Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Grønne, sunde og effektive renoveringer

Bæredygtige renoveringer for fremtiden

Sørensen, Martha; Finsdóttir, Sára; Thuesen, Christian; Larsen, Tine Steen; Rode, Carsten; Rasmussen, Christoffer; Nielsen, Martin Vraa; Butera, Stefania; Rohde, Lasse; Sørensen, Martha; Finsdóttir, Sára

Publication date:
2021

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

Link to publication from Aalborg University

Citation for published version (APA):
Sørensen, M. (red.), Finsdóttir, S. (red.), Thuesen, C., Larsen, T. S., Rode, C., Rasmussen, C., Nielsen, M. V., Butera, S., Rohde, L., Sørensen, M., & Finsdóttir, S. (2021). *Grønne, sunde og effektive renoveringer: Bæredygtige renoveringer for fremtiden*. (1. udgave udg.) REBUS-partnerskabet.

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 at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from vbn.aau.dk on: April 20, 2024

RE+BUS

RENOVATING BUILDINGS SUSTAINABLY

Grønne, sunde og effektive renoveringer

Bæredygtige renoveringer for fremtiden

Henning Larsen

TEKNOLOGISK INSTITUT

BUILD
AALBORG UNIVERSITET

COWI

DTU

Frederikshavn BOLIG FORENING

HIMMERLAND BOLIGFORENING

SAINT-GOBAIN

Enemærke & Petersen a/s

Kolofon

Redigeret af Martha Sørensen og Sára Finsdóttir.

Forfattere: Christian Thuesen, Tine Steen Larsen, Carsten Rode, Christoffer Rasmussen, Olena K. Larsen, Martin Rasmussen, Martin Vraa Nielsen, Stefania Butera, Lasse Rohde, Martha Sørensen og Sára Finsdóttir.

Udgivet af REBUS-partnerskabet i 2021. 1. udgave.

Det er tilladt at kopiere tekst, såfremt der laves tydelig kildehenvisning.

Fotokredit: Thomas Vilhelm, Jonathan Weimar, Agnete Schlichtkrull, øvrige fotografier og illustrationer ejes af de deltagende virksomheder og partnerskabet REBUS.

REBUS partnerskabet er støttet af Innovationsfonden, Realdania og Grundejernes Investeringsfond.

Partnere i REBUS er: Teknologisk Institut, Enemærke & Petersen A/S, Danmarks Tekniske Universitet, Saint-Gobain Denmark A/S, Henning Larsen Architects A/S, COWI A/S, BUILD- Aalborg Universitet, Frederikshavn Boligforening og Himmerland Boligforening.

Resultater og konklusioner fra et samfundspartnerskab om renoveringer

Samfundspartnerskabet REBUS har siden 2016 udarbejdet metoder, værktøjer og produkter, som er blevet demonstreret og evalueret undervejs. Denne publikation præsenterer de vigtigste resultater, evalueringspunkter og afklaringspunkter for fremtidige undersøgelser.

50% lavere energiforbrug

Bygningers energiforbrug udgør 40% af Danmarks CO_2-udledning.

30% lavere ressourceforbrug

Byggeindustrien er ansvarlig for 40-50% af verdens ressourceforbrug.

20% øget produktivitet

Byggebranchen er bagud, når det kommer til produktivitet og industrialisering.

Indhold

6 **Forord**

8 DEL 1: **Renovering i et større perspektiv**

10 **Vigtigt fokus på innovation i bygge- og anlægsbranchen**

14 **Boligblokkene skal løftes med ambitiøs mass customization**

18 **Kvalitet i det almene byggeri - byggebranchens ansvar**

22 DEL 2: **REBUS-visionen**

24 **Byggeriets rebus**

26 **Tre overordnede mål**

32 **Fokusområder og proces**

40 **Essays**

58 DEL 3: **Fokusområder**

60 **Strategiske partnerskaber - en ny drejning i dansk byggeri**

70 **Værdien af et godt indeklima**

80 **Databaseret kortlægning af termisk ydeevne**

90 **Den gode renovering - hvad er det?**

100 **Flere renoveringer af højere kvalitet**

118 **Litteratur**

Forord

Den gode renovering kan ikke isoleres fra kontekst

af Martha Sørensen,
projektleder i REBUS og sektionsleder på Teknologisk Institut

Byggebranchen og forskningen er enige om, at renovering er en del af løsningen på de massive klimaudfordringer, som er kommet tæt på de senere år. Men det er vigtigt med en fortsat diskussion af præmisserne for den enighed.

"Der er stadig behov for at tænke nyt og at bevare en undersøgende tilgang, så vi får fat om problemstillingerne i al deres kompleksitet. På den måde kan vi sikre renoveringer på et højt niveau i årene fremover."

Vi kender dem allesammen. Boligblokkene, som passerer os, når vi sidder i S-toget eller kører på motorvejen. Fra de høje betonblokke til de lidt lavere tre- eller fireetagers elementbyggerier.

Tilsammen udgør 60'ernes og 70'ernes modulbyggerier en stor del af danskernes boligkvadratmeter. Og tilsammen står de derfor også for en stor del af Danmarks CO_2-udslip.

Imens den ensartede arkitektur har sine udfordringer, så rummer den også potentialer for et massivt løft af boligernes kvalitet og en gennemgribende energiforbedring.

De almene boligbebyggelser har været udpeget som indsatsområde for REBUS. Det har krævet et særligt fokus på deres processer og incitamenter i de fem år, hvor partnerskabet REBUS har samlet branchen, udviklet konkrete løsninger og styrket vidensgrundlaget på renoveringsområdet. Bæredygtighed har været omdrejningspunktet for løsningerne. Fremtidens renovering skal, udover at bidrage til øget kvalitet i boligområderne, også være miljømæssigt, økonomisk og socialt bæredygtig.

Den almene sektor har altså været en vigtig medspiller og primær målgruppe for de udviklede løsninger. Ud over de i REBUS deltagende boligselskaber, Himmerland Boligforening og Frederikshavn Boligforening, etablerede vi tidligt en referencegruppe med boligselskabernes byggechefer og andre, der besidder en ledende rolle i den strategiske planlægning af renoveringer.

Det er nu, vores viden skal i spil

Fem begivenhedsrige år senere har vi set en række initiativer og forhåbentligt grønne katalysatorer fra både byggebranchen og fra politisk side. En Boligaftale blev indgået i januar 2020 indeholdende bl.a. 'grønt incitament', 'huslejebremse' og 'grønt energikrav'. Det satte for alvor de almene boligrenoveringer under luppen.

Regeringen oprettede i 2019 13 branchespecifikke klimapartnerskaber, herunder et med byggebranchen, med målet at 'definere, hvordan den (branchen, red.) kan og vil mindske sit klimaaftryk frem mod 2030'. Klimapartnerskabet for byggeri og anlæg kom i 2020 med deres bud på, hvordan renovering af eksisterende byggeri i højere grad skal bringes i spil for at reducere energi- og ressourceforbruget i Danmark. Vores håb er, at resultaterne fra REBUS kan komme samfundet til gavn i denne sammenhæng.

I 2020 frigav Landsbyggefonden, blandt andet som reaktion på Coronakrisen, midler til afvikling af en lang renoveringskø i den almene sektor. I den forbindelse skal alle renoveringsprojekter gennemgå en grøn screening for at sikre, at pengene får mest mulig slagkraft i forhold til Danmarks mål om grøn omstilling.

En anden begivenhed, der kan få afgørende betydning for fremtidens bæredygtige byggeri, er, at der fra 2023 via en bæredygtighedsklassse i Bygningsreglementet bliver stillet krav bl.a. til livscyklusanalyse, totaløkonomi og indeklima. Dette fokus taler direkte ind i REBUS' arbejde, hvor vi netop har udviklet løsninger til effektive, sunde renoveringer med høj kvalitet.

Alt sammen vigtige beslutninger, der forhåbentligt bidrager til øget kvalitet, når renoveringer af de eksisterende bygninger skal gennemføres de kommende år. Det er nu, vi skal bruge al den viden, der eksisterer på området, så vi kan få løftet bokvaliteten i boligerne, samtidig med, at vi energioptimerer og sikrer en sund økonomi, der også tager højde for ressourceforbruget og materialerne i det lange perspektiv.

Fleksibilitet er kodeordet

Sideløbende med målet om innovative løsninger til den almene sektor, har det været et udpræget mål at skabe fleksible løsninger, der kan bruges i et bredere perspektiv. Det kræver dog en videre bearbejdning, og alle partnere i REBUS er allerede i fuld gang med at afsøge og videreudvikle mulighederne for at afsætte løsningerne i nye kontekster.

Allerede fra REBUS-partnerskabets start var det tydeligt, at der aldrig kan arbejdes ud fra en one size fits all-tankegang. Renoveringsprocesser i den almene sektor er komplicerede, og kravene spænder fra national boligpolitik til lokale helhedsplaner. Der er en lang række hensyn, der skal tages, og den samlede plan for et boligområde må tages i betragtning.

Think global, act local er en frase man hører i forskellige sammenhænge, når det drejer sig om klimaet og vores handlemuligheder. At tænke globalt og agere lokalt. Det gør sig i høj grad gældende, når det kommer til renoveringer. Politisk styring, kommunens rolle, boligselskabernes opbygning og ledelsesstruktur, faste eller skiftende samarbejdspartnere, udbud og efterspørgsel. Alt varierer fra by til by. Der er behov for lokale indsatser, hvis vi skal lykkes med at skabe den innovation og den udvikling, der er brug for på overordnet plan.

Kataloget, som du sidder med, markerer afslutningen af et samfundspartnerskab. Det overskyggende mål er nu, at indsatsen fortsætter, også efter at REBUS i sin nuværende form ophører. Der er stadig behov for at tænke nyt og at bevare en undersøgende tilgang, så vi får fat om problemstillingerne i al deres kompleksitet. På den måde kan vi sikre renoveringer på et højt niveau i årene fremover.

DEL 1

Renovering i et større perspektiv

De følgende sider består af en række artikler baseret på interviews med nøglepersoner i REBUS, der kan bidrage med hver deres perspektiv på nogle af de forskellige fokusområder i REBUS-partnerskabet. Artiklerne kredser om tre temaer, som parterne i REBUS ser som afgørende i den fortsatte indsats:

- **Vigtigt fokus på innovation i bygge- og anlægsbranchen:** Innovationssystemet med offentlige og private aktører og tilskudsmidler udgør en afgørende infrastruktur i Danmarks teknologiske udvikling. Byggeriet har oplevet at være lidt bagud på innovationsfronten og særligt på renoveringsområdet har det været svært at samle innovationskræfter.

- **Boligblokkene skal løftes med ambitiøs mass customization:** Aktørernes roller forskydes, når de teknologiske muligheder i byggeriet ændrer sig. Nye fremstillingsteknikker kan gribe helt grundlæggende ind i, hvordan byggebranchen opererer, og med bedre resultater til følge. Men det kræver velvilje og mod fra alle parter.

- **Kvalitet i den almene sektor – byggebranchens ansvar:** Den almene sektor er kommet i spotlyset som central spiller, når det gælder grøn omstilling. Her er der nemlig mulighed for at høste omfattende ressource- og energibesparelser. Det er dog afgørende at have blik for helheden og at forstå den almene sektors processer.

Vigtigt fokus på innovation i bygge- og anlægsbranchen

Byggebranchen er kendt som en af "supertankerne" i dansk erhverv, der er lang tid om at ændre kurs. Men innovation er en nødvendighed i den grønne omstilling, og behovet for at udfordre status quo er større end nogensinde.

Byggeriet står for en stor del af den samlede klimabelastning, både direkte i form af CO_2-udledning i forbindelse med byggeprocessen og energiforbrug til drift af bygningen og i form af affald. En udregning fra Rambøll viser, at CO_2-udledningen i et renoveringsscenarie, hvor den eksisterende bærende konstruktion genbruges, vil være 56 gange mindre, end den mængde CO_2, der udledes i den traditionelle nedrivnings- og nybyg-proces.

Det oplagte svar på klimaudfordringen er derfor: renover i stedet for at bygge nyt. Men her skal vi ikke undervurdere de faktorer, der gør renovering til en af byggebranchens sværeste discipliner, lyder det fra Mette Glavind, direktør på Teknologisk Institut.

"Mens renovering er helt afgørende i den grønne omstilling, så er det også en svær disciplin med mange risici. Der skal sættes massivt ind med nyeste viden, hvis vi skal renovere i stedet for at rive ned og bygge nyt. Det kræver en mere effektiv screening af bygningernes potentialer og mulige faldgruber i form af miljøskadelige stoffer, indeklimaudfordringer osv."

Derfor er det ifølge Mette Glavind afgørende, at der fortsat forskes i renovering med udvikling og dokumentation af materialer og bæredygtighed som omdrejningspunkter.

"Det kræver 'hardcore' faglighed at dokumentere, at en renovering rent faktisk er bæredygtig. Og den faglighed må og skal være en integreret del af fremtidssikringen af vores bygninger. Ved nybyggeri starter du fra scratch og har friere tøjler til at skabe et nærmest CO_2- og ressourceneutralt byggeri. Renovering er en mere bunden opgave. Men derfor er dokumentation af indeklima og holdbarhed ikke mindre vigtige, netop fordi de også bidrager til bæredygtighed."

Innovative løsninger til renoveringer

Danmark er kendt for at have et velfungerende innovationssystem, der omsætter mere end 20 milliarder offentlige kroner til forskning hvert år. Samtidig er innovationsaktiviteten i bygge- og anlægsbranchen lav, sammenlignet med andre brancher. Hver gang industrien investerer omkring 100 kr. investerer byggeriets udførende led mellem 50 øre til en krone (Smithinnovation 2016).

Årsagerne til manglende innovation i bygge- og anlægsbranchen er ikke ukendte. Økonomi, ansvar og risiko udfordrer, ikke mindst set i lyset af, at det kan have store konsekvenser at implementere nye metoder, processer eller produkter, som efterfølgende viser sig ikke at leve op til forventningerne. Barrierer, der ikke er fremmede for de branchekendte.

"Vi har brug for innovation i en tid, hvor fokus er på bæredygtige løsninger, klimaforandringer og knappe ressourcer. Alt sammen presserende behov, som kræver nye løsninger hele vejen rundt – fra alle aktører i branchen. Hvis vi skal vende klimakrisen, så skal det ske i fællesskab og ved hjælp af innovation," understreger Mette Glavind.

Særligt på renoveringsområdet har supertankeren vist sig fra sin tungeste side. Det skulle der laves om på med REBUS, som er resultat af mange års indsats for at sætte bygningsrenovering på innovationsdagsordenen.

"Det kræver 'hardcore' faglighed at dokumentere, at en renovering rent faktisk er bæredygtig. Og den faglighed må og skal være en integreret del af fremtidssikringen af vores bygninger."

- Mette Glavind, Teknologisk Institut

”Det er afgørende for en grøn omstilling, at vi får nogle værktøjer til at fremtidssikre de bygninger, som allerede er opført. Det gør vi fx ved at energioptimere, når vi alligevel renoverer bygningerne. På den måde forlænger vi også bygningernes levetid, og det er langt bedre end ved at rive ned og bygge nyt. Men det kræver en fortsat vilje til at gøre det bedre og mere effektivt, end vi gør det i dag.”

Partnerskabet REBUS er et af de projekter, der ved hjælp af både offentlige og private midler udvikler og demonstrerer løsninger, der kan kommercialiseres og dermed betale den offentlige investering hjem i form af vækst hos de involverede virksomheder og dermed dansk økonomi. Derudover skal løsningerne bidrage til det danske klimaregnskab med et reduceret energi- og ressourcespild.

Praktisk erfaring koblet med forskning og viden

Når offentlige og private aktører samarbejder i forskning- og udviklingsprojekter, er der potentiale til i højere grad at omsætte styrkerne til produkter og kommercielle resultater.

”I REBUS har vi samarbejdet med virksomheder fra hele værdikæden og med andre videninstitutioner. Netop den kobling – praktisk erfaring koblet med forskning og viden- har været afsættet for partnerskabet. Det har skabt løsninger, som virker i praksis, som er implementerbare her og nu, og som tager afsæt i konkrete behov” siger Mette Glavind.

Søren Aggerholm, professor emeritus og tidligere forskningschef i BUILD- Aalborg Universitet, har også været engageret i REBUS fra start. For ham er der ingen tvivl om, at der er brug for koblingen mellem virksomheder og videninstitutioner:

”Når virksomheder og videninstitutioner arbejder sammen, er det den optimale måde at løse udfordringer på. Koblingen af praktik og viden gør, at vi kan lykkes med at skabe den innovation og den udvikling, der er brug for – både ud fra et brancheperspektiv og ud fra et samfundsperspektiv,” siger Søren Aggerholm.

Med afslutningen af samfundspartnerskabet REBUS, er det nærliggende at spørge, hvilken betydning et offentligt finansieret samfundspartnerskab som REBUS har for den fortsatte udvikling i bygge- og anlægsbranchen?

”Der er ingen tvivl om, at et samfundspartnerskab som REBUS har stor betydning for branchen. Se blot på resultaterne der er skabt. Den offentlige støtte er essentiel, for når det gælder innovation og udvikling, så er det evige spørgsmål, hvem skal gå forrest? Hvem skal løfte ansvaret og risikoen og drive udviklingen og innovationen? Jeg synes, vi har fundet en god løsning i REBUS, hvor alle partnere har investeret i projektet – både det offentlige, videninstitutionerne og virksomhederne. På den måde løfter vi branchens udvikling sammen – og det har helt sikkert været en af styrkerne i REBUS” siger Mette Glavind.

REBUS har skabt innovative løsninger, som kommer hele branchen til gode og som gavner energiforbruget, ressourceforbruget og produktiviteten. Alt sammen med fokus på bæredygtighed og ikke mindst sunde bygninger.

For netop sunde bygninger er et mål vi ikke må kompromittere på vores innovative vej til bygninger med lavt klimaaftryk. I hvert fald ikke, hvis du spørger Geo Clausen, professor og sektionsleder på DTU, som er en del af styregruppen i REBUS og til daglig forsker i det sunde indeklima:

”Sunde bygninger er alfa og omega – for det er her vi skal arbejde, bo og leve. Så de løsninger vi kommer frem til, skal være testede og dokumenterede, så vi sikrer sunde bygninger, med de løsninger vi leverer. Det gælder fx materialernes påvirkning af indeklimaet, hvor nye materialer med lavt CO_2-aftryk godt kan udlede sundhedsskadelige stoffer til vores indeklima. Så her må vi ikke gå på kompromis med tests og dokumentation” siger Geo Clausen.

Status quo er ikke en løsning

Spørger man partnerskabet bag REBUS er der heller ingen vej udenom mere innovation i bygge- og anlægsbranchen.

”Det giver sig selv, at alternativet er udelukket. Vi kan ikke lade stå til og bevare status quo. Vi har brug for innovation for at rykke samfundet og udviklingen. Men vi kan lette vejen ved at arbejde sammen på tværs og inspirere hinanden. På den måde kan vi sammen bane vejen for nye, innovative og bæredygtige løsninger” understreger Mette Glavind.

Den gode nyhed er ifølge Mette Glavind, at der er politisk opmærksomhed på bæredygtighed og grøn omstilling, generelt, men også i bygge- og anlægsbranchen.

”FN’s 17 verdensmål får stor opmærksomhed – også i bygge- og anlægsbranchen, hvor en analyse fra Deloitte og Dansk Byggeri fra 2019 viser, at 75 % af virksomhederne i bygge- og anlægsbranchen har kendskab til bæredygtighed og FN’s verdensmål. Der er stadig er et stykke vej før verdensmålene er en integreret del af virksomhedernes daglige rutiner. Men arbejdet med at implementere bæredygtighed og verdensmålene i både strategier, i bestyrelseslokaler og ude på byggepladserne er allerede sat i gang – så supertankeren er godt i gang med at ændre kurs,” siger Mette Glavind.

Stigende efterspørgsel som drivkraft

Analysen fra 2019 viser også, at 27 % af branchens virksomheder oplever stigende efterspørgsel efter bæredygtige løsninger i byggeriet. Samtidig er forventningen hos virksomhederne, at andelen vil stige i den kommende periode, da bæredygtighed og reduktion af CO_2-udslippet for alvor er kommet på den politiske dagsorden (Deloitte og Dansk Byggeri 2019).

”Det lover godt for fremtiden. Stigende efterspørgsel er lig med større incitament hos virksomhederne, og flere gode løsninger er lig med større fokus og endnu større efterspørgsel hos kunderne, som igen styrker incitamentet hos virksomhederne. En god cirkel, men også en nødvendig cirkel, hvor vi gerne går forrest i samarbejde med dem der vil være med. Med REBUS har vi understøttet den fortsatte udvikling i branchen og udviklet værktøjer til gavn for den danske byggebranche og ikke mindst, for samfundet. Og det vil vi fortsætte med at gøre” slutter Mette Glavind.

Boligblokkene skal løftes med ambitiøs mass customization

Vi skal blive ved med at udfordre byggeriets design- og fremstillingsteknikker, hvis vi skal lykkes med at nedbringe Danmarks CO_2-udslip og ressourcespild.

Hvis vi skal have mere ud af de ressourcer, vi i dag bruger til renovering, er præfabrikerede facader en del af løsningen.

Fordelene ved facader, der kan samles på en fabrik, er indlysende, men mange af potentialerne er endnu uforløste, hvis man spørger Signe Kongebro, partner i Henning Larsen, som er næstformand i REBUS-partnerskabets styregruppe.

"Det er vigtigt at forstå, at det ikke handler om at finde én rigtig løsning, men en rigtig tilgang. Og siden det er byggeriet fra 60'erne og 70'erne, som REBUS fokuserer på, så er kunsten at lykkes med en boligblok, fordi så kan vi lykkes med en stor andel af den danske og europæiske boligmasse."

Signe Kongebro ser udviklingen med præfabrikerede facader som en ny mulighed for at skabe arkitektonisk kvalitet:

"Som arkitekter er vi vant til at arbejde med udfordringer. Arkitektens råderum vil i højere grad handle om processer og mindre om unika design, når vi bruger præfab. Her handler det så bare om at bruge de benspænd, som produktionsformen medfører, som kreative udfordringer. Det er det fulde potentiale, vi med REBUS har ønsket at forløse."

Mass customization giver unikke løsninger

Filosofien bag flere af REBUS' udviklingsområder er et nøglebegreb i industriens og produktudviklingens historie. Nemlig *mass customization*, som også har haft arkitektbranchens opmærksomhed i en årrække. En beskrivelse af grundideen ved mass customization lyder:

> "... at skabe værdi for kunden ved at tilpasse produktet til dennes specifikke behov og give kunden en oplevelse af at få et skræddersyet produkt. Set fra producentens side fremstår produktet som produktions-ens og kan fremstilles med det eksisterende produktionsapparat." (Mikkelsen et al 2005, s. 20).

Begrebet dækker over en gentænkning af produkter og tjenester i alle brancher, og slog for alvor igennem med den amerikanske forfatter og 'business-thinker' B. Joseph Pine i 1990'erne.

Et eksempel på et projekt, som bygger på mass customization, er Klimakaréen på Østerbro i København. Her har Henning Larsen, Saint-Gobain og en række partnere udviklet en multifunktionel gårdfacade, som er en fleksibel udvendig facadeisolering, der kobler en række kendte løsninger sammen i et innovativt byggesystem. Systemet er skalerbart og kan tilpasses den enkelte ejendom.

"Det er et af vores fyrtårnsprojekter for netop præfabrikerede løsninger, der viser hvordan man på en effektiv måde kan opnå arkitektonisk kvalitet og samtidig sikre, at de grønne tiltag så at sige overlever udbudsrunder, byggeprocessen og de mange beslutninger, der træffes undervejs. Det er et spørgsmål om at finde de helt rette kompromiser mellem forskellige behov, så vi kan stå inde for den samlede pakke, herunder også indeklimakvaliteten, dagslyset og bedre udnyttelse af m²," siger Signe Kongebro.

"Det er vigtigt at forstå, at det ikke handler om at finde én rigtig løsning, men en rigtig tilgang. Og siden det er byggeriet fra 60'erne og 70'erne, som REBUS fokuserer på, så er kunsten at lykkes med en boligblok, fordi så kan vi lykkes med en stor andel af den danske og europæiske boligmasse."

- Signe Kongebro, Henning Larsen

“Selvom den teknologiske revolution næppe kommer til at ske helt så markant i byggeriet, som den fx gjorde på smartphone-markedet efter introduktionen af den første iPhone i 2007, så er der ingen tvivl om, at den teknologiske udvikling rummer masser af potentiale i byggeriet. ”

- Klavs Eske, Saint Gobain

Ud over det kommer en række tilvalgsmuligheder såsom nye altaner, terrassedøre eller karnapper, som bygherre og boligforening får et tidligt overslag på og kan have med i dialogen.

Projektet demonstrerer et unikt samarbejde, hvor arkitektur og produktion arbejder sammen. Varen i sig selv er et velkendt og velafprøvet produkt, imens en sammenhængende kunderejse og oplevelsen af at have fået mere for pengene, er centrale dele af den samlede leverance, forklarer Signe Kongebro.

Disruption af byggeriets processer

Den fjerde industrielle revolution bringer kunstig intelligens, 3D-print og andre teknologier ind i byggebranchen i disse år. Mass customization er tæt knyttet til den eksplosive udvikling, der ses i byggeri i både Danmark og udlandet.

”Udbredelsen af nye teknologier går langsommere i byggeriet, end i de fleste andre brancher. Men der er et opgør i gang. Det afgørende er at være forberedt, for det kan pludselig gå stærkt.”

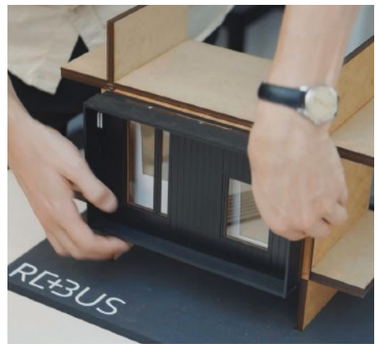
Ordene kommer fra Klavs Eske, der er kommerciel direktør i materialekoncernen Saint-Gobain, der leverer materialer og systemløsninger til byggeriet i Danmark og udlandet.

”Særligt den grønne dagsorden skubber virkelig, både politisk og kommercielt, til branchen,” siger Klavs Eske, der også er formand for REBUS-partnerskabet.

I REBUS-partnerskabet er Saint-Gobain blandt andet med til at udvikle de industrielle processer bag Henning Larsens facadekatalog, der skal kunne anvendes af den almene sektor til ambitiøse storskala-renoveringer af boligblokke opført i 60’erne og 70’erne.

Klavs Eske ser denne type samarbejde som et eksempel på, hvordan fremtidens byggeprojekter, hvoraf renoveringer kan komme til at udgøre hovedparten, ser ud. Som industrirepræsentant i byggebranchen opererer Klavs Eske og kolleger et sted imellem den hurtige produktverden og byggeriets tunge, fagopdelte processer.

”Vi ved, at nye teknologier kan ændre måden ting gøres på – i byggeriets tilfælde kunne det fx være 3D-print eller brugen af data og digitale redskaber. Selvom den teknologiske revolution næppe kommer til at ske helt så markant i byggeriet, som den fx gjorde på smartphone-markedet efter introduktionen af den første iPhone i 2007, så er der ingen tvivl om, at den teknologiske udvikling rummer masser af potentiale i byggeriet. Derudover kommer vi ikke uden om disruption af fx route-to-market og betydningen af stærke internationale kræfter. Der er ingen tvivl om, at virksomheder som fx Amazon og IKEA, som begge gerne vil gøre sig gældende inden for byggeri, har kræfterne til at kunne ryste de etablerede rammer, vi arbejder indenfor i byggeriet,” siger Klavs Eske.



REBUS-facaden forenkler en række komplekse opgaver for bygherre såvel som rådgiver og leverandør. Det sker vha. et gennemarbejdet facadekatalog og design- og styringssoftware i form af en konfigurator. Læs mere i afsnittet om REBUS’ fokusområder.

Nye samarbejdsmodeller er afgørende

Denne udvikling er velkendt for Christian Thuesen, der forsker i projektbaseret produktion og transformation af byggeriet hos DTU Management. Ifølge Christian Thuesen kan den masseproducerende industri og den tilpasningsdygtige byggebranche supplere hinanden:

”I dag udnytter vi ikke de synergier, der er i at tænke på tværs af projekter. Her har byggeriet meget at lære af industrien. Omvendt skal industrien også blive bedre til at lave kundetilpassede løsninger, hvilket byggeriets parter er gode til”, siger Christian Thuesen.

Ifølge Christian Thuesen er mass customization et naturligt paradigmeskifte, som dog kommer til at gribe ind i den måde byggebranchen gør tingene på i dag:

”Udfordringerne med mass customization er, at det kræver et langsigtet mindset, der formår at se et marked på tværs af de enkelte projekter. Dette stiller krav til virksomhedens evner og størrelse.”

Ifølge Christian Thuesen er mass customization derfor en *transformativ udvikling*, det vil sige en udvikling, der helt grundlæggende udfordrer det eksisterende. Når innovation sker i byggeriet i dag, så skyldes det ifølge Christian Thuesen ofte, at den nye teknologi er kompatibel med de eksisterende praksisser. Det kan fx være implementering af *lean construction*, der ikke grundlæggende ændrer på byggeriets organisering, forklarer Christian Thuesen.

Dette er imidlertid ikke tilfældet med mass customization, der helt grundlæggende udfordrer det eksisterende projektbaserede produktionsparadigme:

”Mass customization forudsætter, at vi har styr på vores produkter, processer og organisering på tværs af projekterne. Grundet byggeriets kompleksitet har det næsten været en umulig opgave hidtil, men med den hastige udbredelse af blandt andet strategiske partnerskaber og stigende adoption af digitale teknologier er der gode chancer for, at mass customization for alvor kan gøre sig gældende i byggeriet”, siger Christian Thuesen.

Et oplagt spørgsmål er så, om danske virksomheder har noget at frygte, når transformationen til mass customization for alvor slår igennem? Til det svarer Christian Thuesen:

”Ja og nej. Byggeriet i andre lande investerer massivt i nye praksisser baseret på mass customization og en øget digitalisering. For eksempel har Softbank investeret over 2 milliarder USD i virksomheden Katerra, der producerer kundetilpasset byggeri i industriel skala. Og i England investerer staten og branchens virksomheder over 400 millioner pund i transformation af byggeriet baseret på de samme tanker. Disse initiativer vil få betydning for dansk byggeri, men primært indirekte. Jeg forestiller mig ikke at engelske eller amerikanske virksomheder disrupter branchens virksomheder på den kort bane, men på længere sigt kan udenlandske virksomheder få en stor betydning, hvis vi ikke selv formår at løse branchens problemer. Danmark står imidlertid i en unik position til selv at sætte dagsordenen, specielt hvis vi formår at adressere byggeriets bæredygtighedsudfordringer med et stærkere industrielt, systemisk og digitalt mindset. Vi er verdensledende med hensyn til bæredygtighed og godt med på den digitale udvikling.”

“... med den hastige udbredelse af blandt andet strategiske partnerskaber og stigende adoption af digitale teknologier er der gode chancer for, at mass customization for alvor kan gøre sig gældende i byggeriet. ”

- Christian Thuesen, DTU Management

Kvalitet i det almene byggeri – byggebranchens ansvar

For at opnå den fulde gevinst af en renovering, er det afgørende at arbejde aktivt med de muligheder, der kan skabes under renoveringsprocessen. Her har byggeriets udførende en særlig rolle, mener Peder Johansen fra entreprenørfirmaet Enemærke & Petersen.

Den almene sektor udgør cirka 20 % af den samlede boligmasse i Danmark. Bæredygtige renoveringer af almene boligbebyggelser er derfor centrale i indsatsen for at minimere byggeriets klimapåvirkning.

Og den almene sektor gør allerede en stor indsats for at bidrage til den grønne omstilling. Over de sidste ti år er 50.000 ældre almene boliger løftet op til en moderne energistandard via renoveringsmidler fra Landsbyggefonden. Den nuværende kø består nu af ca. 72.000 boliger, som skal renoveres i de kommende år.

Renoveringerne i køen kan alene nedbringe Danmarks CO_2-udslip med 50.000 ton pr. år (BL – Danmarks Almene Boliger, 2021). Dertil kommer, at boligerne kan opnå en betydeligt højere boligkvalitet, et sundere indeklima og værdi på flere samfundsrelevante parametre som fx tryggere boligområder med bedre kobling til nærliggende miljøer, beskæftigelse, boligpolitik mv.

Men det kræver en byggebranche, der for alvor forstår den almene sektors spilleregler.

I hvert fald hvis du spørger Peder Johansen fra Enemærke & Petersen, der har indgående kendskab til den almene sektors betingelser og muligheder.

Høje ambitioner, stærke traditioner

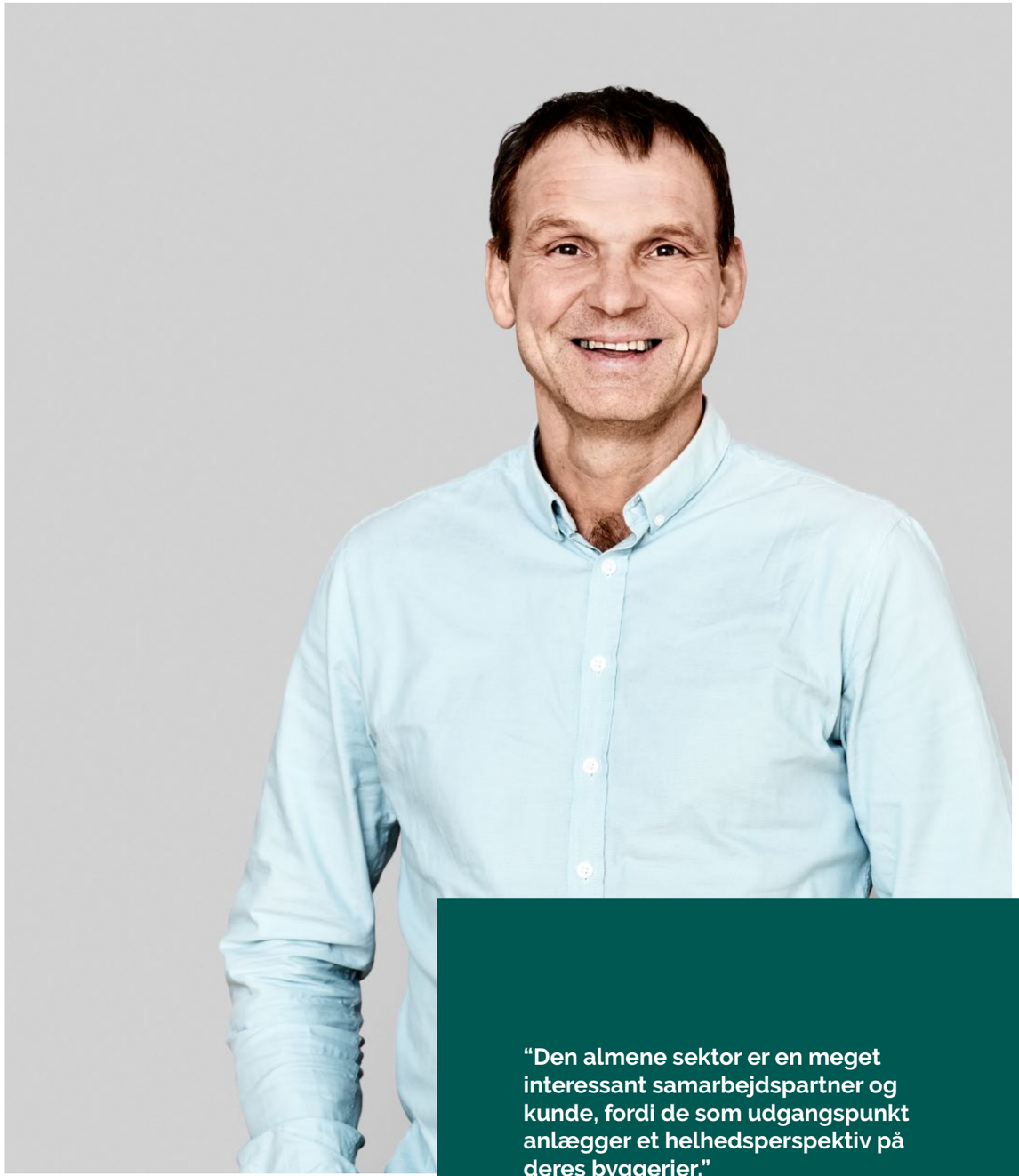
Som direktør for forretningsudvikling i en af Danmarks største entreprenørvirksomheder arbejder Peder Johansen netop med at tilpasse løsninger til den almene sektors specifikke behov. Han arbejder desuden ofte i krydsfeltet mellem kommercielt arbejde og udvikling, som blandt andet afspejles i Enemærke & Petersens deltagelse i REBUS-partnerskabet.

