedre indeklima

- Bedre indeklima skaber optimale forhold for beboer
- Det reducerede energiforbrug bør sammenholdes med klimabelastningen fra nye installationer til ventilationssystemet
- OBS: Brugeradfærd og afledte effekter kan mindske den antagende miljøeffekt



A —————> B

### CASE



#### Falkenbjerg og Hyrdebjerg

*Anvendt til nyt balanceret ventilationssystem med varmegenvinding*



#### Projekt Frydenspark

*Anvendt til optimering af eksisterende udsugning i køkken og bad*

Udskiftning eller optimering af ventilationen i bygninger kan sikre forbedret indeklima for beboerne og samtidig reducere energiforbruget. Denne effekt skal dog ses i lyset af et ventilationssystem er tilpasset beboeradfærd og bruges optimalt. Sikrer man ikke at driften og brugen stemmer overens med det forventede/beregnete forbrug vil besparelsen være mindre. Det er vigtigt at betragte de materialer, der indgår i ventilationssystemet for at kunne vurdere om tiltaget resulterer i en CO<sub>2</sub>-besparelse.



## Vinduer

Nye vinduer kan reducere energiforbrug og forbedre indeklima

- Kan påvirke beboernes komfort i boligen og reducere udgifter til varmekonsum
- Materialeaftryk af nyt vindue vs. energibesparelse grundet nyt vindue
- Valg af ramme/karm kan påvirke vedligehold



A —————> B

### CASES



#### Præstevænget

Anvendt til komplet udskiftning af vinduer med nye 3-lagsruder med træ/træ ramme/karm



#### Alsbo afd. 9

Anvendt til udskiftning af kompletvindue med træ/alu ramme/karm

Når det gælder udskiftning af vinduer i en bolig kan det både have en positiv indflydelse på beboernes komfort og energiforbruget i boligen. Regnes der på CO<sub>2</sub>-besparelsen af en vinduesudskiftning er det igen vigtigt at betragte CO<sub>2</sub>-udledningen af vinduets livscyklus fra produktion helt til bortskaffelsen. I et livscyklusperspektiv kan valget af materiale til ramme/karm påvirke vedligehold og levetiden af et vindue, som yderligere kan medføre en CO<sub>2</sub>-udledning hvis der kan ske udskiftninger før tid hvis vedligehold ikke overholdes. Overvej derfor disse faktorer, i valget af et vindue.

## Genbrugsmursten

### Klimabesparelse ved at genbruge CO<sub>2</sub>-tunge materialer

- Genbrug af mursten reducerer ressourceforbruget og bevare murstenens kvalitet og værdi
- De genbrugte mursten er synlige for beboerne – opfattelsen af hvad en "renoveret" murstensfacade er, kan diskuteres og genbrug fremmes
- Nedrivningsprocessen kan være besværlig og omkostningsfuld
- Ikke godkendt af Byggeskedefonden endnu



### CASES



#### Rosenparken

*Nedrivning af blokke hvor mursten genbruges til ny facade af bevarede blokke*



#### Afd. 108 Lindeparken og afd. 109 Digterparken

*Genbrug af nedrevet mursten til ny facade uden på ny isolering af ydervæggen*



Forskellig farve og stand af mursten til brug af ny facade

Da produktionen af materialer så som teglsten og beton er en energitung proces, der udleder meget CO<sub>2</sub> er det fornuftigt at fokusere på at genbruge, for at undgå produktionen af nye byggevarer. Det bør altid overvejes om det er muligt at bevare og forlænge levetiden af materialerne i deres nuværende funktion frem for at rive ned og genbruge. Dernæst bør man overveje hvordan materialerne kan genbruges til højest mulig værdi og kvalitet, således at en CO<sub>2</sub>-tung produktion af tilsvarende nye materialer undlades (fx mursten genbruges frem for nedknusning til vejfyld) (downcycling). Desuden er det vigtigt at sikre at materialerne genbruges for at dække et reelt behov frem for at opfinde nye behov som genbrugsmaterialerne kan dække (fx bænke, orangerier etc., der kan produceres i CO<sub>2</sub>-lette konstruktioner). Det bør derfor vurderes hvor det største genbrugspotentiale findes: indenfor og udenfor eget projekt og organisation. Fx på tværs af projekter ved at kortlægge ressourcer og deres tilgængelighed og koble det med behovet for ressourcer i andre byggerier. Materialerne har en potentiel værdi, der kan udmøntes i et forretningspotentiale ved at spare omkostninger eller give indtjening ved gensalg. En udfordring ved genbrugsmursten kan dog opstå ved den nænsomme nedrivningsproces, der kan være vanskelig og omkostningsfuld.

## Andre gode eksempler

I denne tværgående analyse har det været formålet at vurdere tiltagene på baggrund af den CO<sub>2</sub>-besparelse, der opnås. Dog kan der være tiltag, som ikke resulterer i en høj besparelse, men er gode eksempler på hvordan man nemt, billigt og nytænkende kan bruge de ressourcer vi har til rådighed. Heriblandt gives inspiration til tiltag hvor indsatsen ikke kan ses i et CO<sub>2</sub>-regnskab, men arbejder med andre vigtige miljøindikatorer.

