

Aarhus School of Architecture // Design School Kolding // Royal Danish Academy

Bygningskultur og klimavenlige løsninger

Mossin, Natalie; Stylsvig Madsen, Ulrik; Ejstrup, Henriette; Thomassen, Mikkel; Frostholt, Marcus ; Wittenburg, Mie; Kongsbak, Simone ; Rosenberg Bendsen, Jannie

Publication date:
2022

Document Version:
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Mossin, N., Stylsvig Madsen, U., Ejstrup, H., Thomassen, M., Frostholt, M., Wittenburg, M., Kongsbak, S., & Rosenberg Bendsen, J. (2022). *Bygningskultur og klimavenlige løsninger: - en kortlægning af behovet for nye løsninger inden for renovering af bevaringsværdige bygninger*. (1 udg.) Realdania.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Bygningskultur og klimavenlige løsninger



– en kortlægning af behovet for nye løsninger inden for renoveringen af bevaringsværdige bygninger

Bygningskultur og klimavenlige løsninger

– en kortlægning af behovet for nye løsninger inden for renoveringen af bevaringsværdige bygninger

Forfattere:

Henriette Ejstrup, adjunkt,
Institut for Bygningskunst og Teknologi, Det Kongelige Akademi
Natalie Mossin, institutleder,
Institut for Bygningskunst og Teknologi, Det Kongelige Akademi
Ulrik Stylsvig Madsen, lektor,
Institut for Bygningskunst og Teknologi, Det Kongelige Akademi
Marcus Frostholm, konsulent, Smith Innovation
Mie Wittenburg, seniorkonsulent, Smith Innovation
Mikkel Thomassen, partner, Smith Innovation
Simone Kongsbak, partner, Smith Innovation
Jannie Rosenberg Bendsen, arkitekturhistoriker, ekstern fagspecialist

Undersøgelsen er udført ud fra et kommissorium skrevet af Realdania ved projektchef Thomas Brogren. Publikationen har været gennemlæst af to fagfæller for at sikre kvaliteten og relevansen af materialet. Disse har været Nina Koch-Ørvad, projektchef i Værdibyg, og Michael H. Nielsen, konsulent og tidligere direktør i Dansk Byggeri.

Foto:

Charlotte Frost [forsiden]
Helene Høyer Mikkelsen [side: 14, 20, 30 midtfor, 33 midtfor, 37 nederst, 41 øverst, 44, 48]
Claus Bjørn Larsen [side: 9, 24, 26 øverst + midtfor, 30 øverst, 33 øverst, 37 øverst, 41 nederst]
Leif Tuxen [side: 26 nederst]
Horn Group [side: 29]
Steffan Stamp [side: 30 nederst]
Lisbeth Holten [side: 33 nederst]
Bjørn Pierri Enevoldsen [side: 37 midtfor]
Bygningskultur Danmark [side: 41 midtfor]

Publikation er korrekturlæst af Emilie Koefoed.

Omslag og grafisk tilrettelæggelse:

Christel Franke
Sat med Italian Plate No2 Expanded

Tryk:

Dystan & Rosenberg

København, marts 2022

ISBN: 978-87-93360-36-5









Forord

Vi har en fælles opgave med at mindske den markante del af Danmarks CO₂-udledning, der kommer fra den eksisterende bygningsmasse.

Realdania har igangsat indsatsen 'Bygningskultur og Klima', der skal skabe forståelse for, at en levende bygningskultur, hvor bygninger sikres lang levetid ved at blive vedligeholdt og udviklet med forståelse for bygningens kvaliteter, kan være en del af løsningen.

Emnet er komplekst, og det er vigtigt med en nuanceret og evidensbaseret tilgang. Derfor rækker vi med indsatsen ud efter en lang række samarbejdspartnere, der skal hjælpe os med at blive klogere på, hvad der findes af viden på områderne i dag – og hvor vi mangler mere viden.

I den første publikation: 'Bygningskultur og Klima – undersøgelser af eksisterende viden om livscyklusvurderinger og bevaringsværdier,' ser forskere fra Aarhus Universitet og Arkitektskolen Aarhus på potentialer og barrierer for at kombinere livscyklusanalyser af klimabelastning med beskrivelser af bevaringsværdier. For at komme nærmere, hvad der reelt kan gøres ved bygningerne, har Realdania forud for publikationen 'Bygningskultur og klimavenlige løsninger – en kortlægning af behovet for nye løsninger inden for renoweringen af bevaringsværdige bygninger,' bedt et hold forskere gå i dialog med bygherrer, rådgivere og entreprenører. Disse har set på, hvorvidt der er behov for udvikling af nye byggeprodukter og -materialer til renoweringer. Materialer, der både kan reducere bygningernes klimabelastning og fastholde og styrke bygningernes bevarings-

værdier. Omdrejningspunktet er et særligt fokus på modernistiske boligejendomme opført i perioden 1930 til 1975. Perioden er valgt, fordi rigtig mange bygninger fra perioden står over for gennemgribende renoweringer i de kommende år.

Rapporten her peger bl.a. på, at der skal arbejdes videre med lavkarbon-materialer, specialløsninger til standardpriser, design for adskillelse og mikrorenovering.

I rapportens perspektivering bliver der tegnet et billede af, hvad det kan tænkes at betyde for vores opfattelse af bygningskulturen, når klimabelastning kommer til at være en afgørende beslutningsfaktor for, hvordan vi skal føre den modernistiske arkitektur ind i fremtiden.

Den opsamlede viden skal bruges til, at Realdania, i samarbejde med andre, kan udvikle og dokumentere forskellige strategier for bevaring og udvikling i en række byggeprojekter, der skal eksemplificere og dokumentere, hvordan man kan mindske klimabelastningen i et livscyklusperspektiv og samtidig fastholde, styrke eller forny bygningernes kvaliteter.

Tak til alle, der har bidraget til publikationen.

Rigtig god læselyst

Thomas Brogren
Projektchef, Realdania



Læsevejledning

Denne rapport består af fem hovedafsnit, som afspejler de forskellige grundelementer i den kortlægning af behovet for nye løsninger inden for renoveringen af bevaringsværdige bygninger, der er udgangspunktet for rapporten.

- **1. kapitel: Introduktion til kortlægningen**

Her beskrives formålet og baggrunden for kortlægningen samt dens opbygning og metode. Der gives en gennemgang af kortlægningens forskellige projektparter samt udvælgelsen af deltagere i projektets to workshops. Kapitlet afsluttes med en diskussion af metodens muligheder og begrænsninger.

- **2. kapitel: Bevaringsværdige bygninger**

Dette kapitel gennemgår den lovgivning og de principper, som ligger bag arbejdet med bevaringsværdige bygninger i landets kommuner. Disse diskuteres efterfølgende i forhold til renoveringer set i et klimaperspektiv. Afslutningsvis beskrives de karakteristika, der knytter sig til boligbyggerier fra 1930 til 1975, som er den periode, kortlægningen har fokus på.

- **3. kapitel: Reduktion af klimabelastning ved renoveringer**

I forlængelse af det foregående kapitel om bevaringsværdige bygninger diskuteres renoveringer af denne type bygninger i et livcyklusperspektiv med særligt fokus på byggematerialers indlejrede CO₂-aftryk. Afslutningsvis peges på potentialerne for en reduktion af klimabelastningen i denne type af renoveringer.

- **4. kapitel: Afsøgning af nye produktmuligheder**

Med udgangspunkt i kortlægningens to workshops med inviterede interessenter præsenteres her et katalog af principper for udviklingen af nye produkter inddelt efter de arkitektoniske elementer: vinduer, døre, tag, facade, altaner, aptering og skorstene. Hvert af de syv elementer præsenteres ud fra den samme matrix, der først præsenterer de karakteristiske bevaringsværdier for elementet og de overordnede problematikker i forhold til klimahensynet. Derefter beskrives udfordringerne ved renoveringer af elementet samt behovet for nye muligheder og løsninger. Til slut udpeges en række inspirerende eksempler.

- **5. kapitel: Perspektivering for en kommercielt drevet innovation**

Dette afsluttende kapitel peger mod den fremtidige udvikling af feltet, og hvordan kortlægningen kan bidrage til nye måder at udvikle innovative løsninger på og dermed nytænke dagens marked for klimavenlige produkter til renovering af projekter med forskellige grader af arkitektonisk kvalitet/bevaringsværdi.

Hvert af de fem kapitler kan i princippet læses som selvstændige afsnit. Dog vil vi anbefale at læse introduktionen, inden man læser de øvrige afsnit, da den giver en baggrund for at forstå struktureringen af selve kortlægningen og dermed sammenhængen på tværs af rapporten.



Indhold

Læsevejledning.....	6
Kapitel 1 – INTRODUKTION TIL KORTLÆGNINGEN	9
Formål og baggrund for kortlægningen.....	10
Projektdeltagere og faglige sparringspartere.....	10
Kortlægningens struktur og metode.....	11
Kapitel 2 – BEVARINGSVÆRDIGE BYGNINGER	14
Arkitektonisk kvalitet og bevaringsværdi	15
Hvordan udpeges bygninger med bevaringsværdier, og hvilke udfordringer knytter sig til det?	15
Metode til vurdering af bevaringsværdier	16
Bevaringsværdier og renovering i et klimaperspektiv	17
Bygningsmassen – beskrivelse af de tre typiske typologier fra perioden.....	18
Kapitel 3 – REDUKTION AF KLIMABELASTNING VED RENOVERINGER	20
Energirenovering set i et livscyklusperspektiv	21
Byggematerialers indlejrede CO ₂ -aftryk	22
Potentialerne for reduktion af klimabelastningen ved renoveringer af bevaringsværdige bygninger.....	23



Kapitel 4 – AFSØGNING AF NYE PRODUKTMULIGHEDER	24
Introduktion til afsøgningen	25
Vinduer	26
Døre	30
Tag.....	33
Facade.....	37
Altaner	41
Aptering.....	44
Skorstene.....	46
Kapitel 5 – PERSPEKTIVERING FOR EN KOMMERCIELT DREVET INNOVATION	48
Introduktion til perspektivering.....	49
Vision for et nyt klima for bygningsskulptur	49
Principper for innovation.....	51
Innovationsudfordringer	53
Muligt løft af den samlede innovationskæde	54



- **Formål og baggrund for kortlægningen**
- **Projektdeltagere og faglige sparringspartnere**
- **Kortlægningens struktur og metode**



Kapitel 1

Introduktion til kortlægningen

Formål og baggrund for kortlægningen

Kortlægningen i denne rapport er en del af et modningsprojekt for Realdanias indsatsområde Bygningskultur og Klima, der skal skabe overblik over mulighederne for, at arbejdet med at udvikle og bevare bygningskultur kan bidrage til at mindske klimabelastningen inden for byggeriet.

Omdrejningspunktet for kortlægningen er at belyse, om der er et konkret behov for udviklingen af nye byggeprodukter og -materialer til renoveringer, der både reducerer bygningens klimabelastning og fastholder eller styrker bygningernes arkitektoniske kvaliteter. Omdrejningspunktet for denne undersøgelse er et særligt fokus på modernistiske boligejendomme opført mellem 1930 og 1975, da disse vurderes at udgøre en betydelig procentdel af den bygningsmasse, som står over for gennemgribende renoveringer i de kommende år.

Kortlægningen skal ses i forlængelse af projektet Bygningskultur og Klima – undersøgelser af eksisterende viden om livscyklusvurderinger og bevaringsværdier, hvor Realdania bad forskere fra Aarhus Universitet og Arkitektskolen Aarhus om at se på potentialerne for at renovere bevaringsværdige bygninger. Her var en af konklusionerne, at det i et livscyklusperspektiv er mere ressourcebesparende at bevare og renovere end at rive ned og bygge nyt¹. Disse beregninger forholder sig dog ikke til kvaliteten og omfanget af de ændringer, der skal udføres. Der er derfor behov for en kortlægning af behovet for nye løsninger og produkttyper inden for byggeriet, der både har fokus på reduktion af klimabelastningen i et livscyklusperspektiv og en fastholdelse og styrkelse af bevaringsværdige bygningers arkitektoniske kvaliteter.

Kortlægningen er udført ud fra et kommissorium udviklet af Realdania, som peger på de følgende tre delelementer af undersøgelse:

- Overblik over eksisterende viden med særligt fokus på bevaringsværdier og arkitektoniske kvaliteter.
- Udviklingen af en workshopproces, hvor interessenter fra byggeriet bidrager til udarbejdelsen af en oversigt over de udfordringer, man møder, når man skal renovere og fastholde bevaringsværdier og mindske klimaaftryk. Med udgangs-

punkt heri udpeges mangler i markedet og potentialer for en fremtidig udvikling af feltet.

- Skitse til, hvordan man fremadrettet kan udvikle feltet og sikre nye produkter på markedet, der reducerer bygningernes klimaaftryk og fastholder den arkitektoniske kvalitet.

Projektdeltagere og faglige sparringspartnere

Kortlægningen er udført som rekvireret forskning, hvor Realdania har bestilt undersøgelsen af et til anledningen sammensat team bestående af forskere fra CINARK Center for Industriel Arkitektur på Det Kongelige Akademi og rådgivningsvirksomheden Smith Innovation. Derudover har Jannie Rosenberg Bendsen været tilknyttet som fagekspert inden for bevaringsværdi.

For at udnytte de forskellige faglige kompetencer i projektgruppen bedst muligt har de forskellige delelementer af undersøgelsen været fordelt mellem gruppens medlemmer ud fra følgende model:

- **Center for Industriel Arkitektur / Institut for Bygningskunst og Teknologi**
Natalie Mossin, institutleder, arkitekt
 Har fungeret som den overordnede projektleder med ansvaret for projektets økonomi og dialogen med Realdania.
Ulrik Stylsvig Madsen, lektor, arkitekt / ph.d.
 Har haft ansvaret for en løbende kvalitetssikring af projekt samt redigeringen af den endelige rapport. Primær skribent på rapportens introduktion samt kapitel 3 om reduktionen af klimabelastningen ved renoveringer.
Henriette Ejstrup, adjunkt, arkitekt / ph.d.
 Er sammen med Jannie Rosenberg Bendsen kortlægningens særlige ekspert inden for bevaringsværdier. Har udover at bidrage til kvalitetssikringen af hele projektet været medskribent på kapitel 2 om bevaringsværdige bygninger samt afsnittene om bevaringsværdier i kapitel 4.
- **Smith Innovation**
 er en tværfaglig rådgivningsvirksomhed med speciale i at skabe udvikling i byggeriet og omsætte branche- og samfundsrelaterede udfordringer til nye indsatsområder og forretningsmuligheder. Smith har mangeårig erfaring med

¹ Steffen Petersen m.fl., Bygningskultur og Klima – undersøgelser af eksisterende viden om livscyklusvurderinger og bevaringsværdier, Realdania 2021, pp 108-111



facilitering af workshops på tværs af fagligheder samt formulering af udviklingsprogrammer med særligt fokus på den virksomhedsdrevne innovation. I projektet har Smith haft ansvaret for tilrettelæggelse og facilitering af de to workshops herunder kortlægningen og udvælgelsen af interessenter.

Smith har været primær skribent på kapitel 4 og 5.

Fra Smith har følgende personer bidraget:

Marcus Frostholt, konsulent, sociolog

Mie Wittenburg, seniorkonsulent, geograf

Simone Kongsbak, partner, civilingeniør

Mikkel Thomassen, partner, ph.d.

- **Ekstern fagspecialist**

Jannie Rosenberg Bendsen,

fagspecialist, arkitekturhistoriker / ph.d.

Har været kortlægningens ekspert i kulturhistorie og bevaringsværdier og har udover at bidrage til den generelle kvalitets sikring af dette felt været skribent på kapitel 2 og afsnittene om bevaringsværdi i kapitel 4 sammen med Henriette Ejstrup.

Udover projektgruppen har en bred vifte af interessenter fra byggeriet bidraget til kortlægningen. Udvalgte af disse vil blive introduceret i de kommende afsnit.

Endelig har materialet været gennemlæst af to fagfæller for at sikre kvaliteten og relevansen af materialet. Disse har været Nina Koch-Ørvad, projektchef i Værdibyg og Michael H. Nielsen, konsulent og tidligere direktør i Dansk Byggeri.

Kortlægningens struktur og metode

Som det allerede fremgår af de tidligere afsnit, består kortlægningen bag denne rapport af forskellige typer af undersøgelser, som tilsammen udgør materialet. Vi vil i dette afsnit gennemgå strukturen for kortlægningen og de metodeovervejelser, som knytter sig til de forskellige dele af kortlægningen. Overordnet kan man inddele kortlægningen i tre hoveddele, som bygger på forskellige typer af dataindsamling og videnshåndtering:

- Kortlægning af eksisterende viden inden for bevaringsværdi
- Materiale genereret gennem workshops med interessenter
- Udarbejdelse af visioner for den fremtidige udvikling af feltet

Kortlægning af eksisterende viden inden for bevaringsværdi

Den første undersøgelse i kortlægningen består af en redegørelse over den eksisterende viden og de lovmæssige rammer inden for arbejdet med bevaringsværdier i landets kommuner. Denne

undersøgelse er udført af projektets to fageksperter inden for feltet, der ud over dette også har beskrevet de karakteristiske træk ved de tre perioder: funktionalisme [1930-39], funktionel tradition [1940-59] og montagebyggeri [1960-75]. Disse tre perioder dækker de boligegendomme fra perioden 1930-1975, som er omdrejningspunktet for kortlægningen.

Materialet fra denne indledende del af projektet har været rammesættende for organiseringen af de efterfølgende workshops med interessenter. Her har den inddeling af en bygning i de syv arkitektoniske elementer: vinduer, døre, tag, facade, altaner, apering og skorstene, som vokser ud af SAVE-metoden, skabt rammen for organiseringen af diskussionerne i de to workshops. Kortlægningen af den eksisterende viden og beskrivelsen af de karakteristiske træk ved boligegendomme fra de tre perioder er desuden blevet præsenteret på den første af de to workshops og har dermed skabt rammen om de efterfølgende diskussioner i workshoppen.

Udvælgelse af interessenter til workshops

Udgangspunktet for kortlægningen har været at samle interessenter fra byggeriet og få deres bud på, hvilke produkter markedet har i dag, samt hvilke produkter der er behov for fremadrettet at udvikle, hvis man skal reducere klimapåvirkningen gennem renoveringer, samtidig med at man fastholder eller styrker bygningernes bevaringsværdige træk og arkitektoniske kvalitet.

I udvælgelsen af interessenterne er der lagt vægt på at udvælge repræsentanter fra de dele af byggeriets værdikæde, som i deres daglige virke administrerer og udvælger løsninger til renoveringssager. Producenter og leverandører af løsninger er tænkt ind i Realdanias modningsprojekt i andet led og som målgruppe for en indsats, der søger at støtte udviklingen af nye klimavenlige produkter til renovering af den pågældende bygningsmasse. Fokus har været på at kortlægge efterspørgslen efter nye løsninger og nye muligheder med input fra beslutningstagere, som repræsenterer følgende placering i byggeriets værdikæde:

- Bygherre – privat og almen
- Rådgiver – ingeniør og arkitekt
- Entreprenør
- Forskning
- Kommune – byggesagsbehandling
- Ekspertviden om marked og producenter



Dette har ført til den følgende deltagerliste for kortlægningens to workshops:

- Martin Vraa Nielsen, ledende bæredygtighedskonsulent, Henning Larsen Arkitekter
- David Ploug, partner, JJW Arkitekter
- Lars Persson, tilbudschef, NCC
- Emilie Westergaard Folkersen, byggesagsbehandler, Frederiksberg Kommune
- John Skovmand Thomsen, teknisk chef, Grundejernes Investeringsfond
- Olaf Bruun Jørgensen, markedsansvarlig, Dansk Energy Management
- Sara Weis, projektleder, Fsb
- Tina Refsgaard, projektleder, Fsb
- Pernille Egelund Johansen, seniorprojektleder, KAB

Udover de inviterede interessenter har hele projektgruppen deltaget i begge workshops sammen med projektchef Thomas Brogren og projektchef Vera Noldus fra kortlægningens opdragsgiver Realdania.