”Den almene sektor er en meget interessant samarbejdspartner og kunde, fordi de som udgangspunkt anlægger et helhedsperspektiv på deres byggerier. Det handler ikke bare om mursten, men om alle de faktorer, der medvirker til at skabe rammen om det gode liv for beboerne. Samtidig opererer de i nogle snævre økonomiske rammer, og kan derfor ikke altid få udlevet de ambitioner, som de har på beboernes vegne. Det kan give spændinger og bristede forventninger i et byggeforløb”, siger Peder Johansen.

Ud over bygherrens relativt snævre økonomiske handlerum har de udførende også nogle stærke traditioner, der, ifølge Peder Johansen, kan være en barriere for innovation i renoveringsprojekter:

”Vi er i byggebranchen vant til at bruge nogle tilgange og samarbejdsformer til projektering og udførelse, som holder os fast i nogle fagopdelte rum. Rum, hvor vi ikke får innoveret og fundet løsningerne sammen. Jeg tror meget på det guld, der er gemt i de tillidsbaserede samarbejdsformer, hvor parterne udvikler byggeriet sammen. Her handler det ikke bare om flere kroner til innovation – men om processer og ledelse. Og fælles ansvar for risici.”

Byggeriets opgave handler ifølge Peder Johansen om andet end blot at forstå de byggerelaterede udfordringer, som den almene sektor står med.



“Den almene sektor er en meget interessant samarbejdspartner og kunde, fordi de som udgangspunkt anlægger et helhedsperspektiv på deres byggerier.”

- Peder Johansen, Enemærke & Pedersen

”Vi kan hele tiden blive bedre til at forstå hvad det er for en værdiskabelse, som den almene sektor efterspørger. Hvad er det for strategier bygherre forfølger, og på hvilke bæredygtighedsmål er det særligt vigtigt for den almene bygherre at skabe værdi? Her skal leverandøren være en vidende og interessant samtalepartner, og formå at bringe ideer og løsninger på bordet.”

Det handler for Peder Johansen ikke mindst om en grundsten i sektoren; nemlig beboerdemokratiet og den organisering, der gør sig gældende, såvel som en empatisk tilgang til beboernes situation:

”Først og fremmest har man jo en stærk proces i det almene, der handler om beboerdemokrati. Det almene bruger værktøjer fra vores demokratiforståelse, fx afstemninger, den demokratiske samtale, foreningsopbygningen, i arbejdet med at udvikle kvarterene og boligerne. Det skal byggeriet være indstillet på og samtidig forstå”, siger Peder og påpeger, at det også gælder i udførelsesfasen:

”Her er det også vigtigt med indsigt og empati for de beboere, som bliver ”udsat” for en renoveringsproces. Genhusning er dyr og der bliver virkeligt trukket veksler på beboernes tålmodighed, når håndværkerne står inde i lejligheden og renoverer, mens beboerne skal forsøge at opretholde et nogenlunde almindeligt liv. Her tror jeg stadig, at vi som udførende har noget at lære, når det handler om at få kommunikeret ordentligt – og forstå hvad der er på spil for beboerne.”

Mulighederne i byggeprocessen

Der er nemt at finde flere eksempler på renoveringer i den almene sektor, der har været anledning til gode udviklende tiltag. Det kan handle om jobskabelse eller skabelse af lokale socialøkonomiske virksomheder. Det kan også handle om at bruge renoveringen til at understøtte de boligsociale strategier inden for sundhed og uddannelse. Der er også eksempler, hvor renoveringsprojektet er brugt som en ressource til læring og erhvervserfaring for de omkringliggende skoler og uddannelsesinstitutioner.

”Er viljen og ideerne til stede, så mener jeg det vil være muligt at være mere ambitiøse og sikre, at renoveringsprocessen får skabt aktivitet, der kommer både beboere og det omkringliggende samfund til gode”, siger Peder Johansen.

Den største opgave for byggeriets leverandører, når de almene bygninger skal renoveres, er derfor at være lydhøre og inddragende – og så ellers gøre det, som byggeriet hele tiden øver sig i: at tilrettelægge og udføre sikre og effektive byggeprocesser:

”Når vi taler om renoveringer, så er der en kerneopgave, som handler om risikohåndtering og pålidelighed – det er også helt afgørende faktorer. Alle kender til historierne om kæmpe ekstraregninger fra de udførende, fordi der hele tiden dukker ting op, der ikke var forudset. Frem for at håbe på, at alt nok skal gå, så er der en stor opgave for bygherre og byggeriets partnere i at tilrettelægge et forløb, der kan håndtere det uforudsete og hvor der er vilje til at finde løsningerne. Det kræver tæt, og åbent samarbejde og fokus på tillidsopbygning.”

Men set i et bredere perspektiv – og måske ud fra en mere folkelig forståelse, hvordan skal vi så forstå og tilgå boligblokkene, som i manges øjne er ”mindre skønne” bygninger? Ifølge Peder Johansen er det et spørgsmål om at få de gode historier frem i lyset:

”Jeg synes vi i fællesskab skal blive bedre til at fortælle nogle andre historier om det liv, der udspiller sig i og mellem blokkene. Hold op, hvor sker der meget – og hvor er der mange, der vil fællesskabet og som har overskud til at række en hånd ud til dem, som trænger. Der er masser af historier og politik om udfordringerne. Men der er for få, der fortæller om det almene, når det fungerer som en positiv socialiserende og integrerende faktor,” slutter Peder Johansen.

"Er viljen og ideerne til stede, så mener jeg det vil være muligt at være mere ambitiøse og sikre, at renoveringsprocessen får skabt aktivitet, der kommer både beboere og det omkringliggende samfund til gode."

- Peder Johansen, Enemærke & Pedersen

DEL 2

REBUS-visionen

REBUS visionen er både enkel og kompleks. Enkel, fordi det handler om tre overordnede mål: at nedbringe energi- og ressourceforbrug og at øge produktivitet. Kompleks, fordi vejen til at nå målene er flersporet og peger op i en række forskellige dagsordener, lige fra nye samarbejdstendenser, øget fokus på indeklima og ændret syn på værdiskabelse - til digitalisering, nyttiggørelse af data og nye redskaber til facadedesign- og produktion. REBUS-visionen beskrives derfor i fem dele:

- **Byggeriets rebus:** Der er et presserende behov for renoveringer og renoveringsløsninger, der kan standse spild af både energi og ressourcer. REBUS søger at løse byggeriets "rebus", hvor der er behov for innovation, så fremtidens renoveringer tager hånd om de udfordringer, samfundet står overfor.

- **De tre mål:** Der er brug for radikale ændringer i byggebranchen, hvis løsningerne, der er udviklet i REBUS, skal vise vejen for at reducere energi- og ressourceforbrug og øge produktivitet.

- **Fokusområder og proces:** Fremtidens energieffektive, omkostningseffektive, ressourceeffektive renoveringer med høj kvalitet kræver en transformation af renoveringsprocessen og byggeindustrien.

- **Specifikt indsatsområde - bred anvendelse:** REBUS har udviklet løsninger, der er målrettet den almene sektor, grundet dels den strukturelle lighed i bygningstypologi, dels grundet den relativt ensartede styring og organisering af renoveringsprocesser. Grundtanken er, at alle udviklingsområderne i REBUS yderligere kan udvides og tilpasses andre bygninger og ejerformer.

- **Essays:** Fire eksperter går et spadestik dybere og beskriver elementer af REBUS, set fra deres faglige perspektiv.

Byggeriets rebus

Bygningers energiforbrug skal sænkes, ressourceforbruget minimeres og produktiviteten skal op. Det er de primære mål for REBUS-partnerskabet. Men det er ikke nok. Bygningerne skal være sunde og funktionelle. REBUS søger at løse byggeriets "rebus", hvor innovation skal sørge for, at fremtidens renoveringer tager hånd om flere udfordringer på samme tid.

REBUS står for Renovating Buildings Sustainably. En rebus er også en gåde, hvor det handler om at ændre optikken og se ting på nye måder, hvis løsningen skal findes.

Og det er ikke småting, partnerskabet adresserer og forsøger at finde løsninger på. Når det gælder global opvarmning, udgør bygningers energiforbrug ca. 40% af Danmarks CO_2-udledning, og en ny undersøgelse viser, at 11% af den globale CO_2 udledning stammer fra produktion af byggevarer og byggeprocesser (World Green Building Council, 2019). Derudover udgør bygge- og anlægsaffaldet 40% af det samlede affald, der genereres årligt i Danmark, svarende til ca. 5 mio. ton (Miljøstyrelsen, 2020). Virksomhederne i byggeriet har en væsentligt lavere produktivitet end andre brancher.

Blandt andre har produktivitetskommissionen (Produktivitetskommissionen, 2013) og McKinsey (McKinsey, 2017) konkluderet, at der er et væsentligt potentiale for produktivitetsforbedringer i byggeriet.

Der er derfor et presserende behov for renoveringer og renoveringsløsninger, der kan standse spild af både energi og ressourcer. Det kan desuden gøres både bedre, hurtigere og mere profitabelt for alle parter, hvis vi optimerer organiseringen og processerne i byggeriet.

En fragmenteret værdikæde, uklare baselines, usikkerhed omkring renoveringsmål, ineffektiv organisering, mangel på industrialiserede procedurer og teknologier er nogle af de udfordringer, som REBUS angriber for at skubbe en forandring i gang. Hertil kommer mangel på viden om styring af innovative processer og risiko relateret til lovgivning.

Strategien til at opnå målsætningen er at håndtere de mange udfordringer hver især og samtidig udvikle et marked for dyb renovering. Det vil sige renovering, der inkluderer funktionalitetstilpasning, indeklima, energioptimering samt reduktion af ressourcer og omkostninger.

Sigtet er bredt samfundsmæssigt. REBUS ønsker at bidrage til at løfte byggebranchens effektivitet samt kvaliteten i det byggede miljø og dets aftryk på klimaet i form af sparet energiforbrug og ressourcer.

En fragmenteret værdikæde, uklare baselines, usikkerhed omkring renoveringsmål, ineffektiv organisering, mangel på industrialiserede procedurer og teknologier er nogle af de udfordringer, som REBUS angriber for at skubbe en forandring i gang.

Tre overordnede mål

Der er brug for radikale ændringer i tilgangen til renovering, hvis de tre overordnede mål, som REBUS partnerskabet har forpligtet sig til at arbejde for, også skal have en effekt i branchen og dermed i samfundet.

De tre overordnede mål for REBUS er:

- 50% lavere energiforbrug efter renovering
- 30% lavere ressourceforbrug i renoveringsprocessen
- 20% højere produktivitet i renoveringsprocessen

Målene er sat for at sætte en omfattende forandring i gang i byggeriet. Opfyldelse af målene kan derfor ikke alene påvises i afprøvningen af REBUS-løsningerne, men skal ses i en bredere optik.

Det følgende er en redegørelse for, hvordan REBUS har grebet arbejdet med de enkelte mål an, så det sikres at løsningerne, der nu er til rådighed, netop bidrager til den tredelte målsætning, som REBUS-partnerne har givet hinanden håndslag på.

Energiforbrug sænkes med 50%

Selvom energieffektivitet har stået højt på den politiske dagsorden siden 2006, går det langsomt med at reducere energiforbruget. Dette ses også i EU, hvor Danmark har fået kritik for ikke i højere grad at tænke energieffektiviseringer ind i den politiske strategi for energi. Kommentaren fra EU-kommissionen var, at Danmark har brug for en energipolitik, som fokuserer på både energirenovering af den eksisterende bygningsmasse samt udvikling og udbygning af den vedvarende energi.

Energibehovet er højt i den eksisterende bygningsmasse – og særligt for bygningerne opført før 1961, hvor de første krav til isoleringsstandard blev indført i bygningsreglementet. Renoveringsraten for boliger er på godt 1% for EU-lande, hvor Danmark ligger under gennemsnittet med en renoveringsrate på 0.6% (Europakommissionen 2019). EUs mål er, at denne rate kommer op på 3% pr. år (Europakommissionen 2021). Så selvom energieffektivitet er højt på dagsordenen, er det ikke ensbetydende med, at vi får reduceret energiforbruget i vores bygninger.

Efterisolering af klimaskærmen er et af de tiltag, der for alvor reducerer bygningernes energibehov. Ofte fravælges dette tiltag, da det både er svært og dyrt. Derfor er midlet til målopfyldelse, snarere end øget komponentkrav, at stimulere efterspørgslen efter netop facaderenoveringer med et attraktivt produkt og en effektiv proces.

Med målet om en 50% reduktion er det afgørende middel derfor ikke de tekniske løsninger i snæver forstand. Danske producenter af byggevarer er allerede i dag kendte for at levere produkter med høj energimæssig ydeevne og i høj kvalitet. Hvor meget energibehovet i en bygning i sidste ende skal reduceres, vil derfor ultimativt være et bygherrevalg.

For at få gang i efterspørgslen, og dermed sænke energiforbruget i større skala, udnytter REBUS særligt potentialerne i den ensartede byggeteknik i 60'ernes og 70'ernes elementbyggeri. Ved hjælp af et fleksibelt byggesystem til facaderenovering muliggøres en gunstig dominoeffekt, som kan rulles ud til omtrent 12,5 mio. kvadratmeter i Danmark. Endvidere findes samme type byggeri mange steder i verden, hvilket betyder, at løsningerne, ved en skalering og tilpasning, kan gøre en forskel på internationalt plan også.

Ved etablering af REBUS facaden reduceres varmetabet i en specifik case med 58% grundet større isoleringsgrad, elimine-

50% lavere energiforbrug

Bygningers energiforbrug udgør 40% af Danmarks CO_2-udledning.

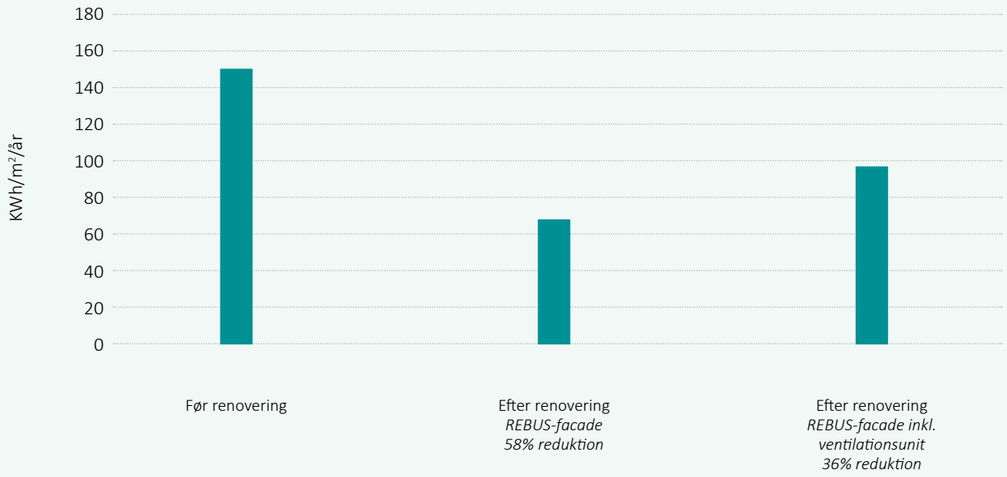
30% lavere ressourceforbrug

Byggeindustrien er ansvarlig for 40-50% af verdens ressourceforbrug.

20% øget produktivitet

Byggebranchen er bagud, når det kommer til produktivitet og industrialisering.

Energforbrug efter renovering med REBUS-facaden



REBUS facaden reducerer varmetabet i en specifik case med 58% grundet større isoleringsgrad, eliminering af kuldebroer og bedre vinduer. Med ventilationsunit tilvalgt er resultatet et markant bedre indeklima, imens energibesparelsen ligger på 36%.

ring af kuldebroer og bedre vinduer. Som tilvalg indeholder REBUS facaden også en ventilationsunit, hvor udeluften varmes op med en elvarmeflade. Dette resulterer i et markant bedre indeklima, men har en konsekvens for energiforbruget, så i casen vil den samlede besparelse ligge på 36% (se figur ovenfor).

Facaderenoveringen kan suppleres af de øvrige REBUS-løsninger, herunder især REBUS Connect°, som er en model, der udnytter data til at estimere den termiske ydeevne. Modellen kan bidrage til at prioritere indsatsen og til i praksis at realisere den forventede energibesparelse, da det bliver tydeligt, om varmebehov skyldes byggeteknik eller adfærd. Da REBUS Connect° kan kortlægge varmetab på en større bygningsmasse, fx et boligområde, er metoden et af midlerne til at undgå det velkendte gab mellem beregnet og realiseret energiforbrug på stor skala.

Ressourcer reduceres med 30%

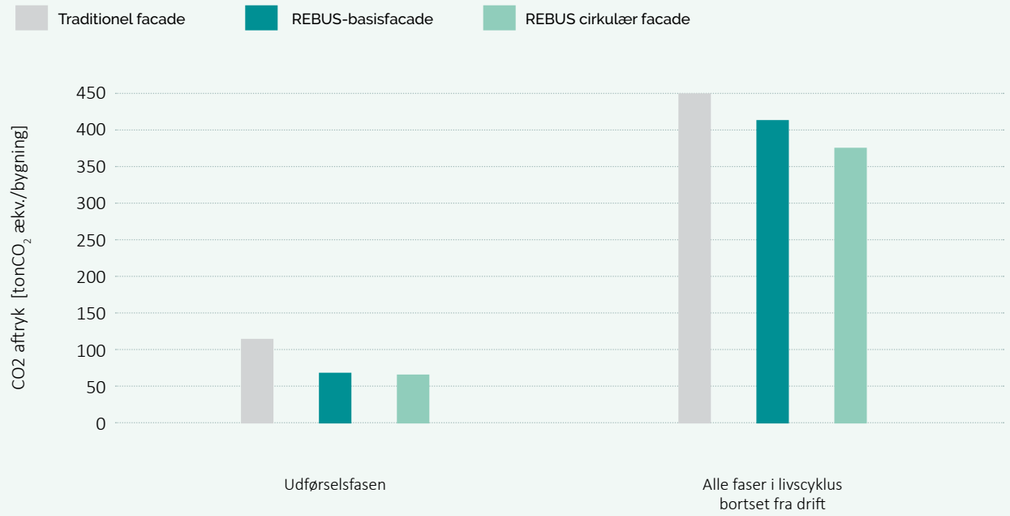
En nytænkning og en industrialisering af processerne er en afgørende forudsætning for at nå målsætningen om 30% reduktion i ressourceforbrug. Skal potentialet for industrialisering til fulde udnyttes, er det således afgørende, at et givet renoveringsprojekt i langt højere grad baseres på eksisterende løsninger og produkter, frem for dagens praksis med, at hvert projekt betragtes som værende unikt med tilhørende unikke løsninger.

11% af den globale CO_2-udledning stammer fra byggematerialers livscyklus, dvs. udvinding af råvarer, oparbejdning, produktion, transport, opførelse af bygninger og nedrivning.

I takt med at driftsenergiforbruget i bygningerne bliver lavere, får byggematerialerne en større betydning. Dette ses også både i national og international lovgivning, hvor der bliver mere fokus på materialernes klimaaftryk. Senest har Regeringen med bred opbakning i Folketinget indgået en aftale, der fra 2023 stiller krav til CO_2-aftrykket i nybyggeriet større en 1000 m^2 gennem hele dets livscyklus, dermed også fra byggematerialerne.

Opgradering af det eksisterende byggeri, frem for at rive ned og bygge nyt, reducerer i sig selv klimaaftrykket. En nylig undersøgelse af 16 casebygninger af forskellige typer konkluderer, at det altid er miljømæssigt (men også økonomisk) mest fordelagtigt at renovere frem for at rive ned og bygge nyt. Faktisk er forskellen i gennemsnit 30% og 34% for hhv. klimabelastning og totaløkonomi (Rambøll 2020). De forskellige elementer udviklet i REBUS skal gøre renoveringer mere attraktive. Det indebærer

CO_2-aftryk i tre renoveringsscenarier



REBUS-facaden reducerer det samlede CO_2-aftryk med 48% i byggeprocessen og med 10% når oparbejdning og produktion af materialer medtages. Den cirkulære facades CO_2-aftryk er reduceret yderligere grundet andet materialeforbrug.

mere effektive forretningsmodeller, renoveringer af høj kvalitet og et gennemarbejdet facadeprodukt.

Når der renoveres, skal det gøres på en måde, så ressourceforbruget reduceres i videst mulige omfang. Der er arbejdet med to facadetyper i REBUS-projektet – hhv. en basisfacade og en cirkulær facade. Materialerne anvendt i basisfacaden er som udgangspunkt gængse og velafprøvede, uorganiske produkter, hvorfor det primære omdrejningspunkt for målsætningen er selve renoveringsprocessen og dermed fokus på spild og håndtering af materialer på byggepladsen. Øget fokus på byggematerialer og deres sammensætning har været udgangspunktet for den cirkulære facade, der er baseret på organiske materialer (læs mere om de to produktlinjer i afsnittet om facadeudvikling fra s. 100).

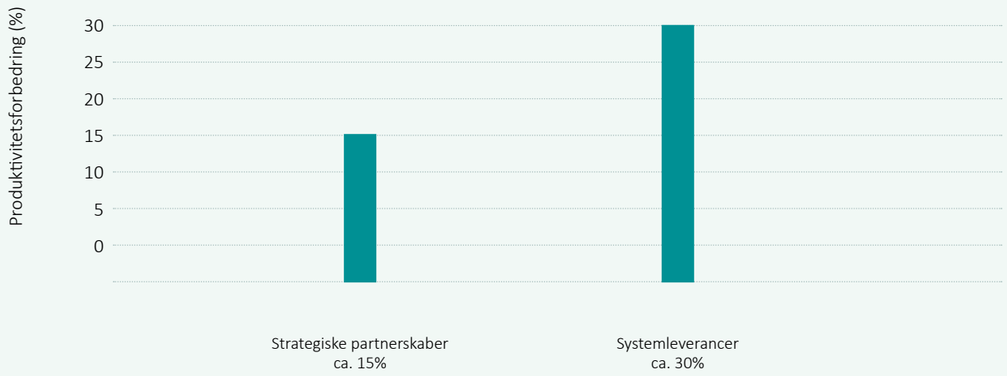
Når en REBUS-renovering sammenlignes med en standardrenovering reduceres CO_2-aftrykket fra byggeprocessen med 48%, hvilket primært skyldes energiforbrug under byggefasen (både på fabrik og på byggepladsen), men også håndtering af spild samt nedrivning af eksisterende facade. Håndtering af spild indebærer produktion, transport og affaldshåndtering af de spildte byggematerialer. Hvis vi medtager fasen med produktion og transport af byggematerialer samt nedrivning i livscyklusanalysen er forskellen 10% for basisfacaden. At forskellen ikke er større skyldes, at produktion af byggematerialer udgør en stor del af det samlede CO_2-aftryk i en bygnings livscyklus. For at få indfriet det fulde potentiale for reduktion af CO_2-aftrykket fra materialerne, er der behov for at dykke dybere ned i alle faserne i livscyklusanalysen. Dette er bearbejdet nærmere i publikationen *Den Cirkulære facade*, også udgivet af REBUS.

Produktivitet øges med 20%

Sammenlignet med andre brancher har byggebranchen en beskeden produktivitetsudvikling. Internationale studier viser, at byggeriet på globalt niveau har haft en produktivitetsudvikling på 1% om året de sidste 20 år, mens produktivitetsudviklingen i resten af verdensøkonomien har været på 2.7% og industriproduktionen på 3.6% (McKinsey, 2017). Den samme tendens har vi også set i Danmark (se fx Buch & Odgaard 2010).

Produktivitetskommissionen har dog konkluderet, at det historiske datamateriale ikke giver et retvisende billede af produktivitetsudviklingen i byggeriet, da der grundlæggende ikke tages højde for kvalitetsforbedringer. På trods af betydelige problemer med at måle produktivitetsudviklingen skønner kom-

Produktivitetsforbedring med strategiske partnerskaber og systemleverancer



De primære indsatsområder med relevans for produktivitetsmålet i REBUS har været udrulning af strategiske partnerskaber og implementering af systemleverancer som del af en facaderenovering. Forventningen er, at et veludført strategisk partnerskab kan betyde en produktivitetsforbedring på min. 15%. Gennemføres flere partnerskaber i forlængelse af hinanden kan produktivitet øges yderligere. Derudover tyder tidligere erfaringer på, at systemleverancer, uden negativ konsekvens for kvaliteten, kan reducere omkostningerne med over 30%

missionen alligevel, at der blandt andet i byggeriet er potentiale for produktivitetsforbedringer (Produktivitetskommissionen, 2013). Dette understøttes af 394 medlemmer af IDA Byg (IDA 2014).

McKinsey har i flere omgange estimeret forbedringsmuligheder for byggeriets produktivitet globalt og i en dansk kontekst. I 2010 anslog de bl.a. at produktivitet for renoveringsprojekter kunne forbedres med 60% i Danmark (McKinsey 2010) ved en højere udnyttelse af gentagelser på tværs af projekter. I 2017 estimerede de at byggeriet i et globalt perspektiv havde et produktivitetspotentiale på 50-60% gennem nye reguleringer, kontrakter, design, digitalisering, forbedrede indkøb og værdikæder, forbedrede processer, ny teknologi og uddannelse.

Lønomkostninger udgør 40-60% af omkostningerne for et byggeri (se fx Buchan et al. 2006; Kazaz et al. 2008), og andelen er endda endnu højere for renovering (Havelund 2013, Kazaz et al. 2008). Hvis produktivitet i byggeriet skal optimeres, skal vi derfor forsøge at effektivisere arbejdsomkostningerne. ReValue-projektet har identificeret, at håndværkere i renoveringsprojekter kun er direkte værdiskabende i 33% af arbejdstiden, og at arbejdsproduktiviteten kan øges med op til 50-60% (Ingeniøren 2020).

Med baggrund i potentialet for en mere produktiv byggebranche har REBUS arbejdet ud fra en målsætning om at øge produktiviteten med 20%. REBUS partnerskabet har ikke direkte arbejdet med arbejdsproduktivitet, i stedet har fokus været på at ændre rammerne for arbejdet i byggeprocessen og på byggepladsen, så den samlede produktivitet, herunder arbejdsproduktivitet, kan øges.

De foreløbige erfaringer fra Københavns kommune viser at strategiske partnerskaber kan give signifikant højre produktivitet, mindre spild i processerne, færre omkostninger (udbud/tilbud) og øget kvalitet (Gottlieb et al 2020). Idet denne forretningsmodel endnu er ung i Danmark, kan vi ikke komme med endelige konklusioner på, hvor meget produktiviteten kan øges, men det er forventningen, at et veludført strategisk partnerskab kan betyde en produktivitetsforbedring på min. 15% set fra det første til sidste projekt. Gennemføres flere partnerskaber i forlængelse af hinanden kan produktivitet øges yderligere.

Tidligere erfaringer med systemleverancer viser samme tendens. Fra 1994 til 2007 opbyggede NCC Tyskland en platform for nybyggeri, der uden negativ konsekvens for kvaliteten reducerede omkostningerne med over 30% (Thuesen & Hvam 2011).

Der er arbejdet med to facadetyper; en basisfacade og en cirkulær facade. Læs mere om de to produktlinjer i afsnittet om facadeudvikling fra s. 100.

Fokusområder og proces

En radikal ændring af renoveringsprocessen sker ikke af sig selv. Det kræver en dyb forståelse af byggeriets aktører og barrierer. Og det kræver håndgribelige løsninger, der kan inspirere og anvendes bredt.

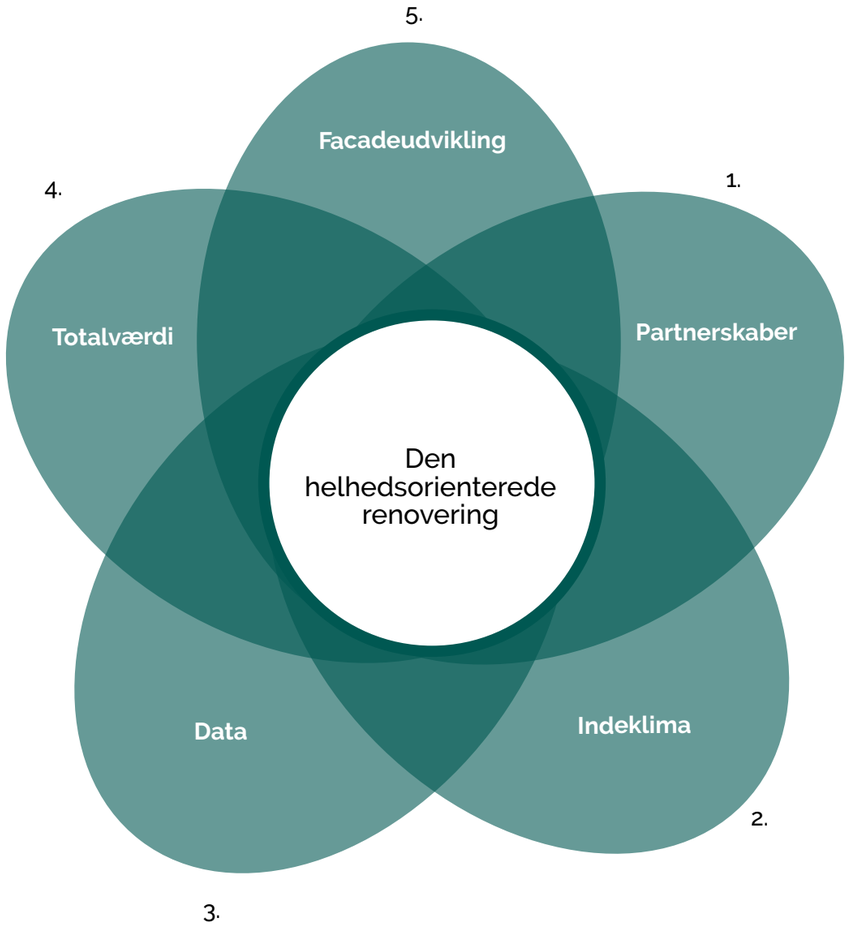
REBUS-partnerskabet arbejder med fem hovedgreb, der på forskellig vis bidrager med værdi i renoveringsprocessen. De fem hovedgreb er illustreret med REBUS-blomsten. Hvis de ambitiøse energi-, ressource- og produktivitetsmål for alvor skal opnås, er det afgørende med løsninger, der favner renoveringers kompleksitet og ikke er løsrevet fra de konkrete processer i byggeriet. Det indebærer alt fra administrative opgaver til finansiering og løbende ændringer i planer.

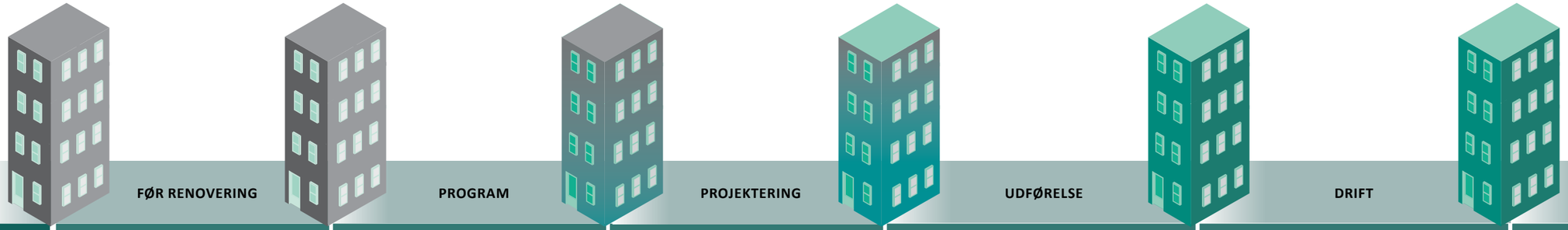
Arbejdet er organiseret i fokusområder ud fra en trebenet forståelse af bæredygtighed: altså at miljømæssig, økonomisk og social bæredygtighed skal gå hånd i hånd. Den miljømæssige bæredygtighed har været omdrejningspunktet for arbejdet i REBUS-projektet, hvor flere af løsningerne fokuserer på målet om energi- og ressourceeffektivitet. Den sociale bæredygtighed angribes dels ved at sætte indeklima på dagsordenen, dels ved at holde et skarpt fokus på arkitektonisk kvalitet. Økonomisk bæredygtighed er ligeledes en hjørnesten i REBUS projektet, hvor mål om produktivitet og effektive renoveringer har underbygget den økonomiske bæredygtighed.

Fem hovedgreb

En REBUS renovering adskiller sig fra andre renoveringer på fem væsentlige områder. Nemlig ved:

1. at anvende strategiske partnerskaber som model for udbud og samarbejde,
2. at anvende indeklimaklasser og registreringsværktøjer for at gøre indeklimaet synligt og dokumenterbart fra tidlig designfase til endeligt projekt,
3. at anvende matematiske modeller til, ud fra meget få data, at opnå detaljerede forudsigelser af energiforbrug og målbar opfølgning,
4. at have en systematisk totalværdibaseret tilgang integreret i processens samtlige faser, og
5. at anvende digitale beslutningsredskaber i samspil med smarte byggesystemer tidligt i processen for at sikre forventningsafstemning og gennem hele forløbet skabe bedre flow og gennemsigtighed samt dokumentation for performance.





