

Nye erfaringer med LCA for historiske ejendomme

– i restaurering, drift og vedligehold



Nye erfaringer med LCA for historiske ejendomme

- i restaurering, drift og vedligehold

Indhold

5 Forord

7 LCA – et værktøj til at træffe bedre beslutninger
INTERVIEW

12 Realdania By & Bygs LCA-model

15 Fra retrospektiv til aktiv brug af LCA
INTERVIEW

20 Restaurering er som regel bedre end nybyggeri
– og varmekilden har betydning

TEMA 1 22 LCA i restaurering

25 På byggepladsen er LCA stadig nyt
INTERVIEW

30 Vedligehold er bedre end udskiftning

33 Genbrugssten og droppet stålskelet sparer CO₂ i Præstø
INTERVIEW

39 CO₂-gevinst krævede nytænkning på Als
INTERVIEW

TEMA 2 44 LCA i drift og vedligehold

47 Driftsafdelingens CO₂-erfaringer gavner nye restaureringsprojekter
INTERVIEW

52 Energikilder og emissionsfaktorer i LCA

55 Stor CO₂-besparelse ved skift til varmepumpe
i Skagen Grå Fyr
INTERVIEW





Forord

I 2022 udgav Realdania By & Byg publikationen "Livscyklusvurderinger for historiske ejendomme", som præsenterede erfaringerne med at kortlægge CO₂-udledningen fra gennemførte restaureringer og transformationer af bygninger i selskabets ejendomsportefølje.

Realdania By & Bygs knap 70 historiske ejendomme repræsenterer 500 års bygningskultur – fra det senmiddelalderlige Odense Adelige Jomfrukloster til arkitekten Poul Erik Thyrrings brutalistiske privatbolig fra 1971 ved Herning. Fælles for alle ejendommene er, at Realdania By & Byg har købt dem for at bevare dansk bygningskultur ved at restaurere dem og udleje dem til nutidige formål.

I snart fire år er alle restaureringsprojekternes CO₂-aftryk blevet kortlagt ved brug af livscyklusvurderinger. I de seneste to år er de mange data om udledning af CO₂ og andre drivhusgasser fra restaureringer suppleret med data fra bygningernes drift – det vil sige aftrykket ved løbende opvarmning og vedligehold af husene. I dag bruges livscyklusvurderinger til at understøtte beslutninger både i restaurering af ny erhvervede ejendomme og i den løbende drift og vedligehold.

At restaurere en historisk bygning er en balancegang, hvor bevaringsværdier, æstetik, nutidig anvendelse, økonomi og klima- og miljøhensyn skal vejes op mod hinanden på et kvalificeret grundlag. For Realdania By & Byg er det primære formål her at sikre bevaringsværdierne i ejendommene på en økonomisk bæredygtig måde og med et så lille CO₂-aftryk som muligt.

I denne publikation møder læseren nogle af de nøglepersoner hos Realdania By & Byg, som til daglig arbejder med at bevare, drive eller vedligeholde de historiske bygninger med LCA som et efterhånden fast element.

Det er i de fleste tilfælde en CO₂-mæssig fordel at restaurere eller transformere en eksisterende bygning frem for at bygge en ny. Alligevel er der god grund til at bruge LCA til hele tiden at se kritisk på konsekvenserne af de mulige valg – også i den langsigtede drift og vedligehold af bygningsmassen.

Realdania By & Byg
Juni 2024



“Det gode ved LCA er, at det rent faktisk gør en forskel at bruge det”

LCA – et værktøj til at træffe bedre beslutninger

INTERVIEW

med udviklingsdirektør Anne Mette Rahbæk, Realdania By & Byg

Livscyklusvurderinger er blevet en fast del af drift og vedligehold af Realdania By & Bygs portefølje af historiske ejendomme. Kort vej fra beslutning til implementering og et tæt samarbejde mellem projektafdeling og driftsorganisation har givet motivation til at arbejde med LCA i hele organisationen, fortæller udviklingsdirektør Anne Mette Rahbæk i dette interview.

Skal man rive gamle ejendomme ned og bygge nyt eller hellere bevare og renovere? For CO₂-aftrykkets vedkommende lyder det klare svar, at det ofte er sund fornuft at restaurere og levetidsforlænge eksisterende bygninger.

Sådan lød hovedkonklusionen på Realdania By & Bygs første erfaringer med livscyklusvurderinger på historiske ejendomme tilbage i 2022. Og nu er Realdania By & Byg så nået et stort skridt videre på LCA-rejsen ved ikke længere blot at se på materialeforbruget under selve restaureringen. Nu bringes livscyklusanalyser også i spil i driften og vedligeholdet af de historiske ejendomme. Det gør livscyklusanalyserne langt mere slagkraftige og retvisende som analyseværktøj til eksisterende bygninger, da CO₂-tunge parametre som bygningens varmemeforbrug nu også tæller med i det samlede regnestykke.

“Det gode ved LCA er, at det rent faktisk gør en forskel at bruge det. Det ville jo være tåbeligt, hvis det endte med bare at blive en registre-

ringsøvelse. Det er et værktøj til at træffe bedre beslutninger, og vi kan nu se, at LCA også kan gøre en kæmpe forskel i prioriteringen af drift og vedligehold,” siger Anne Mette Rahbæk, udviklingsdirektør i Realdania By & Byg.

LCA i to faser

Som beskrevet i publikationen “Livscyklusvurderinger for historiske ejendomme” fra 2022 har Realdania By & Byg arbejdet for at skabe et solidt datagrundlag på baggrund af restaureringer og transformationer af eksisterende ejendomme. Der er således gennemført livscyklusanalyser af Realdania By & Bygs portefølje af knap 70 historiske ejendomme, der siden 2003 er blevet restaureret eller transformeret. Parallelt hermed blev der installeret målere i alle ejendommene og indført energileddelse. I takt med, at der via energirapporteringen er indhentet en tilstrækkelig mængde data, er det blevet muligt for driftsafdelingen at prioritere investeringerne ud fra en CO₂-betragtning.

Ejendommene omfatter bl.a. Arne Jacobsens sommerhus ved Sejerøbugten på Sjælland, Odense Adelige Jomfrukloster og Hindsgavl Slot på Vestfyn. Konkret er der blevet udregnet et CO₂-aftryk for den pågældende restaurering eller transformation af en ejendom ud fra tilbudslistor, tegninger og arbejdsbeskrivelser. Desuden er den videnskabelige LCA-metode blevet tilpasset på enkelte områder, så den bedre egner sig til beregninger af restaure-

ringer og transformationer af eksisterende ejendomme i stedet for nybyggeri. Arbejdet med dette er nærmere beskrevet i ovennævnte publikation fra 2022.

Realdania By & Byg har fået hjælp fra BUILD – Institut for Byggeri, By og Miljø ved Aalborg Universitet til udviklingen af en LCA-metode til restaureringer. Data fra LCA-arbejdet er tilgængelige for forsknings- og uddannelsesinstitutioner men endnu ikke til kommercielt brug, da metoden stadig er under udvikling.

Branche øger fokus på klima

Siden 2022 er der sket yderligere udvikling på området. For eksempel er der kommet langt flere retvisende miljøvaredeklarationer [EPD] på markedet fra producenter af materialer som isolering og mursten. Og så har byggebranchen i højere grad fået øjnene op for de klimamæssige fordele ved at holde igen med det CO₂-tunge nybyggeri.

“Vi ser en stigende interesse for og en bevægelse væk fra at tænke i nybyggeri og udskiftning til i stedet at tænke i renovering, vedligehold og levetidsforlængelse som led i bestræbelsen på at reducere CO₂-aftrykket,” siger Anne Mette Rahbæk.

Status i 2024 er, at LCA-metoden til restaureringer og transformationer stadig er under udvikling. Men metoden er blevet væsentlig mere retvisende inden for de seneste to år.

“Vi oplever, at mange aktører er interesserede i spørgsmålet om, hvornår det klimamæssigt kan betale sig at renovere i stedet for at bygge nyt.

→ Arkitekten Poul Erik Thyrrings eget hus ved Herning er et af de senest tilkomne huse i Realdania By & Bygs portefølje. LCA har derfor været aktivt brugt i restaureringen, som er færdiggjort i foråret 2024.

Det kan vi stadig ikke sige noget generelt om, men vi kan nu sige noget om, hvilke bygningsdele man særligt skal holde øje med, og hvornår det for eksempel kan betale sig at renovere gamle vinduer i stedet for at sætte nye i,” siger Anne Mette Rahbæk.

Selvom det altid skal vurderes i den enkelte situation, er det dog en generel erfaring hos Realdania By & Byg, at det som regel er klimamæssigt bedre at restaurere end at bygge nyt, så længe energikilden efter en restaurering er fjernvarme eller varmepumpe.

Mere retvisende LCA

For driften af en bygning har det naturligvis stor betydning på klimaaftrykket, om den opvarmes med for eksempel naturgas eller oliefyr, eller fjernvarme eller varmepumpe. Førstnævnte er som bekendt langt mere klimabelastende end sidstnævnte. Derfor er det et vigtigt skridt fremad for anvendeligheden af LCA på de historiske ejendomme, at metoden nu også omfatter driften og vedligeholdet af ejendommene. Det giver ganske enkelt et langt mere retvisende billede end tidligere.

Parallelt med denne udvikling af metoden er der også sket en forandring af det hjemlige energimiks i kølvandet på energikrisen i 2022, som nu får betydning for ejendommenes klimaaftryk – og som nu kan dokumenteres med konkrete tal med LCA.

“Vi begynder at se resultatet af de store offentlige investeringer i energiomlægninger til for eksempel fjernvarme. Det danske energimiks er blevet væsentligt grønnere,



og det er kun til fordel for vores historiske ejendomme, som ikke er isoleret så godt som nybyggeri. Det gør CO₂-regnestykket for ejendommene vældig meget bedre, og det kan vi begynde at se i tallene nu,” siger Anne Mette Rahbæk.

Et konkret eksempel på en grønnere varmekilde finder man i en af Realdania By & Bygs historiske ejendomme, Skagen Grå Fyr fra 1858. Her er et oliefyr blevet udskiftet med en varmepumpe, da fyrets afsides beliggenhed ikke gjorde fjernvarme til en mulighed. LCA-beregninger har efterfølgende dokumenteret, at skiftet til varmepumpe som ventet er godt for klimaregnskabet – men også, at det faktisk er bedre end først antaget.

Denne udvikling i energimikset har desuden den konsekvens, at det på et tidspunkt ikke længere kan svare sig at øge tykkelsen af isoleringen i en bygning. Dermed vil der efter

en årrække med fokus på øgede mængder isolering i nybyggeri komme et vendepunkt, hvor klimaaftrykket fra produktionen af isoleringen betyder, at det i nogle tilfælde ikke længere giver mening at efterisolere eksisterende bygninger. Dette vil også få betydning for, hvordan Realdania By & Byg fremadrettet planlægger og prioriterer restaureringer og vedligehold af de historiske ejendomme.

Affald giver udfordringer

Det løbende arbejde med at holde snor i både forbruget af materialer og affaldet på byggepladsen er typisk mere komplekst at holde styr på under restaureringer og transformationer af historiske ejendomme. Dette skyldes for det første, at der ofte er flere aktører i spil end på projekter med nybyggeri. Selvom der bliver øget fokus på det i branchen, er nogle aktører stadig bedre til at indhente de relevante tal, der skal bruges i LCA-beregningerne, end andre, fortæller Anne Mette Rahbæk.

→ Arne Jacobsens eget sommerhus "Knarken" i Odsherred. Realdania By & Byg restaurerede huset i 2012-13 og forbedrede det ved samme lejlighed energimæssigt ved at anlægge jordvarme.

På affaldsområdet kan det i sig selv være en udfordring at få sorteret korrekt – i nogle tilfælde fordi de historiske ejendomme ligger i tæt bebyggede bykerner, hvor det helt lavpraktisk kan være vanskeligt at finde plads til nok containere til at dække alle affaldsfraktioner.

Mens disse linjer skrives, mangler det konkrete projekt stadig at blive afklaret. Men sikkert er det, at Realdania By & Byg er på vej med et pilotprojekt omkring miljømærkning med Svanemærket. Her forventer udviklingsdirektøren, at Realdania By & Byg kan finde inspiration til at gøre affaldsproblematikken lettere at gå til for entreprenører og håndværkere ude på byggepladserne.

"Der tror jeg, vi kommer til at få nogle gode redskaber til, hvordan vi kan være mere tydelige i vores udbud omkring håndtering og registrering af affald på byggepladsen," siger Anne Mette Rahbæk.

Træffer bedre valg for drift og vedligehold

Realdania By & Byg oplever i stigende grad at få spørgsmål om, hvordan man så implementerer LCA i driftsorganisationen. I Realdania By & Byg har motivationen i høj grad været drevet af, at LCA som værktøj gør det muligt at træffe bedre beslutninger set fra et klimaperspektiv:



← Det næsten 200 år gamle anlæg Gammelby Mølle ved Fredericia er et samlet kulturmiljø med vandmølle, stuehus, avlsgård og omgivelser med mølledam. Realdania By & Byg erhvervede anlægget i 2021 og påbegyndte herefter en restaurering over flere år.

"Det er et stykke forandringsledelsesarbejde. Vi har defineret det som et læringsprojekt, hvor der ikke er lang vej fra beslutning til implementering, og der har været et tæt, fælles samarbejde mellem projektafdelingen og driftsorganisationen om at udvikle den måde, vi arbejder med LCA på," siger Anne Mette Rahbæk og fortsætter:

"I vores driftsorganisation har vi oplevet en kæmpestor begejstring for LCA, fordi det netop kan klæde folk bedre på til at træffe valg i forhold til at prioritere drift og vedligehold. Der er en enorm energi og vilje i det."

Realdania By & Bygs LCA-model

Siden 2019 har Realdania By & Byg anvendt livscyklusvurderinger til det at bevare og drive historiske ejendomme. Senest er CO₂-data fra restaurering suppleret med data fra drift af bygningen.

Realdania By & Bygs brug af LCA har til formål at give et retvisende billede af den CO₂-udledning, som er forbundet med at restaurere eller transformere og efterfølgende drive en historisk ejendom, der skal bevares og lejes ud til et nutidigt formål.

Afsættet for LCA-modellen er den europæiske standard EN 15978, som bl.a. også bruges i det bredt anvendte certificeringssystem DGNB. Standardmodellen er skabt til at vurdere klimabelastningen fra nybyggeri, hvor man i LCA-sammenhæng altid regner på opførelse, drift og nedrivning i en betragtningsperiode på 50 år.