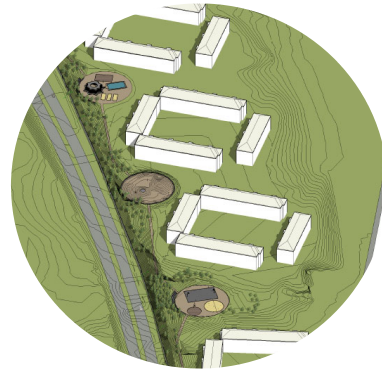
## Støjvold af overskudsjord

CO<sub>2</sub> er ikke den eneste vigtige faktor for bæredygtig udvikling

- Forbedring af udearealer, ressourcebesparelse, øget biodiversitet
- Ny forretningsmodel kan bidrage til finansiering af andre tiltag i foreningen
- Komplexiteten er høj, mulighederne er potentielt set mange
- Kræver godkendelse fra kommunen
- Finansiering af andre bæredygtige tiltag



### CASE



#### Afd. 35 på Motalavej

Overskudsjord til etablering af ny støjvold der beplantes med træer og planter

Denne case er et eksempel på et tiltag, som med fordel kan blive en del af en helhedsplan. Tiltaget reducerer ikke CO<sub>2</sub>-udledningen ved selve renoveringen af byggeriet. Her er argumentet at man ved at modtage affaldsjord fra nærliggende områder, undgår at denne jord transporteres langt med lastbil (og dermed udleder CO<sub>2</sub>). Desuden opstår en ny forretningsmodel da foreningen modtager betaling for at modtage denne overskudsjord. Denne indtjening kan bruges til at finansiere andre tiltag, som der ikke normalt er økonomi til. I dette tilfælde resultere det i forbedring af udearealer med fokus sociale forhold, biodiversitet og lokal afledning af regnvand. Tiltaget kræver økonomisk investering til indledende planlægning, da der er en del juridiske aspekter forbundet med at blive godkendt som modtager af overskudsjord før der vil kunne opnås en indtjening.

## Regnvandsopsamling

### CASE

Genbrug af regnvand reducerer forbruget af vores vandressourcer

- Tiltaget kan ikke ses i et CO<sub>2</sub>-regnskab
- Kræver godkendelse til at bruge regnvandet i bygningen
- Komplexiteten ved at implementere løsningen afhænger af erfaringer i den pågældende kommune

A — B



**Afd. 108 Lindeparken og afd. 109 Digterparken**

*Opsamling af regnvand til genbrug i vaskerier*

I dette tiltag er der fokus på genbrug af regnvand for at spare på klodens ressourcer. Dette tiltag kan derfor ikke ses på CO<sub>2</sub>-beregningen, desuden er materialerne til regnvandsopsamling ikke inkluderet i beregningen. Eksemplet er stadig godt, da CO<sub>2</sub> ikke er den eneste område hvor vi skal reducere vores forbrug og bruge ressourcer med omtanke. Genbrug af regnvand til vaskeri bør ikke være vanskeligt at implementere, da systemet for det opsamlede regnvand kan kobles direkte til vaskeriet. Der er derfor ikke risiko for at blande regnvandet med brugsvand til bad og toilet. Det kan være mere vanskeligt hvis man ønsker at genbruge regnvand til toiletskyld, hvorfor den løsning er mere omfattende at få godkendelse til. Det afhænger dog af erfaringer i den pågældende kommune.

## Udskiftning af ydervægge

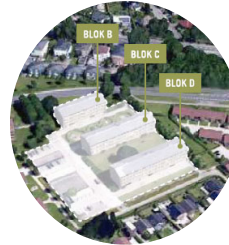
Bevar mest mulig af bygninger frem for at rive ned og bygge nyt

- At bevare bygninger er den bedste form for genbrug
- Reducerer både mængden af affald i renoveringsprocessen og forbruget af nye materialer

A ————— B



### CASE



#### Vindingårdparken / Egely Allé

*Udskiftning af ydervægge hvor den resterende hovedkonstruktionen bevares*

Dette renoveringsprojekt er et godt eksempel på at bevare så meget som muligt af den eksisterende bygning frem for at rive ned og bygge helt nyt. Tiltaget omhandler en komplet udskiftning af ydervægge, hvor de resterende konstruktioner på vist muligt bevares. At bevare bygningsdele i byggeriet er den mest værdifulde form for genbrug, da materialernes kvalitet bevares. Samtidig reduceres brugen af nye materialer og affaldsmængden reduceres betydeligt.