	FØR RENOVERING	PROGRAM	PROJEKTERING	UDFØRELSE	DRIFT	INNOVATION OG LÆRING
PARTNERSKABER	• Tidlig forpligtigelse til åbent og tillidsfuldt samarbejde i strategisk partnerskab • Ressourcer prioriteres til opbygning af højtydende leveranceteam	• Strategisk partnerskab om bygningsportefølje er allerede indgået, og projektet kan igangsættes uden langstrakte og fordyrende udbud • Renoveringsprogrammet tager afsæt i det fælles værdigrundlag der allerede er defineret i det strategiske partnerskab	• Højtydende leveranceteam med færre konflikter • Det tværfaglige samarbejde giver projektmateriale af stor kvalitet	• Højtydende leveranceteam, få konflikter, som håndteres solidarisk inden for rammerne af et samlet partnerskab • Projekter til tiden og til budgettet • Projekter uden tvister	• Mulighed for optimering af driftsvenlige løsninger og systemer på tværs af bygningsporteføljen • Højere effektivitet i driftsprocesser	• Læringspunkter fra det konkrete renoveringsprojekt opsamles og nyttiggøres i efterfølgende projekter i det strategiske partnerskab • Afhængig af bygherres interesse kan der lægges mere eller mindre innovation under rammerne for et strategisk partnerskab
INDEKLIMA	• Indeklimavurdering af bygningsportefølje giver bygherre input til en prioritering af renoveringsindsatsen • Potentialer for forbedring af indeklimaet i de forskellige boligafdelinger tydeliggøres	• Defineret baseline for indeklimamæssig stand. • Klart beslutningsgrundlag for opgradering af indeklima • Dialogredskab om indeklima mellem rådgiver, bygherre og beboer	• Tidlig inddragelse af indeklima sikrer høj kvalitet i de valgte løsninger • Dialogredskab mellem rådgiver, bygherre og beboer holder fokus på optimering af indeklimakvaliteten	• Kvalitetssikring af de valgte løsninger	• Indeklimakvalitet før og efter sammenholdes • Vurdering af, om indeklima efter renoveringen lever op til det forventede	• Indeklimavurdering giver en evaluering af de opnåede forbedringer af indeklimakvaliteten
DATA	• Kortlægning af den energimæssige ydeevne af bygningsportefølje • Prioritering af indsatsen med energioptimering af bygningsportefølje	• Defineret baseline for energimæssig stand • Klart beslutningsgrundlag for energimæssig optimering	• Defineret baseline for energimæssig stand • Klart beslutningsgrundlag for energimæssig optimering	• Aftale med målerfirma om levering af forbrugs- og vejrdata	• Det samlede varmeforbrug opdeles i adfærdsbetinget forbrug og i bygningens energimæssige ydeevne • Input til drift af varmeinstallationerne • Input til målrettet feedback til beboerne om energi- og indeklimavaner	• Læring om sammenhæng mellem forventet og realiseret energiforbrug • Læring om betydningen af beboeradfærd for det realiserede energiforbrug
TOTALVÆRDI	• Vurdering af totaløkonomisk tilstand af bygningsporteføljen til prioritering af renoveringsindsatsen	• Brug af målsætningskort til definition af målsætninger for byggeriet	• Analyse af totaløkonomi og totalværdi til prioritering og valg af relevante scenarier • Dokumentation af beslutningsgrundlag, der kan bruges i dialogen med fx Landsbyggefonden og myndighederne	• Totalværdi kan bruges til justeringer i budgettet under licitation	• Opfølgning på færdigt projekt ved sammenligning af totaløkonomi/værdi før og efter renoveringen, samt vurdering om målsætninger med renoveringen er opnået	• Evaluering af opnåede resultater ved beregning af totaløkonomi og totalværdi, justering af forventninger for fremtidige renoveringsaktiviteter med udgangspunkt i det datagrundlag der er opsamlet ved brug af metoden
FACADEUDVIKLING	• Konfigurator giver tidligt overblik over pris, design, energiforbrug, indeklimaforhold og LCA til vurdering af, om der skal startes en renovering op	• Konfigurator og facadekatalog giver tidligt visuelt beslutningsgrundlag • Beslutningsgrundlag bruges i dialogen mellem rådgiver, bygherre og beboer	• Gennemsigtige valg og fravalg for let forventningsafstemning • Langt mindre manuelt arbejde end ved traditionel projektering	• Montage af facadesystemet udefra med kran • Minimal byggeplads, datoplanlægning og hurtig udførelse betyder færre gener for beboerne	• Lavere energiforbrug og optimeret indeklima • Gode adgangsforhold til vedligehold af ventilationsunit via ventilationsskakt	• Dokumenterbar kvalitet på energimæssig ydeevne, indeklima og miljøeffekter • Leverandører opnår intern læring og udbygger konceptet løbende

Specifikt indsatsområde - bred anvendelse

REBUS har udviklet løsninger, der er målrettet den almene sektor, grundet dels den strukturelle lighed i bygningstypologi, dels den professionelle og relativt ensartede styring og organisering af renoveringsprocesser. Grundtanken er, at alle udviklingsområderne i REBUS yderligere kan udvides og tilpasses andre bygninger og ejerformer.

Alment etageboligbyggeri fra 1960-1979 er udvalgt som indsatsområde for facadeudviklingen i REBUS grundet det store omfang af en relativt ensartet bygningsmasse med stort renoveringsbehov. Typologien er imidlertid ikke afgørende for de øvrige fokusområder, hvor det snarere er i kraft af processerne og organiseringen, at den almene sektor indgår som aftager af løsningerne. Strategiske partnerskaber, totalværdiberegninger, databaseret estimat af ydeevne og indeklimavurderinger kan anvendes uanset bygningsalder og -typologi, men i udviklingsarbejdet har den almene sektor dog været primær målgruppe. Begrundelsen for at udpege denne sektor kan yderligere uddybes med følgende:

- Volumen: I henhold til BBR-registret udgør bygninger fra 60'erne og 70'erne 30% af etagearealet af den samlede bygningsmasse. I den periode udgør den almene sektor 80% af byggeaktiviteten, hvilket samlet set betyder, at REBUS retter sig mod ca. 25% af det samlede etageareal (Landsbyggefonden 2006).

- Efterspørgsel: Det udvalgte bygningssegment har et stort renoveringsbehov pga. nedslidning, vedligeholdelsesefterslæb, behov for funktionstilpasning, indeklimaproblemer og højt energiforbrug.

- Førende bygherrer: De almene bygherrer repræsenterer et ansvarligt og organiseret marked, som gerne vil tilbyde billige, sunde og miljørigtige boliger til lejerne. De almene boligers branche- og interesseorganisation, BL, deltager i REBUS' følgegruppe med sparring og opbakning.

- Fordele for samfundet: Ud over reduktion i energi- og ressourceforbrug, er fordelene for samfundet også relateret til at løfte de almene boliger både sundhedsmæssigt, arkitektonisk, bygningsmæssigt. Derigennem understøttes mål om social bæredygtighed.

- Internationalt markedspotentiale: Elementbyggerier fra 60'erne og 70'erne repræsenterer en omfattende del af den internationale bygningsmasse, og derved er der et stort marked for eksport af produkter, processer og metoder udviklet i REBUS. Da der er bygnings- og markedslighe-der mellem Danmark og Tyskland, Frankrig, Sverige, Norge samt England, er afsætningsmulighederne specielt lovende på disse markeder.

Typologi og byggeteknik

Typologiens signifikante andel af den samlede bygningsmasse i Danmark beror på en række initiativer igangsat for at tilgodese efterkrigstidens boligmangel. Som et resultat blev der i 1960'erne og 1970'erne udviklet række byggesystemer. En stor del af disse boliger blev fordelt over nogle få store projekter: Ballerupplanen, Sydjyllandsplanen, Gladsaxeplanen, Albertslundplanen, samt L & N Byggerierne i Rødovre og Kalundborg.

Projekterne fungerede som skabeloner for senere bebyggelser, hvor standardiseringen tillod, at man skalerede bygningsmassen efter behov (Nissen 1975). Her blev produktions- og montageteknikker samt den iboende gentagelse dyrket og er afspejlet i arkitekturen. Det kan bl.a. aflæses i den rationelle organisering af ofte enkeltstående stangbebyggelser i et fladt landskab, skabt som et resultat af, at kraner på kranspor blev benyttet til montagearbejdet.

Facaderne er som hovedregel ikke-bærende og som oftest udført som lette træskillevægge beklædt med eternit, metal eller træ. Der kan også forekomme bygninger med bærende facader, ofte af sandwichelementer, som i større eller mindre grad vil påvirke det overordnede statiske princip. Der forekommer selvfølgelig afvigelser fra og kombinationer af ovenstående.

Byggeskader og kritik for monoton arkitektur

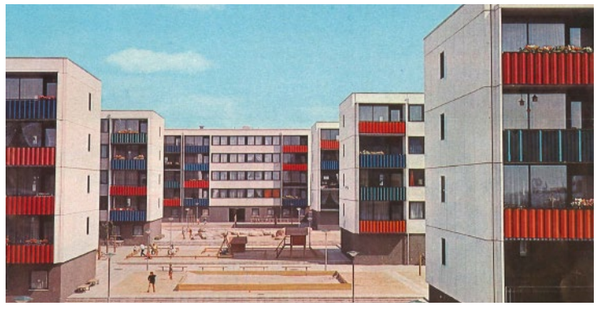
Den høje opførelseshastighed kombineret med de for tiden nye byggesystemer har medført en række byggeskader, der har krævet renovering og genopretninger – til tider ad flere omgange.

Samtidig har den store skala og den ensartede arkitektur, affødt af den industrialiserede og standardiserede tilgang, i visse tilfælde også været genstand for kritik og skabt en ligegyldighed overfor bygningerne. Den kommer til udtryk gennem hærværk, mislighold og andet slid, som også kræver genopretning.
Da flere af bebyggelserne desuden døjer med en række sociale udfordringer, så er grundlaget skabt for en social polarisering af områderne.

Høj beboertilfredshed

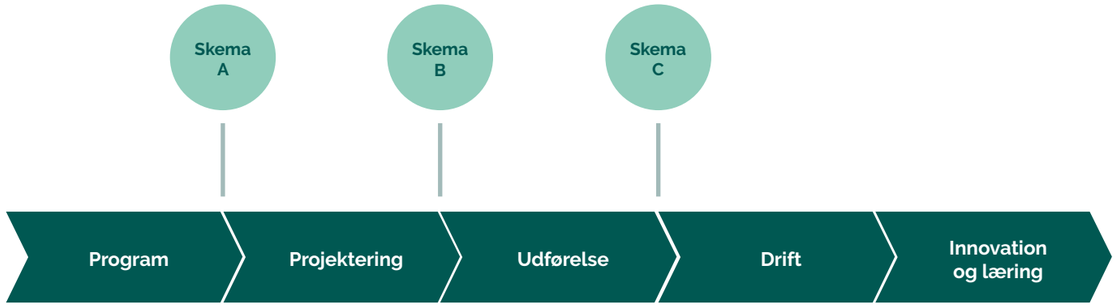
En stor del af det almene byggeri blev opført som et svar på visionen om velfærdssamfundet. Ønsket var at bygge lyse og sunde boliger placeret i en åben grøn bystruktur og var modernismens opgør med den forurenede og fortættede historiske by.

Analyser viser konsekvent, at tilfredsheden med boligerne er meget høj, og deres brugskvalitet er af høj standard (Landsbyggefonden 2014). Boligbyggeriet i den almene sektor er underlagt krav om at være tidssvarende, hvilket således også sætter retning for renoveringen af disse boliger. Dog vurderes de almene boliger som grundtype at være en både sund og levedygtig boform (Landsbyggefonden 2014).



Gyldenrisparken i København (ovenfor), Urbanplanen i København (til venstre) og Gellerupparken i Aarhus (på næste side) er eksempler på hovedtypologien udvalgt i REBUS, som især ses i forstæderne i de større danske byer. Montagebyggeriet muliggjorde en hurtigere og mere effektiv bygning af boliger, som løsning på manglen på boliger.

Gellerupparken, Aarhus



Skitering af byggeprocessen i en helhedsplan i den almene sektor. Skema A, B og C danner grundlag for de økonomiske rammer for renoverignen og skal godkendes af myndighederne og Landsbyggefonden.

Udviklingsorienteret sektor

Med den almene sektor som indsatsområde for udvikling af nye værktøjer, er en stor del af udviklingsarbejdet i REBUS i overensstemmelse med foreningen AlmenNets interesser. AlmenNet er drevet af udviklingsorienterede boligorganisationer, der er gået sammen for at fremtidssikre almene boliger og bebyggelser i Danmark med fokus på både fysiske investeringer, boligsociale processer og nye organisationsformer. Målet er overordnet at opkvalificere de almene boligadministrationers kompetencer i at varetage bygherrerollen, samt understøtte et konstruktivt samarbejde med beboere, bestyrelser, myndigheder og byggeparter.

Overlappet i interesseområder udmøntede blandt andet i en webinarrække afholdt i 2020 som et samarbejde mellem REBUS, AlmenNet og Trafik- Bygge- og Boligstyrelsen. Målet var netop at formidle resultaterne fra udviklingsarbejdet i REBUS til AlmenNets målgruppe, dvs. alle med interesse for bæredygtigt byggeri og renoveringer i den almene sektor.

Beslutningsprocesser og beboerdemokrati

I den almene sektor går alle beslutninger om renoveringer, investeringer og huslejestigninger gennem beboerdemokratiet. Beboerne er repræsenteret i organisationsbestyrelsen og i afdelingsbestyrelserne. På afdelingsmøder har beboerne den fulde ret til at beslutte, hvad der skal ske i deres boligafdeling. Det kan omhandle alt fra budget til husorden eller om der skal bygges en ny legeplads. Det er også på afdelingsmødet, at beboerne træffer beslutningen om renovering af ejendommen. Alle beboere i afdelingen kan møde op på afdelingsmøderne, hvor de kan give deres mening til kende, bruge deres stemmeret og stille op afdelingsbestyrelsen. Afdelingsbestyrelsen er bindeleddet mellem beboerne, administrationen og boligorganisationens bestyrelse (BL – Danmarks Almene Boliger, 2021).

Økonomien omkring renovering i det almene boligbyggeri er i vid udstrækning drevet af de forskellige tilskuds- og låneordninger defineret gennem Landsbyggefonden. Landsbyggefonden er en selvejende institution, der er stiftet af almene boligorganisationer med det formål at støtte og udvikle alment boligbyggeri. Boligafdelinger kan også igangsætte og udføre renoveringer via egne henlæggelser og på traditionelle lånevilkår. Men store og dybe renoveringer vil som oftest inkludere finansiering fra Landsbyggefonden.

Dialogen med Landsbyggefonden omkring tildeling af støtte er defineret af rammerne omkring helhedsplanen. Boligafdelingen og boligorganisationen udvikler sammen med deres rådgiver en helhedsplan, som er udgangspunktet for dialogen med Landsbyggefonden. Aktiviteter og de økonomiske afklaringer samles i de såkaldte skema A, B og C, der skal godkendes af kommunen og LBF (se procesoversigt). Som en del af den samlede beslutningsproces indgår ligeledes den beboerdemokratiske proces mestendels drevet af den enkelte boligforening/-organisation og selvfølgelig også den generelle myndighedsbehandling. Alt udviklingsarbejde i REBUS har været målrettet denne proces.

Bred anvendelse

Med den almene sektor udpeget som indsatsområde i REBUS-projektet blev det muligt med en tæt dialog om værditilbud, funktionalitet og tilpasning af processer. Det er nemlig afgørende for udviklingsarbejdet at have en specifik målgruppe at udvikle løsningerne til, da løsningerne herved kan målrettes og håndtere konkrete udfordringer. Det øger implementeringsgraden efter afsluttet udviklingsprojekt.

Når REBUS projektet er afsluttet, har det dog været grundtanken fra begyndelsen, at alle udviklingsområderne kan udvides og tilpasses andre ejerformer. REBUS partnerskabet ønsker at udbrede løsningerne i så vid udstrækning, som det giver værdi og derved skabe den størst mulige forandring til gavn for beboere, samfund og virksomhederne.

Essays

Fire eksperter går et spadestik dybere og beskriver elementer af REBUS, set fra deres faglige perspektiv.

Materialers miljøpåvirkninger skal tænkes ind i fremtidens byggeri

af Stefania Butera, Seniorspecialist, ph.d.
Teknologisk Institut

Udvikling af byggeriets forretningsmodeller

af Christian Thuesen, Lektor, ph.d.
DTU Management

Digitalisering og brug af data i byggeriet – mere viden med mindre data

af Christoffer Rasmussen, Postdoc ph.d.
DTU Compute

Indeklimaet er bygningens primære opgave

af Lasse Rohde, Postdoc ph.d.
AAU BUILD

Materialers miljøpåvirkninger skal tænkes ind i fremtidens byggeri

af Stefania Butera, Seniorspecialist, ph.d.
Teknologisk Institut

Global opvarmning og ressourceforbrug er globale samfundsmæssige udfordringer, hvis hastighed intensiveres yderligere som følge af økonomisk og demografisk vækst (Styrelsen for Forskning og Uddannelse 2017). Byggeriet har en stor del af ansvaret, når det gælder global opvarmning, og en ny undersøgelse viser, at 11 % af den globale CO_2-udledning stammer fra "indlejret CO_2" i byggevarer og-processer (World Green Building Council 2019).

Derudover udgør bygge- og anlægsaffaldet 40 % af det samlede affald, der genereres årligt i Danmark, svarende til ca. 5 mio. ton (Miljøstyrelsen 2020). Yderligere er mineralske råstoffer, som i høj grad anvendes i produktion af byggematerialer, en ufornybar ressource, og råstofindvinding bliver derfor sværere på sigt. Det skyldes, at der er pres på brugen af arealer. Råstofindvinding konkurrerer med andre arealanvendelser, bl.a. landbrug, skov, natur, byer og veje (på landet), eller opstilling af vindmøller, fiskeri og bevarelse af økosystemer (på havet) (Teknologisk Institut 2020)

Er cirkulær økonomi altid bæredygtigt?

Koncepter som bæredygtighed og cirkularitet står derfor i dag meget højt på dagsordenen i byggesektoren. Går de to begreber dog altid hånd i hånd, eller er der en forskel?

Bæredygtighed, som består af en miljømæssig, en social og en økonomisk del (G.H. Brundtland 1987) har fokus på, hvilken menneskelig udvikling naturen kan holde til, uden at fremtidige generationer får dårligere livsbetingelser, end vi har i dag. Hovedfokus i dette essay er primært på den miljømæssige bæredygtighed, som handler om at opfylde nutidige og fremtidige generationers behov for ressourcer og tjenesteydelser uden at skade de økosystemer, der genererer dem.

I den cirkulære økonomi er der et generelt fokus på at øge genbrug og genanvendelse af materialer, for dermed både at spare penge samt spare miljøet for unødige belastninger i form af både øget affaldshåndtering og øget indvinding af jomfruelige ressourcer.

Selvom bæredygtighed og cirkularitet har det fælles formål at minimere miljøbelastninger, er det relevant at nuancere billedet, og stille spørgsmålet om det altid er bæredygtigt at genbruge og genanvende. Hvordan kan rådgiver eller bygherre være sikker på, at processerne ifm. håndtering og forberedelse af det gamle materiale til genbrug eller genanvendelse faktisk ikke udleder mere CO_2 (eller andre problematiske stoffer), end processerne forbundet med fremstillingen af nyt primært materiale?

LCA dokumenterer graden af miljømæssig bæredygtighed

Miljøpåvirkningerne forbundet med en bestemt aktivitet eller vare kan kvantificeres ved en livscyklusvurdering (på eng. Life Cycle Assessment – forkortes LCA). En LCA er en standardiseret og transparent metode til at opgøre og vurdere de miljømæssige påvirkninger af et produkt eller system gennem hele dets levetid (se figur).

LCA baseres på en helhedsbetragtning, dvs. at der er fokus på hele livscyklussen ("fra vugge til grav") samt på flere

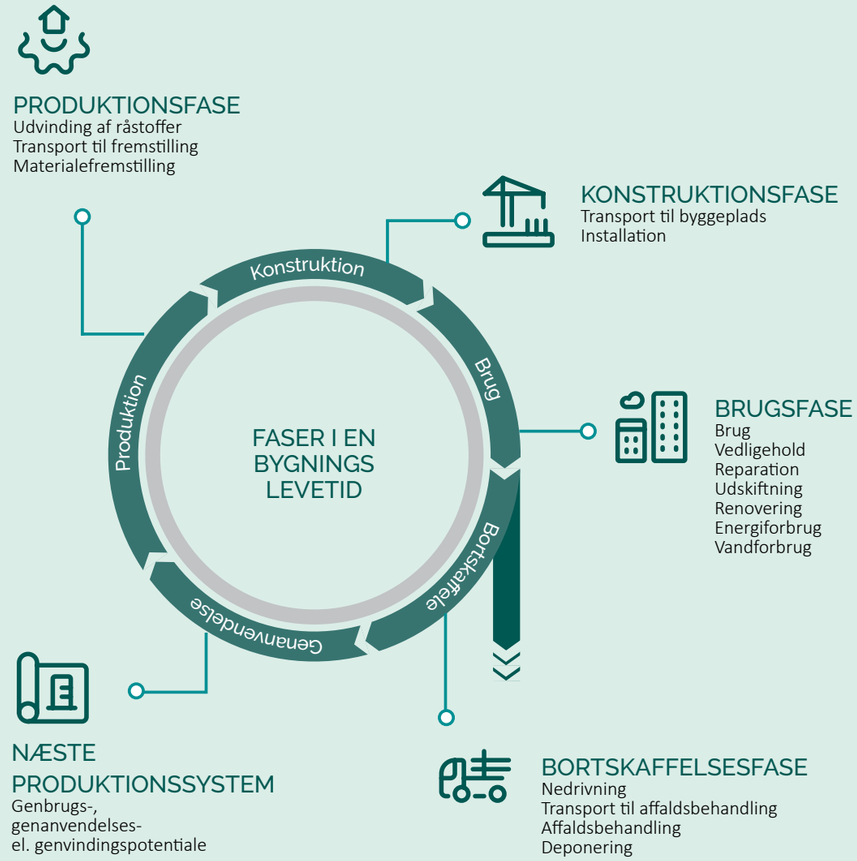


Illustration af livscyklus for en byggevare eller en bygning fra udvinding af råstoffer til byggevaren indgår som element i et nyt produkt efter endt levetid i bygningen.

miljøpåvirkningskategorier (fx global opvarmning, forsuring, ressourceudtømning, toksicitet). Dette sikrer, at man ikke glemmer eller skjuler miljøproblematikker ved at flytte dem fra en livscyklusfase til en anden, eller fra en miljøproblemstilling til en anden.

LCA er dermed et vigtigt redskab, som kan give en objektiv og dokumenterbar kvantitativ vurdering af den miljømæssige bæredygtighed. LCA kan fx benyttes til at vurdere, om et cirkulært tiltag også er miljømæssigt bæredygtigt (fx en byggevare lavet med genanvendte råvarer eller byggevaren, der er lavet af jomfruelige råvarer), eller til miljømæssig sammenligning af forskellige byggematerialer, som kan bruges til samme formål. LCA kan ligeledes bruges til at evaluere et helt byggeri, hvor forskellige delkomponenter i forskellig grad bidrager til det samlede resultat.

EPD'er (eller miljøvaredeklarationer), som dokumenterer en byggevares miljømæssige egenskaber på baggrund af en LCA af produktet, kan give produktspecifikke input til LCA'er på bygningsniveau. Der ses en stigende interesse for EPD'er i Danmark, og samtidigt en tendens til, at EPD'er fremadrettet ikke blot anvendes som et markedskrav, som skal opfyldes. Der er mere og mere fokus på at bruge den bagvedliggende LCA-rapport som et udviklingsværktøj, som kan gøre byggeprodukter bedre for miljøet og samfundet.

International udbredelse af bæredygtigt byggeri

Bæredygtigt byggeri fremmes i Europa enten som reel lovgivning eller indirekte via frivillige bæredygtighedsordninger (TBST 2021). I de lande, hvor specifik lovgivning om bæredygtigt byggeri eksisterer, indeholder den i de fleste tilfælde bl.a. et krav om at udføre en bygnings-LCA ved nye bygninger eller større renoveringer.

I Danmark, Sverige og Finland testes på nuværende tidspunkt kommende lovgivninger om bæredygtigt byggeri, hvor brug af LCA er en del af kravene. I Frankrig indføres en lignende lovgivning i 2021. Derudover er der i Danmark i marts 2021 blevet introduceret en aftale om en "National strategi for bæredygtigt byggeri" (Regeringen 2021), som indeholder bl.a. grænseværdier for CO_2 i alt nybyggeri over 1000 m2 fra 2023, og for alt nybyggeri fra 2025. I Holland er kravet om LCA allerede en del af bygningsreglementet, og forudsætningen for at få byggetilladelsen; LCA'en skal desuden overholde lovmæssige grænseværdier. I Norge er der specifikke krav udelukkende til offentligt byggeri, ligesom der er i Tyskland til føderale bygninger. I Storbritannien findes der ingen national lovgivning med fokus på bæredygtigt byggeri, dog gælder der lokale krav i fx Greater London-område (TBST 2021).

Frivillige ordninger som katalysator

Danmark introducerede i maj 2020 den frivillige bæredygtighedsklasse (FBK), som tillæg til kravene i bygningsreglementet (BR). Formålet er på at gøre byggeriet mere bæredygtigt. FBK består af ni frivillige krav, hvor bl.a. krav til LCA og ressourceanvendelse på byggepladsen har fokus på materialeforbrug. Ordningen forventes at overgå til en obligatorisk del af BR i 2023 (TBST 2021)

De mest udbredte frivillige certificeringsordninger indenfor bæredygtigt byggeri er på internationalt niveau LEED og BREEAM. I Danmark er DGNB-DK den mest udbredte ordning, ligesom der vil være andre væsentlige nationale ordninger – fx Miljöbyggnad i Sverige. Antallet af certificerede bygninger i hvert land, samt udbredelsen af EPD'er, kan give en idé om, i hvilket omfang der fokuseres på bæredygtighed indenfor byggeri i det pågældende land.

Fremtidens byggeri bliver mere bæredygtigt

Aktører i byggebranchen er blevet bevidste om, at det bæredygtige byggeri ikke bare handler om et lavt driftsenergiforbrug. Det er efterhånden gængs viden, at byggematerialernes og byggeprocessens miljøpåvirkning ligeledes har en stor andel af byggeriets miljøpåvirkning – særligt i det nyere byggeri, hvor driftsenergiforbruget er lavt. Det er en transformation af tilgangen til bæredygtigt byggeri - og det tager tid. Men vi er på rette vej med større fokus på materialer og større efterspørgsel på LCA via lovgivning, frivillige tiltag og frivillige certificeringsordninger.

Udvikling af byggeriets forretningsmodeller

af Christian Thuesen, Lektor, ph.d.
DTU Management

Byggeriets udfordringer forklares traditionelt med branchens organisering. Byggeriet er en stærkt projektbaseret industri, der er i stand til at adressere individualiserede behov, dog på bekostning af systematisk læring og innovation på tværs af projekter.

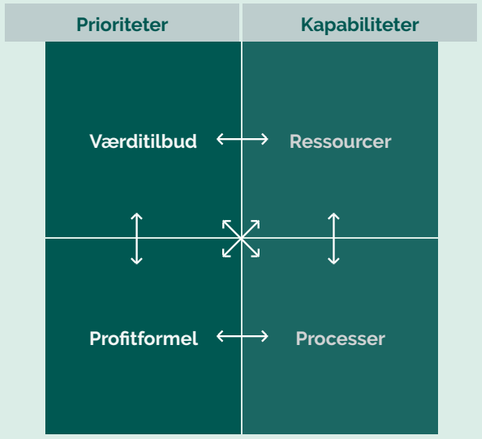
Modsat mange andre industrier er byggeriet efterspørgselsdrevet. Det betyder, at kunden (bygherre) gennem valg af udbudsform fastlægger betingelserne for de involverede virksomheder. De enkelte byggerier realiseres af unikke teams sat sammen til lejligheden i forhold til det enkelte byggeri og den specifikke bygherre.

Arketypiske forretningsmodeller

Som konsekvens heraf er organiseringen kendetegnet ved institutionelle roller som fx arkitekter, rådgivere, entreprenører, byggematerialeleverandører og bygherrer. Arbejdsdelingen er veldefineret gennem branchestandarder for samarbejde (ABR, AB og ABT). Langt hovedparten af byggeriets virksomheder afspejler denne organisering. Selv store virksomheder, der repræsenterer flere roller som fx arkitekt, rådgiver og entreprenør, reproducerer branchens generelle organisering internt.

Gennem projekterne lærer parterne i byggeriet at spille de fasttømrede roller, fremfor at blive bedre til at optimere løsninger på tværs af værdikæden til et specialiseret marked som fx renovering af almene boliger. Konsekvensen er, at virksomhederne indenfor hver rolle og del af værdikæden har en lav markedsspecialisering og generelt ligner hinanden i forhold til deres prioriter og kapabiliteter.

Prioriteterne handler grundlæggende om, hvordan de skaber værdi og tjener penge. Kapabiliteter indebærer, hvilke ressourcer de anvender, og hvilke processer de gennemfører.



En forretningsmodel kan deles op i to hovedområder (prioriteter og kapabiliteter), som begge yderligere er todelte. Prioriteterne handler grundlæggende om, hvordan en virksomhed skaber værdi og tjener penge. Kapabiliteter indebærer, hvilke ressourcer de anvender, og hvilke processer de gennemfører.

	Leverandør	Entreprenør	Rådgiver	Arkitekt
Værditilbud	• Levere produkter af høj kvalitet • Bæredygtighed og komfort • Materialer leveres til tiden	• Omsætte projekter til byggeri-> bygbarhed • Give bygherren hvad der er økonomisk muligt i projektet	• Præstige/omdømme • Sikre bygningens holdbarhed og teknik • Troværdige løsninger	• Høj arkitektonisk kvalitet • Holistiske løsninger • Præstige/omdømme
Profitformel	• Salg af produkter og systemer	• Cash flow og kontrakt risikostyring	• Sælge timer	• Sælge timer
Ressourcer	• Produktionsapparat • Produktions-ekspertise • Gode relationer i værdikæden	• Specialkompetencer og specialuddannede medarbejdere • Special materiel • Projekt styrring	• Stærkt faglige speciel kompetencer • Projektledelse og styring	• Kreative og kompetente medarbejdere • Stærke BIM værktøjer • Virksomheds-samarbejder
Processer	• Sikre efterspørgsel og produktion hænger sammen • Udvikle nye produkter og systemer • Effektiv produktion	• Kalkulere udgifter • Læse markedet (udgifter, kapacitet, m.m.) • Overholde tidsplan og fleksibilitet	• Dybe fakta undersøgelser • Holde balancen mellem unik og standard • Kvalitetssikring	• Omskabe ide/behov til design • Skabe grundlag for byggeri

Uddrag fra REBUS-analyse. Grundelementerne i en forretningsmodel fordelt efter byggeriets arketypiske forretningsmodeller.

Arkitekter, rådgivere og entreprenører er bygget op omkring projektbaserede forretningsmodeller med den centrale forskel, at arkitekter og rådgivere sælger timer, mens entreprenører giver tilbud på at gennemføre projekter bl.a. ved deltagelse i licitationer. I modsætning hertil lever leverandører af salg af produkter og systemer, der i høj grad kan masseproduceres. Leverandørernes forretningsmodel er derved ikke bygget op omkring enkeltstående projekter, men en portefølje af produkter.

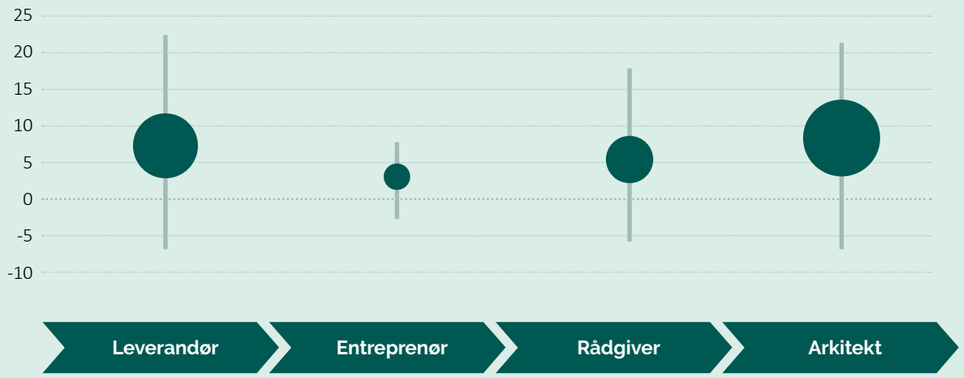
Rollerne og den begrænsede grad af specialisering betyder, at virksomheder baseret på samme arketype relativt let kan overtage hinandens rolle i et projekt, og medarbejdere let kan flytte mellem virksomheder. Dette skyldes, at processerne i måden at arbejde på og ressourcer, i form af kompetencer og systemer, grundlæggende set er de samme.

Byggeriets virksomheder har svært ved at tjene penge

REBUS-analysen viser, at virksomhedernes evne til at tjene penge rummer stor spredning indenfor og mellem de forskellige arketyper. Specielt fremgår det, at virksomhederne i den centrale del af værdikæden (entreprenører og rådgivere) har de mindst økonomisk bæredygtige forretninger. Dette kan bl.a. forklares med, at disse har de centrale roller, der er ansvarlige for den egentlige realisering af byggerierne og dermed bærer en stor del af risiciene i forbindelse med byggeriet.

Leverandører har en interesse i, at produktsortimentet repræsenterer en vis bredde for at maksimere udnyttelsen af deres produktionsapparat og adskille sig i konkurrencen. Konsekvensen heraf er en stadig stigning af mulige produkter, som kan indgå i byggeriet og en øget kompleksitet, der ikke er fordrende for en positiv produktivitetsudvikling. I den anden ende af værdikæden formulerer arkitekterne visionerne for projektet i forhold til den enkelte bygherre og brugere uden nødvendigvis at tage hensyn til den egentlige realisering. Under det arkitektoniske credo ”form follows fiction” er arkitekturen blevet mere og mere fri. Samtidig er kompleksiteten af krav, der stilles til det enkelte byggeri forøget. Som ansvarlige for planlægningen og realiseringen skal rådgiverne og entreprenørerne navigere i et ekspanderende univers af

REBUS-visionen



Virksomhedernes evne til at tjene penge på tværs af værdikæden målt i EBIT (forholdet mellem resultatet og omsætningen) i årene 2012-2019. Søjlerne, stregerne og krydset angiver henholdsvis spredningen, medianen og gennemsnittet for indtjeningen på tværs af virksomheder indenfor hver arketype. Som et eksempel er den gennemsnitlige indtjening for entreprenørarketypen 2.7 %, med virksomhederne normalt svingende mellem-2,4% (underskud) og 8,4% (overskud).

Nye forretningsmodeller på tværs af værdikæden

Byggeriets lave produktivitetsudvikling kan således ikke forklares ved, at nogle virksomheder ”skummer” fløden i projekterne. Det tyder derimod på, at værdikæden ikke er optimeret i forhold til tværgående værdiskabelse. Der er med andre ord et stort potentiale for nye samarbejdsformer, hvor aktørerne formår at tænke på tværs af rollerne og udnytte de synergier, der ligger i gentagelser på tværs af projekter. For at adressere denne mulighed har vi i REBUS specifikt arbejdet med to strategier, der er forankret i hver sin ende af værdikæden: systemleverancer og strategiske partnerskaber.

Systemleverancer (mass customization)

Systemleverancer tager udgangspunkt i materialesiden, hvor leverandører oparbejder værdi gennem udvikling af produkter, der kan anvendes bredt. Netop evnen til tage udgangspunkt i produktet i stedet for i projektet er normalt for byggematerialeproducenter, hvor samme produkter og systemer netop sælges på tværs af projekter. For imidlertid at undslippe den hårde priskonkurrence på de enkelte produkter, har byggematerialeproducenter igennem en årrække arbejdet på at udvikle løsninger med en højere grad af kompleksitet og kundetilpasning (mass customization) i form systemleverancer.