Opbygning af de to workshops

Opgaven med at udvikle og afvikle kortlægningens to workshops har ligget hos Smith Innovation. De to workshops har været afholdt som halvdagsarrangementer med 14 dages mellemrum. På begge workshops deltog den samme gruppe af interessenter, hvor de arbejdede med følgende problematikker:

- **Workshop 1**
Her var fokus på at identificere de udfordringer, branchen står overfor, når en renovering skal balancere hensynet til bevaringsværdier og klimabelastning (indlejret CO₂ og driftsbesparelse) samt kortlægge, hvilke løsninger der er de gængse i markedet i dag.
- **Workshop 2**
Her arbejdede interessenterne med at kvalificere de identificerede udfordringer og løsninger for herved at pege på mangler i markedet og behovet for nye løsninger / produkter.

Begge workshops er bygget op efter det samme format, hvor deltagerne efter en kort introduktion blev inddelt i tre grupper, som hver har arbejdet med 2-3 af de syv arkitektoniske elementer: vinduer, døre, tag, facade, altaner, aptering og skorstene. De tre grupper har været sammensat, så de repræsenterede så

bredt et fagligt felt som muligt. I hver gruppe har der desuden været en repræsentant for projektgruppen. Ved afslutningen af hver workshop er materialet fra de tre grupper fremlagt i plenum til fælles diskussion og kvalificering.

Opsamling af materialet fra de to workshops

I arbejdet med kortlægningen ved de to workshops har de tre grupper brugt post-it-notes til at generere deres materiale. Dette har gjort det enkelt at indsamle et meget omfangsrigt materiale fra de to workshops, som sammenholdt med noter fra projektgruppens deltagere har gjort det muligt at kortlægge den store bredde af inputs i diskussionerne.

Materialet er efterfølgende organiseret efter den samme skabelon for hvert af de syv arkitektoniske elementer, som først præsenterer de karakteristiske bevaringsværdier for elementet og de overordnede problematikker i forhold til klimahensynet. Derefter beskrives udfordringerne ved renoveringer af elementet samt behovet for nye muligheder og løsninger. Til slut udpeges en række inspirerende eksempler.

Materialet fra de to workshops præsenteres i rapportens kapitel 3, som skal læses som en slags åbent katalog over de mange inputs og ideer, som blev genereret af de inviterede interessenter. Det har her været ambitionen at være så tro som muligt over for det materiale, som er blevet generet. Materialet er dog blev udbygget og perspektiveret under udarbejdelsen af rapporten. Materialet repræsenterer en meget stor bredde i forhold til det at udvikle nye produkter til renovering af bevaringsværdige bygninger med et særligt fokus på reduktion af klimapåvirkningerne i et livcyklusperspektiv. Nogle løsninger er radikale og vil derfor kun være aktuelle ved bygningerne med meget lav bevaringsværdi, hvorimod andre løsninger er mere nænsomme. Netop forholdet mellem disse forskellige strategier vil være omdrejningspunktet for de næste afsnit af introduktionen.

Udarbejdelse af visioner for den fremtidige udvikling af feltet
Den sidste del af kortlægningen har til formål at perspektivere den fremtidige udvikling af feltet ved at beskrive en vision for fremtiden. Derudover er der beskrevet principper for at fremme kommercielt drevet innovation inden for markedet for produkter til renovering samt et bud på en række innovationsudfordringer, som skal løses af branchen. Afslutningsvis beskrives innovationsprocessen fra ide til marked med fokus på, hvilke indsats der skal fremmes i de enkelte faser for at understøtte en udvikling af feltet. Metoder og proces bygger på indsigter fra de to work-



shops suppleret med viden og metoder udviklet af Smith Innovation.

Metodens begrænsninger

Vi har i dette afsnit søgt at beskrive strukturen og metoden for kortlægningen på en klar og tydelig måde. Der har løbende været diskussioner af den valgte metodes muligheder og begrænsninger i projektgruppen, og vi vil her kort redegøre for nogle af de problematikker, som har været diskuteret:

- Vi har i vores udvælgelse af interessenter til kortlægningens workshops valgt ikke at have hele byggeriets værdikæde repræsenteret. Vi har kun fokuseret på de faggrupper, som står som aftagere af byggeprodukter og materialer. Havde vi haft produktionsleddet med, ville resultatet af kortlægningen sikkert have været anderledes. Her har rationalet været, at fokus har været på en diskussion af muligheder og ideer fra et aftagerperspektiv, som senere kunne modnes til egentlige produkter i byggeriet af produktindustrien.
- Kortlægningen rummer en meget stor mængde forskelligartede input samlet fra forskellige faggrupper. Her er det ikke muligt at aflæse, hvem afsenderen er på de forskellige udsagn. Som deltager i de to workshops må man derfor acceptere, at der er genereret materiale, som man ikke nødvendigvis er enig i. Her har fokus for undersøgelsen været at kortlægge bredden af feltet og derfor ikke kun gengive de input, som der kunne opnås konsensus om.
- Projektgruppen bag kortlægningen har været tværfaglig og har bestået af meget forskellige fagpersoner. Det betyder, at kortlægningen ikke taler med en entydig stemme, men derimod ud fra forskellige faglige positioner. Dette vil også være tydeligt, når man læser denne rapport. Vi har i introduktionen søgt at tydeliggøre, hvem der har været primære skribenter på hvert afsnit, så man ved, hvilken position der tales ud fra. Derudover har materialet været gennemlæst og kommenteret på tværs af gruppen for at sikre så sammenhængende et udsagn som muligt.



- **Arkitektonisk kvalitet og bevaringsværdier**
- **Hvordan udpeges bygninger med bevaringsværdier, og hvilke udfordringer knytter sig til det?**
- **Metode til vurdering af bevaringsværdier**
- **Bevaringsværdier og renovering i et klimaperspektiv**
- **Bygningsmassen – beskrivelse af de tre typiske typologier fra perioden**

Kapitel 2

Bevaringsværdige bygninger

Arkitektonisk kvalitet og bevaringsværdier

Omdrejningspunktet for diskussionerne i denne rapport er, hvordan bygninger med en høj arkitektonisk kvalitet og bevaringsværdier kan renoveres med særligt fokus på en reduktion af klimabelastningen. Derfor er det oplagt her kort at definere begrebet arkitektonisk kvalitet, og hvordan det knytter an til en bygningens bevaringsværdi.

Forskningscenteret CINARK ved Det Kongelige Akademi har gennem sit virke arbejdet med udviklingen af begrebet arkitektonisk kvalitet med særligt fokus på det industrielle byggeri. Arkitektonisk kvalitet er et komplekst begreb, som består af samspillet mellem flere elementer. Det særlige ved arkitekturen, og dermed dens kvalitet, er evnen til at skabe sammenhæng mellem forskellige bygningselementer, så bygningen opleves som et samlet arkitektonisk værk. En bygningens kvalitet vil derfor afspejle det overordnede arkitektoniske grebs evne til at samle bygningen til en aflæselig helhed. Centralt for forskningscentrets arbejde med arkitektonisk kvalitet har fokus været på forholdet mellem en bygningens egenskaber, dens sammenhængskraft og dens værdi. Begreberne defineres kort således:

Egenskaber

Et arkitektonisk værk består af en række bygningselementer, som hver har sine specifikke egenskaber, det vil sige dét, som karakteriserer elementet og dets måde at fungere på. Et elements arkitektoniske egenskaber skal forstås som de kvaliteter, et element bidrager med, og som kan aflæses af en bruger, der er bekendt med værkets kulturelle forståelsesramme.

Sammenhængskraft

Sammenhængskraft er den kvalitet, som binder arkitekturværkets forskellige dele sammen, så det opleves som en samlet helhed. Sammenhængskraften etablerer en relation mellem de forskellige bygningselementers funktionelle, tekniske og æstetiske egenskaber.

Værdi

Værdi er den relative kvalitet, som en bruger tillægger arkitekturværkets egenskaber og sammenhængskraften imellem dem. Denne værdisætning kan både have form af brugs-, social, affektions-,

eller økonomisk værdi. Tilsammen udgør de det faktum, at bygningens kvaliteter bliver til en aktiv del af brugernes hverdagsliv.

Med udgangspunkt i de ovenstående definitioner af begrebet arkitektonisk kvalitet er forholdet mellem bygningens delkomponenter et vigtigt bindeled til en bygningens bevaringsværdi. Tesen er, at kvaliteten i arkitekturen opstår i et tæt samspil mellem disse begreber². Her spejler ideen om arkitektorens sammenhængskraft sig i måden, hvorpå bygningens bevaringsværdier beskrives. I følgende afsnit udredes det, hvorledes en bygningens bevaringsværdi fastlægges med SAVE-værktøjet, som er et karaktersystem, der tager udgangspunkt i sammenhængen mellem bygningens del og helhed. En bygning af høj bevaringsværdi kendetegnes ved at fremstå med en stærk sammenhængende kvalitet og kulturel signifikans, hvorimod en bygning med lav bevaringsværdi har mere fragmenterede kvaliteter og signifikans. En bygningens arkitektoniske kvaliteter er derved tæt forbundet til dens bevaringsværdi.

Hvordan udpeges bygninger med bevaringsværdier, og hvilke udfordringer knytter sig til det?

Bygningsbevaring i Danmark bliver reguleret dels efter Lov om bygningsfredning og bevaring af bygninger og bymiljøer, i daglig tale kalder bygningsfredningsloven, dels efter Lov om planlægning, i daglig tale kaldet planloven. Varetagelsen af de fredede bygninger hører under kulturministeren, i praksis ved Center for Kulturarv under Slots- og Kulturstyrelsen. Planloven hører under erhvervsministeren, mens varetagelsen af bevaringsværdige bygninger hører under de enkelte kommuner. Kulturministeren kan dog godt udpege en bygning som bevaringsværdig, hvis bygningen ikke er omfattet af en kommunes planer eller vedtægter.

Ifølge planloven er det kommunerne, der står for udpegning af værdifulde og bevaringsværdige kulturmiljøer i både by- og landområder, herunder enkeltbygninger.³ I bygningsfredningsloven fremgår det af kapitel 5, at "en bygning er bevaringsværdig, jf. § 16, stk. 1, nr. 7, når den er optaget som bevaringsværdig i en kommuneplan eller omfattet af et forbud mod nedrivning i en lokalplan eller byplanvedtægt, jf. planlovens § 15, stk. 2, nr. 14."⁴

² Anne Beim, Kasper Sánchez Vibæk & Thomas Ryborg Jørgensen, Arkitektonisk kvalitet & industrielle byggesystemer, CINARK, pp. 22-24

³ www.retsinformation.dk/eli/ta/2020/1157

⁴ www.retsinformation.dk/eli/ta/2020/1157

⁵ www.retsinformation.dk/eli/ta/2018/219



Slots- og Kulturstyrelsens database over fredede og bevaringsværdige bygninger (FBB) indeholder oplysninger om ca. 7.000 fredede bygninger og ca. 350.000 bygninger, som har fået vurderet deres bevaringsværdi af landets kommuner. Slots- og Kulturstyrelsen er fredningsmyndighed og registrerer oplysninger om de fredede bygninger i FBB. Kommunerne er ansvarlige for at registrere de bevaringsværdige bygninger i deres kommune og indføre dem i FBB.⁵

De bevaringsværdige bygninger udgør en væsentlig del af den danske arkitektur- og kulturarv. En kommune kan udpege en bygning som bevaringsværdig, hvis den har nogle særlige arkitektoniske eller byggetekniske kvaliteter, som anses for bevaringsværdige, og som har en lokal eller regional betydning. I modsætning til fredede bygninger er det kun den ydre del af en bygning, der kan udpeges som bevaringsværdig. Når en bygning er udpeget som bevaringsværdig, må der ikke foretages bygningsarbejder på facaden uden forudgående tilladelse fra kommunen. Bygningen må heller ikke nedrives uden tilladelse fra kommunalbestyrelsen. I forbindelse med byggesager på facaden vil kommunen kunne stille betingelser til ejeren om materialer, bygningskomponenter og udformning af tilføjelser, så arbejderne kommer til at understøtte de værdier, som er beskrevet og udpeget eventuelt via SAVE. Samtidig har lokale bevaringsudvalg og i visse tilfælde kulturministeren mulighed for at yde økonomisk støtte til bygningsarbejder på bevaringsværdige bygninger.⁶

Metode til vurdering af bevaringsværdier

I Danmark anvender man SAVE-metoden til at vurdere, om en bygning er bevaringsværdig. SAVE er en forkortelse for Survey of Architectural Values in the Environment og er en metode til at kortlægge og registrere bevaringsværdier i byer og bygninger. Systemet blev udviklet i Planstyrelsen i slutningen af 1980'erne. SAVE-metoden er grundlaget for FFB-databasen over fredede og bevaringsværdige bygninger og dannede udgangspunkt for udviklingen af systemet til at vurdere fredningsværdige bygninger i forbindelse med Fredningsgennemgangen fra 2010-2017, hvor

en stor del af de fredede bygninger fik beskrevet deres fredningsværdier.⁷

SAVE-metoden bygger på fem forskellige parametre, hvor man ved en hurtig screening af bygningens facader vurderer dens:

1. arkitektoniske værdi
2. kulturhistoriske værdi
3. miljømæssige værdi
4. originalitet
5. tilstand

[1] Under arkitektonisk værdi kigger man på bygningens proportioner, facaderytme, arkitektonisk bearbejdningsgrad og samspillet mellem form, materialevirkning og funktion. Det er ligeledes vigtigt at vurdere, om bygningen i den lokale sammenhæng er et fornemt/godt, middelmådigt eller mindre heldigt eksemplar af en given bygningstype.⁸

[2] Under kulturhistorisk værdi kigger man på flere elementer. For det første skal man vurdere, om bygningen er en manifestation af den lokale byggeskik, om den er repræsentant for en særlig stilperiode, og om den er udtryk for særlig håndværksmæssig formåen. Der skal også tages hensyn til bygningens sjældenhed inden for den kommunale grænse. For det andet skal man vurdere, om bygningen afspejler tekniske innovationer i konstruktion og materiale-mæssig henseende. For det tredje kan bygningen være et eksempel på en bestemt samfundsgruppes boligtype.⁹

[3] Under miljømæssig værdi skal man vurdere bygningens betydning for de tilstødende bygninger og for helheden eller anlægget. Man ser ligeledes på, hvordan bygningen er placeret og tilpasset landskabet, husrækken, gadebilledet eller det miljø, den er en del af.¹⁰

[4] Ved vurderingen af originalitet skal man forholde sig til, i hvor høj grad bygningens oprindelige udtryk er bevaret, eller om det helhedsindtryk, som man har søgt at skabe ved en eventuel større ombygning fremstår originalt.¹¹

⁵ www.slks.dk/omraader/kulturarv/databaserne/fredede-og-bevaringsvaerdige-bygninger/

⁶ <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2018/219>

⁷ Jannie Rosenberg Bendsen og Mogens A. Morgen: Fredet. Bygningsfredning i Danmark 1918 til i dag (2019), p. 217

⁸ www.slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/fysisk_planlaegning/dokumenter/SAVE_vejledning.pdf

⁹ www.slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/fysisk_planlaegning/dokumenter/SAVE_vejledning.pdf

¹⁰ www.slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/fysisk_planlaegning/dokumenter/SAVE_vejledning.pdf

¹¹ www.slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/fysisk_planlaegning/dokumenter/SAVE_vejledning.pdf

[5] Under tilstand skal man vurdere, om bygningens almene, byggetekniske forhold fremstår uproblematisk, og om bygningen er vedligeholdt og fremstår uden synlige skader, fejl og mangler.¹²

Tilsammen giver de en bevaringsværdi, som udtrykkes med en karakter på en skala, der går fra 1 til 9. 1 er den højeste værdi, og 9 er den laveste. Generelt regnes karaktererne 1-3 som høj værdi, 4-6 som middel værdi og 7-9 som lav værdi.¹³

Efter udviklingen af SAVE-metoden begyndte Planstyrelsen i 1987 en frivillig kommunevis kortlægning af bevaringsværdier i bygninger og bymiljøer for at give kommunale politikere og planlæggere et bedre beslutningsgrundlag for bygningsbevaring, når de skulle formulere og gennemføre en lokal bevaringspolitik. SAVE-metoden benyttes stadigvæk i kommunal sammenhæng primært i forbindelse med udpegning af bevaringsværdige bygninger, og metoden blev senest opdateret i 2011 i sin fjerde udgave af den daværende Kulturstyrelse.¹⁴

I første omgang blev de bevaringsværdige bygninger og miljøer beskrevet i de såkaldte kommuneatlaser, derefter i kulturmiljøatlaser og til sidst i kulturarvsatlaser. Disse indeholder en beskrivelse af den pågældende kommunes vigtigste kulturmiljøer samt af bebyggede strukturer og/eller enkeltbygninger opført 1940. Oplysningerne er siden af nogle kommuner lagt i FBB. Hvilke arkitektoniske elementer rummer ofte bevaringsværdier? Når en bygnings arkitektoniske kvaliteter skal kortlægges og vurderes med SAVE, kigges der på bestemte arkitektoniske elementer på facaden. Typisk for nærværende periode vil følgende elementer være af interesse:

- Vinduer
- Døre
- Altan/karnapper
- Tag/Skorstene
- Facader [murværk, fuger, fundament, sålbænke o.l.]
- Apterier [belysning, skilte, bislag]

Disse elementer vurderes ud fra, om de fremstår originale eller er nye, i hvilken grad elementerne svarer til eller er tilpasset bygningens form, funktion, proportioner og facaderytmer, og om bygningens håndværks- og materialemæssige bearbejdning understøtter disse. Derudover kan kulturhistoriske værdier fra bygningens oprindelse eller særlige, senere tilkommende tilføjelser være vigtige for at opretholde bygningens bevaringsværdier. Dette kan fx komme til udtryk i håndværksmæssig formåen og udførsel, konstruktioner, materialer eller aptering, som er innovative eller særlige for bygningens opførelsestidspunkt.¹⁵

Bevaringsværdier og renovering i et klimaperspektiv

Bevaringsværdige bygninger klassificeres efter den tildelte karakter fra 1-9, hvor bygninger med karaktererne 5-9 har meget få bevaringsværdier, og hvor bygningens arkitektoniske kvaliteter vil knytte sig til enkelte elementer, mens 1-3 vil have mange kvaliteter, der vil fremstå med en stærk sammenhængskraft som en samlet helhed. I en renoveringssituation vil der således være meget stor forskel på, hvilke indgreb man kan foretage. Bygningsmassen med karaktererne [4] 5-9 vil kunne renoveres langt mere radikalt end dem med karaktererne 1-3 [4]. Hvor snittet lægges vil afhænge dels af den konkrete bygnings bevaringsværdier – altså hvilke elementer, de er knyttet til, hvordan bygningen fremstår som en helhed, eller om den er en del af en helhed [kulturmiljø] – dels af kommunens samlede bygningsmasse. I sidste ende vil det således være op til en dialog mellem kommune, ejer og rådgiver, hvor store indgreb den enkelte bygning kan bære.

Dette skel mellem karaktergrupperingerne kunne være grundlaget for et forhandlingsrum, hvor bygninger med karaktererne 1-3 bevares i henhold til bygningens arkitektoniske kvalitet i et helhedsperspektiv, mens bygningerne med lavere karakterer differentieres i sagsbehandlingen, hvor udgangspunktet i stedet er delelementernes arkitektoniske kvaliteter, som kan være understøttende for renoveringstiltag, hvorved eksisterende arkitektoniske kvaliteter kan videreudvikles, eller nye kan opstå.

¹² www.slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/fysisk_planlaegning/dokumenter/SAVE_vejledning.pdf

¹³ Jannie Rosenberg Bendsen og Mogens A. Morgen: Fredet. Bygningsfredning i Danmark 1918 til i dag [2019], p. 217.

¹⁴ Jannie Rosenberg Bendsen og Mogens A. Morgen: Fredet. Bygningsfredning i Danmark 1918 til i dag [2019], p. 217 og www.slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/fysisk_planlaegning/dokumenter/SAVE_vejledning.pdf.