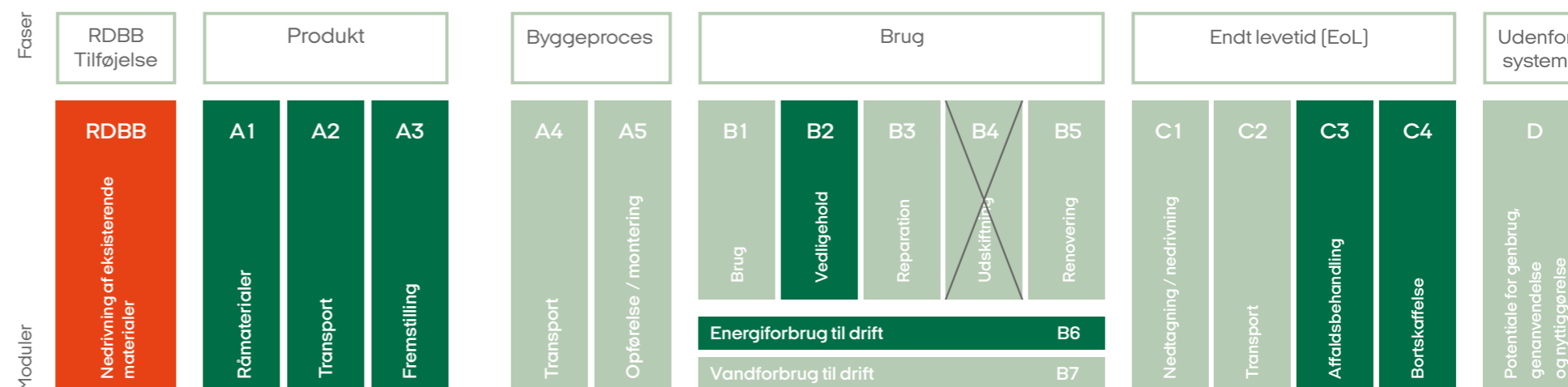
Modellen er i Realdania By & Bygs version med hjælp fra AAU BUILD tilpasset restaurering af historiske bygninger. Da grundskabelonen er den samme, tilskrives også de historiske bygninger en levetid på 50 år regnet fra restaureringen, selvom de i princippet skal bevares til evig tid.

Realdania By & Bygs LCA-model er ikke en fuld LCA for bygningerne, idet der ikke regnes på deres oprindelige opførelse i perioden 1504 til 1969. Det ville være uhyre vanskeligt men heller ikke relevant, da bygningerne jo står der, og det handler om, hvad der fremadrettet skal ske med dem fra det øjeblik, hvor Realdania By & Byg har købt dem.

→ Realdania By & Bygs LCA-model

De vigtigste forskelle på den gængse LCA-model for nybyggeri og Realdania By & Bygs model for restaurering er:

- Det målte materialeforbrug er fra bygningens restaurering.
- I ejendommens brugsfase anvender Realdania By & Byg modulet B2 "Vedligehold" i stedet for B4 "Udskiftning", som normalt bruges i livscyklusvurderinger af nybyggeri. Dette valg er truffet ud fra en overvejelse om, at Realdania By & Byg ejer bygningen og derfor løbende kan registrere vedligeholdet af bygningen, og korrekt vedligehold reducerer behovet for udskiftning.
- Endelig har Realdania By & Byg tilføjet et modul til standardmodellen, som handler om nedrivning af gamle materialer. LCA-modellen medtager altså både CO₂-udledning fra gamle materialer, som fjernes i forbindelse med restaureringen, og den tænkte fremtidige nedrivning af de tilførte materialer.



Arbejdsmetoden

I Realdania By & Bygs arbejde med livscyklusvurderinger for de knap 70 ejendomme i porteføljen er hver enkelt restaurering eller transformation blevet grundigt kortlagt ud fra mængde og type af de benyttede materialer. Herefter er CO₂-aftrykket beregnet med programmet LCAByg, ved brug af miljøvaredeklarationer for en lang række forskellige byggematerialer.

I forhold til Realdania By & Bygs første runde af retrospektive livscyklusvurderinger, som blev påbegyndt i 2019 med bistand fra AAU BUILD, er data for CO₂-udledningen fra vedligehold og fra den løbende drift (opvarmning) af ejendommene nu også medtaget. Det er sket efter implementering af energiledelse i alle ejendomme, så det er blevet muligt at indsamle valide data på årsbasis, ligesom rutiner for indarbejdelse af LCA for vedligehold er blevet indarbejdet i organisationen.

Vedligehold måles kun bagudrettet

Der er imidlertid en væsentlig forskel på, hvordan Realdania By & Byg opgør CO₂-udledning fra opvarmning og fra vedligehold. Mens opvarmningen beregnes fremadrettet ved at holde lejernes gennemsnitsforbrug til varme op mod gældende og kommende emissionsfaktorer fra energi til opvarmning, opererer modellen ikke med fremskrevet vedligehold.

Det skyldes, at det fortsat er langt mere usikkert at tage højde for fremtidige vedligeholdstiltag.

Realdania By & Byg har således kun regnet bagud på den faktiske CO₂-udledning fra vedligehold og fra istandsættelsesarbejder, som ikke var en del af hovedrestaureringen. Disse beregninger går tilbage til 2016, og for de ejendomme, som var i drift på det tidspunkt, er der således i skrivende stund regnet på otte års vedligehold. Vedligeholdelsesdata opdateres årligt med de faktisk gennemførte vedligeholdelsesarbejder.

Det, som gør fremskrivning af CO₂-udledningen fra vedligehold særligt vanskeligt, er ikke mindst, at det er meget forskelligt, hvor ofte de større eller mindre gennemførte vedligeholdstiltag kan forventes at skulle gentages over en 50-årig periode. På sigt, når tidslinjerne er noget længere, vil det være muligt at fremskrive det forventede, løbende vedligehold for den enkelte ejendom. Herigennem opbygges data, der kan belyse forholdet mellem løbende god vedligehold og bygningsdelenes levetid.

Det skal bemærkes, at mens det fremtidige vedligehold af ejendommene ikke er afspejlet i tallene, er den "dobbelte nedrivning" – hvor Realdania By & Byg de facto tager ansvar for tidligere bygherrers "end of life"-fase – medtaget i CO₂-regnskabet. Filosofien har været, at det er data, der kan bidrage til at belyse valget mellem at udskifte eller beholde og mellem at vedligeholde eller udskifte, som i praksis er helt centralt for beslutningstagerne.



“Vi bruger mest LCA i de tilfælde, hvor vi er i tvivl om effekten af et tiltag, eller hvor resultatet kan gå i flere retninger”

Fra retrospektiv til aktiv brug af LCA

INTERVIEW

med projektleder Troels Frey Andersen, Realdania By & Byg

Varmeforbruget og det løbende vedligehold af Realdania By & Bygs historiske ejendomme er flyttet ind i selskabets LCA-maskinrum. Det har gjort livscyklusvurderingerne mere retvisende og betyder, at LCA nu aktivt kan bruges af både projektafdeling og driftsorganisation til at prioritere beslutninger.

Hvordan gør man livscyklusvurderinger til en fast del af værktøjskassen, så der kan træffes kvalificerede beslutninger for driften og vedligeholdet af knap 70 historiske ejendomme og for restaureringen af nytilkomne ejendomme i porteføljen?

I Realdania By & Byg har projektleder Troels Frey Andersen arbejdet med opgaven i to trin. Første skridt var at gå tilbage i tiden og granske restaureringer af de historiske ejendomme. Dette stykke retrospektive arbejde er fundamentet for den måde, LCA i dag bruges i Realdania By & Byg, og er beskrevet i publikationen "Livscyklusvurderinger for historiske ejendomme" fra 2022.

Men selvom det var et nødvendigt skridt, var det retrospektive blik på ejendommene ikke tilstrækkeligt til for alvor at gøre LCA anvendelig i Realdania By & Byg. Andet skridt af LCA-modellens udvikling har derfor været at forvandle livscyklusvurderingerne fra et

retrospektivt til et aktivt værktøj, der kan bruges til at træffe beslutninger om drift og vedligehold fremadrettet. Og som desuden kan bruges til at træffe beslutninger om restaureringstiltag for nytilkomne ejendomme.

Det har især været vigtigt at få bygningernes drift ført med ind i LCA-beregningerne. Uden tal for varmekonsumet er det svært at danne sig et retvisende overblik over klimapåvirkningen ved forskellige restaureringsvalg.

“Tidligere var LCA'en ikke komplet, fordi vi manglede hele den del af livscyklusen, der hedder drift, hvor man regner med en 50 års brugsperiode for ejendommen. For de historiske ejendomme er det netop i driftsfasen, at der udledes mest CO₂, fordi ejendommene tit er dårligt isoleret. Derfor har det været væsentligt at få driften med i LCA-modellen for at kunne træffe beslutninger om, hvor man for eksempel skal sætte ind for at reducere varmekonsumet,” siger Troels Frey Andersen.

Mere præcis LCA

Ud over driften af bygningerne bliver vedligeholdet nu også inkluderet i LCA-beregningerne. Det omfatter materialeforbruget under vedligeholdelsesopgaverne, ligesom også byggeaffald – eksempelvis gamle murbrokker – og materialespild som for eksempel stumper af tilskårne gipsplader bliver registreret.

Realdania By & Byg har valgt denne detalje-grad for at gå forrest og vise vejen for andre. Det gør naturligvis kun LCA-beregningerne mere præcise, men i praksis kan grundigheden føre til udfordringer, som vi skal komme tilbage til.

Realdania By & Bygs LCA-model består i dag af to hovedkomponenter - værktøjet LCAByg og et Excel-ark. LCAByg er et frit tilgængeligt værktøj til beregning af livscyklusvurderinger udviklet af BUILD og Aalborg Universitet. Den fortsatte udvikling finansieres i dag af Realdania og Villum Fonden. LCAByg kan endnu ikke udføre beregninger for vedligehold, og derfor bliver resultater fra LCAByg indtastet i et Excel-ark, der kan håndtere vedligeholdelsesarbejdet og løbende opdateres med de nyeste oplysninger. Realdania By & Bygs driftsorganisation har adgang til regnearket og kan dermed selv udfylde de relevante felter for vedligehold.

Alene for vedligeholdelsesarbejdet indeholder regnearket nu over 200 forskellige aktiviteter som for eksempel maler-, isolerings- og pudsarbejde. Flere kommer til, i takt med at driftsafdelingen efterspørger det, og det er en opgave i sig selv at følge med, fortæller Troels Frey Andersen.

Planen er nu at videreudvikle LCA-modellen, så medarbejderne i projektafdelingen selv kan lave LCA-beregninger til brug i restaureringer uden hjælp fra en specialist. Det optimerer beslutningsprocessen og sparer tid og ressourcer.

“Forhåbentlig kommer der et tidspunkt, hvor jeg ikke længere skal opdatere regnearket

med nye aktiviteter. Men det tager noget tid at sikre, at alle aktiviteterne er prædefineret i regnearket, fordi det er svært at vide præcis, hvilke opgaver der dukker op på ejendommene undervejs,” siger projektlederen.

Stor udvikling i EPD'er

De seneste par år er der heldigvis sket en stor udvikling i både antallet og nøjagtigheden af de såkaldte EPD'er [miljøvaredeklarationer], der beskriver et materiales CO₂-aftryk. Det er som udgangspunkt en god ting, lyder vurderingen fra Troels Frey Andersen, for det er kun med til at gøre LCA-beregningerne endnu mere præcise. Under den retrospektive del af LCA-arbejdet oplevede projektlederen en generel mangel på EPD'er for mange byggeprodukter på markedet, og ofte indeholdt de tilgængelige miljøvaredeklarationer kun generiske tal - altså brede gennemsnit, der ikke nødvendigvis var retvisende for det konkrete produkts CO₂-aftryk.

Men omvendt har de mange nytilkomne EPD'er de seneste par år også betydet, at Troels Frey Andersen må prioritere i arbejdet med at skrive dem ind i Excel-dokumentet. Det bliver kort sagt for omstændeligt at få alle detaljer om alle produkter med.

“Man kan meget hurtigt komme til at bruge lang tid på at skulle oprette for eksempel 100 forskellige typer isolering. Her har jeg for nogle af de isoleringsprodukter, som ikke er blandt de mest gængse, valgt at lave beregningerne på baggrund af generiske data, og så lever vi med, at der er en lille usikkerhed i tallene,” siger Troels Frey Andersen.



Vilhelm Lauritzens eget hus i Hellerup fra 1958 – og et kig ind i køkkenet, som den kendte arkitekt indrettede med skydelåger mod stuen.





Manglende tal for varmemeforbrug

De historiske ejendomme i Realdania By & Bygs portefølje strækker sig aldersmæssigt op til cirka 500 år tilbage i tiden og er som hovedregel derfor dårligere isoleret end nybyggeri. Driften af byggeriet - og ikke mindst varmemeforbruget - har derfor som nævnt tidligere været afgørende at få med i LCA-beregningerne for at gøre dem så retvisende som muligt. Varmeforbruget i de enkelte bygninger måles, og der udregnes efterfølgende et tilhørende CO₂-aftryk baseret på opvarmningsformen.

Men LCA-modellen er naturligvis kun så nøjagtig som de tal, man putter ind i den, tillader, og undervejs i arbejdet med at udvikle og forbedre LCA-modellen er der opstået udfordringer med at skaffe de nødvendige tal til beregningerne.

"Gennem vores arbejde med energiledelse de sidste par år har vi måttet erkende, at det ikke altid har været ligetil at få data for varmemeforbruget i alle vores ejendomme. Enkelte ejendomme har været svære at indsamle data fra, hvilket har resulteret i manglende data for nogle måneder. Det er meget forskelligt, hvordan de enkelte forsyningselskaber

arbejder med disse data, og hvor godt rustet de er til at indsamle og dele disse data. Andre steder har vi været nødt til at installere dataloggere direkte på de fysiske målere ved ejendommene for at sikre digital dataindsamling. Vi arbejder løbende på at optimere denne proces og undersøger markedet for at finde de bedste løsninger for os," siger Troels Frey Andersen.

Ny lovgivning skal desuden sikre, at slutkunden og slutbrugeren af en ejendom løbende modtager tal for energiforbruget i en bygning. Dette har siden 2022 været et krav i den såkaldte energiplysningsbekendtgørelse.

Det er dog ikke kun på forsyningsområdet, at Realdania By & Byg har oplevet problemer med at sikre en optimal dataindsamling til LCA-modellen. Også vaner og kultur kan være en barriere for at skaffe de nødvendige tal til livscyklusvurderingerne. Det oplever Realdania By & Byg konkret ude på byggepladserne, hvor ikke alle aktører er vant til at skulle tænke LCA ind i det daglige arbejde. Det er en problematik, der forstærkes af, at der typisk er flere aktører i spil under en restaurering af en ældre bygning end ved et nybyggeri.

← Troels Frey Andersen ved Realdania By & Bygs mere end 400 år gamle domicil i Odense - Oluf Baggers Mødrene Gård.

Svært at adskille elforbrug

LCA-modellen er nu nået til et niveau, hvor beregningerne kan belyse, om det rent CO₂-mæssigt kan svare sig at restaurere en ældre bygning. Modellen bruges desuden aktivt til at vurdere effekten af forskellige renoveringstiltag på bygninger i porteføljen af historiske ejendomme. For eksempel viste LCA-beregninger, at det ikke klimamæssigt giver mening at gå fra 200 mm til 400 mm isolering på Marcussens Gård i Aabenraa. Energibesparelsen ved den øgede isoleringstykkelser står ikke mål med CO₂-aftrykket fra produktionen af den ekstra mængde isolering.

"Der var LCA med til at afklare spørgsmålet i realtid," siger Troels Frey Andersen.

Selvom LCA-modellen nu er blevet langt mere komplet, end den var i den første, retrospektive fase, mangler ejendommenes elforbrug stadig at blive regnet med. Denne udeladelse skyldes for det første, at elforbruget klimamæssigt vejer væsentlig mindre end varmemeforbruget i en bygnings samlede energiforbrug. Derfor har varmemeforbruget ganske enkelt været prioriteret på en klar førsteplads. For det andet har det foreløbig vist sig svært at adskille elforbruget til bygningsdrift fra lejernes øvrige elforbrug.

Men det er planen, at elforbruget også skal med i LCA-beregningerne på sigt.

"Elforbruget er mere omstændeligt at skaffe data om end varmemeforbruget, fordi vi lige nu ikke har mulighed for at adskille forbruget fra et ventilationsanlæg, som skal med i LCA-

beregningen, fra forbruget fra tv, køleskab og computere, der jo ikke skal regnes med," siger Troels Frey Andersen.