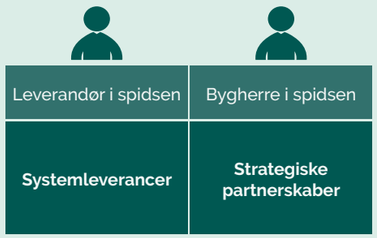
Dette udfordrer specielt de eksisterende forretningsmodeller for arkitekter, rådgivere og entreprenører. Den højere grad af ”prædesign” betyder, at antallet af rådgivertimer på projektet falder – omvendt giver det også mulighed for at sælge den samme løsning flere gange. Således vil arkitekter, der har været med i udviklingen af en systemleverance kunne tjene penge på royalties for de udviklede løsninger. For entreprenører betyder mass customization strategien, at behovet for planlægning og koordination falder, da det allerede er håndteret som en del af systemleverancen. Omvendt vil en entreprenør med systemleverancer kunne arbejde med en forretningsmodel, der ikke alene er baseret på omkostninger og overhead, men på værdien af systemleverancen.

Strategiske partnerskaber

Strategiske partnerskaber tager udgangspunkt i bygherrens konkrete behov for byggeri igennem en årrække. Ved at udbyde hele porteføljer af projekter etableres langsigtet samarbejde mellem en bygherre og et leveranceteam med fælles udvikling, der er baseret på tillid. Det muliggør udvikling af løsninger på tværs af projekter og en værdiskabelse, der i højere grad adresserer bygherrernes og brugernes erkendte og ikke-erkendte behov. Løsningerne baseres på en højere grad af gentagelse, ikke kun af byggetekniske løsninger, men også igennem organisatoriske gentagelser såsom faste projektteams samt gentagelser af processer som koordineret risiko- og økonomistyring.

Også arbejdet med strategiske partnerskaber udfordrer de arketypiske forretningsmodeller. Ikke mindst for entreprenører og (under)leverandører. Det at bygge for den samme bygherre over længere tid skaber en øget specialisering. Ved genbrug af viden og løsninger på tværs af projekter frigives ressourcer til en dybere og mere effektiv værdiskabelse. Det betyder, at rådgivere vil kunne udvikle og sælge mere specialiseret viden f.eks. inden for bæredygtighed.

Mens dette kan gøres uden grundlæggende at ændre på forretningsmodellerne for rådgivere og arkitekter, kræver strategiske partnerskaber større ændringer hos entreprenører og leverandører. Samarbejdsformen giver mulighed for tidlig inddragelse af byggeprocesserne, hvor entreprenører og leverandører kan bidrage med detailviden om økonomi, logistik og risici for forskellige løsninger. Dette betyder samtidigt, at deres profitformel kommer til at inkludere ”salg af timer” svarende til de andre rådgivere i teamet.



REBUS har arbejdet med to strategier, der er forankret i hver sin ende af værdikæden: systemleverancer og strategiske partnerskaber. Begge samarbejdsformer sker på tværs af roller og projekter for at udnytte synergier og gentagelseseffekter for maksimal læring og effektivitet.

Fremtidens bæredygtige byggeplatforme

I arbejdet med systemleverancer og strategiske partnerskaber ser vi en konvergens mellem det traditionelle projektbaserede byggeri imod en højere grad af systemtænkning, industrialisering og længerevarende samarbejder, der udnytter synergier på tværs af projekter. Denne transformation, der bl.a. understøttes af en øget anvendelse af digitale teknologier, udvikler samtidig byggeriets parathed til at bygge bæredygtigt.

Mens både strategiske partnerskaber og konfiguration i udgangspunktet har et relativt traditionelt fokus på produktivitetsudfordringen med at optimere den økonomiske performance af byggeprocesserne, repræsenterer de begge et mindset, der er vigtigt for den bæredygtige omstilling af byggeriet. Evnen til at bygge bæredygtigt forudsætter evnen til at navigere i et markant større løsningsrum og længere livscyklus.

Succesen af fremtidens byggeri skal ikke vurderes ift. overholdelse af tid, økonomi og kvalitet i form af mangler, ved aflevering eller ved 1 og 5 års gennemgange, men i forhold til den sociale og økonomiske værdi, der skabes, uden det går ud over miljøet. Her kommer den nuværende kortsigtede projektlogik til kort, da det kræver en dyb forståelse for, og optimering af, byggeriets produkter, processer og organisering i et cirkulært perspektiv.

Da strategiske partnerskaber og konfiguration muliggør løbende integration og koordination af værdikæder, repræsenterer de vigtige skridt på vejen med transformation af byggeriet ind i en cirkulær økonomi – som cirkulære bygningsplatforme.

Digitalisering og brug af data i byggeriet – mere viden med mindre data

af Christoffer Rasmussen, Postdoc ph.d.
DTU Compute

Der er ingen tvivl om, at digitaliseringen har ramt byggeindustrien og at der er mere i vente. BIM-modellen holder styr på styklister, materialeegenskaber osv.; 3D-printere og robotter fremstiller bygningskomponenter og materialer; droner bruges til opmåling og tilsyn på byggepladsen; og et utal af sensorer placeres i den færdige bygning, så energiforbruget og indeklimaet kan monitoreres og styres.

Mulighederne strækker sig dog langt udover digitalisering af selve byggeprocessen og driften af bygningen, som oftest ses som et isoleret element på landkortet.

De mange sensorer har gjort bygningsmassen til en producent af big data. Data, som rummer vigtig information og stort potentiale i forbindelse med den grønne omstilling. Dette gælder fx i forbindelse med kortlægning af bygningers renoveringspotentiale, og til at omstille dem fra at være passive energiforbrugende kasser på landkortet, til at være aktive medspillere i et grønt energisystem med fluktuerende vedvarende energikilder som sol og vind.

Disse to tiltag – at øge energieffektiviteten i byggeriet og udnytte den grønne energi bedre – er to nøgleaspekter i den grønne omstilling. At bruge mindre energi er som udgangspunkt nummer ét i forhold til at begrænse udledningen af drivhusgasser. Selv den grønneste kilowatttime er som bekendt ikke lige så god som en sparet kilowatttime. Dernæst skal brugen af den grønne energi maksimeres og brugen af den sorte fossil-baserede energi reduceres ved brug af smart, prædiktiv og fleksibel bygningsautomation.

Netop kortlægning af bygningers energimæssige ydeevne og energifleksibilitet er to væsentlige aspekter i arbejdet hos DTU Compute's sektion for dynamiske systemer.

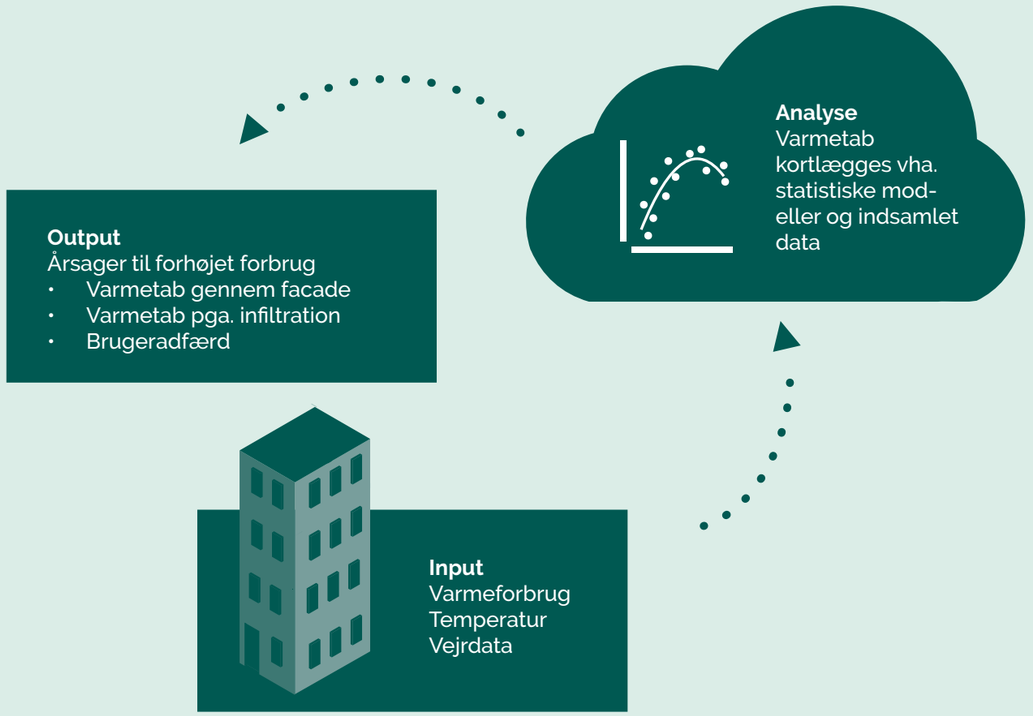
Kortlægning af energibesparelsespotentialer

Med kontinuerlige målinger fra alverdens sensorer i bygninger kan vi monitorere bygningstilstanden ned til mindste detalje. Men for at forstå bygningen skal de forskellige målinger sættes i relation til hinanden, så man kan forklare årsagerne, der danner grundlag for det monitorerede.

I de simpleste tilfælde kan man forstå årsagen til et bestemt atypisk mønster i energiforbruget ved blot at inspicere et par af de monitorerede parametre i bygningen rent visuelt.

I andre tilfælde er årsagen sværere at gennemskue. I disse tilfælde kan man benytte sig af forskellige modelleringsteknikker til at bestemme årsagerne (fx isoleringsgraden eller tætheden af bygningen) til, at man har observeret de givende effekter som fx lufttemperaturer, returtemperaturen i varmesystemet og varmeforbrug til rumopvarmning.

Med et ønske om at øge den årlige renoveringsrate fra under 1 % i Danmark (og ca. 1 % i EU) til 3 % skal renoveringsaktiviteterne for alvor øges. For at bruge pengene bedste muligt, bør man fokusere på de lavthængende frugter først. At finde disse kan dog være mere omstændigt end som så, hvis der er tale om større bygningsporteføljer som fx dem boligforeninger,-selskaber og pensionskasser råder over.



Stigende udbud af sensorer gør det muligt at monitorere bygningstilstanden ned til mindste detalje. Med modelleringsteknikker bliver vi bedre til at sætte de forskellige målinger i relation til hinanden og forklare årsager til afvigelser.

I projekter som REBUS – Renovating Buildings Sustainably – har DTU Compute og DTU Byg netop arbejdet på at udvikle sådanne metoder. DTU Compute har bragt idéerne videre i projektet Smart Tune, som ledes af Skanska i Oslo med et ønske om bedre monitoreringssystemer, der giver et indblik i bygningstilstanden. Ligeledes afprøves metoderne i projektet SCA+ (Smart City Accelerator +), hvor boligområderne Taastrupgaard og Tingbjerg bliver aktuelle test-cases. Kommunerne Høje-Taastrup, København, Lyngby-Taarbæk, Hørsholm og Malmø deltager ligeledes. Med projektet vil der blive fokuseret på at demonstrere metodernes faktiske skalérbarhed og brug i praksis til planlægning af forestående renoveringer eller tildeling af midler til energirenoveringer.

Typisk vil man støde på udtrykket big data, når man taler om digitalisering i byggeriet, og for nye bygninger med utallige sensorer og høj målehyppighed lever de bestemt også op til udtrykket. Da skalérbarhed er en afgørende faktor for effektiv kortlægning af store bygningsporteføljer, er adgangen til den nødvendige data også essentiel. Og hvis der er en ting, der er sikker, er det, at datainfrastrukturen bliver markant mere usikker jo flere datakilder man er afhængig af. Derfor er metoderne ikke tilstrækbt at basere sig på big data, men nærmere small data forstået på den måde, at der bruges utroligt få målte variable fra selve bygningen.

Forfatteren til bogen *Small Data – The Tiny Clues That Uncover Huge Trends*, Martin Lindstrøm, forklarer hvordan små

mængder data kan erstatte store mængder, hvis man supplere sine analyser med viden på området. Præcis den samme tilgang kan bruges til at vælge en metode til at kortlægge bygningers renoveringspotentiale.

Man kan angribe opgaven ved at indsamle enorme mængder data og information om bygningernes egentlige termiske ydeevne og renoveringspotentiale, og derefter træne en kunstig intelligens (AI, artificial inteligence) model til at kategorisere de mest fordelagtige renoveringstiltag på et nyt sæt af bygninger.

Om man vil det eller ej, er et dataset med de sande renoveringspotentialer og termiske yderevner bare omkostningstung at opbygge. Underbygger man i stedet data med viden om fx termisk bygningsfysik kan den nødvendige datamængde reduceres betydeligt. Denne type modellering kaldes typisk grey-box modellering, xAI (explainable artificial inteligence), eller physics-informed machine learning.

Ud over at kortlægge renoveringstiltag i form af øget isoleringsgrad, tætning af klimaskærmen etc. kan metoderne bruges til at bestemme vigtige parametre til at bruge mindre sort og mere grøn energi.

Et fremtidssikret fleksibelt energisystem

Byggesektoren er en markant aftager af energiproduktionen på global skala. Forbruget er dog langt fra jævnt hen over dagen, ugen og året. I takt med, at der bliver bygget flere og flere nye kvadratmeter og en større andel af energiproduktionen går fra varme til elektricitet, øges spidsbelastningerne på el-nettet.

En måde, hvorpå det er muligt at reducere spidsbelastningerne, er at forskyde forbruget til perioder med generelt lavt forbrug – fx fra dagtimerne til nattetimerne. Dette kan fx ske i byggeri med høj termisk inerti således, at rumopvarmningen sker timer før der reelt er behov for den. Sådanne tiltag kan allerede findes i bygninger med termoaktive bygningssystemer så som gulvvarme eller loftskøling, eller ved simple varmtvandsbeholdere.

Generelt kan lignende tiltag laves på fx vandtårne, hvor vandet pumpes op på hensigtsmæssige tidspunkter. Sådanne løsninger er selvfølgelig med til at forskyde spidsbelastninger på forbruget og derved udjævne det – løsningen tager dog ikke højde for, at energiproduktionen kan være mere eller mindre grøn i de timer forbruget flyttes til.

En metode til både at flytte forbruget og samtidig minimere udledningen af drivhusgasser samt partikelforurening er ved bruge model prædikativ kontrol af bygningssystemer som fx varmesystemet. Med viden om bygningens termiske dynamikker, kan prognoser for de lokale vejrforhold omkring bygningen udnyttes til at forudsige varmebehovet i en periode over den nærmeste fremtid. Med yderligere information om de øvre og nedre grænser for den acceptable indetemperatur og prognoser for CO_2-udledningen fra energiproduktionen, kan varmetilskuddet til bygningen bestemmes således, at den samlede mængde CO_2-udledning minimeres, samtidig med, at den termiske komfort opretholdes og spidsbelastningerne reduceres.

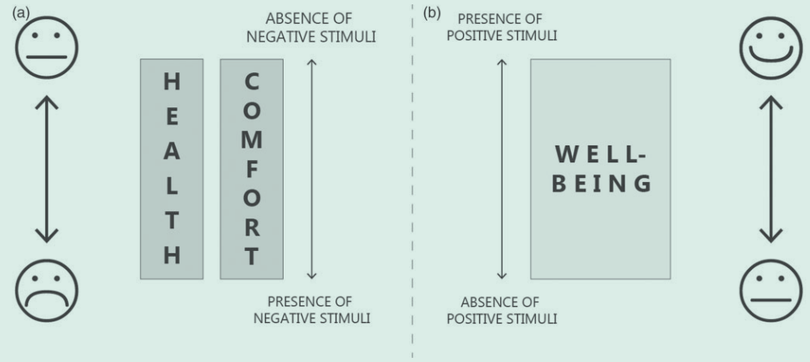
Motivationen for at styre varmesystemet smartere er dog begrænset. I dag udgør faste skatter og afgifter ca. 87 % af elpriserne i Danmark, og prisen afspejler kun i lille grad CO_2-udledningen. Der er derved minimalt økonomisk incitament for at omlægge til fleksibel kontrol af diverse bygningssystemer. Alt andet lige, er det de færreste, der overgår til fleksibel kontrol med henblik på at reducere CO_2-udledningen alene.

Netop af denne grund er der nu stor efterspørgsel på, at politikere beskatter energiproduktionen således, at fossil-baseret energi fra fx kulkraftværker prissættes betragtelig højere end den grønnere energi fra vedvarende kilder som sol og vind.

I projektet CITIES (Centre for IT-Intelligent Energy Systems) har blandt andre DTU Compute arbejdet med at udvikle metoder til at bestemme forskellige energisystemers energifleksibilitet. Ud fra kontinuerte målinger af temperaturer, varmeforbrug og vejrforhold kan en bygnings fleksibilitetsindeks – et udtryk for i hvor stor grad bygningen kan udsætte sit energibehov – og fleksibilitetsfunktion bestemmes. Fleksibilitetsindekset og-funktionen beskriver i hvor stor grad energisystemet (bygningen) kan udsætte sit energibehov og hvorledes en energiprisændring vil påvirke energiforbruget.

Indeklimaet er bygningens primære opgave

af Lasse Rohde, Postdoc ph.d.
AAU BUILD



Lasse Rohde har i sin phd med titlen *'Holistic Indoor Environment Quality Assessment'* argumenteret for en tilgang til indeklima, der flytter tilgang til indeklima, der flytter fokus fra overvejende at være på de negative faktorer ved indeklima til også at indeholde positive stimuli i indeklimaet.

Byggeriet har i mange år arbejdet for at reducere energibehovet til bygningsdrift, hvilket har medført et ensidigt fokus på energibesparende tiltag. Formålet med at indføre energirammer var netop at modarbejde klimaforandringer, som byggeriet gennem store CO_2-udledninger har spillet en uheldig rolle i.

Hovedstrategien har været, at klimakrisen skulle løses med driftsoptimering, imens fx ressourceforbrug og-genanvendelse ikke har oplevet samme fokus. Nu er vi begyndt at flytte det ensidige fokus på driftsenergi til også at inkludere eksempelvis opførsel og vedligehold af bygninger, samt produktion og genanvendelse af byggematerialer. Altså er vi først nu for alvor ved at tage hul på hele den miljømæssige bæredygtighed. Begreber som livscyklus og cirkularitet er kommet for at blive. Byggeriets bæredygtighedsværktøjskasse udvides med LCAbyg og LCCbyg, så vores horisont udvides fra kWh til drift, til også at inkludere CO_2, ressourcer og kroner i miljømæssige og økonomiske helhedsbetragtninger.

Bæredygtigt byggeri er både miljømæssigt, økonomisk og socialt bæredygtigt, men sidstnævnte har både manglet værktøjer og politisk opbakning. Hele formålet med at bygge er at skabe et indeklima, men her er værktøjskassen overraskende tom. I min optik er den grønneste bygning den, der er bygget *til* mennesker, *med hensyn til* planeten (og *indenfor* økonomien).

I virkeligheden er det lidt pudsigt, at vi skal minde os selv om, at indeklimaet er vigtigt, når det oprindelige formål med at bygge var at skabe et indeklima. Det nye er, at vi nu skal gøre det, mens vi *også* tager højde for kWh, CO_2 og ressourcer.

Heldigvis kan initiativer som DGNB-certificering og den frivillige bæredygtighedsklasse være med til at øge opmærksomheden på den brede bæredygtighed fremadrettet, herunder især den lidt oversete sociale bæredygtighed. Desuden har især Realdanias store fokus på indeklima (som er en væsentlig del af den sociale bæredygtighed) været med til at flytte både viden og formidling, så vi efterhånden er enige om, at indeklima ér vigtigt. Næste skridt er så at udvikle værktøjer, der kan sætte tal på indeklimaet på samme måde som værktøjerne inden for de øvrige bæredygtigheder. Det er noget af det, vi har arbejdet målrettet på igennem REBUS-projektet.

Et dårligt indeklima har også en pris

Indeklima opfattes nogle gange som en modsætning til miljømæssig og økonomisk bæredygtighed: god indeklimaperformance koster investeringskroner, kilowatttimer, rådgivningsydelser og vedligehold. Men et dårligt indeklima koster også! Dårligt indeklimadesign kan føre til dårlig miljømæssig og økonomisk bæredygtighed, fx via overtemperaturer, der fjernes ved mekanisk køling, eller som følge af høj luftfugtighed, der kan forsage skimmel og ødelægge bygningsmaterialer.

Endnu vigtigere er det dog, at dårligt indeklima kan føre til nedsat helbred hos befolkningen. Europæiske studier vurderer eksempelvis, at dårlig luftkvalitet inden døre alene årligt resulterer i tab af 2 millioner sygdomsjusterede leveår, svarende til omkring 230 milliarder euro (De Oliveira Fernandes, E.; Jantunen, M.; Carrer, P.; Seppänen, O.; Harrison, P.; Kephalopoulos, 2009) (Jantunen, Oliveira, Carrer, & Kephalopoulos, 2011).

Dette har betydelige samfundsøkonomiske følger, eksempelvis resulterer nedsat produktivitet og øget sygefravær i færre skatteindtægter og mindre vækst i samfundet, mens følgesygdomme øger udgifter til lægekonsultationer, indlæggelser, operationer og medicin. Europæiske rapporter estimerer, at de samlede socioøkonomiske konsekvenser af 'usunde boliger' resulterer i omkostninger på 194 milliarder euro, mens et løft af boligernes kvalitet i Europa 'blot' vil kræve en investering på 295 milliarder euro (Eurofound 2016).

Vi skylder os selv at tænke i helheder og punktere nogle af argumenterne imod at investere i indeklima. Først og fremmest skal vi stoppe med at lade det store fokus på energiforbrug være en undskyldning for at nedprioritere indeklimaet, da de to sagtens gå hånd i hånd. Hele idéen med at definere bæredygtighed i byggeriet som værende en treenighed af miljømæssig, økonomisk og miljømæssig bæredygtighed er jo, at det først virkelig er bæredygtigt i overlappene mellem de tre områder.

Fokus på de positive effekter

Det væsentligste argument for at investere i et godt indeklima er klart de positive menneskelige påvirkninger i form af forbedret komfort, sundhed og velbefindende. Og potentialet er større end nogensinde før, for vi er den såkaldte indendørsgeneration, der opholder sig inde 90% af tiden. Med det i mente kan man med rette undre sig over, hvorfor det gode indeklima ikke prioriteres højere. Én af forklaringerne er måske, at indeklimabegrebet er enten for diffust eller teknisk for almindelige mennesker, samt at der i lovgivningen overvejende er fokus på de negative påvirkninger, som fx træk, overophedning, problematisk kemi mv.

Tiltrækningskraften er bare større ved positive og synlige boliginvesteringer som et nyt køkken af genbrugstræ eller solceller til el-bilen, sammenlignet med de usynlige og mere 'negativt formulerede' som reduceret risiko for lavfrekvent støj eller lavere koncentration af VOC'er.

Derfor er det en vigtig opgave for professionelle bygherrer, rådgivere og producenter, at få italesat de positive bidrag fra indeklimaet som direkte investeringer i trivsel og sundhed. Mange investerer jo gerne i sundhed for dem selv og familien i andre sammenhænge og er fx storforbrugere af kosttilskud, pulsure og fitnessabonnementer.

Måske skal vi sælge indeklima som mere end blot at undgå gener fra fx lugte og træk. Der er et stort potentiale i at sætte barren for godt indeklima højere – og ikke kun ved at stille flere krav til dokumentation eller ved at sænke grænseværdierne for skadelige stoffer. Det kan også være nødvendigt, men det er typisk både svært, omkostningstungt og vanskeligt at motivere en bygherre med.

I stedet kan vi sætte barren højere for de positive påvirkninger fra indeklima – altså det vi ved giver trivsel og velbefindende for beboerne. Positive stimuli fra fx bredt og vidt udsyn, lys og skyggespil fra solen, positive dufte og lyde, samt varierende og dynamiske indeklimaforhold, som brugeren har mulighed for at påvirke. Med andre ord skal vi udvide vores krav til indeklimaet fra blot at 'undgå utilfredshed og reducere risiko for skadelige påvirkninger' til også at være med til at sikre beboernes fysiske og mentale velbefindende. Der er meget værdi at hente i de positive bidrag, og i modsætninger til fx et større luftskifte, så koster de ikke nødvendigvis kroner og driftsenergi, men kan ofte opnås ved tidlig prioritering og godt design.

Indeklimaet som spørgsmål om folkesundhed

Det er efterhånden alment kendt, at vi tilbringer 90% af tiden inde, men det er mindre udbredt, at omkring to tredjedele af den tid tilbringes i vores boliger. Hvis vi vil gøre en forskel for folkesundheden, er det således vigtigt at få forbedret indeklimaet i de enkelte hjem, og ikke blot fx på arbejdspladserne. Vi ved, at gevinsterne ved bedre indeklima på arbejdspladser er øget produktivitet og færre sygedage, mens godt indeklima på skoler og institutioner kan være med til at støtte trivsel og indlæring. Men investeringer i indeklima i boliger kan give bedre søvn, bedre muligheder for at afstresse og restituere, mulighed for fri udfoldelse, samt eksponering for positive indeklimastimuli som fx sollys og kan derigennem være med til at booste vores mentale sundhed.

Et større politisk fokus på indeklima kan desuden have en række fordele på samfundsniveau ift. social (u)lighed. Hvis barren for det gode indeklima kun sættes højt i nyopførte DGNB-guld kontorbyggerier, så når fordelene ikke ud til dem uden for arbejdsmarkedet, der i forvejen er de mest udsatte – eksempelvis de ældre, børn, gravide, kronisk syge osv. Disse pointer er utvivlsomt blevet endnu vigtigere set i lyset af det sidste års nedlukninger, hvor vi har tilbragt endnu flere timer i hjemmet. Vores boliger er langt mere end blot sove- og spisekasser, men også hjemmeskoler, hjemmekontorer og hjemmefitnesscentre. Det stiller andre og helt nye krav til, hvordan vi indretter og designer vores boliger, ikke mindst i forhold til indeklimaet. Vores hjem bliver måske i endnu højere grad vores vigtigste kilde til at styrke den fysiske og mentale sundhed, og vi skylder os selv at huske på, at det nu engang er derfor vi bygger.

Heldigvis er det gode indeklima værd at investere i for en lang række aktører, men der ligger en stor opgave i at synliggøre dette, så efterspørgsel og investering kan komme fra flere fronter. Vi investerer gerne i sundhed og velvære i andre sammenhænge, og vi ved at fravær af sundhed koster på flere fronter. På samfundsniveau er der gode argumenter for synliggørelse, lovgivning og tilskud til indeklima, for det samfundsøkonomiske potentiale er enormt og tilbagebetalingstiden er kort (i et helhedsperspektiv).

For de professionelle bygherrer som boligforeninger og pensionskasser ligger der et hidtil overset investeringspotentiale i de positive økonomiske afledte, som fx øget markedsværdi og færre udflytninger pga. tilfredse beboere. Desuden kan et godt indeklimadesign være med til at reducere andre driftsudgifter som mekanisk køling, elektrisk belysning, udskiftning af materialer mm. Rådgiver har mulighed for at sælge nye ydelser gennem nye behov, og for at udvide salgsargumenterne fra teoretiske energibesparelser, til også at omhandle positive menneskelige påvirkninger.

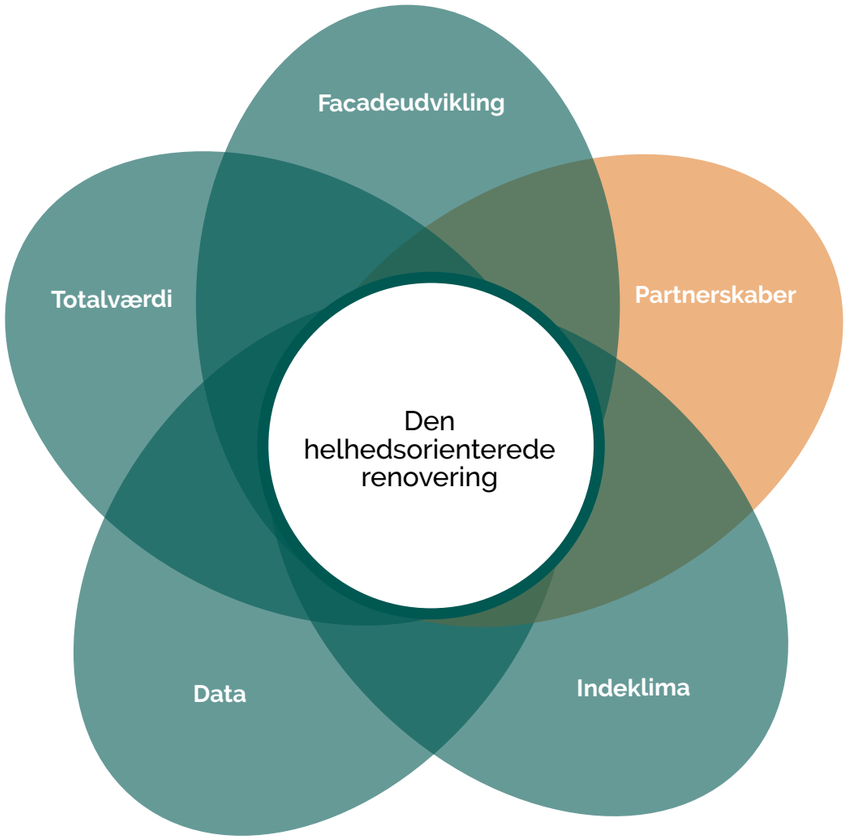
DEL 3

Fokusområder i REBUS

De fem fokusområder udgør "REBUS-blomsten" og udviklingsarbejdet samt resultaterne beskrives i det følgende, med disse overskrifter:

- **Strategiske partnerskaber - en ny drejning i dansk byggeri**
- **Værdien af det gode indeklima**
- **Datadrevet kortlægning af termisk ydeevne**
- **Den gode renovering - hvad er det?**
- **Flere renoveringer af højere kvalitet**

FOKUSOMRÅDE: PARTNERSKABER



Strategiske partnerskaber – en ny drejning i dansk byggeri

Byggeriet er afgørende for realisering af et bæredygtigt samfund, men er samtidig stærkt udfordret i evnen til at bygge effektivt. Udbud i strategiske partnerskaber øger både kvalitet og produktivitet, og de kan derfor være en del af løsningen. Det kræver dog et nyt mindset, kompetencer og værktøjer.

Udbud i strategiske partnerskaber er efterhånden velkendte i byggebranchen. Det er en særlig type rammeaftale med fokus på samarbejde på tværs af projektets parter og vidensoverførsel fra ét projekt til det næste. Strategiske partnerskaber er især relevante, når en bygherre står over for større projektporteføljer – fx en række boligområder eller flere skoler, der skal bygges og renoveres.

Siden REBUS i 2016 begyndte at undersøge og understøtte udviklingen af strategiske partnerskaber, er der udbudt flere strategiske partnerskaber inden for både renovering og nybyggeri. Først Københavns Kommune med Trust og DSP Plus, og så KAB med byggepartnerskabet &os og fsb's partnerskab Hjem. Med andre nye udbud på vej overstiger de samlede brancheaktiviteter i strategiske partnerskaber let 20 milliarder over en 10-årig periode.

Den høje aktivitet inden for strategiske partnerskaber har været en optimal situation for REBUS-partnerskabet, som netop har haft det som mål at styrke vidensgrundlaget på området ved hjælp af undersøgelser, workshops, guides, viden fra udlandet og formidling af konkrete eksempler.

Faste samarbejdspartnere giver bedre projekter

Strategiske partnerskaber er med til at skabe en ny organisatorisk orden, der gennem gentagelser af løsninger, processer og teams muliggør en højere grad af specialisering på tværs af de forskellige parter. Ved at arbejde for den samme bygherre over en længere periode optimerer leveranceteamet deres værditilbud, ressourcer, processer og indtjening til bygherrens specielle behov.

Udover en højere produktivitet skaber det tætte samarbejde i et fast leveranceteam på tværs af projekter mere fleksibilitet, færre konflikter, sikkerhed for tid og økonomi, arbejdsglæde og brugertilfredshed.

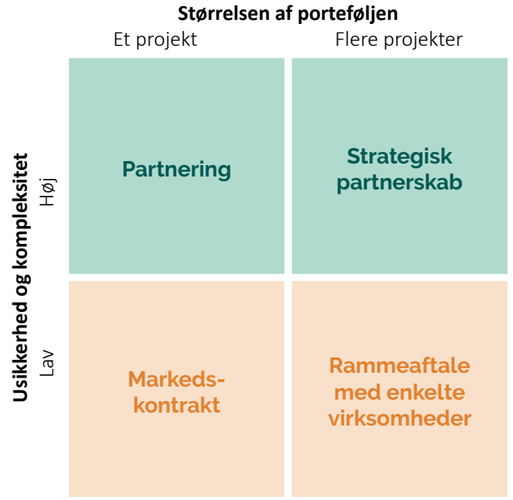
Et strategisk partnerskab er kendetegnet ved, at forskellige aktører i byggeprocessen sammensætter et team, der sammen med bygherren udvikler fælles projekter. Ved at dele erfaringer og viden kan man sammen skabe bedre projekter og opnå mere kvalitet for pengene.

Tillid og transparens sat på formel

Ideen er ikke ny, da der over de sidste årtier er udviklet en lang række koncepter, der prøver at optimere byggeprocessen gennem nye og bedre samarbejdsforhold. Nogle af de mest udbredte koncepter er partnering og integrated proje ct delivery (IPD), som har det enkeltstående byggeprojekt som omdrejningspunkt. I løbet af de seneste år er der i højere grad kommet fokus på, hvad man kan opnå ved at samle flere byggeprojekter i såkaldte bygningsporteføljer, og samtidig trække på erfaringer fra partnering og IPD. Det er her, de strategiske partnerskaber er opstået.

Strategiske partnerskaber er således en del af en ny drejning i dansk byggeri, hvor et ensidigt fokus på hurtighed og pris er erstattet af en bredere forståelse af kvalitet og effektivitet, herunder den store betydning, som samarbejde og organisering har for et vellykket projekt.

Strategiske partnerskaber er således en del af en ny drejning i dansk byggeri, hvor et ensidigt fokus på hurtighed og pris er erstattet af en bredere forståelse af kvalitet og effektivitet, herunder den store betydning, som samarbejde og organisering har for et vellykket projekt.



Bygherrens forskellige muligheder for at kontrahere bygge-og anlægsopgaver. Et strategisk partnerskab består af flere projekter med høj kompleksitet.

Den tredelte ledelsesstruktur udgør blandt andet udgangspunktet for Byggeri Københavns strategiske partnerskaber.

Med strategiske partnerskaber får bygherren en ny metode i værktøjskassen til at udbyde byggeopgaver i porteføljer. Selv om klassiske markedskontrakter og rammeaftaler kan bruges til at udbyde projekter og porteføljer, udfordres de ved stigende kompleksitet og usikkerhed. Ved projekter med høj kompleksitet og usikkerhed er samarbejdsformer som partnering og IPD dokumenteret succesfulde. Grundideen er, at disse typer projekter kræver et dybere samarbejde mellem bygherren og leveranceteamet baseret på tillid, fælles målsætninger og transparens. Strategiske partnerskaber bygger på den samme grundide, men fokuserer ikke på enkeltstående projekter men på en portefølje af projekter.