## Orangeri af genbrugsmaterialer

Genbrug materialer til højeste værdi for at spare mest muligt CO<sub>2</sub>

- Genbrug materialer på tværs af projekter og gerne 1:1
- Affaldet kan ses som en ressource der skal afdække et eksisterende behov frem for at opfinde nye
- Med et orangeri skabes der et samlingssted for beboerne og udearealerne forbedres



### CASE



#### Koktved afd. 6

*Direkte genbrug af materialer fra nedrivning til opbygning af nyt orangeri på stedet*

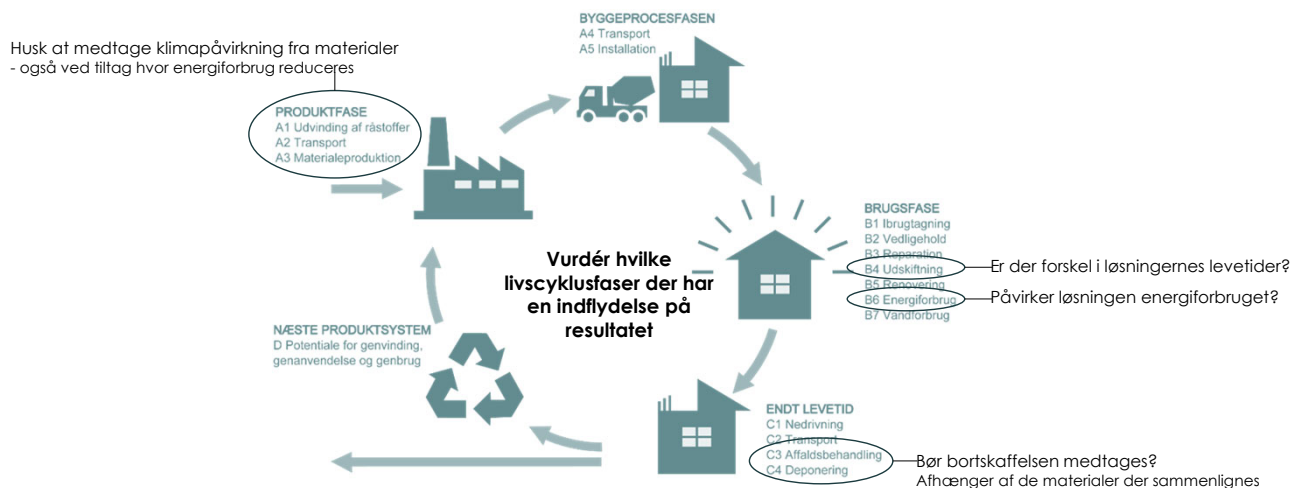
Ved at genbruge materialer fra et renoveringsprojekt, som ellers ville være blevet sendt til genbrug kan man opnå nye kvaliteter i en boligforening. Det kan blive muligt at forbedre ude- og fællesarealer og gøre dem mere personlige og lokale end ved at bruge masseproducerede løsninger. Det er dog altid væsentligt at genbruge materialet til højest mulig værdi. Det vil sige at materialer som af funktionelle egenskaber ikke laves om og bruges på måder hvor deres egenskaber ikke er nødvendige. Man bør derfor vurdere hvordan materialet anvendes bedst muligt, både for økonomi og CO<sub>2</sub>-regnskab.

# Livscyklusanalyser af bygninger - i LCAbyg



# Metode og anbefalinger til LCA

Livscyklusperspektivet kan have stor betydning for konklusionen når løsninger sammenlignes



Det er vigtigt at se på hele livscyklusen for et renoveringstiltag for at finde ud af om dette er den mindst CO<sub>2</sub>-tunge løsning eller ej. Tages der ikke højde for alle faser vil man kunne opnå et falsk positivt eller falsk negativt resultat. Den vil kunne se bedre eller dårligere ud hvis der ikke laves en fuld livscyklusanalyse og hvis relevante faser ikke inkluderes i beregningsgrundlaget. I nogle tilfælde er det ikke nødvendigt at medtage alle faser, hvis der i sammenligningen af flere løsninger er identiske faser. Ved sammenligning af nye mursten og genbrugte mursten vil udskiftning og bortskaffelsen være det samme. Slidet fremhævet fire væsentlige fokuspunkter som har været en generel udfordring ved de 13 bæredygtighedsanalyser.