¹⁵ www.slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/fysisk_planlaegning/dokumenter/SAVE_vejledning.pdf



Perspektiver og udfordringer

Udfordringen med SAVE-systemet og ikke mindst FBB er, at langt størstedelen af bygninger opført efter 1940 ikke er blevet registreret hverken ved udarbejdelsen af de første kommuneatlusser eller efterfølgende. Dermed er ikke alle bevaringsværdige bygninger endnu registreret eller omfattet af planlægning eller regulering. Der findes således ikke et overblik over eller tal på, hvor mange bevaringsværdige bygninger der reelt er i Danmark. I kommunerne er der meget stor forskel på, hvordan man håndterer den manglende SAVE-registrering. Nogle kommuner vurderer bevaringsværdier løbende, når der for eksempel kommer en ansøgning om byggearbejder. Andre kommuner vurderer et område eller kvarter ad gangen, for eksempel når der skal udarbejdes en lokalplan, eller hvis man har fået mange ansøgninger om byggearbejder, der er i modstrid med bygningernes bevaringsværdier. En større del af kommunerne udarbejder ikke bevaringsværdier for nyere tids kulturarv, hvilket afstedkommer bygningsarbejder, der modstrider bygningens eksisterende kvaliteter. De kommuner, der udarbejder SAVE-registrering for større områder ad gangen, vurderer ofte, at det mindsker arbejdsbyrden, når byggesagerne skal behandles. Desuden får kommunen derved lettere ved at sammenligne de forskellige bygningers bevaringsværdier.

Derudover findes der kommunalt stor variation på, hvilke karakterer en given bygnings[type] bliver givet, da det vurderes ud fra en samlet betragtning af kommunens bygningsmasse. Derved kan to bygninger af samme typologi og i samme stand have fået tildelt forskellige karakterer fra en kommune til en anden. En bygning, der i en given kommune får karakteren 1, vil måske få karakteren 4 i en anden kommune, fordi man der kan have flere og bedre eksempler på lige præcis den type bygninger. Denne forskel kræver en særlig indsigt for brugeren, hvilket gør, at vurderingssystemets præmisser kan være svære at afkode for udenforstående.

Bygningsmassen – beskrivelse af de tre typiske typologier fra perioden

Perioden 1930 til 1975 dækker i dansk arkitekturhistorie over en væsentlig periode, dels fordi der blev opført en stor del af den samlede danske bygningsmasse, dels fordi det arkitektoniske formsprog ændrede sig markant fra tidligere perioder. En stor del af etagebyggeriet fra perioden 1930-1975 er alment boligbyggeri, hvoraf størstedelen ikke er SAVE-vurderet. Landsbyggefonden og Slots- og Kulturstyrelsen har gennemgået en stor del af bygningsmassen og beskrevet bevaringsværdierne i, hvad man vurderer er de 30 bedste bebyggelser¹⁶. Kun en meget lille del af det privatopførte byggeri er fredet.

Perioden kan opdeles i tre hovedgrupper, hvoraf den ene kan underopdeles i to baseret på byggeteknik:

Funktionalisme 1930-1939

Funktionalismen udsprang af den internationale strømning modernisme og dækker over en dansk retning, hvor arkitekterne med udgangspunkt i traditionelle materialer og lokale byggetraditioner lod sig inspirere af de internationale tendenser. Enkelte arkitekter var meget direkte inspireret af den internationale modernisme med bygninger i beton eller pudsede facader, der skulle ligne beton, samt flade tage. Den overvejende del af bygningsmassen er imidlertid opført som traditionel teglstensarkitektur præget af modernismens rationelle og stringente formsprog med regulære, kubiske rum og stram geometri. På samme måde har bygningerne en særegen kunstnerisk bearbejdning af murfladerne, hvor stenenes farver, stik og reces danner et stærkt stilistisk udtryk¹⁷.

De funktionalistiske bebyggelser er overvejende opført som muret byggeri i brændt tegl og med kalkmørtel- eller cementfuger. Langt størstedelen af bygningerne er opført med massivt murede ydervægge opført på et in situ-støbt betonfundament, alternativt på et skifte af mursten. Etagedæk består typisk af træbjælkelag, mens jernbjælker kan være anvendt ved særlige

¹² www.slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/fysisk_planlaegning/dokumenter/SAVE_vejledning.pdf

¹³ Jannie Rosenberg Bendsen og Mogens A. Morgen: Fredet. Bygningsfredning i Danmark 1918 til i dag [2019], p. 217.

¹⁴ Jannie Rosenberg Bendsen og Mogens A. Morgen: Fredet. Bygningsfredning i Danmark 1918 til i dag [2019], p. 217 og www.slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/fysisk_planlaegning/dokumenter/SAVE_vejledning.pdf.

¹⁵ www.slks.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/fysisk_planlaegning/dokumenter/SAVE_vejledning.pdf.

¹⁶ Jannie Rosenberg Bendsen: Rammer for udvikling. Almene boligbebyggelsers bevaringsværdier [2017].

¹⁷ Knud Millech og Kay Fisker: Danske arkitekturstrømninger fra 1850-1950 [1951].

steder, hvor store laster skulle håndteres – eksempelvis karnapper eller altaner. Bærende indvendige skillevægge består af tegl, mens bræddevægge er anvendt som øvrige skillevægge¹⁸.

Eksempler:

Lagkagehuset [1929-30, København], Nordhavnsgården [1934-35, København], Storgården [1935, København], Klintegården [1936, 1938, Aarhus], Enighedslund [1938, Aalborg], Haunstrupgård [1936-37 samt 1941-42, København] og Klokkegården [1938-39, København].

Den funktionelle tradition 1940-1959

Den funktionelle tradition ligner på mange måder funktionalismen, både hvad angår materialer, konstruktioner og formsprog med den undtagelse, at nye konstruktionstyper og materialer hyppigere blev anvendt, især i slutningen af perioden. Under Anden Verdenskrig fremstod byggeriet meget traditionelt med udgangspunkt i tegl og træ på grund af mangel på materialer. Det arkitektoniske udtryk var en stram tolkning af et traditionelt formsprog, som fx sadeltag, mens 'nye' elementer som karnapper og altaner, som introduceredes i 1930'erne, i stigende grad blev anvendt. Fuldmurede ydervægge er stadig at finde i denne periode, mens hulmurskonstruktioner nu også anvendes jævnligt – i nogle tilfælde med isolering i hulmuren. Fundamenter er i overvejende grad af beton, og i få tilfælde ses mursten. Tagkonstruktionen er ofte teglhængt sadeltag, mens beklædnings typer som tagpap, eternitskifer eller -plader er hyppigt anvendt særligt ved tagkonstruktioner med meget lave hældninger. Pladevægge begynder at supplere bræddevæggene som indvendige skillevægge, mens bærende elementer stadig er tegl¹⁹.

Eksempler:

Bispeparken [1940-41, København], Brøndbyparken [1949-54, Brøndby], Bredalsparken [1949-50, Hvidovre], Højstrupparken [1949-53, Odense], Høje Søborg [1951, Søborg], Nærumvænge [1949-61, Nærum], og Uffesvej [1953, Aarhus].

Montagebyggeri 1960-1974

Det industrialiserede montagebyggeri har sit udspring i 1950'erne, hvor Bellahøjhusene var den første større danske boligbebyggelse, der blev opført med fabriksfremstillede elementer og utraditionelle materialer, primært beton. Inspireret af den internationale modernisme efter Anden Verdenskrig bliver byggeriet i højere grad end tidligere mere rationelt, funktionelt og kubisk. På baggrund af boligpolitikken blev den industrielle masseproduktion af blandt andet betonelementer for alvor udrullet i 1960'erne, og byggeriet krævede typisk brug af kraner på byggepladserne, hvor man hejste elementer ind på den tiltænkte plads. Af samme årsag benævnes en del af denne arkitektur for kranforsbyggeri. Byggeri fra perioden er kendetegnet ved hyppig brug af jernbetonelementer i facaderne, mens pladematerialer af forskellig karakter, fx fibercement, er anvendt som beklædning. Enkelte steder ses skærmtegl. Indvendige skillevægge er pladebeklædt træskelet eller betonelementer. Isolering kan forekomme og vil typisk bestå af 70-90mm mineraluld i henhold til daværende bygningsreglement. 1970'ernes byggeri var påvirket af en stigende kritik af kranforsbyggeriets ensartede og monotone arkitektoniske udtryk, og selv om byggeriet er opført som elementbyggeri gik man væk fra kranforsbyggeriet og udviklede mere organiske bygningskroppe²⁰.

Eksempler:

Bellahøjbebyggelsen [1951-57, København], Høje Gladsaxe [1962-68, Gladsaxe], Farum Midtpunkt [1970-74, Farum] og Hyldebjergvej [1974-75, Albertslund] og Gellerup [1968-72, Aarhus].

¹⁸ Steffen Petersen, Jacob Daugaard Buhl, Louise Østergaard Pedersen, Birgitte Tanderup Eybye, Henriette Ejstrup Andersen, Mette Boisen Lyhne, Mogens A. Morgen, og Nina Ventzel Riis. Bygningskultur og Klima: Undersøgelser af eksisterende viden om livscyklusvurderinger og bevaringsværdier. Realdania, 2021.

¹⁹ Steffen Petersen, Jacob Daugaard Buhl, Louise Østergaard Pedersen, Birgitte Tanderup Eybye, Henriette Ejstrup Andersen, Mette Boisen Lyhne, Mogens A. Morgen, og Nina Ventzel Riis. Bygningskultur og Klima: Undersøgelser af eksisterende viden om livscyklusvurderinger og bevaringsværdier. Realdania, 2021.

²⁰ Steffen Petersen, Jacob Daugaard Buhl, Louise Østergaard Pedersen, Birgitte Tanderup Eybye, Henriette Ejstrup Andersen, Mette Boisen Lyhne, Mogens A. Morgen, og Nina Ventzel Riis. Bygningskultur og Klima: Undersøgelser af eksisterende viden om livscyklusvurderinger og bevaringsværdier. Realdania, 2021.



- **Energirenovering set i et livscyklusperspektiv**
- **Byggematerialers indlejrede CO2-aftryk**
- **Potentialerne for reduktion af klimabelastningen ved renoveringer af bevaringsværdige bygninger**

Kapitel 3

Reduktion af klimabelastning ved renoveringer

Energirenovering set i et livscyklusperspektiv

Når vi ser på bygningsmassen fra 1930 til 1975, er det ganske få byggerier, der ikke enten har stået eller står overfor at skulle gennemgå større, gennemgribende renoveringer. Sigtet med disse er ofte en kombination af flere tiltag, der knytter sig til den løbende vedligeholdelse af bygningen og dermed en fastholdelse af dens kvaliteter og tiltag, som på sigt vil reducere bygningens energiforbrug til den løbende drift. I denne rapport vil vi rette et særligt fokus på de tiltag, som sigter på en energioptimering af bygningen og dermed yder et bidrag til at reducere klimabelastningen generelt inden for byggeriet.

Behov for at reducere klimabelastningen i byggeriet

De nyeste tal fra FN viser, at byggeriet i 2021 stod for 37% af verdens udledning af CO₂ fordelt med 27% fra bygningers drift og 10% fra selve byggebranchen²¹. Disse tal vurderes at være mindre end de forventede tal, da COVID 19-situationen har betydet en reduktion af aktiviteterne inden for byggeriet. Derfor kan der ikke være nogen tvivl om, at byggeriet og driften af vores bygningsmasse spiller en betydelig rolle i reduktionen af vores globale forbrug af CO₂ og dermed også en sikring af balancen i vores brug af ressourcer fra jordens økosystemer. I en dansk kontekst er der tradition for et markant fokus på reduktion af klimabelastning i driften af bygningsmassen. Det har betydet, at dagens nybyggeri skal leve op til meget høje krav om isolering og energieffektivitet. Her er det selvfølgelig oplagt at se på de eksisterende bygninger, som udgør den langt største del af vor bygningsmasse, og potentialerne i at opgradere disse bygningers energieffektivitet, så de bidrager til den samlede reduktion af klimabelastningen inden for byggeriet. Her har studier lavet af SBi i 2015 vist, at en gennemgribende renovering af en eksisterende bygning fra 1930-1980 kan opnå samme eller bedre klimabelastning end nybyggeri set i et livscyklusperspektiv²².

Energirenovering set i et livscyklusperspektiv

I arbejdet med en energirenovering af en eksisterende bygning er den største forskel fra nybyggeriet, at de materialer, som udgør bygningen, blev produceret for flere årtier siden og derfor ikke påvirker det klimaregnskab, som knytter sig til renoveringen. Man kan derfor sige, at de materialer, som er forankret i den eksisterende struktur, er gratis i forhold til det fremadrettede miljøregnskab.

Hvis man bliver i de økonomiske termer, kan man beskrive de indlejrede miljøpåvirkninger fra byggematerialerne i en renoveringssag som en investering i bygningens fremtidige klimaprofil. Her arbejdes der i det nævnte studie fra SBi med begrebet miljømæssig tilbagebetalingstid, der beskriver, hvor lang tid det vil tage, før de indlejrede miljøpåvirkninger ved energirenoveringen er tjent hjem gennem besparelser på miljøpåvirkningerne fra driften af bygningen²³. Denne måde at tænke energirenoveringen på som en investering af CO₂ [forankret i de anvendte materialer], som skal kunne tilbagebetales gennem en reduktion af CO₂ til driftsenergien fremadrettet, vil i denne rapport danne grundlaget for diskussionen af, hvordan man kan vurdere effekten af en energirenovering. I et livscyklusperspektiv ville dette betyde et særligt fokus på byggematerialernes indlejrede CO₂-aftryk. Hvis man kan reducere dette i en renoveringssag, vil den miljømæssige tilbagebetalingstid blive reduceret, og dermed vil man styrke det samlede CO₂-regnskab for bygningen. Umiddelbart lyder dette jo meget simpelt, men det er her vigtigt at have for øje, at regnskabet er mere komplekst og består af mange elementer. Det nytter ikke noget, at man opnår en kort tilbagebetalingstid med de valgte materialer, hvis den samlede levetid på bygningen reduceres gennem renoveringen. Der vil derfor altid være tale om en konkret afvejning af forskellige løsninger i hvert enkelt tilfælde.

Vi vil i det følgende afsnit argumentere for at se på de første faser af en LCA-beregning som en indikator for størrelsen af det indlejrede CO₂-aftryk ved forskellige mulige løsninger. Dette gør det muligt at diskutere klimapåvirkningen meget tidligt i designprocessen, hvor nogle af de grundlæggende valg træffes. Dette skal selvfølgelig ses som et supplement til og ikke en erstatning for en egentlig LCA-beregning senere i projekteringsfasen, der kan kortlægge løsningen i hele dens livscyklus. Her vil det også være muligt at bygge analysen på produktspecifikke EDP'er, som giver et mere udfoldet billede.

²¹ United Nations Environment Programme, 2021 Global Status Report for Buildings and Construction, p. 15

²² Freja Nygaard Rasmussen og Harpa Birgisdóttir, Livscyklusvurdering af større bygningsrenoveringer, 2015 Statens Byggeforskningsinstitut, pp. 42-43

²³ Freja Nygaard Rasmussen og Harpa Birgisdóttir, Livscyklusvurdering af større bygningsrenoveringer, 2015 Statens Byggeforskningsinstitut, p. 38



Byggematerialers indlejrede CO₂-aftryk

I arbejdet med livscyklusanalyser (LCA) ser man på en bygning og dens elementer i forhold til de fem faser: Produktfasen, byggeprocessen, brugsfasen, endt levetid og næste produkt-system (genanvendelsespotentialen). Hvis man skal se på den investering af CO₂, som en løsning repræsenterer, vil navnlig de to første faser være relevante. Dette forudsætter selvfølgelig, at den valgte løsning har en forventet levetid, som er kortere end dens miljømæssige tilbagebetalingstid, og ikke kræver meget ressourcebrug vedligeholdelse. Til at vurdere et byggematerialers indlejrede CO₂-aftryk har forskningscenteret CINARK på Det Kongelige Akademi udviklet Byggeriets Materialepyramide, som i en pyramideformet matrix opstiller byggematerialer efter deres

miljøaftryk fastlagt ud fra de første tre faser i byggematerialernes miljødeklaration (EPD) i den europæiske standard EN15804²⁴.

Pyramiden henter sin inspiration i den kendte madpyramide, som beskriver de fødevarer, vi kan indtage i store mængder, og dem, vi skal være mere tilbageholdende med. På den måde giver byggeriets materialepyramide en indikation af, hvilket miljøaftryk et givent materiale har, når det bygges ind i en given bygning. Pyramiden vil derfor kunne bruges som et værktøj i de indledende faser af planlægningen af en renoveringsopgave, inden man har data nok til at udarbejde en egentlig livscyklusanalyse. Her vil den give en idé om, hvilken type af investering af CO₂ en given løsning repræsenterer, og dermed også, hvilken miljømæssig



²⁴ <https://www.materialepyramiden.dk>

tilbagebetalingstid man skal forvente. Som sagt siger pyramiden ikke noget om materialernes forventede levetid og deres genanvendelsespotentialer. For at kortlægge dette skal man udføre en egentlig livscyklusanalyse. De enkelte materials egenskaber er dog ikke de eneste parametre, som man skal se på for at sikre en bygningskomponent lang levetid. Selve designet af komponenten eller bygningsdelen har også stor betydning for dens levetid, da dette definerer mulighederne for løbende at vedligeholde den og udskifte de delkomponenter, som har kortest levetid.

Pyramidens data kan bruges til at diskutere mulige løsninger ved at tydeliggøre de materialekategorier, som har meget lavt eller negativt CO₂-aftryk og derfor vil give en meget kort miljømæssig tilbagebetalingstid i en konkret renoveringssag. Ved at gøre dette tydeligt kan man i de tidlige faser af en renoveringssag afprøve løsninger med et lavt CO₂-aftryk og sammenligne dem med mere CO₂-forbrugende løsninger. På denne måde bliver bevidstheden om materials forskelle CO₂-belastning en integreret del af designprocessen, der selvfølgelig også skal tage højde for både bygningsens bevaringsværdi og dens samlede livscyklus.

Potentialerne for reduktion af klimabelastningen ved renoveringer af bevaringsværdige bygninger

Det foregående kapitel af denne rapport gennemgår rammerne for udpegnings af bevaringsværdige bygninger i Danmark og fastlæggelsen af deres bevaringsværdi. Her understreges det, at en renovering altid skal tage udgangspunkt i de eksisterende kvaliteter i en bygning og dermed en individuel vurdering fra projekt til projekt. Bevaringsværdierne klassificeres ud fra et karaktersystem, hvor 1-3 peger på mange bevaringsværdier og en bygning med en stærk sammenhængskraft, som fremstår som et helstøbt arkitektonisk udsagn. Byggerier med karakterne [4] 5-9 har derimod få bevaringsværdier, som oftest knytter sig til specifikke arkitektoniske elementer. Dette peger på forskellige typer af renoveringsstrategier ud fra bygningens iboende kvaliteter. Har bygningen lav bevaringsværdi, kan man gå mere radikalt til værks, end hvis den fremstår som et stærkt samlet arkitektonisk udsagn med høj bevaringsværdi. Dette åbner for en bred vifte af muligheder for at arbejde med potentialerne inden for reduktion af klimabelastningen i renoveringen af bevaringsværdige bygninger, fra meget nænsomme renoveringer til mere gennemgribende indgreb, som transformerer bygningen som helhed til et nyt arkitektonisk udsagn. Det er med andre ord i mødet mellem bygningens særlige bevaringsværdige elementer og analysen af


klimabelastningen ved forskellige løsningsmodeller i en renovering, at den optimale løsning for hvert enkelt projekt kan udvikles.