Tredelt ledelse

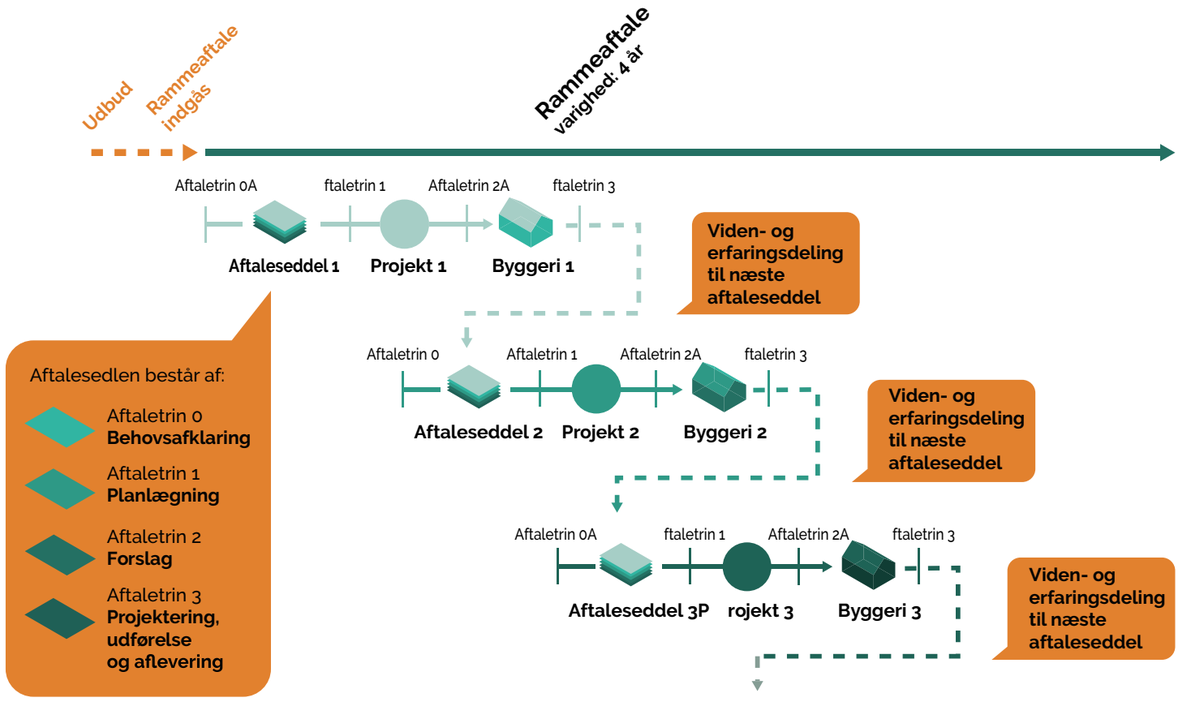
Forudsætningen for at starte et strategisk partnerskab er en portefølje af projekter, der kan gennemføres inden for en periode på 4-6 år. Derfor skal bygherren kortlægge porteføljen af projekter ift. størrelse, homogenitet og fleksibilitet. Organisering af disse faktorer er afgørende for at etablere et velfungerende partnerskab med kontinuitet og jævn udnyttelse af kapacitet og kapabilitet. Udover porteføljeoverblikket stiller arbejdet med strategiske partnerskaber store krav til bygherren og teamet om en klar ledelsesmæssig forankring samt evnen til at kunne indgå i et værdibaseret samarbejde.

For at sikre den ledelsesmæssige forankring, udviklingen af en velfungerende samarbejdskultur samt en effektiv udnyttelse af ressourcer i partnerskabet, etableres en operationel ledelse af ledende medarbejdere fra de deltagende organisationer. Denne ledelsesfunktion er en nyskabelse med de strategiske partnerskaber og er afgørende for partnerskabets succes. Det er den operationelle ledelse, der er ansvarlig for udvikling af partnerskabet, den daglige ledelse og styring af porteføljen. De afdækker hvilke projekter der skal igangsættes under hensyntagen til bygherrens og brugeres behov samt teamets tilgængelige ressourcer igennem projekternes individuelle livscyklus (aftaletrin). Desuden er de ansvarlige for den løbende monitorering af projekternes fremdrift, økonomien og risici.

Grundig forberedelse er forudsætningen

Processen med at etablere og gennemføre et strategisk partnerskab kan groft opdeles i aktiviteter, der leder op til kontraktindgåelsen (designet af partnerskabet) og aktiviteter, der gennemføres under partnerskabet (gennemførsel af partnerskabet).

At etablere et strategisk partnerskab kræver grundig forberedelse. Det omfatter en indgående forventningsafstemning bl.a. omkring målsætning og proces.



Aftaletrin i strategiske partnerskaber.

Både for porteføljestyring samt beslutningsprocesser og standarder for rapportering. Det betyder også, at alle partnerne må forvente større etableringsomkostninger end ved projekter med traditionelle udbudsprocesser. Af den grund skal porteføljen have en vis størrelse for at retfærdiggøre den øgede investering under etablering. De større startomkostninger dækkes dog af effektiviteten af partnerskabet efterfølgende. Når først partnerskabet er etableret, kan projekter hurtigt igangsættes og gennemføres uden besværlige og dyre udbudsprocesser. Samtidig giver det mulighed for at udnytte synergi og læringseffekter på tværs af projekterne, der kan højne produktiviteten.

Foreløbige erfaringer med strategiske partnerskaber

Københavns kommune var den første bygherre i Danmark, der for alvor investerede ressourcer i etablering af strategiske partnerskaber. Argumentet var, at de eksisterende udbudspraksisser gjorde det svært at udnytte af ressourcerne effektivt, og der var store problemer i forhold til at levere den aftalte kvalitet til tiden og til den aftalte økonomi. Erfaringerne fra de første fire år af de to strategiske partnerskaber i TRUST og DSP Plus er indsamlede og bearbejdede undervejs.

Arbejdet i Københavns kommune dokumenterer, at strategiske partnerskaber under de rigtige omstændigheder kan give en lang række positive effekter indenfor fire overordnede temaer:

Innovation & læring:

- Strategiske partnerskaber skaber læring og innovation ikke kun på individ- og projektniveau, men på organisatorisk niveau. Samtidig omfatter det ikke kun læring i form af løbende forbedringer grundet gentagelser (inkrementel innovation), men også med et miljø for radikalt nye ideer (radikal innovation).

- Strategiske partnerskaber skaber en stærkere kunde-/markedsspecialisering. Gennem projekterne i partnerskaberne opbygger leveranceteamet unik viden omkring bygherrens behov, regulatoriske rammer og gennemtænkte proces og produktløsninger, der kan udnyttes i andre partnerskaber. En øget specialisering giver værdi for bygherre, da de får en mere værdiskabende rådgivning og projekteksekvering. Men det giver også værdi for virksomheder og medarbejdere, da det skaber større kontinuitet og sikkerhed.

Organisering & samarbejde:

- Strategiske partnerskaber skaber markant bedre samarbejde og færre tvister. Ved gennemgribende involvering af centrale interessenter omkring fælles målsætninger og værdier, samt langsigtede og forpligtende kontrakter udvikles en fælles samarbejdskultur der sikrer at konflikter håndteres konstruktivt ift. partnerskabets udvikling.

- Strategiske partnerskaber skaber arbejdsglæde og brugertilfredshed. Det forpligtende samarbejde etablerer rammerne for løbende forventningsafstemning på alle niveauer af partnerskabet, hvilket har en positiv indflydelse på brugernes oplevelse af byggeprocesserne og medarbejdernes arbejdsglæde.

Økonomi & tid:

- Strategiske partnerskaber giver tids- og budgetsikkerhed samt hurtigere opstart af projekter. Den løbende forventningsafstemning samt gentagelser and processer og teams reducerer usikkerheden og muliggør mere retvisende estimater for tid og økonomi.

- Strategiske partnerskaber kan øge produktiviteten. Gentagelseseffekterne primært indenfor organisation og processer muliggør reduktion af transaktionsomkostninger og faciliterer organisatorisk læring der kan have positiv indflydelse på produktiviteten.

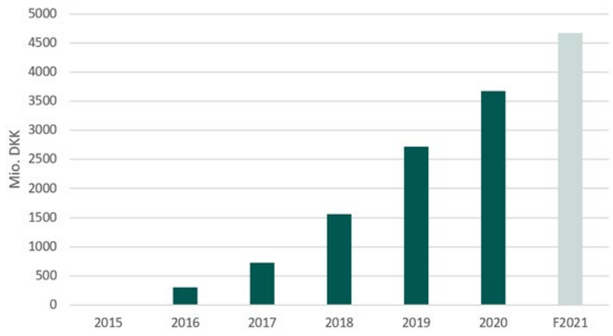
Kvalitet & målopfyldelse:

- Strategiske partnerskaber muliggør en høj agilitet til forfølgelse af de rette mål. De kontraktuelle rammer og løbende forventningsafstemning giver mulighed for fleksibelt at tilpasse partnerskabets ressourcer til bygherrens behov herunder at respondere på utilsigtede hændelser samt ændringer i scope.

- Strategiske partnerskaber giver en mere ensartet kvalitet og sikre målopfyldelse. Den løbende forventningsafstemning og de organisatoriske og procesmæssige gentagelser skaber mere gennemtænkte og bæredygtige løsninger igennem byggeprocessen. Det giver et bedre og mere gennemarbejdet projektmateriale samt færre fejl og mangler ved aflevering.

På baggrund af de overvejende positive erfaringer i Københavns kommune er der efterfølgende igangsat en lang række andre strategiske partnerskaber. Resultatet er, at markedet for strategiske partnerskaber har vokset dramatisk over de sidste par år med en forventet årlig omsætning på over 4,5 mia. i 2021 som illustreret i figuren nedenfor.

Såfremt resultaterne fortsætter med at være positive, vil vi forvente en yderligere vækst udbredelsen af strategiske partnerskaber. De nuværende partnerskaber dækker kun en meget lille del af den samlede omsætning i byggeriet og desuden er der andre markeder offentlige (og private) hvor denne nye samarbejdsform kan være relevant. Det drejer sig f.eks. omkring renovering af sygehuse, transport og energi infrastruktur.



Forventet omsætning per år i strategiske partnerskaber.

Case: Interview med KAB&Os

KAB&os er et strategisk partnerskab mellem boligadministrationsselskabet KAB og leveranceteamet &os bestående af entreprenørvirksomheden Enemærke & Petersen, KANT arkitekter, JJW Arkitekter, ingeniørvirksomhederne Oluf Jørgensen og Norconsult, SLA Landskabsarkitekter og Rekommanderet. Partnerskabet blev indgået i 2019 på grundlag af en rammeaftale baseret på REBUS' udbudskoncept. Der blev etableret projektkontor til partnerskabet på Havneholmen i København. Partnerskabet omfatter renovering af almennyttige boliger. KABs formål med partnerskabet er at sikre bedre samarbejde i komplekse byggesager. Det samlede omfang er anslået til omkring 6 mia. kr.

Gennem interview med Ulrik Steen Jensen (KAB) og Kim Thinggaard (E&P) har vi undersøgt, hvordan KAB&Os partnerskabet understøtter erfaringerne fra Københavns kommune.

U Ulrik Steen Jensen, Byggeudvilkingschef i KAB

K Kim Thinggaard, partnerskabsdirektør hos Enemærke & Petersen

Innovation og læring:
Hvordan bidrager et strategisk partnerskab til innovation og læring?

K: Vi får som bygherre en hjælp fra et partnerskab til at fokusere på opsamlingen og innovationen. Helt jordnært går læringen rigtig meget på gentagelser. Formålet med partnerskabet var, at når vi har prøvet det her 3-4 gange, så har vi opsamlet en læring omkring, hvordan vi opstarter projekter. "Hvor er det de små sten i skoen er og hvad gør vi for at eliminere dem?" Det synes jeg helt klart partnerskabet kan. Vi bliver bedre til at arbejde med aftaletrinnene undervejs. Der har været en helt klar forbedring fra det første projekt, vi satte i gang til nu, hvor vi har gang i 30-35 projekter. Der er en helt klar forskel at mærke.

K: Innovationen er noget vi typisk har udfordringer med på det enkeltstående projekt. Men med partnerskabet (KAB&Os, red.) har vi skabt mulighed for innovation med bygherre, brugere og kunderne. Vi har fx involveret en af vores leverandører, hvor innovationen aldrig lykkes, fordi de også har haft udfordringer med at koordinere med en hel boligorganisation i et enkelt projekt. Men her kan de jo komme med tidligt, og der en portefølje som de kan arbejde med sammen med os. Det vil jo give mulighed for mere radikal innovation.

Innovation og læring:
Skaber strategiske partnerskaber en stærkere kunde-/markedsspecialisering?

U: Der er fordele og ulemper ved at være stor. En af ulemperne er, at opsamlingen på tværs bliver sværere. Det hænger godt sammen med ideen om, at partnerskaberne skal have en vis størrelse for at investeringen kan tjenes ind igen. Så partnerskaber peger mod de store bygherrer, som samtidig også har den udfordring at opsamle læring op på tværs af projekterne.

Vi i KAB har valgt at sige, at de ting som vi udvikler i partnerskabet, dem prøver vi at udvikle på tværs af KAB. Så vi isolerer ikke kun innovationen og læringen til partnerskabet. De ting, der fungerer i partnerskaberne tager vi med over i de traditionelle samarbejdsprojekter.

K: Vi er helt klart blevet mere specialiseret i forhold til vores kerneområde. Når vi har gjort det igen og igen og igen er vores vidensniveau blevet meget højere og vi har en meget skarpere specialisering over for den kunde vi arbejder for.

Organisering & samarbejde:
Hvilken indflydelse har strategiske partnerskaber på samarbejde og tvister?

U: Da vi er på et tidligt stadie har vi ikke oplevet tvister indtil nu. Vi har kørt en stor renoveringssag og en lille ustøttet renovering, der har kørt fuldstændig gnidningsfrit, så vores advokatregning står på 0 ift partnerskabet. Økonomien kommer til at hænge bedre sammen. Vi har nogle andre værktøjer og tilgange til at håndtere økonomien. Regnemaskinen fungerer præcist på samme måde inden for og uden for partnerskabet, men måden vi kan bearbejde det på er anderledes.

K: Samarbejdet har været stille og roligt, og vi efteruddanner både entreprenører, bygherrer og rådgivere, der kommer ind partnerskabet. Det er en helt naturlig læringsproces. Det inkluderer også den måde, vi håndterer konflikter, hvor vi arbejder systematisk på at gå en anden vej end vi plejer.

Organisering & samarbejde:
Hvordan bidrager strategiske partnerskaber til arbejdsglæde og brugertilfredshed?

U: Langt hen af vejen skaber partnerskabet arbejdsglæde og brugertilfredshed ved at eliminere nogle af de konflikter, som er typiske i byggeriet. De fleste vil jo have sager, der er fri for konflikter og som man har den her samarbejdsrelation omkring. Før du når den høje arbejdsglæde, skal du igennem en periode, hvor du "sliber kanter af". Det handler om at finde hinanden og finde ud af "når jeg siger sådan, hvad mener jeg så? Og er det det samme, som du mener, når du siger sådan?" I partnerskaberne arbejder man med forventningsafstemning på en anden måde og på et dybere niveau, end man plejer at gøre. Set fra bygherrens side, så er der et større incitament til at gå ind i forventningsafstemningen, når det er et samarbejde, der løber over 6 år.

K: Vores partnerskaber med KAB er det, vi skal arbejde mest med, men samtidig er det også det, med det største potentiale. Vi har virkelige brugt tid på at lære hinanden at kende, inden vi bare kørte derudad. Jeg kan mærke, at vi har lært hinanden at kende på en mere fundamental måde. Specielt samarbejdet med Ulrik er sindssygt godt. Jeg tror, vi har et kæmpe potentiale med KAB, fordi vi har bygget et stærkt fundament med bygherren.
I &os partnerskabet er der flere led i værdikæden, og derfor kræver det et større arbejde i starten, altså i relationsfasen til kunderne. Men &os har et stort potentiale, og vores samarbejde på det operationelle plan er blevet fundamentalt stærkt.

Økonomi & tid:
Hvad betyder strategiske partnerskaber for tids- og budgetsikkerhed samt opstart af projekter?

U: De projekter, vi har gennemført indtil videre er blevet afleveret til den aftalte tid og økonomi og der har ikke været en finger at sætte på det arbejde. Hele strukturen man arbejder med i tids- og budgetplanlægningen gør, at vi har et helt andet grundlag for at ramme plet på tiden og økonomien. Vi får den rigtige pris på et tidligere tidspunkt, end vi normalt ville få. Jeg er ikke i tvivl om, at tids- og budgetsikkerheden er bedre i et partnerskab.

K: For det første starter vi hårdt op med fokus på slutmålet. Vi får et fælles billede af, hvilken økonomi vi har, og hvilken kvalitet vi ønsker på et detaljeret niveau. På den måde får bygherren et meget bedre billede af, hvilket slutprodukt de får, indenfor det rammebeløb, der er afsat. Bygherre får også et klarere billede af udviklingsmulighederne. Det har de reelt set ikke i en normal totalentreprise.

Økonomi & tid:
Hvad betyder strategiske partnerskaber for produktiviteten?

U: Det kan jeg ikke sige på nuværende tidspunkt. Hvis vi kigger på de to sager, som vi har kørt og hvis vi ser på aftaletrin 3, hvor produktiviteten for alvor kommer til syne, så er de leveret som aftalt. Det er jo i princippet forventeligt. Men til gengæld har jeg fået præcis det, jeg gerne ville og det har jeg fået uden problemer. Men det er svært at sammenligne det med traditionelle sager på nuværende tidspunkt. Der er vi på et for tidligt stadie.

K: Når vi kommer ind tidligere og kan være med til at planlægge projektet, så får vi nogle helt andre mulighed for at optimere udførelsen. Det giver et bedre flow og dermed også en bedre produktivitet. Det har vi også oplevet her hos KAB.

Kvalitet & målopfyldelse:
Muliggør strategiske partnerskaber agilitet til forfølgelse af mål?

U: Det mener jeg, ja. Som et eksempel kan vi tage vækstpakkerne. Der så vi agilitet hos partnerskabet ift. hvordan man kan skalere op og ned på indsatserne. Det virkede helt klart. Det er fx et spørgsmål om at sige, at nu rykker vi tidsplanen fra ultimo 21 til ultimo 20 i stedet for, så nu har vi 2 mdr. til at færdiggøre vores skema A. Det må vi bare sige har fungeret. Den omstillingsparathed er helt klart tilstede. Udfordringen er, at man så skal skalere den anden vej igen på et senere tidspunkt. Der er der, hvor porteføljestyringen for alvor skal stå sin prøve.

K: Ja for vi har jo lettere ved at lukke projekter ned og lukke dem op igen når der er brug for det. Det kan vi næsten gøre fra den ene dag til den anden. Samtidig har vi let mulighed for at flytte ressourcer fra et projekt til andet, hvis der er brug for det. Porteføljetanken gør der meget lettere at styre ressourcer.

Kvalitet & målopfyldelse:
Hvordan understøtter et strategisk partnerskab en mere ensartet kvalitet og sikker målopfyldelse?

U: Vi kan ikke rigtig svare på den endelige kvalitet endnu, men hvis vi ser på rådgiverdelen i fase 1 og 2, er der en meget ensartet leverance på trods af, at der ikke er personsammenfald. Så kan man sige, at de skematikker, vi arbejder ud fra, dvs. aftaletrinnene, sætter en ensartet kvalitet for det, vi får. Det sikrer, at den personafhængighed, der normalt er til stede elimineres lidt. For på trods af agilitet, så er du i en fasttømret samarbejdsform, som arbejder ud fra en nogle skabeloner, der siger at det er det, vi leverer og det leverer vi hver gang. Det synes jeg fungerer.

Vi snakker med vores bygherrer om, at de skal være opmærksomme på den højere prissætning i aftale 1 og 2 end de er vant til at se. Til gengæld skulle vi meget gerne hente det ovre i aftaletrin 3, fordi der er gjort en masse forarbejde, som sikrer, at vi bliver meget effektive.

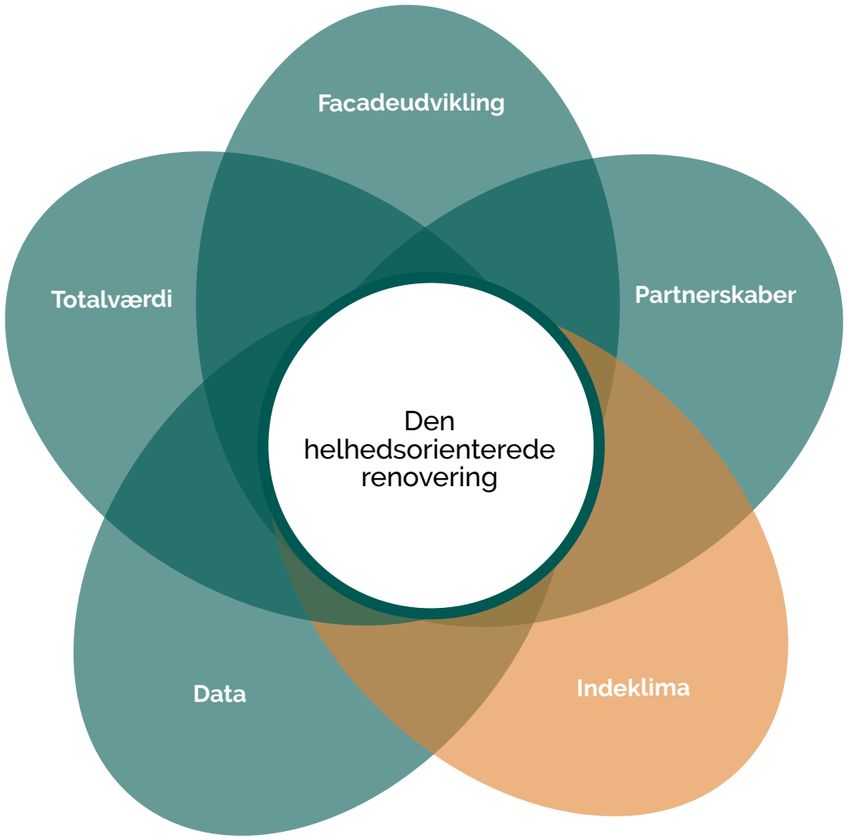
K: Jeg drømmer stadig om en mere ensartet kvalitet og arkitektur, men det er svært. Der er potentiale i KAB omkring standardisering af potentielle nybyggerier, men ved renoveringerne er det sværere.
Partnerskabet giver mulighed for gentagelser af processer og team, og vi laver også standardiseringsarbejder på løsninger fx omkring ventilation og facadesystemerne. På den måde kan vi udnytte gentagelseseffekterne. Det begynder vi at kunne samle op nu.

Få mere viden om strategiske partnerskaber

I REBUS har vi arbejdet systematisk med at udvikle grundlaget for strategiske partnerskaber og de bagvedliggende forretningsmodeller. Dette har resulteret i følgende praksis-publikationer som kan anvendes frit af branchen.

Udbudskoncept	Et komplet koncept for udbud i Strategiske Partnerskaber bestående af: et paradigme (udbudsbetingelser), en rammeaftale samt en vejledning til, hvordan man kommer i gang.
Strategiske partnerskaber - fra idé til kontrakt Udarbejdet i samarbejde med Værdibyg	Om de tidlige overvejelser, forberedelse, udbud og kontraktindgåelse. Vejledningen er særligt rettet mod bygherren og dennes rådgivere i de tidlige faser, men kan også give et værdifuldt indblik for leverance-teamet i bygherrens overvejelser samt råd til, hvordan leveranceteamet kan forberede sig og bidrage i de tidlige faser.
Strategiske partnerskaber - samarbejdets gennemførelse Udarbejdet i samarbejde med Værdibyg	Om etableringen og opstart af partnerskabet samt det løbende samarbejde og gennemførelse af projekter. Vejledningen er særligt rettet mod det strategiske partnerskab som en samlet organisation- fra den første opstart til afslutning og evaluering af samarbejdet. Vejledningen berører også, hvilke særlige opmærksomhedspunkter som hhv. bygherren og leveranceteamet skal have internt i bl.a. opstarten, porteføljestyringen og projektstyringen i samarbejdet.
Vejledning om byggeriets forretningsmodeller og udviklingsmuligheder	Her præsenterer vi byggeriets arketypiske forretningsmodeller samt en strategi for systematisk at arbejde med udvikling af virksomhedernes individuelle forretningsmodeller. Vejledningen er eksemplificeret med cases omkring strategiske partnerskaber og konfiguration.

FOKUSOMRÅDE: INDEKLIMA



Værdien af det gode indeklima

Hvad er et godt indeklima? Hvilke parametre indgår, når vi taler om indeklima? Og hvad kan man gøre for at forbedre indeklimaet? Indeklimaet er en svær størrelse at snakke om, hvilket ofte betyder at det gode indeklima overses og nedprioriteres i en renoveringsproces. Det skal mærkningsordningen IndeklimaKvalitet nu ændre på.

Det gode indeklima er efterhånden kommet på dagsordenen på tværs af hele byggebranchen. Både bygningsejere og beboere forventer sunde byggerier. Dog har der manglet værktøjer til at stille krav om og dokumentere det gode indeklima, så de gode hensigter ikke fortaber sig undervejs.

Et konkret resultat af arbejdet i REBUS er mærkningsordningen IndeklimaKvalitet, der synliggør kvaliteten af indeklimaet i den konkrete bolig ved hjælp af en bogstavskala, som vi kender den fra energimærkningsordningen.

IK-kompas, som er værktøjet bag mærkningsordningen, giver mulighed for at lave en helhedsorienteret, systematisk vurdering af boligens indeklimakvalitet. Det er ambitionen for værktøjet og den tilhørende A-G-skala, at bygherrer, rådgivere og beboere fremover kan vurdere indeklima på en langt mere forståelig og brugbar måde med henblik på at inddrage og forbedre indeklimaet ved både renoveringer og nybyggeri.

Som en del af REBUS-projektet er ordningen udviklet til etageboliger, men det er ambitionen at udvide til andre segmenter som fx enfamilieshuse eller kontorbyggeri.

Lyd, lys, luft og temperatur

Et vigtigt mål med IK-kompas er, at det skal repræsentere en helhedsorienteret tilgang til indeklima. I værktøjet indgår en vurdering af en række parametre indenfor boligens termiske, atmosfæriske, visuelle og akustiske indeklima.

Parametrene i værktøjet er valgt ud fra deres påvirkning af beboernes komfort og sundhed, og værktøjet giver en samlet vurdering af boligens potentiale for et godt indeklima. Værktøjet viser desuden resultaterne fra hver af de fire parametre således, at man, fx ved udskiftning af vinduerne i en bolig, med det samme kan se, hvordan netop vinduerne påvirker de fire områder samtidig – både i positiv og negativ retning.

Udover vurderingerne af den bygningsrelaterede del af indeklimaet indenfor det termiske, atmosfæriske, visuelle og akustiske indeklima indgår også brugernes mulighed for selv at kunne justere deres indeklima i værktøjets vurdering. Dette sikrer fokus på den store betydning af beboernes følelse af at være i kontrol, og for deres tilfredshed med det oplevede indeklima.

I forbindelse med registrering af boligen i IK-kompas bliver der taget udgangspunkt i bygningens fysiske rammer. IK-kompas ser altså på bygningen som en skal, dvs. uden beboernes indflydelse. Dermed angives boligens indeklimakvalitet som potentialet for et godt indeklima, som realiseres med den rette drift og adfærd. Hermed er det bygningen, der mærkes og ikke brugerne.

Det er velkendt, at forskelle i brugernes adfærd let kan få energiforbruget i en bolig til at variere med en faktor 3-6. Noget tilsvarende gælder for indeklimaet, hvor flere parametre i høj grad afhænger af brugeradfærden. Det er nødvendigt at adskille bygning og adfærd for at kunne målrette renoveringsaktiviteter. Værktøjet kan suppleres af et spørgeskema for at inddrage beboernes oplevede indeklima. Med den rette bearbejdning kan spørgeskemaresultaterne bruges til at kvalificere

TERMISK INDEKLIMA

- Temperatur, sommer
- Temperatur, vinter
- Træk
- Mulighed for at regulere

ATMOSFÆRISK INDEKLIMA

- Udendørs luft
- Påvirkning fra bygning og materialer
- Aktiviteter i boligen
- Mulighed for at regulere

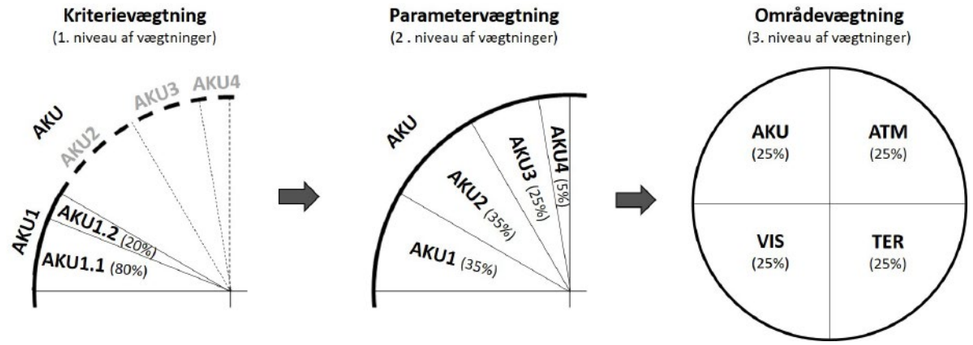
VISUELT INDEKLIMA

- Dagslys
- Direkte sollys
- Udsyn, indkig, solafskærmning
- Mulighed for at regulere

AKUSTISK INDEKLIMA

- Lyd fra omgivelser
- Lyd fra naboer
- Lyd i egen bolig
- Mulighed for at regulere

Vurderingskriterier i IK-kompas.



IK-kompas benytter tre forskellige niveauer af vægtninger. Disse dækker vægtning af hhv. kriterier, parametre og evalueringsområder.

registreringerne såvel som i dialogen med beboerne før, under og efter renoveringen.

Indhold og prioriteringer i IK-kompas

Parametrene i IK-kompas er udvalgt ud fra en række kriterier for hhv. komfort, sundhed og velbefindende, der danner grundlag for den endelige vurdering.

Da alle parametre selvsagt ikke er lige vigtige er der desuden i værktøjet benyttet en række vægtninger mellem hhv. evalueringsområder, parametre og kriterier. Vægtninger mellem termisk, atmosfærisk, akustisk og visuelt indeklima er i første version af IK-kompas fastlagt som en ligelig vægtning, da der ikke er fundet tilstrækkeligt datagrundlag til at kunne differentiere mellem de fire områder. Vægtninger for parametre og kriterier er fastlagt ud fra en spørgeskemaundersøgelse sendt rundt til ca. 100 danske fagfolk og eksperter på området.

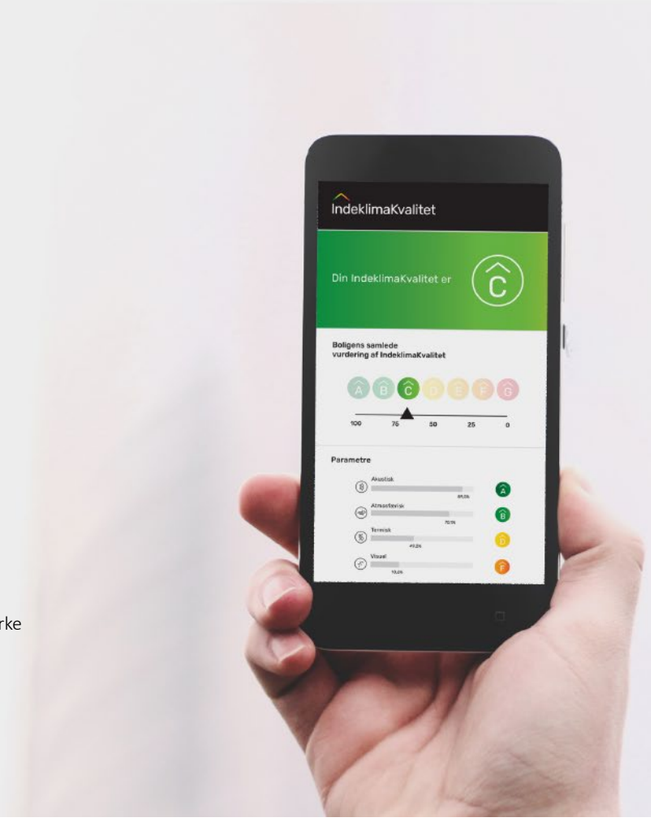
Første niveau af vægtning foregår på kriterieniveau, dvs. mellem de kriterier, der udgør en parameter. Andet niveau af vægtning ligger mellem de fire parametre, der tilsammen beskriver et evalueringsområde, og på tredje niveau vægtes de fire evalueringsområder sammen med 25% til hver.

Beboere får overblik i en renoveringssituation

For den almindelige beboer er indeklima ofte et diffust begreb. Måske er det først, når indeklimaet er dårligt eller når der sker markante ændringer af indeklimaet, at beboere får øjnene op for indeklimaets kvalitet. Med IK-mærket får beboerne på en letforståelig måde et overblik over indeklimaet tilstand. Når de for eksempel står overfor en renovering, kan de tydeligt aflæse de nuværende problemområder, men også hvor forbedringsmulighederne findes. Det giver et bedre overblik over en forestående renovering, som de via beboerdemokrati skal godkende.

Et IK-mærke giver en samlet vurdering af boligens IndeklimaKvalitet angivet med ét bogstav. Det er genkendeligt, da vi i dag også kender det fra energimærket. Samtidig gives en særskilt vurdering af de fire vurderingsområder, hvor beboeren kan se hvor godt fx det visuelle eller det termiske indeklima er. Hvis et boligselskab præsenterer indeklimakvaliteten for sine forskellige afdelinger, har beboeren mulighed for at prioritere boligvalget efter det. Beboeren kan også målrette sit boligvalg efter boliger med fx høj score på det termiske indeklima – eller en af de tre andre kategorier, hvis det har en høj prioritet.

Med IK-mærket får beboerne på en letforståelig måde et overblik over indeklimaets tilstand. Når de for eksempel står overfor en renovering, kan de tydeligt aflæse de nuværende problemområder, men også hvor forbedringsmulighederne findes. Det giver et bedre overblik over en forestående renovering, som de via beboerdemokrati skal godkende.



Eksempel på præsentation af IK-mærke målrettet beboerne.