Samlet set står projektlederen og Realdania By & Byg nu med en LCA-model, som er blevet langt mere praktisk anvendelig til analyser af CO₂-aftrykket ved restaurering, drift og vedligehold af de historiske ejendomme.

Troels Frey Andersen påpeger, at fredningen af mange af de historiske ejendomme automatisk sætter grænser for, hvordan bygningerne kan renoveres og energiforbedres. For eksempel sætter man ikke nye trelags aluvinduer i en fredet bygning, der historisk set har haft trævinduer med forsats. Den slags beslutninger behøver man ikke LCA-beregninger for at træffe, og det gælder helt generelt, at den sunde fornuft og konkrete erfaringer ofte vil være tilstrækkeligt. LCA skal med andre ord kun bruges, hvor det giver mening.

"Vi bruger mest LCA i de tilfælde, hvor vi er i tvivl om effekten af et tiltag, eller hvor resultatet kan gå i flere retninger. Men LCA er noget, vi nu aktivt har taget til os."

Restaurering er som regel bedre end nybyggeri – og varmekilden har betydning

I publikationen "Livscyklusvurderinger for historiske ejendomme" fra 2022 viste Realdania By & Byg, at nybyggeri udleder meget mere CO₂ fra materialeforbrug end restaurering og transformation af en historisk ejendom. Men hvad betyder det for billedet, når udledningen fra opvarmning regnes med? Realdania By & Bygs konklusion er her, at det stadig er CO₂-mæssigt bedst at bevare en gammel ejendom men kun under forudsætning af, at den fremadrettet varmes op med f.eks. fjernvarme eller eldrevne varmepumpe – og ikke med olie eller gas.

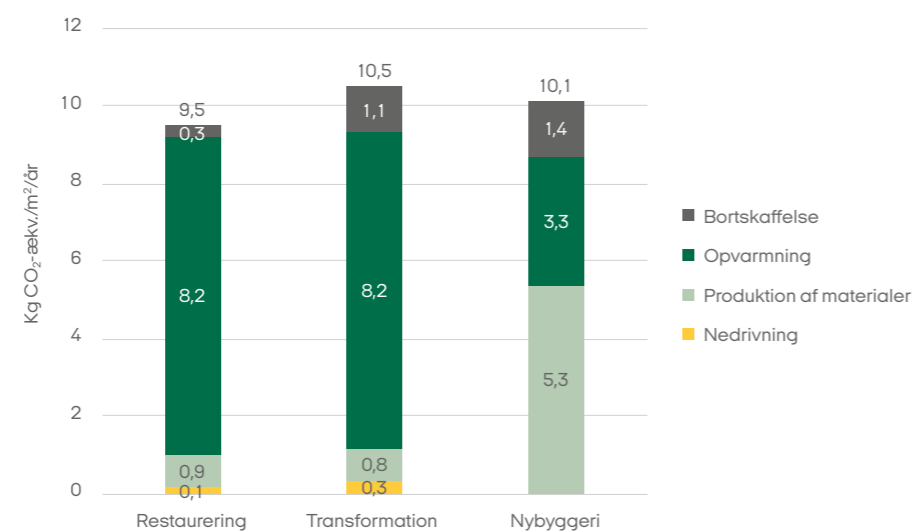
Når Realdania By & Bygs ejendomme over en bred kam sammenlignes med nybyggeri med nugældende emissionsfaktorer for energikilder (emissionsfremskrivning pr. 2020), er forskellen umiddelbart ikke stor, og for de transformerede ejendomme er CO₂-udledningen endda lidt højere. Det skyldes dog, at en del af de historiske ejendomme opvarmes med f.eks. gas eller oliefyr, som man ikke bruger i nybyggeri i dag.

Overgangen til mere grøn energi i hele samfundet gør imidlertid en stor forskel for vurder-

ingen af den langsigtede CO₂-udledning fra de historiske ejendomme. Sammenligner man de af Realdania By & Bygs ejendomme, som har fjernvarme, med generelt nybyggeri, udleder nybyggeri lidt mindre CO₂, når man regner med de gældende emissionsfaktorer for fjernvarme fra 2020 og frem. Men allerede med de nye emissionsfaktorer, som gælder fra 2025 og frem, ændrer billedet sig i bevaringsalternativernes

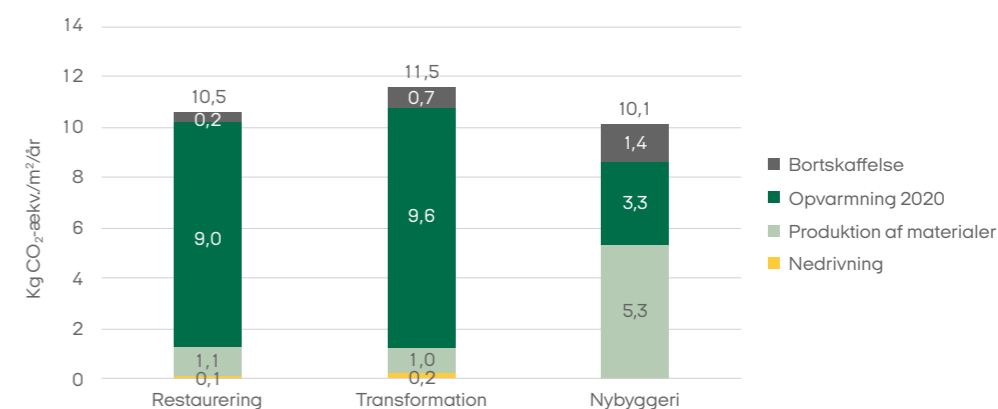
favør. Det er her vigtigt at være opmærksom på, at den beregnede CO₂-udledning fra opvarmning af de enkelte ejendomme i Realdania By & Bygs portefølje er meget forskellig alt efter, hvornår ejendommene er restaureret. Det skyldes, at betragtningsperioden i LCA altid er 50 år, så en ejendom, der er restaureret i 2010, vil i beregningen få ti år mindre med 2025-emissionsfaktorerne end en ejendom, der er restaureret i 2020.

Gennemsnitlig CO₂-udledning ved restaurering, transformation og nybyggeri

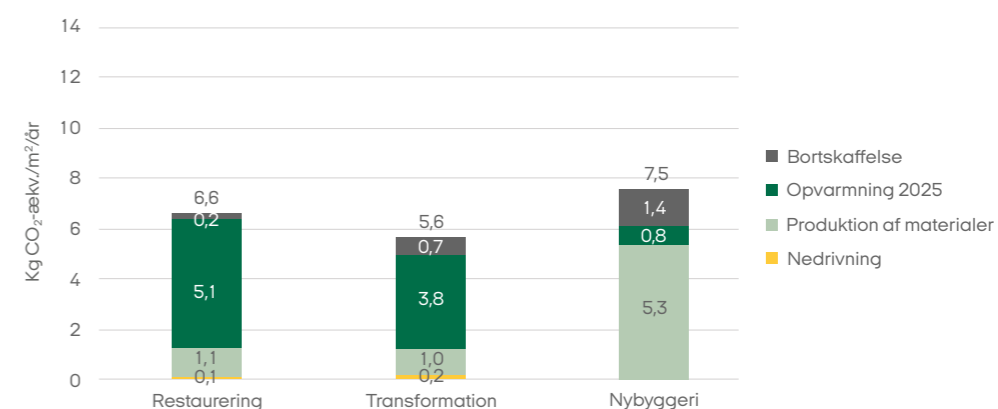


CO₂-udledningen fra Realdania By & Bygs historiske ejendomme fra og med den indledende restaurering eller transformation efter køb af ejendommen. Drift [opvarmning] er medtaget på basis af emissionsfremskrivningen pr. 2020 for forskellige anvendte energikilder. Søjlerne viser gennemsnittet af hhv. de restaurerede og transformerede ejendomme i Realdania By & Bygs portefølje samt gennemsnit for nybyggeri til sammenligning.

Gennemsnitlig CO₂-udledning ved restaurering, transformation og nybyggeri for fjernvarmeejendomme med 2020 emissionsfaktorer



Gennemsnitlig CO₂-udledning ved restaurering, transformation og nybyggeri for fjernvarmeejendomme med 2025 emissionsfaktorer



Disse to grafer viser, hvilken forskel det gør, at CO₂-udledningen fra opvarmning med fjernvarme officielt vurderes at være væsentligt lavere fra 2025 og frem, end det tidligere har været vurderingen. Se også faktaopslag om energi og emissionsfaktorer på side 52-53.

Tema 1

LCA i restauration

At restaurere eller transformere en fredet eller bevarelsesværdig bygning og samtidig gøre den egnet som ramme om nutidig anvendelse er en balancegang. CO₂-udledning må vejes op mod hensyn til bevaring, æstetik, funktion, komfort og økonomi m.m., og her kan livscyklusvurderinger gøre stor nytte ved at synliggøre CO₂-udledningen.

I dag bruger Realdania By & Byg aktivt LCA til at belyse de konkrete valg og dilemmaer, som er forbundet med at restaurere en historisk bygning. På de følgende sider videregiver medarbejdere fra Realdania By & Bygs projektafdeling erfaringer fra arbejdet.





“Vi kan bruge eksempelværdien i vores projekter til at pege på nogle dilemmaer, som resten af branchen også kan diskutere”

På byggepladsen er LCA stadig nyt

INTERVIEW

med projektleder Per Troelsen, projektleder Anders Brüel og projektchef Frants Frandsen, Realdania By & Byg

Livscyklusvurderinger har for længst gjort klimafordelene ved at restaurere i stedet for at bygge nyt helt synlige i Realdania By & Bygs portefølje af historiske ejendomme. Men ude på byggepladsen er LCA stadig en ny følgesvend, som mange entreprenører og andre udførende skal vænne sig til i det daglige arbejde. Sådan lyder erfaringen i dette interview med tre projektledere i Realdania By & Byg.

Der er sket meget på LCA-området siden efteråret 2020, hvor Realdania By & Byg for alvor satte skub i at få implementeret livscyklusvurderinger i organisationen. Efter at have gennemført retrospektive LCA-beregninger for knap 70 historiske ejendomme har selskabet senest taget endnu et skridt fremad ved at tage drift og vedligehold med i LCA-beregningerne.

Dermed er LCA efterhånden blevet en integreret del af arbejdet både i projektafdelingen og i driftsafdelingen i Realdania By & Byg. Men der er endnu et stykke vej til at få gjort LCA-arbejdet til en smidig og rutinepræget proces på restaureringsprojekterne. Ude på byggepladsen er LCA nemlig stadig et nyt element i hverdagen, der kræver tilvænning.

“LCA er blevet meget aktuelt i vores restaureringer i dag. Den retrospektive gennemgang af vores historiske ejendomme viste jo sort på hvidt, at det er fornuftigt at bevare og evt.

transformere en ejendom frem for at rive den ned. Men vi kæmper stadig med LCA-beregningerne, fordi det kan være svært at få entreprenørerne til at afrapportere korrekt og rettidigt,” siger projektchef Frants Frandsen.

Afreporteringerne skal dokumentere, hvad der tilføres og bortskaffes af materialer og kan omfatte alt fra indkøb af gipsplader, isolering eller maling til bortskaffelse af byggeaffald. For at gøre opgaven så let som muligt har Realdania By & Byg forsøgsvis udarbejdet et online indrapporterings Excel-regneark med løbende support, som skal gøre det enkelt for entreprenørerne at skrive de nødvendige tal ind i dokumentet. Hvert fag har sit eget regneark med en tilknyttet liste af materialer at vælge fra. Det er planen, at regnearkene med tiden skal omdannes til en permanent webbaseret løsning. Desuden er LCA i dag et fast punkt på dagsordenen, der drøftes på alle byggemøder.

Men erfaringen viser indtil videre, at der stadig er et godt stykke vej til bred accept af rutinen.

“Vi synes jo egentlig, at Excel-regnearket var en god løsning på LCA-afreporteringen. Men vi må bare konstatere, at det er rigtig svært at få entreprenørerne til at bruge det. Det er stadig en meget ny ting for mange,” siger Frants Frandsen.

→ Den store villa på Bakkekammen 40 i Holbæk er erhvervet af Realdania By & Byg i 2016 med det formål at bevare et af Danmarks fineste eksempler på Bedre Byggeskik-stilen.

Afrapporteringen bliver i dag løbende monitoreret af projektleder Troels Frey Andersen, Realdania By & Byg. Den manglende afrapportering kan – sammen med ændrede vaner på byggepladsen - delvist forventes at blive bedre, i takt med at producenterne leverer stadig mere fyldestgørende CO₂-data med deres produkter.

LCA gav nyt blik på ejendomme

Som beskrevet i denne publikation har LCA-beregninger været tungen på vægtskålen i flere afgørende beslutninger undervejs i de senere års restaureringer af Realdania By & Bygs historiske ejendomme.

I Præstø på Sjælland har LCA-beregninger bl.a. været benyttet til at vurdere klimaaftrykket fra en ny terrasse af støbejern over for en af beton. Og i Skagen har Skagen Grå Fyr fået udskiftet sit gamle oliefyur før tid til fordel for en varmepumpe, der både økonomisk og CO₂-mæssigt er hurtigt tjent hjem. De to historiske ejendomme er konkrete eksempler på, hvordan LCA i dag er et fast værktøj, der sammen med flere andre parametre som fredningsværdier og økonomi indgår i overvejelserne omkring restaureringerne.

Det er en ny måde at anskue ejendomme på, som adskiller sig markant fra dengang i 2003, da Realdania By & Byg begyndte at anskaffe de historiske ejendomme.

“Parametre som isolering og opvarmningsform har hele tiden været et kæmpe fokus for os, men dengang var det primært for at gøre ejendommene til attraktive lejemål. En stor del

af det var at sikre, at lejeren ikke fik for høj en varmeregning. Det fokus vendte jo pludselig, da vi fik LCA-tallene for de historiske ejendomme,” siger projektleder Per Troelsen.