Design for adskillelse og løbende vedligehold (mikrorenoveringer)

Når man ser på byggerier fra perioden 1930 til 1975, repræsenterer de forskellige måder at tænke det at strukturere og opføre en bygning på: fra en håndværkstradition, hvor størstedelen af bygningen blev konstrueret on site af håndværkere, til en industriel produktion, hvor de enkelte bygningsdele blev produceret off site for til sidst at blive samlet på stedet. Indlejret i disse byggemetoder er også en forskellig forståelse af muligheden for løbende at vedligeholde de enkelte elementer. Her kan man måske lidt forsimplet sige, at mange håndværksløsninger åbner mulighed for en løbende udskiftning af de svageste dele af det enkelte bygningselement, hvorimod de industrielle elementer ofte er udført som et samlet element, hvor man ikke kan udskifte enkeltdele. Hvis man fremadrettet ønsker elementer, hvis levetid kan forlænges gennem mikrorenoveringer, hvor de svageste dele udskiftes, skal design for adskillelse indgå som et væsentligt designparameter. Hvis et element kan skilles ad, vil det både kunne renoveres løbende på en mere ressourceansvarlig måde, og de indlejrede materialer vil nemmere kunne genanvendes og indgå i nye sammenhænge, når produktets levetid slutter. Derfor er design for adskillelse et vigtigt parameter i udviklingen af bygningselementer fremadrettet både til renoveringsopgaver og til nybyggeriet.

Strategier for, hvor i renoveringssagen en klimareduktion giver mest mening

I udviklingen af en strategi for reduktion af klimabelastningen i en konkret byggesag er det vigtigt at fokusere på, hvor der er den største gevinst at hente. I dette regnskab er der nogle elementer, som vi ved har både stor betydning for reduktion af energiforbruget i driftsfasen og for materialeforbruget i renoveringsfasen. En efterisolering af facade og tag har for eksempel stor betydning for det fremtidige energiforbrug, men er også et indgreb, som kræver et stort forbrug af materialer. Her kunne der være en stor klimareduktion at hente i forhold til det valgte isoleringsmaterials CO₂-aftryk og brugen af den optimale mængde materiale. Vi vil i det kommende kapitels afsøgning af nye produktmuligheder kort redegøre for udfordringer og potentialer i forhold til en reduktion af klimaaftrykket i en renoveringssag for de forskellige arkitektoniske elementer/bygningsdele.

- 
- **Introduktion til afsøgningen**
 - **Vinduer**
 - **Døre**
 - **Tag**
 - **Facade**
 - **Altaner**
 - **Aptering**
 - **Skorstene**

Kapitel 4

Afsøgning af nye produktmuligheder

Introduktion til afsøgningen

Når der skal findes nye måder at klimareovere den modernistiske bygningsmasse, vil det være nødvendigt at se nærmere på både potentialet for at reducere bygningens klimabelastning og mulighedsrummet for at forny eller bevare de arkitektoniske kvaliteter.

På tværs af de arkitektoniske elementer og de enkelte tiltag er der en række udfordringer og potentialer, der går igen. Det drejer sig om:

- **Lavkarbon-materialer**

En klimareovering forudsætter, at den indlejrede CO₂ forbundet med fremstillingen af byggematerialerne bliver taget med i den samlede livscyklusbetragtning. Derfor er det naturligt at interessere sig for lavkarbon-materialer, som kan anvendes ved reoveringen af de modernistiske ejendomme. Dermed er der et potentiale for øget anvendelse og industriel fremstilling af biobaserede byggematerialer, som er kendetegnet ved lavt klimaaftryk.

- **Specialløsninger til standardpriser**

Når der i dag blive udviklet løsninger til de enkelte reoveringer under hensyntagen til bevaringsværdierne, er det ofte til høje priser og uden en systematisk tilgang til at vurdere løsningernes klimabelastning. Det rummer derfor en mulighed for at genskabe eller forny de bevaringsværdige detaljer gennem brug af nye produktionsteknologier som 3D-printteknologier, CNC-fræsning og anden robotteknologi. Herved er der potentiale for at opnå specialløsninger til samme pris som standardløsninger.

- **Design for adskillelse og mikroreovering**

Gennem tiden er de modernistiske bygninger løbende blevet vedligeholdt og reoveret. Det er ikke altid sket under hensyntagen til bevaringsværdierne – ligesom klimabelastningen er et nyt perspektiv, der erstatter det hidtidige fokus på energireoveringer. Når der installeres nye industrifremstillede byggekomponenter eller løsninger, skal de være designet til adskillelse, så muligheden for fremadrettede mikroreoveringer muliggøres, det vil sige, at man nemt skal kunne reparere og udskifte elementer af bygningsdelen.

- **CO₂-designværktøjer**

Bygningens samlede klimabelastning er en ny parameter, som får indflydelse på reoveringsstrategien i den enkelte bebyggelse. De eksisterende værktøjer til livscyklusanalyser er komplekse med høj detaljeringsgrad og er vanskelige at anvende til at informere designprocessen og de tidlige beslutninger. Dermed er der potentiale for udvikling af nye designværktøjer, som tydeliggør dels bygningens eksisterende klimabelastning og simulerer forskellige løsningers og materialevalgs potentiale for at forbedre klimaaftrykket efter reoveringen. Et element heri vil også være at kvalificere forskellige materials levetider og indflydelse på klimaaftrykket.

Bygningerne skal vurderes 1:1

Som det kendes fra metoden bag SAVE-registrering, bliver bevaringsvurderinger lavet ud fra en 1:1 vurdering af den enkelte bygning – dog med blik for den samlede bygningsmasse i kommunen. På samme måde sker energiscreeninger af ejendomme 1:1, da det er vanskeligt at generalisere. Samme behov ser vi, når der skal laves en vurdering af den enkelte bygnings klimabelastning og potentiale for at forbedre aftrykket. Det fører let til en krævende registrerings- og vurderingsproces forud for den enkelte reovering. Der er dermed potentiale for at udvikle individualiserede og intelligente vurderingsprocesser, som kombinerer bygningsarv og klimabelastning, og som kan simulere den fremtidige klimabelastning ved forskellige reoveringsscenarier.



VINDUER

- Bevaringsværdier



Funktionalisme - 1930-39

Oftest relativt store, typisk 1-lags glasruder kittet fast i smalle træ- eller jernrammer uden væsentlig profilering. I visse tilfælde opdelt i flere rammer fx med gående overvinduer og et fast undervindue. Dobbeltlags ventilationsvinduer, også kendt som russervinduer eller Gentoftvinduer, eller koblede rammer blev også anvendt. Flere tofarvede rammer. Der ses både sidehængte, tophængte og vippevinduer, der primært er udadgående.



Funktional tradition - 1940-59

1-lags vinduer og 2-lags koblede vinduer. Oftest relativt store, typisk 1-lags glasruder kittet fast i smalle træ- eller jernrammer uden væsentlig profilering. I visse tilfælde opdelt i flere rammer fx med gående overvinduer og et fast undervindue. I slutningen af perioden begynder de første termoruder at blive brugt – oftest en rude uden inddelinger. Enkelte tofarvede rammer, ellers primært én farve. Der ses både sidehængte, tophængte og vippevinduer, der primært er udadgående.



Montagebyggeri - 1960-75

2-lags termoruder i ensfarvede trærammer. Mange helt regulære vinduer uden inddelinger, både firkantede og rektangulære. Side- eller tophængte, der primært er udadgående.

Hensynet til klimaet ved vinduesrenoveringer

Udskiftning af vinduer til en ny energistandard er et af de elementer, som ofte indgår i en renovering med fokus på energioptimering, da det vil kunne reducere energien til driften af ejendommen. Her er det dog vigtigt, at man starter med at se på alternative løsninger, som repræsenterer en mindre investering af CO₂ indlejret i byggematerialerne. Input fra de afholdte workshops peger på, at hvis de eksisterende vinduer for eksempel renoveres og optimeres med forsatsrammer, vil dette være et langt mindre ressourcekrævende indgreb, hvor tilbagebetalingstiden i et livcyklusperspektiv er kortere. Såfremt man vælger at udskifte vinduet til et nyt energioptimeret produkt, der lever op til de nuværende lovgivningskrav om energiklasse A, skal det beregnes, hvor lang den miljømæssige tilbagebetalingstid vil være, og om den balancerer i forhold til det nye produkts levetid. På de afholdte workshops blev det også fremhævet, at udskiftningen af vinduerne bør ses i samspil med de øvrige muligheder for at lave efterisolering i den konkrete renovering. I nogle tilfælde vil der måske kunne opnås en bedre balance mellem den miljømæssige tilbagebetalingstid og levetiden på det ny tiltag et andet sted i bygningen. Beslutningen om udskiftning af vinduer skal ses i forhold til deres betydning for bygningens samlede arkitektoniske udtryk, hvor netop udformningen af vinduespartierne typisk spiller en central rolle. Dertil kommer vinduets indflydelse på komfort [indeklima] og betjeningsvenlighed.

En anden vigtig parameter i forhold til at sikre en hensigtsmæssig balance mellem den indlejrede CO₂ i en given løsning og besparelserne på driftsenergien er valget af energikilde i fremtiden. Hvis nye systemer såsom varmegenvinding eller jordvarme betydeligt reducerer CO₂-belastningen til driften, vil det betyde en markant forlængelse af den miljømæssige tilbagebetalingstid for de valgte løsninger. Denne pointe er særligt relevant for bygningselementerne vinduer, tag og facade, fordi de rummer det største potentiale for at optimere en bygningens energiforbrug.

Opsummerende kan man sige, at der ligger et stort potentiale for energibesparelser i renoveringen af gamle vinduer, men at man skal være opmærksom på den brede vifte af muligheder, man har fra renovering og optimering af de eksisterende vinduer til indsættelse af et helt nyt produkt. Her kan et fokus på løsningens miljømæssige tilbagebetalingstid sammenholdt med dens forventede levetid være en rettesnor, når man skal vælge mellem de forskellige løsninger.

Udfordringer ved vinduesrenoveringer

For en stor del af boligjendomme bygget i årene 1930-74 er vinduesrenovering/-udskiftning et nødvendigt renoveringstiltag. Vinduerne lever i deres nuværende tilstand ikke op til gældende energikrav for nye vinduer, gængs boligkomfort/indeklima og æstetisk udtryk. En vinduesrenovering/-udskiftning er tilmed en renovering, der potentielt kan give store besparelser på energi til varme i bygningsdriften, løfte en bygnings æstetiske udtryk og arkitektoniske kvalitet markant samt forbedre indeklima og komfort.

Både ud fra et klimamæssigt og æstetisk perspektiv er vinduesrenoveringer således en god idé. Det er imidlertid svært at sige noget entydigt om effekterne, da udgangspunktet er forskelligt fra bygning til bygning – også inden for samme arkitektoniske stilperiode. På de afholdte workshops med udvalgte eksperter var der dog enighed om, at der er et overset potentiale forbundet med at renovere de originale vinduer, såfremt de ikke er blevet udskiftet, både set ift. CO₂-aftryk og bevaringsværdier.

Tidligere udskiftninger forringer bevaringsværdier og belaster klimaet

Udfordringerne med vinduesrenoveringer fordeler sig typisk i to kategorier: 1) Vinduerne er allerede udskiftet, men til en vinduestype, der ikke værner om bevaringsværdien. 2) De originale (træ-)vinduer sidder der stadig, men det er ikke muligt at skaffe de nødvendige delkomponenter, som gør, at man kan renovere i stedet for at lave en udskiftning af hele vinduet.

Førstnævnte kategori gælder især for mange almene bebyggelser, som har fået udskiftet vinduerne ifm. energirenoveringer eller helhedsplaner. Ofte er vinduerne udskiftet til plastikvinduer eller et kompositprodukt [de såkaldte "vedligeholdelsesfri" vinduer] uden hensyn til den oprindelige geometri og materialevalg. Udskiftning til disse typer vinduer er en udfordring ift. at opretholde/genskabe det oprindelige udtryk og dermed værne om bevaringsværdien. Også ift. klimaaftryk pegede deltagere på modningsprojektets workshops på, at vinduesudskiftningen kan være problematisk, grundet plastik- og træ/alu-vinduernes begrænsede mulighed for vedligeholdelse og renovering over tid. Trævinduer kan, hvis de vedligeholdes tilstrækkeligt gennem deres levetid og vha. metoder, der ikke er skadelige for miljøet, være fuldt funktionelle i flere hundrede år. Trævinduernes levetid afhænger dog i høj grad af, hvilket træ/kernetræ vinduerne er fremstillet af.



Behov og nye muligheder

På de to afholdte workshops med eksperter blev der særligt fremhævet to udfordringer ifm. renovering af vinduer, når bevaringsværdi og klimaaftryk skal balanceres. For det første er det svært at finde vinduesprodukter, der lever op til vinduernes oprindelige udtryk (fx særlige profiler og specialskårede termoruder). For det andet er det vanskeligt at undgå fuld udskiftning af vinduer pga. mangel på specialløsninger og renovering gennem udskiftning af delkomponenter – de såkaldte mikrorenoveringer.

Specialløsninger til standardpriser

På de afholdte workshops med eksperter blev der peget på, at der er en mangel i markedet på standardproducerede løsninger til vedligehold af vinduer, så en løbende renovering muliggøres og fuld udskiftning af vinduet undgås. Der er med andre ord behov for vindueselementer med individuel hensyntagen til renoveringsbehov og bevaringsværdi som fx mulighed for at tilpasse termoruder, der lever op til gældende energikrav, i specialmål i stedet for standardmål eller et større udvalg af profiler, som lever op til de definerede bevaringsværdier. Der er altså ikke tale om helt nye typer af produkter/materialer, men nærmere en omstilling i produktionsapparatet, som tilgodeser bygningstypologiernes særlige udformningsbehov og energikrav.

Der findes vinduesproducenter, der tilbyder og udvikler netop specialtilpassede løsninger, fx særlige profiler på det danske marked, men prisen på specialløsninger er ofte en udfordring ifølge deltagerne på de to workshops. Anvendelse af nye digitale teknologier som eksempelvis 3D-print kunne være en måde, hvorpå prisen på specialtilpassede vindueskomponenter og vinduespartier kan reduceres. Mulighed for indgåelse af rammeaftaler med bygherrer vil, særligt for de små vinduesproducenter, desuden betyde, at produktionsvolumen og indtægtsgrundlaget stiger, som kan have betydning for, at producenterne har økonomisk råderum til og kan se det forretningsmæssigt fornuftige i at investere i en sådan videreudvikling af produkter og produktionsapparat.

Fra makro- til mikrorenoveringer

Skal vi indfri ambitionen om at mindske klimaaftrykket fra den eksisterende bygningsmasse, er der behov for at skabe bedre forudsætninger for at forlænge levetiden på de materialer og produkter, der allerede sidder i bygningerne. En væsentlig pointe, der blev understreget af workshopdeltagerne, var, at der er

behov for at kunne vedligeholde og udskifte mindre dele på de eksisterende løsninger, så ressourcospild mindskes mest muligt.

I vinduets tilfælde vil en fuld udskiftning typisk betyde, at funktionelle delkomponenter i vinduet smides væk og destrueres, og et nyt vindue, med dertilhørende indlejret CO₂, installeres i bygningen. Vi skiller os med andre ord af med værdifulde og funktionelle komponenter, der kunne have ydet funktionalitet i vinduet over længere tid, eller være blevet brugt til at reparere andre vinduer med.

Workshopdeltagerne pegede også på det forhold, at delkomponenter til vinduer udgår fra producenternes sortiment, og det kan være vanskeligt at skaffe eksempelvis beslag og hængsler til en vinduesrenovering, også selvom vinduet er forholdsvis nyt. Behovet for at kunne udføre mikrorenoveringer på vinduer stiller på den ene side krav til producenterne af vinduer om design til adskillelse. Og på den anden side stilles der krav om, at delkomponenter til vinduesreparationer er tilgængelige i markedet til en overkommelig pris, så renovering af de eksisterende vinduer kan betale sig.

Lej et vindue med servicepakke

Øget fokus på vedligehold frem for total udskiftning var en gennemgående pointe fra workshopdeltagerne. Vi skal forlænge levetiden for de materialer og produkter, der sidder i vores bygninger. Og for bygninger af høj arkitektonisk kvalitet har denne pointe en dobbeltværdi, fordi vi samtidig gerne vil bevare bygningens oprindelige udtryk med de løsninger, som bygningen nu en gang er født med. Men hvordan sikres det, at vinduesrenovering prioriteres, så bygningsarven kan gives videre til de næste generationer på en klimamæssigt forsvarlig måde? Et svar kunne være at introducere leje-/leasingkoncepter for vinduer. Alt afhængig af renoveringsbehov indgås aftale med eksempelvis vinduesproducent eller en tredje part, der står for udlejning og vedligehold af vinduer. Gamle og udtjente vinduer tages tilbage, brugbare dele anvendes på ny, og restprodukter indgår i nye produktionsstrømme. Det er klart, at der i dette løsningsprincip forekommer en række iboende problemer fx ift. udarbejdelse af pantsystemer og forretningsmodeller, kvalitetssikring og certificeringer, rettigheder m.m. Termoruder og fuger fra perioderne indeholder desuden i mange tilfælde PCB og vil derfor kræve screening og korrekt håndtering. Løsninger af denne art har således højest sandsynligt lange udsigter, men princippet bag kan være den nødvendige radikale tænkning, der skal til, hvis vi skal reducere byggeriets klimaaftryk.

Inspirerende løsningstiltag

Højere isolering med et ekstra lag glas til forsatsvinduer

Der findes en række vinduesproducenter på markedet, der tilbyder og udvikler tilpassede løsninger ved bl.a. at specieldesignede vinduesprofiler eller rudeinddelinger, som i en vis grad matcher de arkitektoniske udtryk ved den originale bygning. Handler det ikke så meget om udskiftning og renovering, men derimod udelukkende om efterisolering, findes der også løsninger til at påføre et ekstra glaslag i den eksisterende vinduesramme. Man opnår derved lavere energiforbrug og dæmper også eventuelle støjgener. Denne tilgang egner sig også godt til bevaringsværdige bygninger, da det ekstra lag glas er mere eller mindre usynligt både indvendigt og udvendigt.

Ulemperne kan være den forholdsvis høje pris og behovet for at installere lister i vinduesrammen. Herudover kommer klimabelastningen ved produktionen af det ekstra lag glas. Slutteligt er det også værd at nævne det seneste års store prisstigninger på byggematerialer herunder også glas.

Vinduer med ventilation skaber bedre indeklima

Når det kommer til at optimere indeklimaet i boligen, findes der forskellige løsninger, der inkorporerer ventilation i vinduet. Typisk trækkes luft udefra gennem en ventil i vinduets bund, hvorefter luften opvarmes mellem de to glasruder, så den naturligt stiger og til sidst siver ind i boligen via en ventil i toppen af vinduet. I de varme måneder kan visse ventilationsvinduer lade luften sive direkte ind i vinduets top, så der sikres en jævn indblæsning. Disse løsninger kan i en lang række tilfælde skabe bedre indeklima og muligvis afhjælpe problemer med luftfugtighed i boligen.

Men kompleksiteten af disse løsninger kommer også med en større klimabelastning bl.a. i kraft af øgede dimensioner og større barrierer, når det kommer til vedligehold, udskiftning og genanvendelse. Generelt giver det ventilationsvinduerne et større miljøaftryk sammenlignet med andre og mere traditionelle vinduesløsninger, men hvis de imidlertid kan erstatte eller reducere behovet for et ventilationsanlæg, kan klimaregnskabet måske godt gå op.





DØRE

- Bevaringsværdier



Funktionalisme - 1930-39

For perioden er der mange udtryk, som spænder lige fra de nøgterne pladedøre til flammerede døre. Som fællestræk kan det fremhæves, at de ofte er udført af træ med glaspartier enten som små glughuller eller større partier i selve dørbladet eller sideparti. Oftest er selve dørpartiet fremhævet med indfatninger i mursten eller murstik eller rundede hjørner.



Funktionel tradition - 1940-59

For perioden er der mange udtryk, som spænder lige fra de nøgterne pladedøre til flammeringer. Som fællestræk kan det fremhæves, at de ofte er udført af træ med glaspartier enten som små glughuller eller større partier i selve dørbladet eller sideparti. Oftest er selve dørpartiet fremhævet med indfatninger i mursten eller et halvtæg i beton eller rundede hjørner. Dørene er oftest trukket tilbage fra facaden.