Indeklimakompas til designprocessen

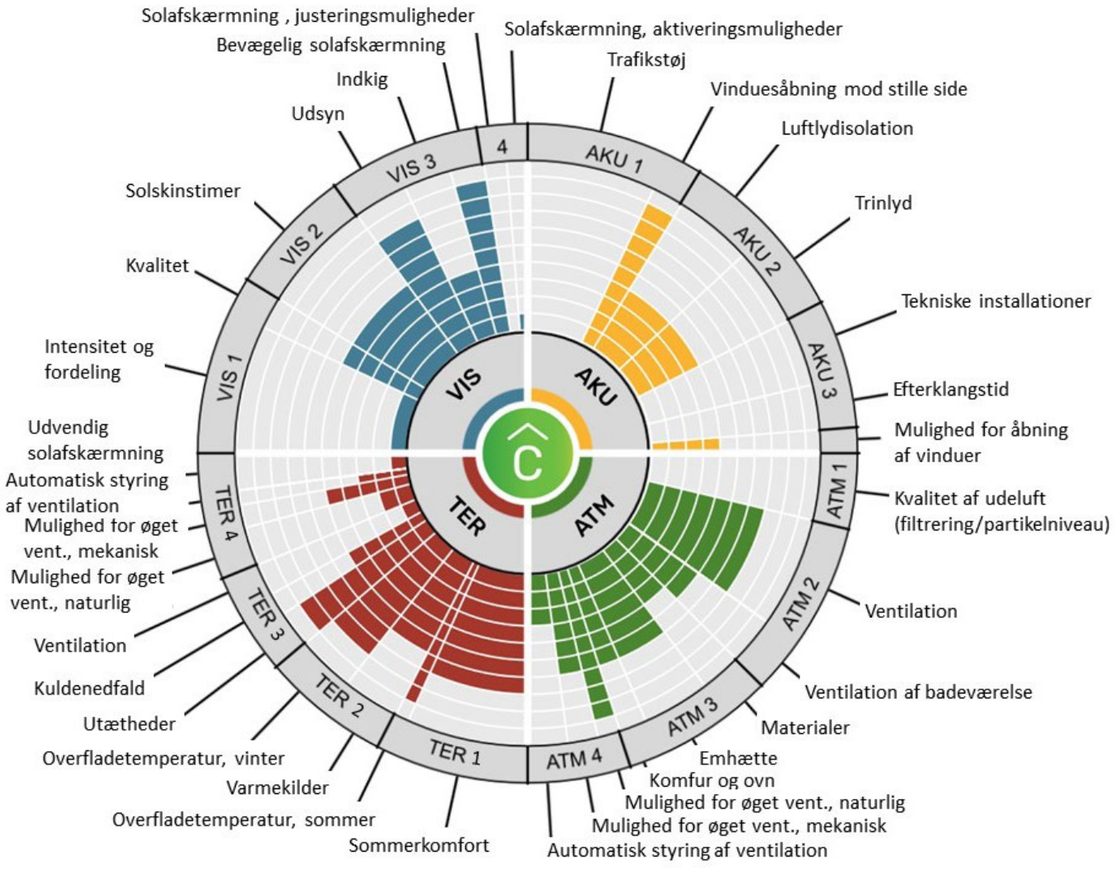
Med IK-kompas har rådgiver og bygherre fået et værktøj til at prioritere indeklimaet i forbindelse med renovering eller ved nybyggeri. Rådgiveren kan med IK-kompas kvalificere sin rådgivning og evt. udvide sin ydelse til at omfatte flere aktiviteter, der kan forbedre indeklimaet.

En boligs indeklimakvalitet kan, udover det samlede mærke, præsenteres i et kompas, der viser hvor bygningens indeklima fungerer godt, og hvor der er plads til forbedringer. Parametrene er inddelt i de fire hovedområder, men viser også detaljer omkring scoren for alle de vurderede parametre. Kompasset er udviklet til ingeniører og arkitekter, så de allerede tidligt i designprocessen kan give kvalificeret input til bygherre om, hvilke aktiviteter, der skal prioriteres, hvis indeklimaet skal forbedres. Disse detaljer er relevante for beslutningstagerne, når de endelige byggetekniske løsninger skal fastlægges.

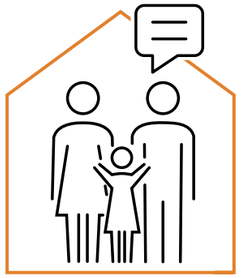
Et eksempel på indeklimakompasset ses på næste side. Som det ses, har boligen i eksemplet en samlet Indeklimakvalitet på C, som er det gode, tilfredsstillende indeklima svarende til BR. I eksemplet er boligen svagest på det akustiske og det visuelle indeklima, hvor der fx mangler solafskærmning og hvor der er udfordringer med trafikstøjen. Til gengæld er der styr på utætheder mm.

Hvordan oplever beboerne indeklimaet?

Som et supplement til IK-kompas, er der som nævnt udviklet et spørgeskema til evaluering af, hvordan lejere i almene boliger oplever indeklimaet i deres bolig. Spørgeskemaet kan anvendes af rådgiver eller boligselskab før en renovering for at identificere, hvor der er behov for at forbedre indeklimaet. Derved er der mulighed for målrettet at tilføre værdi i form af en bedre indeklimaoplevelse efter renoveringen.
Efter renoveringen kan spørgeskemaet bruges til at dokumentere, at de opstillede mål for forbedringer af indeklimaet er nået, også set fra beboerens synspunkt.
Det oplevede indeklima er delt op på samme måde som i IK-kompas, dvs. i termisk, atmosfærisk, visuelt og akustisk indeklima. Disse forhold er hver især igen opdelt yderligere i mere detaljerede beskrivelser af indeklimaoplevelsen.
Spørgeskema skal kunne besvares på maksimalt 10 minutter, så beboerne ikke opgiver undervejs i besvarelsen.
Spørgeskemaet afdækker 1) hvilke indeklimaproblemer lejerne oplever, 2) hvor tilfredse de er med indeklimaet og 3) hvilke indeklimarelaterede symptomer de har, når de opholder sig i deres bolig. Spørgeskemaet indeholder desuden en række åbne spørgsmål, hvor lejerne har mulighed for, med egne ord, at beskrive de problemer, de måtte opleve. Dette kan være afgørende i forhold til at kortlægge indeklimaproblemer, der ikke er påpeget tidligere. Spørgeskemaet er formuleret, så svarene beskriver beboernes generelle oplevelse af indeklimaet



Eksempel på Indeklimakompas, som er udviklet til at hjælpe rådgivere i designfasen.



1 Potentielt indeklima

Ekspertvurdering ud fra bygningens fysiske rammer

2 Oplevet indeklima

Beboervurdering ud fra besvarelser på spørgeskema

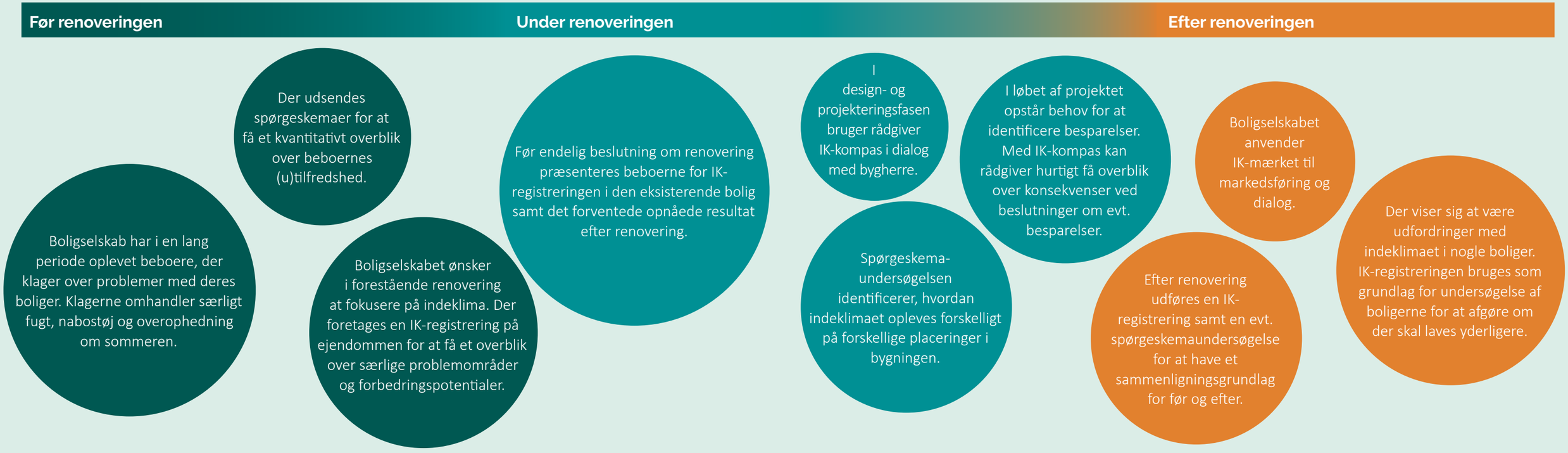
Boligens potentielle indeklima vurderes ud fra bygningens fysiske rammer, imens beboere vurderer indeklimaet, som de oplever det, når de opholder sig i boligen.

i en forudgående periode indeholdende både en sommer- og en vinterperiode. Spørgeskemaet kan anvendes alene som det er, eller som et grundmodul om indeklima i en bredere spørgeskemaundersøgelse med spørgsmål om andre emner.

Hvordan kommer jeg i gang med IK-kompas og vurdering af IndeklimaKvalitet?

Værktøjet IK-kompas sælges som en softwareløsning, der kan købes med licens fra BUILD AAU. Via upload af tegningsmateriale og indtastede registreringer fra boligen beregner værktøjet boligens IndeklimaKvalitet, som visualiseres via Indeklimakompasset. Køb af værktøjet er åbent for alle.

Sekretariat for IndeklimaKvalitet, der er forankret hos Teknologisk institut, afholder kurser i brugen af IK-kompas og udsteder certifikater for IndeklimaKvalitet. Efter deltagelse i kursus bliver kursusdeltageren IK-konsulent, og kan dermed via sekretariat for IndeklimaKvalitet få udstedt certifikater for IndeklimaKvalitet. For at opretholde et fagligt højt niveau og en god kvalitet i ordningen, er det en forudsætning at konsulenten har en faglig baggrund indenfor indeklima.



Eksempel: IK-kompas skaber sammenhæng i arbejdet med indeklima gennem hele renoveringen

Før renoveringen: IK-registrering giver overblik over problemområder

Gennem en længere periode har et boligselskab oplevet beboere, der klager over indeklimaet i deres boliger. Boligerne er beliggende i en etageejendom fra 1961 uden mekanisk ventilation, og flere af lejlighederne har store glaspartier mod syd. Ejendommen gennemgik i 1985 en renovering med fokus på at mindske energiforbruget. Vinduer samt udvendige døre er blevet udskiftet og tagkonstruktionen er blevet efterisoleret.

Klagerne fra beboerne omhandler særligt fugt på ruder og vinduesrammer, træk fra facaden, nabostøj og overophedning om sommeren. Boligafdelingen har hidtil imødekommet klagerne med råd om, hvordan beboerne selv kan forbedre indeklimaet – eksempelvis ved at lufte mere ud, bruge alle radiatorer til opvarmning og at udvise mere hensyn til naboerne for at mindske generne ved nabostøj.

Forud for beslutningen om en renovering har boligselskabet behov for at kende omfanget af indeklimaudfordringerne. Boligselskabet udsender spørgeskemaer til alle husstande for at få et kvantitativt overblik over, hvilke indeklimaparametre beboerne enten er tilfredse eller utilfredse med.

Spørgeskemaerne viser, at problemerne med fugt og overophedning er et generelt problem i alle boligerne. Spørgeskemaerne viser desuden, at problemerne med støj primært stammer fra overboere.

Inden den forestående renovering bestiller boligselskabet en IK-registrering af ejendommen for at få et overblik over særlige problemområder og forbedringspotentialer. Registreringerne viser sig at understøtte beboernes (u)tilfredshed og identificerer desuden et antal af andre problemområder af mere teknisk karakter, som kan udvikle sig til gener for beboerne på længere sigt.

Under renoveringen: IK-registrering bruges til at kvalificere ad hoc beslutninger om indeklimaet

Før beslutning om indsatsområder for renoveringen bliver beboerne præsenteret for IK-registreringen i den eksisterende bolig samt det forventede resultat efter renoveringen. Beboerne bliver på den måde inddraget. De får syn for sagen ved at registreringerne giver en forklaring på mange af de udfordringer, som de oplever. IK-registreringerne har også identificeret andre problemområder, som kan anvendes til at skabe en sammenhængende renovering.

IK-registreringen illustrerer desuden, hvordan de oplevede problemer kan løses, og hvordan de forskellige løsninger vil have effekt på andre områder af indeklimaet. Ved eksempelvis at installere udvendig solafskærmning for at mindske overtemperatur vil man have mindre udsyn i lejlighederne. På denne måde får man et bedre termisk indeklima, mens det visuelle indeklima forringes en smule. Efter præsentationen giver beboerne udtryk for, at de har fået en bedre forståelse af udfordringerne og har tiltro til de balancerede valg og kompromiser, som må indgås.

På baggrund af dialogen med beboerne bruger den rådgivende ingeniør IK-kompas i dialog med bygherre i design- og projekteringsfasen. De finder i fællesskab frem til den rette balance mellem de forskellige indeklimaforbedringer. Dialogen tager udgangspunkt i resultaterne fra både IK-kompas, svarene på beboerspørgeskemaerne samt bygherres visioner og rådgivers anbefalinger. Renoveringsprojektet inkluderer derfor blandt andet mekanisk ventilation og udvendig solafskærmning. Udskiftning af gulvene, der oprindeligt indgik i bygherres krav til renoveringen, bliver udført med fokus på dæmpning af trinlyden mellem lejlighederne.

Som ved så mange andre renoveringer bliver det dyrere end forventet, så bygherre er nødsaget til at finde besparelser. Rådgiver bruger IK-kompas til at anskueliggøre konsekvenserne ved besparelserne, hvorved indeklimaet holdes i hævd, og beslutningerne kan tages på et oplyst grundlag.

Efter renovering: IK-mærke anvendes i dialog med beboere og i markedsføring

Renoveringen er forløbet som planlagt, og der bliver udført endnu en IK-registrering efter renoveringen samt en spørgeskemaundersøgelse for at have et sammenligningsgrundlag for før og efter.

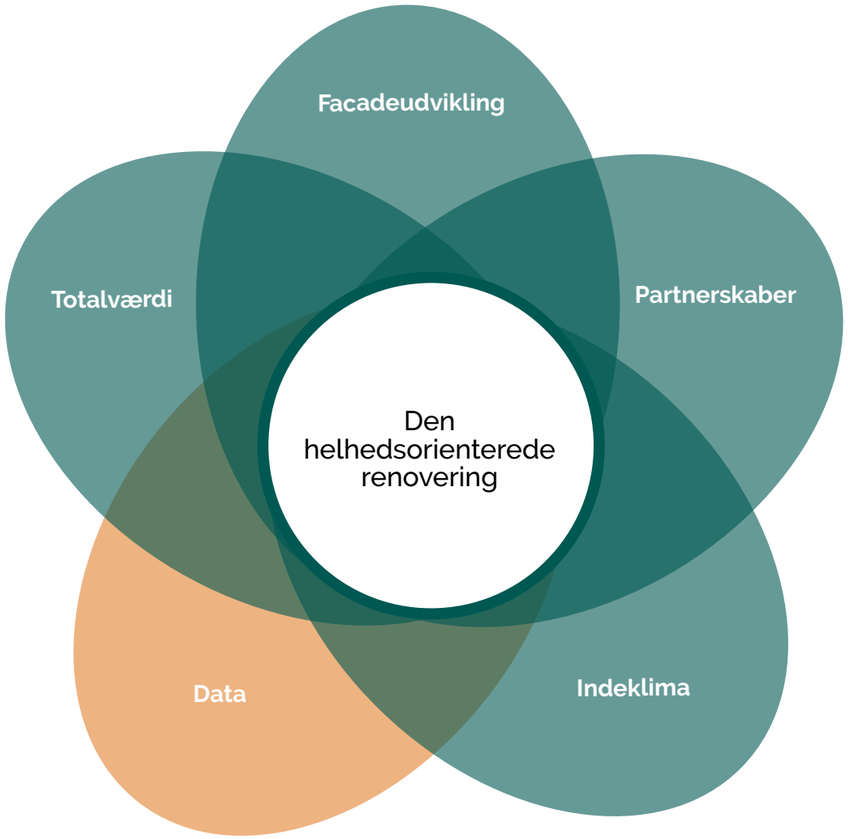
Resultatet fra den efterfølgende IK-registrering samt spørgeskemaundersøgelse viser, at renoveringen generelt har afhjulpet de oplevede indeklimagener, og at boligerne har opnået det ønskede IK-mærke. Det viser sig dog, at et antal beboere stadig oplever problemer med fugt, mens andre klager over støj fra det nye ventilationsanlæg. Støjen fra ventilationsanlægget viser sig at stamme fra en fejl-indstilling i en af boligblokkene, hvorfor anlægget ikke har den ønskede udsugning. Desuden har nogle beboere manuelt indstillet udsugningsarmaturer til at suge mindre. Problemerne bliver afhjulpet ved at rette indstillingerne for ventilationsanlægget. Sideløbende anvendes materiale fra IK-rapporten til at oplyse og instruere beboerne om vigtigheden af den mekaniske ventilation for indeklimaet. IK-registreringen bliver fortsat brugt som grundlag for, om der skal laves yderligere.

Efter renoveringen anvender boligselskabet IK-mærket til markedsføring af boligerne for at tiltrække nye lejere. Derudover benytter boligselskabet IK-mærket og de tidligere udførte IK-registreringer i den fortsatte dialog med beboerne.

Datadrevet kortlægning af termisk ydeevne

Når en energirenovering ikke indfrier den forventede energibesparelse, forklares det ofte med antagelser om brugernes adfærd eller gisninger om fejl i udførelsen af renoveringen. Med metoden REBUS Connect° bliver det nemmere at adskille årsagerne. Dermed undgår vi, at resultaterne udebliver, når vi skal renovere i stor stil i de kommende år.

FOKUSOMRÅDE: DATA



Indenfor de næste 5 år forventes alle varmemålere at være fjernaflæste i EU. Og større bygninger som fx boligblokke skal ifølge EU i fremtiden have fjernaflæste varmemålere for hver boligenhed. Denne teknologiske opdatering af bygningsmassen giver nogle oplagte muligheder for at løse et velkendt problem. Nemlig performance gap'et, dvs. gabet mellem forventet og realiseret energimæssig ydeevne.

I forbindelse med energiforbedringer har byggebranchen og bygningsejere netop efterlyst enkle redskaber til at forstå og forebygge afvigelser mellem forventet og realiseret energibesparelse.

Når der gennemføres dybe renoveringer, er der sædvanligvis store forventninger til de fremtidige energibesparelser. Og med rette – for mange renoveringer indebærer massive energibesparende foranstaltninger. Det realiserede energiforbrug har i forskellige studier vist sig at være fra ganske få procenter og op til 200-300 % højere end det forventede, afhængigt af hvilke bygninger, man kigger på, og hvordan det opgøres.

Også energimærkningerne på de eksisterende bygninger har en overraskende stor fejlrate. I 2019 udgav Energistyrelsen en rapport, der viste, at 23 % af de indrapporterede energimærker i 2018 gav anledning til et forkert energimærke. Ligeledes var andelen 21 % og 31 % i hhv. 2017 og 2016 (Energistyrelsen 2019).

Når besparelsen ved en renovering udebliver, har det naturligvis stor betydning for rentabiliteten af investeringen. Og regningen lander hos enten bygningsejere eller lejere.

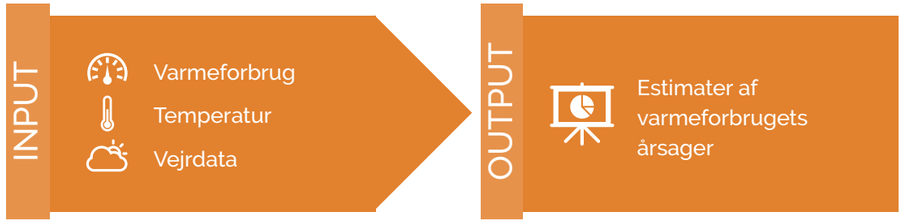
Digital bygningsinspektion

REBUS Connect° er en metode til at afdække bygningens ydeevne og brugernes indflydelse på varmeforbruget. Metoden giver overblik og forståelse af sammenhængen mellem varmeforbruget, vejret, brugernes indflydelse og varmesystemernes regulering.

REBUS Connect° adskiller sig fra andre metoder til at kortlægge bygningers termiske ydeevne ved at være 100 % datadrevet, hvor der blot er behov for input om bygningens energiforbrug og vejrdata.

Traditionelt vil kortlægning af den termiske ydeevne kræve fysisk inspektion eller prøvning såsom blower door eller co-heating test. På denne måde er REBUS Connect° oplagt til udrulning af digital bygningsinspektion af fx et boligselskabs bygningsportefølje. Det økonomiske omfang vil være markant mindre, end hvis en rådgiver skulle gennemgå alle bygninger på traditionel vis.

Vi ved allerede, at en del af årsagen til afvigelsen kan være de tekniske løsninger, dvs. klimaskærm og installationer, der bare ikke i fuld udstrækning virker som tilsigtet. En anden stor hovedårsag kan tillægges brugerne – både beboere og



Med data fra få målepunkter kan REBUS Connect vha. statistisk analyse forudsige en række faktorer vedr. bygningens varmeisolering, lufttæthed, og "gratis" varme ved tilskud fra sol og brug af bygningen.

Grey-box modellering

Grey-box modellering er en matematisk/statistisk tilgang til at beskrive fysiske systemer. I REBUS er der udviklet forskellige modeller der på baggrund af en række observationer af fx varmeforbrug, indetemperaturer og vejrforhold kan bestemme de termiske egenskaber af en bygning. Eksempelvis kan varmetabet gennem væggene og ved infiltration, samt varmetilskud fra fx solindfald, brugere og apparater bestemmes. Dette gøres konkret ved at identificere den model og de parameter, der bedst forudsiger udviklingen af indetemperaturen på baggrund af varmeforbruget og vejrforholdene. Modellen får bygningens varmebalance til at gå op, og afspejler derved de reelle termiske egenskaber for bygningen.

Teknikken bag og målet med grey-box modeller er typisk væsentlig forskellige fra bygningsenergisimuleringen, der anvendes i designfasen af et byggeprojekt. I bygningsenergisimuleringen antages bygningskomponenternes varmeisolering, lufttætheden osv., hvorefter effekten af disse antagelser beregnes. Dette udmønter sig i detaljerede forudsigelser af fx varmeforbruget og indetemperaturen. Selv om bygningsenergismuleringer er detaljerede, er de ikke altid "rigtige", for der er mange parametre i spil, og selv i nok så detaljerede modeller er der forhold, der ikke nødvendigvis stemmer overens med virkeligheden. Grey-box modellerne er en slags "omvendt" beregning, hvor årsagerne fx varmeisolering og lufttæthed bestemmes ud fra faktiske observationer af effekterne fx varmeforbrug, temperaturforhold og solstråling. Hvor bygningssimuleringen anvendes til at bestemme varmebehov og temperaturforhold i designfasen, kan Grey-box modeller bruges til eftervisning af bygningens termiske egenskaber.

driftsfolk. REBUS Connect° skal derfor løse disse to essentielle behov:

1. Når bygninger bliver renoveret, har både bygherre og leverandør behov for at registrere ydeevnen før og efter renoveringen for at dokumentere renoveringens effektivitet og påvise, hvor der evt. er elementer, der ikke lever op til forventningen.
2. I den løbende drift er der behov for at kunne dokumentere bygningsforhold og give feedback til beboere og driftspersonale. Herved afdækkes brugermæssige årsager til afvigelser, og der gives råd til afhjælpning.

Hvordan fungerer REBUS Connect°?

REBUS Connect° bruger hyppige målinger af varmeforbruget for at kunne forudsige sammenhæng mellem varmeforbrug, vejrforhold og adfærd. Afhængigt af bygningsejers behov kan dagsværdier bruges, og i andre tilfælde skal man helt ned på timeniveau.

Princippet bag REBUS Connect° er, at vi ved statistiske analyser af data fra ganske få målepunkter kan forudsige en række faktorer om bygningen, der har betydning for varmeforbruget. Fx bygningens varmeisolering, lufttæthed, og "gratis" varme ved tilskud fra sol og brug af bygningen.

Da REBUS Connect° er baseret på en statistisk model af bygningen, virker den ved at finde et sæt af fysiske bygningsparametre, der beskriver sammenhængen mellem fx vejrforhold og varmeforbrug. Dette gøres på basis af data indsamlet med tidsintervaller på helt ned til 1 time.

Ved løbende at sammenligne model-forudsigelser med de virkeligt målte data og justere modellens parametre til det optimale match, kan modellen løbende komme med forudsigelser om ydeevnen af de forhold, der betyder noget for bygningens varmebehov, fx varmeisolering, lufttæthed, solvarmetilskud, standby varmeforbrug, overgangsperiode fra opvarmningssæson til sommersæson, indikationer på brugernes indflydelse på varmeforbruget.

Fjernaflæste data giver værdi

Førnævnte krav fra EU's energieffektiviseringsdirektiv om fjernaflæste varmemålere for hver boligenhed i større bygninger er led i en øget digitalisering af energistyring generelt. I Danmark er der kommet nye krav om aflæsning

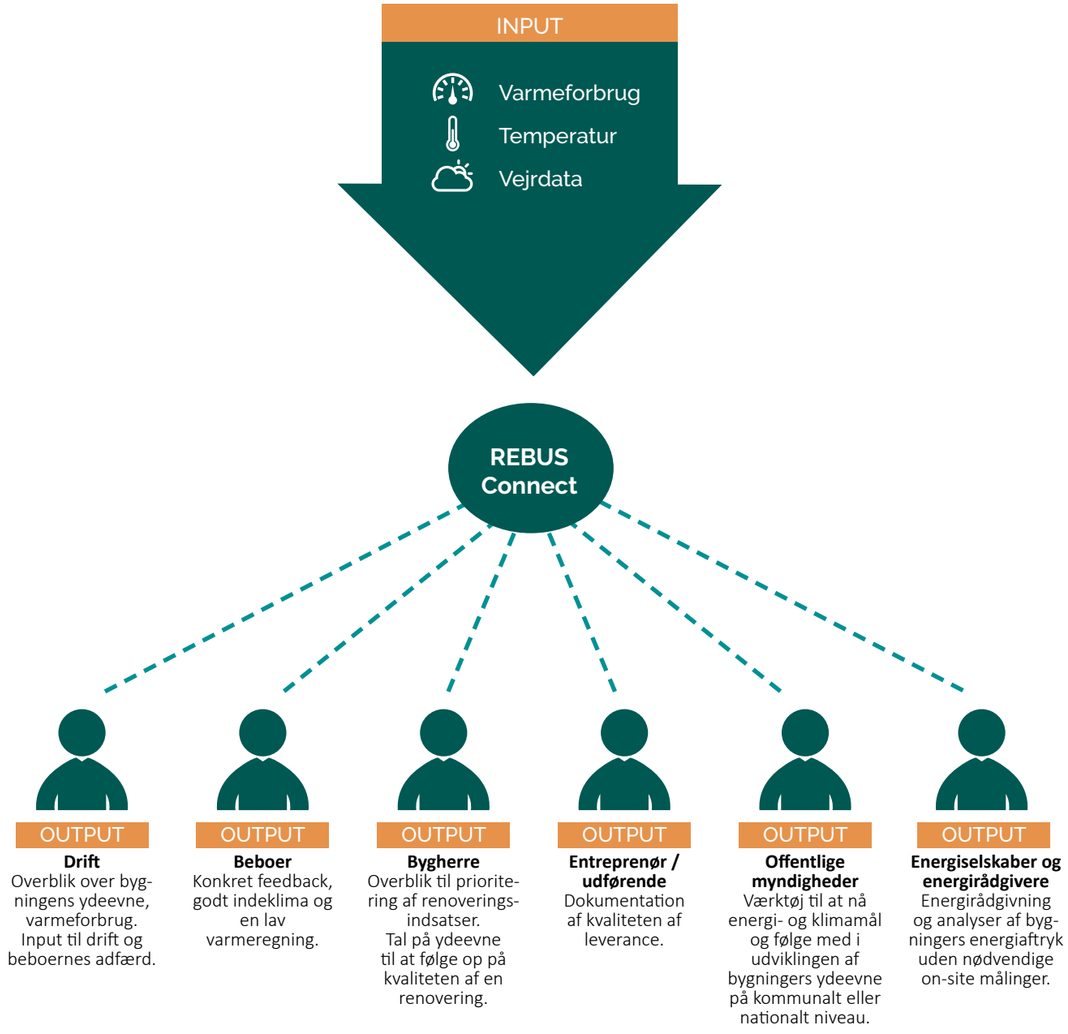
REBUS Connect° virker ved løbende at sammenligne model-forudsigelser med de virkeligt målte data og justere modellens parametre til det optimale match. På den måde kan modellen løbende komme med forudsigelser om ydeevnen af de forhold, der betyder noget for bygningens varmebehov, fx isoleringsgrad, utætheder eller at brugerne har sat setpunktet for indetemperaturen lidt højt.

af forbrugsmålere og tilgang til forbrugsoplysninger for slutbrugeren. De nye krav træder i kraft løbende mellem 25. oktober 2020 til 1. januar 2027.

Indkøringsperioden forventes at blive præget af praktiske udfordringer, fx af den konkrete rørføring i bygningen. Derudover rummer denne dagsorden en lang række debatter om alt fra GDPR til hvilken rolle de enkelte parter har, om data skal være gratis til rådighed, om tredjeparters rolle som fx energistyringsleverandør og om energibesparelsen vil kunne udgøre en del af finansieringen af målerudskiftningen.

Fjernaflæste data for nyt byggeri kan i de kommende år derfor som udgangspunkt kun forventes at ligge på hver boligenhed, mens det som udgangspunkt kun vil foreligge på bygningsniveau i det eksisterende byggeri.

Men selv med data på bygningsniveau kan modellen forudsige bygningens ydeevne, idet brugerindflydelse kan udskilles ved en gennemsnitsbetragtning på tværs af bygningen. Hvis bygherre eller driftsorganisationen ønsker at arbejde videre med forskelle på lejlighedsniveau, skal der være installeret varmemålere i hver lejlighed. Herved kan der gives direkte feedback om adfærd for hver husstand.



Hvem kan få glæde af REBUS Connect°?

Driftsorganisationen og beboerne

- Driftsorganisation kan få overblik over bygningens ydeevne, varmeforbrug og evt. udfordringer med driften og beboernes adfærd
- Beboerne kan modtage konkret feedback og få godt indeklima og en lav varmeregning.

Bygherre

- Bygherren har glæde af overblikket over bygningernes tilstand til at prioritere renoveringsindsatsen.
- Bygherren har med REBUS Connect° mulighed for overfor leverandøren at følge op på kvaliteten af en renovering ved at have tal på den specifikke ydeevne.

Entreprenør / udførende

- Entreprenører/udførende kan bruge REBUS Connect° til overfor bygherre at dokumentere kvaliteten af deres leverance hvad angår energi og indeklima.

Offentlige myndigheder

- Kommuner kan bruge REBUS Connect° som et værktøj til at nå mål om reduktion af energiforbrug og C02 udslip
- Kommuner eller statslige myndigheder kan bruge REBUS Connect° til at følge med i udviklingen af bygningers ydeevne på kommunalt eller nationalt niveau.

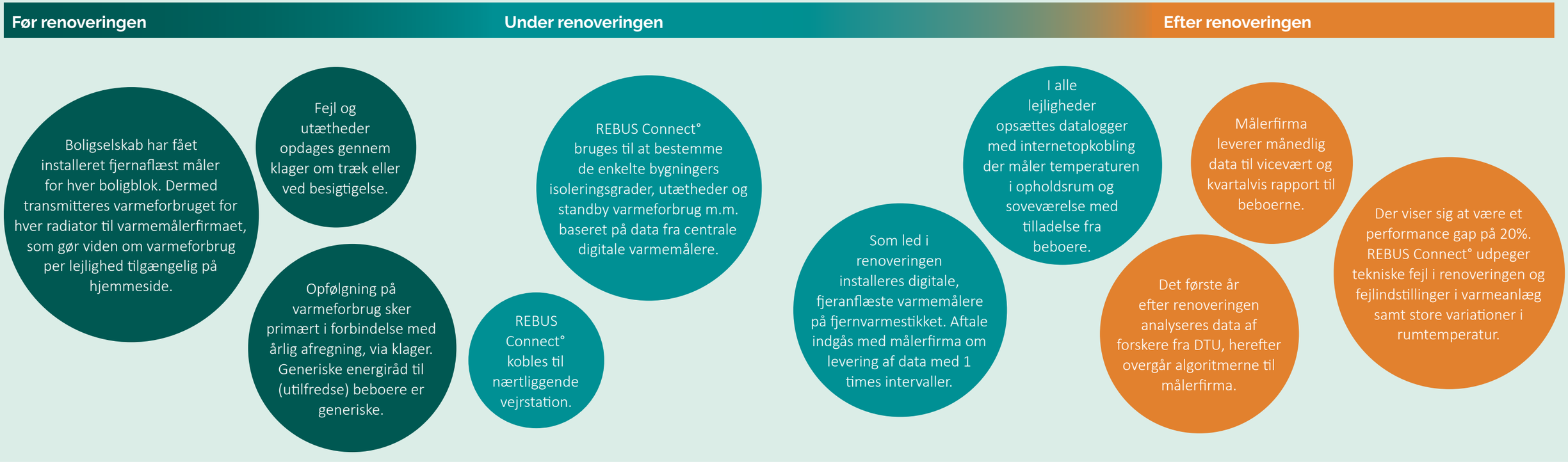
Energiselskaber og energirådgivere

- Energiselskaber med adgang til varmedata kan anvende REBUS Connect° i forbindelse med deres energirådgivning.
- Energirådgivere kan anvende REBUS Connect° til analyser af bygningers energiaftryk uden nødvendige on-site målinger.

Hvad er næste skridt?

REBUS Connect° er på nuværende tidspunkt en metode. For at metoden kan bidrage til bestemmelse af bygningers ydeevne i praksis, er der behov for, at der laves en samlet datainfrastruktur, der kobler de fjernaflæste varmemålere med algoritmerne, der er udviklet i REBUS. Derudover skal der udvikles et brugerinterface, der præsenterer de relevante data og modelestimater for slutbrugeren. Dette kræver blandt andet, at der skal laves aftaler med målerfirmaer, bygningsejere og eventuelle beboere for at sikre overholdelse af persondataloven.

Partnerne bag REBUS Connect° ønsker at etablere et samarbejde med kommercielle interessenter, der kan videreudvikle og validere metoden yderligere.



Eksempel: REBUS Connect° udpeger årsager til performance gap

Før renoveringen

Ejendommen er oprindeligt forsynet med varmefordelingsmålere på de enkelte radiatorer. De gamle fordampningsmålere, der blev aflæst årligt ved et besøg af en person fra varmemålerfirmaet, blev for nogle år siden udskiftet til elektroniske målere samt en enkelt central fjernaflæst varmemåler for hver enkelt boligblok. Målerfirmaet sparer derved den manuelle aflæsning, da varmeforbruget fra hver radiator nu transmitteres trådløst til varmemålerfirmaet. Interesserede brugere kan gå på hjemmesiden og aflæse deres energiforbrug pr. rum på daglig basis. Det er dog meget få, der benytter sig af den mulighed, og i praksis bruges aflæsningen først og fremmest til den årlige afregning af varmeudgifterne.

Boligselskabet plejer ikke at følge op på de enkelte beboeres varmeafregning. Det er tydeligt, at nogle beboere har større varmeregninger end andre, og der kommer af og til klager over regningens størrelse. Men klagerne kan som regel håndteres med henstillinger til folk om at skrue ned for varmen, kun at lufte ud i kort tid om vinteren, og at slukke for radiatoren, mens der luftes ud. Hvis der er fejl og utætheder i klimaskærmen bliver de i nogle tilfælde opdaget enten på foranledning af beboernes klager over ikke at kunne holde varmen grundet træk fra facaden, eller ved de jævnlige besigtigelser af ejendommens viceværter.