Varmekilder og fredningsværdier

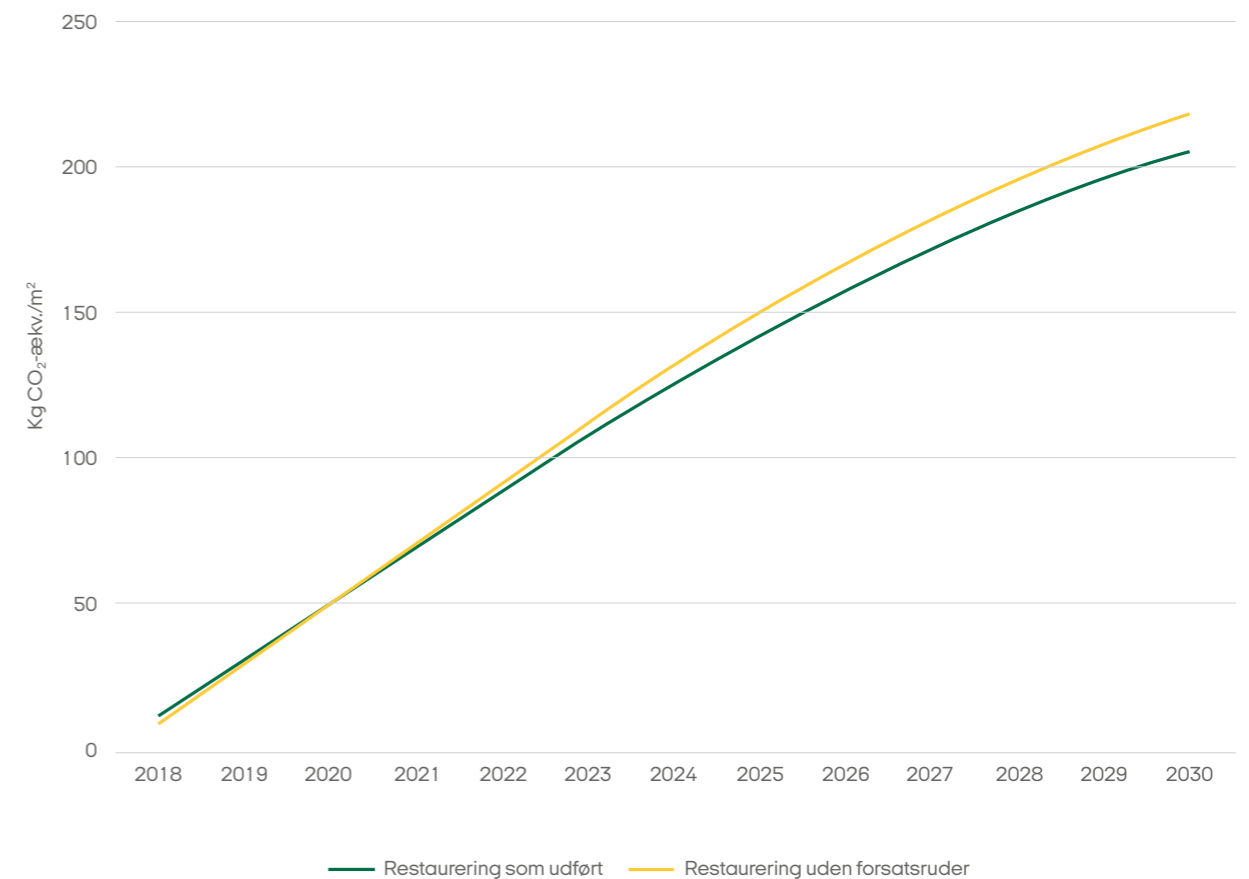
Per Troelsen nævner den fredede grosserer-villa på Bakkekammen 40 i Holbæk som et eksempel på en historisk ejendom, der set gennem LCA-brillerne tager sig ganske anderledes ud end tidligere. Villaens vinduer er blevet forsynet med forsatsruder med energiglas, som er et energibesparende og dermed klimavenligt tiltag. Men til gengæld trækker den gasfyrede opvarmning af boligen kraftigt i negativ retning for klimaet. Konkret har det været væsentligt for Realdania By & Byg at få driften med i LCA-modellen for at medtage opvarmningsformen, der har stor indflydelse på CO₂-aftrykket.

“Bakkekammen 40 er et rigtig godt eksempel på en ejendom, hvor man rent intuitivt kan tænke, at den er bæredygtig. Men gasfyret slår kraftigt ud i LCA-regnskabet og betyder, at ejendommens CO₂-udledning først rigtig falder med en mindre CO₂-belastende varmekilde,” siger Per Troelsen.

Det kommer der i løbet af en årrække, når Holbæk Kommune udruller fjernvarme i området. Et andet eksempel på, at LCA-regnskabet kunne forbedres betydeligt ved at udskifte gasfyret, er Skagen Grå Fyr, hvor en luft til vand-varmepumpe har givet positive resultater. Det er dog ikke altid så enkelt bare at skifte til den energimæssigt bedste løsning til en historisk ejendom. Ved Skagen Grå Fyr ville valget have



CO₂-udledningen for restaurering af Bakkekammen 40 med og uden forsatsruder





← Marcussens Gård i Aabenraa, der er opført fra 1723 og frem, har siden 1830 været ramme om en orgelfabrik, som den dag i dag fremstiller orgler efter gamle håndværksmetoder.

De tre projektledere er enige om, at man ikke bør stirre sig blind på LCA og CO₂ undervejs i projekterne. Mange andre parametre er væsentlige at holde sig for øje. Det gælder også miljøparametre som for eksempel materialers giftighed – og for de historiske ejendomme ikke mindst fredningsværdierne.

været tilfældet i Skagen Grå Fyr, hvor CO₂-regnskabet ved et skifte til varmepumpe har vist sig endnu bedre end først antaget. I Aabenraa viser LCA-beregninger for efterisolering af loftet i orgelbyggeriet Marcussens Gård, som Realdania By & Byg købte i 2022, ikke overraskende en stor forskel fra ingen isolering og til 200 mm isolering. Til gengæld er det ikke værd at investere i 400 mm isolering, når man holder CO₂-aftrykket i driftsfasen op mod aftrykket fra produktionen af isoleringen.

“LCA er ikke guds gave til menneskeheden. Det er én blandt mange parametre, og hver gang man skruer på én parameter, kan det have konsekvenser for alle de andre. Men LCA og CO₂ skal selvfølgelig have større vægt, end det har haft hidtil,” siger Anders Brüel.

Grundlæggende handler det om at gøre livscyklusvurderingerne til en fast del af værktøjskassen, og det betyder, at det skal være så let som muligt at gå til i praksis.

“Springet fra 200 mm til 400 mm betød 25 kg mindre CO₂ om året i driftsfasen. Så det kunne slet ikke betale sig, og de 400 mm isolering ville desuden kræve en dampspærre, som er svær at gøre tæt i så gammel en bygning,” fortæller projektleder Anders Brüel.

“Det må ikke blive så komplekst, at alle i branchen vender det hvide ud af øjnene. Vi kan bruge eksempelvis værdien i vores projekter til at pege på nogle dilemmaer, som resten af branchen også kan diskutere,” siger Per Troelsen.

været faldet på jordvarme, hvis ikke det var for fredningsværdierne, og andre steder kan det være udedelen til en luft til vand-varmepumpe, som kommer i konflikt med fredningsværdierne. Det er en diskussion, som LCA i stigende grad vil føre med sig, lyder vurderingen.

“Vi er virkelig udfordret på de fredede bygninger i forhold til at energioptimere og skabe bedre komfort og indeklimaforhold, samtidig med at der tages hensyn til de bærende fredningsværdier og æstetikken,” siger Frants Frandsen.

“På den ene side vil man gerne kunne rykke bygningen to energimærker op. Men hvis det kræver en masse ekstra isolering udvendigt på facaderne, eller at vi udskifter vinduerne, er det ikke sikkert, at vi bare kan gøre det. Og det kan vi simpelthen ikke af den simple årsag, at vi køber historiske huse, som er unikke,” siger Frants Frandsen.

Droppede ekstra isolering

Både opvarmningsform og isolering har historisk set været anset som et effektivt middel til at gøre en bygning mere energieffektiv. Det er naturligtvis stadig tilfældet, men for Realdania By

& Byg har LCA-beregningerne været med til at belyse, at mere isolering ikke altid giver mening i et klimaperspektiv. Det skyldes delvist, at et stigende antal kommuner overgår til grønne opvarmningsformer som fjernvarme, ligesom varmepumper i højere grad drives af strøm fra vedvarende energikilder. Dermed er et øget energiforbrug pga. mindre isolering ikke i dag i samme grad lig med et større klimaaftryk som for blot få år siden. Der er gang i en udvikling af energisektoren, som løbende rykker billedet i retning af mindre CO₂-udledning.

Undervejs i Realdania By & Bygs arbejde med at udvikle LCA-modellen til de historiske ejendomme har energimikset herhjemme ændret sig i en grad, så det sætter sig spor i LCA-beregningerne. Det har eksempelvis

→ Fra venstre: Anders Brüel, Frants Frandsen og Per Troelsen, som alle arbejder med at styre restaureringsprojekter fra start til slut.



Vedligehold er bedre end udskiftning

At bevare eller genbruge gamle bygningsdele i historiske bygninger er ikke kun en fordel i forhold til at fastholde bygningernes kulturværdier mest muligt. Det er også klimamæssigt bedre end at skifte ud med nye elementer.

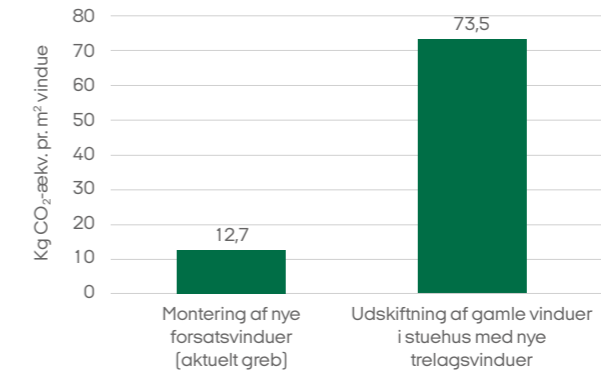
Det er også baggrunden for, at Realdania By & Byg har valgt at droppe modulet "Udskiftning" til fordel for "Vedligehold" i LCA-modellen, som anvendes på selskabets knap 70 historiske ejendomme.

Vedligehold er således en forudsætning for lang levetid, og f.eks. kan nogle vinduer holde i flere hundrede år ved at blive holdt ved lige, hvilket er flere gange LCA-modellens "livstid".

↓ Vinduesrestaurering på marskgården i Højer.

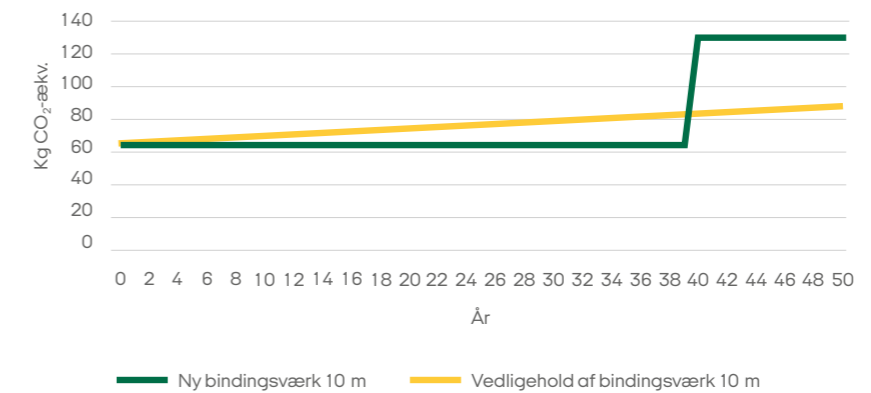


Vinduesrestaurering på Højergård



Hvis de gamle vinduer er slidte og varmeforbruget måske lidt for højt i en historisk bygning, kunne det være en løsning at skifte vinduerne ud med moderne trelagsvinduer. Men klimamæssigt er det bedre at reparere de gamle vinduer og løse energiproblemet ved at forsyne vinduerne med nye forsatsruder i stil med de eksisterende vinduer. Det har Realdania By & Byg f.eks. gjort i stuehuset til marskgården Højergård, hvor LCA'en viser, at CO₂-udledningen fra materialeforbruget ville have været næsten seks gange så højt, hvis vinduerne var skiftet ud med trelagsvinduer.

Vedligehold vs. udskiftning over 50 år
10 m bindingsværk



Denne graf illustrerer den klimamæssige betydning af at holde bindingsværk ved lige. Hvis ikke det holdes ved lige, skal hele bindingsværket på et tidspunkt skiftes ud, og i det lange løb koster det mere i CO₂-regnskabet. Samtidig er vedligeholdt bindingsværk hele tiden smukt at se på.



“Når vi skal genopmure en mur, så bruger vi selvfølgelig de samme gamle mursten”

Genbrugssten og droppet stålskelet sparer CO₂ i Præstø

INTERVIEW

med projektleder Anders Brüel, Realdania By & Byg

I et gammelt jernstøberi i Præstø er der både arkitektonisk og klimamæssig sund fornuft i at anvende genbrugsmursten under transformationen af den 126 år gamle bygning, der fremover skal rumme borgerservice og kulturtilbud til Præstø's borgere. LCA-beregninger dokumenterer klimafordelen ved genbrugsmursten, der dog koster i kroner og øre - og har samtidig været afgørende for både materialevalg og grundlæggende bygningstekniske beslutninger.

I Støberihallerne i Præstø har livscyklusvurderinger både bekræftet, at gode arkitektoniske valg og klimatiltag kan gå hånd i hånd - og sat en tyk streg under det helt modsatte.

Klemmt inde mellem et grønt område og Tubæk Å på den ene side og Præstø's hovedstrøg, Adelgade, på den anden side ligger Støberihallerne fra 1898 som et historisk vidnesbyrd om en tid, hvor industrialiseringen i Danmark buldrede af sted. Realdania By & Byg købte ejendommen i 2020 for at restaurere bygningerne og transformere dem, så de kan lejes ud til Vordingborg Kommune og fremover huse byens borgerservice, lokalhistoriske arkiv og kulturtilbud.

Overordnet set er Støberihallerne i Præstø et godt eksempel på en historisk bygning, der bekræfter de gode klimamæssige erfaringer med restaureringer og transformationer som beskrevet i Realdania By & Bygs LCA-publikation "Livscyklusvurderinger for historiske ejendom-

me" fra 2022. I publikationen fremgår resultatet af LCA-beregninger for en række af de knap 70 historiske ejendomme fra de seneste 500 år, som Realdania By & Byg har opkøbt og restaureret siden 2003.

"Vores retrospektive LCA-analyser af de historiske ejendomme har jo vist, at det er en god idé at bevare. Og det er så god en idé, at man altid skal tænke sig gevaldigt meget om, inden man river noget gammelt ned og bygger nyt. Hvis vi kan få noget ud af de gamle bygninger, har vi gjort vores til ikke at ødelægge klimæet mere end højst nødvendigt," siger projektleder Anders Brüel.

Støberihallerne i Præstø er et eksempel på historicisme i Danmark - den arkitektoniske stil, der efterligner tidligere tiders stilarter. Selvom jernstøberiet hovedsageligt er bygget med sin funktion for øje - produktionen af jernemner - bærer bygningen præg af flere arkitektoniske detaljer som for eksempel gavlvinduer med stjerner i støbejern og støbte jernsøjler med udsmykkede afslutninger. Det er detaljer, der så vidt muligt søges videreført under restaureringen af ejendommen.

LCA dømte stål ude

Allerede fra begyndelsen har livscyklusvurderinger været med til at afgøre væsentlige beslutninger og valg i forbindelse med restaureringen. Indledende statiske beregninger

→ Det savtakkede shedtag er noget af det, som gør Støberihallerne i Præstø fra 1898 til et karakteristisk bygningsanlæg fra industrialiseringen.

viste, at det kunne være en god idé at styrke bygningskonstruktionen fra 1898 med et indvendigt stålskelet. Revner og sætningsskader i murværket vidnede om, at bygningen kunne have brug for en regulær afstivning for at kunne stå sikkert i mange år fremover. Men da Realdania By & Byg gennemførte LCA-beregninger af tiltaget, blev denne løsning fravalgt.

“LCA-mæssigt var løsningen helt skingrende navittig,” konstaterer Anders Brüel.

Det gav altså ikke klimamæssigt mening at montere det gamle murværk på et indre stålskelet. Sammen med en rådgivende ingeniør blev bygningskonstruktionen vurderet igen. Støberihallen er bygget på et løst underlag, der i praksis gør bygningerne “flydende”, fortæller projektlederen. Men det har Realdania By & Byg sammen med den certificerede statiker valgt at acceptere som en grundlæggende præmis – ligesom bygningens oprindelige bygherre gjorde det for mere end et århundrede siden.