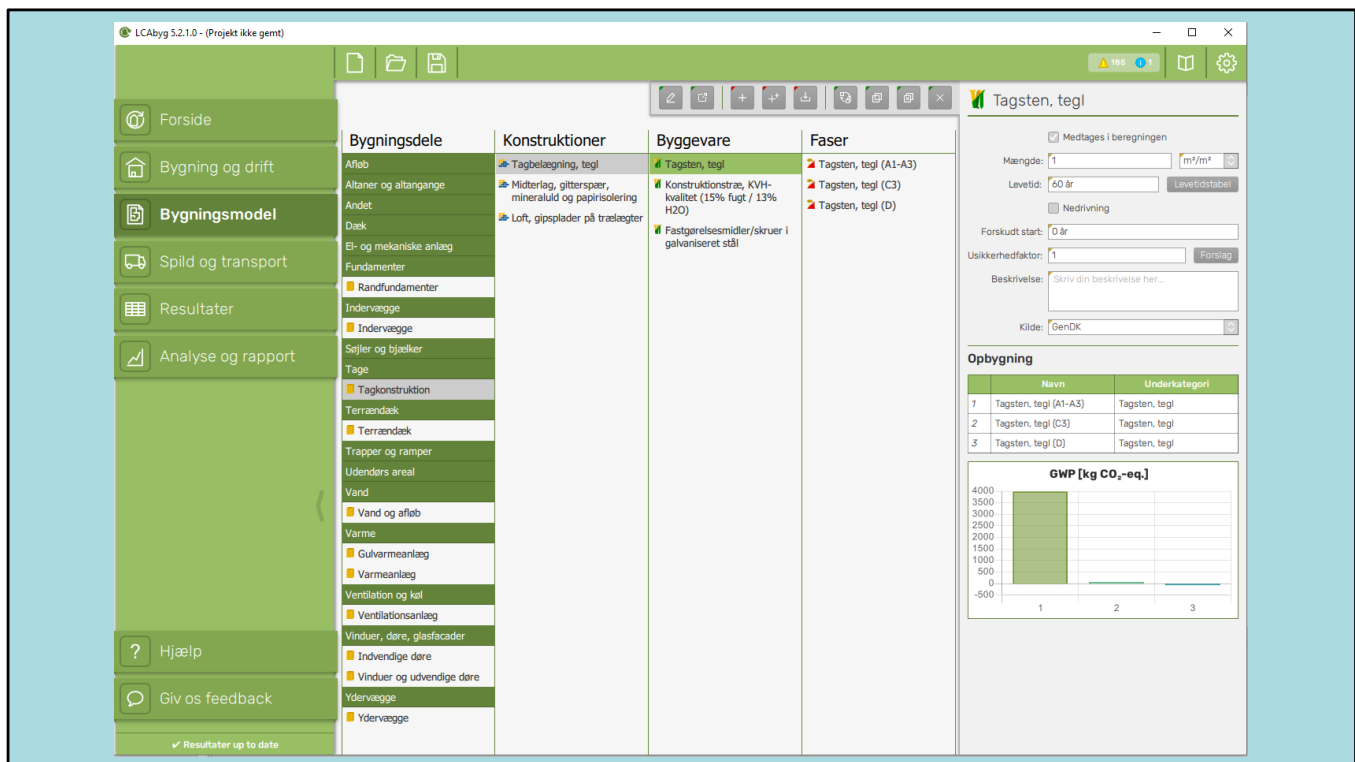
1. CO<sub>2</sub>-udledningen fra produktionen af materialer bør stort set altid være en del af livscyklusanalysen - også i de tilfælde hvor tiltaget fokuserer på at optimere energiforbrug.
2. Levetider af materialer bør altid overvejes, da korte levetider resulterer i udskiftninger og dermed en CO<sub>2</sub>-udledning. I tilfælde af at de sammenlignede materialer har samme levetid, kan denne fase udelades.
3. Vil tiltaget forbedre energiforbruget, f.eks. ved efterisolering eller optimering af ventilationssystem, bør energibesparelse også indgå i livscyklusvurderingen.
4. Bortskaffelsesfasen kan have varierende betydning i et livscyklusperspektiv afhængig af typen af materiale. Sammenlignes to ens materialer, f.eks. nye mursten med genbrugte mursten, vil CO<sub>2</sub>-udledningen ved bortskaffelse betragtes som identisk og denne fase kan udlades.