Brug af REBUS Connect° inden renoveringen går i gang

Boligselskabet har fokus på at reducere energibehovet i forbindelse med renoveringen af afdelingen, og vil også meget gerne forberede sine afdelinger på den digitale dagsorden.

Som erfaren bygherre ved boligselskabet, at der kan være stor forskel på det forventede og det realiserede energiforbrug. Derfor beslutter boligselskabet at anvende REBUS Connect° inden renoveringsprojektet går i gang. Som del af projektet bliver der installeret digitale, fjernaflæselige varmemålere på fjernvarmestikket. Og boligselskabet indgår en aftale med målerfirmaet om, at de skal levere varmedata som digitale tidsserier med 1 times intervaller.

I alle lejligheder bliver der opsat en datalogger med internetopkobling, der måler temperaturen i lejlighedens hovedopholdsrum samt i soveværelset.

Og endelig skal REBUS Connect° bruge data om vejret tæt ved bebyggelsen, hvilket fås fra en nærtliggende vejrstation. Varmeforbrug fra den centrale digitale varmemåler bliver brugt til at kortlægge årsagerne til varmeforbruget. Konkret bliver metoden i REBUS Connect° brugt til at bestemme de enkelte bygningers isoleringsgrader, utætheder og standby varmeforbrug m.m. Kortlægningen danner grundlag for prioriteringen af de forskellige tiltag i den efterfølgende renovering.

Renoveringen forløber som planlagt. Boligselskabet er opmærksomt på at håndtere data, så der ikke opstår udfordringer med personfølsomme oplysninger. Data anonymiseres og der laves aftaler med beboerne.

Performance gap efter renoveringen

REBUS Connect° har været i drift i afdelingen i det år, der er gået, siden renoveringen blev afsluttet. De indsamlede data blev i starten analyseret af forskere fra DTU. Men nu er algoritmerne overgået til målerfirmaet, der i sin månedlige rapportering til viceværten og kvartalsvise rapportering til beboerne fortæller, hvordan det går.

I den første periode efter renoveringen var energiforbruget 20 % større end det, der var blevet stillet i udsigt i forbindelse med projekteringen af renoveringsprojektet. Ved hjælp af REBUS Connect° lykkedes det rådgiverne at få udpeget nogle tekniske skavanker ved renoveringen, herunder fejlindstillinger i bygningernes varmeanlæg.

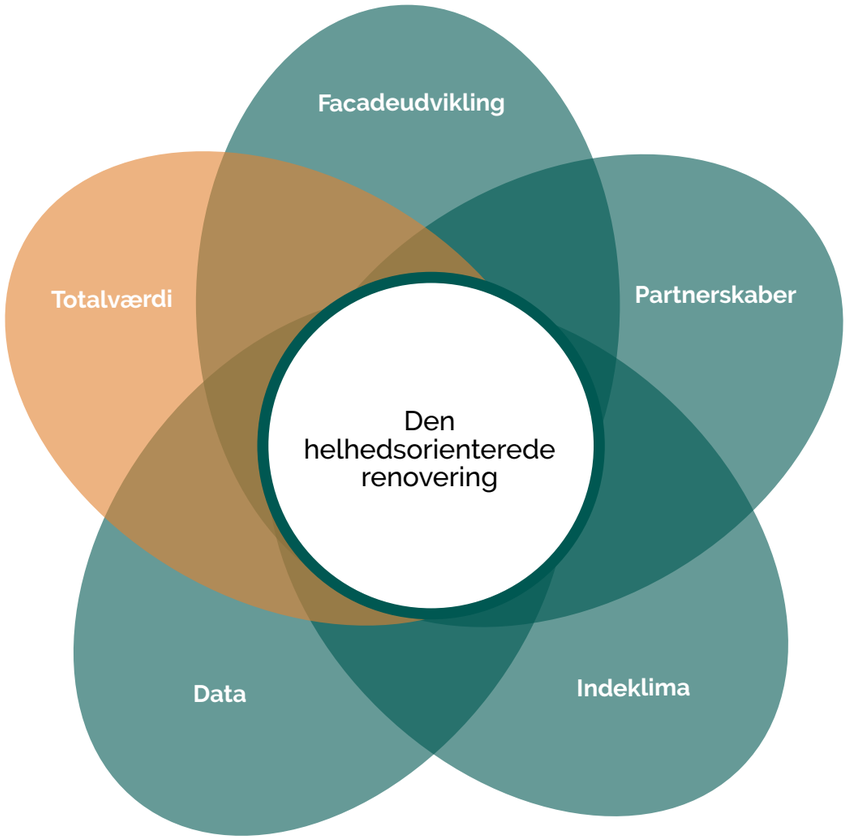
Det viste sig også, at der var store variationer på rumtemperaturerne fra en lejlighed til en anden. Dette er ikke usædvanligt, da personlige præferencer, hvad angår temperatur, er meget forskellige. Boligselskabet kunne informere beboerne i afdelingen om konsekvenserne ved denne forskel, hvor nogle beboere kommer til at betale for naboens opvarmning grundet varmetab gennem væggen.

Alt i alt har det betydet, at bebyggelsen nu er kommet ned på et energiforbrug, der ligger meget tæt på det forventede. Bortset fra de rent tekniske årsager til dette, har det givetvis også haft betydning, at REBUS Connect° har givet muligheder for at engagere både bebyggelsens driftsfolk og ikke mindst beboerne i, hvordan det går med hensyn til det termiske indeklima og energiforbruget.

Den gode renovering – hvad er det?

Hvilke parametre ser vi på, når vi skal afgøre, om en renovering har været en succes? Med totalværdimetoden, som er udviklet i REBUS, er det målet at konkretisere værdien af en renovering i den almene sektor.

FOKUSOMRÅDE: TOTALVÆRDI



Der findes gode renoveringshistorier og så de mindre gode. Evalueringer, økonomiske opgørelser, tilfredshedsundersøgelser og målinger er nogle af de redskaber, vi i dag har til rådighed, hvis vi vil undersøge, hvor vellykket renovering er. I de senere år har totaløkonomiske analyser vundet indpas. Altså planlægning, styring og evaluering af renoveringssager, hvor der tages højde for totale levetidsomkostninger frem for en snæver vurdering af udgifter her og nu. Totalværdi er, i tillæg til totaløkonomi, en optik, der inddrager og kvantificerer værdiskabelsen i forhold til den samlede investering.

Værdien af en renovering kan givetvis mærkes på flere områder. Det kan fx være, at afdelingen er rykket fra sidste til første plads på ventelister. Det kan også være øget tilflytning grundet modernisering og arkitektonisk fornyelse – som kan vise sig at give området bedre omtale eller afspejles i øget beboertilfredshed. Det kan være, at mål om bæredygtighed er indfriet på kreative og intelligente måder. Eller måske er nabofællesskabet styrket gennem opholdsmuligheder udenfor eller gennem boligsociale tiltag. Men der findes ikke i dag en ramme for alle de parametre, der gør renoveringer sammenlignelige på tværs.

Derfor har det været et mål i REBUS at bruge totalværdi som ramme for en ny metode til at planlægge og dokumentere renoveringers værdiskabelse for især boligforeningen.

Hvad består totalværdimetoden af?

Totalværdimetoden, som er udviklet i REBUS, består af tre overordnede delelementer, hvoraf to af dem anvender LCCbyg-værktøjet, som er et eksisterende værktøj, der beregner totaløkonomi og giver en oversigt over levetidsomkostninger for et helt byggeri såvel som for enkelte bygningsdele. LCCbyg kan bl.a. hjælpe beslutningstagere med at sammenligne to eller flere alternativer, som har forskellige omkostningsprofiler over tid.

1. LCCbyg Baseline. Denne del af metoden er målrettet synliggørelse af de økonomiske konsekvenser ved ikke at renovere og dermed klarlægge, om der er et behov for renovering. Dette element har en afgørende betydning for valg af et referencescenarie og dermed definition af sammenligningsgrundlag, når værdiforøgelsen af renoveringen skal estimeres.

2. Målsætningskort. Dette element anvendes til at illustrere sammenhænge mellem renoveringsmålsætninger og renoveringstiltag. Blandt de overordnede målsætninger i målsætningskortet skelnes der mellem Sundhed, Attraktiv bolig, Tryghed, Bæredygtighed, Fleksibilitet og diversitet og Image for bebyggelsen.

3. LCCbyg Totalværdi. Dette element dækker over en samlet totaløkonomisk analyse af et renoveringsscenarie. Her beregnes den økonomiske gevinst (på indtægts- og udgiftssiden) som kan udløses af både de kvalitative og kvantitative forbedringer i afdelingen som følge af opfyldelsen af renoveringsmålsætninger. Beregningen udføres ved hjælp af LCCbyg-værtøjet, hvor brugeren har mulighed til at arbejde med den 'kvalitative' dimension af renovering sideløbende med beregning af omkostninger (og indtægter) i forbindelse med renovering.

1. LCCbyg Baseline

- definition af baseline, der synliggør økonomiske konsekvenser ved ikke at renovere

2. Målsætningskort

- system, der illustrerer sammenhænge mellem mål og tiltag
- overordnede renoveringsmål

3. LCCbyg Totalværdi

- økonomisk gevinst på indtægts- og udgiftssiden
- kvanitificering af kvalitative parametre

Totalværdimetoden består af tre overordnede delelementer, hvoraf to af dem anvender LCCbyg-værktøjet, som er et eksisterende værktøj, der beregner totaløkonomi og giver en oversigt over levetidsomkostninger for et helt byggeri såvel som for enkelte bygningsdele.

Hvorfor kan vi ikke håndtere kompleksiteten i dag?

Renovering handler ikke kun om teknisk byggeri og økonomi. Renovering af den almene sektor – og generelt set – handler også om forandring af områder, arkitektonisk kvalitet, social kvalitet, energimæssige tiltag, bæredygtighedstiltag osv.

Der er forskellige finansierings- og støttemuligheder samt forskellige interessenter i renoveringsprocessen i den almene sektor, herunder den beboerdemokratiske proces og forskellige fokusområder defineret af Landsbyggefonden. Erfaring viser, at det er en svær balanceakt at få alle mål, interesser og behov til at gå op i en højere enhed. Alt i alt er renovering meget kompleks med mange forhold, der skal tages i betragtning, og dermed også mange risici.

Totalværdimetoden, der er udviklet i REBUS, skal netop hjælpe boligorganisationen med at træffe langsigtede og velbegrundede beslutninger, og er en hjælp til at argumentere for deres beslutninger, så midlerne bruges på den bedste måde.

I dag har vi ikke en målestok for hvor vellykket en renovering er. Og selv om både de gode og de mindre heldige sager udgør en vis læring, er det ikke tilstrækkeligt til, at vi kan systematisere erfaringerne.
Der findes heller ikke værktøjer til at sammenligne renoveringsforslag med henblik på at vælge det forslag, der giver størst værdiforøgelse. Vi ved faktisk ikke, om de beslutninger, vi træffer er de rigtige. Vi kan godt sige noget om prisen, men der mangler en dimension i denne sammenligning, der kan sige noget om selve produktet og dets kvalitet. Kort sagt, mangler vi et overblik over økonomiske og værdimæssige konsekvenser for at kunne argumentere for vores valg. Dette gælder også den beboerdemokratiske proces, hvor det kan være svært at få opbakning fra beboerne.

Opfølgning på resultaterne af en renovering er heller ikke almen praksis i dag, men det er et nødvendigt skridt, både for at kunne forholde sig til en 'målestok', men også for at sikre et bedre, evidensbaseret beslutningsgrundlag fremover.

De ovennævnte problemstillinger er et lille udpluk af de udfordringer, der finder sted i praksis, når værdien af en renovering skal vurderes. Totalværdimetoden, udviklet i REBUS-projektet, er et bud på, hvordan nogle af disse udfordringer kan imødekommes. Dermed er metoden ikke et universelt svar på samtlige problemstillinger, men giver et grundlag, der kan bygges videre på.

Hvad er værdi – og hvordan opnås den?

Kvantificering af værdiforøgelse er ikke nemt, og særligt ikke for de mere kvalitative værdier forbundet med fx arkitektur og tryghed. Erfaring viser, at det, der ikke kan måles og vejes, ofte enten overses eller nedprioriteres i en langstrakt proces med

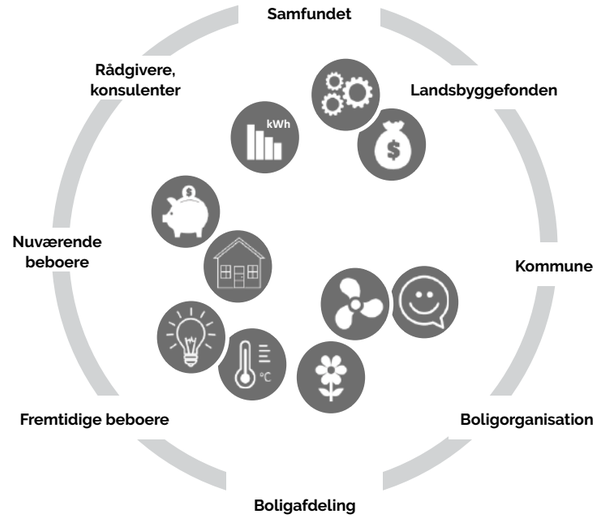


Illustration af kompleksiteten af en renovering. Der er mange interessenter, mange drømme og ønsker, som tilsammen skal gå op i en større helhed i renoveringsprojektet.

mange interessenter. Derfor er kunsten i metoden at sætte en værdi på – og dermed kvantificere – kvalitative elementer. Forudsætningen for at kunne lave denne kvantificering er at:

a. vi har et referencegrundlag at sammenligne med
b. vi har en målestok vi kan måle med.
c. vi ved hvem renoveringen skaber værdi for og
d. vi kan blive enige om hvornår, i tidsmæssigt perspektiv, denne værdi kan måles.

I de fleste tilfælde skaber en renovering en vis værdi, som vi let kan sætte tal på, som for eksempel mindre udgifter til varme, reduktion af fremtidige reparationer og istandsættelse, længere levetid, mm. Men der vil altid være en forskel i den værdi, som renoveringen udgør for boligorganisation, beboer eller samfundet.

Det, der udgør værdi for den ene boligafdeling kan være værdiløst for den anden. For at rumme disse forskelligheder defineres der et værdisystem for hvert enkelt projekt igennem målsætninger for renovering. Værdisystemet bygger på en hypotese om, at opnåelsen af renoveringsmålsætningerne skal kunne påvises kvantitativt i form af en økonomisk forbedring i afdelingen. For eksempel kan der ligge en værdi i at have trygge omgivelser, hvis der er udfordringer med utryghed. Oplevet tryghed kan måles vha. fx spørgeskemaundersøgelser, men vi kan endnu ikke sige med sikkerhed, hvilken præcis værdi, der ligger i tryghed. Til gengæld kan en boligorganisation, der har kendskab til situationen, lave et skøn over de økonomiske effekter ved mindre fraflytning og øget tilflytning som konsekvens af øget tryghed. Det er dette skøn, der estimerer værdien af en renovering.

Totalværdimetoden skaber således et specifikt værdisystem for hver enkelt renoveringssag, som kan dække over en lang række af målsætninger, der er med til at skabe en værdi for afdelingen. Det betyder også, at beregningen af totalværdi kræver kendskab til problemstillinger i afdelingen.
Derfor er metoden i dag afgrænset til anvendelse af skøn og erfaringer hos byggechefer ift. hvad der kan bringe værdi for en boligafdeling (årsag) på en økonomisk plan (virkning). Men tanken er at metoden løbende udbygges, efterhånden som data tilvejebringes, og skøn kan dermed understøttes med evidens fra praksis.

Regnskabsdata som grundlag for beregning af totalværdi

Totalværdimetoden ser på værdiskabelse for en boligafdeling og de resultater, der bliver skabt ved hjælp af metoden kan anvendes af bygherren til dokumentation af beslutninger, dialog og argumentation med beboere, Landsbyggefonden og andre relevante interessenter i processen.
Metoden udnytter afdelingens regnskabsdata, som så både danner en reference for vurdering af forventet værdiforøgelse, men også har potentiale til at vi kan 'måle' den faktiske

I dag har vi ikke en målestok for hvor vellykket en renovering er. Og selv om både de gode og de mindre heldige sager udgør en vis læring, er det ikke tilstrækkeligt til, at vi kan systematisere erfaringerne.

værdiforøgelse i kroner og øre for eksempel 5 år efter renoveringen er afsluttet. Metoden gør byggechefen i stand til at dokumentere de beslutninger, der er taget ift. renoveringen, og den værdi, som de har opnået ved det.

Struktur for målsætninger ved en renovering

Metoden er udviklet med en forudsætning om at boligafdelingen/boligorganisationen er i stand til at tage stilling til, hvilke overordnede målsætninger ved renovering der kan skabe den største værdi for afdelingen. Det er i sig selv ikke noget nyt, da boligorganisationer sidder med disse beslutninger til dagligt og varetager nuværende og fremtidige beboeres interesser. Forskellen ligger i at sætte struktur på disse beslutninger og at prioritere tilsvarende, når beslutningerne skal træffes.

Metoden hjælper på den måde byggechefen med at konkretisere mål for renoveringen og derefter vurdere, hvilke renoveringstiltag, der skal til for at renoveringen indfrier de ønskede mål.

Opnåelsen af maksimal værdi er det primære incitament for at opsætte og forfølge renoveringsmålsætninger igennem hele processen.

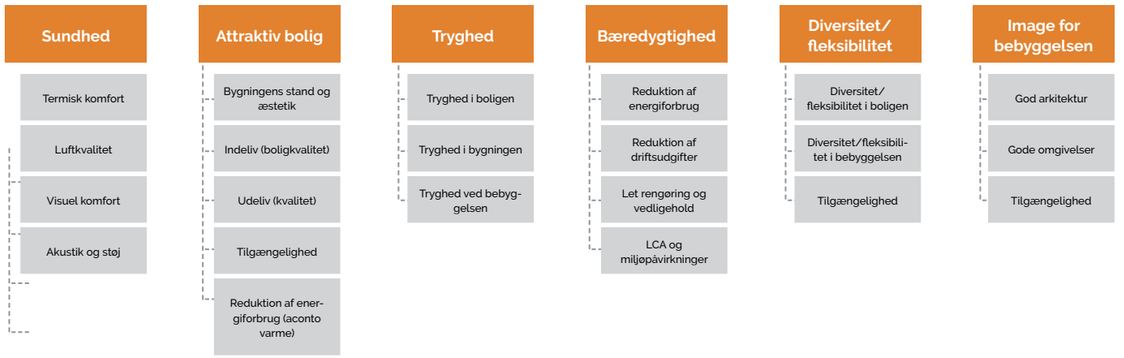
Erfaring viser, at renoveringsprocessen tager lang tid og selv de bedste intentioner og de mest ambitiøse målsætninger kan gå tabt blandt alle de komplekse problemstillinger projektgruppen står overfor. Metoden sikrer, at målsætningen ved renoveringen opfyldes og at værdiforøgelsen er størst mulig inden for den fastsatte budgetramme for boligafdelingen og beboerne.

Hvordan kan totalmetoden anvendes i praksis?

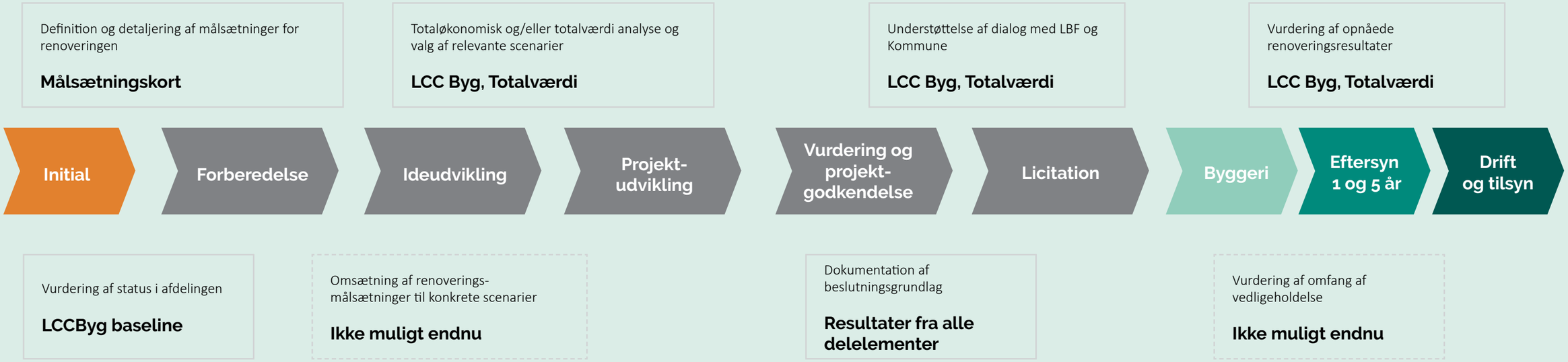
Totalværdimetoden kan indgå i alle faser af renoveringen med fokus på at sikre værdiforøgelse og økonomisk forbedring i en afdeling i forbindelse med renovering. Metodens delelementer kan anvendes enten som en samlet pakke igennem hele processen eller hver for sig.

En renoveringsproces omfatter en lang række overvejelser, dialoger, forhandlinger og i sidste ende beslutninger. Nogle af beslutningerne bliver truffet på et databaseret grundlag og andre ved hjælp af erfaring og intuition. Med totalværdimetoden som ramme bliver beslutninger truffet på baggrund af en struktureret tilgang og et mere databaseret grundlag.

Et klart beslutningsgrundlag ved projektopstart betyder bedre kommunikation og mere hensigtsmæssige beslutninger ved projektopstart, tidlig konkretisering af projektrammer og målsætninger. Derudover betyder et bedre beslutningsgrundlag, at boligafdelingen har et sammenligningsgrundlag at forholde sig til, når renoveringen er gennemført. Ved at sammenligne før og efter renoveringen kan vi med større sikkerhed sige, om det lykkedes at opnå det



Målsætningskort hjælper boligorganisationen med at tage stilling til overordnede mål for renoveringen for at skabe den største værdi for afdelingen.



Totalværdiværktøjernes placering i faserne i en renovering.

ønskede resultat. Det kan betyde, at vigtig læring ikke går tabt, men netop kan anvendes i andre, lignende sager.

Målsætningskortet kan med fordel anvendes især i de tidlige, men også i de senere faser i renoveringsprocessen. I de tidlige faser kan det bidrage til forventningsafstemning i projektgruppen, bruges som dialoggrundlag omkring renoveringsmålsætninger, men også anvendes direkte i kommunikationen til beboerne. På den måde bliver der sat det rette syn på forventninger til projektet. Målsætningskortet gør det også synligt for projektgruppen, hvis renoveringstiltag i projektet ikke understøtter fastsatte mål for renoveringen. Totalværdiberegningen for relevante renoveringsforslag danner et grundlag for at begrunde og dokumentere renoveringsvalg, både i forhold til helhedsplanlægning, design og projektering samt ved beslutning om besparelser. Totalværdiberegningen kan også fungere som et redskab ved forberedelse til møder med beboerne for at illustrere, hvor presserende behovet for renovering er, og hvor store konsekvenser der kan være forbundet med ikke at renovere. Det kan også bruges til at visualisere, hvorfor et renoveringsforslag er mere attraktivt end et andet.

På senere tidspunkt, når videngrundlaget for anvendelse af totalværdimetoden er opbygget, kan antagelser i beregningerne præciseres yderligere ved hjælp af evidens fra afsluttede projekter. Metoden introducerer mulighed for at lære af selve renoveringsprocessen i hver enkelt afdeling, men også på landsplan. På lang sigt betyder det bedre bygninger og tilfredse beboere i den almene sektor.

Eksempel: Målsætningskort og LCCbyg bruges til at stille skarpt på målopfyldelse

Før renoveringen

En boligafdelings bygninger er præget af slid og har også en del alvorlige skader, som vil kræve store udgifter til udskiftning og fornyelse. Flere af boligerne i afdelingen er desuden utidssvarende. Derfor kan det indenfor en årrække blive et problem at få dem udlejet.

Der laves en baselineberegning for afdelingen med to scenarier – begge med afsæt i, at der ikke renoveres. Det ene scenarie er, at afdelingens budgetter bibeholdes, uden at tage højde for fremtidige behov. I det andet scenarie budgetteres der med stigende udgifter i forbindelse med vedligeholdelse, udbedring af skader samt fraflytning. Begge beregninger viser, at huslejeregulering bliver nødvendigt inden for få år.

Når renoveringsproces er sat i gang

Styregruppen bruger målsætningskort som prioriteringsredskab. De beslutter, at mål om sundhed og attraktive boliger kan skabe størst værdi for afdelingen. Fugtskader, skimmelsvamp mm. er skyld i nuværende tomgang og høje udgifter. Heri ligger et potentiale for at hæve sundheden. Afdelingen ligger i et attraktivt område og styregruppen vurderer, at en opdatering af udvendig fremtoning kan forløse det fulde potentiale i beliggenheden.

Dernæst kortlægger styregruppen forventninger til resultatet af renoveringen og knytter dem til bestemte konti i afdelingens regnskab. Styregruppen skønner, at en succesfuld renovering vil resultere i 90% reduktion af tomgang og fraflytning udgifter pga. høj boligattraktivitet og bedre indeklima, 25% reduktion af afdelingens energiforbrug pga. fysiske udbedringer i forbindelse med indeklimamæssige forbedringer og 65% reduktion af henlæggelser til periodisk vedligeholdelse og fornyelse pga. fysiske udbedringer i forbindelse med kritiske aktiviteter, indeklimamæssige forbedringer, mm.

Med disse mål som udgangspunkt udarbejder styregruppen en foreløbig helhedsplan og et idekatalog. Idekataloget forberedes med et antal forslag, der har høj (renoverings)værdi og forskellige huslejeniveauer.

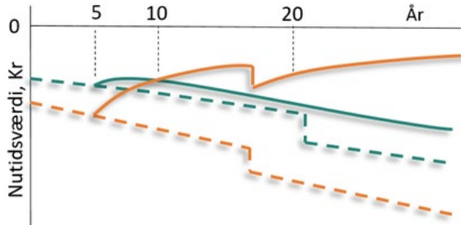
Forslag 1 dækker over de kritiske aktiviteter, som kan til dels møde målet om sundhed, men ikke målet om attraktive boliger. Udskiftning af vinduer i ejendommen udskydes til om 5-7 år.

Forslag 2 dækker over byggetekniske udbedringer, der forbedrer bygningens fremtoning, opnår tilgængelighed i 20% af boligerne, som bidrager med mere privathed og mindre støj pga. særskilt adgang til flere boliger. I forbindelse med udskiftning af vinduer etableres der desuden adgang til en eksisterende altan fra køkkenet. Det bidrager til boligkomforten, og har også en positiv effekt på bygningens arkitektur. Dette forslag kan til dels møde begge opstillede målsætninger.

Forslag 3 indeholder samme tiltag som forslag 2, men i de boliger, hvor der arbejdes med tilgængelighed bliver køkkenet moderniseret. Dette forslag kan i højere grad møde begge opstillede målsætninger.

De tre forslag undersøges i LCCbyg, hvor totaløkonomi og totalværdi er beregnet af bygherrerådgiver i samråd med organisationens økonomiafdeling. Ved vurdering af de tre forslag med totaløkonomisk udgangspunkt foretrækker styregruppen forslag 1. Ud fra en totalværdibetragtning performer forslag 2 på niveauet med forslag 1 allerede 7-10 år efter renoveringen. Det vil sige, at værdien af forslag 2 nærmer sig forslag 1, når afledte effekter af renoveringen er medregnet. Renoveringsværdien i forslag 3 er høj, men ikke er nok til at opveje den høje investering ved modernisering af køkkener for udvalgte boliger.

Styregruppen vælger at tilføje baselineberegningen til den foreløbige helhedsplan for at præcisere behov for renoveringsindsats. Helhedsplanen udvides med konkrete renoveringsmålsætninger, der er begrundet i afdelingens tilstandsrapporter, regnskab og fraflytningsstatistik, konsulentydelser, mm. Der tilføjes også beskrivelse af resultater, som styregruppen forventer at opnå med renoveringen.



Processen forløber som planlagt. Når ideerne for projektet skal omsættes til konkrete projektforslag, udfører bygherrerådgiver totaløkonomisk og/eller totalværdiberegning for at støtte boligorganisationen i deres valg. Målsætninger med renoveringen forbliver i fokus i løbet af hele processen. Boligorganisation vælger et projekt, der svarer til ideen i forslag 2, som den endelige løsning. Løsningen præsenteres til beboermødet, som et bud på sundere og mere attraktive boliger i afdelingen. Beboerne godkender projektforslaget.

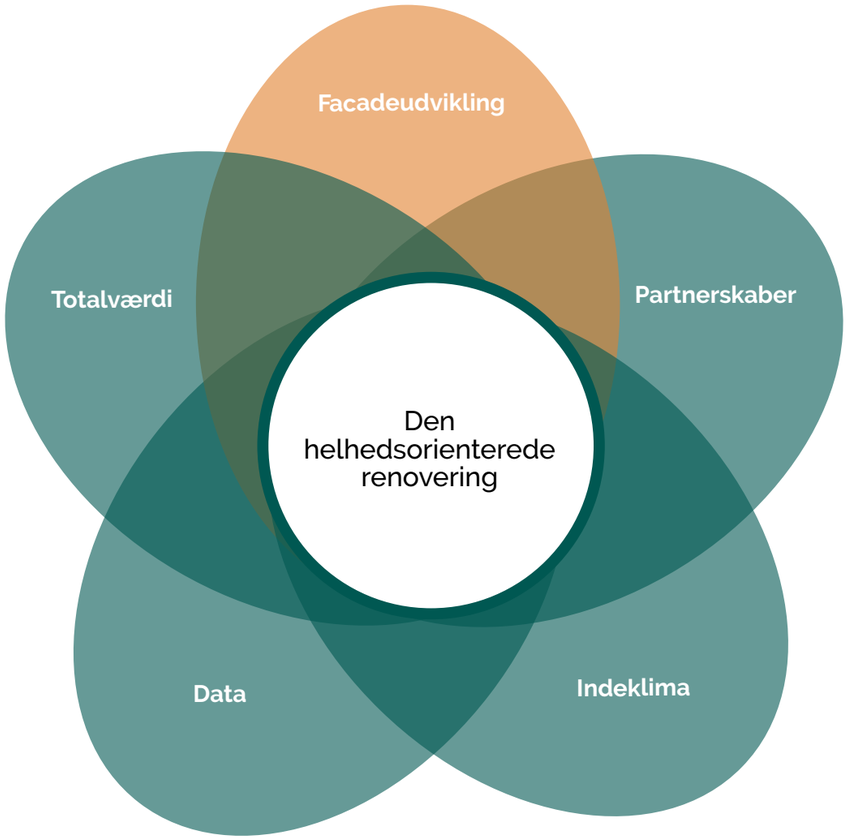
5 år efter renovering

Boligorganisationen går i gang med at undersøge, om den ønskede effekt af renoveringen er opnået. Økonomiafdelingen gennemgår regnskabet 5 år efter renoveringen er afsluttet og vurderer, om der er opnået reduktion af de udvalgte udgiftsposter.

Flere renoveringer af højere kvalitet

REBUS-facadesystemet er en helt ny mulighed for en væsentligt mere gnidningsfri facaderenovering, der gør beslutningsprocesserne mere enkle og transparente. Omdrejningspunktet er et gennemarbejdet facadesystem, der forener teknik og nem montering med design- og bokvalitet.

FOKUSOMRÅDE: FACADEUDVIKLING



REBUS har udviklet et facadesystem, der sætter gang i renoveringen ved at øge renoveringstempoet og få flere bygningsejere til at renovere. Systemet udvikles med værktøjer og metoder, der forbedrer beslutningsgrundlaget og optimerer udførelsen.

Det har været en gennemgående præmis for facadeudviklingen at skabe værdi i såvel designprocessen som i forbindelse med udførelsen og den færdige renovering. Den optimerede proces skal både mærkes i bygherreorganisationen og hos de udførende. Frem for alt skal både slutresultatet og selve renoveringsprocessen også opleves positivt af beboerne.

Med et gennemarbejdet facadekatalog med en overskuelig mængde "varer på hylderne" reduceres projekteringsbehovet væsentligt, da en stor del af arbejdet allerede er gjort. På den måde får beboere og bygherre et tidligt overblik over mulighederne og dermed et bedre beslutningsgrundlag.

Systemet og den tilhørende proces er baseret på en mere industrialiseret tilgang sammenlignet med traditionel renovering. Med præfabrikerede facadeelementer og effektiv montage flyttes størstedelen af byggeprocessen til en fabrik. Dermed undgår man at pakke bygningen ind i stilladser i længere perioder, mens beboergener og behov for genhusning reduceres betydeligt. Disse er typiske barrierer for igangsættelse af renoveringsprojekter.

Systemet er som udgangspunkt udviklet til etageboligbyggeri fra 60'erne og 70'erne, men kan, grundet dets systematiske opbygning, også benyttes til andre renoveringstypologier og nybyggeri.

Den nye tilgang til renovering, hvor det konkrete projekt konfigureres ud fra et løsningskatalog giver følgende fordele:

- Transparens i valg og fravalg samt visuelt grundlag for beboerdialog
- Budgetsikkerhed og risikostyring
- Minimal byggetid og byggeplads uden on-site justeringer
- Mulighed for datoplanlægning i kombination med andre renoveringsopgaver
- Dokumentérbar og mere sikker kvalitet af det udførte allerede ved første projekt.

Facadesystem tilpasset etageboliger

Selve designudviklingen af facadesystemet og de respektive designforslag er styret af den valgte typologi og de potentialer, der er indlejret i typologiens grundstruktur og planlayout. Således er selve facadesystemet direkte applikerbart på et stort segment af såvel det nationale som det internationale etageboligbyggeri.

Typologien rummer mulighed for forbedringer rent byggeteknisk, men har også et uforløst arkitektonisk potentiale. Således har en arkitektonisk bearbejdning af hovedtypologien været en integreret del af udviklingsarbejdet for såvel selve facadeelementet som facadesystemet. Det har været centralt for udviklingen at nedbryde den store skala og bearbejde en typologi, der er præget af gentagelser. Ved at etablere en bedre forbindelse mellem den enkelte bygning

Typologien rummer mulighed for forbedringer rent byggeteknisk, men har også et uforløst arkitektonisk potentiale.

og dens omgivelser kan der skabes værdi for beboerne, for bygningen og for området som helhed.

Hovedtypologiens overordnede geometri og organisering følger, som resultat af den industrialiserede tilgang, et stringent byggemodul. Med udgangspunkt i designregler defineret af byggemodulet, er der udviklet et gennemdesignet, veldokumenteret og fleksibelt facadesystem. Med en veldefineret grundopbygning af det enkelte facadeelement genereres der et katalog af løsninger for alle de variationer, der måtte forekomme inden for hovedtypologien.

Facadekataloget rummer således gennemdesignede løsninger for en bred vifte af vindueskonfigurationer og -typer, facadematerialer, altaner og adgang til terræn samt meget andet. Alt sammen testet, afprøvet og baseret på den samme systematik.

Ud fra facadekataloget kan der gennem en række styrede valg genereres samlede og arkitektonisk velafbalancerede designalternativer til den pågældende facaderenovering. Det danner grundlag for en mere transparent beslutningsproces og sikrer, at den valgte renovering skaber den rette værdi for alle involverede parter.