“Bygningen er pilskæv, den har sat sig og har revner, men nu har den stået i over 100 år, så mon ikke den har sat sig det, den skulle?” siger Anders Brüel og fortsætter:

“Ved at acceptere, at bygningen ‘flyder’, sparer vi både en masse penge og rigtig meget CO₂. Og hvis der kommer en ny revne om fem år, så lapper vi den. Et princip, der er kendt fra vores middelalderkirker. Det er et eksempel på en beslutning, som er drevet ud fra en LCA-mæssig tankegang,” siger projektlederen.

Kompromis mellem CO₂, æstetik og pris

Ved at droppe løsningen med stålskelet bevares de oprindelige bygningers arkitektoniske udtryk også i højere grad uforstyrret. Undervejs i restaureringen har genbrugsmursten spillet en rolle flere steder i bygningerne for yderligere at bevare så meget af det oprindelige udtryk som muligt. Dette er ikke mindst vigtigt på bygningens gavle, der vender ud mod Adelgade. Her er der også oprindeligt valgt en for datiden dyrere og mere moderne rød maskinsten, mens der indvendigt er benyttet hvide kridtsten og gule mursten.

Der er både genanvendt mursten fra selve bygningen under genopmuring og skaffet andre sten udefra i de tilfælde, hvor de oprindelige sten har manglet. Det gælder blandt andet restlagre af genbrugskridtsten, som Realdania By & Byg har opkøbt fra den lokale bevaringsforening. Flere steder i de gamle støberihaller ses overgangen mellem genbrugssten og nye mursten, og snittet er ikke kun visuelt synligt, men også et vidnesbyrd om store forskelle i CO₂-aftryk, æstetik og pris.

Æstetisk er der god mening i så vidt muligt at bevare og genbruge de oprindelige mursten i Støberihallerne, der trods nogle få arkitektoniske detaljer generelt er enkelt udformede industrihaller.

“Når vi skal genopmure en mur, så bruger vi selvfølgelig de samme gamle mursten, fordi det er noget af det eneste, vi æstetisk har at spille på i mangel af ‘bladguld’ i bygningerne,” siger Anders Brüel.



Den æstetiske overvejelse har dermed vejet tungest i beslutningen om at udnytte genbrugssten så vidt muligt i Støberihallerne i Præstø, fortæller projektlederen. Men beslutningen har også betydning for klimaaftrykket – og ikke mindst for økonomien i det tilfælde, hvor der skal indkøbes genbrugssten fra en ekstern leverandør.

Betongulv koster dyrt i CO₂

Som beskrevet i publikationen “Livscyklusvurderinger for historiske ejendomme” fra 2022 udleder en genbrugsmursten omkring 56 gange mindre CO₂ end en ny mursten, og hvis klima og æstetik var de eneste faktorer, var det bare at slå sig løs. Men man kommer ikke udenom, at en genbrugsmursten er væsentligt dyrere i indkøb end en nyproduceret mursten – cirka 18 kroner over for cirka tre kroner, fortæller projektlederen.

“Så kan man jo selv lave regnestykket. Budskabet må være, at hvis du har to eksisterende mursten, der ligger oven på hinanden, så lad dem ligge. Og hvis du endelig skal pille dem ned, fordi muren er dårlig, så brug de samme gamle mursten til at mure den op igen,” siger Anders Brüel.

På ét afgørende sted i de gamle støberihaller kan LCA-beregninger dog hverken gøre fra eller til. Under bygningernes gamle betongulve gemmer sig resultatet af et århundredes industriel forurening – først fra det gamle jernstøberi, og efterfølgende fra et autoværksted, der overtog bygningerne efter støberiets tid.

Derfor ligger der en bunden opgave for Realdania By & Byg i at fjerne de gamle betongulve, udgrave de forurenede jordlag under gulvene og køre det hele til deponi.



“Det er jo LCA-mæssigt ganske rædselsfuldt, fordi betongulvene egentlig ikke fejler noget som helst. Men der er bare ikke noget at gøre. Betongulvene skal op, og så skal der graves ud,” siger Anders Brüel.

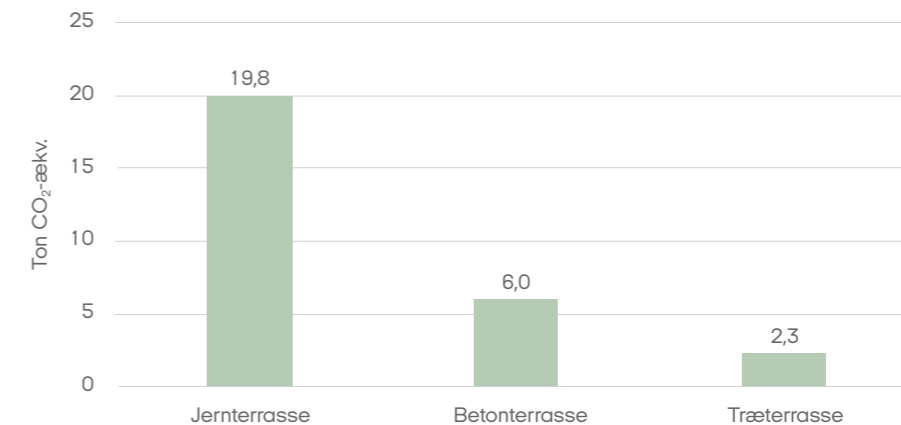
Beton vandt over jern

På bagsiden af den gamle industrihal, der vender ud mod Tubæk Å, skal der efter planen opføres en terrasse, som via en bro forbinder Støberihallerne i Præstø med en tilstødende parkeringsplads og desuden fungerer som en dæmning, når åen flyder over sine bredder. Terrassen får dermed en dobbelt rolle som et rekreativt sted med direkte forbindelse til den omkringliggende natur, og samtidig som et værn mod naturen, når den viser sig fra sin mere barske side.

Derfor har der været flere overvejelser omkring materialevalget for terrassen, der altså både funktionelt og æstetisk har stor betydning for borgernes brug af bygningen fremover. Den første indskydelse var – med et vink tilbage til bygningens industrihistorie – at fremstille terrassen i støbejern. Men her har LCA-beregninger været afgørende for at træffe beslutninger om materialevalget til den kommende terrasse. Målt på klimaaftrykket var den arkitektonisk mest oplagte løsning desværre en blindgyde.

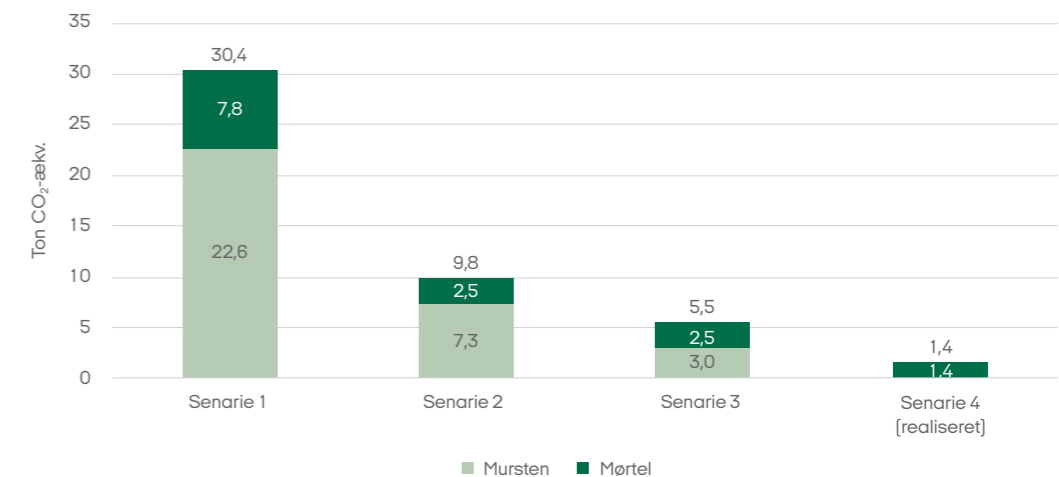
“At få fremstillet en jernterrasse af en leverandør, der kan støbe op til 10 meter lange jernemner, var LCA-mæssigt helt håbløst. Beregningerne viste, at det faktisk var betragteligt bedre at bygge terrassen af beton,” siger Anders Brüel.

CO₂-udledningen forbundet med forskellige terrassetyper



Forskellen på den vurderede CO₂-udledning fra den nye terrasse ved tre forskellige materialer. Når beton er valgt frem for træ, skyldes det ikke mindst, at terrassen også skal være et klimaværn mod opstigende vand fra åen i Præstø.

CO₂-udledningen forbundet med murstensfacaden i Hal 5 ved forskellige scenarier



Forskellen på CO₂-udledning ved fire forskellige løsninger for restaurering af murstensfacade i Hal 5 i Støberihallerne i Præstø. Scenarie 1 er at nedrive alle mursten og genopbygge med nye mursten. Scenarie 2 er at bevare, hvad der kan bevares, og bygge nyt med nye mursten. Scenarie 3 er at bevare, hvad der kan bevares, og bygge nyt med LESS-mursten. Scenarie 4 (det faktisk realiserede) er at bevare, hvad der kan bevares, og bygge nyt med genbrugsmursten rensat på stedet.



“Da vi så tallene, blev der stille. LCA-beregningerne var virkelig en aha-oplevelse for os”

CO₂-gevinst krævede nytænkning på Als

INTERVIEW

med projektleder Per Troelsen, Realdania By & Byg

I byen Augustenborg på Als omdanner Sønderborg Kommune og Realdania By & Byg en rådhusbygning fra 1970'erne til et nyt sundhedshus til byens borgere. Det kommende sundhedshus er et eksempel på, at CO₂-besparelser ved bevarelse af eksisterende bygninger kan gøre en transformation langt mere klimamæssigt attraktiv end nedrivning og nybyggeri. Men det har krævet kreative arkitektoniske løsninger at nå i mål.

I en tid med globalt fokus på klimaforandringer kan det være svært at takke nej til at spare mere end 50% CO₂ på et byggeri. Og det gælder ikke mindst for Sønderborg Kommune, der har været first mover på klimaområdet herhjemme og siden 2007 arbejdet med visionen Project-Zero for at gøre områdets energiforbrug CO₂-neutralt i 2029.

Og her kan det allerede røbes, at kommunen vælger at tage gevinsten hjem for klimaaftrykket under etableringen af et nyt sundhedshus i en tidligere rådhusbygning ejet af kommunen i byen Augustenborg.

Beslutningen ligger helt i tråd med kommunens bæredygtighedsarbejde, og valget er truffet på baggrund af Realdania By & Bygs livscyklusberegninger, der dokumenterer den betydelige klimafordel ved at bevare "skallen" af den tidligere rådhusbygning i stedet for at rive den ned og bygge nyt. Men bag den tilsyneladende nemme beslutning gemmer sig flere overvejelser – herunder et arkitektonisk dilemma - som vi skal komme tilbage til senere i artiklen.

For projektleder i Realdania By & Byg Per Troelsen er det kommende sundhedshus i Augustenborg et konkret eksempel på, at LCA-beregninger kan bidrage med at få lagt dokumentation frem på bordet, der skaber klarhed i forhold til at træffe beslutninger om at bevare eller bygge nyt. Så stor var fordelene i Augustenborg, at der ikke var nogen tvivl tilbage.

“Da vi så tallene, blev der stille. LCA-beregningerne var virkelig en aha-oplevelse for os,” siger Per Troelsen.

LCA som fast element

I figuren på side 43 ses den beregnede CO₂-forskel på at rive rådhusbygningen ned og bygge nyt sammenlignet med at bevare og transformere den eksisterende bygning. Besparelsen er som nævnt mere end 50%.

Beregningerne er udført med Realdania By & Bygs LCA-model, der indeholder data om restaureringer og transformationer af knap 70 historiske ejendomme i selskabets portefølje. Modellen er siden 2022 blevet udvidet til også at indeholde drift og vedligehold af bygningerne. Beregningerne giver dermed et langt mere komplet og retvisende billede af en ejendoms livscyklus end tidligere.

Sundhedshuset i Augustenborg etableres i kølvandet på nye sundhedshuse i Gråsten og i Nordborg, ligeledes på Als. Sønderborg Kommune har i et budgetforlig fra 2023 afsat 20 mio. kr. til sundhedshuset i Augustenborg,

→ Realdania By & Byg skal transformere Augustenborgs gamle rådhusbygning fra 1970'erne til et nyt sundhedshus. Bygningen ejes af Sønderborg Kommune.

der med bl.a. læge- og tandlægeklinik samt fysioterapi og kiropraktor skal give borgerne et nyt sundhedstilbud. Den tidligere rådhusbygning er på cirka 1.800 kvadratmeter og ejes af Sønderborg Kommune. Derfor var det som udgangspunkt let for kommunen at beslutte at udnytte den centralt beliggende bygning til et nyt sundhedshus.

Tankerne om nedrivning blev altså hurtigt sparket til hjørne, efter at LCA-beregningerne kom på banen. Derefter blev overvejelserne fokuseret skarpt i retning af at transformere den eksisterende bygning.

Droptede miljøsanering

Første benspænd på vejen blev en miljøundersøgelse af bygningen, der viste høje forekomster af bl.a. PCB, bly og asbest i bygningens indre elementer som vægge og lofter. Derfor blev det besluttet, at kun bygningens ydre skulle bevares i det nye sundhedshus.

"Vi fik snakket os længere og længere væk fra idéen om en miljøsanering til fordel for rått for usødet at fjerne det hele indvendigt, fordi det også er nemmere at projektere," siger Per Troelsen.

Men der fulgte også en arkitektonisk udfordring med beslutningen om at bevare den tidligere rådhusbygning fra 1970'erne som udgangspunkt for det nye sundhedshus. Bygningen er nemlig omringet af en række historiske bygninger fra 1700-tallet, herunder den fredede Gamle Drengeskole og en tidligere brandstation. En del af transformationen går ud på at gøre arealerne mellem bygningerne mere indbydende og tilgængelige for borgerne i

Augustenborg. Men stilmæssigt befinder de andre bygninger sig i den barokke periode, og dermed er rådhusbygningen som udgangspunkt arkitektonisk helt ude af trit med de historiske bygninger, der omgiver den.

Denne forskel er slet ikke uvæsentlig, da Sønderborg Kommune har ambitioner om at få den historiske bymidte i Hertugbyen Augustenborg optaget på UNESCO's verdensarvsliste. De barokke huse i Augustenborg er unikke



vidnesbyrd om Danmarks historiske forhold til Grænselandet, og her skiller en bygning fra 1970'erne sig unægteligt ud fra mængden.

Rådhus fortæller sin egen historie

Men faktum er, at 1970'er-bygningen står dér, hvor den gør. At rive den ned og bygge noget nyt, som minder stilmæssigt om det gamle, ville ifølge direktør i Teknik, Miljø og Bæredygtighed i Sønderborg Kommune, Sille Marcussen Dall, heller ikke være den rigtige løsning. Resultatet

ville blive en bygning, der på overfladen minder stilmæssigt om de tilstødende historiske bygninger - men ikke desto mindre er et nybyggeri.

"Det kan godt være, at rådhusbygningen ikke passer arkitektonisk ind i kulturmiljøet. Men bygningen er jo på den anden side en del af sin tids fortælling. Og set ud fra dén betragtning og sammen med bæredygtighedsdagsordenen ville det være forkert bare at rive bygningen ned," siger Sille Marcussen Dall.

Et nyt tegltag blev i begyndelsen overvejet til rådhusbygningen som en mulighed for at gøre bygningen mere stilmæssigt lig nabobygningerne, men også den idé endte i skraldespanden.

“Det kan man gøre meget kvalificeret, men det ville uanset hvad blive en tilførsel af en masse CO₂ for et nyt tegltag, som jo bare er pastiche,” siger Per Troelsen.