Montagebyggeri - 1960-75

Standardiserede døre både med en ramme af træ og store glaspartier og pladedøre med enten mindre glaspartier eller helt lukkede og et sideparti i glas.

Hensynet til klimaet ved renovering af døre

Omdrejningspunktet for dette afsnit vil primært være hoveddøren i indgangspartiet til en etageejendom, da altandøre går ind under kategorien vinduer, og da dørene fra opgangen og ind til de enkelte lejligheder ikke er omfattet af vurderingen af en bygnings bevaringsværdier. I vurderingen af, om en hoveddør skal udskiftes til en ny og mere energioptimeret løsning, eller om den skal renoveres, bliver forholdet mellem bygningens forskellige klimazoner en vigtig parameter. Hvis hoveddøren fører ind til en uopvarmet opgang, vil overgangen til den opvarmede del af bygningen ligge ved døren ind til hver enkelt lejlighed. Dette vil stille helt andre krav til hoveddørens isolering, end hvis opgangen er opvarmet. Dette peger på, at en renovering af den eksisterende dør og mindre, energioptimerende tiltag, som for eksempel tætningslister, vil give det mest klimavenlige resultat, da en investering af CO₂ til nye materialer vil have lang tilbagebetalingstid i forhold til gevinsten i driftsenergien. Såfremt opgangen har en opvarmet opgang, kan det overvejes, om det vil være hensigtsmæssigt at tilføje en form for vindfang, som skaber en zonedeling af indgangspartiet. En sådan løsning vil dog altid skulle tænkes ud fra dens funktionalitet, herunder dens betydning for tilgængelighed og påvirkning af bygningens samlede arkitektoniske udtryk, og vil derfor primært være aktuel i bygningen med lav bevaringsværdi. I en opvarmet opgang vil der være en energibesparelse at hente ved en renovering af døren, der gør den mere isoleret og tæt, hvilket kan være argumentet for en investering i en nyproduceret dør.

For at opsummere kan man fremhæve, at der er stor forskel på gevinsten i energiregnskabet ved renovering af hoveddøre ind til en opgang i en bolig ejendom, alt efter om det er uopvarmede og opvarmede opgange. Dette peger på forskellige strategier for de to typer, hvor samspillet mellem de forskellige klimazoner udnyttes. I den uopvarmede opgang ville et samspil mellem mindre renoveringer [tætninger] af hoveddøren og dørene ind til de enkelte lejligheder være en fin løsning, hvorimod den opvarmede opgang kalder på mere omfattende tiltag.

Udfordringer ved renovering af døre

Historisk har døren og indgangspartiet været en del af bygningen, som man var villig til at bruge ekstravagante midler til at indbygge og vedligeholde. Døren var et statussymbol. Dette er især gældende for ældre bygninger og før det industrialiserede byggeris udbredelse. Døren er dog for de fleste bygninger stadig en væsentlig del af bygningens arkitektoniske udtryk, og en del oprindelige døre er stadig at finde i bygninger fra 1930-74.

En dyr og besværlig fornøjelse

For funktionalismen og funktionel tradition betyder det, at massive trædøre fra den oprindelige bygning trænger til at blive udskiftet eller gennemgribende renoveret. På de afholdte workshops blev det fremhævet, at sidstnævnte tiltag er til en væsentlig højere pris end førstnævnte. Det kræver nemlig omfattende renoveringsarbejder, hvis dørene skal løftes op til nutidige standarder [energi, sikkerhed, slid m.m.].

Derudover har den sparsomme industrialisering i de tidligere perioder medført mangel på tidligt industrialiserede produkter fra 1950'erne og 1960'erne uden alu-overflade. Workshopdeltagerne pegede således på, at der er en mangel i markedet på døre med det rette arkitektoniske udtryk til bygninger fra denne tid. En udfordring, der også gælder nogle af de tidligste montagebyggerier. Hvis en bygningsejer vil værne om dørens bevaringsværdi i et klimavenligt materiale, peger pilen således hurtigt på en specialløsning til en pris, som for de fleste kan være uoverkommelig.

Behov og nye muligheder

Der er altså som sådan ikke behov for helt nye dørløsninger, men nærmere en omstilling i industrien til tidligere tiders dørdesign i træ med glaspartier, som kan være med til at nedbringe priserne på materialer med lavt CO₂-aftryk. Dette i tilfælde af, at man vælger at udskifte dørene. På de afholdte workshops blev det dog understreget, at det oprindelige dørdesign i træ kræver løbende vedligehold, ikke kun ift. maling og æstetik, men også ift. sikkerhed, brand og isolering, fx pumpefunktion, der sikrer, at døren kan låse og lukker til, så unødigt varmetab undgås, og lyd isoleres udefra. De førnævnte mikrorenoveringer er med andre ord afgørende for, at døren forbliver både funktionel og klimavenlig i såvel materialevalg som i drift.

Opskalering af snedkerkompetencer

På de to workshops blev det i øvrigt fremhævet, at der forekommer mangel på kompetencer i branchen, når det gælder vedligehold af døre inden for pågældende periode. Der findes specialiserede fagentrepreneurere inden for snedkerfaget – ofte mindre virksomheder med få ansatte. De nødvendige kompetencer og metodekendskab ift. at kunne vedligeholde og blot udskifte dele af dørene, så bevaringsværdierne fastholdes, og CO₂-aftrykket begrænses, er med tiden blevet udfaset hos de store entreprenører. Når det ikke er muligt at hyre de rette kompetencer til dørrenoveringen, blive løsningen ofte at skille sig



af med de oprindelige døre, hvilket er til skade for såvel klimaet som bygningens bevaringsværdi. Der er således behov for at udbrede viden og løfte kompetenceniveauet hos byggeriets udførende virksomheder. Problemet kunne delvist løses gennem mulighed for indgåelse af rammeaftaler for de mindre entreprenører. Herved understøttes udviklingen gennem en forretningsmodel, der giver mulighed for at specialisere sig og opskalere specialydelsen hos de mindre entreprenører.

Smart og miljøvenlig fjernelse af maling

Selv inden for de traditionelle håndværk er det et ønske at lette fysisk hårde og tidskrævende arbejdsprocesser. På dørene, som typisk er malede, er det en krævende proces at fjerne gammel maling, ligesom arbejdet typisk er forbundet med frigørelse af mikropartikler fra malingen til nærmeste afløb, som er særligt problematisk ift. de gamle blyholdige malingstyper. Der findes i dag metoder fra skibsindustrien, hvor malingen opvarmes og derefter kan skrælles af uden at forurene omgivelserne. En metode, der kunne videreudvikles til byggeriet, hvor der vil være behov for at tage teknologien med ud til renoveringssagen og det løbende vedligehold af døre, mens de bliver siddende i bygningen.

Stort slid på døre til montagebyggeri

I montagebyggeriet er man typisk flere mennesker, som deles om en gadedør, simpelthen fordi der er tale om et byggeri på flere etager og dermed flere lejligheder, end i de lavere, funktionalistiske bygninger. Det betyder, at gadedøren i et montagebyggeri lider et ekstra stort slid i form af smæk og spark, og der er derfor behov for en dørkonstruktion, der kan holde lang tid. Ved at forlænge dørens levetid sparer vi materialer til udskiftning til nye døre og dermed CO₂.

Inspirerende løsningstiltag

Som nævnt spiller facadedørene en afgørende betydning for fastholdelsen af bygningens samlede udtryk og arkitektoniske kvalitet. Så både sikkerhedsmæssigt [brand og indbrud] og stilmæssigt er der tungtvejende argumenter for at bruge ekstra ressourcer på dørene i bygningens facade. Der findes flere producenter, der anvender moderne teknologier til at efterligne gammeldags håndværkstraditioner, så klassiske udtryk genskabes på en omkostningseffektiv måde.

TAG

- Bevaringsværdier



Funktionalisme – 1930-39

Boligbebyggelserne fra funktionalismen har i nogle tilfælde tagkonstruktioner med næsten flade tage, som har været inspireret af den internationale funktionalisme. Tagkonstruktioner af denne type har spærkonstruktion udført i træ med flad taghældning beklædt med tagpap. Tagrummet er uopvarmet, og der kan være brandhæmmende lerindskud i etageadskillelserne. I perioden ses dog typisk mere traditionelle tagkonstruktioner med spærkonstruktioner i træ og tagflader behængt med tagsten af tegl med enkelte hætter. Skorstene fremstår traditionelt murede, i nogle tilfælde med sokkel og gesims.



Funktional tradition – 1940-59

Tagets udtryk vendte i højere grad tilbage til et traditionelt udtryk og dansk byggeskik. Tagene fik højere rejsning, men stadig med træspærkonstruktion. Tagene er overvejende teglhængte med store flader og enkelte hætter, mens betonsten også forekommer. Tagrummene fremstår uopvarmet, og der kan være brandhæmmende lerindskud i etageadskillelsen. Skorstene fremstår traditionelt murede, i nogle tilfælde med sokkel og gesims.

Tagfladerne og taghætter er tæt knyttet til resten af bygningens facade og udgør et æstetisk landskab.



Montagebyggeri – 1960-75

For perioden er den fremherskende tagkonstruktion det flade, varme tag. Det består typisk af en dækkonstruktion af beton, stålbjælker eller huldæk, som er beklædt med formfast isolering og tagpap. Til forskel fra tidligere perioder er taglandskabet ikke synligt for beskuerne i gadeniveau og har derfor fået et mere teknisk udtryk, hvor bl.a. hætter og indeliggende nedløbsrør er fremtrædende.



Hensynet til klimaet ved tagrenoveringer

I forbindelse med tagrenoveringer vil det ofte være muligt at reducere bygningens klimaaft tryk i driftsfasen ved at efterisolere taget. Tagrenoveringer sker typisk, når tagkonstruktionen er nedslidt, og det er afgørende i sikringen af den samlede bygnings funktionalitet og levetid, at taget vedligeholdes og renoveres efter behov. Efterisoleringen kan ske ved enten at efterisolere selve tagfladen eller ved at isolere etageadskillelsen mellem den øverste lejlighed og loftsrummet. Afhængig af hvilken tagform og beklædning taget har, vil den ene løsning kunne være at foretrække frem for den anden. Et uisolere tagrum giver mulighed for at vedligeholde tagfladen indefra, hvorimod en fuldt isoleret tagflade ofte består af et over- og et undertag. Her er det vigtigt, at man i sin livscyklusanalyse sammenholder de forskellige levetider på de forskellige lag i taget. Klimaaft trykket for isoleringsmaterialer er meget forskelligt. Det kan man i overblikkeform se ved at bruge byggeriets materialepyramide <https://www.materialepyramiden.dk/>, mens en EPD vil kunne give mere detaljeret information om klimaaft trykket for det enkelte isoleringsmateriale. Rapporten Bygningskultur og Klima – undersøgelser af eksisterende viden om livscyklusvurderinger og bevaringsværdier peger på efterisolering af tagrummet som en af de mest robuste strategier for at balancere besparelsen i CO₂ til driften med investeringen af indlejret CO₂ i materialer til renoveringen. Taget har derfor et vigtigt potentiale i reduktionen af en bygningens samlede klimaaft tryk set i et livscyklusperspektiv.

Hvis nye systemer såsom varmegenvinding eller jordvarme betydeligt reducerer CO₂-belastningen til driften, vil det betyde en markant forlængelse af den miljømæssige tilbagebetalingstid for de valgte løsninger. En anden vigtig parameter i forhold til at sikre en hensigtsmæssig balance mellem den indlejrede CO₂ i en given løsning og besparelserne på driftsenergien er således valget af energikilde i fremtiden.

Opsummerede kan man sige, at en energirenovering af et uisolere tag er en oplagt løsning i mange renoveringssager, da det giver en stor gevinst i energiregnskabet. Dette giver fordelagtige miljømæssige tilbagebetalingstider ved en bred vifte af isoleringsmaterialer, men det er stadig vigtigt at afsøge muligheden for at få den optimale effekt med det mindste materialeforbrug og med fokus på de forskellige materials miljøaft tryk. Klimahensynet kalder på at få den bedst mulige effekt med den mindst mulige brug af naturens ressourcer også i de tilfælde, hvor man skaber store besparelser i energiforbruget.

Udfordringer i tagrenoveringer

På de to workshops med udvalgte eksperter blev det udledt, at udfordringer ifm. tagrenoveringer især knytter sig til sporing af miljøskadelige stoffer. Hertil kommer spørgsmål om, på hvilke dele af taget, samt hvor meget og hvordan, en efterisolering af tagkonstruktionen bør foretages, og hvilke materialer man bør vælge ved hhv. efterisolering og fuld tagudskiftning. Derudover blev det fremhævet, at udnyttelse af loftrum er en mulighed for at skabe flere boligkvadratmeter, som kan bidrage til finansiering af renoveringen af ejendommen, ligesom det i et klimaperspektiv er en fordel at fortætte byen. Mange loftrum fra perioden er allerede inddraget til beboelse, men det er vigtigt at overveje, hvilken konsekvens det har for bevaringsværdierne, da det ofte medfører tilføjelse af tagvinduer og/eller kviste, som har en betydning for det arkitektoniske udtryk. Derudover rummer de uisolerede loftrum fordele i bygningsdriften, da tagkonstruktionen nemt kan eftergås.

Værktøjer, der informerer det miljøvenlige valg

En generel pointe fra de afholdte workshops er, at der foretages valg på et ringe oplyst grundlag, når bygningens klimabelastning skal mindskes. De beregningsværktøjer, vi har til rådighed, har endnu deres begrænsninger – især når hele materialelivscyklusen samt driften af bygninger skal indtænkes. Der findes værktøjer derude, men de er endnu ikke en del af den etablerede praksis. I øjeblikket sker der en stor udvikling i udbredelsen af EPD'er, som vil kunne fungere som en ensartet måde at vurdere forskellige materials miljøaft tryk på. Hertil vil der være behov for at ensrette vurderingen af udtryk, levetid, bygningsteknisk kvalitet m.m. Lang levetid for en tagrenovering er en vigtig forudsætning for at sikre bygningen en samlet lang levetid.

Efterisolering

Når det gælder taget, udspringer udfordringerne især fra behovet for at kunne regne sig frem til den rette isoleringstykkel, og hvad det nødvendige omfang af isoleringsmateriale er. Dertil kommer valg af selve isoleringsmaterialet, som i dag er repræsenteret ved et stort udvalg af materialer med forskellige egenskaber, der egner sig bedst i særlige situationer. En gennemgående udfordring ifm. efterisolering er, at der mangler værktøjer, der kan informere materialevalg og anvendelse af korrekte mængder.

Tegltag

For de to tidlige bygningstypologier, funktionalismen og funktionel tradition, er teglsten det foretrukne materiale på tagfladen. Tegl er i de fleste tilfælde et holdbart materiale med store

bevaringsværdier, men teglen er ressourcekrævende at producere. Til gengæld kan høj kvalitetsteglsten genbruges, da de typisk er understroget med kalkmørtel [klæbemiddel, asbestholdige materialer, mørtel eller skumprodukter kan dog forekomme]. Klargøringen af tegl til genbrug er dog ligeledes ressourcekrævende, så der er også her behov for beregningsværktøjer, der giver en helhedsorienteret vurdering af klimaaftryk, arkitektur, bygbarhed og funktionalitet ifm. genbrug af teglsten.

Det energiproducerende tag

Tagarealet rummer mulighed for at gøre en bygning energiproducerende gennem installering af solceller. Der er sket en stor udvikling inden for de bygningsintegrerede solceller, men det har alligevel stor betydning for bygningens bevaringsværdier, hvis tagfladens udtryk og materiale ændres. Derfor vil der være behov for en individuel vurdering fra sag til sag. Ofte vil det være nemmere at installere solceller på flade tage, da de sjældent vil kunne ses. Når det kommer til beregningen af klimapotential, er det vigtigt at have for øje, at der er forskel på forskellige solcellers indlejrede CO₂. Endelig er reglerne for opsætning af solceller og afregning af elforbrug komplekse, og de kan stå i vejen for en rentabel løsning i boligejendommen.

Parallele levetider

På de to workshops blev det fremhævet, at de forskellige levetider for tag og undertag typisk er en udfordring, man støder på i en tagrenovering. Ofte er konsekvensen i praksis, at konstruktionstræ, der ikke er udtjent, bliver revet ned og kasseret. Man er i de senere år blevet opmærksom på problemet med manglende parallellevetider i bygningens konstruktioner generelt, men der går stadig mange fuldt funktionelle materialer tabt hver dag til stor skade for byggeriets klimaaftryk.

Behov og nye muligheder

På de to workshops var der blandt deltagerne enighed om, at tagfladearealerne på en bygning rummer potentialer, når vi vil mindske CO₂-udledning og reducere bygningens klimaaftryk. Særligt i bygningsdriften er der CO₂-besparelser at hente. Taget udgør en stor del af en bygningens klimaskærm, og det er derfor muligt at foretage store indgreb såsom udskiftning og efterisolering på store arealer med deraf følgende stor indvirkning på bygningens klimaaftryk. Det er indgreb, som kan reducere omfanget af både mindre og større renoveringer andre steder på bygningen, der kunne have betydning for bygningens bevaringsværdier.

Efterisolering kan ske uden alvorlige konsekvenser for bevaringsværdien

Når det er muligt at lave vandret efterisolering i tagrum, vil det kunne ske, uden at bevaringsværdierne påvirkes. Det gælder ofte i det murede byggeri, hvor udfordringerne med efterisolering er, når det skal under tagryg. Her kan det påvirke bevaringsværdierne, hvis taget "løftes" for at skabe plads til isoleringen, da tagets geometri ændres. På montagebyggeriets flade tage vil det typisk være en udvendig efterisolering, som ofte kan gennemføres under hensyntagen til bevaringsværdierne.

Droneregistrering af isoleringsbehov

Som nævnt ovenfor kan der være meget at hente i den indlejrede CO₂-besparelse, hvis vi ikke isolerer over den nødvendige tykkelse på indvendige isoleringsmaterialer. En anden væsentlig pointe er at målrette isoleringsbehovet til de steder på taget, hvor der sker de største varmetab. Ved hjælp af eksempelvis varmesøgende droneregistreringer er det muligt at identificere de steder på tagets yderside, hvor varmetabet er størst, og vi kan herved differentiere vores isoleringsindgreb, som igen kan betyde reduktion i brugen af materialer og mindske CO₂-aftryk for bygningen samlet set.

Teglsten – lang levetid, høj indlejret CO₂ og mulighed for genanvendelse

Selvom der er forskel på brænding af tegl, rummer elementet overordnet set en høj indlejret CO₂. Dog er der tale om et stærkt og holdbart bygningselement med gode muligheder for genanvendelse, men krav om dokumentation og garanti og spørgsmål om ansvarsfordeling er forhold, som stadig udfordrer genanvendelsesprocessen for teglsten (og andre byggematerialer i øvrigt). På den byggetekniske side er der behov for at udvikle mere effektive metoder til håndtering af tegl til genanvendelse ifm. nedrivning.

På workshoppen blev fremhævet en pointe om, at hvis man ønsker at genanvende teglsten, men alligevel er nødsaget til at supplere med nye, kan man holde de nye og genanvendte adskilt ved at give én bygning de genanvendte og en anden de nye teglsten – selvsagt i det omfang, det er muligt. Det vil ofte gøre processen simplere (fx ift. dokumentation), og man bibeholder et mere ensartet udtryk til fordel for bevaringsværdien.

Det er forventningen, at nye krav til produktens klimabelastning og dokumentation af disse, fx qua fremtidens krav om miljøvaredeklarationer [EPD'er], vil accelerere den igangværende omstilling af teglproduktion, så CO₂-udledningen reduceres.