Fem designpakker

Baseret på facadekataloget er der udviklet fem ”designpakker”, der hver repræsenterer et arkitektonisk udtryk. Hver pakke behandler skala og tilføjer relief i facaden gennem forskellige arkitektoniske greb. Hver designpakke er defineret af en designsystematik, en materialepallette, vindueskonfiguration og -type samt valg af altaner, adgang til terræn etc.

ELLA

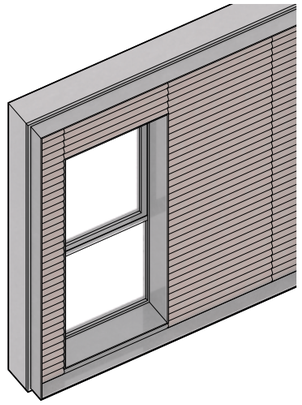
LARS

MARK

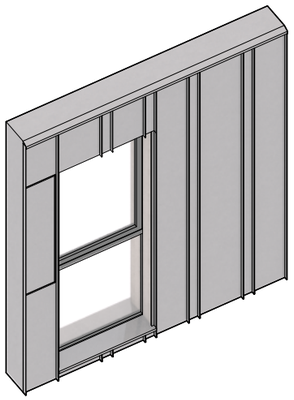
ANNA

MARTIN

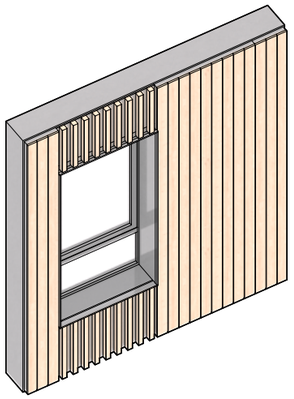
ELLA
Den veldefinerede ramme omkring facadeelementerne tegner et grid der binder bygningen sammen som et hele bestående af enkelte celler som samtidig bryder skalaen ned. Der skabes mulighed for stor variation inden for den enkelte celle uden denne komposition brydes. Dermed rummer forslaget også stor fleksibilitet i vindueskonfiguration. Stålpladen, her vist som simpel sinusplade, kan varieres i profilering og overfladebehandling og det samme kan rammen. Basen er accentueret med et skift i retning af pladens profilering.



ANNA
Det ensartede facadeudtryk skaber en ro hvor de lodrette false først opleves når man kommer tæt på huset. Den lodrette takt definerer til dels vinduesbredder, men type og højde er fleksibel. Træforringer omkring ved vinduer er med til at give facaden et spil på afstand og bibringer en varme der hvor man som beboer kommer tæt på facaden. Basen er accentueret med en tættere takt af de stående false. Facadebeklædningen er naturpatineret sort zink.

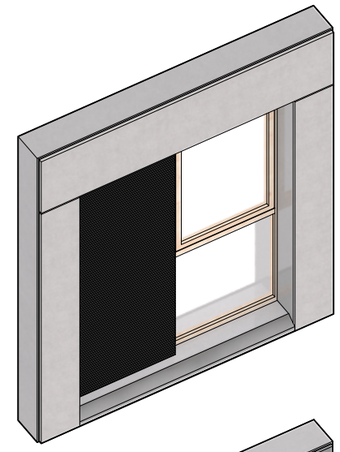


MARTIN
Samspillet mellem flader og det horisontale mønster ved vinduer og døre skaber en klar, samlet og dynamisk komposition. Det giver stor frihed i valg af vindesstørrelser og-typer, men også materialer. Basen er accentueret med gennemgående brug af den lodrette beklædning. Forslaget er vist med træbeklædning, men kan vælges i en bred vifte af materialekombinationer.

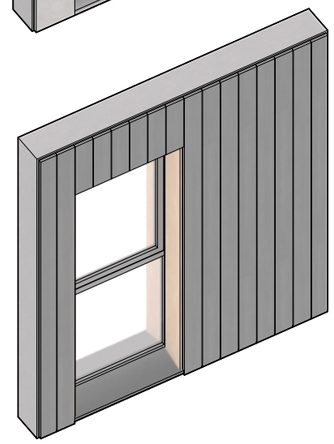


DEL 3
Fokusområder i REBUS

MARK
Det klare grid skaber et let genkendeligt volumen på afstand. Samtidig brydes bygningen gennem en relief-virkning ned i veldefinerede enheder med stor mulighed for variation. Den tilbagetrukne flade skaber med mindre overfladevariationer kombineres med vinduesrammer i træ, et privat rum i facaden. På denne mindre skala er der stor fleksibilitet i vindueskonfiguration. Beklædningen er en simpel cementbaseret facadeplade hvor profileringen ved vinduerne skabes som spor i samme type plade. Basen er accentueret med øget relief omkring indgangspartier og ved evt. plantekasser og adgang til terræn.



LARS
Forslaget er et eksempel på en relativt styret arkitektonisk komposition hvor den mørke facadebeklædning skaber ro og plads til en vindueskonfiguration der er nøje afstemt efter det konkrete volumen. Generelt trækkes vinduerne frem i facadeplanet, men omkring opgangspartierne skubbes de tilbage og kombineres med ved træforret lysninger der fremhæver ankomsten. Basen er accentueret med øget relief i facadebeklædningen. Forslaget er vist med sort træbeklædning, men kan vælges med en beklædning i brændt træ eller mørke facadeplader i samme format kombineret med trælister i basen.



Facadeelementets opbygning

Facadeelementet er designet til at kunne monteres uden på den eksisterende facade uden behov for stillads. Der er udviklet et beslag, så facadeelementet kan hænges op ved lift. Dette gøres for at kunne opnå gevinster i form af færre beboergener, mindre grad af genetablering inklusiv brand- og lydadskillelser samt minimering af kuldebroer.

Hvis eksisterende facade skal demonteres, tilføjes elementerne en traditionel forsatsvæg i ønsket tykkelse.

Elementerne er selvbærende og kan spænde mellem bærende tværvægge for fleksibel montage.

De er statisk dimensioneret i bredder fra 2,4m til 5,4m i spring på 300mm. Beslaget har indbygget toleranceoptag og muliggør montage og indjustering direkte fra lift.

Facadeelementet er udviklet til at kunne overholde en maksimal tykkelse på 250mm for nemere sagsbehandling idet BBR ikke skal reguleres. Alternative tykkelser er mulige.

Elementet leveres som standard med integreret friskluftsunit med forvarmning. Det skal sikre tilstrækkeligt luftskifte i boligerne, hvilket bidrager til en god luftkvalitet og sunde boliger.

To produktlinjer

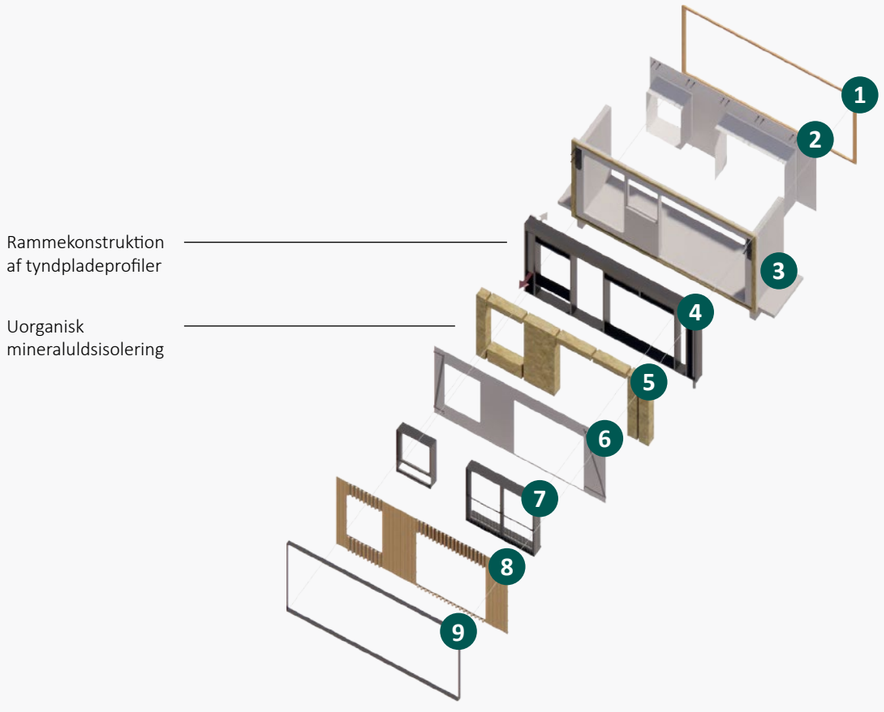
Der er udviklet to produktlinjer:

- **Basis:** Er baseret på standardprodukter og uorganiske materialer. Med udgangspunkt i gennemtestede materialer, lang levetid og delvis design for adskillelse sikres et holdbart og bæredygtigt alternativ.
- **Cirkulær:** Er baseret på standardprodukter og organiske materialer. Kombineret med tanke på cirkulære principper omkring bæredygtigt materialevalg og design for adskillelse. Dette for at sikre lavere miljøbelastning ved opførelse og større chance for genbrug ved endt levetid.

Begge produktlinjer har overordnet den samme opbygning og tager udgangspunkt i facadekataloget med tilhørende arkitektoniske muligheder. Dette har til formål at illustrere styrken og robustheden i det udviklede facadesystem. Både iht. at sikre markedsrelevante produkter, men også for kunne medvirke til den bæredygtige omstilling på renoveringsmarkedet ved at have alternative løsninger på hylderne.

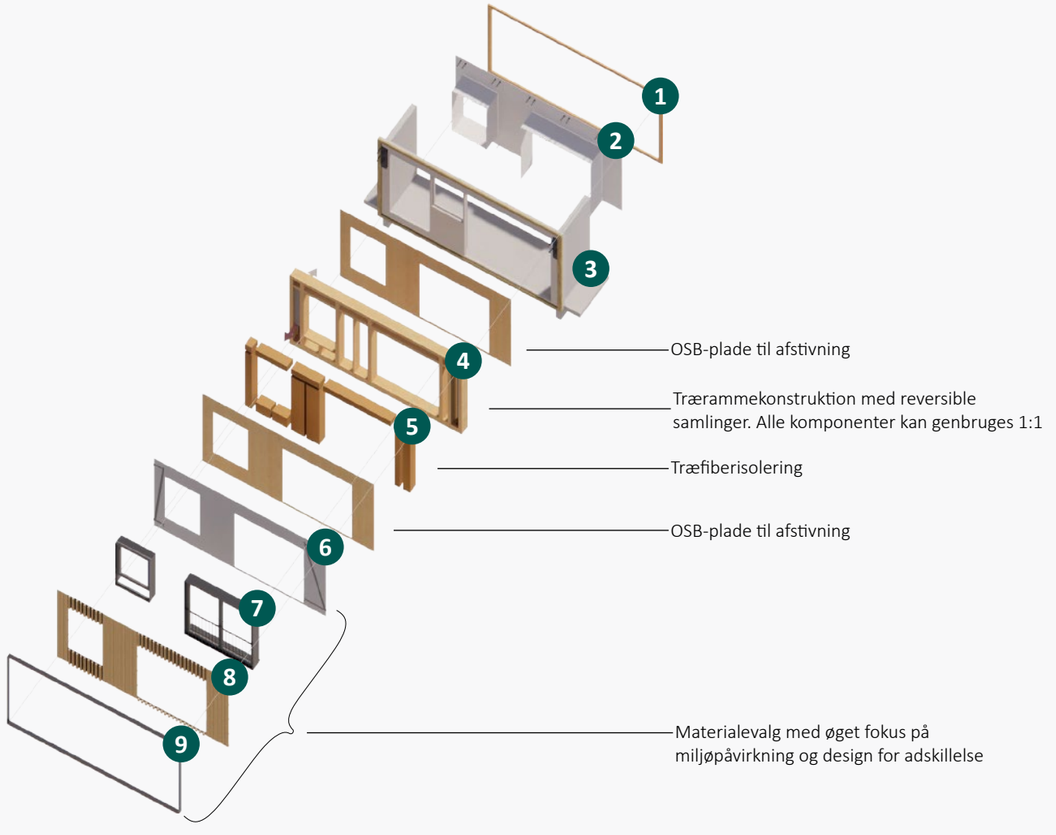
Basis

1. Koblingsramme m. skyggenot
2. Indvendig aptering
3. Eksisterende konstruktion med specialudviklet montagebeslag



Cirkulær

4. Konstruktion
5. Isoleringslag med ventilation og føringsrør
6. Vindspærre med adgangslem til ventilation
7. Valgte vindueskonfiguration
8. Valgte facadebeklædning med vent. hulrum
9. Afvandingsprofil rundt om hele elementet. Bruges som skyggenot i visse designforslag.



Fokusområder i REBUS

Konfigurator forenkler processen

Med udgangspunkt i facadekataloget kan bygherre konfigurere sin egen facadeløsning og dermed skabe et klart og tidligt beslutningsgrundlag i valg og fravalg af løsninger. Løsningen danner visuelt grundlag for en åben dialog med beboere, hvor de færdige facadeprodukter giver et klart og tidligt beslutningsgrundlag, Dette giver samtidig tidlig budgetsikkerhed og bedre risikostyring.

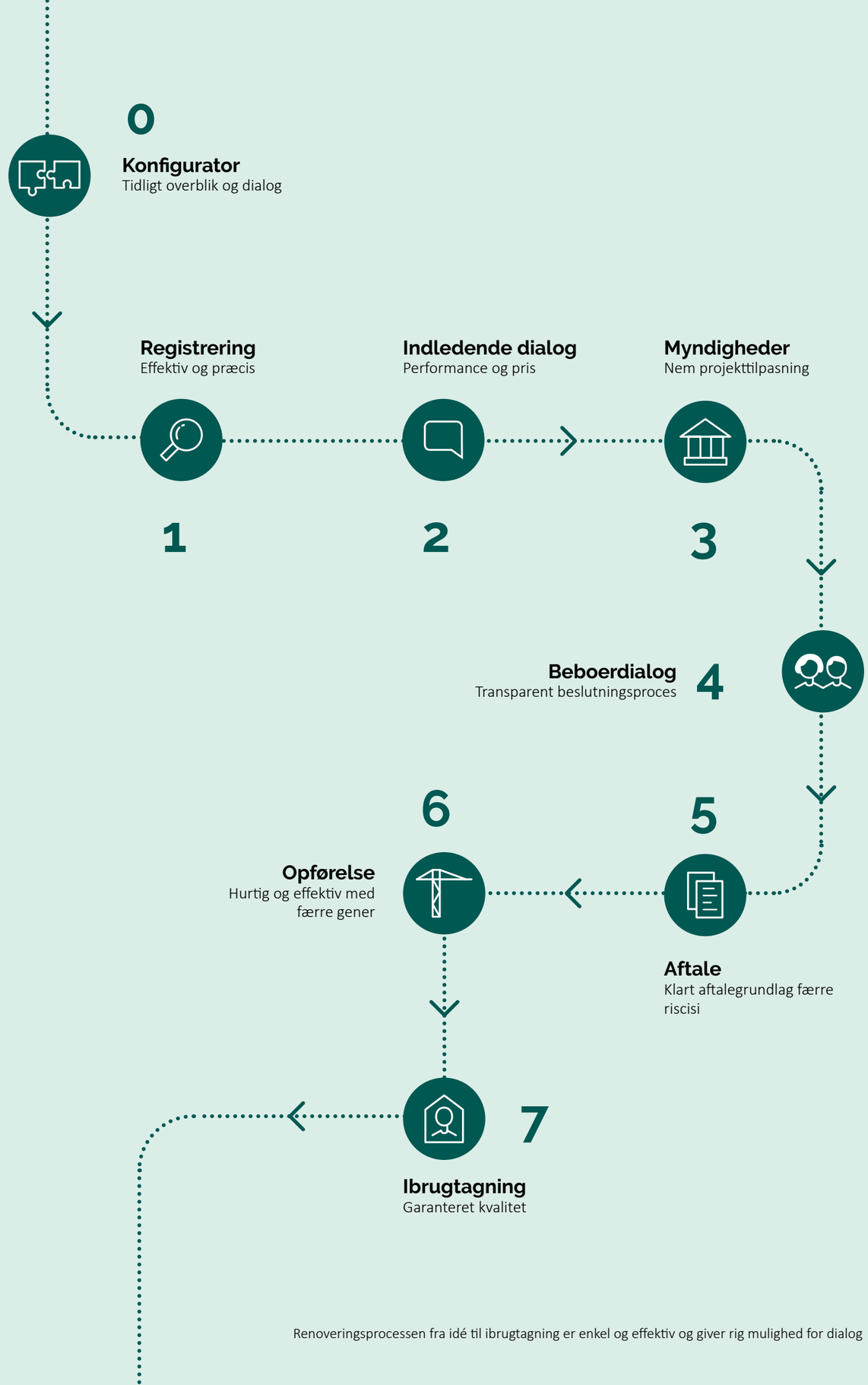
Det prækonfigurerede facadeprodukt reducerer behovet for design og konstruktionsudvikling. Derved minimeres risici ved produkt og proces for alle interessenter. Alle kan indgå i dialogen om at balancere økonomiske, miljømæssige og sociale hensyn for det konkrete projekt.

Med specialudviklede beslag monteres elementerne uden på den eksisterende facade uden brug af stilladser. Derved fjernes behovet for genhusning og samtidig minimeres beboergenerne gennem styrket projektstyring og projektplanlægning fra registrering til produktionsdata. Prefabrikation og meget få on-site justeringer betyder, at udførelsen kan datoplanlægges og byggetiden for den enkelte lejlighed kan minimeres.

Facadeproduktet er entydigt, hvilket betyder, at det er dokumenterbart og at kvaliteten af det udførte allerede ved første projekt er garanteret.

Konfiguratoren giver bygherren direkte adgang til at konfigurere facaderne til det konkrete renoveringsprojekt. Dette gøres på baggrund af inddata omkring bygningens alder, overornede geometri herunder antallet af opgange og etager samt placering og orientering. Konfiguratoren giver derefter, på baggrund af den konkrete bygning og en række designvalg, en estimering af samlet pris på løsningen incl. installation og der gives et overblik over resultater for U-værdi, akustik, dagslys, indeklima, luftskifte og LCA. Designvalgene er baseret på fem ”designpakker” udviklet som en del af REBUS.

Konfiguratoren er, ligesom facadekataloget, for nuværende udviklet til hovedtypologien- etageboligbyggeri fra 1960’erne – 1970’erne.

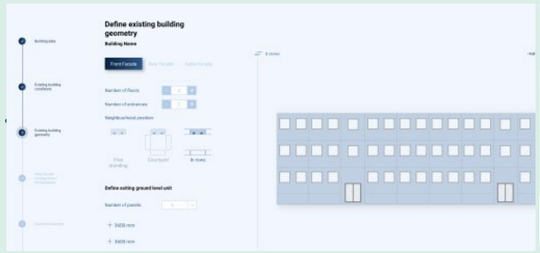


Renoveringsprocessen fra idé til ibrugtagning er enkel og effektiv og giver rig mulighed for dialog

Bygningsdata
Informationer om eksisterende byggeri indtastes og danner grundlag for simpel bygningsmodel.

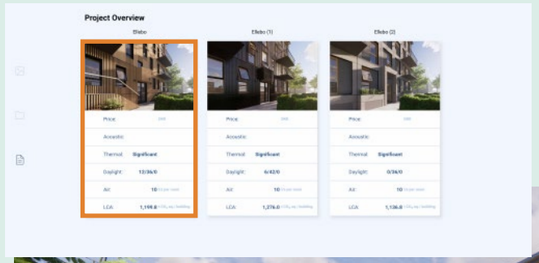
Sådan fungerer konfiguratoren i praksis
En webbaseret konfigurator giver bygherre og beboere et tidligt overblik over mulighederne i facadekataloget. Konfiguratoren bruges også som dialogværktøj, der gør det lettere at drøfte konkrete løsninger med beboerne.

START HER



Bygningsforhold
Bygningens geometri og antal opgange angives og antallet og størrelsen af de eksisterende faacdeelementer bestemmes

Facadevalg
Der vælges designpakke og de enkelte facadeelementer konfigureres iht. eksisterende struktur. Ønsker mht. altaner, solafskærmning etc. defineres.



Sammenligning
En række designalternativer kan nemt sammenlignes mht. performance, indeklima og pris.

Potentialer og værdiskabelse

Den systembaserede tilgang giver et tidligt overblik over potentialerne i den enkelte bygning. Det øger muligheden for at opnå netop den merværdi, den enkelte bygherre vægter højest.

Indeklima

- Optimeret dagslys og udsyn
- Øget luftkvalitet
- Bedre temperatur og minimering af træk
- Reduceret støj

Øget boligværdi

- Opdatering af klimaskærm
- Reduceret og lettere vedligehold
- Fremtidig fleksibilitet

Arkitektonisk kvalitet

- Behandling af skala
- Øget dybde og relief i facaden
- Variation

Bæredygtighed

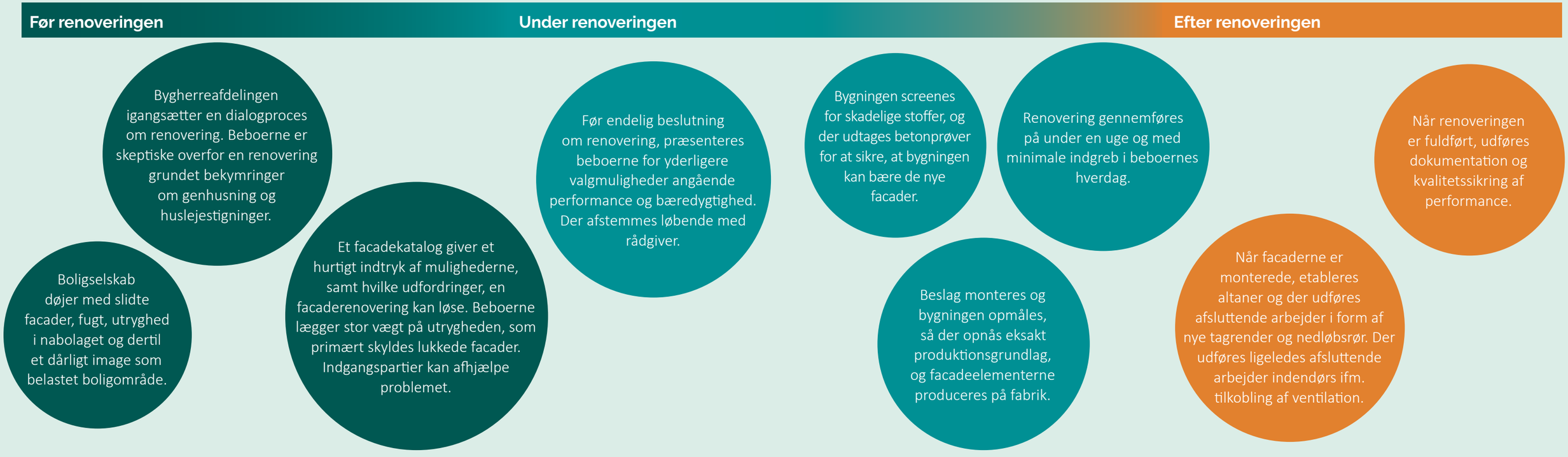
- Reduceret energibehov og CO_2-udledning
- Bedre udnyttelse og tilpasning af den eksisterende bygningsmasse
- Bevidst brug af ressourcer
- Lavere forbrug af ufornybare materialer

Opgradering af faciliteter

- Mange designløsninger og muligheder
- Mulighed for individuelle tilpasninger
- Kobling til terræn
- Markering af opgang

Forbedring af beboernes livskvalitet

- Stolthed og ejerskab
- Tryghed
- En klar kobling mellem bolig og beboer
- Indeklima



Eksempel: Færre gener og mere renovering for pengene

Før renoveringen

En boligafdeling bestående af i alt seks ens etageejendomme opført fra 1962-1965 står over for en renovering. Der er ikke udført nogen gennemgribende renovering. Der er løbende udført almindeligt vedligehold og en række udbedringer af klimaskærmen som følge af udtjente facadeplader og visse utætheder i tagkonstruktionerne. Dog er vinduerne skiftet i 80'erne efter beboerklager om træk og høje varmeregninger.

Boligselskabet har sammen med beboerbestyrelsen besluttet, at der skal gennemføres en renovering, hvor en opdatering af facaden er central. Modvillighed hos beboerne grundet usikkerhed og utryghed har dog betydet, at helhedsplanen, trods et langt forløb, endnu ikke er udviklet. Beboernes usikkerhed handler især om genhusning og huslejestigning. Denne usikkerhed gør det svært at blive enige om renoveringens omfang, og det gør det igen svært at fastlægge økonomien – der er ingen reel fremdrift.

Indledende dialog: Facadekatalog giver konkrete billeder på potentialerne

En erfaren byggechef erkender, at der skal noget andet til for at skabe overblik over muligheder og økonomi. Byggechefen søger inspiration på hjemmesiden for REBUS-facadesystemet. Med udgangspunkt i REBUS' tilgang og løsninger kan hun betrygge beboerne om renoveringens betydning ifbm. udførelse og behov for genhusning. Grundet bygningernes konstruktion og lette facader vil facaderenoveringen nemlig kunne udføres uden at demontere den eksisterende facade. Det betyder, at beboerne kan blive i deres hjem og opleve minimale gener.

Byggechefen genererer sammen med en teknisk medarbejder fra boligorganisationen en række designalternativer for de konkrete bygninger ved brug af REBUS' facadekonfigurator. Konfiguratoren danner overblik over pris, indeklima og livscyklusvurdering (LCA) for den konkrete renovering. Med det som grundlag faciliteres en workshop med beboerbestyrelsen, hvor de mange ønsker vurderes og opvejes iht. værdiskabelse for beboere og økonomi. Det fører til en helhedsplan med overblik over økonomien for den samlede renovering. Da særligt beboerne i to af bygningerne er begejstrede indføres en faseopdeling af projektet, hvor disse to bygninger bliver del af fase 1. Efter mindre justeringer vedtages helhedsplanen.

Projektjusteringer: Konfiguratoren skaber grundlag for hurtig tilpasning

Byggeorganisationen afholder endnu en workshop, hvor vinduestyper og -størrelser, ventilationsløsning, endelig facadebeklædning samt omfanget af altaner, besluttes. I konfiguratoren testes mulighederne og deres betydning for arkitektur, funktionalitet og projektøkonomi. Der benyttes virtual reality (VR) til at vise de forskellige løsninger, så beboerne får mulighed for at se den endelige renovering, både indefra og udefra.

Efter aftaleindgåelse med entreprenør betyder stigninger i materialepriser, at der må foretages besparelser i projektet. Konfiguratoren bruges for at få et overblik over besparelsesmuligheder. Den viser, at projektet kan gennemføres uden nævneværdige reduktioner. Det skyldes tre ting; 1) reducerede omkostninger til genhusning, så en større del af budgettet kan benyttes på selve renoveringen, 2) at transaktionsomkostninger ifbm. omprojektering er minimale og 3) indeklimaforbedringer og CO_2-besparelser demonstreret i LCA'en, skaber grundlag for ekstra ekstern finansiering, fx under en pulje til grønne initiativer.

Der er nu arkitektonisk, funktionsmæssigt og økonomisk overblik over den samlede renovering, og arbejdet kan begynde.

Udførelse uden genhusning og med minimale forstyrrelser

Renoveringen påbegyndes med en screening for skadelige stoffer og en analyse af betonkvaliteten. Der påvises PCB i vinduesfugerne og et mindre omfang af blyholdig maling. Da betonkvaliteten er tilstrækkelig, monteres beslagene til fastgørelse af facadeelementerne, og der foretages eksakt indmåling. Miljøsanering kan gennemføres med minimalt behov for genhusning, mens facadeelementerne produceres off-site på fabrik.

Beboerne undrer sig over fremdriften, men da REBUS facadeelementerne ankommer til bygningen, foretages demontering af gamle vinduer, tilpasning af eksisterende facade iht. nye vinduer og montering af den nye facade på kun 2 uger. På trods af, at hver lejlighed kun påvirkes 2-4 dage og under 3 timer om dagen, vælger boligorganisationen at tilbyde indvendig støvvæg og mulighed for opmagasinering af personlige effekter. Da der ikke er behov for byggeplads ved bygningen, og opmagasineringen er af meget kort varighed, kan det klares med en række aflåste og overvågede containere på parkeringspladsen ved bygningen.

Den optimerede proces med hurtigt overblik over økonomi, effektiv projekttilpasning og hurtig udførelse uden beboergener vækker genklang i området.

Boligorganisationen entrerer tidligere end planlagt med samme entreprenør om udførelse af renovering af de resterende fire bygninger.

Litteratur

BL – Danmarks Almene Boliger (2021) Klimapotentiale ved renoveringer, hentet d. 19-04-2021 på: https://bl.dk/politik-og-analyser/temaer/boligaftale-2020-almene-boliger/klimapotentiale-ved-renoveringer/

Buch & Odgaard (2010) Produktivitet i byggeriet – En analyse af mulighederne for at forbedre produktiviteten i byggebranchen. Udarbejdet af: Sidste Buch, økonomisk konsulent Gunde Odgaard, sekretariatschef Udgivet november 2010 af BAT-kartellet Kampmannsgade 4 1790 København V. Hentet 19-04-2021 på: https://batkartellet.dk/wp-content/uploads/2016/03/Produktivitetbyggerietnov2010.pdf

Buchan, R., Fleming, F. E., and Grant, F. E. K. (2006). Estimating for builders and quantity surveyors. MA, USA: Elsevier Butterworth-Heinemann.

De Oliveira Fernandes, E.; Jantunen, M.; Carrer, P.; Seppänen, O.; Harrison, P.; Kephalopoulos, S. (2009). ENVIE- Co-ordination Action on Indoor Air Quality and Health Effects- Final 137 Activity Report. Project co-funded by the European Commission

Deloitte og Dansk Byggeri (2019) Bygge- og anlægsbranchen 2019, analyse udarbejdet af Deloittes branchegruppe for bygge- og anlægsbranchen i samarbejde med erhvervsorganisationen Dansk Byggeri. Gennemført i juli og august 2019. Hentet 19-04-2021 på: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/dk/Documents/brancheanalyser/Byggeanalysen-2019-Deloitte.pdf

Energistyrelsen (2019) Status for energimærkningsordningen for bygninger. Hentet 10-04-2021 på: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Energimaerke/status_for_energimaerkningsordningen_for_bygninger.pdf

Eurofound (2016) Inadequate housing in Europe: Costs and consequences. https://doi.org/10.2806/810142

Europakommissionen (2019) Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU. Published: 2019-02-25. Corporate authors: Directorate-General for Energy (European Commission), IPSOS , Navigant. ISBN: 978-92-76-14632-2
Europakommissionen (2021) EU Buildings Factsheets. Hentet 19-04-2021 på: https://ec.europa.eu/energy/eu-buildings-factsheets_en

G.H. Brundtland (1987) The Brundtland Report- Our Common Future https://doi.org/10.1080/07488008808408783

Gottlieb, S. C., Thuesen, C., Frederiksen, N., & Berg, J. B. (2020) Strategiske partnerskaber i Københavns Kommune: Erfaringer og resultater 2017-2019. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet.

Havelund, M. (2013) Hvidbog om bygningsrenovering- Et overblik over den eksisterende viden og de væsentligste studier af renoveringseffekter. Bygherreforeningen og Grundejernes Inversteringsfond.

IDA (2014) Produktivitet i byggeriet, IDA byg, hentet 19-04-2021 på: https://ida.dk/media/3219/produktivitet_i_byggeriet_ida_analyse.pdf

Ingeniøren (2020) Koster samfundet dyrt: Byggeriet bruger stadig mere tid på arbejde uden værdi, hentet 19-04-2021 på: https://ing.dk/artikel/koster-samfundet-dyrt-byggeriet-bruger-stadig-mere-tid-paa-arbejde-uden-vaerdi-237074

Jantunen, M., Oliveira, E. F., Carrer, P., & Kephalopoulos, S. (2011) Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ). In European Commission Directorate General for Health and Consumers

Kazaz, Aynur & Manisali, Ekrem & Ulubeyli, Serdar (2008). Effect of basic motivational factors on construction workforce productivity in Turkey. Journal of Civil Engineering and Management. 14. 95-106. 10.3846/1392-3730.2008.14.4.

McKinsey (2010) Creating Economic Growth in Denmark Through Competition, rapport udarbejdet til møde i Vækstforum, november 2010.

McKinsey (2017) Reinventing construction: A route to higher productivity. Filipe Barbosa, Jonathan Woetzel, Jan Mischke, Maria João Ribeirinho, Mukund Sridhar, Matthew Parsons, Nick Bertram og Stephanie Brown. Hentet 19-04-2021 på: MGI-Reinventing-construction-A-route-to-higher-productivity-Full-report.pdf (mckinsey.com)

Mikkelsen H., Beim A., Hvam L. og Tølle, M (2005) Systemleverancer i byggeriet – en udredning til arbejdsbrug, 1. udgave, ISBN 87-91035-31-7, udgiver Institut for Produktion og Ledelse DTU, Kgs. Lyngby.

Miljøstyrelsen (2020) Affaldsstatistik 2019, 2020.

Nissen, H. (1975) Modul og montagebyggeri, Polyteknisk Forlag.

Produktivitetskommissionen (2013) Konkurrence, internationalisering og regulering: Analyserapport 2 fra Produktivitetskommissionen. Sørensen, P. B., Dalgaard, C-J., Gjersing, A., Nikolaisen, H., Raaschou-Nielsen, A., Schröder, P., Rose Skaksen, J., Sloth, B., & Sørensen, A. (2013).

Rambøll (2020) Analyse af CO2-udledning og totaløkonomi i renovering og nybyg. Af Lise Hvid Horup Sørensen & Mathilde Mattson Rambøll. Hentet 19-04-2021 på: https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/komparativ-analyse-renovering-og-nybyg

Regeringen (2021). National strategi for bæredygtigt byggeri

Smithinnovation (2016) Baggrundsrapport: Innovation i byggeriet- En kvantitativ kortlægning af innovationsaktivitet og-kapacitet i dansk byggeri. August 2016. Hentet 19-04-2021 på: https://smithinnovation.dk/sites/default/files/baggrundsrapport_om_innovation_i_byggeriet_0.pdf

Styrelsen for Forskning og Uddannelse (2017) FORSK2025 – fremtidens løfterige forskningsområder. https://ufm.dk/publikationer/2017/filer/forsk2025.pdf, Styrelsen for Forskning og Uddannelse, Bredgade 40, 1260 København K, ISBN 978-87-93468-60-3 (trykt) 978-87-93468-61-0 (elektronisk) Publikationen kan hentes på ufm.dk/publikationer

TBST (2021) Klimavenligt byggeri og LCA Analyse af udvalgte landes tilgange til klimavenligt byggeri, LCA og samfundsøkonomi. Trafik, bygge- og Boligstyrelsen. Under udgivelse.

Teknologisk Institut (2020) Fremtidens byggematerialer, hentet 19-04-2021 på: http://cms.teknologisk.dk/getmedia.asp?media_id=78249

Thuesen, C., & Hvam, L. (2011) Efficient on-site construction: learning points from a German platform for housing. Construction Innovation.

World Green Building Council (2019) Bringing Embodied Carbon Upfront, 2019, hentet d. 19-04-2021 på: https://www.worldgbc.org/news-media/WorldGBC-embodied-carbon-report-published