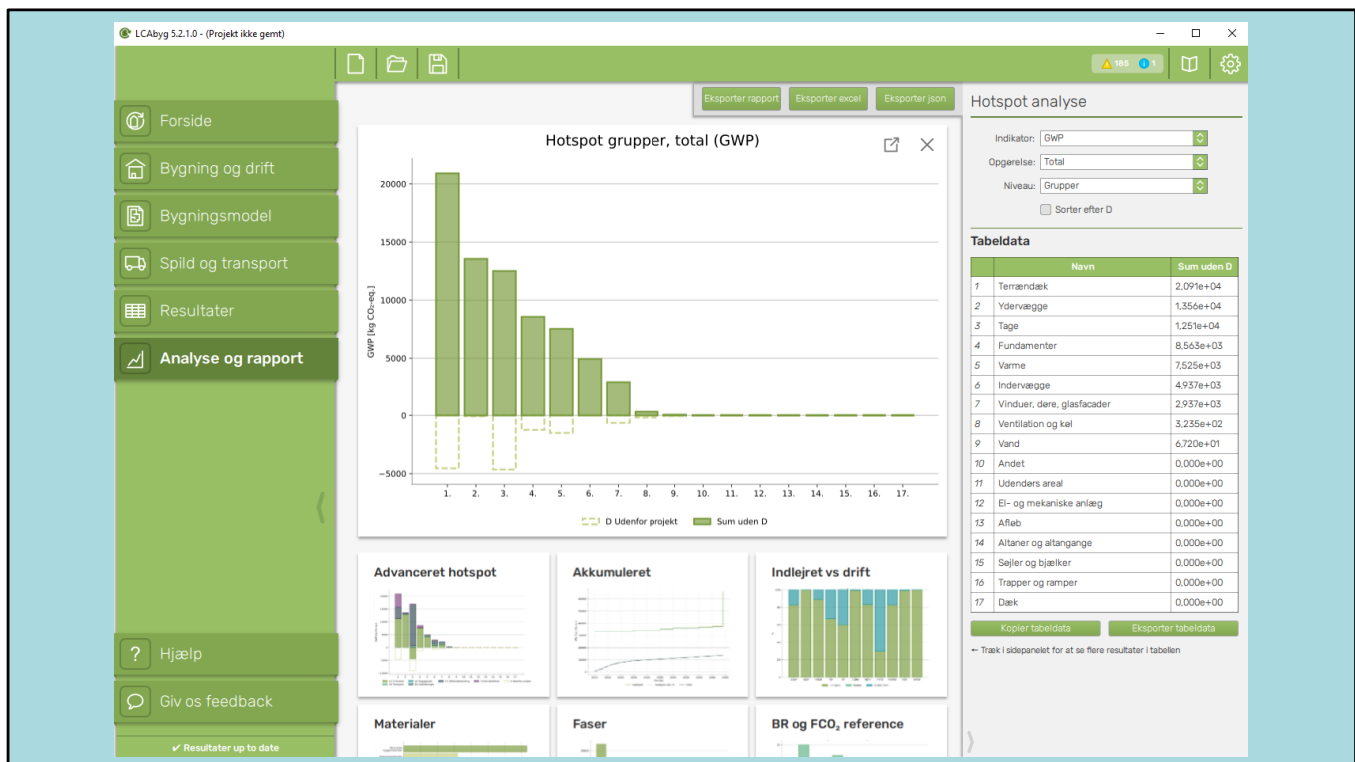
**BUILD**  
BYGGERI, BY OG MILJØ

**AALBORG**  
**UNIVERSITET**

BUILD har udarbejdet et LCA-værtøj LCAbyg, der kan beregne miljøprofilen af en bygningsdel eller en hel bygning.



I programmet indtastes informationer om bygningsdelene og evt. bygningens energiforbrug. Ved at vælge et materiale (byggevarer) indgår der automatisk produktion og bortskaffelsen af materialet. Som bruger skal man tage stilling til levetiden af materialet og på den måde vil programmet også tage hensyn til potentielle udskiftninger. På den måde tager LCAByg sig automatisk af LCA beregningerne for hele livscyklussen.



LCAbyg samler resultaterne i udvalgte figurer, så man nemt kan få et overblik over de "bedste" og de "værste" bygningsdele og materialer. Dertil samler LCAbyg indtastninger og resultater i en rapport.

## LCAbyg support



LCAbyg hjemmeside:  
<https://www.lcabyg.dk>



LCAbyg 5 vejledningsvideoer/webinar:  
<https://www.youtube.com/channel/UCh06Xw2MNdej70SJcKRaw5Q>



LCAbyg's postkasse:  
[lcabyg@build.aau.dk](mailto:lcabyg@build.aau.dk)



LCAbyg nyhedsbrev [Tilmelding](#)

LCAbyg kan downloades gennem LCAbyg's egen hjemmeside. Har du brug for assistance til programmet kan du skrive til LCAbyg's postkasse eller finde både hjælp og inspiration i vores webinarer og tutorials på LCAbyg's YouTube-kanal. Tilmeld dig LCAbyg's nyhedsbrev for info om opdateringer, nye versioner af programmet og kommende webinarer.

## STRATEGIER

Start tidligt, tænk helhedsorienteret og prioriter indledende rådgivning.

Tidlig analyse og planlægning gør det muligt at vælge løsninger, der ikke nødvendigvis koster mere og/eller kan svare sig på sigt.

Rådgivers kompetenceområde og erfaring har betydning for typen af løsningstiltag der præsenteres.

Stil konkrete krav til rådgivere om miljømæssig bæredygtighed og øg herved efterspørgslen.

Kombiner flere strategier.



**Variantanalyse:** fokus på at optimere materialevalget ved at se på CO<sub>2</sub> aftrykket fra forskellige materialetyper over hele livscyklus.



**Genbrug til højeste værdi:** fokus på genbrug af bygningsdele, materialer og ressourcer, enten lokalt i projektet, på tværs eller fra andre leverandører.



**Driftsoptimering:** fokus på at reducere miljø og klimapåvirkninger ved drift af byggeriet. Dette kan bl.a. være vha. tekniske installationer eller efterisolering af byggeriet.



**Fornybare ressourcer til drift:** fokus på at optimere driften gennem brug af vedvarende ressourcer i driften bl.a. ved at omlægge energiproduktion eller opsamle og genbruge ressourcer så som regnvand lokalt.



**Dialogværktøjer:** fokus på dialog med beboerdemokratiet for at udbrede forståelsen for, samt muligheden for CO<sub>2</sub> reduktion og bæredygtige tiltag.

## Variantanalyse

Materialevalg på baggrund af CO<sub>2</sub> aftryk har stor betydning i renoveringssager, der ofte indeholder miljøtunge materialer så som isolering, vinduer og tekniske installationer

- Erstat CO<sub>2</sub> tunge materialer med mindre CO<sub>2</sub> tunge materialer
- Design med henblik på at bruge færre eller mindre CO<sub>2</sub>-tunge materialer
- Husk hele livscyklussen
- Levetider og eventuelle udskiftninger samt vedligehold har betydning for materialeforbruget
- Anvend simple dialogværktøjer til kommunikation om CO<sub>2</sub> besparelser

*Et eksempel er materialepyramiden, der viser CO<sub>2</sub> aftrykket per m<sup>3</sup> af det anvendte materialer. Dog viser pyramiden kun produktion, og tager derfor ikke højde for levetider, udskiftninger mm. Dette skal man som bruger selv være opmærksom på, og vælge materialer sin bruges hvor det giver mening ift. levetid, holdbarhed og egenskaber.*