Nænsom integrering af solceller på tage

På de to workshops blev det diskuteret, hvordan der fortsat er behov for videreudvikling af solceller, så de nænsomt kan tilpasses bygningens eksisterende æstetik – særligt ved det murede byggeri. Montagebyggeriets flade tage rummer de største muligheder, da tagkonstruktionen spiller en mindre rolle ifm. bevaringsværdien. De produktionsmetoder og -principper, der blev udviklet under montagebyggeriet, er fortsat udbredte i byggeriet, og det har på mange måder givet et større råderum, da man lettere har kunnet efterligne de oprindelige produktionsmetoder. Herunder er det lettere at montere solceller, som er integrerede i tagfladen i modsætning til eksempelvis i tegltaget. Vedligehold, drift og evt. udskiftning af taget kan kompliceres, når to så forskellige elementer skal integreres i samme bygnings-element. Der er således behov for at udvikle nogle generelle principper for mødet mellem solcelleinstallationer og den oprindelige bygning.

Grønne tage, som bidrager til efterisolering

Grønne tage installeres typisk med henblik på at kunne afhjælpe øgede regnmængder ved at fungere som midlertidigt vandreservoir, der både hjælper til fordampning og forsinker vandets strømning ned i byernes overbelastede kloaksystemer. Derudover bidrager grønne tage til biodiversitet gennem beplantning af nye biotoper. En mulighed for udvikling kunne være at undersøge, om de grønne tage kan indtænkes som en del af en efterisolering, hvor eksempelvis det nederste jordlag fungerer som en del af en isoleringsløsning? På den måde løser vi flere miljørelaterede problemer på én gang. Denne mulighed er ikke underbygget med evidens, men kunne inspirere til en udviklingsmulighed for producenter af grønne tage.

Inspirerende løsningstiltag

Ved tagrenoveringer bør man sikre sig at bevare bygningens arkitektoniske udtryk bl.a. gennem bibeholdelse af den originale taghældning, tagbeklædning og højde på tagfoden. Herudover findes der gode eksempler på tagrenovering tæt koblet til renovering af tilhørende aptering som fx tagrender og nedløbsrør. Samlet set bidrager det til et helhedsindtryk, som er med til at opretholde de arkitektoniske værdier i bygningens udtryk.

Fra eternittag til luftrensende tagpap

Som nævnt tidligere er mulighedsrummet ved tagrenovering en smule større end fx facaderenovering, og det åbner for alternative tilgange, som ikke nødvendigvis lever 100% op til bygningens

originale udtryk. Som eksempel kan nævnes renoveringen af den almene bebyggelse Skolevangen i Husum/Mørkhøj [fsb]. Bygningerne er fra 1940'erne, og i 2016 blev 10.000 m² tag renoveret. Her blev det gamle eternittag erstattet med en tagpap [Icopal Noxite], hvis farve mindede om det oprindelige tag dog uden at ramme den originale og sortere farve fuldstændigt. Til gengæld har den nye tagpap en mindre CO₂-belastning end lignende produkter og kan derudover omdanne NO_x-partikler i luften til uskadelig nitrat. Med andre ord et eksempel, hvor man er gået en smule på kompromis med den originale æstetik for til gengæld at skabe miljømæssige fordele.

1:1 forsøg med byggematerialer bibeholdt arkitektens intentioner

Anderledes tilgang havde man ved renoveringen af Arne Jacobsens bebyggelse Alléhusene i Gentofte, som stammer fra 1949. Med så berømt og anerkendt en arkitekt som afsender kan der argumenteres for, at Alléhusenes bevaringsværdi og arkitektoniske kvaliteter vægter tungere end ved førnævnte eksempel, og af samme grund har man også valgt at lade det oprindelige udtryk diktere væsentlige dele af renoveringen for på den måde at fastholde arkitektens oprindelige intentioner med byggeriet. Håndværkere har bl.a. fundet frem til de helt rigtige løsninger gennem forsøg med forskellige materialer og konstruktioner, fx ifm. taget, som har været en tidskrævende opgave, men som også matcher det oprindelige udtryk så tæt som muligt. Udover taget er også altaner, vinduer og murværk i kvistenes flunker udskiftet. Alt i alt har det været mere tidskrævende end andre renoveringer, men i dag fremstår bygningen til gengæld med mere eller mindre alle de originale træk. Reduktion af byggeriets klimabelastning har dog ikke været en decideret designparameter.

Energiproducerende bygning med integrerede solceller

En teknologisk udvikling, der vinder større indpas i byggeriet, er brugen af solceller. Øget fokus – ikke bare på energieffektive men også energiproducerende bygninger har sat skub i udbredelsen af solceller, som nu også kan integreres visuelt æstetisk i tagkonstruktionen, så de er mindre synlige. Der findes stadig flere udbydere inden for dette felt. En af dem er danske Komproment – en systemudbyder inden for solcelle- og tagløsninger, som fokuserer på lokal energiproduktion, der integreres på en funktionel og visuel måde i bygningen, så produktet fremstår æstetisk tiltalende og økonomisk fornuftigt og samtidig er bæredygtigt udført. Det vil dog kræve en 1:1 vurdering af, om solceller kan anvendes med respekt for den oprindelige arkitektur i den enkelte renovering.

FACADE

- Bevaringsværdier



Funktionalisme - 1930-39

Facaderne står oftest i blank mur, selv om pudsede mure også forekommer og enkelte bygninger i beton. Forskellige typer mursten, forbandter, fuger og murstik. Stor variation i farver både mursten og mørtler, ligesom der ses mange typer fuger, flere der er trukket tilbage fra facaden. Fundament i både beton og mursten (ofte stillet på kant)



Funktional tradition - 1940-59

Facaderne står i overvejende grad i blank mur med stor variation i mursten (både typer og farver), mørtler (mange forskellige indfarvninger), og fuger (meget sjældent følger fugen facaden, oftest tilbagetrukket). Der ses flere bygninger med mønstermurværk enten i form af stribet murværk eller mønstre på dele af facaderne. Fundament er oftest af beton.



Montagebyggeri - 1960-75

Betonsandwichelement med isolering. Mange facader stod oprindeligt i beton, dog beklædte man nogle steder facaderne med skærmtegl eller malede betonoverfladerne. Standardiseret byggeri med få dekorative elementer på facaderne. Lukkede gavlpartier. Streg geometri med rækker af vinduer og altaner, der giver bygningerne et horisontalt præg.



Hensynet til klimaet ved facaderenoveringer

En efterisolering af klimaskærmen vil ofte være en del af en facaderenovering, da den rummer et betydeligt potentiale for at mindske bygningens CO₂-belastning i et livcyklusperspektiv. Bygningens facade har stor betydning for dens arkitektoniske fremtræden, så derfor vil en udvendig efterisolering som oftest ikke kunne lade sig gøre på en bevaringsværdig bygning. Isoleringen vil derfor skulle ske i form af en indvendig efterisolering eller isolering af et eventuelt hulrum i facaden. Her peger rapporten Bygningskultur og Klima – undersøgelser af eksisterende viden om livcyklusvurderinger og bevaringsværdier på vigtigheden af at finde den optimale tykkelse af isoleringsmaterialet for at opnå en balance mellem den investerede CO₂ og besparelsen i driftsenergien. Denne problematik går igen i valget af isoleringsmateriale, hvor forskellige materialer vil have et meget forskelligt CO₂-aftryk og derfor store forskudninger i den miljømæssige tilbagebetalingstid. En anden vigtig parameter i forhold til at sikre en hensigtsmæssig balance mellem den indlejrede CO₂ i en given løsning og besparelserne på driftsenergien er valget af energikilde i fremtiden. Hvis nye systemer såsom varmegenvinding eller jordvarme betydeligt reducerer CO₂-belastningen til driften, vil det betyde en markant forlængelse af den miljømæssige tilbagebetalingstid for de valgte løsninger.

Når der af hensyn til bevaringsværdierne peges på hulumrisolering og indvendig efterisolering som de foretrukne løsninger, er det dog vigtigt at være opmærksom på de udfordringer, der er forbundet med indvendig efterisolering i forhold til forringelse af indeklimaet og risiko for skimmelsvamp. Indvendig efterisolering rummer en byggeteknisk udfordring med at undgå fugtdannelse mellem ydermur og isoleringen. Indvendig efterisolering fjerner desuden beboelsesareal indvendigt – hvilket kan være en udfordring særligt i mindre boliger, som typisk kendetegner det murede byggeri fra 1930-59. Omvendt kan en efterisolering af kolde ydermure gøre, at komforten øges, og man øger muligheden for at møblere tættere på ydervæggene. Samtidig med at komforten kan øges ved at efterisolere ydermure, kan der også opstå et behov for at installere ventilationsanlæg som konsekvens af, at facaden tætnes. Installationen af ventilationsanlæg kan medføre en stigning i bygningens energiforbrug og deraf afledte CO₂-aftryk, ligesom bevaringsværdierne påvirkes ved de mest gængse metoder til at installere ventilation.

I forhold til efterisolering af facader kan man opsummerende sige, at feltet rummer en kompleks afvejning af mange hensyn, og der vil derfor være behov for en grundig afvejning i forbindel-

se med den enkelte renovering. Ligesom ved efterisolering af tagfladen er der ofte betydelige besparelser at hente i energiregnskabet, men det betyder ikke, at et ressourcansvarligt valg af materialer er ligegyldigt, da dette også bidrager betydeligt til den samlede miljømæssige gevinst.

Udfordringer ved facaderenovering

Værktøjer, der informerer det miljøvenlige valg

Som nævnt tidligere foretager vi ofte valg om klimarenovering på et ringe oplyst grundlag. Dette var en gennemgående pointe fra de to afholdte workshops med eksperter. De beregningsværktøjer, vi har til rådighed, har endnu deres begrænsninger – især, når vi skal indtænke hele materialelivscyklussen samt driften af bygninger. Udfordringerne ligger bl.a. i valg af beregningsværktøjer og i, hvordan vi får dem indarbejdet som en naturlig del af projekteringen, så vi kan træffe de bedste valg, når vi skal bevare vores bygninger til eftertiden og samtidig tage ansvar for klimaet.

Ændring af mikroklima i murværk

På de afholdte workshops blev det påpeget, at der ved efterisolering – både indvendig og udvendig – opstår en naturlig temperaturforskel i murværket og dermed også en ændring i murværkets mikroklima. Det kan fx være ændret luftfugtighed, luftgennemstrømning, mindre eksponering for frost etc. Forhold, som har betydning for patineringen og formodentlig levetiden af murværket. Disse forhold er dog ifølge deltagerne i de afholdte workshops ikke tilstrækkeligt undersøgt og dokumenteret.

Processer for renovering af montagebyggeri

Montagebyggeriets flittige brug af omkostningseffektive, præfabrikerede elementer har mange steder skabt et stort renoveringsbehov, og mange bygninger fra den periode er efterfølgende renoveret i forskellige grader. På de to workshops blev det af deltagerne fremhævet, at fugtproblemer og kuldebroer har været de dominerende udfordringer og har været det, man primært har haft fokus på fx gennem udskiftning/forbedring af eksisterende fuger. Selvom udfordringerne er udbredte, mangler der fortsat standarder for processer for renovering af fx betondæk, kuldebroer og brystninger. Dertil skal nævnes udfordringer ifm. PCB i byggematerialer, der er problematiske for såvel miljø som arbejdsmiljø.

Behov og nye muligheder

Facaden udgør en stor overflade på en bygning og har derfor betydning for en bygningens samlede klimaaftryk. Facaden er samtidig den del af bygningen, hvortil væsentlige bevaringsværdier er knyttet. Der er med andre ord klimamæssige potentialer forbundet med at udvikle renoveringsløsninger målrettet facaden, men valg af facadeløsning kræver samtidig stor omtanke, når den arkitektoniske kvalitet skal fastholdes eller styrkes.

Højsolerede materialer i åndbare, biobaserede materialer

I disse år foregår en stor udviklingsindsats inden for bæredygtige isoleringsmaterialer med høj isoleringsevne. Biobaserede materialer såsom hamp, hør, halm, uld, tekstil og tang/ålegræs er eksempler på en tilbagevendende til traditionelle metoder og materialer, der tidligere har været brugt i vores bygninger. Materialerne udmærker sig ved at være biobaserede, hvilket vil sige, at de er fornybare og nedbrydelige. Samtidig vil de mange steder kunne dyrkes og fremstilles lokalt. Dertil kommer materialernes åndbare egenskaber, som er en gevinst for indeklimaet, fordi de forebygger fugtproblemer og skimmelsvamp. Fremstillingen af disse typer materialer har dog i nogle tilfælde vist sig at være bekostelig, ligesom det vil kræve store investeringer og fortsat udvikling at føre produktionen op i stor skala. Ikke desto mindre har materialerne store, uindfriede klimamæssige potentialer.

1:1 genanvendelse af teglsten og betonelementer

Genanvendelse af teglsten til muret byggeri har længe været under luppen i den cirkulære ressourceøkonomiske dagsorden. Og selvom der i dag står flere byggerier bygget i genbrugstegl, har tiden også vist, at der er store udfordringer knyttet til genbrugsprocessen. Først og fremmest er det en tidskrævende og bekostelig affære at rense teglstenene og klargøre dem til genbrug, hvilket også betyder, at det er dyrt at bygge i genbrugstegl. Forsyningsikkerheden kan også være en udfordring – kan man skaffe nok teglsten af samme kvalitet til rette tid? Der er således behov for at kigge på rensemetoder og skaleringsmuligheder, der kan sikre forsyninger til overkommelig pris. Derudover – og dette gør sig gældende for alle genbrugsmaterialer til byggeri – har det vist sig vanskeligt at kvalitetssikre teglstenenes egenskaber, når de tages i brug anden gang. Hertil kommer spørgsmålet om, hvem der tager ansvaret for de genbrugte teglstens ydeevnedeklaration. Der er med andre ord behov for standard- og certificeringsmetoder, der understøtter genbrug af teglsten.

I takt med at renoveringsbehovet på montagebyggeriet stiger, er fokus også rettet mod 1:1 genanvendelse af betonelementer. Indtil videre er erfaringerne få, men da beton er en af byggeriets største klimabelastninger, blev der på de to workshops peget på, at der er behov for at dykke endnu længere ned i og understøtte udviklingen på området.

Målrettet og individuel efterisolering

Som ved efterisolering af taget vil en registrering af varmetab ved termografering kunne hjælpe til at identificere de steder på facaden, hvor der er behov for efterisolering. Ved at målrette isoleringstiltag kan vi nedbringe brugen af isoleringsmaterialer og herved mindske materialeforbruget ifm. renovering generelt. Som nævnt ovenfor er der også behov for en individuel stillingtagen til isoleringstykkelser og materialeegenskaber. Beregningsværktøjer til individuelle efterisoleringsbehov kan være med til at løse udfordringen. En anden metode til at identificere lokale renoveringsbehov i bygningen kunne være at opsætte sensorer, der registrerer forandringer i bygningens mikroklima. Herved kan skader spores, inden de når et kritisk stadie, hvilket i nogle tilfælde vil gøre renoveringstiltag billigere for bygningsejeren.

Robotteknologi udfører vanskelige opgaver

Blandt udbredte renoveringsopgaver i murede facader er bl.a. udskiftning af fuger. Opgaven er ofte tidskrævende og beror på hårdt manuelt arbejde af håndværkeren. Derfor er robotteknologi blevet en mere anvendt metode til at afhjælpe det opslidende arbejde med at fræse de gamle fuger væk. Herudover kan brugen af robotter være en betydelig fordel, hvis der findes for store mængder miljø- og sundhedsskadelige stoffer i fx fugemassen. PCB blev anvendt i bl.a. termoruder og fugemasser frem til 1977, og man må derfor forvente at skulle håndtere stoffet ved fremtidige renoveringer af facader.



Inspirerende løsningstilgange

Særligt i de to første stilperioder, funktionalisme og funktionel tradition, er murede facader udbredt, og som nævnt tidligere knytter der sig store bevaringsværdier til netop valg af mursten og murede detaljer i facaden. Det er med til at sætte begrænsninger, når det kommer til efterisolering, da den visuelle forskel på nye og originale mursten ofte er meget tydeligt. Af samme grund kan man overveje, hvor behovet er størst for efterisolering, og om der evt. er sammenhængende felter i facaden, hvor behovet er mindre. På den måde kan man identificere de områder i facaden, hvor man kan undgå at foretage indgreb, og dermed lettere bibeholde det originale udtryk.

Delvis renovering af murværk

Sallinghus er et eksempel på en renovering, hvor man har foretaget delvise efterisoleringer for at balancere bevaringsværdi og klimahensyn. Sallinghus er opført med massivt murværk, hvilket giver et stort energiforbrug, skimmel og kolde boliger. På baggrund af bygningens bevaringsværdi er der fokus på efterisolering af facaden med respekt for bygningens oprindelige udtryk. Derfor er murfelterne omkring trappeopgange og altaner ikke blevet efterisoleret, da de mest af alt agerer klimaskærm mod andre områder end selve boligen. Herudover eksperimenteres der også med behovsstyret ventilation med diskret placeret luftindtag under vinduet og udtag over tag, så man undgår skæmmende indgreb på facaden, men stadig højner indeklimaet i boligerne.

Håndtering af regnvand ifm. facaderenovering

Udover ventilation kan efterisolering også benyttes til at indarbejde ny el- og vandføring i facaden. Man kan dermed opnå en klimagevinst ved øget isolering samtidig med muligheder for at afkoble regnvand fra kloakken og bruge det til fx vaskemaskiner og toiletskyl i boligen. Der er også eksempler på efterisoleringer, hvis øgede volumen i murværket giver anledning til at indarbejde mindre altaner og karnapper. I disse tilfælde er der selvsagt tale om store, visuelle indgreb i facadens udtryk, hvilket dog ikke behøver at gå udover de overordnede arkitektoniske kvaliteter. Den multifunktionelle Gårdfacade, som er en del af Klimakvarteret i København, er et eksempel på en synlig forandring af den oprindelige facade, men med de arkitektoniske kvaliteter i behold. I forlængelse heraf er det værd at nævne, at mulighederne for ændringer i facaden er væsentlig større, når den vender ind mod gården (hvor et fåtal kan se det), modsat facaden ud mod gaden, der er synlig for offentligheden.

ALTANER

- Bevaringsværdier



Funktionalisme - 1930-39

Altanerne spænder fra helt indeliggende til helt udeliggende med mange variationer med halvt-indeliggende. Fra midten af 1930'erne kobles altanerne sammen med karnapper, der senere udviklede sig til et fast element i form af altankarnappen. Her ses i flere tilfælde vinduer helt til overkanten/etageadskillelsen. Værn på altaner var både af mursten og forskellige metaller. Ofte båret af stål/armeret beton.



Funktionel tradition - 1940-59

Stor variation i altaner – som foregående periode med indeliggende, udeliggende og midt mellem, men også flere variationer i form (skæve profiler) og dekorative elementer, især på brystninger. Flere altaner i ren beton, også med dekorative elementer, så overfladen ikke fremstår glat, og med indstøbte altankasser. Store vinduespartier til etageadskillelse. Flere eksempler på altankarnap, der fylder hele lejlighedens bredde.



Montagebyggeri - 1960-75

Store, regulære altaner i beton, flere variationer fra helt indeliggende til helt udeliggende, men mange indeliggende altaner uden en karnap som i foregående periode. Enkelte dekorative elementer eller andet materiale på brystninger eller i form, men primært standardiseret byggeri.



Hensynet til klimaet ved renovering af altaner

Renovering af eksisterende altaner er en tung post i forhold til klimaregnskabet, da det ofte kræver en investering af materialer med højt CO₂-aftryk så som stål og beton uden at give en CO₂-besparelse på ejendommens drift. Det er derfor vigtigt, at man laver en grundig undersøgelse af, om altanens levetid kan forlænges gennem et mindre ressourcekrævende indgreb end en total udskiftning. I forbindelse med en udskiftning af altanen er der dog også en mulighed for at komme det kuldebroproblem til livs, som mange altanløsninger fra perioden har. Dette skal selvfølgelig også indgå i den samlede vurdering. Endelig vil der i nogle tilfælde være mulighed for at etablere en ny klimazone i form af et uisoleret glasinddækket altanrum, som har et potentiale til at bidrage til efterisoleringen af ejendommen. Dette er dog kun muligt i byggerier med lav bevaringsværdi, hvor et sådant indgreb ikke vil sløre sammenhængskraften i det overordnede arkitektoniske greb.