Ifølge Sille Marcussen Dall blev LCA-beregningerne det endelige søm i kisten til eventuelle overvejelser om et nybygget sundhedshus.

“LCA-beregningerne har virkelig været en øjenåbner. De regnestykker, vi har set, har givet anledning til noget refleksion. Og det er også tankevækkende i en bredere sammenhæng, når man ser på, at mange mennesker i dag køber en grund med en gammel villa, som de river ned for at bygge en ny,” siger Sille Marcussen Dall.

Arkitektonisk nik til 70'erne

Den arkitektoniske løsning på forskellene mellem 1970'er-bygningen og de omkringliggende bygninger fra 1700-tallet er som nævnt ikke at få den nyere bygning til at minde om de gamle. I stedet lægges der op til at forskønne 1970'er-bygningen med en pergola – altså en konstruktion med søjler og tag, der fungerer som en udendørs overdækning af arealet foran sundhedshuset. Pergolaen er i sig selv et stilmæssigt nik tilbage til 1970'erne, men derudover er det planen at konstruere pergolaen i materialer, der leder tankerne i retning af Hertugbyen Augustenborg.

“På den måde får sundhedshuset et udtryk, som er kendetegnende for perioden, huset oprindeligt er bygget i. Så man er tro mod den oprindelige arkitektur, men forsøger samtidig at forskønne den eksisterende bygning. Sammen med CO₂-regnskabet bliver det argumentet for at transformere rådhusbygningen i stedet for at bygge nyt,” siger Per Troelsen.

For Per Troelsen handler transformationen af den gamle rådhusbygning til et nyt sundhedshus i sidste ende om at gøre det rigtige i en klimasammenhæng - og derudover om at finde en løsning på et arkitektonisk problem, som er den bedst mulige efter forholdene.

“Jeg anerkender, at rådhusbygningen udfordrer det bymiljø, den er en del af. Men hvis man kan spare over halvdelen af CO₂-udledningen ved at transformere i stedet for at bygge nyt, så er vi nødt til at sige, at bygningen skal have en chance til,” siger Per Troelsen.

Håber på skalerbarhed

Den endelige plan for sundhedshuset i Augustenborg ventes klar i løbet af 2024, og i processen frem mod den færdige plan bliver LCA løbende benyttet som et styringsværktøj, fortæller Sille Marcussen Dall. Det nye sundheds-

hus står forhåbentlig klar til brug for borgerne i Augustenborg i slutningen af 2027.

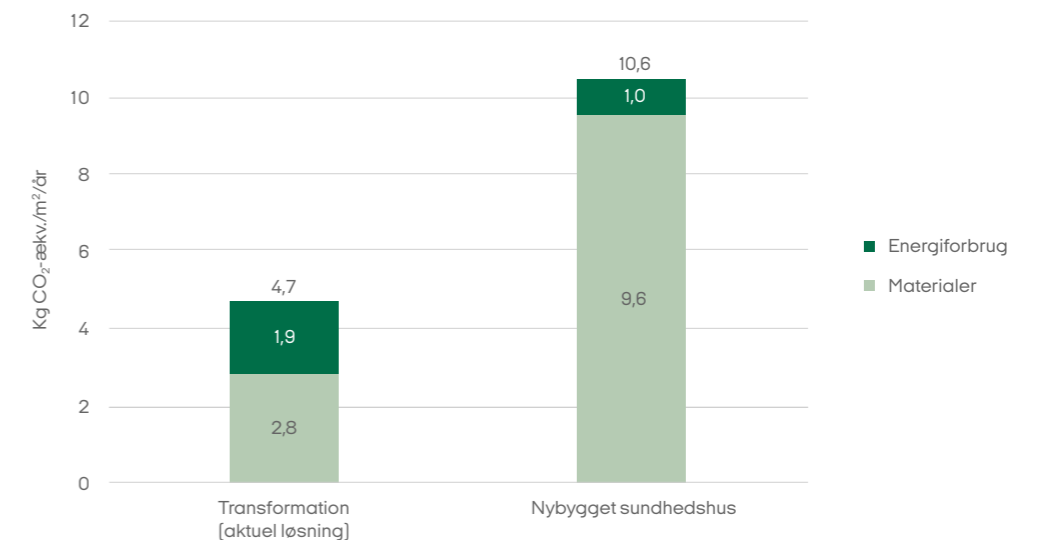
“Jeg håber, at det bliver et fint projekt, som demonstrerer, at man kan lave bæredygtige transformationer af eksisterende bygninger,” siger direktøren.

I et bredere perspektiv håber Realdania By & Byg, at erfaringerne med transformationen i Augustenborg kan bruges i andre kommuner landet over.

“Mange kommuner ejer bygninger, der står tomme, fordi deres oprindelige funktion er faldet bort. Det kunne være fantastisk, hvis projektet i Augustenborg og den viden, vi har opnået med LCA-beregninger, er skalerbart og dermed kan gøres tilgængeligt for andre kommuner,” siger Per Troelsen.



Forventet CO₂-udledning for transformationen af rådhuset sammenholdt med et nybygget sundhedshus



← Den lave 1970'er-bygning adskiller sig særdeles tydeligt fra det omgivende kulturmiljø i Augustenborg.

LCA i drift og vedligehold

Når klimapåvirkningen fra en historisk ejendom skal vurderes, er det vigtigt at se på, hvad det kræver at varme den op til dens nutidige brug, og hvilket aftryk det efterlader, når ejendommen skal holdes løbende ved lige. Med de seneste års dataindsamling har Realdania By & Byg nu gjort det muligt at indarbejde LCA i både drift og vedligehold af selskabets ejendomsportefølje.

I dag måler Realdania By & Byg CO₂-aftrykket fra både lejernes opvarmning og de lejlighedsvis vedligeholdstiltag på ejendommene. I de følgende artikler fortæller medarbejdere fra Realdania By & Bygs driftsafdeling om brugen af LCA både i afdelingens eget arbejde og i samspillet med projektafdelingen, som står for restaurering af ny erhvervede ejendomme.





“LCA har givet os en ny måde at anskue vores ejendomme på”

Driftsafdelingens CO₂-erfaringer gavner nye restaureringsprojekter

INTERVIEW

med teamleder Mikael Vikkelsø Nielsen, Realdania By & Byg

Med LCA kan driftsafdelingen i Realdania By & Byg nu løbende vurdere, hvordan drift og vedligehold af selskabets historiske ejendomme påvirker CO₂-udledningen. Det giver blandt andet værdifuld feedback til projektafdelingen, som står for restaurering af de ny erhvervede ejendomme, inden de overgår til løbende drift. Men livscyklusvurderinger har også givet driftsfolkene et helt nyt blik på, hvornår det klimamæssigt er godt at vedligeholde de historiske og ofte fredede ejendomme – og ikke mindst hvornår man skal lade være.

Hvor langt kan man gå i bestræbelserne på at sænke en bygningens CO₂-aftryk, uden at det ødelægger bygningens historiske og arkitektoniske særpræg? Hvor meget kan man tillade sig at ændre bygningen med renoveringer, og hvor kan man effektivt barbære CO₂-aftrykket ned med minimalt aftryk på æstetikken?

I driftsafdelingen hos Realdania By & Byg er disse overvejelser hele tiden i spil sammen med andre betragtninger om holdbarhed og levetid. Driften og vedligeholdet af selskabets knap 70 historiske - og for en dels vedkommende fredede - ejendomme skal løbende blive grønnere. Men klimahensynene må ikke ende med at skubbe det oprindelige formål med porteføljen ud af kurs - at bevare de historiske ejendomme for eftertiden gennem restaureringer eller transformationer.

Livscyklusvurderinger er blevet det værktøj, som gør det muligt at holde balancen mellem bevarelses- og klimatiltag.

“LCA har givet os en ny måde at anskue vores ejendomme på,” fortæller Mikael Vikkelsø Nielsen, teamleder i driftsafdelingen i Realdania By & Byg.

“Vi ønsker på den ene side ikke at kaste millioner af kroner efter ganske små CO₂-tiltag, og på den anden side kan vi finde lavthængende frugter, der ikke koster noget på fredningsværdien, men som samtidig skaber en CO₂-gevinst på meget kort tid. Der bliver LCA vores vigtigste værktøj til at vurdere effekten af ændringer på ejendommene,” siger han.

Tidlig involvering i LCA

Driftsafdelingen arbejder i dag med LCA som en fast del af driften og vedligeholdet af de historiske ejendomme. Drift og vedligehold er først kommet med i anden fase af LCA-modellens udvikling og implementering i organisationen hos Realdania By & Byg, hvor første fase var baseret på et retrospektivt blik på materialeforbruget i restaureringer og transformationer af de historiske ejendomme helt tilbage til 2003. Dermed var der i første fase endnu ikke taget højde for hverken varme- og elforbrug eller for vedligeholdet af ejendommene fremadrettet.

Når teamleder Mikael Vikkelsø Nielsen ikke kører rundt i landet og besigtiger ejendomme, har han sin daglige gang i Oluf Bagers Mødrene Gård i Odense.

Men selvom drift og vedligehold ikke var med i den første fase, har driftsafdelingen alligevel hele vejen igennem været tæt involveret i beslutningerne relateret til udviklingen af LCA-modellen. Det har ifølge Mikael Vikkelsø Nielsen været med til at skabe solid opbakning bag implementeringen af LCA som et værktøj i driftsafdelingen.

“Når man træffer en beslutning om at ville udføre LCA på sine ejendomme, så indebærer det som oftest en ny måde at arbejde på i driftsafdelingen. Det kan være ressourcekrævende og måske umiddelbart føre til modstand. Men der synes jeg, at vi skiller os ud ved at have været involveret i beslutningsprocesserne omkring at indføre LCA. Det tror jeg er en vigtig faktor i forhold til at få det forankret og implementeret grundigt i en organisation,” siger Mikael Vikkelsø Nielsen.

Genbesøger ejendomme med LCA

Realdania By & Byg har siden 2003 opkøbt knap 70 historiske ejendomme, der er en del af dansk kultur- og bygningsarv. I dag omfatter porteføljen for eksempel Skagen Grå Fyr fra 1858, Støberihallerne i Præstø fra 1898 og ingeniør Jørgen Varmings eget hus i Gentofte fra 1952.

Ejendommens alder og karakter og i mange tilfælde deres fredede status har stor betydning for, hvordan både projektafdelingen og driftsafdelingen har arbejdet og fortsat arbejder med restaurering og vedligehold af ejendommene. Der er ikke bare frit slag. Alle tiltag skal udføres med respekt for byggeskik, oprindelige materialer, arkitektonisk udtryk og fredningsstatus for den enkelte ejendom.

Sådan er det stadig, men LCA har bragt et nyt blik for ejendommene ind i driftsafdelingen,



fortæller Mikael Vikkelsø Nielsen. Et eksempel på dette kunne være termovinduer i en historisk ejendom, som man tidligere ikke ville udskifte, før de punkterede eller på anden måde gik i stykker. Denne holdning er til dels bundet op på et økonomisk princip om at lade de enkelte bygningsdele holde, så længe de stadig fungerer efter hensigten. Også fra et klimaperspektiv kan der naturligvis argumenteres for at vente så længe som muligt med at udskifte bygningsdele. Det virker umiddelbart som sund fornuft. Men vurderingen kan sagtens ændre sig, når belastningen opgøres i drivhusgasser med en LCA.

“Tidligere har det været god latin, at vi ikke smider ting ud, der stadig virker. Men tager man LCA-brillerne på og kigger på CO₂-aftrykket, så kan det sagtens ske, at CO₂-gevinsten ved driften af ejendommen er tilbagebetalt rigtig hurtigt ved faktisk at udskifte noget, der egent-

lig virker, med et mere moderne produkt.

Vi er begyndt at genbesøge vores ejendomme på den måde, efter at LCA er kommet ind i driftsafdelingen,” siger Mikael Vikkelsø Nielsen.

Deler erfaringer med projektafdelingen

I det daglige er det vedligeholdet, der fylder i bunken af arbejdsopgaver for Mikael Vikkelsø Nielsen og kollegerne i driftsorganisationen. Afdelingen gennemfører årlige evalueringer af vedligeholdelsesaktiviteterne i hver enkelt historisk ejendom, og i den forbindelse udarbejdes hvert år i december en LCA på de aktiviteter, som rent faktisk er blevet udført i årets løb. På den måde bliver klimaaftrykket for driften og vedligeholdet løbende monitoreret.

En anden vigtig del af opgaverne handler om at evaluere de beslutninger, projektafdelingen har truffet under den oprindelige restaurering eller transformation af en konkret historisk

ejendom. Her bruger driftsafdelingen LCA-beregninger til at afgøre, om de valgte løsninger også giver klimamæssigt mening på den lange bane. Denne feedback til projektafdelingen kan bidrage med væsentlig viden til gavn for Realdania By & Bygs nye restaureringer.

“Hvis vi efterfølgende får en masse CO₂-tungt vedligehold på en løsning, kan vi give projektafdelingen en tilbagemelding om, at løsningen måske nok så god ud under indkøb, men siden har vist sig at være dårlig i drift,” siger Mikael Vikkelsø Nielsen.

Teamlederen beskriver driftsafdelingen som et “erfaringsmaskinrum”, hvor de erfaringer, der løbende opsamles i driftsafdelingen, deles med projektfolkene.

“Ved at være tværfaglige og tidligt med i de nye restaureringsprojekter kan vi sikre, at projektafdelingen får feedback på de beslutninger, de træffer, og kan bruge erfaringen i nye projekter. Der spiller LCA i dag efterhånden en lige så stor rolle som almindelig, hardcore bygnings-teknik,” siger Mikael Vikkelsø Nielsen.

Fredningsværdier versus CO₂

Selvom driftsafdelingen har taget LCA til sig, er det vigtigt for teamlederen at understrege, at det øgede fokus på klimabelastning ikke har røkket grundlæggende ved Realdania By & Bygs formål med at købe og restaurere de historiske ejendomme. Som nævnt tidligere i artiklen opstår der en ny diskussion om, hvor langt man kan tillade sig at gå med de LCA-drevne beslutninger for vedligeholdet af fredede bygninger.

“Giver man for eksempel afkald på fredningsværdien, hvis man øger glastykkelsen i et vindue en smule? Vi skal stadig fremadrettet sikre, at vi ikke overskrider en ejendoms fredningsværdier. Der giver det nye fokus på LCA anledning til nogle superspændende overvejelser,” siger Mikael Vikkelsø Nielsen.