[www.materialepyramiden.dk](http://www.materialepyramiden.dk)

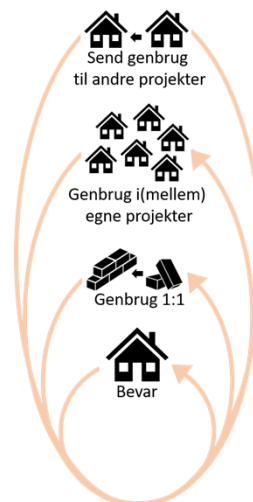
Valg af materialer og kan have stor betydning for klimaresultatet. Det er vigtigt at fokusere på at optimere de materialer, der har den største klimapåvirkning, dvs. de materialer der har en høj CO<sub>2</sub> udledning og som findes i store mængder i projektet. Ved renovering kan det fx være isoleringsmaterialer, vinduer og tekniske installationer. Optimeringen kan fx omfatte at de CO<sub>2</sub> tunge materialer substitueres med mindre CO<sub>2</sub> tunge materialer og/eller at man ved design optimeringer kan reducere forbruget af CO<sub>2</sub> tunge materialer. F.eks. ved udskiftning af hele ydervæggen, hvor de mindst CO<sub>2</sub>-belastende materialer findes for både konstruktion, isolering og beklædning.

Materialeaftrykket bør altid være et fokusområde uanset tiltaget, og bør kombineres med alle andre strategier der arbejdes med. Figuren til højre viser en simplificering af materialepyramiden. Materialepyramiden er udviklet af CINARK og kan bruges som et værktøj til at sammenligne hvilke materialer, der har en høj versus en lav CO<sub>2</sub> udledning fra produktion per m<sup>3</sup> materiale. [www.materialepyramiden.dk](http://www.materialepyramiden.dk) Mange metal-produkter har en høj CO<sub>2</sub> udledning mens biobaserede materialer ofte har en lav CO<sub>2</sub> udledning.

## ∞ Genbrug

Det er især fornuftigt at fokusere på at genbruge energitunge materialer så som teglsten og beton

- Bevar frem for at rive ned
- Genbrug til den højeste værdi/kvalitet  
*CO<sub>2</sub> tunge byggematerialer som fx befønelementer, mursten eller isolering kan med fordel genanvendes til samme funktion for at undgå produktion af nye tilsvarende bygningsdele*
- Genbrug på tværs af projekter/afdelinger hvis det har størst værdi
- Brug genbrugsmaterialer til eksisterende behov frem for at opfinde nye behov
- Materialer har værdi og forretningspotentiale
- Tænk i nye forretningsmodeller i den indledende planlægning



CO<sub>2</sub> besparelsen af genbrugsløsningerne er generelt lav da besparelsen er divideret ud pr m<sup>2</sup> som får dem til at fremstå dårligere sammenlignet med driftsoptimerende tiltag. I mange tilfælde genbruges der ikke til højest mulige CO<sub>2</sub> besparelse. Da produktionen af materialer så som teglsten og beton er en energitung proces der udleder meget CO<sub>2</sub> er det fornuftigt at genbruge disse materialer, for at erstatte produktionen af nye byggevarer. Det bør altid overvejes om det er muligt at bevare og forlænge levetiden af materialerne i deres nuværende funktion frem for at rive ned. Dernæst bør man overveje hvordan materialerne kan genbruges til højest mulig værdi og kvalitet (upcycling) således at CO<sub>2</sub> tung produktion af tilsvarende nye materialer undlades (fx mursten som en mursten frem nedknusning til vejfyld) (downcycling). Desuden er det vigtigt at sikre at materialerne genbruges for at dække et reelt behov frem for at opfinde nye behov som genbrugsmaterialerne kan dække (fx bænke, orangerier etc., der kan produceres i CO<sub>2</sub> lette konstruktioner) Det bør derfor vurderes hvor det største genbrugs potentiale findes: indenfor og udenfor eget projekt og organisation. Fx på tværs af projekter ved at kortlægge ressourcer og deres tilgængelighed og koble det med behovet for ressourcer i andre byggerier. Materialerne har en potentiel værdi, der kan udmøntes i et forretningspotentiale ved at spare omkostninger eller give indtjening ved gensalg.



## Driftsoptimering

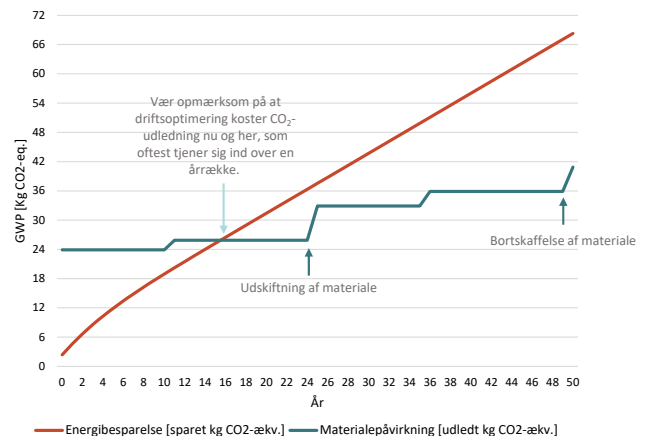
Driftsenergireducerende tiltag i renovering vil oftest reducere den samlede klimapåvirkning for byggeriet - men resultatet afhænger af eksisterende energiforbrug og materialevalget for den nye løsning