Sikkerhedsudfordringen ifm. nedstyrtning af ældre altaner, som nyere tid har vist forekommer fra tid til anden, er naturligvis også relevant at tage med i betragtningen om behovet for at renovere af altaner, herunder behovet for løbende sikkerhedsinspektion.

Opsummerende kan man sige, at renovering af altaner er ressourcekrævende uden at give energimæssige besparelser. Det kræver derfor en grundig analyse af de forskellige løsningsmodeller og i nogle tilfælde, hvor den eksisterende altan for eksempel er meget lille, kan man overveje helt at fjerne den og for eksempel etablere en fransk altan i stedet. Dette vil selvfølgelig skulle ses i forhold til bygningens bevaringsværdi kvaliteter.

Udfordringer ved renovering af altaner

Kuldebroer og øget energiforbrug

Fra såvel et klima- som et indeklimaperspektiv udgør altaner et problem pga. kuldebroer fra altanens betondæk, der i nogle tilfælde går ind i lejlighederne og påvirker energiforbrug og indeklima negativt. Workshopdeltagere påpeger, at 70'erne og 80'ernes inddragelse af altaner til uopvarmede rum har medført øget energiforbrug i driften af bygningerne. De lukkede altaner har ofte være tænkt som en slags ekstra klimaskærm, der har muliggjort øget brug af altaner også i de kolde måneder. Denne tilgang har flere steder ændret altanerne i en sådan grad, at det har gjort det vanskeligt at genskabe det oprindelige udtryk.

Udviklingen har visse steder også ført til en ændret adfærd og brug af altanerne, som er blevet en forlængelse af dagligstuen. Det har resulteret i et ønske om at opvarme altanen til samme temperatur som resten af boligen, hvilket har medført et væsentlig højere energiforbrug. Idéen med at inddrage altanerne ud fra et energimæssigt perspektiv, har i praksis givet den modsatte effekt.

Mangel på standardløsninger, der bevarer altanens oprindelige udtryk

En workshopdeltager påpeger, at der ved renovering af altaner og karnapper støder man ofte på udfordringer med manglende standardisering i de tidlige perioder, hvilket også gør sig gældende ved andre bygningselementer. Der findes en stor variation i altaner og karnapper i både form, materiale og design i det murede byggeri. Det er først i 1950'erne, der kommer standardhøjde på etagerne og masseproduktionen af vinduer og døre, hvilket også får indflydelse på altanernes dimensioner. Ellers præges altaner og karnapper ofte af store vinduespartier med særlige rammeinddelinger, mange dekorative elementer, der er særegne for den enkelte bebyggelse. Kort sagt stor variation, der gør det vanskeligt at opskalere standardløsninger til renovering af netop dette bygningselement, som kan anvendes på flere renoveringsprojekter.

Det skal retfærdigvis nævnes, at der er sket meget inden for etablering af nye altaner, så både byggeperioden og blevet kortere og prisen lavere. Trods mange aktører og producenter inden for feltet er der fortsat udfordringer med at bevare de originale arkitektoniske kvaliteter ifm. altanrenovering til en overkommelig pris.

Behov og nye muligheder

Nyere tiders eksempler på kollaps af altaner har betydet øget fokus på sikkerhedskontrol og guides til sikre altaner²⁵. Vi står med andre ord over for en renoveringsopgave med stor volumen samlet set og et marked, der vil vokse i fremtiden. Der er behov for løsninger, som afhjælper sikkerhedshensyn, nedbringer CO₂ aftryk i både materialer og bygningsdrift samtidig med, at de tager hensyn til bygningernes arkitektoniske udtryk.

Bærende konstruktionsmaterialer i biobaserede materialer

Udviklingen af biobaserede materialer går stærkt i disse år. Indtil videre er der primært fokus på indvendig brug fordi det er en yderst vanskelig opgave at udvikle de biobaserede materialers egenskaber til at kunne stå imod mødet med udendørsklimaet (måske lige på

²⁵ Er min altan sikker – En 5-trins vejledning til bygningsejere og lejere, Teknologisk Institut, Grundejernes Investeringsfond, 2019

nær træ, som til gengæld er langsomt voksende). Et fokus for udviklingen til altaner kunne derfor være at understøtte arbejdet med at udvikle biobaserede konstruktionsmaterialer med stor bæreevne, så vi kan mindske brugen af stærkt CO₂ udledende materialer såsom traditionelt produceret beton og stål i altankonstruktionen.

Fiberbeton giver formfrihed

På de to afholdte workshops med eksperter blev det påpeget, at kigger man udelukkende på at kunne fastholde altanens oprindelige udtryk viser fiberbeton nogle særlige muligheder for at tilpasse standardløsninger til den enkelte renoveringsopgave. Det er forholdsvis nemt at formgive og arbejde med sammenlignet med traditionel beton. Det giver med andre ord muligheder for at have en grundkonstruktion, der er nem at producere, hvorefter finere detaljer som rundinger og afsluttende kanter tilføres i fiberbeton for at skabe et udtryk, der minder om det originale. Fiberbeton kan rumme nogle potentialer for et reduceret klimaaftryk sammenlignet med traditionel beton, da stålarmeringen vil kunne reduceres. Dette er dog en forholdsvis uafprøvet teknologi, som vil have behov for yderligere dokumentation og videreudvikling før den vil være klar til markedet.

Den 3D printede altan

Workshopdeltagerne fremhævede også at formfrihed også fås gennem moderne fremstillingsteknologier såsom eksempelvis 3D print. Teknologien giver mulighed for at få selv de mindste detaljer i formgivningen frem, og materialespild reduceres til næsten ingenting. Udviklingen peger på, at der kommer flere 3D printede produkter i fremtiden, men indtil videre er teknologien forholdsvis dyr og ikke skaleret op på større konstruktioner og elementer. Ikke desto mindre kan teknologien være med til at løse udfordringer med både klimaaftryk og bevaringsværdi.

Inspirerende løsningstilgange

Mere arealanvendelse og støjværn

Som nævnt tidligere er kuldebroer i mange tilfælde anledning til renovering eller udskiftning af altaner. Visse projekter har benyttet lejligheden til at opføre indbyggede altaner bl.a. for at mindske støjgener. Altanen bliver mere anvendelige året rundt, og det kan fungere som ekstra isolering til gavn for boligens energiforbrug. Et nævneværdigt eksempel kan være Brunevang i Rødovre, hvor

en udvendig isolering af facaden gav anledning til at opføre udvendige altaner, som var med til at gøre boligerne mere attraktive – noget de ellers led under pga. deres meget ringe placering lige ud til Motorring 3²⁶.

Fiberbeton afhjælper kuldebroer

Bispeparken i Københavns Nordvest-kvarter er et andet eksempel på udskiftning af størstedelen af altan-partiet, men med øje for bevaringsværdien og det samlede, æstetiske indtryk af bygningen. Kuldebroer i indbyggede altaner gjorde en renovering nødvendig, og det var vigtigt at det oprindelige udtryk blev bevaret. De gamle altaner blev fjernet og erstattet af nye altaner i fiberbeton, og der kom nye værn og matteret glas. Plantekummerne i de oprindelige altaner blev ligeledes genskabt i de renoverede²⁷.

Stålkonstruktion med øget isolering bær lettere altaner

Fiberbeton blev også anvendt ved en altanrenovering i Højstrup-parken i Odense i 2018, hvor det skabte muligheder for lettere konstruktioner og større anvendelsesareal. De oprindelige altaner i massiv beton fungerede som kuldebroer. Hele altanbrystningen og betondækket hæfter i etagedækket og var dermed med til at nedkøle boligerne. Af samme grund har man opbygget de nye altaner over en stålkonstruktion, som man får større mulighed for isolering og dermed bryde den tidligere kuldebro. Den nye altan er bygget over et stålskelet og fiberbeton, hvorved man mister en del af det oprindelige udtryk, som særligt ses gennem altanens mindre volumen. Omvendt gør den lettere konstruktion det muligt at forøge arealet på altanen med omkring 30%, samtidig med at bryde med de tidligere kuldebroer²⁸.

Fra svalegang til opholdsrum og klimaskærm

Selvom svalegange har en anden funktion end altaner, er man alligevel lykkedes med at kombinere de to bygningselementer under en renovering af Ørsteds Haver på H.C. Ørstedsvej på Frederiksberg. Her har en nytænkning af den klassiske svalegang givet beboerne et nyt uderum lige foran deres hoveddør. Før mødte man beton og et snævert rum, hvor man i dag har åbnet op skabt øget lysindfald. Derudover har man udvidet svalegangen med skrå karnapper, som giver mere plads til ophold – i stedet for bare at være gangareal. Derudover virker den nye facade med trælameller og glas beskyttende på bygningens klimaskærm, så der spares penge på fremtidige varmeregninger og mindsker klimabelastningen²⁸.

²⁶ Er min altan sikker – En 5-trins vejledning til bygningsejere og lejere, Teknologisk Institut, Grundejernes Investeringsfond, 2019

²⁷ <https://danakon.dk/project/bispeparken/>

²⁸ https://www.youtube.com/watch?v=PfMmbANgDQk&ab_channel=FynsAlmennyttigeBoligselskab

²⁹ <http://www.byensnetvaerk.dk/da-dk/arrangementer/2020/%C3%B8rsteds-haver-%E2%80%93-fra-gr%C3%A5-til-gr%C3%B8n-facade.aspx>



APTERING

– Bevaringsværdier



På tværs af alle tre perioder gælder, at både lamper og skilte mange steder er specialdesignet til den enkelte boligblok eller bebyggelse. Det gælder både fritstående aptering såsom lygtepæle, men også skilte og lamper tilknyttet bygningens facade. Tagrender og nedløbsrør kan have en særlig formgivning, som er vigtig for bygningens bevaringsværdi, så ifm. med fx tag- eller facaderenovering bør dette være et opmærksomhedspunkt.

Hensynet til klimaet ved renovering af aptering

I forbindelse med en større renovering af en ejendom vil det ofte komme på tale at udskifte dele af apteringen såsom belysning, skilte, nedløbsrør, håndtag m.m. Da disse udskiftninger sjældent bidrager til en CO₂-reduktion i driften af bygningen, er det vigtigt, at man nøje overvejer, om en mindre renovering kunne forlænge bygningsdelens levetid. En undtagelse for dette kunne være belysningen, hvor en udskiftning til en mere energioptimeret lyskilde

kunne tjenes hjem på driftsenergien. Her kan man dog undersøge, om dette kan ske ved kun at udskifte dele som lysarmaturet og på en måde, hvor den ønskede lyskvalitet opnås. Hvis man på grund af slid ikke kommer uden om at skulle udskifte en del af apteringen, er det vigtigt, at den nye løsning har så lang en levetid som muligt.

Opsummerende kan man sige, at apteringen ofte spiller en mindre rolle i det samlede ressourceregnskab, men det betyder ikke, at et ressourceansvarligt valg i forbindelse med apteringen er ubetydeligt.

Udfordringer ved renovering og aptering

Apteringselementer til udendørs brug såsom belysning, skilte, nedløbsrør, håndtag o.l. er som regel fremstillet i metaller, som udgør en stor CO₂-belastning at udvinde og forarbejde. Metaller giver mulighed for detaljerede designudformninger, samtidig med at de er et yderst holdbart materiale. Men det kræver løbende vedligehold at fastholde det æstetiske udtryk og funktion. Fra et klimamæssigt synspunkt er det således vigtigt at sikre fokus på vedligehold i driften af disse elementer, så vi undgår hyppige udskiftninger pga. nedslidning og funktionstab.

Behov og nye muligheder

Apteringens mange forskellige elementer er ofte i mindre skala. Deltagerne på de to workshops havde i den forbindelse den fremhævede pointe, at dette giver mulighed for at eksperimentere med nye løsninger inden for forholdsvis små budgetter. Ydermere blev det på de to workshops pointeret, at aptering nemt kan kobles til nye konstruktioner og på den måde være et simpelt greb til at fastholde bygningens oprindelige udtryk selv efter en omfangsrig renovering.

Take back-ordninger og genbrug

Fordi mange apteringselementer produceres i slidstærke og svært nedbrydelige metaller, åbner de for muligheder inden for take back-ordninger og direkte genbrug. Elementernes lange holdbarhed gør det oplagt at genbruge dem mange gange. Det faktum, at vi gerne vil fastholde de traditionelle design for de pågældende perioder, understøtter desuden den direkte genanvendelse af elementerne.

Klimaforandringer påvirker aptering

I takt med kraftigere og hyppigere nedbørsmængder skal aptering såsom nedløbsrør og tagrender dimensioneres



anderledes, så de kan følge med de mere voldsomme vejrphænomener. Det stiller ændrede krav til dimensionerne, som igen har betydning for bygningens æstetik og overordnede arkitektoniske kvalitet. Ift. bygningens oprindelige udtryk bør man derfor være opmærksom på ikke at forvrænge æstetikken med de øgede dimensioner på fx tagrender og nedløbsrør. I dag anvendes typisk kobber- og zink-tagrender og -nedløbsrør på bygninger inden for perioden 1930-74. En omstilling til materialer, der ikke afgiver farlige stoffer, men som stadig lever op til deres funktion om at lede store mængder vand, vil være en gevinst for miljøet. Vil man nedbringe CO₂-aftrykket for elementerne, kan man også her kigge efter materialer med udarbejdede EPD'er.

Inspirerende løsningstilgange

De seneste års udvikling inden for LED-belysning har udvidet paletten af løsninger, fx når det kommer til farvetoning og muligheder for at indarbejde LED i eksisterende armaturer. Det giver et væsentligt lavere energiforbrug og giver flere muligheder for genbrug af original afpøtning til fordel for såvel klima som arkitektoniske kvaliteter og oprindeligt udtryk både indendørs og udendørs. Disse cirkulære forretningstilgange vinder større indpas. Et eksempel er Fischer Lighting, der har specialiseret sig i at genanvende og opgradere eksisterende lysarmaturer, hvor der gennem produktionen er stort fokus på design for adskillelse, så de enkelte delkomponenter kan genanvendes og udskiftes ved senere renoveringsopgaver.



SKORSTENE

– Bevaringsværdier



På tværs af funktionalismen og funktionel tradition har de murede skorstene været de mest udbredte. Eftersom disse perioders fyringsmetoder til opvarmning af boligerne ikke fortsatte ind i montagebyggeriet, er skorstene væsentlig sjældnere i den seneste periode.

Hensynet til klimaet ved renovering af skorstene

De fleste skorstene på boligejendomme fra 1930 til 1975 har i dag ikke længere en funktion, da de var koblet op på lokale varmecentraler, der for længst er blevet afløst af mere energieffektive opvarmningsformer såsom fjernvarme. De har dog i mange tilfælde en både arkitektonisk og kulturhistorisk betydning, som gør dem bevaringsværdige. I renoveringen af dem kan man vælge enten at afdække dem og lade dem stå som markører for tidligere tiders varmesystemer eller søge at nyttiggøre dem i forhold til behovet for nye klimareguleringssystemer i ejendommen. Her vil de for eksempel kunne anvendes til føring af nye ventilationssystemer. Alternativt kan de helt fjernes, så man undgår vedligeholdelsen af dem, hvis dette kan ske uden at gribe for meget ind i bygningens samlede arkitektoniske udtryk.

Udfordringer ved renovering af skorstene

I forhold til nyttiggørelsen af skorstenen skal man have for øje, at det kan kræve en omfattende og ressourcetung renovering, da de kan være stærkt forurenet med miljøskadelige stoffer, der udgør en trussel for miljø såvel som arbejdsmiljø. Det skal derfor overvejes, om alternative løsninger vil være mere ressourcetsparende. Udfordringen ved skorstene i en renovering er således i høj grad forbundet med, at der er tale om et bygnings-element, som ikke længere har en funktion udover den æstetiske og kulturhistoriske.

Behov og nye muligheder

Skal man bevare skorstene gennem renovering, bør man bruge dem til noget. Helt oplagt er det at indtænke nye funktioner og en anden udnyttelse af de oprindelige føringsskakte. Denne strategi kan også bruges som argument for at bibeholde bevaringsværdien og bygningens æstetiske kvalitet. En oplagt mulighed er som sagt at anvende de oprindelige skakte til at føre luftindtag og -afkast fra ventilationen. På denne måde undgår man at gennembyde facaderne, når der installeres decentral ventilation, som vil påvirke facadens udtryk. Det er imidlertid ressourcetrækvende at arbejde med skorstene. Derfor skal den nye funktion plus eventuelle bevaringsværdier opveje disse omkostninger, før man kan argumentere for at renovere/ændre på eksisterende skorstene. En væsentlig pointe fra de afholdte workshops med eksperter var i forbindelse hermed, at i første omgang vil det kræve en kortlægning af, hvor langt man overhovedet kan komme med reetablering af de eksisterende træksystemer, og hvilke installationer det giver mening at føre igennem.

Installationer skal tilpasses skakte

For at lette installationsarbejdet er det naturligvis en fordel, at der er installationer til rådighed, der passer i mål til de eksisterende skakte. Input fra de to workshops var, at der her ligger et udviklingspotentiale i at sætte standarder for dimensionering for relevante installationer og rørføringer. Desuden blev det fremhævet, at skakte i så fald skal leve op til gældende isoleringskrav, hvilket kan betyde, at skaktene skal fores fx med strømpeføring.

Skorstene som "klimareklame"

Hvilken signalværdi ligger der i skorstenen? Skorstenene i de modernistiske boliger vidner om en tid, hvor opvarmningen af husene foregik på en klimabelastende måde. Så skal skorstenen fjernes af denne grund, eller er det netop en oplagt anledning til



at bevare den og tillægge den en ny funktion og på den måde skabe opmærksomhed/bevidsthed om bygningens energiforbrug? I forlængelse heraf blev det på de to workshops diskuteret, om værdien af renoveringer bør være synlige eller usynlige. For nogle bygherrer er det en værdi, at renoveringen er synlig, og at de klimamæssige forbedringer på bygningen står tydeligt frem – også selvom det kan betyde et kompromis med bevaringsværdien og det oprindelige udtryk i arkitekturen.



- **Introduktion til perspektivering**
- **Vision for et nyt klima for bygningskultur**
- **Principper for innovation**
- **Innovationsudfordringer**
- **Muligt løft af den samlede innovationskæde**

Kapitel 5

Perspektivering for en kommercielt drevet innovation

Introduktion til perspektiveringen

Denne afsluttende perspektivering har til formål at beskrive, hvordan udviklingen af feltet, som på den ene side balancerer renovering af de modernistiske bygninger fra 1930-1975, således at deres klimaaftryk reduceres, og på den anden side fastholder eller fornyer de arkitektoniske kvaliteter ved bebyggelserne fra denne periode. En sådan udvikling vil kræve en indsats på mange niveauer. Fra de overordnede politiske ambitioner og reguleringsmæssige rammer til efterspørgsel fra byggeriernes ejere og lejere. I midten af skalaen ligger den udvikling, som kan drives af byggeriets virksomheder – det er denne udvikling, som er i fokus i denne perspektivering.

I det foregående kapitel er identificeret en række konkrete udviklingspotentialer under de enkelte arkitektoniske elementer, og disse peger på, at det er hele byggeriets værdikæde, der skal i spil i udviklingsindsatsen. Det gælder producenter af nye byggematerialer, leverandører af nye digitale værktøjer til design og projekteringsfasen samt udviklingen af nye kompetencer og processer blandt de udførende. Hertil kommer krav og efterspørgsel fra bygherrer.

Perspektiveringen rummer indledningsvis et bud på en vision for et nyt klima for bygningskultur. Visionen har til formål at tegne billedet af den fremtid, vi kan forestille os, når klimaet kommer til at være en afgørende beslutningsparameter, og den modernistiske arkitektur skal tages med ind i fremtiden. Visionen bestemmer, at en innovationsindsats kan tage afsæt i, hvordan de modernistiske bygningers klimabelastning kan reduceres med øje for detaljen, og relaterer den til relevante samfundsmæssige udviklingstendenser.