Et konkret eksempel på dilemmaet mellem fredningsværdier og CO₂ finder man i Varmings eget hus i Gentofte. Her måtte

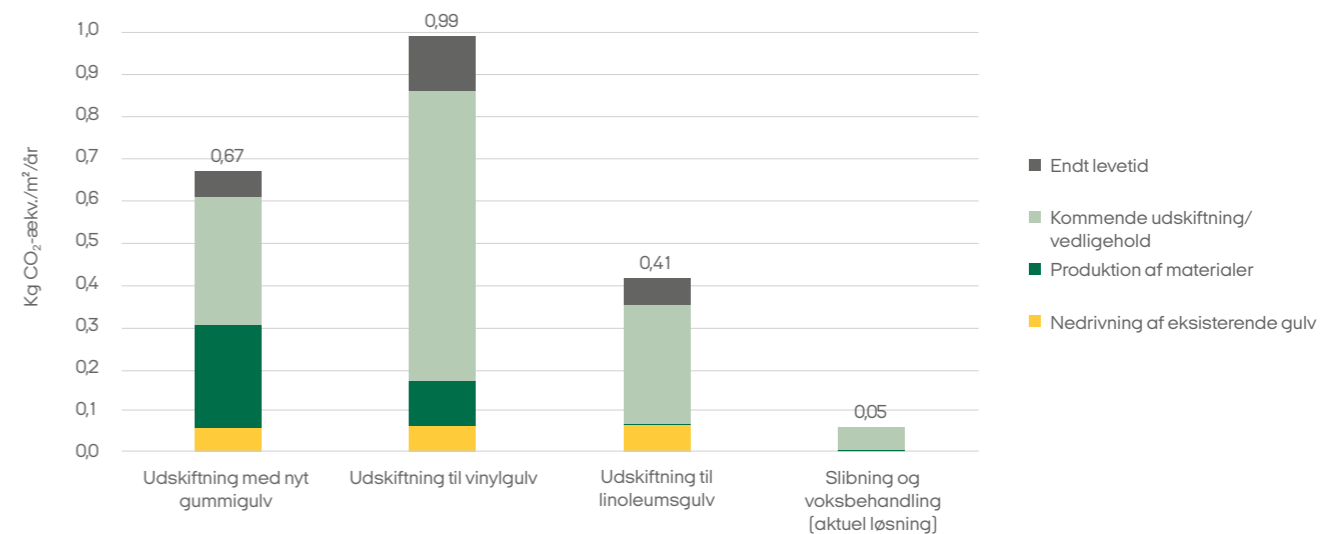
driftsafdelingen i Realdania By & Byg overveje flere løsninger til husets gummibelagte gulve, der var præget af slid og revner efter en årrække med udlejning af huset. Skulle man lægge en helt ny gummibelægning, vælge et alternativt materiale eller forsøge at levetidsforlænge den eksisterende gummibelægning?

Svaret var ikke klart fra begyndelsen, og derfor måtte driftsafdelingen gå systematisk frem og vurdere hver enkelt løsning ud fra parametre som pris, holdbarhed, klimaaftryk og æstetik. Gummi har som materiale et højt CO₂-aftryk fra produktionen, og derfor var det ikke oplagt bare at udskifte den eksisterende gummibelægning med en ny. Driftsafdelingen overvejede linoleum som et mere klimavenligt alternativ til gummi, men dette blev fravalgt på grund af fredningsværdierne, da linoleum æstetisk ikke passer til husets historie, materialer og arkitektur. Løsningen blev i stedet at opfriske den eksisterende gummibelægning ved at slibe den ned og overfladebehandle den med voks. Dette valg er i høj grad truffet ud fra en eksperimenterende tilgang, og driftsafdelingen mangler endnu erfaringer med, hvor godt overfladebehandlingen med voks beskytter gummibelægningen på den lange bane.

“Det er et godt eksempel på, at de klimahensyn, som vi gerne vil tage, nogle gange rammer ind i fredningen. Selvom vi har indført LCA, er de værdier, som vi er sat i verden for at holde intakte i vores portefølje af historiske ejendomme, jo stadig i højsædet,” siger teamlederen.

→ I ingeniøren Jørgen Varmings eget hus i Gentofte har LCA været et vigtigt værktøj i en proces, der førte til beslutningen om at slibe det eksisterende gummigulv.

Sammenligning af forskellige gulvløsninger



Forskellen i CO₂-udledning ved forskellige løsninger for gulvet i Jørgen Varmings eget hus. De lysegrønne dele af søjlerne viser CO₂-udledningen ved kommende udskiftninger af gulvet ved forskellige løsninger for nyt gulv – og i fjerde søjle CO₂-udledningen ved løbende slibning og voksbehandling af gulvet.



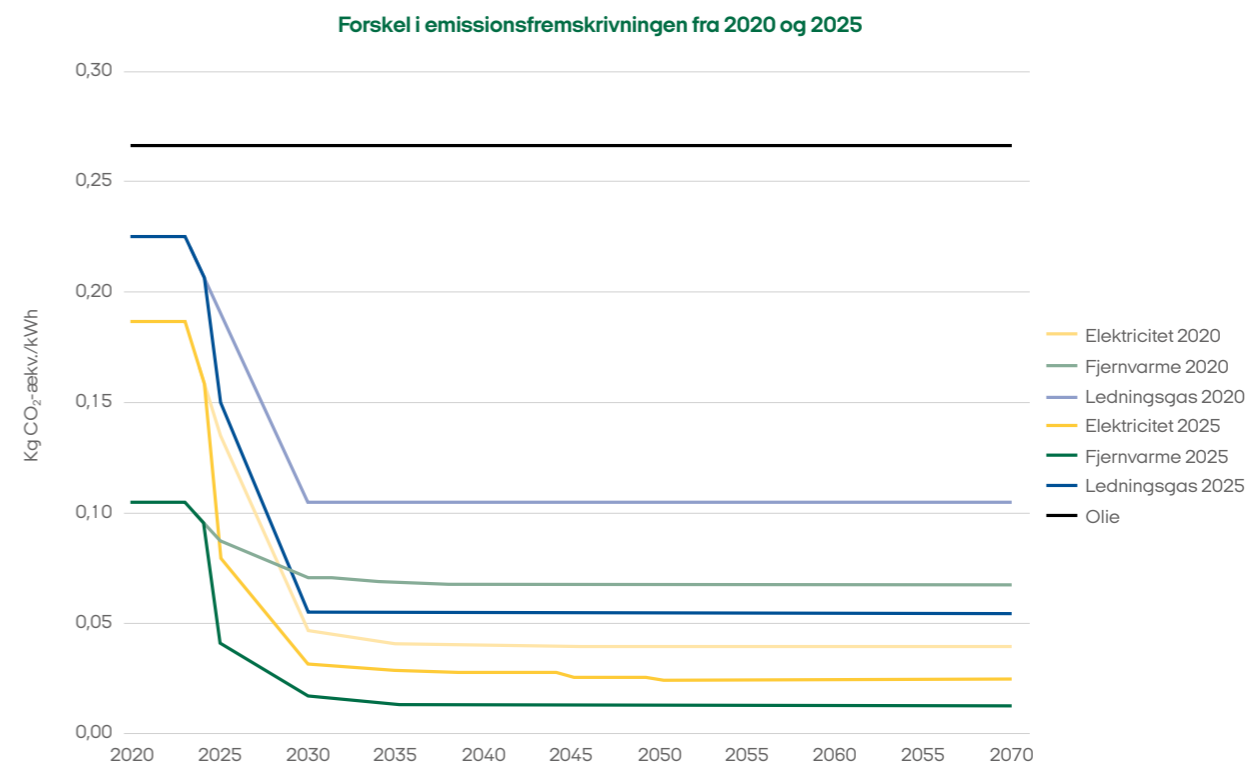
Energikilder og emissionsfaktorer i LCA

Det har stor betydning for en bygnings langsigtede CO₂-udledning, hvilken energikilde der bruges til at varme bygningen op. Når det i mange tilfælde kan anbefales at restaurere gamle bygninger i stedet for at bygge nyt af hensyn til klimaet, er det derfor forudsat, at man sørger for, at den gamle bygning fremadrettet varmes op med en af de energikilder, som udleder mindst CO₂. Hvis bygningen i forvejen har f.eks. oliefyr, bør det således indgå i restaureringen, at dette skiftes ud med f.eks. fjernvarme, jordvarme eller luft til vand-varmepumpe.

Faktisk ser CO₂-regnskabet ved restaurering bedre og bedre ud i takt med, at energien bliver mere og mere grøn. Dermed fylder CO₂-udledningen fra drift mindre og mindre i det samlede regnestykke, hvor nybyggeri typisk koster mindre i CO₂ at varme op end en gammel, restaureret bygning.

Når man i en dansk livscyklusvurdering beregner den fremtidige CO₂-udledning fra opvarmning af en bygning, benytter man Social- og Boligstyrelsens officielle emissionsfaktorer for CO₂-udledning pr. energienhed. Her erstattes emissionsfaktorer fra 2020 med nye nedjusterede faktorer fra 2025 og frem. De nye emissionsfaktorer afspejler, at strømmen forventes at blive grønnere, hvilket betyder mindre CO₂-udledning fra opvarmning i fremtiden.

Ændringen fra 2025 taler yderligere til fordel for at restaurere frem for at bygge nyt. Det skyldes, at nybyggeriets CO₂-mæssige fordel ved et lavere energiforbrug mindskes i sammenligningen med restaurering. Emissionsfaktorerne er dog forbundet med en del usikkerhed i forhold til den reelle CO₂-udledning fra energikilderne. Den kan i fremtiden ændre sig både i den ene og den anden retning.



Grafen viser de officielle danske emissionsfaktorer for forskellige energikilder, gældende fra hhv. 2020 og 2025. Bemærk, at CO₂-udledningen fra elektricitet angår selve strømmen isoleret set. Kurven kan altså ikke bruges til at sammenligne CO₂-udledningen fra fjernvarme med udledningen fra elbaseret opvarmning med f.eks. varmepumpe, som afhænger helt af den enkelte varmepumpes effektivitet.



“Udviklingen i grøn energi har gjort, at casen med varmepumpen er endnu bedre end ventet”

Stor CO₂-besparelse ved skift til varmepumpe i Skagen Grå Fyr

INTERVIEW

med projektleder Casper Clement Nielsen, Realdania By & Byg

I et pensioneret fyr i Skagen, der i dag fungerer som fugleformidlingscenter, har Realdania By & Byg udskiftet et ellers velfungerende oliefyr med en varmepumpe. LCA-beregninger dokumenterer en markant besparelse på CO₂-aftrykket og har været afgørende for beslutningen om at skifte varmekilden.

Helt oppe på spidsen af Jylland rager Skagen Grå Fyr 46 meter op i luften, omgivet af klitter, sandstrand og hav. Fra 1858 og frem til 1994 kastede fyret lys ud over bølgerne, men siden 2017 har fyret med tilhørende bygninger fungeret som fugleformidlingscenter for turisterne, der hvert år besøger Grenen i stort tal.

Realdania By & Byg købte Skagen Grå Fyr i 2014 og har nu efter mange overvejelser og ikke mindst LCA-beregninger udskiftet anlæggets eksisterende oliefyr. Det er et aktuelt eksempel på, hvordan livscyklusanalyser er flyttet ind i driftsorganisationen og nu bruges aktivt til at træffe beslutninger om driften fremadrettet i selskabets historiske ejendomme.

“LCA har været brugt som et styrende værktøj i processen med at udskifte oliefyret med en varmepumpe. Ud fra almindelig sund fornuft ville man godt kunne gætte på, at skiftet ville føre til en CO₂-besparelse. Men jeg blev meget overrasket over, at LCA-beregningerne viste, at regnestykket så så godt ud. Der ligger rigtig meget CO₂ gemt i sådan et skift,” siger Casper Clement Nielsen, projektleder i driftsafdelingen i Realdania By & Byg.

Fyr omdannet til fuglecenter

Både Skagen Grå Fyr og det omkringliggende terræn er fredet, hvilket har givet anledning til en række praktiske udfordringer og overvejelser både ude og inde ved udskiftningen af oliefyret. Det omfatter bl.a. valget af en luft til vand-varmepumpe i stedet for et jordvarmeanlæg. Det skal vi komme tilbage til.

Skagen Grå Fyr er tegnet af arkitekt N.S. Nebelong og består ud over det 46 meter høje fyrtårn, der er landets næsthøjeste, af en fyrmesterbolig, der i dag lægger rum til udstillinger, samt to bygninger, der i sin tid fungerede som stald og lager. Ud over cirka to millioner turister og besøgende passerer området hvert år af millioner af fugle på deres vej til og fra ynglepladser i Skandinavien. Derfor var det oplagt at omdanne det gamle fyr til et fugleoplevelsescenter, og i dag lejer Naturstyrelsen sig ind i bygningerne og driver Center for Trækfugle. Styrelsen har desuden et samarbejde med Dansk Ornitologisk Forening.

Skagen Grå Fyr er dermed et eksempel på en transformation i Realdania By & Bygs portefølje af knap 70 historiske ejendomme fra de sidste 500 år – altså en bygning, hvis oprindelige funktion erstattes af en ny i forbindelse med en restaurering af bygningen.

Allerede ved anskaffelsen af Skagen Grå Fyr i 2014 stod det klart, at opvarmningsformen i bygningen ikke var tidssvarende. Oliefyret i

→ Projektleder Casper Clement Nielsen til tops i et af Danmarks mest ikoniske fyrtårne – Skagen Grå Fyr fra 1858. Fyret blev fredet i 1977.

ejendommen fejlede ikke som sådan noget rent funktionelt og ville sagtens kunne køre videre og varme bygningerne op i flere år fremover, hvis altså ikke der blev skelet til CO₂-aftryk – eller for den sags skyld økonomien, som dog i dette tilfælde ikke har været den drivende faktor for Realdania By & Bygs beslutninger.

“Effektiviteten af et oliefyr falder efter en årrække, men lå for det konkrete fyr stadig på omkring 90 %. Så oliefyret fejlede ikke noget. Men olie som energikilde har jo et højt CO₂-aftryk, og ejendommen havde et forholdsvist højt energiforbrug, så det var en anledning til at gå ind og se nærmere på, om der kunne hentes en besparelse med en anden energikilde,” siger Casper Clement Nielsen.

Fjernvarme dømt ude

Skagen ligger i Frederikshavn Kommune, der ligesom mange andre kommuner i landet de senere år er kommet med på fjernvarmevognen, men fjernvarme har ikke været i spil som opvarmningsform til Skagen Grå Fyr. Fyret ligger ganske enkelt for langt væk og for isoleret fra andre ejendomme, til at det giver mening at føre fjernvarmerør helt frem til bygningen. Derfor måtte Casper Clement Nielsen se på alternativer for at komme i mål med ønsket om at skære ned på CO₂-aftrykket fra driften af bygningen, og LCA har været benyttet som et værktøj til at stille de forskellige varmekilder op mod hinanden.

Udgangspunktet var et oliefyr med et forbrug på omkring 180.000 kroner og en CO₂-udledning på cirka 39 tons om året. Omregnet til



kilowatt-timer har oliefyret haft et forbrug svarende til cirka 140.000 kWh om året. Det er cirka 31 gange mere end en gennemsnitlig dansk families årlige elforbrug. Et kig på den økonomiske side af udskiftningen til en varmepumpe viste en årlig besparelse på 60 %, hvilket giver en tilbagebetalingstid på tre år.

“Det er rent økonomisk en virkelig god case, og selvom det ikke kommer os til gode som ejer, er besparelsen jo positiv for lejerens økonomi. For os har det også handlet om at se på, hvad vi kan spare rent CO₂-mæssigt ved at lave udskiftningen. Der har LCA-beregningerne givet os et beslutningsgrundlag,” siger Casper Clement Nielsen.

Fredet terræn gav udfordringer

Blandt alternativerne til oliefyret var også et træpillefyr, men varmepumpen stod tilbage som den mest praktiske løsning, og som tidligere nævnt har fredningen af Skagen Grå Fyr spillet kraftigt ind på valget af den endelige løsning – en luft til vand-varmepumpe.

“Havde terrænet ikke været fredet, ville valget nok være endt med et jordvarmeanlæg pga. den mere stabile temperatur i jorden set hen over et helt år. Men fredningen af terrænet betyder, at vi ikke bare ville kunne grave slangen til jordvarmeanlægget ned i jorden,” siger Casper Clement Nielsen.