- Ved driftsoptimering spares der ikke CO<sub>2</sub> nu og her, men over en længere periode
- Det er optimalt at reducere energiforbruget med lavest mulig materialepåvirkning

*Eksempelvis ved valg af det mindst CO<sub>2</sub> tunge isoleringsmateriale*

- Tænk hele livscyklussen med når der driftsoptimeres. Udskiftninger gennem hele levetiden vil påvirke klimapåvirkning.
- Vær opmærksom på brugeradfærd og undgå at forbruget stiger, når driftsomkostningerne nedsættes.

*Eksempelvis ved at beboerne skruer op for varmen, fordi det bliver billigere.*



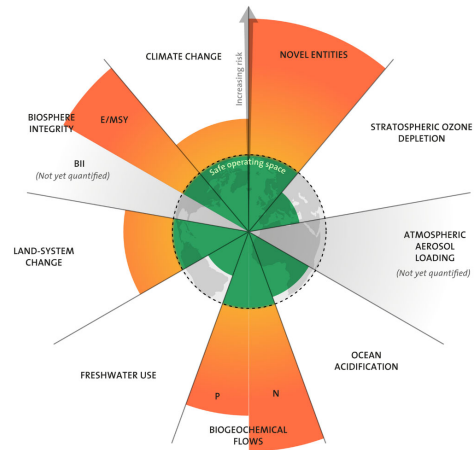
Grafen viser et eksempel på et driftsoptimerende tiltag. CO<sub>2</sub>-gevinsten fra energibesparelsen overstiger CO<sub>2</sub>-påvirkning fra materialerne efter 33 år, dermed vil tiltaget over tid resultere i en CO<sub>2</sub> besparelse. Generelt kan der opnås hurtige og betydelige klimabesparelser ved at reducere de eksisterende bygningers energiforbrug. Dog er CO<sub>2</sub>-besparelsen afhængig af de materialer, der tilføres i renoveringen. For at opnå den største CO<sub>2</sub>-besparelserne er det nødvendigt at udføre renoveringstiltaget med materialer, der har den laveste klimapåvirkning. Rapporten *Klimaeffektiv renovering* påviser at det for ældre byggerier altid kan betale sig klimamæssigt at efterisolere tage og ydervægge, for at opnå energibesparelser. Udskiftninger af vinduer fra 2-lags til nye 3-lags ruder vil også medføre en samlet klimagevinst, hvis man betragter en periode på 50 år – besparelserne kan variere efter orienteringen af vinduerne (nord, syd, øst, vest).

## Fornybare ressourcer til drift

Omlægning til vedvarende forsyning kan ikke altid ses på CO<sub>2</sub> regnskabet for byggeriet, men have betydning for andre miljøfaktorer

- Klima og miljøbelastning kan reduceres til trods for at det nuværende forbrug bevares (eksempelvis ved brug af jordvarme eller regnvand til vaskeri)
- Det er væsentligt at se på hele livscyklus og ikke kun besparelsen i drift for at få et retvisende billede af besparelsen eller miljøpåvirkningen ved at implementere fornybare ressourcer.
- Husk derfor at tage højde for klimaaftrykket fra materialerne, der bruges til at etablere vedvarende forsyning

*Solceller kan eksempelvis have stor miljøpåvirkning ved produktion altafhængigt af hvor i verden de er produceret. I nogle lande anvendes kulkraft til at producere solcellerne, mens der i andre lande anvendes vedvarende energi. Desuden skal de som udgangspunkt udskiftes allerede efter 25 år.*



[www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html](http://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html)

CO<sub>2</sub> besparelsen af genbrugsløsningerne er generelt lav. Dette skyldes bl.a. at besparelsen er divideret ud pr m<sup>2</sup> som får dem til at fremstå dårligere sammenlignet med de driftsoptimerende tiltag. I mange tilfælde genbruges der ikke til højest mulige CO<sub>2</sub> besparelse. Da produktionen af materialer så som teglsten og beton er energitunge processer er det fornuftigt at fokusere på genbrug af disse, for at undgå nyproduktion. Det bør altid overvejes om det er muligt at bevare og forlænge levetiden af materialerne i deres nuværende funktion frem for at rive ned og genbruge. Dernæst bør man overveje hvordan materialerne kan genbruges til højest mulig værdi og kvalitet (upcycling) fx mursten som en mursten frem nedknusning til vejfyld (downcycling). Desuden er det vigtigt at sikre at materialerne genbruges for at dække et reelt behov frem for at opfinde nye behov. Det bør derfor vurderes hvor det største genbrugs potentiale findes: indenfor og udenfor eget projekt eller organisation. Fx på tværs af projekter ved at kortlægge ressourcer og deres tilgængelighed og koble det med behovet for ressourcer i andre byggerier. Materialerne har en potentiel værdi, der kan udmøntes i et forretningspotentiale ved at spare omkostninger eller give indtjening ved gensalg.