Dernæst er beskrevet tre principper for den innovationstilgang, vi vil anbefale, når det handler om, at virksomhederne skal drive udviklingen af nye løsninger, der respekterer de arkitektoniske værdier, reduktion af byggeriernes klimaaftryk og levetidsforlængelse af de eksisterende modernistiske bygninger – ligesom udviklingen vil skulle forholde sig til at forbedre bygningernes indeklima og reducere driftsomkostninger, både hvad angår kroner og ører og CO₂.

Det tredje element af perspektiveringen rummer 16 innovationsudfordringer. På hver deres måde bidrager de til at finde svar på den identificerede hovedudfordring: "Hvordan reducerer man de modernistiske bygningers klimabelastning med øje for detaljen?" Opdelingen i flere innovationsudfordringer er struktureret efter

fire overordnede kategorier hhv. byggematerialer og produktionsproces, arkitektur og helhedssyn, projektering og udførelse samt forretning og efterspørgsel. De fire kategorier og enkelte udfordringer inviterer til en tværfaglig tilgang fra både eksperter, virksomheder, iværksættere og alle andre, der kan kombinere faglig indsigt med nytænkning, når fremtidens løsninger skal findes.

Afslutningsvis peger perspektiveringen på, hvordan en innovationsindsats bør have den samlede innovationskæde for øje, og at der vil være behov for en indsats, som understøtter hele vejen fra idé til marked. Fra virksomhedernes perspektiv kræver det en stor og vedholdende indsigt at bringe et nyt produkt eller løsning hele vejen ud til markedet, og der kan derfor med fordel udvikles indsatser, der støtter de fire overordnede faser: Udforskning, Modning, Afprøvning og Skalering.

Vision for et nyt klima for bygningskultur

Klimaet er under forandring. Vores CO₂-aftryk er en ny møntfod, der er mindst lige så kontant og uomgængelig som energiforbrug kWh og kroner og ører. Det skaber i bred forstand et nyt mindset for, hvordan vi må tænke det byggede både som idé og materie.

Lige om lidt kan vi fejre 100-året for modernismens grundlæggelse i form af Le Corbusiers programerklæring *Vers une architecture*. Modernismen var et udsagn både om nye materialer og byggeteknikker, og om hvem vi er, eller bør være, som menneske og samfund. Bygningsmassen fra 1930–1974 kan på lange stræk læses som steds- og tidsspecifikke konkretiseringer af den modernistiske ambition om et nyt udtryk og et nyt samfund muliggjort gennem nye måder at bygge på.

Modernismen skabte mening i kølvandet på første verdenskrigs meningsløshed. Behovet er det samme i dag. Vi må skabe ny mening i erkendelsen af, at den menneskecentrede verdensorden er brudt sammen, i kraft af at vi mennesker bruger flere ressourcer, end der er til rådighed. Også denne gang er krisen både fysisk og begrebslig. Fysisk, fordi jordens planetære grænser manifesterer sig stadig klarere. Begrebslig, fordi centrale distinktioner som "menneske" og "natur" ikke længere giver mening. Der er ingen, der er over eller under; vi som mennesker er en del af naturen og bør derfor gøre naturen til en fast bestanddel af måden, hvorpå vi planlægger og udvikler det byggede miljø.



Etableringen af en ny mening er både en udfordring og mulighed for byggeriet. For den eksisterende bygningsmasse er udfordringerne og mulighederne dobbelte, da den skal gentænkes ikke bare med fremtiden, men også med fortiden for øje. Lovgivningen om de fredede og bevaringsværdige bygninger rummer en hensigtsserklæring om, at de bygninger, der værnes om, får en hensigtsmæssig funktion under hensyntagen til deres særlige karakter, så de fortsat har en eksistensberettigelse³⁰. Særligt modernismens bygninger, hvis idéhistoriske tankegods bl.a. bygger på fart og foranderlighed, men også menneskelige dogmer om lys, luft og æstetisk kvalitet – ja sågar til tider et natursyn, der fordrer, at bygningernes fysiske aftryk begrænses for at give mere plads til begrønning – har et potentiale til at bygge bro med meningsetableringen i den nye, bæredygtige, klimabevidste dagsorden. På mange punkter er den modernistiske tanke den direkte forfader til de byggetekniske, konstruktionsmæssige og indeklimamæssige principper, hvormed der bygges i dag. Derfor kan de produktionsmetoder, vi i dag har til rådighed, anses som værende en direkte udvikling af fortiden, og derfor kan de måske ligefrem styrke modernismens tankegods.

Hverken samfundet eller bygningsarven er statiske størrelser. Empiri fra bygningsarvens administration viser, at bygningsarven bedst bringes videre til fremtidens generationer via brug og afstemte funktionsændringer. Derfor er forholdet mellem bygningernes fortid og fremtid en løbende genforhandling, der i øjeblikket sker under iagttagelse af en række centrale samfundsmæssige udviklingstendenser:

- **Fra driftsenergi til indlejret energi.** Fremtidens energiforsyning bliver grønnere, og derfor giver et ensidigt fokus på energirenovering ikke længere mening. Der er behov for en samlet tilgang til klimabelastningen med et større fokus på den indlejrede energi i materialerne brugt til en renovering, som kan ses som en investering af CO₂, der skal kunne tilbagebetales gennem en reduktion af driftsenergien. Bliver driftsenergien grønnere, vil den miljømæssige tilbagebetalingstid blive længere.
- **Bæredygtighed – også socialt.** Indtil vi får omstillet vores energiforsyning, er der behov for at undgå, at stigende energipriser gør den eksisterende bygningsmasse utilgængelig for den brede befolkning i økonomisk forstand. Udfordringen er global og blandt andet en central del af EU-Kommissionens Renovation Wave. Derfor har danske virksomheder en mulighed for at komme foran.
- **Individuelle vurderinger og løsninger.** Metoden bag vurderingen af bevaringsværdier rummer en 1:1 vurdering af den enkelte bebyggelse og en pointgivning ud fra SAVE. På samme vis må vurderingen af den enkelte bebyggelses potentiale for klimarenovering også basere sig på en 1:1 vurdering i sammenhæng med de arkitektoniske kvaliteter. Derfor er der behov for, at vi gør brug af nye kortlægnings- og produktionsteknologier, som giver mulighed for individuelle vurderinger og produkter i hele spændet fra by til bygning og ned til den enkelte bygningsdel.
- **Forebyggelse og tilpasning.** Uanset hvor meget vi sætter ind for at reducere udledningen af drivhusgasser, er vi forbi det punkt, hvor klimaændringer kan undgås. Klima handler også om tilpasning. Så hvordan bliver bygningerne robuste over for kraftigere regnskyl, oversvømmelser og hyppigere storme? Hvilke muligheder er der i større dimensioner på tagrender og nedløb, skybrudssikrede indgangspartier og alle de tilpasninger, vi må gøre, når vejret bliver vådere, varmere og vildere?
- **Klimakrisen kommer ikke alene.** Global opvarmning er ikke den eneste reaktion på de planetære grænser. Biodiversitet og begrænset brug af knappe ressourcer er andre områder, hvor byggeriet spiller en nøglerolle. Hvordan kan vi vedligeholde og bruge vores eksisterende bygningsmasse på en måde, der minimerer klimabelastningen og tager favntag med dens etiske forudsætninger?

Principper for innovation

Når bygningsarven fremadrettet skal forvaltes og fornyes under hensyntagen til de ressourcer, der er tilgængelige på jorden, står vi med en kompleks udfordring, som ikke kan løses med de teknologier og tænkemåder, vi primært benytter i dag. Der vil selvsagt være behov for innovation mange steder, når det skal lykkes at finde nye balancer mellem bevaringsværdier og klimabelastning. I en kontekstuel forståelse af innovation peger Van de Ven 1999 på, at innovation drives af fire overordnede forhold:

1. Nye input, fx viden fra forskningsinstitutioner
 2. Ændret efterspørgsel fra bygningsejere og beboere
 3. Nye lovgivningsmæssige rammer som eksempelvis bygningsreglementer
 4. Virksomhedernes udbud af nye løsninger og teknologier.
- Vores fokus er, hvordan innovation drevet af virksomhederne kan fremmes. De er særligt centrale, når ny viden og teknologier skal forankres og skaleres, og det vil ofte kunne ske i et hurtigere tempo, end regulering og forskning tillader. Den virksomhedsdrevne innovation vil kunne understøttes gennem følgende innovationsprincipper:

Kend rammerne

– samtidig findes nye balancer mellem energi og klima

Byggeriet er kendetegnet ved mange fælles både formelle og uformelle spilleregler på brancheniveau. Det er et direkte resultat af den projektbaserede tilgang, som fordrer ensartede måder at arbejde på, så man kan arbejde sammen med aktører, man ikke kender. Strukturerne skal anerkendes, da de kun i begrænset omfang kan rykkes på. Samtidig er det vigtigt, at rammerne ikke fører til handlingslammelse. Derfor handler det om at finde sprækkerne og undtagelserne, hvor udvikling er mulig. Når flere går sammen, bliver det muligt at udvikle branchen.

Konkret står vi i et dilemma mellem energi- og klimahensyn. Der er eksempler på, at gældende isoleringstykkelse ikke altid kan forsvares i et klimaperspektiv over hele materialets og bygningens livscyklus. Ved at træne evnen til at kvantificere klimabelastningen i det små vil der over tid kunne arbejdes for at påvirke rammerne, hvor klima- og energihensyn bliver en del af samme hensyn. Tilsvarende er der stærke, etablerede fagligheder inden for energibesparelser både i uddannelsessammenhænge, i rådgivningsbranchen og i driftsorganisationer. Her vil tilgangen igen være at samtænke hensynet til energibesparelser og klimabelastning og herigennem udvikle nye finansieringsmodeller og principper for drift.



Figur 1: Illustration fra innovationsprincip "Kend rammerne" formuleret og udviklet af Smith Innovation i samarbejde med Lene Sørensen Rose.



Oprør fra midten

– detaljen dyrkes til industrialiserede priser

Innovation og læring kan ske på flere niveauer – fra hele branchen til det enkelte individ. Byggeriet er kendetegnet ved, at læring og innovation især sker på individ- og brancheniveau samt i flygtige projekter. Det hænger sammen med projektorganiseringen: når man hele tiden indgår i skiftende relationer, er det vigtigt at opføre sig ens. Virksomheden og virksomhedssamarbejder vil være drivende for denne udvikling som supplement til den udvikling, der også vil ske på branche- og individniveau.

Virksomhederne vil være de bedste til at introducere nye produktionsteknologier, som gør det muligt at dyrke detaljen, ved at produkterne tilpasses den enkelte bygning, men under industrielle processer og til industrielle priser. Dermed vil løsningerne fra start være tænkt til at kunne gå fra den lille til den store skala, uanset om det drejer sig om materialer, produktion eller afsætning.



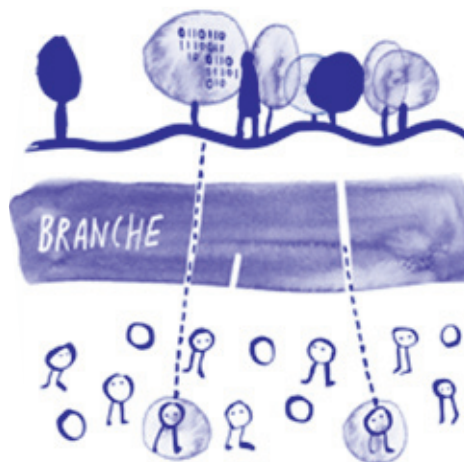
Figur 2: Illustration fra innovationsprincip "Oprør fra midten" formuleret og udviklet af Smith Innovation i samarbejde med Lene Sørensen Rose.

Bryd branchens spor

– inddrag dem på kanten af byggeriet

Nicheerne skabes af dem, der er gode til at reagere på ændringer i det omkringliggende samfundslandskab. Den innovation, der er nødvendig for at understøtte en branches udvikling og bæredygtige omstilling, finder typisk sted i nicher, der ligger uden for eller på kanten af den etablerede branche. De, der finder nicherne, er først til at gribe nye dagsordener inden for eksempelvis teknologiuudvikling eller ressourcer. Samtidig kan det være vanskeligt for nicherne at bryde igennem den etablerede branche. Branchen er formet af fortidige beslutninger, der præger og afgrænser nutidens muligheder. Det handler derfor om at skabe nicher, som kan bryde med branchens spor. Samtidig er det vigtigt at forstå, at det ikke kan forudses, hvilke nicher der kan stå på egne ben. Udvikling forudsætter dermed en underskov af nicher.

Forventningen er, at der vil være behov for at udvikle nicher inden for nye produktionsteknologier, som tillader mass customization og industrialisering af nye typer byggematerialer med lav klimabelastning. Den afgrænsede bygningsmasse defineret ved det modernistiske etagebyggeri fra 1930 til 1975 er måske et lille marked set fra producentens perspektiv. Også her anlægges et nicheperspektiv, hvor et fokus på de særlige behov i denne bygningsmasse vil kunne fremtvinge en innovation, som vil kunne komme det samlede renoveringsmarked – og formodentlig også nybyggeriet – til gode.



Figur 3: Illustration fra innovationsprincip "Bryd branchens spor" formuleret og udviklet af Smith Innovation i samarbejde med Lene Sørensen Rose.

Innovationsudfordringer

For at kunne understøtte den virksomhedsdrevne udvikling, der kan finde nye måder at klimarenovere den modernistiske bygningsmasse på, er der behov for en tværfaglig tilgang fra både eksperter, virksomheder, iværksættere og alle andre, der kan kombinere faglig indsigt med nytænkning til at løse følgende 16 innovationsudfordringer. Der vil være behov for både dem, der allerede arbejder med renoveringen af de modernistiske bebyggelser, men også eksperter fra andre fagfelter og dem på kanten af byggeriet, som med afsæt i andre fagligheder kan være med til at gentænke: "Hvordan reducerer man de modernistiske bygningers klimabelastning med øje for detaljen?"

Innovationsudfordringerne er struktureret efter fire overordnede perspektiver, som henvender sig til hvert sit faglige domæne:

Byggematerialer og produktionsproces

1. Hvordan kan biobaserede materialer udvikles til at indgå i renoveringen af facader, tag, bærende konstruktioner og fundament?
2. Hvordan kan nye produktionsteknologier gøre det muligt at producere nye produkter til renovering med individuel form- og farvefrihed til industrialiserede priser?
3. Hvordan kan nye produktionsteknologier øge muligheden for mikrorenovering gennem 1:1 produktion af reservedele til eksisterende bygningskomponenter?
4. Hvordan reducerer vi ressourcerne forbundet med genanvendelse af byggematerialer, så vi højner genbrugsgraden?

Arkitektur og helhedssyn

5. Hvordan får vi udviklet en individualiseret og intelligent vurderingsproces, som kombinerer potentialet for at reducere bygningens klimabelastning med fastholdelse eller opkvalificering af de arkitektoniske kvaliteter?
6. Hvordan får vi udviklet og udbredt et supplement til SAVE-registreringen, der kan kortlægge forskellige handlemuligheder inden for klimarenovering afhængig af graden af bevaringsværdi?
7. Hvordan udvikles funktionelle og æstetiske løsninger til mødet mellem klimareducerende teknologier og de eksisterende bygninger?
8. Hvilken gentænkning af de modernistiske bygningers arkitektoniske kvaliteter og idealer åbner klimahensynet for?

Projektering og udførelse

9. Hvordan får vi udviklet CO₂-beregningværktøjer, som kvalificerer designprocessen i et renoveringsprojekt?
10. Hvordan får vi udviklet værktøjer til at indtænke materialers levetider som en designparameter i en renovering?
11. Hvordan operationaliseres mikrorenoveringer i både projektering og udførelse, så det ikke bliver uhensigtsmæssigt dyrt?
12. Hvordan får vi udviklet alternative livscyklusvurderinger, så de også rummer arkitektonisk kvalitet og vedligehold?

Forretning og efterspørgsel

13. Hvad er afgørende for beboerne og bygningsejerne i prioriteringen af renoveringsmidler, og hvordan bliver fastholdelse af den arkitektoniske kvalitet og reduktion af CO₂-belastning en vigtig del af dette?
14. Hvordan bliver klimabelastning en del af hensynet, på samme måde som bevaringsværdier er det i myndighedsgodkendelsen?
15. Hvordan bliver det lige så nemt for beboerne og bygherrerne at vælge den klimareducerende renovering med arkitektonisk kvalitet som den konventionelle løsning?
16. Hvordan udvikler vi finansieringsmodeller til klimarenovering med fokus på den arkitektoniske kvalitet, som vi kender det fra energirenovering?



Muligt løft af den samlede innovationskæde

For at kunne fremme en virksomhedsdrevet innovation vil det være vigtigt at have den samlede innovationskæde for øje. Der er ofte lang vej fra idé til marked – og der er stor forskel på karakteren af de aktiviteter og kompetencer, der er behov for i de enkelte faser. Nedenstående illustration viser innovationskæden i simplificeret form, og den efterfølgende uddybning beskriver formålet med hver fase, og hvilke typer af aktiviteter der kan formodes at finde sted.

UDFORSKNING – så de nye idéer, og inviter det uventede

Formålet med fasen er at sikre, at idéhøjden og feltet af deltagende aktører med relevant viden og knowhow øges, inden konsortierne og produktionsteknologien fastlægges. Her inviteres eksperter, wildcards og byggeriets parter fra ind- og udland til at give deres markante bud på løsningsstilgange, samtidig med at eksisterende viden kortlægges og deles. Idéer og samarbejdsmuligheder udfoldes og modnes til et niveau, hvor de kan inspirere til og eventuelt indgå i konsortiedannelse.

MODNING – dyrk idéerne, og sæt dem sammen, så de bliver byggbare

Fasen sikrer, at de mange gode idéer og parter finder sammen om producerbare produktkoncepter, der skal modnes – både hvad angår anvendelse af nye produktionsteknologier og i mødet med renoveringen af de modernistiske bebyggelser og med deres bygherrer. Her inviteres branchen til at etablere tværgående produktionskonsortier, der udvikler, konkretiserer og dokumenterer hvert deres bud på et produkt til klimarenovering af de modernistiske boligejendomme med høj arkitektonisk kvalitet. Konsortierne forventes derfor at bestå af kompetencer inden for produktion,

design og arkitektur, bygbarhed, byggeteknik og klimaviden.

For at sikre, at produkterne møder reelle behov i markedet, vil et bygherrepanel løbende kunne give sparring i udviklingsfasen.

AFPRØVNING – demonstrer idéerne, og skab kontinuerlige forbedringer

Fasen sikrer, at der skabes et rum for kontinuerlig forbedring, der gør det muligt at opnå kravene både til CO₂-reduktion og markedsattraktivitet. De nye produkter skal dokumenteres og testes i henhold til gældende standarder foruden en dokumentation af produktets klimabelastning. De nye løsninger skal desuden dokumenteres i deres egnethed i anvendelse, så sager som fx MgO-pladen undgås i fremtiden. Fasen giver samtidig konkrete fysiske referenceprojekter, hvor de nye produkter anvendes i en konkret renovering, og produktets bidrag til at reducere bygningens klimabelastning dokumenteres, samtidig med at evnen til at bevare eller forbedre den arkitektoniske kvalitet evalueres.

SKALERING – brug idéerne i stor skala, og skab kommerciel forankring – også internationalt

Formålet med fasen er, at løsningerne forankres kommercielt, og udviklingsprojektet overgår til at handle om salg og produktion; herunder at løsningerne på sigt også opnår international udbredelse og dermed bidrager til et globalt bæredygtigt løft. Fasen forholder sig dermed aktivt til den problemstilling, at "forsøgsbyggeri består, samarbejde forgår". Endvidere vil der være behov for kommerciel modning af konsortierne og byggeriets værdikæde, så de nye løsninger, metoder og værktøjer implementeres både nationalt og internationalt, da klimahensynet først sker, når løsningerne tages i brug i praksis.



Figur4: Illustration af den samlede innovationskæde fra idé til marked udviklet af Smith Innovation i samarbejde med Lene Sørensen Rose.