Det pensionerede oliefyr er nu erstattet af en buffertank og en vandvarmer inde. Placeringen af luft til vand-varmepumpen har – igen pga. fredningen – krævet nøje overvejelser udenfor. Her måtte Realdania By & Byg søge Slots- og Kulturstyrelsen om tilladelse til at grave rør ned i jorden til at forbinde inde- og udedelen af anlægget. Selvom luft til vand-løsningen også har krævet gravearbejde i det fredede terræn, var omfanget langt mindre end ved et jordvarmeanlæg. Dermed kunne det godkendes under hensyntagen til fredningen. Derudover har Casper Clement Nielsen brugt megen tid på at placere udedelen af varmepumpen optimalt for at minimere støjgener og skjule anlægget over for centerets gæster.

“Udedelen er cirka lige så stor som en Fiat 500, og placeringen af den er nøje udtænkt, så den så vidt muligt falder i ét med naturen. Det er et kompromis mellem at gemme den væk i et hjørne af haven bag et stakit og et buskads, men samtidig ikke så langt væk, at det kræver for lang rørføring,” siger Casper Clement Nielsen.

↓ Casper Clement Nielsen ved udedelen af den luft til vand-varmepumpe, som nu sørger for opvarmning af Skagen Grå Fyr og tilhørende bygninger.

LCA viste klar klimaeffekt

LCA-beregningerne dokumenterede tidligt en stor klimagevinst ved at skifte til en varmepumpe. Oliefyret ville, hvis det havde fået lov at fortsætte med at varme fyret op, udlede cirka 39 tons CO₂ om året, og det tal ville ikke ændre sig. Realdania By & Bygs første LCA-beregninger viste, at varmepumpen ville skære udledningerne ned til cirka otte tons CO₂ om året, og at udledningerne løbende ville falde i takt med, at elforsyningen bliver baseret mere og mere på vedvarende energikilder. De indledende beregninger var baseret på emissionsfaktorer beregnet ud fra det danske el-miks i 2020, som hurtigt viste sig at være forældede. Dermed gemte der sig en positiv overraskelse for varmepumpens vedkommende.

“Efter at varmepumpen er blevet installeret i fyret, er der kommet nye emissionsfaktorer til. I 2025 havde vi regnet med at udlede 6,5 tons CO₂, og der kan vi allerede forvente at være nede på fire tons. Så udviklingen i grøn energi har gjort, at casen med varmepumpen er endnu bedre end ventet,” siger Casper Clement Nielsen.

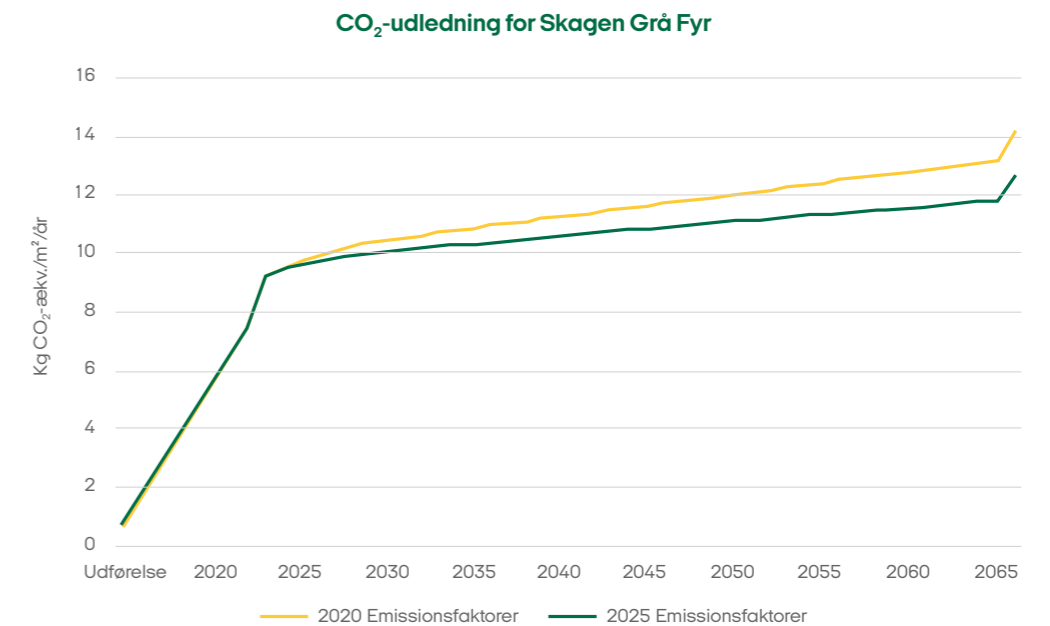
I praksis viser elmåleren, at varmepumpen siden installationen har haft et årligt forbrug på cirka 90.000 kWh. Sammenlignet med det beregnede, ækvivalente forbrug for oliefyret er der altså tale om en reduktion på cirka 36%, hvilket til dels kan skyldes efterisolering af lofterne med træfiberisolering. Isoleringen er udført for at optimere bygningen til brug med varmepumpe, der leverer en lavere temperatur på fremløbsvandet end et oliefyr. Men selv hvis varmepumpen havde brugt lige så mange kilowatt-timer som oliefyret, havde CO₂-regnestykket stadig været i varmepumpens favør.

“For oliefyrets vedkommende ville man ikke se nogen positiv udvikling i CO₂-udledningen. Selvom vi ikke kunne få fjernvarme heroppe, har vi med etableringen af varmepumpen alligevel kunnet koble os på en kollektiv ressource [strøm, red.], som løbende udvikles i en mere grøn retning,” siger Casper Clement Nielsen.

LCA har været tungen på vægtskålen

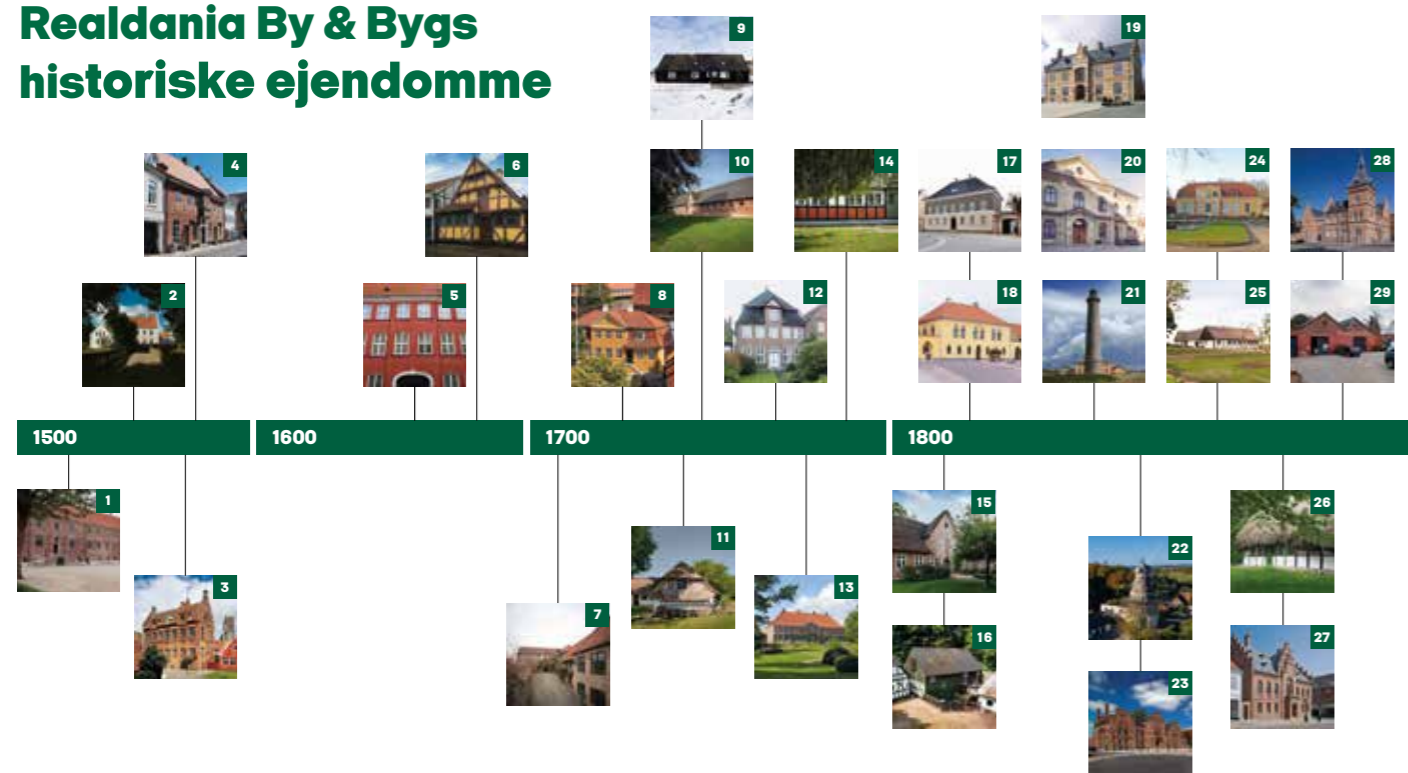
LCA-beregningerne har hjulpet Realdania By & Byg med at træffe beslutninger baseret på konkrete tal i stedet for mavefornemmelser. Og livscyklusvurderingerne har derudover belyst, hvordan etableringen af varmepumpen i de kommende år kan forventes yderligere at forbedre CO₂-regnskabet fra driften af Skagen Grå Fyr.

“Havde vi udskiftet oliefyret, hvis der ikke var nogen økonomisk besparelse ved at gøre det? Når CO₂-besparelsen er så stor, som LCA-beregningerne har vist, så er svaret ja. LCA'en har på den måde været tungen på vægtskålen i forhold til at træffe beslutninger.”



Grafen viser CO₂-udledning fra restaurering af Skagen Grå Fyr og efterfølgende opvarmning. Knækket på kurven er etablering af varmepumpen, og fremadrettet viser grafen forskellen på CO₂-udledning vurderet ud fra gældende emissionsfaktorer og de emissionsfaktorer, som gælder fra 2025. Udviklingen med grønnere strøm gør således LCA'en bedre.

Realdania By & Bygs historiske ejendomme



1504 og senere
1 Odense Adelige Jomfrukloster

1542 og senere
2 Nørre Vosborg, Vemb

1580
3 Taarnborg, Ribe

1586 og senere
4 Oluf Bagers Mødrene Gård, Odense

1663-1669
5 Det Harboeske Enkefruekloster, København

1690
6 Priors Hus, Ærøskøbing

1723 og senere
7 Marcussens Gård, Aabenraa

1742 og senere
8 Fæstningens Materialgård, København

1757-1770
9 Poul Egedes Hus, Ilimanaq, Grønland

1764
10 Værftgården Nørre Sødum, Møgeltønder

1775
11 Stines Hus, Lolland

1777-1779
12 Digegrevens Hus, Tønder

1784-1785
13 Hindsgavl Slot, Middelfart

1795
14 Bent Madsens Gård, Dreslette

1823
15 Højergård, Højer

1827
16 Gammelby Mølle, Fredericia

1838
17 Kochs Tinghus, Store Heddinge

1843-1845
18 Kornerups Rådhus, Vordingborg

1853
19 Bindesbølls Rådhus, Thisted

1858
20 Søetatens Pigeskole, København

1858
21 Skagen Grå Fyr, Skagen

1858
22 Dyrehave Mølle, Nyborg

1860
23 Meldahls Rådhus, Fredericia

1860
24 Riises Landsted, Frederiksberg

1864/1873
25 Højgården, Sejerø

1865
26 Kalines Hus, Læsø

1880
27 Tvedes Rådhus, Sorø

1892
28 Ambergs Rådhus, Esbjerg

1898
29 Støberihallerne, Præstø

1901
30 Familien Jensens Gård, Korup

1905
31 Havnemesterboligen, Skagen

1906
32 Villaen, Højer

1907-1908
33 J.F. Willumsens Hus, Hellerup

1908
34 Gelsted Station, Gelsted

1910
35 Amtmandsboligen, Hjørring

1913
36 Rosenhuset, Hellerup

1917
37 Bakkekammen 40, Holbæk

1917
38 Ballonhangaren, København

1918
39 Ejnar Ørnsholts eget hus, Nakskov

1918
40 Landsted af Kay Fisker, Snekkersten

1924
41 Edvard Heibergs eget hus, Virum

1929/1931
42 Arne Jacobsens eget hus, Charlottenlund

1934
43 Statshusmandsbrug, Skovbølling

1936
44 Kay Fiskers egen lejlighed i Vestersøhus, København

1936
45 Arne Jacobsens sommerhus, Gudmindrup

1937
46 PH's eget hus, Gentofte

1939
47 Viggo Møller-Jensens eget hus, Kgs. Lyngby

1951
48 Arne Jacobsens eget hus, Klampenborg

1952
49 Varmings eget hus, Gentofte

1953
50 Clemmensens eget hus, Gentofte

1954
51 Esken, Fårevejle

1955
52 Erik Chr. Sørensens eget hus, Charlottenlund

1956
53 Bertel Udsens eget hus, Lyngby

1956-1959
54 Jarmers Plads, København

1958
55 Gunnløgssons eget hus, Rungsted Kyst

1958
56 Knud Friis' eget hus, Brabrand

1958
57 Vilhelm Lauritzens eget hus, Hellerup

1960
58 Romerhuset, Helsingør

1963
59 Exners eget hus, Skodsborg

1966
60 Glasalstrup, Hasselager

1969/1971
61 Poul Erik Thyrrings eget hus, Herning

Fotos

Mikkel Meister: Side 6, 14, 18, 24, 29, 32, 35, 36, 38, 44-45, 46, 48, 49, 54, 56-57, 58

Anders Sune Berg: Side 2 tv., 4, 17 øv., 17. ned.

Kurt Rodahl Hoppe: Forsiden, side 2 th., 10, 27, 41

Helene Høyer Mikkelsen: Side 9, 28, 63

Sønderborg Kommune: Side 3, 40-41, 42

Ulrik Pedersen: Side 22-23

Kira Ursem: Side 11

Realdania By & Byg: Side 51 tv., 51 th.



**Nye erfaringer med LCA for historiske ejendomme
– i restaurering, drift og vedligehold**

Realdania By & Byg A/S, 2024

ISBN: 978-87-93746-88-6

Skribent/journalist – interviewartikler: Mikkel Meister

Øvrig tekst og redaktion: Realdania By & Byg

Layout, illustrationer og tryk: OAB-Tryk ApS, Odense

Realdania By & Byg

Jarmers Plads 2, 1551 København V
Nørregade 29, 5000 Odense C

Tlf.: 70 11 06 06

info@realdaniabyogbyg.dk

www.realdaniabyogbyg.dk

I 2022 udgav Realdania By & Byg publikationen "Livscyklusvurderinger for historiske ejendomme", som præsenterede erfaringerne med at kortlægge CO₂-udledningen fra gennemførte restaureringer og transformationer af bygninger i selskabets ejendomsportefølje.

Efterfølgende er de mange data fra restaureringer suppleret med data om CO₂-aftrykket ved den løbende opvarmning og vedligehold af husene. I dag bruges livscyklusvurderinger til at understøtte beslutninger både i restaurering af ny erhvervede ejendomme og i løbende drift og vedligehold.

Det er i de fleste tilfælde en CO₂-mæssig fordel at restaurere eller transformere en eksisterende bygning frem for at bygge en ny. Alligevel er der god grund til at bruge LCA til hele tiden at se kritisk på konsekvenserne af de mulige valg – også i den langsigtede drift og vedligehold af bygningsmassen.

I denne publikation møder læseren nogle af de nøglepersoner hos Realdania By & Byg, som til daglig arbejder med at bevare, drive eller vedligeholde de historiske bygninger med LCA som et efterhånden fast element.