## Dialogværktøjer

Beboerne skal tage beslutningerne og det er derfor vigtigt at de kan se meningen med at vælge CO<sub>2</sub>-reducerende tiltag frem for de vanlige renoveringstiltag.

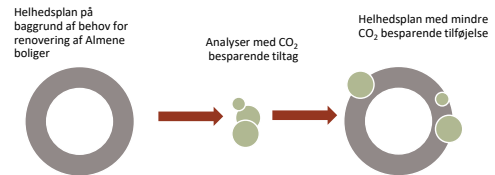
- Præsenter løsninger gennem visuelle og let overskuelige dialogværktøjer.

*Det kan eksempelvis være prototyper af bygningsdele, kataloger med løsninger sammenkoblet med et overslag af miljøpåvirkningen. Materialepyramiden giver også et overblik som er forståeligt.*

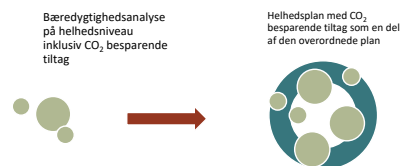
- Miljøpåvirkning og CO<sub>2</sub>-reduktion skal gøres let at forstå og de økonomisk rentable løsninger kan vælges så løsninger med potentiale bliver en realitet.

*Startes en bæredygtighedsanalyse tidligt kan der igangsættes tiltag som kan blive en del af helhedsplaner og derved have store potentialer for CO<sub>2</sub>-reduktion.*

### Nuværende proces for CO<sub>2</sub> reducerende tiltag

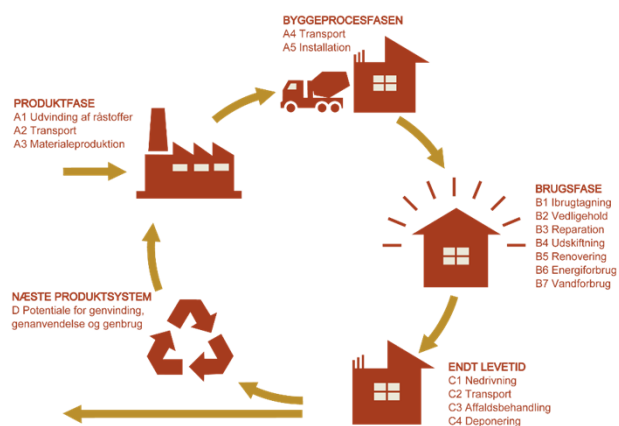


### Ønskeproces for CO<sub>2</sub> reduceret byggeri



En række af boligadministrationselskaberne har oplevet at bæredygtighedsanalyserne har øget fokus på at vælge den mest bæredygtig løsning til prisen. Det betyder at beboerne er begyndt at se CO<sub>2</sub> forbrug som en væsentlig parameter at vælge løsninger ud fra, men at minimale huslejestigninger stadig prioriteres højest. I enkelte tilfælde er det blevet et ønske fra beboerne at fokusere på klimamæssige bæredygtighed (bl.a. CO<sub>2</sub>-påvirkning) som metode til at vælge renoveringstiltag fremadrettet. En række rådgivere har udarbejdet dialogværktøjer, som kan illustrere CO<sub>2</sub>-besparelserne for beboerne på en overskuelig facon. Det har gjort det lettere at argumentere overfor beboerne og forklare hvorfor det giver mening at vælge løsninger med en reduceret CO<sub>2</sub>-udledning. Hos langt de fleste er det dog stadig første prioritet at undgå voldsomme huslejestigninger. Flere boligadministrationselskaber eller boligforeninger har udtrykt at de kan genbruge de konkrete bæredygtighedsanalyser én til én i andre lignende projekter hvor byggeriet er af samme karakter/fra samme periode. Måden at se på materialer og løsninger på har også gjort det muligt at træffe andre og bedre valg.

# Husk hele livscyklussen



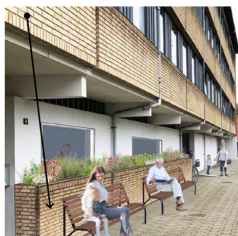
I folderen *CO<sub>2</sub>-besparelser i det almene boligbyggeri - tiltag fra 13 boligforeninger* findes et overblik over 33 tiltag inddelt efter strategier. Enkelte af tiltagene går igen, fordi de indgår under flere strategier.

Overblikket kan bruges som inspiration til konkrete tiltag indenfor de fem strategier. Tiltag og strategier kan kombineres eller fokusområderne kan bruges til at

I oversigten finder du en kort beskrivelse af tiltaget samt en beskrivelse af hvad den pågældende bæredygtighedsanalyse undersøger. Der er angivet boligafdeling, forening samt boligadministration. Desuden er der listet hvilken rådgiver, der har udført analysen og indsat links til de pågældende dokumenter, som alle ligger tilgængelige på AlmenNets hjemmeside.

Link til projektet

[CO<sub>2</sub>-besparelser i det almene byggeri](#)



## CO<sub>2</sub> besparelser i det almene boligbyggeri

Tiltag fra 13 almene boligforeninger  
Hovedkonklusioner og oversigtskatalog  
2022





**SPØRGSMÅL  
?**